

2020 年度事業報告

公益財団法人放射線影響研究所

2020年(令和2年)度 事業報告

I. 主要事業報告

原爆被爆者（寿命調査 [LSS] および胎内被爆者調査）とその子ども（F₁調査）の死亡およびがん罹患に関する疫学データは、長年にわたり国内外における電離放射線被曝によるがんなどの疾患リスク推定の主要な基盤となっている。規模が大きいこと、線量の範囲が広いこと、被爆時年齢が全年齢にわたること、死亡・がん罹患について質の高い追跡調査が長期間実施されていることから、LSSは他に類を見ない重要な調査となっている。しかし、LSSが放影研の調査活動の全てではない。成人健康調査（AHS；LSSの亜集団）の健診と生物試料の収集、および被爆者の子どもの臨床・疫学・遺伝調査は、放射線に関連するがん以外の疾患を含む調査対象である健康状態や放射線被曝に関連する当該健康状態の発生機序について、更に詳細な情報を提供する。また、遺伝性の突然変異に関する調査も行っている。基礎研究グループは、臨床研究部や疫学部と協力し、遺伝子への影響（遺伝性および体細胞性）の特徴と程度について、また健康リスクに関連する分子変化について更に取り組みするために生物試料を使用する。放影研調査プログラムを構成するこれら三つの調査は、ヒト放射線リスクを疫学、臨床、生物学および機序の観点から検討する統合的なアプローチを可能にする。このような統合的なアプローチは放影研特有であり、被爆者および放射線研究全体のために最高の科学を実施することが求められる。今後は放影研の研究の重点はこのような統合型の調査プログラムに置かれる。このような調査プログラムはがん・遺伝・非がんリサーチクラスター内で展開される。調査プログラムの展開に更に必要となるのが、日本および海外の外部機関との協力の拡大である。最近、今後の研究において統合的な取り組みを重視する戦略計画を評議員会と連携して作成した。

1. 被爆者の健康に関する調査研究事業

1) 放射線とがん：

- **最新のがん罹患 (RP 1-75, 18-61)：**がん罹患の放射線リスクに関する定期的な報告は、放影研の最重要課題の一つである。疫学部と統計部および米国国立がん研究所との共同により、最新の個別線量および喫煙などの生活習慣因子に関する情報を用いて、2009年までのがん罹患に関する放射線リスク推定値を更新するための包括的な解析が完了した。全固形がん、肺がん、乳がん、子宮がん、胃・結腸・直腸を含む上部消化器系がんおよび肝がんに関する論文が2018年と2019年に発表され、大腸がん（杉山ら、*Int J Cancer* 2020;146:635-645）、中枢神経系腫瘍に関する論文（Brenner ら、*Eur J Epidemiol* 2020;35:591-600）、前立腺がん（馬淵ら、*Radiat Res* 2021;195:66-76）、卵巣がん（歌田ら、*Radiat Res* 2021;195:60-65）、および腎臓・尿路がん（Grant ら、*Radiat Res* 2021、オンライン先行発表）が発表された。がん罹患と死亡の比較に関する論文（Brenner ら）および部位別解析の要約論文（Brenner ら）を作成中である。最近の一連の論文では、関連する生活習慣因子を調整し、線量反応曲線の形状、低線量放射線リスクおよび若年被爆者におけるリスクに焦点を当てた。リスク推定の信頼性については、統計部の French 研究員が、肝がん情報の誤分類の影響を調査した論文を発表した。

生活習慣因子を調整した各部位の最新がん罹患リスク推定値は、若干のばらつきが観察されたものの、ほとんどが以前に報告されたものと同様であった。放射線感受性期間、すなわち、放射線リスクが高い被曝年齢は、組織幹細胞の活性の高さに関係しているようである（例えば、第二次性徴の発生と乳がんおよび子宮体がんの放射線リスクとの関

連など)。諸結果について観察された線量反応関係の非線形性は、放射線科学の世界では非常に関心がもたれているが、その理由については現在も調査中である。若年で被曝した被曝者の大半は現在も生存しており、現段階では彼らのリスク推定値は不確実であるため、さらなる追跡調査により、放射線リスクのより有益な特徴を明らかにすることができるであろう。

- ライト染色塗抹標本から得られたごく少量の DNA を用いて全ゲノムを増幅することで、東芝ジャポニカ SNP アレイを用いた GWAS 研究が可能になるかどうかを調べる予備研究。ゲノム解析は、放射線誘発がんの遺伝的感受性の解明と評価の観点から重要と考えられている。放影研には、1958 年以来保存されてきた血液塗抹標本を含む AHS コホートの数種類の生体試料が保管されている。約 20,000 人の原爆被曝者から成る全 AHS 対象者について、1958 年以降に保存された古い試料を用いた大規模ゲノム研究を実施することにより、放射線被曝感受性に関連する遺伝的および遺伝子-環境相互作用を調べることが可能になるかもしれない。ゲノム解析を行うためには、塗抹標本から抽出した DNA サンプルを用いた SNP 解析が可能かどうかを判断する必要がある。初期研究のために、放影研職員のボランティアから 6 名の被験者を無作為に選んだ。全血試料から DNA (W-DNA) を抽出した。ライト染色した塗抹標本を全血サンプルから調製した。ライト染色塗抹標本から抽出した DNA を QIAGEN REPLI-g DNA 増幅キットを用いて増幅した (増幅 DNA)。SNP アレイ (東芝ジャポニカアレイ) を用いて W-DNA および増幅-DNA の遺伝子型を決定した。その結果、塗抹標本から得た増幅 DNA は SNP 解析に適しており、増幅 DNA のコール率は 97.0%と高く、W-DNA と増幅 DNA の一致率は 93.70%と高かった。これらの結果は、染色した塗抹標本から調製した全ゲノム増幅 DNA は、ゲノム DNA テンプレートの類似コピーを表し、ハイスループット SNP ジェノタイピングアッセイで使用した場合、同等のコール率があり、染色した塗抹標本を GWAS に使用することが可能であることを示唆している。(林、吉田健吾、大石、吉田稚明、加藤、Sposto、徳永、植木、小笹、RP-P1-19) 研究代表者：林
- AHS の骨髄異形成症候群 (MDS) 症例の保存血液試料と LSS の慢性骨髄性白血病 (CML) 症例の剖検試料を用いて 2 つの研究が行われている。これらの研究は、放射線誘発性骨髄性悪性腫瘍の機序に関する新たな知見を提供することができるであろう。血液悪性腫瘍の研究については、臨床研究部、統計部、疫学部に加え、外部の研究者とも共同で取り組んでいる。

このプロジェクトは、長崎大学、京都大学と共同で構築された。放射線は血液悪性腫瘍の発生原因の一つである。被曝後 50 年を経ても、原爆被曝者は、急性骨髄性白血病 (AML) や MDS など、血液悪性腫瘍の発症リスクが高い。これらの疾患の最近のゲノム解析により、ほとんどの試料にはいくつかの遺伝子変異が含まれており、これらの変異は臨床診断前に発見される可能性があることが明らかになってきた。我々は、少数の遺伝子変異を有する造血前駆細胞または幹細胞が、時間の経過とともに (数年以上) さらなる遺伝子変異を獲得し、血液悪性腫瘍を引き起こし、電離放射線がそのような遺伝子変異の発生確率を高めるという仮説を立てた。3 年前、MDS を発症した AHS 対象者の連続保存血液試料から次世代ゲノム解析技術を用いて変異を検出する研究を開始した。目的は、MDS の臨床診断前の変異クローンの動態を明らかにし、被曝線量によってどのように異なるかを調べることである。この研究は、これまで検証されてこなかった放射線誘発性骨髄性悪性腫瘍の発症機序について、非常に重要な疑問に答えるものである。

MDS 診断前後に連続的に採取した 17 名の血液試料の全エクソームシーケンシングを行い、平均深度は 200 倍だった。予備解析では、各試料について 8~83 の体細胞変異候補が検出された。遺伝子変異またはコピー数変化 (CNA) を有するクローンが、診断の数年前に検出され、拡大された。一部では、診断前の変異クローンの減少も観察された。

白血病は原爆直後に発症した唯一の悪性腫瘍であり、放射線被曝が白血病を誘発し得ることが広く知られている。1950 年から 1980 年の原爆被爆者の白血病形態学分類 (French-American British 分類) を調べたところ、CML がその時期に最も多く発症していたことが明らかになった。CML は現在、融合遺伝子 BCR-ABL1 の存在に基づいて診断される。我々は、3 例の CML 剖検例のホルマリン固定パラフィン包埋 (FFPE) 試料が分子解析に利用できるかどうかを評価するために予備研究を実施した。病理解析を行い、染色していないスライドから DNA と RNA を抽出した。抽出した DNA と RNA を用いて、BCR-ABL1 と ABL1 の変異の有無を評価した。

PCR/RT-PCR および病理解析は、FFPE 試料から抽出した DNA および RNA が従来の分子解析に適していることを示した。しかし、病理解析の基準のみを用いて診断された CML は、誤診の可能性があることが示された。標的ハイスループットシーケンシングによる CML と診断された早期発症白血病の DNA/RNA 解析について実現可能性調査を計画している。

2) 放射線とがん以外の疾患への影響:

- 原爆被爆者に関するこれまでの研究では、放射線被曝とアテローム性動脈硬化症および炎症との関連が示唆されている。放射線被曝に関する研究における最近の証拠は、クローン性造血 (CH) が慢性炎症を引き起こし、アテローム性動脈硬化症を引き起こす可能性があることを示唆している。造血幹細胞への放射線被曝による CH が、原爆被爆者における慢性炎症とその後のアテローム性動脈硬化症の原因であるという仮説を検証するために、AHS の保存データセットを解析し、炎症およびアテローム性動脈硬化症の指標と血液学的プロファイルを関連付ける研究を開始している。最近、外部審査を経てプログラムプロジェクトが承認され、データ収集が開始された。
- 放射線被曝および炎症性疾患のリスク増加に関連すると考えられるクローン造血 (CH) について評価した動物モデル研究はまだない。放射線関連のがん以外の疾患、特に動脈硬化症と関連する CH について評価するための戦略を策定するため、我々は放射線照射マウスにおける CH が炎症誘発性表現型に関与し、アテローム性動脈硬化症発生を促進するかもしれないという仮説を検証できるマウスモデルを 1 つ以上確立するための研究を実施した。本研究で開発するマウスモデルは、体細胞突然変異誘発および CH 発生に対する種々の環境因子の影響を評価する上で有用であると考えられる。2020 年度に行われた予備実験では、全エクソームディープシーケンシング (WES) は、マウス骨髄細胞において 2% を超える変異体頻度を有する (ヒトにおける CH の定義) 体細胞突然変異を完全に検出し、照射 18 か月後に調べた場合、対照群よりも 3Gy 全身照射マウスの方が高頻度で CH が見られたことが示された。照射マウスの血液中では、炎症性単球と赤血球分布幅 (RDW) の両方が増加しており、これは AHS での最近の知見と一致する。これらの血球表現型は、CH を示すヒト集団で観察されることが多いため、今回の結果は、WES を用いた CH 検出法を使用して CH 関連の血球表現型を決定し、ヒトおよびマウスにおける放射線誘発 CH を評価することの実行可能性を検証した。また、放射線を照射し高脂肪食を与えた LDLR-KO マウスに形成されるアテローム性プラークに蓄積する単

球のクローン性評価を計画しており、放射線照射後の CH がアテローム性動脈硬化性病変への炎症性単球のクローン性蓄積を介してアテローム性動脈硬化症を促進するという仮説を検証できるであろう。出版物：吉田ら、*British Journal of Haematology* (2021年)、印刷中。

- 2016年4月に、白内障調査のための眼科検査を広島大学および長崎大学の眼科医と共同で広島および長崎で開始した。本調査は金沢医科大学の白内障の専門家の指導を受けている。2020年3月には広島および長崎で、被爆時年齢15歳未満のAHS対象者1,048人（115人の胎内被爆者を含む）を対象とする眼科検査を終了した。また、眼科医による撮影画像を用いた白内障の重症度の判定を終了し、統計部と共同で統計解析に着手した。一般化推定方程式（GEE）モデルを用いた解析では、後囊下混濁と放射線との間に有意な関連が示唆された。しかし、皮質混濁と放射線との関連は有意ではなかった。

3) 放射線の遺伝的影響：

- 胎内被爆者コホート研究 (RP 2-61, 18-61)：胎内被爆者コホートは小規模ではあるが、重要かつ他に類を見ない研究であり、胎内被曝後の中晩期の放射線リスクに関する現存する研究が他にないため、最も優先順位の高い研究である。死亡リスクに関する論文が、*European Journal of Epidemiology* に受理された（杉山ら）。放射線による固形がん死亡リスクの増加は、女性では認められたが、男性では認められなかった。小頭症、低出生体重、父親の喪失は、がん以外の疾患死亡および外因死に対する原爆放射線被曝の媒介因子であることが示唆された。それらの因子の媒介効果を考慮することが重要である。
- 分子生物科学部の遺伝プログラムおよび放影研全体にとって最も重要な研究の取り組みは、原爆被爆者とその子どもから成るヒトトリオに焦点を当てた全ゲノムシーケンシング（WGS）研究である。これは、全所的な F1 アンブレラ・プログラムの主要な部分を占める。2020年度は、統計部と共同で、F1の放射線誘発 SNV、小規模インデル、マルチサイト変異の検出力に関する統計計算を実施した。これらは、これまでの我々の動物実験と他の研究者が発表したデータを基にしたものである。統計結果は、このプロジェクトに必要なトリオの数を示した。
- 親の被曝が子どもに及ぼす影響を理解するためには、より複雑なタイプの変異を解析することが重要である。2019年度まで、放射線照射した親から生まれた子どもにおける *de novo* 生殖細胞変異（主に塩基置換と小規模欠失）を調べてきた。その結果は論文として報告された（佐藤ら、2020年）。今回の研究の目的は、マウス生殖細胞系における複雑な構造変異体を含む *de novo* 変異の発生率を明らかにし、そのための方法論を確立することである。*de novo* 変異の検出には、ショートリードNGS（イルミナ）、ロングリードNGS（Pacbio と Nanopore）および光学マッピング法（Bionano Saphyr）を用いた。これらの方法を用いて、*de novo* の自然発生的な生殖細胞変異を効率的に特徴づけるために、14年間の育種（40世代以上）により確立された変異蓄積（MA）マウス系統を解析した。全てのシーケンシングプラットフォームにおいて、質的にも量的にも十分な WGS データを得ることができ、*de novo* 生殖細胞変異についていくつかの新しい知見を得ることができた。例えば、短いタンデムリピート領域の変異を正確に検出することが可能となり、インデルの自然発生率が既報の推定値（内村ら、2015）の40倍であることを見出した。さらに、11の *de novo* レトロトランスポゾン変異（主に約7KbのLINE挿入）と、セグメント重複（200kb領域）とその部分的逆位の組合せから成る非常に複雑な変異を含む少なくとも41の大きなサイズの構造変異体を同定した。この発生頻度は、従来の方法に

基づく以前の推定値よりもはるかに高かった。最先端の技術を用いて、様々な種類の変異を検出するためのいくつかのパイプラインの開発に成功した。同時に、マウスの自然突然変異の特徴が明らかになりつつある。この結果は、将来のヒトトリオ WGS 研究にとって重要である。(内村、佐藤、RP 2-13)。研究代表者：佐藤。佐藤、2020a、2020b、および印刷中。

- 放射線被曝がどのように精原幹細胞に変異を誘発し、その変異がどのようにして次世代に伝わるかを機構的に理解するために、マウス精原細胞（以下、GS、生殖幹細胞）を調べる *in vitro* 培養アプローチを開始した。本年度は、来年の *in vivo* 移植研究に向けて、*in vitro* GS 細胞変異誘発実験を実施した。培養 GS 細胞は X 線照射し、生存細胞コロニーを回収した。対照（非照射）、2-Gy 照射および 4-Gy 照射 GS 細胞の各 5 クローンについてゲノムの構造変化を aCGH（Macrogen/Agilent 標準法）により解析した。全ゲノムシーケンシングについて、対照および X 線照射した GS 細胞クローンにおいてショートリード WGS を行い、放射線誘発 SNV および小規模インデルとマルチサイト変異を検出した。aCGH 解析の結果、NHEJ によるものと思われる欠失は、照射クローンでは 1 つだけであった。WGS では、4-Gy 照射クローンは、マルチサイト変異と欠失変異について明らかに 2.5 倍および 4 倍の増加を示したが、SNV および挿入はわずかな増加しか認められなかった。興味深いことに、未照射の対照で検出されたこれらのインデルの多くは反復配列に由来するものであったが、放射線に関連した変化の多くは、固有の配列で起こっており、GS 細胞における放射線に関連した変異誘発には NHEJ の役割があることが示唆された。来年、これら GS 細胞を雄性マウス精巣に移植し、個々の変異の伝達性を調べる予定である（野田、濱崎、佐藤、内村、RP-P3-17）。研究代表者：野田、一部文科省科研費（No.20K12179）の助成を受けている。
- 原爆傷害調査委員会（ABCC）は、1948 年から 1954 年にかけて原爆被爆者の子どもの妊娠終結異常に関する調査を実施した。DS02 生殖腺線量と精密な解析法を用いて、完全に再構築したデータに基づき主要な先天性奇形と周産期死亡のリスクを再検討した。査読者および寄稿者による懸念に対応するために、放影研の評議員である Samet 博士と時間をかけて議論し改訂を行った後、本論文はすべての寄稿者の賛同を得た。その後、本論文は *American Journal of Epidemiology* に受理された。

解析の結果、親の被曝は主要な先天性奇形および周産期死亡のリスク増加と関連していることが示されたが、そのほとんどは統計的に有意ではなかった。今回の再解析では、以前の報告結果を補強する結果となったが、社会経済的因子などの放射線による遺伝的影響以外の寄与が大きい可能性がある (*Am J Epidemiol*, 2020)。

2. 被爆者の子ども(F₁)の健康に関する調査研究事業

- *F₁* コホート調査 (RP4-75、18-61) : *F₁* コホートの長期的調査は、放射線被曝の生殖細胞系への影響を研究するための枠組みを構築し、その種の最大規模の調査に重要なデータをもたらす。2015 年に死亡リスク評価に関する主要な論文が発表された後、症例情報の通常の収集を継続中である。*F₁* コホート対象者の個人別線量を DS02R1 線量に更新中である。全国がん登録制度を通じがん罹患状況を把握するには住民情報が不可欠であることから、被爆二世臨床調査 (FOCS) の対象者情報を使用できるよう収集中である。

- 被爆二世臨床調査 (FOCS) [RP 4-10、大石、立川、飛田]
2014年11月に開始した4年を1健診サイクルとする被爆二世臨床調査 (FOCS) の3サイクル目をほぼ完了した。9,815人が受診し、当該サイクルの受診率は74.9%であった。2018年11月に4サイクル目を開始した。

3. 原子爆弾の個人別線量とその影響を明らかにするための調査研究事業

- この分野の現在の研究は、主として臓器線量再評価プロジェクトへの関与に関係している。この1年間に、一連の論文が発表され、また作成中である。

発表または印刷中の論文

新しい計算ファントムの線量測定への影響 (佐藤、船本、Paulbeck 2020年) [RP18-59]

作成中の論文

Paulbeck、佐藤、船本、Lee、Griffin、Cullings、Egbert、遠藤、Hertel、Bolch、J45 シリーズ妊婦ファントムを用いた胎児および母体の原爆被爆者線量測定 第1部:DS02 被曝シナリオを用いた解析。[投稿: Radiation Environmental Biophysics] 2020; 作成中。 [RP18-59][Dos]

本論文では、過去の研究 [Radiat Res 192, 538-561 (2019)] を、最大9種類の放射線量区分と5種類の遮蔽条件について、DS02 システムから得られた現実的な角度フルエンスを用いて拡大した。

Paulbeck、佐藤、船本、Lee、Griffin、Cullings、Egbert、遠藤、Hertel、Bolch、J45 シリーズ妊婦ファントムを用いた胎児および母体の原爆被爆者線量測定 第2部:胎児の子宮内位置の変動に関する考察。[投稿予定学術誌: Radiation Environmental Biophysics] 2020; 作成中。 [RP18-59][Dos]

本論文では、第1部(上記)の研究を拡大し、受胎後15週目および25週目の、逆子と横向きの子どもの両方のモデルを追加した。

Griffin、佐藤、船本、Chizhov、Domal、Paulbeck、Bolch、Cullings、Egbert、遠藤、Hertel、Lee、J45 ファントムシリーズを用いた日本の小児および成人の原爆被爆者線量測定:包括的ソースタームモデリング。[投稿予定学術誌:未定] 2021; 作成中。 [RP18-59][Dos]

本論文では、放影研での線量推定システム (DS) に新しいファントムを使用することで得られる線量測定を改良するために、現在の DS から直接引き出された20の一般化された被爆者のシナリオの環境フルエンスデータを用いて J45 シリーズの臓器線量を計算した。

完了した調査および進行中の調査

統計部は、新しく改良された計算ファントムから計算された新しい応答関数表を用いて、DS02 で計算された既存の遮蔽放射線場を使用することにより、臓器線量測定のための改良された手法を開発することを任務とする日米ワーキンググループにおいて、調整と協力活動を続けてきた。

この取り組みの一環として、現在使用されているモデル、開発された新しい一連のファントムの利点、新しいファントムを導入する方法、現在の一連のファントムを新しい一連のファントムに置き換えるための予想されるコストと正当性、および導入のための提案されたタイムラインについて考察し、線量推定システム DS02 で使用するための新しい一連の人体計算モデル (ファントム) を採用する計画を概説する白書を作成した。 [RP18-59]

改訂された臓器線量測定の実施準備の一環として、旧式の Lahey FORTRAN コンパイラーの現在の DS02 FORTRAN コードが、最新の Intel FORTRAN コンパイラーに変換された。このコードは、計算ファントムモデルから生成された応答関数表を、輸送モデルおよび遮蔽モデルから生成されたソースタームと漏洩ファイルに統合するために使用され、位置、遮蔽、および方向に関する個々の生存データに適用される。この変換が必要なのは、新しい線量測定を実施するためには、計算モデルからのデータ量のはるかに多いためであり、設定された FORTRAN コードに大幅な構造的変更を加えなければ、Lahey コンパイラーでは容易に対応できないからである。既存のコードを Intel FORTRAN に変換する場合、コードの変更は少なく済むが、その主な内容はネイティブ関数呼び出しの修正である。コード改訂およびテストが 2021 年初頭に完了する予定である。応答関数テーブルを適用するには、追加のモジュールが必要になるが、これも 2021 年中に完了するであろう。

4. 研究成果の公表と他機関との研究協力事業

放影研の使命遂行に極めて重要であるのが、放影研の調査結果を被爆者とその子ども、また国際社会へ発信することである。その目的のため、広島および長崎の地域を代表する地元連絡協議会を開催し、また市民公開講座などの活動を通して情報を提供している。これについては本事業報告の後半部分でさらに説明する。国際社会に関しては、多くの活動がある。例えば、セミナー、ワークショップ、国際学会への出席、国際的学術誌への論文発表などがある。今年、放影研は 1 つのワークショップおよび 5 回のセミナーをズームで開催し、国内外からの専門家が講演した。また約 40 本の論文を発表した。

1) 共同研究

- 現在進行中の国際共同研究

上記活動に加え、放影研の研究調査結果を発信し研究調査事業を強化するためには、国内外との連携を確立することが重要である。以下に現在の共同研究を示す。

- a. ワシントン大学とのパートナーシップ
- b. 久留米大学とのパートナーシップ
- c. 米国国立がん研究所との共同研究
- d. フロリダ大学との共同研究
- e. 外部研究者との共同研究：

日本の研究機関	44 施設
北米	9 施設
欧州	8 施設
アジア・豪州	1 施設

2) ワークショップ

国際ワークショップ 「放射線影響研究所の原爆被爆者と二世のゲノム研究における ELSI ワークショップ」

5. 国内外の専門家を対象とする研修事業

- ① 2020 年 8 月に開催予定であった「放射線生物学者のための疫学研修会」は、新型コロナウイルス感染防止の観点から中止となった。

- ② 新型コロナウイルス感染症の影響により、放射線被曝者医療国際協力推進協議会（HICARE）、長崎・ヒバクシャ医療国際協力会（NASHIM）等を通じた海外からの研修生の受け入れは全面的に中止となった。また、2020年度は新型コロナウイルス感染防止の観点から所内立入を制限したため外部からの研修依頼に応じることができなかったが、その代わりに放影研紹介ビデオやパンフレット等を教材として提供した。
- ③HICARE主催の国際シンポジウム（2021年2月11日）を後援し、講師を派遣した。なお、当該シンポジウムはオンラインで開催され、参加者は206名であった。
- ④ 国際交流調査研究事業における外国からの研修生の公募方法等を検討し、放影研ホームページに募集要項を掲載して研修生候補者の公募を実施した。2020年度は1名の応募があったが、研修実施時期における新型コロナウイルス感染状況の予測が困難なため、2020年6月に中止を決定した。

6. 一般向け啓発事業

①オープンハウス（施設一般公開）

新型コロナウイルスの感染拡大のため、広島・長崎の両研究所でオープンハウスを中止した。今年度の異例な状況を踏まえて、今後新しい方法での開催を模索している。

②ソーシャルメディア関連活動の強化

Facebookで継続的な情報発信を行い、2020年度末までに851人のフォロワーを抱えている。また、英語版と日本語版のTwitterは、2020年度末までに日英合計で500人を超えるフォロワーを抱えている。2020年度は、ソーシャルメディア関連活動の一環としてビデオ制作に取り組み、ホームページ、FacebookおよびYouTubeに積極的に投稿した。制作した主な映像は、ICAN（核兵器廃絶国際キャンペーン）ワークショップのための放影研紹介ビデオ、放影研施設案内ビデオ、放影研役員による被爆75年を迎えてのメッセージビデオなどがある。

③マスコミへの広報活動の推進

放影研担当の記者が異動により定期的に入れ替わることを踏まえ、マスコミとの良好な関係維持・強化を図るべく懇話会・勉強会を2020年度も計画したが、新型コロナウイルスの感染拡大のため中止した。放影研から積極的にマスコミへの話題提供を進める中で、地元テレビ局による特別番組等が複数制作され放映された。2020年度の放影研に関する記事の発行数は年度末の3月末時点で124件である。

④ホームページの充実

- 2020年度は、定期的にホームページを更新し追加情報を掲載した。公開された学術論文の掲載箇所への案内を充実させ、分類システムの理解を深めるために再編成した。
- 2018年度から論文が専門誌に掲載される際には、専門家でない人向けに分かりやすく要約した解説資料を公式ホームページに掲載している。2020年度は解説資料をさらに要約し、簡素化する試みを行った。
- 2020年4月1日から2021年3月31日までのヒット数（閲覧数）は、606,324件に達し、1日平均1,661件だった。同期間におけるホームページの訪問者は252,934人で、1日平均692人だった*。

*この数字は2018年6月から使用開始したGoogleアナリティクスというアクセス解析システムによるもの。

⑤オンライン情報配信システムの充実

2020年度は、事前に登録した読者に配信している電子版ニュースレター（「メルマガ」）の情報を整理するとともに、ホームページで最近公開されたニュースや情報へのリンクを提供するなど利便性を向上させた。メルマガは、最新の研究成果、放影研のイベントや活動に関する情報を配信するだけでなく、利用者登録によって放影研という組織の「一員」であるという意識を読者に持ってもらうことも目的としており、3月末時点の購読者数は日英で364名である。

⑥出前授業

放射線の健康影響を分かりやすく児童・生徒に伝える試みである出前授業プログラムを2020年度も計画したが、新型コロナウイルスの感染拡大のため中止した。

⑦インターンシップ（職業体験）プロジェクト

放影研は以前より科学に興味のあるインターンを受け入れてきた。2020年度は、米国の大学生から広報出版室でインターンを希望する旨の申込があったが、新型コロナウイルス感染症拡大のため計画を延期した。

⑧公開講座

2019年から開始した新しい公開講座は、広島平和記念資料館等の外部組織と連携しながらピースボランティア等を対象にしたものである。2020年度は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により活動が制限されたが、平和学習のために旅行で広島を訪れた学生を対象に、広島平和記念資料館と連携して2つのイベントを開催した。

⑨サイエンス倶楽部

中学、高校の科学部の生徒を対象に、放影研のサイエンスを中心とした学びの場を提供する予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大のため中止した。

⑩その他の広報活動

- ・ マスメディアを通じた広報活動として、重要な行事や報道価値の高い活動及び重要な論文を発表する際に、主にオンライン会議アプリを利用して記者会見を開催した。また、国内外の数多くのメディアからの問い合わせや取材に対応した。
- ・ 放影研の調査研究に対する一般的理解の向上を目的として、専門家を対象にした「短文解説」に代えて、2018年度より、平易な文章かつ少ない文字数で論文内容を解説する新しい論文概要シリーズを開始している。2020年度は、概要をさらに整理し、放影研の研究について一般市民とメディアがより容易に理解できるようにした。
- ・ 海外からの来訪者のために英語で施設案内を行う人材の育成は、研究協力者を新型コロナウイルス感染症から守るための対策として、施設案内を中止したため人材育成の機会を得られなかった。
- ・ 放影研の調査研究に関する情報提供の促進、放影研の事業の透明性の拡充、一般市民、特に被爆者及び被爆二世の方々との良好なコミュニケーションを築くことを目的として、2019年1月に「放影研の活動を広めるためのワーキンググループ」(PAC)を立ち上げた。2020年度は、PACメンバーが中心となり、市民からの問い合わせへの対応、放影研のゲノム研究計画等に関するマスコミ取材への対応、およびABCC-放影研を取り扱った番組制作の取材等へ対応した。

- 被爆者及び被爆二世の方々等の少人数の市民グループを放影研に招待し、放影研の役職員と ABCC-放影研の歴史や研究成果について語り合い、理解を深めていただくことを目的とした交流の場は、新型コロナウイルスの感染拡大のため設けることができなかった。

令和 2 (2020) 年度における放影研の国際協力活動

I.放影研役職員の国際協力関係活動への参加		II.海外からの視察・研修などの受入	
WHO 関連	2 人	(広島)	
UNSCEAR 関連	6 人	HICARE 関連	なし
ICRP 関連	3 人	放影研(国際交流調査研究事業)関連	なし
IAEA 関連	1 人	文部科学省関連	なし
在韓被爆者健康相談関連	なし	国際協力機構 (JICA) 関連	なし
その他	14 人		
		(長崎)	
		NASHIM 関連	なし
合 計	26 人	合 計	0 人 (広島 0 人、長崎 0 人)

I. 放影研役職員の国際協力関係活動への参加 (国際学会出席は除く)

斜体: 費用拠出機関

1. 世界保健機関 (WHO) 関連 (2 人)

放影研 (職名は参加当時。以下同様)

兒玉業務執行理事および今泉長崎臨床研究部副部長が、第 16 回 WHO REMPAN(緊急被ばく医療準備ネットワーク)会議に出席した (2021 年 3 月 22-24 日、オンライン)。

2. 放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) 関連 (6 人)

1) 放医研

小笹疫学部長が、UNSCEAR 国内対応委員会の会議に出席した (2020 年 10 月 12 日、12 月 22 日、オンライン)。

2) 放影研

(1) ブレナー疫学部主任研究員が、UNSCEAR 放射線およびがんの疫学研究の主執筆者として会議に出席した (2020 年 5 月 18 日、6 月 4 日、7 月 23 日、2021 年 1 月 20 日、3 月 18 日および 3 月 31 日、オンライン)。

(2) 兒玉業務執行理事が、福島追跡プログラムの前上級技術アドバイザーとして、小笹疫学部長が、日本側ワーキンググループの委員として会議に出席した (2020 年 7 月 2 日および 10 月 28 日、オンライン)。

(3) 小笹疫学部長が、第 67 回 UNSCEAR 全体会合の会議に出席した (2020 年 11 月 2-6 日、オンライン)。

(4) 小笹疫学部長が、影響と機序に関する特別ワーキンググループの委員として、会議に出席した (2020 年 12 月 14 日、2021 年 1 月 25 日、2 月 25 日、3 月 23 日、オンライン)。

3. 国際放射線防護委員会 (ICRP) 関連 (3 人)

(1) 小笹疫学部長が、ICRP のタスクグループ 115 (宇宙飛行士の放射線防護) に

委員として会議に出席した（2020年7月28日および2021年3月22日、オンライン）。

- (2) 小笹疫学部長が、ICRPのタスクグループ91（線量・線量率効果係数）に委員として会議に出席した（2020年7月29日、オンライン）。
- (3) 小笹疫学部長が、ICRPの第1専門委員会の年次会議に委員として出席した（2020年8月31日－9月2日、オンライン）。

4. 国際原子力機関（IAEA）関連（1人）

放射線被曝者医療国際協力推進協議会（HICARE）との協働事業

濱崎分子生物科学部研究員が、IAEA、HICAREとの第3回研究協働会議「放射線腫瘍学・核医学・診断・画像下治療における生物学的線量測定法の応用」に出席し、口頭発表した（2021年2月12日、オーストリア ウィーン、オンライン）。

5. 在韓被曝者健康相談関連（0人）

実施なし

6. その他（14人）

- (1) グラント主席研究員が、米国放射線防護審議会「科学委員会 1-27」に出席した（2020年4月1－2日、オンライン）。
- (2) Ullrich 副理事長とグラント主席研究員が、放射線影響学会ヴァーチャル会議に出席した（2020年10月18－21日、米国、オンライン）。
- (3) Ullrich 副理事長、田邊主席研究員兼バイオサンプル研究センター長、ブレナー疫学部主任研究員および杉山疫学部主任研究員が、Gilbert W. Beebe ウェビナーシリーズ「原爆投下75周年を記念して－放射線影響研究所での放射線健康影響に関する研究について」においてセミナーを行った（2020年11月11日、米国、オンライン）。
- (4) 小笹疫学部長が、第15回国際放射線防護協会国際会議に参加した（2021年1月18－27日、オンライン）。
- (5) 丹羽理事長が、基調講演の座長として、兒玉業務執行理事が、パネリストおよび座長として「被爆75年・HICARE設立30年・福島事故10年国際シンポジウム」に出席した（2021年2月11日、オンライン）。
- (6) 丹羽理事長、兒玉業務執行理事およびグラント主席研究員が、2021年福島県立医科大学「県民健康調査」国際シンポジウムに出席した（2021年2月13－14日、オンライン）。

II. 海外からの視察・研修などの受入

2020年度は新型コロナウイルス感染症の影響により、放射線被曝者医療国際協力推進協議会（HICARE）、長崎・ヒバクシャ医療国際協力会（NASHIM）等を通じた海外からの研修生の受け入れは全面的に中止となった。

令和 2 (2020) 年度 放影研と海外研究者・研究機関との共同事業

斜体：費用拠出機関

1. 放影研・米国国立がん研究所 (NCI) 共同研究

- (1) 小笹疫学部長が放影研側の責任者となっている NCI との研究契約により、寿命調査集団における固形がん罹患リスク解析、病理組織学診断に基づく部位別がん研究、甲状腺がんのゲノム解析の事前検討等を実施している。
以下の論文を発表した（下線は放影研研究者）。

Brenner AV, Sugiyama H, Preston DL, Sakata R, French B, Sadakane A, Cahoon EK, Utada M, Mabuchi K, Ozasa K. Radiation risk of central nervous system tumors in the Life Span Study of atomic bomb survivors, 1958-2009. *Eur J Epidemiol* 2020; 35(6):591-600

Grant EJ, Yamamura M, Brenner AV, Preston DL, Utada M, Sugiyama H, Sakata R, Mabuchi K, Ozasa K. Radiation risks for the incidence of kidney, bladder and other urinary tract cancer: 1958-2009. *Radiat Res* 2020 (Epub); 195:1-9

Mabuchi K, Preston DL, Brenner AV, Sugiyama H, Utada M, Sakata R, Sadakane A, Grant EJ, French B, Cahoon EK, Ozasa K. Risk of prostate cancer incidence among atomic bomb survivors: 1958-2009. *Radiat Res* 2021; 195(1):66-76

Sugiyama H, Misumi M, Brenner AV, Grant EJ, Sakata R, Sadakane A, Utada M, Preston DL, Mabuchi K, Ozasa K. Radiation risk of incident colorectal cancer by anatomical site among atomic bomb survivors; 1958-2009. *Int J Cancer* 2020; 146(3):635-45

Utada M, Brenner AV, Preston DL, Cologne JB, Sakata R, Sugiyama H, Kato N, Grant EJ, Cahoon EK, Mabuchi K, Ozasa K. Radiation risk of ovarian cancer in atomic bomb survivors: 1958-2009. *Radiat Res* 2021; 195(1):60-65

- (2) 坂田疫学部副部長とブレナー疫学部主任研究員が、NCI 放射線疫学部門の研究員によって行われている中枢神経系腫瘍の統合解析に、放影研のデータを用いて参加している。
- (3) 坂田疫学部副部長が、NCI 放射線疫学部門の研究員によって行われている低線量放射線被曝による甲状腺がんの統合解析に、放影研のデータを用いて参加している。

2. 放影研・アジアコホートコンソーシアム (ACC) 共同研究

坂田疫学部副部長が、アジア人コホート研究コンソーシアムへの参加提案：喫煙・飲酒・肥満度と稀ながんのリスクに関する研究に参加している。

3. 放影研・英国がん研究所・米国国立環境健康科学研究所 共同研究

ブレナー疫学部主任研究員が、英国がん研究センターのアンソニー・スワドロー教授と米国国立環境健康科学研究所のヘーゼル・ニコルス助教によって行われている統合解析に、放影研の閉経前乳がんデータをを用いて参加している。以下の論文を発表した（下線は放影研研究者）。

Schoemaker MJ, Nichols HB, Wright LB, Brook MN, Jones ME, O'Brien KM,

Adami HO, Baglietto L, Bernstein L, Bertrand KA, Boutron-Ruault MC, Chen Y, Connor AE, Dossus L, Eliassen AH, Giles GG, Gram IT, Hankinson SE, Kaaks R, Key TJ, Kirsh VA, Kitahara CM, Larsson SC, Linet M, Ma H, Milne RL, Ozasa K, Palmer JR, Riboli E, Rohan TE, Sacerdote C, Sadakane A, Sund M, Tamimi RM, Trichopoulou A, Ursin G, Visvanathan K, Weiderpass E, Willett WC, Wolk A, Zeleniuch-Jacquotte A, Sandler DP, Swerdlow AJ. Adult weight change and premenopausal breast cancer risk: A prospective pooled analysis of data from 628,463 women. *Int J Cancer*. 2020; 147(5):1306-14

4. 放影研・ワシントン大学共同研究

放影研はワシントン大学（疫学部および生物統計学部）と研究契約を締結し、ポスト統計部長が取りまとめを行っている。この契約のもと、放影研は疫学や生物統計学部の理学修士や博士課程の学生のための研修や教育をサポートし、学生やその教官と共同研究を行っている。研究プロジェクトは、寿命調査のコホートデータを解析するための新しい統計的手法の開発はもちろん寿命調査のがん罹患率と死亡率結果にも焦点をあてて進められており、以下の学術論文を発表した（下線は放影研研究者）。

Bockwoldt B, Sugiyama H, Tsai K, Bhatti P, Brenner AV, Hu A, Kerr K, Morenz E, French B, Phipps A. Gastrointestinal cancer survival and radiation exposure among atomic bomb survivors: The Life Span Study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2020 (Epub):1-19

5. 放影研・統計解析国際共同研究

- (1) 三角統計部副部長が、ドイツ・ヘルムホルツセンター放射線防護研究所との共同研究の結果、以下の学術論文を出版した（下線は放影研研究者）。

Kaiser JC, Misumi M, Furukawa K. Biologically-based modeling of radiation risk and biomarker prevalence for papillary thyroid cancer in Japanese a-bomb survivors 1958 - 2005. *Int J Radiat Biol*. 2020; 1-12.

- (2) Cologne 統計部主任研究員と Cullings 統計部顧問が、韓国慶北大学の Yong Min Kim 博士と共同研究の結果、以下の学術論文を出版した（下線は放影研研究者）。

Kim YM, Cologne JB, Jang E, Lange T, Tatsukawa Y, Ohishi W, Utada M, Cullings HM. Causal mediation analysis in nested case-control studies using conditional logistic regression. *Biometrical J*. 2020; 1-21.

6. 放影研・放射線線量推定についての国際共同研究

Cullings 統計部顧問と船本統計部課長が、放影研の放射線被曝線量の更新について議論する線量推定専門家の国際ワーキンググループとの共同研究の結果、以下の学術論文を出版した（下線は放影研研究者）。

Sato T, Funamoto S, Paulbeck C, Griffin K, Lee C, Cullings HM, Egbert SD, Endo A, Hertel N, Bolch WE. Dosimetric impact of a new computational voxel phantom series for the Japanese atomic bomb survivors: Methodological improvements and organ dose response functions. *Radiat Res*. 2020; 194(1-13).

7. 放影研・Thyroid Studies Collaboration 共同研究

今泉長崎臨床研究部副部長、大石臨床研究部長、山田臨床研究部放射線科長が、スイス・ベルン大学のロンドンディ教授を中心に行われている甲状腺機能に関する統合解析(Thyroid Studies Collaboration)に、放影研の成人健康調査データを用いて参加している。

8. 放影研・その他

「国際ワークショップ：放射線影響研究所の原爆被爆者と二世のゲノム研究における ELSI ワークショップ」を 2020 年 12 月 10 日及び 11 日にオンラインで開催し、米国 3 人、国内 6 人の招聘者が発表、議論した。参加者総勢 78 人であった。

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

外部機関名称 Name of Outside Organization	件数 Number of Grants	研究資金 (資金拠出機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)
厚生労働省 Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW)	2	¥1,450,000
独立行政法人 日本学術振興会(文部科学省所管の独立行政法人) Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) [Independent administrative entity under the jurisdiction of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)]	10	¥13,845,000
一般社団法人 日本血液学会 Japanese Society of Hematology	1	¥300,000
一般財団法人 土谷記念医学振興基金 Tsuchiya Memorial Medical Foundation	1	¥1,000,000
国立研究開発法人 国立がん研究センター National Cancer Center	1	¥0 *
総合計 Grand total	15	¥16,595,000

注)

- ・ 間接費を含む。
- ・ 研究分担者の配分額を含む。
- * 研究協力者として研究参画のため、配分資金の配分なし。

Notes)

- ・ These amounts include indirect cost.
- ・ These amounts include subsidies allocated to collaborators.

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における研究者の名前 Investigator(s) at RERF	研究資金(資金拠出 機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)	令和2年度 開始日 First project date in FY2020	令和2年度 終了日 Last project date in FY2020	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
疫学部 Department of Epidemiology							
1 国際比較可能ながん登録データの精度管理および他の統計を併用したがん対策への効果的活用 の研究 Studies on the quality control of internationally comparable cancer registry data and on the effective usage for cancer control using other statistics	厚生労働省・厚生労働科学研究費補助金 「がん対策推進総合研究事業」 研究代表者 松田 智大 国立研究開発法人国立がん研究センター がん対策情報センターがん登録センター 全国がん登録室長 Health and Labour Sciences Research Grants (MHLW) Promotion of Comprehensive Research Project for Cancer Control Tomohiro Matsuda Section Head, Registry Section, National Cancer Registry, Center for Cancer Registries, Center for Cancer Control and Information Services, National Cancer Center	研究分担者 (Collaborator) 杉山 裕美 Hiromi Sugiyama	¥650,000	June 1, 2020	March 31, 2021	RP-S2-17	日本人のがんの疫学研究 Epidemiological study of cancer in Japanese population
2 国内外研究連携基盤の積極的活用によるがん リスク評価及び予防ガイドライン提言に関する 研究 Study of evaluation of carcinogenetic effects based on active utilization of domestic and international research consortia and proposal of cancer prevention guidelines	国立がん研究センター・国立がん研究センター研究 開発費 研究代表者 井上 真奈美 国立研究開発法人国立がん研究センター 社会と健康研究センター 予防研究部 部長 National Cancer Center Funds for Cancer Research and Related Technology Development Manami Inoue Chief, Division of Cohort Consortium Research, Epidemiology and Prevention Group, Center for Public Health Sciences, National Cancer Center	研究協力者 (Cooperative Investigator) 歌田 真依 Mai Utada	研究協力者のため、 研究資金の配分なし Since this person is a cooperative investigator, research funds were not allocated to her	April 1, 2020	March 31, 2021	RP-A2-15	日本人のがんの疫学研究 Epidemiological study of cancer in Japanese population

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における研究者の名前 Investigator(s) at RERF	研究資金(資金拠出 機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)	令和2年度 開始日 First project date in FY2020	令和2年度 終了日 Last project date in FY2020	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
臨床研究部 Department of Clinical Studies							
1 生涯にわたる循環器疾患の個人リスクおよび 集団リスクの評価ツールの開発及び臨床応用 のための研究 Assessments and clinical application of long-term predictability of cardiovascular risk factors in both individual and population levels	厚生労働省・厚生労働科学研究費補助金 「循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業」 研究代表者 村上 義孝 東邦大学医学部 教授 Health and Labour Sciences Research Grants (MHLW) Comprehensive Research on Life-Style Related Diseases including Cardiovascular Diseases and Diabetes Mellitus Yoshitaka Murakami Professor, Graduate School of Medicine, Toho University	研究分担者 (Collaborator) 山田 美智子 Michiko Yamada 研究協力者 (Cooperative Investigator) 立川 佳美 Yoshimi Tatsukawa	¥800,000	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 2-75 RP 6-08 RP 1-15	広範囲な医学的調査 (生活習慣病) Broad-based medical research (Lifestyle disease)
2 被爆による造血器腫瘍発症に関与する分子機構 の解明と今後への展望 Identification of molecular mechanisms related to development of hematological malignancies by atomic-bomb	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「若手研究」 研究代表者 吉田 稚明 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Early-Career Scientists Noriaki Yoshida	研究代表者 (P.I.) 吉田 稚明 Noriaki Yoshida	直接経費 (Direct cost) ¥1,800,000 間接経費 (Indirect cost) ¥540,000	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 6-70 RP 5-90 RP-S2-15 RP 5-02 RP-P2-19	がん研究 (被爆者がん研究への応用) Cancer research (Application to cancer research among A-bomb survivors)
3 被爆後早期に発症した白血病症例でのゲノム異常 スクリーニング Screening of genomic alterations in leukemia shortly development after A-bomb radiation	一般社団法人 日本血液学会研究助成 研究代表者 吉田 稚明 Research Grant for Japanese Society of Hematology Noriaki Yoshida	研究代表者 (P.I.) 吉田 稚明 Noriaki Yoshida	¥300,000	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 6-70 RP 5-90 RP-S2-15 RP 5-02	がん研究 (被爆者がん研究への応用) Cancer research (Application to cancer research among A-bomb survivors)
4 被爆後早期に発症した白血病症例の分子病理学 的解析 Pathological and molecular characterization of leukemia developed shortly after A-bomb radiation exposure	一般財団法人 土谷記念医学振興基金 研究代表者 吉田 稚明 Tsuchiya Memorial Medical Foundation Noriaki Yoshida	研究代表者 (P.I.) 吉田 稚明 Noriaki Yoshida	¥1,000,000	December 1, 2020	March 31, 2021	RP 6-70 RP 5-90 RP-S2-15 RP 5-02	がん研究 (被爆者がん研究への応用) Cancer research (Application to cancer research among A-bomb survivors)

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における研究者の名前 Investigator(s) at RERF	研究資金(資金拠出 機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)	令和2年度 開始日 First project date in FY2020	令和2年度 終了日 Last project date in FY2020	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
統計部 Department of Statistics 1 測定誤差を考慮した低線量被曝影響の統計的評価 Project to investigate effects of measurement errors in low dose range	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「若手研究」 研究代表者 三角 宗近 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Early-Career Scientists Munechika Misumi	研究代表者 (P.I.) 三角 宗近 Munechika Misumi	直接経費 (Direct cost) ¥0 間接経費 (Indirect cost) ¥0	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 1-75 RP 18-59	LSS、遮蔽調査、線量調査 LSS, Shielding survey and dosimetry study
2 Fused-lassoによる広島・長崎の被曝に関する時空 間リスク推定モデルの開発 Development of a spatio-temporal risk estimation model for Hiroshima and Nagasaki exposures by Fused-lasso	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「基盤研究 (B)」 研究代表者 山村 麻理子 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Scientific Research (B) Mariko Yamamura	研究代表者 (P.I.) 山村 麻理子 Mariko Yamamura 研究分担者 (Collaborator) 坂田 律 Ritsu Sakata	直接経費 (Direct cost) ¥2,600,000 間接経費 (Indirect cost) ¥780,000 広島大学の研究分担者への配分額は、上記の 研究資金に含まれている。 The above amount includes funds allocated to the collaborator at Hiroshima University	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 1-75	LSS LSS

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における研究者の名前 Investigator(s) at RERF	研究資金(資金拠出 機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)	令和2年度 開始日 First project date in FY2020	令和2年度 終了日 Last project date in FY2020	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
分子生物科学部 Department of Molecular Biosciences 1 放射線の遺伝的影響研究を目的として、マウス精原細胞の染色体に構造変異を持ち込む Introduction of chromosome structural changes into mouse spermatogonia cells for the analysis of their transmission to next generation	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「基盤研究(C)」 研究代表者 野田 朝男 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Scientific Research (C) Asao Noda	研究代表者 (P.I.) 野田 朝男 Asao Noda 研究分担者 (Collaborator) 濱崎 幹也 Kanya Hamasaki	直接経費 (Direct cost) ¥1,300,000 間接経費 (Indirect cost) ¥390,000	April 1, 2020	March 31, 2021	RP-P3-17	GS細胞染色体への構造変異導入 Introduction of chromosome structural changes by gene editing technology
2 胚発生期の自然発生変異に注目した高解像度な細胞系譜の解析 High resolution analysis of cell lineage by using post-zygotic spontaneous mutations	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「挑戦的研究(萌芽)」 研究代表者 内村 有邦 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Grant-in-Aid for Challenging Research (Exploratory) Arikuni Uchimura	研究代表者 (P.I.) 内村 有邦 Arikuni Uchimura	直接経費 (Direct cost) ¥0 間接経費 (Indirect cost) ¥0 大阪大学の招へい教員の立場で研究代表者として研究全体に従事。当該科研費の管理および係る交付申請、実績報告書等の提出事務はすべて大阪大学が行う。 Engage whole work as PI and perform in Osaka University, and all management of this funds and submission of reports, etc are done by Osaka University 補助事業期間延長により、令和元年度の未執行額(200万円)を使用。令和2年度に新たな助成金の交付はなし。 With extension of the funded term, the unexecuted amount for FY2019 (2,000,000yen) was used No grant was provided for FY2020	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 2-13	放射線被曝の遺伝的影響 Genetic effects of radiation exposure
3 微量変異原評価を可能とする全ゲノム解読に基づく網羅的自然発生突然変異検出系の開発 Development of comprehensive identification of spontaneous mutations based on whole genome sequencing applicable for the assessment of low-dose mutagens	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「基盤研究(A)」 研究代表者 権藤 洋一 東海大学 医学部基礎医学系 分子生命科学 教授 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Scientific Research (A) Yoichi Gondo Professor, Department of Molecular Life Sciences, Tokai University School of Medicine	研究協力者 (Cooperative Investigator) 内村 有邦 Arikuni Uchimura	研究協力者のため、研究資金の配分なし Since this person is a cooperative investigator, research funds were not allocated to him	April 1, 2020	March 31, 2021	No RP	放射線被曝の遺伝的影響 Genetic effects of radiation exposure

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における研究者の名前 Investigator(s) at RERF	研究資金(資金拠出 機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)	令和2年度 開始日 First project date in FY2020	令和2年度 終了日 Last project date in FY2020	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
分子生物科学部 Department of Molecular Biosciences 4 放射線発癌と体細胞変異に対する酸化ストレス転写 因子NRF2による防御作用の検討 Possible Roles of Oxidative Stress Response in Protection against Radiation-induced Mutagenesis and Oncogenesis	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「基盤研究(C)」 研究代表者 田邊 修 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Scientific Research (C) Osamu Tanabe	研究代表者 (P.I.) 田邊 修 Osamu Tanabe 研究分担者 (Collaborator) 松田 由喜子(分子生物科学部) Yukiko Matsuda (Dept Molecular Biosciences) 吉田 稚明(臨床研究部) Noriaki Yoshida (Dept Clinical Studies)	直接経費 (Direct cost) ¥2,100,000 間接経費 (Indirect cost) ¥630,000	April 1, 2020	March 31, 2021	RP-P3-19	放射線による発がんメカニズムの 解明とその予防法の開発に貢献 Contribution to the elucidation of mechanisms of radiation oncogenesis and to the development of methods to prevent it
5 脊髄小脳変性症モデルマウスを用いたCRISPR/Cas13 による新しい核酸医療 New oligonucleotide therapy using CRISPR/Cas13 in spinocerebellar ataxia model mice	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「基盤研究(C)」 研究代表者 松田 由喜子 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Scientific Research (C) Yukiko Matsuda	研究代表者 (P.I.) 松田 由喜子 Yukiko Matsuda	直接経費 (Direct cost) ¥1,690,000 間接経費 (Indirect cost) ¥0 広島大学原爆放射線医科学研究所の研究員(非常 勤)の立場で研究代表者として当研究所の就業時間 外に広島大学において行われる。当該科研費の管 理および係る交付申請、実績報告書等の提出事務 はすべて広島大学が行う。 As the part-time researcher of RIRBM in Hiroshima University, this project is performed at Hiroshima University outside working hours All management of this funds and submission of reprot, etc are done by Hiroshima University	April 1, 2020	March 31, 2021	No RP	なし None

令和2年度 外部資金研究一覧表
FY2020 External Research Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における研究者の名前 Investigator(s) at RERF	研究資金(資金拠出 機関からの入金額) Research funds (amount of funds from funding organizations)	令和2年度 開始日 First project date in FY2020	令和2年度 終了日 Last project date in FY2020	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
情報技術部 Department of Information Technology 1 ワイヤレスセンシングと機械学習による猟師向けリアルタイム獣流推定に関する研究 Study concerning the use of wireless sensing and machine learning by hunters to estimate the movements of wildlife real-time	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「若手研究」 研究代表者 小野 悟 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Early-Career Scientists Satoru Ono	研究代表者 (P.I.) 小野 悟 Satoru Ono	直接経費 (Direct cost) ¥1,500,000 間接経費 (Indirect cost) ¥450,000	April 1, 2020	March 31, 2021	No RP	診療録を始めとする紙媒体のスクリーンデータを分類するための手法の構築には、本研究で用いる機械学習を用いた行動情報の分類に関する研究が有用に機能すると考えられる。 This research which will examine machine-learning-based dog's movement data classification, will expect to contribute to the creation of a best-fit classification method for medical charts and other paper documents
2 情報空間による都市空間強化のためのワイヤレス神経網の実証的研究 Practical Study on Wireless Neural Network for Strengthening Urban Space by Informatic Space	日本学術振興会・科学研究費助成事業 「基盤研究(B)」 研究代表者 猿渡 俊介 大阪大学 准教授 JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research Scientific Research (B) Shunsuke Saruwatari Associate Professor, Osaka University	研究分担者 (Collaborator) 小野 悟 Satoru Ono	直接経費 (Direct cost) ¥50,000 間接経費 (Indirect cost) ¥15,000	April 1, 2020	March 31, 2021	No RP	広域に展開する複数の研究拠点間で効果的な大容量データの共有を可能とするコンテンツマネジメントシステムの構築に係る汎用的な知見の取得。 Versatile knowledge will be gained that is related to constructing a content-management system able to effectively share voluminous data between multiple research centers that span a large area

令和2年度 特別会計一覧表
FY2020 Special Funds

資金拠出機関名称 Name of Funding Agency	件数 Number of Funds	資金合計 Amount of Funding Total
厚生労働省 Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW)	2	¥24,566,597
米国国立がん研究所(NCI)契約 U.S. National Cancer Institute (NCI) Contract	1	¥6,853,083
広島県 Hiroshima Prefecture	1	¥13,731,928
長崎県 Nagasaki Prefecture	1	¥8,713,000
総合計 Grand total	5	¥53,864,608

注)

- ・ 間接費を含む。
- ・ 研究分担者の配分額を含む。

Notes)

- ・ These amounts include indirect cost.
- ・ These amounts may include subsidies allocated to collaborators.

令和2年度 特別会計一覧表
FY2020 Special Funds

研究のタイトル Title of Research	委託組織の名前と場所及び研究 グループのチーフ又は担当の主任研究者 Name and location of entrusting outside organization/Chief of research group or principal investigator in charge	放影研における契約者/ 研究者の名前 Investigator(s) at RERF	資金拠出機関か らの入金額 Amount of Funds from Funding Agencies	開始日 Initiation Date	終了日 Termination Date	関連RP Related RPs	関連性 Relationship to RERF's mission
1 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学 研究 Epidemiological Study on Health Effects among Radiation Workers	厚生労働省・労災疾病臨床研究事業費補 助金 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 センター長 Research Grant for Clinical Studies of Work-Related Illness (MHLW) Toshiteru Okubo Director, Research Center for Prevention from Radiation Hazards of Workers, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan Organization of Occupational Health and Safety	研究分担者 (Collaborative Investigators) 大石 和佳 Waka Ohishi	¥22,692,597	April 1, 2020	March 31, 2021	RP 6-15 RP 2-20	東電福島第一原発事故処理緊 急作業従事者の長期疫学調査 Long term follow-up epidemiological study on emergency workers of TEPCO, Fukushima 1F Nuclear Power Plant accident.
2 原爆被爆者の生物試料の保管及び活用に関 する研究事業 Research Program on preservation and use of the A-bomb survivors' biosamples	厚生労働省・委託事業 丹羽 太貴 MHLW Entrustment Ohtsura Niwa	受託者 (Contractor) 丹羽 太貴 Ohtsura Niwa	¥1,874,000	December 15, 2020	March 31, 2021		原爆被爆者の生物試料の保管 及び活用 Preservation and use of the A- bomb survivors' biosamples
3 原爆被爆者のがん罹患データの更新 Updated cancer incidence data in the atomic- bomb survivors.	米国国立がん研究所 (NCI) 契約 米国メリーランド州ベセスダ、 米国国立がん研究所 NCI契約 75N91019P00167 主任研究者 小笹 晃太郎 U.S. National Cancer Institute (NCI) Contract National Cancer Institute, Bethesda, Maryland, USA NCI Contract 75N91019P00167 Kotaro Ozasa	主任研究者 (Program Director) 小笹 晃太郎 Kotaro Ozasa 研究管理者 (Project Managers) エリック グラント Eric J. Grant リチャード スポスト Richard Sposto	直接経費 (Direct cost) ¥4,568,723 間接経費 (Indirect cost) ¥2,284,360	August 1, 2019	July 31, 2021	RP 1-75 RP 18-61 RP 3-94 RP 1-06 RP 4-07 RP 5-08 RP 6-10 RP-S5-19 RP-S2-20	がんの疫学研究、 LSS、胎内被爆者、 F ₁ 集団 Epidemiological study of cancer, LSS, <i>in utero</i> , and F ₁ populations
4 がん登録推進事業 Cancer Registry Promotional Project	広島県・委託事業 丹羽 太貴 Hiroshima Prefecture Ohtsura Niwa	受託者 (Contractor) 丹羽 太貴 Ohtsura Niwa	¥13,731,928	April 1, 2020	March 31, 2021	RP18-61 RP29-60 RPs18-61& 29-60附属書	がんの疫学研究、 LSS、胎内被爆者、 F ₁ 集団 Epidemiological study of cancer, LSS, <i>in utero</i> , and F ₁ populations
5 長崎県がん登録・評価事業 Nagasaki Prefecture Cancer Registry Program	長崎県・委託事業 丹羽 太貴 Nagasaki Prefecture Ohtsura Niwa	受託者 (Contractor) 丹羽 太貴 Ohtsura Niwa	¥8,713,000	April 1, 2020	March 31, 2021	RP18-61 RP29-60 RPs18-61& 29-60附属書	がんの疫学研究、 LSS、胎内被爆者、 F ₁ 集団 Epidemiological study of cancer, LSS, <i>in utero</i> , and F ₁ populations

II. 法人の運営管理

1. 研究資源センター

研究資源センター（RRC）は、放影研のインフラストラクチャーの中核的な構成要素となると思われる。放影研の戦略計画を推進するためには、RRCを確実に実現・運営することが不可欠である。

RRCには以下の3つの使命がある：

1. 放影研の研究資産を保護、索引付け、統合する。この資産とは、データ、生体試料インベントリ（在庫）、紙媒体の記録、人工物（被爆煉瓦など）、原稿、データセット、プログラミングスクリプト、その他歴史的に重要な論文などである。研究データへのアクセスは、対象者のプライバシーを保護する明確なアクセシビリティ基準を備えたウェブポータルを介して行われる。
2. 全てのデータと生体試料インベントリ（在庫）を統合することにより、放影研の研究遂行能力を高める。データ可視化、データアセンブリ、分析のためのツールにより、アクセス手順を簡略化・標準化し、研究を促進する。
3. 共同研究支援室を新設し、放影研の資源を活用・共有し、契約や外部資金の獲得を促進するための管理体制を提供する。

この1年間の活動としては、情報技術部長（および2名のプログラマー）の新規採用、原医研との協力による文科省科研費申請、「研究資源センター設置要項ならびに運営要領起草小委員会」の会議、データ管理やデジタル化に関する小委員会による大幅な進展、Grant主席研究員とITDの主要な職員による技術チームの隔週の会議などが挙げられる。もうひとつの重要な活動は、広島市の臨床研究部に保管されている全ての医療記録をスキャンする取り組みについて検討するパイロットプロジェクトを完了したことであった。当該パイロットプロジェクトにより、医療記録には1,000万枚の紙資料が含まれると推定された。業者は、医療記録の全ての資料をデジタル化すれば約500万ドル（約5億2,500万円）の費用を要すると判断した。25名編成のチームなら、3年で作業を終えることができるだろう。シカゴ大学が開発し、Robert Grossman博士が放影研に紹介した、Gen3データコモンズ・ソフトウェア・プラットフォームを用いたパイロットプロジェクトを開始した。夏には、テキサス大学メディカルセンターのインターン生が、シカゴで研修を終了した後、広島に来て作業を行う予定だった。残念ながらコロナウイルス感染の流行で渡航がなくなかった。同インターン生は2021年1月までリモートでプロジェクトに参加したが、パイロットプロジェクトを継続するか否かについて決定する必要がある。

2. 広島研究所の移転の検討

広島研究所の移転については、これまで広島市総合健康センターへの移転案について検討してきた。しかし、新たに広島大学霞キャンパスを移転候補地に加え、今後は2つの移転候補地について検討することになった。

3. 勤怠（就業状況）管理システムの導入

2018年6月に成立した働き方改革関連法の施行に伴い、職員の労働時間を客観的な方法により把握することを主な目的として勤怠（就業状況）管理システムの調達手続きを実施した。前回の総合評価方式による入札不調を踏まえ、仕様を必要最低限に絞り2021年2月に一般競争入札を行った結果、株式会社チームスピリットが落札したので勤怠管理システムの導入に関する契約を締結した。

4. 研究所施設の整備

(1) 広島研究所の施設整備

老朽化が著しく度重なる故障が発生していた空調機の取替工事を実施した。R22 冷媒の生産が 2019 年 12 月をもって終了したことにより故障時のメンテナンスが困難になることが予想され、早急な取替が必要であった。2020 年度は、C 棟、D 棟、E 棟、H 棟、I 棟を対象に取替工事（工事費用 17,490 千円）を実施し、3 年間にわたる広島研究所の空調機取替計画が完了した。

また、個人情報保護等を目的に、臨床研究部、疫学部、情報技術部及び RI 施設に設置している入退室管理システムは、導入後 14 年が経過し、既に IC カードリーダー端末が保守の対象外となっていたためシステムの更新工事（工事費用 8,369 千円）を実施した。

上記 2 件の工事は、厚生労働省から令和 2 年度保健衛生施設等施設整備費国庫補助金（39,807 千円）の交付を受け実施した。

(2) 長崎研究所の施設整備

高齢化が進む研究協力者のインシデント・アクシデント防止対策として、また車椅子を使用する際の安全確保のために、玄関スロープのタイル張替え、看護課内通路の手摺り増設、看護課 2 か所と放射線科 1 か所の出入口ドアを片開き戸から引き戸に変更する改修工事（工事費用 1,768 千円）を実施した。

また、広島研究所と同時期に導入した疫学部及びサーバー室の入退室管理システムの更新工事（工事費用 3,850 千円）を実施した。

5. 規程整備

公益財団法人の運営体制を整備するため、以下の諸規程について整備を行った。

- 職員等倫理規程〔2020 年 4 月 1 日施行〕
利害関係者から受ける報酬額の妥当性について倫理監督者が審査する規定を追加した。
- 会計規程取扱細則〔2020 年 4 月 1 日施行〕
小口現金の庁費取扱い金額の変更及びインターネットでの物品購入に係る規定を追加した。
- 物品購入に関する取扱要領〔2020 年 4 月 1 日施行〕
入札予定価格の決定について、法令及び実態を反映して整合性ある内容に改正した。
- 利益相反管理規程〔2020 年 4 月 1 日施行〕
利益相反の報告義務のある研究のみに限らず、すべての研究活動を対象に外部企業等から得る経済的利益等について申告し、審査するよう改正した。
- 研究費の不正使用の防止及び対応に関する規程〔2020 年 4 月 1 日施行〕および研究活動に係る不正行為の防止及び対応に関する規程〔2020 年 4 月 1 日施行〕
両規程とも国のガイドラインに対応するため、「研究費の不正使用」と「研究活動に係る不正行為」についてそれぞれ独立した規程として制定した。
- 個人情報取扱細則〔2020 年 6 月 1 日施行〕
情報システムの安全管理に関する方針及び放影研が有する個人情報の適切な管理と取扱いについて具体的に定めた。
- 研究協力者への交通費支払いに関する事務処理要領〔2020 年 7 月 1 日施行〕
調査研究協力者の来所のためのタクシー利用について支払基準を明文化した。また、新型コロナウイルス感染防止の特例的な対応を規定した。
- 寄付金取扱規程〔2020 年 10 月 20 日施行〕
税額控除対象法人の再認定を受けるため調査した結果、放影研の財政状況や過去の寄付

実績では当該法人の要件を満たさないことが分かったため、規程中の税制優遇措置に関する記述を削除した。

- 動物実験に関する指針、実験動物管理委員会規程および実験動物飼育管理要領〔2021年1月22日施行〕
2019年に実験動物室が新設されたことを機に、実験動物管理委員会が実験動物に関する規程等について包括的な見直しを行った。
- 評議員、監事及び科学諮問委員の報酬に関する事務取扱要領〔2021年2月8日施行〕
評議員、監事及び科学諮問委員の報酬支払の手順を明確化し、特別な事態への対応にかかる規定を追加した。
- 法人カード取扱要領〔2021年3月1日施行〕
法人カード（放影研が法人として契約するクレジットカード）の取扱いがより効率的かつ厳格になるよう改正した。

2020年（令和2年）度事業報告の附属明細書

2020年（令和2年）度事業報告の内容を補足する重要な事項に該当するものはなかった。

以上