

厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金

# 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究

総合研究報告書  
(第二期)

研究代表者 大久保 利晃

令和6年3月

# 目 次

## 研究者名簿

### I. 総括研究報告

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究

(東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究)

大久保利晃 ..... 1

### II. 分担研究報告 (各分科会報告)

#### 1. 臨床調査分科会

##### ①臨床調査分科会 I

大石 和佳 ..... 39

##### ②臨床調査分科会 II

星 北斗 ..... 47

#### 2. 白内障調査分科会

佐々木 洋 ..... 91

#### 3. 甲状腺がん調査分科会

祖父江友孝 ..... 99

#### 4. 心理的影響調査分科会

江口 尚

①質問紙調査 ..... 135

②面接調査実施体制の構築 ..... 167

③面接調査 ..... 185

#### 5. 死因・がん罹患調査分科会

小笹晃太郎 ..... 191

#### 6. 線量評価分科会

明石 眞言 ..... 197

#### 7. 健康管理データベース分科会

大神 明 ..... 227

#### 8. 解析評価分科会

吉永 信治 ..... 243

### III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ..... 253



## 研究者名簿（50音順）

※所属機関名は本研究に携わった最終年度時点の情報に基づく

研究代表者	大久保 利 晃	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働者放射線障害防止研究センター	平成26年度～ 令和5年度
研究分担者	明 石 眞 言	東京医療保健大学 東が丘看護学部	平成26年度～ 令和5年度
	江 口 尚	産業医科大学 産業生態科学研究所 健康支援部門 産業精神保健学	令和3年度～ 令和5年度
	大 石 和 佳	公益財団法人 放射線影響研究所 広島臨床研究部	平成26年度～ 令和5年度
	大 神 明	産業医科大学 産業生態科学研究所 社会環境部門 作業関連疾患予防学	令和元年度～ 令和5年度
	岡 崎 龍 史	産業医科大学 産業生態科学研究所 放線健康医学研究室	平成26年度～ 平成30年度
	小 笹 晃太郎	京都府立医科大学 保健管理センター	平成26年度～ 令和5年度
	笠 置 文 善	公益財団法人 放射線影響協会 放射線疫学調査センター	平成26年度～ 平成29年度
	片 山 博 昭	公益財団法人 放射線影響研究所 情報技術部	平成26年度～ 平成28年度
	河 井 一 明	産業医科大学 産業生態科学研究所 職性腫瘍学	平成29年度～ 平成30年度
	喜多村 紘 子	産業医科大学 産業医実務研修センター	平成28年度～ 令和5年度
	金 ウンジュ	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所	平成30年度～ 平成30年度
	栗 原 治	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 計測・線量評価部	平成26年度～ 令和5年度
	児 玉 和 紀	公益財団法人 放射線影響研究所	平成26年度～ 平成29年度
	佐々木 洋	金沢医科大学 眼科学講座/ 総合医学研究所 プロジェクト研究センター 環境原性視覚病態研究部	平成26年度～ 令和5年度
	重 村 淳	防衛医科大学校 精神科学講座	平成27年度～ 平成30年度
	敷 藤 由美子	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 計測・線量評価部	平成26年度～ 令和5年度
祖父江 友 孝	大阪大学大学院医学系研究科 社会医学講座 環境医学	平成26年度～ 令和5年度	
谷 口 信 行	自治医科大学 医学部医学科 臨床検査医学	平成26年度～ 令和5年度	
谷 幸太郎	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所	平成30年度～ 平成30年度	
辻 村 憲 雄	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部	令和4年度～ 令和5年度	

研究分担者	朝 長 健 太	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働者放射線障害防止研究センター	令和元年度～ 令和4年度
	廣 尚 典	産業医科大学 産業生態科学研究所 精神保健学研究室	平成26年度～ 令和元年度
	星 北 斗	公益財団法人 星総合病院	平成26年度～ 令和5年度
	胡 歆	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働者放射線障害防止研究センター	令和4年度～ 令和5年度
	真 船 浩 介	産業医科大学 産業生態科学研究所 健康支援部門 産業精神保健学	令和2年度～ 令和5年度
	溝 上 哲 也	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働者放射線障害防止研究センター	令和4年度～ 令和5年度
	宮 川 めぐみ	医療法人誠医会宮川病院 内科／ 国家公務員共済組合連合会虎の門病院 内分泌代謝科	平成26年度～ 令和5年度
	百 瀬 琢 磨	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島研究開発拠点	平成26年度～ 令和5年度
	吉 永 信 治	広島大学 原爆放射線医科学研究所 放射線影響評価研究部門 計量生物分野	平成26年度～ 令和5年度

# I. 総括研究報告



## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 (東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究)

研究代表者 大久保利晃 労働安全衛生総合研究所  
労働者放射線障害防止研究センター長

### 研究要旨総括

#### 1. 統括研究

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故対応作業においては、平成23年3月14日から同年12月16日まで、放射線緊急被ばく線量限度が100 mSvから250 mSvに引き上げられた。この間、約2万人が作業に従事し、174人が通常作業の5年間の線量限度である100 mSvを超えて被ばくしたと推定されている。本研究の目的は、これら約2万人の緊急作業従事者全員を対象として、放射線被ばくと健康の関係を明らかにするため、生涯にわたり追跡調査することである。

平成26年度に本研究を開始して以来、令和5年度までの10年間に於いて、全対象者19,812人中、研究参加者9,164名(46.3%)、参加拒否者2,761名(13.9%)、未返信者5,009名(25.3%)、宛先不明者は1,616名(8.2%)であった。このうち死亡者は721人で、うち698人は研究非参加者、23人が研究参加者であった。

第二期の初年度である令和元年度は、研究統括機関の広島(公益財団法人放射線影響研究所:放影研)から神奈川(独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所:安衛研)への移転があった。研究統括機関移転に伴い、研究資試料やデータベースシステム等の無償移譲のための正式手続き、研究室設置工事、研究参加者の同意取り直し、外部協力機関から変更の了承を得るなど、通常発生しない業務が多数生じた。また、長期保存中の血液、尿の移動を行った。これらすべての終了には2年間の期間が必要であった。そのため、第二期の1年目は健康調査の実施数が例年より減少した。面接・健診調査実施拠点の設定、調査概要の説明方法、インフォームド・コンセントの取得方法、協力機関との連携のあり方などは第一期に確立した方法を踏襲した。健診機関からの各種問い合わせに対応する「問い合わせ処理システム」や、Web上で健診予約を処理する「健診スケジュールシステム」などのシステムはそのままの状態に移設後も作動した。全研究協力(健診実施)機関の健診方式や検体検査の一元的・標準的な運用を開始した。令和元年度より2巡目のがん検査を含む詳細な健診および定期健診並みの健診を開始し一定の参加者が定着したと見られることにより、第二期でベースライン調査の区切りとしての報告を行ない、今後はこれらの参加者の維持・脱落防止をはかる。また、死因・がん罹患調査のため、人口動態統計調査の目的外使用手続きを継続し、死因等の情報を収集する準備を進めた。

#### 2. 分担研究

##### 臨床調査分科会 (I)

研究参加依頼に対する応答がなかった方を対象に試行郵便調査を実施した。返信率向上のため、調査1週間前に予告葉書を送付し、調査票送付の際にはボールペンを同封し、回



答者にはクオカードを進呈することを説明文書に明記した。

非がん疾患の有病者同定のプロセスについて検討した。多項目健診のベースライン調査データを用いて、高血圧症、B型/C型肝炎、脂質異常症、脂肪肝を対象疾患として試行調査を実施した。当該疾患の有病者を抽出する方法として、自己申告の情報を優先するアルゴリズムと客観的情報を優先するアルゴリズムを作成し、その有用性を評価した。いずれの疾患の場合も、客観的情報を優先するアルゴリズムの方がより正確に有病者を同定できた。高血圧症、B型/C型肝炎、脂質異常症は、治療介入によって血圧測定値や肝炎ウイルスマーカー・脂質の血液検査値が影響を受けることから、既往・現病歴や服薬情報を組み合わせることが重要であることが示された。

高血圧症の有病者をより正確に同定するため、多項目健診のベースラインおよび縦断調査のデータと基本健診のデータを用いてアルゴリズムを作成した。複数回の血圧測定値を用いたことで、ガイドラインに沿って正確に高血圧症を定義することができた。

## 臨床調査分科会 (II)

緊急作業に伴う放射線ばく露と健康影響との関連を歪める要因として社会的因子に着目し、就労環境、就業期間、就労時間、避難経験、居住環境、衣類・日用品等の調達、保護具、健康管理状況、食生活などの調査データと緊急作業時の線量記録を突合せ、社会的因子相互の関連や社会的因子と被ばく線量との関連を分析した。その結果、学歴は生活習慣と関連しているものの時代背景や就業に至る経緯に影響されるため用いにくく、また雇用形態は本集団での偏りが大きいと用いにくいと考えられ、他方、年収は喫煙や飲酒等の生活習慣と関連しかつ回答率も高く客観指標として用いやすい。また、緊急作業時の就労パターンや累積被ばく線量により年収や所属、避難経験に違いがみられた。放射線ばく露による健康影響を評価する際、これらの社会的要因について留意する必要がある。

## 白内障調査分科会

白内障全国調査の第2クールは2021年度に開始した。NEWS健診参加者のうち、第2クールでの白内障検診受診希望者は3,734名であり、これまでに2,245名が検診を受けた。そのうちの2,121名について分析したところ、微小混濁を除く透明水晶体眼の割合は両眼で23.3%であった。放射線白内障の初期変化となるVacuoles (VC)を含む白内障眼の割合は両眼で75.7%、白内障手術後である眼内レンズ挿入眼の割合は1.0%であり、第1クール(2018-2020年度)の結果と大きな差はなかった。約800名については簡易型徹照カメラでの撮影を行っており、その画像を用いて白内障の自動解析を進めている。

## 甲状腺がん調査分科会

甲状腺超音波検査従事者講習会を9回実施し、参加者はのべ209人になった。認定技師数は令和2年度に最大131人、認定施設数は58施設に達した。

甲状腺超音波一次検査のシステム中央判定の結果は、ベースライン調査では3,398人中、A1が1,535人(45.2%)、A2が1,333人(39.2%)、Bが528人(15.5%)、Cが0人(0.0%)、判断不可が2人(0.1%)であった。縦断調査では2,878人中、A1が1,191人(41.4%)、A2が1,178人(40.9%)、Bが509人(17.7%)、Cと判断不可が共に0人(0.0%)であった。実効線量別に見ると、ベースライン調査と縦断調査両方において、実効線量とB判定およびA2判定の割合との間に明らかな関連は見られなかった。

最終判定がBまたはCののべ1,037人（ベースライン調査528人、縦断調査509人）中、のべ444人（42.8%）について精査を行った医療機関から二次検査の結果を受領した。このうち、細胞診を受けた122人の中で、悪性ないし悪性の疑い9人、良性ないし良性の疑い88人、結果不明または判定不能25人であった。甲状腺がんは10人（手術で確定6人、細胞診診断のみ4人）であった。

甲状腺がん累積罹患は33人（手術で確定6人、細胞診診断のみ4人、質問票で自己申告23人）、全受診者における累積罹患率は0.5%であった。実効線量50 mSv以上で罹患率が高い傾向であったが、甲状腺超音波検査受検回数も線量が高い方が多かった。甲状腺機能低下症の有病率はベースライン調査で3.6%、縦断調査で4.7%であり、システム中央判定がある受診者における結節（5.1 mm以上）、のう胞（5.1 mm以上）の有病率はそれぞれベースライン調査で15.3%、11.4%、縦断調査で17.6%、12.8%であり、いずれも実効線量との間に明らかな関連はなかった。

#### 心理的影響調査分科会

質問紙調査と面接調査により心理的影響を評価した。2023年10月31日までに回答が返送された6,241件のうち、4,782名について解析した。心理的ストレス（K6）、睡眠障害（AIS）で評価した精神的健康の有所見率は日本における労働者を対象とした先行研究と比べても顕著な相違はみられなかった。精神的健康、アルコール関連問題およびPTSD症状等の精神的健康に関連する結果指標と、スティグマ、ライフイベント、社会的支援、ストレス対処行動の一部、自尊感情、仕事・生活満足度などのストレス関連要因との有意な関連が明らかになった。スティグマについては、先行研究と同様、強い関連がみられた。緊急作業における社会的支援が労働者の精神的健康等の保護因子として重要であることが示唆された。第一期調査から概ね一貫した結果が得られており、発災からの経過期間による結果への影響は限定的と考えられた。

うつ病の有病率を評価するため、WHO 統合国際診断面接法（CIDI）コンピューター版面接（CAPI）のうつ病モジュールを用いた構造化面接を調査専門機関に委託して実施した。2023年10月31日までの健診調査受検者のうち、3,661名（男性3,641名、女性3名、不明17名）を対象に分析した。その結果、DSM-IV-TRにおける「大うつ病性障害」（296.xx）の有病率は、最近1か月で0.2%（9名）、最近12か月で1.9%（68名）、生涯で7.0%（257名）と判定された。ICD-10における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」（F32.2、F33.2）の有病率は、最近1か月で0.1%（5名）、最近12か月で1.0%（38名）、生涯で3.4%（123名）と判定された。また、発災前にうつ病の既往がある群では、ない群に比べ、発災後のうつ病の発症が有意に多い傾向が示唆された。さらに、ICD-10を基準とした場合、実効線量が100 mSv以上の被ばく群で生涯有病率と発災後の罹患率が有意に高かった。

#### 死因・がん罹患調査分科会

死亡については、死亡の追跡に同意しなかった者を除く19,413人について人口動態統計情報により2011～2021年に721人の死亡を照合した。このうち2012～2021年の男性死亡について、日本全国の死亡率を基準とした標準化死亡比（SMR）の分析では、労働者は人口全体より健康である傾向による偏り（healthy worker bias）によると思われる、総死亡および慢性疾患における全国人口水準からの相対的な死亡率が低い傾向はみられるものの、それ以外は、おおむね同期間における日本全国の死亡状況からの逸脱はないと考えられた。

がん罹患については全国がん登録情報との照合に同意した7,537人より2016年から2018年に、男性では総固形がんが140人、白血病・リンパ腫が10人未満、女性ではそれぞれ10人未満およびゼロ人に診断された。このうちの男性について日本全国の罹患率を基準とした標準化罹患比（SIR）の分析では、検診により発見されやすいがんの罹患が多い傾向が示されたが、症状等から臨床的に発見されることが多いがんの罹患は全国水準からおおむね逸脱していないと考えられた。

#### 線量評価分科会

緊急作業従事者の線量関連データの検証を行い、被ばく線量の全体的な傾向を把握した。内部被ばく線量に関しては、東電による手順に従って預託実効線量の検証計算を行い、概ね再現できることを確認した。併せて、<sup>131</sup>I未検出の場合の線量推定法の改良や主要臓器に対する等価線量を評価した。内部被ばく線量データの検証可能な6,447名の預託実効線量及び甲状腺等価線量の中央値は、それぞれ0.7 mSvと6.2 mSvであり、東電社員が協力企業社員より実効線量で約3倍（1.7 mSv）、甲状腺線量で約5倍（21 mSv）高い結果が得られた。なお、本研究では、提供された線量関連データを再編し、Microsoft社のPower BIを用いて複数の解析支援ツールを作成した。

緊急作業従事者が着用した個人線量計の $\gamma$ 線1cm線量当量指示値から、 $\gamma$ 線による実効線量及び赤色骨髄、肺、結腸、精巣、甲状腺の吸収線量、さらに $\gamma$ 線と $\beta$ 線による水晶体の等価線量に換算するための係数を整備するとともに、算出される線量の不確かさを評価した。

事故当時に緊急作業従事者から採取され保管された尿試料中については、イオン交換樹脂による尿中ヨウ素-129分析法を適用してヨウ素を抽出し、加速器質量分析装置を使用してヨウ素-129濃度を測定した。測定した5件の試料のうち、最も高いセシウム-137濃度を含む尿試料のヨウ素-129濃度が最大値となることが確認された。

末梢血リンパ球の染色体が受けた傷害の度合（染色体異常の出現頻度）は被ばく線量に応じた量として観察され、線量推定が可能である。物理線量評価を補完する目的で、一部の緊急時作業従事者に対して、国際標準法ISO 20046（2019）に基づき、安定型染色体異常（染色体転座）の頻度を指標とした遡及的線量評価を行った。

ベースライン調査（2018年度採血、62名）および実効線量70 mSv以上を対象とした本格調査（2020年度採血、54名）から、生物学的推定線量と物理学的被ばく線量に正の相関が示されたが、一部の被検者で乖離が認められた。年齢、喫煙習慣、医療被ばくを採り上げ、詳細な解析を行った。併せて二動原体染色体異常頻度を解析し、転座発生頻度と比較した。

#### 健康管理データベース分科会

作業従事者の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用に繋げるため、集積された健診結果のデータベースから、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行うことと、受診を希望する健診実施機関の検査結果票を集積し、効果的な結果開示システムおよびアプリツールの制作を行うことを計画した。

初回健診に関わった企業外労働衛生機関に対し、全衛連の協力の下、健診結果返却に関する実態および健診プロトコールに関する意識調査を行った。健診データにおける健康評価に関するリスクマトリックスを作成し、それに準拠して基本健診データを用いてリスク評価を行った。また基本健診及び多項目健診から評価対象とする検査項目を選定し、それ

らを10カテゴリーに分類した。健診アプリのパイロット版を制作し、データ連携テスト計画立案を行った。健診アプリにおける「健診データから見た評価」にはリスクマトリックスによる評価を新しい知見として採用した。

#### 解析評価分科会

既存のデータやリスクモデル等に基づき、全固形がんと主要な部位別がん、および甲状腺結節のリスクに対する本コホートの統計的検出力を分析した。追跡年数の増加に伴い、検出力は徐々に増加するものの、現在の調査規模では40年間追跡しても全固形がんおよび主要な部位別がんリスクの検出力は最大10%程度である。これに対して甲状腺がんおよび甲状腺結節に対する検出力はそれぞれ62.4%および24.7%と比較的高く、長期追跡調査によるリスク評価が有効であることが示唆された。

ベースライン調査参加者6,341名の質問票データを用い、緊急作業線量と年齢、喫煙習慣などの基本的属性、CT検査や甲状腺超音波検査の受療歴、および既往歴との関連を解析した。緊急作業線量と甲状腺超音波検査の受療有無および検査回数との間には強い相関がみられた。また、CT検査受療歴や喫煙習慣も緊急作業線量によって多少異なっており、それらが交絡やバイアスをもたらす可能性が示唆された。緊急作業による長期的な健康影響を解析・評価する際は、それらの因子を適切に調整する必要があることが示された。

#### はじめに

平成26年6月、東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究のあり方に関する専門家検討会（以下「検討会」という）によってまとめられた提言に基づき、平成26年10月から始まった本研究は、令和5年度をもって満10年が経過する。本研究の進め方は、5年を単位として見直すこととなっており、本報告書は、第二期の総合研究報告書として作成するものである。しかし、本研究の基本方針は「緊急作業者の生涯にわたって追跡調査する」ことであり、本報告書はその第二期報告書ではあるが、研究開始当初からの経過を報告すべき事項も少なくないことから、必要に応じて今期末までの10年間の変遷を記載する。

研究対象者は、緊急作業従事者数19,812人であるが、このうち、研究参加者を可能な限り確保し、生涯追跡調査の枠組みとなる基本集団とその調査基盤を確立することを、研究開始以来10年間の目標とした。

本疫学研究の目的は、この研究参加者に対する放射線被ばくの健康影響を調査することであり、そのために長期間にわたる前向き追跡調査

が必要である。したがって、いわゆるLNT（閾値なし仮説）の議論で話題となる低暴露域に該当する影響の有無確認など、これまで既存リスクが認められていない暴露領域における影響研究が必要であり、本調査では長期間にわたる疫学調査により観察人年を可能な限り増やすことが成功の鍵となる。つまり、従来の疫学調査より長期間の観察をすることが必須条件である。本報告書ではこのような問題意識に基づき、本研究がこの10年間で研究参加者数を増加させるために実施した様々な努力を紹介するとともに、個々の健康評価で観察された健康影響を検証し、今後取るべき施策を報告する。

#### I. 研究体制の確立

研究組織としては、前述の検討会によって提言された「研究対象とする健康影響」を把握するために、安衛研が担う統括本部機能のもと、各分担研究分科会の協力を得て、本研究として備えるべき研究体制を構築した。これら分科会をふくむ全体で研究方法や研究成果、今後の研究方針などを協議するために、年1回以上の研究班会議を開催して研究成果の報告や今後の研

究方法を協議している。ただし、全国に拡散してしまっただけの数千人に及ぶ研究対象者に対する健康調査のデータ収集のための取り組みは、統括本部が主体的に進めているため、本報告書では、まず、健康調査を進める体制を紹介し、続いて通常の研究報告を記載することとする。

まず、統括本部が担う役割、および研究班全体の構成と分掌内容は次のとおりである。

## 1. 統括本部

### ①統括研究業務

- ・研究計画の評価、研究予算の申請(厚労省)、倫理委員会への研究計画承認申請
- ・研究対象者情報の入手、研究参加者・健診受診者募集
- ・生体試料収集、保管管理、冷凍保存試料分注
- ・健診・検査手法標準化、周知、精度管理
- ・健康調査(質問紙含む)の実施、結果データ収集・入力、解析
- ・死因・がん罹患情報提供申出(厚労省人口動態統計調査票の目的外利用、全国がん登録制度)、統計的解析
- ・通常時放射線暴露線量登録へのデータ提供申請(放影協)
- ・郵便調査実施

### ②研究支援業務

- ・事務組織の管理運営、人事育成、組織管理
- ・健康調査関連事業者等と契約、統括/指導
- ・システム開発、維持・改修・保守、検証
- ・研究成果公表
- ・WEBサイト運営、広報誌の発行、広報活動
- ・個人情報管理

## 2. 分担研究分科会

### ①線量評価分科会

物理的線量評価、外部被ばく線量および内部被ばく線量実測データと摂取シナリオ等による線量再構築、被ばく状況・行動記録による計算システム構築、臓器別線量の提供、生物学的線量評価、検体回収、染色体自動解析

### ②臨床調査分科会 I

如何に特記する疾患以外のすべての罹病状態の観察、ただし健康調査で観察する臨床検査以外の情報源は限られているので、特に必要がある検査は随時企画する。

### ③臨床調査分科会 II

緊急作業員には、様々な交絡因子が関係するので、現場調査を含め必要な調査を企画する。

### ④死因・がん罹患調査分科会

死因に関しては、オプトアウト、本人が拒否する人を除き、全緊急作業員を対象として、人口動態統計の死亡調査と照合する。がん罹患は当面同意した人だけ、全国がん登録との照合を行う。第三期は分科会は廃止し、本部がこの業務を担当する。

### ⑤白内障調査分科会

- ・放射線被ばくと水晶体混濁の関係を調査
- ・同意者約 3700 人(1,000 人/年)の検診
- ・眼科専門医 75 施設で散瞳下検診、中央診断判定

### ⑥甲状腺がん調査分科会

本調査のために講習を修了した技師による、甲状腺超音波診断を行い、確実な甲状腺がんの罹患調査を行う。本分科会は第三期から臨床調査分科会と合流する予定である。

### ⑦心理的影響調査分科会

質問票調査(マークシート調査)による心理調査と、WHO 統合国際診断面接法(CIDI) コンピューター版面接(CAPI)のうつ病モジュールを用いた構造化面接をおこなう。

### ⑧健康管理データベース分科会

緊急作業員の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用につなげる。そのため集積された健診結果のデータベースをもとに、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行う。

### ⑨解析評価分科会

既存のデータやリスクモデル等に基づき、全固形がんと主要な部位別がん、および甲状腺結節のリスクに対する本コホートの統

計的検出力を分析する。本分科会は第三期から臨床分科会へ合流する予定である。

## II. 本部研究支援体制の整備

### 1. 対象者基本情報の収集

#### ①緊急作業従事者基本情報の入手

厚生労働省（以下「厚労省」）が運営する緊急作業従事者長期健康管理データベースのから、国が毎年行う現況調査による最新の住所情報および、次の情報提供を受け、これを活用し調査対象集団を追跡、維持する。

- ・作業員情報ファイル
- ・作業・被ばく線量情報ファイル
- ・日々の作業・被ばく線量情報ファイル
- ・一般健康診断情報ファイル
- ・電離・臨時健診情報ファイル
- ・その他の検査情報ファイル
- ・平成 27 年 11 月 9 日付け基安発 1109 第 1 号「指定緊急作業従事者に係る被ばく作業関連情報の提出について（依頼）」に係る被ばく作業関連情報
- ・企業コード一覧
- ・緊急作業従事者リスト
- ・白内障付与番号
- ・平成 28 年度白内障検査結果等（東京電力）

#### ②放射線影響協会からの線量情報

原子力発電等の原子炉作業に従事した者は、公益財団法人放射線影響協会（以下「放影協」という）の放射線従事者中央登録センター（以下「中央登録センター」という）に登録され、従事した原子力施設名や被ばく線量が記録されている。すなわち、放影協では、国内原子力発電施設等で使用されている、または使用された個人線量計等の種類および特性等を調査し、また原子力事業者の個人線量管理等の状況を踏まえて、個々の作業者の長期にわたる被ばく線量を記録している。そこで、当研究の対象である緊急作業従事者の作業中被ばく線量を入手するとともに、緊急作業以前及びそれ以降の原子力作業歴を持つ者に関して、それら通常被ばく線量を含めた情報提供を受け

ることを計画した。これを実現させるためには、まず緊急作業従事者の被ばく線量記録を提供することについて、原子力放射線業務従事者被ばく線量登録管理制度に参加する事業者の同意を得る手続きが必要である。その上で、個々の緊急作業従事者から情報使用に関する同意を取ることが条件となる。これらの条件のもとに、まず本研究班と放影協との間で、後述の作業を行うための業務委託契約を締結した。

緊急作業中にほぼ全員に装着されていたポケット線量計をもとにした外部線量と、これをもとに計算した全身の実効線量は、上記厚労省の長期健康管理 DB から提供されている。そこで、平成 27 年度の事業として、この長期健康管理 DB データと放影協の被ばく線量記録の整合性確認方法を検討した。次いで、平成 28 年度契約事業の、「緊急作業従事者の被ばく線量記録の抽出に係る予備調査業務」では、放影協の記録と突合を行い、個人ごとに生じる問題点を把握した。平成 29 年度の「緊急作業従事者の被ばく線量記録の抽出等委託業務」では、これらの課題を踏まえて、同意書が得られた個人に関する照合作業に入り、緊急作業従事者本人と一致した情報が提供された。以降はこの方式で新たに同意を取得した者についての線量情報の抽出を委託し、照合された緊急被ばく線量および通常線量情報が年に 1 回納品されている。

#### ③死因およびがん罹患情報

緊急作業者の死亡時期、死亡原因等に関して一般人口と比較することにより、放射線被ばくと特定の疾患による死亡の関連を明らかにすることができる。人口動態統計を作成するために厚労省が所有している調査票情報のうち、死亡票および死亡個票の提供申請を行い、平成 29 年度に、平成 23 年 3 月から 28 年 12 月（2011～2016 年）に死亡した日本人の情報提供を受けた。これらと本研究の緊急作業者との照合により、緊急作業者集団の死亡者がほとんど誤

差なく抽出・照合ができることが確かめられたので、その後、平成 29 年（2017 年）分から令和 3 年（2021 年）までの 4 年分の提供を受けた。今後は 3 年ごとに提供を申請し、緊急作業者の死因調査を継続する。

また、がん罹患に関しては、2016 年に新たに開始された全国がん登録制度を利用して、対象者のがん罹患に関する情報提供を受ける。こちらはほとんどが生存者の照合になるので、本人同意が照合の条件である。照合方法は、死因調査の場合と逆で、先に本調査に同意する者のみの緊急作業者情報を整理したデータセットを作成したうえで、担当している国立がんセンターへ提出し、全国がん登録データベースと照合を依頼する。この際、患者データ登録制度と任意の名簿との照合確率は人口動態死因調査の場合と比較してかなり低いと予想されており、氏、名、住所、生年月日それぞれに、合致の程度を示す点数を示したうえで、申請した研究者が研究目的に応じて照合決定点を定める仕組みが導入されている。令和 3 年度は、2016 年から 2018 年までに全国登録されたがん罹患と照合された緊急作業従事者（同意者のみ）のがん罹患情報を入手した。

## 2. 対象者の地理分布と健康診断等の研究実施協力体制の確立

### 健診調査の実施協力機関の必要性

平成 26 年に本研究を開始した時点で、研究対象となった緊急作業従事者約 2 万人の住所地は、すでに全国 47 都道府県に分布しており、これら対象者に個別に接触して健康状態を調査するためには、全国的な研究実施組織を確立することが不可欠であった。

そこで、平成 26 年度、労働者への産業保健サービスを専門にする健診機関の組織である、全国労働衛生団体連合会（以下「全衛連」という）の会員機関を中心に、各地の関係医療機関へ研究協力の呼びかけを行った結果、70 施設（全衛連会員機関 66 施設、その他 4 施設）が研究協力の意思を表示した。これら研究協力機関への健診業務委託については、健診・検査実施

項目とその費用およびその結果報告方法等、全衛連と各協力機関の個別契約に基づいて取り決め、放影研は全衛連と集合契約を締結して、一括して健診業務に係る手続きおよび費用請求等の一切を全衛連に委託することとした。

### 健診業務統括機関の変遷

これらの研究協力機関は、今後 30 年以上にわたり個々の対象者に定期的に接触し、同意書の取得をはじめ、一定の方式で質問票の記入や問診・健診を継続することが期待され、また、緊急作業従事者の中には、頻繁に転職しその度に住所地変更をする者が少なくないことから、施設間での移動可能性を考慮すると、協力施設間の健診手技の標準化や検査精度の維持が不可欠な条件になる。しかし実態は、多くの協力機関の健診業務は、人間ドックなどの本来業務遂行中のごく一部の時間を割くにすぎず、全研究協力機関に同じレベルの協力姿勢と業務精度を維持するのは極めて難しいと考えられた。これを解決するため、本疫学研究の担当責任者を決め、これをリサーチ・コーディネーター（Research Coordinator: 以下「RC」という）と呼び、各機関に看護職を中心として選任を要請した。問診や同意書取得、心理調査の面接を担当してもらうとともに、研究業務全体の取りまとめ役を依頼した。

しかし、依然として機関差は大きく、活動的な RC は次第に減少する実態にある。特に都市部を中心として、従来、労働衛生機関としての役割を担ってきた機関が人間ドックの拡大に力を入れるようになり、上記の全衛連加盟機関の一部が本研究の協力機関から離脱する傾向が明らかになった。

第二期に入りこの傾向がさらに強まったこともあり、個別契約の取りまとめも全衛連への委託を中止し、令和 3 年度より健診協力機関の取りまとめは、入札により決められた健診業務代行機関に依頼、健診機関ごとに運営方針などを評価した上で協力契約を締結することとした。

## 3. データベースシステムの構築と運用

### ①基幹データベースと専用システムの必要性（第一期）

本研究では、調査対象者が緊急作業時に所属した企業が5,000社以上、対象者の住所地も全都道府県に分布していたことから、健康調査は、第一期においては全国70カ所以上の研究協力機関に依頼していた。それとともに、将来の研究のために保存する検体を一括分注する臨床検査機関、また健診予約を代行する業者も加わっている。このように、全国的規模の研究組織で、広範囲のデータを、対象者の生涯にわたって取り扱うことから、継続調査の実施に適した収集データの管理、解析など研究実施上のすべての局面で、情報システムの活用が不可欠である。したがって、まず本研究専用の基幹データベースの構築と拠点間のネットワークシステム、および各種アプリケーションシステムの構築および運用支援を専門業者に委託した。

## ②各種システムの開発

ここでは、第一期に開発されたシステムのうち主なものを紹介する。

- ・健診スケジュールシステムと問い合わせ処理システム：全国の健診協力機関において受診希望者の情報を把握し、受診日が決定したことを統括本部に知らせる仕組みが必要となった。これは、統括機関から健診機関に対して、受診日が決まった対象者への同意書や質問票の送付、健診機関までの往復交通費計算、血液や尿採取・運搬に必要な採血管の準備など、受診者単位に事前に用意する資材の準備があり、これが場合によっては途中で変更になることもしばしば起こるため、リアルタイムで情報を把握する必要があった。このような必要性から開発されたシステムが健診スケジュールシステムである。また、健診機関において、対象者からのクレーム対応や住所変更などの情報を統括本部に知らせるために開発されたのが問い合わせ処理システムである。いずれも個人情報扱うので、このシステムの情報管理は保守性が十分保障されるものである必要がある。

- ・個別研究用システム：全国の健診機関において判定した結果を精度管理委員会において最終判定し精度管理を行うために開発された甲状腺超音波検査情報システム、また全国の眼科クリニックにおける検査スケジュールを管理したり、検査されたデータを最終判定する白内障調査用の各種システム、心理的影響調査のための構造化面接システム、被ばく線量評価のためのシステムなどの基盤が第一期に開発された。
- ・ファイル送受信システム：研究分担者、研究協力者数も数多くいるため、匿名化された研究データセットを確実に安全に提供するために開発された。このシステムは、健診協力機関からの健診データを授受、あるいは予約代行業者への対象者情報の提供などにも利用される。

本研究開始直後からシステム開発の基本構想の協議を開始し、平成27年度には堅牢な守秘性をもつ専用の情報ネットワークシステムの基本部分、平成28年度には送受信システム、問い合わせ処理システム、健診スケジュールシステムなどのアプリケーションが完成し、平成28年12月1日から現行のシステムの使用を開始した。

次項で述べるように、研究で入手した全ての基本データは統括機関に設置されたデータサーバに格納される。このデータサーバには、万一の障害に備え自動バックアップをとる機能があり、さらに定期的に作成するコピーを外部に保管するなど、基本データの保護に万全を尽くしている。データサーバはシステムによって維持管理されているが、ネットワークの接続数が多いので、外部からハッカー攻撃をうける可能性がそれだけ高いことになり、セキュリティには万全を尽くしている。

情報ネットワークシステムの利便性を可能な限り高めるため、システムを使用する人の教育も重要であり、健診協力機関のRCを集めての会議では専用システムによるデータ交換の標準手技に加え、個々の研



究参加者への対応方法の工夫に関する意見交換なども行っている。

### ③研究の進捗に伴う各種システム改修・改良（第二期）

放射線疫学システムとそのデータベースの基幹部分は、第二期にこれらを研究の進捗に伴い運用実態に合わせてさらに改修、新規構築した。

データベース：データベースは、国の「東電福島第一原発作業員の長期的健康管理システム」から全緊急作業従事者 19,812 人の氏名、生年月日、性別、住所地などの連絡先、所属先企業、作業歴、線量情報、健診結果などのデータを受領して、これらを各テーブルに体系的に保管し、効率的に読み出し（抽出）、入力更新できるよう構築されている。またシステムに入力された同意情報や質問回答、本研究で受診した健診機関、健診日、健診結果、および新たに更新されたステータス（死亡、行方不明、連絡拒否など）やその他疫学調査として必要な追跡情報も格納される。

放射線疫学システムには、研究の進展に合わせて新しい情報を入力するために、次のようなアプリケーションが開発・改修された。

- 1) 基本情報： 氏名、連絡先などのマスター情報の更新システム
- 2) 参加同意： 参加意向確認、同意書等の入力用アプリ
- 3) 健診： 質問票入力用アプリ、健診予約・キャンセルなどスケジュール用アプリ、健診結果のコード化・管理システム
- 4) データ授受： 共同研究機関や研究協力機関との間で暗号化された上での安全かつ円滑なデータの授受のためのファイル送受信システム
- 5) 各分科会用システム： 甲状腺超音波検査二次検査システム、白内障調査、構造化面接、肝炎ウイルス結果報告書作成、甲状腺検査結果報告書作成、食塩摂取量報告書作成

6) 線量情報： 各企業から国に提供された作業記録と被ばく線量入力システム

7) 検体保存： 検体保存用ラックおよび各チューブ登録用システム

8) WEB ページでの参加登録管理

### ④第三者によるコンサルティング

令和 2 年度から令和 4 年度にかけて、第一期で開発され継続して使用しているデータベースと放射線疫学システムについて、サイファー株式会社に対して、第三者的立場から、情報セキュリティ面および今後のシステム刷新にかかる調査・業務見直し・調達支援を依頼した。

その目的は、長期的に疫学研究を継続するには、疫学研究システムが安定して稼働することが必要であるため、現行のシステムの技術調査によって問題点等を洗い出し、その結果に基づいて方針を決定した後、必要に応じて、業務見直しの実施、見直し後の業務を実現するためのシステムの調達を実施することであった。また、研究のための分析の作業効率化や、作業負担の軽減、情報セキュリティ水準の向上、運用・保守コストの削減などに資することが期待され、調査が実施された。

安衛研は、「デジタル・ガバメント推進標準ガイドライン」及びそれに関連する指針類等に係る文書体系に準拠した IT マネジメント及び「政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群」に準拠した情報セキュリティ対策を実施すべき組織であることから、これに基づく調査が行われた。

以下、調査結果の概要を示す。

- ・ 現行システムの可用性、完全性、機密性について、リスクが顕在化していないため現状の業務遂行に著しい支障を及ぼしていることはないが、情報セキュリティ対策不備が一部存在するため、改善が必要である。
- ・ 情報セキュリティは安衛研のセキュリティ対策にも関係するため、関係担当者間で十分な連携を図り、可用性、完全性、機密性

の向上を目指すことが必要である。

- ・アプリケーションの追加等、可用性、完全性、機密性を向上させるために、今後も不断の改善が必要である。

#### ⑤データベースとシステムの第三期に向けた刷新

上記の調査結果に基づき、すでに重要度の高い項目から改善計画を進めている。まずは安衛研サーバールームに設置されているインフラの自然災害等に対する安全性確保を目的とし、外部専門データセンターへのバックアップ設置を行った。これにより、地震などの自然災害等による建屋の被害への備えが可能となる。また、データサーバ機器も古くなるにつれて故障等も起きやすく、保証期間も過ぎることから、第三期の時点で、データセンターのサーバ機器を中核機器として運用することも可能となる。

次に、令和5年度は、システムにおける業務見直しにより、情報セキュリティ水準の向上はもとより、研究用のデータセット作成の作業効率化や、健診のための一連のオペレーションを行う職員の負担軽減、従来の業者依存度の高い構築方法ではなく、ノーコードによるアプリケーション構築への方向転換を図った。

また、これまでインフラ保守とシステム運用・保守を分けて委託していたところ、両者の責任領域の区分からの漏れを防ぎ、インフラとシステムを切り分けることなく一貫して委託することとした。これによりコスト削減にもつながった。

以上により、令和5年度末までに、外部コンサルティングにより指摘を受けた部分はすべて解消され、令和6年4月より、長期疫学調査に耐えうる安全かつ効率のよいデータベースシステムの運用を開始する。

### Ⅲ. 研究報告

#### A. 研究目的

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故対応作業においては、平成23年3月14日

から同年12月16日まで、放射線緊急被ばく線量限度が100 mSvから250 mSvに引き上げられた。この間、約2万人がこの臨時の被ばく限度下で作業に従事し、174人が通常作業の5年間の線量限度である100 mSvを超えて被ばくしたと推定されたことから、放射線による健康障害の発生が懸念されている。同時に、被ばく線量が100 mSv未満の者が大部分を占めていることから、生活習慣等交絡因子を考慮した信頼性の高い疫学調査の実施により、低線量被ばくによる心理的影響を含めた広範囲な健康影響の有無並びにその機序を明らかにする必要性が国連科学委員会（UNSCEAR）や国際原子力機関（IAEA）など、国内外から求められた。

最近、アメリカ、ヨーロッパなどの原子力発電事業に従事している10万人以上の国際共同コホート調査で、低線量被ばく群における有意ながん死亡増加の報告が出され\*\*、本研究の調査結果には以前にもまして関心が高まっている。

\*\*Haylock RGE, Gillies M, Hunter N, Zhang W, Phillipson M. Br J Cancer. 2018 Aug;119(5):631-637. doi: 10.1038/s41416-018-0184-9. Epub 2018 Aug 15. PMID: 30108294. [Cancer mortality and incidence following external occupational radiation exposure: an update of the 3rd analysis of the UK national registry for radiation workers](#)

本調査は、厚労省の東電福島第一原発作業員の長期健康管理システム（以下「長期健康管理システム」という）に登録されている約2万人全員を対象とする、前向きコホート研究である。本研究は、がん及び種々の健康に関する帰結と放射線の関係を評価することを目的とする。また、血液等の生体試料を保存し、生物学的被ばく線量推定に資するとともに、将来放射線影響が疑われる健康異常が明らかになった場合、その作用機序研究にも備えるものとする。

この研究を推進することにより、将来本作業に従事した緊急作業員から発生する疾病を、緊急作業員以外の人たちから発生する同一疾病の頻度と比較することにより、業務との関連性を判断する一助となることが期待される。

## B. 研究方法

### 1. 研究対象者および研究デザイン

調査手法としては、緊急作業従事者約2万人全員を対象として生涯にわたり追跡調査する前向きコホート研究である。本研究はこの悉皆調査を基盤とし、将来、研究対象者の全部あるいは一部を対象としたコホート研究やケース・コントロール研究、ネステッド・ケース・コントロール研究などの形で、多角的な個別研究が計画されることを前提として行うものである。

### 2. 既存資料の取得および研究期間

緊急作業時の被ばく線量やこれまでに事業者が実施した健康診断等に関しては既存資料の提供を受ける。加えて、これら関係機関が将来収集する調査対象者の放射線被ばくや健康に関する情報を継続的に入手する。現況調査で実施される定期的住所地照会、臨床調査、質問紙調査等により、研究対象者の生涯にわたる情報を把握し、放射線被ばくとその健康影響に関連する情報を収集するとともに、将来、新たな個別研究が計画された際にも活用できる形で資・試料を保管する。

本研究開始以前に行われた同一の対象者に対して行われた他の研究費による事業で、本研究に関連する研究情報が取得されている場合には、その情報を本研究で継承する手続きを実施する。

### 3. 評価対象とする健康影響

本研究で、評価対象とする健康影響の範囲は次のとおりである。

- a) 悪性腫瘍（白血病、甲状腺がん等）
- b) 非がん性疾患（循環器系疾患、白内障、甲状腺疾患等）
- c) 心理的影響（PTSD、適応障害、うつ病等）
- d) 放射線の健康影響機序を評価する生体指標（免疫老化の指標、慢性炎症指標等）および分子生物学的指標（一塩基多型、ゲノム配列分析、DNA付加体等）
- e) 上記a)～d)以外で、研究実施中に必要性が明らかになったもの
- f) 上記a)～e)の健康指標を評価するに際して必要な交絡要因となる健康状態

### 4. 検体試料の分析、保存検体の保管

上記の健康影響の成因や経緯を研究するために、血液や尿を長期間にわたり保存し、影響が検出される前や後の生体の変化を生化学分析できるように計画する。本研究会開始後最初の11か月間（平成28年1月～11月末）は、各研究協力機関における通常の臨床検査方法で分析測定された結果数値を本部で収集した。しかし、分析機関差を最小化するため、平成28年12月より株式会社江東微生物研究所（以下「江東微研」という。）に検査を一括委託することとなった。しかし、その後自動検査機の改善が進み、分析機関差の問題より健診機関の地理的分布差による分析待機時間差のほうが問題になったことから、第三期は再び各健診機関に検査を依頼することとした。

この場合、保存用の血液等は従来通り1か所で分注凍結するが、遠隔地の保存までの時間差を考慮し、収集地域を限定することとした。分注された血清、血球、尿の保存用試料は、超低温冷凍庫で凍結したうえで、ドライアイスで一定の低温に保ったまま輸送され、安衛研の超低温自動搬送保冷庫へ格納する。

### 5. 放射線被ばく露量の評価

- a) 緊急作業時の個人被ばく線量に関する情報は、厚労省の「東電福島第一原発作業員の長期的健康管理システム」より提供を受ける。その情報を基に、本研究では全研究対象者について被ばく線量の再検討を行う。緊急作業の放射線管理を担当してきた東電等から被ばく線量再構築に必要な一次資料の提供を受けるとともに、安定ヨウ素剤の摂取状況や作業実態に関する詳細な情報の入手に努め、被ばく線量再構築の精度を上げる。
- b) 緊急作業就業前およびそれ以降の原子力放射線業務従事による個人被ばく線量に関する情報は、放射線影響協会の放射線業務従事者中央登録センターから提供を受ける。
- c) 放射線業務以外の放射線被ばくとして最も重要な医療被ばくによる線量推定につ

いては、治療用放射線被ばくや腹部CT検査等被ばく線量の大きい検査について、本人同意を得て受療機関への照会により被ばく線量の推定に努める。生活被ばく情報に関しては対象者より面接時に聴取する。

- d) 臓器別被ばく線量の推定計算を行う。
- e) 血液の染色体検査等による生物学的被ばく線量推定を行う。
- f) 放射線関連疾患の放射線以外のリスク因子（交絡因子）に関する情報を収集する。心理的影響のリスク因子は、自記式または面接による質問票調査によって収集・評価する。業務上の有害物質ばく露歴等にも留意する。

## C. これまでの研究結果

### 1. 研究参加者確保のための働きかけ

厚労省が確認している緊急作業者の総数は19,812人である。この数は、東京電力福島第一発電所の事故処理のため、国が通常5年間100 mSv未達の線量限度を250 mSv未達に引き上げた、平成23年3月14日から同年12月16日までの約10か月間に1日でも構内の緊急作業に従事した民間労働者の全数である。このほかに、警察、消防など行政機関の職員や外国国籍の労働者が事故処理に参加したが、本研究の対象者には含まれていない。

第一期（平成26年度から平成30年度）は、緊急作業従事者の所属企業を介しての参加呼びかけをおこなった時期もあった。研究対象者は、東京電力ホールディングス株式会社（以下「東電」という）または緊急作業を同社から受注した関連企業のいずれかに所属していた。したがって、研究参加の働きかけはこれら企業を通じて行うことが最も効果的だと考えられたためである。しかし、これら関連企業数は千社以上の多数に及び、本研究開始が緊急作業終了から3年以上経過後のことであったことから、建設系企業を通じて臨時作業に参加していた対象者の多くは、既に契約企業から転籍していると想定された。ということで最も人数が多かった東

京電力を除き、企業からの働きかけは、必ずしも効率的な方法とはいえなかったため、その後は、原則、研究参加の働きかけは個人単位で説明に同意した人を研究対象者にすることを基本方針とし、研究参加の呼びかけに企業の協力を得るとしても、研究参加申し込みは全て個人単位で行うこととした。これまでに起こった主な働きかけの種類としては、次のとおりである。

- i. 健診参加意向調査
- ii. 未返信者に対する郵便調査
- iii. 「NEWS 健診だより」での積極的参加呼びかけ
- iv. その他（ホームページからの参加登録、現況調査へのフライヤー同封、YouTubeへの動画配信）

働きかけの基本的な手段は、郵便による研究参加の呼びかけである。これに返事のあった人に対し、参加手続き、質問への返答、追加説明など電話など個別の連絡手段を用いて追加説明をおこなった。

本研究の対象者は職種・職歴などから見ると様々である。本研究でもっとも注目すべき違いは、原子力作業の経験の有無である。以前から原子力発電所の業務に従事していた人は、過去にも放射線被ばく歴があるわけで、臨時に緊急作業に従事した人とは累積被曝線量が違う。緊急作業者の多くは、原子炉の爆発事故による非常事態を収拾するために臨時に雇用された労働者が多い。結果的に緊急作業者としては、過去の原子力事業への従事歴の有無と労働契約の違い、その他の条件の違いなどによる様々な組み合わせの人が混在していた。

この呼びかけは平成26年度の研究開始以来、平成30年度まで継続的に行われた。参加者は最初の5年間には毎年増加したが、後述の通り、第二期に入り増加数は次第に頭打ちになった。そこで、研究参加者の積極的募集は第二期で一段落とし、第三期以降はこの間に研究参加の意思表示をしたままにとどまっている人に対する疫学調査参加への呼びかけに力を入れることとした。なおこの方針は、これ以降新たな研究参

加の申し出を妨げるものではなく、希望者には従来通り随時参加の手続きを継続する。

## 2. 研究参加者の動向

この間の約10年間の研究参加者数の年次推移は図1に示すとおりで、最初の4年間は急速に参加者数が増加したが、5年日以降の増加が次第になだらかになった状況が明らかである。

この間に全対象者に行った呼びかけの結果の詳細は表1のとおりである。研究参加へ何らかの前向きな返事をくれた人は9164人(46.3%)となったが、これは10年間の合計であり、途中で意向が変化したり、住所不明となったり、参加の返事で降死亡される事例が発生していると考えられる。したがって、この数値は長期間に発生した参加申し込みの2023年10月31日時点での累積数であり、定義により総数が変わる可能性がある。

表1. の健診受診済数は、1回目の健診であるベースライン調査(B)の受診者数であり、研究参加者数に内包される。次に、表2はB健診受診済者のうち縦断調査(L1)1回目健診への参加状況である。

30%以上の健診参加申し込み者が受診できていない。この大部分の人は今年度の健診受診調整中のものではあるが、中には、途中で研究に対する意向が変わった人や、転勤のため参加できなくなった人、途中で死亡された人も含まれている可能性があり、研究参加者の状況は常に変化するものと考えなければならない。という前提で最もわかりやすい文脈で現時点における参加状況の解説を(図2)に示した。

## 3. 未返信者に対する郵便調査

過去10年間において、研究参加の呼びかけをおこなったがいまだ返信がなかった者(未返信者)については、健診を受けなくとも同意書と質問票に答えることで研究参加とする、「郵便調査」という方法で、参加を促してきた。

未返信者の年齢分布としては、特に40歳未満に未返信者が多い傾向があることから、令和2年度に、全年代毎でサンプリングした未返信者に郵便調査を施行的に行い、ある程度の効果があったので、その後、各年代に合わせたアプ

ローチ方法を試作し、本格的な調査として令和5年度まで継続した。

表3に示したように、令和3年度は、60歳以上を対象として、1,726人に郵便調査をおこなった。その結果、252人(14.6%)からの返信があり、そのうち93名が健診受診の希望があった。続いて、令和4年度は、40歳以上50歳未満の2,738人に送付し、175人(6.4%)から質問票の回答があった。うち、健診希望者は52人だった。令和5年度は、40歳未満1,330人に送付し、57人(4.2%)の回答があり、そのうち13人から健診の希望があった。(表3)

この結果から、就業中の年代の本研究への関心度が低いことがわかるとともに、企業健診の機会があることから健診の必要性を感じていないということが伺える一方で、60歳以上へのアプローチには一定の効果があることがわかった。したがって、未返信者への郵便調査により、毎年、100名前後の参加者増加につながるのであれば、行方不明、死亡などで減少する参加者数を埋める対策としては有効であると考えられる。

郵便調査については、第三期においても継続するが、その目的については、今後は未返信者の開拓という方向性のみではなく、健診受診の機会が原則、2年に1回となることから、離脱者防止の一助としての健診を受けない年のフォローアップの要素を持たせることも検討する。

## 4. 「NEWS健診だより」での積極的参加呼びかけ(オンラインコミュニティ応援隊)

毎年1回発行する広報誌「NEWS健診だより」は、第一期から数えて、令和5年で8刊目となる。この広報誌は、本研究の進捗や健康に関する情報などを発信する目的で、研究参加者のみならず未返信者にも送られているもので、毎年、読者アンケートをもとに内容を充実させてきた。

第二期にはいつ新型コロナ感染が拡がった時期には、健診控えの傾向が強くなり、また健診機関での受け入れも一時期中止されたことなどから、研究参加者の離脱防止の一環として、オンラインによる参加方法を模索した。ひとつの方法として、研究参加者の目線にたったのニーズ調査が不可欠であると判断し、引き続き応援し

たいと思われる研究にするための積極的意見を求めるときに協力してくれる要員を募ることとした。これを「オンラインコミュニティ応援隊」と呼んで、「NEWS 健診だより」でメンバーを募集した。

応援隊に参加した人で希望があった人には、メタボリックシンドロームの簡易検査キットを謝品として送り、その検査結果は同意をもとに研究に利用することとした。現在までに、約1,800人がこれに応じており、第三期は、メールマガジン送付や、アンケート調査、また、パイロット的な調査にも協力いただくなど、活動機会を増やすことを検討している。

この応援隊の積極的意見がもたらすものとして期待されることは、長期的フォローアップの持続方法の検討、未返信者の行動変容の糸口の発見などである。

#### 5. その他の働きかけ

第一期より立ち上げたホームページからの研究参加登録・同意取得・健診申し込みの方法は、第二期もその参加者数から必ずしも成功しているとはいえない。これは、ホームページへの誘導そのものが成功していないためと、ホームページ上で目的となる情報までの到達操作、登録方法の使い難さにあることがわかった。したがって、令和5年度にまずホームページのリニューアルを検討して、令和6年度には、利用者の目的にあったウェブページに刷新することとした。

ホームページへの誘導方法としては、広報誌のみならず、一部地域の不特定多数の人を対象にするCMや、YouTube動画の配信などの広報手段を用いたり、ポスター作成、厚労省の緊急作業従事者長期健康管理の一環として行っている現況調査へのチラシの同封などがおこなわれた。これらの方法は、その一時期のみ関心が示されるが、費用対効果は期待されたほどに得られなかった。不特定多数を対象とする広報戦略の利用による参加者獲得は、この緊急作業従事者の規模ではほとんど効果がなかったが、本研究が緊急作業従事者の健康影響調査のため継続して行われていること、ひいては福島第一原子力発電所事故における初期の混乱状態回復に

対する緊急作業従事者の貢献が風化しないようにする、といった社会的な側面では成果があったかもしれない。

上記のように、緊急作業従事者の研究参加への呼びかけに対する反応は極めて多彩で、時間とともに変化するものである。さいごに、総まとめとして、表4に2011年の事故時の年齢区分別の研究参加状況を一覧にして参考に供する。この表からも、若い対象者に、未返信や参加拒否者の割合が多いことが明らかであり、今後長期間にわたり本調査を続けるにあたってはこの点を考慮する必要がある。

#### 6. 研究参加同意

ここまでは研究参加について、その可否を全体としてみた研究参加状況であった。

研究参加に対する個々の項目ごとの同意状況は表5に示す通りである。

全体の平均値と比較すると、所属企業以外から新たな情報提供を受ける、事故前の放射線暴露情報、住民票照会、全国がん登録への照会などに対する不同意の割合が1~2%高い傾向が示され、各項目別の同意率は極めて高かった。例外は、死亡後の死因調査（人口動態との照会）である。不同意割合はほかの項目と大差はないが同意率が3分の2くらいにとどまっている。これは、研究開始時には同意そのものを取っていなかったのだが、途中で個人情報保護法の改正があり、死者の情報を取る場合にも生前同意を取っておく必要が生じ、途中から同意を取りはじめたため、他の項目とは分母が違うためである。現時点では生前同意を取得する機会がないため低率にとどまっていることは否定できず、今後の健康調査受診時に十分説明をしたうえで同意を取ることにより、現在より同意率が増えるはずである。しかし唯一、死亡後のことに同意を求めるといふ、不同意になりやすい質問への同意取得になるため、ほかの項目と比較して不同意の割合が多くなりがちなことに大きな変わりはない。

死因調査は本研究の目的から絶対に外せない基本的項目であり、厚労省の長期健康管理データベースにとっても最重要情報の一つである。集団としての統計解析は個別同意なしで行うこ

とが、安衛研の倫理委員会で承認されており、全体としての統計解析以外の個別解析評価は想定されないことから、今後この項目の同意を取り続けるべきか再検討すべきである。

#### 7. 研究参加者と非参加者の比較

女性人数が12名と少ないので、本項では男性のみについて、研究参加群と非参加群の比較を行う。まず、研究参加者は非参加者の約二分の一に過ぎないので、比較はすべて該当区分の占める割合で比較する。

まず両群の緊急作業時の被ばく線量区分を図3に示した。

図の通り、全体として被ばく線量の分布に大きな違いは認められないが、50 mSv以上の区分で研究参加者の割合がやや多い傾向がみとめられ、高線量区分の人達の放射線影響に対する関心が高いことが伺われた。

次に研究参加、非参加の区分による年齢分布の違いである。

図4に示す通り非参加者は若年令者の占める割合が多く、参加者は40歳以上の区分で非参加者に比較して高い割合を示していた。若年令者のほうが、放射線被ばくに対する関心が薄いなど本研究に参加したくない人の割合が高い傾向にあることが伺われた。

東電社員の研究協力率は図5に示すとおり、一般の作業員より高く、約2倍となっていた。これは、東電社員は、事故以前から原子力発電に関係する業務についており、放射線障害に関する関心が高いことに加え、会社全体として研究に対する前向きな受け止め方をする傾向があるためと考えられた。

約10か月間の被ばく線量上限の改定期間に緊急作業に従事した期間を研究参加者と非参加者の間で比較した。図6に示す通りまず、全体としては1～3か月間緊急作業に従事したものが約半分強で、期間の幅が短いわりに圧倒的に人数が多かった。1か月未満の占める人数は研究参加、非参加両群ともに最も少なかった。7～9か月の最も長い期間に研究参加者の割合が高かったのは、この区分に東電職員が多く含まれているためだと推定された。

#### D. 研究参加者の分析

##### 1. 研究参加者のベースライン特性比較（質問票による）

表6に各種の社会・業務特性と緊急作業被ばく線量の関係を示した。婚姻の頻度は被ばく線量と大きな関係は見られなかった。学歴とばく露線量の関係では、高学歴ほど低線量区分の割合が高いこと、当然のことながら原子炉制御部門の被ばく線量が高かったこと、資材調達部門が全体に線量が低いこと、線量管理部門は資材管理部門に次いで被ばく線量が低いことがいえた。また、従事期間別にみた場合、図6に示すとおりまず1か月未満働いた人は少なく、2～3か月働いた人が多かった。これは、今回の緊急作業では被ばく線量の管理がかなり厳しく行われていたので、特別な技能を有する人を除き、被ばく線量の管理がかなり徹底していたことから、既定の線量に達した人たちから、順次被ばく線量が少ない職場に移動させられた影響が大きいと考えられる。当然のことながら、短期間従事した人ほど被ばく総量は低く、被ばく線量が高い人ほど長期間働いたという一般的な傾向がみとめられた。

健康調査時に調査した質問票の回答により、既往病歴の有無と緊急作業時の被ばく線量及び緊急作業時に担当した主業務の関係を調査した。表7では回答数が比較的多かった高血圧から白内障までの7疾患を調査した。それぞれ、0～4 mSv群と土木作業を標準として、既往病歴の頻度を検定した結果、高血圧が20～49 mSv、100 mSv以上、脂質異常で10～19 mSv、甲状腺20～100 mSv、白内障50～100 mSvで統計学的な優位差が認められた。甲状腺と白内障については高線量被ばく群に対して行政による健診が行われており、検診発見の効果による高値であると考えられる。高血圧と脂質異常症については線量との量反応関係が認められておらず、この解釈には今後の観察を待ちたい。業務との関係では、脂質異常と原子炉制御、線量管理その他業務に有意差が認められており今後の観察が必要である。線量管理と白内障の関係に有意差が認められているが、これも今後の観察が必要である。

## 2. 研究参加者のベースライン特性比較（血液検査による）

表 8-1 では、初回健診時の末梢血関係の諸検査値と緊急作業時の被ばく線量区分、作業内容区分ごとの関係を見た。これらすべて正常域の分布範囲にあり、全体としては問題ない。しかし線量区分別に見た場合、50 mSv 以上群で、統計的には有意差ではないものの、白血球の平均がやや低値であり、作業区分で見ると、土木作業と比較してその他職種の白血球数が優位に少ない結果になっており、今後の継続的な観察が必要であると考えられた。ただし、表 8-2 に示した白血球分画では特に変化は見られなかった。

白血球の分画別割合では、被ばく線量にも、作業内容との比較に対しても変化は全く見られなかった。

表 9-1,2 に肝機能関係の検査値を示したが、被ばく線量別にも、緊急時作業別にも検査値の分布に有意な変化は見られなかった。

表 10-1,2 にいわゆるメタボリックシンドローム関係の検査値を示したが、両表とも被ばく線量、緊急作業内容との関係に系統的な検査値の異常は認められていない。

表 11-1 に腎機能関係、表 11-2 に電解質関係の検査値をまとめたが、被ばく線量、緊急時作業内容との関連は全く認められなかった。

表 12 に CRP、PSA、ペプシノーゲンの検査結果を一覧にしたが、被ばく線量、緊急時作業区分いずれとも全く有意な関係は認められなかった。

## 3. 基本健診

本研究開始時には、予算や協力機関の数など実施上の制約から、研究参加者に対する健康調査の頻度を 4～5 年に 1 回程度に制限しなければならなかった。しかし、その後も遠隔地に居住する人の未受診割合が増加傾向にあるなど、全国に広がった研究参加者を対象に健康調査を実施することは困難をきわめた。その解決策の一つとして、法定健診程度の医療機関であればどこでも実施可能な内容の健診を実施して、受診希望があっても実施が難しい環境にある希望者に対処するために、基本健診を開始した。

基本健診の受診者は順調に増加し、図 7 に示すように毎年受診する人も増加しつつある。しかし、基本健診を依頼した医療機関にはできるだけ細かい条件を付けないことにしたため、健診の質的な問題が生じ、第二期でこの方法は終了することになった。

3,439 人の中には 1,485 人が 1 回だけ参加した (43.2%)、1,080 人が 2 回参加した (31.4%)、701 人が 3 回参加した (20.4%)、173 人が 4 回参加した (5.0%)。年度が進むにつれ参加者が増加する傾向がみられ、受診する人は毎年受診する傾向が強いのではないかと考えられた。

図 8 を見ても、年度別、受診回数別の人数が増加しており、2 回以上受診する人が次第に増加している傾向が認められる。

表 13 に基本健診の結果を多項目健診と同じく被ばく線量区分別に比較した。その結果、肥満度、血圧、末梢血、血中脂質、肝機能、などすべての項目で、被ばく線量による分布の違いは認められなかった。

## IV. 倫理審査と第三者評価

### A. 倫理審査

本研究の開始にあたっては、放影研の倫理審査委員会の基本研究計画の審査を受け承認された。研究分担者が企画する個別研究は、本研究計画に基づき、研究課題ごとに必要に応じて担当する分担研究者が所属する機関の倫理審査を受けた。令和元年から始まった第二期の研究においては、本研究の統括機関が、安衛研へ移管されたので、第二期の開始時に、放影研で基本的な倫理審査を受けたことを前提に、安衛研の倫理審査委員会でも承認を受けた。本研究は、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」ならびに「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」を遵守して実施する。

上記の審査概要に基づき、本研究における個人情報保護に関する基本方針と研究同意の取得状況について概要を記載する。

#### a) 資・試料の取り扱い

研究対象者の情報は、国が定めた基準（個人情報保護法、「人を対象とする医学系研究に関



する倫理指針」など)に従って厳重に保護・管理する。本研究のための資・試料は、厚労省その他の資・試料を保有する機関、健診や調査を行った健診機関、個別研究を実施した共同研究者等から、個人同定可能な情報として放影研に提供され、個々の対象者ごとに関連付けを行ったうえで、一元的に保管される。研究に供される場合、承認された研究計画に従い、放影研において匿名化したうえで必要項目のみ研究責任者へ提供される。連結のための対応表は、放影研が指名する特定の責任者が厳重に保管する。資・試料は施錠可能な部屋に保管し、個人同定可能な資料は、さらにその部屋の中に設置した施錠可能な保管庫に保管する。電子資料は、施錠可能な部屋に設置された専用サーバーに保存し、許可された者のみが操作する。基本電子試料は自動バックアップ機能により、データセンターのサーバ及びクラウドサーバに記録を残し故障に備える。また、一定期間ごとに磁気試料のコピーを作成し、保管業者に保存を委託し、全ての装置が使用不可能になる危機に備える。資料は原則として研究期間(当面の計画として30年間)が終了するまで保存する。

生体試料(血液・尿等)は、保存に必要な前処理を行ったうえで、複数の保管用チューブに分注し、連結可能匿名化番号を付したうえで、-80度の保管庫で保管する。資・試料の廃棄は、個人同定資料を含む一次資料、研究用匿名化資料、匿名化対応表のそれぞれを別々に、紙資料は裁断、電磁資料は物理的初期化を行って廃棄する。生体試料は、それぞれ適切な方法で廃棄する(具体的内容は、個別の研究計画書に記述する)。研究期間中に対象者から資・試料廃棄の申し出があった場合、所定の手続きで受け付け、透明性のある方法で廃棄し、その結果を申請者に適切に説明しその記録を残す。

#### b) 対象者への説明と同意の取得

本研究計画に関して、研究の意義、目的、主体、方法を説明したうえで、本研究への参加は自由であることを伝え、研究に協力することの利益・不利益、対象者の権利を説明したうえで、以下の項目について同意を得る。なお、対象者

の高齢化や健康状態等により、当該対象者からインフォームド・コンセント(以下、「IC」という。)を取得することが困難な場合には、代諾者からのIC取得も可とする。

- ①既存資料を保有する機関から情報提供を受けることへの同意
- ②健康診断を含む臨床調査への同意
- ③今後立案される個別研究計画への参加依頼を行うことへの同意

#### c) 研究に伴う対象者への利益とリスク

対面や自記式の質問票等を用いる調査、既存資料および採取後の試料の分析においては、対象者に対する利益およびリスクはない。身体的侵襲を伴う検査・生体試料の採取等においては、検査の種類・程度に応じた軽微な身体的リスクが生じうる。質問票調査等の回答や検査または生体試料分析結果等を対象者に通知する場合には、本人の健康管理等に役立つことに主眼を置く。健診に関して、予想される有害事象に対応するための手順書はそれぞれの研究協力機関の持つマニュアルを準用、または研究者があらかじめ作成する。研究協力機関および研究者は、当該事象が発生した場合には、ただちに適切な治療を行って、回復および被害の拡大の防止を図る。当該事象が発生した際には、研究協力機関または研究者は、速やかにその内容を研究代表者に連絡する。研究代表者はその内容を統括研究機関の長に報告するとともに、同様の健診を担当している研究協力機関、必要な研究者に連絡する。統括研究機関の長は、当該事象について倫理審査委員会の意見を聴き、必要な措置を講じる。個別の研究計画に関しては、個別の研究計画書の中であらためて記述される。

## B. 第二期の第三者評価委員会

本研究は5年を一期として採択される補助金研究事業で、各期の終わりにあたって第三者委員会を設置し、研究についての評価を受け、その結果を国内外に公表することが公募要項に定められている。

第二期の当該委員会は、令和4年度(期の4年目)に設置された。理由として、第三期から

は統括研究機関の選定は従来の公募方式ではなく、研究の継続性を鑑み施設指定方式に変更されるに伴い、予算措置等のため、本来は令和5年度に行う第三者評価を前倒して開催し、その評価結果をもとに国の審議が行われることとなった。以上により、第二期の第三者評価委員会では、第一期の第三者委員会報告書および第二期の各研究班中間報告に基づいて、以下の日程で審議が行われた。

・ 第三者評価委員会開催日時

第1回 令和4年11月28日(月)

13:30-17:30 フクラシア八重洲東京

第2回 令和4年12月7日(水)

13:30-17:30 フクラシア八重洲東京

第3回 令和5年2月20日(月)

13:30-17:30 フクラシア八重洲東京

委員会の報告書は、令和5年3月末に提出され、令和5年度に英訳を付して冊子が発行された。委員会構成は次のとおりである。

第三者評価委員会名簿

上島 弘嗣	滋賀医科大学 NCD 疫学研究センター 特任教授
圓藤 吟史*	中央労働災害防止協会 大阪労働衛生総合センター 所長
大前 和幸	慶応義塾大学 名誉教授
甲斐 倫明	日本文理大学 教授
北岡 隆	長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 眼科・視覚科学教室 教授
酒井 一夫	公益財団法人放射線影響協会 理事長
鈴木 元	国際医療福祉大学クリニック 院長
立道 昌幸**	東海大学医学部基盤診療学系 衛生学公衆衛生学 教授
堤 明純	北里大学 医学部 公衆衛生学 教授
東 尚弘	国立がん研究センターがん対策 研究所 がん登録センター 東京大学大学院医学系研究科 公衆衛生学 教授

\* : 委員長、\*\* : 副委員長

以下に、第三者委員会からの評価の要約と第三期に向けての提言を紹介する。

第3章 第二期研究に対する評価と第三期に向けての提言 【要約】

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究(NEWS)は、国が東京電力(以下「東電」)の協力を得て作成、維持しているデータベースから情報提供を受けるとともに、参加者を募って実施されている。その結果、累積研究参加者数が研究開始から6年間8,023人、累積健診受診者が6,286人に達したことは、参加者の理解と、研究者の努力として評価されるべきものと考えられる。

ベースライン調査において被ばく線量群別にみると、所属企業、年齢、学歴、既婚率といった属性や高血圧、糖尿病、循環器疾患といった有病率などにおいて特徴が認められた。今後のこれらの中から交絡要因となりうるものを描出し、その制御方法を理解した上で、被ばく線量と疾病発症の因果関係の検討にすべきであることが示された。

第二期の検出力の計算結果は、どのがんにおいても40年間の追跡では検出力は最大10%程度となることを示した。しかし、非がん疾患の有病者や測定値の調査方法を明らかにし、どのような指標を使えば、被ばく線量と非がん疾患との関係の分析における交絡を制御できるか、またバイアスを補正することができるか、という基礎的検討を行うことは重要である。また、検出力が低くても、線量測定の質が高く、交絡因子の調査が十分に行われていることから、作業者の健康管理の視点からの情報、すなわち放射線リスクよりも生活習慣の改善がリスクの低減策につながるというメッセージを、エビデンスに基づいて発信できることの意義は大きいかもしれない。

第二期の成果として、学歴と収縮期血圧、白血球数、HbA1c、 $\gamma$ -GTP等との有意な関連が認められ、年齢調整後にも学歴と喫煙率や飲酒習慣との逆向き関連が認められた。同様に、年収と喫煙率の逆向き関連が認められた。こ

これらの結果は、学歴が高いほどヘルス・リテラシーが高いという一般的な仮説を支持しており、がんや非がん疾患をエンドポイントとした疫学解析において、これらの社会的因子が交絡要因となることを意味している。第二期において、 $\beta$ 線による水晶体等価線量を個人線量計の指示値から推定する研究では、 $\beta/\gamma$ 線量比をシミュレーションによって推定し、全面マスクによる $\beta$ 線遮蔽性能実験を行った。この実験によって個人線量計の指示値から $\beta$ 線の水晶体等価線量に換算するための補正係数を算出したことで、個人線量計で測定できていなかった水晶体の $\beta$ 線による線量を適切に推定することが可能になった。内部被ばく線量評価では、ヨウ素とセシウムの合計値としての実効線量から核種ごとの線量寄与を推定することが可能になり、内部被ばくによる臓器線量の推定精度が高まることが期待される。WBCで測定された情報を基礎に、I-131とCs-137の空气中濃度比などの情報を用いて、I-131が検出されていない作業員の甲状腺線量を推定する基礎ができた。また、短半減期核種（I-132, Te-132など）からの甲状腺線量への寄与を明らかにするために、炉内インベントリー比を用いた推定法を作成した。この方法は短半減期核種の推定には有効といえる。

転座染色体の頻度を指標とした生物学的線量評価は物理的に推定した臓器線量の妥当性の検証となるものである。実効線量で70 mSv以上の作業員を対象にした74人の解析が進められている。

死因調査に関しては、同意の取得に精力的に取り組まれており追跡可能な対象者に対して可能な限りの努力をされている点は評価に値する。しかし、今後同意取得が得られる見込みの件数を加えても、サンプルサイズとして死因の解析はほぼ困難と思われる。

原発事故後の放射線業務従事者においてがん罹患が増えるのかという疑問は社会の中心的関心事項であるために、がん罹患の正確な把握は非常に重要であることは言うまでもない。がん登録の利用に対する同意が7,537人から得られ

ており、全国がん登録と継続的に照合してがん罹患を追っていくことは重要である。しかし、同意が得られているのは全緊急作業員の約半数に満たないため、同意が得られていない対象者の追跡が課題と考えられる。

甲状腺がん調査では、第一の研究課題は、平成25年度厚労科研費「東京電力福島第一原発作業員の甲状腺の調査等に関する研究」班（主任研究者 祖父江友孝、以下旧研究班）のデータを本研究に利用するための課題である。令和2年度報告書の時点で、対象者2,064人中、本研究へのデータ利用同意のとれた627人のデータを入手したことが報告されている。627人以外の旧研究班のデータを追加で取得する可能性があるのであれば、努力を継続してもらいたい。第二の課題は、旧研究班のデータおよびNEWS調査で新たに実施する甲状腺超音波検査の同意、検査の精度管理などのデータを統合収集する調査であり、甲状腺超音波検査情報システムを構築し、自治医大に画像データと所見を送信し、精度管理委員会が判定を行う中央判定の仕組みを完成し、運用してきた成果により、精度を保ちながら甲状腺超音波検査を進める体制ができあがったと評価される。

白内障調査では、かなりの数の検診を行ない、徹照法で検出されるVacuoles等を詳細にみており、評価できる。特に最近では白内障手術が早く行われる傾向にあり、初期変化であるVacuolesを徹照カメラで検出しており、その結果30～40歳であってもVacuolesが検出されていることやVacuolesを伴っていても視力そのものは良好なことが多いことなどを見出し、世界初の大規模での結果で評価できる。従来の水晶体混濁分類システム（LOCS: lens opacities classification system）分類等を使用した検査所見の比較・整合性が課題となり、水晶体の初期変化と白内障の定義をはっきり分ける必要がある。

心理的影響調査では、線量をばく露要因とするさらなる解析を進めていくとともに、年齢、教育歴を含めた主要交絡要因を調整した評価を行うこと。それぞれのイベントの解析時に交絡

を調整するために、一般集団でもどのような因子が交絡になるのか？という視点での交絡要因の文献的考察が十分になされることが肝要である。

緊急作業従事者の健康管理データベースを構築して、生涯にわたる総合的な健康状態の継続調査（PHR: Personal Health Record）、および、その活用による利用者の健康の維持増進に貢献するとする考え方は好ましいものとする。長期健康調査は、これから高齢化を迎える研究参加者に対する健康度向上に、大きな貢献が期待される。研究対象者のフォローアップにも有用な手段として利用できる可能性がある。さらに、対象者のセルフケアを向上させるツールとなっていくことを期待する。

### 第三期に向けての提言

第二期の5年間と第三期以降の30年間の追跡期間が予定されている本疫学研究を統括し指揮するのは、研究本部である安衛研労働者放射線障害防止研究センターである。研究員は全員非正規研究員であり、今後30年間の調査を継続しなければならない組織としては脆弱であることから、本疫学研究の遂行を指示しスポンサーとなっている厚生労働省および受託機関である労働者健康安全機構は、本センターを今後30年間の追跡に耐えうる強靱な組織に変革することを提言する。また、分科会も本研究業務専属の人員ではないので研究環境の確保が難しく、第三期に向けた研究遂行体制を抜本的に整備する必要がある。

現在の研究参加者6,000人強の追跡・確保・脱落防止が最も重要で、最大の注力が必要である。追跡率を向上させ、コホートの特性を正しく理解するためには、研究に参加している人たちだけではなく、全ての緊急作業者の社会経済的な特性を理解する必要がある。緊急作業者は、所属企業だけでも数千社以上に及び、社会経済的な背景もさまざまである。それに加えて、被ばく線量などの条件により、各種の健康診断など国や事業所からの支援事業が交錯競合している。

限りある人的・金銭的資源の中で、必要な研究には資源を投入し、各種の事業を統合するなどの効率化を図り、優先順位の低い研究は整理することも重要である。

個別提言として、主な課題を列挙する。

- ①非がん疾患の同定アルゴリズムを、交絡因子の制御と非がん疾患同定におけるバイアスを補正する方法を探求する検討を、さらに進める必要がある。
- ②対象者の定年に伴い、第三期においても郵便調査を継続されたい。
- ③第三期に向けてXPや超音波検査の画像データを定量的に評価するツール開発が重要と考える。
- ④本調査と放射線影響協会の放射線作業従事者を対象とした疫学調査とのプール解析を実施するために、交絡因子に関する質問票に両調査で齟齬がないよう確認されたい。
- ⑤喫煙や飲酒といった生活習慣などの交絡因子を定量的に評価し解析することが求められる。
- ⑥染色体異常頻度測定による生物学的線量評価は重要な線量評価の補完データとなる。
- ⑦死因について全数調査が可能か、検討委員会を立ち上げ議論することを提言する。
- ⑧がん罹患調査について同意免除の適用可能性を検討する価値がある。
- ⑨甲状腺がん調査では交絡因子（候補）を最終モデルで適切に調整してもらいたい。
- ⑩白内障の初期段階であるVacuoleの所見と徹照法と細隙灯顕微鏡検査の所見との比較検証が望まれる。
- ⑪心理的影響調査では、線量をばく露要因とするさらなる解析を進めていくとともに、行動を含めた心理社会的影響への継続的な調査観察が必要である。
- ⑫健康管理データベースでは、根拠のあるリスク評価を提供する工夫が必要であり、生涯にわたるデータベースの構築に向けて資金的な支援を含めて検討する必要がある。

## C. 令和6年度からの第三期研究に向けての研究計画・準備

前述の第三者委員会からの提言を受けて、令和5年度は、各分担研究者との協議や、第三期の委託業者の選定なども含めて、次の計画・準備を行った。

### ①研究体制強化

第三者委員会から、調査対象者の生涯にわたる研究のため、これに耐えうるような永続的な体制を確立することが言及されている。最大の問題は、研究員の確保である。1年毎の契約更新・給与改定がないといった条件では人材の確保が困難であるため、待遇面の改善が必要であるとの指摘から、研究統括本部である安衛研では、令和6年度から少なくとも3名の研究者確保に向けて関係各所との調整、協議を行っている。

### ②新規研究計画書の倫理審査

研究参加者がいまだ40%であるが、第三者委員会としてはこれを評価し、今後は、研究参加者の約8,000人を維持することが必須で最大の課題であると言及した。

また、原爆被爆者では100 mSvで、がんのリスク上昇が検出できたが、緊急作業従事者のコホートサイズでは、全がん死亡であっても40年以上かからないと同じリスクが検出できない。このように、現在の研究参加者8,000人規模では検出力としては不十分であると予測されるので、この結果の社会的説明方法については、あらかじめ研究しておくことが重要という提言にも触れられた。さらに、がん死亡、がん罹患という検出力が必要なエンドポイントではなく、血圧とか動脈硬化のように対象者8,000人全てについて測定可能な値を使って、放射線との関係を調べてはどうかといった提案があった。

これらを受けて、第三期からの新規研究計画書は、令和6年1月17日までに倫理審査に提出し、同2月8日に審査を受けた。本稿執筆時点ではその審査結果の通知は受けていない。

この計画で従来の研究計画と変更した主な点を述べる。

### ➤ 健康調査について

第一期から続いた5年に1回のがん検診を含む詳しい調査（多項目健診）と第二期から開始した基本健診を統一し、第三期からは、原則2年に1回が多項目健診を実施する。これに伴い、臨床検査機関の一元化を取りやめ、各健診機関で検査を行うこととする。

検体保存は、全国の健診機関において、健診時に採血・採尿する際に保存用を分けて採取し、検査用と一併回収していたが、令和6年度からは、地域を限定（福島・関東圏・新潟）して、協力できる健診機関でのみ行うこととする。

### ➤ 同意書・質問票

健診時に取得していた同意書と質問票は、健診受診前に申し込みと一緒に回答を求めように変更する。

### ➤ 分担研究の再編等

第一期より続いてきた分担研究のうち、特に、疫学調査に必要な交絡因子について解析ができる専門家が不足しているとの指摘に対し、今後研究員の増員を計画的に進める予定の本部に、疫学解析業務を集中することを計画する。

また、甲状腺がん罹患分科会と臨床調査分科会は、組織を再編成して単一の部会として研究を進めることとする。

### ③委託業務の調達

上記の②で示した「健康調査」を実施するためには、全国の健診機関の協力体制が必須である。この健診機関の統括を代行しておこなう業務を専門業者に委託する。令和5年度は、この業者調達のための入札を総合評価落札方式にて行い、令和6年度からの5年間の委託先が1月末に決定した。2月以降、委託先となった業者から、各健診機関への協力の可否などの聞き取りをすべく、業務内容やシステム準備についてのすり合わせを行っている。1年目はそれでも健診開始が8月となるが、少なくとも、

4月以降、健康調査としては途切れることなく継続することが可能となった。

## V. 考察

研究開始から令和5年10月31日までの時点での、研究参加への働きかけの結果は、研究対象者19,812名中、研究参加者9,164名(46.3%) (健診受診済6,369名、健診未受診1,442名、研究のみ参加1,353名)、参加拒否者2,761名(13.9%)、未返信者5,009名(25.3%)、宛先不明者1,616名(8.2%)、死亡698名(3.5%)、その他564名(2.8%)であった。研究目的から考え、これは十分とはいえる状態ではない。今後、研究対象者を増加させるためには、未返信者を減らすこと、参加拒否者に研究参加再考を促すことが必要となる。そのためには、繰り返して郵便による研究参加勧奨を行うとともに、特定の対象者への働きかけに加え、ウェブサイトやポスターなど対象者の意識に関係なく、自動的に目に触れ耳に入る情報発信による広報活動も加え、できる限りの研究参加勧奨を行いたいと考える。

最近では研究参加の意思表示をしながら、健診実施の待機者が増えつつあり、この対策も急ぐ必要がある。原因としては、研究協力機関の対応能力不足や緊急作業者の住所地が研究協力機関の所在地に比して遠隔地で、地理的に健診受診が困難な場合など多様な理由が判明してきている。まずは、待機者の増加が著しい地域において、協力機関のさらなる増設が必要であり、これまでとは違う協力要請方法を考える必要がある。

本報告では、本研究の追跡集団の大部分を占める平成28年1月から令和5年12月までの健診受診者の、ベースラインの健康状態を評価した。その結果、すべての検査項目で、緊急作業時の被ばく線量区別に平均値を比較したところ、被ばく線量区分、緊急作業内容別の比較で、統計学的に優位差を認める項目は存在しなかった。緊急作業時の被ばくから約10年経過しており、短期間で出現する異常はほぼ出現の可能性は否定できるものと考えられる。しかし、中長期の経過後に発生する異常に関しては現時点

で否定することはできない。

UNSCEARの報告書<sup>1)</sup>では将来的な甲状腺機能低下症の増加の可能性が指摘されている。平成28年1月から平成30年10月の男性受診者では甲状腺機能異常は368名(7.0%)であったが、TSH高値の甲状腺機能異常は78名(1.6%)であった。甲状腺機能低下症の有病率、発症率の今後の推移を注意深く観察する必要があると考える。

男性受診者の年齢調整した現在喫煙者割合は32.9%で、国民健康・栄養調査の結果よりもやや高かった。健診受診者のうち月に1回以上の飲酒習慣がある者の割合は84.2%で、平成28年国民生活基礎調査<sup>2)</sup>による成人男性の毎日、週5~6日、週3~4日、週1~2日、月1~3日を合わせた割合42.1%よりもかなり高い割合であった。生活習慣病を含め、飲酒が影響することが知られている疾患の発症について、注意深い観察が必要と考えられた。

死亡の追跡に同意しなかった者を除く19,413人について人口動態統計情報により2011~2021年に721人の死亡を照合した。このうち2012~2021年の男性死亡について、日本全国の死亡率を基準とした標準化死亡比(SMR)の分析では、労働者は人口全体より健康である傾向による偏り(healthy worker bias)によると思われる、総死亡および慢性疾患における全国人口水準からの相対的な死亡率が低い傾向はみられるものの、それ以外は、おおむね同期間における日本全国の死亡状況からの逸脱はないと考えられた。

がん罹患については、全国がん登録情報との照合に同意した7,537人より2016年から2018年に、男性では総固形がんが140人、白血病・リンパ腫が10人未満、女性ではそれぞれ10人未満およびゼロ人に診断された。このうちの男性について日本全国の罹患率を基準とした標準化罹患比(SIR)の分析では、検診により発見されやすいがんの罹患が多い傾向が示されたが、症状等から臨床的に発見されることが多いがんの罹患は全国水準からおおむね逸脱していないと考えられた。

## VI. 結論

これまでの調査対象者への働きかけにより、令和5年10月31日時点で、9,164名の研究参加を得ることとなり、対象者の46.3%に至った。今後、研究対象者を増加させるためには、未返信者約5,009名を減らすこと、参加拒否者約2,761名に研究参加再考を促すことが必要となる。第三期にはこのような状況を考慮して健康調査の方法を変更することにした。すなわち、これまで初回健診（ベースライン健診）にこだわって、1回受診した人たちのその後のケアが必ずしも十分といえる状態ではなかったことから、第三期はこれまで研究の参加の意思を示し、健康調査に協力してきた人たちを主役にするために大きく方針返還をすることにした。

幸い、健診受診者における研究協力に関する同意は全項目において98.5%以上、生体試料の保存に関する同意は血液保存、尿保存は99%以上、将来のヒトゲノム・遺伝子解析調査に使用するための血液保存も98.5%と、受診者の研究参加意欲は高い割合であった。また、今回の集計で集団として目立った健康異常を示す項目はなかったため、ベースラインの健康状態に偏りはない集団と考えられ、研究対象者としては好ましい集団であると考えられた。ただ、これまでに肥満者が多めであること、高脂血症者がやや多いこと、現在喫煙者が多いこと、飲酒習慣のある者が多いこと等の傾向が認められており、今後これらの動向には十分な関心を持って臨む必要がある。

## VII. 健康危険情報

特記すべきものなし。

## VIII. 研究発表

### 1. 論文発表

- 大久保利晃：疫学調査：広島・長崎の経験から福島へ：医学のあゆみ, Vol 239 (10) : 995-1000, 2011
- 大久保利晃：東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究：労働衛生管理, Vol.27 (3) : 39-46, 2016

大久保利晃：「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」の経過報告：健康開発, Vol 20 (3) : 83-93, 2016

大久保利晃：「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」：UPDATE, Vol 27 (1) : 29-30, 2016

Toshiteru Okubo: RERF Epidemiological Study of Health Effects in Fukushima Emergency Workers: UPDATE, Vol 27(1) : 29-30, 2016

Hiroko Kitamura, Toshiteru Okubo, Kazunori Kodama, Nuclear Emergency Workers Study Group: Epidemiological study of health effects in Fukushima nuclear emergency workers -study design and progress report: Radiation protection dosimetry, ncy136, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncy136>, 2018

### 2. 学会発表

- 児玉和紀：東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究：原爆放射線健康影響調査で培われたノウハウの活用：第2回東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス, 11 March, 2016, 北九州
- 大石和佳：東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究：放影研成人健康調査での経験を生かした臨床（健診）調査の概要：第2回東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス, 11 March, 2016, 北九州
- Hiroko Kitamura, Kazunori Kodama, Toshiteru Okubo: Epidemiological study of health effects in Fukushima nuclear emergency workers -study design and progress report : The UNSCEAR Meeting in Tokyo, Fukushima Follow-up Project (FFUP), 15 November, 2016, Tokyo.
- 大久保利晃：東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究：第63回日本職業・災害医学会, 17 November, 2017, 北九州
- Hiroko Kitamura, Toshiteru Okubo, Kazunori Kodama: Epidemiological study of health

effects in Fukushima nuclear emergency workers (Nuclear Emergency Workers Study; NEWS) –study design and progress: The 15th Coordination Meeting of the WHO Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network (REMPAN). 4 July, 2017, Geneva, Switzerland.

大久保利晃：東電福島第一原発事故処理に従事した緊急作業者の疫学調査：岡山県医師会産業医研修会，2018，岡山

喜多村絃子：東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究：研究参加者の推移：第4回東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス，14 March, 2018, 北九州

初坂奈津子、宮下久範、喜多村絃子、大久保利晃、佐々木洋。「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学研究」白内障全国調査について。日本白内障学会誌 Vol.32 No.1、pp49-51、2020

Toshiteru Okubo (2021) Establishing a long term epidemiological study on Fukushima emergency workers. GILBERT W. BEEBE WEBINAR SERIES. Health Effects from Chernobyl and Fukushima

胡歆、溝上哲也、大久保利晃（2022）。Complete blood count in relation to radiation exposure on emergency tasks: the Epidemiological Study of Health Effects in Fukushima Nuclear Emergency Workers (the NEWS study)、第95回日本産業衛生学会、令和4年5月25-28、高知

Huan Hu, Toshiteru Okubo (2023) Low dose radiation exposure and the risk of diabetes: a 10-year retrospective cohort study, the 59th European Association for the Study of Diabetes (EASD) Annual Meeting, abstract book, p.35. 2023

胡歆、溝上哲也、大久保利晃（2023）Low-dose radiation and risk of cataract: a 10-year retrospective cohort study, 第96回日本産業衛生学会, 抄録, p.53 2023

胡歆、溝上哲也、大久保利晃（2023）Heated tobacco product use and risk of diabetes: a cohort study, the 15th AASD Scientific Meeting, 抄録, p.69

## Ⅹ. 知的所有権の取得状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

特になし



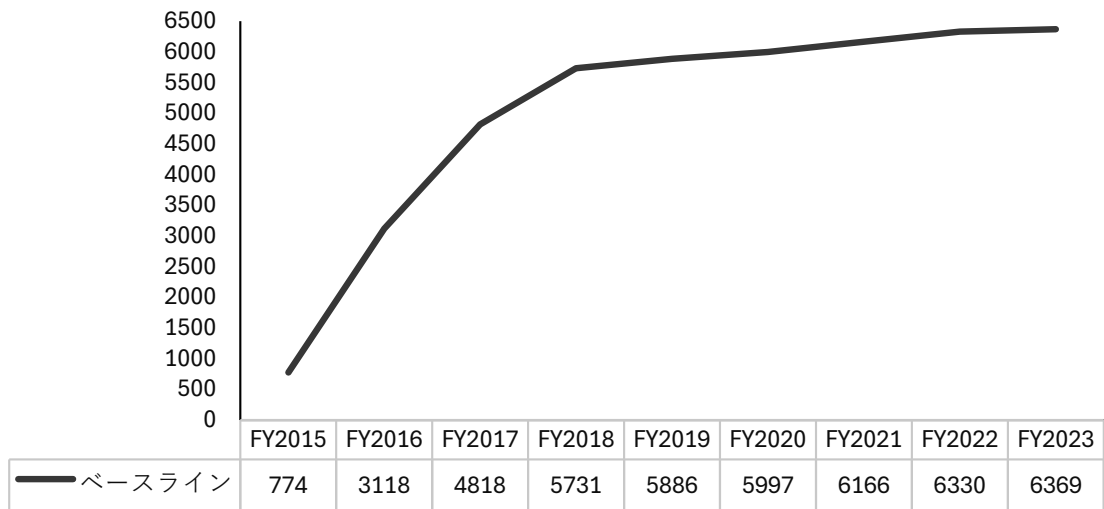


図 1. 年度別の累積研究参加者推移

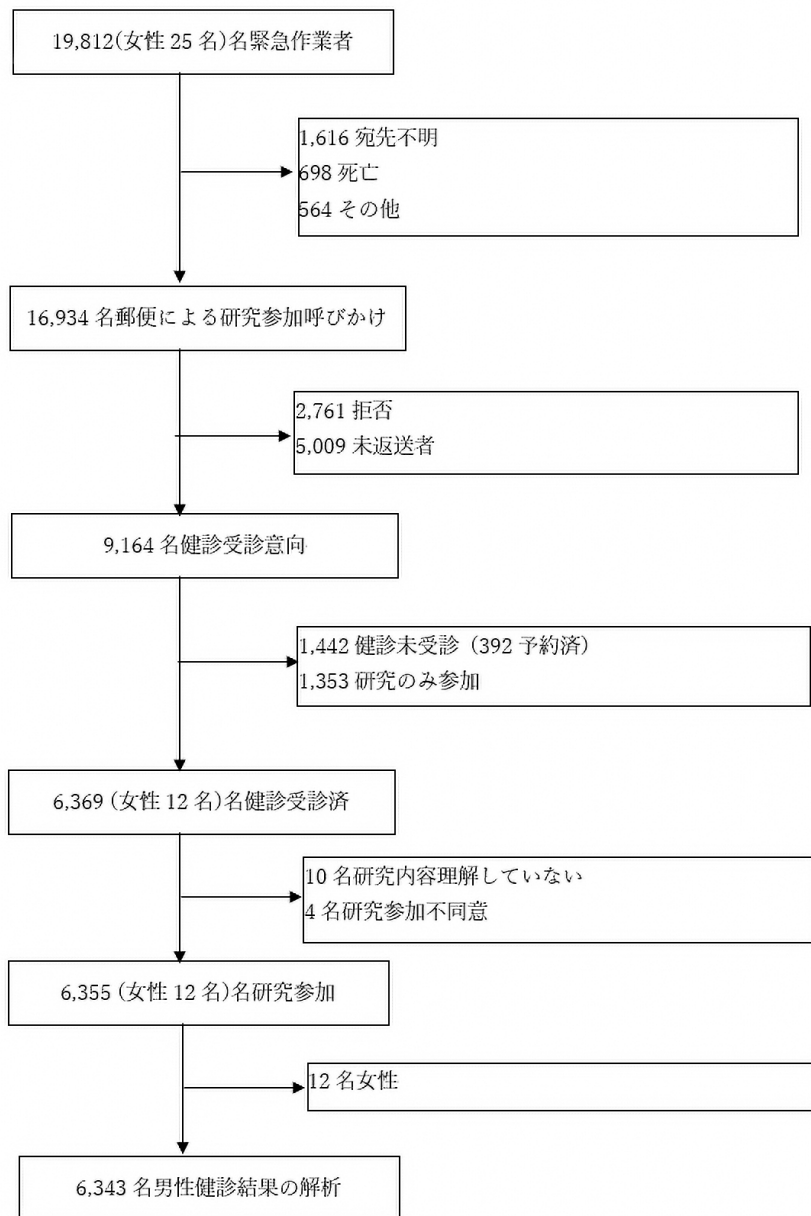
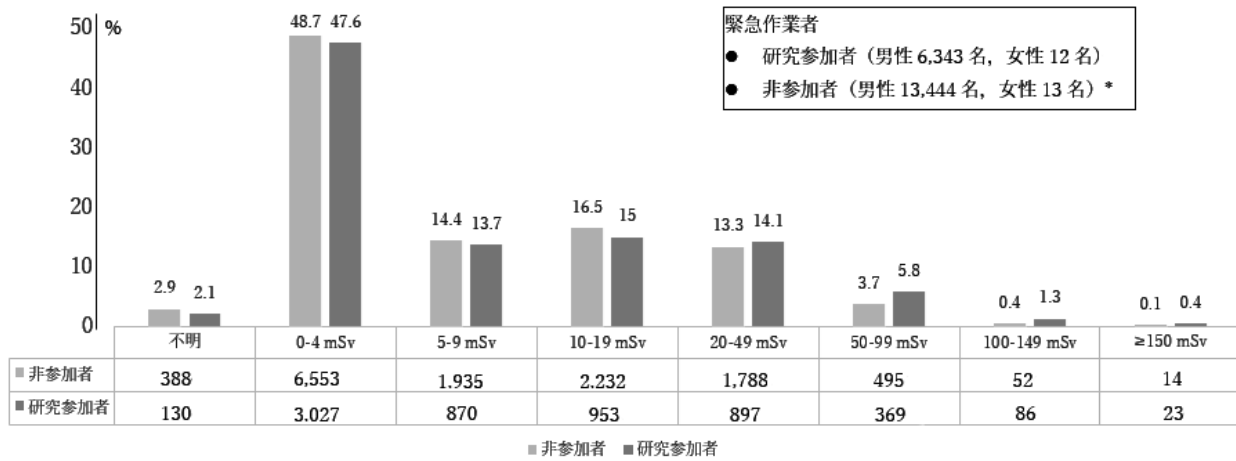


図 2. 働きかけの結果総まとめ表示図



\*研究に使用することの同意が得られなかった4名と研究内容理解していない10名は研究非参加者とした

図3. 研究参加者と非参加者の被ばく線量分布割合

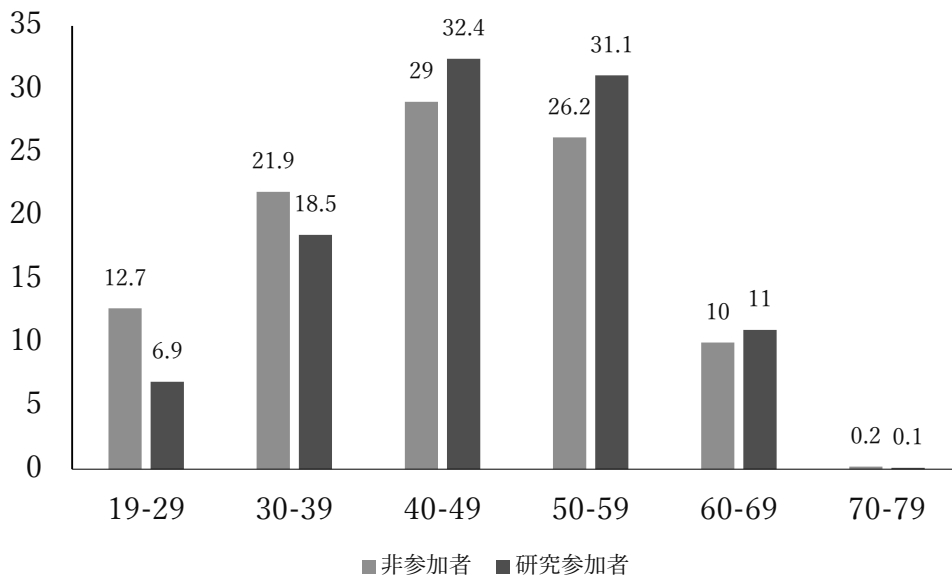


図4. 年齢区分ごとの研究参加と非参加割合

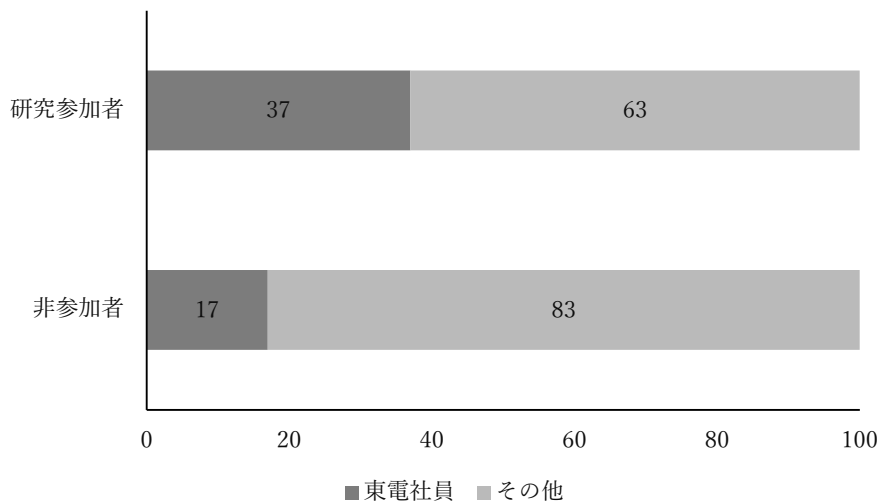


図5. 研究参加者と非参加者による東電社員比率 (n=19,812)

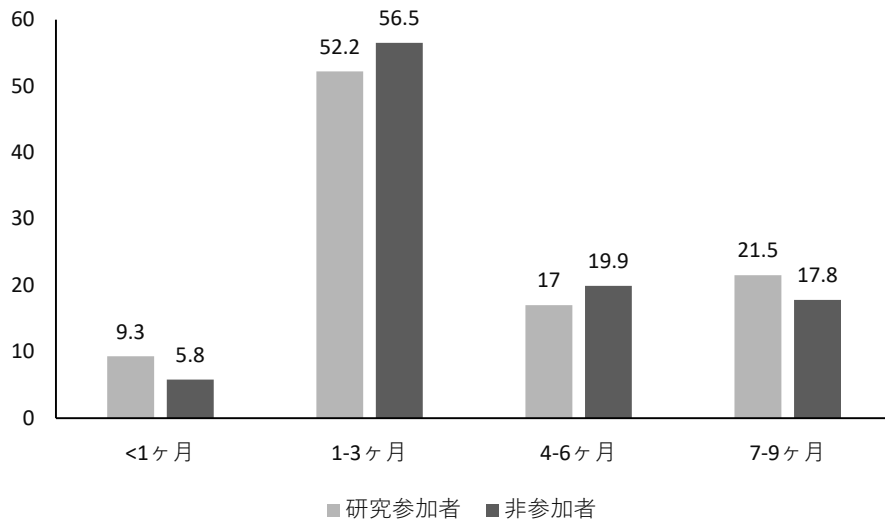


図 6. 研究参加者と非参加者による緊急作業期間分布 (n=18,817)

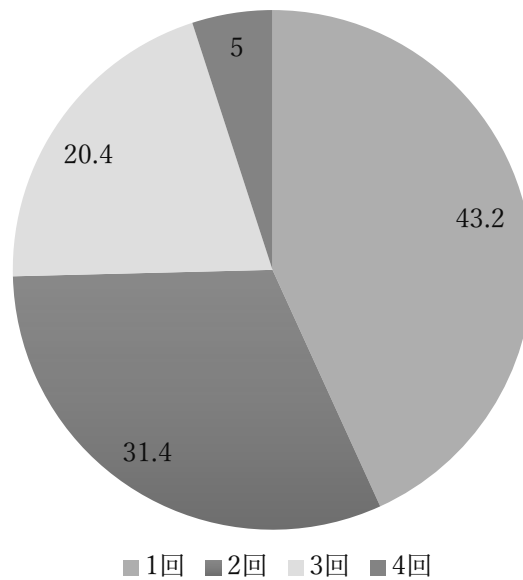


図 7. 2020年1月から2023年12月までの基本健診受診回数 (n=3,439 (女性7名))

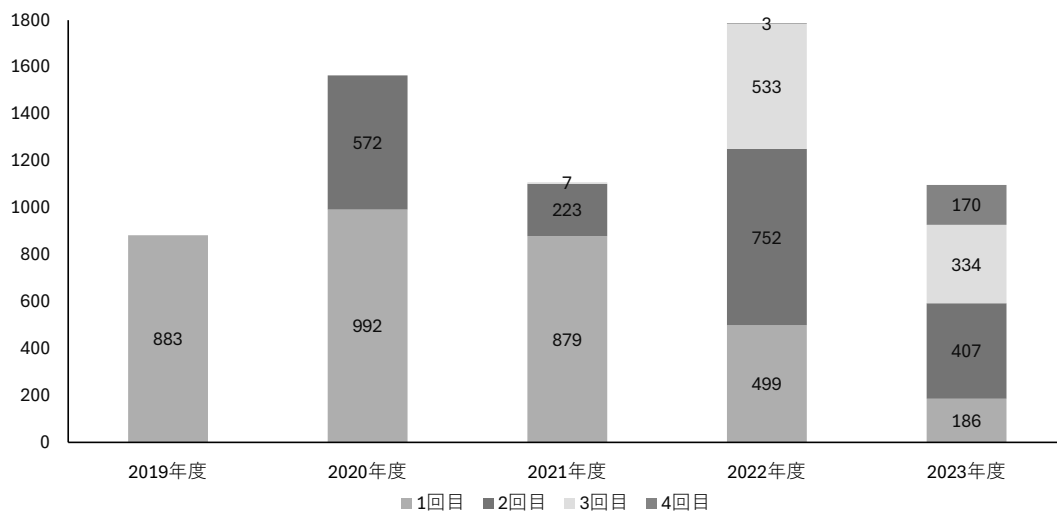


図 8. 年度によって基本健診参加者の分布 (6,440 人回)

表 1. 研究参加呼びかけへの対応状況  
(2023/10/31 まで)

研究参加合計	9,164	46.3%
健診受診済	6,369	32.2%
健診未受診	1,442 (392 予約済)	7.3%
研究のみ参加	1,353	6.8%
参加拒否	2,761	13.9%
返信なし	5,009	25.3%
宛先不明	1,616	8.2%
死亡	698	3.5%
その他	564	2.8%
合計	19,812	100%

表 2. 2 回目健診参加状況 (2023/10/31 まで)

2 回目健診に参加したい	5,519 (5,519/6,369=86.7%)
健診受診済(2020-2023)	3,706 (3,706/5,519=67.2%)
2020 年度	1,137
2021 年度	1,014
2022 年度	1,223
2023 年度	332
健診未受診	1,813 (1,813/5,519=32.8%)

表 3. 郵便調査による研究参加者数

年度:送付対象年齢	令和 3 年度	令和 4 年度	令和 5 年度
	60 歳以上	40~59 歳	40 歳未満
送付数	1,726	2,738	1,330
返信数	252 (14.6%)	175 (6.4%)	57 (4.2%)
(健診希望)	(93)	(52)	(13)
未返信数	1,303 (75.5%)	2,469 (90.1%)	1,177 (88.5%)
宛先不明	171(10.0%)	95(3.5%)	96(7.2%)

表 4. 事故時年齢階級別研究参加者数

年齢階級	<30	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
研究参加者	889	1,969	2,946	2,684	670	6
健診受診者	511	1,332	2,057	1,957	496	6
未返信者	989	1,260	1,423	1,038	296	3
参加拒否者	299	573	815	844	226	4
宛先不明	217	483	468	349	99	0
死亡	18	53	128	318	177	4
その他	77	97	144	180	58	1

欠損値= 7 : 2011年4月1日時点の年齢

表 5. 項目別の同意率 (全同意取得者 8,285 名に占める割合)

	同意	不同意	無回答
1 所属企業等からの緊急作業時の状況および被ばく線量、法定健診結果の提供を受けること	7,909 (95.5%)	354 (4.3%)	23 (0.2%)
2 事故前も含めた職業被ばく線量の提供を受けること	7,850 (94.8%)	411 (5.0%)	24 (0.2%)
3 医療放射線被ばく線量を医療機関から提供を受けること	7,886 (95.2%)	377(4.6%)	22 (0.2%)
4 法律で定められた手続きによる住民票を紹介すること	7,748 (93.5%)	514 (6.2%)	23 (0.3%)
5 地域また全国がん登録よりがん罹患状況の提供を受けること	7,846 (94.7%)	416 (5.0%)	23 (0.3%)
6 過去および将来の法定健診結果を健診実施機関から提供を受けること	7,891 (95.2%)	371 (4.5%)	23(0.3%)
7 甲状腺検査を受けた医療機関から、精密検査結果などの診療情報の提供を受けること	7,881 (95.1%)	382 (4.6%)	22 (0.3%)
8 将来、もしお亡くなりになった場合には、法律に定められた手続きにより厚労省から人口動態調査死亡票の情報の提供を受けること	5,523 (66.7%)	401 (4.8%)	2,361 (28.5%)

表 6. 研究参加者の社会・業務特性と緊急作業被ばく線量

	緊急作業被ばく線量							
	N	不明 (n=130)	0-4 mSv (n=3,019)	5-9 mSv (n=868)	10-19 mSv (n=952)	20-49 mSv (n=896)	50-99 mSv (n=369)	≥100 mSv (n=109)
<b>年齢 (歳)<sup>a</sup></b>	6,343	53.9±10.9	53.6±10.1	52.0±10.3	50.8±10.8	52.2±10.0	49.9±10.8	50.0±10.6
<b>婚姻状態,%</b>								
既婚	5,186	85.3	83.7	81.1	79.1	80.3	84.2	89.0
未婚	679	7.0	9.8	11.7	12.8	11.4	12.0	9.2
その他	435	7.7	6.5	7.2	8.1	8.3	3.8	1.8
<b>教育,%</b>								
小中学校	526	16.3	7.9	11.1	8.9	8.7	2.4	0.9
高等学校	2,834	34.9	39.7	45.8	53.0	48.1	53.8	70.7
大学以上	2,271	38.0	41.2	33.6	27.8	32.4	33.2	22.0
その他	670	10.8	11.2	9.5	10.3	10.8	10.6	6.4
<b>緊急作業,%</b>								
土木	1,407	31.5	19.2	28.6	26.8	25.8	13.5	2.7
原子炉制御	1,350	13.9	13.6	21.0	27.4	28.3	43.9	56.9
線量管理	477	10.0	6.7	7.2	8.7	7.5	8.7	14.7
資材管理	203	1.5	4.3	3.4	2.0	1.7	2.2	0
その他	2,885	43.1	56.0	39.1	34.4	36.5	31.7	25.7
不明	21	0	0.2	0.7	0.7	0.2	0.0	0
<b>緊急作業期間,%</b>								
<1 ヶ月	549	0	3.3	10.8	22.8	11.9	5.7	9.2
1-3 ヶ月	3,148	0	73.0	47.5	29.5	21.9	10.8	14.7
4-6 ヶ月	1,030	0	14.1	19.9	21.4	19.1	13.0	7.3
7-9 ヶ月	1,296	0	6.7	17.8	22.2	45.4	67.2	68.8
不明	320	100	2.9	4.0	4.1	1.7	3.3	0

<sup>a</sup>多項目健診に参加する時点での年齢

表7. 年齢調整したベースラインの既往病歴（男性のみ n=6,343）

	既往病歴, %							
	N	高血圧	糖尿病	脂質異常症	がん	心血管疾患	甲状腺病気	白内障
<b>緊急作業被ばく線量</b>								
0-4 mSv	3,019	25.0	8.6	17.3	3.8	8.9	1.2	3.6
5-9 mSv	868	25.6	8.9	17.6	3.8	10.1	0.8	2.7
10-19 mSv	952	24.9	9.8	20.3*	3.9	9.7	1.3	3.0
20-49 mSv	896	30.2*	10.4	19.5	4.3	10.8	3.3*	4.6
50-99 mSv	369	24.9	7.5	20.1	3.1	7.8	3.3*	7.7*
≥100 mSv	109	33.3*	6.0	20.9	5.2	6.8	5.0*	7.2*
不明	130	26.6	6.4	9.0	1.1	9.2	0.9	3.3
<b>緊急作業</b>								
土木	1,407	28.9	10.5	14.5	3.8	9.5	1.2	4.1
原子炉制御	1,350	21.0	6.8	17.5*	3.0	8.8	2.1	3.0
線量管理	477	24.1	10.2	21.8*	3.3	9.8	1.5	5.4*
資材管理	203	25.1	7.4	18.2	2.9	9.3	2.0	2.0
その他	2,885	28.0	9.2	20.0*	4.6	9.5	1.7	4.1

\*ロジスティック回帰におけるP値<0.05.

緊急作業被ばく線量“0-4 mSv”及び緊急作業“土木”を基準として統計的検定した。

表 8-1. 被ばく線量と緊急作業内容と血液学的検査値

	N	赤血球 (10 <sup>6</sup> /μL)	血色素 (g/dL)	ヘマトクリ ット (%)	平均赤血球 容積 (fL)	平均血色素 濃度 (g/dL)	白血球 (10 <sup>3</sup> /μL)
<b>被ばく線量</b>							
0-4 mSv	3,019	4.9±0.01	15.3±0.02	46.5±0.06	95.1±0.1	32.6±0.02	5.9±0.03
5-9 mSv	868	4.9±0.01	15.3±0.04	46.6±0.12	95.0±0.19	32.6±0.04	5.9±0.06
10-19 mSv	952	4.9±0.01	15.2±0.04	46.5±0.11	95.1±0.18	32.7±0.04	5.9±0.06
20-49 mSv	896	4.9±0.01	15.2±0.04	46.5±0.12	95.1±0.18	32.7±0.04	5.9±0.06
50-99 mSv	369	5.0±0.02	15.3±0.07	46.8±0.18	94.9±0.27	32.7±0.06	5.7±0.09
≥100 mSv	109	5.0±0.04	15.4±0.13	47.4±0.34*	95.0±0.52	32.6±0.12	5.8±0.17
不明	130	4.9±0.04	15.3±0.12	46.6±0.31	95.5±0.48	32.8±0.11	5.7±0.16
<b>緊急作業</b>							
土木	1,407	4.9±0.01	15.4±0.04	46.4±0.09	94.9±0.15	32.8±0.03	6.1±0.05
原子炉制御	1,350	4.9±0.01	15.2±0.04*	46.7±0.10*	95.2±0.15	32.6±0.03*	5.9±0.05*
線量管理	477	4.9±0.02	15.2±0.06	46.5±0.16	94.8±0.25	32.7±0.06	5.9±0.08*
資材管理	203	4.9±0.03	15.2±0.09	46.5±0.25	94.9±0.38	32.7±0.09	5.8±0.12*
その他	2,885	4.9±0.01	15.2±0.02*	46.6±0.07	95.2±0.10	32.6±0.02*	5.7±0.03*

線形回帰におけるp値<0.05, 緊急作業被ばく線量“0-4 mSv”及び緊急作業“土木”を基準とした。年齢調整済。

表 8-2. 年齢調整した白血球分画

	N	好中球 (%)	リンパ球 (%)	単球 (%)	好酸球 (%)	好塩基球 (%)	血小板数 (10 <sup>3</sup> /μL)
<b>被ばく線量</b>							
0-4 mSv	3,019	58.0±0.16	32.3±0.15	5.8±0.03	3.0±0.04	0.8±0.01	249.8±1.07
5-9 mSv	868	57.9±0.3	32.5±0.27	5.9±0.05	3.0±0.08	0.8±0.03	255.6±1.99*
10-19 mSv	952	58.1±0.29	32.5±0.26	5.8±0.05	3.0±0.08	0.8±0.03	251.6±1.90
20-49 mSv	896	58.9±0.30*	31.8±0.27	5.8±0.05	2.8±0.08*	0.8±0.03	255.5±1.95*
50-99 mSv	369	57.7±0.46	32.7±0.42	5.9±0.08	2.9±0.12	0.8±0.04	251.1±3.05
≥100 mSv	109	57.0±0.85	32.7±0.77	5.9±0.15	3.0±0.22	0.8±0.08	249.1±5.63
不明	130	57.5±0.78	32.5±0.7	6.1±0.14	3.4±0.20*	0.8±0.07	243.9±5.13
<b>緊急作業</b>							
土木	1,407	58.3±0.24	32.1±0.21	5.9±0.04	2.9±0.06	0.8±0.02	252.4±1.56
原子炉制御	1,350	57.8±0.24	32.7±0.22	5.9±0.04	3.0±0.06	0.8±0.02	253.1±1.60
線量管理	477	58.4±0.41	32.1±0.36	5.8±0.07	3.0±0.11	0.8±0.04	254.5±2.68
資材管理	203	58.5±0.62	32.1±0.56	5.9±0.11	3.0±0.16	0.8±0.05	249.0±4.11
その他	2,885	58.1±0.17	32.3±0.15	5.8±0.03	3.0±0.04	0.8±0.01	250.3±1.09



表 9-1. 年齢調整した肝機能検査値 (男性のみ n=6,343)

	N	総蛋白 (g/L)	総ビリルビン (mg/dL)	アルブミン (g/L)	GOT ( $\mu$ /L)	GPT (u/L)
<b>被ばく線量</b>						
0-4 mSv	3,019	7.2 $\pm$ 0.01	0.80 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	26.5 $\pm$ 0.88	28.8 $\pm$ 0.68
5-9 mSv	868	7.3 $\pm$ 0.01*	0.80 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	25.9 $\pm$ 1.63	28.8 $\pm$ 1.27
10-19 mSv	952	7.2 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	26.1 $\pm$ 1.56	28.7 $\pm$ 1.22
20-49 mSv	896	7.2 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	25.6 $\pm$ 1.6	29.4 $\pm$ 1.25
50-99 mSv	369	7.2 $\pm$ 0.02	0.81 $\pm$ 0.02	4.5 $\pm$ 0.01	26.6 $\pm$ 2.51	27.4 $\pm$ 1.96
$\geq$ 100 mSv	109	7.2 $\pm$ 0.04	0.78 $\pm$ 0.03	4.5 $\pm$ 0.02	24.5 $\pm$ 4.62	28.1 $\pm$ 3.61
不明	130	7.2 $\pm$ 0.03	0.85 $\pm$ 0.03	4.4 $\pm$ 0.02	25.9 $\pm$ 4.21	27.1 $\pm$ 3.29
<b>緊急作業</b>						
土木	1,407	7.2 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	27.4 $\pm$ 1.28	30.1 $\pm$ 1.00
原子炉制御	1,350	7.2 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	25.7 $\pm$ 1.32	28.7 $\pm$ 1.03
線量管理	477	7.2 $\pm$ 0.02	0.80 $\pm$ 0.02	4.5 $\pm$ 0.01	25.9 $\pm$ 2.20	29.3 $\pm$ 1.72
資材管理	203	7.2 $\pm$ 0.03	0.76 $\pm$ 0.02	4.5 $\pm$ 0.02	25.0 $\pm$ 3.37	28.6 $\pm$ 2.63
その他	2,885	7.2 $\pm$ 0.01	0.81 $\pm$ 0.01	4.5 $\pm$ 0.01	25.9 $\pm$ 0.90	28.1 $\pm$ 0.70

\*線形回帰におけるp値<0.05. 緊急作業被ばく線量“0-4 mSv”及び緊急作業“土木”を基準とした

表 9-2. 年齢調整した肝機能検査値 (続き)

	N	乳酸脱水素酵素 (u/L)	アルカリフォス ファターゼ (u/L)	ロイシンアミノ ペプチターゼ (u/L)	GTP(u/L) (log)	コリンエステラ ーゼ(u/L)
<b>被ばく線量</b>						
0-4 mSv	3,019	175.1 $\pm$ 0.89	198.1 $\pm$ 1.21	59.4 $\pm$ 0.25	54.1 $\pm$ 1.26	359.6 $\pm$ 1.26
5-9 mSv	868	174.0 $\pm$ 1.67	199.1 $\pm$ 2.25	59.8 $\pm$ 0.46	60.3 $\pm$ 2.35*	360.9 $\pm$ 2.34
10-19 mSv	952	175.7 $\pm$ 1.59	202.3 $\pm$ 2.15	60.1 $\pm$ 0.44	55.8 $\pm$ 2.25	357.1 $\pm$ 2.23
20-49 mSv	896	172.9 $\pm$ 1.64	202.2 $\pm$ 2.21	60.8 $\pm$ 0.45*	60.9 $\pm$ 2.31*	362.4 $\pm$ 2.30
50-99 mSv	369	171.1 $\pm$ 2.56	192.0 $\pm$ 3.45	60.1 $\pm$ 0.71	56.1 $\pm$ 3.61	362.5 $\pm$ 3.59
$\geq$ 100 mSv	109	171.0 $\pm$ 4.71	195.2 $\pm$ 6.36	58.7 $\pm$ 1.31	48.8 $\pm$ 6.66	366.3 $\pm$ 6.62
不明	130	180.1 $\pm$ 4.30	197.5 $\pm$ 5.79	60.1 $\pm$ 1.19	68.0 $\pm$ 6.07*	354.4 $\pm$ 6.03
<b>緊急作業</b>						
土木	1,407	177.4 $\pm$ 1.31	206.8 $\pm$ 1.76	60.3 $\pm$ 0.36	59.1 $\pm$ 1.85	357.9 $\pm$ 1.84
原子炉制御	1,350	175.5 $\pm$ 1.34	199.3 $\pm$ 1.81*	60.7 $\pm$ 0.37	59.1 $\pm$ 1.90	361.2 $\pm$ 1.88
線量管理	477	173.1 $\pm$ 2.25	201.6 $\pm$ 3.02	60.3 $\pm$ 0.62	57.2 $\pm$ 3.18	358.1 $\pm$ 3.15
資材管理	203	171.5 $\pm$ 3.44	203.5 $\pm$ 4.63	59.4 $\pm$ 0.95	60.9 $\pm$ 4.86	365.6 $\pm$ 4.82
その他	2,885	173.2 $\pm$ 0.92*	194.5 $\pm$ 1.23*	59.1 $\pm$ 0.25*	53.6 $\pm$ 1.29*	360.4 $\pm$ 1.28

表 10-1. 年齢調整したメタボリックシンドローム検査値 (男性のみ n=6,343)

	N	空腹時血糖 (mg/dL)	HbA1c (%)	総コレステロール (mg/dL)	HDL コレステロ ール(mg/dL)	LDL コレステロー ル(mg/dL)
<b>被ばく線量</b>						
0-4 mSv	3,019	99.3±0.43	5.6±0.01	207.6±0.63	57.7±0.28	123.8±0.56
5-9 mSv	868	99.5±0.80	5.6±0.02	208.3±1.17	57.6±0.52	123.6±1.05
10-19 mSv	952	100.8±0.76	5.6±0.02	207.4±1.12	57.7±0.50	123.6±1.00
20-49 mSv	896	100.9±0.79	5.6±0.02	208.1±1.15	58.4±0.51	122.5±1.03
50-99 mSv	369	97.6±1.23	5.6±0.04	207.9±1.80	57.8±0.80	123.4±1.61
≥100 mSv	109	98.5±2.26	5.5±0.07	207.7±3.31	57.7±1.48	126.0±2.96
不明	130	97.9±2.06	5.6±0.06	207.0±3.02	58.8±1.35	123.5±2.70
<b>緊急作業</b>						
土木	1,407	100.4±0.63	5.7±0.02	206.3±0.92	56.7±0.41	123.4±0.82
原子炉制御	1,350	99.8±0.64	5.6±0.02*	207.5±0.94	58.2±0.42*	122.8±0.84
線量管理	477	100.8±1.07	5.6±0.03	207.5±1.58	57.1±0.71	123.8±1.41
資材管理	203	98.7±1.64	5.6±0.05	207.3±2.41	55.9±1.08	124.1±2.16
その他	2,885	99.0±0.44	5.6±0.01*	208.7±0.64*	58.4±0.29*	124.0±0.57

\*線形回帰におけるp値<0.05, 緊急作業被ばく線量“0-4 mSv”及び緊急作業“土木”を基準とした

表 10-2. 年齢調整したメタボリックシンドローム検査値 (続き)

	N	中性脂肪 (mg/dL)	収縮期血圧 (mmHg)	拡張期血圧 (mmHg)	腹囲 (cm)
<b>被ばく線量</b>					
0-4 mSv	3,019	131.1±1.85	124.1±0.28	78.6±0.21	85.5±0.17
5-9 mSv	868	137.6±3.44	125.2±0.52	79.2±0.38	86.5±0.31*
10-19 mSv	952	130.2±3.29	125.2±0.50	78.9±0.37	86.0±0.30
20-49 mSv	896	134.9±3.38	125.6±0.51*	79.1±0.38	85.8±0.31
50-99 mSv	369	130.1±5.28	124.8±0.80	79.0±0.59	85.3±0.48
≥100 mSv	109	111.7±9.74	123.3±1.47	78.3±1.08	85.6±0.88
不明	130	127.3±8.87	126.7±1.35	79.3±1.00	85.8±0.81
<b>緊急作業</b>					
土木	1,407	136.1±2.70	125.7±0.41	78.9±0.30	86.4±0.24
原子炉制御	1,350	132.4±2.77	125.6±0.42	78.9±0.31	85.7±0.25*
線量管理	477	131.4±4.64	124.5±0.70	79.3±0.52	85.5±0.42
資材管理	203	135.4±7.11	125.9±1.08	80.3±0.79	86.1±0.64
その他	2,885	129.5±1.89*	123.8±0.29*	78.6±0.21	85.5±0.17*

表 11-1. 年齢調整した腎機能検査値 (男性のみ n=6,343)

	N	尿素窒素 (mg/dL)	クレアチニン (mg/dL)	尿酸 (mg/dL)	ナトリウム (mmol/L)
<b>被ばく線量</b>					
0-4 mSv	3,019	14.0±0.07	0.8±0.01	6.1±0.02	141.0±0.04
5-9 mSv	868	13.9±0.12	0.8±0.01	6.1±0.04	140.8±0.08
10-19 mSv	952	14.0±0.12	0.9±0.01	6.0±0.04	140.8±0.08
20-49 mSv	896	13.9±0.12	0.9±0.01	6.0±0.04	140.9±0.08
50-99 mSv	369	14.1±0.19	0.9±0.01	6.1±0.06	140.8±0.13
≥100 mSv	109	14.3±0.35	0.9±0.02	5.8±0.12	140.9±0.23
不明	130	14.1±0.32	0.8±0.02	6.0±0.11	140.9±0.21
<b>緊急作業</b>					
土木	1,407	14.0±0.1	0.8±0.01	6.1±0.03	140.9±0.06
原子炉制御	1,350	13.9±0.1	0.8±0.01	6.0±0.03*	140.8±0.07
線量管理	477	14.1±0.17	0.9±0.01*	6.0±0.06	140.7±0.11
資材管理	203	13.8±0.25*	0.8±0.01	6.1±0.09	141.0±0.17
その他	2,885	14.0±0.07	0.9±0.01*	6.1±0.02	141.0±0.04

\*線形回帰におけるp値<0.05. 緊急作業被ばく線量“0-4 mSv”及び緊急作業“土木”を基準とした

表 11-2. 年齢調整した腎機能検査値 (続き)

	N	カリウム (mmol/L)	クロール (mmol/L)	カルシウム (mg/dL)	無機リン (mg/dL)
<b>被ばく線量</b>					
0-4 mSv	3,019	4.4±0.01	104.2±0.04	9.3±0.01	3.3±0.01
5-9 mSv	868	4.4±0.02	104.1±0.08	9.3±0.01	3.3±0.01
10-19 mSv	952	4.4±0.02	104.1±0.07	9.2±0.01	3.3±0.01
20-49 mSv	896	4.4±0.02	104.0±0.08	9.2±0.01	3.3±0.01
50-99 mSv	369	4.4±0.03	104.1±0.12	9.3±0.02	3.4±0.02*
≥100 mSv	109	4.3±0.05	104.0±0.22	9.2±0.03	3.3±0.04
不明	130	4.4±0.05	104.2±0.2	9.2±0.03	3.3±0.04
<b>緊急作業</b>					
土木	1,407	4.4±0.01	104.2±0.06	9.3±0.01	3.3±0.01
原子炉制御	1,350	4.4±0.02	104.1±0.06	9.3±0.01	3.3±0.01
線量管理	477	4.3±0.03	104.1±0.10	9.2±0.02*	3.3±0.02
資材管理	203	4.4±0.04	104.5±0.16	9.2±0.02	3.3±0.03
その他	2,885	4.4±0.01	104.1±0.04*	9.2±0.01*	3.3±0.01

表 12. 年齢調整したC反応性蛋白, 前立腺特異抗原, ペプシノーゲン I / II の比 (男性のみ n=6,343)

	N	C 反応性蛋白 (mg/dL, 逆対数変換)	前立腺特異抗原 (ng/mL)	ペプシノーゲン I / II の比
<b>被ばく線量</b>				
0-4 mSv	3,019	0.06±0.001	1.2±0.02	5.6±0.03
5-9 mSv	868	0.06±0.002	1.2±0.04	5.6±0.06
10-19 mSv	952	0.06±0.002	1.2±0.04	5.6±0.06
20-49 mSv	896	0.06±0.002	1.2±0.04	5.6±0.06
50-99 mSv	369	0.06±0.003	1.2±0.06	5.6±0.09
≥100 mSv	109	0.05±0.005	1.1±0.11	5.7±0.17
不明	130	0.05±0.005	1.4±0.10	5.4±0.15
<b>緊急作業</b>				
土木	1,407	0.06±0.002	1.2±0.03	5.5±0.05
原子炉制御	1,350	0.06±0.002	1.2±0.03	5.6±0.05
線量管理	477	0.06±0.003	1.2±0.05	5.5±0.08
資材管理	203	0.06±0.004	1.2±0.08	5.8±0.12*
その他	2,885	0.05±0.001*	1.2±0.02	5.6±0.03

\*線形回帰におけるp値<0.05, 緊急作業被ばく線量“0-4 mSv”及び緊急作業“土木”を基準とした

表 13. 基本健診 (1 回目) の検査結果

	緊急作業被ばく線量							Total
	不明	0-4 mSv	5-9 mSv	10-19 mSv	20-49 mSv	50-99 mSv	≥ 100 mSv	
N	76	1,691	465	498	492	166	51	3,439
年齢 (歳)	59.3 (10.4)	58.7 (9.7)	56.9 (10.3)	55.8 (10.4)	57.2 (9.5)	53.8 (11.2)	56.7 (9.5)	57.6 (10.1)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.5 (3.2)	24.6 (3.3)	24.8 (3.5)	24.8 (3.5)	24.7 (3.2)	24.5 (3.5)	24.6 (3.4)	24.6 (3.3)
収縮期血圧 (mmHg)	129.8 (15.4)	128.2 (15.9)	127.5 (16.2)	128.4 (16.7)	128.0 (16.6)	126.5 (17)	126.0 (14.8)	128.0 (16.2)
拡張期血圧 (mmHg)	80.0 (11.0)	80.1 (11.3)	79.6 (11.0)	80.7 (11.3)	79.8 (11.1)	79.3 (11.3)	79.1 (11.4)	80.0 (11.2)
赤血球 (10 <sup>6</sup> /μL)	4.8 (0.4)	4.8 (0.4)	4.9 (0.5)	4.9 (0.4)	4.8 (0.4)	4.9 (0.4)	4.9 (0.5)	4.8 (0.4)
血色素 (g/dL)	14.9 (1.1)	15.0 (1.1)	15.0 (1.2)	15.1 (1.1)	15.0 (1.1)	15.1 (1.1)	15.2 (1.2)	15.0 (1.1)
ヘマトクリット (%)	44.8 (3.5)	45.1 (3.3)	45.4 (3.4)	45.4 (3.3)	45.3 (3.4)	45.6 (3.1)	45.6 (3.4)	45.3 (3.4)
白血球 (10 <sup>3</sup> /μL)	6.0 (1.5)	5.8 (1.7)	5.9 (1.5)	5.8 (1.5)	5.6 (1.4)	5.6 (1.4)	5.9 (1.5)	5.8 (1.6)
血糖 (mg/dL)	98.2 (12.5)	102.4 (24.2)	102.2 (24.8)	102.4 (24.3)	103.0 (28.8)	99.4 (25.5)	99.4 (13.3)	102.2 (24.8)
HDL-C (mg/dL)	60.3 (18.0)	60.1 (15.5)	60.7 (15.5)	59.9 (15.1)	60.9 (17.5)	61.0 (14.8)	62.5 (17.8)	60.3 (15.8)
LDL-C (mg/dL)	123.5 (31.8)	122.4 (29.7)	122.9 (30.0)	124.23 (32.0)	122.1 (30.7)	123.4 (30.9)	127.7 (26.67)	122.9 (30.3)
TG (mg/dL)	133.9 (113.5)	133.7 (114.7)	145.4 (148.9)	132.2 (95.5)	135.5 (95.3)	114.4 (70.7)	120.8 (81.7)	134.1 (112.8)
AST (U/L)	25.8 (10.8)	25.5 (11.1)	26.2 (12.5)	25.6 (11.9)	25.5 (11.7)	27.0 (14.5)	25.7 (8.5)	25.7 (11.6)
ALT (U/L)	26.5 (16.9)	27.1 (17.4)	28.6 (20.0)	28.3 (21.8)	27.3 (15.8)	29.6 (19.8)	26.8 (16.1)	27.6 (18.3)
γ-GTP (U/L)	50.4 (57.0)	49.5 (50.2)	56.5 (81.5)	54.3 (57.2)	56.1 (86.5)	53.9 (47.2)	49.2 (41.3)	52.3 (62.4)

## II. 分担研究報告 (各分科会報告)



## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 臨床調査分科会

研究分担者 大石 和佳 放射線影響研究所広島臨床研究部・部長  
喜多村絃子 産業医科大学産業医実務研修センター・准教授  
研究協力者 今泉 美彩 放射線影響研究所長崎臨床研究部・副部長  
山田美智子 放射線影響研究所広島臨床研究部・主任研究員

### 研究要旨

臨床調査分科会では、2020年度は2021年度以降の郵便調査の本格実施に備えて、過去の研究参加・健診受診を勧奨する郵便へ反応がなかった者を対象に、①郵便調査回答者の特徴をとらえること、②返信率の向上に資する策を試し評価すること、③郵便調査回答者を研究参加・健診受診へ結びつけること、④郵便調査用質問票に改善が必要な点がないか確認すること、を目的として試行郵便調査を行った。郵便調査の返信率の向上に資する策として、1) 郵便調査資料の送付1週間前に予告葉書を送付する、2) 送付資料にボールペンを同封する、3) 郵便調査回答者にはクオカードを後日進呈することを説明文書に明記する等を実施し、これらの策は、返信率を向上させる一定の効果があった。

2021～22年度は、非がん疾患の有病者同定のプロセスの確立について検討した。多項目健診のベースライン調査受診者データを用いて、2021年度は高血圧症およびB型/C型肝炎、2022年度は脂質異常症と脂肪肝を対象疾患として、試行調査を実施した。当該疾患の有病者を抽出するアルゴリズムを作成し、(1) 自己申告の情報を優先するアルゴリズムと(2) 客観的情報を優先するアルゴリズムに分けて有用性を評価した。有病者を抽出するアルゴリズムの比較では、いずれの疾患の場合も、客観的情報を優先するアルゴリズムの方がより正確に有病者を同定できることが示された。特に、高血圧症、B型/C型肝炎、脂質異常症は、治療の介入によって客観的情報である血圧値や、肝炎ウイルスマーカー、脂質の血液検査値が影響を受けることから、自記式質問票からの既往・現病歴の情報、薬剤情報などを組み合わせることは、より正確な当該疾患の有病者の同定において重要であることが示された。

2023年度は、多項目健診のベースラインおよび縦断調査受診者のデータと基本健診受診者のデータを用いて、高血圧症の有病者を正確に同定するプロセスを確立することを目的として研究を行った。当該疾患の有病者を抽出するアルゴリズムを作成し、(1) 降圧薬服用の有無から始まるアルゴリズムと(2) 血圧値の分類から始まるアルゴリズムに分けて有用性を評価した。2021年度のアルゴリズムでは、多項目健診の一度の受診データを用いたことから、高血圧症の診断機会が少ないこと、一度の健診による診断のため擬陽性が含まれる可能性があること、などが考えられた。一方、2023年度のアルゴリズムでは、多項目健診と基本健診の受診データを用いて約70%の対象で二度以上の受診データが



得られたことから、ガイドラインに沿った血圧値によるより正確な高血圧症有病者の同定が可能になると考えられた。

しかし上述したように、血圧値は治療の介入により影響を受けることから、自記式質問票の既往・現病歴の情報、薬剤情報等を組み合わせることは、より正確な当該疾患有病者の同定において重要であると考えられた。今後も非がん疾患を対象として生涯追跡調査を行う上で、特に健診の機会に質の高い正確な情報を継続的に収集することが重要である。

## A. 研究目的

2014～2018年度の研究第1期、臨床調査分科会（大久保利晃 委員長）は統括研究機関である放射線影響研究所（以下「放影研」という。）に設置された統括研究本部のもとで、緊急作業従事者に対する研究参加・健康診断受診の勧奨および全国での健診を実施してきた。2019年度からの研究第2期では、統括研究機関が放影研から労働安全衛生総合研究所（以下「安衛研」という。）へ移転したことに伴い、統括研究本部も安衛研へ移行した。

2019年度、放影研は安衛研の業務を補佐し、臨床調査分科会は健診に関わる業務を支援し引継ぎを行った。また、2019～2020年度にかけて、第1期に放影研で収集し保存してきた本研究に関連する資・試料〔紙資料、電磁的記録（媒体上に記録・保存された電子データ）および電磁的記録媒体（光ディスク、メモリフラッシュ等）、生体試料（血清、血球、尿）〕の安衛研への移動を計画し完了した。研究参加・健診受診の勧奨、全国での健診の実施は引き続き安衛研の統括研究本部が担い、2020年度以降、臨床調査分科会（I）では新たにテーマを設定し研究を実施することとなった。

2020年度は、研究未参加者（過去の研究参加・健診受診を勧奨する郵便に反応がなかった者）に対する試行郵便調査を行い、本格郵便調査に資する成果を得た。

放影研の長期追跡コホート調査から、循環器疾患、白内障、甲状腺疾患、副甲状腺機能亢進症、B型肝炎などの非がん疾患と放射線被ばくとの関連が報告されている<sup>1,2</sup>。本疫学研究においても将来的に、個人の被ばく線量と生活習慣

病等の非がん疾患の有病率や罹患率との関連を検討することが想定される。そのためには追跡対象とする非がん疾患の有病者をより正確に同定するプロセスを確立する必要がある。

2021～22年度は、非がん疾患の有病者同定のプロセスの確立について検討した。本疫学研究の多項目健診のベースライン調査受診者のデータを用いて高血圧症、B型/C型肝炎、脂質異常症、脂肪肝を対象疾患として、①当該疾患の有病者を同定すること、②健康と生活習慣に関する質問票（自記式質問票）で申告された有病者と比較すること、を目的として試行調査を実施した。

2023年度は、多項目健診のベースラインおよび縦断調査受診者のデータ、基本健診受診者のデータを用いて、①高血圧症の有病者をより正確に同定すること、②自記式質問票で申告された有病者と比較すること、を目的として研究を行った。

本報告書では、特に2021年度に作成した多項目健診のベースライン調査受診者のデータのみを用いた高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムと、2023年度に作成した多項目健診のベースライン調査および縦断調査受診者と基本健診受診者のデータを用いて高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムについて、比較検討を行った。

## B. 研究方法

<多項目健診のベースライン調査受診者のデータのみを使用>

分析対象者は、2016年1月20日から2021年10月29日までの本疫学研究の多項目健診のベースライン調査受診者である。

(1) 高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムの作成

ベースライン調査で収集される「高血圧症」「血圧」に関連する項目として、収縮期血圧（1回目）、収縮期血圧（2回目）、拡張期血圧（1回目）、拡張期血圧（2回目）、高血圧症の既往・現病歴の有無（自己申告）、医師から処方されている薬のうち高血圧の薬（以下、「高血圧症処方薬」と言う。）の有無（自己申告）、内服薬詳細に降圧薬服用の有無、を使用した。収縮期血圧および拡張期血圧は、健診機関で測定された実測値を使用した。内服薬詳細は、健診受診者自身が処方されている薬剤やお薬手帳を見ながら記入、もしくは健診会場へ持参されたお薬手帳の内容を健診機関のリサーチコーディネーター（RC）が書き写したものをを使用した。

血圧の評価は、高血圧治療ガイドライン2019<sup>3</sup>に則り、診察室高血圧Ⅰ度以上（収縮期血圧／拡張期血圧：140/90 mmHg以上）を高血圧症とした。

降圧薬の同定は、高血圧治療ガイドライン<sup>3</sup>で示される主要降圧薬（Ca拮抗薬、ARB、ACE阻害薬、利尿薬、β遮断薬（含むαβ遮断薬））を対象とした。独立行政法人医薬品医療機器総合機構（PMDA: Pharmaceuticals and Medical Devices Agency）が提供しているウェブサイト「医療用医薬品情報検索 <https://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/iyakuSearch/>」において、薬効分類（医薬品の種類）で血圧降下剤（含ARB、ACE阻害薬、β遮断薬）、血管拡張剤（含Ca拮抗薬）、利尿薬を指定し抽出した薬品情報843件の薬剤名（一般名および販売名）を参照情報とし、内服薬詳細の記述と照合した。

(1)-1：自己申告の情報を優先するアルゴリズム

有病者抽出の操作順を、①高血圧症の既往・現病歴の有無、②高血圧症処方薬の有無（自己申告）、③内服薬詳細（お薬手帳の情報）に主要降圧薬服用の有無、④1回目・2回目の収縮期血圧／拡張期血圧の少なくとも一方が高血圧Ⅰ度以上に該当・非該当、とした。

(1)-2：客観的情報を優先するアルゴリズム

有病者抽出の操作順を、①1回目・2回目の収縮期血圧／拡張期血圧の少なくとも一方が高血圧Ⅰ度以上に該当・非該当、②内服薬詳細に主要降圧薬服用の有無、③高血圧症の既往・現病歴の有無、④高血圧症処方薬の有無、とした。

<多項目健診のベースラインおよび縦断調査受診者のデータ、基本健診受診者のデータを使用>

分析対象者は、2016年1月から2023年10月に、本疫学研究の多項目健診または基本健診を一度以上受診した者である。

(2) 高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムの作成

2021年度のアプローチの方法に準ずるが以下は2023年度に新たに追加した手順である。

高血圧治療ガイドライン2019では、「診察室血圧値による血圧分類は、降圧薬非服用下で、少なくとも2回以上の異なる機会における血圧値によって行い、各機会における血圧値は1～2分の間隔をおいて複数回測定し、安定した値（測定値の差が5 mmHg未満を目安）を示した2回の平均値とする。」とされている。よって、降圧薬服用の有無、2回以上の異なる健診における血圧値の有無、各測定機会における血圧値、を作成するアルゴリズムに取り入れた。

- 降圧薬服用の有無：内服薬詳細に基づき判断した降圧薬服薬状況（後述）により、対象者を降圧薬服用群、降圧薬非服用群に分類した。降圧薬服用群は高血圧症有病者（definite）とした。
- 2回以上の異なる健診における血圧値の有無：2回以上の異なる健診で血圧が測定されている場合、血圧値が2回以上Ⅰ度高血圧以上に分類された場合は高血圧症有病者（definite）とし、血圧値が1回のみⅠ度高血圧以上に分類された場合は高血圧症有病者（probable）とした。
- 各測定機会における血圧値：一度の健診で2回、血圧が測定されている場合は、測定値の差が収縮期血圧、拡張期血圧ともに5 mmHg未満であれば2回の平均値、測定値の差が収縮期血圧、拡張期血圧のどちら

らか一方もしくは両方とも 5 mmHg 以上であれば 1 回目の測定値を採用した。一度の健診で 1 回しか測定されていない場合は、その値を採用した。採用した血压値を診察室血压値の分類に従い評価した。

自記式質問票情報については、高血圧症の既往・現病歴が有る（自己申告）場合は高血圧症有病者（possible）、高血圧症処方薬が有る（自己申告）場合も高血圧症有病者（possible）とした。

降圧薬服薬状況の同定方法は、2021 年度の方法と同様に行った。

アルゴリズムは、高血圧治療ガイドラインに則り「降圧薬服用の有無から始まるアルゴリズム」と、質問票調査のない基本健診を考慮して「血压値の分類から始まるアルゴリズム」を作成した。

(2)-1：降圧薬服用の有無から始まるアルゴリズム

#### 【一度目の受診】

- ①：一度目の受診での降圧薬服用の有無
- ②：①で降圧薬服用が無い者において、一度目の受診で血压値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ③：②の非該当者において、一度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ④：③の非該当者において、一度目の受診で高血圧処方薬（自己申告）の有無

高血圧症有病者（definite）となった者以外は【二度目の受診】へ

・  
・  
・

#### 【n 度目の受診】

一度目～n-1 度目のいずれかの受診で高血圧症有病者（definite）となった者は、n 度目の受診の集計から除外

- ①：n 度目の受診での降圧薬服用の有無
- ②：①で降圧薬服用が無い者において、一度目～n-1 度目のいずれかの受診の血压値

の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当

- ③：②の該当者において、n 度目の受診で血压値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ④：③の非該当者において、n 度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ⑤：④の非該当者において、n 度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無
- ⑥：②の非該当者において、n 度目の受診で血压値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ⑦：⑥の非該当者において、n 度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ⑧：⑦の非該当者において、n 度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無

高血圧症有病者（definite）となった者以外は【n+1 度目の受診】へ

このアルゴリズムでは、降圧薬服薬に係る情報が必要なため、多項目健診受診者のみが対象となった。

(2)-2：血压値の分類から始まるアルゴリズム【一度目の受診】

- ①：一度目の受診で血压値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ②：①の該当者において、一度目の受診での降圧薬服用の有無
- ③：②で降圧薬服用が無い者において、一度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ④：③の非該当者において、一度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無
- ⑤：①の非該当者において、一度目の受診での降圧薬服用の有無
- ⑥：⑤で降圧薬服用が無い者において、一度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ⑦：⑥の非該当者において、一度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無

高血圧症有病者（definite）となった者以外は【二度目の受診】へ

・  
・  
・

【n 度目の受診】

一度目～n-1 度目のいずれかの受診で高血圧症有病者（definite）となった者は、n 度目の受診の集計から除外

- ①：一度目～n-1 度目のいずれかの受診で血圧値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ②：①の該当者において、n 度目の受診で血圧値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ③：②の非該当者において、n 度目の受診で降圧薬服用の有無
- ④：③で降圧薬服用が無い者において、n 度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ⑤：④の非該当者において、n 度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無
- ⑥：①の非該当者において、n 度目の受診で血圧値の分類が I 度高血圧以上の該当・非該当
- ⑦：⑥の該当者において、n 度目の受診で降圧薬服用の有無
- ⑧：⑦で降圧薬服用が無い者において、n 度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ⑨：⑧の非該当者において、n 度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無
- ⑩：⑥の非該当者において、n 度目の受診で降圧薬服用の有無
- ⑪：⑩で降圧薬服用が無い者において、n 度目の受診で高血圧症の既往・現病歴（自己申告）の有無
- ⑫：⑪の非該当者において n 度目の受診で高血圧症処方薬（自己申告）の有無

高血圧症有病者（definite）となった者以外は【n+1 度目の受診】へ

## C. 研究結果

<多項目健診のベースライン調査受診者のデータのみを使用>

分析対象者は、2016 年 1 月 20 日～2021 年 10 月末の本疫学研究の健診受診者のうち、血圧測定を含む診察を希望され、健診結果を研究に使用することの同意が得られた 5,995 名である。

両アルゴリズムで、高血圧症有病者として 2,530 名が抽出され、有病率は 42.2% であった。一方、健康と生活習慣に関する質問票（自記式質問票）の既往・現病歴のみによる高血圧症有病者数は 1,520 名で、有病率は 25.4% であった。<多項目健診のベースラインおよび縦断調査受診者のデータ、基本健診受診者のデータを使用>

分析対象者は、2016 年 1 月から 2023 年 10 月末に、本疫学調査の多項目健診または基本健診を一度以上受診した 6,387 名のうち、健診結果を研究に使用することの同意が得られた 6,366 名である。血圧が測定されたのは、不同意のべ 15 回を除き、のべ 14,796 回であった。

対象期間中に、多項目健診または基本健診を一度受診したのは 6,366 名、二度受診したのは 4,434 名、三度受診したのは 2,651 名、四度受診したのは 1,204 名、五度受診したのは 176 名、六度受診したのは 1 名であった。多項目健診のベースライン調査を受診したのは 6,350 名、縦断調査 1 回目を受診したのは 3,704 名であった。基本健診 1 回目を受診したのは 3,065 名、基本健診 2 回目を受診したのは 1,367 名、基本健診 3 回目を受診したのは 304 名、基本健診 4 回目を受診したのは 6 名であった。

降圧薬服用の有無から始まるアルゴリズムでは、高血圧症有病者（definite、probable、possible）はそれぞれ、2,125 名（33.5%）、951 名（15.0%）、130 名（2.0%）、合計で 3,206 名が抽出され、有病率は 50.5% であった。血圧値の分類から始まるアルゴリズムでは、高血圧症有病者（definite、probable、possible）はそれぞれ、2,387 名（37.5%）、871 名（13.7%）、111 名（1.7%）、合計で 3,369 名が抽出され、有病率は 52.9% であった。一方、自記式質問票のみによ

り抽出された高血圧症有病者は1,978名(31.1%)であった。自己申告の既往・現病歴だけでは約4割は把握できないことが示された。

#### D. 考察

2021年度に作成した多項目健診のベースライン調査受診者のデータのみを用いた高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムと、2023年度に作成した多項目健診のベースライン調査および縦断調査受診者と基本健診受診者のデータを用いて高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムについて、比較検討を行った。

2021年度集計の高血圧症有病率が42.2%に対し、2023年度集計の有病率(definite + probable + possible)は、降圧薬服用の有無から始まるアルゴリズムで50.5%、血圧値の分類から始まるアルゴリズムで52.9%であった。2021年度アルゴリズムでは、多項目健診のベースライン調査のみの受診データを用いたことから、高血圧症の診断機会が少ないこと、一度の健診による診断のため擬陽性が含まれている可能性があること、などが考えられた。一方、2023年度アルゴリズムでは、多項目健診のベースラインおよび縦断調査と基本健診のデータを用いて約70%の対象で二度以上の受診データが得られたことから、ガイドラインに沿った血圧値によるより正確な高血圧症有病者の同定が可能になると考えられた。

また、高血圧治療ガイドライン2019では、「診察室血圧値による血圧分類は、降圧薬非服用下で、少なくとも2回以上の異なる機会における血圧値によって行い、各機会における血圧値は1～2分の間隔をおいて複数回測定し、安定した値(測定値の差が5mmHg未満を目安)を示した2回の平均値とする。」とあるが、実際のところ、多くの健診機関で上記方法を実施することは困難であると思われる。そこで、2023年度アルゴリズムでは、2回以上の異なる機会の血圧値がI度高血圧以上および降圧薬服用(お薬手帳情報)をdefinite、1回のみI度高血圧以上をprobable、高血圧症の既往・現病歴と高血圧処方薬有(自己申告)を

possibleと分類した。今後、各高血圧症例にこれらの分類を行っていくことは、将来、高血圧症診断の信頼性を評価するのに役立つと考えられる。

自記式質問票の既往・現病歴のみによる高血圧症有病率は2021年度集計では25.4%、2023年度集計では31.1%であり、これらの差は主に集計を行った時期(受診者の年齢)と、用いた多項目健診データの違い(前者はベースライン調査のみ、後者はベースラインおよび縦断調査—58%が縦断調査を受診)の違いによるものと考えられた。いずれの年度の集計においても、自己申告の既往・現病歴の情報だけでは、約4割の高血圧症有病者が把握できないことが示された。

また2021年度と2023年度の集計で共通して言えることは、血圧値は治療の介入により影響を受けることから、血圧値の分類のみで高血圧症有病者を抽出することはできないということである。自記式質問票の既往・現病歴の情報、薬剤情報等を組み合わせることは、より正確な当該疾患有病者の同定において重要である。

(参考)2019年国民健康・栄養調査のデータでは、50-59歳男性の高血圧症有病率は52.3%、60-69歳男性の高血圧症有病率は65.7%。

#### E. 結論

2021年度に作成した多項目健診のベースライン調査データのみを用いた高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムと、2023年度に作成した多項目健診のベースライン調査および縦断調査と基本健診データを用いて高血圧症有病者を抽出するアルゴリズムについて比較検討を行った。

2021年度アルゴリズムでは、多項目健診の一度の受診データを用いたことから、高血圧症の診断機会が少ないこと、一度の健診による診断のため擬陽性が含まれる可能性があること、などが考えられた。一方、2023年度アルゴリズムでは、多項目健診と基本健診の受診データを用いて約70%の対象で二度以上の受診データが得られたことから、ガイドラインに

沿った血圧値によるより正確な高血圧症有病者の同定が可能になると考えられた。

また、血圧値は治療の介入により影響を受けることから、血圧値の分類のみで高血圧症有病者を抽出することはできないため、自記式質問票の既往・現病歴の情報、薬剤情報等を組み合わせることは、より正確な当該疾患有病者の同定において重要である。今後も非がん疾患を対象として生涯追跡調査を行う上で、特に健診の機会に質の高い正確な情報を継続的に収集することが重要であると考えられた。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

Kitamura H, Ohishi W, Kodama K, Ohkubo T. Epidemiological study of health effects in Fukushima Emergency Workers: Progress report on the Health Examination Study, 2016-2019. *Environmental Advances* 9 (2022) 100275.

##### 2. 学会発表

1. Kitamura H, Okubo T. Baseline Survey of the Epidemiological Study of Health Effects in Fukushima Emergency Workers. WHO REMPAN Webinar “Public Health consequences of Fukushima nuclear disaster: 10 years towards recovery”. (2021.3.23)
2. 喜多村絃子、大石和佳、児玉和紀、藤瀬瞳実、川波祥子、大久保利晃. 東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究～第1期健康診断結果のまとめ～. 第94回日本産業衛生学. (2021.5.18-5.21)
3. 藤瀬瞳実、喜多村絃子、今泉美彩、山田美智子、大石和佳、大久保利晃. 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究—郵便調査. 第31回日本産業衛生学会全国協議会. (2021.12.3-12.5)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

#### 参考文献

1. Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958-1998. Yamada M, Wong FL, Fujiwara S, Akahoshi M, Suzuki G. *Radiat Res.* 2004 ;161(6):622-32.
2. Epidemiological studies of atomic bomb radiation at the Radiation Effects Research Foundation. Ozasa K, Cullings HM, Ohishi W, Hida A, Grant EJ. *Int J Radiat Biol.* 2019; 95(7):879-91.
3. 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会. 高血圧治療ガイドライン2019. 2019年4月25日発行.



## 東電福島第一原発緊急作業従事者の就労・生活背景及び 健康管理状況等の社会的因子について

研究分担者 星 北斗 公益財団法人 星総合病院 理事長  
研究協力者 水野 光仁 公益財団法人 星総合病院 健康管理センター長  
研究協力者 佐藤 正基 公益財団法人 星総合病院 健康管理センター保健師

### 研究要旨

東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究を行うにあたり、対象となる緊急作業従事者の放射線被ばくによる健康影響を検討するうえで交絡因子となりうる社会的因子（就労、生活背景、健康管理状況等）による健康影響の評価を行うとともに、健康診断およびその事後指導において必要となる社会的背景を理解するために、それら社会的因子を明らかにするための研究調査を立案した。

本研究は平成27年度より開始し、東電福島第一原発及びその地域の状況を継続的に監視しつつ、緊急作業当時及び緊急作業従事者に関わる社会的因子の概要（食生活、就労環境、就労時間・就労期間、休養（住居）環境、衣類・日用品等の調達環境、保護具の調達環境、健康管理状況、その他の社会的背景）を明らかにした。またその調査結果をもとに新たに緊急作業当時の年収等の就労状況、避難経験の有無等に関する質問を作成し、縦断調査1回目を実施した。令和元年度からはその結果及びベースライン調査での回答結果、及び緊急作業従事に関する線量記録から社会的因子の解析を進めた。その結果、緊急作業従事者の社会的因子として、学歴は生活習慣等と関連が見られたが、時代背景や就業に至る経緯に影響されるため用いにくいと考えられ、また雇用形態、専門職制の有無に関する質問も本調査対象者では分類の偏りが大きく用いにくいと考えられた一方、緊急作業当時の年収に関する質問は年齢による影響を考慮する必要があるが回答率も高く客観的な指標として用いやすいと考えられた。なお、緊急作業当時の年収はその者の喫煙や飲酒習慣等の生活習慣と関連し、何らかの健康影響と関連する可能性はあると思われたが、健康影響として明らかなものは本報告段階では認められなかった。

また、緊急作業の就労パターン（就労時期、就労期間、累積被ばく線量の高低）によって緊急作業当時の年収や所属、避難経験は差があるものもあると考えられた。

これらの情報は緊急作業従事者の社会的背景を理解する一助になると考えられ、また、今後緊急作業従事による健康影響が疑われるものが明らかになった場合には、それら社会的因子についての検討をより深める必要があると考えられた。



## A. 研究目的

本研究は、「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」（令和元年度からは放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究。以下、「主研究」という）の対象となる緊急作業従事者（以下、たんに「緊急作業従事者」という）について放射線被ばくによる長期にわたる健康影響を検討するにあたり、その交絡因子となりうる緊急作業従事者の就労・生活背景、また産業保健、医療受療環境等の健康管理状況等の社会的因子とそれらによる健康影響を明らかにすることを目的とするとともに、健康診断およびその事後指導において必要となる対象者の社会的背景を理解することを目的とする。

## B. 研究方法

本研究では東電福島第一原発及びその関連会社・周辺地域について、社会的変化や疾患発生の状況を継続的かつ定期的に実地での監視を行いつつ、平成 27 年度にはまず広く出版されている新聞、文献等で調査を行い（情報源が明確でないもの、緊急作業従事者の社会的因子には関係しないもの（事故処理の進捗状況等）の報告は調査対象から除いた。）、平成 28 年度には、緊急作業従事者を雇用していた事業者（以下、単に「会社」という）11 社に対し聞き取り調査を行い、平成 29 年度には、旧東京電力株式会社（現東京電力ホールディングス株式会社、以下「東電」という）に文書による質問調査を行い、当時緊急作業従事者であった者の就労・生活環境、健康管理状況、その他社会的背景等の調査を実施した（以下では東電福島第一原発を「1F」、同社福島第二原子力発電所を「2F」、JFA ナショナルトレーニングセンター J ヴィレッジを「JV」と略する）。

それらの調査結果をふまえ、平成 28 年度には健康影響の検討上必要な緊急作業従事者の分類について検討し、平成 29 年度にはそれらの分類から実際に対象者への個別の確認が必要となる項目を選定し、その結果「①震災・原発事故による被災・避難生活の有無、②緊急作業に従事した際の雇用形態」についての質問紙を作

成、平成 30 年度にはその質問紙を実際の緊急作業従事者 32 名（福島県内（郡山市・いわき市）各 1 件の医療機関で 2018 年 12 月～2019 年 1 月に主研究の臨床調査で健診を受診した者）に同質問紙に回答してもらい、同時に同質問紙についての感想・意見等を聴取して、その質問紙の妥当性を検討した。

以上の検討の結果、その質問内容は臨床調査における「縦断調査 1 回目」の『健康と生活習慣に関する質問票』（以下、単に「質問票」という）内に設問された。その質問内容は【表 2】のとおりである。質問内容は、本研究の過去の報告書で報告した内容以外にも、主研究の研究会議等での協議の結果追加された設問もあるが、本研究では【表 2】に示した項目への回答結果についてのみ検討した。

「縦断調査 1 回目」は 2020 年 3 月から回答が始まり、2023 年 10 月までに 3,704 名（以下「本受検者」という）が受検した。この人数は主研究におけるベースライン調査を受検しデータが確認できた 6,355 名中の一部（58.2%）となった。

本研究の令和 2 年度以降の調査では、順次質問票の回答に基づいて分析を進めたが、令和元年度の調査では、既に 2016 年 1 月より実施されている主研究の臨床調査における「ベースライン調査」（緊急作業従事者のベースラインの健康状態の検討の為にに行った調査、以下、単に「ベースライン調査」という）の質問票の中で社会的因子として学歴について質問されており、この情報から学歴と緊急作業従事者の属性や生活習慣との関係性、及び臨床検査や質問結果との相関性を検討するとともに、主研究における社会的因子の影響の評価方法についての検討を進めた。

学歴は、以下のような設問内容で質問票内で最終学歴を問うており、この回答結果を「学歴」として用いた。なお、質問票は原則として自記式で、調査実施時に健診担当看護師等により記載内容について確認が行われることもあった。また、調査対象者は質問の回答を自由に拒否することもできた。

#### 最後に卒業された学校 (択一式)

1. 小・中学校
2. 高等学校
3. 専門学校
4. 短期大学・高等専門学校
5. 大学
6. 大学院
7. その他 (自由記述)

また、以下では、上記設問の回答結果に従い、「1. 小・中学校」は「中卒」、「2. 高等学校」は「高卒」、「3. 専門学校」は「専門卒」、「4. 短期大学・高等専門学校」は「短大高専卒」、「5. 大学」は「大卒」、「6. 大学院」は「院卒」と称する。また、「7. その他」を選択し自由記述された学校のうち、1～6のいずれかに該当すると考えられる者はそれに再分類した。再分類が不可能な内容の場合、また無回答の者については結果から除外した。また、以下では、中卒、高卒、大卒、院卒の4分類については、その順番で順列として扱うものとした。

緊急作業従事者の属性及び生活習慣・生活状況としては、ベースライン調査での年齢、平均睡眠時間、喫煙習慣、飲酒習慣、婚姻状態、主な緊急作業内容に関する回答項目について検討した。

睡眠時間は、「1日の平均睡眠時間」として回答された数値(時間(h))のうち、最小の数値を用いた。

喫煙習慣は、喫煙習慣に関する回答内容から、現在の喫煙状態の評価として「非喫煙者」、「禁煙者(過去には喫煙していた者)」、「喫煙者」の3群に分類し、さらに喫煙者については最大で「10本/日未満」の者と「10本/日以上」の者で分類した。

飲酒習慣は、飲酒の習慣についての回答内容から、「飲まない(月1回未満)」の者を「飲まない」、「やめた(1年以上禁酒)」の者を「断酒」、「月に1～3回」から「週に1～2回」までの飲酒習慣の者を「機会飲酒」とし、「週に3～4回」以上の飲酒習慣がある者については、1回の飲酒量が合計3合(日本酒の場合。焼酎ではコップ3杯、ビール・発泡酒、缶チューハイ、カクテル缶、ハイボール缶は3本、洋酒(ウイスキー・ブランデー等)についてはコップ3杯、ワインについてはグラス3杯)未満の者については「一般常飲」、それ以上の者は「過量常飲」と分類した。

と分類した。

臨床検査結果については、SBP(収縮期血圧)(mmHg)等について検討した。SBPは、2度計測された場合は、SBPがより低い方の値を用いた。

一部既往歴について、また治療中の管理状態を検討する為、「高血圧」治療中と回答した者のSBP、「糖尿病」治療中と回答した者のHbA1cの値についても検討した。統計は、SAS社のJMP 15を用いて処理した。統計学的な有意性の検討については、臨床検査結果については分散分析(CRPとPSAについては $\chi^2$ 検定)、既往歴については $\chi^2$ 検定を用いて検討した。中卒と高卒、高卒と大卒、大卒と院卒に組み分けして比較したものについては、表の記載の都合上分散分析の有意確率のみ示した。

なお、同調査では、年齢は、調査実施時の年齢を用いた。

令和2年度の調査では2020年12月までに得られた同質問票の回答383名分を用いて今後の社会的因子を検討していくうえでその質問方法の妥当性を検討した。また、「縦断調査1回目」の受診データより年齢と、質問票から生活習慣の代表的な因子を見るために喫煙に関する質問(『現在、紙巻タバコ、加熱式タバコ、電子タバコのいずれかを習慣的に(毎日、または時々)すっていますか?』)から喫煙習慣(現在喫煙者、過去喫煙者、非喫煙者の3分類)について判断した。なお、令和2年度の報告では年齢は同調査受検当時(2020年)における年齢を用いた。なお、令和2年度の報告では、質問票の回答から緊急作業従事開始時期についても検討しているが、令和5年度調査で再度検討しているため、令和2年度分の報告はこの総合報告書では省略する。

令和3年度の調査では、「縦断調査1回目」を2021年12月までに受検した1,326名の質問票の回答結果を用いて、そのうち主研究で得られた各個人の緊急作業従事期間中の累積被ばく線量(以下、「総線量」という)が確認できる者1,294名(総線量が明らかではない者32名は解析から除外)について、その総線量と質

問票上の回答との関係について検討した。なお、同調査では年齢については、同調査受検時の年から2011を引いたものを年齢から差し引き、それを東日本震災当時（2011年）の年齢とした（以下、「当時年齢」という）。統計解析にはSAS社JMP16.2.0を用いた。

令和4年度の調査では、主研究のもと行われる臨床調査（健診）項目のうち、長期的な健康影響との相関性が高いと考えられるBMI及び血圧の値について検討を行うこととした。同研究では、「縦断調査1回目」を2020年3月から2022年10月までに受検した2,540名を分析対象とした。

同調査では質問票の設問の中から、避難生活、緊急作業当時の年収（以下、「当時年収」という）について評価し、また主な生活習慣に関する情報として、喫煙、飲酒、運動に関するものを利用した。それらの質問紙上の質問内容・質問方法については表1-1、1-2に示す。また、同時に実施された臨床調査（健診）から、BMI(Body Mass Index (kg/m<sup>2</sup>))、SBP(mmHg)（収縮期血圧）、DBP (mmHg)（拡張期血圧）の値を用いた。

また同調査では年代を全体のほぼ4分位点となる40歳、47歳、55歳（いずれも当時年齢）で区切り（以下「年代4区分」という）、若年群（40歳以下）、中年前期群（41-47歳、以下「中前群」）、中年後期群（48-55歳、以下「中後群」）、高年群（56歳以上）に分けて解析を行った。

当時年収に関しては、標本数確保の観点より回答を『1. 200万円未満』及び『2. 200万円以上400万円未満』を合わせて「低収入群」、『3. 400万円以上600万円未満』と『4. 600万円以上800万円未満』を合わせて「中収入群」、『5. 800万円以上』を「高収入群」の3分類（以下、「当時年収3分類」）にわけて解析を行った。

また、避難生活経験については避難生活をしていない者及び避難生活期間が震災後数日間又は1か月以内と回答した者を「非避難群」、半年程度まで「半年程度以上」の者のうち、「帰還した」と回答した群を「帰還群」、そうでな

い者を「非帰還群」と分類した。

喫煙に関しては、現在喫煙しているものについて、紙巻きタバコの喫煙経験で喫煙本数が10本/日以下の者については「低喫煙群」、それ以上は「高喫煙群」とした。喫煙したことがない者、やめた者は「無喫煙群」とした。なお、現在喫煙している者で紙巻きタバコの経験がなく加熱式タバコないし電子タバコのみ喫煙者が少数（3名）いたが、紙巻きタバコに換算する方法が見当たらないため、本研究からは除外して検討した。

飲酒に関しては、日本酒以外の酒類については、アルコール濃度に応じて日本酒（合）に換算する者として、焼酎・果樹酒は100ml/合、ビール大瓶は1.266合/本、ビール中瓶及び酎ハイ500ml及び洋酒ダブルは1合/本（杯）、ビール小瓶及び酎ハイ350mlは0.7合/本、ビール250ml以下及び洋酒シングルは0.5合/本（杯）、ワインは200ml/合とし、頻度については、3:週に1~2回を0.2週、4:週に3~4回を0.5週、5:週に5~6回を0.8週、6:毎日を1.0週とし、2合未満・週の者を「低飲酒群」とし、2合以上・週の者を「高飲酒群」とした。飲まない者、やめたと回答した者は「無飲酒群」とした。

運動習慣に関しては、運動強度は軽い運動を1度、中程度の運動を2度、激しい運動を3度とし、頻度は回答のうち「週1~2日」を0.25週、「週3~4日」を0.5週、「週5日以上」を1.0週とし（月1~3回、月に1回未満は0）、各強度の履行時間に頻度を乗じた数の合計が30分・度・週以上となるものを意識的に運動習慣を持つものとみなし「運動有群」とし、そうでない者を「運動無群」とした。

統計解析にはSAS社JMP17.0.0を用いた。各統計分析における有意水準は5%とした。

令和5年度の調査では、健康影響評価に交絡性を生じる可能性があるものとして、研究対象者の雇用形態や避難経験の他に、緊急作業従事の時期的分類及び就労パターン分類についての検討も行った。同調査では「縦断調査1回目」を2020年3月から2023年10月までに受検し

た3,704名を分析対象とした。

同調査では「縦断調査1回目」の質問票上の設問から、避難生活経験、当時年収及び緊急作業時の所属（以下、「当時所属」）について評価するとともに、主研究で確認可能な緊急作業従事の開始年月および終了年月（以下「開始月」「終了月」）、また外部預託合計線量（mSv）（以下、「総線量」）のデータから、開始月、緊急作業登録期間（開始月を1カ月目として、終了月までの月数とする（例：開始月が2011年3月で終了月が2011年5月の場合、3カ月間と評価））、また、総線量を緊急作業従事期間で除した数を「月平均線量（mSv/月）」として評価することとした（2012年2月以降も登録されている者については、2012年2月までの期間として除した）。なお、本受検者のうち、開始月が2011年12月以降の者と、この緊急作業による被ばく線量について本研究時点でさらに確認すべき点があると考えられた計244名分は除外した。その為、本研究の対象者は3,460名となった。

なお、総線量については、一般の電離則での5年間の管理区域内において放射線業務に従事する労働者の受ける実効線量の限度（100 mSv）の年平均値とである20 mSv未満のものを「低線量」、それ以上で同規則の1年間あたりの限度である50 mSv未満のものを「中線量」、50 mSv以上の者を「高線量」と分類した（以下、「総線量3分類」）。なお、電離則における緊急作業の実行線量の被ばく上限は100 mSvであるが、当時の緊急作業に関する被ばく線量の上限は250 mSv（「平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線障害防止規則の特例に関する省令」（2011年3月14日施行））とされ、2011年11月1日に一部を除き廃止された（「平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線障害防止規則の特例に関する省令を廃止する等の省令」（2011年12月16日施行）による）。

また、緊急作業登録期間について、3カ月以下の者を「短期登録」、4カ月以上の者を「長期登録」と分類した（以下、「期間2分類」）。

また主な健康に関する指標として、同時に実施された臨床調査（健診）から、収縮期血圧（mmHg）（以下、SBP）の値を用いた（同調査では、2回測定した者の値は、その2回の測定値の平均値とした）。本来であれば、他の臨床調査項目についても網羅的に検討を行うべきと考えられるが、本報告検討時点で主研究において未だ臨床調査上緊急作業従事による健康影響として明確なものが認められていないことから、今回は健康状態に最も影響を与えうると考えた血圧の値で試験的に検討するにとどめることとした。なお、降圧薬の服用の有無については、質問票の設問I-(2)-1（「現在、医師から処方された薬を定期的に服用していますか？（市販薬は含みません）」）に「1. はい」と答え、「1. 高血圧の薬」に○をつけた者を「降圧薬内服あり」として評価した。

また、避難生活経験については質問票の設問Ⅷ-(1)の回答から、避難生活をしていない者を「非避難群」（図表では「非避難」）、避難生活をしてきた者を「避難群」（図表では「避難」）とし、さらに同Ⅷ-(2)の回答から期間が震災後数日間又は1カ月以内と回答した者を「短期避難群」（図表では「短期避難」）、「半年程度まで」「半年程度以上」と回答したものを「長期避難群」（図表では「長期避難」）と分類した。

また、当時所属に関しては、同Ⅸ-(3)の回答選択肢の「1. 東京電力」、「2. 元請け企業（東電グループ会社・原子炉メーカー・総合建設業（ゼネコン）等）」、「3. 下請け企業」、「4. 派遣会社」、「5. その他」の回答者を以下ではそれぞれ「東電」、「元請」、「下請」、「派遣」、「その他」の所属者と称する。

なお、避難生活経験、当時年収、当時所属の各有効回答率は、それぞれ99.9%、98.1%、97.7%であった。有効回答でないものは結果から除いた。統計解析にはSAS社JMP17.0.0を用いた。

（倫理面への配慮）

本研究は当院（公益財団法人 星総合病院）の倫理委員会の審査をうけ実施許可を受けた。

聞き取り調査・文書質問調査は個人を特定せず過去の事実を調査するものであり研究対象者に新たな不利益を与えたり、またその危険性を伴うものではないと判断しているが、調査対象者（会社）には調査実施の説明と同意を文書で確認したうえで実施した。

また平成30年度の質問紙調査の対象となった緊急作業従事者には、健診時に書面及び口頭で研究内容、および本研究への参加・回答の有

無は自由に選択できることを説明し、参加の同意がえられた者についてのみ質問紙による質問を実施した。なお、本研究の参加・不参加による対象者個人への利益・不利益は特に想定しているものはない。

なお、臨床調査に関する詳細については、本年及び過去の臨床調査分科会の分担研究報告書の記載を参照されたい。

表 1. 主な時系列

2011年	
3月11日	東北地方太平洋沖地震発生(14時)* <sup>1</sup> 大津波襲来(15時)* <sup>1</sup> 1F原子力緊急事態宣言(19時)* <sup>1</sup> 1F半径 3km圏内に避難指示(3~10km圏内は屋内退避指示)(21時)* <sup>1</sup>
3月12日	1F半径 10km圏内に避難指示(5時)* <sup>1</sup> 1F1号機爆発(15時)* <sup>1</sup> 1F半径 20km圏内に避難指示(18時)* <sup>1</sup>
3月14日	1F3号機爆発* <sup>1</sup>
3月15日	1F4号機爆発(6時頃)* <sup>1</sup> 1F半径 20~30km圏内に屋内退避指示(11時)* <sup>1</sup>
3月17日	厚生労働省が飲食物の暫定基準値を各自治体に通知* <sup>2</sup>
4月22日	1F半径 20~30km圏内の屋内退避指示区域を緊急時避難準備区域(緊急時にすぐ避難できるように準備する地域)に改定、1F半径 20km圏内を警戒区域(立入禁止区域)に指定。(なお、20km圏外でも線量の高い一部地域は計画的避難区域と設定された地域もある)* <sup>1</sup>
9月30日	緊急時避難準備区域解除* <sup>1</sup>
2013年	
6月30日	1F入退域管理施設の供用開始* <sup>3</sup>
2014年	
10月	1F新事務棟完成* <sup>4</sup>
2015年	
1月30日	檜葉町(避難指示解除準備区域(当時))に24時間営業コンビニが再開* <sup>5</sup>
3月	常磐自動車道が全線開通* <sup>6</sup>
4月	福島復興給食センターが運用を開始* <sup>4</sup>
2016年	
2月	檜葉町内に県立大野病院附属ふたば復興診療所が開院* <sup>7</sup>
3月	1F構内の管理対象区域の区域区分の変更(全面マスク不要・一般作業服で作業可能なエリア(G zone)等)が設定される)* <sup>8</sup>
2017年	
3月	富岡町内にスーパーマーケット等を有する商業施設(さくらモールとみおか)開業* <sup>9</sup>
2018年	
4月	富岡町内にふたば医療センター附属病院(二次救急)が開院* <sup>10</sup>

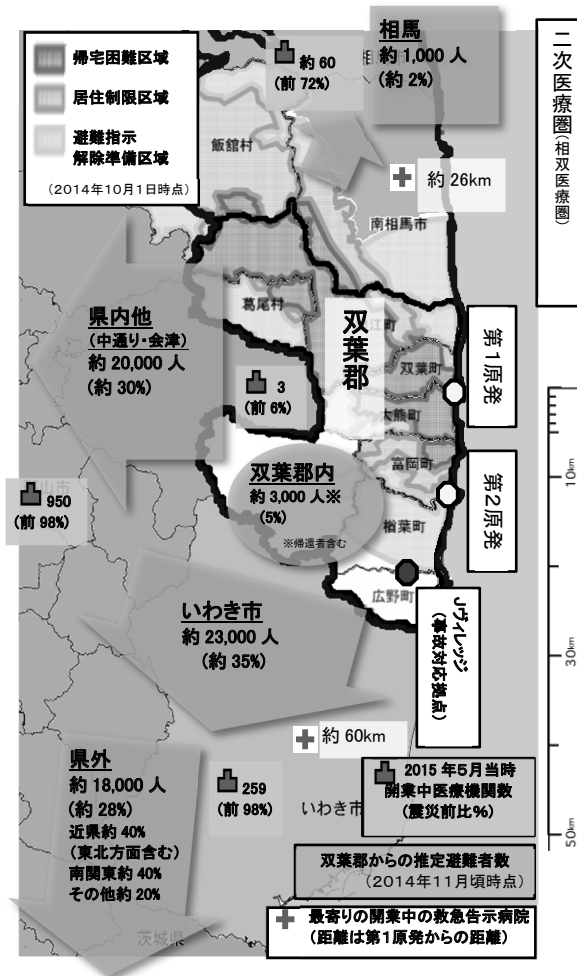


図 1. 主な地理的關係及び住民避難、医療機関の状況\*<sup>11</sup>

## C. 研究結果

【表1】に主な時系列（2011年3月11日から2018年4月まで）を、【図1】に主な地理的關係及び住民避難、医療機関の状況を示す。

聞き取り調査対象となった会社は主研究の対象となる緊急作業従事者に該当する者を数十名から数百名程度有していた（東電は数千名）。なお、それらの会社の下請けとなる会社の緊急作業従事者を含めると千名を超す会社もある。また各社が請け負っていた作業内容は原子炉の事故対応作業に限らず、1F内の土木整備工事、建物の建設、各建物内の除染・整備管理、電気工事、港湾の整備、汚染水対策設備設置及びその管理、放射線調査・管理等多岐にわたった。

東電社員は、震災前から1F内の作業に当たっていた者は、震災直後より緊急作業に従事しない、あるいは健康管理上従事できない者を除いて緊急作業に従事することとなった。また、東電の他の店所より応援で緊急作業に従事することとなった者もいる。

震災前から1F内の作業にあたっていた東電以外の会社（協力企業）は震災直後も引き続き1F内の作業に従事したところも多いが、管理職や当番の者、作業志願者など一部の者を除いて多くの者は一旦避難・帰宅した。2011年3月下旬頃より作業の発注が多くなり、それ以降徐々に震災前の就業人員に戻っていったが、震災・事故による遠方避難等をきっかけに退職する者も少なくはなかったという。

一方、震災前には1F内の作業を常には行っていなかった会社は、震災直後の原発事故拡大防止のための緊急作業により新たに1F内の作業に従事した者が少数いた他は、同年春頃から作業の発注に基づき現場の調査等に少人数が入り、受注後にその作業に必要な人員がまとまって1Fに入るようになった。

なお、たとえ1Fでの就労希望があっても独身者や若年者は1Fに入域させない、あるいは低線量の作業に限るなどとした会社もあった。

以下に文献調査、聞き取り調査、質問文書調査の結果をまとめて、①就労施設（事務所・休憩所等）、②食生活、③休養（宿泊所）に関す

る事、④就業時間・就労期間、⑤作業管理・作業環境管理に関する事（保護具等）、⑥衣類・日用品、通信、交通手段等に関する事、⑦健康管理、⑧その他の社会的背景（家庭環境等）の各項目ごとに報告する。

### ■①就労施設（事務所・休憩所等）

震災直後より1F内の事務所設備の多くは地震・津波の影響で通常の業務が行える状態ではなくなった。また、原子力緊急事態となって以降は、各現場作業員、各原子炉を管理する施設にいる者以外は、作業中止・避難の帰宅（避難）等するか、免震重要棟（以下、「免震棟」）に移動し、待機・執務した。

免震棟内では全面マスク等を外すことが可能で、事務作業等も行われていた。

その後、避難指示区域（1Fから20km圏内（2011年3月12日発令時点。以後徐々に解除））境界に位置していたJVで1Fの入退域管理がされるようになり、作業員は、各社事務所で集合してから乗り合いでJVに向かうか、直接JVに集合して、同場所で保護具等を装着し、バス等に乗り合い1Fに往復するようになった。

1F入域後、免震棟で会議や執務、待機等を行う者もいたが、JV出発から保護具を外すことなく、1F内で作業を行い、そのままJVに戻るといった作業形態の者も少なからずいた。

とくに震災直後は、1F内で作業するにあたっては、原子炉の事故の再燃だけでなく、大地震や大津波の再発に対する不安もあったようである。

1F内では震災当初は休憩・待機等も免震棟しか利用できず、免震棟の廊下まで人で溢れかえる状況だった。その後、2011年5月頃から休憩所等が徐々に整備・増設され、所により各社専用の職員の集合・待機地点として利用できるようになっていった。2011年夏前頃には、既存の1F内の建物の一部でも、利用が見込めるものについては補修、整備が進み利用可能となったものもある。

その後2014年に1Fに新事務棟が設置され（2016年にはさらに新事務本館も設置された）、

1Fに関する東京電力の職員の多くはそれら建物に移った（それまでは東電の1Fに関する主な事務作業は2F内（一部JV内）で行われていた）が、震災前のように1Fの協力企業の多くが所内を拠点とするような状況には2019年2月時点でもなっていなかった。

一方、協力企業の各社が事務を行う場所としては、震災直後から作業に関わっていた会社はまず主にいわき市内に新たに仮事務所を構えた。仮事務所はもともと自社や関連会社所有の施設、また作業者の宿泊にも利用した旅館等宿泊施設の一部や急きょ確保した貸事務所・貸家等だった。

当初からJVの一角を事務所として利用できた会社もあったが、スペースが十分確保できず集合場所程度に廊下等を利用していた会社もあった。

2011年夏・秋頃には、より1Fに近い地域（いわき市北部や広野町）に事務所を新たに借りて移動したり、土地を借りてプレハブで宿泊所兼事務所を建設する会社もあった。

震災から数年後からは避難区域の縮小に伴い、2018年2月現在までには1Fを有する双葉郡内（楡葉町や富岡町、大熊町内）に事務所を移した会社もあった。

なお、各社の事務所となった施設には職員等が利用するのに十分な駐車スペースがないところも多く、駐車場を増設したり、別の場所に駐車場を借り、そこからバスで集まって移動したりしているところもあった。2018年2月現在も1Fに直接車で入構できるのは業務上認められた限られた数の車だけであり、さらに管理対象区域内に入域する車両に関しては退域時に汚染検査を受ける必要があった。

## ■②食生活

震災当初、免震棟においては東京電力の備蓄食料等の無料提供に頼っていた（なお、JVでも飲食物の無料提供があった）。会社によっては東京等の本社等から日々必要物資とともに食料品も送ってもらっていたが、そのような物資確保手段を持たず、十分確保できなかった会社もあるようである。

宿泊施設においても、当初は食料品の確保のため社員が遠方まで買い出しに行くこともあったようである。

2011年4月頃からは一般の給食会社等も営業するようになり、以降徐々に弁当など食事はある程度確保できるようになったようである。ただし、1Fから事務所や宿泊所が遠方の為、食事が早朝になったり、JV出発から帰着まで保護具を外すことのできない作業者はJV帰着まで飲食はできない等、不便な状況は続いた。

その後、2011年夏頃には1F内に設置された休憩所等で水分やパンなどの飲食物が確保できるようになった。同年9月には非常用備蓄品の無料提供は終了した。

なお、震災後1F内で弁当による配食が供給されるようになったのは2011年9月中旬頃からであった。さらに、食堂が設置され、食堂で食事提供がされるようになったのは2015年以降である。

## ■③休養（宿泊所）に関する事

震災当初は帰宅できた者以外は免震棟内で過ごすか、JVの建物内（廊下等を含む）や2F等で過ごしていた（他に自社バス・自家用車内で待機した者もいたようである）。それ以外は「①就労施設（事務所・休憩所等）」で示した施設と同様に、主にいわき市内の旅館等の宿泊施設（平、湯本、小名浜地域が多い）や自社施設等で寝泊まりした。特に人数の多い会社では宿泊施設の確保は困難で、点在する複数の宿泊施設を借りるところもあった。また、アパートや学生寮を借りて会社の寮とし、会社で管理するところもあった。

宿泊施設でも当初は1人1部屋を確保することが困難で、旅館等で1部屋5～6人の相部屋をせざるを得なかったところもある。相部屋となると、それぞれに就業時間や生活習慣の差があるために休養に支障が出ることもあったようである。

2011年夏頃には長期の工事等の作業が見込まれる会社などで、広野町内などにプレハブで仮設の宿舎（事務所を併設するところもある）を建設する会社もあった。なお、東京電力は

2011年7月よりJV内のプレハブ宿舎の供用を開始した。

プレハブの宿舎では1人1部屋が確保しやすくなったが、防音などが十分でない建物では相部屋ほどではないものの相部屋と同じような問題を生じたこともあったようである。また、そういった仮設宿泊所・事務所を設けようとしても地権者が避難していたりして交渉に時間がかかったり、法規制の為事務所等への転用が難しい場合などもあり、用地の確保にも困難が伴った。

なお、そのような宿泊所については、自社の下請けの会社も共同して使用しているケースと、自社社員専用としているケースどちらもあり、時期によってもそれが変化しているところもあるようである。

2016年頃からは双葉郡内に新たに寮となる(仮設ではない)アパートを建設している会社もある。

一方、地元出身者には、もともと避難区域外に居住し、震災後もそこから出勤していた者もいるが、震災・1F事故後の避難により他の住民同様、避難所、避難住宅等に移り、そこから出勤していた者も多かった。また、郡山市など遠方地域にまで家族を伴い避難した者等は、出勤日は会社の用意した宿泊施設に泊まり、休日に避難地に帰る、という単身赴任の生活形態になった者もいた。

なお、避難区域は地域によって順次避難解除されてきており、2019年2月現在では旧避難区域内(楡葉町など)の震災前からあった自宅などに戻った者もいる。

#### ■④就労時間・就業期間

震災・事故当初は帰宅もままならずいつ寝ていたかもわからない状況だったようである。その後も緊急の作業が続き、作業計画等の為深夜まで会議を行ったりすることも多かったようである。

2011年3月末頃からは個々人での線量管理が行えるようになり、作業中被ばくする線量の計画もある程度たてられるようになったようで、法令の規制に加え、年間累積被ばく線量最

大20mSvなど各社が設定した基準線量(以下、「各社設定線量基準」)を越さないように作業時間は設定された。このため、被ばく線量が低い作業環境における作業では1日6~8時間あるいはそれ以上、という作業もあったが、比較的被ばく線量が高い作業では1日の被ばく線量を抑えるため、ごく短時間での作業となった者もいた(何名かで高線量下での作業と低線量下での作業(待機等を含む)を交代して行うなどしていた)。

施設の管理など24時間の勤務が必要な作業では交代勤務が行われていたが、JVや自社事務所等の往復に数時間を要する為、例えば3交代勤務では1F構内で勤務する8時間に加えて数時間の就労時間が必要となっていた。

また、1日にまとめて、また迅速に作業を進める必要があるものでは早番、遅番などの交代(シフト)勤務体制を作っているものもあった。

夏場は熱中症対策の為、勤務開始時間を早めたり、日中作業を短縮あるいは中止したりしたものもあった。また、早朝に1Fに到着する為に、宿泊所出発が3~4時台になる者もいた。

また、作業の計画や管理等を行う者は、日中は現場に行き、事務所に帰ってから事務作業を行うため、長時間残業になりやすかった。

また、例えばいわき市内の事務所からJVの移動に加えJVから1Fまでの移動は平時でも合わせて1時間を超す時間を要する距離であり、通勤には移動だけで相当な時間がかかった。震災当初は道路が壊れている場所も多く、しばらくしてからは作業車両の集中で渋滞が悪化したため、通勤時間はさらに長かったと思われる。

また移動に用いられる車も限られていたため、作業者が集まって移動する必要があり、その待機等にも時間を要したりした。

就労期間については、常勤となっていた者の他は、各社が請け負った工事期間の間のみ1Fの作業に従事した者、法令や各社設定線量基準に達するまで1Fの作業に従事した者などがいた。その為、比較的線量の高い作業に従事した者は従事期間が短い者も少なくないようである。会社によっては、数日間、数週間、あるいは



は数か月間というように1Fの作業期間をあらかじめ設定されて一定期間1Fに就労に赴くようなどころもあった（その一方で、各社の管理職や長期間の作業や連続して複数の作業を受注した会社の社員では赴任期間が長期になっている者もいる）。

なお、比較的線量の高い作業に従事する者が短期間の雇用とならないよう、高線量の作業と低線量の作業を組み合わせる長期雇用を確保したり、全国に支社や協力会社がある会社では、全国的に応援（出張）を要請し、1Fの作業に従事してもらっていたようである。そのような応援者は当初は管理職などが多かったようだが、就労生活体制が用意でき、また1F及び作業の状況説明がある程度安定的にできるようになるに従い、非管理職の社員も対象となっていたようである。とはいえ、中には1Fで作業することを十分伝えられずに福島に出張となった者も一部いたようである。

震災前から1Fに関する仕事に従事していた地元の者では、待機指示や避難等の為しばらく出勤のなかった者も少なくなかったが、多くは1年以内に1Fの作業に従事するようになっていく。

なお、常勤者で法令の限度や各社設定線量基準に近い者或いは越した者については、他の店所に異動になったり、1F構外での作業に従事することとなったりしたようである。

なお、震災前から1Fでの作業に従事していた（とくに、1F内に事務所を有するような）会社の社員には震災直後から少なからず1Fの作業に継続して従事する者がいたが、そうでない会社の社員が1Fに入域するのは当然その会社が1Fにおける工事を受注して以降になる（ただし、受注前に視察等で1Fに入域していることもある）。そのような工事の多くが開始されるのは2011年4月以降である。

#### ■⑤作業管理・作業環境管理に関する事（保護具等）

震災当初は線量を管理するAPD（警報付きポケット線量計）などの物品が十分確保できず、また作業の緊急性や事故状況の急変によりやむ

を得ず100 mSv以上の被ばくとなった者も多かったようである。

2011年4月に入る頃には物品が確保されたようで個人の線量がある程度日々確認できるようになった。その後は法令や各社設定線量基準が順守できるように作業時間・作業期間などが設定されるようになったが、そのために多くの人員確保が必要になった。

2013年6月に1F入退域管理施設ができる前までは、主にJVで1Fの入退域管理が行われるとともに、保護具もJVで配布されていた。また、1F免震棟や構内の休憩所でも保護具は調達可能であったようである。

このほかに、リアルタイムに累積被ばく線量をモニタできるよう独自に線量モニタを用意した会社もあった。

なお、海から1Fに入域する場合には、放射線管理員が同乗し、基準地点を決めて保護具着脱及び汚染サーベイを実施していた。

1Fの新規入構者には作業教育等が実施されていたが、はじめて放射線ばく露作業に従事するということもあり、使用目的・使用方法等を十分理解できず、汚染、内部被ばく等を起こした事例が散見されている。

また、会社によっては、原子力発電所等放射線管理を要する作業環境での作業がはじめてという会社も少なからずあり、放射線管理に不安を感じる会社もあった。

また、全身保護具下で長時間作業を行う必要があった為、夏場は熱中症対策が必要となった。2011年夏の時点で休憩所の設置及び休憩所内に水分塩分補給のためのドリンクや、クールベストの氷などが用意されるようになったが、十分な数が確保できず各社でもクールベストや冷却材等が準備された。しかし、それでもなお熱中症のリスクは高かったため、作業時間帯を早朝にうつす、作業時間を短くするなどの対応が必要となったようである。

#### ■⑥衣類・日用品、通信、交通手段等に関する事

当初、免震棟やJVでは従来防護服等（いわゆるタイベックスーツ等）の下に着るための下

着が配布されており、その下着に新品の保護服を着用して生活している者も多かった。

各会社の用意した宿泊所で生活する者に対しては、東京など遠方の同社支店・本店からの物資輸送に合わせて生活物資等も送ってもらっていた会社も少なからずあったが、そういった物資輸送のない会社等では現地調達となった会社もあった。

2011年5月頃には地域の商店の営業・物資も回復してきたため、それ以降は日用品に関して目立った不足は減少してきたようである。ただし、宿泊所がいわき市の市街地に近いところはまだしも、避難区域近くに宿泊所を設けた会社では周囲に商店がないところも多く、そういったところの宿泊者は時間を設けていわき市内等まで車で買い出しに行く必要があった。

なお、震災の影響で1Fにおいて携帯電話が不通となったため、免震棟にあったインターネット設備、電話設備を除き、外部との連絡は制限され、家族との連絡等自由な電話連絡は震災当初から当面の間できなくなっていたようである。

また、移動に供する車及びガソリンの確保が、特に震災直後は非常に困難で、緊急作業車でも県外まで行って給油していたこともあった。また車が放射性物質により汚染される恐れがあるため、1F構内用、JVから1Fまでの移動用、JVから宿泊所・事務所等までの移動用の車がそれぞれ必要となり、他地域に支店のある会社はそれらから車を借りたり譲ってもらったりしていたが、それでも不足していることがあったという。

一般にも震災の為車を失ったり、新たに求める人も多かったため、必要十分な車両確保には時間がかかったという。

#### ■⑦健康管理

震災前から1F内に事業所を有していた会社の多くは震災前は産業医を地元の開業医等と契約していたようで、また1F内の事業所に専任の看護師・保健師等を有する会社もほとんどなかった。震災後、地元の開業医等も遠方に避難した例が多かったため、健康管理等の相談が難

しくなったところも多かった。

また、わが国において1Fの事故ほどの放射線関連事故は未経験であったため、ヨウ素剤配布・内服等をはじめとして、様々な放射線に対する健康管理対策について明確な基準・行動指針がなかったようであり、混乱があったようである。

地震・津波等の震災被害による全国的な混乱がある程度落ち着いてからは、各社の本社等に専任の産業医を有する会社の中にはその産業医が定期的に現地事務所等に訪問したり、健診結果を判定し、電話で指導を行ったりしたところもあった。

また、健康診断は、震災前から労働衛生機関がバス等で事業所に出張し行ってきた会社はその出張健診を継続して実施した会社もあったが、健診会場が確保できず、健診時のみ他の事業所のスペースを借りた例もあったようである。とくに、電離健康診断は震災当初実施できる医療機関が限られており、遠方（いわき市内）の医療機関まで行く必要があった。さらには、2011年には臨時健康診断の頻回の実施指示があったため、その準備・実施には困難を伴ったようである。

次第にいわき市内で健康診断を実施する医療機関も増え、宿泊地の近くの医療機関等で健診を受診する者が増えた。2011年8月にJVに近い広野町の馬場医院が再開されて以降はそこで健診を受ける者も次第に多くなった。

遠方から出張して応援に行く者には、あらかじめ地元で健診等をうけてくるように指示のある会社も複数あった。そういった会社では、その健診結果について産業医の判定を行ったり、健康状態に問題のある者などは出張前にあらかじめ受診するように指示したり、出張の取りやめなども検討されたようである。

また、会社によっては、法令による健診以外にも、独自に健康に関する不安等を聞くためのアンケートを実施し、それに基づいて相談会を開くなどの対応を行ったところもあった。

内部被ばくを評価するためのWBC（ホールボディーカウンター）は震災直後は十分確保が

できなかったため、他地域の原子力発電所（新潟県柏崎や茨城県東海など）に行き受検したこともあったという。

なお、所内事故・傷病者に対する救急対応に関しては2011年4月に日本救急医学会等の協力でJVにある診療所設備に傷病者対応拠点ができ、同年5月後半より産業医科大学や労災病院等の医師が免震棟に常駐し、同年7月からは1F5・6号機サービス建屋内に救急医が24時間体制で常駐するようになった（2013年6月に入退域管理施設が設置され、同施設に救急対応拠点は移設された。同じ頃、JVの診療所機能は廃止された。）

#### ■⑧その他の社会的背景（家庭環境等）

震災前から1Fの運転・管理等を継続的に請け負ってきた会社では地元採用者が多数存在したのに対し、震災後新たに作業を請け負った会社では、福島を管轄する地域の本社（主に東京や仙台）や原子力発電所を主に対応する支店の者を中心とした出張者が大半を占めていた。

また、「④就労期間・就業時間」等で示した通り、一人当たりの線量低減の為に多くの人員を要した作業を請け負った会社では、その会社の全国の支店及びその協力会社等を通じて全国から集まった。

中には、専門的な工事を行うような会社で、各工期により全国を移動し、その期間中現地での単身赴任生活を送るのが日常的な会社もあり、そういった会社では、1Fでの作業もその一環という捉え方をされているところもあった。

地元採用者の場合、作業員でありかつ被災者で避難者であるという背景になることも多く、就業・生活に関し複雑な感情を抱く例も多い。また、家族が遠方に避難する為、初めて単身赴任生活となったり、家族との生活の維持や介護等の為に遠方に移住する為、やむを得ず退職する者も少なくなかった。また、震災前は兼業農家であった者や地元の様々な活動等、就業外の繋がりや生活の要素も多くあった者がそれらを失ったことによる生活の変化が、運動不足等の形で健康に影響を与えている者もいる。

#### ■（令和元年度研究）学歴と臨床調査結果との関係性について

質問票回答結果から5,686名の有効な学歴回答が得られた。その回答と、年代構成について【表3-1】及び【図2-1】に示す。なお、合計値には無効な学歴回答者の数も含んでいる。高卒、短大高専卒、大卒は類似の年齢構成であるが、専門卒、院卒とはピークとなる年代に差があり、また中卒はM字様の分布となった。

また、各年代毎に見た学歴構成について【表3-2】及び【図2-2】に示した。30代から60代にかけて院卒が減少、大卒が増加傾向にみられた。一方で、20代では多くが高卒が占め（74.6%）、70代では中卒の占める割合が他に比べてかなり多かった（36.8%）（参考：40代は6.5%）。

各学歴及び年代別の生活習慣と主な緊急作業従事内容について【表4】に示す。平均睡眠時間は中卒ほどやや長く、年代別では40代を最小として低年齢・高年齢になるほど増加していた。喫煙習慣は、中卒者ほど喫煙者の割合が多く、非喫煙者の割合が少なかった。年代別では低年代ほど非喫煙者の割合が多いが喫煙者の割合も多く、高年代になるほど禁煙者の割合が増加した。飲酒習慣は、中卒者ほど飲まない者の割合が少なく、多量常飲の割合が多かった。年代別では、低年代ほど飲まない者の割合が多かった。

各学歴と年代別臨床検査結果・既往歴の関係を【表5】に示す（SBPのみ。他は略）。SBPは30代、40代、50代、60代全てで学歴分類に有意な差を認めたが、WBC、HbA1c、大血管障害の既往者の割合、高血圧の治療中者の割合は全年代では有意差を認めなかった。また、全体ではSBPについて中卒と高卒、高卒と大卒、大卒と院卒すべてで有意差を認めたが、各年代ではすべてで有意差を認めたものはなかった。

#### ■（令和2年度研究）避難生活と緊急作業従事に関する質問について

避難に関する項目（質問Ⅷ(1)～(3)）の結果については、【表6-1】、【表6-2】に示す。質

問票Ⅷ(1)の避難生活の有無に関する質問は、本受検者のうち97%(371名)から回答が得られた。避難生活を経験した者は本受検者全体の20%であり、うち65%の者が半年以上の長期避難を経験したと回答した。半年程度までの避難をしたと答えた者の多くは現在は元の地域に戻って生活しているようだが、半年以上の長期避難をしたと答えた者では元の地域に戻っているのはそのうち27%で、別の地域に移り帰還予定のない者が60%を占めた。

【表7-1】に質問票Ⅸ(4)の雇用形態に関する設問の回答結果を示す。3%の者が無効回答であった。全体の76%が無期雇用で最頻であり、他の項目はいずれも全体の10%を下回った。【表7-2】には同設問の回答(1. 無期雇用と2. 有期雇用：契約期間1年以上を「無期相当(1,2)」、3. 有期雇用：契約期間1ヶ月以上1年未満と4. 有期雇用：契約期間1ヶ月未満を「有期(3,4)」、5. 経営者と6. 個人事業主とその他を「その他(5,6,7)」としてまとめて示す。以下同じ)を年齢区分(10歳毎)毎にその割合を示した。30代から60代はほぼ同様の傾向(無期相当(1,2)が8~9割)を示したが、70代のみ異なる傾向を示した(無期相当(1,2)：54%、有期(3,4)：31%、その他(5,6,7)：14%)

【表8-1】には質問票Ⅸ(5)の専門職性に関する回答結果を示した(「1. 専門的な知識や高度な技術・技能を要する職務」の回答の者を「専門職」、「2. 上記1に該当しない職務」の回答の者を「非専門職」として示す。以下同じ)。また、【表8-2】には、同回答と質問票Ⅸ(4)の回答結果との関係性を示した。雇用形態の差による専門職性の差は明確ではなかった。

【表9-1】には質問票Ⅸ(8)の当時年収に関する回答結果を示した。回答は本受検者のうち95%(365名)から得られた。いずれの区分も割合は2割前後であった。【表9-2】には当時年収と年齢区分の関係性を示した。年齢区分が上がるごとに年収は高くなる傾向にあるが、70代のみは30代よりも低い年収区分に該当する者が多かった。

【表9-3】には、当時年収と雇用形態に関する

回答結果との関係性を示した。無期相当(1,2)の方が有期(3,4)よりも高い年収区分の割合が高かった。

【表9-4】には、当時年収と専門職性に関する回答結果との関係性を示した。専門職の方が、非専門職よりも高い年収区分の割合が高かった。

【表9-5】には、当時年収と喫煙習慣との関係性を示した。現在喫煙者は年収が600万円未満の群では40%前後であるのに対し、600万円以上の群では20%前後であるなどの差が見られた。

#### ■ (令和3年度研究) 研究対象者の被ばく線量と 年収・避難生活の有無との関連性について

令和5年度の研究にて再検討を行っている部分については省略する。

本受検者の緊急作業時の専門職性の有無に関する設問の回答と総線量との関係を【表10】及び【図3】に示した。専門職性の有無によって総線量の区分に有意な差はみられなかった( $p=0.7615$ )。

#### ■ (令和4年度研究) 研究対象者の被ばく線量と 年収・避難生活の有無との関連性について

分析対象となる本受検者2,540名のうちの当時年齢は平均46.8歳(最小18歳、最高74歳)(健診(「縦断調査1回目」)受診時年齢は57.1歳)であった。

BMI、SBP、DBPを年代4区分毎に見た結果を【表11-1】、【表11-2】、【表11-3】、【表11-4】に示す。また、同表にそれらについて各年代4区分毎で、年収3分類別、喫煙習慣別、飲酒習慣別、運動習慣別にみた結果及びそれらについて分散分析を行った結果をあわせて示した。

BMIについては喫煙、飲酒、運動との有意な関連性を示すものもあったが、年収との有意な関連性を示した年代群はなかった。

SBPについては、高年群を除く年代群で年収との有意な関連性を示し、低年収ほど高い傾向にあった。この傾向は高年群でも5%有意水準には満たないが平均値上はみられた。喫煙については、若年群の無喫煙群が低喫煙・高喫煙群よりSBPが有意に低かったがそれ以外の年

年代群ではみられなかった。飲酒については、すべての年代群で高飲酒群がそれ以外の群より有意にSBPが高い傾向が見られた。運動については有意な関連は見られなかった。

DBPについては、年収については、中前群では低収入群ほど有意に高い傾向が見られたが、それ以外の群では有意なものはなかった。喫煙については有意なものはなかった。飲酒については、すべての年代群で高飲酒群ほどDBPが有意に高い傾向が見られた。運動については、中前群でのみ運動有群の方が運動無群より有意にDBPが低い傾向が見られた。

年齢4分類毎の飲酒習慣毎に層別化した場合の避難経験とSBPの関係について【表12】に示す。分散分析の結果、中前群の低飲酒群では高収入群ほどSBPが低い傾向にある有意な関連性を示したが、それ以外の層では有意な関連性を示したものはなかった。

避難経験について、当時年齢を10歳毎に区切った場合の避難経験別の人数は【表13】に示す。いずれの年代でも長期避難者（移住群と帰還群）は計2割程度であるが、60代以上では移住群と帰還群が同程度（9.8% vs 9.4%（各年代全体に対する%））であったのに対し、それ以外の年齢では、帰還群が少なかった（8.3-15.7% vs 2.1-2.8%（同））。

また、避難経験別の喫煙、飲酒、運動習慣別の人数を【表14】に示す。避難経験は喫煙、飲酒、運動習慣別と有意な差はみられなかった。

避難経験別にみたBMI、SBP、DBPについては【表15】に示す。SBP、DBPについては、帰還群が非避難・移住群に対して有意に高い傾向が見られた。

年齢4分類毎の飲酒習慣毎に層別化した場合の避難経験とSBPの関係について【表16】に示す。分散分析の結果、各層で有意な関連をみるものはなかった。

■ （令和5年度研究） 究対象者の緊急作業従事による被ばく総線量およびその記録期間と緊急作業当時年収・避難生活経験との関連性について

開始月と総線量3分類との関係性を【表17】

及び【図4-1】に示す。開始月が最も多いのは3月で、以降減少がみられた。

いずれの開始月でも最も多いのは低線量のものだが、中線量、高線量の者は開始月が遅くなるほど減少し、5月以降は高線量の者はわずかで、中線量の者も8月以降開始者はわずかであった。

開始月と期間2分類したものの関係性を同【表17】及び【図4-2】に示す。開始月が3月・4月までは、長期登録に該当する者が過半数であったが、5月以降は40%未満に減少した。

期間2分類及び総線量3分類を組み合わせると6分類としたもの（以下、「パターン分類」と呼ぶ（「短期登録低線量」、「長期登録低線量」、「短期登録中線量」、「長期登録中線量」、「短期登録高線量」、「長期登録高線量」の6分類。図表ではそれぞれ「短低」、「長低」、「短中」、「長中」、「短高」、「長高」と略しても示す））と、開始月との関係性を【表18】及び【図5】に示す。短期登録高線量の者は3月開始者がほとんどで、長期登録高線量の者も多くが3月開始者で、6月以降はわずかであった。中線量でも同様の傾向であり、短期登録・長期登録共に8月以降はわずかであった。低線量については、3月より多い開始月の者もあり（短期登録では5月、長期登録では、4～5月）、短期登録低線量については8月以降やや少なくなり、長期登録高線量については、9月以降は稀であった。

パターン分類毎の年齢構成について、【表19】及び【図6】に示す。長期登録低線量の者が若干年齢層の高い者が多く、長期登録高線量の者が若干年齢層が低い者が多いように思われた（全パターン分類の平均年齢による分散分析：F値 6.049、 $R^2=0.0086$ 、 $p<.0001$ ）。

パターン分類と、月平均線量との関係性を【表20】に示す。短期登録者の月平均被ばく線量は様々だが、長期登録高線量では20 mSv未満の者がほとんどで40 mSv/月を越すものはおらず、長期登録中線量では10 mSv/月未満の者がほとんどで、20 mSv/月を越す者はいなかった。

パターン分類と、避難経験への質問への回答

との関係を【表 21】及び【図 7-1】に示す。短期登録者・長期登録者いずれも避難経験者は高線量の者ほど多く、とくに長期登録者では高線量・中線量の者では避難者が過半数であった。

パターン分類と、当時年収への回答との関係を同【表 21】及び【図 7-2】に示す。登録期間の長短では大きな差はみられないが、高線量の者はやや高収入の者が多いように思われた。

パターン分類と、当時所属への回答との関係を同【表 21】及び【図 7-3】に示す。長期登録高線量・中線量の者は、東電の所属者がとくに多かった。

当時所属と平均年齢及び年齢構成、当時年収、避難経験との関係について、【表 22】及び【図 8-1、8-2、8-3】に示す。東電の所属者は他の所属者と比べるとやや若年者が多いように思われた。年収は、東電の所属者・元請の所属者が、下請の所属者に比べて高い傾向が見られた。避難経験は、東電・元請・下請の所属者で大きな差は見られなかった。

パターン分類毎の収縮期血圧の平均値について【表 23】に示す。パターン分類毎での収縮期血圧に有意な差は認められなかった（分散分析、F 値 1.301、 $R^2=0.0019$ 、 $p=0.2603$ ）。降圧薬内服の者とそうでない者に分けて検討しても、有意な差は認められなかった（分散分析、降圧薬内服なしの者：F 値 1.733、 $R^2=0.0037$ 、 $p=0.1236$ 、降圧薬内服ありの者：F 値 1.410、 $R^2=0.0063$ 、 $p=0.2178$ ）。

#### D. 考察

緊急作業従事者の就労・生活背景等について、報道や視察報告などの定点的な状況報告や、作業体験記、東京電力の報告等からは、その就労・生活背景等は一般の就労者との差異が明らかであり、また震災被災者としても同様とは言えない者が少なからず含まれていると考えられ、心身に影響する可能性がある程度あると思われるものもあり、健康影響調査において無視できない因子であると思われた。

さらに主に平成 28 年度に実施した会社への聞き取り調査により社会的因子の内容が確認、

かつ具体化できた。

ただし、震災から 45 年以上を経て実施された聞き取り調査に基づくものであり、かつ各会社担当者の記憶や記録に基づく内容で、さらにはそれを研究者が聴取したものを整理・統合したものを報告しているのものであるので、その正確性や具体性には限界がある。また、各会社により 1F の作業に従事する時期も内容も違うので、緊急作業者の就労・生活背景等について一様に評価することは困難である。

しかし、本研究はこれらの情報から緊急作業従事者の就労・生活実態の概要を理解し、本研究の交絡因子の調整方法の検討、また健康診断の事後指導に役立てることが目的であるので、本研究の調査結果はその目的においてはある程度の妥当性を確保できているものと考えている。また、就労・生活背景等について一様な評価が適さないということも健康影響の評価上必要な視点と考える。

これらの調査から、就労・生活状態という観点からは、その健康影響について時期的・就労時間や期間のパターンの・就労者の出自的・現在の就労状況的にいくつか分類されると考えられた。そのため、本研究の平成 30 年度まで調査結果から、そのそれぞれ（【1】時期的分類、【2】就労パターン分類、【3】出自分類、【4】就労状況分類）について、以下でその分類の案とその理由について検討した内容を示す。

#### <【1】時期的分類>

- |                            |
|----------------------------|
| ①超緊急作業期（2011 年 3 月頃）       |
| ②作業環境準備期（2011 年 4 月頃～6 月頃） |
| ③緊急作業後期（2011 年 7 月頃～10 月）  |
| ④廃炉作業期（2011 年 11 月～現在）     |

①の時期は原発事故の抑止・軽減の為の作業を最優先に実施する為、作業・作業環境・健康管理上の問題を十分顧みることができない危機的状況下であったと考えられる。事故直後ということもあり、1F に勤務すること自体が高線量被ばくの危険性があるが、危機的状況下における生体反応下にあったと思われ、多くの過労・生活の不便があったと思われるが作業員自身

でも感知していないことも多いようである。

②の時期は応急的に構築された就業・生活環境の中で、その後継続的な原発事故対応業務を実施する為の作業計画・環境計画を行った時期である。ある程度の線量管理が経時的に実施されるようになっていたと思われるので高線量といっても被ばくのレベルは一定以下に抑えられていると考えられる。また、ある程度作業の見通しがつくようになる頃であるが、同時に応急的な就労・生活環境下では疲労も限界に近づいている時期と思われる。しかし外部からの応援者（出張者）の介入が本格化し、また地域の震災の影響からの復旧も進み、就労・生活環境にも目が向くようになり、その後に向けた整備計画が行われるようになっていった時期でもあった。

①と②の時期の線引きは、2011年4月には作業員各個人に線量計がいきわたり、また食事も1日3食できるようになったという報道がある<sup>\*12</sup> こともあり、3月/4月頃を境界と考えるのが適当と判断した。

③の時期は②の時期を過ぎ、緊急作業を終了するまでの時期である。この時期にはある程度計画的な作業や人員配置が実施されてきているので、被ばくする線量をあらかじめ予測された中で作業が実施できていると思われる。また就労生活に不便さは残るが最低限の就業環境が用意され、安定して行えるようになってきていたと思われる。

②と③の時期の線引きは、2011年6月までに多くの1F内休憩場が整備され、5/6号サービス建屋に救急医療室が同年7月1日から開設し、東京電力の社員が主に利用するプレハブ寮が7月より供用開始されるなど就労・生活面での体制がかなり整ってきたと思われるため、同年6月/7月頃が境界として適当と判断した。

④の時期については、特例省令<sup>\*13</sup> が2011年11月1日に改正された時点から先は、新たに1F内の作業を始める者には原則被ばく限度が250mSvとされる緊急作業の適応外となったため、緊急的に個人が高線量被ばくすることがやむを得ない作業は一般には行われなくなったと考えられるので、就労・生活状態に基づく

時期的分類としては緊急作業の終局を同年10月とし、それ以降と便宜上区別した。

なお、これらの情報は主研究における調査対象者の緊急作業当時の放射線被ばくデータ（以下、「線量データ」）からある程度把握・評価できると思われるので調査対象者に改めて質問する必要性はないと考えた。

この<【1】時期的分類>の分類方法について、令和5年度の調査結果（【表17】、【表18】、【図4-1】、【図4-2】、【図5】等参照）でみると、確かに超緊急作業期（2011年3月頃）はそれ以降に比べ長期登録高線量の者が多いなどの特徴がみられる。②作業環境準備期から③緊急作業後期の変化は、登録期間上は2011年4月以降徐々に移行していつているように見え、とくに2011年8月と9月で長期登録者はかなり減少がみられ、両期の境界はその辺りと判断するのが適当と思われる。なお、同調査は、線量の記録期間のデータを参照しているため、実際の従事期間（1F現場で実際に就労した期間）とはある程度時間差があるものと思われるため、この【1】時期的分類は、分析データ上もある程度妥当性のある分類と考えてよいと思われた。

#### <【2】就労パターン分類>

- ①長期就労・長期低線量パターン
- ②長期就労・一時高線量パターン
- ③短期就労・予定期間パターン
- ④短期就労・線量限度パターン

（ここでいう「就労」とは、1Fにおける就労を意味する。）

長期就労を前提とする場合、法令及び会社独自線量基準に適合するように被ばく線量を管理されるため、①日常の被ばく線量を低く抑えられる業務に従事するか、②一時的に比較的高線量作業を行い、それ以外の期間はかわりに低線量作業に行く（あるいは1F以外の作業へ異動）というパターンに分けられると考えられた。また普段は作業現場に入らず、監督等の必要がある時のみ短時間1Fに入域する高線量作業の現場責任者等もいたが、これも②のパターンとなる。

一方、短期就労を前提とする者も緊急作業中に多くいたと思われ、そもそもその就労者を採用している会社の請け負った仕事の工期期間や、予定された契約期間（あるいは出張命令期間）だけの就労を行うのが通常と思われるが、本研究の対象となる作業員の中には、比較的高線量法令及び会社独自基準の線量限度まで就労して離職するというパターンもあったようである。その為、特に線量限度を意識しないものを③予定期間パターンとし、線量限度を意識したものを④線量限度パターンとして分類した。

この分類については、その被ばくパターンや被ばく総量については各調査対象者の被ばく線量のデータから分類できるものであるため、その分類そのものを質問する必要性はないと考える。しかし、本研究の調査結果からは、震災直後の対応者は別として、長期雇用者（いわゆる正規雇用者）では長期雇用を前提として長期計画的に制限線量を越さないように配慮されていることが多いと考えられるのに対し、短期雇用者（いわゆる非正規雇用者）は最初から1回あたりの被ばく量が高い作業が予定されている者が多いように思われた。そのため、短期間・高線量曝露のパターンとなる者に短期雇用者が多いことが予想された。短期雇用者と長期雇用者との間は所得の差が大きく、また、そのような雇用形態の別によって健康状態に差があらわれているとする報告も複数あることから、線量ばく露パターンをふまえた健康影響評価を行うにおいて、短期間・高線量曝露パターンの者の評価が雇用（所得）の差による健康影響との交絡性が出現する可能性がある。ゆえに、この雇用形態についての確認も必要であると考えた。なお、この雇用形態の違いについては上述のように緊急作業時の被ばくパターン（及び被ばく線量）に交絡性があることが最も問題であるため、雇用形態については「緊急作業当時」の雇用形態について確認することが妥当であると思われた。

また、雇用形態そのものは日本特有の制度であるため主研究の健康影響を国際的に評価する必要がある可能性を考えると、雇用形態による

分類よりも所得（額）による分類で評価した方がよいとは思いますが、緊急作業当時の所得を思い出してもらって回答させることは困難かつ当時は非常時で平時に比べて変動も大きかったと思われるし、問診票回答時点ではその者のその時点までの就労状態等（就業中か退職後か等）により所得は大きく変動してしまうと思われるため、分類方法として安定しないと考えられるため、結局は所得についての質問より、「緊急作業当時の雇用形態」の質問によって分類した方が比較的精度が高く評価できると考えた。

この＜【2】 就労パターン分類＞の分類方法について、令和5年度の調査結果から考えると、「①長期就労・長期低線量パターン」と分類される者は、「長期登録低線量、長期登録中線量」の者が該当し、「②長期就労・一時高線量パターン」と分類される者は、「長期登録高線量」の者が該当すると思われた（ただし長期登録高線量の者が比較的高線量の被ばくをしたのは、事故当初（2011年3月頃）に集中していると思われる）。「③短期就労・予定期間パターン」と「④短期就労・線量限度パターン」については、これまでの本研究の調査結果からは、明確に線量限度を意識して就労を計画されたと思われる者を分類することは困難と思われたが、一方で、多くの短期登録者は総線量が低線量に抑えられているが、事故当初の作業で比較的高線量を被ばくした者で短期に登録を解除した者が少数存在（短期登録高線量の者）するので、これは、短期登録低線量の者とは就労パターンが異なる应考虑すべきかと思われた。これらの者を「③短期就労・予定期間パターン」から分けて「④短期就労・線量限度パターン」と分類してよいと考えられたが、分類当初想定したものは多少意味が異なってくる（「線量限度を意識して就労を計画された者」ではなく、「線量限度に近くなったことから就労解除となった者」である）可能性が高いと考えられた。健康影響評価上は「③短期就労・低線量パターン」と「④短期就労・高線量パターン」と分けたほうが検討しやすいと考えられた。



### <【3】 出自分類>

- ①地元採用者
- ②単身赴任者
- ③短期就労者

①地元採用者と②単身赴任者の違いは、①地元採用者は被災・避難等の震災及び原発事故による地域的影響を受けているのに対し、②単身赴任者は主に各会社の用意する生活環境に影響を受けることにある（なお、遠方避難により①かつ②という者もいる）。

①②は雇用関係が比較的安定していると思われ、生活も安定しやすいと思われるが、一方、定まった労使関係が保たない短期の就労者は1Fの作業期間だけではなく就業内容や居住地を転々とするような生活の者も多いと思われ、その生活の差は大きいと思われたので、①②から区分する為、③短期就労者として分類した。

この分類について、①地元採用者における東日本大震災や1F事故に伴う避難生活及びその体験（以下「被災体験」）による健康影響は、福島県の「県民健康調査」\*14などの結果から長期的にも無視できないものと考えられる。『結果⑧ その他の社会的背景（家庭環境等）』で述べたように、地元採用者は震災前から1F作業に従事していた者が多いため、震災当初から緊急作業に従事した者の割合が多いと考えられ、それに伴い被ばく線量も高くなると考えられる。その為、この出自の分類は緊急作業従事による健康影響を評価するうえで交絡性を持つ可能性があると考えられるが、これまでの問診票において、震災体験等を問う設問は存在しないため、この追加が必要であると考えられる。ただ、地元採用であることと被災体験の有無は必ずしも一致せず、また「地元」という概念も一定ではなく、また現住所についても都道府県単位ではその県内でも被災体験に大きな差が出るし、同じ住所でも避難等の結果住所地が変わった結果ともともとそこに住んでいた者では被災体験に大きな差がある。そのため、出身地等出自そのものを問うよりは、震災による避難生活経験等を実際にしたかどうかを問う方が健康影響評価上はより精度が高く検討できると考

えられる。

なお、②単身赴任者であるかどうかはその単身赴任の有無及び単身赴任中とその解除後で健康状態に差が生まれることが考えられるものの、それはその単回の臨床調査時点での短期的な影響にとどまることが考えられる。また、長期的な健康影響を評価した文献は少なく、さらには過去の単身赴任経験は長期的には健康影響を示さなかったという文献\*15も散見されるので、長期的観点では交絡因子として評価する重要性は低いと考える。

なお、③の短期就労者については<【2】 就労パターン分類>で問う必要があると考えられた雇用形態に関する質問や線量データの存在期間などで把握できるものと考えられる。

### <【4】 就労状況分類>

- ①現在も就労しており週1回以上1F内での作業あり
- ②それ以外の就労者
- ③退職者

主研究における健康診断時点では既に定年退職等で就労そのものから離れている者もおり、それらの者は就労者とは異なる生活状態になっているため、それを現在も就労者である①②と区分し、③退職者と分類した。

一方、①②については、1Fに参与する仕事の継続の有無で1Fの現在の状況による影響の有無に差があると思われるので分類した。ただし、単に「1Fに関する作業あり」としてしまうと、専ら遠隔地で1Fに関する計画・立案や準備作業などに関わる者も広く含まれてしまい、そういった者は1Fの現在の状況による影響は仕事の内容上はあっても、就労・生活面への影響はほとんどないと思われるので、「週1回以上1F内での作業あり」として、定常的に1Fに参与している者のみを分類できるようにすることを考えた。なお、平成27年度（2015年度）の1F作業員では年間累積被ばく線量が20mSvを越さない者が作業員中96.7%（17598/18196名）と大半であり\*16、1F構内外での作業を分けることで1Fの就労状況とし

での分類を分けることはできないと思われるので、その分類は不要と考えた。ただし、その中でも比較的高線量（年間 20 mSv 弱程度）の被ばくがある者もいるのも確かであり、それらの者を何を基準として分類すべきかは現状の就労状況をふまえての検討を要する。

なお、この分類については、単回の主研究における臨床調査等に影響する可能性はあると考えられるが、長期的観点でみればどの者についても就業年齢を終えれば退職し生活するものであるし、現状の 1F やその他原発での就労等による追加放射線ばく露については線量データから導き出せられると思われるためこれもあえて質問の必要性はないと考えられた。

社会的因子による健康影響は上記したようなもの以外にも様々あることは知られているが、主研究が調査対象者の、緊急作業従事後における長期的な健康影響を評価することを目的としていることから、その交絡因子としての社会的因子を検討することが目的である本研究では、とくに長期的に影響を与えると思われる因子について注目する必要がある。

長期的な影響を与える社会的因子については、国籍、居住地域、収入、教育水準、重大な社会体験の有無などが考えられる。

このうち、国籍については、主研究の調査対象となるほとんどの緊急作業従事者は日本国籍の者・日本在住の者であると思われ分類して評価する意義に乏しいと考えられる。

また居住地域については、長期的観点からは転居等の影響を考えなければならないが、主研究における臨床調査時点の住所等のデータを利用すればある程度は評価可能だと考えられる。

また、教育水準については主研究の間診票中で既に最終学歴を質問されているので本研究において改めて検討する必要はないと考える。

また、近年の社会的因子と健康状態との関連を検討する研究では SES（社会経済的地位 (socioeconomic status) と呼ばれる指標が使われている<sup>\*17,18,19</sup>）が、これはあくまで概念的なもので、一般に SES は教育歴、所得、職業歴等によって構成されているようだが、SES の

標準的かつ主研究の対象者にも適応できる現実的な質問方法は見当たらなかった。その為、本研究では過去の研究で利用された分類法や日本の国家的な統計指針を参考に設問を作成することとした。

以上のような平成 30 年度までの調査検討の結果、【表 1】のような質問票は作成され、「縦断調査 1 回目」の際に実施された。

なお、社会的因子について問うことは回答者のプライベートな要素を回答することとなる為、心理的に回答しづらい点もあると思われるが、質問紙調査で高い回答率がえられたことでこの程度のアンケート項目であれば回答者に大きな負担なく回答してもらえたと考えられた。しかし、やはりとくに年収を直接的に問う質問には疑念を抱く者もあり、本研究の意図を被験者に丁寧に説明する必要があると思われた。

令和元年度の調査では調査対象者の学歴を用いて健康影響を検討したが、学歴は各国の教育制度によって区分方法が左右されるため国際比較が難しい（国際連合教育科学文化機関 (UNESCO) が策定している国際標準教育分類 (ISCED) というものはあるが、一般の者にとってはその解釈が難しく回答し難い）。

学歴そのものも一様なものではなく、例えば、高等学校を卒業してから専門学校に行く者もいれば、高等学校を経ずに専門学校に行く者もいる。他にも一度就職してから再び学校に通う者等もいるため、最終学歴だけでその者の学歴（教育レベル）を評価するのはやや問題が残ると思われる。

また、学歴そのものもその時々々の社会情勢によって傾向が変化するものと思われる。本研究でも 30 代以上では低年代ほど大卒以上の者の割合が多くなっており、これは社会的に大卒志向が徐々に強まってきたためと考えられる。また 30 代～60 代にかけて、大卒と院卒をあわせた全体への割合は大きな変化はないが、大卒と院卒の比率は低年代ほど院卒の比率が高い。これは西暦 2000 年前後における日本での就職難の影響等が考えられる。こうしたことから、学歴から健康影響を評価しようとする、扱う年

代によって学歴の持つ意義が異なることから、その健康影響にも差異が生まれると考えられる。

また、本研究対象集団は緊急作業従事者が対象であることから、対象者自身が選択した職業内容によって学歴も大きな影響を受けると考えられる。20代で高卒者が多いのは、高卒後東京電力等の福島第一原発に関わる企業に就職しそのまま震災を迎え緊急作業に従事した者が多く含まれるのではないかと考えられる。

同調査の結果では、学歴は生活習慣に関わる睡眠時間、喫煙習慣、飲酒習慣等で関連を示し、またそれは中卒ほど好ましくない生活習慣（喫煙、多飲）をもっているものと示唆するものであった。しかし、これら生活習慣も年代毎でも差がみられ、年代毎の時代背景による社会的な影響を受けていることが考えられる。このため、学歴が年代毎に異なっている本研究対象集団では、年齢の影響を調整しないと学歴の関係性を正しく評価できないと考えられた。

臨床検査結果及び既往歴は、本研究対象集団の人数が非常に大きいことから臨床的にわずかな差でも統計的には有意性を認めてしまうが、学歴の段階毎に差に一定の傾向の差がみられたものは一部に限られた。血圧（SBP）については、全体では中卒－高卒、高卒－大卒、大卒－院卒ですべてに統計的な有意な差をみとめた。年代別では高年代ほど有意な差を認めやすくなっていたが、全てまではいかなかった。

以上の検討から、学歴はその者の生活習慣、生活状態、治療管理状態と関係性がある可能性があると考えられ、その結果臨床検査結果にも影響を与える可能性があると考えられたが、学歴そのものが時代背景や緊急作業従事に至った経緯などに影響されてしまうため、学歴はその者の社会的因子としてはやや利用しにくいものと思われた。

令和2年度の調査ではまだ質問票の回答者数が少なかったが、緊急作業従事者の中には原発事故と避難生活の二重のストレス下にあった者も少なからず存在していることがわかり、本研究上よくふまえておくべきであることであると

考えられた。また避難生活経験は生活習慣の変化などによって健康に影響を与える可能性を示唆する研究もあり<sup>\*20,21</sup>、交絡因子としての検討上も重要であると思われる。

また、他方、研究対象者の8割程度は避難区域とならなかった地域から来ている者であると思われ、そのような者は緊急作業当時に単身赴任等のストレス下にもあったとも思われる。

雇用形態の設問に関しては、無期雇用者が多数を占めた。このことは社会的因子を調整するうえでは均質性が増すためある意味有利なことではあるが、社会的因子を分類する方法として使いにくいことが考えられた。なお、平成30年度までの調査で緊急作業当時短期間雇用された者が多数いたと推測される情報があったため、比較的高線量の被ばくをした者が調査内に組み入れ切れてない可能性も考えられる。

専門職性の有無の設問については、平成30年度の調査でも検討しているが、やはり専門職性のある方が年収は高い傾向にあり、年収の質問と意義が重複しているように思われる。専門職という選択肢の定義も受検者によって一定になり難いと思われ、社会的因子の解析には利用しにくいと思われた。

当時年収については、前述の（受検当時）70代の者の傾向を除き、年齢が上がるにつれ、高い年収区分の者が多くなる傾向が見られた。これは年齢が上がるにつれて職位が上がるなどして収入が上昇しているものと思われた。このため、検討対象者の年齢を無視して収入を社会経済的因子としてとらえてしまうと、その者の社会経済的な意義を見誤る可能性が示唆された（例えば、30代での年収の差と50代での年収の差では、その差が意味する社会経済的な差が異なる）。また30代では（事故当時）200～400万円の群が全体の6割以上に集中しており、それ以上の年代で見られるよりも分布が狭まっており、検討対象者の社会経済的な意義を推定するのがより難しいと考えられた。

ただ、当時年収に関する設問への回答率は令和5年度の研究結果でも98.1%と高率で、また選択肢も選択肢毎の収入幅が大きいものの、定

量的で客観性を確保しやすいことから年齢的要素に注意すれば社会的因子の分類方法としては有効に活用できると思われた。

また、同調査では喫煙についてのみ評価しているが、やはり収入は生活習慣等の違いについても強い関係性のある因子であると思われた。

令和3年度の調査では当時年収、避難経験、当時所属と総線量の関係を検討し、当時年収、避難経験、当時所属ではそれぞれ総線量との関係性が伺われたが、専門職性の有無では総線量に明らかな差は認められなかった。このことから、専門職性の質問は本研究において社会的因子としての差を明確に区分して反映することが難しいものであることが示唆されているものと思われた。

令和4年度の調査では、年齢層により集団を区分し、各年齢層で検討することで年齢的な収入への影響を弱められるのではないかと考え、全年齢区分で同様の傾向が見られれば（年齢による影響を除いて）、収入が各指標に与える因子と考えてよいのではないかと考えた。本来であれば、年齢を均等に区分した方が検討しやすいのだが、統計的検討に必要な標本数が多くないため、解析を容易にするために四分位点を目安に区分した。

その結果、喫煙、飲酒、運動習慣と当時年収の関係性は、どの年齢区分でも類似の傾向が見ることができた。すなわち、喫煙は低収入者の喫煙率が高く、飲酒は高飲酒者が高収入者で低く、運動は、高収入者ほど運動習慣がある者が多いようにみられた。BMI、SBP、DBPについては、いずれの区分でもSBPについては高収入者ほど低い傾向がみられた。DBPでも平均値でみる限りその傾向はあるが統計解析上は有意になるほどではなかったと思われる。

ただ、収入は生活習慣との関連性が大きいとみられたため、健康影響の検討には各生活習慣との調整が必要であると考えられる。同調査では当時年収とSBPの関係についてさらに検討するため、飲酒習慣によりさらに層別化して検討した結果、収入によるSBPの統計的な有意差はほとんどの層でみられなくなった。平均値

だけでみればある程度高収入では血圧が低い傾向にあるようにみられるが、層別化により人数が限られるうえ、飲酒習慣の影響に比べると影響が小さいため統計解析上は有意水準に達しなかったと思われる。

避難経験については、いずれの年代も避難を要したものとそうでない者の割合は似通っていたが、帰還したのは比較的高齢層に多いように見られた。避難経験別でSBPが帰還群で有意に高い傾向がみられたが、これはある程度帰還群が比較的高齢層に多いことが影響していると思われる。ただ、年齢区分・飲酒習慣で分けてみても平均値ではやはり帰還群は他群よりも高い値は示しており、帰還群の特性が血圧となんらか弱い関係性はあるのではないかと考えられる。

なお、本来であればこのような解析はロジスティック回帰分析等多変量解析を行うものと思われるが、生活習慣と収入には共線性が見られると思われるため、結果からは外した。同調査の報告では、SBPについては、飲酒の影響が強いと思われ、飲酒の影響を取り除いた収入の影響はそれに比べると影響が弱いものと推測されたが、長期的に観察した場合は、弱い影響でも有意性を持つ可能性はある。

また、飲酒等一部の生活習慣により層別化してしまうと、収入の差が関連する総体的な生活習慣や行動傾向の一部についても調整されてしまうと考えられる。その結果、総体的な生活習慣や行動傾向の代表的指標として年収を用いるのが適当なのか、（例えば）飲酒習慣によってそれはある程度包括できてしまうのでわざわざ年収という指標を用いる必要はないのか、という議論が必要になる。

また同調査では詳細には血圧（SBP）についての解析しか行わなかったのだが、これは長期に健康影響を評価すべき主研究において、現段階ではまだ確定的な疾患発生は評価はしづらと考え、長期に健康影響を与える指標値のみ評価したのが理由だが、今後、なんらかの健康影響が見られた際には、その健康影響指標が必ずしも飲酒との相関性があるとは限らない。

そのため、生活習慣や行動傾向の総体的指標としての年収という評価は必ずしも捨てがたいものであると考える。

以上のようなことより、同調査の検討では、主研究において健康影響を評価するうえで、生活習慣による調整を行えば当時収入による影響は無視できるとまでは結論できず、今後健康影響評価上当時収入による総体的な生活習慣・行動習慣が疾患発生に影響している可能性があると思われる場合は、当時収入別による検討も要するものと考えられた。

また、避難経験についても同様である。帰還群と移住群で差が生じたことは年齢的影響もあると思われるが、帰還した者は基本的には震災被災地域に帰還した者と思われるため、地域的な影響が存在する可能性もある。ゆえに検討対象となる健康影響がそういったものの影響が考えうる場合には、避難経験別による検討が要するものと考えられた。

しかし、そういった健康影響は本報告作成時点で明らかになっているものはなく、十分に評価できる段階になるまでにはまだ長い年月がかかると考えられた。

令和5年度の調査では、総線量が比較的高い者が多いのが事故後ごく初期から開始された者がほとんどであることから、比較的高線量の被ばくは事故後ごく初期の間に生じたものがほとんどと思われる。また、長期登録高線量及び長期登録中線量の者はそもそも全体から見れば少なく、かつ月平均線量は多くが20 mSv/月未満であることから考えると、多くの高線量被ばくのあったものは速やかに緊急作業から離れることになっていたと思われるが、長期間の緊急作業従事を求められる者では追加の被ばくが多くならないよう、その後は比較的低線量の被ばくとなるよう業務が調整されていたものと思われる。なお、短期登録高線量及び中線量の者について、震災後ごく初期以外の開始月の者がごく少数であったことから、短期間の作業についても、被ばく線量が多くならないように調整されていて、多くは比較的低線量 (<20 mSv) の範囲で作業を終了し得たと考えられる。

また、社会的背景については、長期登録高線量・中線量の者で避難経験者が多いことが見られたが、これは避難経験を要しなかった単身赴任あるいは出張で福島第一原子力発電所に入所した者に比べ、地元出身者はある程度の高線量被ばくをうけてなお従事を継続していた者が多かったためと思われる。また、同じく長期登録高線量・中線量の者では東電の当時所属者が多いことが見られたが、これも、同発電所を管理している東電所属者では線量の被ばくよりも従事継続を優先したためだと思われる。同じく長期登録高線量・中線量の者では当時年収が比較的高い層が多かったが、東電の所属者は、他の所属者に比べ、比較的当時年収が高い層が多いことから、これも東電の所属者が多いことが影響しているものと思われる。長期登録高線量の者が比較的若年者層が多かったのも、東電の所属者が多い影響と思われる。逆に、長期登録低線量の者で比較的高齢層が多かったのは、他のパターン分類に比べ、東電の所属者の割合が低く、かつ比較的年齢層の高い者が多い派遣の割合が若干高いことなどが影響しているものと思われる。

また、短期登録・長期登録ともに低線量より中線量、中線量より高線量の者が比較的当時年収が高い層が多くみられるが、これは、前述のことに加え、低線量の者に派遣の者が比較的多く、高線量の者に下請の者が比較的少ないことから、これらの比較的当時年収が低い層の影響が加わったためと考えられる。

なお、そのようにパターン分類毎の社会的背景は差異があるものと思われたが、収縮期血圧に差がほとんどなかったことは、このような社会的背景の差異は臨床調査結果に大きな影響を与える可能性が現時点では高いものではないことが示唆されているものと思われた。

ただ、将来的に緊急作業従事者のなかで特定の疾病発生が増加したと考えられた場合、長期間ある程度の線量にさらされた場合と、短期間のみさらされた場合ではその健康影響に差異がある可能性があり、そのような場合、このような社会的背景が影響を及ぼす可能性もあること

に留意する必要があると思われた。

また同調査は、あくまで登録期間と総線量によってパターン分類して検討したにすぎず、実際の曝露頻度や1日あたりの被ばく線量等は、より詳細な（月毎あるいは日々の）従事記録を確認する必要があると思われる。なお、「縦断調査1回目」の質問票上では、従事期間について記述式での回答が得られているが、主研究で把握されている線量データ上の記録がある期間（本報告では「登録期間」と述べている）には一致しないことが多かった。同線量データにも実際には作業していない（従事登録はされているが、実際に発電所内に進入していない場合等）こともあると思われるが、記述回答の期間では回答者が主観的に緊急作業に関与していると考えている期間をも含まれている可能性があるため、今回は客観性を重視して線量データの記録を用いた。

今後、緊急作業従事による健康影響を評価していく中で、曝露パターンの分析の必要性を随時検討しながら必要に応じてより詳細な検討を進めていくべきと考えられた。

## E. 結論

これまでの本研究の調査結果及び分析より、緊急作業従事者は、従事した時期、就労のパターン（短期/長期、総線量が高線量/低線量）、出自（避難経験）が異なる者が混在し、それは緊急作業従事に伴う放射線被ばく状況とも関係性があり、またそれらの社会的因子は飲酒習慣等の生活習慣との関連性が疑われ、これらの情報は緊急作業従事者の社会的背景を理解する一助となると考えられた。

またそれらの社会的因子は、緊急作業従事者の健康影響評価の交絡因子となる可能性があるとも考えられるが、それらの社会的因子による健康影響で明らかなものは本報告段階では認めおらず、また緊急作業従事自体の健康影響も本報告段階で明らかなものもないので、今後の研究で交絡因子としての検討が必要となった段階で検討を深めていく必要があると思われた。

今後は「縦断調査1回目」の調査が完了する

段階で、それらの社会的因子と臨床調査結果との関係性について改めて精査するとともに、本研究対象者の健康管理状況について検討し、それが緊急作業従事者の健康影響の評価に影響を与えるかどうかの検討を進めていきたい。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

## ■参考文献等

- \*1 福島県．東日本大震災の記録と復興への歩み．2013.
- \*2 厚生労働省医薬食品局食品安全部．放射能汚染された食品の取り扱いについて（食安発0317第3号）．2011/3/17.
- \*3 日本経済新聞．福島第1原発、入退管理の新施設運用を開始．2013/6/30.
- \*4 福島民報．【震災から5年】「福島第一原発 変わる現場」作業環境 大幅改善．2016/02/21
- \*5 福島民報．30日に24時間営業のコンビニ再開 準備区域初．2015/01/23.
- \*6 NEXCO 東日本．常磐自動車道の全線開通について．([https://www.e-nexco.co.jp/pressroom/press\\_release/head\\_office/h26/1225/](https://www.e-nexco.co.jp/pressroom/press_release/head_office/h26/1225/))，2014/12/25.
- \*7 福島県庁．ふたば復興診療所（愛称：ふたばりカーレ）オープン!! (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/recare-open.html>)，2016/2/10.
- \*8 東京電力株式会社．管理対象区域の区域区

分及び放射線防護装備の適正化の運用について. 経済産業省廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議 (第27回) 資料3-7 労働環境改善.

([http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0225\\_3\\_7b.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0225_3_7b.pdf)), 2016/2/25.

- \*9 毎日新聞. 福島・富岡町 公設民営「さくらモールとみおか」全面開業. 2017/3/30
- \*10 福島県病院局 病院経営課. ふたば医療センター附属病院が富岡町に開院しました. (<https://www.town.okuma.fukushima.jp/soshiki/kenkoukaigo/4649.html>), 2018/4/23.
- \*11 水野 光仁. 福島第一原子力発電所事故処理及びその周辺地域作業員における医療・健康管理の状況について 産業医による紹介状データから. 第88回日本産業衛生学会, ポスターセッション [P7-51], 2015.
- \*12 読売新聞. 東京電力福島第一原子力発電所作業員、線量計不足解消 食事1日3回に「環境、依然厳しい」. 朝刊, 2011/4/3.
- \*13 平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線障害防止規則の特例に関する省令 (平成23年厚生労働省令第23号). 2011/3/14.
- \*14 公立大学法人福島県立医科大学放射線医学県民健康管理センター. 福島県「県民健康調査」報告 (平成23年度~平成25年度). ([http://fukushima-mimamori.jp/outline/report/media/report\\_h26.pdf](http://fukushima-mimamori.jp/outline/report/media/report_h26.pdf))
- \*15 由本光次. 単身赴任の健康に及ぼす影響について. 日本保険医学会誌 1990; 88, 162-8.
- \*16 東京電力ホールディングス株式会社: 福島第一原子力発電所作業員の被ばく線量の評価状況について. ([http://www.tepco.co.jp/press/release/2017/1369901\\_8706.html](http://www.tepco.co.jp/press/release/2017/1369901_8706.html)), 2017/1/31.
- \*17 Tomiyo Nakamura. Relationship Between Socioeconomic Status and the Prevalence of Underweight, Overweight or Obesity in a General Japanese Population:

NIPPON DATA2010. J Epidemiol. 2018; 28(Suppl3),S10-S16

- \*18 長嶺 由衣子. 【医療経済の現状分析と将来】呼吸器疾患における健康格差と対策—喫煙を例に一—. THE LUNG-perspectives. 2017; 25, 293-296.
- \*19 村田千代栄. 医療不安と社会経済的地位の関連—JGSS-2008に基づく分析—. JGSS research series 2010; 7.
- \*20 Hayashi Y. et al: The impact of evacuation on the incidence of chronic kidney disease after the Great East Japan Earthquake: The Fukushima Health Management Survey. Clinical and Experimental Nephrology 21, 995-1002, 2017.
- \*21 Takahashi A. et al: Effect of evacuation on liver function after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: The Fukushima Health Management Survey. Journal of Epidemiology 27 (4), 180-185, 2017.

表 2. 評価する質問票の項目と質問票上の設問内容

**VII. 「避難の状況」についておたずねします。**

(1) あなたは東日本大震災または東電福島第一原発事故の影響で、避難生活をしましたか？  
※避難生活：自宅から離れ、避難所や避難住宅（またはそれに類する仮住まい）で定住を予定せずにする生活。

1. はい                      2. いいえ

(2) 避難生活の期間はどの程度続きましたか？最も近いものを1つ選んで、○をつけてください。

1. 震災後数日間                      2. 震災後1か月以内    3. 震災後半年程度（2011年9月頃まで）  
4. 震災後半年以上（現在も続いている場合も含みます）

(3) 現在、元の自宅地域（震災前に生活の本拠としていた自宅のあった市町村）で生活していますか？あてはまる数字に○をつけてください。

1. 元の自宅地域に戻って生活している。  
2. 別の地域で生活している。（元の自宅地域に戻る予定はない）  
3. 別の地域で生活している。（元の自宅地域に戻る予定はある）

**VIII. 「緊急作業時の状況」についておたずねします。**

(1) あなたが緊急作業に従事した期間はいつですか？覚えておられる範囲で作業されていた期間をご記入ください。（2011年3月 頃 等の記載でも構いません。）

1. 2011年 月 日 から 20 年 月 日まで    2. その他（自由記述）

(2) 略

(3) あなたの緊急作業時の所属は主に1から5のどれでしたか？

複数該当する場合は、最も長い期間従事した作業についてお答えください。

1. 東京電力                      2. 元請け企業（東電グループ会社・原子炉メーカー・総合建設業（ゼネコン）等）  
3. 下請け企業                      4. 派遣会社    5. その他（自由記述）

(4) あなたの緊急作業時の雇用形態は、主に1から7のどれでしたか？

複数該当する場合は、最も長い期間従事した作業についてお答えください。

1. 無期雇用（いわゆる正社員、出向中も含みます）  
2. 有期雇用（契約期間1年以上）  
3. 有期雇用（契約期間1ヶ月以上1年未満）  
4. 有期雇用（契約期間1ヶ月未満（日雇いも含みます））  
5. 経営者（従業員（家族以外）を雇用している事業者（会社・団体等）の事業主や役員）  
6. 個人事業主（本人のみまたは本人と家族のみの事業者の事業主） 7. その他（自由記述）

(5) あなたの緊急作業時の仕事は主にどちらでしたか？いずれかに○をつけてください。

1. 専門的な知識や高度な技術・技能を要する職務（専門技術者、医療職、研究者、法律家等）  
2. 上記1に該当しない職務（現場作業、一般職、事務職等）

(6)～(7)略

(8) あなたの緊急作業時の年収はどのくらいでしたか？

いずれかに○をつけてください。（手取りではなく支給総額で回答してください）

1. 200万円未満                      2. 200万円以上400万円未満                      3. 400万円以上600万円未満  
4. 600万円以上800万円未満                      5. 800万円以上



表 3-1. 各学歴と年代構成

	平均 年齢 (才)	20代	30代	40代	50代	60代	70代	合計
中卒	53.8	7 1.5%	71 15.5%	108 23.5%	73 15.9%	158 34.4%	42 9.2%	459 100%
高卒	51.1	88 3.4%	260 10.1%	747 29.0%	860 33.4%	582 22.6%	36 1.4%	2573 100%
専門卒	51.7	3 1.0%	30 10.2%	98 33.2%	84 28.5%	71 24.1%	9 3.1%	295 100%
短大高専卒	52.1	14 4.6%	22 7.3%	72 23.8%	118 39.1%	75 24.8%	1 0.3%	302 100%
大卒	53.4	6 0.4%	88 6.3%	397 28.2%	510 36.2%	388 27.6%	18 1.3%	1407 100%
院卒	47.1	0 0.0%	177 27.2%	218 33.5%	176 27.1%	75 11.5%	4 0.6%	650 100%
合計		118 2.1%	651 11.3%	1654 28.8%	1843 32.1%	1367 23.8%	114 2.0%	5748 100%

表 3-2. 各年代の学歴構成

	中卒	高卒	専門卒	短大高専卒	大卒	院卒
20代	5.9%	74.6%	2.5%	11.9%	5.1%	0.0%
30代	10.9%	39.9%	4.6%	3.4%	13.5%	27.2%
40代	6.5%	45.2%	5.9%	4.4%	24.0%	13.2%
50代	4.0%	46.7%	4.6%	6.4%	27.7%	9.5%
60代	11.6%	42.6%	5.2%	5.5%	28.4%	5.5%
70代	36.8%	31.6%	7.9%	0.9%	15.8%	3.5%

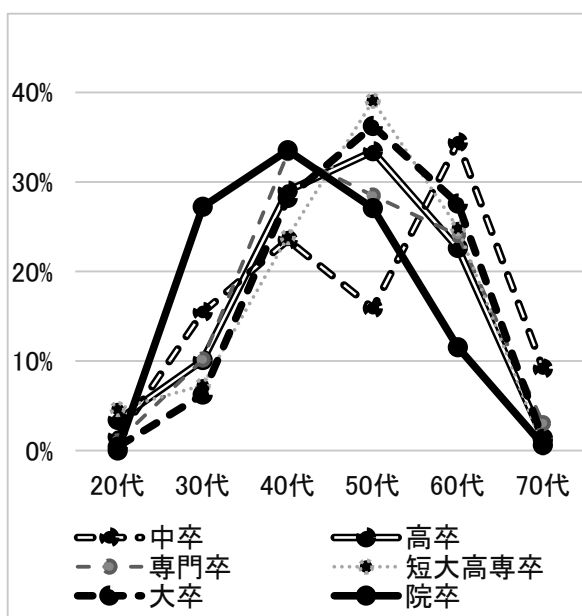


図 2-1. 各学歴と年代構成

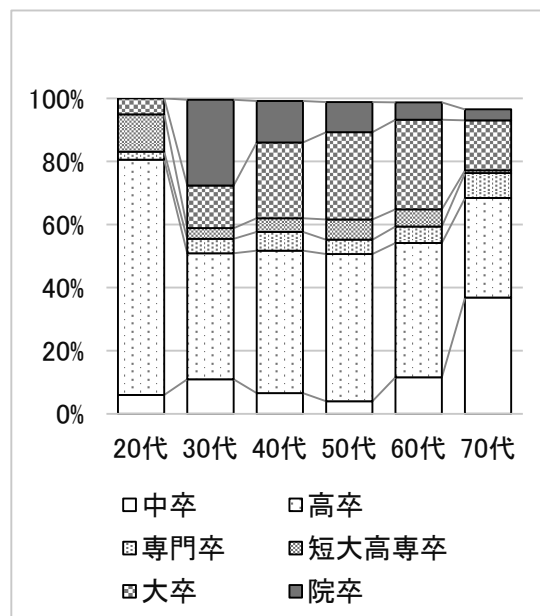


図 2-2. 各年代の学歴構成

表 4. 各学歴及び年代別の生活習慣・生活状況と、主な緊急作業従事内容

	中卒	高卒	大卒	院卒	20代	30代	40代	50代	60代	70代
人数	2573	295	650	47	118	651	1654	1843	1367	114
平均睡眠時間(h)	6.4	6.2	6.0	6.0	6.3	6.1	6.0	6.1	6.4	6.8
■喫煙習慣										
-非喫煙者	8%	21%	31%	57%	39%	38%	31%	24%	18%	19%
-禁煙者	38%	38%	46%	27%	18%	23%	30%	42%	53%	59%
-喫煙者	54%	42%	23%	16%	43%	39%	39%	34%	29%	21%
-10本/日未満	1%	2%	2%	3%	6%	4%	3%	2%	1%	1%
-10本/日以上	53%	39%	21%	13%	37%	34%	36%	32%	28%	20%
■飲酒習慣										
-飲まない	6%	14%	16%	24%	36%	24%	20%	12%	10%	9%
-断酒	28%	16%	12%	11%	23%	18%	16%	12%	18%	33%
-機会飲酒	8%	13%	17%	24%	14%	19%	15%	15%	12%	11%
-一般常飲	20%	27%	29%	25%	13%	20%	23%	30%	30%	32%
-多量常飲	38%	30%	26%	16%	14%	19%	27%	32%	31%	15%

表 5. 各学歴と年代別臨床検査結果・既往歴の関係]

単位	R2乗	総数	F値	p	中卒	標準誤差	(p)	高卒	標準誤差	(p)	大卒	標準誤差	(p)	院卒	標準誤差
SBP mmHg	0.0308	4877	51.59	<.001 ***	125	[124-127] 0.689	0.008 ***	123	[123-124] 0.282	0.001 ***	122	[121-123] 0.375	<.0001 ***	116	[115-117] 0.548
30代	0.0273	595	5.5217	0.001 ***	118	[115-121] 1.429	0.843	118	[116-119] 0.742	0.067	115	[113-118] 1.275	0.290	114	[112-115] 0.899
40代	0.0256	1467	12.8369	<.0001 ***	123	[121-126] 1.299	0.077	121	[120-122] 0.494	0.203	120	[118-121] 0.678	<.0001 ***	115	[113-117] 0.914
50代	0.0193	1614	10.5659	<.0001 ***	126	[123-129] 1.590	0.466	125	[124-125] 0.464	0.001 ***	122	[121-123] 0.602	0.010 ***	119	[117-121] 1.024
60代	0.0223	1201	9.1171	<.0001 ***	130	[128-132] 1.156	0.073	127	[126-129] 0.603	0.008 ***	125	[124-126] 0.738	0.012 ***	121	[117-124] 1.678

(\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01, \*\*\* : p < 0.001)

表 6-1. 避難生活の有無 (人数)

	はい	(%)	いいえ	(%)
①避難生活の有無	74	(20%)	297	(80%)

表 6-2. 避難生活の期間及び現在の帰還状況 (人数)

		②避難生活期間				
		数日	1ヶ月以内	半年	半年以上	
		9 (12%)	11 (15%)	6 (8%)	48 (65%)	
③現在の帰還状況	元の地域に帰還	33 (45%)	8 (89%)	8 (73%)	4 (67%)	13 (27%)
	別の地域に居住 (帰還予定なし)	32 (43%)	0	1 (9%)	2 (33%)	29 (60%)
	別の地域に居住 (帰還予定あり)	9 (12%)	1 (11%)	2 (18%)	0	6 (13%)

表 7-1. 緊急作業当時の雇用形態の回答結果

雇用形態	人数	(%)
1. 無期雇用	284	(76%)
2. 有期雇用：契約期間 1 年以上	20	(5%)
3. 有期雇用：契約期間 1 ヶ月以上 1 年未満	29	(8%)
4. 有期雇用：契約期間 1 ヶ月未満	9	(2%)
5. 経営者	16	(4%)
6. 個人事業主	8	(2%)
7. その他	6	(2%)
計	372	

表 7-2. 雇用形態と年齢の関係（人数）（(%) は各年齢階層毎に占める各雇用形態の割合）

	無期相当 (1, 2)	有期 (3, 4)	その他 (5, 6, 7)
30歳代	12 (92%)	0 (0%)	1 (8%)
40歳代	63 (86%)	6 (8%)	4 (5%)
50歳代	105 (81%)	11 (8%)	14 (11%)
60歳代	105 (87%)	10 (8%)	6 (5%)
70歳代	19 (54%)	11 (31%)	5 (14%)

表 8-1. 専門職性の回答結果

	人数
専門職	129 (35%)
非専門職	242 (65%)

表 8-2. 専門職性と雇用形態の関係（(%) は各雇用形態毎に占める専門職・非専門職の割合）

	無期相当 (1, 2)	有期 (3, 4)	その他 (5, 6, 7)
専門職	106 (35%)	10 (26%)	13 (45%)
非専門職	198 (65%)	28 (74%)	16 (55%)

表 9-1. 緊急作業当時の年収の回答結果

年収（万円）	人数	(%)
200未満	28	(8%)
200以上400未満	64	(18%)
400以上600未満	82	(22%)
600以上800未満	88	(24%)
800以上	103	(28%)

表 9-2. 緊急作業当時の年収と年齢の関係（人数）

年収 （万円）	200未満	200以上 400未満	400以上 600未満	600以上 800未満	800以上
30歳代	2 (15%)	<u>8 (62%)</u>	2 (15%)	1 (8%)	0 (0%)
40歳代	2 (3%)	11 (15%)	<u>27 (38%)</u>	17 (24%)	15 (21%)
50歳代	7 (5%)	16 (13%)	27 (21%)	34 (27%)	<u>44 (34%)</u>
60歳代	9 (8%)	19 (16%)	20 (17%)	30 (25%)	<u>40 (34%)</u>
70歳代	8 (24%)	<u>10 (29%)</u>	6 (18%)	6 (18%)	4 (12%)

((%) は各年齢階層毎に占める各年収階層の割合。最頻区分に下線。)

表 9-3. 緊急作業当時の年収と雇用形態の関係（人数）

年収（万円）	200未満	200以上 400未満	400以上 600未満	600以上 800未満	800以上
無期相当(1, 2)	15 (5%)	50 (17%)	69 (23%)	79 (26%)	<u>86 (29%)</u>
有期(3, 4)	9 (24%)	9 (24%)	<u>10 (27%)</u>	5 (14%)	4 (11%)
その他(5, 6, 7)	4 (14%)	5 (17%)	3 (10%)	4 (14%)	<u>13 (45%)</u>

((%) は各雇用形態に占める各年収階層の割合。最頻区分に下線。)

表 9-4. 緊急作業当時の年収と専門職性の関係（人数）

年収（万円）	200未満	200以上 400未満	400以上 600未満	600以上 800未満	800以上
専門職	7 (6%)	12 (9%)	15 (12%)	34 (27%)	<u>59 (46%)</u>
非専門職	20 (8%)	52 (22%)	<u>67 (28%)</u>	54 (23%)	44 (19%)

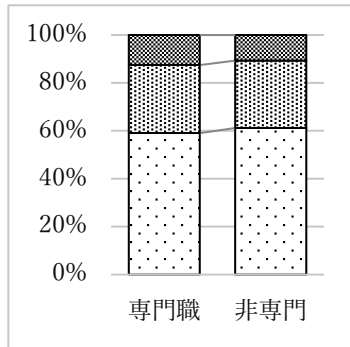
表 9-5. 緊急作業当時の年収と喫煙習慣の関係（人数）

年収（万円）	現在喫煙者	過去喫煙者	非喫煙者
200未満	<u>13 (46%)</u>	12 (43%)	3 (11%)
200以上400未満	23 (36%)	<u>26 (41%)</u>	15 (23%)
400以上600未満	34 (41%)	<u>36 (44%)</u>	12 (15%)
600以上800未満	17 (19%)	<u>41 (47%)</u>	30 (34%)
800以上	21 (20%)	<u>51 (50%)</u>	31 (30%)

((%) は各年収階層に占める各喫煙習慣区分の割合。最頻区分に下線。)

表 10. 総線量と専門職性の関係

		総線量(mSV)								合計の	
		<5.0		<20.0		<50.0		50.0≦		合計	割合
専門	専門職	262	(54.9%)	127	(26.6%)	61	(12.8%)	27	(5.7%)	477	36.9%
職性	非専門職	380	(46.9%)	263	(32.5%)	121	(14.9%)	46	(5.7%)	810	62.7%
		642	(49.9%)	390	(30.3%)	182	(14.1%)	73	(5.7%)	1287	



※縦軸は緊急作業時累積被ばく線量を以下に区分した場合の割合。

■ : 50.0mSv ≦

● : <50.0mSv

□ : <20.0mSv

(5mSv未満の者は除く。)

R<sup>2</sup>=0.0005 χ<sup>2</sup>=0.545 p=0.7615

図 3. 総線量と専門職性の関係

表 11-1. 若年群の年収及び生活習慣と BMI、血圧

BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		597	24.6[24.3-24.8]	0.141			
年収	低収入	113	24.8[24.1-25.5]	0.359	0.0058	1.705	0.1827
	中収入	396	24.6[24.2-25.0]	0.192			
	高収入	80	23.8[23.0-24.7]	0.426			
喫煙	無喫煙	389	24.0[23.7-24.4]	0.191	0.0362	11.155	<.0001 ***
	低喫煙	53	25.2[24.2-26.2]	0.518			
	高喫煙	155	25.7[25.1-26.3]	0.303			
飲酒	無飲酒	152	25.0[24.4-25.6]	0.309	0.0172	5.193	0.0058 **
	低飲酒	306	24.1[23.7-24.5]	0.218			
	高飲酒	139	25.1[24.5-25.8]	0.323			
運動	運動無	453	24.8[24.4-25.1]	0.180	0.0073	4.303	0.0385 *
	運動有	136	24.0[23.3-24.6]	0.329			
SBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		598	120.5[119.3-121.7]	0.632			
年収	低収入	113	120.8[118.2-123.5]	1.360	0.0110	3.269	0.0387 *
	中収入	397	121.2[119.7-122.6]	0.725			
	高収入	80	116.7[113.5-119.8]	1.616			
喫煙	無喫煙	389	118.8[117.4-120.3]	0.730	0.0245	7.481	0.0006 **
	低喫煙	53	123.6[119.8-127.5]	1.978			
	高喫煙	156	123.6[121.3-125.8]	1.153			
飲酒	無飲酒	152	118.5[116.2-120.8]	1.158	0.0408	12.668	<.0001 ***
	低飲酒	307	119.0[117.5-120.7]	0.815			
	高飲酒	139	125.8[123.4-128.2]	1.211			
運動	運動無	454	120.8[119.5-122.2]	0.685	0.0013	0.785	0.3759
	運動有	136	119.6[117.1-122.0]	1.251			
DBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		598	76.9[76.1-77.8]	0.434			
年収	低収入	113	75.4[73.3-77.4]	1.060	0.0069	2.029	0.1325
	中収入	397	77.5[76.4-78.6]	0.565			
	高収入	80	75.8[73.3-78.3]	1.259			
喫煙	無喫煙	389	76.2[75.0-77.3]	0.573	0.0092	2.754	0.0645
	低喫煙	53	78.0[75.0-81.1]	1.553			
	高喫煙	156	78.6[76.8-80.3]	0.905			
飲酒	無飲酒	152	74.7[73.0-76.5]	0.898	0.0500	15.654	<.0001 ***
	低飲酒	307	76.0[74.8-77.3]	0.632			
	高飲酒	139	81.4[79.6-83.3]	0.939			
運動	運動無	454	77.2[76.2-78.3]	0.534	0.0015	0.896	0.3443
	運動有	136	76.2[74.3-78.1]	0.976			

\* p < 0.05 \*\* p < 0.01 \*\*\* p < 0.001

表 11-2. 中前群の年収及び生活習慣と BMI、血圧

BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		596	24.9[24.6-25.2]	0.141			
年収	低収入	55	25.5[24.6-26.4]	0.464	0.0036	1.048	0.3513
	中収入	319	24.9[24.5-25.3]	0.192			
	高収入	213	24.8[24.3-25.2]	0.236			
喫煙	無喫煙	422	24.8[24.5-25.2]	0.167	0.0020	0.590	0.5545
	低喫煙	52	24.6[23.7-25.5]	0.475			
	高喫煙	121	25.2[24.5-25.8]	0.311			
飲酒	無飲酒	129	25.8[25.2-26.4]	0.299	0.0198	3.981	0.008 **
	低飲酒	313	24.7[24.3-25.0]	0.192			
	高飲酒	153	24.6[24.0-25.1]	0.275			
運動	運動無	428	25.1[24.7-25.4]	0.165	0.0099	5.864	0.0158 *
	運動有	159	24.3[23.8-24.8]	0.270			
SBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		596	124.4[123.2-125.6]	0.633			
年収	低収入	55	128.9[125.0-132.9]	2.016	0.0130	3.847	0.0219 *
	中収入	319	124.8[123.2-126.5]	0.837			
	高収入	213	122.8[120.8-124.8]	1.024			
喫煙	無喫煙	422	124.2[122.8-125.6]	0.729	0.0008	0.232	0.7929
	低喫煙	52	124.4[120.3-128.5]	2.077			
	高喫煙	121	125.2[122.6-127.9]	1.362			
飲酒	無飲酒	129	123.4[120.9-126.0]	1.306	0.0215	4.344	0.0049 **
	低飲酒	313	123.1[121.4-124.7]	0.838			
	高飲酒	153	128.0[125.7-130.4]	1.199			
運動	運動無	428	125.1[123.7-126.5]	0.726	0.0054	3.183	0.0749
	運動有	159	122.6[120.3-124.9]	1.190			
DBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		596	80.7[79.9-81.6]	0.435			
年収	低収入	55	82.9[80.0-85.8]	1.475	0.0113	3.322	0.0368 *
	中収入	319	81.4[80.2-82.6]	0.613			
	高収入	213	79.4[77.9-80.9]	0.750			
喫煙	無喫煙	422	80.7[79.7-81.8]	0.533	0.0000	0.005	0.9947
	低喫煙	52	80.7[77.7-83.7]	1.517			
	高喫煙	121	80.9[78.9-82.8]	0.995			
飲酒	無飲酒	129	79.3[77.5-81.2]	0.953	0.0229	4.616	0.0033 **
	低飲酒	313	80.1[78.9-81.3]	0.612			
	高飲酒	153	83.4[81.7-85.1]	0.875			
運動	運動無	428	81.5[80.4-82.5]	0.528	0.0106	6.246	0.0127 *
	運動有	159	78.9[77.2-80.6]	0.866			

\* p < 0.05 \*\* p < 0.01 \*\*\* p < 0.001

表 11-3. 中後群の年収及び生活習慣と BMI、血圧

BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		686	24.3[24.0-24.5]	0.132			
年収	低収入	79	24.1[23.4-24.8]	0.352	0.0023	0.788	0.4553
	中収入	311	24.5[24.1-24.8]	0.178			
	高収入	285	24.2[23.8-24.6]	0.185			
喫煙	無喫煙	515	24.3[24.1-24.6]	0.138	0.0011	0.386	0.6802
	低喫煙	51	23.9[23.1-24.8]	0.438			
	高喫煙	120	24.2[23.7-24.8]	0.285			
飲酒	無飲酒	129	24.1[23.5-24.6]	0.275	0.0013	0.435	0.6477
	低飲酒	378	24.4[24.1-24.7]	0.161			
	高飲酒	179	24.2[23.8-24.7]	0.234			
運動	運動無	452	24.4[24.1-24.7]	0.146	0.0030	2.075	0.1502
	運動有	230	24.0[23.6-24.4]	0.205			
SBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		688	127.9[126.7-129.0]	0.589			
年収	低収入	79	130.7[127.3-134.2]	1.773	0.0093	3.174	0.0425 *
	中収入	312	128.6[126.8-130.3]	0.892			
	高収入	286	126.2[124.4-128.1]	0.932			
喫煙	無喫煙	515	127.8[126.5-129.2]	0.696	0.0001	0.046	0.9555
	低喫煙	51	127.6[123.3-131.9]	2.212			
	高喫煙	122	128.2[125.4-131.1]	1.430			
飲酒	無飲酒	129	126.1[123.4-128.8]	1.377	0.0201	7.016	0.001 **
	低飲酒	378	126.7[125.1-128.3]	0.804			
	高飲酒	181	131.6[129.3-133.9]	1.162			
運動	運動無	454	127.6[126.1-129.0]	0.742	0.0008	0.569	0.4507
	運動有	230	128.5[126.5-130.6]	1.043			
DBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		688	81.5[80.7-82.3]	0.405			
年収	低収入	79	82.1[79.9-84.4]	1.160	0.0023	0.791	0.4538
	中収入	312	81.8[80.7-83.0]	0.584			
	高収入	286	80.9[79.7-82.1]	0.610			
喫煙	無喫煙	515	81.9[81.0-82.7]	0.454	0.0034	1.181	0.3076
	低喫煙	51	80.6[77.8-83.5]	1.442			
	高喫煙	122	80.4[78.6-82.2]	0.933			
飲酒	無飲酒	129	79.7[77.9-81.4]	0.901	0.0164	5.699	0.0035 **
	低飲酒	378	81.2[80.1-82.2]	0.526			
	高飲酒	181	83.5[82.0-85.0]	0.761			
運動	運動無	454	81.2[80.2-82.1]	0.484	0.0021	1.447	0.2295
	運動有	230	82.2[80.9-83.5]	0.680			

\* p < 0.05 \*\* p < 0.01 \*\*\* p < 0.001



表 11-4. 高年群の年収及び生活習慣と BMI、血圧

BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		655	24.5[24.2-24.7]	0.135			
年収	低収入	190	24.5[24.1-25.0]	0.249	0.0039	1.255	0.2858
	中収入	263	24.2[23.8-24.7]	0.212			
	高収入	184	24.8[24.3-25.3]	0.254			
喫煙	無喫煙	544	24.5[24.2-24.8]	0.147	0.0048	1.572	0.2085
	低喫煙	24	23.3[21.9-24.6]	0.698			
	高喫煙	87	24.5[23.8-25.2]	0.367			
飲酒	無飲酒	166	24.8[24.3-25.3]	0.265	0.0057	1.858	0.1568
	低飲酒	339	24.2[23.9-24.6]	0.186			
	高飲酒	150	24.6[24.1-25.2]	0.279			
運動	運動無	344	24.8[24.5-25.2]	0.184	0.0132	8.670	0.0034 **
	運動有	307	24.1[23.7-24.4]	0.194			
SBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		655	130.5[129.3-131.7]	0.603			
年収	低収入	190	132.4[130.1-134.7]	1.178	0.0076	2.420	0.0897
	中収入	263	130.4[128.4-132.3]	1.001			
	高収入	184	128.7[126.3-131.0]	1.197			
喫煙	無喫煙	544	130.7[129.3-132.1]	0.699	0.0014	0.447	0.6401
	低喫煙	24	127.8[121.3-134.4]	3.329			
	高喫煙	87	129.8[126.3-133.2]	1.748			
飲酒	無飲酒	166	127.2[124.8-129.7]	1.250	0.0256	8.579	0.0002 **
	低飲酒	339	130.2[128.5-131.9]	0.875			
	高飲酒	150	134.7[132.1-137.3]	1.315			
運動	運動無	344	130.9[129.2-132.6]	0.881	0.0010	0.641	0.4236
	運動有	307	129.9[128.1-131.7]	0.933			
DBP	(mmHg)	n	平均[95%CI]	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
全体		655	78.6[77.8-79.4]	0.415			
年収	低収入	190	79.0[77.6-80.4]	0.723	0.0009	0.286	0.7515
	中収入	263	78.5[77.3-79.8]	0.615			
	高収入	184	78.2[76.8-79.7]	0.735			
喫煙	無喫煙	544	78.6[77.8-79.5]	0.427	0.0002	0.073	0.9298
	低喫煙	24	78.4[74.4-82.4]	2.032			
	高喫煙	87	78.2[76.1-80.3]	1.067			
飲酒	無飲酒	166	76.5[75.0-78.0]	0.766	0.0173	5.730	0.0034 **
	低飲酒	339	78.9[77.9-80.0]	0.536			
	高飲酒	150	80.1[78.6-81.7]	0.806			
運動	運動無	344	78.9[77.8-79.9]	0.536	0.0013	0.837	0.3607
	運動有	307	78.2[77.0-79.3]	0.568			

\* p < 0.05 \*\* p < 0.01 \*\*\* p < 0.001

表 12. 年齢 4 区分及び飲酒習慣別で層別化した場合の年収別の SBP

		低収入*	中収入*	高収入*	R <sup>2</sup>	F 値	p
若年群	高飲酒	(25) 127.2 [121.0-133.4]	(97) 126.4 [123.2-129.5]	(15) 120.8 [112.8-128.8]	0.0137	0.9272	0.3982
	低飲酒	(50) 119.5 [115.7-123.2]	(207) 119.6 [117.8-121.5]	(46) 116.1 [112.3-120.0]	0.0087	1.3142	0.2702
	無飲酒	(38) 118.5 [113.8-123.2]	(93) 119.1 [116.1-122.1]	(19) 114.6 [108.0-121.2]	0.0100	0.7435	0.4772
中前群	高飲酒	(21) 131.0 [124.7-137.3]	(84) 128.1 [124.9-131.2]	(47) 126.7 [122.5-130.9]	0.0085	0.6412	0.5281
	低飲酒	(22) 128.9 [122.8-135.0]	(165) 124.1 [121.8-126.3]	(121) 120.8 [118.2-123.4]	0.0234	3.6494	0.0271 *
	無飲酒	(12) 125.4 [116.4-134.4]	(70) 122.8 [119.1-126.5]	(45) 124.4 [119.7-129.0]	0.0035	0.2154	0.8065
中後群	高飲酒	(23) 135.6 [129.4-141.9]	(94) 132.1 [129.0-135.1]	(63) 129.4 [125.7-133.2]	0.0166	1.4977	0.2265
	低飲酒	(34) 128.9 [123.7-134.2]	(154) 127.1 [124.6-129.6]	(182) 126.0 [123.7-128.2]	0.0032	0.5934	0.5530
	無飲酒	(22) 128.5 [121.5-135.4]	(64) 127.0 [122.9-131.0]	(41) 122.5 [117.4-127.5]	0.0205	1.2957	0.2774
高年群	高飲酒	(45) 137.8 [133.6-142.0]	(68) 133.3 [129.9-136.7]	(35) 133.0 [128.3-137.8]	0.0221	1.6381	0.1979
	低飲酒	(83) 132.0 [128.5-135.6]	(136) 130.4 [127.7-133.2]	(108) 128.4 [125.3-131.5]	0.0072	1.1683	0.3122
	無飲酒	(62) 128.9 [124.6-133.2]	(59) 126.7 [122.3-131.1]	(41) 125.6 [120.3-130.9]	0.0062	0.4925	0.6120

\* ( ) 内は人数 (人)、[ ]内は95%CI。 \* p<0.05

表 13. 震災時年齢毎の避難経験

	非避難	移住	帰還	合計
20 歳代以下	106(82.8%)	19(14.8%)	3(2.3%)	128
30 歳代	410(87.2%)	50(10.6%)	10(2.1%)	470
40 歳代	753(89.0%)	70(8.3%)	23(2.7%)	846
50 歳代	691(81.5%)	133(15.7%)	24(2.8%)	848
60 代以上	198(80.8%)	24(9.8%)	23(9.4%)	245

表 14. 避難経験別の喫煙・飲酒・運動習慣

	非避難	移住	帰還	
喫煙 無喫煙	1600(74.1%)	63(75.9%)	207(69.9%)	
喫煙 低喫煙	158(7.3%)	4(4.8%)	18(6.1%)	
喫煙 高喫煙	400(18.5%)	16(19.3%)	71(24.0%)	
	( R <sup>2</sup> =0.0016	$\chi^2=5.753$	p<0.2184 )	
飲酒 無飲酒	482(22.3%)	20(24.1%)	72(24.3%)	
飲酒 低飲酒	1149(53.2%)	41(49.4%)	148(50.0%)	
飲酒 高飲酒	527(24.4%)	22(26.5%)	76(25.7%)	
	( R <sup>2</sup> =0.0003	$\chi^2=1.522$	p<0.8227 )	
運動 運動無	1443(67.5%)	55(67.1%)	183(62.2%)	
運動 運動有	694(32.5%)	27(32.9%)	111(37.8%)	
	( R <sup>2</sup> =0.0010	$\chi^2=3.194$	p<0.2025 )	

表 15. 避難経験別の BMI、SBP、DBP

BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	標準誤差	R <sup>2</sup>	F 値	p
非避難	24.5[24.4-24.7]	0.2009			
移住	24.6[24.2-25.0]	0.0745	0.0004	0.5355	0.5854
帰還	24.9[24.1-25.6]	0.3793			
SBP	(mmHg)				
非避難	125.6[125.0-126.3]	0.9227			
移住	126.9[125.1-128.8]	0.3413	0.0052	6.5630	0.0014 **
帰還	131.7[128.3-135.2]	1.7395			
DBP	(mmHg)				
非避難	79.3[78.8-79.8]	0.6258			
移住	80.2[78.9-81.4]	0.2315	0.0027	3.4314	0.0325 *
帰還	82.1[79.8-84.5]	1.1799			

\* p < 0.05

表 16. 年齢 4 分類毎の飲酒習慣毎で層別化した場合の避難経験と SBP

		非避難	移住	帰還	R <sup>2</sup>	F 値	p
若年群	高飲酒	(122) 124.8 [122.1-127.6]	(13) 131.5 [123.0-139.9]	(4) 137.3 [122.0-152.5]	0.0315	2.2114	0.1135
	低飲酒	(262) 119.2 [117.6-120.8]	(36) 117.8 [113.4-122.2]	(9) 119.8 [111.0-128.7]	0.0012	0.1763	0.8385
	無飲酒	(132) 118.0 [115.5-120.6]	(20) 121.8 [115.3-128.3]	(0)	0.0075	1.1283	0.2898
中前群	高飲酒	(138) 128.1 [125.7-130.6]	(13) 127.0 [119.0-135.1]	(2) 128.5 [108.1-148.9]	0.0004	0.0331	0.9674
	低飲酒	(290) 123.2 [121.5-124.9]	(16) 122.8 [115.6-130.0]	(7) 117.5 [106.6-128.4]	0.0034	0.5235	0.5930
	無飲酒	(113) 122.9 [120.0-125.8]	(12) 124.4 [115.4-133.3]	(3) 134.5 [116.6-152.4]	0.0130	0.8259	0.4402
中後群	高飲酒	(146) 131.8 [129.3-134.3]	(27) 129.4 [123.6-135.2]	(8) 134.8 [124.1-145.4]	0.0053	0.4727	0.6241
	低飲酒	(318) 126.1 [124.4-127.8]	(49) 129.8 [125.5-134.2]	(11) 130.5 [121.3-139.6]	0.0083	1.5734	0.2087
	無飲酒	(96) 125.3 [121.9-128.7]	(26) 128.3 [121.7-134.8]	(6) 130.7 [117.1-144.2]	0.0088	0.5532	0.5765
高年群	高飲酒	(119) 134.9 [132.3-137.4]	(23) 130.7 [124.9-136.5]	(8) 143.4 [133.6-153.2]	0.0330	2.5086	0.0849
	低飲酒	(279) 130.1 [128.1-132.0]	(46) 128.6 [123.9-133.4]	(14) 137.8 [129.2-146.4]	0.0102	1.7315	0.1786
	無飲酒	(141) 126.4 [123.6-129.3]	(14) 131.6 [122.6-140.6]	(11) 131.9 [121.7-142.0]	0.0123	1.0178	0.3637

表 17. 開始月と総線量及び登録期間の関係表 (人数)

	計	低線量	中線量	高線量	短期登録	長期登録
3月	954(27.6%)	457(47.9%)	286(30.0%)	211(22.1%)	431(45.2%)	523(54.8%)
4月	657(19.0%)	543(82.6%)	92(14.0%)	22(3.3%)	317(48.2%)	340(51.8%)
5月	549(15.9%)	489(89.1%)	53(9.7%)	7(1.3%)	347(63.2%)	202(36.8%)
6月	330(9.5%)	300(90.9%)	28(8.5%)	2(0.6%)	203(61.5%)	127(38.5%)
7月	353(10.2%)	327(92.6%)	24(6.8%)	2(0.6%)	220(62.3%)	133(37.7%)
8月	203(5.9%)	198(97.5%)	4(2.0%)	1(0.5%)	143(70.4%)	60(29.6%)
9月	151(4.4%)	147(97.4%)	4(2.6%)	0(0.0%)	151(100.0%)	0(0.0%)
10月	128(3.7%)	127(99.2%)	1(0.8%)	0(0.0%)	124(96.9%)	4(3.1%)
11月	135(3.9%)	135(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	131(97.0%)	4(3.0%)
合計	3460	2723(78.7%)	492(14.2%)	245(7.1%)	2067(59.7%)	1393(40.3%)

(カッコ ( ) は「計」列のみ全体に対する割合、その他は開始月毎の合計に対する割合)

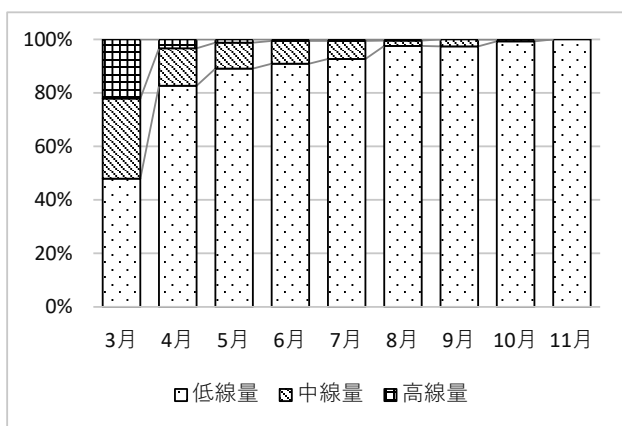


図 4-1. 開始月と総線量の関係グラフ

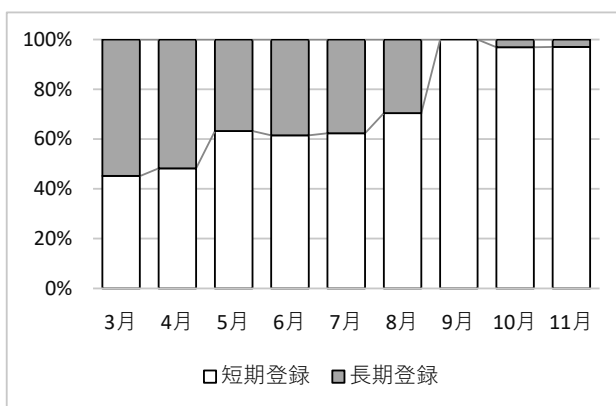


図 4-2. 開始月と登録期間の関係グラフ

表 18. 開始月とパターン分類の関係表 (人数)

	低線量		中線量		高線量	
	短期登録 (短低)	長期登録 (長低)	短期登録 (短中)	長期登録 (長中)	短期登録 (短高)	長期登録 (長高)
開始月						
3月	308(32.3%)	149(15.6%)	92(9.6%)	194(20.3%)	31(3.2%)	180(18.9%)
4月	299(45.5%)	244(37.1%)	17(2.6%)	75(11.4%)	1(0.2%)	21(3.2%)
5月	327(59.6%)	162(29.5%)	19(3.5%)	34(6.2%)	1(0.2%)	6(1.1%)
6月	188(57.0%)	112(33.9%)	15(4.5%)	13(3.9%)	0(0.0%)	2(0.6%)
7月	209(59.2%)	118(33.4%)	11(3.1%)	13(3.7%)	0(0.0%)	2(0.6%)
8月	141(69.5%)	57(28.1%)	2(1.0%)	2(1.0%)	0(0.0%)	1(0.5%)
9月	147(97.4%)	0(0.0%)	4(2.6%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
10月	124(96.9%)	3(2.3%)	0(0.0%)	1(0.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)
11月	131(97.0%)	4(3.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
合計	1874(54.2%)	849(24.5%)	160(4.6%)	332(9.6%)	33(1.0%)	212(6.1%)

(カッコ( ))は開始月毎の合計に対する割合)

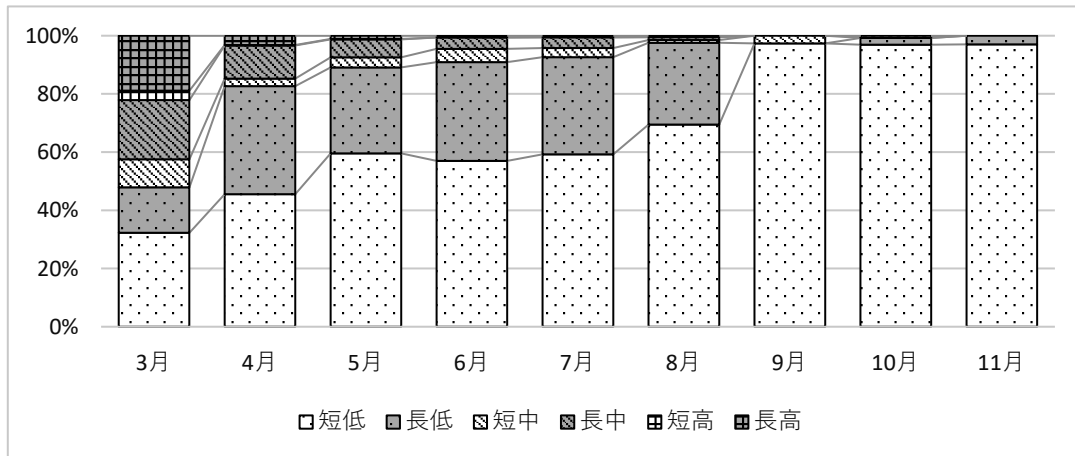


図 5. 開始月とパターン分類の関係グラフ

表 19. 各パターン分類毎の平均年齢及び年齢構成表（人数）

	低線量		中線量		高線量	
	短期登録 (短低)	長期登録 (長低)	短期登録 (短中)	長期登録 (長中)	短期登録 (短高)	長期登録 (長高)
平均(歳)*	46.3[45.9-46.8]	47.7[47.0-48.3]	46.1[44.6-47.7]	46.4[45.3-47.5]	45.5[42.1-48.8]	43.6[42.3-45.0]
20歳代**	102(5.4%)	36(4.2%)	6(3.8%)	21(6.3%)	3(9.1%)	24(11.3%)
30歳代	374(20.0%)	147(17.3%)	34(21.3%)	53(16.0%)	8(24.2%)	45(21.2%)
40歳代	632(33.7%)	274(32.3%)	60(37.5%)	124(37.3%)	8(24.2%)	70(33.0%)
50歳代	594(31.7%)	302(35.6%)	47(29.4%)	109(32.8%)	11(33.3%)	68(32.1%)
60歳代	169(9.0%)	90(10.6%)	11(6.9%)	25(7.5%)	3(9.1%)	5(2.4%)
70歳代	3(0.2%)	0(0.0%)	2(1.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)

(\* [ ]内は95%信頼区間の下限-上限。

\*\*20歳代は19歳の者（計3名）を含む。カッコ（ ）は各パターン分類の合計人数に対する割合。

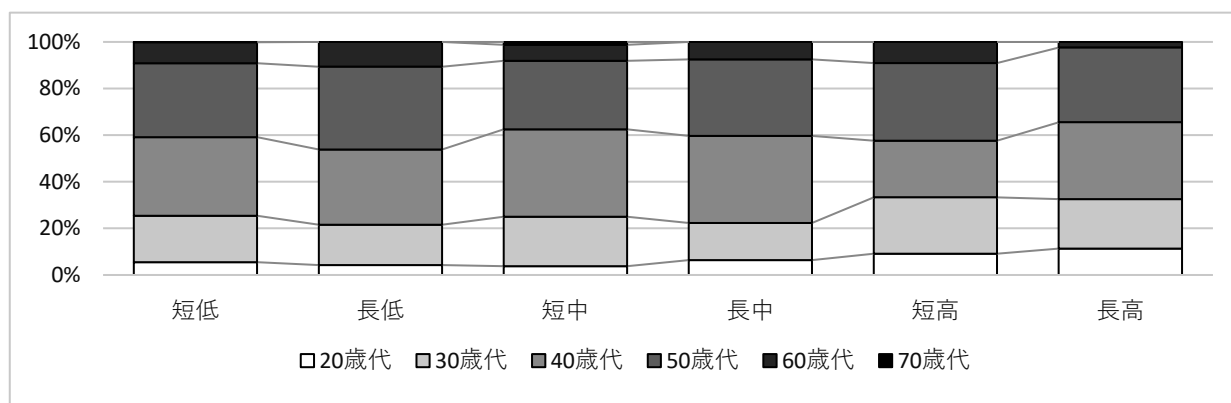


図 6. 各パターン分類の年齢構成グラフ

表 20. 各パターン分類毎の月平均線量表（人数）

	低線量		中線量		高線量	
	短期登録 (短低)	長期登録 (長低)	短期登録 (短中)	長期登録 (長中)	短期登録 (短高)	長期登録 (長高)
0	1716(91.6%)	849(100.0%)	22(13.8%)	328(98.8%)	0(0.0%)	146(68.9%)
10	158(8.4%)	0	64(40.0%)	4(1.2%)	3(9.1%)	61(28.8%)
20	0	0	51(31.9%)	0	8(24.2%)	4(1.9%)
30	0	0	14(8.8%)	0	3(9.1%)	1(0.5%)
40	0	0	9(5.6%)	0	2(6.1%)	0
50	0	0	0	0	4(12.1%)	0
60	0	0	0	0	1(3.0%)	0
70	0	0	0	0	3(9.1%)	0
80	0	0	0	0	2(6.1%)	0
90	0	0	0	0	2(6.1%)	0
100	0	0	0	0	2(6.1%)	0
130	0	0	0	0	1(3.0%)	0
170	0	0	0	0	1(3.0%)	0
220	0	0	0	0	1(3.0%)	0

(月平均線量は1桁切り捨て。下線部は各パターン分類内の最頻値。

カッコ（ ）は各パターン分類の合計人数に対する割合。

表 21. 各パターン分類毎の避難経験、当時年収、当時所属表（人数）

		低線量		中線量		高線量	
		短期登録 (短低)	長期登録 (長低)	短期登録 (短中)	長期登録 (長中)	短期登録 (短高)	長期登録 (長高)
避難経験	非避難	1708(91.1%)	612(72.1%)	139(86.9%)	162(48.8%)	21(63.6%)	81(38.2%)
	避難*	163(8.7%)	235(27.7%)	21(13.1%)	170(51.2%)	12(36.4%)	131(61.8%)
	短期避難	50(2.7%)	65(7.7%)	2(1.3%)	43(13.0%)	4(12.1%)	16(7.5%)
	長期避難	112(6.0%)	169(19.9%)	19(11.9%)	127(38.3%)	8(24.2%)	115(54.2%)
当時年収**	<200	128(6.9%)	37(4.4%)	11(7.1%)	6(1.9%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	200≦	196(10.6%)	106(12.7%)	13(8.4%)	43(13.3%)	6(18.2%)	15(7.4%)
	400≦	429(23.2%)	205(24.6%)	43(27.9%)	90(27.9%)	10(30.3%)	39(19.1%)
	600≦	553(29.9%)	243(29.2%)	38(24.7%)	84(26.0%)	5(15.2%)	68(33.3%)
	800≦	542(29.3%)	241(29.0%)	49(31.8%)	100(31.0%)	12(36.4%)	82(40.2%)
当時所属	東電	573(30.7%)	194(23.0%)	47(29.4%)	143(43.3%)	8(24.2%)	159(75.4%)
	元請	770(41.2%)	419(49.6%)	70(43.8%)	112(33.9%)	17(51.5%)	33(15.6%)
	下請	464(24.9%)	212(25.1%)	43(26.9%)	69(20.9%)	8(24.2%)	16(7.6%)
	派遣	18(1.0%)	12(1.4%)	0(0.0%)	6(1.8%)	0(0.0%)	3(1.4%)
	その他	42(2.2%)	7(0.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)

（下線部は各設問毎の各パターン分類内の最頻値。カッコ（ ）は各パターン分類の合計人数に対する割合。

\*避難期間の回答内容不明の者（計2名）を含む。

\*\* 「<200」：200万円未満、「200≦」：200万円以上400万円未満、「400≦」：400万円以上600万円未満、「600≦」：600万円以上800万円未満、「800≦」：800万円以上。図6-2も同じ。）

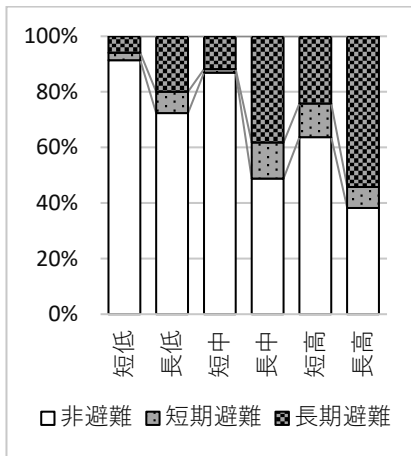


図 7-1. 各パターン分類毎の避難経験グラフ\*\*\*

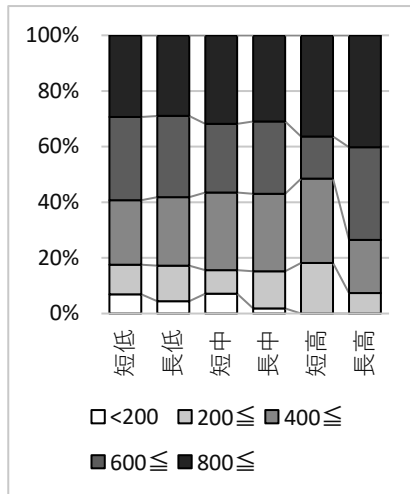


図 7-2. 各パターン分類毎の当時年収グラフ\*\*

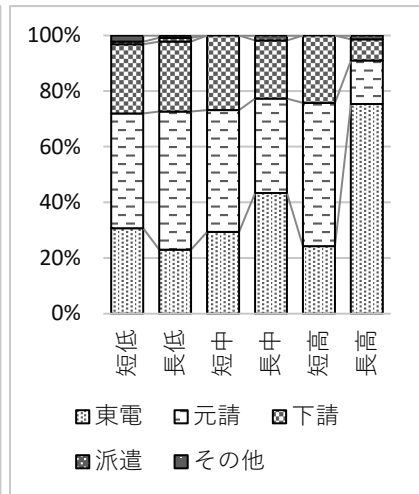


図 7-3. 各パターン分類毎の当時所属グラフ

(\*\*\*避難期間の回答内容不明の者は除いた。)



表 22. 当時所属毎の平均年齢及び年齢構成、当時年収、避難経験表（人数）

	東電	元請	下請	派遣	その他
合計	1124(32.6%)	1421(41.2%)	812(23.6%)	39(1.1%)	49(1.4%)
平均年齢(歳)*	42.2[41.7-42.8]	48.7[48.2-49.2]	48.1[47.5-48.8]	52.6[49.6-55.6]	49.8[47.2-52.5]
20歳代**	99(8.8%)	49(3.4%)	39(4.8%)	2(5.1%)	3(6.1%)
30歳代	314(27.9%)	189(13.3%)	145(17.9%)	2(5.1%)	7(14.3%)
40歳代	<u>462(41.1%)</u>	460(32.4%)	224(27.6%)	7(17.9%)	9(18.4%)
50歳代	225(20.0%)	<u>584(41.1%)</u>	<u>278(34.2%)</u>	<u>16(41.0%)</u>	<u>23(46.9%)</u>
60歳代	23(2.0%)	139(9.8%)	122(15.0%)	12(30.8%)	7(14.3%)
70歳代	1(0.1%)	0(0.0%)	4(0.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)
当時年収**					
<200	20(1.8%)	70(5.0%)	74(9.2%)	<u>14(35.9%)</u>	4(8.3%)
200≤	56(5.1%)	129(9.2%)	173(21.6%)	13(33.3%)	5(10.4%)
400≤	253(23.2%)	268(19.1%)	<u>270(33.7%)</u>	9(23.1%)	13(27.1%)
600≤	<u>391(35.8%)</u>	410(29.2%)	174(21.7%)	2(5.1%)	8(16.7%)
800≤	371(34.0%)	<u>526(37.5%)</u>	110(13.7%)	1(2.6%)	<u>18(37.5%)</u>
避難経験					
非避難	<u>899(80.0%)</u>	<u>1124(79.1%)</u>	<u>621(76.5%)</u>	<u>25(64.1%)</u>	<u>45(91.8%)</u>
避難***	224(19.9%)	295(20.8%)	191(23.5%)	14(35.9%)	4(8.2%)
短期避難	39(3.5%)	81(5.7%)	52(6.4%)	5(12.8%)	1(2.0%)
長期避難	185(16.5%)	213(15.0%)	138(17.0%)	9(23.1%)	3(6.1%)

(下線部は各設問毎の各当時所属内の最頻値)

カッコ ( ) は各当時所属毎の合計人数に対する割合 (合計 (最上段) のみ全体に対する割合)

\*[ ]内は95%信頼区間の下限-上限

\*\*20歳代は19歳の者 (計3名) を含む

\*\*\*避難期間の回答内容不明の者 (計2名) を含む

\*\*\*\* 「<200」: 200万円未満、「200≤」: 200万円以上400万円未満、「400≤」: 400万円以上600万円未満、「600≤」: 600万円以上800万円未満、「800≤」: 800万円以上。図7-2も同じ。

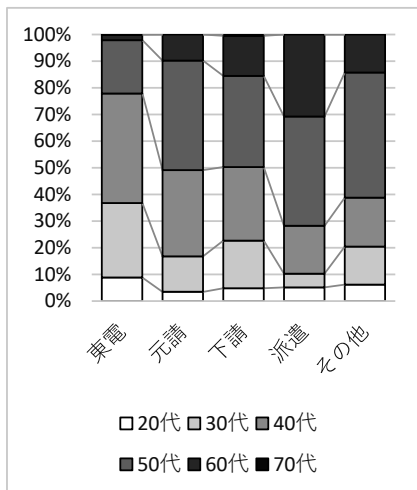


図 8-1. 各当時所属毎の年齢構成グラフ

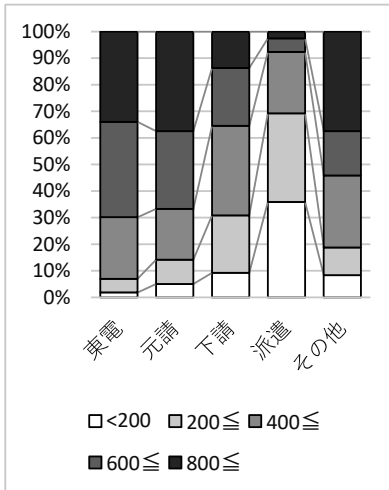


図 8-2. 各当時所属毎の当時年収グラフ\*\*\*\*

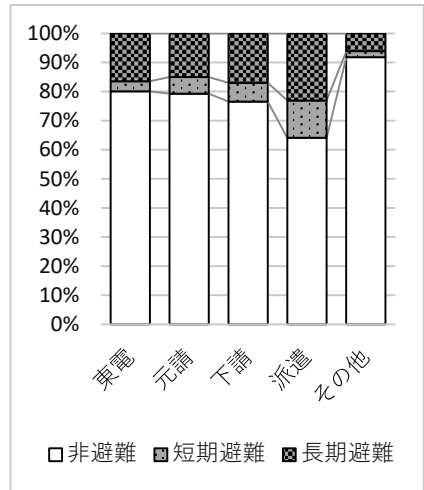


図 8-3. 各当時所属毎の避難経験グラフ\*\*\*\*\*

(\*\*\*\*\*避難期間の回答内容不明の者は除いた)

表 23. 各パターン分類毎の平均収縮期血圧

	低線量		中線量		高線量	
	短期登録 (短低)	長期登録 (長低)	短期登録 (短中)	長期登録 (長中)	短期登録 (短高)	長期登録 (長高)
<b>人数(人)</b>						
全体	1872	848	160	331	33	212
降圧薬内服なし	1309(69.9%)	535(63.1%)	117(73.1%)	214(64.7%)	23(69.7%)	145(68.4%)
降圧薬内服あり	563(30.1%)	313(36.9%)	43(26.9%)	117(35.3%)	10(30.3%)	67(31.6%)
<b>平均収縮期血圧(mmHg)</b>						
全体	125.8 [125.1-126.5]	126.1 [125.0-127.2]	127.3 [124.9-129.8]	125.8 [124.1-127.5]	130.1 [124.7-135.5]	124.2 [122.0-126.3]
降圧薬 内服なし	124.3 [123.5-125.2]	123.6 [122.2-124.9]	124.7 [121.8-127.6]	123.8 [121.7-125.9]	128.9 [122.4-135.4]	121.0 [118.4-123.6]
降圧薬 内服あり	129.1 [127.9-130.4]	130.4 [128.8-132.0]	134.5 [130.1-139.0]	129.6 [126.9-132.2]	133.1 [123.9-142.2]	131.1 [127.5-134.6]

(カッコ ( ) は各パターン分類毎の合計人数に対する割合。[ ]内は95%信頼区間の下限-上限。)



## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 白内障調査分科会

研究分担者 佐々木 洋 金沢医科大学眼科学講座  
総合医学研究所環境原性視覚病態研究部 主任教授  
研究協力者 初坂奈津子 金沢医科大学眼科学講座  
総合医学研究所環境原性視覚病態研究部 助教  
研究協力者 黒坂大次郎 岩手医科大学眼科学教室 主任教授  
研究協力者 久保 江理 金沢医科大学眼科学講座 特任教授  
研究協力者 宮下 久範 金沢医科大学眼科学講座 助教  
研究協力者 飛田あゆみ 放射線影響研究所長崎臨床研究部 副部長

### 研究要旨

東電福島第一原子力発電所の緊急作業に従事した作業員の放射線被ばくによる健康への影響を長期にわたり検証する。水晶体は人体の中でも放射線感受性の高い組織の一つであり、従来考えられていた閾値以下の低線量放射線被ばくでも白内障を発症することが報告されている。白内障調査分科会では緊急作業従事者の白内障の調査を行い、緊急作業による放射線被ばくと長期での水晶体混濁発症の関係について明らかにする。

白内障全国調査は2018年度より開始し、3年に1回のペースで受診してもらうため、2018-2020年度を第1クール、2021-2023年度を第2クールと設定した。第2クールの対象者は、NEWSの研究同意者のうち白内障検診受診希望者は3,734名であり、3年間で2,245名の検診が終了した。第2クール全体で解析可能であった2,121名の結果から、微小混濁も含めない透明水晶体眼の割合は両眼で23.3%であった。放射線白内障の初期変化となるVacuoles (VC)を含む白内障眼の割合は両眼で75.7%、白内障手術後である眼内レンズ挿入眼の割合は1.0%となり、第1クール(2018-2020年度)の結果と比べても大きな差はなかった。2,121名のうちの約800名は簡易型徹照カメラの撮影も行っており、画像を用いた白内障の自動解析も進めている。

### A. 研究目的

東電福島第一原子力発電所の緊急作業に従事した作業員の放射線被ばくによる健康への影響を長期的に検証する。水晶体は人体の中でも放射線感受性の高い組織の一つであり、比較的低線量の慢性放射線被ばくでも白内障を発症するとされている。白内障分科会では緊急作業従事者の白内障の調査を行い、放射線被ばくと水晶

体混濁の関係について明らかにする。放射線被ばくに関連する白内障病型としては、後囊下白内障や皮質白内障などがあげられるが、放射線白内障の初期病変としてVacuoles (VC)と呼ばれる小さな粒状の混濁(微小混濁)が見られる。眼科診療では細隙灯顕微鏡を用いた眼科医の肉眼診断が基準となるが、このような微小混濁を追跡する調査には水晶体撮影カメラによる

徹照画像が必須である。全国調査においては多施設での調査となり、画像データを元に大量のデータ解析と追跡調査が必要となる。本研究では深層学習を用いた画像認識処理によって水晶体混濁の自動計測を行うことを目指し、水晶体混濁自動計測システムの開発と評価も同時に行っている。

## B. 研究方法

①実効線量が 50 mSv 以上の現東電社員を対象とした白内障調査は、2013 年より慶應義塾大学眼科学教室との共同調査として、福島第一・第二、柏崎刈羽、東京本社で毎年眼科検診を行っている。コロナウィルスの影響により 2020 年度および 2021 年度は検診を中断していたが、2022 年度より再開した。眼科検診は視力検査、眼屈折検査、眼圧検査および散瞳下での医師による白内障診断の他に、前眼部解析装置と簡易型徹照カメラを用いた水晶体撮影も含めた診断を行っている。

②全国白内障調査は、日本白内障学会と日本眼科医会の協力を得て 2018 年から開始し、全国 76 施設で実施している。簡易型徹照カメラは対象者の多い福島、東京、新潟の施設に計 8 台設置し、水晶体撮影を含めた検診を行っている。対象者には 3 年に 1 回のペースで受診してもらうため、2018-2020 年度を第 1 クール、2021-2023 年度を第 2 クールと設定した。第 1 クールは対象者を被ばく線量 20 mSv 以上に制限し検診を行ったが（受診者数 497 名）、第 2 クールの対象者は被ばく線量限度の制限をなくし、NEWS 研究への同意がある 6,999 名とし、第 2 クール開始とともに白内障調査案内を送付し受診可否および希望施設について確認した。そのうち受診希望者は 3,643 名となり、3 年間で 2,245 名の検診が終了した。

③水晶体の徹照画像およびスリット画像データを元に、深層学習を用いた画像認識処理によって白内障の自動診断を行うことを目

指し、画像認識モデルの開発と評価を継続的に実施している。本研究では下記 2 つの評価を中心に画像認識モデルの開発と評価を実施した。

1. 白内障 5 病型（3 主病型である皮質混濁、核混濁、後囊下混濁と副病型である Retrodots (RD) および Waterclefts (WC)) のグレード分類を行う画像認識モデル
2. 放射線白内障の初期変化の 1 つである VC の検出を実施する物体検出モデル

深層学習のための大量の学習用データ処理を高速に効率よく実施するためのサーバー (IBM Power System AC922 サーバー) と画像認識モデルの GUI による効率的な開発環境を提供するソフトウェア・ツール (IBM Visual Insights) を用いた。画像分類のネットワークモデルについては、GoogLeNet での評価で統一し、物体検出用のアルゴリズムについては Faster R-CNN を用いた。

(倫理面への配慮)

全国調査に関して金沢医科大学倫理委員会の規定に基づき、委員会にて承認された。

## C. 研究結果

① NEWS 本部に届いた過去の検診データについて、水晶体画像解析を進めている。まずは微小混濁である VC の 7 年間 (2013-2019 年) での有病率の推移および被ばく線量との関連について検討した。対象は調査に参加している東電社員のうち、被ばく線量の提供の研究同意がある 315 名とし、平均年齢は  $38.8 \pm 9.5$  歳 (2011 年事故当時) であった。白内障は散瞳下での徹照画像 (EAS-1000) から、VC の解析を行った。画像解析は AI 診断を使用し、VC の局在 (後囊下中心) や VC の数について診断した。被ばく線量は実効線量で評価し、統計解析はロジスティック回帰分析により、年齢 (2011 年当時)、喫煙、飲酒、糖尿病、高血圧、脂質異常症を調整した後、VC 有病率と被ばく線量との関連を検討した。後囊下

表 1. 東電検診対象者の実効線量と VC 有病率

実効線量	人数	後囊下中心の VC 有病率 (%)
不明	12	7 (58.3%)
0-5 mSv	5	2 (40.0%)
5-10 mSv	2	1 (50.0%)
10-20 mSv	8	4 (50.0%)
20-50 mSv	72	36 (50.0%)
50-100 mSv	150	74 (49.3%)
100-150 mSv	51	23 (45.1%)
≥ 150 mSv	15	8 (53.3%)
Total	315	155 (49.2%)

表 2. 後囊下中心 VC 有病率に対するロジスティック回帰分析

	Odds ratio	95% 信頼区間
実効線量 (per 10mSv)	1.02	0.97 - 1.06
年齢 (歳)	1.04	1.01 - 1.07
高血圧	1.63	0.94 - 2.84
糖尿病	0.67	0.21 - 2.16
脂質異常症	0.90	0.55 - 1.45
喫煙	0.94	0.56 - 1.58
飲酒	1.13	0.55 - 2.30

中心にある VC 有病率は 6.0% (2013 年) から 18.0% (2019 年) と年度により増加傾向を示した。しかし同一対象者の VC の経年変化では、発症と消失を繰り返しているものや、局在が変化する (VC の位置が移動する) ものなど様々な変化が起こっている事も確認された。7 年間で後囊下中心にある VC が 1 回でも確認された対象は全体の 49.2% であった。今回の対象者の実効線量は平均  $76.8 \pm 53.7$  mSv であった (表 1)。ロジスティック回帰分析の結果では、年齢と後囊下中心 VC の有病率には有意な関連があったが (オッズ比 1.038 (95%CI: 1.01-1.07))、被ばく線量との間には有意な関連は見られなかった (オッズ比 1.016 (0.97-1.06)) (表 2)。

②第 2 クールとしては 3 年間で 2,245 名 (2021 年度: 587 名、2022 年度: 886 名、2023 年

度: 772 名) の検診が終了した。図 1 に解析可能であった 2,121 名の結果を示す。左右眼を合わせて解析した結果、透明水晶体眼 (微小混濁もないもの) は 23.3% であった。微小混濁を含む水晶体変化 (皮質、核、後囊下、Retrodots、Waterclefts、Vacuoles) が確認されたのは 75.7% であり、白内障手術後である眼内レンズ眼は 1.0% であった。対象群が異なるため直接の比較はできないが、第 1 クールの結果と比べても大きな差はなかった。図 2 に微小混濁を含む白内障眼に対する視力別での有病率を示す。第 2 クールの結果として矯正視力 1.0 以上が 89.1%、視力 0.7-0.9 が 8.6%、視力 0.6 以下が 2.3% であり、こちらも第 1 クールの結果と比較しても大きな差は見られなかった。これらの結果から、第 2 クールは事故後 10 年以上が経過しているが、対象者の

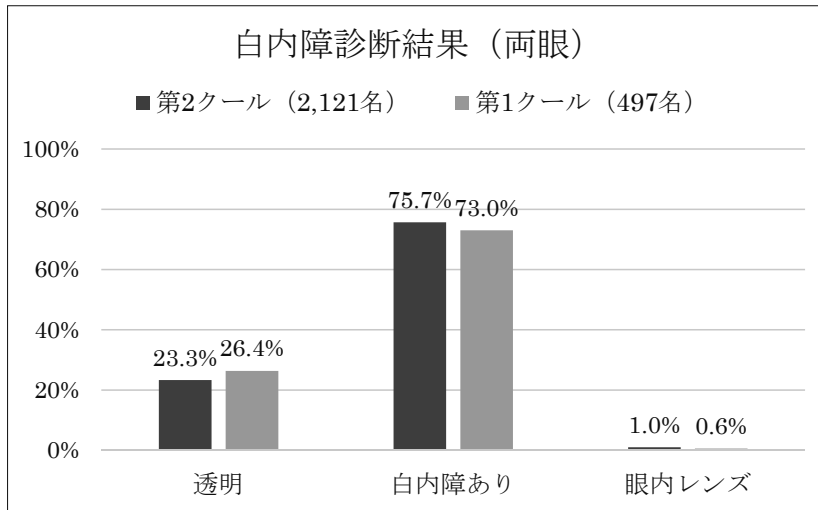


図 1. 白内障診断結果

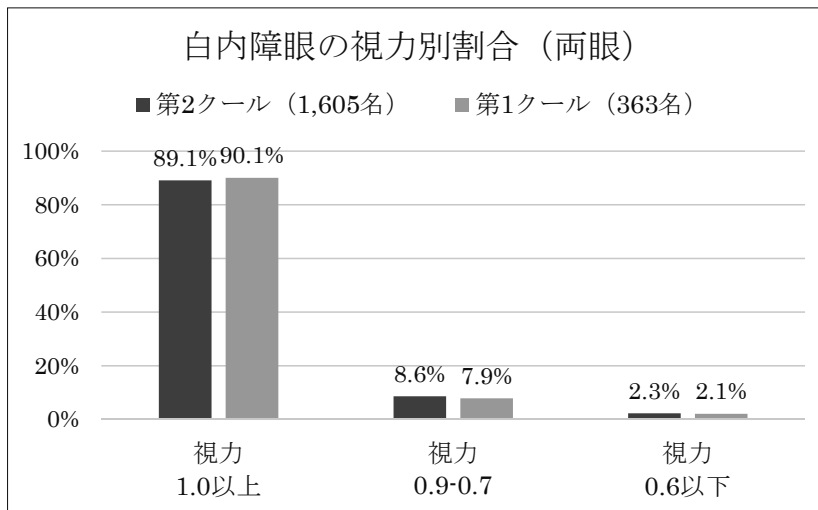


図 2. 白内障眼における視力別の割合

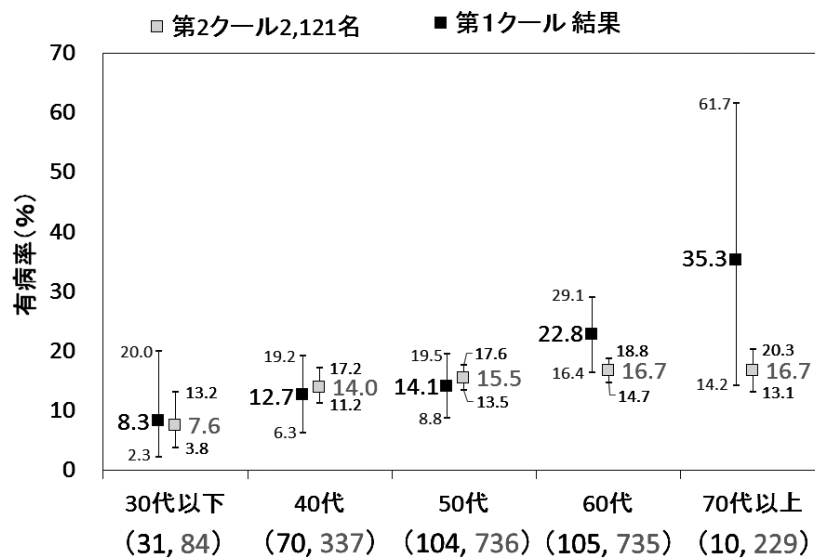


図 3. 後嚢下中心にある VC の年代別有病率  
括弧内は人数（第1クール, 第2クール）を示す

9割近くがまだ白内障がない、あるいは水晶体の変化があるが視力良好であるということが確認できた。また第1クールの平均年齢  $54.2 \pm 10.0$  歳に対し第2クールは  $57.7 \pm 9.5$  歳と年齢の影響も考えられるが、第1クールとの大きな結果の違いは認められなかった。図3に後嚢下中心のVCの年代別有病率を示す。第1クールの結果では加齢に伴いVCの有病率の増加が見られたが、第2クールの結果では加齢による増加は確認できず、40代以降は横ばいを示した。後嚢下にあるVCは後嚢下白内障に進行する可能性もあり、継続的な調査が必要である。これらの結果は各施設の眼科医の診断を評価したものであり、特に微小混濁の診断においては施設間でばらつきが出ることが予想される。本クールでは約800名の徹照カメラ画像があるため、AIを用いた白内障解析を追加し、白内障5病型およ

び微小混濁VCの診断から精度の高い評価を進めている。さらに年齢を考慮した被ばく線量との関連、また糖尿病や喫煙なども含めた解析を行う予定である。

③白内障5病型のグレード判定については、混合混濁の学習および評価データの整備を繰り返し実施しながら検討を進めた(図4)。主病型・副病型の5病型における判定精度を表3にまとめる。各混濁病型に対し80~90%の精度で判別できることを確認できた。各種混濁のグレードの判定については複数の混濁が混在する混合型白内障の画像では、肉眼診断でも各病型やグレードの判定が困難であるケースも少なくない中で、皮質混濁と微小混濁の類似事象との区別をつけるのが難しいRDの精度が少し低くなるが、それでも後嚢下混濁やWCに対しては80%以上の精度であることを確認した。VCの検出モデ

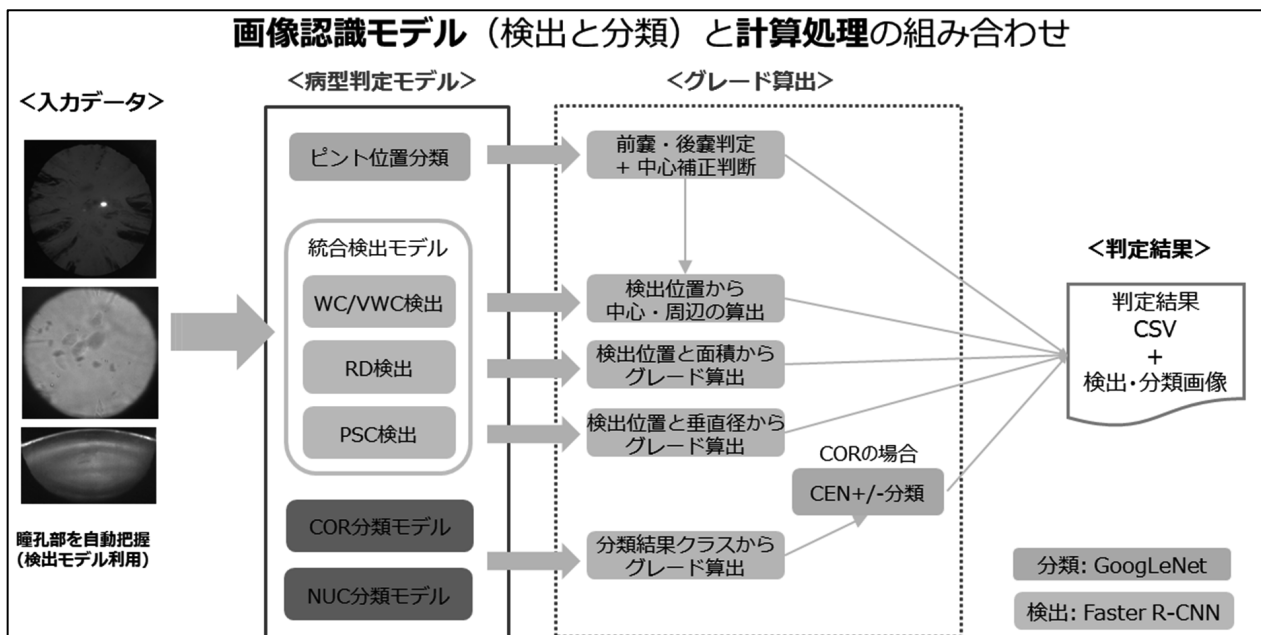


図4. 白内障5病型の判定モデルの概要

表3. 白内障5病型におけるモデル精度（混合混濁眼）

白内障病型	皮質	皮質 (瞳孔中心)	後嚢下	RD	WC
病型のみでの正解率（感度）	80%	-	92%	85%	89%
病型およびグレード判定の正解率	66%	84%	90%	71%	89%



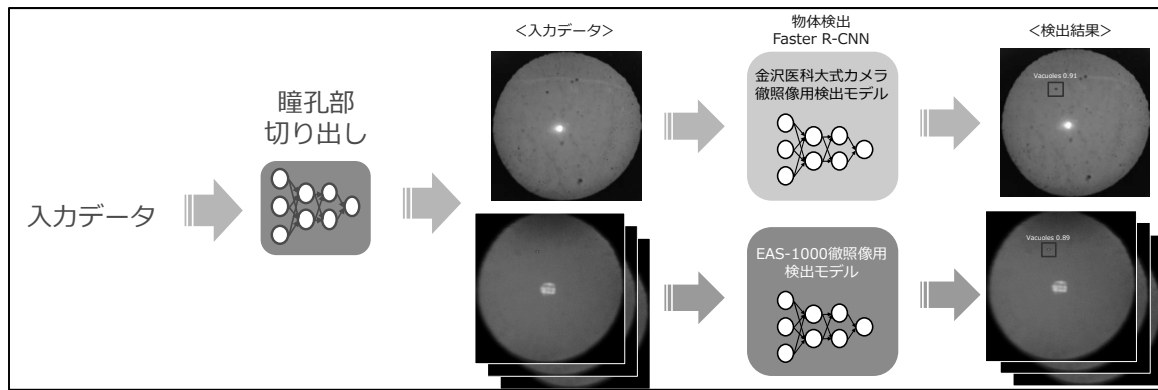


図 5. VC の検出処理モデルの概要

ルについて（図 5）は学習データを何度も見直し、判断に迷う紛らわしいデータを削除する等の処理を繰り返し実用性を高めた。VC の検出対象を改めて「明確な液胞」のみに絞り込み、VC のサイズは診断医が VC と認識した最小サイズまでを対象とした。小さいサイズの VC の抽出には、画像を分割して検出処理を実施していく手法が最も効果的であり、最適な分割サイズについて正解データを元に決定した。これらの手法から正解率を 96% 以上として確保することが可能となった。またこの検出結果に加えて、画像内の瞳孔縁のぼやけ具合から、焦点が水晶体の後囊側にあることを分類するモデルを追加で作成し、かつ VC が瞳孔中心に近いかどうかを算出する手法も整理した。そして最も重要である後囊中心部の VC かどうかの区別も可能となった。

#### D. 考察

東電社員に対する 2013 年から 2019 年までの検診データに対して、事故後 10 年未満での放射線白内障の影響は、VC 有病率と被ばく線量の有意な関連は示されなかった。しかし後囊下中心に局在する VC の有病率は 7 年間で増加傾向にあり、今後後囊下白内障に進展する可能性は否定できない。低線量被ばく者の水晶体変化について微小混濁から長期間縦断的に経過観察した報告はこれまでほとんどないため、本研究により得られるデータは今後 ICRP の基準とな

っている被ばく線量限度の評価にもつながると考えている。また白内障 5 病型についても同様の解析を進めるとともに、来年度も白内障検診を従来通り実施する予定である。

第 2 クールとして受診希望者が 3,643 名のうち受診できた対象者は 2,245 名であった。受診に至らなかった約 1,400 名のうち 459 名は電話連絡による検診の日程調整ができなかった。その理由の 1 つとして本研究では一般の眼科クリニックで検診を行っているため、各施設における検診の受け入れ状況が異なることや、通常臨床業務の枠に検診を入れてもらう難しさなどがあげられる。また対象者は仕事の都合から土曜日の検診を希望することが多いが、土曜日に検診の受け入れがある眼科施設は少ない。64 名は居住地域に検診施設がないため受診ができなかった。こちらは書面でのお詫びと粗品を郵送した。残りの約 900 名に関しては、2 度目の意向調査（眼科施設および受診希望日）の返信がなかった。返信がなかった理由として、行けそうな施設がない（遠い）、本研究は散瞳検査を含むため車の運転を制限している施設が多く受診が難しい（特に地方に居住している対象者）、コロナウィルスの影響により日程調整が難しいなどが推察された。来年度から第 3 クールを開始する予定であるが、これらの結果をふまえて対象者の選定や検診意向の案内方法を再考する必要がある。検診施設に関しては、今後も検診枠の増加や協力施設の追加が必要であると考えている。簡易型徹照カメラの製作と設置施設の増加も必要であり、多くの施設で水晶体徹照画

像の撮影を行い精度の高い評価ができるように調査を進めたい。

水晶体混濁自動解析システムによる VC の検出について、画像の分割手法を掛け合わせることで、90%以上の精度で誤検出を抑えながら VC 検出を実施できた。今回の検出モデルは、大量の診断作業の効率化および精度向上への支援ツールとして、すでに実用できる精度に到達しているといえる。今回のモデルを今後の検診に組み込むことで、検診データの分析に適用し、診断時の参考情報としても活用可能である。その結果をまたモデルに反映し改善を行うというサイクルを確立することが有効であると考えている。また無散瞳撮影への対応および瞳孔中心 3 mm 把握の精緻化の手法を取り込んだ VC 検出モデルの開発も同時に行っており、VC の検出が無散瞳撮影でも一定レベル以上の精度で可能であることが確認できている。放射線医療従事者の白内障検診などを含むさらに幅広い検診で利用できるような汎用性を高めることができたと考えている。白内障 5 病型の AI 診断に関しては未だ十分な精度には達しておらず、第 3 期以降もその精度を高めるための検討を継続する。また事前のデータ補正について画像鮮明化ツール製品などを利用することで、より精緻な結果を引き出せる可能性もあり今後のトピックスとなる。

## E. 結論

現東電社員に対する検診は、過去のデータの精査を行いながら来年度以降も継続する。これまでの検診結果をまとめ、白内障有病率の比較や、同対象者の経年変化など詳細な検討を進めている。全国白内障調査は第 1 クールと第 2 クールを終えた。これまでの結果をまとめ、被ばく線量と水晶体変化の関係についても解析を進めている。長期での縦断調査には水晶体の画像診断が必須であり、簡易型徹照カメラの製造と設置施設の増加を目指すとともに、今後の検診データの解析に使用して精度を確認していきたい。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

1. 初坂奈津子, 宮下久範, 喜多村絃子, 大久保利晃, 佐々木洋. 「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」白内障全国調査について. 日本白内障学会誌 2020;32 (1):49-51.

### 2. 学会発表

1. 初坂奈津子: 東電福島第一原子力発電緊急作業従事者に対する白内障調査. 第 5 回北陸 4 大学眼科合同研究会、2019.05、金沢
2. 初坂奈津子, 宮下久範, 久保江理, 喜多村絃子, 佐々木洋, 大久保利晃: 「東電福島第 1 原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」白内障全国調査について. 第 58 回日本白内障学会総会、2019.09、和歌山
3. N Hatsusaka, H Miyashita, E Kubo, H Kitamura, T Okubo, H Sasaki: Epidemiological study of nuclear emergency workers at Tokyo Electric Power Company Fukushima nuclear Power Plant: findings from a cataract study covering 3 to 6 years after the nuclear accident. The 6<sup>th</sup> International Conference in the Lens, 2019.12, Hawaii
4. 初坂奈津子: 東電福島第一原発緊急作業従事者に対する白内障調査. 金沢医科大学総合医学研究所研究セミナー、2020.3、金沢
5. 初坂奈津子、宮下久範、久保江理、大久保利晃、佐々木洋: 「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学的研究」白内障全国調査報告、第 60 回日本白内障学会総会、2021.11、横浜
6. 初坂奈津子、柴田哲平、宮下久範、武田峻、渋谷恵理、三田哲大、清田優希也、水戸毅、久保江理、佐々木洋: 「AI を使った水晶体 Vacuoles 検出モデルの開発と評価」第 61 回日本白内障学会総会、2022.08、宇都宮
7. 初坂奈津子, 胡歆, 渋谷恵理, 三田哲大, 鷓飼祐輝, 中津川宥衣, 水戸毅, 久保江理, 大久保利晃, 佐々木洋: 「東電福島第一原発緊急作業員の放射線白内障調査

Vacuoles の 7 年間の変化と被ばく線量との関係」： 第 62 回日本白内障学会総会、2023.07、盛岡

8. Hiroshi Sasaki: Findings from radiation cataract survey on emergency workers at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Station and interventional medical radiation workers. 7th ICRP International Symposium 2023, 2023.11, Tokyo
9. Natsuko Hatsusaka: Application of artificial intelligence in diagnostic imaging of radiation Cataract. 7th ICRP International Symposium 2023, 2023.11, Tokyo

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし

## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 甲状腺がん調査分科会

研究分担者	祖父江友孝	大阪大学大学院医学系研究科環境医学	教授
	谷口 信行	自治医科大学医学部	客員教授
	宮川めぐみ	国家公務員共済組合虎の門病院	非常勤医師
		医療法人誠医会宮川病院	内科部長
	百瀬 琢磨	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	
		福島研究開発部門福島研究開発拠点	所長代理
	吉永 信治	広島大学原爆放射線医科学研究所	
		放射線影響評価研究部門計量生物研究分野	教授
研究協力者	今泉 美彩	放射線影響研究所長崎臨床研究部	副部長
	山本さやか	自治医科大学臨床検査医学	助教
	査 凌	大阪大学大学院医学系研究科環境医学	特任助教

### 研究要旨

本分科会においては、平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金特別研究事業「東京電力福島第一原発作業員の甲状腺の調査等に関する研究」（主任研究者 祖父江友孝）で積み残した、【課題 A】旧研究班の要精検者に対する精検結果、および、ばく露群における過去の甲状腺超音波検査の結果の収集と解析に努める点、に加えて、【課題 B】緊急作業員約 2 万人の対象者全体に対する甲状腺超音波検査の実施方法を検討し、検査結果を収集解析した。

【課題 A】については、旧研究班のデータを入手し確認した。甲状腺超音波検査受診歴等を「健康と生活習慣に関する質問票」等に含めて情報収集している。【課題 B】については、第 2 期において甲状腺超音波検査従事者講習会は合計 9 回実施され、参加者はのべ 209 人であった。認定技師数は令和 2 年度に最大 131 人、認定施設数は 58 施設に達した。

令和 5 年 10 月末時点で、ベースライン調査受診者 6,355 人中甲状腺超音波検査を受けてシステム中央判定のある例が 3,398 人（同意者の 69.5%）となり、第 1 期よりも 974 人増加した。一方、縦断調査受診者 3,704 人中、甲状腺超音波検査を受けた 2,878 人（同意者の 99.8%）は全例システム中央判定を受けた。甲状腺疾患の既往歴、頭頸部 CT 歴、家族歴、二次検査情報提供への不同意、甲状腺関連血液検査、甲状腺機能の診断、自己抗体と甲状腺機能低下症、甲状腺一次検査（超音波検査）の受診率や判定結果、および二次検査結果についてベースライン調査と縦断調査を分けて集計を行った。

甲状腺一次検査（超音波検査）におけるシステム中央判定の割合は、NEWS 全対象者 19,812 人中ベースライン調査で 17.2%、縦断調査で 14.5% であった。実効線量の増加に伴い、システム中央判定の割合はベースライン調査、縦断調

査とも高くなる傾向が見られた。最終判定結果は、ベースライン調査では3,398人中、A1が1,535人(45.2%)、A2が1,333人(39.2%)、Bが528人(15.5%)、Cが0人(0.0%)、判断不可が2人(0.1%)であった。一方、縦断調査では2,878人中、A1が1,191人(41.4%)、A2が1,178人(40.9%)、Bが509人(17.7%)、Cと判断不可が共に0人(0.0%)であった。実効線量別に見ると、ベースライン調査と縦断調査両方において、実効線量とB判定およびA2判定の割合との間に明らかな関連は見られなかった。

最終判定がBまたはCののべ1,037人(ベースライン調査528人、縦断調査509人)中、自治医大にて医療機関からのべ444人(42.8%)について二次検査結果を受領した。このうち、細胞診を受けた122人の中で、悪性ないし悪性の疑い9人、良性ないし良性の疑い88人、結果不明または判定不能25人であった。また甲状腺がんは合計10人(手術で確定6人、細胞診診断のみ4人)で見えられた。

甲状腺がん、結節、のう胞、甲状腺機能低下症の4疾患を主要評価項目をとして、質問票での自己申告を含めて診断基準を定め検討した。震災後の甲状腺がん累積罹患は33人(手術で確定6人、細胞診診断のみ4人、質問票で自己申告23人)、全受診者における累積罹患率は0.5%であった。実効線量別に見た罹患率の分布は、5 mSv未満で0.5%、5 mSv以上10 mSv未満で0.6%、10 mSv以上20 mSv未満で0.2%、20 mSv以上50 mSv未満で0.3%、50 mSv以上100 mSv未満で1.4%、100 mSv以上150 mSv未満で2.3%、150 mSv以上0.0%、不明0.0%で、実効線量50 mSv以上で罹患率が高い傾向があったが、緊急作業後の甲状腺超音波検査受検回数も線量が高い方が多かった。全受診者における甲状腺機能低下症の有病率はベースライン調査で3.6%、縦断調査で4.7%であり、システム中央判定がある受診者における結節(5.1 mm以上)、のう胞(5.1 mm以上)の有病率はそれぞれベースライン調査で15.3%、11.4%、縦断調査で17.6%、12.8%であり、いずれも実効線量との間に明らかな関連はなかった。

入手した旧研究班のデータに関しては今後の有効活用を図り、甲状腺超音波検査に関しては精度管理体制や二次検査の結果把握体制を維持しつつ、さらに二次検査の結果の受領率や精度を高める必要がある。

## A. 研究目的

平成25年度厚労科研費「東京電力福島第一原発作業員の甲状腺の調査等に関する研究」班(主任研究者 祖父江友孝、以下、「旧研究班」という。)において、ばく露群(甲状腺等価線量100 mSvを超える被ばくをした緊急作業従事者)および対照群(甲状腺等価線量100 mSv以下の原発関係者)を対象として、平成26年1-3月を中心に、ばく露群1,972人中627人および対照群1,437人に対して甲状腺超音波検査を行った。比較に際して、甲状腺等価線量を再

推計した。

その結果、要精検者(総合判定B,C)は、ばく露群と対照群で、それぞれ68人(10.9%)と138人(9.6%)、合計206人であった。平成27年3月末日までに、精検結果を把握できたものが、ばく露群33人(49%)、対照群85人(64%)、合計118名(57%)であった。ばく露群において、甲状腺超音波検査受診歴のあるものの割合が56.9%と対照群の5.6%に比べて極めて高かった。再評価後の線量別に比較した場合、二次検査推奨(B)となったものの割合が、

線量の高い群で高い傾向があったが、統計学的には有意ではなかった。今後、要精検者に対する精検結果の収集・解析、および、ばく露群における過去の甲状腺超音波検査の結果の収集・解析に努めることとした。

本分科会においては、旧研究班で積み残した、【課題 A】旧研究班の要精検者に対する精検結果、および、ばく露群における過去の甲状腺超音波検査の結果の収集と解析に努める点、に加えて、【課題 B】緊急作業業者約 2 万人の対象者全体に対する甲状腺超音波検査の実施方法を検討し、検査結果を収集解析することを目的とした。

## B. 研究方法

【課題 A】【課題 B】については、甲状腺がん調査分科会内でオンライン会議を含む打ち合わせ会による討議を行った（令和元年 8 月 30 日、9 月 27 日、令和 2 年 1 月 22 日、2 月 19 日、7 月 10 日、8 月 28 日、9 月 16 日、12 月 17 日、令和 3 年 2 月 18 日、7 月 28 日、9 月 16 日、12 月 15 日、令和 4 年 1 月 19 日、2 月 8 日、6 月 24 日、7 月 12 日、8 月 30 日、10 月 24 日、11 月 8 日、令和 5 年 2 月 14 日、5 年 6 月 14 日、11 月 12 日、12 月 13 日、令和 6 年 2 月 14 日）。また、本部と臨床調査分科会との合同会議をオンラインにて行った（令和 2 年 8 月 28 日、9 月 29 日、令和 3 年 12 月 6 日、令和 5 年 7 月 26 日）。

【課題 A】については、①旧研究班のデータを本研究に利用可能とする、②緊急作業業者全体に対して実施するベースラインアンケートの際に、過去の甲状腺超音波検査受検歴情報を収集する、ことで情報収集を試みた。

（倫理面への配慮）

倫理面の詳細は「C. 研究結果」を参照のこと。以下簡潔に述べる。インフォームド・コンセントについて【課題 A】では、旧研究班データを本研究に使用すること、および過去の甲状腺超音波検査歴を含めた健康と生活習慣に関する質問票の記載について、書面で同意を受ける。

【課題 B】では、甲状腺超音波検査について書面で同意を受けるとともに、二次検査が必要な場合はその結果取得について書面で説明し拒否機会を保障する。また甲状腺超音波検査により検査結果や二次検査、治療に関連する精神的、身体的、社会的負担等の不利益を生じる可能性があるため、縦断調査ではその旨を説明した上で同意を受ける。東電保有の甲状腺情報を本研究に使用することについても書面で同意を受ける。データはすべて安衛研で保存され、甲状腺がん調査分科会で解析する際は匿名化されたデータを使用する。

## C. 研究結果

【課題 A】のうち、[旧研究班データ]については、受診者 2,064 人中 NEWS 研究参加者対象者 865 人に、NEWS 研究の本部事務局であった放射線影響研究所緊急作業従事者健康調査室（以下「NEWS 事務局」という。）より同意を求める文書を発送し、令和 2 年度までに 627 人より同意を得た。令和 3 年度、同意を得た 627 人のデータを入手し、NEWS 研究参加者のうち甲状腺超音波検査受診者のベースライン調査のデータと突合を行った。その結果、531 人（ばく露群 274 人、対照群 257 人）が突合された。今後は、これらの突合された人について、旧研究班データを有効活用する予定である。

【過去の甲状腺超音波検査歴の把握】については、甲状腺疾患既往歴、甲状腺超音波検査受診歴、受療医療機関からの診療情報収集の同意を、健康と生活習慣に関する質問票（ベースライン調査および縦断調査）および同意書（ベースライン調査）、に含めて情報収集している。甲状腺超音波検査受診歴の集計結果を下記【課題 B】[主要評価疾患の検討]に記載する。

【課題 B】については、甲状腺がん調査分科会で検討した結果、以下を提案した（平成 27 年 4 月 7 日）。すなわち、①甲状腺超音波検診は、他の健診と同時に施行する、②甲状腺超音波検診対象者は、甲状腺等価線量 100 mSv 以上全員（推定 1,972 人）に加えて、地域を限定して

健診対象者全員に行う（例えば、福島、新潟、東京）、③健診機関を対象として講習会を開く、④判定基準、記録用紙は、専用のものに記載する、⑤記録断面、枚数は講習会にて説明する、⑥精度管理目的で、記録された画像と所見用紙を自治医大に送付し、委員会で判定を確認する。⑦自治医大で所見入力を行う、である。これに対して、現状の実施状況は以下のとおりである。

[対象者] 研究参加者は全員希望すれば甲状腺超音波検査を受けることができる。上記の②の提案通りの対象者ではない理由は、研究開始当初は甲状腺超音波検査を受けたくて健診を受診する人も多かったこと、また今年度時点でも甲状腺等価線量は利用できず、甲状腺等価線量100 mSv以上の対象者を特定することができないためである。

[甲状腺検査認定施設、認定技師、甲状腺超音波検査従事者講習会] 精度管理委員会では、第2期において甲状腺超音波検査従事者講習会を合計9回実施し、参加者はのべ209人であった。これらの講習会は、基礎から応用、実技までをカバーし、対面およびコロナ渦ではオンラインも活用して提供された。認定技師数は、令和2年度に最大131人、認定施設数は58施設に達した。また画像データの質向上と経時的な判定の信頼度をはかるため、写真の記録・計測の良否について、精度管理委員会による5段階評価を行っている。甲状腺超音波検査結果報告書関連の書類や甲状腺超音波検査の手引きについては随時改訂を行い、健診協力機関の利便性向上や負担軽減をはかっている。

[情報システム・検査結果] 平成29年2月に甲状腺超音波検査情報システムが完成し、順次稼働を開始した。各健診機関が本システムを通じて超音波画像と所見を送信し、精度管理委員会（自治医大）が判定を行い、結果を各健診機関に送信している（以下、甲状腺検査システム中央判定という）。平成29年4月からは甲状腺超音波検査受診者全例でシステム中央判定を行っている。

[同意書・検査実施・血液検査・質問紙集計]（詳細な集計表に関しては、令和5年度研究報

告書をご参照ください。）令和5年10月末時点で、ベースライン調査受診者6,355人中、甲状腺超音波検査同意書での回答が、同意4,889人（76.9%）、不同意26人（0.4%）、空欄（健診機関の都合により検査不能）1,440人（22.7%）であった。甲状腺検査システム中央判定のある例が、3,398人（同意者の69.5%）であり、第1期（平成30年10月末時点）よりも974人増加した。縦断調査受診者3,704人中、甲状腺超音波検査同意書での回答が、同意2,883人（77.8%）、不同意18人（0.5%）、空欄（健診機関の都合により検査不能）803人（21.7%）であった。縦断調査では甲状腺超音波検査受検者は全員甲状腺検査システム中央判定があり、2,878人（同意者の99.8%）であった。実効線量別不同意割合を見ると、100 mSv以上ではベースライン調査で2.8%、縦断調査で4.9%とやや高い傾向があるものの、線量が低いほど空欄（健診機関の都合により検査不能）が多く（50 mSv未満ではベースライン調査で16.6-27.1%、縦断調査で19.3-25.0%）、甲状腺超音波検査が実施できない健診機関を受診している傾向があった。研究対象者全体における甲状腺システム中央判定を受けた割合は、19,812人中ベースライン調査3,398人で17.2%、縦断調査2,878人で14.5%であった。実効線量別に見たシステム中央判定の割合は、ベースライン調査では5 mSv未満で15.2%、5 mSv以上10 mSv未満で16.2%、10 mSv以上20 mSv未満で16.5%、20 mSv以上50 mSv未満で20.4%、50 mSv以上100 mSv未満で31.8%、100 mSv以上150 mSv未満で44.9%、150 mSv以上43.2%であり、縦断調査では5 mSv未満で14.1%、5 mSv以上10 mSv未満で13.8%、10 mSv以上20 mSv未満で14.1%、20 mSv以上50 mSv未満で15.2%、50 mSv以上100 mSv未満で20.8%、100 mSv以上150 mSv未満で25.4%、150 mSv以上29.7%と、実効線量が高いほどシステム中央判定の割合が高い傾向にあった。

NEWS 健診の質問票、血液検査に基づいて、甲状腺疾患の既往歴、頭頸部CT歴、家族歴、二次検査情報提供への不同意、甲状腺関連血液

検査、甲状腺機能の診断、自己抗体と甲状腺機能低下症についてベースライン調査と縦断調査を分けて集計を行った。

ベースライン調査受診者 6,355 人における甲状腺疾患の既往歴について、127 人 (2.0%) は何らかの甲状腺疾患の既往があり、甲状腺がん 18 人 (0.3%)、甲状腺機能亢進症・バセドウ病 26 人 (0.4%)、甲状腺機能低下症 17 人 (0.3%)、慢性甲状腺炎・橋本病 10 人 (0.2%)、甲状腺良性腫瘍・結節・腺腫 38 人 (0.6%)、その他の甲状腺の病気 24 人 (0.4%) であった。縦断調査では、受診者 3,704 人中、154 人 (4.2%) は何らかの甲状腺疾患の既往があり、甲状腺がん 25 人 (0.7%)、甲状腺機能亢進症・バセドウ病 30 人 (0.8%)、甲状腺機能低下症 13 人 (0.4%)、慢性甲状腺炎・橋本病 18 人 (0.5%)、甲状腺良性腫瘍・結節・腺腫 47 人 (1.3%)、その他の甲状腺の病気 27 人 (0.7%) であった。実効線量別にみると、線量が高くなるにつれて既往歴の割合が若干高くなる傾向が見られた。ベースライン調査と縦断調査を比較すると、縦断調査の方が既往歴のある割合がやや高くなっている傾向が見られた。全受診者と甲状腺検査システム中央判定を受けた人の間で既往歴に関する差異は見られなかった。

頭頸部 CT 歴をみると、ベースライン調査では 6,355 人中 2,065 人 (32.5%) に頭頸部 CT 歴があり、縦断調査では 3,704 人中、前回の NEWS 健診以降の頭頸部 CT ありが 377 人 (10.2%) であった。

ベースライン調査 6,355 人の家族歴について、甲状腺がん 54 人 (0.8%)、甲状腺機能亢進症・バセドウ病 105 人 (1.7%)、甲状腺機能低下症 31 人 (0.5%)、慢性甲状腺炎・橋本病 19 人 (0.3%)、甲状腺良性腫瘍・結節・腺腫 27 人 (0.4%)、その他の甲状腺の病気 26 人 (0.4%) であった。縦断調査では 3,704 人中、甲状腺がん 34 人 (0.9%)、甲状腺機能亢進症・バセドウ病 67 人 (1.8%)、甲状腺機能低下症 17 人 (0.5%)、慢性甲状腺炎・橋本病 15 人 (0.4%)、甲状腺良性腫瘍・結節・腺腫 12 人 (0.3%)、その他の甲状腺の病気 8 人 (0.2%) であった。ベースライン調

査と縦断調査の両方で、全受診者と甲状腺検査システム中央判定を受けた人の間で家族歴に関する差異は見られなかった。

ベースライン調査 6,355 人中、二次検査情報提供に対する同意 6,312 人 (99.3%)、不同意 43 人 (0.7%)、であった。縦断調査では 3,704 人中、同意 3,692 人 (99.7%)、不同意 12 人 (0.3%) であった。全受診者と甲状腺検査システム中央判定を受けた人の間で二次検査情報提供に対する同意状況に有意な差異は見られなかった。

甲状腺関連血液検査については、ベースライン調査では 2016 年 11 月までと 12 月以降で、測定機関、測定法が変わったため、異なる基準値を用いて集計を行った。縦断調査では同じ基準値を用いた。

TSH と FT4 値で診断した甲状腺機能について、ベースライン調査では血液検査を受けた 6,349 人中 5,648 人 (89.0%) が甲状腺機能正常、701 人 (11.0%) が甲状腺機能異常 (顕性甲状腺中毒症、潜在性甲状腺中毒症、潜在性甲状腺機能低下症、顕性甲状腺機能低下症、その他のいずれか) と診断された。縦断調査では血液検査を受けた 3,702 人中、3,258 人 (88.0%) が甲状腺機能正常、444 人 (22.0%) が甲状腺機能異常と診断された。

自己抗体と TSH と FT4 値で診断した甲状腺機能低下症について、ベースライン調査では 6,349 人中、自己抗体陽性は 948 人 (14.9%) で、そのうち潜在性甲状腺機能低下症は 50 人 (5.27%)、顕性甲状腺機能低下症は 8 人 (0.84%) であり、自己抗体陰性は 5,401 人 (85.1%) で、そのうち潜在性甲状腺機能低下症は 154 人 (2.85%)、顕性甲状腺機能低下症は 2 人 (0.04%) であった。縦断調査では 3,702 人中、自己抗体陽性は 380 人 (10.3%) で、そのうち潜在性甲状腺機能低下症は 38 人 (10.00%)、顕性甲状腺機能低下症は 3 人 (0.79%) であり、自己抗体陰性は 3,322 人 (89.7%) で、そのうち潜在性甲状腺機能低下症は 117 人 (3.52%)、顕性甲状腺機能低下症は 3 人 (0.09%) であった。

[甲状腺一次検査集計]令和 5 年 10 月末時点、甲状腺超音波検査の受診年別のシステム中央判



定のある人数について、ベースライン調査では2016年134人、2017年1,426人、2018年1,018人、2019年362人、2020年149人、2021年74人、2022年148人、2023年87であり、最終判定は、A1（異常なし）:1,535人（45.2%）、A2（5.0 mm以下の結節や20.0 mm以下ののう胞）:1,333人（39.2%）、B（5.1 mm以上の結節や20.1 mm以上ののう胞）:528人（15.5%）、C（直ちに二次検査を要するもの）:0人（0.0%）、判断不可:2人（0.1%）であった。縦断調査では2020年324人、2021年938人、2022年834人、2023年782であり最終判定は、A1:1,191人（41.4%）、A2:1,178人（40.9%）、B:509人（17.7%）、C:0人（0.0%）、判断不可:0人（0.0%）で、B判定の割合がベースライン調査（15.5%）と比べてやや高かった。実効線量別にみた最終判定の分布は、ベースライン調査と縦断調査両方において、実効線量とB判定およびA2判定割合との間に明らかな関連はなかった。

〔二次検査集計〕BまたはC判定を二次検査対象とし、本人に医療機関への紹介状を送付した。令和5年10月末時点、ベースライン一次検査で最終判定がBまたはCの人528人中、自治医大にて医療機関から207人（39.2%）について二次検査結果を受領した。このうち、細胞診結果を確認した74人の中で、悪性ないし悪性の疑い6人、良性ないし良性の疑い56人、結果不明または判定不能12人であった。ベースライン調査でシステム中央判定した3,389人のうち、7人（0.2%）でがんを発見し、手術で確定したがん definite 例は5人（うち1人は細胞診なし）、細胞診のみで診断したがん probable 例は2人であった。また definite 例はすべて乳頭癌であった。がん発見率と実効線量に関連はなかった。一方、縦断調査一次検査で最終判定がBまたはCの人509人中、自治医大にて医療機関から237人（46.6%）について二次検査結果を受領した。このうち、細胞診結果を確認した48人の中で、悪性ないし悪性の疑い3人、良性ないし良性の疑い32人、結果不明または判定不能13人であった。縦断調査でシステム中央判定した2,878人のうち、3人

（0.1%）でがんを発見し、このうち definite 例は1人（乳頭癌）、probable 例は2人であった。がん発見率と実効線量に関連はなかった。

〔東京電力保有の甲状腺検査情報の入手〕については、東電保有の甲状腺情報（甲状腺超音波検査結果および二次検査結果等、関連する資料、その他）を入手するための研究計画書および同意書を作成し、NEWS事務局から対象者へ同意書を送付した。令和3年10月末までに同意1,793人、不同意23人、宛先不明24人、未返信323人であった。平成30年に425人分の情報を東電から受領し、令和4年度、同情報の収集については終了することを決定した。今後は収集した情報の有効利用を図ることとする。

〔第2期におけるプロトコルの作成〕これまでのデータ収集用法や利用可能な資料を整理して、今後の研究プロトコルを作成した（第1版令和4年11月、第2版令和5年12月、添付参照）。

〔主要評価疾患の検討〕プロトコルにおいては甲状腺がん、結節、のう胞、甲状腺機能低下症の4疾患を主要評価疾患とした。甲状腺がんについては、甲状腺検診で診断された症例に限らず、震災後に診断された症例を網羅的に把握する必要がある。また正確な甲状腺疾患の診断には、検査値や検査所見のみならず、甲状腺疾患の既往歴や治療歴を考慮する必要がある。そのため、質問票での自己申告を含めて各甲状腺疾患の診断基準を定め、全受診者における震災後の甲状腺がん累積罹患率、および甲状腺機能低下症、甲状腺結節、のう胞の有病率を検討した。

甲状腺がん累積罹患の診断基準は、1) 手術でがんの確定診断ある場合を definite 例、2) 細胞診で悪性ないし悪性疑いを probable 例、3) 質問票で甲状腺がんの既往がある場合を possible 例とし、震災以前に甲状腺がんの既往があった4人を除いた健診受診者6,351人で集計した。震災後、全受診者における甲状腺がん累積罹患は33人（definite 6人、probable 4人、possible 23人）、罹患率は0.5%、がん症例の震

災時年齢は30～60歳台であった。実効線量別に見た罹患率の分布は、5 mSv未満で0.5%、5 mSv以上10 mSv未満で0.6%、10 mSv以上20 mSv未満で0.2%、20 mSv以上50 mSv未満で0.3%、50 mSv以上100 mSv未満で1.4%、100 mSv以上150 mSv未満で2.3%、150 mSv以上0.0%、不明0.0%で、実効線量50 mSv以上で罹患率が高い傾向があった。甲状腺がん診断に関連する要因として緊急作業後の甲状腺超音波検査受検回数を検討したところ、0回の割合は実効線量50 mSv未満では12.1～25.8%、50 mSv以上で0～2.9%であり、50 mSv以上ではほとんどの対象者で超音波検査受検歴があった。また累積受検回数の平均は、5 mSv未満で1.12回、5 mSv以上10 mSv未満で1.24回、10 mSv以上20 mSv未満で1.52回、20 mSv以上50 mSv未満で2.11回、50 mSv以上100 mSv未満で3.53回、100 mSv以上150 mSv未満で4.87回、150 mSv以上6.04回、不明1.05回で、線量が高い方が回数も多く、甲状腺がん診断の機会も多かったと考えられた。

甲状腺機能低下症の診断基準は、TSHが基準値を超えておりかつFreeT4が基準範囲上限以下、または質問票で甲状腺機能低下症の治療中または甲状腺ホルモン剤服用中とし（ただし質問票で甲状腺機能低下症以外の甲状腺疾患の治療中または手術歴ある場合や頸部の放射線治療歴がある場合は除外）、甲状腺血液検査を受けた対象者で集計した。ベースライン調査受診者6,349人のうち、甲状腺機能低下症の有病率は3.6%であった。実効線量別にみると、5 mSv未満で3.8%、5 mSv以上10 mSv未満で2.9%、10 mSv以上20 mSv未満で4.5%、20 mSv以上50 mSv未満で3.1%、50 mSv以上100 mSv未満で2.4%、100 mSv以上150 mSv未満で4.7%、150 mSv以上4.5%、不明3.9%であった。縦断調査受診者3,702人のうち、甲状腺機能低下症の有病率は4.7%であった。実効線量別にみると、5 mSv未満で5.1%、5 mSv以上10 mSv未満で4.5%、10 mSv以上20 mSv未満で3.4%、20 mSv以上50 mSv未満で4.1%、50 mSv以上100 mSv未満で5.0%、100 mSv

以上150 mSv未満で7.3%、150 mSv以上9.1%、不明7.2%であった。実効線量と甲状腺機能低下症有病率との間に明らかな関連はなかった。

結節の診断基準は一次検査（超音波検査）で最大径5.1 mm以上の結節またはのう胞内結節がある場合とし、超音波検査の中央判定が行われた対象者で集計した。ベースライン調査3,398人のうち、結節の有病率は15.3%であった。実効線量別にみると、5 mSv未満で15.3%、5 mSv以上10 mSv未満で14.5%、10 mSv以上20 mSv未満で15.4%、20 mSv以上50 mSv未満で16.8%、50 mSv以上100 mSv未満で13.8%、100 mSv以上150 mSv未満で17.7%、150 mSv以上6.3%、不明13.1%であった。縦断調査2,878人のうち、結節の有病率は17.6%であった。実効線量別にみると、5 mSv未満で17.4%、5 mSv以上10 mSv未満で16.0%、10 mSv以上20 mSv未満で16.0%、20 mSv以上50 mSv未満で20.8%、50 mSv以上100 mSv未満で18.9%、100 mSv以上150 mSv未満で11.4%、150 mSv以上27.3%、不明21.6%であった。実効線量と結節有病率との間に明らかな関連はなかった。

のう胞の診断基準は一次検査（超音波検査）で最大径5.1 mm以上ののう胞とし、超音波検査の中央判定が行われた対象者で集計した。ベースライン調査受診者3,398人のうち、のう胞の有病率は11.4%であった。実効線量別にみると、5 mSv未満で12.3%、5 mSv以上10 mSv未満で9.7%、10 mSv以上20 mSv未満で11.8%、20 mSv以上50 mSv未満で11.9%、50 mSv以上100 mSv未満で9.1%、100 mSv以上150 mSv未満で8.1%、150 mSv以上0.0%、不明13.1%であった。縦断調査2,878人のうち、のう胞の有病率は12.8%であった。実効線量別にみると、5 mSv未満で13.0%、5 mSv以上10 mSv未満で12.1%、10 mSv以上20 mSv未満で12.7%、20 mSv以上50 mSv未満で13.2%、50 mSv以上100 mSv未満で13.9%、100 mSv以上150 mSv未満で0.0%、150 mSv以上9.1%、不明13.7%であった。実効線量とのう胞有病率との間に明らかな関連はなかった。

## D. 考察

【課題 A】について、旧研究班のデータを本研究に利用することについての同意書送付を終了し、同意者のデータを安衛研より入手した。今後はデータの有効活用を図っていく。

【課題 B】については、研究班としての甲状腺超音波検査に関して、一定レベルの精度管理体制を構築した。また、二次検査（精密検査）の結果把握の体制について構築した。しかしながら二次検査結果受領率が約 40% と低いことが課題であり、今後とも、現システムを維持しつつ、二次検査の結果把握について、受領率や精度を高める対策を講じる必要がある。

主要評価疾患である甲状腺がんの累積罹患率、結節、のう胞、甲状腺機能低下症の有病率について検討した。がんの累積罹患率は実効線量が高い傾向があるも、実効線量が高いと超音波受検回数も多く、発見の機会が多かった可能性がある。今後は甲状腺がんがどのような機会で見られたか、またがんの大きさや進展度、超音波検査の実施理由（検診か診療か）等も詳細に検討して、結果を解釈していく必要がある。

第 2 期の全体の課題としては、現在利用可能なデータをすべて俎上に載せて解析を実施することにより、重要なデータが欠落していないかを確認することにより、長期観察の体制を確立することであり、ほぼ体制は確立しつつある。個別の課題として、甲状腺検査のデメリットを十分に説明し、理解した上で同意を受けて検査を行う、死因・がん罹患分科会と共同して、甲状腺がん罹患状況を全国がん登録との照合により把握する仕組みを検討する、線量評価分科会と共同して、甲状腺内部被ばく線量についての再評価を踏まえた解析を進める、があげられ、第 3 期以降はこれらの課題に取り組んでいく予定である。

## E. 結論

【課題 A】については、同意を得た 627 人のうちベースライン調査データとの突合ができた 531 人（ばく露群 274 人、対照群 257 人）のデータを有効活用する予定である。

【課題 B】については、令和 5 年 10 月末時点

で、ベースライン調査受診者中甲状腺検査システム中央判定のある例が 3,398 人（同意者の 69.5%）となり、第 1 期よりも 974 人増加した。一方、第 2 期から始まった縦断調査受診者では、甲状腺超音波検査を受けた 2,878 人（同意者の 99.8%）全例においてシステム中央判定が実施された。実効線量が高いほど甲状腺超音波検査受診率が高い傾向にあった。最終判定は、ベースライン調査では A1:1,535 人（45.2%）、A2:1,333 人（39.2%）、B:528 人（15.5%）、C:0 人（0.0%）、判断不可:2 人（0.1%）、縦断調査では、A1:45.2%、A2:41.2%、B:16.8% であった。実効線量と B 判定および A2 判定割合との間に明らかな関連はなかった。

自治医大にて、ベースライン調査と縦断調査合わせてのべ 444 人について医療機関から二次検査結果を受領した。甲状腺がんは合計 10 人（手術で確定 6 人、細胞診診断のみ 4 人）であった。

また、甲状腺がん、結節、のう胞、甲状腺機能低下症の 4 疾患を主要評価項目をとして、質問票での自己申告を含めて診断基準を定め検討したところ、震災後の甲状腺がん累積罹患は 33 人（手術で確定 6 人、細胞診診断のみ 4 人、質問票で自己申告 23 人）、累積罹患率は 0.5% であった。実効線量別に見た罹患率は 50 mSv 以上で罹患率が高い傾向があったが、緊急作業後の甲状腺超音波検査受検回数も線量が高い方が多かった。甲状腺機能低下症、結節、のう胞の有病率は、実効線量との間に明らかな関連はなかった。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- ① 今泉美彩、祖父江友孝、谷口信行、宮川めぐみ、百瀬琢磨、吉永信治、喜多村絃子、大久保利晃．東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学研究：特に甲状腺がん調査について．長崎医学会雑誌 93 巻特集号別冊 P261-263、平成 30 年 12 月 25 日発行

## 2. 学会発表

- ① 祖父江友孝、谷口信行、宮川めぐみ、吉永信治、百瀬琢磨、今泉美彩．緊急作業従事者に対する甲状腺超音波検査．東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス（2016.3.11）
- ② 谷口信行、祖父江友孝、宮川めぐみ、吉永信治、百瀬琢磨、今泉美彩．緊急作業従事者に対する甲状腺超音波検査．東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス（2017.3.8）
- ③ 今泉美彩、祖父江友孝、谷口信行、宮川めぐみ、吉永信治、百瀬琢磨、緊急作業従事者に対する甲状腺超音波検査．東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス（2018.3.14）
- ④ 今泉美彩、祖父江友孝、谷口信行、宮川めぐみ、百瀬琢磨、吉永信治、喜多村絃子、大久保利晃．東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学研究：特に甲状腺がん調査について．第 59 回原子爆弾後障害研究会（2018.6.3）
- ⑤ 祖父江友孝、谷口信行、宮川めぐみ、吉永信治、百瀬琢磨、今泉美彩．緊急作業従事者に対する甲状腺超音波検査実施状況．東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス（2019.3.13）
- ⑥ 谷口信行、祖父江友孝、宮川めぐみ、百瀬琢磨、吉永信治、谷口信行、今泉美彩、山本さやか、査凌、大久保利晃．放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究「甲状腺がん調査分科会」の令和 2 年までの甲状腺超音波検査結果報告．第 64 回日本甲状腺学会（2021.11.18～20、東京）
- ⑦ Imaizumi M, Sobue T, Taniguchi N, Miyagawa M, Momose T, Yoshinaga S, Yamamoto S, Zha L, Ohishi W, Kitamura H, Okubo T. “Thyroid study in Fukushima nuclear emergency workers”. The 17th WHO REMPAN meeting. 13-15 September, 2023 Seoul, Korea.

## H. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

## 研究プロトコル 第2版

労災疾病臨床研究事業費補助金

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究

### 緊急作業従事者の甲状腺疾患研究

第1版 2022年11月17日  
第2版 2023年12月14日

#### 甲状腺がん調査分科会

研究分担者	祖父江友孝	大阪大学大学院医学系研究科環境医学	教授 (委員長)
	谷口 信行	自治医科大学臨床検査医学	客員教授
	宮川めぐみ	国家公務員共済組合虎の門病院	非常勤医師
	百瀬 琢磨	医療法人誠医会宮川病院	内科部長
	吉永 信治	日本原子力研究開発機構	福島研究開発部門 福島研究開発拠点 副所長
	今泉 美彩	広島大学原爆放射線医科学研究所	放射線影響評価研究部門計量生物研究分野 教授
研究協力者	山本さやか	放射線影響研究所長崎臨床研究部	副部長 (臨床調査分科会兼任)
	大石 和佳	自治医科大学臨床検査医学	助教
	喜多村絨子	大阪大学大学院医学系研究科環境医学	特任助教

#### 臨床調査分科会

研究分担者	大石 和佳	放射線影響研究所臨床研究部	部長 (委員長)
	喜多村絨子	産業医科大学産業医実務研修センター	准教授

#### 研究要旨

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故対応作業においては、2011年3月14日から同年12月16日まで、緊急被ばく線量限度が100mSvから250mSvに引き上げられた。この間約2万人が作業に従事し、174人が通常作業の5年間の線量限度である100mSvを超えて被ばくしたと推定されている。労災疾病臨床研究事業費補助金研究第一期(14090101)「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」、および第二期(190702-01)「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」では、約2万人の緊急作業従事者を対象に、放射線被ばくによる長期にわたる健康影響を明らかにすることを目的として、健康診断を含む前向きコホート研究を行っている。評価対象疾患のうち甲状腺がんおよび良性甲状腺疾患は放射線被ばくによるリスク上昇が懸念されており、甲状腺がん調査分科会を中心に検討を行っている。

本甲状腺研究の目的は、緊急作業従事者の甲状腺疾患の発生を把握同定し、放射線被ばくの影響を明らかにすることである。主要評価疾患は甲状腺がん、結節、のう胞、甲状腺機能低下症とし、その他の二次評価疾患や超音波検査所見についても検討を行う。

方法は、健診受診者を対象に甲状腺超音波検査と甲状腺関連血液検査(甲状腺機能と甲状腺自己抗体)および質問票による問診を実施し、その結果や二次検査結果、さらに東電が保有している甲状腺情報、および2013年厚生労働科学研究費補助金で実施された甲状腺検査結果等を利用する。健診時の甲状腺超音波検査については、精度管理委員会が毎年講習会を開催して検査者の育成や認定を行い、手引きに沿った統一した方法で実施する。さらに精度管理委員会が画像の中央判定を行うことで検査精度を維持する。これらの情報を利用して事故後に発生した甲状腺がんおよび良性甲状腺疾患を同定し、甲状腺線量が利用可能となれば線量との関連を検討する。

#### 1. 研究の背景、意義

東京電力株式会社(以下、東電という)福島第一原子力発電所の事故対応作業においては、2011年(平成23年)3月14日から同年12月16日まで、緊急被ばく線量限度が100mSvから250mSvに引き上げられた。この間約2万人が作業に従事し、174人が通常作業の5年間の線量限度である100mSvを超えて被ばくしたと推定され、放射線による健康障害の発生が懸念されている。国の補助金事業として緊急作業従事者の放射線被ばくによる健康影響を明らかにする調査が企画され、2014年度から2018年度(平成26年度から平成30年度)までの5年間に労災疾病臨床研究事業費補助金研究第一期(14090101)「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」が放射線影響研究所(以下、放射研という)を統括研究機関として実施され、2019年度から2023年度(令和元年度から令和5年度)から第二期(190702-01)「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」が労働安全衛生総合研究所(以下、安衛研という)を統括研究機関として実施されている。研究の基本部分では、約2万人の緊急作業従事者を対象者とし、全員の登録を目指して前向きコホート研究を実施し

ており(資料 1)、本研究プロトコルは、このうち甲状腺がん調査分科会が中心となった進めている甲状腺疾患に関する研究プロトコルを記述するものである。

小児期の放射線被ばくにより甲状腺がん発症リスクが上昇することは多くの知見より明らかであるが、被ばく時年齢が上がるに従いリスクは低下する。原爆被爆者では成人期の被ばくで甲状腺がんのリスク上昇は認めないが(Furukawa, Int. J. Cancer. 132: 1222-26, 2012)、チェルノブイリ事故後の緊急作業従事者においてはリスク上昇を示唆する結果もある(Hatch, Eur J Epidemiol. 32(12):1047-54, 2017)。本研究対象者には甲状腺等価線量が100mSvを超える対象者が約2,000人、その中には2~3Svを超える対象者もあり、特に40歳以下の比較的若年層ではリスク上昇の可能性が否定できない。一方甲状腺機能異常や自己免疫性甲状腺疾患の放射線影響に関してこれまでの研究では結論が分かれていた。甲状腺機能低下症は一般に10Gy以上の高線量被ばくで引き起こされる確定的影響と考えられているが、チエルノブイリ事故後の検討では、3-5Gy以上の被ばくでも潜在性甲状腺機能低下症(甲状腺ホルモン正常かつ甲状腺刺激ホルモン(TSH)上昇)のリスク上昇(Ostroumova, Environ health perspect. 117:745-50, 2009)や甲状腺自己抗体の上昇(Pacini, Lancet. 352:763-66, 1998)が示唆されている。また超音波検査で多く発見される結節も放射線被ばくとの関連が示唆されている(Cahoon, J Clin Endocrinol Metab. 102:2207-17, 2017)。今回の調査が中~低線量被ばくの甲状腺への影響に関して貴重なデータを提供すると考えられる。

先行研究である2013年厚生労働科学研究費補助金(厚生労働科学特別研究事業)「東京電力福島第一原発作業員の甲状腺の調査等に関する研究(研究代表者 祖父江友孝)」(以下、旧研究班という)では、甲状腺等価線量が暫定的に100mSvを超えられた1,972人のうち627人をばく露群とし、対照群1,437人(甲状腺等価線量100mSv以下の原発関係者)と共に2014年1-3月を中心に甲状腺超音波検査を実施した。その結果、二次検査推奨者(超音波検査判定BまたはC)の割合は、甲状腺等価線量と明らかな関連はなかった。また過去の甲状腺超音波検査受検歴が対象者の選択バイアスになっている可能性、および二次検査結果収集率が低い点が今後の課題として挙げられた。

第一期研究(2014~2018年度)において甲状腺がん調査分科会では、精度管理委員会を設置して健診受診者の甲状腺超音波検査とその中央判定、および二次検査結果収集体制を確立し、質問票で過去の超音波検査歴や甲状腺疾患等の情報を収集した。また旧研究班データを受け、東電保有の甲状腺情報の収集体制を整えた。臨床調査分科会では、健診受診者において甲状腺関連血液検査(甲状腺機能および甲状腺自己抗体測定)を実施した。その結果2018年10月末時点の健診受診者5133人中、2,424人(2017年2月以降検査分)において甲状腺超音波検査の中央判定を実施し、5,061人において甲状腺血液検査を実施した。第一期の結果を受け第三者委員会(委員長 圓藤吟史)は、対象者バイアスに留意した甲状腺がん調査、および良性甲状腺疾患のうち結節、のう胞、潜在性甲状腺機能低下症を重点的に調査すべきポイントとして挙げ、調査開始10年目を目的に一定のデータをまとめることを提言した。

第二期以降は引き続き健診受診者に対して甲状腺超音波検査および甲状腺関連血液検査を継続し、二次検査結果の収集に努める。また各情報から甲状腺疾患の診断を行い集計するとともに、超音波検査所見と甲状腺疾患、甲状腺機能・抗体との関連を検討する。さらに線量評価分科会で推定が進められている甲状腺線量が利用可能になれば、各疾患、所見と甲状腺線量との関連を検討し、緊急作業従事者の放射線被ばくによる甲状腺への影響について明らかにしていく。

## 2. 研究目的

本研究の目的は、東電福島第一原子力発電所緊急作業従事者について、甲状腺がんおよび良性甲状腺疾患の発生を同定し、放射線被ばくの影響を明らかにすることである。そのために甲状腺超音波検査の精度管理体制を構築、維持し、前向きに定期的に甲状腺超音波検査および甲状腺関連血液検査を実施し、二次検査結果、および甲状腺超音波検査歴、既往歴、家族歴等関連する情報を収集する。また超音波検査画像については、甲状腺疾患や血液検査結果との関連を詳細に検討し、甲状腺疾患のより正確な診断、ひいては放射線影響の解析精度向上に役立てる。

## 3. 研究方法

### 3.1 研究対象者

研究基本部分の研究対象者は、厚生労働省基礎局の「東電福島第一原発作業員の長期健康管理システム」に登録されている緊急作業従事者約2万人であり、全員に対して統括研究機関(第一期は放射研、第二期以降は安衛研)より研究参加を呼びかけている。このうち研究参加の同意が得られた者(以下、研究参加同意者という)を本甲状腺研究の対象者とする。2020年12月31日までの研究参加同意者は7,724人で、今後増加が見込まれる。甲状腺超音波検査対象者については、当初は甲状腺等価線量100mSv以上全員に加えて、地域を限定して健診対象者全員を行う(例えば、福島、新潟、東京)ことが望ましいと考え計画していたが、甲状腺等価線量が推定されないことなどから超音波検査希望者全員となっている。

### 3.2 研究デザインおよび研究期間

研究デザインは前向きコホート研究で、後述する評価対象となる甲状腺疾患等について、疾患等の発生と甲状腺線量の関連を解析する。本研究は対象者の生涯追跡を目標とするが、第一期は2014年4月から2019年3月末までの5年間、第二期は2019年4月から2024年3月末までの5年間で、その後5年ごとに第三者委員会の評価を受ける。

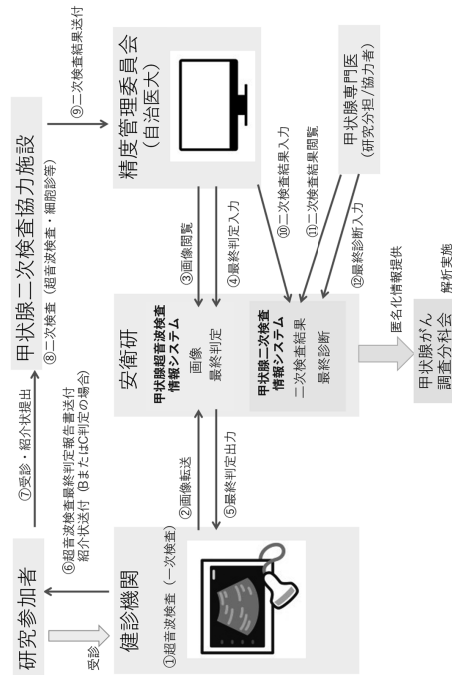
### 3.3 評価対象とする項目

評価対象とする甲状腺疾患および超音波検査における判定や所見は次の通りである。

- 1) 主要評価疾患
  - 甲状腺がん

- 毎年の更新を必要とする。2021年9月末時点、認定検査者数は143人、認定施設数は48施設（辞退施設、退職者を除くとそれぞれ115人、48施設）となっている。
- ② 甲状腺超音波検査の中央判定と二次検査収集の方法  
甲状腺超音波検査と二次検査結果の流れを図3に示す。

図3. 甲状腺超音波検査と二次検査結果の流れ



健診機関では、精度管理委員会が作成した「甲状腺超音波検査の手引き 第1章～第3章」（資料4）に示す統一した手順で甲状腺超音波検査を実施し、画像や所見、判定を記録する。精度管理委員会は安衛研の「甲状腺超音波検査情報システム」を紹介して画像や所見を確認し中央判定を行う。中央判定には、各所見の確定と4段階の最終判定（図2のA1, A2, B, C）、画像の記録・計測の良否についての5段階評価（スコア0～4）、慢性甲状腺炎に関する所見（S, H, B）が含まれる。最終判定は健診機関から研究協力者に送付される。なお「甲状腺超音波検査情報システム」は2017年2月より各健診機関で順次稼働開始し、同年4月より全例同システムで中央判定を行っている（それまでの超音波検査の判定や画像収集の経緯については、資料5を参照）。

- ③ 甲状腺超音波検査の判定基準  
超音波検査では結節およびのう胞を同定し、結果は図2の通りA1、A2、B、Cの4段階で判定する。

図2. 甲状腺超音波検査の判定基準

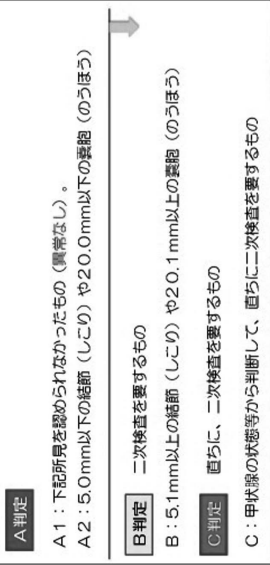
- 結節
  - のう胞
  - 甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺機能低下症を含む）
- 2) 二次評価疾患・判定
- 甲状腺超音波検査A2判定
  - 甲状腺超音波検査BまたはC判定
  - 甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺機能低下症を含まない）
  - 甲状腺機能中毒症（潜在性甲状腺中毒症を含まない）
  - 甲状腺自己抗体陽性
  - 甲状腺自己抗体陰性甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺中毒症を含む、または含まない）
  - 甲状腺自己抗体陰性甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺中毒症を含む、または含まない）
  - 慢性甲状腺炎
- 3) 評価する超音波検査所見
- 病変の大きさ、数、内部エコー、境界の性状、血流の多寡
  - 甲状腺全体の大きさや形状、内部の性状
  - その他として周囲のリンパ節の性状、周囲の頸部の性状
  - 病変の経時的変化

### 3.4 多項目健診における甲状腺検査と質問票

5年に1回行われる多項目健診において、甲状腺検査（超音波検査と二次検査、血液・尿検査）および質問票による情報収集を行う。具体的なデータ項目を資料2に示す。

- 1) 甲状腺超音波検査と二次検査  
甲状腺超音波検査は全国の健診機関で実施されるため、その結果は検査者の技量や実施方法、判定者や判定方法に左右される可能性がある。そのため精度管理委員会を自治医大に設置し、一定以上の技量を有した検査者が統一した方法で検査を実施すること、精度管理委員会が画像の中央判定を行うことで精度管理を行う。
- ① 検査者の育成と認定、および検査施設の認定  
超音波検査を行う健診機関および検査者は、「甲状腺超音波検査に参加する技師と施設について（資料3）」に示す一定の条件を満たした認定施設、および認定検査者とする。精度管理委員会は、検査者育成のため（A）基礎講習会（ハンズオン講習会を含む）、および（B）疾患・症例研修のための講習会、（C）検査結果の報告方法習得のための講習会の3種の講習会を1年間に複数回開催する。開催方法は対面またはオンライン開催とする。安衛研事務局より、認定施設には「甲状腺超音波検査協力施設登録証」、認定検査者には「甲状腺超音波検査者登録証」が発行され、いずれも5

― 判定について ―



④ 二次検査結果収集方法

B判定およびC判定の場合、「甲状腺超音波検査情報システム」にて自動で甲状腺二次検査協力機関宛ての紹介状が印刷される。健診機関は超音波検査の結果報告書に紹介状を同封して二次検査を勧奨する。甲状腺二次検査協力施設として、福島の甲状腺健診協力施設や甲状腺学会認定施設である130施設（2023年12月時点）より二次検査受け入れの了承を得ている。二次検査機関からはまず受診の連絡を精度管理委員会に送付していただき、二次検査結果は所定の書式で記入（資料4の第3章）、それを精度管理委員会に送付いただく。精度管理委員会では、二次検査結果を安衛研の「甲状腺二次検査情報システム」に入力し、甲状腺専門医（宮川、今泉）が最終診断（良悪性の診断等）を行う。

上記の方法で結果が入手できない場合、次の健診受診時の質問票で、甲状腺精密検査（細胞診や組織検査）を受けたことがあるか、またある場合はその時期と医療機関名についての情報は入手することが可能である。二次検査受診の有無や結果に関する情報の収集方法についてさらに検討し、収集率を上昇させる必要がある。全国がん登録の甲状腺がん情報との比較や質問票の変更等を検討する。

2) 血液・尿検査

健診受診時に採血、採尿し、血中TSH、遊離サイロキシニン（FT4）、遊離トリヨードサイロニン（FT3）、抗甲状腺ペルオキシダーゼ抗体（TPOAb）、抗サイログロブリン抗体（TgAb）および尿中ヨウ素を測定する。これらの検査は臨床調査分科会においてベースライン調査および縦断調査1回目で行われており、尿中ヨウ素以外は縦断調査2回目以降も継続する。測定は同じ検査機関で統一した方法で実施する。

3) 質問票

資料6はベースラインおよび縦断調査1回目の質問票である。質問票には既往歴、処方薬、頸頸部CT検査の有無、甲状腺超音波検査歴、甲状腺精密検査歴、甲状腺疾患家族歴のほか、飲酒、喫煙歴等が含まれる。

3.5 診断基準

各甲状腺疾患は表1の診断基準に沿って診断する。

表1. 診断基準

診断基準	診断基準	診断から除外する基準
甲状腺がん（またはがんの疑い）	次のいずれかを満たした場合、 1. 手術がんと診断あり 2. 細胞診で悪性 3. 質問票で甲状腺がんあり	
甲状腺結節	1は definite, 2は probable, 3は possible 一次検査で 5.1mm 以上の結節または のう胞内結節あり	
甲状腺のう胞	一次検査で 5.1mm 以上のう胞あり	
甲状腺機能低下症（潜在性を含む）	TSH が基準値を超えている、または質問票で甲状腺機能低下症の治療中または甲状腺ホルモン剤服用中	質問票で甲状腺機能低下症以外の甲状腺疾患の治療中または手術歴あり、または頸部の放射線治療歴がある場合は除外
甲状腺超音波検査A2判定	図2に示す通り	
甲状腺超音波検査BまたはC判定	図2に示す通り	
甲状腺機能低下症（潜在性を含まない）	TSH が基準値を超えておりかつ FT4 が基準範囲未満、または質問票で甲状腺機能低下症治療中または甲状腺ホルモン剤服用中	質問票で甲状腺機能低下症以外の甲状腺疾患の治療中または手術歴あり、または頸部の放射線治療歴がある場合は除外
甲状腺中毒症（潜在性を含む）	TSH が基準値未満、または質問票で甲状腺機能亢進症・パセドウ病の治療中または手術歴あり、または放射線治療歴あり、または抗甲状腺薬（メルカゾール、プロパジール、ヨウ化カリウム	質問票で甲状腺機能低下症治療中、または甲状腺ホルモン剤服用中は除外



甲状腺中毒症（潜在性を含まない）	服用中 TSH が基準値未満かつ FT4 が基準範囲を超える、または質問票で甲状腺機能亢進症、または放射線治療歴あり、または抗甲状腺薬（メルカゾール、プロパゾール、ヨウ化カリウム）服用中	質問票で甲状腺機能低下症治療中、または甲状腺ホルモン剤服用中は除外
甲状腺自己抗体陽性	TPOAb または TgAb 陽性	
甲状腺自己抗体陽性	TPOAb または TgAb 陽性、かつ甲状腺機能低下症（潜在性を含む、または含まない）	
甲状腺自己抗体陰性	TPOAb かつ TgAb 陰性、かつ甲状腺機能低下症（潜在性を含む、または含まない）	
慢性甲状腺炎	TPOAb または TgAb 陽性、かつ超音波検査で慢性甲状腺炎に特徴的な所見（びまん性甲状腺腫大、内部エコーの低下、不均一）を認める	質問票で甲状腺機能亢進症・パセドウ病ありは除外

### 3.6. 甲状腺関連血液検査の基準値

甲状腺関連血液検査は、血液検査の一元化に伴い、2016年12月1日受診日より放射線のCLEIA法（ルミパルス試験）による測定から江東微研でのECLIA法（エクルージス試験）による測定に移した（測定法変更に伴う検討については資料7を参照）。江東微研での測定による各項目の基準範囲を表2に示す。

表2. 血液検査の基準範囲

項目	基準範囲	IFCC適合検査値への補正係数
FT3 (pg/mL)	2.30~4.00	
FT4 (ng/dL)	0.90~1.70	
TSH(μIU/mL)	0.50~5.00	受診日2016年12月~2018年12月：0.98 受診日2019年1月以降：1.00
TgAb (IU/mL)	< 28	
TPOAb (IU/mL)	< 16	

TSHについては各試験メーカーは国際標準化のため、2021年3月末までに各メーカーの測定

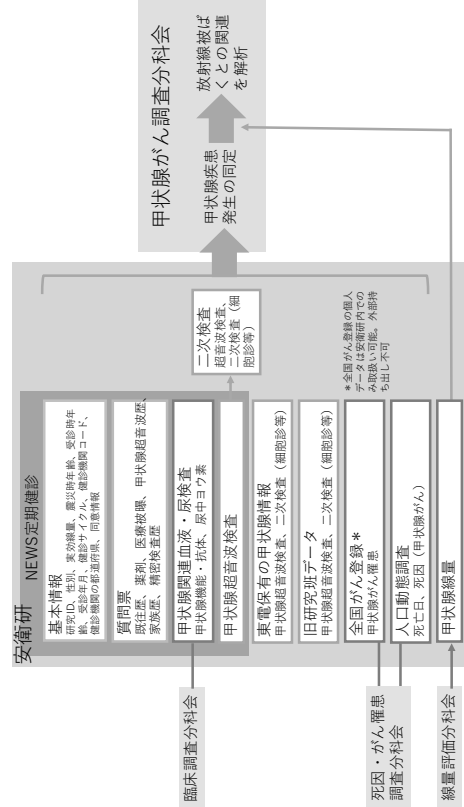
値の平均値に揃える対応を行った（ハーモナイゼーション）。江東微研は2019年1月にハーモナイゼーションに対応した試薬変更を行っており、受診日2018年12月以前については補正係数0.98、2019年1月以降については補正係数1.00を用いてIFCC基準適合検査値を求めて使用する（実測値×補正係数=IFCC基準適合検査値）。基準値はIFCC 基準適合検査値（PhaseIV）の補正方法を利用して確認された日本人成人（20~60歳）の基準範囲0.61~4.23 mIU/Lとする（日本甲状腺学会、2020）。

[http://www.japantthyroid.jp/common/20200130\\_tsh.pdf](http://www.japantthyroid.jp/common/20200130_tsh.pdf) が、国内および国際学会でのガイドライン等の動向を見極めて、変更する可能性がある。

### 3.7 利用する情報

利用する情報と各分科会の関連を図1にまとめる。3.4に示す多項目健診時に得られた甲状腺検査（超音波検査と二次検査、血液・尿検査）および質問票のほか、下記1)~6)の情報についても利用する。また2021年度解析で利用した項目を資料2、利用する情報の取得期間を示した年表を資料8に示す。研究協力者の個別資料は安衛研に一元的に保管され、解析に必要な情報が匿名化されて甲状腺がん調査分科会（大阪大学大学院医学系研究科環境医学教室（以下、阪大という）、自治医科大学臨床検査医学（以下、自治医大という）、広島大学原爆放射線医科学研究所放射線影響評価研究部門計量生物研究分野（以下、広大という）、放射線臨床研究部、産業医科大学産業医学実務研修センター（以下、産業医大という））に提供される。

図1. 利用する情報と各分科会の関連



- 1) 本研究班保有の対象者基本情報  
対象者の基本情報として、研究 ID、性別、実効線量、震災時年齢、受診時年齢、受診年月、健診サイクル、健診機関コード、健診機関の都道府県、同意情報を利用する
- 2) 東電保有の対象者甲状腺情報  
東電では長期的健康管理の一環として、指定緊急作業等に従事した間に受けた放射線の実効線量が50mSvを超える、または甲状腺超音波検査等価線量100mSvを超える約1000人を対象として、定期的に甲状腺超音波検査を実施している。さらに超音波検査にて所見が認められた場合は医療機関での二次検査が勧奨され、医療機関から返送された二次検査結果は東京電力独自の健康管理システム（TOHSSシステム）に格納されている。2018年1月26日時点の研究参加同意者で、2018年4月末までに東電甲状腺情報提供に同意した1,518人について東電に情報提供を依頼し、2018年6月、425人分、980件（2014年275件、2015年333件、2016年372件）の甲状腺情報（甲状腺超音波検査結果、二次検査結果等、関連する情報）について、元統括研究機関の放影研を経て入手した（データ項目は資料9の通り）。東電保有の甲状腺情報収集についてはこれで終了とした。
- 3) 旧研究班から継承した対象者データ  
旧研究班では、対象者2,064人（ばく露群627人、対照群1437人）の甲状腺超音波検査結果、および要精検206人（ばく露群138人、対照群138人）中118人の精密検査結果を収集した（データ項目は資料10の通り）。2018年3月30日、旧研究班データを放影研に移送し、その後研究統括機関の変更に伴い安衛研に保管されている。2021年12月、同意が得られた対象者（2019年12月末時点で627人）について、データを入力した。今後、NEWS 研究参加者のうち甲状腺超音波検査受診者のベースライン調査のデータと突合を行い、検査結果を参照する必要がある場合を利用する。
- 4) 全国がん登録情報  
安衛研は死因・がん罹患調査分科会と協力し、全国がん登録情報を利用している。甲状腺がん登録情報について、本研究での利用可能性を検討する。
- 5) 人口動態調査情報  
安衛研は死因・がん罹患調査分科会と協力し、人口動態調査による死亡票、死亡小票を厚生労働省から入手し、研究同意者の氏名・生年月日と突き合わせて死亡日と死因を同定している。安衛研より死亡日と死因（甲状腺がん）情報を入力し、縦断調査に利用可能か検討する。
- 6) 甲状腺線量  
線量評価分科会において緊急作業従事者の個人の甲状腺線量の推定が進行中である。甲状腺線量は甲状腺体積を用いて補正する予定であり、本研究で行っている甲状腺超音波検査で測定した甲状腺の測定値（横径、縦径、厚さ）および推定体積値を線量評価分科会に提供する。甲状腺線量が確定すれば、安衛研を通じて入手する。また通常放射

線業務による線量について、安衛研は定期的に放射線影響協会より研究参加同意者の線量情報を入力しており、利用可能か検討する。

### 3.8 解析方法

#### 1) 横断解析

ベースライン調査および甲状腺超音波検査等で収集および評価された主要評価疾患（甲状腺がん、結節、のう胞、甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺機能低下症を含む））および二次評価疾患（甲状腺超音波検査による判定結果、甲状腺機能低下症、甲状腺機能中毒症、甲状腺自己抗体陽性、慢性甲状腺炎など）の頻度を性別や年齢などを含む対象者の属性や、超音波検査受診回数、暦年もしくは緊急作業従事開始日からの経過年数などの因子毎に集計し、群間比較により解析する。横断解析の対象者は下記の表3に示すとおり、解析する評価疾患によって多少異なる。

表3 横断解析における評価疾患別解析対象者

評価疾患	解析対象
主要評価疾患	
甲状腺がん	健診受診者
結節・のう胞	超音波検査受診者
甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺機能低下症を含む）	血液検査を含む健診受診者
二次評価疾患	
超音波検査判定結果（A2, B, C）	超音波検査受診者
甲状腺機能低下症（潜在性甲状腺機能低下症を含まない）、甲状腺機能中毒症（潜在性甲状腺中毒症を含む/含まない）、甲状腺自己抗体陽性、甲状腺自己抗体陽性甲状腺機能低下症、甲状腺自己抗体陰性甲状腺機能低下症	血液検査を含む健診受診者
慢性甲状腺炎	血液検査かつ超音波検査受診者

また本研究への参加同意が得られた人のうち旧研究班の対象となっていた約600人をサブコホートとし、旧研究班による甲状腺超音波検査結果に基づき、その後を受けたベースライン調査、甲状腺超音波検査等で得られた結節やのう胞の数や最大径など甲状腺所見の経時的変化等について比較する。

さらに、緊急作業従事中に受けた甲状腺線量が利用可能になれば、評価疾患に与える影響を甲状腺線量の観点から統計モデルにより解析する。

## 2) 縦断解析

主要評価疾患のうち、甲状腺がんについては全国がん罹患登録とのリンケージおよび健診等にもとづく診断によって確認し、また、甲状腺機能低下症については健診によって確認し、それらの疾患のリスクと緊急作業従事中に受けた甲状腺線量との関連をポアソン帰帰モデルなどの統計モデルにより解析する。観察期間は同意取得日から当該評価疾患の発生日、甲状腺切除手術日、頭頸部放射線治療の開始日、事前に定めた観察終了日、死亡日のいずれか最も早い時点までを基本とするが、がん登録を用いた甲状腺がんの解析では2016年1月1日もしくは同意取得日のいずれか遅い日を観察開始日とする。また、甲状腺がん以外の評価疾患については、2017年1月以降に初めて実施した健診をベースライン健診とし、2回目以降の健診で確認された評価疾患について累積罹患率を算出し、緊急作業従事中に受けた甲状腺線量との関連を評価する。

統計解析モデルには被ばく時の年齢、甲状腺超音波検査受診時の年齢、性別、BMI、喫煙、飲酒、医療被ばくの履歴などの潜在的な交絡因子を含めて調整を行う。縦断解析の対象者はすべての研究参加同意者とするが、追跡開始時点で初回受診時に評価疾患の既往があると確認された対象者は別途解析を行う。

## 4) バイアスと交絡の評価

高線量被ばく者では事故後に甲状腺超音波検査を受ける機会が低線量被ばく者よりも多かつたため、本研究の健診で甲状腺超音波検査を受けるか否かは事故前後の甲状腺疾患の既往や家族歴に加え、過去の超音波検査受検の有無に左右される可能性がある。したがって、既往歴、家族歴、研究参加前の超音波検査受検歴について、甲状腺超音波検査を受けた人と受けなかった人を比較して、選択バイアスの評価を行う。

食品などからのヨウ素摂取量は事故時の放射線ヨウ素摂取率に関連して甲状腺線量に影響を及ぼすとともに、甲状腺機能や甲状腺結節発生に影響する可能性がある。本研究では健診時に尿中ヨウ素測定を行っているが、直近のヨウ素摂取量に影響を受けやすく日差変動が大きいことから、個々の日常的なヨウ素摂取量を必ずしも反映しない。したがってヨウ素摂取量は交絡となりうるが、尿中ヨウ素量で調整することはできない。しかし尿中ヨウ素値は集団全体としてのヨウ素摂取量の評価としては有効であるため、甲状腺線量群別に尿中ヨウ素値の分布を検討してその影響を評価する。

さらに、甲状腺線量群別に通常の放射線業務による放射線量、医療被ばくの履歴の分布を検討し、それらの因子による潜在的な交絡を評価した上で、必要に応じて他の交絡因子とともに統計モデルに含めた解析を行い、それらの交絡因子の影響を調整する。

## 3.9 倫理的配慮

研究全般（基本部分）の研究計画（資料1）は、安衛研の倫理審査で承認されており、本甲状腺研究はこれに沿って実施する。資料11に研究全般（基本部分）の同意説明文と同意書、資料12に基本健診の同意説明文と同意書を示す。甲状腺研究全般については阪大倫理

審査委員会、甲状腺超音波検査と二次検査結果の収集、および超音波検査所見の解析については自治医大倫理審査委員会の承認を得て実施している。以下に甲状腺研究に関する倫理的配慮について、研究全般（基本部分）の研究計画書以外の部分について述べる。

## 1) 資料の取り扱い、保管、廃棄の方法

精度管理委員会（自治医大）による甲状腺超音波画像の判定は、安衛研の甲状腺超音波検査情報システムで画像を閲覧して行われるため、精度管理委員会が個別の超音波情報を入手することはない。個別資料はすべて安衛研に一元的に保管され、甲状腺がん分科会の求めに応じて研究に必要な情報が匿名化されて甲状腺がん調査分科会（阪大、自治医大、広大、放射線臨床研究部、産業医大）にファイル送受信システムを介して提供される。対応表は分科会には提供されない。解析は解析・評価分科会と連携をとりつつ主に阪大および広大で行われるが、甲状腺超音波検査に関連する解析は自治医大で行われることもある。放射線臨床研究部と産業医大では、主にデータの確認が行われる。電磁的記録は施設可能な部屋に設置されたパスワード付きハードディスク、光ディスク、フラッシュメモリ等に保管され、許可された者のみが扱うことができる。なお甲状腺二次検査結果については、医療機関から個人情報付きで精度管理委員会に送付される。精度管理委員会では特定の者のみがそれを扱い、施設可能な保管庫に保管する。

すべての研究期間終了後、資料は一定期間保存後廃棄される（大阪大学では論文等の発表から10年保存、自治医大では研究終了後5年保存）。研究期間中に対象者から資料廃棄の申し出があった場合は、申請者の資料を廃棄しその結果を記録して安衛研へ報告する。電磁的記録は消去、または光ディスク、フラッシュメモリ等の電磁的記録媒体の物理的破壊を行って廃棄する。紙資料は細断して廃棄する。

## 2) 対象者への説明と同意の取得

甲状腺に関する対象者への説明と同意について、以下にまとめる。

- ① 甲状腺超音波検査および血液、尿検査、質問票  
研究全般（基本部分）の同意説明文に、検査実施と結果の研究利用についての説明が含まれる（資料11）。
- ② 医療機関からの二次検査結果の提供  
研究全般（基本部分）の同意書に含まれている（資料11）。ただし照会内容、紹介先医療機関等に関しては、あらかじめ個別に同意を得ることが条件である。したがってB判定およびC判定の対象者には、二次検査のための紹介状と共にこれらを説明した「甲状腺二次検査のご案内」とお願ひ」および「不同意連絡票」（資料4の第3章）を送付し、同意しない場合は不同意連絡票に署名し精度管理委員会に送付いただく。
- ③ 東電保有の甲状腺情報の提供  
倫理審査委員会（放射研、阪大）の承認を得て、東電保有の甲状腺情報を入力するための同意書を2018年2月（2018年1月26日時点の研究参加同意者1,903人）

**資料一覧**

番号	内容	バージョン
1	研究計画書（基本部分）	2021年9月
2	甲状腺抽出項目（2023年度）	2023年11月
3	技師と施設について	2022年4月
4	甲状腺超音波検査の手引き 第1から3章	2020年1月（第1章）2023年4月（第2,3章）
5	NEWS 甲状腺超音波画像収集の経緯	2021年12月
6	質問票_ペーパースライム調査と縦断調査	2020年9月時点
7	甲状腺関連血液検査の変更に伴う検討	2021年12月
8	利用する情報の取得期間年表	2022年8月
9	東電情報項目（2014-16年）	2018年6月
10	旧研究班データ項目	2020年12月
11	研究（基本部分）_説明文と同意書	2021年8月
12	基本健診_同意書と説明文	2021年12月16日時点
13	東電情報提供_説明文と同意書、返送のお願い	2017年12月（説明文と同意書） 2018年3月（返送のお願い）
14	旧研究班データ利用_説明文と同意書	2018年11月

および11月（2018年10月23日時点の新規研究参加同意者258人と2月発送分の未返信者321人、および宛先不明者のうち住所が判明した9人の合計588人）に事務局（放影研）から対象者へ送付した（資料13）。2020年12月末時点で、同意1,793人、不同意23人、宛先不明24人、未返信321人であった。2018年1月26日時点の研究参加同意者で、2018年4月末までに東電甲状腺情報提供に同意した1,518人について東電に情報提供を依頼し425人分の甲状腺情報入手し、以降東電からの情報収集は終了とした。

- ④ 旧研究班データの移送と利用  
倫理委員会（自治医大、放影研、阪大）の承認を得て、オプアウト公開文書を各施設のホームページで公開し、2018年3月30日、旧研究班データを自治医大から放影研に移送、その後安衛研で保管している。2018年11月20日に事務局（放影研）からデータ利用の同意を求める文書を、旧研究班対象者2,064人のうち本研究参加同意者864人（2018年11月1日時点）に発送した（資料14）。2019年12月末時点で、同意627人、不同意5人、宛先不明10人、未返信222人であった。
- 3) 対象者への利益と不利益  
本甲状腺研究に参加し、甲状腺超音波検査や血液検査を受けることによる利益としては、異常がなければ安心感が得られ、異常があれば早期の治療につながる点である。一方甲状腺超音波検査の不利益として、甲状腺がんは進行が緩慢であるため結果的に不必要な手術をする可能性や、がんだけでなくも二次検査や経過観察による心労、不安、その他社会経済的負担が生じる可能性がある。これら利益不利益の説明は、研究全般（基本部分）の同意説明文に含まれる（資料11）。

- 4) 研究機関の長への報告  
統括機関である安衛研には、研究の進捗状況について班会議や報告書等を通じて定期的に報告する。また阪大および自治医大の学長にも年一回、進捗状況や有害事象や不具合の発生など報告する。
- 5) 研究対象者に対する経済的負担およびそれに対する代償  
研究計画書（基本部分）（資料1）に記載の通り。ただし甲状腺二次検査は通常の保険診療となり、研究対象者が医療機関に自己負担金を支払う。
- 6) 研究対象者からの相談等への対応、問い合わせ  
甲状腺調査に関する対象者からの相談は下記の問い合わせ先で受け付ける。  
放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究  
甲状腺がん調査分科会・精度管理委員会（自治医科大学 臨床検査医学講座）  
TEL 0285-58-7386 FAX 0285-44-9947 E-mail kuschousa@jichi.ac.jp  
担当 奥谷、谷口

## 甲状腺超音波検査の手引き

2020年1月改訂版

### < 第1章 >

#### I. 甲状腺超音波検査による研究全体の流れと留意点

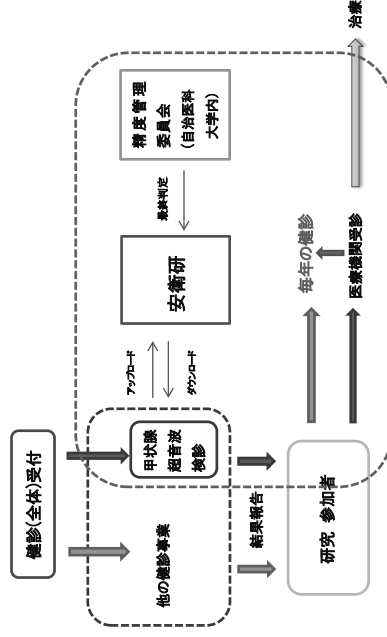
初めに

本手引きは、独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所（以下「安衛研」という。）の実施する「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」（以下疫学研究）事業に関し、研究協力機関が行う甲状腺超音波検査についての手引きです。

甲状腺超音波検査は、研究協力機関に検査をお願いし、労働安全衛生総合研究所（安衛研）のフアイル送受信システムを介して精度管理委員会（自治医科大学内）の最終結果判定を各研究参加者にご報告いただくこととなっております。

結果記入書、画像データ等は厳重な個人情報管理が必要であり、最終的に安衛研で保管します。

#### A. 甲状腺調査の流れ



#### B. 超音波検査の精度管理

検査結果の信頼性を担保するには、精度管理を行うことが必須となります。検体検査では、医師会、日臨床などで行われていますが、超音波検査では、検体検査のような厳密な精度管理が難しいのが実状です。しかし、適切な装置と能力ある検査者により、施設ごと、検査者ごとの検査の偏りを減少させることができます。が、加えて画像の精度管理を行う必要があります。特に、甲状腺がんの発生については、この研究成果により明らかになる可能性があります。ここでは検査者となる皆様に検査を行う上での留意点を示します。

#### 改訂履歴

改訂箇所	改訂前	改訂後	改訂決定日
第2版 P8 甲状腺結節の診断基準	一次検査で5.1mm以上の結節あり	一次検査で5.1mm以上の結節またはのう胞内結節あり	2023/2/14
P1 タイトル	研究計画書	研究プロトコル	2023/3/13
P3	研究計画	研究プロトコル	2023/3/13
P16 資料4のバージョン	2020年8月(第3章)	2020年1月(第1章) 2023年4月(第2,3章)	2023/4
P8 甲状腺がんの診断基準	1. 医療機関情報またはがん登録情報でがんの診断あり 2,3は possible	1. 手術がんの診断あり 2は probable, 3は possible	2023/11/22
P16 資料2のバージョン	(2021年度) 2021年10月	(2023年度) 2023年11月	2023/11
P6 図3	甲状腺二次検査協力施設(127施設) ①二次検査結果取得 ②二次検査結果閲覧 ③最終診断入力	(127施設)を削除 削除 ①二次検査結果閲覧 ②最終診断入力	2023/12
P7	127施設	130施設(2023年12月時点)	2023/12

### 1. 適切な超音波装置と探触子について

(1)甲状腺を対象にした装置をご使用ください。

装置は、据え置き型、ポータブル型いずれでも可能です。

(多くは、乳腺で使用されている装置・探触子の利用が可能です)

- ・血流情報の評価可能なカラードプラ機能を備えていることが望ましい。



(2)探触子は高周波数のもの(リニア型)

電子リニア方式の探触子で、周波数が7.5MHz以上(できれば10MHz以上)をご使用ください。



(3)データの保存について

精度管理のため、超音波装置にデジタル保存機能と、外部出力機能(USBなど)が必要ですが、また、精度管理委員会が判定しやすくするために、詳細な判定が必要なもの、悪性が疑われるものは、動画記録を行ってください。

### 2. 検査者について

検査者について望ましい方は、技師で経験があり、認定領域があれば最適です。

- ① 日本超音波医学会の認定超音波検査士(体表臓器)
- ② 福島県「県民健康調査」甲状腺検査一次検査者として認定された方
- ③ 上記の方がいらっしゃらない場合には、講習会(以下記載)を受講後、本研究の精度管理委員会で評価された方

検査者について、労働安全衛生総合研究所にてご登録をいただいています。

研究班では、本事業遂行のために、講習会を企画開催いたします。

講習会は、(A)基礎講習会、(B)疾患・症例研修のための講習会、(C)検査結果の報告方法習得のための講習会があります。登録についての詳細は「甲状腺超音波検診に参加する技師と施設について」に示します。

### 3. 画像判定について

精度管理委員会では判定基準の作成、それに基づく検査手順書の作成、および本研究で実施される甲状腺超音波検査全例の最終判定を行います。

精度管理委員会では、送信された画像と結果記入書と比較し、超音波所見、大きさの計測、判断について、画像の再判定をします。なお、事務局は、自治医科大学臨床検査医学内に置きます。

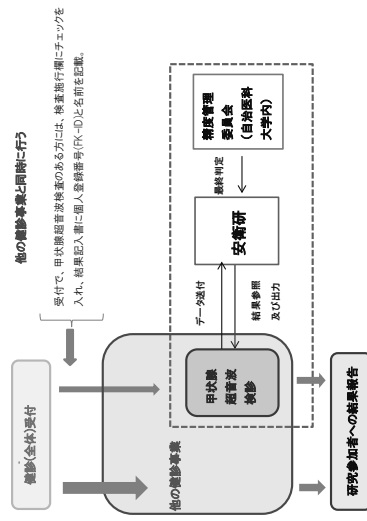
- ・精度管理担当者(甲状腺超音波検査の専門家)

谷口信行(自治医科大学)

宮川めぐみ(宮川病院・虎の門病院)

自治医科大学臨床検査医学の超音波専門医(判定員)

### C. 甲状腺超音波検診の位置づけ



## II. 検査前の準備

基本的には他の超音波を用いた検診(腹部、乳腺など)と同様の準備を行います。

### A. 装置関連の準備

1. ポータブル装置では設置台
2. 所見記載機、筆記用具(鉛筆またはボールペン)
3. ゼリールと拭きもの(タオル、ティッシュペーパーなど)

### B. 部屋、検査台の準備

1. 部屋:カーテンなどで仕切りを設ける。部屋は明るくともよい。
2. ベッド(仰臥位で)と椅子(検査者用)

3. ベッド周り：シーツ、枕（頸部伸展）、タオル（衣服保護）等
4. 待合：順番待ちの椅子の準備。研究参加者は、上着を取り、前頸部を出しやすい状態で待っていただきます。

### Ⅲ. 検査を始めましょう

#### A. FK-ID と検査番号

各々の研究参加者には、個人のデータを管理する上で、労働安全衛生総合研究所のデータベースに登録された個人登録番号(FK-ID)があります。また、甲状腺超音波検査では、個人登録番号(FK-ID)とは別に検査番号も使用します。

なお、甲状腺超音波検査情報システムでは、検査番号は自動付与されます。

システムの検査番号：【THU\_検査日 (YYYYMMDD) \_FK-ID (数字 6 桁)】

例) 2017年6月1日検査実施、FK-ID 999999の方の検査番号：THU\_20170601\_999999

検査開始時、被験者個人（研究参加）を特定するための番号を装置に必ず入力してください。

#### B. 甲状腺超音波検査の流れ（技師用）

1. 研究参加者の氏名確認（結果記入書の氏名との一致）をするため、ご本人に氏名を名乗っていただきます。
2. 超音波装置に参加者の検査番号を入力します。
3. ベッド上に寝ていただき、頸部を伸展させます。
4. 検査を開始します。（手技はCへ）
5. 記録を行います。（手順はDへ）
6. 検査終了し、頸部のゼリ－をふき取ります。
7. 退出をうながし、結果記入書に結果を記入します。



#### C. 甲状腺超音波検査の手技

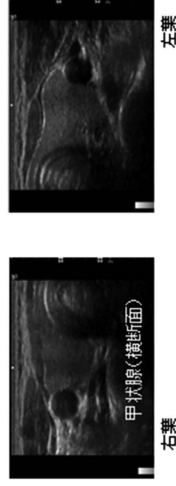
1. 体位  
研究参加者を仰臥位にし、枕等を頸背部におき頸部を充分に伸展させます。紙、タオルなどでゼリ－などの汚れを防ぎます。
2. 探触子の持ち方、圧迫、入射角について  
操作によるブレを少なくするため、探触子はできるだけ下部を把持します。  
探触子は軽く把持し、手首の力を抜いてフェザータッチで操作し、接触面が皮膚に垂直に接触するように配慮します。
3. 観察範囲は広く  
甲状腺においては、予想外の部位にも異所性に甲状腺が存在することもあり、できるだけ広く頸部全体を観察します。



#### D. 画像のとおり方

1. 正常甲状腺の超音波画像（成人）

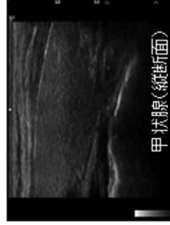
#### 下から見た画像（超音波医学会でのラベリング）



左葉

右葉

#### 右から見た画像



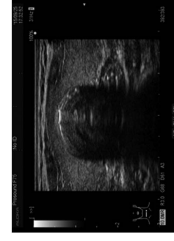
甲状腺(縦断面)

2. 装置と適切な画像、記録法と記入方法

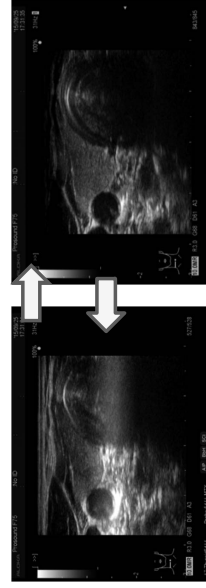
<調整の必要な項目>

- ・ Bモードゲイン
- ・ STC
- ・ 焦点（フォーカス）
- ・ 拡大率
- ・ ボディマークの入力

#### STCの調節



適切

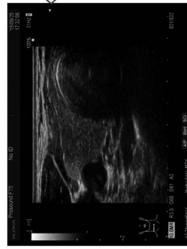


不適切

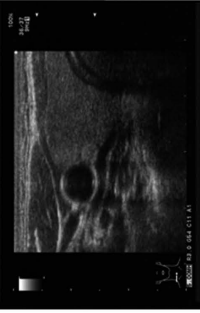
### フォーカスの位置



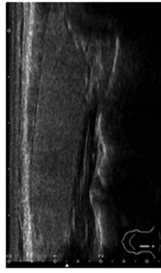
適切



不適切



右葉 横断面

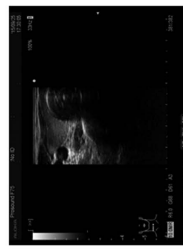


右葉 縦断面

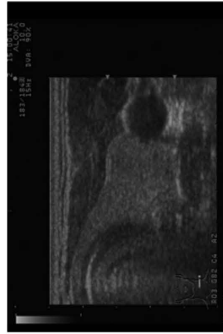
### 画像の拡大率



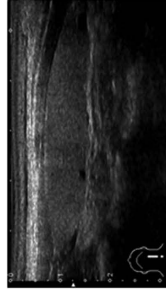
適切



不適切

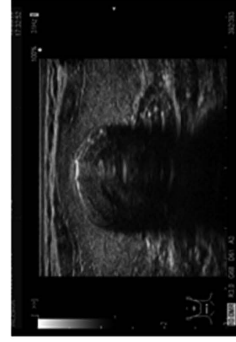


左葉 横断面



左葉 縦断面

### 峡部



お送りいただきたい画像のサンプルを以下に提示します。

### 3. 適切な画像記録と送付推奨断面像

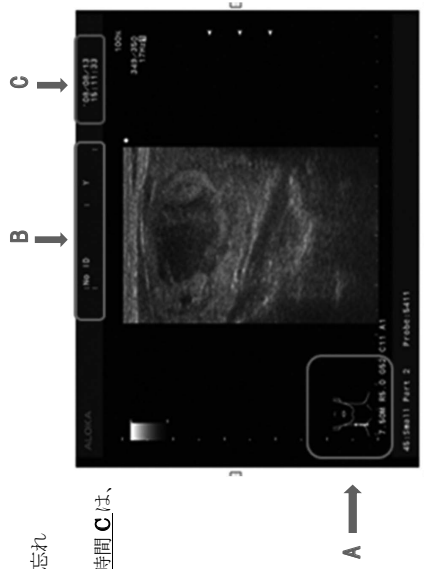
- (1) 右葉・左葉ともに横断面と縦断面を記録します。
  - (2) 峡部は横断面を記録します。
- 甲状腺超音波検査情報システムでお送りいただきたい画像は、両葉の横断面と縦断面（計4断面）、峡部（横断面）で、最低5枚となります。
- また、それぞれに計測値【横径、厚さ、縦（長軸）径、峡部厚さ】を入れたものを加えますので、少なくとも2倍の10枚の画像をお送りいただくことになります。



異常所見、計測値の記録があれば、適宜、追加します。  
 少なくとも病変の長軸断面は記録します。  
 その際ボダイマークを忘れずに挿入します。

(3) 適切な画像記録と推奨断面像を得るために以下にご注意ください。

ボダイマーク **A** の入れ忘れ  
 検査番号の入力 **B**  
 検査前に装置の日付と時間 **C** は、  
 必ず調整、確認



#### E. 検査・記録手順 (例)

1. 横断面で、尾側→頭側→再度尾側にゆっくり平行移動しながらスキャンし、結節、嚢胞の有無を観察 (右葉、左葉) します。
2. 甲状腺峡部を横断面でゆっくり上下にスキャンし、最厚部にて厚さを計測します。(検査の最後でも良いです)
3. 右葉左葉ともに、横断面像で横径と厚さを、縦断面像で縦径 (長軸径) を計測します。
3. 引き続き、縦断面の観察を行います。  
 (左右の優先順位に決まりはありませんが、施設ごとに一定の手順で行います)  
 結節、嚢胞がみられた場合、加えて最大断面を描出し、その最大径を計測します (短軸の計測は不要です)。  
 嚢胞内に見られる結節は、嚢胞の最大径と、内部の結節の最大径を結果記入書に記録します。
4. 動画  
 詳細な判定が必要なもの、精密検査が必要と思われるものは動画記録を追加します。  
 Bモード (縦断面、横断面) 及びカラードプラー法の動画記録をお願いします。

#### F. 結果記入書の超音波検査による観察項目

1. 甲状腺全体について
  - ① 甲状腺の大きさ
  - ② 形状：峡部の肥厚の有無
  - ③ 右葉と左葉それぞれの横径、厚さ、縦径 (長軸径) と峡部の厚さを測ります。
2. 甲状腺の嚢胞、結節の有無
  - ① あれば大きさ (最大径) を測ります。
  - ② 一個か複数か (1, 2, 3, 4, 多数)
3. 甲状腺周囲に腫瘍等があれば、コメントに記録 (リンパ節腫大等) します。

これらの記入の詳細は第2章に続きます。

## <第2章>

この章で説明します「甲状腺超音波検査 結果記入書（報告書）NEWS用」は、甲状腺超音波検査情報システムで検査データと画像を送信するにあたって、研究参加者のデータを判定方法にそって入力しやすく、また技師が送信前の記入もれや送信時の入力もれを防げるようご使用いただくものです。

「甲状腺超音波検査 結果記入書（報告書）NEWS用」は2020年1月改訂版をご使用ください。

### 画像判定法

画像判定法、結果記入書（報告書）の記載方法について説明します。加えて、総合判定の留意点について以下に示します。


### I. 所見記入について

**甲状腺超音波検査 結果記入書（報告書）NEWS用**

検査日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日 都道府県 \_\_\_\_\_

FK-ID \_\_\_\_\_ 検査番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

記入例 

1. 甲状腺全体の所見  
 (ア) 大きさ (正常、萎縮、腫大) (一葉節・腫大は明らかに変化がある場合のみ)  
 (イ) 右葉(0.0 mm) (横 縦 (長軸) )  
 (ウ) 左葉(0.0 mm) (横 縦 (長軸) )  
 (エ) 峡部(0.0 mm) (厚さ )

2. 結節など (なし、A1、あり)、あれば最大 (腫大) なものを記載

所見	最大径	縦径なら縦径	横径なら横径	右・左・峡部	要判定	コメント
① 囊胞	mm	A2	B C	R/L/I		
② 結節	mm	あり、なし	A2 B C	R/L/I		
③			A2 B C	R/L/I		

・ 同じ所見が2つ以上ある場合は、最大径のものを計測し、縦径を入れる (縦径、多数など)  
 ・ 囊胞内結節は、囊胞径に加え、結節部の最大径を計測し5.1mm以上をB判定とする  
 ・ 結節は5.1mm以上、縦径は20.1mm以上をB判定とする  
 ・ 判定委員会での判定が必要なものは要判定にチェック (その場合は必ず動画で記録)  
 ・ 小さいもの (5.0mm以下) でも、悪性転移所見があれば③に色を記載し、BまたはC判定とする。また、要判定に印をつける)  
 ・ B・C判定の結節については、動画を記録し、コメント欄にカラードット写真を入れる。

3. その他の所見 (あれば)  
 甲状腺欠損 (口右葉、口左葉)、びまん性疾患の所見 (口パセドウ病、口橋本病)、有意なリンパ管腫大 (口)、その他 ( )

総合所見 (判定)	1 異常所見なし (A1)	2 経過観察 (A2)	3 二次検査 (B)	4 直ちに検査が必要 (C)	5 判断不可
-----------	---------------	-------------	------------	----------------	--------

コメント  
 甲状腺全体の所見、カラードット写真の添付など

検査機関名: \_\_\_\_\_ 検査技師名: \_\_\_\_\_  
 (担当医師名: \_\_\_\_\_) (必要に応じて記入)

研究参加者情報 →

検査結果の記載

総合判定の記載 →

検査者情報 →

### A. 結果記入書への記載

検査日、都道府県、FK-ID、検査番号、研究参加者氏名を記入してください。  
 FK-ID：本部 (安衛研) が作成した個人登録番号  
 検査番号：甲状腺超音波検査のために作成された番号  
 研究参加者を特定するための番号として、装置に入力してください。

### 記入項目

## 甲状腺超音波検査 結果記入書（報告書）NEWS用

検査日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日 都道府県 \_\_\_\_\_

FK-ID \_\_\_\_\_ 検査番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

### 1. 甲状腺全体の所見

- (ア) 大きさ (正常、萎縮、腫大) (一葉節・腫大は明らかに変化がある場合のみ)  
 (イ) 右葉(0.0 mm) (横 縦 (長軸) )  
 (ウ) 左葉(0.0 mm) (横 縦 (長軸) )  
 (エ) 峡部(0.0 mm) (厚さ )



### B. 画像の判定と結果記入書の記入方法について

#### 手順

- ① まず、よく所見を探します。(ゆっくり動かす)
- ② 囊胞か結節かを判断します。
- ③ 最大径を計測します。
- ④ 判定基準により検査者が判定を行い、直ちに受診が必要かどうかの最終判断は、精度管理委員会で行います。

(検査判定：A1、A2、B、C)

### # 囊胞の場合は囊胞内結節の有無を確認

大きさと、囊胞性が充実性が判断できれば、計測値により、自動的に判断可能です。

1. 画像判定の記入：大きさ、結節など

1、甲状腺全体の所見

(ア) 大きさ(正常) 萎縮、腫大 (一葉縮、腫大は明らかな変化がある場合のみ)

(イ) 右葉(0.0mm) 横 縦(長軸) )

(ウ) 左葉(0.0mm) 横 縦(長軸) )

(エ) 峡部(0.0mm) 厚さ )

2、結節など(なし、A1、あり、あれば最大(重要)なものに記載)

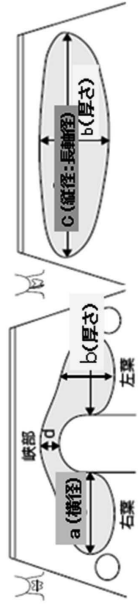
所見	最大径	横断なら数を	検査判定	右・左・峡部	要判定・コメント
① 嚢胞	mm	A2 B C	R/L/I	R/L/I	
② 嚢胞内結節	mm	あり、なし	A2 B C	R/L/I	
③ 結節	mm	A2 B C	R/L/I	R/L/I	
④		A2 B C	R/L/I	R/L/I	

・ 同じ所見が2つ以上ある場合は、最大径のものを計測し、側数を入れる(数値、多数など)

《甲状腺の計測方法と基準値》

- 【基準値(参考値)】
- a(横径) : 15~25mm
  - b(厚さ) : 10~20mm
  - c(長軸径) : 40~50mm
  - d(峡部) : 1~2mm

峡部厚: 腫大 > 3mm



厚さ(b)はできるだけ横断面で計測してください

1) 甲状腺全体の所見

(ア)「大きさ」に該当するものを選択してください。

大きさについては、明らかに甲状腺の大きさの変化が見られた場合のみ、萎縮・腫大を選択してください。

(イ)、(ウ)、(エ) 右葉・左葉・峡部の計測

右葉と左葉それぞれの横径、厚さ、縦径(長軸径)と峡部の厚さを記載してください。

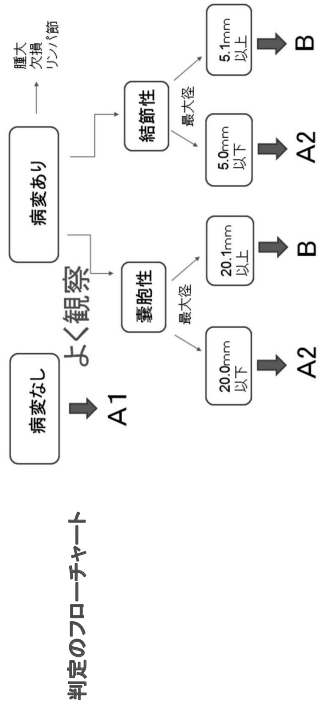
※計測を行った記録断面(右葉、左葉それぞれの横断面・縦断面、と峡部横断面、計5枚)も同様に送付してください。(計10枚となります)

計測方法は以下に示します。

2) 結節などがあれば、最大(重要)なものについて記載してください。

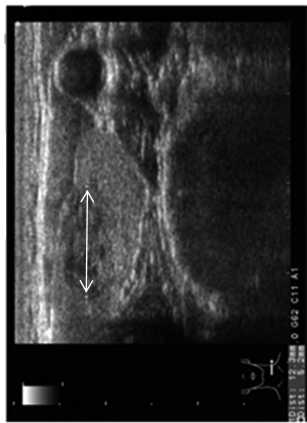
詳しい書き方については、以下の判定のフローチャートとC記入例をご参照ください。

2. 判定の要点



C. 記入簿

1. 記入例1(結節)



場所を入れる

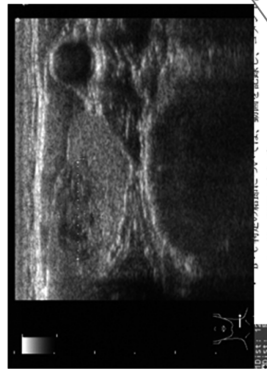


2. 結節など ( なし A1、**あり** )、あれば最大 (重要) なものを記載

所見	最大径	複数なら数を	検査判定	右・左・峡部	要判定・コメント
① 嚢胞	mm	あり、なし	A2 B C	R/L/I	
② 嚢胞内結節	mm	あり、なし	A2 B C	R/L/I	
③ 結節	12.3		A2 <b>B</b> C	R <b>Q</b> I	
			A2 B C	R/L/I	

・ 同じ所見が2つ以上ある場合は、最大径のものを入力 (数値、多数など)

必ず、ここまで記載して下さい  
12.3 mm (5.1mm以上) であり、  
判定は B となる



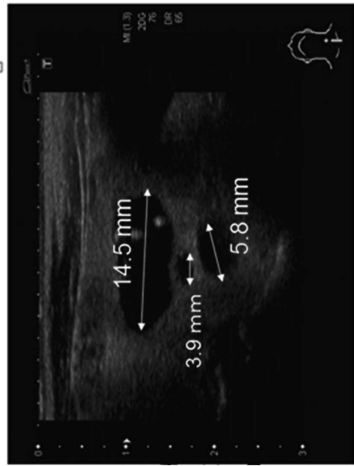
3. その他の所見 (あれば)  
甲状腺欠損 (口右葉、口左葉)、びまん性疾患 (ロハセドウ病、口腺本病)、  
有意なリンパ節腫大 (Q)、その他 ( )

該当しない  
ので空欄

総合所見 (判定)	1 異常所見なし (A1)	2 経過観察 (A2)	3 二次検査 (B)	4 直ちに検査が必要 (C)	5 判断不可
コメント	カラーDプラーの評価 (豊富、普通、少ない)				

Bの結節は念のため、確認

2. 記入例2 (複数の嚢胞)

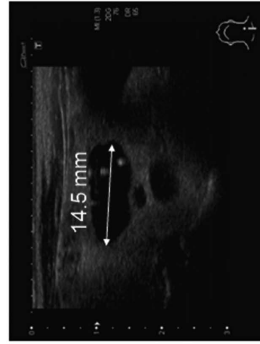


2. 結節など ( なし A1、**あり** )、あれば最大 (重要) なものを記載

所見	最大径	複数なら数を	検査判定	右・左・峡部	要判定・コメント
① 嚢胞	14.5	4	<b>A2</b> B C	R <b>Q</b> I	
嚢胞内結節	mm	あり、なし	A2 B C	R/L/I	複数ある場合
② 結節	mm		A2 B C	R/L/I	最大の側を O
③			A2 B C	R/L/I	

・ 同じ所見が2つ以上ある場合は、最大径のものを入力 (数値、多数など)

結節は5.1mm以上、嚢胞は20.1mm以上をB判定とする



必ず、ここまで記載して下さい  
最大のものの最大径が14.5mmと  
20.0mm以下であり、判定は A2 となる

3. その他の所見 (あれば)  
甲状腺欠損 (口右葉、口左葉)、びまん性疾患 (ロハセドウ病、口腺本病)、  
有意なリンパ節腫大 (Q)、その他 ( )

該当しない  
ので空欄

総合所見 (判定)	1 異常所見なし (A1)	2 経過観察 (A2)	3 二次検査 (B)	4 直ちに検査が必要 (C)	5 判断不可
コメント	カラーDプラーの評価 (豊富、普通、少ない)				

3. 記入例3 (嚢胞と結節の両方がある場合)

2、結節など ( なし A1、 **あり** )、あれば最大 (重要) なものを記載

所見	最大径	複数なら数を	検者判定	右・左・映部	要判定・コメント
① 嚢胞	19.0 mm	2	A2	B C	R/L/I
嚢胞内結節	mm	あり (なし)	A2	B C	R/L/I
② 結節	7.8 mm		A2	(B) C	(R/L/I)
③			A2	B C	R/L/I

同じ所見が2つ以上ある場合は、最大径のものを計測し、個数を入れる (数値、多数など)。  
 (結節は **5.1mm** 以上、嚢胞は **20.1mm** 以上を **B** 判定とする。)

嚢胞と結節の両者の所見があれば、別々に記載判断し、総合判定を行う。  
 ここでは、**A2** でなく、総合判定はより重要な **B** とする。

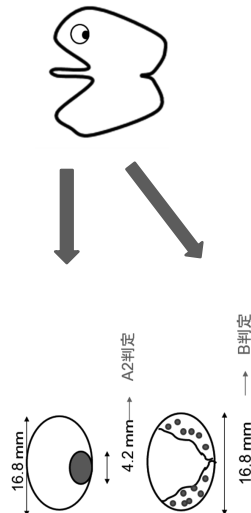
**総合判定がB以上のものは、必ず動画を添付してください。**

4. 記入例4 (嚢胞内結節ありの場合)

2、結節など ( なし A1、 **あり** )、あれば最大 (重要) なものを記載

所見	最大径	複数なら数を	検者判定	右・左・映部	要判定・コメント
① 嚢胞	16.8 mm		A2	B C	R/L/I
嚢胞内結節	4.2 mm	あり (なし)	A2	B C	R/L/I
② 結節	mm		A2	B C	R/L/I
③			A2	B C	R/L/I

嚢胞内結節は、嚢胞径に加え結節部の最大径を計測し、後者が5.1mm以上ならB判定とする



判定に困ったら、病変の縦横両断面の静止画像および動画 (縦断面、横断面、カラー Dop プラ法) を添付してください。要判定・コメントの欄に、その詳細を書いてください。

II. その他の所見について

- (1) 甲状腺欠損 (左右を記載)、びまん性疾患 (バセドウ病、橋本病)、有意なリンパ節腫大などがあればチェックしてください。
- (2) びまん性疾患については、明らかなものだけで結構です。
- (3) 転移性、炎症性などリンパ節腫大については、必ず静止画像による写真記録もお願いたします。
- (4) 石灰化や甲状腺外の病変がある時には、その大きさを計測し、静止画像または動画を添付してください。必要に応じ、カラー Dop プラ法もお願いたします。

これらの所見は甲状腺自体の判定に関係しませんが、チェック  をつけて、意見をコメント欄にご記載ください。

甲状腺超音波検査情報システムでは、その他の所見に関する詳細についてのコメントを入力することができます。

III. 総合判定

A. 判定結果の考え方

A1 及び A2 ⇒ 二次検査の必要はありません

A1 : 所見なし

A2 : 小さな (20.0mm以下) 嚢胞または小さな (5.0mm以下) 結節 (しこり) を認めましたが、二次検査の必要はありません。

B 及び C ⇒ 二次検査が必要です

B : 二次検査をお勧めします。

C : 甲状腺の状態等から判断して、ただちに二次検査を受けていただくことが必要です。

→ このC判定は、癌を強く疑うのではなく、早期の治療が必要である場合のみに選択

(癌の多くは、B判定の中から見つかっています)

## B. 判定基準

～判定について～

### A 判定

- A1：下記所見を認められなかったもの（異常なし）。
- A2：5.0mm以下の結節（しこり）や2.0mm以下の嚢胞（のうぼう）

### B 判定

- B：5.1mm以上の結節（しこり）や2.0.1 mm以上の嚢胞（のうぼう）

### C 判定

- C：甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの

A2に該当するサイズでも悪性を疑うものはB判定とする（判定委員会にて）

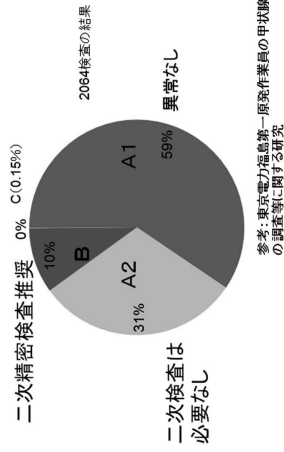
甲状腺超音波検査情報システムでは、甲状腺全体の所見などがあればコメントを入力することができます。B判定以上のものはカラードプラ法の評価を選択入力してください。

## IV. 検査者情報について

検査機関名： \_\_\_\_\_ 検査技師名 \_\_\_\_\_  
(担当医師名： \_\_\_\_\_) (必要に応じて記入)

甲状腺超音波検査情報システムでは、担当医師名の入力はなくとも結構です。

## V. 以前の研究での判定結果(参考)



システムについての追加説明

甲状腺超音波検査情報システムでは、検査番号は自動付与されます。  
システムの検査番号：【THU\_検査日 (YYYYMMDD) \_FK-ID (数字 6桁)】

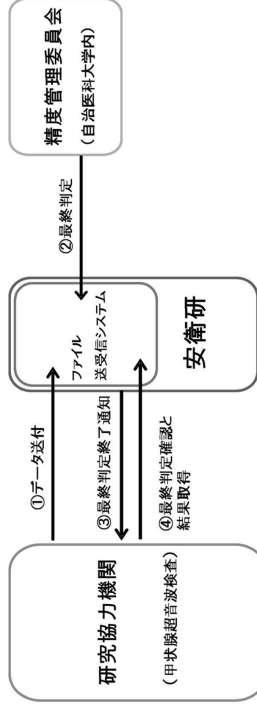
例) 2017年6月1日検査実施、FK-ID 999999の方の検査番号：THU\_20170601\_999999

画像データと結果記入書データが間違いなく正確に送信されることが前提で、不一致を未然に防いでいただければ、装置に入力する検査番号は研究協力機関のオリジナル番号やFK-IDなどでも問題ありません。

## < 第3章 >

この章では各研究機関で行った甲状腺超音波検査のデータの扱いについて述べています。

### I. 甲状腺超音波検査後のデータのやり取りについて



#### ① 研究協力機関での作業

- 1) ファイル送受信システムにログインし、[甲状腺超音波検査情報システム]アイコンをクリックしますと、ログイン画面が出ます。そこでNEWS 研究本部からお知らせしている当該システム用のログインIDとパスワードを入力してください。  
以下、当該システムの操作手順書を参考に、「結果記入書 / 一覧」で該当の研究参加者を選び、「結果記入書 / 入力」で結果を入力してください。  
嚢胞、結節の大きな位置を甲状腺イラスト部分に描画を編集し保存してください。  
「嚢胞・結節描写」マーカーのサイズの目安  
小：5.0mm以下、中：5.1mm～20.0mm、大：20.1mm以上
- 2) 甲状腺超音波検査の検査画像（静止画 / 動画）を登録してください。  
画像ファイルを参照し、アップロードしてください→ファイル名が【THU\_検査日(YYYYMMDD)\_FK-ID(数字6桁)\_01(画像ファイル連番)、拡張子(jpgなど)】に自動変換され送信されます。DICOM 画像は送信後、自動的に.jpg に変換されます。  
アップロード可能なファイル形式は、静止画：jpg / jpeg / gif / png / bmp / dicom  
動画：mp4 / avi

以下、甲状腺超音波検査時にご使用いただく記入書は、ファイル送受信システム「関連資料入手」の甲状腺超音波検査一式にあります。

2020年1月改訂版

### 甲状腺超音波検査 結果記入書（報告書）NEWS用

検査日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日 都道府県 \_\_\_\_\_  
 FK-ID \_\_\_\_\_ 検査番号 \_\_\_\_\_  
 氏名 \_\_\_\_\_

1. 甲状腺全体の所見  
 (ア) 大きさ (正常、萎縮、腫大) (←萎縮・腫大は明らかな変化がある場合のみ)  
 (イ) 右葉(0.0mm) (横 厚さ \_\_\_\_\_ )  
 (ウ) 左葉(0.0mm) (横 厚さ \_\_\_\_\_ )  
 (エ) 峡部(0.0mm) (厚さ \_\_\_\_\_ )

記入例 ① 

2. 結節など ( なし、A1、あり )、あれば最大 (重要) なものを記載

所見	最大径	複数なら数を	検査判定	右・左・峡部	要判定・コメント
① 嚢胞	mm		A2 B C	R / L / I	
② 結節	mm	あり、なし	A2 B C	R / L / I	
③ その他	mm		A2 B C	R / L / I	

- ・ 同じ所見が2つ以上ある場合は、最大径のものを計測し、個数を入れる (数値、多数など)
- ・ 嚢胞内結節は、嚢胞径に加え、結節部の最大径を計測し5.1mm 以上をB判定とする
- ・ 結節は5.1mm以上、嚢胞は20.1mm以上をB判定とする
- ・ 判定委員会での判定が必要なものは要判定にチェック (その場合は必ず動画で記録)
- ・ 小さいもの (5.0mm以下) でも、悪性を疑う所見があれば③に径を記載し、BまたはC判定とする。また、要判定に印をつける
- ・ B・C判定の結節については、動画を記録し、コメント部にカラードブドブ所見を入れる。

#### 3. その他の所見 (あれば)

甲状腺欠損 (口右葉、口左葉)、びまん性疾患の所見 (口バセドウ病、口橋本病)、  
 有意なリンパ節腫大 (口)、その他 ( \_\_\_\_\_ )

総合所見 (判定)	1 異常所見なし (A1)	2 経過観察 (A2)	5 判断不可
コメント	3 二次検査 (B)、4 直ちに検査が必要 (C)、 甲状腺全体の所見、カラードブドブ法の所見など		

検査機関名: \_\_\_\_\_ 検査技師名 \_\_\_\_\_  
 (担当医師名: \_\_\_\_\_) (必要に応じて記入)

「嚢胞内結節」があるときには、結節部分の径を計測し大ききの記入をお願いします。

\*B判定以上や判定困難なものは、動画を送信してください。ただし送信できる上限は、1ファイルにつき1GBで、例えば1GBのファイルを3つ送信することは可能です。1ファイルが1GBを超える場合はDVDに取り込み、安衛研にご連絡の上、郵送してください。安衛研にてファイルを送信するシステムに取り込みます。

### ② 精度管理委員会(自治医科大学)での作業

研究協力機関で入力・送信された結果記入書と画像を当該システム上で見ながら最終判定A1、A2、B、Cを入力し、必要な場合はデータを修正し、コメントを入力します。さらに、画像データの質の向上や経時的な判定の信頼度を高めるため、写真の記録・計測の良否を5段階評価し、スコア0 (unacceptable) ～4 (excellent) を入力します。

### ③ 安衛研での作業

精度管理委員会による最終判定が終了した検査について、研究協力機関へ自動メールで通知します。

### ④ 最終判定後の研究協力機関での作業

1) [甲状腺超音波検査情報システム]にログインし、「結果一覧・印刷」を開いてください。  
→自施設の結果一覧が閲覧可能です。



注：結果一覧に表示される「結節部位」および「結節最大径」は、「甲状腺超音波検査結果記入書」に入力された「結節」、「嚢胞内結節」のうち、最大径が大きい方の情報になります（研究参加者に送付する「甲状腺超音波検査の結果」についてのお知らせ）に自動表示される結節の情報、この情報は、この情報になります。

2) FK-ID を選択 (チェック) し、

- 「研究協力機関 結果保存用 印刷」をクリック→修正された「甲状腺超音波検査 結果記入書」を印刷し、各研究協力機関において検査結果として保管してください。
- 「受診者用 報告書・紹介状 印刷」をクリック→「甲状腺超音波検査の結果」についてのお知らせ(以下)が表示されますのでこれら印刷してください。(A1、A2、B、C判定用の計4種類の報告書があります。B判定用には、右・左・峡部、最大径、結節またはのう胞が自動表示されます)

「受診者用 報告書・紹介状 印刷」で印刷される書類は次の通りです。  
判定結果に応じて、(1)から(4)のいずれか一つが印刷されます。  
(5)～(10)はB、C判定のときに印刷されます。

また、紹介状が必要な方のために、(11) (12)の封筒2種類を自治医大で準備し、事前に研究協力機関にお送りします。不足した場合は事務局(自治医大精度管理委員会)にご請求ください。

- |      |                                  |
|------|----------------------------------|
| (1)  | 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (A1) |
| (2)  | 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (A2) |
| (3)  | 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (B)  |
| (4)  | 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (C)  |
| (5)  | 甲状腺二次検査のご案内とお願ひ (B判定またはC判定の方へ)   |
| (6)  | 精度管理委員会への不同意連絡票                  |
| (7)  | 甲状腺二次検査紹介施設一覧                    |
| (8)  | 紹介状                              |
| (9)  | 甲状腺精密検査結果・診療情報記入書                |
| (10) | 甲状腺超音波検査 結果記入書 (報告書) NEWS 用      |

- (11) 返信用封筒【医療機関(精密検査実施機関)用】(桃色、料金受取人払い)
- (12) 紹介状用封筒(窓付灰色)

3) 「受診者用 報告書・紹介状 印刷」により印刷された書類を、他の検査結果と一緒に研究参加者に送付してください。BまたはC判定の方には、精密検査のための医療機関受診を促してください。



研究協力機関から研究参加者に送付いただくもの

**A1 と A2 判定者に出力・送付するもの：**

- (1) または (2) 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準)

**B と C 判定者に出力・送付するもの：**

- (3) または (4) 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準)
- (5) 甲状腺二次検査のご案内とお願い、(B 判定または C 判定の方へ)
- (6) 精度管理委員会への不同意連絡票
- (7) 甲状腺二次検査紹介施設一覧
- (8) 紹介状
- (9) 甲状腺精密検査結果・診療情報記入書
- (10) 甲状腺超音波検査 結果記入書 (報告書) NEWS 用
- (11) 返信用封筒【医療機関 (精密検査実施機関) 用】(桃色、料金受取人払い)
- (12) 紹介状用封筒 (窓付灰色)

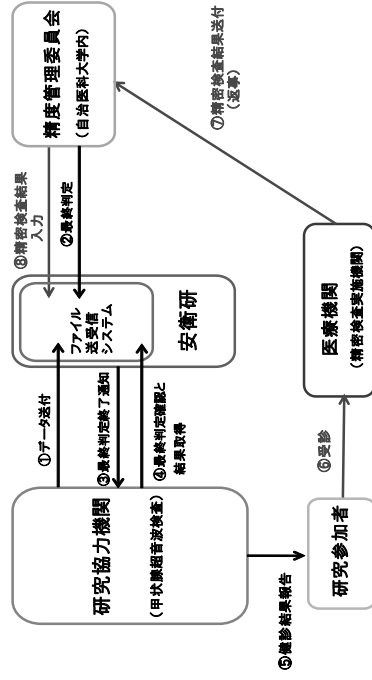
印刷された書類、(1) ～ (6) の右上には【ご本人用】、(8) ～ (10) の右上には【医療機関用】のマークがあります。

**\* (8) ～ (10) の二次検査を実施する医療機関宛ての書類 3 枚と (11) の桃色封筒を折り畳んで、(12) の窓付灰色封筒に入れてください。その際、(8) 紹介状の左上部に印字される二次検査紹介施設、医師名等が封筒の窓の位置に出るようにして入れて、封をしてください。**

\* 紹介状編集等の詳細については、「甲状腺超音波検査情報システム 操作手順書」をご確認ください。なお、システムの使用法は運用の中で変更される場合があります。

**II. 甲状腺健診以降の流れについて**

**1. 精密検査の流れ**



- 1) B または C 判定の方は、前述の (8) ～ (10) 「医療機関用」書類と (11) 桃色封筒を収めた (12) 紹介状用封筒 (窓付灰色) を医療機関に持参し受診していただきます。(1. 精密検査の流れ 図中⑥)  
原則的には、(7) 甲状腺二次検査紹介施設一覧にある医療機関を受診するよう促してください。  
あらかじめ受診先をご本人に確認することができた場合は、(8) 紹介状に紹介先の医療機関名、診療科、医師名を編集入力してください。当該システムの「受診者用 報告書・紹介状 印刷」プレビュー時の「紹介状設定」ボタンから入力可能です。医療機関 (精密検査実施機関) によりましては、地域医療連携部 (一部の地域において) を通して予約する必要があります。
- 2) 後日、医療機関が記入した (9) 甲状腺精密検査結果・診療情報記入書が精度管理委員会 (自治医科大学) に直接送付される予定です (1. 精密検査の流れ 図中⑦)。  
研究協力機関に精密検査結果が届いた場合は、お手数ですがその旨を自治医科大学までご連絡ください。(電話番号：0285-58-7386、メールアドレス：kuschousa@jiichi.ac.jp)

\* 研究班では、精密を受けた医療機関からお返事をいただくことが、参加者の経過を知る意味で必須となります。結果や転帰が不明の場合、後程精度管理委員会より医療機関に問い合わせる予定です。

3) 医療機関から得た精密検査結果等の情報は、精度管理委員会で、ファイル送受信システム上の「甲状腺超音波検査二次検査入力システム」に入力します。(1.精密検査の流れ 図中⑧)

4) BまたはC判定の方は、医療機関受診後、次のような結果とフォロー（下記1～4）が想定されます。

1. 異常なし
2. 健康診断事業での経過観察
3. 医療機関での経過観察
4. 医療機関での治療

医療機関で行われる経過観察や治療は、医療保険の範囲となります。

## 2. 今後の甲状腺超音波検査の流れ

医療機関での対応（上記4）の1～4）にかかわらず、すべての研究参加者（同意がある方）の甲状腺検査は継続する予定です。検査時期の間隔など詳細は本部にて決定します。

## Ⅲ. 記録画像およびデータの保存と期間について

甲状腺超音波検査を実施した研究協力機関は、他の検診データと同様に検査に関する次の1、2の書類について、医療情報(カルテ)に準じて5年間厳重に個人情報管理し、保管をお願いします。

1. 甲状腺超音波検査結果記入書（「研究協力機関 結果保存用 印刷」で印刷したもの）
2. デジタル画像ファイル（オリジナル）

ファイル送受信システムで送信していただいたデータと画像は、安衛研のデータベースにて保管されます。

以下、(1)～(6)および(8)～(10)の書類は「受診者用 報告書・紹介状 印刷」で印刷されます。  
(1) 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (A1)

**ご本人用**

2019年10月07日

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」

甲状腺がん調査分科会委員長 祖父江友孝

## 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ

2019年09月18日の甲状腺超音波検査の結果について、慎重に判断を行い、次のとおり判定しましたのでお知らせいたします。

判定の説明	
A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。
A2	小さな結節（しこり）やう胞（液体が溜まっている部分）のみ見られましたが、二次検査の必要はありません。
B	二次検査をお勧めします。
C	甲状腺の状態等から判断して、おだちに二次検査を仰いでいただくことが必要です。

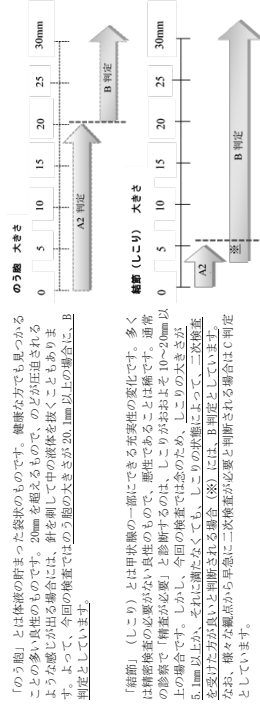
群馬 花子様

判定: **A1**

異常ありませんでした。  
※二次検査の必要はありません。

所見: 今回の検査では、甲状腺は正常でした。  
甲状腺内部にのう胞や結節（しこり）は認められませんでした。

甲状腺超音波検査の判定基準…しこりの大きさだけでなく、様々な観点で判定しています。



【甲状腺検査に関するお問い合わせ先】  
自治医科大学 臨床検査医学 甲状腺がん調査分科会 (担当 奥谷、谷口)  
kuschiouss@ichi.ac.jp

(2) 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (A2)

**ご本人用**

2019年10月07日  
「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」  
甲状腺がん調査分科会委員長 祖父江友孝

甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ

2019年09月18日の甲状腺超音波検査の結果について、慎重に判断を行い、次のとおり判定しましたのでお知らせいたします。

群馬 花子 様	判定の説明								
判定: <b>A2</b>	<table border="1"> <tr> <td>A1</td> <td>正常所見です。 二次検査の必要はありません。</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>小さな結節 (しこり) のう胞 (液体が入っている袋のようなもの) が認められましたが、二次検査の必要はありません。</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>二次検査をお勧めします。</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>甲状腺の状態等から判断して、たんに二次検査を受けていただくことが必要です。</td> </tr> </table>	A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。	A2	小さな結節 (しこり) のう胞 (液体が入っている袋のようなもの) が認められましたが、二次検査の必要はありません。	B	二次検査をお勧めします。	C	甲状腺の状態等から判断して、たんに二次検査を受けていただくことが必要です。
A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。								
A2	小さな結節 (しこり) のう胞 (液体が入っている袋のようなもの) が認められましたが、二次検査の必要はありません。								
B	二次検査をお勧めします。								
C	甲状腺の状態等から判断して、たんに二次検査を受けていただくことが必要です。								

所見: 甲状腺 (峡部) に最大径 ( 5.0 ) mm以下の結節 (しこり) を認めましたが、二次検査の必要はありません。

**甲状腺超音波検査の判定基準**…しこりの大きさだけでなく、様々な観点で判定しています。

「のう胞」とは液体の貯まった袋状のものですが、健康な方でも見つかることの多い良性のものでも、20mmを超えるもので、どが圧迫されるような感じが出る場合には、針を刺して中の液体を抜くこともあります。よって、今回の検査ではのう胞の大きさが20.1mm以上の場合には、B判定とさせていただきます。

「結節」(しこり)とは甲状腺の一部にできる実在性の変化です。多くは精密検査の必要がない良性のもので、悪性であることは稀です。通常の診断で「精密が必要」と診断するのは、しこりがおよそ10~20mm以上の場合です。しかし、今回の検査では念のため、しこりの大きさが5.1mm以上か、それに満たなくても、しこりの状態によっては、二次検査を受けた方がよいと判断される場合(※)には、B判定としています。なお、様々な観点から早期に二次検査が必要と判断される場合はC判定としています。

【甲状腺検査に関するお問い合わせ先】  
自治医科大学 臨床検査医学 甲状腺がん調査分科会 (担当 奥谷、谷口)  
kuschousa@jichi.ac.jp

(3) 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (B)

**ご本人用**

2019年10月07日  
「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」  
甲状腺がん調査分科会委員長 祖父江友孝

甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ

2019年09月18日の甲状腺超音波検査の結果について、慎重に判断を行い、次のとおり判定しましたのでお知らせいたします。

群馬 花子 様	判定の説明								
判定: <b>B</b>	<table border="1"> <tr> <td>A1</td> <td>正常所見です。 二次検査の必要はありません。</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>小さな結節 (しこり) やのう胞 (液体が入っている袋のようなもの) が認められましたが、二次検査の必要はありません。</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>二次検査をお勧めします。</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>甲状腺の状態等から判断して、たんに二次検査を受けていただくことが必要です。</td> </tr> </table>	A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。	A2	小さな結節 (しこり) やのう胞 (液体が入っている袋のようなもの) が認められましたが、二次検査の必要はありません。	B	二次検査をお勧めします。	C	甲状腺の状態等から判断して、たんに二次検査を受けていただくことが必要です。
A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。								
A2	小さな結節 (しこり) やのう胞 (液体が入っている袋のようなもの) が認められましたが、二次検査の必要はありません。								
B	二次検査をお勧めします。								
C	甲状腺の状態等から判断して、たんに二次検査を受けていただくことが必要です。								

所見: 甲状腺 (峡部) に最大径 ( 1.0 ) mm大ののう胞  
甲状腺 (右葉) に最大径 ( 10.0 ) mm大の結節を認めます。

二次検査をお勧めする皆様の大部分は良性の結節(しこり)であることが予想され、以前から存在していた可能性が高いと考えられますが、念のため二次検査(詳細な甲状腺超音波検査、血液検査、尿検査)を受けて下さい。なお、二次検査では、必要があれば甲状腺細胞診検査を行う場合があります。

**甲状腺超音波検査の判定基準**…しこりの大きさだけでなく、様々な観点で判定しています。

「のう胞」とは液体の貯まった袋状のものですが、健康な方でも見つかることの多い良性のものでも、20mmを超えるもので、どが圧迫されるような感じが出る場合には、針を刺して中の液体を抜くこともあります。よって、今回の検査ではのう胞の大きさが20.1mm以上の場合には、B判定とさせていただきます。

「結節」(しこり)とは甲状腺の一部にできる実在性の変化です。多くは精密検査の必要がない良性のもので、悪性であることは稀です。通常の診断で「精密が必要」と診断するのは、しこりがおよそ10~20mm以上の場合です。しかし、今回の検査では念のため、しこりの大きさが5.1mm以上か、それに満たなくても、しこりの状態によっては、二次検査を受けた方がよいと判断される場合(※)には、B判定としています。なお、様々な観点から早期に二次検査が必要と判断される場合はC判定としています。

【甲状腺検査に関するお問い合わせ先】  
自治医科大学 臨床検査医学 甲状腺がん調査分科会 (担当 奥谷、谷口)  
kuschousa@jichi.ac.jp

(4) 甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ (判定基準) (C)

ご本人用

2019年10月07日  
「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」  
甲状腺がん調査分科会委員長 祖父江友孝

**甲状腺超音波検査の結果についてのお知らせ**

2019年09月18日の甲状腺超音波検査の結果について、慎重に判断を行い、次のとおり判定しましたのでお知らせいたします。

群馬 花子 様	判定の説明								
判定：C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">A1</td> <td>正常所見です。 二次検査の必要はありません。</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>小さな結節（しこり）のみで、悪性（がん）が疑われる可能性は低く、二次検査の必要はありません。</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>二次検査をお勧めします。</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>甲状腺の病変から判断して、お返しに二次検査をお勧めいたします。</td> </tr> </table>	A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。	A2	小さな結節（しこり）のみで、悪性（がん）が疑われる可能性は低く、二次検査の必要はありません。	B	二次検査をお勧めします。	C	甲状腺の病変から判断して、お返しに二次検査をお勧めいたします。
A1	正常所見です。 二次検査の必要はありません。								
A2	小さな結節（しこり）のみで、悪性（がん）が疑われる可能性は低く、二次検査の必要はありません。								
B	二次検査をお勧めします。								
C	甲状腺の病変から判断して、お返しに二次検査をお勧めいたします。								
所見：甲状腺に結節を認めます。早急に二次検査を受けていただくことが必要です。									
甲状腺に結節を認めます。早急に二次検査を受けていただくことが必要です。									

二次検査をお勧めする群像の大部分は良性的な結節（しこり）であることが予想され、以前から存在していた可能性が高いと考えられますが、念のため二次検査（詳細な甲状腺の超音波検査、血液検査、尿検査）を受けて下さい。なお、二次検査では、必要があれば甲状腺細胞検査を行う場合があります。

**甲状腺超音波検査の判定基準**…しこりの大きさだけでなく、様々な観点で判定しています。

「のう胞」の大きさ

「結節（しこり）」の大きさ

「結節（しこり）」とは甲状腺の一部にできる充実性の変化です。多くは精密検査が必要ない良性的なもので、悪性であることは稀です。通常の診察で「精密検査が必要」と診断するのは、しこりがおおまそ10～20mm以上の大きさです。しかし、今回の検査では念のため、しこりの大きさが5.1mm以上か、それ以上に大きくなると、しこりの状態によっては、二次検査を受けた方がよいと判断される場合（※）には、B判定としています。なお、様々な観点から早急に二次検査が必要と判断される場合はC判定としています。

【甲状腺検査に関するお問い合わせ先】  
自治医科大学 臨床検査医学 甲状腺がん調査分科会 (担当 奥谷、谷口 kuschouse@jichi.ac.jp)

(5) 甲状腺二次検査のご案内とお預い (B判定またはC判定の方へ)

ご本人用

令和〇〇年〇〇月〇〇日  
甲状腺超音波検査B判定またはC判定の方へ

**甲状腺二次検査のご案内とお預い**

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」  
甲状腺がん調査分科会  
委員長 祖父江友孝

この度は、「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」において実施した甲状腺超音波検査にご協力いただきありがとうございます。

甲状腺超音波検査で、一定の所見 (B判定、C判定) が認められた方には、二次検査をお勧めしております。甲状腺の精密検査が実施可能な病院を提示いたしますので、各病院の手順に従って受診してくださいようお願いいたします。受診される場合は、研究班からの紹介状一式 (封筒に入っています) と健康保険証をご持参ください。

なお、この度の甲状腺検査は調査研究を兼ねております。既にご署名頂いた同意書のうち、「1(7) 甲状腺検査 (血液検査、超音波検査、細胞診など) を受けた医療機関より、精密検査結果および関連する診療情報の提供を受けること」に同意された方については、受診された医療機関から氏名等の必要な個人情報、および精密検査結果や診療情報を甲状腺調査分科会・精度管理委員会 (自治医科大学) に提供いただきます。ご提供いただいた情報は、国の法令・指針にしたがって厳重に保護・管理します。自治医大への提供を ご了解いただけない方は、別紙に記したがついて厳重に保護・管理します。自治医大への提供を ご了解いただけない方は、別紙により郵送、FAX、E-mail などでご連絡ください。

また、二次検査は、通常の保険診療となり、医療機関に自己負担金をお支払いいただくことが必要となりますので申し添えます。

お送りした紹介状一式が見当たらない場合、お示しいした医療機関以外を受診されて先」にご連絡ください。

●ご本人様の健康保険証  
●紹介状の入った封筒 (窓付灰色)

研究についてお問い合わせ先  
放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究  
甲状腺がん調査分科会・精度管理委員会 (自治医科大学 臨床検査医学講座)  
TEL 0285-58-7386 FAX 0285-44-9947 E-mail kuschouse@jichi.ac.jp  
担当 奥谷、谷口

(6) 精度管理委員会への不同意連絡票

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」事業

甲状腺がん調査分科会  
委員長 祖父江女孝 宛  
精度管理委員会 谷口信行 宛

ご本人用

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」事業における、  
甲状腺二次検査の結果を、受診医療機関から自治医科大学の精度管理委員会に  
送ることについて、

同意できません

ご氏名

ご住所

令和 年 月 日

同意される方は、お送りいただく必要はありません。

同意できない方は、この連絡票にご氏名、ご住所、日付をご記入の上、郵送、FAX、E-mail  
のいずれかで下記までお送りください。

なお、医療機関でも紹介状の返事（甲状腺二次検査の結果）を下記宛てに送らないようにお  
伝えください。

住所：〒329-0498 下野市薬師寺 3311-1 自治医科大学 臨床検査医学講座  
甲状腺がん調査分科会・精度管理委員会 宛て

FAX 0285-44-9947 E-mail [kuschousa@jichi.ac.jp](mailto:kuschousa@jichi.ac.jp)

ID 〇〇〇〇〇〇 一次検査日〇〇〇〇年〇〇月〇〇日

(8) 紹介状

様用

医療機関用

紹介状

病院 科  
先生御侍史

患者名 殿  
昭和・平成 年 月 日生 (満 歳)

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究（略称：NEW Study）」にご参加いただいた方に甲状腺超音波検査を実施しておりますが、その結果、精密検査を勧奨する方がいらっしゃいますのでご紹介させていただきます。ご参考までに事業での甲状腺超音波検査結果を同封致します。

甲状腺超音波検査の再検査、および必要に応じて穿刺吸引細胞診などの検査を実施して頂きますようお願い申し上げます。またご多用中とは存じますが、後日、検査結果や診断などの診療情報を別紙の「精密検査結果・診療情報記入書」にご記入いただき、下記宛てにお送りいただければ幸いです。

お手数をおかけして大変恐縮ですが、何卒宜しくお願い申し上げます。

なお、主として本研究の二次検査受入についてご承諾いただいた施設を紹介させていただきます。いておりませんが、ご本人の希望により他の施設を受診されておられる可能性があります。

また患者様には、本受診は通常の保険診療扱いとなることをお伝えしております。

以上

以下の資料を同封いたしました。ご参考になれば幸いです。

- 甲状腺超音波検査 結果報告書 NEWS 用  
その他 ( )

紹介者 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 甲状腺がん調査分科会  
検査結果判定医 谷口 信行 (自治医科大学 臨床検査医学講座)  
TEL 0285-58-7386 FAX 0285-44-9947

送付先

〒329-0498 栃木県下野市薬師寺3311-1  
自治医科大学 臨床検査医学講座  
谷口 信行

(9) 甲状腺精密検査結果・診療情報記入書

医療機関用	
患者名	_____ 様 昭和____年____月____日生 (満____歳)
ID	_____ 一次検査日 _____年____月____日
<p>あてはまるもの全てで○で囲み、必要事項に記入をお願いします。なお、検査は担当の先生のご判断で通常診療に必要な項目のみ実施をお願いします。検査結果につきましては、結果用紙の写しを同封いただければ記入を省略していただいても構いませんが、後半の診断等をご記入をお願いします。</p>	
項目	結果
実施の時期	結節 無・有 個数: _____個
超音波検査	位置 右葉・左葉 最大径 _____mm 最大結節について 位置 (境界、内部エコー、血流など) [ _____ ] のう胞 無・有 個数: 1個・複数 最大のう胞について 位置 右葉・左葉 最大径 _____mm (充実部分がある場合その最大径 _____mm)
細胞診	その他の所見 (びまん性増殖、リンパ節腫大など) [ _____ ]
血液検査	分類法 ババナニコロウ・甲状腺腫取扱い規約第6版(2005年)・同規約第7版(2015年)・ベセスダシステム、その他 [ _____ ]、不明 診断カテゴリー 結節1 [ ] 結節2 [ ] [ ] 結節3 [ ] Free T3 _____ng/mL (基準値 _____IU/mL (基準値 未測・以下)) Free T4 _____ng/dL (基準値 _____IU/mL (基準値 未測・以下)) TSH _____mIU/mL (基準値 _____IU/L (基準値 未測・以下)) サイログロブリン _____ng/mL (基準値 未測・以下)
診断	正常・癌・濾胞腺腫・腺腫様甲状腺腫・腺腫様結節・のう胞・パセドウ病 橋本病 (慢性甲状腺炎)・無痛性甲状腺炎・甲状腺機能低下症・潜在性甲状腺機能低下症 その他 [ ]
診断の確実性	確定・疑い [ ]
方針	無治療、経過観察、薬物療法 (薬剤名 _____) 手術・放射線治療・その他 [ ]
手術ありの場合	手術日 (予定日や予定月でも可) _____年____月____日
組織型	乳頭癌・濾胞癌(密の場合 variant 等) [ ] 無・有 (頭部リンパ節・肺・濾胞腺腫・腺腫様結節、その他) [ ] 併・その他 [ ]
TNM分類	I・II・III・IVA・IVB・IVC [ ] cm (癌の場合)
甲状腺疾患の既往歴	なし・癌・濾胞腺腫・腺腫様甲状腺腫・腺腫様結節・のう胞・パセドウ病 橋本病 (慢性甲状腺炎)・無痛性甲状腺炎・甲状腺機能低下症・潜在性甲状腺機能低下症 不明・その他 [ ]
医療機関名	_____ 医師名 _____
送付先	〒259-0498 栃木県下野市薬師寺 3311-1 自治医科大学 臨床検査医学講座 谷口 信行

(10) 甲状腺超音波検査 結果報告書 NEWS用

医療機関用																										
<p>甲状腺超音波検査 結果報告書 NEWS用</p>																										
検査日	2019年09月18日 都道府県: 群馬県																									
FK-ID	K-001602 検査番号: THU_20190918_001602																									
氏名	群馬 花子																									
1. 甲状腺全体の所見	大きさ 正常																									
2. 結節など	あり ※下記に最大のものを記載します。																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>所見</th> <th>最大径 (mm)</th> <th>数</th> <th>判定</th> <th>位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 嚢胞</td> <td>1.0</td> <td>1</td> <td>A2</td> <td>峡部</td> </tr> <tr> <td>嚢胞内結節</td> <td></td> <td>なし</td> <td>A1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>② 結節</td> <td>10.0</td> <td>1</td> <td>B</td> <td>右葉</td> </tr> <tr> <td>③ その他</td> <td></td> <td>0</td> <td>A1</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	所見	最大径 (mm)	数	判定	位置	① 嚢胞	1.0	1	A2	峡部	嚢胞内結節		なし	A1	-	② 結節	10.0	1	B	右葉	③ その他		0	A1	-
所見	最大径 (mm)	数	判定	位置																						
① 嚢胞	1.0	1	A2	峡部																						
嚢胞内結節		なし	A1	-																						
② 結節	10.0	1	B	右葉																						
③ その他		0	A1	-																						
3. その他の所見	結節嚢胞などの おおよその位置																									
総合所見																										
B: 二次検査																										
コメント	(最終判定のコメント欄の内容)																									
検査機関名	一般財団法人 日本健康管理協会北関東支部 伊勢崎健診プラザ																									
担当医師名	谷口信行																									



## 放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究—質問紙調査

研究分担者 真船 浩介 産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学 講師  
研究分担者 江口 尚 産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学 教授

### 研究要旨

2014年度から5年間にわたって実施した「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」における「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」(第1期調査)ならびに2019年度以降の「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」(第2期調査)は、質問紙調査と面接調査を併用し、放射線業務従事者における緊急作業の心理的影響を検討した。本報告では、質問紙調査に基づく分析結果をまとめた。

2023年10月31日までに回答が返送された6241件のうち、研究参加への同意が得られ、属性情報と照合できた4782名を対象として解析を行った。本報告では、各対象者の初回調査のみを分析の対象とした。

心理的ストレス(K6)、睡眠障害(AIS)で評価した精神的健康の有所見率は日本における労働者を対象とした先行研究と比べても顕著な相違はみられなかった。精神的健康、AUDITにより評価したアルコール関連問題およびIES-Rにより評価したPTSD症状等の精神的健康に関連する結果指標と、スティグマ、ライフイベント、社会的支援、ストレス対処行動の一部、自尊感情、仕事・生活満足度などのストレス関連要因との有意な関連が明らかになった。特に、スティグマについては、先行研究と同様に、強い関連がみられた。また、緊急作業における社会的支援が労働者の精神的健康等の保護因子として重要であることが示唆された。ただし、アルコール関連問題は、緊急作業に関連する要因等と明確な関連を示す要因は明らかでなく、対象者の特徴的な属性の影響も排除できない。なお、第2期調査は、発災から10年前後が経過しており、調査結果の妥当性にも懸念が生じている。本研究結果では、第1期調査から概ね一貫した結果が得られており、現時点では、発災からの経過期間による結果への影響は限定的と考えられた。

### A. 研究目的

本研究では、質問紙(別紙)を用いて、東電福島第一原発事故の緊急作業に従事した放射線業務従事者の精神的健康と緊急作業時の状況等や個人要因との関連の検討を目的とした。

調査は、2016年1月20日から第1期を開始し、2018年度末まで同じ質問紙による調査を継続

した。2019年度以降の第2期調査では、第1期調査に一部の項目を加えて実施した。本報告では、調査開始から2023年10月31日までに健康調査を受検し、回答を返信した対象者の初回調査の結果を解析した。



## B. 研究方法

調査は、「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」並びに「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」において実施された健康調査の受検者の内、緊急作業による心理的影響に関する調査への参加に同意の得られた受検者に質問票と返信用封筒を直接手渡し、後日の返送を求めた。

質問票には、精神的健康等のアウトカムを評価する4つの指標、すなわち不安・抑うつ等の心理的ストレスを評価するK6、アルコール使用障害を評価するAUDIT、心的外傷後ストレス障害(PTSD)症状を評価するIES-R、不眠を評価するAISのほか、主たる曝露変数として、緊急作業の入構日、緊急作業を行った日数、その他、精神健康度に影響を与える可能性のある調整変数として、作業に伴うスティグマ、調査時点から過去1年間のライフイベント、現在の日常場面と緊急作業時の2時点の社会的支援、ストレス対処行動(Brief Scale for Coping Profile:BSCP)、首尾一貫感覚(SOC3-UTHS)、レジリエンス(Connor-Davidson Resilience Scale(CD-RISC2)、自己効力感(Shererらの尺度23項目版)、自尊感情(Rosenbergの10項目)、生活・仕事満足度によって構成されている<sup>1)</sup>。

本調査は、産業医科大学倫理委員会の承認を得て、実施した(H27-172)。

## C. 結果

2023年10月31日までに返送があった6241件のうち、属性情報が照合できた4782名を解析の対象とした。なお、本報告では、各対象者の初回調査のみを解析の対象とした。また、女性は9名(0.2%)であったため、男女別での解析は行わなかった。

### (1) 対象者の属性、各尺度の得点分布

表1~34に対象者の年齢層別分布、婚姻状況、最終学歴、緊急作業のために福島第一原子力発電所に入構した日、福島第一原子力発電所で緊急作業を行った日数(期間)、従事した緊急作

業の内容、各尺度得点の分布を示した。PTSD症状については、IES-Rの下位尺度である侵入症状(表12)、回避症状(表13)、過覚醒症状(表14)についても得点分布を示した。

### 1) 年齢分布

平均年齢(標準偏差)は、52.8(10.3)歳で、50歳代(32.9%)、60歳代以上(29.5%)、40歳代(26.4%)の順に多かった。最高齢は80歳、最低齢は24歳であった。

### 2) 婚姻状況

既婚(内縁・再婚を含む)が全体の83.7%を占めた。

### 3) 最終学歴

最終学歴は、高等学校(43.7%)が最も多く、次いで、大学(26.3%)が多かった。

### 4) 入構日

福島第一原子力発電所への入構は、最初期の事故発生日~2011年5月末が60.3%を占めた。全体の87.1%が、2011年9月末までに入構していた。

### 5) 緊急作業の日数

5日以内の短期間または101日以上長期が多く、それぞれ29.6%、27.2%を占めていた。

### 6) 作業内容

複数回答による作業内容では、「がれきの撤去や原子炉建屋のカバーリング作業、汚水対策などの土木建設系の業務」への従事が32.4%で最も多く、次いで、「冷却設備、電源機能の回復、放水作業などの原子炉制御に直接かかわる業務」が30.4%、「資材発注・検収・在庫管理、受け渡しなどの資材管理」が12.3%、「放射線管理部門などの線量管理にかかわる業務」が11.9%であった。上記以外の「その他(管理・技術・監督、警備、庶務、その他)」にも、62.5%が従事していた。このうち、主な作業内容では、最も多い「その他」(46.9)を除くと、「土木建築」(21.4%)、「原子炉制御」(21.1%)に従事する者が多かった。

### 7) K6

全項目に回答した4738名の平均(標準偏差)は、3.2点(4.4点)であった。強い心理的スト

レスと評価される5点以上<sup>2)</sup>が28.5%、うつ病・不安障害が疑われる10点以上<sup>3)</sup>が9.7%と判定された。

#### 8) AUDIT

全項目に回答した4407名の平均(標準偏差)は、8.0点(5.5点)であった。有害あるいは危険な飲酒とされる12点以上が24.5%、アルコール依存症の水準とされる15点以上が13.7%と判定された。

#### 9) AIS

全項目に回答した4713名の平均(標準偏差)は、4.1点(3.5点)であった。不眠症が疑われる6点以上が、28.6%と判定された。

#### 10) IES-R

全項目に回答した4734名の平均(標準偏差)は、4.4点(9.4点)であった。侵入症状、回避症状、過覚醒症状の平均(標準偏差)は、それぞれ1.7点(3.6点)、1.8点(3.9点)、1.0点(2.6点)であった。PTSDが疑われる25点以上が4.2%と判定された。

#### 11) スティグマ(0~56点)

全項目に回答した4726名の平均(標準偏差)は、2.9点(6.0点)であった。最頻値、中央値はともに0点、4点未満が全体の77.4%を占め、20点以上が2.9%であった。

#### 12) 日常場面における社会的支援(各3~12点)

平均(標準偏差)は、上司7.9点(2.4点)(N=4675)、同僚8.3点(2.2点)(N=4680)、家族・友人9.9点(2.1点)(N=4727)であった。

#### 13) 緊急作業時における社会的支援(各3~12点)

平均(標準偏差)は、上司8.1点(2.5点)(N=4712)、同僚8.4点(2.4点)(N=4718)、家族・友人9.0点(2.5点)(N=4735)であった。

#### 14) ライフイベント

直近1年間のうちに、「仕事上の出来事(昇進、配転、仕事上のトラブルなど)」を経験していた者(28.8%)が最も多く、「自分自身の病気・けが」については23.6%が、それら以外の個人的な出来事(結婚、離婚、転居、交通事故など)については11.7%が経験していた。家族の問題(病気、死亡、その他)も24.2%が経験し

ていた。4種類のライフイベントのすべてを経験していたのは1.7%で、逆にいずれも経験していなかった者は41.1%だった。

#### 15) BSCP(コーピング特性簡易尺度)

「積極的問題解決」で高得点の割合が最も高く、9点以上が全体の74.2%を占めた(平均(標準偏差)9.7点(2.3点))。「他者を巻き込んだ情動発散」で低得点の割合が最も高く、5点以下が全体の88.8%を占めた(平均(標準偏差)3.9点(1.4点))。

#### 16) SOC3-UTHS(3~21点)

尺度上の最低値3点から最大値21点まで、幅広く分布したが、18点を最頻値として12~18点の範囲で相対度数が高く、全体の82.6%を占めた平均(標準偏差)は、15.1点(3.1点)であった。

#### 17) 自尊感情(10~50点)

広範囲に分布したが、26点以下は少なく、全体の7.8%であった。最頻値は36点、平均(標準偏差)は36.0点(6.7点)であった。

#### 18) 特性的自己効力感(23~115点)

25点から115点まで、広範囲に分布した。最頻値は80点、平均(標準偏差)は76.1点(12.5点)であった。

#### 19) CD-RISC2(0~8点)

広く分布したが、高得点域の4点以上が多く、全体の93.0%を占めた。平均(標準偏差)は5.6点(1.6点)であった。

#### 20) 仕事・家庭生活満足度(2~8点)

広く分布したが、5点以上で84.6%を占めた。平均(標準偏差)は5.9点(1.4点)であった。

以下では、スティグマ、日常場面および緊急作業時における社会的支援、ライフイベント、ストレス対処行動、首尾一貫感覚(SOC)、自尊感情、特性的自己効力感、レジリエンス、仕事・生活満足度を、一括して「ストレス関連要因」と表現する。

#### (2) 入構時期と精神健康度等

入構日の群別に、K6得点、AUDIT得点、IES-R得点(下位尺度を含む)、AISの平均、有所見率を算出し、平均は分散分析(多重比較

は、Turkey HSD 法)、有所見率は  $\chi^2$  検定により比較した (表 35)。

IES-R のみ、入構時期の主効果が有意であり、最初期の 3-5 月の入構群が、10 月から 12 月までに入構した群に比べて有意に高値を示した。また、IES-R 下位尺度の侵入症状、回避症状でも、最初期に入構群が有意に高値であった。侵入症状でも、3-5 月の群が、8 月から 12 月までのいずれの入構群よりも有意に高く、1 月以降の入構群が 10-12 月の入構群に比べて高値であった。回避症状では、3-5 月の最初期に入構群が、6 月から 12 月までのいずれの入構群に比べても有意に高値であった。

なお、有所見率は入構時期によって有意に異なる指標は認められなかった。

### (3) 緊急作業の作業日数と精神的健康

緊急作業日数の群別に、K6 得点、AUDIT 得点、IES-R 得点、AIS 得点の平均、有所見率を算出し、平均は分散分析 (多重比較は、Turkey HSD 法)、有所見率は  $\chi^2$  検定により比較した (表 36)。

K6、AIS、IES-R において、作業期間の主効果が有意であった。いずれの尺度得点においても、最も短期間の 5 日以内の得点が低く、最も長期間の 101 日以上作業期間群の得点が高かった。

K6 では、5 日以内が、10 日以上いずれの作業期間群に比べても有意に低く、6-10 日の作業期間群が 31 日以上作業期間群よりもそれぞれ有意に低値であった。11-30 日の作業期間群が 31 日以上作業期間群よりも有意に低値であった。

IES-R 得点では、5 日以内の作業期間群が 11 日以上いずれの作業期間群に比べても有意に低く、6-10 日が 31 日以上作業期間群よりも有意に低かった。また、10-30 日と 31-100 日も 101 日以上作業期間群よりも有意に低かった。下位尺度についても、侵入症状、回避症状、過覚醒症状のいずれにおいても、同様の傾向が認められた。

AIS 得点では、5 日以内の作業期間群が、10 日以上作業期間群よりも有意に低かった。

6-10 日と 11-30 日の作業期間群でも、31 日以上作業期間群よりも有意に低かった。

### (4) K6、AUDIT、AIS、IES-R 得点間の相関係数

表 37 に、Pearson の相関係数を示した。いずれも中程度の有意な相関が認められた。AUDIT のみ有意ではあるが、0.07 前後の弱い相関係数が示された。一方で、いずれの尺度においても、Cronbach の  $\alpha$  係数は、0.8 以上であった。

### (5) K6、AUDIT、AIS、IES-R とストレス関連要因との相関係数

表 38 に、Pearson の相関係数を示した。コーピング特性の一部と IES-R、AUDIT、AIS では有意な相関が認められなかった。また、緊急作業時及び日常場面での社会的支援と AUDIT でも、有意な相関が認められなかった。

### (6) K6、AUDIT、AIS、IES-R を従属変数とした重回帰分析

ストレス関連要因を独立変数、精神的健康に関連する指標を従属変数とする重回帰分析の結果を表 39 に示した。

#### 1) K6 を従属変数とした分析

スティグマ、ライフイベント、緊急作業時における家族・友人の支援、BSCP の気分転換、情動発散と発想の転換、特性的自己効力感において有意な正の関連、日常場面における家族・友人の支援、緊急作業時における上司支援、BSCP の相談、SOC-UTHS、自尊感情、CD-RISC2、生活・仕事満足度が有意な負の関連を示した。標準化偏回帰係数から、K6 では、スティグマとの関連が最も強く、次いで、自尊感情、ライフイベントとの関連が強かった。決定係数は 32% であった。

#### 2) IES-R を従属変数とした分析

スティグマ、ライフイベント、BSCP の気分転換、情動発散、特性的自己効力感が有意な正の関連、日常場面における上司の支援、緊急作業時の同僚の支援、BSCP の相談、SOC-UTHS、自尊感情が有意な負の関連を示した。標準化偏回帰係数から、IES-R では、スティグ

マとの関連が最も強く、次いで、ライフイベントの関連が強かった。決定係数は47%であった。IES-Rの各下位尺度においても同様の傾向が認められた。

### 3) AUDIT を従属変数とした分析

スティグマ、ライフイベント、緊急作業における上司の支援、BSCPの情動発散、SOCが有意な正の関連、BSCPの気分転換が有意な負の関連を示した。標準化偏回帰係数からは他の要因よりも顕著に強く関連するストレス関連要因は認められなかった。

### 4) AIS を従属変数とした分析

スティグマ、ライフイベント、BSCPの問題解決、情動発散が有意な正の関連、日常場面における上司の支援、家族・友人の支援、自尊心、CD-RISC2、生活・仕事満足感が有意な負の関連を示した。標準化偏回帰係数から、AISでは、生活・仕事満足感との関連が最も強く、次いで、スティグマとの関連が強かった。決定係数は29%であった。

### (7) K6 を従属変数としたロジスティック回帰分析

深刻な精神的健康問題が懸念されるK6の13点以上を基準とした所見を従属変数、緊急作業の諸条件、基本属性、ストレス関連要因を独立変数としたロジスティック回帰分析の結果を表40に示した。

スティグマ、ライフイベント、緊急作業時における上司の支援が、有意な関連を示した。上司の支援は、特に、緊急作業の期間が中期または長期に及ぶ場合に、有意な関連が認められた。教育歴では、小・中学校に比べて、高等学校または大学以上の場合のオッズ比が有意であり、重篤な所見が少なかった。

## D. 考察

### (1) 緊急作業に従事した放射線業務従事者の精神的健康

精神的健康は、国内外の大規模疫学調査等で広く使用されているK6を用いて評価し、28.5%に心理的ストレスが強く、9.7%に気分障害

あるいは不安障害の水準にある不調が疑われると判定された。K6による一般人口を対象とした調査結果と比較すると高値であるが<sup>4)</sup>、労働者に限定した複数の調査結果<sup>5-7)</sup>とは同程度である。本研究で評価したストレス関連要因では、スティグマとライフイベントとの関連が強かった。

アルコール使用障害については、比較的早期の問題飲酒者の同定に使用されるAUDITによって評価し、24.5%が有害あるいは危険な飲酒をしていると判定された。これは、一般人口を対象とした調査結果<sup>8)</sup>よりも高値である。飲酒問題は、労働者に限定しても、業種や職種により大きな相違があることが知られており、慎重な解釈が求められる。また、相関分析や重回帰分析においても飲酒問題と強い関連が認められる要因は特定できていない。AUDITとストレス関連因子との関係は、K6、AISおよびIES-Rのそれと異なった結果を示しており、飲酒行動については、以前からの飲酒習慣、緊急作業前のアルコール依存傾向などを考慮する必要がある。例えば、アルコール関連問題以外の精神的健康に関連する指標では、一貫して保護因子である可能性が示唆されている緊急作業時の上司の支援がアルコール関連問題と正の関連を示し、上司の支援を強く自覚した状態とアルコール関連問題の所見が関連していた。質問紙調査では、アルコール関連問題の所見の発生時期が特定できず、また、アルコール関連問題は長期化することが知られており、緊急作業時から上司が当該作業者の状態に配慮していた因果の逆転も想定される。また、緊急作業とは直接関連のない対象者の特徴的な属性の影響も排除できない。

睡眠障害については、国際的な疫学調査において標準的な評価尺度として知られているAISによって評価し、28.6%に睡眠の問題が認められた。平均値は、労働者を対象とした調査結果<sup>9)</sup>と比較しても高値ではなかった。重回帰分析では、現在の仕事や生活の満足感と睡眠の問題が関連している可能性が示唆された。

緊急作業に関連したPTSD症状は、IES-Rに

より評価し、スティグマとの強い関連が示された。スティグマは睡眠、飲酒問題、精神的健康のいずれの結果指標においても関連が認められた。災害に関連するスティグマは当事者に強い心理的苦痛をもたらすことが報告されており<sup>10)</sup>、本研究結果とも一致する。スティグマによる影響を精査する必要がある。

精神的健康に関連する指標のいずれにおいても、他者を巻き込んで、情動を発散するストレス対処行動は、精神的健康の保持には寄与していなかった。一方で、自尊感情は、飲酒問題を除いて保護因子として機能している可能性が示唆された。また、社会的支援も、日常場面、緊急作業当時とも、重要な保護因子であることが示唆された。緊急作業時における上司の支援が、重篤な精神的健康からの保護に寄与している可能性が示され、特に、緊急作業が長期化するほど、管理監督者の支援が重要になることが示された。これは重大災害時における安全衛生体制のあり方を検討する上で、極めて重要である。

なお、以上の関連は横断的な解析であり、因果関係は推定できない。

第2期調査は、発災から10年前後が経過しており、調査結果の妥当性にも懸念が生じている。本研究結果では、第1期調査から概ね一貫した結果が得られており、現時点では、発災からの経過期間による結果への影響は限定的と考えられた。

## E. 結論

東電福島第一原発事故の緊急作業に従事した放射線業務従事者の心理的影響を質問票調査により評価し、2016年1月20日から2023年10月31日までに実施された健診調査の受診者4782名の結果を解析した。その結果、不安・抑うつ、睡眠障害を指標とした精神健康度は、労働者を対象とした他の先行研究の結果と大きな差異はみられなかった。これらの精神的健康に関連する指標は、特に、スティグマとの関連が示唆された。また、緊急作業による影響を検討するためには、調査直近のライフイベントが精神的健康に及ぼす影響を考慮することが不可

欠であることが示された。一方、緊急作業時の上司の支援が重要な保護因子となる可能性が示唆され、大規模な重大災害においては、管理監督者への支援を通じて、安全衛生体制を維持する視点が重要と考えられる。

## F. 引用文献

- 1) 廣尚典, 重村淳: 原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究—質問紙法. 厚生労働省労災疾病臨床研究事業 東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究 総合研究報告書 (研究代表者 大久保利晃). pp177-215, 2019.
- 2) Sakurai K, et al: Screening performance of K6/K10 and other screening instruments for mood and anxiety disorders in Japan. *Psychiatry Clin Neurosci*. Aug 65, 434-441, 2011.
- 3) 川上憲人ら: 全国調査におけるK6調査票による心の健康状態の分布と関連要因. 国民の健康状況に関する統計情報を世帯面から把握・分析するシステムの検討に関する研究 平成18年度総括・分担研究報告, pp13-21, 2007.
- 4) 厚生労働省: 平成25年国民生活基礎調査の概要. 2014.
- 5) Nakagawa Y, et al: Effect Modification by Coping Strategies on the Association of Organizational Justice with Psychological Distress in Japanese Workers. *J Occup Health* 56, 111-123, 2014.
- 6) Miyaki K, et al: Folate intake and depressive symptoms in Japanese workers considering SES and job stress. *BMC Psychiatry* 12, 33-40, 2012.
- 7) Fukuda Y, et al: Influences of income and employment on psychological distress and depression treatment in Japanese adults. *Environ Health Prev Med* 17, 10-17, 2012.
- 8) 尾崎米厚, 他: わが国の成人飲酒行動とアルコール関連問題に関する全国調査. 健康科学総合研究事業 成人の飲酒実態と関連

問題の予防に関する研究（主任研究者：樋口進）. pp 9-23, 2005.

- 9) Kozaki T, et al: Effect of Reduced Illumination on Insomnia in Office Workers. J Occup Health 54, 331-335, 2012.
- 10) Shigemura J, et al: Associations between disaster exposures, peritraumatic distress, and posttraumatic stress responses in Fukushima Nuclear Plant workers following the 2011 nuclear accident: the Fukushima NEWS Project study. PLOS ONE 9(2), e87516, 2014.

#### **G. 研究発表**

なし

#### **H. 知的財産権の出願・登録状況**

なし

#### **I. 研究協力者**

日野亜弥子（産業医科大学）

表 1. 対象者の年齢分布

	N (%)
20 歳代	6 (0.1)
30 歳代	72 (1.5)
40 歳代	456 (9.5)
50 歳代	1265 (26.4)
60 歳代以上	1577 (32.9)

表 2. 対象者の婚姻状況

	N (%)
未婚	478 (10.0)
既婚 (含内縁・再婚)	3986 (83.7)
離婚	230 (4.8)
死別	64 (1.3)
その他	2 (0.0)
不明	28

表 3. 対象者の最終学歴

	N (%)
小・中学校	349 (7.3)
高等学校	2092 (43.7)
専門学校	247 (5.2)
短大・高専	249 (5.2)
大学	1259 (26.3)
大学院	546 (11.4)
その他	46 (1.0)
不明	0

表 4. 入構日

	N (%)
事故発生～2011 年 5 月末	2802 (60.3)
2011 年 6 月～7 月末	812 (17.5)
2011 年 8 月～9 月末	437 (9.4)
2011 年 10 月～12 月末	599 (12.9)
不明	138

表 5. 緊急作業を行った日数

	N (%)
5 日以内	1396 (29.6)
6 日～10 日	518 (11.0)
11 日～30 日	789 (16.7)
31 日～100 日	725 (15.4)
101 日以上	1284 (27.2)
不明	76

表 6. 作業内容 (複数回答可)

	N (%)
土木建築	1553 (32.4)
原子炉制御	1456 (30.4)
線量管理	568 (11.9)
資材管理	590 (12.3)
その他	2991 (62.5)

表 7. 主な作業内容

	N (%)
土木建築	1022 (21.4)
原子炉制御	1004 (21.1)
線量管理	359 (7.5)
資材管理	144 (3.0)
その他	2236 (46.9)
不明	23

表 8. K6 の得点分布

	N (%)	
0	1987	(41.9)
1	428	(9.0)
2	394	(8.3)
3	314	(6.6)
4	265	(5.6)
5	230	(4.9)
6	229	(4.8)
7	169	(3.6)
8	161	(3.4)
9	102	(2.2)
10	85	(1.8)
11	59	(1.2)
12	89	(1.9)
13	45	(0.9)
14	45	(0.9)
15	30	(0.6)
16	19	(0.4)
17	15	(0.3)
18	23	(0.5)
19	9	(0.2)
20	16	(0.3)
21	8	(0.2)
22	5	(0.1)
23	1	(0.0)
24	10	(0.2)
不明	50	

表 9. AUDIT の得点分布

	N (%)	
0	268	(6.1)
1	170	(3.9)
2	268	(6.1)
3	252	(5.7)
4	338	(7.7)
5	411	(9.3)
6	374	(8.5)
7	328	(7.4)
8	269	(6.1)
9	223	(5.1)
10	223	(5.1)
11	205	(4.7)
12	171	(3.9)
13	173	(3.9)
14	130	(2.9)
15	127	(2.9)
16	113	(2.6)
17	88	(2.0)
18	60	(1.4)
19	51	(1.2)
20	46	(1.0)
21	37	(0.8)
22	29	(0.7)
23	11	(0.2)
24	15	(0.3)
25	10	(0.2)
26	6	(0.1)
27	4	(0.1)
28	2	(0.0)
29	4	(0.1)
31	1	(0.0)
不明	381	

表 10. AIS の得点分布

	N (%)	
0	523	(11.1)
1	654	(13.9)
2	644	(13.7)
3	605	(12.8)
4	509	(10.8)
5	432	(9.2)
6	330	(7.0)
7	272	(5.8)
8	242	(5.1)
9	143	(3.0)
10	114	(2.4)
11	69	(1.5)
12	49	(1.0)
13	34	(0.7)
14	31	(0.7)
15	21	(0.4)
16	17	(0.4)
17	6	(0.1)
18	3	(0.1)
19	3	(0.1)
20	4	(0.1)
21	5	(0.1)
22	1	(0.0)
23	1	(0.0)
24	1	(0.0)
不明	75	



表 11. IES-R の得点分布 (不明 : 54 名)

	N (%)		N (%)		N (%)			
0	2483	(52.5)	34	10	(0.2)	79	1	(0.0)
1	427	(9.0)	35	6	(0.1)	84	2	(0.0)
2	299	(6.3)	36	7	(0.1)	88	3	(0.1)
3	229	(4.8)	37	7	(0.1)			
4	158	(3.3)	38	2	(0.0)			
5	129	(2.7)	39	3	(0.1)			
6	113	(2.4)	40	5	(0.1)			
7	80	(1.7)	41	1	(0.0)			
8	72	(1.5)	42	2	(0.0)			
9	77	(1.6)	43	4	(0.1)			
10	50	(1.1)	44	4	(0.1)			
11	38	(0.8)	45	6	(0.1)			
12	47	(1.0)	46	5	(0.1)			
13	38	(0.8)	47	1	(0.0)			
14	48	(1.0)	49	1	(0.0)			
15	43	(0.9)	50	3	(0.1)			
16	30	(0.6)	51	4	(0.1)			
17	27	(0.6)	52	3	(0.1)			
18	21	(0.4)	53	2	(0.0)			
19	26	(0.5)	54	3	(0.1)			
20	30	(0.6)	55	1	(0.0)			
21	22	(0.5)	56	1	(0.0)			
22	20	(0.4)	58	1	(0.0)			
23	13	(0.3)	59	3	(0.1)			
24	16	(0.3)	65	1	(0.0)			
25	13	(0.3)	66	3	(0.1)			
26	20	(0.4)	67	2	(0.0)			
27	14	(0.3)	68	2	(0.0)			
28	8	(0.2)	70	2	(0.0)			
29	11	(0.2)	71	1	(0.0)			
30	6	(0.1)	72	1	(0.0)			
31	4	(0.1)	74	1	(0.0)			
32	7	(0.1)	76	2	(0.0)			
33	8	(0.2)	78	1	(0.0)			

表 12. IES-R 侵入症状の得点分布

	N (%)	
0	2940	(61.8)
1	566	(11.9)
2	334	(7.0)
3	182	(3.8)
4	156	(3.3)
5	121	(2.5)
6	82	(1.7)
7	73	(1.5)
8	70	(1.5)
9	42	(0.9)
10	33	(0.7)
11	29	(0.6)
12	19	(0.4)
13	12	(0.3)
14	8	(0.2)
15	12	(0.3)
16	14	(0.3)
17	9	(0.2)
18	14	(0.3)
19	4	(0.1)
20	3	(0.1)
21	4	(0.1)
22	4	(0.1)
23	2	(0.0)
24	4	(0.1)
26	2	(0.0)
27	5	(0.1)
28	2	(0.0)
29	1	(0.0)
30	3	(0.1)
32	6	(0.1)
不明	32	

表 13. IES-R 回避症状の得点分布

	<i>N</i> (%)
0	3119 (65.4)
1	414 (8.7)
2	257 (5.4)
3	203 (4.3)
4	157 (3.3)
5	99 (2.1)
6	92 (1.9)
7	59 (1.2)
8	77 (1.6)
9	37 (0.8)
10	45 (0.9)
11	30 (0.6)
12	31 (0.7)
13	28 (0.6)
14	13 (0.3)
15	19 (0.4)
16	17 (0.4)
17	13 (0.3)
18	7 (0.1)
19	7 (0.1)
20	6 (0.1)
21	5 (0.1)
22	5 (0.1)
23	2 (0.0)
24	3 (0.1)
25	5 (0.1)
26	3 (0.1)
27	4 (0.1)
28	4 (0.1)
29	1 (0.0)
30	1 (0.0)
32	5 (0.1)
不明	20

表 14. IES- 過覚醒症状の得点分布

	<i>N</i> (%)
0	3494 (73.4)
1	440 (9.2)
2	206 (4.3)
3	144 (3.0)
4	132 (2.8)
5	91 (1.9)
6	67 (1.4)
7	40 (0.8)
8	30 (0.6)
9	25 (0.5)
10	15 (0.3)
11	12 (0.3)
12	9 (0.2)
13	13 (0.3)
14	6 (0.1)
15	11 (0.2)
16	7 (0.1)
17	1 (0.0)
18	5 (0.1)
19	4 (0.1)
21	1 (0.0)
22	2 (0.0)
23	1 (0.0)
24	7 (0.1)
不明	25

表 15. ステイグマの得点分布

N (%)		N (%)	
0	2652 (56.1)	22	15 (0.3)
1	438 (9.3)	23	6 (0.1)
2	358 (7.6)	24	7 (0.1)
3	210 (4.4)	25	7 (0.1)
4	186 (3.9)	26	11 (0.2)
5	105 (2.2)	27	7 (0.1)
6	109 (2.3)	28	8 (0.2)
7	80 (1.7)	29	8 (0.2)
8	78 (1.7)	30	2 (0.0)
9	51 (1.1)	31	5 (0.1)
10	58 (1.2)	32	6 (0.1)
11	36 (0.8)	33	1 (0.0)
12	42 (0.9)	34	4 (0.1)
13	35 (0.7)	35	5 (0.1)
14	42 (0.9)	36	2 (0.0)
15	25 (0.5)	40	5 (0.1)
16	21 (0.4)	43	3 (0.1)
17	19 (0.4)	48	2 (0.0)
18	22 (0.5)	51	1 (0.0)
19	23 (0.5)	52	2 (0.0)
20	15 (0.3)	53	1 (0.0)
21	10 (0.2)	56	3 (0.1)
		不明	62

表 16. 日常場面における上司支援の得点分布

N (%)	
3	206 (4.4)
4	173 (3.7)
5	230 (4.9)
6	820 (17.5)
7	682 (14.6)
8	635 (13.6)
9	854 (18.3)
10	387 (8.3)
11	201 (4.3)
12	487 (10.4)
不明	113

表 17. 日常場面における同僚支援の得点分布

N (%)	
3	115 (2.5)
4	99 (2.1)
5	165 (3.5)
6	672 (14.4)
7	757 (16.2)
8	634 (13.5)
9	996 (21.3)
10	467 (10.0)
11	214 (4.6)
12	561 (12.0)
不明	108

表 18. 日常場面における家族・友人支援の得点分布

	N (%)
3	43 (0.9)
4	31 (0.7)
5	49 (1.0)
6	315 (6.7)
7	239 (5.1)
8	365 (7.7)
9	954 (20.2)
10	511 (10.8)
11	456 (9.6)
12	1764 (37.3)
不明	61

表 19. 緊急作業当時の上司支援の得点分布

	N (%)
3	244 (5.2)
4	168 (3.6)
5	197 (4.2)
6	897 (19.0)
7	513 (10.9)
8	469 (10.0)
9	961 (20.4)
10	313 (6.6)
11	203 (4.3)
12	747 (15.9)
不明	76

表 20. 緊急作業当時の同僚支援の得点分布

	N (%)
3	146 (3.1)
4	107 (2.3)
5	162 (3.4)
6	804 (17.0)
7	563 (11.9)
8	484 (10.3)
9	1126 (23.9)
10	371 (7.9)
11	196 (4.2)
12	759 (16.1)
不明	70

表 21. 緊急作業当時の家族・友人支援の得点分布

	N (%)
3	149 (3.1)
4	97 (2.0)
5	115 (2.4)
6	655 (13.8)
7	343 (7.2)
8	411 (8.7)
9	1033 (21.8)
10	346 (7.3)
11	237 (5.0)
12	1349 (28.5)
不明	53

表 22. ライフイベントの得点分布

	N (%)
0	1970 (41.1)
1	1784 (37.3)
2	739 (15.4)
3	211 (4.4)
4	84 (1.8)

表 23. ライフイベント体験の内訳

	<i>N</i> (%)
仕事	1378 (28.8)
病気	1132 (23.6)
個人的問題	560 (11.7)
家族の問題	1161 (24.2)

表 24. BSCP：問題解決の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	96 (2.0)
4	39 (0.8)
5	112 (2.4)
6	341 (7.2)
7	314 (6.6)
8	327 (6.9)
9	738 (15.5)
10	593 (12.5)
11	613 (12.9)
12	1584 (33.3)
不明	31

表 25. BSCP：相談の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	262 (5.5)
4	236 (5.0)
5	340 (7.2)
6	606 (12.8)
7	545 (11.5)
8	581 (12.2)
9	740 (15.6)
10	477 (10.0)
11	338 (7.1)
12	622 (13.1)
不明	41

表 26. BSCP：気分転換の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	568 (12.0)
4	438 (9.2)
5	575 (12.1)
6	894 (18.8)
7	551 (11.6)
8	488 (10.3)
9	555 (11.7)
10	251 (5.3)
11	163 (3.4)
12	267 (5.6)
不明	38

表 27. BSCP：情動発散の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	2754 (57.9)
4	881 (18.5)
5	594 (12.5)
6	301 (6.3)
7	100 (2.1)
8	52 (1.1)
9	54 (1.1)
10	10 (0.2)
11	4 (0.1)
12	10 (0.2)
不明	28

表 28. BSCP：逃避の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	1080 (22.8)
4	679 (14.3)
5	885 (18.6)
6	1078 (22.7)
7	429 (9.0)
8	250 (5.3)
9	200 (4.2)
10	58 (1.2)
11	34 (0.7)
12	53 (1.1)
不明	42

表 29. BSCP : 発想転換の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	236 (5.0)
4	314 (6.6)
5	515 (10.8)
6	1015 (21.4)
7	745 (15.7)
8	607 (12.8)
9	642 (13.5)
10	303 (6.4)
11	179 (3.8)
12	192 (4.0)
不明	40

表 30. SOC-UTHS の得点分布

	<i>N</i> (%)
3	27 (0.6)
4	4 (0.1)
5	13 (0.3)
6	36 (0.8)
7	23 (0.5)
8	35 (0.7)
9	87 (1.8)
10	101 (2.1)
11	149 (3.2)
12	427 (9.1)
13	324 (6.9)
14	461 (9.8)
15	738 (15.7)
16	509 (10.8)
17	563 (12.0)
18	863 (18.3)
19	152 (3.2)
20	62 (1.3)
21	131 (2.8)
不明	83

表 31. 自尊感情の得点分布

	<i>N</i> (%)	<i>N</i> (%)
10	2 (0.0)	31 176 (3.7)
11	1 (0.0)	32 210 (4.5)
12	4 (0.1)	33 221 (4.7)
13	6 (0.1)	34 235 (5.0)
14	4 (0.1)	35 275 (5.8)
15	8 (0.2)	36 283 (6.0)
16	3 (0.1)	37 239 (5.1)
17	4 (0.1)	38 267 (5.7)
18	9 (0.2)	39 237 (5.0)
19	19 (0.4)	40 255 (5.4)
20	23 (0.5)	41 237 (5.0)
21	24 (0.5)	42 200 (4.2)
22	35 (0.7)	43 212 (4.5)
23	46 (1.0)	44 141 (3.0)
24	49 (1.0)	45 141 (3.0)
25	56 (1.2)	46 155 (3.3)
26	75 (1.6)	47 86 (1.8)
27	108 (2.3)	48 50 (1.1)
28	133 (2.8)	49 33 (0.7)
29	149 (3.2)	50 40 (0.8)
30	255 (5.4)	不明 82

表 32. 特性的自己効力感尺度の得点分布

<hr/>		<hr/>		<hr/>	
	<i>N</i> (%)	<i>N</i>	(%)	<i>N</i>	(%)
25	1 (0.0)	58	37 (0.8)	87	81 (1.7)
27	3 (0.1)	59	54 (1.2)	88	81 (1.7)
28	1 (0.0)	60	47 (1.0)	89	83 (1.8)
30	3 (0.1)	61	56 (1.2)	90	87 (1.9)
31	4 (0.1)	62	70 (1.5)	91	58 (1.3)
33	3 (0.1)	63	65 (1.4)	92	53 (1.1)
34	2 (0.0)	64	89 (1.9)	93	48 (1.0)
36	3 (0.1)	65	111 (2.4)	94	48 (1.0)
37	1 (0.0)	66	104 (2.2)	95	37 (0.8)
38	2 (0.0)	67	114 (2.5)	96	32 (0.7)
39	5 (0.1)	68	110 (2.4)	97	30 (0.6)
40	5 (0.1)	69	173 (3.7)	98	29 (0.6)
41	6 (0.1)	70	136 (2.9)	99	26 (0.6)
42	3 (0.1)	71	132 (2.8)	100	19 (0.4)
43	6 (0.1)	72	146 (3.2)	101	15 (0.3)
44	4 (0.1)	73	148 (3.2)	102	20 (0.4)
45	1 (0.0)	74	170 (3.7)	103	27 (0.6)
46	13 (0.3)	75	157 (3.4)	104	15 (0.3)
47	10 (0.2)	76	177 (3.8)	105	14 (0.3)
48	7 (0.2)	77	145 (3.1)	106	8 (0.2)
49	18 (0.4)	78	157 (3.4)	107	7 (0.2)
50	19 (0.4)	79	157 (3.4)	108	9 (0.2)
51	14 (0.3)	80	180 (3.9)	109	8 (0.2)
52	22 (0.5)	81	143 (3.1)	110	5 (0.1)
53	21 (0.5)	82	153 (3.3)	111	6 (0.1)
54	20 (0.4)	83	121 (2.6)	112	2 (0.0)
55	22 (0.5)	84	112 (2.4)	113	4 (0.1)
56	41 (0.9)	85	108 (2.3)	114	1 (0.0)
57	41 (0.9)	86	102 (2.2)	115	6 (0.1)
				不明	154

表 33. CD-RISC2 の得点分布

	<i>N</i> (%)
0	35 (0.7)
1	20 (0.4)
2	104 (2.2)
3	167 (3.6)
4	859 (18.4)
5	838 (17.9)
6	1336 (28.6)
7	563 (12.0)
8	751 (16.1)
不明	115

表 34. 仕事・生活満足の得点分布

	<i>N</i> (%)
2	79 (1.7)
3	128 (2.7)
4	517 (11.0)
5	819 (17.4)
6	1630 (34.7)
7	935 (19.9)
8	595 (12.7)
不明	85



表 35. 精神的健康に関する尺度得点の入構時期別比較

	3-5月			6-7月			8-9月			10-12月			1月-		
	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p
K6	2777 (10.2)	3.3 (4.4)	802 (8.9)	3.2 (4.4)	432 (9.0)	3.1 (4.1)	393 (6.1)	2.7 (3.8)	198 (11.1)	3.5 (4.3)	1.63 .164	7.87 .097			
AUDIT	2581 (13.0)	7.9 (5.4)	749 (15.1)	8.1 (5.8)	401 (16.0)	8.4 (5.8)	375 (12.3)	7.7 (5.2)	183 (12.6)	7.9 (5.4)	1.06 .376	4.89 .298			
IER-R	2773 (4.5)	4.7 (9.8)	801 (3.5)	3.8 (8.8)	433 (3.9)	3.4 (7.8)	395 (2.8)	2.9 (6.9)	198 (4.0)	4.9 (10.6)	5.56 .000	3.50 .478			
侵入症状	2789	1.8 (3.8)	803	1.5 (3.5)	434	1.2 (2.9)	396	1.0 (2.4)	199	2.0 (4.4)	6.77 .000				
回避症状	2793	2.0 (4.1)	810	1.4 (3.6)	434	1.3 (3.2)	396	1.2 (3.1)	199	1.9 (3.9)	6.73 .000				
過覚醒症状	2790	1.0 (2.7)	807	0.9 (2.4)	436	0.9 (2.3)	397	0.7 (1.9)	198	1.2 (2.9)	2.29 .058				
AIS	2766 (28.5)	4.1 (3.4)	795 (27.4)	4.1 (3.6)	427 (30.0)	4.2 (3.6)	392 (26.3)	3.9 (3.3)	198 (29.8)	4.3 (3.9)	0.87 .478	1.94 .747			

K6, AUDIT, IES-R, AISの(%)は基準値以上の有視者の割合

IES-Rの多重比較結果 (p<0.05) : 3-5月>10-12月

侵入症状の多重比較結果 (p<0.05) : 3-5月>8-9月・10-12月, 1月->10-12月

回避症状の多重比較結果 (p<0.05) : 3-5月>6-7月・8-9月・10-12月

表 36-1. 精神的健康に関する尺度得点の緊急作業日数別比較

	≤5日			≤10日			≤30日			≤100日			≥101日		
	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p	N (%)	M (SD)	p
K6	1388 (5.4)	2.3 (3.6)	512 (8.0)	2.8 (4.4)	784 (8.7)	3.1 (4.2)	714 (12.0)	3.8 (4.5)	1266 (14.6)	4.2 (4.9)	37.66 .000	70.86 .000			
AUDIT	1307 (12.6)	7.9 (5.4)	477 (14.3)	8.2 (5.6)	722 (13.2)	8.0 (5.5)	654 (14.5)	8.2 (5.7)	1180 (14.7)	7.9 (5.5)	0.73 .572	2.87 .579			
IER-R	1384 (2.1)	2.6 (6.6)	510 (2.7)	2.9 (7.7)	782 (3.3)	3.9 (9.2)	713 (4.9)	4.8 (10.1)	1271 (7.2)	6.9 (11.4)	39.64 .000	48.14 .000			
侵入症状	1388	1.0 (2.6)	514	1.2 (3.1)	785	1.5 (3.5)	717	1.8 (3.7)	1277	2.6 (4.5)	35.45 .000				
回避症状	1393	1.2 (3.1)	515	1.2 (3.0)	788	1.6 (3.9)	721	1.8 (4.2)	1276	2.7 (4.7)	32.66 .000				
過覚醒症状	1392	0.5 (1.8)	516	0.6 (2.1)	786	0.9 (2.5)	717	1.2 (2.9)	1278	1.6 (3.1)	34.49 .000				
AIS	1383 (24.4)	3.7 (3.2)	508 (24.0)	3.8 (3.3)	776 (27.1)	4.0 (3.3)	714 (33.9)	4.5 (3.6)	1260 (33.0)	4.5 (3.7)	13.49 .000	40.10 .000			

K6, AUDIT, IES-R, AISの(%)は基準値以上の有視者の割合

表 36-2. 精神的健康に関する尺度得点の緊急作業日数別比較の多重比較結果

	IES-R						回避症状						過覚醒症状					
	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100		
≤10	.08	.00	.00	.00	.99	.85	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.99		
≤30	.00	.71	.03	.35	.01	.47	.01	.20	.02	.29	.22	.66	.00	.00	.05	.00		
≤100	.00	.00	.03	.00	.00	.28	.00	.04	.66	.00	.08	.00	.00	.00	.01	.00		
≥101	.00	.00	.00	.29	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		

表 37. 精神的健康に関する尺度得点間の相関係数

	K6			IER-R			侵入症状			回避症状			過覚醒症状			AUDIT			AIS			
	N	$\alpha/r$	p	N	$\alpha/r$	p	N	$\alpha/r$	p	N	$\alpha/r$	p	N	$\alpha/r$	p	N	$\alpha/r$	p	N	$\alpha/r$	p	
K6	4738	.899																				
IER-R	4692	.545	.000	4734	.962																	
侵入症状	4711	.523	.000	4734	.951	.000	4756	.920														
回避症状	4723	.493	.000	4734	.935	.000	4745	.818	.000	4768	.905											
過覚醒症状	4720	.543	.000	4734	.916	.000	4743	.848	.000	4753	.772	.000	4763	.895								
AUDIT	4371	.072	.000	4371	.067	.000	4388	.067	.000	4394	.052	.001	4395	.066	.000	4407	.804					
AIS	4669	.506	.000	4670	.453	.000	4688	.437	.000	4699	.382	.000	4696	.489	.000	4355	.123	.000	4713	.848		

同尺度間の係数はCronbach's  $\alpha$ 係数

表 38. 精神的健康に関する尺度得点と個人要因等の相関係数

	K6			IER-R			侵入症状			回避症状			過覚醒症状			AUDIT			AIS		
	N	r	p	N	r	p	N	r	p	N	r	p	N	r	p	N	r	p	N	r	p
ステイグマ	4682	.414	.000	4684	.673	.000	4704	.627	.000	4714	.650	.000	4711	.603	.000	4358	.047	.002	4662	.321	.000
日常場面の支援																					
上司	4632	-.283	.000	4630	-.243	.000	4651	-.222	.000	4661	-.228	.000	4657	-.251	.000	4318	-.010	.529	4610	-.286	.000
同僚	4634	-.286	.000	4637	-.237	.000	4657	-.213	.000	4666	-.226	.000	4663	-.248	.000	4324	-.002	.920	4615	-.283	.000
家族・友人	4681	-.245	.000	4683	-.171	.000	4704	-.145	.000	4712	-.158	.000	4708	-.190	.000	4358	-.020	.183	4658	-.249	.000
緊急作業時の支援																					
上司	4669	-.274	.000	4665	-.259	.000	4686	-.238	.000	4698	-.239	.000	4693	-.260	.000	4347	.023	.133	4643	-.244	.000
同僚	4673	-.259	.000	4670	-.251	.000	4691	-.229	.000	4703	-.238	.000	4698	-.251	.000	4355	.026	.086	4649	-.242	.000
家族・友人	4689	-.175	.000	4687	-.154	.000	4709	-.131	.000	4720	-.158	.000	4715	-.139	.000	4366	-.011	.459	4664	-.196	.000
ライフイベント	4738	.338	.000	4734	.320	.000	4756	.306	.000	4768	.285	.000	4763	.322	.000	4407	.071	.000	4713	.348	.000
BSCP																					
問題解決	4709	-.149	.000	4709	-.062	.000	4731	-.053	.000	4742	-.057	.000	4737	-.084	.000	4382	.024	.107	4685	-.076	.000
相談	4701	-.159	.000	4701	-.105	.000	4722	-.088	.000	4734	-.098	.000	4729	-.110	.000	4376	-.002	.910	4681	-.134	.000
気分転換	4702	.071	.000	4702	.097	.000	4724	.095	.000	4735	.098	.000	4730	.085	.000	4379	-.018	.232	4678	.028	.059
情動発散	4714	.188	.000	4714	.164	.000	4736	.149	.000	4745	.148	.000	4741	.183	.000	4387	.059	.000	4691	.147	.000
逃避	4699	.185	.000	4700	.148	.000	4721	.127	.000	4732	.150	.000	4727	.143	.000	4378	.045	.003	4676	.189	.000
発想転換	4700	-.036	.014	4702	-.003	.861	4722	.005	.730	4733	.006	.682	4730	-.013	.387	4379	.035	.020	4678	-.063	.000
SOC-UTHS	4660	-.258	.000	4660	-.164	.000	4680	-.147	.000	4692	-.152	.000	4688	-.178	.000	4346	.029	.057	4642	-.230	.000
自尊感情	4665	-.393	.000	4662	-.249	.000	4682	-.223	.000	4692	-.227	.000	4690	-.266	.000	4347	-.014	.361	4643	-.362	.000
自己効力感	4589	-.272	.000	4593	-.149	.000	4613	-.116	.000	4620	-.145	.000	4618	-.170	.000	4288	-.001	.949	4569	-.286	.000
CD-RISC2	4629	-.296	.000	4629	-.193	.000	4650	-.176	.000	4658	-.184	.000	4655	-.198	.000	4318	.016	.294	4604	-.282	.000
生活・仕事満足感	4659	-.359	.000	4658	-.271	.000	4678	-.250	.000	4689	-.243	.000	4685	-.291	.000	4345	-.054	.000	4635	-.413	.000

表 39-1. K6 を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI	p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.18	.16 - .20	.000	.26	1.16
日常場面の支援	上司	.00	-.10 - .09	.939	.00	4.48
	同僚	-.10	-.21 - .00	.060	-.05	4.56
	家族・友人	-.11	-.18 - -.03	.005	-.05	2.14
緊急作業時の支援	上司	-.10	-.19 - .00	.049	-.06	5.16
	同僚	.07	-.04 - .17	.209	.04	5.29
	家族・友人	.07	.01 - .13	.023	.04	2.06
ライフイベント		.64	.52 - .76	.000	.15	1.18
BSCP	問題解決	-.06	-.12 - .01	.091	-.03	1.82
	相談	-.06	-.11 - .00	.047	-.04	1.84
	気分転換	.08	.04 - .13	.001	.05	1.24
	情動発散	.21	.12 - .30	.000	.07	1.23
	逃避	.00	-.07 - .08	.891	.00	1.60
	発想転換	.07	.01 - .12	.026	.04	1.40
SOC-UTHS		-.05	-.10 - -.01	.028	-.04	1.77
自尊感情		-.12	-.15 - -.10	.000	-.20	2.05
自己効力感		.02	.01 - .03	.005	.06	2.49
CD-RISC2		-.17	-.26 - -.08	.000	-.06	1.82
生活・仕事満足感		-.27	-.37 - -.16	.000	-.09	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		0.32				

表 39-2. IES-R を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI	p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.87	.83 - .90	.000	.59	1.16
日常場面の支援	上司	-.32	-.50 - -.15	.000	-.09	4.48
	同僚	.13	-.06 - .32	.188	.03	4.56
	家族・友人	-.09	-.23 - .05	.194	-.02	2.14
緊急作業時の支援	上司	.06	-.11 - .24	.487	.02	5.16
	同僚	-.28	-.47 - -.09	.004	-.08	5.29
	家族・友人	.09	-.02 - .20	.104	.03	2.06
ライフイベント		.98	.76 - 1.20	.000	.11	1.18
BSCP	問題解決	.08	-.04 - .20	.179	.02	1.82
	相談	-.17	-.27 - -.07	.001	-.05	1.84
	気分転換	.17	.08 - .26	.000	.05	1.24
	情動発散	.30	.14 - .47	.000	.05	1.23
	逃避	-.03	-.16 - .10	.647	-.01	1.60
	発想転換	.10	-.01 - .21	.065	.03	1.40
SOC-UTHS		-.09	-.18 - .00	.041	-.03	1.77
自尊感情		-.08	-.12 - -.04	.000	-.06	2.05
自己効力感		.05	.03 - .08	.000	.08	2.49
CD-RISC2		-.15	-.32 - .01	.069	-.03	1.82
生活・仕事満足感		-.02	-.21 - .17	.859	.00	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.47				

表 39-3. IES-R 侵入症状を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI	p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.31	.29 – .32	.000	.54	1.16
日常場面の支援	上司	-.12	-.19 – -.05	.001	-.08	4.48
	同僚	.08	.00 – .16	.055	.05	4.56
	家族・友人	.00	-.06 – .06	.971	.00	2.14
緊急作業時の支援	上司	.01	-.07 – .08	.877	.00	5.16
	同僚	-.10	-.18 – -.03	.009	-.07	5.29
	家族・友人	.03	-.02 – .07	.237	.02	2.06
ライフイベント		.39	.30 – .48	.000	.11	1.18
BSCP	問題解決	.03	-.01 – .08	.173	.02	1.82
	相談	-.06	-.11 – -.02	.003	-.05	1.84
	気分転換	.06	.03 – .10	.001	.05	1.24
	情動発散	.11	.04 – .18	.002	.04	1.23
	逃避	-.03	-.08 – .02	.240	-.02	1.60
	発想転換	.03	-.01 – .07	.193	.02	1.40
SOC-UTHS		-.03	-.07 – .00	.089	-.03	1.77
自尊感情		-.03	-.05 – -.02	.000	-.07	2.05
自己効力感		.02	.01 – .03	.000	.09	2.49
CD-RISC2		-.05	-.11 – .02	.195	-.02	1.82
生活・仕事満足感		-.01	-.09 – .06	.748	-.01	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.40				

表 39-4. IES-R 回避症状を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI	p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.35	.34 – .37	.000	.57	1.16
日常場面の支援	上司	-.14	-.22 – -.06	.001	-.09	4.48
	同僚	.04	-.05 – .12	.380	.02	4.56
	家族・友人	-.02	-.08 – .04	.540	-.01	2.14
緊急作業時の支援	上司	.06	-.01 – .14	.105	.05	5.16
	同僚	-.12	-.20 – -.03	.006	-.08	5.29
	家族・友人	-.01	-.06 – .04	.768	-.01	2.06
ライフイベント		.30	.20 – .40	.000	.08	1.18
BSCP	問題解決	.05	-.01 – .10	.092	.03	1.82
	相談	-.07	-.12 – -.03	.002	-.05	1.84
	気分転換	.07	.03 – .11	.000	.05	1.24
	情動発散	.08	.01 – .16	.030	.03	1.23
	逃避	.02	-.04 – .08	.506	.01	1.60
	発想転換	.05	.00 – .09	.050	.03	1.40
SOC-UTHS		-.03	-.07 – .01	.131	-.02	1.77
自尊感情		-.02	-.04 – .00	.017	-.04	2.05
自己効力感		.02	.01 – .03	.002	.06	2.49
CD-RISC2		-.09	-.16 – -.01	.019	-.04	1.82
生活・仕事満足感		.06	-.02 – .14	.165	.02	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.42				

表 39-5. IES-R 過覚醒症状を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI	p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.20	.19 – .21	.000	.51	1.16
日常場面の支援	上司	-.07	-.12 – -.01	.012	-.07	4.48
	同僚	.01	-.04 – .07	.634	.01	4.56
	家族・友人	-.07	-.11 – -.03	.000	-.07	2.14
緊急作業時の支援	上司	-.01	-.06 – .04	.765	-.01	5.16
	同僚	-.05	-.11 – .00	.053	-.06	5.29
	家族・友人	.07	.04 – .10	.000	.08	2.06
ライフイベント		.29	.22 – .35	.000	.12	1.18
BSCP	問題解決	.00	-.03 – .04	.900	.00	1.82
	相談	-.03	-.06 – .00	.043	-.03	1.84
	気分転換	.04	.01 – .06	.005	.04	1.24
	情動発散	.11	.06 – .16	.000	.06	1.23
	逃避	-.02	-.05 – .02	.357	-.01	1.60
	発想転換	.02	-.01 – .05	.132	.02	1.40
SOC-UTHS		-.03	-.06 – .00	.020	-.04	1.77
自尊感情		-.02	-.03 – -.01	.000	-.06	2.05
自己効力感		.01	.00 – .02	.005	.06	2.49
CD-RISC2		-.02	-.07 – .03	.392	-.01	1.82
生活・仕事満足感		-.06	-.12 – -.01	.023	-.04	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.40				

表 39-6. AUDIT を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI	p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.04	.01 – .07	.012	.04	1.16
日常場面の支援	上司	-.12	-.28 – .03	.121	-.05	4.48
	同僚	.09	-.08 – .26	.281	.04	4.56
	家族・友人	-.05	-.17 – .07	.429	-.02	2.14
緊急作業時の支援	上司	.16	.01 – .32	.043	.07	5.16
	同僚	.05	-.12 – .22	.594	.02	5.29
	家族・友人	.01	-.09 – .11	.851	.00	2.06
ライフイベント		.37	.17 – .56	.000	.06	1.18
BSCP	問題解決	.03	-.07 – .14	.548	.01	1.82
	相談	-.05	-.14 – .04	.270	-.02	1.84
	気分転換	-.13	-.21 – -.06	.001	-.06	1.24
	情動発散	.22	.08 – .37	.003	.05	1.23
	逃避	.10	-.02 – .21	.092	.03	1.60
	発想転換	.08	-.01 – .17	.092	.03	1.40
SOC-UTHS		.11	.03 – .19	.005	.06	1.77
自尊感情		-.01	-.05 – .02	.467	-.02	2.05
自己効力感		.00	-.02 – .03	.741	.01	2.49
CD-RISC2		.02	-.13 – .17	.789	.01	1.82
生活・仕事満足感		-.11	-.28 – .05	.188	-.03	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.02				

表 39-7. AIS を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI		p	$\beta$	VIF
ステイグマ		.09	.08	– .11	.000	.16	1.16
日常場面の支援	上司	-.09	-.17	– -.01	.030	-.06	4.48
	同僚	-.03	-.12	– .06	.513	-.02	4.56
	家族・友人	-.10	-.16	– -.03	.003	-.06	2.14
緊急作業時の支援	上司	.01	-.07	– .09	.846	.01	5.16
	同僚	-.01	-.10	– .08	.809	-.01	5.29
	家族・友人	.04	-.01	– .09	.103	.03	2.06
ライフイベント		.64	.54	– .74	.000	.18	1.18
BSCP	問題解決	.07	.02	– .13	.007	.05	1.82
	相談	-.03	-.08	– .02	.228	-.02	1.84
	気分転換	-.01	-.05	– .03	.664	-.01	1.24
	情動発散	.10	.02	– .18	.010	.04	1.23
	逃避	.03	-.03	– .09	.263	.02	1.60
	発想転換	.00	-.05	– .05	.926	.00	1.40
SOC-UTHS		-.02	-.06	– .02	.386	-.02	1.77
自尊感情		-.07	-.08	– -.05	.000	-.13	2.05
自己効力感		.00	-.01	– .01	.982	.00	2.49
CD-RISC2		-.10	-.18	– -.03	.007	-.05	1.82
生活・仕事満足感		-.44	-.53	– -.36	.000	-.18	1.63
<i>Adjusted R<sup>2</sup></i>		.29					

95% CI : 95%信頼区間、VIF : 分散拡大係数

表 40. 深刻な心理的ストレスと緊急作業時の支援、職場状況等の関連  
(多重ロジスティック回帰分析結果)

	OR	95% CI	p	OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
緊急作業時の社会的支援									
上司	0.34	0.22 - 0.52	.000	0.45	0.29 - 0.69	.000	0.38	0.22 - 0.67	.001
同僚	0.73	0.42 - 1.27	.266	0.79	0.45 - 1.37	.395	0.85	0.41 - 1.73	.647
職場外	0.83	0.59 - 1.18	.310	0.91	0.63 - 1.30	.596	0.87	0.57 - 1.35	.543
入構時期									
5月以前	1.00			1.00			1.00		
6-7月	1.01	0.67 - 1.50	.980	1.09	0.72 - 1.66	.688	1.10	0.72 - 1.67	.663
8-9月	0.91	0.53 - 1.55	.730	1.01	0.58 - 1.75	.974	1.01	0.58 - 1.75	.981
10月-	0.62	0.37 - 1.03	.065	0.67	0.40 - 1.14	.143	0.67	0.40 - 1.14	.137
作業期間 (日)									
短期間 (≤10)	1.00			1.00			1.00		
中期間 (11-30)	1.01	0.62 - 1.66	.955	0.89	0.54 - 1.48	.657	0.70	0.30 - 1.65	.415
長期間 (≥30)	1.66	1.17 - 2.36	.005	1.18	0.82 - 1.70	.377	1.07	0.65 - 1.78	.788
作業内容†									
土木建築	1.12	0.80 - 1.56	.518	1.04	0.74 - 1.47	.821	1.03	0.73 - 1.45	.871
原子炉制御	1.45	1.05 - 2.00	.023	1.20	0.87 - 1.68	.270	1.20	0.86 - 1.67	.276
線量管理	1.74	1.18 - 2.56	.005	1.58	1.06 - 2.35	.024	1.58	1.06 - 2.35	.024
資材管理	1.38	0.94 - 2.03	.097	1.23	0.83 - 1.83	.295	1.22	0.82 - 1.81	.328
ライフイベント\$				2.72	1.80 - 4.10	.000	2.74	1.81 - 4.13	.000
スティグマ#				3.73	2.55 - 5.45	.000	3.76	2.57 - 5.50	.000
レジリエンス#				0.86	0.58 - 1.27	.450	0.87	0.59 - 1.28	.475
年齢 (歳)									
≤29				1.00			1.00		
30-39				1.11	0.36 - 3.46	.858	1.07	0.34 - 3.34	.908
40-49				0.98	0.33 - 2.93	.978	0.96	0.32 - 2.87	.946
50-59				0.83	0.28 - 2.49	.746	0.82	0.27 - 2.43	.714
≥60				1.04	0.35 - 3.13	.943	1.02	0.34 - 3.07	.972
婚姻状況‡				1.12	0.77 - 1.63	.556	1.14	0.78 - 1.66	.507
教育歴									
小・中学校				1.00			1.00		
高等学校				0.50	0.31 - 0.81	.005	0.50	0.31 - 0.81	.005
専門学校・短期大学				0.42	0.22 - 0.81	.010	0.42	0.22 - 0.81	.009
大学・大学院				0.34	0.20 - 0.58	.000	0.34	0.20 - 0.58	.000
社会的支援の単純主効果									
短期間 (≤10日)									
上司							0.68	0.34 - 1.35	.267
同僚							0.77	0.31 - 1.90	.571
職場外							0.84	0.43 - 1.61	.591
中期間 (11-30日)									
上司							0.20	0.05 - 0.84	.028
同僚							1.04	0.17 - 6.24	.969
職場外							0.83	0.30 - 2.29	.725
長期間 (≥30日)									
上司							0.41	0.23 - 0.75	.004
同僚							0.76	0.35 - 1.63	.479
職場外							0.96	0.60 - 1.53	.861

OR : オッズ比, 95% CI : 95%信頼区間

† 各作業に従事していない群が参照群

# 各尺度特典の低群が参照群

\$ 直近1年間でライフイベントを経験していない群が参照群

‡ 現在の未婚群が参照群



1. 福島第一原子力発電所の緊急作業についてつかがいます。以下の項目について、1～5のうち、当てはまる番号1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

1	事故発生日～平成23年5月末まで
2	平成23年6月～7月末まで
3	平成23年8月～9月末まで
4	平成23年10月～12月末まで
5	平成24年1月以降
1	5日以内
2	6日～10日
3	11日～30日
4	31日～100日
5	101日以上

NEW (Nuclear Emergency Workers) Study

心の健康に関する質問票

この度は本研究にご参加いただき、誠にありがとうございます。この質問票は皆様の心の健康についてお尋ねするものですので、ご本人がご記入くださいますよう、お願い申し上げます。

大変お手数ではございますが、全ての質問にご回答いただけますよう、宜しくお願い申し上げます。

「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」  
 研究代表者: 大久保 利晃  
 公益財団法人 放射線影響研究所 顧問研究員  
 〒732-0815  
 広島市南区比治山公園5番2号  
 TEL: 0120-931-026 (フリーダイヤル)  
 082-261-3131 (放射研代表)

【ご回答・ご提出に関するお願い】

ご回答について

質問に応じて該当する番号を選び、マークシートの番号を黒鉛筆で適切に塗りつぶしてください。大問9のみ複数回答可です。その他の大問は、各質問項目の回答選択肢の中から、最も当てはまる回答を1つ選び、該当するマークシートの番号を黒鉛筆で塗りつぶしてください。

ご提出について

本質問票に対する回答をマークシート用紙にご記入いただいた後、同封の返信用封筒に入れ厳封のうえ、郵便ポストへご投函ください。

ここまでお読みいただき、誠にありがとうございます。  
 次のページから、質問へのご回答をお願い申し上げます。

2. 次の質問では、過去30日の間、あなたがどのように感じていたかについておたずねします。それぞれの質問に対して、そういう気持ちをごどれくらいの頻度で感じていたか、0～4のうち、最も当てはまる番号1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	全くない	少しだけ	ときどき	たいてい	いつも
(1) 神経過敏に感じましたか	0	1	2	3	4
(2) 絶望的だと感じましたか	0	1	2	3	4
(3) そわそわしたり、落ち着きなく感じましたか	0	1	2	3	4
(4) 気分が沈みこんで、何が起こっても気が晴れないように感じましたか	0	1	2	3	4
(5) 何をしても骨折りと感じましたか	0	1	2	3	4
(6) 自分は価値のない人間だと感じましたか	0	1	2	3	4

3. 以下の1～10. までの各項目について、最も当てはまる番号1つを選び、該当するマークシート上の番号を塗りつぶしてください。

	0	飲まない
	1	1カ月に1度以下
	2	1カ月に2～4度
	3	1週に2～3度
	4	1週に4度以上
(1) あなたはアルコール含有飲料をどのくらいの頻度で飲みますか？	0	1～2ドリンク
	1	3～4ドリンク
	2	5～6ドリンク
	3	7～9ドリンク
	4	10ドリンク以上
(2) 飲酒するときには通常どのくらいの量を飲みますか？ 但し、「日本酒 1合＝2ドリンク」「ビール大瓶 1本＝2.5ドリンク」「ウイスキー水割りダブル 1杯＝2ドリンク」「焼酎お湯割り 1杯＝1ドリンク」「ワイングラス 1杯＝1.5ドリンク」「梅酒小コップ 1杯＝1ドリンク」とします(1ドリンク＝純アルコール 9～12g)	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(3) 1度に6ドリンク以上飲酒することがどのくらいの頻度でありますか？	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(4) 過去1年間に、飲み始めると止められなかったことが、どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(5) 過去1年間に、普通だで行えることを飲酒していたためできなかつたことが、どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(6) 過去1年間に、深酒の後体調を整えるために、朝迎え酒をせねばならなかったことが、どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日

3. (続き)

	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(7) 過去1年間に、飲酒後、罪悪感や自責の念にかられたことが、どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1カ月に1度未満
	2	1カ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(8) 過去1年間に、飲酒のため前夜の出来事を思い出せなかったことが、どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	2	あるが、過去1年にはなし
	4	過去1年間にあり
(9) あなたの飲酒のために、あなた自身か他の誰かがけがをしたことがありますか？	0	ない
	2	あるが、過去1年にはなし
	4	過去1年間にあり
(10) 肉親や親戚、友人、医師、あるいは他の健康管理にたずさわる人が、あなたの飲酒について心配したり、飲酒量を減らすように勧めたりしたことがありますか？	0	ない
	2	あるが、過去1年にはなし
	4	過去1年間にあり

4. 以下に示す各項目で、過去1か月間に、少なくとも週3回以上経験したものを0～3の中から1つ選んで該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

(1) 寝つきの問題について(寝床に入って電気が消してから眠るまでに要した時間)	0	問題なかった
	1	少し時間がかかった
	2	かなり時間がかかった
	3	非常に時間がかかったか、全く眠れなかった
(2) 夜間、睡眠中に目が覚める問題について	0	問題になるほどではなかった
	1	少し困ることがあった
	2	かなり困っている
	3	深刻な状態か、全く眠れなかった
(3) 希望する起床時間より早く目覚め、それ以上眠れない問題について	0	そのようなことはなかった
	1	少し早かった
	2	かなり早かった
	3	非常に早かったか、全く眠れなかった
(4) 総睡眠時間について	0	十分だった
	1	少し足りなかった
	2	かなり足りなかった
	3	全く足りないか、全く眠れなかった
(5) 全体的な睡眠の質について	0	満足している
	1	少し不満
	2	かなり不満
	3	非常に不満か、全く眠れなかった
(6) 日中の満足感について	0	いつも通り
	1	少し低下
	2	かなり低下
	3	非常に低下
(7) 日中の活動について(身体的および精神的)	0	いつも通り
	1	少し低下
	2	かなり低下
	3	非常に低下
(8) 日中の眠気について	0	全くない
	1	少しある
	2	かなりある
	3	激しい

5. これまで、福島第一原子力発電所での緊急作業従事者として、次のような出来事をどのくらい体験しましたか。0～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	全くない	少しある	まあまあある	かなりある	とてもある
(1) 他の人々より悪い扱いを受けた(例:レストラン、電車、コンビニなど)	0	1	2	3	4
(2) 人々に怖がられた	0	1	2	3	4
(3) 人々に怪しく思われた	0	1	2	3	4
(4) 人々に冷たくされた	0	1	2	3	4
(5) 人々に馬鹿にされた	0	1	2	3	4
(6) 人々に見下された	0	1	2	3	4
(7) 人々に差別された・中傷された	0	1	2	3	4
(8) 人々に脅かされた・嫌がらせを受けた	0	1	2	3	4
(9) 自分の身分(緊急作業従事者であること)をかくした	0	1	2	3	4
(10) 自分の身分(緊急作業従事者であることを)いつわった	0	1	2	3	4
(11) 人付き合いを選じた	0	1	2	3	4
(12) 恥ずかしい思いをした	0	1	2	3	4
(13) 自分を責めた	0	1	2	3	4
(14) 仕事のモチベーションが下がった	0	1	2	3	4

6. 福島第一原子力発電所の緊急作業（質問中で「そのこと」と表しています）に関して、この1週間では、それぞれの項目の内容について、どの程度強く悩まれましたか。0～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	全くなし	少し	中くらい	かなり	非常に
(1) どんなきっかけでも、そのことを思い出すと、そのときの気もちがぶりがえし てくる	0	1	2	3	4
(2) 睡眠の途中で目がさめてしまう	0	1	2	3	4
(3) 別のことをしているときも、そのことが頭から離れない	0	1	2	3	4
(4) イライラして、怒りっぽくなる	0	1	2	3	4
(5) そのことについて考えたり思い出すときは、なんとか気を落ちつかせるよう にしている	0	1	2	3	4
(6) 考えるつもりはないのに、そのことを考えてしまうことがある	0	1	2	3	4
(7) そのことは、実際には起きなかったとか、現実のことではなかったような気 がする	0	1	2	3	4
(8) そのことを思い出させるものには近よらない	0	1	2	3	4
(9) そのときの場面が、いきなり頭にうかんでくる	0	1	2	3	4
(10) 神経が敏感になっていて、ちょっとしたことできっとしてしまふ	0	1	2	3	4
(11) そのことは考えないようにしている	0	1	2	3	4
(12) そのことについては、まだいろいろ気もちがあるが、それには触れない ようにしている	0	1	2	3	4
(13) そのことについての感情は、マシなようである	0	1	2	3	4
(14) 気がつくとも、まるでそのときにもどってしまったかのよう、ふるまったり感 じたりすることがある	0	1	2	3	4
(15) 寝つきが悪い	0	1	2	3	4
(16) そのことについて、感情が強くなりあふれてくることがある	0	1	2	3	4
(17) そのことを何とか忘れようとしている	0	1	2	3	4
(18) ものごとに集中できない	0	1	2	3	4
(19) そのことを思い出すと、身体が反応して、汗ばんだり、愚しくなったり、む かむかしたり、どきどきすることがある	0	1	2	3	4
(20) そのことについての夢を見る	0	1	2	3	4
(21) 警戒して用心深くなっている気がする	0	1	2	3	4
(22) そのことについては話さないようにしている	0	1	2	3	4

7. あなたの周りのの方々についてうかがいます。日常場面において、1～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

次の人たちはどのくらい気軽に話ができますか？

	非常に	かなり	多少	全くない
(1) 上司	1	2	3	4
(2) 職場の同僚	1	2	3	4
(3) 配偶者、家族、友人等	1	2	3	4

あなたが困った時、次の人たちはどのくらい頼りになりますか？

	非常に	かなり	多少	全くない
(4) 上司	1	2	3	4
(5) 職場の同僚	1	2	3	4
(6) 配偶者、家族、友人等	1	2	3	4

あなたの個人的な問題を相談したら、次の人たちはどのくらいいきいきしてくれますか？

	非常に	かなり	多少	全くない
(7) 上司	1	2	3	4
(8) 職場の同僚	1	2	3	4
(9) 配偶者、家族、友人等	1	2	3	4

8. あなたの周りのの方々についてうかがいます。福島第一原子力発電所での緊急作業において、1～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

次の人たちはどのくらい気軽に話ができますか？

	非常に	かなり	多少	全くない
(1) 上司	1	2	3	4
(2) 職場の同僚	1	2	3	4
(3) 配偶者、家族、友人等	1	2	3	4

あなたが困った時、次の人たちはどのくらい頼りにになりましたか？

	非常に	かなり	多少	全くない
(4) 上司	1	2	3	4
(5) 職場の同僚	1	2	3	4
(6) 配偶者、家族、友人等	1	2	3	4

あなたの個人的な問題を相談したら、次の人たちはどのくらいいきいきしてくれますか？

	非常に	かなり	多少	全くない
(7) 上司	1	2	3	4
(8) 職場の同僚	1	2	3	4
(9) 配偶者、家族、友人等	1	2	3	4

9. 次の出来事のうち、この1年間にあなた自身の日常生活や社会生活に支障をきたしたものがあれば、いくつでも当てはまる番号を選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

1. 仕事上の出来事（昇進、配転、仕事のトラブルなど）
2. 自分自身の病氣・けが
3. 上記以外の個人的な出来事（結婚、離婚、転居、交通違反など）
4. 家族の問題（病氣、死亡、その他）

	よくある	ときどきある	たまにある	ほとんどない
(1) 原因を調べ解決しようとする	4	3	2	1
(2) 今までの体験を参考に考える	4	3	2	1
(3) いまできることは何かを冷静に考えてみる	4	3	2	1
(4) 信頼できる人に解決策を相談する	4	3	2	1
(5) 関係者と話し合い、問題の解決を図る	4	3	2	1
(6) その問題に詳しい人に教えてもらう	4	3	2	1
(7) 趣味や娯楽で気をまぎらわす	4	3	2	1
(8) 何か気持ちが悪く落ち着くことをする	4	3	2	1
(9) 旅行・外出など活動的なことをして気分転換する	4	3	2	1
(10) 問題の原因を誰かのせいにする	4	3	2	1
(11) 問題に関係する人を責める	4	3	2	1
(12) 関係のない人に八つ当たりする	4	3	2	1
(13) 問題を先送りする	4	3	2	1
(14) いつか事態が変わるだろうと思って時が過ぎるのを待つ	4	3	2	1
(15) 何もしないでがまんする	4	3	2	1
(16) 「何とかなる」と希望をもつ	4	3	2	1
(17) その出来事のよい面だけを考える	4	3	2	1
(18) これも自分にはよい経験だと思おうようにする	4	3	2	1

10. 困ったこと、悩みなどにあったとき、あなたはどのようにすることが多いですか？次の例のそれぞれについて、ふだんそのような対応を選ぶことがあるかどうか、1～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	まったく当てはまらない	ほとんど当てはまらない	あまり当てはまらない	どちらともいえない	少し当てはまる	大体当てはまる	非常によく当てはまる
11. あなたの人生に対する考え方についてうかがいます。それぞれ1～7のうち、あなたの感じ方を最もよくあらわしている数字1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。	1	2	3	4	5	6	7
(1) 私は、日常生活の困難や問題の解決策を見つけることができる	1	2	3	4	5	6	7
(2) 私は、人生で生じる困難や問題のいくつかは、向きあい取り組む価値があると思う	1	2	3	4	5	6	7
(3) 私は、日常生活の困難や問題を理解したり予測したりできる	1	2	3	4	5	6	7

	当てはまる	やや当てはまる	どちらともいえない	やや当てはまらない	当てはまらない
12. 次の特徴のおおのについて、あなた自身にどの程度当てはまるか、1～5のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。他からどう見られているかではなく、あなたが、あなた自身をどのように思っているかを、ありのままにお答えください。	5	4	3	2	1
(1) 少なくとも人並みには、価値のある人間である	5	4	3	2	1
(2) 色々な良い素質をもっている	5	4	3	2	1
(3) 敗北者だと思うことがよくある	5	4	3	2	1
(4) 物事を人並みには、うまくやれる	5	4	3	2	1
(5) 自分には、自慢できるところがありません	5	4	3	2	1
(6) 自分に対して肯定的である	5	4	3	2	1
(7) だいたいにおいて、自分に満足している	5	4	3	2	1
(8) もっと自分を尊敬できるようにになりたい	5	4	3	2	1
(9) 自分は全くだめな人間だと思うことがある	5	4	3	2	1
(10) 何かにつけて、自分は役に立たない人間だと思う	5	4	3	2	1

そう思う	まあそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない
5	4	3	2	1
13. この文章は一般的な考えを表しています。それがどれくらい当てはまるか、1～5のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシート上の番号を塗りつぶしてください。				
(1) 自分が立てた計画はうまくできる自信がある	5	4	3	2
(2) しなければならぬことがあっても、なかなかとりかからない	5	4	3	2
(3) 初めはうまくいかない仕事でも、できるまでやり続ける	5	4	3	2
(4) 新しい友達を作るのが苦手だ	5	4	3	2
(5) 重要な目標を決めても、めったに成功しない	5	4	3	2
(6) 何かを終える前にあきらめてしまう	5	4	3	2
(7) 会いたい人を見かけたら、向こうから来るのを待たないでその人の所へ行く	5	4	3	2
(8) 困難に出合うのを選べる	5	4	3	2
(9) 非常にややこしく見えることには、手を出そうとは思わない	5	4	3	2
(10) 友達になりたい人でも、友達になるのが大変ならばすぐに止めてしまう	5	4	3	2
(11) 面白くないことをする時でも、それが終わるまでがんばる	5	4	3	2
(12) 何かをしようと思ったら、すぐにとりかかる	5	4	3	2
(13) 新しいことを始めようと決めても、出だしてつまずくとすぐにあきらめてしまう	5	4	3	2
(14) 最初は友達になる気がしない人でも、すぐにあきらめないで友達になろうとする	5	4	3	2
(15) 思いがけない問題が起こった時、それをうまく処理できない	5	4	3	2
(16) 難しそうなことは、新たに学ぼうとは思わない	5	4	3	2
(17) 失敗すると一生懸命やろうと思う	5	4	3	2
(18) 人の集まりの中では、うまく振る舞えない	5	4	3	2
(19) 何かしようとする時、自分にそれができかどうか不安になる	5	4	3	2
(20) 人に頼らない方だ	5	4	3	2
(21) 私は自分から友達を作るのがうまい	5	4	3	2
(22) すぐにあきらめてしまう	5	4	3	2
(23) 人生で起きる問題の多くは処理できるとは思えない	5	4	3	2

まったく当てはまらない	ほとんど当てはまらない	時々当てはまる	しばしば当てはまる	ほとんどいつも当てはまる
0	1	2	3	4
14. 次の説明を読んで、この1カ月の自分にどの程度当てはまると思うのか、0～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシート上の番号を塗りつぶしてください。もし、そのような状況が最近なかった場合には、もしあったならどう感じたかどうかと考えて回答してください。				
(1) 変化に適応することができる	0	1	2	3
(2) 病気やけがなどの苦しい目にあっても、その後で元気を取り戻すほうだ	0	1	2	3
15. 仕事と家庭生活の満足度について、1～4のうち、最も当てはまるもの1つを選び、該当するマークシート上の番号を塗りつぶしてください。				
(1) 仕事に満足だ	1	2	3	4
(2) 家庭生活に満足だ	1	2	3	4

以上で終わりです。記入もれがないか、もう一度お確かめください。

ご回答ありがとうございました。



## 放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究 —面接調査実施体制の構築

研究分担者 江口 尚 産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学 教授  
研究分担者 真船 浩介 産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学 講師

### 研究要旨

「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」(2014～2018年度)における「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」(2019年度以降)における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」では、質問紙調査と面接調査を併用し、緊急作業による心理的影響を検討している。本研究では、緊急作業と精神的健康との関連を検討するために、症状の発症時期を特定できる妥当性が実証された構造化面接調査の併用を重視している。2014～2015年度に、既存の構造化面接法の検討を行い、本研究では、世界保健機関統合国際診断面接法(WHO-CIDI) コンピューター版面接(CAPI)のうつ病モジュールを使用することとし、面接調査の実施者を養成する研修を継続してきた。しかし、2020年度から新型コロナウイルス感染症の感染拡大等の影響により、各研究協力機関における健康調査時の構造化面接の実施継続が困難となった。2021年度下半期から大規模会場において、多数の対象者に調査を実施する会場型健康調査が企画、実施され、構造化面接を実施する機会が得られた。また、第2期からの質問紙調査の項目内容についても見直しを行った。

本研究により、会場型健康調査においても円滑かつ確実に構造化面接が実施できることが示唆された。2021年度から十分な調査精度を担保し、かつ全国で調査を実施できる体制を整備するため、構造化面接の実施は調査専門機関に委託し、2023年度まで確実に実査が完了している。会場型での調査委託は、面接調査に専従する人員を割けない研究協力機関の負担軽減にも寄与する方法である。2023年度は、異なる会場での実施上の課題を整理し、構造化面接調査の持続可能性の改善を図った。なお、質問紙調査の項目は、調査結果等に基づいて第1期を概ね踏襲することとした。

### A. 研究目的

「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」(2014～2018年度)の「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」(2019年度以降)における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」で

は、質問紙調査と面接調査を併用し、放射線業務従事者における緊急作業の心理的影響を精査している。質問紙調査は、広範かつ詳細な調査内容を広く簡便に把握する上で有用である。しかし、発症時期を含む症状の詳細な情報は、質問紙法による評価が難しいことから、構造化面接法の併用が望ましい。本研究では、緊急作業



と精神的健康との関連を検討するため、症状の出現時期の特定が重要である。本報告は、本研究に求められる構造化面接法の要件と実施体制を整理し、質の高い面接調査の持続可能性の確保を目的とする。また、本調査の第2期開始にあたり、質問紙の項目内容の見直しを図る。

本研究では、2014年度の研究開始時に調査方法の検討を行い、実施条件を整理した。精神保健に関する大規模疫学調査、特に精神疾患の有病率を推定する調査では、構造化面接法が採用されていた。疾患の可能性を精査するためには、回答に応じて必要な情報を聴取できる構造化面接法が有用と考えられる。また、質問紙調査では評価が困難な発症時期に加えて、再発の有無やその時期についても構造化面接法では評価できる。そこで、本調査においても、構造化面接法を使用することとし、日本における十分な妥当性と使用実績が確立されている世界保健機関（WHO）統合国際診断面接法（CIDI）コンピューター版面接（CAPI）のうつ病モジュールの使用を決定した。WHO-CIDIは、ICD-10およびDSM-IV-TRの診断基準に基づく精神疾患を評価するため、研修を終了した面接者によって実施される包括的な構造化面接である。

WHO-CIDIは、十分な妥当性が検証され、豊富な情報が得られるが、条件によっては実施の負担も大きい。WHO-CIDIでは、面接者による情報バイアスを最小化し、検査の信頼性・妥当性を担保するため、実施の条件として面接者に対して一定の訓練を課している。また、CAPIは対象者の回答内容に応じて質問項目が変化し、必要最小限の調査内容になるよう配慮されているため、受検者の負担は考慮されているが、対象者の状態によって所要時間が異なり、健康診断等の円滑な進行が必要となる調査においては、所要時間の予測が難しく、健康診断の進行の妨げとなる懸念が生じる。本研究において、各研究協力機関で実施されている多項目健康調査等は限られた時間で多数の検査が求められ、効率も重視されるため、実施者を養成する研修等においても、面接調査を担当するリサー

チコーディネーター等からWHO-CIDIを用いた構造化面接の実施の困難さに関する意見が寄せられていた。

これらの懸案に加えて、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、2021年度は各研究協力機関における多項目健康調査では構造化面接の実施が見送られた。2020年度上半期は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、各研究協力機関での健康診断等の検査が大きく影響を受け、通常健康診断等も、同年下半期以降に集中して実施する必要性が生じていた。各研究協力機関では感染拡大防止のため延期された本研究以外の検査も含めて多数の検査の実施が求められ、効率性は喫緊の課題であり、本研究の構造化面接の実施が困難であった。こうした状況においても、本研究では、調査の実施体制を維持すべく、2020年度もWHO-CIDIの実施者養成研修を大阪と東京で各1回ずつ実施し、延べ314名に及ぶ体制を敷いていた。しかし、2020年度下半期以降に累積した検査件数等の逼迫した状況を勘案し、2021年度は各研究協力機関での構造化面接の実施を中断し、多項目健康調査の円滑な実施を優先することとなった。

2021年度は多項目健康調査を推進するため、各研究協力機関において、個別の希望者を対象に随時、検査を実施する方法に加えて、多数の受検希望者を募る会場型健康診断が企画され、構造化面接も新たな実施方法で改めて検討する機会が得られた。

本報告では、2019年度から2022年度までの実績を踏まえて、構造化面接の実施者の確保と継続的な訓練、会場運営・対象者対応の整理、必要備品の整備、制度管理について、2019年度から2023年度までに実施した対策と今後対処すべき課題等を整理した。

## B. 研究方法

質問紙調査の項目の見直しは、研究代表者及び研究分担者で、以下の事項を基本的な考え方として議論した。

- ・対象者は第1期調査に続いて2回目の受診

者が中心であるが、初回の受診者も想定する。

- ・第1期調査で精神健康度の指標と関連の見られたストレス関連因子は、引き続き調査する。
- ・第1期調査の結果分析で、さらに確認することが望ましいと考えられた事項を加える。
- ・最近の重要な知見を取り入れる。
- ・全体としての分量は、第1期の質問紙から大きく増やすことはしない。

2021年度は、福島県、神奈川県、東京都、千葉県のみにおいて会場型面接調査が企画され、構造化面接の実施に先立ち課題を整理した。2021年度の会場型健康調査は、福島県では公益財団法人福島県労働保健センターにより同センターいわき健診プラザにおいて2021年12月21日（火）、2022年1月25日（火）、同年2月1日（火）の計3回、神奈川県ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般社団法人京浜保健衛生協会の検査実施により新横浜グレイスホテルにおいて、2022年1月8日（土）、同年1月22日（土）、同年2月3日（木）の計3回、東京都ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般財団法人産業保健協会の検査実施によりサンシャインシティ文化会館において2022年2月12日（土）の1回、千葉県では東京会場と同様の実施体制により千葉県文化会館において2022年2月19日（土）の1回、合計8回、いずれも午前半日での会場型健診が企画、実施された。

2022年度は、2021年度と同様の体制で、公益財団法人福島県労働保健センターの会場運営と検査実施により、同センターいわき健診プラザ（以下、福島会場）において2022年12月20日（火）、同21日（水）、2023年2月7日（火）、2023年2月21日（火）の計4回、神奈川県ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般財団法人産業保健協会の検査実施により、新横浜グレイスホテル（以下、横浜会場）において2022年10月15日（土）の1回、千葉県では横浜会場と同様の実施体制により、千葉県文化会館において2022年11月26日（土）の1回、合計6回、いずれも午前半日での会場

型健診が企画、実施された。

2023年度は、福島県と東京都の1都1県において会場型面接調査が企画され、福島会場では、2023年12月21日（木）、同年2月27日（火）、同28日（水）の3回、東京都では、一般社団法人日本予防医学協会による会場運営と検査実施により、同協会ウェルビーイング毛利（以下、東京会場）において、2024年1月13日（土）、同2月17日（土）の2回、合計5回、いずれも午前半日での実施が計画されている。これらの実施計画を踏まえて下記5点について、実施機関と議論し、課題を整理した。

- 1) 構造化面接の実施者の養成・確保
- 2) 会場運営・対象者対応
- 3) 調査備品一式管理
- 4) 精度管理
- 5) 実施計画等の情報共有

なお、構造化面接調査の実施には、産業医科大学倫理委員会の承認を得た（H27-172）。

## C. 結果

### 1) 質問紙調査の再検討

第1期で測定した精神健康度の指標（心理的ストレス、睡眠障害、PTSD症状、アルコール使用障害）はいずれも重要であると判断され、評価を継続することとした。使用する尺度も第1期調査で用いた尺度が、使用実績・頻度と簡便性から最適であると考えられたため、今回も採用することとした。

以下に選定した調査票を列挙した。

#### a) 精神的健康

- ・心理的ストレス：K6<sup>2-3)</sup>
- ・アルコール使用障害：AUDIT（Alcohol Use Disorders Identification Test）<sup>4-5)</sup>
- ・睡眠障害：AIS（Athens Insomnia Scale）<sup>6-7)</sup>
- ・PTSD症状：IES-R（The Impact of Event Scale-Revised 改訂 出来事インパクト尺度）<sup>8-9)</sup>

#### b) ストレス関連因子

- ・スティグマ：第1期調査で作成された項目<sup>10)</sup>

- ・社会的支援：職業性ストレス簡易調査票<sup>11)</sup>を抜粋（日常生活場面（最近の仕事・生活場面）と緊急作業時に場面を分割）
  - ・ライフイベント：過去1年間の重大な経験4項目<sup>12)</sup>
  - ・ストレス対処行動：BSCP（Brief Scale for Coping Profile 勤労者のためのコーピング特性簡易尺度）<sup>13)</sup>
  - ・職業性ストレス：職業性ストレス簡易調査票<sup>11)</sup>により評価することとしたが、健診調査の間診票に採用されたため、本質問紙からは除外した。
  - ・首尾一貫感覚（sense of coherence: SOC）：SOC3-UTHS（University of Tokyo Health Sociology version of the SOC3 scale）<sup>14-15)</sup>
  - ・自尊感情（self-esteem）：Rosenberg 自尊感情尺度<sup>16)</sup>
  - ・自己効力感（self-efficacy）：特性的自己効力感尺度23項目版<sup>17)</sup>
  - ・レジリエンス（resilience）：CD-RISC2 項目版（The Connor-Davidson Resilience Scale）<sup>18)</sup>
  - ・生活・仕事満足度：職業性ストレス簡易調査票<sup>11)</sup>から抜粋
- c) その他
- ・身体化症状：SSS-8<sup>19)</sup>
  - ・緊急作業の入構日
  - ・緊急作業に従事した日数

## 2) 構造化面接の実施等

2020年度は、東京と大阪の2か所に分けて実施者要請研修を実施した。ただし、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止を徹底するため、開催会場、開催規模、開催方法について検討を重ね、実施した。10月31日（土）に大阪会場（公益社団法人関西労働衛生技術センター；大阪市）、11月7日（土）に東京会場（NNホール；東京都港区）の2日程で面接実施担当者の養成研修を実施した。同年度は、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止を徹底するため、開催会場を拡張または維持しつつ、開催規模を縮小し、実施した。そのため、同年度は、例年の約半数の23名（大阪会場7名、東京会場16名）が同研修を修了し、同年度までに計314名が修了した。

会場型健康調査は、調査対象者が集中する全国各所において実施される可能性を勘案し、任意の日程で全国的な対応が可能で、安定した調査精度を確保するため、構造化面接の実施者は専門機関に委託した。実施委託先は、全国規模の実施体制、精度管理体制、面接調査の実施実績、個人情報管理の4点を要件として、先行研究<sup>1)</sup>等を参考に複数社を選定し、最終的に全国規模調査の実績、公的調査及び学術調査の実施実績、WHO-CIDIの実施実績、機関としてのプライバシーマークの取得並びに調査員等の個人情報保護士等の資格保持の全てを満たした一般社団法人 新情報センター（以下、実施機関）に決定した。

2022年度の会場型健康調査は、いずれの会場も2021年度と同様の体制で、公益財団法人福島県労働保健センターの会場運営と検査実施により、同センターいわき健診プラザ（以下、福島会場）において2022年12月20日（火）、同21日（水）、2023年2月7日（火）、2023年2月21日（火）の計4回、神奈川県ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般財団法人産業保健協会の検査実施により、新横浜グレイスホテル（以下、横浜会場）において2022年10月15日（土）の1回、千葉県では横浜会場と同様の実施体制により、千葉県文化会館において2022年11月26日（土）の1回、合計6回、いずれも午前半日での会場型健診が企画、実施された。

2022年度も実施機関の面接調査従事者を対象にWHO-CIDIの実施者養成研修を行なった。本年度の実施者養成研修は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため、オンラインで1回のみ実施した。研修は、2022年10月1日（土）に福島会場の担当者3名、横浜会場及び千葉会場の担当者5名を対象に実施した。本年度の研修対象者は、全員が同研修を受講した経験があり、半数がWHO-CIDIの実施経験を有していた。また、本研究で使用するPC及び構造化面接調査システムの操作、並びに実査当日の運営、予定についても確認した。当日の資料を別添1として添付した。

2021年度に導入した調査備品の過不足、運用等について、実施機関と協議し、継続的に活用することとした。2021年度には構造化面接調査システムを確実に動作させ、安全に情報を管理するため、会場型健康調査における構造化面接専用のラップトップコンピューター等の調査備品一式をまとめて梱包できるケースを用意した。2022年度には、これらの備品の過不足と運用方法を議論した。備品の不足としてメモ用紙や筆記具等が挙げられ、備品を追加し、ケースに同包した。また、実査当日のデータ等の取り扱いについては、2021年度と同様に調査専用PCは実査終了直後に、研究本部担当者によりPCからデータを抽出、削除する運用方法を確認した。PCの管理についても協議し、2021年度は、調査ごとに分担研究者から専用ケースを発送、回収、返送していたが、横浜会場及び千葉会場を担当する実施機関の本社には備品一式を安全に管理できる施設を有していることから、物流の乱れによる調査への支障の懸念と運搬による損壊の懸念を考慮し、受発送を最小限にとどめ、2022年度の調査が完了するまで、実施機関にて管理する方式に変更した。

福島会場、横浜会場、千葉会場の実査における課題も整理した。2021年度の実績をもとに、各種検査の進捗速度は各会場・実施日によって異なり、受付開始から構造化面接までの到達時間や構造化面接に同時に到達する対象者の人数も異なり、設営開始時間の調整と対象者の待合スペースの確保が課題として挙げられた。2022年度は、設営開始時間を30分から1時間繰り上げて対応し、対象者が受検を待つスペースと椅子を確保した。2022年度の実査では、福島会場は、健診施設の一室にパーティションで区切った2つの構造化面接ブースを設け、2名の調査担当者、1名の運営担当で約20名/日の対象者に面接調査を実施した。横浜会場及び千葉会場では、貸会議室等の会場を借り、会場手配等の運営をバイオコミュニケーションズ株式会社に委託し、各種検査の実施を研究協力機関が担った。両会場とも、検査会場の一角にパーティションで区切った3つの構造化面接ブー

スを設け、3名の調査担当者、1、2名の運営担当で、約30名/日の対象者に面接調査を実施した。いずれも円滑に運営され、対象者が構造化面接の受検を待つこともほぼなく、待つ場合にも5分未満で案内することが可能であった。また、2021年度には、構造化面接が一連の検査の最後に配置されていたことから、最後尾の受検者数名が構造化面接の受検を待つ間や受検中に、各種検査ブースの撤収の音が面接調査の妨げになる場合が散見されたが、2022年度は研究協力機関の協力の下、十分な配慮が得られた。

2022年度までは、実施機関の面接調査従事者を対象にWHO-CIDIの実施者養成研修を行なったが、2023年度は同様の研修は企画しなかった。2023年度の調査実施者は、2021年度から変わりがなく、2021年度と2022年度に各1回ずつ、計2回、同じ研修を受講している。また、同時期に、本研究以外でもCIDIの調査を受託し、使用実績を重ねていたことから、2023年度は実施者養成研修の実施を見送った。実施者養成研修に代えて、実施前の確認と実施後の実施状況並びに課題等の報告を受け、対応を協議する方法に変更した。

これらの報告・協議は、疑問点を即座に確認し、実施後も速やかに報告、協議するために、ビジネスチャット上で実施することとした。ビジネスチャットツールはSlackを採用し、実施期間と情報共有するための専用チャンネルを設けた。

## D. 考察

### 1) 質問紙調査

質問紙調査は、1期と大幅な変更はなく、若干の項目を追加するに留められたため、受診者の負担は大きくは変わらないと考えられる。

IES-Rは、PTSDのスクリーニングとしての機能には批判があるが<sup>20)</sup>、代替し得る尺度が見いだせなかった。例えば、PCL(PTSD Checklist)は日本語版が開発、標準化されているが<sup>20)</sup>、PCLを用いた研究報告はまだ少なく、本調査では、時期尚早であると判断された。ま

た、第1期調査で受診していない新たな受診者が少なからず存在する点も考慮し、引き続きIES-Rを用いることが決定された。

他の精神的健康に関する評価の必要性では、チェルノブイリ事故のフォローアップによって指摘された身体化症状<sup>21)</sup>を取り上げることが議論された。日本語版が作成されているSCL-90-Rの身体化項目(12項目)<sup>22)</sup>、SSS-8<sup>19)</sup>が候補としてあげられた。本調査では、簡便性を重視し、SSS-8<sup>19)</sup>を採用することとした。

ストレス関連因子は、第1期調査において。精神的健康の4つの指標のいずれとも何らかの関連が認められ、職場のメンタルヘルス関連の調査研究で多く用いられているため、すべて評価を継続することとした。使用する尺度についても、他により適切であると考えられる新しい尺度が認められなかった点、新規の受診者の存在が想定される点から、第1期調査と同一のものを採用することとした。

## 2) 面接調査

2022年度に実査を終えた福島会場、横浜、千葉会場の3会場では、関係機関の連携により、いずれも円滑に実施された。構造化面接ブースでの対象者の滞留もなく、対象者数と検査の進捗に対して適切な調査担当者数が確保できていたことが確認された。2021年度の実績を踏まえて、設営開始時間等を繰り上げたことから、予約よりも早い来場者や想定よりも進捗の早い対象者にも漏れなく対応できた。また、2021年度に対象者から会場の撤収の騒音に不快感が示された事案についても、2022年度は研究協力機関の配慮により、面接調査に適した音環境が確保できた。

会場型健康調査における構造化面接の実施は、研究協力機関の負担を軽減し、持続可能な方法と考えられる。2022年度は2021年度の課題を踏まえて、実施機関の調査員も、原則として同機関の非常勤調査員ではなく、常勤の調査員のみを当てたことにより、実査当日以外の情報の周知や調査方法の均質化が容易になった。また、2022年度は、調査の課題等を逐次、共有し、速やかに対応するため、実施機関と分担

研究者が参加するビジネスチャットツールSlackを導入し、面接調査の運営等の改善を協議する機会を確保した。これらの改善を経て、会場型健康調査における構造化面接を専門調査機関に委ねることにより、高い精度を保持したまま、円滑な実査体制を整備できた。

2023年度に一部の実査を終えた福島会場、東京会場の2会場でも、関係機関の連携により、いずれも円滑に実施された。構造化面接ブースでの対象者の滞留もなく、対象者数と検査の進捗に対して適切な調査担当者数が確保できていたことが確認された。

会場型健康調査における構造化面接の実施は、研究協力機関の負担を軽減し、持続可能な方法と考えられる。2023年度の東京会場における調査では実施機関の調査員も、原則として同機関の非常勤調査員ではなく、常勤の調査員のみを当てたことにより、ビジネスチャットツールを用いて、実査当日以外の情報の周知や調査方法の均質化が容易になった。会場型健康調査における構造化面接を専門調査機関に委ねることにより、高い精度を保持したまま、円滑な実査体制を整備できた。

## E. 結論

会場型健康調査における構造化面接調査は円滑に実施可能であり、同様の方法の全国的な波及が期待される。2023年度も、2022年度の調査実績を踏まえて各種課題の改善を試み、円滑かつ確実に実査が進行している。会場型健康調査における調査専門機関による実査は、研究協力機関の負担軽減にも寄与していると考えられ、面接調査の持続可能性を高める方法であることが示唆された。

## F. 参考文献

- 1) 川上憲人：厚生労働省厚生労働科学研究費補助金・国立研究開発法人日本医療研究開発機構障害者対策総合研究開発事業 精神疾患の有病率等に関する大規模疫学調査研究：世界精神保健日本調査セカンド 総合研究報告書. 2016

- 2) Kessler RC, et al: Short screening scales to monitor population prevalences and trends in nonspecific psychological distress. *Psychol Med* 32, 959-976, 2002.
- 3) 川上憲人, 他: 成人期における自殺予防の対策のあり方に関する精神保健的研究. ころの健康科学研究事業 自殺の実態に基づく予防対策の推進に関する研究 平成16年度報告書.
- 4) Babor TF, et al: AUDIT: The Alcohol Use Disorders Identification Test: Guidelines for Use in Primary Health Care. World Health Organization, Geneva, 1992. NFER-NELSON, 1988.
- 5) 廣尚典, 島悟: 問題飲酒指標 AUDIT 日本語版の有用性に関する検討. *日アルコール・薬物医学会誌* 31, 239-252, 1996.
- 6) Soldatos CR, et al: Athens Insomnia Scale: validation of an instrument based on ICD-10 criteria. *J Psychosom Res* 48, 555-560, 2000.
- 7) Okajima I, et al: Development and validation of the Japanese version of the Athens Insomnia Scale. *Psychiatry Clin Neurosci* 67, 420-425, 2013.
- 8) Weiss DS, Marmar CR: The Impact of Event Scale-Revised, In *Assessing Psychological Trauma and PTSD*. Edited by Wilson JP, Keane TM, pp399-411, Guilford Press, New York, 1997.
- 9) Asukai N, et al: Reliability and validity of the Japanese-language version of the impact of event scale-revised (IES-R-J): four studies of different traumatic events. *J Nerv Ment Dis* 190, 175-182, 2002.
- 10) Shigemura J, et al: Associations between disaster exposures, peritraumatic distress, and posttraumatic stress responses in Fukushima Nuclear Plant workers following the 2011 nuclear accident: the Fukushima NEWS Project study. *PLOS ONE* 9(2), e87516, 2014.
- 11) 下光輝一, 小田切優子: 職業性ストレス簡易調査票. *産業精神保健* 12, 25-36, 2004.
- 12) Inoue A, et al: Organizational justice and psychological distress among permanent and non-permanent employees in Japan: a prospective cohort study. *Int J Behav Med* 20, 265-276, 2013.
- 13) 影山隆之: 労働者のストレスとコーピング特性 BSCP による評価. *産業精神保健* 19, 290-295, 2011.
- 14) Antonovsky A: *Unravelling the mystery of health. How people manage stress and stay well*. Jossey-Bass, San Francisco, 1987.
- 15) 山崎喜比古: ストレス対処能力 SOC とは. 山崎喜比古, 他編, *ストレス対処能力 SOC*. pp 3-24, 有信堂高文社, 東京, 2008.
- 16) Rosenberg M: *Society and adolescent self-image*. Princeton Univ. Press, 1965.
- 17) Sherer M, et al: The self-efficacy scale: Construction and validation. *Psychol Rep* 51, 663-671, 1982.
- 18) 齊藤和貴, 岡安孝弘: 最近のレジリエンス研究の動向. *明治大学心理社会学研究* 4, 72-83, 2009.
- 19) Matsudaira K, et al.: Development of a Japanese version of the Somatic Symptom Scale-8: Psychometric validity and internal consistency. *Gen Hosp Psychiatry* 45, 7-11, 2017.
- 20) Ito M, et al: Posttraumatic stress disorder checklist for DSM-5: Psychometric properties in a Japanese population. *J Affect Disord* 247, 11-19, 2019.
- 21) Laidra K, et al: Mental health and alcohol problems among Estonian cleanup workers 24 years after the Chernobyl accident. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 50, 1753-1760, 2015.
- 22) Tomioka M, et al.: The reliability and validity of a Japanese version of symptom checklist 90 revised. *Biopsychosoc Med* 2, 19, 2008.

**G. 研究発表**

なし

**H. 知的財産権の出願・登録状況**

なし

**I. 研究協力者**

下田陽樹（岩手医科大学）

日野重弥子（産業医科大学）

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」CIDI研修

WHO 統合国際診断面接トレーニング  
WHO 統合国際診断面接(WHO-CIDI)について

2022年度オンライン研修

## 診断基準


- ICD(International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems): 疾病及び関連保健問題の国際統計分類
- DSM(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders): 精神障害の診断と統計マニュアル
- 操作的診断: 臨床症状に依存して診断せざるを得ない精神疾患に対し、信頼性の高い診断を与えるために、明確な基準を設けた診断

## WHO-CIDI version3.0とは

- 目的  
生活史におけるエピソードを聞き取り、ICD-10とDSM-IVに基づいて精神障害をアセスメント(“診断”)すること
- 特徴
  - ・非医療者による精神障害のアセスメントが可能
  - ・操作的診断に基づく構造化面接
  - ・包括的なアセスメント項目
    - ：精神障害の既往・現在の症状、重症度、社会機能、受療状況、服薬状況など
  - ・紙版/コンピューター版の選択が可能
  - ・インタビューの標準化(トレーニングの義務づけ)

## CIDI 精神保健疫学調査の限界に挑む

- 精神保健に関する大規模な地域調査を！  
→トレーニングを受ければ誰でも面接できる
- “正確な”精神障害の“診断”を！  
→構造化された面接票  
→正確な回答を得るための工夫の数々  
→誰が面接しても同じ回答が得られる



CIDIトレーニング


### CIDI 3.0 によって診断できる精神障害

生涯、過去12か月間の精神障害の有無(WMHJ2)

1. うつ病	6. 全般性不安障害
2. 躁病	7. 物質乱用・依存
3. パニック障害	8. 心的外傷後ストレス障害
4. 社会不安障害	
5. 広場恐怖	

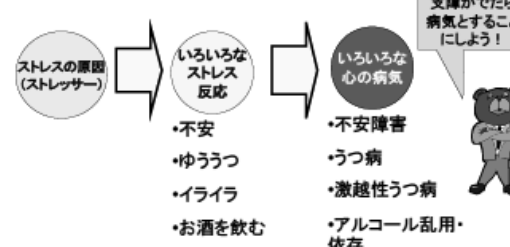
<その他>  
自殺、サービス利用、人口統計学的要因、精神病性障害、慢性疾患、雇用状態、経済状態

### ストレスと健康の考え方



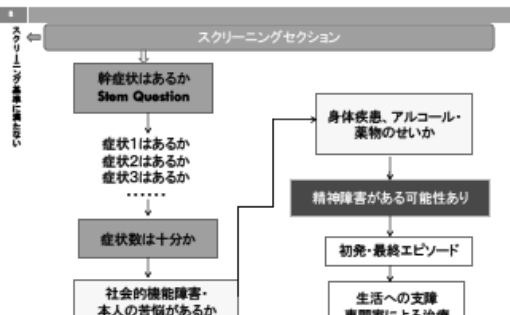
ストレスの原因 (人間関係、リストラ、いじめ、暴力、お金) → ストレスと認性 → ストレス反応 → 持続 → 心の病気、体の病気

ストレスと心の健康には人によっていくつかのパターンがあるようです。



生活や仕事に支障がでたら病気とすることにしてしよう！

### CIDI 3.0における診断ロジック




スクリーニングセクション  
幹症状はあるか Stem Question  
症状1はあるか 症状2はあるか 症状3はあるか ……  
症状数は十分か  
社会的機能障害・本人の苦悩があるか  
身体疾患、アルコール・薬物のせいかな  
精神障害がある可能性あり  
初発・最終エピソード  
生活への支障 専門家による治療

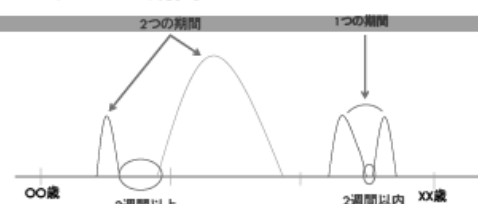

調査では便宜的に病気の名前を使って調査内容を表現しますが、病名だけの調査をしているわけではありません。



スクリーニングセッション	各セッションの主な構成
<p>□ SC.21 これまでに、一日の大半を悲しい、むなしい、あるいはゆううつな気持ちで過ごし、それが数日以上続いた時期がありましたか。</p> <p>□ SC.22 これまでに、自分の人生がどうなるのか考えて一日の大半をとても迷んだ気分で過ごし、それが数日以上続いた時期がありましたか。</p> <p>□ SC.23 これまでに、仕事、趣味、人との付き合いなど、いつもなら楽しめていたことにほとんど興味がなくなり、それが数日以上続いた時期がありましたか。</p> <p>➡ 「はい」が1つでもあれば、うつ病セッションへ進み詳細なアセスメントを行う</p>	<p>① 症状のアセスメント(症状の数、期間、程度)</p> <p>② 社会機能障害・本人の苦悩</p> <p>③ 身体的原因 : アルコール薬物 : 身体疾患</p> <p>④ 初発・最終エピソード</p> <p>⑤ 専門家への相談、受療歴</p>
<p><b>診断例: DSM-IV 大うつ病エピソード</b></p> <p>□ A. 以下の症状の内5つ以上が同じ2週間のうち存在している。これらの症状の内少なくとも1つは(1)または(2)である。</p> <p>- (1) 抑うつ気分, (2) 興味、喜びの減退, (3) 体重、食欲の減退または増加, (4) 不眠または睡眠過多, (5) 精神運動性の焦燥あるいは制止, (6) 易疲労性, 気力の低下, (7) 無価値感、罪責感, (8) 思考力や集中力の減退, (9) 希死念慮</p>	<p><b>診断例: DSM-IV 大うつ病エピソード</b></p> <p>□ B. 症状は混合性エピソードの基準を満たさない。</p> <p>□ C. 症状が著しい生活以上の障害を起こしている。</p> <p>□ D. 症状は物質や一般身体疾患によるものではない。</p> <p>□ E. 症状は死別反応ではうまく説明されない。</p>

セッション構成例: D(depression) セクション	注意を要する構成の特殊性
<p>① 症状のアセスメント(D1~D26: 数、程度、期間) * 期間については、下記のいずれかを満たすものとする - 2週間以上 - 毎月3日以上かつ1年以上</p> <p>② 社会機能障害・本人の苦悩(D28)</p> <p>③ 身体的原因(D29)</p> <p>④ 初発・最終エピソード(D37~D50)</p> <p>⑤ 専門家への相談、受療歴(D72~D87)</p>	<p>□ はじめに①で「最悪だったエピソード」について詳細に質問した後、④で改めて初発・最終エピソードの時期、最長のエピソード、一年以上続くエピソード、過去のエピソードの数等について質問している</p> <p>□ 回答者は何度も同じ質問を受けている気分になってしまうことがあるが、実際は異なる視点から過去のエピソードについて尋ねている(結果として同じエピソードについて尋ねることはあり得る)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">調査者は、今自分がどのエピソードについて尋ねているのか、常に把握していることが望ましい</p>
<p><b>参考: ④(D37~D50)内構成</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>① 初発エピソード(D37)</p> <p>② 最近のエピソード(D38)</p> <p>③ 最も長いエピソード(D39)</p> <p>④ 1年以上続くエピソード - 数日以上、毎月のように(D41-43) - ほぼ毎日、1年以上(D46-D50)</p> </div>	<p><b>① 症状のアセスメント(期間・程度)</b></p> <p>□ D12. 今までに、ほとんど一日中、悲しくなることがほぼ毎日、2週間以上続いた時期はありましたか。 → 3日未満の場合は、次のセッションへ</p> <p>□ D16. あなたの悲しみが最もひどく、かつ頻繁にあった、2週間以上続いた時期について思い出して下さい。 その時期には、悲しい気分は、ふつう1日のうちどれくらい続きましたか。 1日のうち、1時間未満でしたか、1~3時間でしたか、3~5時間でしたか、あるいは5時間以上続きましたか? → 1時間未満の場合は、次のセッションへ</p> <p>□ D17. そのような期間、あなたの精神的な苦しみはどの程度でしたか。軽かったですか、中くらいでしたか、ひどかったですか、あるいはとてもひどかったですか。 → 「精神的苦悩」が軽い、または全くなかった場合 (次の質問)は、次のセッションへ</p>

<p><b>① 症状のアセスメント(症状の数)</b></p> <p>17</p> <p>□ D24a. 以下の質問に答える際には、あなたの悲しみおよびその他の問題が最もひどく、かつ多かった2週間以上続いた期間について思いだして下さい。以下のそれぞれについて、その期間にそのことがほぼ毎日、ほとんど1日中、起きたかどうか答えて下さい。</p> <p>□ D24a. ほぼ毎日、ほとんど1日中悲しい、むなしい、またはゆううつだと感じましたか。</p>	<p><b>② 社会機能障害・本人の苦悩</b></p> <p>18</p> <p>□ D28. その期間に、悲しいこと、およびこれらのその他の問題のためにあなたの仕事、地域や職場での対人関係、あるいは個人的な関係にどれくらい支障がありましたか。</p> <p>全くないですか、少ししかないですか、いくらかですか、たくさんですか、あるいは非常にですか。</p> 
<p><b>③ 身体的原因による症状の除外</b></p> <p>19</p> <p>□ D29a. このような期間は、身体の病気やけが、薬やアルコールを使うといったような身体的な原因のために起こることがあります。これまでに、悲しみがあつた期間は、そのような身体的な原因のために起きたことがありますか？</p> <p>□ D29b. このような期間は、いつも身体的な原因のために起きましたか？</p> <p>□ D29c. その身体的な問題とは何だと思えますか。簡単に話してください。</p>	<p><b>④ エピソードの時期</b></p> <p>20</p> <p>□ D38</p> <p>次の質問で、「期間」という時には、あなたがほとんど毎日悲しいと感じ、かつその他の問題のいくつかがあつた、2週間以上続いた期間のことです。2週間以上続けてこれらの問題がなくなった時、その期間が終わつたとします。このことを頭に入れて考えて下さい。過去12カ月間に、こうした期間は合計何回ありましたか？</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>①初発エピソード ②最近のエピソード ③最も長いエピソード ④1年以上続くエピソード</p> </div>

<p><b>エピソードの期間</b></p> <p>21</p>  <p># 診断基準(症状の数と持続期間、障害の程度)を満たす時期 # エピソードとエピソード間には、症状の無い一定の期間が必要(疾患により異なる)</p>	<p><b>⑤ 専門家への相談、受療</b></p> <p>22</p> <p>□ D72. これまでに悲しみについて、医者または他の専門家に相談したことはありますか？(専門家とは、心理学者、カウンセラー、宗教家、漢方医、鍼灸医、他の治療の専門家を意味します。)</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>初めて専門家に相談した時期(年齢) 効果的な治療に出会うまでの期間・受診回数 過去12カ月間の受診の有無 入院経験の有無と入院時の年齢</p> </div> 
<p><b>⑤ 専門家への相談、受療</b></p> <p>23</p> <p>《 専門家・治療の定義 》</p> <p>□ 医師：医学部を卒業し、医師免許を持っている医師</p> <p>□ その他の専門家：心理学者、カウンセラー、宗教家、漢方医、鍼灸医、他の治療の専門家</p> <p>□ 治療：感情的な問題に対する専門家の診察や専門家の監督下で処方された投薬・与剤のこと</p>	



### インタビューの実際 一般的なルールと注意すべき回答への対応

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」C101研修  
2021年度オンライン研修

#### 一般的なルール 1

- ・黒い文字を対象者に向かって読み上げ、対象者の回答を数字（場合によっては文字）で入力する
- ・青い文字は調査員向けの指示なので読まない
- ・（カッコ）に入った文章は、必要がある時だけ読む

#### 一般的なルール 2

- 質問は全文を読み上げる
- 質問や選択肢の読み上げが中断された場合
  - 回答者の発言を受け止め、その後全文を読み上げる
- 回答者が質問や選択肢を正しく理解していないと予測された場合
  - 質問全文またはすべての選択肢を再度読み上げる
  - 回答者が質問の1部のみ繰り返すように希望した場合は、1部のみ繰り返しても良い
  - 回答者が1つの選択肢を繰り返すように希望した場合は、すべての選択肢を読む（該当しないことが明白な選択肢は読まなくても良い）

#### 一般的なルール 3

- 用語の意味を尋ねられた場合は、説明はせずに「回答者自身の定義」に依って回答を得る
- 選択式の質問において、条件付きの回答を得た場合には、メモ機能を使って記録を残しておく場合もある
  - ：「もし～なら」「～の時を除いて」「～だけど」

#### 一般的なルール 4

##### <注意すべきキーワード>

**頻度:** しばしば、よく、いつも  
**強度:** いくらか、かなり、非常に  
**期間:** これまでに、常に・ずっと

→質問文を読み上げる際には、以上の語句を強調して（ゆっくり・はっきり）と発音する

#### フィードバックの心得 ～味気ないインタビューを心地よく

- > 同じ質問が続く、回答に悩む、その他適宜
  - 「ありがとうございます」
  - 「はい、わかりました」
  - 「思いたすのは、大変ですね」
  - 「貴重な情報をありがとうございます」
  - 回答をくりかえす
- > お待たせしたり、確認が必要な場合
  - 「少し記録させてください」
  - 「今何った事を確認させていただけますか」

#### 注意すべき回答への対応 1

##### <時期・期間・程度に関する質問>

回答者が正確な時期・頻度を思い出せず、大体の範囲を回答した場合

→「一番近いと思うのはいつ（何歳）ですか?」「どちらの方が近いですか?」と聞いてみる

正確な時期を伝えることができない場合

→最初に症状を経験した時期については、その範囲のうち1番早い時期

→最後に症状を経験した時期については、その範囲のうち1番最近の時期

正確な期間・程度を回答できない場合

→1番長い時期、重い程度

#### 注意すべき回答への対応 2

##### “わかりません”

- ・もう1度聞く（質問文を繰り返す）
- ・症状についての“わかりません”は再度聞きなおさないこと→「いいえ」を選択（すぐに思い出せない場合は、症状が無かったか、思い出せないくらい軽微だったと考える）

##### 状態に関する判断

- ・回答者にとって通常とは異なった症状や行動かどうかに基づいて判断する
  - ・ 例「いつもより悪るのが特徴でしたか?」
  - ・ 例「私はいつもそう（悪るのが特徴）なんですよ」
  - ・ 例「いつもより悪るのが特徴でしたか?」

### 注意すべき状況への対応

回答者が回答に詰まっている場合

→「全般的なルール2」の例と同様に質問全文を繰り返し、面接者の主観による説明は極力避けることが望ましい

→積極的な説明よりも沈黙で回答を促す

回答者がPCの画面を見せることを求めた場合

→基本的には丁寧にお断りする、面接者の質問に対して回答する形式が守られることが望ましい

### ロールプレイ 1（時々）

D1. あなたは面接の前半で、ほとんど1日中、悲しかったり空しかったり憂鬱と感じたりした時期が何日も続いたことがあると言いました。そのような期間に、自分の人生がどのようなようになるかについて落胆したことはありましたか？

- ・はい ..... 1
- ・いいえ ..... 5 \* D1bへ
- ・わからない ..... 8 \* D1bへ
- ・拒否 ..... 9 \* D1bへ

回答者: 「時々、そんな風に感じました」

### ロールプレイ 2（時々）

D1. あなたは面接の前半で、ほとんど1日中、悲しかったり空しかったり憂うつと感じたりした時期が何日も続いたことがあると言いました。そのような期間に、自分の人生がどのようなようになるかについて落胆したことはありましたか？

回答者: 「時々、そんな風に感じました」

⇒『あった』ので“はい”(1)にチェック

D26 L. ほぼ毎日、話し方や動作が普段より遅くなりましたか？

- ・はい ..... 1
- ・いいえ ..... 5
- ・わからない ..... 8
- ・拒否 ..... 9

回答者: 「ん〜、時々ですね」

D26 L. ほぼ毎日、話し方や動作が普段より遅くなりましたか？

回答者: 「ん〜、時々ですね」

⇒ほぼ毎日 そうだということが確認できていないので、“ほぼ毎日”を強調してもう一度質問する

### ロールプレイ 3（わかりません）

D26j. その数日間の中に、たいして働いたわけでもないのに、ほぼ毎日、疲れあるいは気力の無さを感じましたか？

回答者: 「わかりません」

D26j. その数日間の中に、たいして働いたわけでもないのに、ほぼ毎日、疲れあるいは気力の無さを感じましたか？

回答者: 「わかりません」

⇒症状については再度聞きなおさず、  
“いいえ”(5)にチェック

### ロールプレイ 4（状態の変化）

D26a. その2週間の期間に、ほぼ毎日、いつもより考える速度がずっと遅くなったり、考えがまとまらなかつたりしましたか？

- ・はい (1)
- ・いいえ (5)
- ・不明 (8)
- ・拒否 (9)

回答者: 「いつも考えがまとまらなくて困っています」

<p>D26a. その2週間の期間に、ほぼ毎日、いつもより考える速度がずっと遅くなったり、考えがまとまらなかつたりしましたか？</p> <p>回答者: 「いつも考えがまとまらなくて困っています」</p> <p>⇒ 「いつもより考える速度がずっと遅くなったり、考えがまとまらなかつたりしましたか？」と再度聞く</p>	<p>ロールプレイ 5 (発症時期)</p> <p>SU30. 初めて同じ年にこれらの問題のうち3つ以上が起こったのはいくつの時でしたか？</p> <p>回答者: 「15か16(歳)の時でした」</p>
<p>SU30. 初めて同じ年にこれらの問題のうち3つ以上が起こったのはいくつの時でしたか？</p> <p>回答者: 「15か16(歳)の時でした」</p> <p>⇒ 「どちらが(最も)近いですか？」</p> <p>⇒ 同じような回答なら、若い方の“15”とする</p>	<p>ロールプレイ 6 (時期・最後の症状)</p> <p>PD10d. 最後にこうした発作の1つが起こったのはあなたが何歳の時でしたか？</p> <p>回答者: 「多分、38か39(歳)だと思うんですけど、よく憶えていません」</p>

<p>PD10d. 最後にこうした発作の1つが起こったのはあなたが何歳の時でしたか？</p> <p>回答者: 「多分、38か39(歳)だと思うんですけど、よく憶えてません」</p> <p>⇒ 「どちらが(最も)近いですか？」と再度聞く</p> <p>⇒ 同じような回答なら、現在に近い(最近の)“39”と記入する</p>	<p>ロールプレイ 7 (頻度・程度)</p> <p>SU9. その年、お酒を飲む日はたいてい1日につき約何杯のお酒を飲みましたか？</p> <p>回答者: 「6杯か7杯ぐらい、その時々によりますね」</p>
<p>SU9. その年、お酒を飲む日はたいてい1日につき約何杯のお酒を飲みましたか？</p> <p>回答者: 「6杯か7杯ぐらい、その時々によりますね」</p> <p>⇒ 「どちらが(最も)近いですか？」と再度聞く</p> <p>⇒ 同じような回答なら、多い方の“7”とする</p>	<p>ロールプレイ 8 (期間)</p> <p>PD12. あなたの人生で、発作が少なくとも1回は起きた年はおよそ何年ありましたか？</p> <p>回答者: 「8年か10年ぐらいかなあ」</p>

## 資料 2


PD12. あなたの人生で、発作が少なくとも1回は起きた年はおよそ何年ありましたか？

回答者: 「8年か10年ぐらいかなあ」

⇒ 「どちらが(最も)近いですか？」と再度聞く

⇒ 同じような回答なら、多い方の“10”とする

Join at  
slido.com  
#658153



## コンピュータ支援面接 (CAPI) 使用方法

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究  
心理的影響調査分科会・CIDI実施者養成研修

1

## 面接の開始・終了

【開始：「構造化面接システム」を起動】

- デスクトップの「NEWS構造化面接システム」をダブルクリック

【面接】

- 回答は全て自動保存：「保存」操作は不要
- 全ての回答を入力後、「面接終了」が表示
- 「終了」をクリックすると、新規入力画面に移移

【終了：「構造化面接システム」を終了】

- 「その他 (O)」メニューで「終了 (X)」を選択

2

---

## 便利なキーのまとめ

- F2：メモの入力
- Ctrl + D：「不明」の回答を入力
- Ctrl + R：「拒否」の回答を入力

3

## 回答入力の基本

- 表示された黒字の質問文をそのまま読み上げる（青字は除く）
- キーボードやタッチパッドのタップで対象者の回答を入力する
- 入力したら、「次へ」ボタンをタップし、次の質問に進む
- ENTERキーでも次の質問に進める
- 何も入力しない場合は次の質問に進めない
- 妥当でない回答を入力した場合、エラーメッセージが表示される

4

## 1. 単純選択型

- 例) 1. はい
- 2. いいえ
  - キーボードから「1」または「2」を入力
  - 選択肢にない数字を入力しても、動作しない
  - 誤った数字を入力した場合は、正しい数字を再入力
  - タッチパッドから「1」または「2」をタップ

5

## 2. 数字入力型

- 数字の入力を求められる場合は、回答欄に数字を入力  
(例：「何回」「何日」「何歳」など)
- 「期間」などを問う一部の質問では、数字を入力後に単位を入力  
(日・週・月・年等)
- 範囲の逸脱や前の回答と矛盾する数字が入力された場合には、エラーメッセージが表示。「OK」をクリックまたはENTERキーを押してエラーメッセージを消してから、再入力

6

---

## 面接準備

- 面接前に「構造化面接システム」を起動
- 事前に、対象者のID番号、面接者番号を入力しておく
- 面接の中断後、当該対象者の面接を保留したまま、別の対象者の回答の入力は不可
- 別の対象者の回答を入力するには、中断した回答データを破棄（非推奨）

7

### 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 (NEWS: Nuclear Emergency Workers Study)

**目的:** 福島第一原発事故での放射線被ばくによる健康影響を長期追跡  
**対象:** 緊急被ばく線量限度が100mSvから250mSvに引き上げられた平成23年3月14日から同年12月16日までに東電福島第一原発で緊急作業に従事した者（緊急作業従事者：N=19,112）  
**測定:** 臨床検査（検尿検査）、甲状腺がん、白内障、被ばく線量推定、放射線生物学的研究、死因・がん発症調査、心理的影響  
**期待:** 被ばく線量が100mSv以下の緊急作業従事者の健康影響を把握、  
 広範囲被ばくの健康影響・発症の知見、放射線防護基準の改善、  
 緊急作業従事者の心理的影響の知見  
**資金:** 労災疾病臨床研究補助金事業（厚生労働省）

福島 - 福島県庁 21 階から 22 階まで 27 日連続実施。 調査期間中 調査対象者全員が 放射線防護管理センター  
 ©2023 Occupational Medical Health, Inc. Industrial Ecological Systems, Inc. Occupational & Environmental Health, Japan

### いわき会場 当日の実査予定

<b>臨床調査</b> ・ 8:00 開場 ・ 8:10 受付開始 8:10~ 5名、9:00~ 6名 10:00~ 6名、11:00~ 3名 (11:20受付終了) <b>受付→同意取得→問診→検査</b> → <b>構造化面接→終了</b> 受診者は、構造化面接終了後、受付を経ずに帰宅されます。	<b>構造化面接</b> ・ 8:30 会場集合 ・ 9:00 実査開始 ・ 14:00 調査終了見込み 受付後、同意確認と検査を受けるため、面接調査まで概ね1時間を要します。面接調査を辞退される場合があります。来診者が休憩を希望される場合、面接調査を13時以降に開始する可能性があります。
---	---

福島 - 福島県庁 21 階から 22 階まで 27 日連続実施。 調査期間中 調査対象者全員が 放射線防護管理センター  
 ©2023 Occupational Medical Health, Inc. Industrial Ecological Systems, Inc. Occupational & Environmental Health, Japan

---

### 横浜・千葉会場 当日の実査予定

<b>臨床調査</b> ・ 7:20 開場 ・ 7:25 受付開始 概ね5分間隔で受付（1時間約10人の子約） <b>総合受付→同意取得→健診受付</b> → <b>検査→構造化面接→総合受付</b> 受診者は、構造化面接終了後、総合受付にて交遊費等を精算し、帰宅されます。	<b>構造化面接</b> ・ 8:00 会場集合 ・ 8:20 実査開始 ・ 12:00 調査終了見込み 受付後、同意確認と検査を受けるため、面接調査まで概ね1時間を要します。面接調査を辞退される場合があります。来診者が休憩を希望される場合、誘導を中断し、面接調査を13時以降に再開する可能性があります。
---	--

福島 - 福島県庁 21 階から 22 階まで 27 日連続実施。 調査期間中 調査対象者全員が 放射線防護管理センター  
 ©2023 Occupational Medical Health, Inc. Industrial Ecological Systems, Inc. Occupational & Environmental Health, Japan

### EV 4基

福島 - 福島県庁 21 階から 22 階まで 27 日連続実施。 調査期間中 調査対象者全員が 放射線防護管理センター  
 ©2023 Occupational Medical Health, Inc. Industrial Ecological Systems, Inc. Occupational & Environmental Health, Japan





## 放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究―面接調査

研究分担者 真船 浩介 産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学 講師  
研究分担者 江口 尚 産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学 教授

### 研究要旨

「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」(2014～2018年度)における「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」(2019年度以降)における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」では、WHO 統合国際診断面接法(CIDI) コンピューター版面接(CAPI)のうつ病モジュールによりうつ病の有病率を評価した。

本報告では、2023年10月31日までの健診調査受検者のうち、面接調査により有効な回答が得られた3661名(男性3641名、女性3名、不明17名)を対象に分析した。その結果、DSM-IV-TRにおける「大うつ病性障害」(296.xx)の有病率は、最近1か月で0.2%(9名)、最近12か月で1.9%(68名)、生涯で7.0%(257名)と判定された。ICD-10における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」(F32.2、F33.2)の有病率は、最近1か月で0.1%(5名)、最近12か月で1.0%(38名)、生涯で3.4%(123名)と判定された。また、発災前にうつ病の既往がある群では、ない群に比べ、発災後のうつ病の発症が有意に多い傾向が示唆された。さらに、ICD-10を基準とした場合、実効線量が100 mSv以上の被ばく群で生涯有病率と発災後の罹患率が有意に高かった。また、本研究では、2021年度以降、面接調査を各研究協力機関での実施から、集合型会場調査での実施に、方法を変更し、実施者も多数の研究協力機関のリサーチコーディネーター各位から、CIDIの調査実績が豊富な専門調査機関に一括して委託して実施した。なお、2020年度以前と2021年度以降のベースライン調査の結果は、顕著な差異は認められず、安定した知見が得られた。

### A. 研究目的

本報告は、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原発事故の緊急対応作業に従事した放射線業務従事者を対象にうつ病所見の評価を目的とする。「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」(2014～2018年度:第1期調査)の「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」(2019～2023年度:第2期調査)における「放射線業務従事者の心理的

影響の評価に関する研究」では、世界保健機関統合国際診断面接法(WHO-CIDI) コンピューター版面接(CAPI)のうつ病モジュールを使用して、うつ病の所見を評価した。WHO-CIDIは、国際疾病分類(疾病及び関連保健問題の国際統計分類)第10版(International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: ICD-10)および米国精神医学会の精神疾患の診断・統計マニュアル第4版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental

Disorders, Fourth Edition, Text Revision: DSM-IV-TR) の診断基準に基づき、精神疾患を評価することを目的としている。CIDI は、一定の訓練を経た修了者が面接を実施する包括的な構造化面接法として大規模調査でも妥当性が確立されている<sup>1-2)</sup>。なお、米国精神医学会は、2013年にDSM-IV-TRからDSM-Vに診断基準を改訂し、国際保健機関も、2018年にICD10からICD11に疾病分類を改訂しているが、いずれの基準においても本研究で取り扱う「うつ病」は名称の変更や一部の除外基準が割愛される軽微な変更にとどめられていることから、既報と同じDSM-IV-TRとICD-10の基準を用いて解析した。

本報告では、2023年10月31日までに構造化面接調査を実施し、有効な回答が得られた者の結果を分析し、東電福島第一原発事故において緊急作業に従事した放射線業従事者のうつ病の有病率を評価した。また、発災以降の新規発症と発災以前の既往の再発の比較はプログラムを改良し、改めて評価した。なお、本報告では、ベースライン調査の結果のみを使用した。なお、本研究では、2020年度までは、各研究協力機関で実施者養成研修を受講されたりサーチコーディネーター各位が実施を担当していたが、2020年度の新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大に伴い、実施方法の大幅な変更が必要となった。そこで、2021年度は、各研究協力機関での調査から、多数の対象者を同一時間帯に募る集合型会場調査に実施方法を変更し、面接調査を実施した。また、実査の担当も、サーチコーディネーター各位から、CIDIの実施実績が豊富な専門調査期間に委託し、同機関により一括実施時に変更した。

## B. 研究方法

2016年12月から、「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」の一環として実施された健診調査を受検した放射線業務従事者のうち、研究参加の同意が得られた者を対象として、健診調査時に、WMH-CIDI

(CAPI) のうつ病モジュールを用いた調査を実施した。

本報告では、DSM-IV-TRにおける「大うつ病性障害」(296.xx) およびICD-10における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」(F32.2, F33.2) の2つの診断基準に基づき、面接結果を判定し、面接時を起点に、最近1ヶ月、最近12ヶ月の有病率と生涯有病率を算出した。また、東日本大震災の発災日(2011年3月11日)を基準に発災前のうつ病の既往の有無と発災後のうつ病の発症の関連を検討し、既往のオッズ比を算出した。さらに、実効線量とうつ病発症との関連を検討するため、緊急作業時の実効線量から、対象者を50 mSV未満、50 mSV以上100 mSV未満、100 mSV以上の3群に分類し、うつ病の有病率、災害後の初発および再発による有病率を比較した。有意水準は5%未満を基準とした。

本調査は、産業医科大学倫理委員会の承認を得て、実施された(H27-172)。

## C. 結果

2023年10月31日までに延べ4017名が面接調査を受検した。本報告では追跡調査の結果を除外し、分析対象は、3661名(男性3641名、女性3名、不明17名)で、平均年齢(標準偏差)は51.4(10.3)歳であった。

DSM-IV-TRにおける「大うつ病性障害(296.xx)」では、最近1か月の有病率は0.2%(9名)、最近12か月の有病率は1.9%(68名)、生涯有病率が7.0%(257名)と判定された。ICD-10における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード(F32.2, F33.2)」では、最近1か月の有病率は0.1%(5名)、最近12か月の有病率は1.0%(38名)、生涯有病率が3.4%(123名)と判定された(表1)。

発災後のうつ病の有病率は、DSM-IV-TR、ICD-10のいずれに基準でも、発災後の初発よりも、災害以前に既往があった再発が有意に高率であった(表2)。DSM-IV-TRとICD-10、それぞれの診断基準で、発災後の初発は既往がない者の2.8%(98名)、1.3%(45名)であっ

たのに対し、発災後の再発は既往のある者の41.1% (65名)、41.6% (32名)であった。既往によるオッズ比(信頼区間)は、DSM-IV-TRを基準とした場合で、24.28 (16.69 - 35.34)、ICD-10を基準とした場合で、55.92 (32.58 - 95.99)であった。

実効線量とうつ病所見の関連では、ICD-10の「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」の生涯有病率、災害後の初発(罹患率)において、100 mSv以上の群で有意に多かった(表3)。なお、ここでは、実効線量が推定できず、分類できなかった78名を除く3583名を対象に解析した。

#### D. 考察

本年度までに所見を判定した3661名におけるうつ病(DSM-IV: 296.xx, ICD-10: F32.2, F33.2)の1か月有病率、12か月有病率は、日本の一般人口の有病率<sup>3)4)</sup>と比較して、同程度であったが、生涯有病率は本報告でやや高値であった。2016年の日本人を対象とした大規模調査<sup>4)</sup>では、一般人口における男性の有病率は、DSM-IVで0.3% (最近1か月)、2.2% (最近12か月)、4.3% (生涯)、ICD-10で0.1% (最近1か月)、0.9% (最近12か月)、2.2% (生涯)と報告されている。本研究の対象者では、調査時点から過去1年以内のうつ病の発症は一般人口と相違ない可能性が示唆された。一方で、本研究の対象者の生涯有病率は、いずれの基準においても、一般人口と比べて1.5倍程度、高率であった。ただし、一般人口と就労状況や基本属性の相違を考慮できていないため、単純に比較できない。未測定の交絡要因の影響も排除できず、緊急作業と生涯有病率の関連は明らかにできない。測定できていない交絡要因のうち、時間によって変化しない安定的な要因については、追跡調査の蓄積後、固定効果モデルにより検討することが必要である。

発災以前にうつ病の既往がある群は既往のない群に比べ、発災後のうつ病有病率が有意に高く、うつ病の既往がある労働者が緊急作業に従事した場合は、緊急作業後も経過観察や継続的

な支援の重要性が示唆された。ただし、うつ病は再発リスクが高いことが明らかにされているが<sup>5)</sup>、一般人口と比較しても、本研究の対象者では、東日本大震災の前後で既往のリスクが顕著であるかは明らかにできていない。比較対照群の設定が困難であり、緊急作業による影響の精査は容易ではないが、今後、緊急作業の内容等による差異を検討することも必要と考えられる。

実効線量とうつ病有病率との関連はICD-10を基準とした場合にのみ、100 mSv以上の被ばく群の生涯有病率、発災後の初発の罹患率が有意に高かった。実効線量が高かった放射線業務従事者は、事故後早期の緊急作業や短期間での放射線の曝露を体験する場合も想定され、過酷な作業を体験した可能性がある。また、ICD-10の基準は、DSM-IV-TRと比べてやや重症のうつ病が該当するため、過酷な作業体験との関連も否定できない。ただし、100 mSv群の対象者は分析対象者の1.3%と少数であり、選択バイアスの影響も想定される。また、いずれの診断基準においても、100 mSv以上の曝露群では、発災前の既往の再発が多い傾向も認められたが、5%未満の有意水準は満たしていない。100 mSv以上の曝露群のデータの蓄積と精査が必要である。

2020年度以降に新たに追加された面接調査の結果は新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大後に得られたデータも含まれており、特に最近1ヶ月または12ヶ月の有病率の解釈には留意が必要である。しかし、本調査結果においては、2019年度以前の結果とほぼ同様の傾向が再現されており、COVID-19をはじめとする社会情勢による影響は軽微にとどめられたと考えられる。

また、本研究では、2021年度以降、面接調査を各研究協力機関での実施から、集合型会場調査での実施に、方法を変更し、実施者も多数の研究協力機関のリサーチコーディネーター各位から、CIDIの調査実績が豊富な専門調査機関に一括して委託して実施した。なお、2020年度以前と2021年度以降のベースライン調査

の結果は、顕著な差異は認められず、安定した知見が得られた。

## E. 結論

CIDI-CAPI うつ病モジュールから、DSM-IV「大うつ病性障害」(296.xx)の有病率は、最近1か月0.2% (9名)、最近12か月1.9% (68名)、生涯7.0% (257名)、ICD-10「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」(F32.2, F33.2)の有病率は、最近1か月0.1% (5名)、最近12か月1.0% (38名)、生涯3.4% (123名)と判定された。これらの知見は、実施方法を変更した2021年度の前後でも顕著な差異は認められなかった。発災前にうつ病の既往を有する労働者では、発災後のうつ病の有病率が高く、継続的な支援の必要性が示唆された。

## F. 参考文献

- 1) 島悟：精神症状の測定法：構造化面接。高橋三郎，花田耕一編：精神科診断基準。pp45-53, 金原出版, 東京, 1992.
- 2) 廣尚典, 重村淳：原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究一面接調査。厚生労働省労災疾病臨床研究事業 東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究 総合研究報告書 (研究代表者 大久保利晃)。Pp217-243, 2019.
- 3) Kawakami N, Takeshima T, Ono Y, et al.: Twelve-month prevalence, Severity, and treatment of common mental disorders in communities in Japan: The World Mental Health Japan 2002-2004 Survey. In The WHO World Mental Health Surveys. pp474-485, Cambridge University Press, New York, 2008.
- 4) 川上憲人 (主任研究者)：精神疾患の有病率等に関する大規模疫学調査研究：世界精神保健日本調査セカンド 総合研究報告書 (国立研究開発法人日本医療研究開発機構 障害者対策総合研究開発事業)。2016.
- 5) American Psychiatric Association: Diagnostic and statistical manual of

mental disorders. 4th ed., text rev., DSM-IV-TR. American Psychiatric Association, Washington, DC, 2000.

## G. 研究発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## I. 研究協力者

下田陽樹 (岩手医科大学)

日野亜弥子 (産業医科大学)

表 1. うつ病の所見 (N=3661)

	<i>N</i> (%)	<i>M</i> ( <i>SD</i> )	<i>Max</i>	<i>Median</i>	<i>Min</i>	<i>Mode</i>
<b>DSM-IV</b>						
1ヶ月有病者数	9 (0.2)					
12ヶ月有病者数	68 (1.9)					
生涯有病者	257 (7.0)					
発症年齢		37.6 (12.6)	73	38	2	40
災害後発症年齢	98 (2.7)	45.6 (10.3)	73	46	24.0	42
災害前発症年齢	158 (4.3)	32.6 (11.2)	58	34	2.0	40
最近の発症年齢		42.7 (11.9)	73	43	8	44
災害後再発年齢	65 (1.8)	46.6 (9.2)	63	47	27.0	44
症状持続期間 (年)		1.4 (2.4)	20	0.5	0.0	1
<b>ICD-10</b>						
1ヶ月有病者数	5 (0.1)					
12ヶ月有病者数	38 (1.0)					
生涯有病者	123 (3.4)					
発症年齢		37.0 (11.6)	64	37	4	40
災害後発症年齢	45 (1.2)	44.5 (10.0)	64	45	26.0	54
災害前発症年齢	77 (2.1)	32.7 (10.3)	58	34	4.0	40
最近の発症年齢		42.6 (11.7)	68	43	8	40
災害後再発年齢	32 (0.9)	47.9 (9.3)	62	47	30.0	44
症状持続期間 (年)		1.7 (2.8)	20	0.5	0.0	0.5

表 2. 災害前のうつ病の既往と災害後のうつ病発症の関連 (N=3504)

うつ病の既往	N (%)	OR	95% CI	
DSM-IV				
なし	98 (2.8)	1.00		
あり	65 (41.1)	24.28	16.69	– 35.34
ICD-10				
なし	45 (1.3)	1.00		
あり	32 (41.6)	55.92	32.58	– 95.99

OR：オッズ比、CI：信頼区間

表 3. 実効線量別のうつ病所見 (N=3583)

	実効線量			$\chi^2$	p	P of Fisher
	<50mSv	≥50mSv	≥100mSv			
	N=2557	N=151	N=38			
	N (%)	N (%)	N (%)			
DSM-IV						
1ヶ月有病者	9 (0.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0.71	.703	1.000
12ヶ月有病者	63 (1.9)	1 (0.5)	1 (1.9)	2.19	.335	.311
生涯有病者	231 (7.0)	16 (7.7)	6 (11.3)	1.67	.435	.371
災害後発症	91 (2.7)	3 (1.4)	3 (5.7)	3.01	.222	.169
災害前発症	139 (4.2)	13 (6.3)	3 (5.7)	2.30	.316	.244
災害後再発	54 (1.6)	7 (3.4)	2 (3.8)	4.75	.093	.056
ICD-10						
1ヶ月有病者	5 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0.39	.822	1.000
12ヶ月有病者	35 (1.1)	0 (0.0)	1 (1.9)	2.59	.273	.216
生涯有病者	113 (3.4)	3 (1.4)	5 (9.4)	8.32	.016	.021
災害後発症	41 (1.2)	1 (0.5)	3 (5.7)	9.30	.010	.027
災害前発症	71 (2.1)	2 (1.0)	2 (3.8)	2.04	.360	.304
災害後再発	27 (0.8)	1 (0.5)	2 (3.8)	5.84	.054	.115

## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 死因・がん罹患調査

研究分担者 小笹晃太郎 京都府立医科大学保健管理センター 特任教授  
研究分担者 祖父江友孝 大阪大学大学院医学系研究科社会医学講座環境医学 教授  
研究分担者 吉永 信治 広島大学原爆放射線医科学研究所放射線影響評価部門  
計量生物研究分野 教授  
研究分担者 溝上 哲也 国立国際医療研究センター臨床研究センター疫学・予防研究部  
部長

### 研究要旨

令和5年度10月までの本研究第1・2期を通算したベースライン健診受診者数は6,369人であり、調査対象者19,812人の32%となり、これらに加えて基本健診のみの受診者および郵送・ウェブサイトによって、対象者に関する情報収集や追跡等に同意した者は調査対象者の約4割となった。追跡結果の解析については、死亡の追跡に同意しなかった者を除く19,413人について人口動態統計情報により2011～2021年に721人の死亡を照合した。このうち2012～2021年の男性死亡について、日本全国の死亡率を基準とした標準化死亡比(SMR)の分析では、労働者は人口全体より健康である傾向による偏り(healthy worker bias)によると思われる、総死亡および慢性疾患における全国人口水準からの相対的な死亡率が低い傾向はみられるものの、それ以外は、おおむね同期間における日本全国の死亡状況からの逸脱はないと考えられた。がん罹患については全国がん登録情報との照合に同意した7,537人より2016年から2018年に、男性では総固形がんが140人、白血病・リンパ腫が10人未満、女性ではそれぞれ10人未満およびゼロ人に診断された。このうちの男性について日本全国の罹患率を基準とした標準化罹患比(SIR)の分析では、検診により発見されやすいがんの罹患が多い傾向が示されたが、症状等から臨床的に発見されることが多いがんの罹患は全国水準からおおむね逸脱していないと考えられた。

本集団では死亡・死因およびがん罹患の状況について日本人口全体からの大きな逸脱はなく、本研究の方法論を踏襲することによる情報収集に大きな漏れはないであろうと考えられた。今後も、引き続き対象者からの同意取得と、死亡・死因およびがん罹患情報の収集を継続して進める必要がある。

### A. 研究目的

死因・がん罹患調査では、緊急作業従事者の健康影響に関する疫学研究の対象者の追跡および生死の確認を行い、主要な帰結である死因およびがん罹患情報の収集を行うことを目的とする。

### B. 研究方法

対象者より、疫学調査におけるばく露、追跡および帰結に関する情報を収集する際に必要となる同意を、対象者のベースライン健診受診時、郵送およびウェブサイト等により取得する。番



号と項目は、現行のホームページ ([https://www.news.johas.go.jp/hp/cooperate\\_form.html](https://www.news.johas.go.jp/hp/cooperate_form.html)) に掲載されているものとした。番号は同意書からの抜粋のため欠番がある。

- (1) 所属企業等から緊急作業時の状況および被ばく線量、法定健診結果の提供を受けること。
- (4) 法律で定められた手続きに従い、住民票を照会すること。
- (5) 地域がん登録、または全国がん登録よりがん罹患情報の提供を受けること。
- (6) 過去および将来の法定健診結果を、健診実施機関より提供を受けること。
- (8) 将来、法律に定められた手続きにより、人口動態調査死亡票の情報の提供を受け死因を調べること。

甲状腺検査に関しては下記の同意を得ている(甲状腺がん調査分科会)。

- (7) 甲状腺検査を受けた医療機関より、精密検査結果および関連する診療情報の提供を受けること。

なお、ベースライン健診時以外にも基本健診受診時や web または郵送での同意取得も行っている。

追跡は、調査対象者の厚生労働省による現況調査、リサーチコーディネーター (RC) を通じた情報収集、および住民票照会により行う。あわせて統計法の規定に基づき人口動態調査死亡票の提供を受け、その情報と本研究の対象者の姓名、性別、生年月日等との照合による死亡対象者の抽出も行う。これらによって判明した死亡者について死因情報を収集する。定期的に対象者の居住する都道府県地域がん登録または全国がん登録 (国立がん研究センター) に対して研究対象者の名簿を提出してがん罹患情報を収集する。

本研究対象者集団が死亡・死因およびがん罹患においてどのような特性があるのかについて、日本全国を標準集団とした標準化死亡比・罹患比などの指標により評価する。なお、放射線被ばくの詳細な解析と評価については、線量

評価分科会において精度の高い個人線量推定が行われた後に行われる。

死因調査については、全対象者 (19,812 人) から同意を取得することはむずかしく、主に健診受診者からなる同意取得者のみの解析では、結果に健診受診に伴う重大な選択の偏りの生じる可能性がある。健診受診者等に生じる選択の偏りを評価するためにも、健診非受診者も含む全対象者を対象として収集可能な帰結を比較する必要がある。したがって、死亡・死因情報の利用については、同意しないと回答した者を除外 (opt-out) した対象者について人口動態統計との照合を行った。

令和 5 年度に統計法に基づき、2011 年から 2021 年末までの本研究対象者の該当する世代の日本全国の人口動態統計に基づく死亡者情報の交付を受けた。2011 年は 3 月に震災および事故が発生し 12 月まで緊急作業に順次参加した時期であるので、解析は 2012 年から 2021 年の期間について、暦年別の全国年齢別死因別死亡率を標準率とした標準化死亡比 (SMR) を、男性の表 1 に示す死因について求めた。また、暦年別の総死亡に関する SMR を求めた (表 2)。

がん罹患調査については令和 4 年度に、前記項目 (5) に同意のあった 7,537 人 (照合時点までの数、男 7526 人、女 10 人、性別不明 1 人) について、全国がん登録に対して 2016 年から 2018 年に診断された新生物 (ICD-10: C00~D48) の登録情報の利用申請を行い、情報の交付を受けた。その後、国立がん研究センターより公開されている情報に基づき、同期間の暦年別全国年齢別罹患率を標準率とした標準化罹患比 (SIR) を、男性の表 3 に示す部位について求めた。

(倫理面への配慮)

本研究では対象者への侵襲はない。非匿名化個人情報を含む研究資料については、がん登録等の推進に関する法律 (平成 25 年法律第 111 号)、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」(令和 3 年 3 月 23 日 文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第 1 号)、

および各施設の個人情報取扱規程等に従って取り扱い、外部への漏洩などの生じないように万全を期す。本分科会の調査および解析方法については、労働安全衛生総合研究所研究倫理審査委員会による審査・承認を受けた。

### C. 研究結果

第2期の令和5年10月31日までに新たにベースライン健診を受診した者は638人であり、そのうち上記各項目への同意状況は(1)が625人、(4)が612人、(5)が628人、(6)が629人、(7)が631人、(8)が544人であった。ただし、(8)への同意者は、2020年以後のベースライン健診時に回答した者と、それ以前のベースライン健診の受診後の他の機会(基本健診や郵送・ウェブサイト)に回答した者を含む。

その結果、調査開始時からの累計では、ベースライン健診受診者の総計は6,369人であり、そのうちの同意状況は、(1)が6,299人(同意割合99%)、(4)が6,238人(98%)、(5)が6,306人(99%)、(6)が6,319人(99%)、(7)が6,323人(99%)、(8)が4,804人(96%)であった。ただし、(8)への同意割合の母数は前述の理由によりベースライン健診受診者数とは異なる。

ベースライン健診未受診であるが、基本健診および郵送・ウェブサイトから取得したものを含む、同意者の総数と追跡対象者19,812人に占める割合は、(1)が7,912人(40%)、(4)が7,751人(39%)、(5)が7,849人(40%)、(6)が7,894人(40%)、(7)が7,884人(40%)、(8)が5,523人(28%)であった。

死因調査の解析では、調査対象者19,812人のうち、前記同意書の項目(8)において死因追跡に同意しないと回答した399人を除いた19,413人(男19,390人、女21人、性別不明2人)について人口動態統計の死亡者と照合した結果、男720人、女1人の死亡が照合された。厚生労働省が毎年実施する現況調査等によって判明した死亡者はここにすべて含まれていた。

SMRの解析を行った期間の総死亡数は710人であり、全死因のSMRが0.86であり有意に低かった(表1)。死因大分類別には、神経系(死

亡者数2人、SMR=0.11、以下同順)、循環器系(169人、0.84)、呼吸器系(26人、0.51)、筋骨格・結合組織(0人、0.00)、腎尿路生殖系(2人、0.18)で有意に低かった。有意に高いSMRを示した死因大分類はなかった。新生物全体のSMRは0.96、固形がんでは1.00と全国水準であり、リンパ腫、白血病および骨髄形成症候群(MDS)では有意差は見られなかった。ただし、リンパ腫以降では死亡者が少数である。

総死亡の時系列的なSMRを表2に示した。追跡早期である2016年までのSMRが有意に低かった。なお、追跡中の生存者の平均年齢は2012年では45.0歳(範囲17, 76歳)、2021年では53.7歳(範囲26, 85歳)であった。死亡者の死亡時年齢の平均は2012年では53.4歳(範囲22, 70歳)、2021年では64.9歳(範囲37, 77歳)であった。

がん罹患調査では、対象者からの第1原発(first primary)の悪性腫瘍罹患数は、男性では総固形がんが140例、白血病・リンパ腫が<10例、女性ではそれぞれ<10例およびゼロであった。男性の主要部位の罹患数を表3に示した。10例未満の数は非開示につき<10と表記する。

がん罹患のSIR解析では(表3)、男性の総固形がんが有意に高かった。胃、肝・胆・膵、前立腺、腎・尿路、甲状腺、および上皮内のがん(大腸および大腸以外)でSIRの点推定値が1.1以上(標準集団より10%以上高い)であり、前立腺、甲状腺、大腸の上皮内がんが統計学的に有意に高かった。一方、結腸～直腸および肺のがんではSIRの点推定値は0.9以下であった。その他の部位のがんおよび白血病・リンパ腫のSIRの点推定値は0.9～1.1の範囲にあった。

### D. 考察

同意取得に関する質問への回答者のなかでは、追跡および死因・がん罹患把握に関する同意率は高かった。今後は、まだ回答していない調査対象者からの同意取得を進める必要がある。また、死因およびがん罹患情報の収集を継

続して進める必要がある。

死亡および死因に関する SMR 解析において、総死亡および循環器系や呼吸器系疾患による死亡が全国に比べて少なかったことは、労働者集団は一般人口集団よりこれらの基礎疾患を持つ者が少ないという偏り (healthy worker bias) によると考えられた。追跡早期の総死亡の SMR が低く経時的に高くなることも、時間と共に上記の選択バイアス効果が低減されているためと考えられた。

これらの所見から、本追跡集団においては healthy worker bias はみられるものの、全体としてはおおむね日本全国の死亡状況からの逸脱はなく、現段階では本集団における死亡情報に関する大きな把握漏れはないと考えられた。

がん罹患状況について本解析で得られた SIR 値には、本対象者集団のもつ特性によるがんの発生および発見が日本全国に比べて高いか低いかわ、本対象者集団において発生して登録されたがん症例が今回の照合で漏れていないか、本対象者集団における放射線被ばく関連がんがどの程度含まれるかなどの多面的な意味がある。それらを考慮した上で、本研究対象者のがん罹患状況の全国との比較を考察すると、まず、対策型および任意型検診の行われている部位のがん罹患の多いことが示された。一方、その他の部位のがんや白血病・リンパ腫のように症状等から臨床的に発見されることが多いがんの SIR は全国水準から概ね逸脱していないと考えられた。

上記の所見からは、現段階では本集団におけるがん罹患について大きな把握漏れはないであろうと思われる。全国がん登録情報との照合では対象者ががんの診療を受けたときの住所情報が重要な役割を持つので、今後の対象者の継続的な追跡が重要である。なお、2015 年までの都道府県ごとの地域がん登録情報の利用については実務の問題もあり、今後の課題である。

## E. 結論

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究の健診参加者等からの追跡調査内容に関する

同意取得を継続して行った。死亡・死因に関する SMR およびがん罹患に関する SIR の分析からは、本集団においては、healthy worker bias の影響やがん検診による早期がん発見の影響はみられるものの、死亡・死因およびがん罹患の状況について日本人口全体からの大きな逸脱はなく、それゆえ、それらの情報収集について大きな漏れはないであろうと考えられた。

## G. 研究発表

なし

## H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

表 1. 死因別死亡数と標準化死亡比 (SMR)、男性、2012～2021 年

大分類	死因	ICD-10 コード	観察数	期待数	SMR (95%信頼区間)*
	全死因	A01-U99	710	820.4	0.86 (0.80, 0.93)
1 章	感染症	A01-B99	6	12.8	0.46 (0.17, 1.02)
2 章	新生物	C00-D48	306	316.1	0.96 (0.86, 1.09)
	固形がん	C00-C80,C97	290	289.1	1.00 (0.88,1.14)
	リンパ腫他	C81-C90,C96	5	11.5	0.43 (0.14, 1.01)
	白血病	C91-C95	6	8.7	0.68 (0.25, 1.50)
	骨髄異形性症候群	D46	3	2.2	1.35 (0.28, 3.95)
3 章	血液・造血系	D50-D89	0	1.9	0.00 $p=0.15$
4 章	内分泌他	E00-E88	14	16.4	0.85 (0.47, 1.43)
5 章	精神・行動	F00-F99	4	4.0	1.00 (0.27, 2.27)
6 章	神経系	G00-G98	2	17.5	0.11 (0.01, 0.41)
7 章	眼・付属器	H00-H59	0	0.004	0.00 $p=0.99$
8 章	耳・乳様突起	H60-H95	0	0.01	0.00 $p=0.98$
9 章	循環器系	I00-I99	169	198.9	0.84 (0.73, 0.99)
10 章	呼吸器系	J00-J98	26	50.1	0.51 (0.34, 0.76)
11 章	消化器系	K00-K92	45	49.3	0.91 (0.67, 1.22)
12 章	皮膚・皮下組織	L00-L98	1	0.9	1.14 (0.03, 6.35)
13 章	筋骨格系・結合組織	M00-M99	0	3.4	0.00 $p=0.03$
14 章	腎尿路生殖器系	N00-N99	2	11.0	0.18 (0.02, 0.66)
17 章	先天奇形等	Q00-Q99	0	1.3	0.00 $p=0.26$
18 章	症候等	R00-R99	29	34.2	0.84 (0.57, 1.22)
19 章	外因	S00-T98	104	100.5	1.03 (0.85, 1.26)
22 章	特殊目的**	U00-U99	2	—	—
20 章	外因の理由				
	交通事故	V01-V98	13	9.2	1.41 (0.75, 2.41)
	不慮の損傷	W00-X59	32	25.4	1.25 (0.86, 1.77)
	自傷自殺	X60-X84	50	57.7	0.86 (0.64,1.14)
	その他	X85-Y98	9	8.2	1.09 (0.50, 2.08)

\* SMR=0についてはポアソン検定によるp値を付記している

\*\*原因不明の新たな疾患の暫定分類であり、本例は2020年における新型コロナウイルス感染症である

表 2. 年次別総死亡数と標準化死亡比 (SMR)、男性、2012～2021 年

暦年	観察数	期待数	SMR (95%信頼区間)
2012	30	60.7	0.49 (0.33, 0.71)
2013	47	64.8	0.72 (0.53, 0.97)
2014	46	68.4	0.67 (0.49, 0.89)
2015	83	72.1	1.15 (0.92, 1.43)
2016	55	76.3	0.72 (0.54, 0.94)
2017	71	81.8	0.86 (0.68, 1.09)
2018	78	88.5	0.88 (0.70, 1.10)
2019	86	95.1	0.90 (0.72,1.12)
2020	88	101.6	0.86 (0.69, 1.06)
2021	126	111.1	1.13 (0.95, 1.36)

表 3. 部位別がん罹患数と標準化罹患比 (SIR)、男性、2016～2018 年

ICD-10 コード	部位	罹患数	期待数	SIR (95%信頼区間)
C00-C80	総固形がん	140	108.3	1.29 (1.09, 1.53)
C16	胃	19	16.6	1.14 (0.69, 1.79)
C18-C20	大腸	19	22.0	0.86 (0.52, 1.35)
C22-C25	肝・胆・膵	14	11.3	1.23 (0.67, 2.07)
C34	肺	10	14.5	0.69 (0.33, 1.27)
C61	前立腺	26	13.8	1.89 (1.23, 2.78)
C64-C68	腎・尿路	15	8.5	1.77 (0.99, 2.91)
C73	甲状腺	16	2.0	8.01 (4.58, 12.9)
上記以外の C00-C80	その他の部位	21	19.6	1.07 (0.66, 1.64)
C81-C96	白血病・リンパ腫	<10	—*	0.91 (0.36, 1.87)
D010-D012	上皮内がん (大腸)	16	8.7	1.84 (1.05, 2.98)
上記以外の D00-D09	上皮内がん (大腸以外)	<10	—*	1.24 (0.50, 2.56)

\*観察罹患数が<10のため不記載

## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 線量評価分科会

研究分担者	明石 眞言	東京医療保健大学
研究分担者	栗原 治	量子科学技術研究開発機構
研究分担者	數藤由美子	量子科学技術研究開発機構
研究分担者	辻村 憲雄	日本原子力研究開発機構
研究分担者	百瀬 琢磨	日本原子力研究開発機構
研究分担者	小笹晃太郎	京都府立医科大学保健管理センター
研究協力者	金ウンジュ	量子科学技術研究開発機構
	谷 幸太郎	量子科学技術研究開発機構
	藤田 博喜	日本原子力研究開発機構
	星 勝也	日本原子力研究開発機構
	横山 裕也	日本原子力研究開発機構
	坂井 晃	福島県立医科大学
	津山 尚宏	福島県立医科大学
	三浦 富智	弘前大学
	阿部 悠	長崎大学

### 研究要旨

東京電力福島第一原発事故の収束作業に従事した作業員（緊急作業従事者）の疫学的研究の一助として、既存の線量評価値をより正確に評価するための検討と手法の開発を、物理学的線量評価及び生物学的線量評価の双方から進めた。第二期研究期（2019 - 2023 年度）に得られた主な結果は下記のとおりである。

#### (1) 既存の被ばく線量評価値の検証・解析

研究代表機関である安衛研を通じて提供された緊急作業従事者の線量関連データの検証を行い、被ばく線量の全体的な傾向を把握した。内部被ばく線量に関しては、東電による手順に従って預託実効線量の検証計算を行い、概ね再現できることを確認した。併せて、<sup>131</sup>I 未検出の場合の線量推定法の改良や主要臓器に対する等価線量を評価した。内部被ばく線量データの検証可能な 6,447 名の預託実効線量及び甲状腺等価線量の中央値は、それぞれ 0.7 mSv と 6.2 mSv であり、東電社員が協力企業社員より実効線量で約 3 倍（1.7 mSv）、甲状腺線量で約 5 倍（21 mSv）高い結果が得られた。なお、本研究では、提供された線量関連データを再編し、Microsoft 社の Power BI を用いて複数の解析支援ツールを作成した。今後、各分科会の要望に応じて、これらのツールの改良を行っていく予定である。

#### (2) 電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

緊急作業従事者が着用した個人線量計の  $\gamma$  線 1 cm 線量当量指示値から、 $\gamma$  線による実効線量及び赤色骨髓、肺、結腸、精巣、甲状腺の吸収線量、さらに  $\gamma$

線と $\beta$ 線による水晶体の等価線量に換算するための係数を整備するとともに、算出される線量の不確かさを評価した。

#### (3) 尿中ヨウ素-129分析に関する研究

事故当時に緊急作業従事者から採取され保管されていた尿試料中については、これまでに確立したイオン交換樹脂による尿中ヨウ素-129分析法を適用してヨウ素を抽出し、加速器質量分析装置を使用してヨウ素-129濃度を測定した。測定した結果、ヨウ素-129が検出された。

#### (4) 緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

末梢血リンパ球の染色体が受けた傷害の度合（染色体異常の出現頻度）は被ばく線量に応じた量として観察され、線量推定が可能である。本研究事業では、物理線量評価を補完する目的で、一部の緊急時作業従事者に対して、国際標準法 ISO 20046 (2019) に基づき、安定型染色体異常（染色体転座）の頻度を指標とした遡及的線量評価を行った。

ベースライン調査（2018年度採血、62名）および実効線量 70 mSv 以上を対象とした本格調査（2020年度採血、54名）から、生物学的推定線量と物理学的被ばく線量に正の相関が示されたが、一部の被検者で乖離が認められた。染色体分析による遡及的線量評価において、この乖離要因を詳細に解析することが重要となる。従来報告で、加齢および喫煙習慣が転座頻度に影響を及ぼすことが示唆されている。本研究事業では、年齢、喫煙習慣、医療被ばくを採り上げ、詳細な解析を行った。併せて二動原体染色体異常頻度を解析し、転座発生頻度と比較した。

## A. 研究目的

厚生労働省の労災疾病臨床研究事業の一つとして、東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島原発事故）に係る緊急作業に従事した作業員（以下、緊急作業従事者）を対象とした疫学研究（前向きコフォート研究）が、独立行政法人労働者安全機構労働安全衛生総合研究所（以下、安衛研）を研究代表機関とする体制の下で進められている。本分科会では、この疫学研究に用いる緊急作業従事者の被ばく線量の精緻化を図ることを目的として、既存の被ばく線量を導出過程から検証するとともに、放射線による健康影響の指標となる臓器線量を導出するための換算係数や被ばく線量の不確かさなどを評価した。また、物理学的線量評価を補完するため、一部の緊急作業従事者については、安定型染色体異常頻度を指標とする生物学的線量推定を実施した。

## B. 研究方法

### (1) 既存の被ばく線量評価値の検証・解析

第二期研究期（2019 - 2023年度）に安衛研から提供された緊急作業従事者の線量関連データを検証するとともに、不確か性の大きい内部被ばく線量に関しては、ホールボディカウンタ（WBC）等の体内残留放射能から預託実効線量までの計算過程の改良及び甲状腺等の臓器線量を導出した。

当該データは複数のデータセットから構成されており、その相互の関係性は図1に示すとおりであった。厚生労働省が整備した緊急作業従事者等の長期的健康管理システム<sup>[1]</sup>に格納されたデータの一部とされる3種類のデータセット（F71, F72, F73）は、それぞれが累積線量値（報告値）、月別線量値、及び、個人線量計測定値であった。線量積算値（報告値）の総数は19,812件であり、同数が本研究の解析対象となる緊急作業従事者の人数となる。データセット

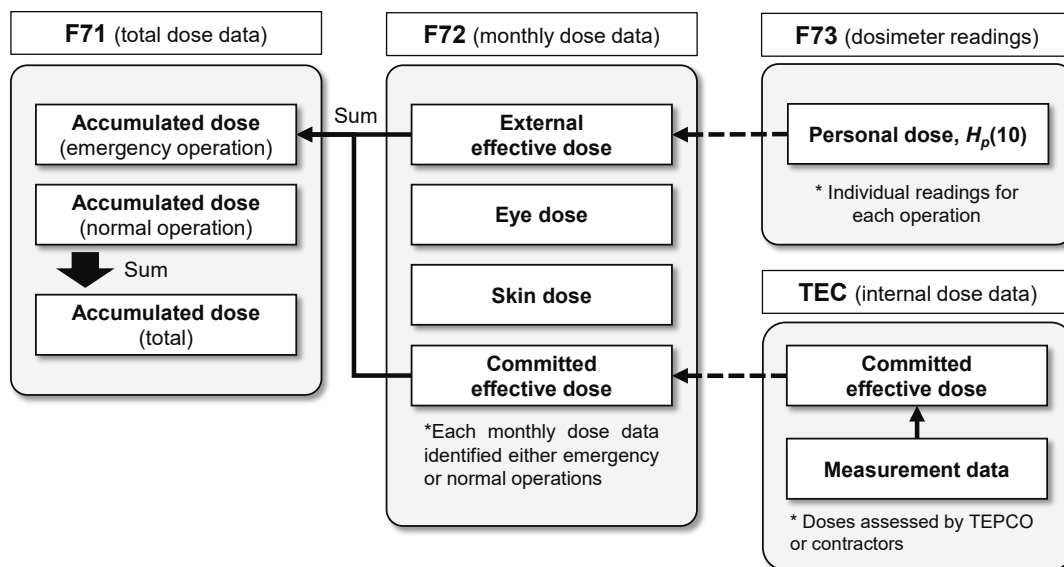


図 1. 各線量関連データセット間の関係

間の関係性に矛盾が無いことを確認するため、独立した3種類のデータセットを個人識別番号によって関連付けを行い、個人毎に各データセットの数値を抽出できるようにした。

その他のデータセット (TEC) は、東京電力ホールディングス (以下、東電) が緊急作業従事者の内部被ばく線量評価のために収集したものであり、ホールボディカウンタ (WBC) 等により測定されたヨウ素-131 ( $^{131}\text{I}$ )、セシウム-134 ( $^{134}\text{Cs}$ ) 及びセシウム-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) の体内残留量、測定日、放射性核種の摂取推定日、算定した預託実効線量等のデータが含まれる。預託実効線量は、上記データセットの月別線量値 (F72) の項目の一つである。このデータセットの総ファイル数は延べ14,118であったが、同一人が複数のファイルを有している場合が大半であったことから、当該の緊急作業従事者数としては7,327名 (内、2011年3月または4月に摂取日が設定された者は7,325名) であった。東電は、緊急作業従事者の内部被ばく線量評価の方法を公表しているが<sup>[2]</sup>、本研究でもこれに準じて再計算を実施した。この作業にあたり、提供されたデータセットの内容に関する不明点については、東電担当者にも確認して可能な限り正確な解釈に努めるようにした。また、過半数以上となる $^{131}\text{I}$ 未検出者については、東電による $^{131}\text{I}$ 線量推定法とは異なる方法を適用した。

この方法とは、幾つかに区分した摂取期間において、 $^{131}\text{I}$ と $^{137}\text{Cs}$ の両方の体内残留量の実測値が得られた者を抽出し、 $^{131}\text{I}$ の $^{137}\text{Cs}$ に対する摂取量比を求めて、これを $^{131}\text{I}$ の線量推定に適用するものである。加えて、 $^{131}\text{I}$ による甲状腺内部被ばく線量など、本疫学研究で必要とされる特定臓器の吸収線量の評価を試みた。

以上の解析作業等においては、Microsoft社が提供するPower BIを用いて作成した支援ツールを活用した (別添)。支援ツールは目的に応じて複数作成しており、複数の検索条件により抽出された該当者の線量分布の傾向等をグラフやクロス集計表によって視覚的に確認できる。詳細は令和4年度の線量評価分科会の報告書を参照されたい<sup>[3]</sup>

## (2) 電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

緊急作業従事者の外部被ばく線量測定は、主として電子式個人線量計を用いて行われた。通常の外部被ばく管理においては、体幹部に装着した個人線量計で実測した実用量をもって、線量限度との比較対象とされる実効線量などの防護量の代替とされる。しかしながら、事故時の線量評価や疫学調査においては、防護量ではなく各臓器の吸収線量を用いるべきであり、事故現場の照射条件に対する個人線量計の応答と



もに、個人線量計の指示値から着目する臓器の吸収線量に換算するための係数を導出する必要がある<sup>[4]</sup>。また、そのとき、使用されていた防護装備等によってもたらされる放射線遮へい効果を線量評価に反映したり、仮に測定そのものに何らかの不備や欠測があった場合にそれを補正したりすることが望ましい<sup>[5]</sup>。これらの目的で、以下の実験と計算を行う。

実験は、(i) 緊急作業従事者が着用したものと同一型式の電子式個人線量計 (Panasonic ZP-1460) を成人男性の体格形状を有する RANDO ファントム (腕付き) 上に設置し、様々な方位から  $\gamma$  線を照射したときの線量計の応答を実験的に評価する、(ii) 緊急作業従事者らが使用していた呼吸保護具 (重松製作所製 GM165DC 全面マスク) について、マスク内外の  $\beta$  線量を測定し、その  $\beta$  線遮へい効果を調べる、の二種類である。前者の結果は、ICRP 勧告 (Publ 116<sup>[6]</sup>) に準拠した線量換算係数と比較することにより、指示値から実効線量、水晶体等価線量、及び臓器吸収線量 (赤色骨髓、肺、結腸、精巣及び甲状腺) への換算係数の導出に用いられる。一方、計算は、地表又は空中に一樣分布した放射性物質から放出される  $\beta$  線と  $\gamma$  線を対象とするモンテカルロ粒子輸送シミュレーション (MCNP5) であり、作業現場における  $\gamma$  線平均エネルギー及び個人線量計では測定されていなかった  $\beta$  線による線量の推定に用いる。地表一樣分布の計算では、放射性テルル、放射性ヨウ素、放射性セシウム等から受ける  $\beta$  線 70  $\mu\text{m}$  線量当量 ( $H_p(0.07)$ )、 $\beta$  線 3 mm 線量当量 ( $H_p(3)$ )、水晶体等価線量に相当する) 及び  $\gamma$  線 1 cm 線量当量 ( $H_p(10)$ ) を計算し、 $\gamma$  線  $H_p(10)$  に対する  $\beta$  線  $H_p(0.07)$  及び  $\beta$  線  $H_p(3)$  の比をそれぞれ求める。また、地表の荒れの程度による  $\beta$  線の吸収・散乱の影響を調べる目的で、一樣な面線源の地中深さを変化させた計算も行う。

#### (倫理面への配慮)

本研究は、特定個人にかかわるものを対象とするものではないので人権擁護上の配慮等を特

に必要としない。

#### (3) 尿中ヨウ素-129分析に関する研究

原子力機構 (JAEA) では、内部被ばくに係る甲状腺及び全身の精密測定を目的として JAEA に来訪した緊急作業従事者 517 名から提供された尿試料のうち、 $^{134}\text{Cs}$  あるいは  $^{137}\text{Cs}$  が検出された 230 名の尿試料を現在も冷凍保管している。当時、放射性セシウムについては測定したものの、事故発生後 2 か月から 4 か月程度経過してからの採取であったため、これらの試料中に含まれる短半減期の  $^{131}\text{I}$  は検出できず、その正確な内部被ばく線量評価には情報が不足したままである。しかし、 $^{131}\text{I}$  の放射性同位体である長半減期の  $^{129}\text{I}$  が検出できれば、環境モニタリングデータ等を利用して、 $^{131}\text{I}$  との同位体比組成比からその摂取量及び線量を推定することができると考えられる。しかし、この尿中  $^{129}\text{I}$  を測定するためには、尿試料からヨウ素を抽出し、極低濃度まで測定できる加速器質量分析法 (Accelerator Mass Spectrometry、AMS) で測定する必要があるが、その確立した分析方法及び測定条件は、今のところない。このため、本研究では、文献等を参考に、その分析及び AMS 測定に係る手法の検討を行い、確立した手法を緊急時作業従事者から採取した尿試料に適用し、尿中  $^{129}\text{I}$  濃度を測定する。

#### (倫理面への配慮)

本研究項目は、特定個人から採取された生体試料 (尿) を今後扱うため、量子科学技術研究開発機構において研究倫理審査の承認を得ている。

#### (4) 緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

ベースライン調査および実効線量 70 mSv 以上を対象とした本格調査を実施するため、それぞれ 2018 年度、2020 年度に、本研究への参加に同意が得られた方々から末梢血を採取し、染色体分析に用いた。被検者全員について、物理線量評価情報 (累積被ばく線量)、質問票入力

情報（質問紙式調査で緊急作業従事者が申告した情報）のうちの染色体線量評価に必要となる属性情報〔生年月日情報、健康情報（喫煙、飲酒）、診断情報（定期的に飲用する薬、抗がん剤治療・CT検査・放射線治療歴）〕を利用した。

● 染色体線量評価

血液試料から分離したリンパ球を培養して作製した染色体標本を用い、線量評価を行った。解析基準、必要となる解析細胞数、線量計算方法は、国際標準プロトコール、ISO 20046:2019<sup>[7]</sup>に準拠した。

- ①ヒト1、2、4番染色体に特異的に結合する染色体ペインティングプローブを用いた蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション (FISH) 法により、染色体転座を検出し、頻度を算出した。観察メタフェーズの目標数は3000個（1000ゲノム相当数以上）とした。
- ②染色体転座の自然発生頻度は年齢に応じて増加することが報告されているため、採血時年齢に対し、年代別世界平均自然発生頻度<sup>[8]</sup>による年齢補正を行った。
- ③線量効果曲線（検量線）<sup>[9]</sup>を用いて線量評価を行った。
- ④染色体線量評価と物理線量評価情報とを比較分析した。

● 遡及的線量評価に影響を及ぼす因子の解析

(a) 喫煙習慣

緊急作業従事者の喫煙習慣（自己申告）に基

づき、喫煙者、かつて喫煙していた者（禁煙者）、喫煙経験のない者（非喫煙者）の3群に分類した。さらに、喫煙期間と1日の喫煙本数によって決定される指標である Brinkman Index (BI)<sup>[10]</sup>を用い、BI = 0、<400、<800、≥ 800の4群に分類した一部の緊急作業従事者については、喫煙の影響が少ない二動原体染色体異常頻度を併せて解析し<sup>[11,12]</sup>、喫煙習慣の影響を追加解析した。

(b) 医療被ばく

質問票入力情報（自己申告）を用い、CT スキャン検査の有無で集団を分類し分析した。

(倫理面への配慮)

量子科学技術研究開発機構および研究協力者所属機関の倫理審査委員会で承認された研究計画に従い遂行した。健診会場での同意取得には細心の注意をもって当たった。染色体分析に基づく遡及的線量評価では、本事業における検診時の個人番号 (ID) とは異なる染色体解析用 ID を別途付し、個人情報の保護に努めた。なお、本報告書では、染色体解析用 ID のみを示す。

C. 研究結果

(1) 既存の被ばく線量評価値の検証・解析

厚生労働省の長期的健康管理システムの一部とされる3種類のデータセット (F71, F72, F73) の数値データを確認したところ、緊急時

表 1. 線量累積値 (F71) 及び月別線量値 (F72) の緊急作業線量の比較

Dose range	F71			F72			F72			F72		
	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others
	Total dose			External dose			Internal dose					
≤ 1 mSv	4751	802	3949	4749	802	3947	4985	822	4163	2284	27	2257
≤ 5 mSv	4855	633	4222	4854	633	4221	4990	647	4343	1107	230	877
≤ 10 mSv	2808	444	2364	2809	444	2365	2881	502	2379	682	287	395
≤ 20 mSv	3164	587	2577	3164	587	2577	3186	649	2537	707	400	307
≤ 50 mSv	2678	647	2031	2678	647	2031	2490	660	1830	311	194	117
≤ 75 mSv	545	314	231	545	314	231	516	349	167	44	27	17
≤ 100 mSv	319	258	61	319	258	61	166	141	25	22	11	11
≤ 150 mSv	137	118	19	137	118	19	68	59	9	7	7	0
≤ 200 mSv	28	26	2	28	26	2	10	7	3	1	1	0
≤ 250 mSv	3	1	2	3	1	2	0	0	0	1	1	0
250 mSv <	6	6	0	6	6	0	0	0	0	5	5	0
Blank	518	50	468	520	50	470	520	50	470	14641	2696	11945
Total	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926

※令和4年度報告書の結果から一部変更があり、100 mSv以上の人数はF71とF72で一致した。

表 2. 月別線量値 (F72) から集計した緊急作業線量の期間別合計値の比較

Dose range	All			TEPCO			Others			All			TEPCO			Others								
	External dose						Internal dose						External dose						Internal dose					
	(all emergency operations)						(all emergency operations)						(from Mar. to Dec. 2011)						(from Mar. to Dec. 2011)					
≤ 1 mSv	4985	822	4163	2284	27	2257	4953	790	4163	2265	8	2257												
≤ 5 mSv	4990	647	4343	1107	230	877	4901	559	4342	1107	230	877												
≤ 10 mSv	2881	502	2379	682	287	395	2795	415	2380	682	287	395												
≤ 20 mSv	3186	649	2537	707	400	307	3109	573	2536	707	400	307												
≤ 50 mSv	2490	660	1830	311	194	117	2497	668	1829	311	194	117												
≤ 75 mSv	516	349	167	44	27	17	374	206	168	44	27	17												
≤ 100 mSv	166	141	25	22	11	11	113	88	25	22	11	11												
≤ 150 mSv	68	59	9	7	7	0	65	57	8	7	7	0												
≤ 200 mSv	10	7	3	1	1	0	10	7	3	1	1	0												
≤ 250 mSv	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0												
250 mSv <	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0												
Blank	520	50	470	14641	2696	11945	995	523	472	14660	2715	11945												
Total	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926												

の累積線量値 (F71) と当該期間の月別線量値 (F72) の合計値はほぼ全数一致した (表 1)。ここで緊急時とは、特例省令により緊急被ばく線量限度が引き上げられた 2011 年 3 月 14 日から同年 12 月 16 日までの期間を基本的に指すが、作業によって同省令が廃止されるまでの経過措置によって期間が延長されている場合もあり、これに該当する作業に従事したとされる緊急作業従事者も確認された (表 2)。他方、外部被ばく線量の月別線量値 (F72) と個人線量計測定値 (F73) の当該月の合計値は一致しなかった。この理由は、月別線量値には、主として福島原発構内での作業に伴い実測された個人線量計測定値に、①緊急作業従事者の拠点となった免振重要棟及び J ビレッジ間の移動時の線量と②免振重要棟滞在時の線量が加算されているためである。この点に関しては、緊急作業従事者

によって作業形態が様々であり、提供された情報だけでは検証が困難であった。また、個人線量計測定値のデータのある人数は、月別線量値のある人数の 6~8 割程度と少なく、月によって違いが見られた。なお、個人線量計測定値は作業単位の記録となっているが、福島原発事故が発生した 3 月 11 日の翌日から数日間はデータ数が急減しており、その後徐々に増加してゆく傾向が見られた<sup>[3]</sup>。

図 2 には、月別線量値のデータセット (F72) から抽出した 2011 年 3 月から 12 月までの緊急作業従事者の月毎の総線量及び平均線量の変化を示した。ここで総線量は当該月にデータのある緊急作業従事者の線量を合計して求めているが、外部被ばく線量は東電社員と協力企業社員を併せて 6 千件から 8 千件でデータ数が推移しているのに対し、内部被ばく線量 (預託実効線

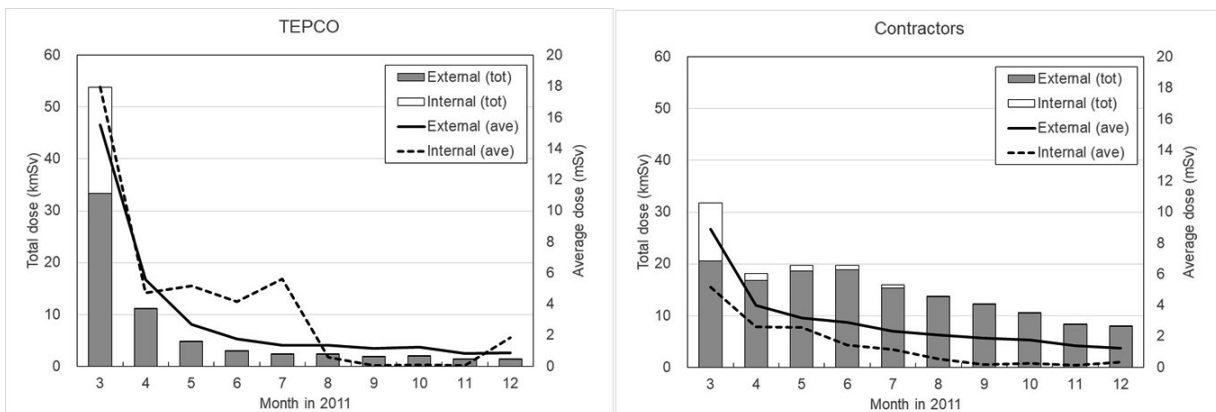


図 2. 2011 年 3 月から 12 月までの月毎の総線量と平均線量 (左: 東電社員、右: 協力企業社員)

量)は4月以降にデータ数が大幅に減少していることから(特に東電社員)、図中に示した内部被ばくの平均線量は参考値として見るのが適当である。同図から示されるように、東電社員及び協力企業社員ともに3月の総線量が最も高く、東電社員の場合は4月以降の総線量が大幅に減少しているが、協力企業社員の総線量は6月まで微増し、その後緩やかに減少している。また、外部被ばく線量に比べて内部被ばく線量の差が大きいのは3月のみであり、特に東電社員では顕著であった。

東電から提供された内部被ばく線量に関するデータセット(F72)については、測定器や線量算定方法などの違いによって分類した20種類以上のファイル形式を確認した(表3)。東電による内部被ばく線量評価の手順は概ね図3に示すとおりであるが、実測値が全く得られなかったケース等の例外も見られた。また、放射性核種の摂取日については、保守的な評価のために作業開始日に設定することが基本とされたが<sup>[13]</sup>、作業内容等を勘案して個別に決定しているケースや月別線量値のデータセット(F72)に登録された作業開始日と異なるケースなどもあった。

図3について補足すると、内部被ばく線量評価の対象となった緊急作業従事者は、小名浜(福島県いわき市)に配備された車載型WBCあるいは東電柏崎刈羽原発に設置されたWBCによって測定されたグループに先ず大別される。ここで前者はNaI(Tl)検出器、後者はプラスチックシンチレータ(PL)検出器を備えたWBCであるため、本報告の図表にはそれぞれWBC(NaI)、WBC(PL)と表記している。WBC(NaI)では<sup>134</sup>Csや<sup>137</sup>Csの他に<sup>131</sup>Iの同定及び定量が可能であった。ただし、WBCは型式に依らず、放射性核種が全身均一分布した場合を仮定して校正されていることが通常であるため、甲状腺のみに集積した<sup>131</sup>Iを定量するには、同じ体内分布に対する校正定数を適用する必要がある。WBC(NaI)の場合は、検出感度は全身均一分布よりも甲状腺集積分布の場合の方が高いことから、定量された<sup>131</sup>I体内残留量を2.935で除

す補正法が考案された<sup>[14]</sup>。他方、WBC(PL)は核種弁別が難しいことから、WBC(PL)の被検者に対しては空間線量率測定用のNaI(Tl)サーベイメータを用いて甲状腺中の<sup>131</sup>I残留量が評価された。

小名浜においてWBC(NaI)による体内放射能の測定を受け、預託実効線量が20 mSvを超過した者、及び、女性従業員については、茨城県東海村にある日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所(以下、JAEA核サ研)において精密測定が実施された<sup>[15]</sup>。同測定では、ゲルマニウム(Ge)半導体検出器を備え、厚さ20 cmの鉄遮へい室内に設置されたWBC(WBC(Ge)と表記)を用いた甲状腺中の<sup>131</sup>Iの直接測定が行われた<sup>[16]</sup>。JAEA核サ研で精密測定を受けた緊急作業従事者の人数は560名(2011年4月20日から同年8月5日まで)と報告されており<sup>[16]</sup>、この内、外部被ばく線量と併せた総線量が250 mSvを超過した可能性が考えられた7名については、放射線医学総合研究所(現、量子科学技術研究開発機構)において追加の詳細検査が行われた。

内部被ばくの預託実効線量において最も寄与が高かったのは<sup>131</sup>Iであったが、<sup>131</sup>Iの実測値に基づき標準的な手法により線量評価されたのは、前述の7,325名中1,106名(表3中のタイプ1, 2, 3, 8及び15)のみであった。<sup>131</sup>I未検出者に対しては、WBC(NaI)の測定を受けた者とWBC(PL)の測定を受けた者とで、異なる線量推定方法が適用された。すなわち、前者については、①福島原発構内でのダストサンプリングにより実測された<sup>131</sup>I/<sup>137</sup>Cs濃度比と<sup>137</sup>Cs摂取量を用いて<sup>131</sup>Iの預託実効線量を評価する方法(図3中のMethod 1)、及び、②WBC(Ge)又はWBC(NaI)で評価された<sup>131</sup>Iの検出限界値(MDA)に相当する<sup>131</sup>Iの体内残留量があると仮定して<sup>131</sup>Iの預託実効線量を評価する方法(図3中のMethod 2)を適用し、低い方の線量を採用する。後者については、NaI(Tl)サーベイメータで甲状腺中<sup>131</sup>Iによる有意な線量率の上昇があった被検者のデータを用い、<sup>131</sup>Iの預託実効線量に対する<sup>137</sup>Csによ

表 3. 内部被ばく線量に関するデータセットにあるファイル形式の分類

File type	Identified subjects	Available data					<sup>131</sup> I dose assessment category				Note
		WBC(Ge)	WBC(NaI)	2 times WBC(NaI)	WBC(PL)	NaI survey meter	Based on <sup>131</sup> I results	Either of Methods 1-3	Individual assessment	Not applied	
1	131	✓					✓				Only WBC(Ge) data are available. The data contain positive <sup>131</sup> I measurement values.
2	43	✓	✓				✓				Both WBC(Ge) data and WBC(NaI) data are available. Both the data contain positive <sup>131</sup> I measurement values.
3	13	✓	✓				✓				Both WBC(Ge) data and WBC(NaI) data are available. Only the former contains positive <sup>131</sup> I measurement values.
4	224	✓						✓			Only WBC(Ge) data are available. <sup>131</sup> I is not detected in measurements.
5	24	✓	✓				✓	✓			Both WBC(Ge) data and WBC(NaI) data are available. Only the latter contains positive <sup>131</sup> I measurement values, but these values are not used for the <sup>131</sup> I dose assessment.
6	51	✓	✓					✓			Both WBC(Ge) data and WBC(NaI) data are available. <sup>131</sup> I is not detected in both measurements.
7	9	¶								✓	Measurement places and methods are unknown for some data. The <sup>131</sup> I dose is estimated individually.
8	634		✓				✓				Only WBC(NaI) data are available. The data contain positive <sup>131</sup> I measurement values.
9	3		✓		✓	✓	✓	✓			Three types of measurement data are available.
10	4060		✓					✓			Only WBC(NaI) data are available. <sup>131</sup> I is not detected in measurements.
11	3			✓				✓			Two WBC(NaI) data are available for a single subject. <sup>131</sup> I is not detected in any measurements.
12	37		✓							✓	Only WBC(NaI) data are available. <sup>131</sup> I is not detected in measurements. The <sup>131</sup> I dose is estimated individually.
13	5		¶							✓	<sup>131</sup> I is detected in measurements, but the <sup>131</sup> I dose is estimated individually.
14	8			✓						✓	Two WBC(NaI) data are available for each subject. <sup>131</sup> I is not detected in any measurements.
15	285				✓	✓	✓				Both WBC(PL) data and NaI(Tl) survey meter data are available. The latter is used for estimating the <sup>131</sup> I dose.
16	155				✓	✓				✓	Both WBC(PL) data and NaI(Tl) survey meter data are available. <sup>131</sup> I is not detected in measurements with NaI survey meters. The <sup>131</sup> I dose is not estimated.
17	70				✓			✓			Only WBC(PL) data are available. The <sup>131</sup> I dose is estimated based on Method 3.
18	12				✓	✓	✓				Multiple WBC(PL) data are available for a single subject. <sup>131</sup> I is detected in measurements with NaI(Tl) survey meters.
19	9				✓	✓		✓			Multiple WBC(PL) data are available for a single subject. <sup>131</sup> I is not detected in measurements with NaI(Tl) survey meters.
20	1096				✓			(✓)	✓		Only WBC(PL) data are available. No data are available from measurements with NaI(Tl) survey meters. The <sup>131</sup> I dose is estimated individually, but mostly based on Method 3.
21	131				✓	✓				✓	Both WBC(PL) data and NaI survey meter data are available. <sup>131</sup> I is detected in measurements with NaI(Tl) survey meters, but the <sup>131</sup> I dose is estimated individually.
22	9				✓	✓				✓	Both WBC(PL) data and NaI survey meter data are available. <sup>131</sup> I is not detected in measurements with NaI(Tl) survey meters.
23	2				✓	✓	✓				Three or more measurement data are available for a single subject.
24	311									✓	No measurement data are available.

¶: unknown for some data

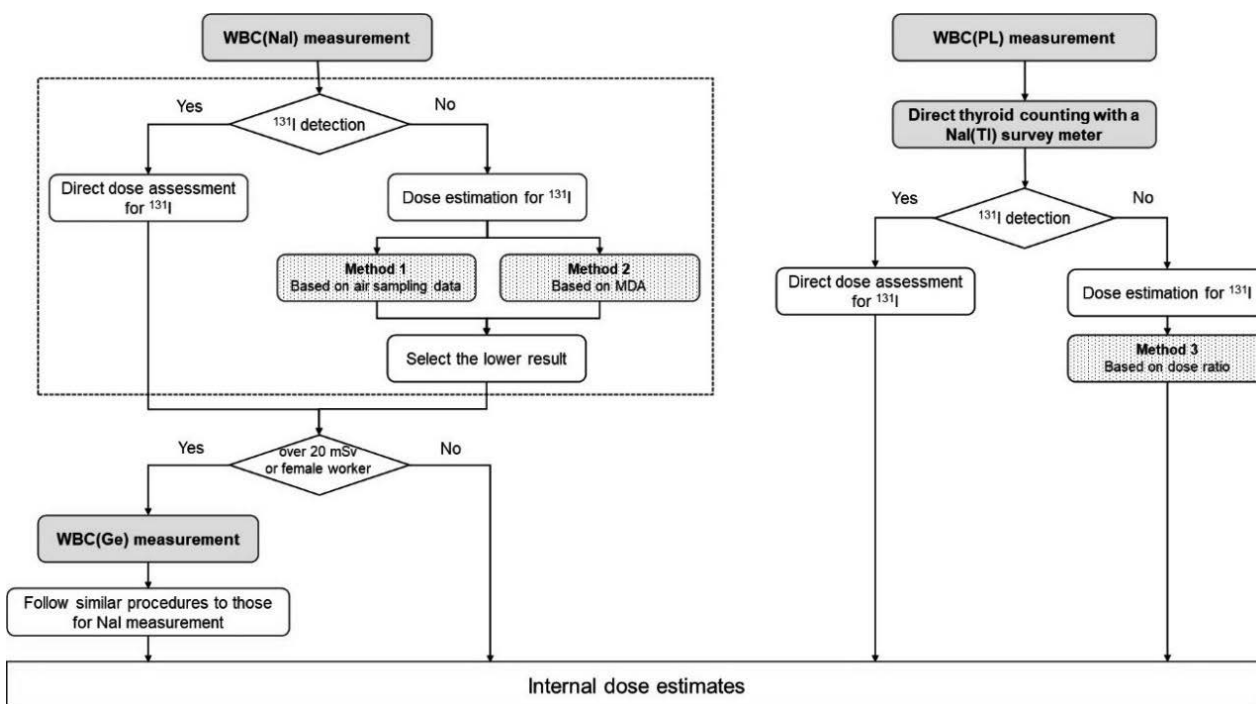


図 3. 東電による内部被ばく線量評価の手順

る預託実効線量（これは WBC (PL) の結果から評価される）の比を摂取日の変数としてプロットし、比が最大となるような関数を決定して、<sup>131</sup>I 未検出者の線量推定に用いた。なお、WBC (PL) では<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの弁別が行なえないため、全体を<sup>137</sup>Cs 相当量として体内残留量が評価された。

内部被ばく線量関連のデータの検証結果は令和4年度の報告書<sup>[3]</sup>に示したとおりであるが、実測値がなく個別に評価されたケースを除けば、東電による手順に従い、概ね預託実効線量の再現を行うことができた。実測値が得られているにもかかわらず、再現性が低かったのは、WBC (NaI) 測定で<sup>131</sup>Iの実測値が得られたケースであり（表3のタイプ8、該当人数634名）、前述した補正がほぼなされておらず、過大評価の可能性が考えられた。他方、WBC (NaI) 測定や WBC (Ge) において<sup>131</sup>Iが検出できず、MDA が線量評価に用いられたケースでは、補正は適切に行われていた。なお、月別線量データセット (F72) に収録された預託実効線量は、記録レベル (2 mSv) 未満はゼロ線量として収録されており、データの不一致が認められた。

<sup>131</sup>I 未検出者に対する推定法に関しては、WBC (NaI) 測定の被検者の場合は前述の2つの方法があるが、これらを改良した方法も本研究で検討した。詳細は令和3年度<sup>[17]</sup>及び令和4年度<sup>[3]</sup>の報告書に解説したとおりであるが、①ダストサンプリングのデータを用いる方法については、WBC (Ge) 又は WBC (NaI) の測定を受け、<sup>131</sup>Iと<sup>137</sup>Csの両方が検出された被検者(715名)の実測値から算出された両核種の摂取量比を用いる方法に変更（ただし、摂取量比は幾つかの摂取期間に分けて算定するため、当該期間に摂取日が設定されたグループに分ける）、②<sup>131</sup>IのMDAを用いる方法は、東電社員のみデータを用い、外れ値は除外して<sup>137</sup>Cs体内残留量を変数とするMDAの関数適合を行った結果を用いる方法を適用した（図4）。以上の改良した方法を WBC (Ge) 又は WBC (NaI) の測定の<sup>131</sup>I未検出者(4,423名)に適用し、算出した預託実効線量の分布を各データセットの元の分布と比較した結果を図5に示す。ただし、東電の手順に従い、①と②の方法で得られた預託実効線量の内、低い方を最終評価として選択した。改良計算で得られた線量分布は、東電の

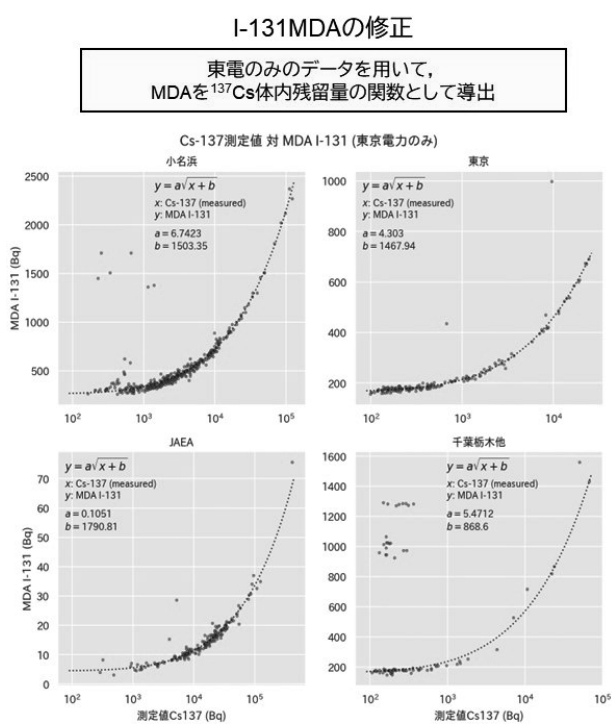
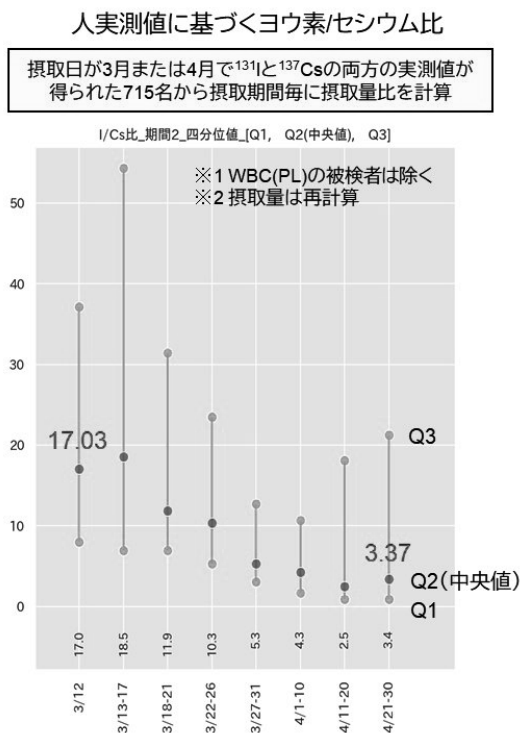


図4. 改良した<sup>131</sup>I未検出者に対する内部被ばく線量推定方法

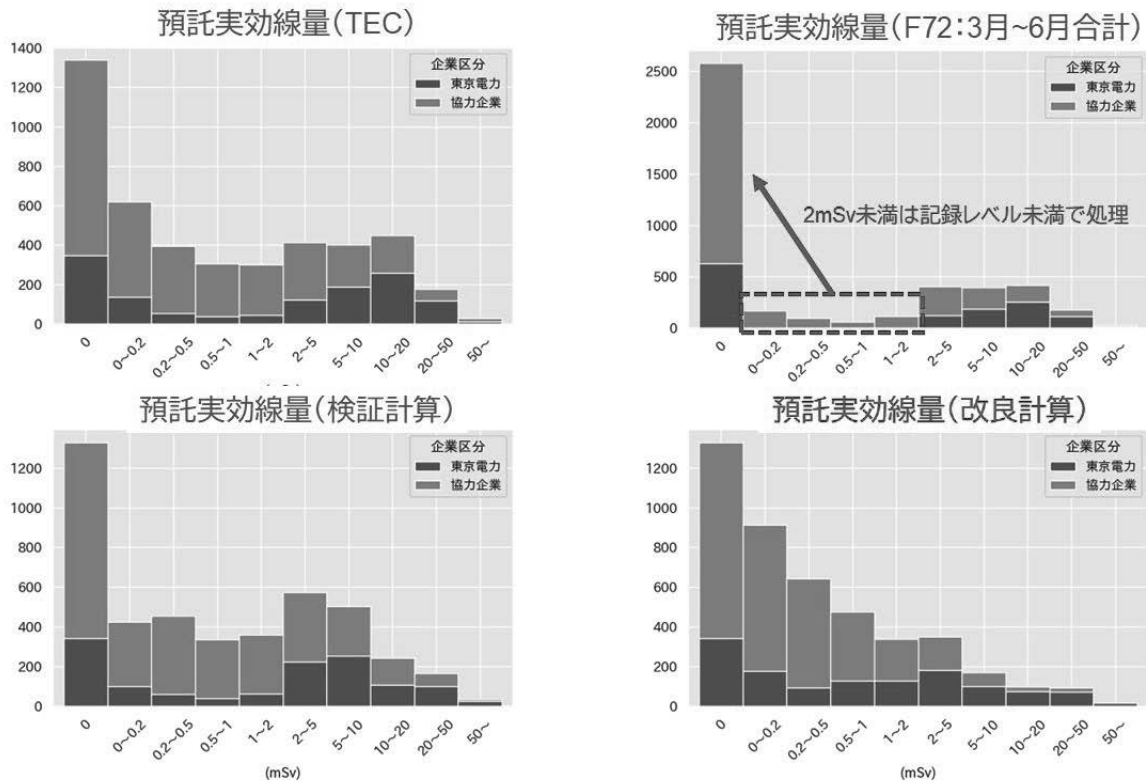


図 5. <sup>131</sup>I 未検出者に対する預託実効線量分布

表 4. 使用した内部被ばく線量係数 (Sv Bq<sup>-1</sup>)

Nuclide	<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>132</sup> Te	<sup>132</sup> I	<sup>133</sup> I
Physicochemical form	Elemental	Particulate	Particulate	Particulate	Elemental	Elemental
Particle size (μm)	N.A.	5	5	5	N.A.	N.A.
Absorption type	F	F	F	F	F	F
Bone surface	$1.2 \times 10^{-10}$	$9.6 \times 10^{-09}$	$6.6 \times 10^{-09}$	$1.2 \times 10^{-09}$	$2.8 \times 10^{-11}$	$4.7 \times 10^{-11}$
Colon	$6.5 \times 10^{-10}$	$1.0 \times 10^{-08}$	$7.4 \times 10^{-08}$	$3.1 \times 10^{-08}$	$3.0 \times 10^{-11}$	$5.3 \times 10^{-11}$
Lungs	$6.9 \times 10^{-10}$	$8.5 \times 10^{-09}$	$6.1 \times 10^{-09}$	$2.7 \times 10^{-10}$	$6.0 \times 10^{-10}$	$6.5 \times 10^{-10}$
Thyroid	$3.7 \times 10^{-07}$	$9.0 \times 10^{-09}$	$6.3 \times 10^{-09}$	$3.2 \times 10^{-08}$	$3.6 \times 10^{-09}$	$7.6 \times 10^{-08}$
Effective dose	$2.0 \times 10^{-08}$	$9.6 \times 10^{-09}$	$6.7 \times 10^{-09}$	$2.4 \times 10^{-09}$	$3.1 \times 10^{-10}$	$4.0 \times 10^{-09}$

※<sup>132</sup>Te, <sup>132</sup>I 及び <sup>133</sup>I は、甲状腺線量を対象として <sup>131</sup>I 以外の短寿命核種の影響として考慮。

データセットの線量分布と比較して、低い方に線量分布がシフトした。また、東電による評価では、<sup>131</sup>I 未検出者に適用する 2 種類の補正法には偏りがあり、①の方法の適用者が大半を占めていたが、改良法では①の摂取量比 (<sup>131</sup>I/<sup>137</sup>Cs) の中央値を採用した場合、①と②の方法の適用者はほぼ等しくなった。

図 6 には、内部被ばく線量データの検証が可能な 6,447 名に対し、改良計算（摂取量比

(<sup>131</sup>I/<sup>137</sup>Cs) の中央値を使用) で得られた各核種 (<sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs) の摂取量に対象臓器の等価線量係数 (Sv Bq<sup>-1</sup>) を乗じ、臓器線量を算出した結果を示した。表 4 には使用した各核種の線量係数を示した<sup>[18]</sup>。預託実効線量の大半が<sup>131</sup>I によるため、甲状腺以外の臓器については預託実効線量に比べて低い結果となった。解析対象者の預託実効線量及び甲状腺等価線量の中央値は、それぞれ 0.7 mSv と 6.2 mSv

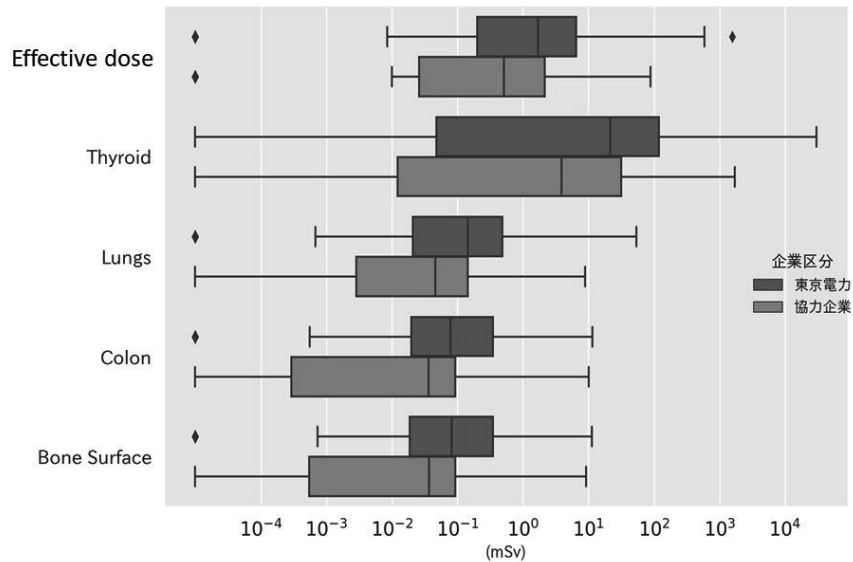


図 6. 緊急作業従事者の内部被ばくによる臓器線量と預託実効線量の分布

であり、東電社員が協力企業社員より実効線量で約 3 倍 (1.7 mSv)、甲状腺線量で約 5 倍 (21 mSv) 高い結果となった。

内部被ばく線量については、UNSCEAR 報告書<sup>[19]</sup>等で指摘のとおり、<sup>131</sup>I 以外の短寿命核種の内部取込みの可能性についても考慮する必要がある。これに該当する主要な核種としては、<sup>132</sup>Te-<sup>132</sup>I (放射平衡) と <sup>133</sup>I であるが、福島原発事故時の炉内インベントリ<sup>[20]</sup>を基礎として、各核種の環境中への放出割合と炉心停止から摂取日までの経過時間を決めることにより、これらの核種の線量寄与を見積もることができる。<sup>132</sup>Te や <sup>133</sup>I が <sup>131</sup>I と同じ割合で炉心から環境中に放出されたと仮定すると、これらによる線量寄与は <sup>131</sup>I のみを考慮した預託実効線量 (甲状腺等価線量) に対して、炉心停止から 24 時間時点 (3 月 12 日中) で摂取があった場合は 38% (32%)、96 時間時点 (3 月 15 日中) で摂取があった場合は 14% (10%) の増加が見込まれる試算結果が得られた。詳細は令和 4 年度の線量評価分科会の報告書を参照されたい<sup>[3]</sup>。

## (2) 電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

RANDO ファントム胸部に取り付けた電子式個人線量計 (ZP-1460) の  $\gamma$  線レスポンス (空気カーマ当たりの  $H_p$  (10) 指示値) の実験値

を表 5 に示す。平滑な地表に一様分布した放射性物質 (核種組成は 2011 年 3 月 22 日に発電所構内で採取された土壌試料に含まれていた放射性物質の核種組成<sup>[21]</sup>に基づく) を対象に、個人線量計の位置 (高さ 120 cm) での  $\gamma$  線エネルギー分布を計算した結果、地震発生日 (2011 年 3 月 11 日) から約 1 ヶ月の間の平均エネルギーは 0.39 MeV (最大～最小は 0.47 MeV～0.30 MeV) であった。この平均エネルギーに対して、表 5 の結果及び ICRP Publ. 116 の外部放射線に対する線量係数を用いて、個人線量計の  $\gamma$  線  $H_p$  (10) 指示値から実効線量又は臓器吸収線量に換算する係数を導出した結果を表 6 に示す。また、同じ計算体系において  $\gamma$  線  $H_p$  (10) に対する水晶体位置での  $\beta$  線  $H_p$  (3) の比を計算した結果を、地震発生日からの経過日数の関数として算出したものを図 7 に示す。この比は、経過日数や作業場所によって変化するが、最大は、3 月 15 日頃に北側地域の核種組成で 0.25、南側地域で 0.076 であった。個人線量計の  $\gamma$  線  $H_p$  (10) 指示値にこの比を乗じることで  $\beta$  線  $H_p$  (3)、すなわち水晶体等価線量に換算することができる。ただし、この比は、全面マスクの着用によって、着用していない場合の 0.11～0.13 倍まで小さくなることが実験から明らかになった。また、地表に沈着した放射性物質の深さ分布を変えたシミュレーション計算の結果



表 5. 電子式個人線量計 (ZP-1460) の空気カーマ当たりの  $H_p(10)$  指示値  
両腕付き RANDO ファントム胸部での実験

線質	エネルギー (MeV)	空気カーマ当たりの $H_p(10)$ 指示値(Sv/Gy)		
		前方 AP	水平回転 ROT	等方 ISO
N-150	0.119	1.55 ± 1.1%	0.82 ± 1.0%	0.74 ± 0.5%
N-250	0.207	1.44 ± 1.5%	0.85 ± 3.6%	0.80 ± 1.6%
Cs	0.662	1.21 ± 0.7%	0.94 ± 0.7%	0.91 ± 0.3%

備考：X線 (N-150, N-250) の照射は、JAEA原子力科学研究所の放射線標準施設棟、 $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  線の照射は、JAEA核燃料サイクル工学研究所の計測機器校正施設で行われた。

表 6. 電子式個人線量計 ZP-1460 の空気カーマ当たりの  $H_p(10)$  指示値、空気カーマから実効線量及び臓器線量への換算係数、及び指示値から実効線量及び臓器線量への換算係数

個人線量計 レスポンス 又は 評価対象とする線量	$\gamma$ 線エネ ルギー (MeV)	空気カーマ当たりの電子式個人 線量計 ZP-1460 の $H_p(10)$ 指示値 (Sv/Gy)、空気カーマから実 効線量及び臓器線量への換算係 数 (Sv/Gy 又は Gy/Gy)			電子式個人線量計 ZP-1460 の $\gamma$ 線 $H_p(10)$ 指示値から実効線量及び臓 器線量への換算係数 (Sv/Sv 又は Gy/Sv)		
		AP	ROT	ISO	AP	ROT	ISO
個人線量計レスポンス	0.39	1.315	0.901	0.859	—	—	—
実効線量	0.39	1.062	0.807	0.677	0.808	0.896	0.788
臓器吸収線量							
結腸	0.39	1.052	0.776	0.629	0.800	0.861	0.732
肺	0.39	1.012	0.782	0.671	0.770	0.868	0.781
精巣	0.39	1.234	0.798	0.707	0.938	0.886	0.823
赤色骨髄	0.39	0.889	0.787	0.647	0.676	0.873	0.753
甲状腺	0.39	1.305	0.896	0.714	0.992	0.994	0.831
水晶体	0.39	1.214	0.927	0.840	0.923	1.029	0.978

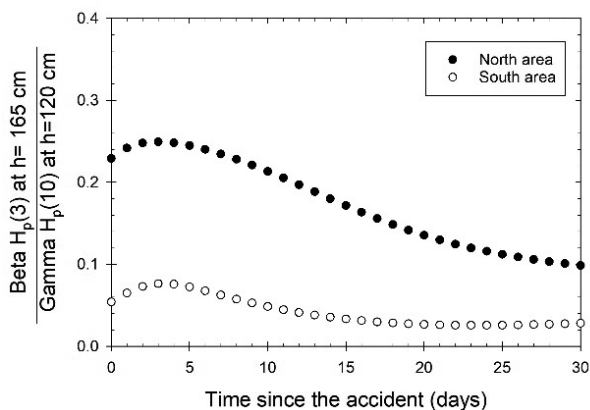


図 7. 高さ 120 cm における  $\gamma$  線  $H_p(10)$  に対する水晶体位置での  $\beta$  線  $H_p(3)$  の比の経時変化

備考：核種組成は、試料が採取された場所によって変わるため、ここでは $^{132}\text{I}$ の相対的な割合が多い北側 (1、2号機スタックから北に500 m採取) と、 $^{131}\text{I}$ の相対的な割合が多い南側 (同、南南西に500 m採取) の二種類の組成を用いる。

果、その比は、地表の荒れの程度によってさらに0.12倍まで小さくなることが分かった。一方、空気中に一様分布した放射性ヨウ素等による  $\beta$  線  $H_p(3)$  及び  $\gamma$  線  $H_p(10)$  の計算シミュレーションの結果、 $\beta$  線  $H_p(3)$  は  $\gamma$  線  $H_p(10)$  に比べて十分に小さいことが分かった。

### (3) 尿中ヨウ素-129分析に関する研究

AMS測定に先立ち、イオン交換法を用い緊急作業従事者5名分の尿試料を分析した。ここでは、尿中 $^{137}\text{Cs}$ 濃度が①100 Bq/L未満 (n=107)、②100 Bq/L以上250 Bq/L未満 (n=83)、③250 Bq/L以上 (n=27)の3つのグループのうち、①から2件、②から2件、③から1件を抽出した。本試料について、JAEA青森研究開発センターの所有するAMSで $^{129}\text{I}$ 濃度を測定したその結果、 $^{129}\text{I}$ が検出された。

#### (4) 緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

##### ● 染色体線量評価

緊急作業従事者を対象に染色体転座の頻度を指標として用いた遡及的線量評価を実施した<sup>[22]</sup>。図8に示すように、転座染色体は異なる2色が隣接する染色体として明確に検出された。

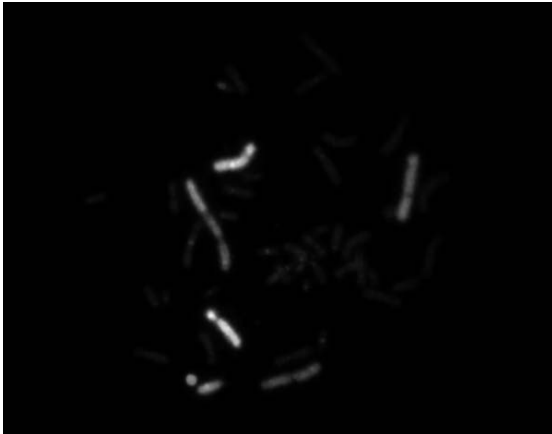


図8. 1番染色体と2番染色体の相互転座を示すメタフェーズのFISH像<sup>[22]</sup>

1番染色体：Texasred標識（赤）、  
2番染色体：FITC標識（緑）、  
4番染色体：Texasred標識+FITC標識（黄）

ベースライン調査（2018年度採血、62名）および実効線量70 mSv以上を対象とした本格調査（2020年度採血、54名）の結果をそれぞれ表7、表8に示す。

均等全身放射線被ばくにより誘発される染色体転座数はポアソン分布を示す。各被検者の1細胞当たりの転座数のポアソン分布を解析した結果（U検定）、一部の被検者でポアソン分布からの逸脱がみられた。

ベースライン調査では、累積被ばく線量および外部被ばく実効線量（物理学的線量評価）に対して染色体線量評価による生物学的推定線量がすべての被検者で高く、生物学的推定線量（mGy）と物理学的線量（mSv）では単位が異なるが、1:1として換算した場合、本格調査70 mSv以上の被ばく線量を記録した被検者で物理学的被ばく線量に対する生物学的推定線量の比は $3.44 \pm 1.07$ 倍（累積被ばく線量）およ

び $3.88 \pm 0.96$ 倍（外部被ばく実効線量）であった。物理学的線量と生物学的線量の相関を解析すると、生物学的推定線量は累積被ばく線量（ $r = 0.565$ ）および外部被ばく実効線量（ $r = 0.583$ ）と正の相関を示し、さらに、染色体転座がポアソン分布を示した作業員では、相関係数が増加した（図9）。

本研究事業では、生物学的推定線量は物理学的線量評価の値と相関を示すものの、物理学的線量記録値よりも高いことが示された。染色体転座の頻度増大に影響する職業被ばくは、被検者の緊急作業従事期間の放射線被ばく線量だけでなく、それ以前に受けた被ばく線量および緊急作業従事期間以後染色体検査用血液採取時まで受けた被ばく線量を含む、すべての累積線量の効果が現れる。それだけでは説明しきれない差であると考え、本研究事業では、染色体転座の頻度を増大させ得る因子を採り上げ解析することとした。

##### ● 遡及的線量評価に影響を及ぼす因子の解析

従来の報告によると、染色体転座の生成頻度について、性別や飲酒習慣の有無による有意差はみられないが、喫煙習慣の有無による有意差が示されている<sup>[8]</sup>。本研究事業では、喫煙習慣に加え、近年増大している医療被ばくの影響も考慮し、調査した。

##### (a) 喫煙

喫煙歴の自己申告にしたがい、集団をBI = 0、<400、<800、 $\geq 800$ の4群に分類し、各集団の喫煙頻度と染色体転座頻度を比較した（図10）。非喫煙者（BI = 0）に比べ、禁煙者および喫煙者ではBIの増加とともに染色体転座頻度が増加したのは明らかである。Sigurdson等は染色体転座の自然発生頻度に関する国際的調査を行い、喫煙者では非喫煙者よりも染色体転座頻度が1.19倍高いことを報告した<sup>[8]</sup>。そこで、喫煙によって誘発される転座を調整するための喫煙補正係数（1.19）を用い、2018年度および2020年度に末梢血の提供を受けた緊急作業従事者の転座頻度を分析した（図11）。BIに基づく解析結果と同様に、禁煙者および喫煙者では非喫煙者よりも染色体転座

頻度の増加率が高いことが明らかとなった (図 11 A)。さらに、喫煙補正係数 (1.19) で染色体転座頻度を補正した結果、増加率は下方修正されたものの、禁煙者および喫煙者における加齢に伴う染色体転座頻度の増加率が高いという傾向が認められた。さらに、喫煙者、禁煙者、非喫煙者のいずれにおいても、自然転座の頻度が高かった。非喫煙者においても一般公衆における自然発生頻度をわずかに上回っていた。

(b) 医療被ばく

染色体転座頻度に影響を及ぼす要因として医療被ばくを除外することはできない。そこで、喫煙習慣に加え、医療被ばくの影響を解析した (図 12)。喫煙頻度を示す BI と緊急作業従事者の染色体転座頻度は有意な正の相関を示す ( $p = 0.0001$ , 図 12)。この集団を CT 検査受診歴の有無で分類した結果、緊急作業から本研究用の採血までの間に CT 検査歴のある緊急作業従事者では、染色体転座頻度のさらなる増加が観察された (図 12 B)。

本研究で解析している染色体転座は安定型染色体異常であり、先にも述べたように喫煙習慣の影響を受けることが明らかとなっている。そこで、作業従事者のうち、十分な解析細胞数が得られた 39 名に対して喫煙習慣の影響が少ない二動原体染色体頻度を併せて解析し、両エンドポイントを比較した (図 13)。二動原体染色体頻度と染色体転座頻度は有意な正の相関を示したが ( $p = 0.001$ )、安定型染色体異常である染色体転座頻度は、不安型染色体異常である二動原体染色体頻度に比べて高い頻度を示した。

表 7. 2018 年度採血分の染色体転座解析結果および推定線量（暫定版）

染色体解析 ID	性別	採血時年齢	解析細胞数	ゲノム相当数	染色体転座数	推定線量 (mGy)	染色体転座分布
TE-001	男	33	3031	1196.6	6	0 ± 31	Poisson
TE-002	男	49	454	179.2	0	NA	
TE-003	男	59	2769	1093.2	14	70 ± 66	Poisson
TE-004	男	56	3269	1290.6	11	NA	Non- Poisson
TE-005	男	42	3265	1289.0	11	66 ± 57	Poisson
TE-006	男	61	2861	1129.5	13	0 ± 55	Poisson
TE-007	男	66	3000	1184.4	37	359 ± 64	Poisson
TE-008*	男	51	3000	1184.4	19	198 ± 71	Poisson
TE-009	男	72	1411	557.1	10	101 ± 91	
TE-010	男	61	3000	1184.4	19	142 ± 73	Poisson
TE-011	男	56	3000	1184.4	20	189 ± 74	Poisson
TE-012	男	56	1812	715.4	9	89 ± 77	
TE-013*	男	62	3000	1184.4	39	393 ± 61	Poisson
TE-014*	男	35	3000	1184.4	17	229 ± 61	Poisson
TE-015	男	57	2988	1179.7	19	168 ± 74	Poisson
TE-016	男	57	3013	1189.5	8	NA	Non- Poisson
TE-017	男	53	3011	1188.7	7	NA	Non- Poisson
TE-018	男	27	3036	1198.6	17	249 ± 56	Poisson
TE-019	男	40	3199	1263.0	12	NA	Non- Poisson
TE-020	男	74	3238	1278.4	46	383 ± 63	Poisson
TE-021	男	31	3060	1208.1	6	7 ± 47	Poisson
TE-022	男	57	3146	1242.0	28	279 ± 65	Poisson
TE-023	男	59	3759	1484.1	17	18 ± 54	Poisson
TE-024*	男	54	3137	1238.5	28	292 ± 63	Poisson
TE-025	男	66	257	101.5	3	338 ± 192	
TE-026	男	30	3159	1247.2	10	117 ± 60	Poisson
TE-027	男	61	3206	1265.7	11	NA	Non- Poisson
TE-028	男	65	3163	1248.8	18	64 ± 60	Poisson
TE-029*	男	63	3891	1536.2	92	635 ± 48	Poisson
TE-030	男	54	3123	1233.0	14	67 ± 61	Poisson
TE-031	男	41	3295	1300.9	10	43 ± 52	Poisson
TE-033*	男	61	3213	1268.5	28	255 ± 69	Poisson
TE-034	男	55	3250	1283.1	12	0 ± 51	Poisson
TE-035*	男	62	3173	1252.7	30	279 ± 68	Poisson
TE-036*	男	54	2646	1044.6	31	382 ± 63	Poisson
TE-037*	男	48	3891	1536.2	42	372 ± 51	Poisson
TE-038	男	27	3732	1473.4	8	54 ± 48	Poisson
TE-039*	男	61	3001	1184.8	23	210 ± 76	Poisson
TE-040*	男	42	3838	1515.2	31	301 ± 52	Poisson
TE-041	男	31	3135	1237.7	9	92 ± 57	Poisson
TE-042	男	43	1339	528.6	0	NA	
TE-043	男	58	3598	1420.5	17	50 ± 58	Poisson
TE-044*	男	61	2870	1133.1	34	363 ± 63	Poisson
TE-045	男	41	3195	1261.4	12	102 ± 61	Poisson
TE-046*	男	45	3008	1187.6	30	355 ± 58	Poisson
TE-047	男	44	3117	1230.6	9	0 ± 49	Poisson
TE-048*	男	59	3088	1219.1	45	445 ± 57	Poisson
TE-049	男	45	3195	1261.4	14	121 ± 35	Poisson
TE-050	男	64	292	115.3	4	406 ± 188	
TE-051	男	45	3066	1210.5	14	133 ± 67	Poisson
TE-052*	男	62	3085	1218	27	252 ± 72	Poisson
TE-053	男	54	4746	1873.7	11	NA	Non- Poisson
TE-054	男	47	3236	1277.6	5	NA	Non- Poisson
TE-055	男	66	3560	1405.5	26	162 ± 73	Poisson
TE-056*	男	63	3189	1259.0	41	386 ± 60	Poisson
TE-057*	男	46	3093	1221.1	28	322 ± 58	Poisson
TE-058	男	50	3409	1345.9	16	112 ± 64	Poisson
TE-059	男	52	764	301.6	2	NA	
TE-060	男	65	3012	1189.1	16	27 ± 61	Poisson
TE-061	男	67	3178	1254.7	24	169 ± 76	Poisson
TE-062	男	44	3379	1334.0	12	67 ± 57	Poisson

\*推定線量の信頼性が得られた検体

グレーカラムは解析細胞数が1000細胞ゲノム相当数未満を示す。より多くのメタフェーズを解析する等により染色体線量評価の精度は向上するため、現時点での結果として暫定版とする。

表 2. 2020 年度採血分の染色体転座解析結果および推定線量（暫定版）

染色体解析 ID	性別	採血時年齢	解析細胞数	ゲノム相当数	染色体転座数	年齢補正転座頻度	推定線量 (mGy)
WTr001	男	61	3046	1202.6	16	2.5398	67 ± 64
WTr002	男	56	3114	1229.4	15	2.9630	77 ± 63
WTr003*	男	57	3022	1193.1	24	11.9954	242 ± 71
WTr004*	男	62	3789	1495.9	37	19.8150	290 ± 60
WTr005*	男	42	2946	1163.1	17	9.4905	209 ± 67
WTr006	男	53	3137	1238.5	11	0.0000	0 ± 36
WTr007*	男	55	2707	1068.7	19	8.8207	211 ± 76
WTr008	男	62	2923	1154.0	17	3.7427	101 ± 70
WTr009	男	44	3036	1198.6	9	0.7489	8 ± 39
WTr010*	男	47	2960	1168.6	37	28.1722	423 ± 56
WTr0011	男	67	3076	1214.4	22	6.1628	147 ± 75
WTr0012*	男	41	3000	1184.4	20	12.5992	251 ± 62
WTr0013	男	62	3101	1224.3	17	2.9354	76 ± 65
WTr0014*	男	53	3021	1192.7	20	9.2587	202 ± 72
WTr015*	男	32	3450	1362.1	15	8.8197	177 ± 59
WTr016*	男	67	3759	1484.1	148	128.6463	884 ± 48
WTr017	男	52	3776	1490.8	18	4.9510	104 ± 62
WTr018*	男	70	3699	1460.4	35	14.4998	239 ± 71
WTr019*	男	58	3967	1566.2	32	15.8099	242 ± 62
WTr020*	男	70	3017	1191.1	28	11.2795	232 ± 79
WTr021*	男	65	3671	1449.3	31	13.0226	224 ± 70
WTr022*	男	36	3101	1224.3	14	7.5562	171 ± 64
WTr023*	男	67	3009	1188.0	48	32.5078	456 ± 59
WTr024	男	65	3483	1375.1	26	8.9433	177 ± 72
WTr025	男	57	3095	1221.9	4	0.0000	NA
WTr026*	男	43	3919	1547.2	18	7.6827	145 ± 61
WTr027	男	40	3034	1197.8	9	1.7600	44 ± 54
WTr028*	男	62	3095	1221.9	30	15.9626	288 ± 68
WTr029*	男	61	3026	1194.7	35	21.6281	354 ± 62
WTr030*	男	50	3967	1566.2	41	28.0620	352 ± 52
WTr031	男	63	3675	1450.9	24	6.8965	140 ± 70
WTr032	男	63	3154	1245.2	14	0.0000	NA ±
WTr033*	男	50	3346	1321.0	30	19.0873	307 ± 58
WTr034	男	64	2907	1147.7	14	0.1204	0 ± 81
WTr035*	男	49	3083	1217.2	30	20.2369	336 ± 59
WTr036*	男	70	3026	1194.7	26	9.2297	201 ± 80
WTr037*	男	59	1467	579.2	16	9.8505	341 ± 91
WTr038*	男	43	3086	1218.4	34	25.8756	391 ± 55
WTr039*	男	49	3122	1232.6	21	11.1134	224 ± 67
WTr040*	男	49	3167	1250.3	19	8.9709	191 ± 69
WTr041	男	65	3101	1224.3	23	7.8140	175 ± 77
WTr042	男	55	3131	1236.1	19	7.2263	164 ± 71
WTr043*	男	56	3202	1264.1	25	12.6228	240 ± 68
WTr044*	男	49	3171	1251.9	24	13.9582	259 ± 6
WTr045	男	62	3130	1235.7	22	7.8039	174 ± 75
WTr046	男	44	3103	1225.1	6	0.0000	NA
WTr047	男	37	3054	1205.7	4	0.0000	NA
WTr048*	男	64	3192	1260.2	38	22.7597	354 ± 61
WTr049*	男	49	3005	1186.4	20	10.4839	221 ± 69
WTr050*	男	71	3304	1304.4	67	48.2409	545 ± 55
WTr051	男	67	3006	1186.8	14	0.0000	NA
WTr052*	男	55	3046	1202.6	21	9.5459	205 ± 73
WTr053	男	36	3201	1263.8	9	2.3484	59 ± 54
WTr054	男	45	3062	1208.9	11	2.4129	63 ± 58

\*推定線量の信頼性が得られた検体

グレーカラムは解析細胞数が1000細胞ゲノム相当数未満を示す。

より多くのメタフェーズを解析する等により染色体線量評価の精度は向上するため、現時点での結果として暫定版とする。

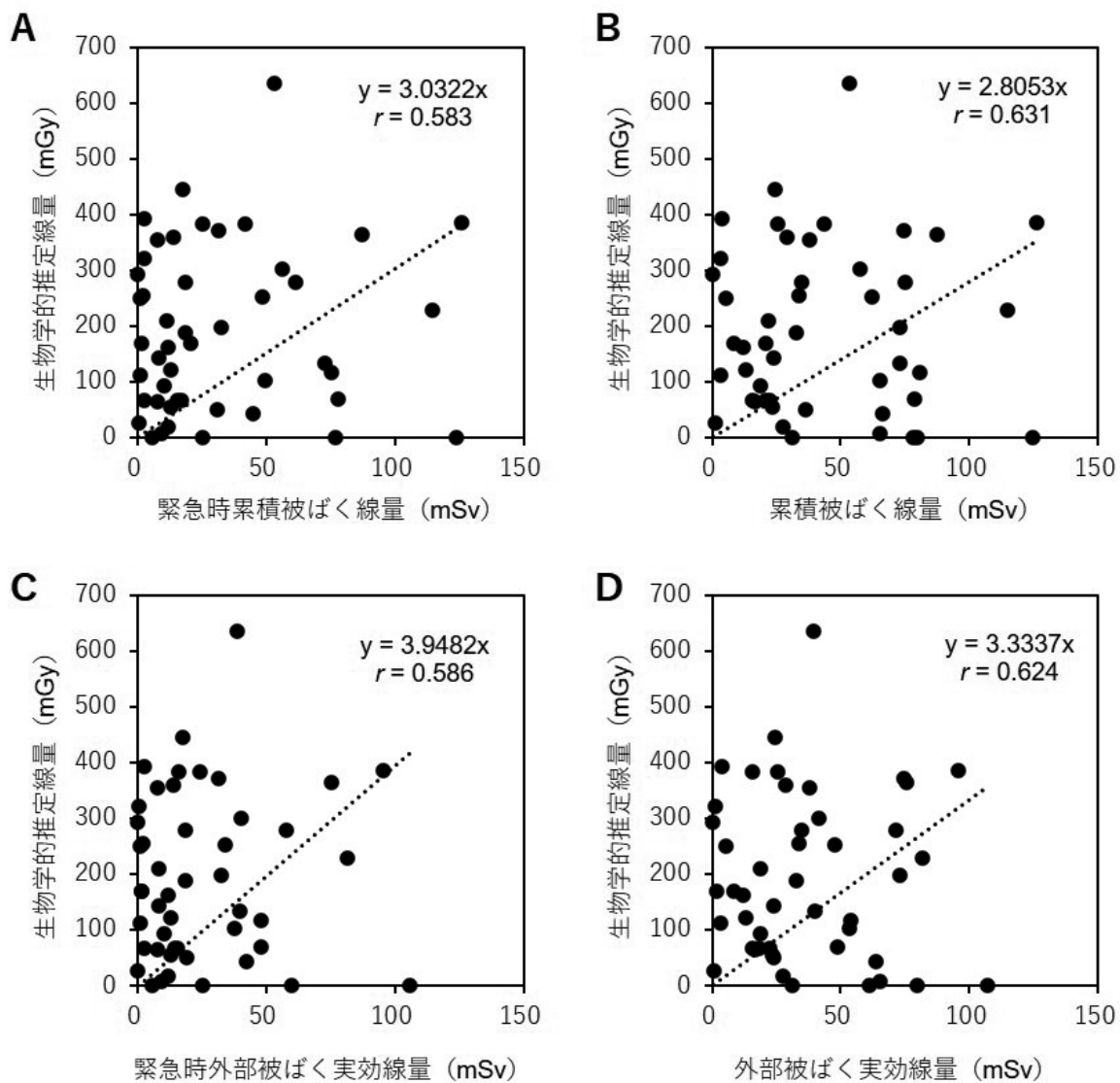


図9. 染色体転座でポアソン分布を示した緊急作業従事者における物理学的線量評価と生物学的線量評価（染色体線量評価）の相関分析

- (A) 緊急時累積被ばく線量、(B) 総累積被ばく線量、(C) 緊急時外部被ばく実効線量、(D) 総外部被ばく実効線量、と染色体線量評価による推定被ばく線量の相関を示す。

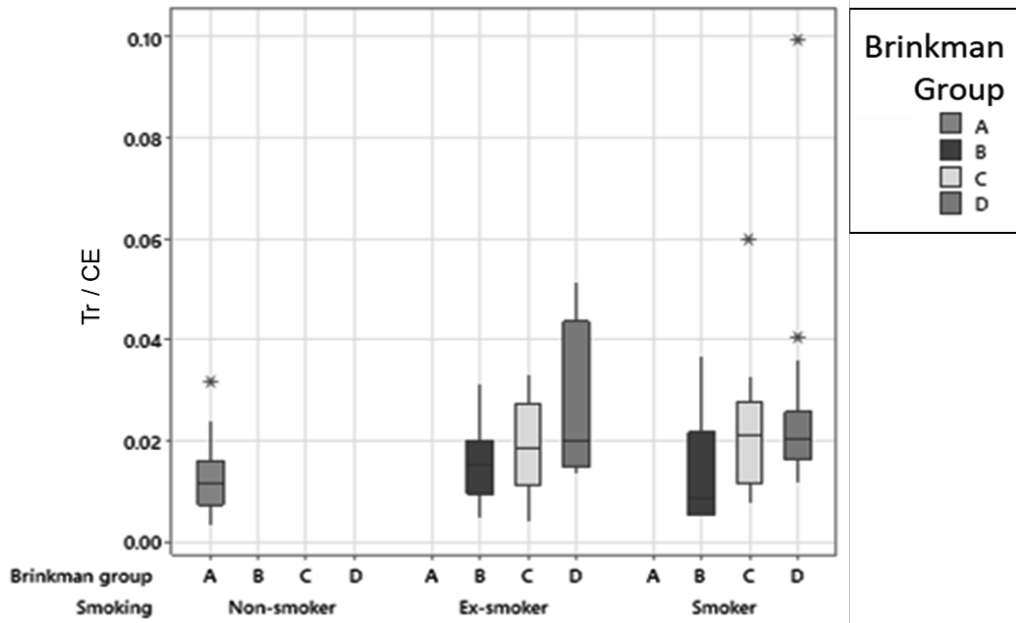


図 10. 緊急作業従事者における Brinkman Index (BI) による喫煙習慣分類と染色体転座頻度.  
 A群 : BI = 0, B群 : BI < 400, C群 : BI < 800, D群 BI ≥ 800. 図のボックスは●●を示す。

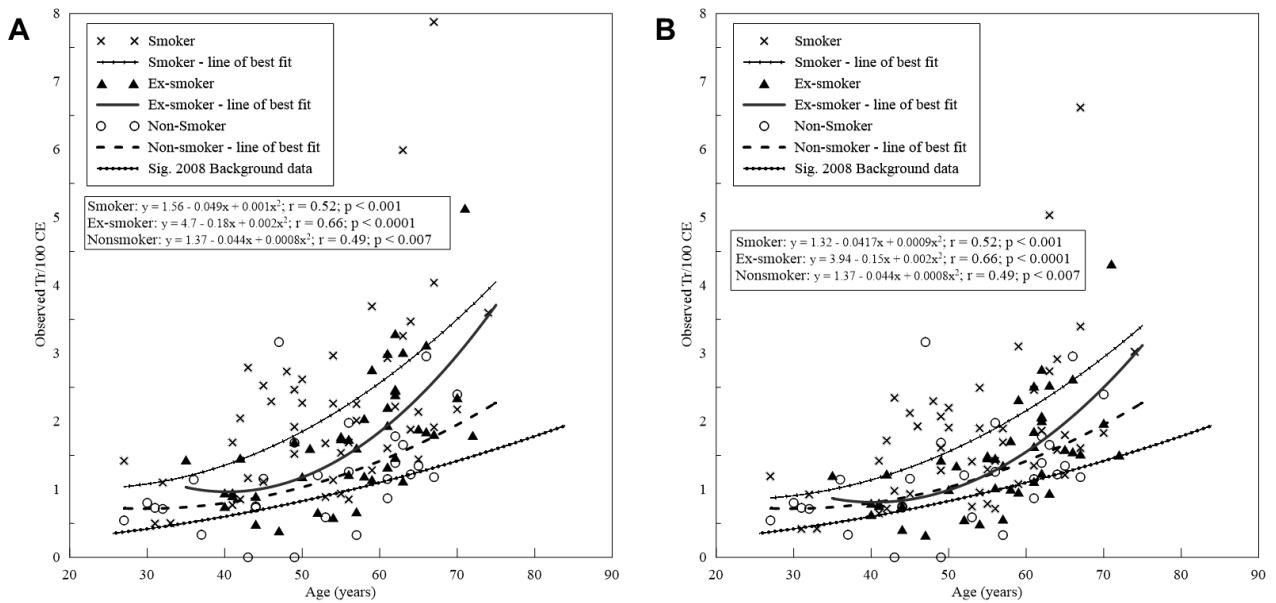


図 11. 緊急作業従事者における喫煙習慣と染色体転座頻度の比較

A : 喫煙補正なし, B : 喫煙補正係数 (1.19) 適用  
 参考値 : 年齢ごとのベースライン転座頻度 (age-background) [8]

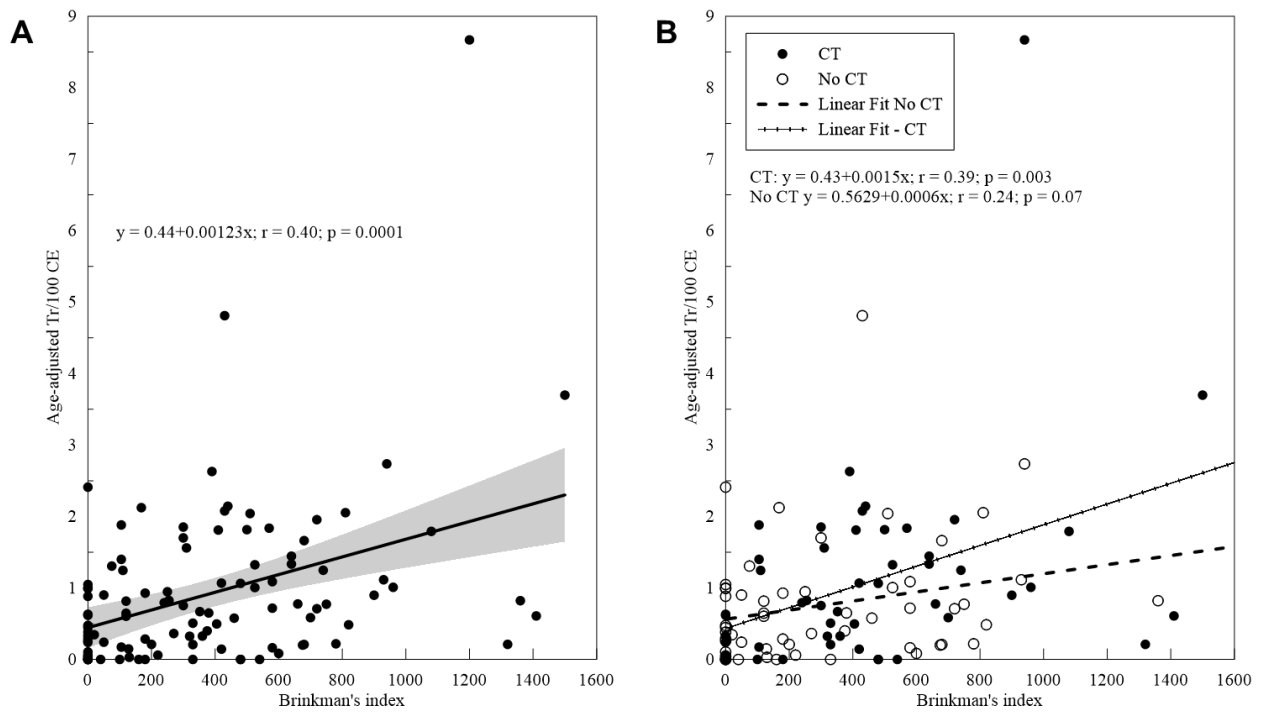


図 12. 緊急作業従事者における喫煙習慣と染色体転座頻度の比較

A：全緊急作業従事者（年齢補正有り）、B：CT検査受診歴の有無による比較（年齢補正有り）

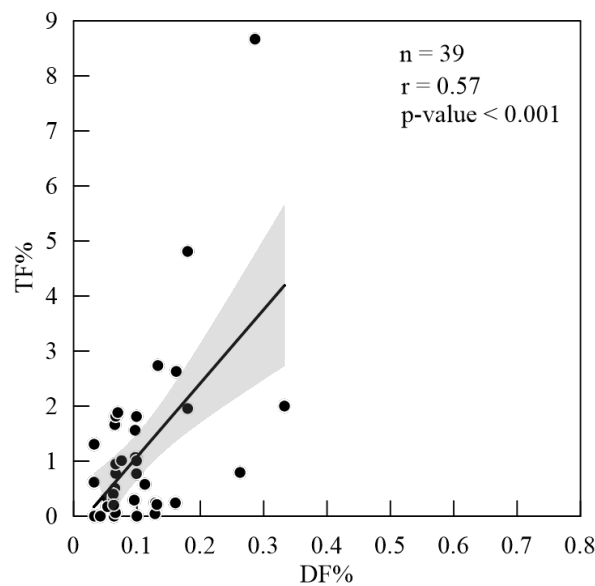


図 13. 緊急作業従事者における二動原体染色体頻度と染色体転座頻度の比較

DF：二動原体転座頻度（%）、TF：染色体転座頻度（%）

グレー部：一般公衆の二動原体頻度の基準値（100細胞当たり0.1個）を示す



## D. 考察

### (1) 既存の被ばく線量評価値の検証・解析

第二期研究期（2019 - 2023 年度）では、研究代表機関である安衛研から提供された福島原発事故に係る緊急作業従事者の線量データの検証を行うとともに、線量推定の精緻化に向けた検討を実施した。本研究の解析対象となる緊急作業従事者は約 2 万人であり、線量分布の特徴としては全体の 1% 弱（174 名）が実効線量で 100 mSv を超える集団である。したがって放射線による将来の確率的影響を観察する観点からは、総じて低線量域の集団を対象としたコホート研究と考えられるが、外部被ばくと内部被ばくが混在したユニークな集団であり、疫学研究の横軸となる線量推計の精度向上は重要である。

提供された線量関連データの月別線量の推移からは、東電社員と協力企業社員との間に明確な違いが見える（図 2）。東電社員の場合は、2011 年 3 月の総線量が顕著に高く、4 月には急激に減少し、以降も緩やかな減少傾向が認められる。これに対し協力企業社員の場合は、3 月と 4 月の総線量の差異が東電社員ほど小さくなく、外部被ばくの総線量については 3 月から 7 月位まで変動が小さい。これに関しては、緊急作業に投入された協力企業社員の人数にも関係しており、外部被ばくの月別線量のデータ件数を見ると、4 月の件数は 3 月の件数（約 2.3 千件）の 2 倍に倍増しており、以降も 5 千件から 6 千件で推移していることから、人員は投入しつつも一人当たりの平均線量を低減しつつ、総線量の増加を抑制した結果になっている。他方、東電社員の方は、3 月のデータ件数（約 2.1 千件）から時間の経過とともに徐々に減少しており、こちらは人数の減少によって総線量が減少した形である。内部被ばくに関しては 3 月に総線量が集中しているが、同時に預託実効線量のデータ件数も 4 月以降は大幅に減少していることにも留意する必要がある。すなわち、作業期間は継続していても、摂取日を設定した 3 月にまとめて預託実効線量が登録されている状況が考えられる。

東電から安衛研を通じて提供された内部被ばく線量データに関して、東電が示した線量算定手順に従い、放射性核種の体内残留量から預託実効線量の再現計算を行い、概ね妥当であることを確認した。<sup>131</sup>I 未検出者に対して、東電は内部被ばく検査に用いた機器の種類に応じて <sup>131</sup>I の線量評価方法を考案したが、ダストサンプリングのデータから得られた <sup>131</sup>I と <sup>137</sup>Cs の空気中濃度比（図 14）を用いる方法については、データの時空間的な代表性やサンプリング開始前の不確実性の課題があると考えられる。また、<sup>131</sup>I の MDA を用いる方法については、協力企業のデータに不自然に高値なデータが含まれており（図 15）、<sup>131</sup>I の内部被ばく線量を過大評価する可能性が考えられた。本研究で示した改良法は、以上の課題による影響を低減するものであり、より正確な内部被ばく線量を提供するものと考えられる。

本研究では、内部被ばくについて、疫学研究に必要となる甲状腺を初めとした主要な臓器線量を算定した。預託実効線量が高い緊急作業従事者の場合、<sup>131</sup>I による線量寄与がほとんどであるため、甲状腺等価線量は預託実効線量の約 20 倍となる（甲状腺の組織加重係数が 0.05 であるため）。より正確な線量指標として、個人の甲状腺重量（または体積）により補正を行った甲状腺吸収線量を将来的に評価することも考えられる<sup>[23]</sup>。γ線による外部被ばくの場合は、照射ジオメトリを決定することで、個人線量計指示値から各臓器線量への換算を行うことができる。照射条件に関しては、屋外作業員の場合は地面を線源とする照射ジオメトリ、屋内作業員の場合は人体に対して上方からの成分も含む全方位からの照射ジオメトリを仮定することが妥当である。各条件での個人線量計指示値から各臓器線量への換算係数は整備済みであるが、換算係数を適用することによる外部被ばく線量の変化は小さいと考えられる。今後は、内部被ばく及び内部被ばくによる主要臓器の臓器線量について不確かさも含めて評価していく予定である。

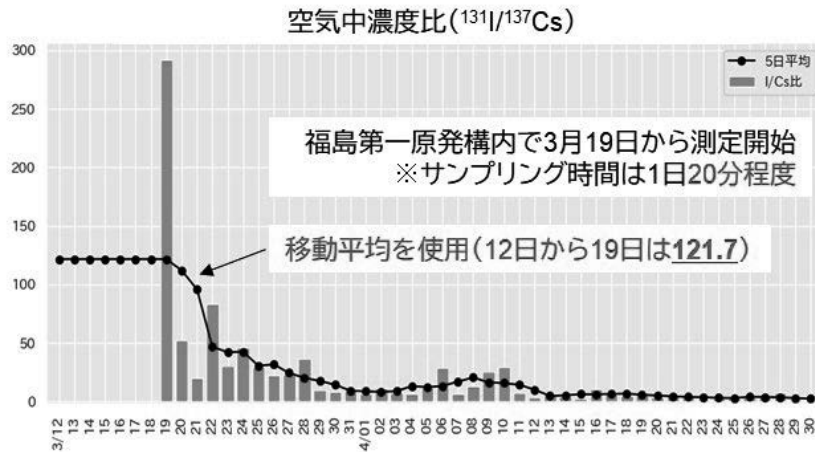


図 14. 福島原発構内におけるダストサンプリングから得られた空気中濃度比 ( $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ )

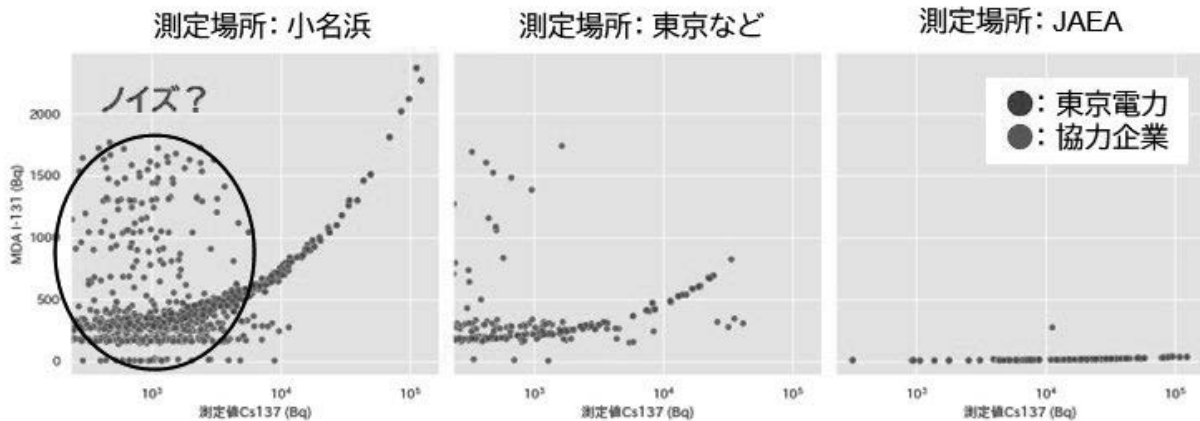


図 15.  $^{137}\text{Cs}$  体内残留量を変数とする  $^{131}\text{I}$  検出下限値 (MDA) の関係

(2) 電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

個人線量計の  $\gamma$  線  $H_p(10)$  指示値から、実効線量、水晶体等価線量及び臓器の吸収線量に換算する係数を整備した。これら係数を用いることで、実効線量  $E$ 、臓器吸収線量  $D_t$  及び水晶体等価線量  $D_e$  は、個人線量計の指示値  $M$  ( $\gamma$  線  $H_p(10)$ ) から、次式を用いて算出される。

$$E = M \times k_E$$

$$D_t = M \times k_{Dt}$$

$$D_e = M \times k_{De} \times f_H$$

$$D_{e,\beta} = M \times k_{De,\beta} \times f_{GR} \times f_M$$

ここで、

$M$ : 個人線量計  $H_p(10)$  指示値 (mSv)

$E$ :  $\gamma$  線による実効線量 (mSv)

$k_E$ : 指示値から実効線量への換算係数

$D_t$ :  $\gamma$  線による臓器  $t$  の吸収線量 (mGy)

$k_{Dt}$ : 指示値  $M$  から臓器  $t$  の吸収線量への換算係数

$D_e$ :  $\gamma$  線による水晶体吸収線量 (mGy)

$k_{De}$ : 指示値  $M$  から  $\gamma$  線による水晶体吸収線量への換算係数

$f_H$ : 水晶体の高さの違いによる線量勾配の補正

$D_{e,\beta}$ :  $\beta$  線による水晶体吸収線量 (mGy)

$k_{De,\beta}$ : 指示値  $M$  から  $\beta$  線による水晶体吸収線量への換算係数

$f_{GR}$ : 地表の荒れによる  $\beta$  線自己吸収補正

$f_M$ : 全面マスクの  $\beta$  線遮へい係数

である。換算係数又は補正係数は、緊急作業の内容やその作業を実施した場所の放射線場の状況によって変化する。例えば、指示値から実効線量等への換算係数は、代表的な 3 種類の曝露ジオメトリ、すなわち前方照射 AP、回転照射 ROT 及び等方照射 ISO の曝露ジオメトリの組

み合わせによって近似されると考えられる<sup>[24]</sup>。しかしながら、個々の作業者についてそれぞれの作業状況を精査し、作業毎に適切な換算係数を決定することは容易ではないので、ここでは、予想される変動範囲を考慮しつつ、ある不確かさをもった値として実効線量や対象臓器の吸収線量の評価を試みた。そこで、上記の計算式の変数それぞれについて、適当な推定値とその確率分布（正規分布又は一様分布）を与えることによって、算出される線量の平均値と不確かさをモンテカルロシミュレーションによって評価した。個人線量計の $\gamma$ 線 $H_p(10)$ 指示値100 mSvにおける、実効線量、代表的臓器（甲状腺等）の吸収線量及び水晶体等価線量の平均値とその95%信頼区間を表9に示す。また、一

例として、図16～18に、 $\gamma$ 線による実効線量、 $\gamma + \beta$ 線による水晶体等価線量（マスク着用）、並びに $\gamma$ 線による甲状腺吸収線量の度数分布をそれぞれ示す。個人線量計 $\gamma$ 線 $H_p(10)$ 指示値100 mSvの場合、 $\gamma$ 線による実効線量は、84.4 mSv（95%信頼区間75.0～94.1）と算出された。一方、 $\beta$ 線による水晶体等価線量は、全面マスク無しでは10.1 mSv（同1.2～25.3）、全面マスク有りでは1.2 mSv（同0.1～3.1）、両線種の合計の水晶体等価線量は、全面マスク無しでは101.9 mSv（同86.3～121.2）、全面マスク有りでは93.0 mSv（同82.4～104.3）であった。また、 $\gamma$ 線による甲状腺吸収線量は、92.8 mGy（82.4～103.6）と評価された。

表9. 個人線量計の $\gamma$ 線 $H_p(10)$ 指示値100 mSvにおける、実効線量、代表的臓器（甲状腺等）の吸収線量及び水晶体等価線量の平均値とその95%信頼区間

線量	線種	平均値及び95%信頼区間 (mSv 又は mGy)
実効線量	$\gamma$	84.4 (75.0～94.0)
結腸吸収線量	$\gamma$	80.3 (71.3～89.6)
肺吸収線量	$\gamma$	82.3 (73.3～91.6)
赤色骨髄吸収線量	$\gamma$	80.5 (71.5～89.8)
生殖腺（精巣）吸収線量	$\gamma$	86.6 (77.2～96.3)
甲状腺吸収線量	$\gamma$	92.8 (82.4～103.6)
水晶体等価線量	$\gamma$	91.8 (81.4～102.5)
水晶体等価線量（マスク無）	$\beta$	10.1 (1.2～25.3)
水晶体等価線量（マスク有）	$\beta$	1.2 (0.1～3.1)
水晶体等価線量（マスク無）	$\gamma + \beta$	101.9 (86.3～121.2)
水晶体等価線量（マスク有）	$\gamma + \beta$	93.0 (82.4～104.0)

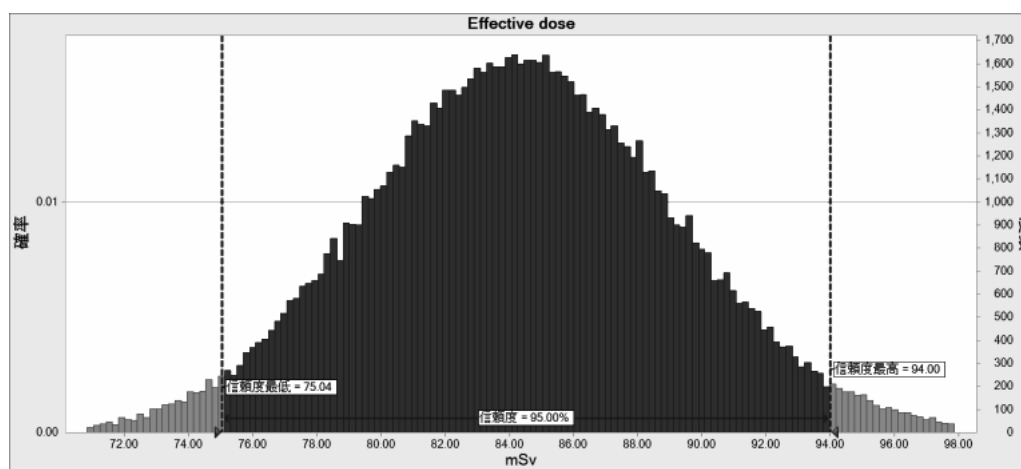


図16. 個人線量計の $\gamma$ 線 $H_p(10)$ 指示値=100 mSvにおける $\gamma$ 線実効線量の分布

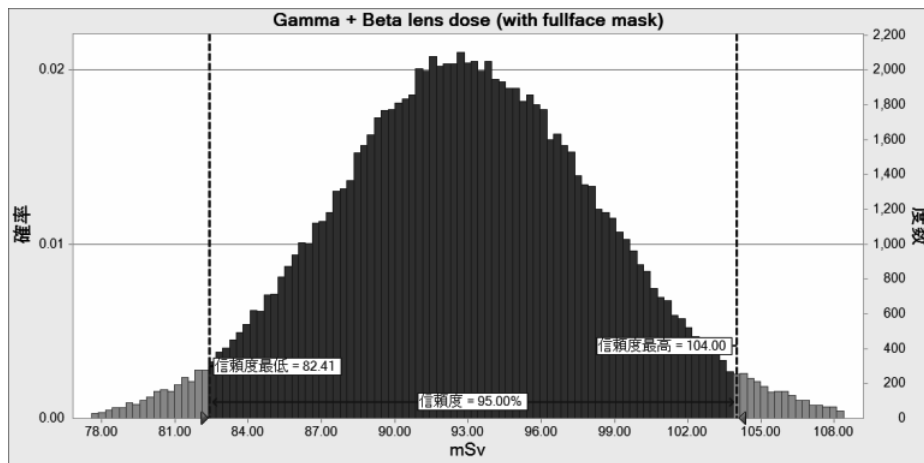


図 17. 個人線量計の  $\gamma$  線  $H_p(10)$  指示値 = 100 mSv における  $\gamma$  線 +  $\beta$  線による水晶体等価線量の分布 (全面マスク着用あり)

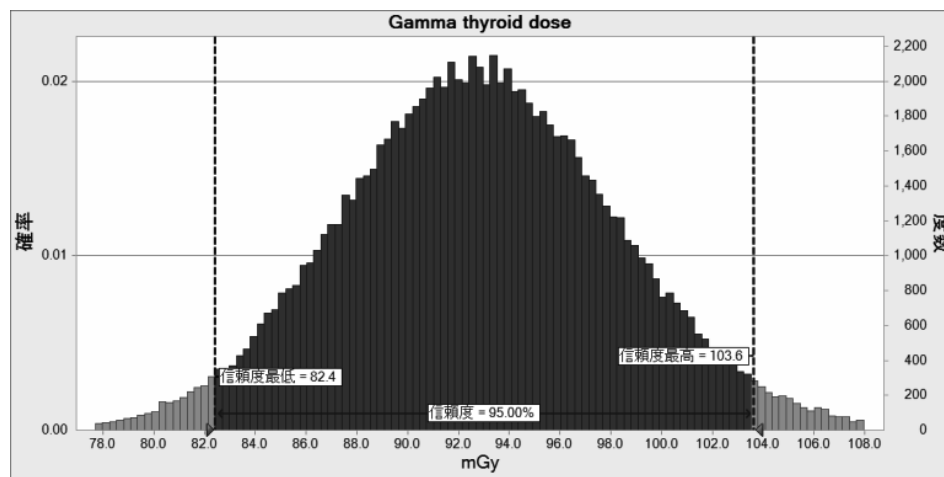


図 18. 個人線量計の  $\gamma$  線  $H_p(10)$  指示値 = 100 mSv における  $\gamma$  線甲状腺吸収線量の分布

### (3) 尿中ヨウ素-129分析に関する研究

AMSによる尿試料中 $^{129}\text{I}$ 濃度測定の結果、 $^{129}\text{I}$ が検出され、これまでに確立した分析・測定方法の妥当性が示された。しかし、得られた測定結果が5件の尿試料のものであり、引き続き、残りの尿試料の分析・測定を行い、その分析・測定方法の検証が必要である。特に、AMSでは、試料中に含まれる $^{129}\text{I}$ 濃度に依存した安定ヨウ素( $^{127}\text{I}$ )による希釈が必要であり、今回の測定では土壌試料中 $^{129}\text{I}$ 濃度分析法と同様の希釈操作を行っており、この妥当性も評価する必要がある。得られた尿試料中 $^{129}\text{I}$ 濃度については、環境試料で得られている $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ 比等<sup>[25]</sup>と比較し、その測定結果の妥当性も検証していく必要がある。

### (4) 緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

緊急作業従事者の被ばく線量を遡及的に解析することを目的として、生物学的半減期が長い安定型染色体異常の発生頻度に基づき遡及的線量評価を行ってきた。これまでの研究において生物学的推定線量と物理学的手法により導かれた個人被ばく線量との間には、乖離が認められた。生物学的線量推定でエンドポイントとして用いられている染色体転座は、年齢依存性でその頻度が増加することに加え、喫煙者では非喫煙者に比べて1.19倍増加することが報告されている<sup>[8]</sup>。また、我が国では医療用CT検査数が多く、検査時の被ばく線量を考慮する必要がある。そこで、喫煙習慣ならびに医療用CT検査による医療被ばくの影響について解析した。

汚染現場で作業する前に実施された染色体異常頻度のデータまたは検査がないため、染色体転座法による緊急作業従事者の吸収線量を正確に評価することが困難であるが、国際的自然発生頻度調査結果から自然発生頻度の年齢補正を実施し、喫煙の影響を解析した。

喫煙習慣に基づく層別解析の結果、緊急作業従事者の喫煙習慣により染色体転座頻度の増加は明らかであり、染色体転座法による遡及的線量評価において喫煙補正が必要となる。そこで、国際的染色体転座自然発生頻度調査で得られた喫煙補正係数(1.19)を用いて補正を行ったが、遡及的線量評価における喫煙補正として煙補正係数(1.19)が不十分である可能性がある。低線量放射線被ばくの遡及的線量評価では、喫煙習慣を考慮した染色体転座補正法に関する大規模研究が必要である。さらに、注目すべきことに、緊急作業従事者では喫煙者、禁煙者、非喫煙者のいずれにおいても、年代別世界平均染色体転座発生頻度よりも染色体転座が増加するという明確なパターンが認められた。

本研究において線量推定を複雑にしている他の要因についても考慮しなければならない。染色体転座解析のために血液を提供していただいた緊急作業従事者において、熱ルミネッセンス線量計(TLD)やホールボディカウンターで記録された線量のほとんどが緊急作業期間内で100 mGy以下であり、血液サンプルが採取されたのは2018年または2020年である。緊急作業から血液採取の間に時間的な隔りがあるため、この期間に生じたライフイベントを総合的に評価することは非常に困難となる。医療用のCTスキャン検査では、短時間に数mSv以上の放射線を被ばくすることとなり、1回のCTスキャン検査により、染色体異常が誘導されることが報告されている<sup>[26, 27]</sup>。医療用CTスキャン検査受診歴の有無で層別化した場合、転座のさらなる増加が観察されるケースもある。転座の頻度が最も高かったのは、ヘビースモーカーで年齢が高く、PET-CT検査を受けた人であった。このような複合的な特徴を持つ人において、背景、医療被ばく、職業被ばくによる転座を区

別することは非常に困難であり、このような状況において染色体異常に寄与する特定の因子を解釈することの複雑さを浮き彫りにしている。

遡及的線量評価にエンドポイントとして用いた染色体転座は喫煙、加齢、電離放射線などの影響を長期にわたって調査できる安定型染色体異常と考えられているが、直近に受けた電離放射線被ばくをよく反映する不安型染色体異常である二動原体染色体頻度に比べ、緊急作業従事者では有意に高い頻度を示した。これは、各染色体異常の半減期が顕著に異なることが一因となる。安定型染色体異常である染色体転座の半減期は被ばく条件によって異なるが、数年から数十年と報告されている。一方、不安型染色体異常である二動原体染色体の生物学的半減期は数カ月から2年程度である<sup>[28, 29]</sup>。緊急作業から6~8年後に採取された末梢血における二動原体染色体頻度は、その多くが一般公衆の二動原体頻度(0.1%)に分布するが、一般公衆の頻度を上回る二動原体染色体頻度を示す緊急作業従事者が認められており、これは、医療被ばくに誘導された可能性を考慮する必要があることを示している。

染色体線量評価は、解析メタフェーズ数を増やすことでおり精度を上げることができ、本研究事業では、表1、2に示すように、暫定値とした。量子科学技術研究開発機構では独自に人工知能(深層学習法)を利用した染色体画像自動判定アルゴリズムの開発を進めている[環境省放射線健康管理・健康不安対策事業「FISH解析法による低線量被ばく評価に向けた基盤構築」(令和4~6年度、主任研究者 数藤ほか)]。今後はこのような最新技術による解析支援を活用することで染色体線量評価の精度向上がなされるものと期待できる。

## E. 結論

第二期研究(2019 - 2023年度)における線量評価分科会の結論は以下のとおりである。

### (1) 既存の被ばく線量評価値の検証・解析

緊急作業従事者の既存の線量関連データの内

容を精査し、複数のデータセット間の関係性や線量分布の特徴を明らかにした。また、広範多岐に及ぶ線量関連データの解析が容易に行えるように、Microsoft 社が提供する Power BI を活用して複数の支援ツールを製作した。これらの支援ツールは各分会会の要望に応じて、今後改良を行っていく予定である。

緊急作業従事者の被ばく線量は、事故の発生した 2011 年 3 月に最も高く、東電社員は協力企業社員に比べて有意に高かったが、4 月以降の総線量は協力企業社員の方が高かった。これは緊急作業に投入された人員の増加によるものであり、1 名当りの平均線量を低減しつつ、総線量の増加を抑制した結果となった。内部被ばく線量は、東電社員及び協力企業社員ともに 3 月に集中した。

内部被ばくによる預託実効線量については、東電による手順にしたがって検証計算を行い、概ね再現できることを確認した。また、 $^{131}\text{I}$  未検出者に対する線量推定法の見直しや主要臓器に対する等価線量の評価等を行い、疫学研究に用いる線量指標の精緻化を図った。これらの結果については、更なる検証を経て、研究代表機関を通じて各分科会に提供する予定である。

#### (2) 電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

緊急作業従事者が着用した個人線量計の  $\gamma$  線 1 cm 線量当量指示値から、 $\gamma$  線による実効線量及び赤色骨髓、肺、結腸、精巣、甲状腺の吸収線量、さらに  $\gamma$  線と  $\beta$  線による水晶体の等価線量に換算するための係数を整備するとともに、算出される線量の不確かさを評価した。

#### (3) 尿中ヨウ素 -129 分析に関する研究

確立した尿中 $^{129}\text{I}$ 分析法により、緊急作業従事者から採取した尿試料中 $^{129}\text{I}$ を測定した結果、有意に検出された。

#### (4) 緊急作業従事者の染色体分析に基づく週及的線量評価に関する研究

染色体転座を用いた生物学的推定線量と物理

学的線量評価の値には正の相関がみられた。また、喫煙歴、医療被ばく歴、加齢が影響することが確認された。特に、喫煙習慣に注目して解析した結果、喫煙指数に依存して染色体頻度が増加する明らかな傾向が認められた。注目すべきは、緊急作業従事者では喫煙者、禁煙者、非喫煙者のいずれにおいても、年代別世界平均染色体転座発生頻度よりも染色体転座が増加することである。

令和 5 年度は、放射線被ばくに特異性の高い二動原体染色体解析結果を追加し、喫煙の影響を可能な限り排除することで医療被ばくの影響解析を施行した結果、緊急作業後の医療被ばくに起因すると推定される染色体異常頻度の増加が認められた。今後、これらの緊急作業従事者の生活習慣や医療被ばく歴に着目して詳細な解析を進める。

#### 参考文献

- [1] 厚生労働省ホームページ．東京電力福島第一原子力発電所における緊急作業従事者等の長期的健康管理．[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou\\_roudou/roudoukijun/anzen/fukushima/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anzen/fukushima/index.html) (2024 年 2 月 11 日閲覧)．
- [2] 東京電力ホールディングス．福島第一原子力発電所 内部被ばく線量再確認作業にともなう「被ばく線量の分布等」の修正について (平成 25 年 7 月 5 日)．添付資料 3. 福島第一原子力発電所における内部被ばく線量の評価手法について．[https://www.tepco.co.jp/cc/press/2013/1228741\\_5117.html](https://www.tepco.co.jp/cc/press/2013/1228741_5117.html) (2024 年 2 月 11 日閲覧)．
- [3] 厚生労働省労災疾病臨床研究事業補助金放射線業務従事者の健康管理に関する疫学研究 令和 4 年度 総括・分担研究報告書 (研究代表者 大久保利晃) 線量評価分科会報告．[https://www.news.johas.go.jp/hp/doc\\_report.html](https://www.news.johas.go.jp/hp/doc_report.html) (2024 年 2 月 11 日閲覧)．
- [4] N. Tsujimura, T. Yoshida, K. Hoshi, and

- T. Momose, Performance of Panasonic ZP-1460 Electronic Personal Dosimeter under Exposure Conditions Likely to be Found at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, JPS Conf. Proc. 11, 070008, (2016).
- [5] N. Tsujimura, T. Yoshida, and S. Furuta, Measurements and calculations of beta dose rates on contaminated ground at the Fukushima Daiichi nuclear power plant site, Proc. IRPA-13, May 13-18, 2012, Glasgow, UK, (2012).
- [6] ICRP, 2010. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2-5).
- [7] International Organization for Standardization. 20046:2019. Radiological protection — Performance criteria for laboratories using Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) translocation assay for assessment of exposure to ionizing radiation. Geneva: ISO.
- [8] Sigurdson AJ, Ha M, Hauptmann M, Bhatti P, Sram RJ, Beskid O, et al. International study of factors affecting human chromosome translocations. *Mutat Res*, 652(2):112-121 (2008).
- [9] Goh VST, Fujishima Y, Abe Y, Sakai A, Yoshida MA, Ariyoshi K, Kasai K, Wilkins RC, Blakely WF, Miura T. Construction of fluorescence in situ hybridization (FISH) translocation dose-response calibration curve with multiple donor data sets using R, based on ISO 20046:2019 recommendations. *Int J Radiat Biol*, 95(12):1668-1684 (2019).
- [10] Brinkman GL and Coates EO Jr. The Effect of Bronchitis, Smoking, and Occupation on Ventilation. *The American Review of Respiratory Disease*, 87, 684-693 (1963)
- [11] International Organization for Standardization. 21243:2022. Radiological protection — Performance criteria for laboratories performing initial cytogenetic dose assessment of mass casualties in radiological or nuclear emergencies. General principles and application to dicentric assay Geneva: ISO.
- [12] Anderson D, Abe Y, Goh VST, Nakayama R, Takebayashi K, Tran TM, Fujishima Y, Nakata A, Ariyoshi K, Kasai K, Yoshida MA, Miura T. Cytogenetic Biodosimetry in Radiation Emergency Medicine: 5. The Dicentric Chromosome and its Role in Biodosimetry. *Radiat Environ Med*, 12(2):121-139 (2023)
- [13] Shojiro Yasui. Engineering Case Reports Governmental Re-evaluation of the committed effective dose received by emergency workers at the TEPCO Fukushima Daiichi NPP accident. *J. Occup. Environ. Hyg.* 12: D60-D70; 2015.
- [14] Shojiro Yasui. Case Study Tertiary evaluation of the committed effective dose of emergency workers that responded to the Fukushima Daiichi NPP accident. *J. Occup. Environ. Hyg.* 17: D69-D79; 2017.
- [15] Osamu Kurihara et al. Direct measurements of employees involved in the Fukushima Daiichi nuclear power station accident for internal dose estimates: JAEA's experiences. In: Proceedings of the first NIRS symposium on the reconstruction of early internal dose in the TEPCO Fukushima Daiichi nuclear power station accident. Chiba, Japan. National Institute of Radiological Sciences, NIRS-M-252: 13-25; 2012.
- [16] Osamu Kurihara et al. Measurements of  $^{131}\text{I}$  in the thyroids of employees involved in the Fukushima Daiichi nuclear power station accident. *J. Nucl. Sci. Technol.* 50: 122-129; 2013.

- [17]厚生労働省労災疾病臨床研究事業補助金放射線業務従事者の健康管理に関する疫学研究 令和3年度 総括・分担研究報告書(研究代表者 大久保利晃)線量評価分科会報告.  
[https://www.news.johas.go.jp/hp/doc\\_report.html](https://www.news.johas.go.jp/hp/doc_report.html) (2024年2月11日閲覧).
- [18]ICRP. ICRP Database of dose coefficients: workers and members of the public. Version 3.0.
- [19]UNSCEAR. UNSCEAR 2020/2021 Report Volume II. Scientific ANNEXE B. Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report.
- [20]西原健司、岩本大樹、須山賢也. 福島第一原子力発電所の燃料組成評価. JAEADData/Code 2012-018; 2012.
- [21]東京電力株式会社、2011年4月6日プレスリリース「土壌ガンマ線核種分析結果」.  
[https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11\\_j/images/110406v.pdf](https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110406v.pdf) (2023年2月14日確認)
- [22]Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, Goh VST, Sugai-Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, Akashi M. A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS). *Radiat Prot Dosimetry*, 199(14):1565-1571 (2023)
- [23]Naoaki Kunishima et al. Numerical simulation based on individual voxel phantoms for a sophisticated evaluation of internal doses mainly from <sup>131</sup>I in highly exposed workers involved in the TEPCO Fukushima Daiichi NPP accident. *Health Phys.* 116: 647-656; 2019.
- [24]Victor Kryuchkov, Vadim Chumak, Evaldas Maceika, Lynn R. Anspaugh, Elisabeth Cardis, Elena Bakhanova, Ivan Golovanov, Vladimir Drozdovitch, Nickolas Luckyanov, Ausrele Kesminiene, Paul Voillequé, and André Bouville, RADRUE Method for Reconstruction of External Photon Doses to Chernobyl Liquidators in Epidemiological Studies, *Health Phys.* 2009 October; 97(4): 275-298.doi:10.1097/HP.0b013e3181ac9306.
- [25]大野剛、福島第一原子力発電所事故により放出された放射性ヨウ素の環境汚染、地球化学 54, 209-217 (2020).  
doi:10.14934/chikyukagaku.54.209.
- [26]Abe Y, Miura T, Yoshida MA, Ujiie R, Kurosu Y, Kato N, Katafuchi A, Tsuyama N, Ohba T, Inamasu T, Shishido F, Noji H, Ogawa K, Yokouchi H, Kanazawa K, Ishida T, Muto S, Ohsugi J, Suzuki H, Ishikawa T, Kamiya K, Sakai A. Increase in dicentric chromosome formation after a single CT scan in adults. *Sci Rep*, 5:13882, 2015.
- [27]Abe Y, Noji H, Miura T, Sugai M, Kurosu Y, Ujiie R, Tsuyama N, Yanagi A, Yanai Y, Ohba T, Ishikawa T, Kamiya K, Yoshida MA, Sakai A. Investigation of the cumulative number of chromosome aberrations induced by three consecutive CT examinations in eight patients. *J Radiat Res*, 60(6):729-739, 2019.
- [28]Cho MS, Lee JK, Bae KS, Han EA, Jang SJ, Ha WH, Lee SS, Barquinero JF, Kim WT. Retrospective biodosimetry using translocation frequency in a stable cell of occupationally exposed to ionizing radiation. *J Radiat Res*, 56(4):709-716, 2015.
- [29]Herate C, Sabatier L. Retrospective biodosimetry techniques: Focus on cytogenetics assays for individuals exposed to ionizing radiation. *Mutat Res Rev Mutat Res*, 783:108287, 2020.



## F. 健康危険情報

該当無し

## G. 研究発表

### 1. 論文投稿（査読付）：

- [1] N. Tsujimura, K. Hoshi, T. Yamazaki, T. Momose, K. Aoki, H. Yoshitomi, Y. Tanimura, S. Yokoyama; Lens dosimetry study in  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  beta field: Full-face mask respirator shielding and dosimeter positioning, Proceedings of the 34th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses, KEK Proceedings 2020-5, p.21-28 (2020).
- [2] Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, Goh VST, Sugai-Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, Akashi M. A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS). Radiat Prot Dosimetry, 199(14):1565-1571 (2023)
- [3] Akiyama M, Tominaga T, Takashima Y, Ishii K, Suto Y. Assessing the applicability of modified replication banding protocol for the analysis of radiation-induced chromosomal aberrations in cultured human lymphocytes. Cytologia (2024, in press)

### 2. 学会発表

- [1] 辻村憲雄、星勝也、山崎巧、百瀬琢磨、青木克憲、吉富寛、谷村嘉彦、横山須美、 $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$   $\beta$ 線場における水晶体モニタリング法の検討 全面マスクによる遮へい効果と線量計装着位置、第34回放射線検出器とその応用、高エネルギー加速器研究開発機構、2020年1月16日(2020)。
- [2] 横山裕也、藤田博喜、中野政尚、高田千恵、百瀬琢磨、栗原治、明石眞言；東電福島第一原発緊急作業従事者の線量再構築のための尿中ヨウ素-129分析法の開発、第7回

日本放射線事故・災害医学会 年次学術集会、東北大学 長陵会館、2019年9月21日

- [3] 辻村憲雄、理想的な照射条件と点線源を用いる近似照射条件における光子用個人線量計レスポンスの相違の評価—人体形状ファントムでのモンテカルロ計算結果—、P-3-9、日本放射線影響学会第64回大会、令和3年9月22~24(水戸)
- [4] 辻村憲雄、東電福島第一原子力発電所事故後の緊急作業時に作業者が空气中放射性ヨウ素からの $\beta$ 線によって受けた水晶体線量の推定、PS2-39、日本放射線影響学会第65回大会、令和4年9月15~17(大阪)
- [5] 辻村憲雄、東京電力福島第一原子力発電所事故における緊急作業者の疫学調査のための電子式個人線量計に基づく実効線量および臓器線量の評価、PS1093、日本放射線影響学会第66回大会、令和5年11月6~8(東京)
- [6] Suto Y, Abe Y, Miura T, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, Goh VST, Sugai-Takahashi M, Takashima Y, Akiyama M, Kudo K, Alkebsi L, Ishii K, Sakai A, Akashi M. A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS) . EPRBiodose2022 online. 令和4年3月28~30日(オンライン)。
- [7] Anderson D, Abe Y, Tsuyama N, Takashima Y, Goh VST, Echigoya N, Ishibashi I, Sakai A, Akashi M, Suto Y, Miura T. Analysis of chromosome aberrations as a retrospective biodosimetry tool in subjects who received low dose occupational exposures. The 17th International Congress for Radiation Research (ICRR), 令和5年8月27~30日(モントリオール、カナダ)。
- [8] Miura T. Dose evaluation of the NPP workers during Fukushima accident response. The 17th WHO REMPAN, 令和5年9月14日(ソウル、韓国)。

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)  
なし

I. その他

JAEA 原子力科学研究所放射線標準施設棟での実験において、吉富寛氏、辻智也氏、核燃料サイクル工学研究所安全管理棟での分析作業の準備において、永岡美佳氏の協力を得た。

# 別添. 解析支援ツールのユーザーインターフェース

**対象者の事故発生時年齢・性別区分**

**個人ID入力ボックス**  
対象者の登録データのみの抽出される。

**該当データ件数(人数)**

**作業期間区分**  
対象期間(年度・月)を指定

**東電・協力企業の分類区分**  
F71登録企業名または東電データ登録企業名で区分

**F71データセット**  
緊急作業・通常作業の累積線量等を格納

**F72データセット**  
緊急作業・通常作業の月別線量(外部測定線量、水晶体線量、皮膚線量、摂取実効線量)を収録

**F73データセット**  
F73から年度(月)毎の外部被ばく線量を収集

**TECデータ分類**  
1名で複数のデータファイルを有する者が多数。最終評価に使われたデータのみを選択可能とした。

**測定器分類**

**測定場所分類**

**採取月(2011年3月(4月))**

**被検者年代分布**

**線量評価方法分類**

**線量評価方法分類(131I未検出者)**

**内部被ばく線量分布(事業者/検疫F72) 下層バイオリンプロット**

**内部被ばく線量比較(事業者/検疫F72)**

**内部被ばく線量比較(事業者/検疫) クロス集計**

## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 臨床調査に関連した健康データベース活用についての研究分科会

研究代表者 大久保利晃 労働安全衛生総合研究所 労働者放射線障害防止研究センター長  
研究分担者 大神 明 産業医科大学 産業生態科学研究所 作業関連疾患予防学 教授  
研究協力者 安藤 肇 産業医科大学 産業生態科学研究所 作業関連疾患予防学 助教

### 研究要旨

本疫学研究にて集約される健康データは、研究対象者への保健指導などを通じた緊急作業従事者の健康の維持増進に貢献することが期待される。しかしながら本調査の対象者となった健診受診希望の意思表示をした健診参加者へは、その結果に対しての保健指導の方法及び結果説明についてのプロトコルは未整備である。本分担研究班では、集約された作業従事者の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用いかに繋げるかに関する研究を実施する。そのため、集積された健診結果のデータベースから、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行うことと、受診を希望する健診実施機関の検査結果票を集積し、効果的な結果開示システムおよびアプリケーション（アプリ）の制作を行うことを計画した。

研究初年度は、初回健診に関わった全国の企業外労働衛生機関に対し、全連携の協力の下で、健診結果の返却に関する実態および健診方法プロトコルに関する意識調査を行った。

研究2年目は、(1)健診データにおける健康評価に関するリスクマトリックスの作成、(2)本研究の健診実施機関における判定基準値の実態調査、(3)健診アプリ制作のための設計、を行った。(1)については、基本健診及び多項目健診の検査項目のうち、評価項目を10種類のカテゴリーに分類した。

研究3年目は、(1)作成したリスクマトリックスに準拠した基本健診データを用いたリスク評価の作成、(2)設計した健診アプリのパイロット版制作、を行った。

研究4年目は、3年目に引き続き(1)リスクマトリックスによるDBの縦断的検討と、(2)健診アプリのデータ連携テスト計画立案を行った。「健診データから見た評価」については、本研究における「リスクマトリックス」による評価を新しい知見として採用した。

研究5年目は、(1)リスクマトリックスによるDBの縦断的検討 (2)健診アプリのデータ連携テスト計画立案を行った。

## 英文研究要旨

The health data collected in this epidemiological study is expected to contribute to the maintenance and promotion of the health of emergency workers by providing health guidance to the study subjects. However, protocols have not yet been established for explaining health guidance methods and results to participants who expressed a desire to receive health checkups, who were the subjects of this study. This subgroup will conduct research on how to effectively feed back the aggregated health management database of workers and how to link it to continuous effective utilization. For this purpose, we plan to conduct a survey and research on how to provide health guidance to examinees and formulate a standard format for disclosing results from the database of health checkup results, and to create an effective result disclosure system and application tool by collecting examination result forms from organizations that conduct health checkups for those who wish to undergo them.

In the first year of the study, a survey was conducted on the actual conditions regarding the return of health checkup results and awareness of the protocols for health checkup methods among occupational health institutions outside of companies nationwide that were involved in the initial health checkups, with the cooperation of Zen-Eiren.

In the second year of the study, we (1) created a risk matrix for health assessment in health checkup data, (2) surveyed the actual situation of judgment standard values at the institutions conducting health checkups in this study, and (3) designed an application for health checkup production. (1) For (1), the evaluation items were classified into 10 categories among the examination items of the basic health checkup and the multi-component health checkup.

In the third year of the study, we (1) created a risk assessment using basic medical checkup data in accordance with the created risk matrix, and (2) created a pilot version of the designed medical checkup application.

In the fourth year of the study, (1) a longitudinal study of the DB based on the risk matrix and (2) data linkage of the health checkup application were continued from the third year,

(2) Planning a test plan for data linkage of the health checkup application.

In the fourth year of the study, we continued the longitudinal study of the DB based on (1) risk matrix and (2) planning of a test plan for data linkage of health checkup applications, as in the third year of the study.

In the fifth year of the study, we conducted (1) a longitudinal study of DB using the risk matrix and (2) planning of a data linkage test of the health checkup application.

## A. 研究目的

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災後の東京電力福島第一原子力発電所（以下「東電福島第一原発」という。）の事故対応にあたり国は、緊急作業に従事する労働者の線量限度を一時的に 100 mSv から 250 mSv に引き上げる「平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線障害防止規則の特例に関する省令（以下「特例省令」という。）」を公布したが、特例省令が廃止された同年 12 月 16 日までに東電福島第一原発での緊急作業に従事した労働者（以下「緊急作業従事者」という。）は約 2 万人である。本研究は緊急作業従事者を対象とし、1) 生涯にわたり詳細な健康診断（以下「多項目健診」という。4～5 年に 1 回実施）を実施して長期的かつ総合的に健康状態を継続調査すること、2) 緊急作業の実態を個人別に詳細に把握することでより正確な被ばく線量の推定を行い、比較的低線量の反復した放射線被ばくの健康影響を調査すること、3) がん検診を含む多項目健診を定期的、継続的に実施して緊急作業従事者の健康管理に役立てること、を目的として開始した。

この大規模な多項目健康調査は、令和元年度も平成 30 年度までと同様に全国 77 ヶ所の研究協力機関にて健康診断（健診）を実施された。しかしながら、本調査の対象者となった健診受診希望の意思表示をした健診参加者へは、その結果に対しての保健指導の方法及び結果説明についてのプロトコルは未整備であった。また、本研究における受診可能医療機関の地理的分布の問題と健診頻度を毎年実施に改善する目的で、令和元年の第二期調査より、「基本健診」の実施が加わることになった。基本健診は「多項目健診」を実施しない年に毎年実施され、健診項目は安衛側第 44 条と電離則 50 条に基づく検査項目である。本分担研究班においても、多項目健診のデータセットに加え基本健診のデータセットも含めて取り扱うこととなった。

本分担研究班では、集約された作業従事者の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用いかに繋げるかに関

する研究を実施する。そのため、集積された健診結果のデータベースから、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行うことと、受診を希望する健診実施機関の検査結果票を集積し、効果的な結果開示票の制作を行うことを計画している。本研究班では、健診結果などの経年個人健康記録による健康評価の仕組みを策定し、健診項目の中で、単項目を用いて（健康度を）判断するのか、複合項目によって判断するのか等の分析についての考察も重要であると考ええる。当然、この健康度指標については妥当性の検証が必要で、そのためにも健診データを試用した解析研究を実施する。

研究初年度は、初回健診に関わった全国の企業外労働衛生機関に対し、全衛連の協力の下で、健診結果の返却に関する実態および健診方法プロトコルに関する意識調査を行った。研究 2 年目は、①健診データにおける健康評価に関するリスクマトリックスの作成、②本研究の健診実施機関における判定基準値の実態調査、③健診アプリ制作のための設計、以上の各項目を行った。研究 3 年目は、(1)前年度作成したリスクマトリックスに準拠した基本健診データを用いたリスク評価の作成、(2)前年度設計した健診アプリのパイロット版制作、以上の各項目を行った。研究 4 年目は、(1)リスクマトリックスによる DB の縦断的検討 (2)健診アプリのデータ連携テスト計画立案を行った。

研究 5 年目は、(1)リスクマトリックスによる DB の縦断的検討 (2)健診アプリのデータ連携テスト計画立案を行った。

## B. 研究方法

【放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究健診受診者に送られている受診結果通知票に関わるアンケート集計】

ベースライン調査に関わった全国の企業外労働衛生機関に対し、健診結果の返却に関する実態および健診方法プロトコルに関する意識調査を行った。

集計されたアンケート用紙及び結果票等は株

株式会社バイオコミュニケーションズに調査項目の集計を委託した。

【健診データにおける健康評価に関するリスクマトリックスの作成】

健診データを用いて、いわゆる「健康評価」を行うことを目的に、2020年までに実施された放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究の多項目健診受診者および基本健診受診者の匿名化健診データを用い、健康評価に関するリスクマトリックスの作成を試みた。

【本研究の健診実施機関における判定基準値の実態調査】

健診結果における基準値の設定は、リスクマトリックスを作成する際に重要な要素である。健診機関によって健診項目基準値について実態を調査した。

全国各地の45カ所の健診機関より健康診断結果通知票のひな形を収集し、そこに記載されている各検査項目の基準値（所見ありとして何らかのアラートを出す基準値）の比較検討を実施した。

【健診アプリ制作のための設計】

【設計した健診アプリのパイロット版制作】

健診アプリ制作のための設計について、以下の項目について概要をまとめ、パイロット版の制作については株式会社バイオコミュニケーションズに委託した。

- A. システム稼働環境要件定義、セキュリティ要件定義
- B1. 運用業務フロー策定
- B2. メール発信、受信機能の設計
- B3. システム機能構成設計
- B4. 処理対象情報の種類の策定
- B5. 対象情報毎の項目（ファイル）設計
- B6. 画面フォーマット仕様・機能設計
- C1. 問診内容・様式の設計
- C2. データの取込仕様・機能
- C3. 過去健診データの取込仕様・機能
- D1. 健診結果票フォーマット仕様・処理機能設計
- D2. 個人毎データ評価技法、表現方法の開発
- E1. 開発詳細計画、開発工数・予算の算出

E2. 運用詳細計画、運用コストの算出

E3. 「個人健康記録閲覧システム」の計画レビュー

【作成したリスクマトリックスに準拠した基本健診データを用いたリスク評価の作成】

作成したリスク基準では、健診項目を系統別に10種類の群（肥満/るいそう、血圧、肝機能、耐糖能、脂質、腎機能、炎症、貧血または多血症、心電図、胸部X線）に分け、各群中の健診項目に対して、検査値の度数分布を元に基準値を設定した。また、リスク項目の中で、基準値に応じて「低リスク群」「中リスク群」（表1）「高リスク群」（表2）の3群に分類し、10種類のリスク項目の中で設定基準値に準じてリスクレベルを判定した。

【リスクマトリックスによるDBの縦断的検討】

健診アプリに実装するデータコンテンツ作成を目的に、2019年、2020年、2021年、2023年に実施された放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究の基本健診受診者の匿名化健診データを用い、リスクマトリックスによるリスク評価を行い、比較検討を試みた。

【健診アプリのデータ連携テスト計画立案】

2022年度の報告書では、今後の研究活動への協力へ積極的に表明した研究参加者約900名を参加対象として、開発した個人健康記録閲覧システムの試用計画を立案したが、対象者への案内と同意書取得および個人情報の授受の点等で倫理計画書の再検討が必要となった。そのため改めてデータ連携テスト計画の立案を行う事となった。

## C. 研究結果

【放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究健診受診者に送られている受診結果通知票に関わるアンケート集計】

各施設はその施設独自の定型結果通知表を使用しているところが多数であり、結果通知方式は紙による郵送で、健診実施後1ヶ月以内に返却していた。

アンケートの自由意見からは、検査項目基準値の統一や結果報告の煩雑さの解決を望む声が

多数寄せられ、健診後の保健指導、必要に応じた医療機関紹介、担当リサーチコーディネーター（RC）によるフォロー等、やりっ放しの健診にならないための取り組み等、今後検討すべき課題が明らかとなった。

#### 【健診データにおける健康評価に関するリスクマトリックスの作成】

基本健診及び多項目健診の検査項目のうち、評価項目を10種類のカテゴリー（①肥満/るいそう、②血圧、③肝機能、④耐糖能、⑤脂質、⑥腎機能、⑦炎症、⑧貧血または多血症、⑨心電図所見、⑩胸部X線所見）に分類した。それぞれのカテゴリーについて基本健診及び多項目健診データの度数分布から、各群中の健診項目に対して、設定された基準値よりリスクレベル（高リスク、中リスク、低リスクの3カテゴリー）を設定した。

#### 【本研究の健診実施機関における判定基準値の実態調査】

全国各地の45健診機関の健康診断結果通知票より各検査項目の基準値の比較検討を実施したところ、メタボ健診に関わる項目ではほぼ標準的な基準値であったものの、項目によっては基準値の相違が認められた。

特定保健指導（メタボ健診）の検査項目に含まれているBMIや視力は調査機関で全く同一であった。

血圧の拡張期、収縮期の基準値は45健診機関の平均値で、収縮期血圧なら132mmHg以上（SD4.4）、拡張期血圧なら85mmHg以上（SD2.2）であり、メタボ健診の基準値130/85とほぼ同一基準であった。同様に中性脂肪の上限値とHbA1cの上限値は、それぞれ中性103mg/dl、HbA1c 5.6%と、メタボ健診の基準値109mg/dl、HbA1c 5.8%とほぼ同一基準であった。一方で、白血球数や赤血球数、あるいはg-GTといった項目での上限値においては、健診機関間でばらつきが見られた。

#### 【健診アプリ制作のための設計】

##### 【設計した健診アプリのパイロット版制作】

仕様書（図1）に従って、具体的なスマートフォン画面制作をバイオコミュニケーション

ズ社に委託し、仕様書に沿った各画面は制作完了した。（図2）

#### 【作成したリスクマトリックスに準拠した基本健診データを用いたリスク評価の作成】

基本健診及び多項目健診の検査項目のうち、評価項目を10種類のカテゴリー（①肥満/るいそう、②血圧、③肝機能、④耐糖能、⑤脂質、⑥腎機能、⑦炎症、⑧貧血または多血症、⑨心電図所見、⑩胸部X線所見）に分類した。それぞれのカテゴリーについて2019年と2020年の基本健診データのリスクレベル（高リスク、中リスク、低リスクの3カテゴリー）を評価した。

#### 【リスクマトリックスによるDBの縦断的検討】

1) 2019年度基本健診、2020年度基本健診のデータのリスク基準による評価

2019年度基本健診、2020年度基本健診のデータの数、それぞれ885名、1564名であった。2021年度基本健診のデータの数、1117名であった。各年度のリスク評価結果を表3-1)～3)に示す。これらの3つのデータセットでのリスク分布は、低リスク84～85%、中リスク12%、高リスク3～4%とほぼ相似な分布であった。

最終的な評価は、10のリスク項目のうち中リスク・高リスクに全く該当しないものを低リスク群、中リスクが1つ以上あり高リスクがないものを中リスク群、高リスクが1つ以上あったものを高リスク群として最終評価（総合リスク評価）とした。結果を表3-1)～3)に示す。また、リスク項目の最大該当数については、中リスクが6項目、高リスクが5項目重複する方が見られた。表4に各年度の最終評価（総合リスク評価）の割合、表5に表1・表2のクライテリアによる健診データにおけるリスク評価の年次変化を示す。

#### 【健診アプリのデータ連携テスト計画立案】

開発した個人健康記録閲覧システムの試用にあたっては、その参加対象として、今後の研究活動への協力へ積極的に表明した研究参加者に依頼するのが最適と思われる、この点は前年度の概念を継承した。新たに個人情報の新規利用やデータ授受に関する同意書等が必要であると



考えられたので、データ連携テストの対象は以下の条件を満たす従業員を対象とすることとした。(在宅勤務をしている方を含む)

- 1) 「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」に参加する緊急作業従事者のうち東京電力社員である者
- 2) 50歳以上の者
- 3) 調査開始時点で福島第一原子力発電所に勤務している者

図3 に本年度新た立案した健診アプリのデータ連携テストの概念図、図4 に調査の流れ(案)を示す。

連携テストの手順として、まず研究説明と同意書取得の作業を実施した後、本研究対象者の健診データを労働安全衛生総合研究所よりクラウド経由で受領し、健診データと健診アプリとの連携を行う。健診データと健診アプリとの連携が完了した後、健診アプリを本研究参加者に提供し1年間の試験運用を開始する。1年間の試験運用期間中には、研究参加者はいつでも健診アプリを用いて自身の健診データにアクセスすることが可能である。また、試験運用期間中、対象者は自身の健康状態や健診結果等について、健診アプリを通して問い合わせることを可能とする。なお、試験運用期間中に研究者側から健診アプリを通して研究参加者に呼びかけを行い、次回健診の予約作業を行なわせる。

連携テストでは試験運用期間中の研究参加者の健診アプリ利用ログを確認し、健診データへのアクセス頻度等を確認する。また、次回健診予約の呼びかけに対する反応時間、および反応率を確認する。さらに、試験運用終了後には健診アプリの使いやすさ、改良を望む点等についてのアンケートを行う。アンケートは健診アプリを通して、google form の URL を配信して回答を得る。

この研究期間中には試用研究の説明と同意を取るところまでには至らず、計画立案のみとし、産業医科大学の倫理委員会にて計画書を審議することとした。

## D. 考察

ベースライン調査に関わった全国の企業外労働衛生機関に対し行ったからは、健診結果の返却に関する実態および健診方法プロトコルに関して、各施設はその施設独自の定型結果通知表を使用しているところが多数であり、結果通知方式は紙による郵送で、健診実施後1ヶ月以内に返却していた。アンケートの自由意見からは、検査項目基準値の統一や結果報告の煩雑さの解決を望む声が多数寄せられ、健診後の保健指導、必要に応じた医療機関紹介、担当リサーチコーディネーター(RC)によるフォロー等、やりっ放しの健診にならないための取り組み等、今後検討すべき課題が明らかとなった。

一般に健診や人間ドックで用いられる「基準値」は、健常者の検査データを統計学的に算出した数値されることが多く、20~60歳くらいまでの健康な人の検査成績をもとに、上限と下限の2.5%ずつを除外し、残りの95%の数値が基準範囲として、「現時点では健康と考えられる人の95%が含まれる範囲」が基準値ということで採択されることが多い。本研究では、リスクマトリックスを作成し、リスクの程度に応じてグレード評価を行う手法を選択した。個人にとってその年齢、性別や環境や労働状態によって「適切な」状態というものが存在するのではないかと考えられる。縦断的データ、例えば検査項目の経時変化の情報や、複数検査項目の相関性はなどの項目は、リスクマトリックスを構成する要素となり得る。

このリスク基準は当該受診年度のリスクを横断的に評価するとともに、今後経年のデータおよびそれに伴うリスク評価の蓄積を重ねることによって、経年的あるいは縦断的な健康リスクの評価が可能になっていくと思われる。

しかしながらデータの評価については各受診年度の横断的評価が主体となっており、継続的な健診参加をいかに促進するかについては今後の課題と思われる。

本研究は、緊急作業従事者の放射線被ばくの影響を生涯にわたり観察する研究であるので、その健康転帰、あるいは疾病発生の解釈に

は、研究参加者の継続的な参加と、縦断的な健康状態の評価が必要である。故に生活習慣病を始めとする疾病の発症予測に繋がるべく、横断的な健康リスク評価モデルの開発が重要となる。一方で、本研究は、単なる疾患発症予測を確率として算出する事を目的とした研究ではなく、基本健診と多項目健診によって得られた個人健康情報の蓄積（データベース）より、多項目の健診項目の意義や妥当性の検証、あるいは新たな健康指標項目の開発なども視野に入れている。

このリスク基準は当該受診年度のリスクを横断的に評価するとともに、今後経年のデータおよびそれに伴うリスク評価の蓄積を重ねることによって、経年的あるいは縦断的な健康リスクの評価が可能になっていくと思われる。既存の健康診断における医師による健診結果判定は、前年度および前々年度の健診データが並列に提示されていない限り、各受診年度の横断的評価が主体となっていると思われる。単年もしくは横断的に評価できる健康リスクも当然存在すると思われるが、総合的な健康評価には、経年的な数値の変化もリスク評価に加味すべきであると思われる。たとえ横断的なリスク評価が基準値内で、低リスクと判断されていても、経時的に数値が漸増し、基準値の上限に近づくような動きはリスクとして加算されても良いのではないと思われる。

健診結果開示システムを本格稼働させるにあたっては、既存の労働安全衛生総合研究所（安衛研）のシステムとのデータ連携などを含めた運用設計が必須となる。既存のシステムは目的別に分かれており、本格的な連携にあたっては、セキュリティも含めた様々な視点からの検討と調整、役割分担が必要であり、それらを整備した上でシステム化する場合、かなりの時間とコストがかかることが予想される。

健診データを緊急作業従事者の健康維持増進に役立てるには、緊急作業従事者自身が自身の健診データに容易にアクセスするための環境が必要であり、その一つの手段がwebアプリケーションシステムの活用である。我々はすでに、

緊急作業従事者が自身の健診データに直接アクセスすることが可能、かつ、次回の健診の案内を通知するなどの双方向的なやり取りが可能な健診用webアプリケーション（健診アプリ）を開発しており、同健診アプリは緊急作業従事者の健康維持増進に寄与するものであると考えている。しかしながら、健診アプリの継続利用を促進するためには、健診アプリへの定期的なアクセスを促すための仕組みが必要である。具体的には、自身の健康に関する情報（健診内容に含まれない項目）をアプリ上で緊急作業従事者自身が入力し、そのフィードバックをリアルタイムで受け取るという仕組みが挙げられる。

## E. 結論

第2期より新たに5年間分担研究班として参画し、集約された作業従事者の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用いかに繋げるかに関する研究を実施した。集積された健診結果のデータベースから、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行い、リスクマトリックスの概念を提唱した。研究参加者のデータに関して、健診実施機関の検査結果票を集積し、効果的な結果開示システムおよびアプリツールの制作を行った。今後は御この制作したアプリの使用を軸にして、健診データ開示による健康管理の向上化及びコホートの持続化を図りつつ、新たな健康指標の開発に繋がるような研究に到達することを想定している。

## F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1. 中リスク群のリスクマトリックス

MODERATE RISK FACTOR EXTRACTION				
	抽出項目(Risk Factor)		cut off値	
1	肥満/るいそう	BMI	17.5-18.5, 26.0-30.0	いずれかに該当
2	血圧	BP-s	140-150	いずれかに該当
		BP-d	90-100	
3	肝機能	AST(GOT)	40-100	いずれかに該当
		ALT(GPT)	40-100	
		g-GT(g-GTP)	50-100	
4	耐糖能	FBS(食後3.5hr以上)	110-200	いずれかに該当
		HbA1c	6.5-8.0	
		US	+/-	
5	脂質	T-cho	250-300	いずれかに該当
		HDL	35-40	
		LDL	130-200	
		TG	150-400	
6	腎機能	尿蛋白	1+	
7	炎症	WBC	10000-13000, 2000-3000	いずれかに該当
8	貧血または多血症	Hb	9.0-12.0, 17.0-18.0	いずれかに該当
9	心電図	要精査		
10	胸部X線	要精査		

表2. 高リスク群のリスクマトリックス

HIGH RISK FACTOR EXTRACTION				
	抽出項目(Risk Factor)		cut off値	
1	肥満/るいそう	BMI	<17.5, >30.0	いずれかに該当
2	血圧	BP-s	>150	いずれかに該当
		BP-d	>100	
3	肝機能	GOT	>100	いずれかに該当
		GPT	>100	
		g-GTP	>100	
4	耐糖能	BS	>200	いずれかに該当
		HbA1c	>8.0	
		US	1+以上	
5	脂質	T-cho	>300	いずれかに該当
		HDL	<35	
		LDL	>200	
		TG	>400	
6	腎機能	尿蛋白	2+以上	
7	炎症	WBC	>13000, <2000	いずれかに該当
8	貧血または多血症	Hb	<9.0, >18.0	いずれかに該当
9	心電図	要受診以上		
10	胸部X線	要受診以上		

表3. 表1・表2のクライテリアによる健診データにおけるリスク評価（数字：人数および%）

1) 2019年基本健診

抽出項目(Risk Factor)			データ数	低リスク		中リスク		高リスク	
				該当数	割合	該当数	割合	該当数	割合
1	肥満/るいそう	BMI	885	609	69%	215	24%	61	6.9%
2	血圧	収縮期血圧	885	708	80%	90	10%	87	10%
		拡張期血圧	885	721	81%	123	14%	41	4.6%
3	肝機能	AST/GOT	885	811	92%	70	8%	4	0.5%
		ALT/GPT	885	744	84%	127	14%	207	23%
		g-GT/g-GTP	885	600	68%	207	23%	78	8.8%
4	耐糖能	空腹時血糖	885	721	81%	153	17%	11	1.2%
		HbA1c	—	—	—	—	—	—	—
		尿糖	884	842	95%	7	1%	35	4.0%
5	脂質	総コレステロール	—	—	—	—	—	—	—
		HDLコレステロール	885	836	94%	40	5%	9	1.0%
		LDLコレステロール	885	535	60%	341	39%	9	1.0%
		中性脂肪	885	640	72%	224	25%	21	2.4%
6	腎機能	尿蛋白	884	851	96%	26	3%	7	0.8%
7	炎症	白血球数	885	865	98%	19	2%	1	0.1%
8	貧血または多血症	ヘモグロビン	885	845	95%	32	4%	8	0.9%
9	心電図		878	825	94%	31	4%	22	2.5%
10	胸部X線		880	842	96%	36	4%	2	0.2%
		平均			85%		12%		4.3%

※基本健診のためHbA1cと総コレステロールは測定項目外

2) 2020年基本健診

抽出項目(Risk Factor)			データ数	低リスク		中リスク		高リスク	
				該当数	割合	該当数	割合	該当数	割合
1	肥満/るいそう	BMI	1564	1097	70%	368	24%	99	6.3%
2	血圧	収縮期血圧	1564	1222	78%	185	12%	157	10.0%
		拡張期血圧	1564	1228	79%	258	16%	78	5.0%
3	肝機能	AST/GOT	1564	1455	93%	104	7%	5	0.3%
		ALT/GPT	1564	1322	85%	228	15%	14	0.9%
		g-GT/g-GTP	1564	1072	69%	337	22%	155	9.9%
4	耐糖能	空腹時血糖	1564	1278	82%	274	18%	12	0.8%
		HbA1c	—	—	—	—	—	—	—
		尿糖	1562	1462	94%	14	1%	86	5.5%
5	脂質	総コレステロール	—	—	—	—	—	—	—
		HDLコレステロール	1564	1482	95%	60	4%	22	1.4%
		LDLコレステロール	1564	912	58%	635	41%	17	1.1%
		中性脂肪	1564	1128	72%	396	25%	40	2.6%
6	腎機能	尿蛋白	1562	1508	97%	34	2%	20	1.3%
7	炎症	白血球数	1564	1527	98%	35	2%	2	0.1%
8	貧血または多血症	ヘモグロビン	1564	1471	94%	83	5%	10	0.6%
9	心電図		1560	1441	92%	61	4%	58	3.7%
10	胸部X線		1562	1505	96%	44	3%	13	0.8%
		平均			84%		12%		3.2%

※基本健診のためHbA1cと総コレステロールは測定項目外

3) 2021年基本健診

抽出項目(Risk Factor)			データ数	低リスク		中リスク		高リスク	
				該当数	割合	該当数	割合	該当数	割合
1	肥満/るいそう	BMI	1117	761	68%	277	25%	79	7.1%
2	血圧	収縮期血圧	1117	943	84%	103	9%	63	5.6%
		拡張期血圧	1117	972	87%	117	10%	28	2.5%
3	肝機能	AST/GOT	1117	1045	94%	70	6%	2	0.2%
		ALT/GPT	1117	972	87%	134	12%	11	1.0%
		g-GT/g-GTP	1117	774	69%	237	21%	106	9.5%
4	耐糖能	空腹時血糖	1117	878	79%	229	21%	10	0.9%
		HbA1c	—	—	—	—	—	—	—
		尿糖	1115	1022	92%	83	7%	10	0.9%
5	脂質	総コレステロール	—	—	—	—	—	—	—
		HDLコレステロール	1117	1051	94%	51	5%	15	1.3%
		LDLコレステロール	1117	700	63%	409	37%	8	0.7%
		中性脂肪	1117	774	69%	237	21%	106	9.5%
6	腎機能	尿蛋白	1115	1084	97%	18	2%	13	1.2%
7	炎症	白血球数	1117	1094	98%	21	2%	2	0.2%
8	貧血または多血症	ヘモグロビン	1117	1080	97%	32	3%	5	0.4%
9		心電図	1117	1042	93%	38	3%	37	3.3%
10		胸部X線	1113	1057	95%	43	4%	13	1.2%
		平均			85%		12%		3%

※基本健診のためHbA1cと総コレステロールは測定項目外

表4. 最終評価（総合リスク評価）：中リスク項目該当数と高リスク項目該当数

1) 2019年基本健診

2019基本健診 N=884		中リスク項目該当数						
		0	1	2	3	4	5	6
高 リ ス ク 項 目 該 当 数	0	128	218	154	61	35	3	4
	1	36	71	60	32	12	1	
	2	7	15	14	11	3	1	
	3	4	6	1	2	1		
	4		2					
	5	1	1					

2) 2020年基本健診

2020基本健診 N=1564		中リスク項目該当数						
		0	1	2	3	4	5	6
高 リ ス ク 項 目 該 当 数	0	235	357	278	109	57	8	1
	1	58	120	98	60	23	6	1
	2	18	40	36	23		1	
	3	5	6	8	5	2		
	4	1	2	3	1			
	5	1	1					

3) 2021年基本健診

2021基本健診 N=1117		中リスク項目該当数						
		0	1	2	3	4	5	6
高 リ ス ク 項 目 該 当 数	0	182	288	167	85	37	6	0
	1	44	90	76	36	10	4	0
	2	8	29	25	9	4		
	3	2	2	6	2			
	4	3	2					
	5							

表5. 表1・表2のクライテリアによる健診データにおけるリスク評価の年次変化

年度	リスク項目	有効データ数	低リスク数	中リスク数	高リスク数
2019	肥満/るいそう	885	609	215	61
2020		1564	1097	368	99
2021		1117	761	277	79
2023		193	137	47	9
<hr/>					
2019	血圧	884	635	135	114
2020		1562	1073	296	193
2021		1117	886	159	72
2023		193	142	31	20
<hr/>					
2019	肝機能	882	551	247	84
2020		1562	984	419	159
2021		1117	732	272	113
2023		193	131	41	21
<hr/>					
2019	耐糖能	885	711	137	37
2020		1562	1247	227	88
2021		1117	854	178	85
2023		193	162	18	13
<hr/>					
2019	脂質	885	467	380	38
2020		1562	812	678	72
2021		1117	571	499	47
2023		193	94	84	15
<hr/>					
2019	腎機能	884	851	26	7
2020		1562	1508	34	20
2021		1115	1084	18	13
2023		111	106	3	2
<hr/>					
2019	炎症	885	865	19	1
2020		1564	1527	35	2
2021		1117	1094	21	2
2023		193	188	5	0
<hr/>					
2019	貧血または多血症	885	845	32	8
2020		1564	1471	83	10
2021		1117	1080	32	5
2023		193	183	10	0
<hr/>					
2019	心電図	878	825	31	22
2020		1560	1441	61	58
2021		1117	1042	38	37
2023		123	118	4	1
<hr/>					
2019	胸部X線	880	842	36	2
2020		1562	1505	44	13
2021		1113	1057	43	13
2023		123	118	5	0

## 1. 年度対象者データフォーマット

### ■データ仕様

#### ○データセット概要

登録年度の健診種別(サイクル)のデータ

#### ○データ抽出条件

オンラインコミュニティメンバーリストの対象者(944名)について、データを抽出。

#### ○データ形式

Excelファイル

#### ○データフォーマット

No	項目名	備考
1	ID	対象者を一意に識別するためのID
2	対象年度	YYYY
3	健診サイクル	B、L1～、K

## 1. 多項目健診データ更新フォーマット

### ■データ仕様

#### ○データセット概要

多項目健診の検査データを、データ抽出条件に従い抽出する。

#### ○データ抽出条件

オンラインコミュニティメンバーリストの対象者(944名)について、受診結果データを抽出。

#### ○データ形式

Excelファイル

#### ○データフォーマット

No	項目	型	概要	半角変換し、下記の指定単位と一致しない場合はエラーを出す(設定がないまたはデータ上の値がNullであればチェック対象外)
1	ID	テキスト	対象者を一意に識別するためのID	
2	健診サイクル	テキスト	B または L1～	
3	受診日	日付 (yyyy/m/d)		
4	健診機関名	テキスト		
5	身長	数値	身長	
6	身長 (単位)	テキスト	身長の単位	"cm"
7	体重	数値	体重	
8	体重 (単位)	テキスト	体重の単位	"kg" or "Kg"
9	BMI	数値	「体重 ÷ ((身長 ÷ 100) × (身長 ÷ 100))」 で算出	
10	BMI (単位)	テキスト	BMIの単位	
11	収縮期血圧1回目	数値	収縮期血圧1回目	
12	収縮期血圧1回目 (単位)	テキスト	収縮期血圧1回目の単位	"mmHg" or "mmHg"
13	拡張期血圧1回目	数値	拡張期血圧1回目	
14	拡張期血圧1回目 (単位)	テキスト	拡張期血圧1回目の単位	"mmHg" or "mmHg"
15	収縮期血圧2回目	数値	収縮期血圧2回目	
16	収縮期血圧2回目 (単位)	テキスト	収縮期血圧2回目の単位	"mmHg" or "mmHg"
17	拡張期血圧2回目	数値	拡張期血圧2回目	
18	拡張期血圧2回目 (単位)	テキスト	拡張期血圧2回目の単位	"mmHg" or "mmHg"

図 1. 個人健康記録閲覧システムのデータフォーマット (抜粋)





図2. 個人健康記録閲覧システム

- ①ログイン画面 ②認証画面 ③初回認証画面 ④メニュー画面 ⑤-1健診項目 ⑤-2データグラフ表示  
 ⑥データ評価表示画面（総合評価低リスク：緑） ⑦データグラフ表示画面（総合評価中リスク：黄）  
 ⑧データグラフ表示画面（総合評価高リスク：赤）

# アプリ実証実験における情報の流れ

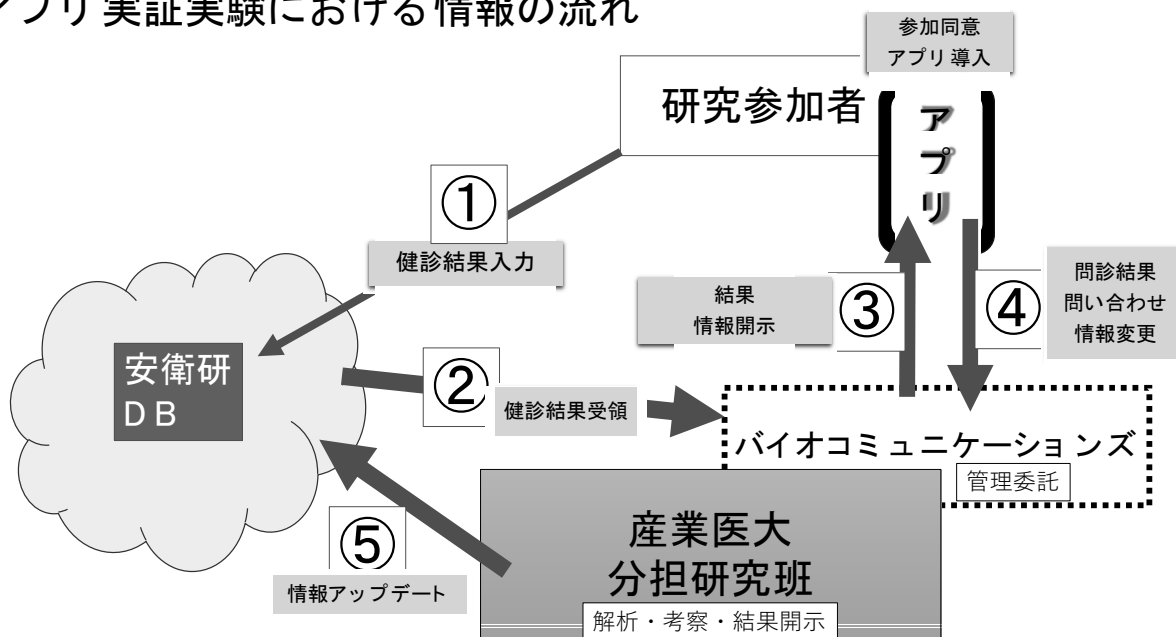


図 3. 健診アプリのデータ連携テスト計画 概念図

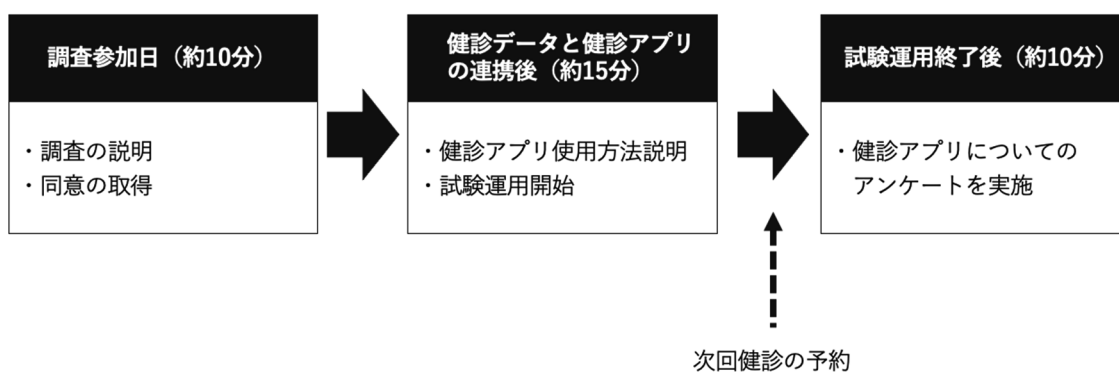


図 4. 調査の流れ (案)



## 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究 解析・評価分科会

研究分担者 吉永 信治 広島大学原爆放射線医科学研究所放射線影響評価部門  
計量生物研究分野 教授

### 研究要旨

NEWSではこれまで6,000人を上回る緊急作業従事者が研究に参加し、放射線被ばくの長期的な健康影響の追跡調査が開始された。本研究では、既存のデータやリスクモデル等に基づき、現在の調査規模で追跡調査を実施することにより収集されるデータを今後解析することで、被ばく線量に伴う全固形がんと主要な部位別がん、および甲状腺結節のリスク増加に対する統計的検出力がどの程度あるかを検討した。追跡年数の増加に伴い、検出力は徐々に増加し、現在の調査規模では40年間の追跡により、全固形がんおよび主要な部位別がんリスクの検出力は最大10%程度であることが示された。甲状腺がんおよび甲状腺結節では、リスク増加に対する検出力がそれぞれ62.4%および24.7%と、他の部位のがんリスク増加に対する検出力よりも高く、長期にわたる追跡調査によるリスク評価が有効であることが示唆された。

次に、NEWSへの参加同意が得られ、ベースライン調査に回答した6,341人の質問票回答データを用い、緊急作業線量と年齢、喫煙習慣などの基本的属性、CT検査や甲状腺超音波検査の受検歴、および既往歴との関連を解析した。緊急作業線量と甲状腺超音波検査の受検有無および検査回数との間には強い相関がみられた。また、CT検査受検歴や喫煙習慣も緊急作業線量によって多少異なっており、それらが交絡やバイアスをもたらす可能性が示唆された。緊急作業による長期的な健康影響を解析・評価する際は、それらの因子を適切に調整する必要があることが示された。

### A. 研究目的

放射線による長期にわたって発生しうる健康影響と放射線被ばくの関連をどの程度の確からしさをもって解析できるかを検討することは、集団規模の維持・拡大や追跡調査期間の延長を含めた計画の立案や再検討を行う上で重要で、統計的検出力（以下、検出力）はそれを評価するための有効な1つの指標である。

本分担研究では、研究対象者の現在の参加状況に基づき、全固形がんに加え日本人男性における全固形がんと主要な部位別がんおよび甲状

腺結節について、緊急作業従事中に受けた線量に従ってリスクが増加する傾向性に対する検出力の試算を行った。

次に、これまでにNEWSへ参加し、ベースライン質問票に回答した調査対象者における既往歴と喫煙習慣などの基本的属性およびCT検査や甲状腺超音波検査の受検歴を集計し、緊急作業で受けた線量との関連を解析することで、交絡やバイアスの可能性を検討した。

## B. 研究方法

### 1. 検出力の計算

#### (1) 用いたデータ

検出力計算には、①研究対象者の被ばく線量および属性のデータ、②日本人男性のがん罹患率と死亡率のデータ、③単位線量あたりの過剰相対リスクのデータを用いた。①としては、2021年10月31日の時点でNEWSへ研究同意が得られ、ベースライン調査を受診した6,015人のうち、女性および性別不明のもの、および緊急作業線量が不明であったもの計128名を除いた男性5,887人の緊急作業線量（実効線量）、誕生年のデータを用いた。また、甲状腺線量については、東京電力が公表している甲状腺等価線量分布のデータに基づき、本研究対象者が年齢にかかわらず同様の線量分布に従っていると仮定して推定した線量を用いた。

②のデータとしては、公開されている2018年の日本人男性の年齢階級別がん罹患率のデータ（国立がん研究センターがん情報サービス、がん統計、全国がん登録）、および年齢階級別全死因死亡率のデータ（厚生労働省、平成30年人口動態統計）を用いた。③のデータとしては、甲状腺がん以外のがんについては、原爆被爆者の寿命調査により報告された1 Gyあたりの過剰相対リスク（ERR/Gy）（主として30歳で被ばくし、70歳に到達した時点の推定値）およびチェルノブイリ事故処理作業員等の研究で報告された数値を参考にして、全固形がん、胃がん、結腸がん、肺がん、前立腺がん、白血病、甲状腺がん、甲状腺結節に対する数値をそれぞれ1 Gyあたり、0.36、0.33、0.77、0.42、0.57、1.06、3.8、0.5と設定した。

(2) 罹患数の推定や予測のために用いた仮定がんや甲状腺結節の罹患数の予測においては下記の仮定を用いた。

- ① 2018年の日本人男性における年齢別全死因死亡率およびがん罹患率がその後も一定。
- ② 2016年に一斉に追跡調査を開始。
- ③ 放射線によるがんリスクは被ばく時年齢や到達年齢にかかわらず一定。

④ 喫煙やその他の生活習慣等に関連した因子による交絡の影響は無視できる。

⑤ 緊急作業以外で受けた職業被ばく、医療被ばく、環境被ばくの影響は無視できる。

⑥ 甲状腺の等価線量（Sv）は吸収線量（Gy）に等しく、放射線によるがんリスク（1 GyあたりERR）は被ばく時年齢や到達年齢にかかわらず一定。

⑦ 東京電力により甲状腺等価線量が推定された緊急作業従事者と本研究対象者とで年齢と線量の分布が等しい。

⑧ 甲状腺結節の年齢別罹患率は甲状腺がんの10倍。

#### (3) 検出力の算出手順

##### ① ベースライン罹患数の計算

甲状腺がんと甲状腺結節以外の検出力計算では、対象集団を緊急作業線量によって5つの線量群（>5, 5-10, 10-19.9, 20-50, 50+ mGy）に分類し、各線量群ごとに生命表の手法に従い、死亡およびがん罹患の場合は打ち切りとした上で、一定の追跡調査年数（5～40年の5年ごと）経過後の時点における、着目したがんの期待罹患数を算出した。甲状腺がんと甲状腺結節の検出力計算では、甲状腺等価線量によって5つの線量群（-99, 100-199, 200-499, 500-999, 1000- mSv）に分類した。甲状腺がんの解析においては死亡およびがん罹患の場合を打ち切りと扱い、また甲状腺結節の解析では死亡のみを打ち切りと扱った。

##### ② ERRモデルによるリスク予測

各線量群の平均線量と期待罹患数、および想定したERR/Gyの推定値をもとに、放射線による過剰分を加えた予測罹患数（P）を、以下の式で算出した。

$$P_k = E_k (1 + \beta d_k)$$

ただしkは線量群を表す添字、Eは期待罹患数、 $\beta$ はERR/Gy、dは平均線量を表す。

##### ③ 傾向性の検定統計量

線量群別の期待罹患数と予測罹患数をもとに、線量の増加に伴う両者の比、P/E

の傾向性を検定する状況を想定し、Breslow & Day (1987) の手法に従い、下記の検定統計量を算出した。

$$\chi_1^2 = \frac{\{\sum_{k=1}^5 x_k(P_k - E_k^*)\}^2}{\sum_{k=1}^5 x_k^2 E_k^* - (\sum_{k=1}^5 x_k E_k^*)^2 / P_+}$$

上式において $x_k$ は各線量群に対するスコア(ここでは平均線量を使用)、 $E_k^*$ は期待罹患数の総和を予測罹患数の総和に標準化した場合の各群における期待罹患数、 $P_+$ は予測罹患数の総和を表す。

#### (4) 検出力の算出

上記の検定統計量の平方根 $\chi_1$ が標準正規分布に従うとみなし、下記の帰無仮説および対立仮説を設定し、2つの正規分布の上側確率および上側5%点などに基づき、片側5%検定での検出力を算出した。

帰無仮説  $H_0$ : 傾向性はない

対立仮説  $H_1$ : 正の傾向性がある

#### (5) 感度解析

想定するERR/Gyの数値を、初期値の10分の1から10倍まで変化させ、また、対象者の人数を最大3倍まで変化させ、同様の検出力算出を実施した。また、甲状腺結節の検出力計算では甲状腺がんに対する甲状腺結節の罹患率の比を最大50倍まで変化させ、同様の検出力算出を実施した。

## 2. ベースライン質問票データの解析

### (1) 研究対象者

2023年10月31日の時点でNEWSへの参加同意が得られ、ベースライン調査を受診した6,353人のうち、女性および性別不明のものを除いた男性6,341人を対象とした。

### (2) 既往歴の疾患の再分類と発症年の推定

調査対象者の回答から得られた66の疾病コードに基づき、既往した疾病をがん(胃がん、大腸がん、肺がん、肝がん、甲状腺がん、前立腺がん、その他のがん、白血病)、心疾患(狭心症、心筋梗塞、心房細動、その他の心臓病)、脳疾患(脳出血・くも膜下出血、脳梗塞・脳血栓、その他の脳の病気)、甲状腺非がん疾患(甲

状腺機能亢進症・バセドウ病、甲状腺機能低下症、慢性甲状腺炎・橋本病、甲状腺良性腫瘍・結節・腺腫、その他の甲状腺の病気)、眼の疾患(白内障、緑内障、その他の目の病気)に再分類した。

これらの既往疾患については、出生年から2011年時点の年齢を算定し、発症時年齢がその年齢以上の場合2011年以降の発症と判定し、緊急作業従事との関連を検討する上で参考とした。

### (3) 統計解析

緊急作業線量による群別にCT検査や超音波検査の受検の有無や頻度を比較するとともに、それらの傾向性を検定した。主な疾患の既往の有無による2群間でそれらの平均や頻度を比較し、検定をおこなった。さらに、主な疾患の既往の確率に対する各種要因の関連をロジスティック回帰モデルによって解析した。ロジスティックモデルには、緊急作業線量、平常線量、調査時年齢(20-39、40-49、50-59、60歳以上)、喫煙習慣(喫煙経験者、非喫煙者)、CT検査回数(0、0~2未満、2~5未満、5~10未満、10回以上、不明)を共変量として含めた。甲状腺のがんと非がん疾患に対しては、さらに甲状腺超音波検査受検回数(0、0~2未満、2~5未満、5~10未満、10回以上、不明)で層別したロジスティックモデルを解析に用いた。

データの集計と解析は統計パッケージSAS 9.4を用いて実施した。算出したp値はすべて両側p値で、0.05未満の場合に統計学的に有意と判断した。

### (倫理面への配慮)

本研究では対象者への侵襲はない。非匿名化個人情報を含む研究資料については、がん登録等の推進に関する法律(平成25年法律第111号)、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」(令和3年3月23日 文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第1号)、および各施設の個人情報取扱規程等に従って取り扱い、外部への漏洩などの生じないように万全を期す。なお、本研究は統括研究機関の労働

安全衛生総合研究所および分担研究機関の広島大学の研究倫理審査委員会による審査・承認を受けて実施している。

## C. 研究結果

### 1. 検出力の計算

40年間の追跡調査では、全固形がん、胃がん、結腸がん、肺がん、前立腺がん、白血病、甲状腺がん、甲状腺結節に対する検出力はそれぞれ、10.3%、6.8%、8.3%、7.1%、8.2%、6.5%、62.4%、24.7%と算出された(表1)。

検出力は追跡年数、対象者の人数、想定するERR/Gyの増加とともに上昇した(図1~3)。40年間の追跡で対象者数が3倍に拡大された場合、各がんおよび甲状腺結節に対する検出力はそれぞれ、16.2%、8.4%、11.6%、9.0%、11.4%、7.8%、96.0%、50.7%となった。

さらに、対象者数はそのまま想定するERR/Gyを初期値の2倍にした場合、40年間の追跡調査では、固形がんおよび甲状腺がんに対する検出力はそれぞれ、18.8%および60.1%に上昇した。

### 2. ベースライン質問票データの解析結果

#### (1) 調査回答者の基本的属性

集計対象となった6,341人のベースライン調査回答年、調査時の年齢、喫煙習慣、緊急作業時と平常時の実効線量を表2に示す。調査回答者の調査時および2011年時点の平均年齢はそれぞれ52.6歳、46.1歳であったが、これらは調査年によって有意に異なっていた(表3)。緊急作業時と平常時の作業による実効線量の平均はそれぞれ、15.1 mSv および 9.0 mSv であったが、年齢と同様に調査年による有意な違いがみられ、喫煙習慣についても同様に、調査年による有意な違いが見られたが、調査年別の喫煙者割合は71.0~77.1%の範囲にあった。

#### (2) 放射線治療、CT検査、甲状腺超音波検査の受療歴と受検歴

放射線治療を受けたことのある人は全体の0.6%にあたる40人であった。また、CT検査は全体の52.7%にあたる3,341人が何らかの種類の検査を受けていた。このうち、頭部CT、

胸部CT、腹部CT、その他、PET-CTの順に多く、全体に占める割合はそれぞれ32.5%、18.1%、17.9%、5.9%、5.3%であった。受けたCT検査の平均回数は全体で1.5(標準偏差3.8)回であった(表4)。甲状腺超音波検査については、全体の20.9%にあたる1,324人が受けており、受けた平均回数は全体で0.53(標準偏差1.5)回であった。また、緊急作業従事以降の甲状腺超音波検査を受けていた人は1,268人(20.0%)で、受けた平均回数は全体で0.48(標準偏差1.2)回であった。

これらの受検歴を緊急作業線量別にみた場合、CT検査については、150 mSv以上の群で受検者の割合が68.2%と最も高かったが、この群を除けば線量の増加とともに受検ありの人の割合が低下し、その傾向性は有意であった( $p=0.017$ )。CT検査回数は線量群によって多少異なっていたものの、有意な傾向性はなかった( $p=0.238$ )。甲状腺超音波検査については、線量の増加とともに受検者の割合および検査回数がともに有意に増加していた( $p<0.001$ )。

喫煙経験者の割合および喫煙指数は緊急作業線量との有意な傾向性はみられなかったものの(それぞれ $p=0.741$ ,  $0.181$ )、線量群によってそれらは多少異なっていた。

#### (3) 主な疾患の既往の有無による年齢や実効線量等の比較

研究対象者の既往としては高血圧が圧倒的に多く、全体の26.0%にあたる1,646人に既往があった。続いて眼の疾患、心疾患が多く、それぞれ全体の590人(9.3%)および452人(7.1%)に既往があった。白内障の既往は243人(3.8%)にみられ、そのうち185人(76.1%)は2011年以降の発症と推定された。また、甲状腺の非がん疾患は全体の1.7%にあたる106人に既往があり、うち76人(71.7%)は2011年以降の発症と推定された。がんの既往は全体の3.9%にあたる249人が有し、その内訳は胃がん43人、大腸がん49人、肺がん20人、甲状腺がん18人、前立腺がん41人、白血病4人、その他のがん83人であった。

これらの疾患の既往の有無による2群で緊急

作業線量や年齢などの様々な因子を比較した結果を表5に示すとおり、緊急作業線量は、甲状腺非がん疾患の既往を有する群（平均31.4 mSv）で、既往のない群（平均14.8 mSv）に比べて有意に高かった（ $p<0.001$ ）。しかし、甲状腺がんを含むその他の疾患では既往の有無による緊急作業線量の有意な違いはみられなかった。平常作業の線量はいずれの疾患の既往の有無とも関連がなかった。

年齢については、甲状腺がんおよび甲状腺非がん疾患を除く疾患で、既往のあるのほうが調査時年齢が有意に高かった（ $p<0.001$ ）。

甲状腺超音波検査については、甲状腺がんと甲状腺非がん疾患の既往がある人では、平均受検回数がそれぞれ5.6回、2.8回で、既往の無い人の回数（0.5回、0.5回）に比べて大きく上回った（ともに $p<0.001$ ）。同様に、眼の疾患脳疾患の既往のある人では既往のない人に比べて甲状腺超音波の平均受検回数が有意に高かった（0.71回と0.51回、 $p=0.011$ ）。緊急作業従事以降の超音波検査の受検回数についても結果は同様であった。

CT検査については、総じて既往歴のある人のほうがない人に比べて、受検回数が有意に高かった。また、喫煙指数は、全がん、肺がん、心疾患、脳疾患、白内障の既往を有する人で既往のない人に比べて有意に高かった。

#### (4) ロジスティックモデルによる解析結果

眼の疾患と白内障では、既往と緊急作業線量との間に有意な関連がみられた。眼の疾患および白内障と緊急作業線量との間でみられた有意な関連はそれらの疾患の発症を2011年以降に限定して解析した場合も同様であった。それら以外の疾患では緊急作業や平常作業の実効線量と既往との間に有意な関連はみられなかった。

喫煙歴は眼の疾患の既往との間に有意な負の関連がみられた。肺がん既往に対する喫煙経験ありのオッズ比は5.25（95%信頼区間：0.69–39.9）と有意ではないものの高い値となった。さらに、年齢の高い群では全がん、心疾患、脳疾患、眼疾患、白内障の既往が有意に上昇していたが、甲状腺のがんと非がん疾患では年齢と

の明瞭な関連はみられなかった。

## D. 考察

### 1. 検出力計算について

今回行った検出力の算出はいくつかの単純な仮定のもとに行った簡便的なものである。特に甲状腺結節については、年齢別罹患率や有病率などの基礎となる情報が不足しており、甲状腺がんに対する比を導入して算出に用いた。このため、算出された検出力の解釈には注意を要する。さらに、今回の計算で考慮することができなかった喫煙など放射線以外のがんリスク因子による交絡の影響が無視できない状況では、検出力がさらに低下すると考えられる。

また、被ばくした年齢や到達した年齢にかかわらず放射線によるがんリスクが一定であると仮定し、線量群ごとにその平均線量および年齢別期待罹患数とERR/Gyに基づいて放射線による増加分を算出するという単純な方法を用いた。それら年齢による修飾効果が顕著に示されているがん、あるいは集団の被ばく時年齢や到達年齢の分布に偏りがある場合は、年齢による修飾効果を考慮したリスク予測に基づく検出力算出が望ましい。

本研究では、現在の規模の集団では、たとえ長期にわたって追跡調査を実施したとしても、甲状腺がん以外のがんでは検出力が最大10%程度であることが示された。放射線によるがんリスク増加が、現在入手可能な原爆被爆者の知見からの値と比べて大幅に高くない限りは、それを検出することは総じて困難と考えられる。

甲状腺がんおよび甲状腺結節のリスク増加に対する検出力がそれぞれ62.4%および24.7%と甲状腺以外の部位に対するがんに比べて高いことがわかった。一方で甲状腺がんの検出力計算に用いたERR/Gyは3.8で、成人期被ばくによる甲状腺がんリスクのメタ解析（Mirakatouli et al.2023）で示された統合推定値0.38に比べて10倍高い数値であった。仮に0.38を用いた場合、甲状腺がんの検出力は10%弱に低下する。

たとえ放射線被ばくによるがんリスクを統計



的に検出することが難しいとしても、長期にわたる追跡調査により継続的にデータを収集し、放射線被ばくによる潜在的な健康影響をモニタリングし、解析結果を順次公表していくことは重要である。

## 2. ベースライン調査データの解析結果について

本研究は約8年間にわたって実施し、蓄積されたベースライン調査のデータを用い、研究対象者の平常作業の線量、CT検査や超音波検査の受検歴、喫煙、年齢などの特性を検討した。次に、それらの因子と緊急作業線量との関連を検討することで、緊急作業によって受けた放射線被ばくが長期的な健康に及ぼす影響を評価する際に、喫煙やCT検査、超音波検査歴が交絡やバイアスをもたらすことを示した。特にそれらの検査で見つかりやすい疾病をアウトカムとした研究では解析に注意が必要である。

さらに、既往歴と関連する因子を解析することで、いくつかの疾患に対しては喫煙や年齢と有意な関連があることが示され、また、緊急作業線量や平常作業線量はほとんどの疾患の既往と関連がないことが確認された。眼の疾患は既往と緊急作業線量との間に有意な関連がみられたが、本研究では緊急作業者が受けた眼科検査の受検歴情報が得られていないため、この結果は慎重に解釈する必要がある。甲状腺疾患の解析では、緊急作業者が受けた甲状腺超音波検査の受検回数をモデルで調整した結果、それらの調整をおこなっていなかった場合にみられた既往歴と緊急作業線量との間の有意な関連は消失した。

本研究では既往歴、喫煙歴、CT検査と超音波検査の受検歴などの情報が自記式質問票への回答に基づいているため、それらの情報の信頼性と妥当性には注意が必要である。また、CT検査については、因果の逆転に関連したバイアスに加え、放射線被ばくをもたらすという点で交絡の問題をもたらす。しかしながら、検査部位、機器、施設などによって体内の臓器・組織に与えられる放射線量が大幅に異なるため、質問票から得られた情報から線量を推定することは困難である。

## E. 結論

放射線被ばくによる主ながんおよび甲状腺結節のリスク増加の検出力算出の結果、甲状腺がん以外のがんは放射線による増加を検出することは総じて困難であることが示唆された。甲状腺がんと甲状腺結節については用いた仮定に検討の余地があるものの、長期追跡調査により放射線による増加を検出することは困難ではないことが示唆された。

ベースライン調査参加者6,341人の質問票回答データを用い、緊急作業線量と年齢、喫煙習慣などの基本的属性、CT検査や甲状腺超音波検査の受検歴、および既往歴との関連を解析した結果から、喫煙や検査が交絡やバイアスをもたらす可能性が示唆された。緊急作業による長期的な健康影響を評価する際は、それらの因子を適切に調整する必要がある。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- ① Mirkatouli NB, Hirota S, Yoshinaga S. Thyroid cancer risk after radiation exposure in adults-systematic review and meta-analysis. J Radiat Res. 2023 Nov 21;64(6):893-903.

### 2. 学会発表

- ① 吉永信治、土居主尚. 放射線とがんの疫学研究における喫煙による交絡. 東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス (2019.3.13)

## H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

表1. 40年間の追跡調査で予想されるベースライン罹患数と予測罹患数および検出力

	全固形がん	胃がん	結腸がん	肺がん	前立腺がん	白血病	甲状腺がん	甲状腺結節
ベースライン期待罹患数	2,225	371.5	228.6	349.5	401.3	30.1	17.6	216.1
予測罹患数 <sup>1)</sup>	2,236	373	231	352	405	30.5	20.3	220.4
検出力	10.3%	6.7%	8.3%	7.1%	8.2%	6.5%	62.4%	24.7%

1) ベースライン罹患数と放射線による増加分の和

表2. 調査対象者の基本的属性

	人数	割合 (%)
ベースライン調査回答年		
2016	1,900	30.0
2017	2,080	32.8
2018	1,283	20.2
2019	458	7.2
2020	201	3.2
2021	96	1.5
2022	213	3.4
2023	110	1.7
ベースライン調査時の年齢 <sup>1)</sup>		
20～29	96	1.5
30～34	262	4.1
35～39	400	6.3
40～44	689	10.9
45～49	1,003	15.8
50～54	1,032	16.3
55～59	1,032	16.3
60～64	970	15.3
65～69	663	10.5
70～	194	3.1
喫煙習慣		
現在喫煙	2,192	34.6
過去喫煙	2,492	39.3
非喫煙	1,655	26.1
不明・無回答	2	0.0
緊急作業線量 (mSv)		
0～4.9	2,981	47.0
5～9.9	858	13.5
10.0～19.9	950	15.0
20.0～49.9	882	13.9
50.0～99.9	368	5.8
100.0～149.9	86	1.4
150～	22	0.4
不明	194	3.1
平常作業線量 (mSv)		
0～4.9	3,030	47.8
5～9.9	495	7.8
10.0～19.9	447	7.1
20.0～49.9	492	7.8
50.0～99.9	179	2.8
100.0～149.9	13	0.2
不明	1,685	26.6
合計	6,341	100.0

1) ベースライン調査回答年と出生年の情報から推定

表3. ベースライン調査年別にみた調査参加者の年齢，線量，喫煙割合の比較

ベースライン調査年	調査時の平均年齢	2011年時点の平均年齢	緊急作業線量の範囲と中央値 (mSv)	平常作業線量の範囲と中央値 (mSv)	喫煙経験者 <sup>1)</sup> の割合(%)
2016	53.7	48.7	0-239.2 4.0	0-113.6 12.2	76.6
2017	51.7	45.7	0-238.4 5.6	0-121.0 7.1	71.0
2018	51.1	44.1	0-353.1 7.3	0-110.8 8.7	72.2
2019	51.1	43.1	0-645.5 7.7	0-108.2 6.5	77.1
2020	54.0	45.0	0-134.9 4.6	0-113.8 13.2	74.6
2021	56.3	46.3	0-135.3 4.6	0-75.1 8.4	77.1
2022	56.6	45.6	0-197.0 5.5	0-79.7 7.2	77.0
2023	56.7	44.7	0-113.1 4.4	0-104.7 11.1	76.4
合計	52.6 p<0.0001	46.1 p<0.0001	15.1 p<0.0001	9.0 p<0.0001	73.9 p=0.002

1) 現在喫煙者と過去喫煙者を合わせたもの

表4. 緊急作業線量別にみたCT検査および甲状腺超音波の受検状況

緊急作業線量 (mSv)	CT検査		甲状腺超音波検査		緊急作業従事以降の甲状腺超音波検査		喫煙	
	受検あり	平均回数 (範囲)	受検あり	平均回数 (範囲)	受検あり	平均回数 (範囲)	喫煙経験者	平均喫煙指数 (pack-years) (範囲)
0~4.9	1,616 (54.2%)	1.4 (0-57)	235 (7.9%)	0.16 (0-40)	210 (7.0%)	0.11 (0-10)	2,193 (73.6%)	24.6 (0-189)
5~9.9	467 (54.4%)	1.6 (0-81)	106 (12.4%)	0.22 (0-10)	97 (11.3%)	0.18 (0-8)	629 (73.4%)	25.0 (0-320)
10.0~ 19.9	456 (48.0%)	1.4 (0-50)	206 (21.7%)	0.42 (0-10)	201 (21.2%)	0.38 (0-6)	713 (75.1%)	24.7 (0-155)
20.0~ 49.9	466 (52.8%)	1.6 (0-83)	387 (43.9%)	1.14 (0-14)	372 (42.2%)	1.08 (0-14)	671 (76.1%)	25.9 (0-348)
50.0~ 99.9	183 (49.7%)	1.4 (0-60)	275 (74.7%)	2.41 (0-11)	273 (74.2%)	2.37 (0-11)	259 (70.4%)	19.2 (0-140)
100.0~ 149.9	40 (46.5%)	1.3 (0-19)	79 (91.9%)	3.35 (0-14)	79 (91.9%)	3.33 (0-14)	58 (67.4%)	16.4 (0-94.5)
150~	15 (68.2%)	1.6 (0-11)	18 (81.8%)	3.76 (0-10)	18 (81.8%)	3.76 (0-10)	13 (59.1%)	14.6 (0-58)
不明	98 (50.5%)	1.4 (0-18)	18 (9.3%)	0.18 (0-7)	18 (9.3%)	0.17 (0-7)	148 (76.3%)	25.9 (0-122)
合計	3,341 (52.7%) 傾向性 p=0.017	1.5 (0-83) 傾向性 p=0.238	1,324 (20.9%) 傾向性 p<0.001	0.53 (0-40) 傾向性 p<0.001	1,268 (20.0%) 傾向性 p<0.001	0.48 (0-14) 傾向性 p<0.001	4,684 (73.9%) 傾向性 p=0.741	24.4 (0-348) 傾向性 p=0.181

表5. 主な疾患の既往有無による年齢、緊急作業線量、通常線量、甲状腺超音波検査回数、CT検査回数、喫煙指数の比較

	調査時 年齢の 平均	緊急作 業線量 の平均 (mSv)	通常線量 の平均 (mSv)	甲状腺超音 波検査回数 の平均	緊急作業開始後の 超音波検査回数の 平均	CT検査 回数の 平均	喫煙指数 の平均 (pack- years) <sup>1)</sup>
全がん							
あり	61.0	14.0	7.0	0.74	0.63	7.48	30.0
なし	52.2 p<0.001	15.1 p=0.166	9.0 p=0.458	0.52 p=0.444	0.47 p=0.523	1.31 p<0.001	24.2 p<0.001
甲状腺がん							
あり	53.4	29.2	6.8	5.58	4.25	3.55	14.9
なし	52.5 p=0.733	15.0 p=0.236	9.0 p=0.746	0.51 p<0.001	0.47 p<0.001	1.48 p=0.002	24.4 p=0.240
肺がん							
あり	62.2	14.1	1.4	0.53	0.53	8.72	38.0
なし	52.5 p<0.001	15.1 p=0.687	9.0 p=0.430	0.53 p=0.965	0.48 p=0.885	1.47 p<0.001	24.4 p=0.004
甲状腺の非がん疾患							
あり	52.7	31.4	6.4	2.80	2.33	1.79	21.8
なし	52.5 p=0.999	14.8 p<0.001	9.0 p=0.960	0.49 p<0.001	0.45 p<0.001	1.48 p=0.005	24.4 p=0.436
心疾患							
あり	58.3	14.2	8.5	0.51	0.48	3.1	29.3
なし	52.1 p<0.001	15.1 p=0.438	9.0 p=0.891	0.53 p=0.891	0.48 p=0.708	1.4 p<0.001	23.9 p<0.001
脳疾患							
あり	57.7	11.0	11.8	0.28	0.25	4.15	30.4
なし	52.4 p<0.001	15.2 p=0.575	8.9 p=0.094	0.53 p=0.027	0.49 p=0.019	1.43 p<0.001	24.2 p<0.001
眼疾患							
あり	58.3	16.4	7.3	0.71	0.61	2.20	24.6
なし	52.0 p<0.001	14.9 p=0.407	9.1 p=0.591	0.51 p=0.011	0.47 p=0.037	1.42 p<0.001	24.4 p=0.504
白内障							
あり	61.1	18.5	8.3	0.64	0.56	2.37	29.8
なし	52.2 p<0.001	14.9 p=0.772	9.0 p=0.529	0.52 p=0.301	0.48 p=0.356	1.45 p<0.001	24.2 p=0.003

1) 現在喫煙者に対しては、喫煙開始年齢と調査時の年齢の差を喫煙年数とし、平均喫煙箱数（本数/20）との積を計算することによって求めた。過去喫煙者に対しては喫煙開始年齢と終了年齢の差を喫煙年数とし、平均喫煙箱数との積を計算することによって求めた。

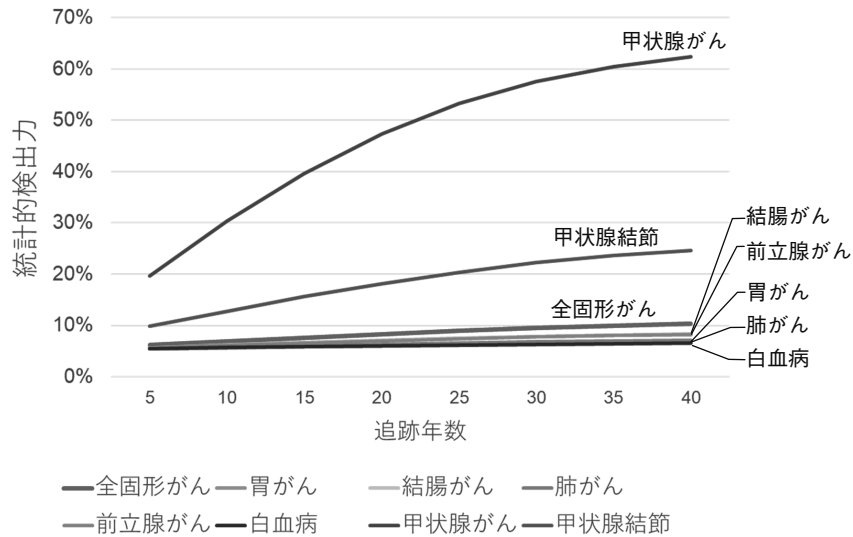


図1. 追跡調査年数の増加に伴う検出力の増加

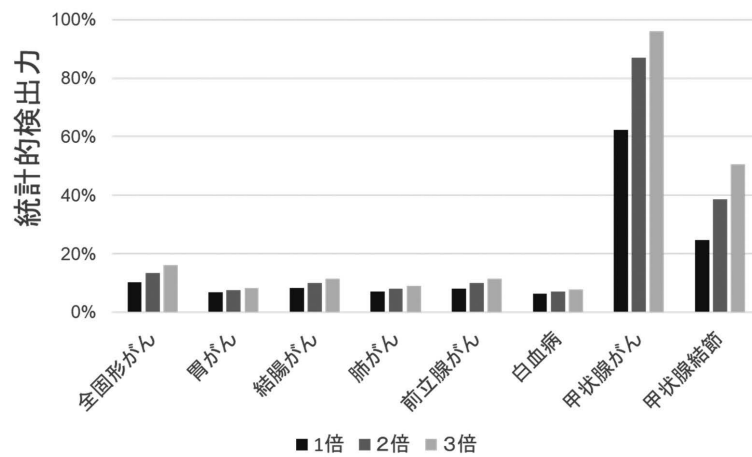


図2. 研究対象者の増加に伴う検出力の増加

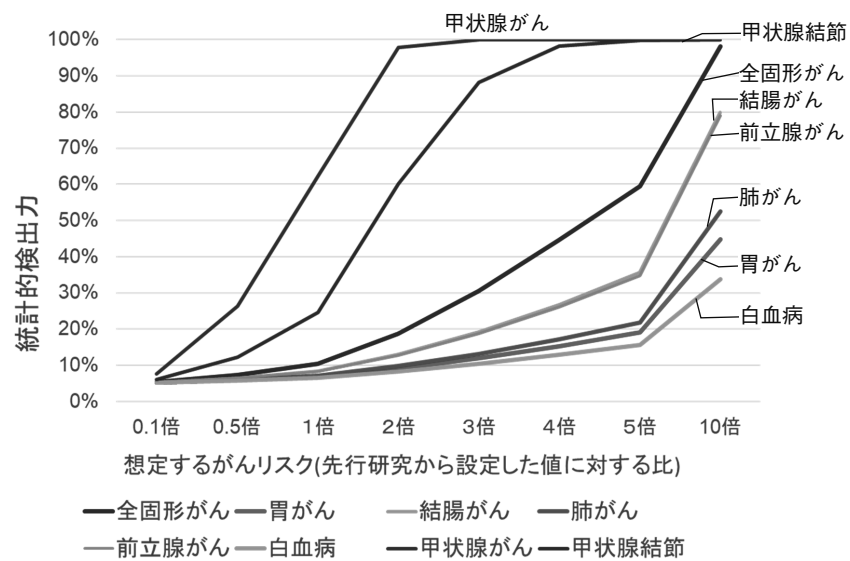


図3. 想定する ERR/Gy の増減に伴う検出力の変動

### Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表



## 研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
大久保利晃	疫学調査：広島・長崎の経験から福島へ	医学のあゆみ	Vol.239(10)	995-1000	2011
大久保利晃	東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究	労働衛生管理	Vol.27(3)	39-46	2016
大久保利晃	「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」の経過報告	健康開発	Vol.20(3)	83-93	2016
大久保利晃	「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」	UPDATE	Vol.27(1)	29-30	2016
Toshiteru Okubo	RERF Epidemiological Study of Health Effects in Fukushima Emergency Workers	UPDATE	Vol.27(1)	29-30	2016
Hiroko Kitamura, Toshiteru Okubo, Kazunori Kodama, Nuclear Emergency Workers Study Group	Epidemiological study of health effects in Fukushima nuclear emergency workers -study design and progress report	Radiation protection dosimetry	ncy136	<a href="https://doi.org/10.1093/rpd/ncy136">https://doi.org/10.1093/rpd/ncy136</a>	2018
Mafune K, Hiro H, Inoue A, Hino A, Shigemura J, Yamada M, Okubo T	Social Support During Emergency Work and Subsequent Serious Psychological Distress: A Cross-Sectional Study Among Emergency Workers who Responded to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident	J Occup Environ Med	61(6)	e240-e246	2019
N. Tsujimura, K. Hoshi, T. Yamazaki, T. Momose, K. Aoki, H. Yoshitomi, Y. Tanimura, S. Yokoyama	Lens dosimetry study in <sup>90</sup> Sr+ <sup>90</sup> Y beta field: Full-face mask respirator shielding and dosimeter positioning	Proceedings of the 34 <sup>th</sup> Workshop on Radiation Detectors and Their Uses	KEK Proceedings 2020-5	21-28	2020
初坂奈津子, 宮下久範, 喜多村紘子, 大久保利晃, 佐々木洋	「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」白内障全国調査について	日本白内障学会誌	32(1)	49-51	2020
Kitamura H, Ohishi W, Kodama K, Ohkubo T	Epidemiological study of health effects in Fukushima Emergency Workers: Progress report on the Health Examination Study, 2016-2019	Environmental Advances	9	100275	2022



発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, Goh VST, Sugai-Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, Akashi M	A preliminary report on Retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS)	Radiat Prot Dosimetry	199(14)	1565-1571	2023
Huan Hu, Toshiteru Okubo	Low dose radiation exposure and the risk of diabetes: a 10-year retrospective cohort study	the 59th European Association for the Study of Diabetes (EASD) Annual Meeting, abstract book		35	2023
胡歆, 溝上哲也, 大久保利晃	Low-dose radiation and risk of cataract: a 10-year retrospective cohort study	第96回日本産業衛生学会抄録		53	2023
胡歆, 溝上哲也, 大久保利晃	Heated tobacco product use and risk of diabetes: a cohort study	the 15th AASD Scientific Meeting 抄録		69	2023
Mirkatouli NB, Hirota S, Yoshinaga S	Thyroid cancer risk after radiation exposure in adults-systematic review and meta-analysis	Journal of Radiation Research	64(6)	893-903	2023
Akiyama M, Tominaga T, Takashima Y, Ishii K, Suto Y.	Assessing the applicability of modified replication banding protocol for the analysis of radiation-induced chromosomal aberrations in cultured human lymphocytes	Cytologia	(2024, in press)		

厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金  
放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究  
総合研究報告書  
(第二期)

研究代表者 大久保 利晃

令和6年3月

発行：独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所  
労働者放射線障害防止研究センター  
〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾6-21-1  
電話 (044) 865-6111 FAX (044) 865-6124

印刷：株式会社 総北海東京支店  
〒130-0022 東京都墨田区江東橋4丁目25番10号 加藤ビル2F  
電話 (03) 5625-7321 FAX (03) 5625-7323