

# 緒言

理事長 大久保 利晃



公益財団法人放射線影響研究所（放影研）では、組織目標として策定した将来構想の長期ビジョンにおいて、放影研のミッションである被爆者およびその子どもの追跡調査を基盤に据えつつ、国際的研究教育拠点（COE）としての機能を更に高めるために尽力しております。

これに向かって、まずは研究者がその本分を発揮し、より効率的かつ質の高い研究成果を導き出すためのひとつの取り組みとして、研究部間の壁を越えたプロジェクト型の戦略的研究推進母体となるワーキンググループ制への移行に着手するとともに、それを援護する研究管理、研究支援体制の強化を図っております。

また、引き続き実施されている毎年5人の定数削減により、研究員以外の専門職を含む一般職員が年々減少しており、2014年度末時点で173.6人となりました。こうした中、若干名の一般職員の新規採用をしつつ、より機能的かつ効率的な業務処理体制を確立するために、事務局組織再編の検討を進めるなど、研究を支える運営体制の構築、人的資源の管理、予算措置などの改善を進めております。

これらを踏まえて、放影研では内部努力で解決できる問題には可能な限り取り組んできました。そのひとつが、2013年4月に設置した生物試料センターです。同センターでは、2014年9月に大型の全自動搬送式の超低温冷凍庫を導入する契約を結び、2015年10月の稼働を目指して目下、既存試料の棚卸を進めているところです。更に2014年度は、2009年から行っていた一連の個人被曝線量の見直し作業が完了し、修正された個人別線量を用いた研究を開始しました。それに伴い、以前から準備中であったUPO（Untoward Pregnancy Outcome）論文は、被爆二世の最初の世代の健康影響調査であり、個人別線量の見直しを含め、新しいメンバーを加えて再解析することとしました。

また、2013年に開催された第40回科学諮問委員会からの勧告を受け、白内障研究の見直しに着手し、その結果認識された既存研究の問題点を再検証するために、2014年度に新しい研究計画の準備を整え、2015年度中には調査が開始できる見通しとなりました。

ところで、放影研は原爆被爆者コホートの設立以来初めてとなる、原爆以外の放射線に被曝した人々を対象とした疫学研究に着手することになりました。これは、2011年3月11日に起きた東京電力福島第一原発事故において、原発作業員の緊急被曝線量が100 mSvから250 mSvに引き上げられた2011年3月14日から同年12月16日までの間、従事していた作業員に対する生涯コホート研究が厚生労働省により公募され、放影研がその統括研究機関として2014年10月に受託したものです。2015年1月にまず、全対象者約2万人に調査開始のお知らせを送り、その後、福島県在住の作業員を対象とした先行調査を行いました。2015年度から本格調査に入ります。

ABCC－放影研が設立70周年に向かおうとするいま、役職員は一丸となって放影研が果たすべき使命の遂行に取り組み、それを一層強固に拡充させた形で次世代に引き継がなければなりません。原爆被爆者の方々をはじめ、地元の皆さま、日本および世界各国の研究者の皆さま、日米両国政府機関など多くの関係各位には、今後とも一層のご支援を賜りますようお願い申し上げます。



副理事長兼業務執行理事 Roy E. Shore

原爆被爆者（寿命調査 [LSS] および胎内被爆者コホート）と被爆者の子ども（F<sub>1</sub> 調査コホート）における死亡率およびがん罹患率に関する放影研の疫学調査は、国内外における電離放射線被曝に関連したがんおよびその他の疾患のリスク推定において長年にわたり主要な基盤となっています。LSSは被曝線量域が広く十分に裏付けされ、すべての被曝時年齢を含む大規模な一般集団における長期にわたる質の高い追跡調査であり、死亡率とがん罹患率について包括的なデータが得られているため、世界中のリスク評価において重要な役割を果たしています。LSSが他の放影研調査によって補完されていることも重要です。LSSの亜集団である成人健康調査（AHS）および原爆被爆者の子どもにおける健診ならびに生物試料によって、調査対象者の重要な健康状態について更に詳細な情報が得られ、放射線に被曝した人々の身体状況に関する生物学的基礎について調べることができます。また、放影研の基礎研究部門は、生物試料を用いて健康リスクに関係する遺伝子変化や分子変化の特質や程度について研究しています。従って、放影研の調査は疫学および生物学の両方の側面において放射線リスクを調べるための他では類を見ない重要な手段を提供することができ、そのような知識は世界中で放射線が多用されている今日において大変重要なものです。

今年度における重要な研究業績の一部について、以下に紹介します。

- ◆がん罹患率の更新：LSSは、放射線被曝によるがんの生涯リスクについて、包括的で優れた評価を提供しています。この目的のため、米国国立がん研究所と共同で、がん罹患の放射線リスクを11年間にわたって更新し、2009年まで解析するための広範な作業が進められました。これには、線量反応曲線の形状、低線量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全固形がんと複数の個別腫瘍部位の詳細な解析が含まれています。また、新たなリスク推定に関して、放射線および生活習慣リスクの同時効果についても検討しています。
- ◆低線量ワークショップ：福島原子力災害やCT検査などの医用放射線被曝における低線量被曝に対する一般の関心が高まっています。放影研で開催された低線量放射線リスクに関する国際ワークショップの報告書がまもなく出版される予定です。検討された内容は、①低線量被曝のリスク推定と不確実性、②低線量被曝の調査に対する放射線以外のリスク因子の影響、③部位ごとに異なるがん誘発分子経路における種々の部位別がんの個別検討、④放射線リスクの機序について不足している知識を得るための生物試料の戦略的活用などです。
- ◆甲状腺がん：甲状腺は放射線感受性が最も高い臓器のひとつで、甲状腺がんの生涯リスクに関する情報は、チェルノブイリや福島原発事故におけるリスク推定などにおいて重要です。AHSの甲状腺検査では、甲状腺がんと甲状腺結節のどちらも放射線線量とほぼ線形の関係を示し（今泉ら、*JAMA Internal Medicine* 2015）、被曝後60年が経過してもリスクは続いています。
- ◆放射線による心血管疾患（CVD）死亡率の結果に healthy survivor effect（「健康な生存者の影響」）による交絡

があるのか? : Helmholtz Institute (ドイツ、ミュンヘン) の研究者と共同研究を行った結果、「健康な生存者の影響」によって CVD に対する放射線影響の線量反応曲線がゆがめられたという証拠は見られませんでした (Schöllnberger ら、*Radiat Protect Dosim* 2015)。

- ◆心エコークリーニング検査：LSS において、心不全、高血圧性心疾患、弁膜症による死亡と放射線被曝との間に関連が報告されているので、これら疾患リスクを AHS において確認・評価し、機序に関する知見を深めるつもりです。これら疾患の早期指標を得るため、心エコーおよび関連する臨床前バイオマーカーを用いた調査を開始しました。
- ◆放射線と認知障害：寿命が延びて高齢者人口が増加することにより、加齢に伴う神経認知機能障害の増加が公衆衛生上の重要な問題となっています。かつて ABCC の研究により、胎内被曝者における神経認知機能障害を示す初期の証拠が得られていますが、これは認知機能への後影響という問題を提起するものです。被曝時年齢が 13 歳以上の対象者について、1992 年から 2011 年までの認知機能の変化に対する人口統計学的因子と放射線との影響を検討した論文が学術誌に掲載される予定ですが、顕著な放射線の影響は観察されておりません。胎内被曝者や小児被曝者は、青年期または成人被曝者に比べて神経認知機能への影響が起りやすいため、これら集団のデータも収集しています。
- ◆黄斑変性：AHS 対象者における加齢黄斑変性症に対する放射線影響に関する論文を投稿しました。この調査では放射線との関連は見られなかったため、低-中程度の線量の放射線被曝後に考えられる主な眼の損傷部位として水晶体に焦点を当てるべきと考えます。
- ◆放射線の免疫学的影響の機序：樹状細胞および T 細胞はそれぞれ免疫防御の始動・作動に重要な役割を果たします。免疫系に対する長期にわたる放射線影響を調べることを目的に、ヒト循環造血前駆細胞 (HPC) の機能を評価するマイクロアッセイシステムを構築しました。所内ボランティアの血液試料を用いた調査では、HPC の樹状細胞と T 細胞の分化能の間に関連があることを示しており、免疫細胞に対する放射線影響の機序について調べるこのシステムの可能性を確認しました (京泉ら、*J Immunol* 2014)。
- ◆T 細胞プロファイルと肥満：新しく産生されるナイーブ T 細胞は、体内の免疫学的監視を適切に維持する上で重要です。ナイーブ T 細胞の減少が肥満度指数 (BMI) 値および炎症の増加と有意に関係しており、炎症の亢進を伴う肥満がヒト T 細胞免疫系の加齢に関与している可能性が示唆されました (吉田ら、*PLoS One* 2014)。過去の調査では、「メモリー」(使用済み) T 細胞に対するナイーブ T 細胞の割合について、放射線に伴う減少が観察されています。
- ◆被曝者の子ども (F<sub>1</sub>) の疫学コホート調査：長期にわたって実施されている F<sub>1</sub> コホート調査は、放射線被曝に遺伝的な影響があるかという重要な課題に取り組んでいる調査です。この調査は、被曝者の子どもの中年期の罹患状態に関するデータを用いて実施されている唯一の放射線研究であるため、特有で貴重なデータが得られています。77,000 人の被曝者の子どもから成る疫学コホートにおけるがんおよびがん以外の疾患による死亡リスクについて、2009 年までに 14 年間にわたって更新した論文を所内審査のために提出しました。がんまたはがん以外の疾患による死亡率のいずれにおいても、父親および母親の生殖腺個人線量に関連する有意な増加は観察されませんでした。この集団の平均年齢は約 55 歳であり、高齢期より広範な罹患状態を記録するためには追跡調査を継続する必要があります。
- ◆胎仔染色体異常：胎仔への放射線照射後にラットの乳腺上皮細胞に染色体転座が誘発されますが、出生から数週間経過後に被曝しない限り、リンパ球には誘発されないことが判明しました (中野ら、*Radiat Res* 2014)。これは、

白血病ではなく固形がんが過剰が見つかった胎内被爆者における組織依存的な悪性腫瘍誘発に似ています。また、胎内で放射線照射を受けたマウスの甲状腺細胞における転座頻度は、放射線照射時における胎仔の発育段階によって異なることが判明しました。以上の所見により、組織特異的な放射線感受性は幹細胞が生物学的ニッチに定着する時点（胎仔の発育段階の関数）に関連することが示唆されています。

- ◆ 原爆放射線に関する物理学的線量推定：正確な地図の作成作業および地理情報システムを用いて LSS 対象者に関する被曝位置情報と建物による遮蔽データを補正する作業が完了しました。LSS 対象者や胎内被爆者および F<sub>1</sub> コホートの親の原本記録を見直して被曝位置を確認し、地理的補正を施した地図上で正確な被曝位置を示しました。仰角および地形による遮蔽について大幅にモデルを改良し、上記対象者に適用しました。以上の補正をしても平均リスク推定値にほとんど差はありませんが、不確実性が減り線量計算への信頼が高まるだろうことが、予備解析により示唆されました。
- ◆ 中性子の線量効果：原爆リスクを推定する際の中性子について線量依存型の生物学的効果比（RBE）係数を計算するための正しい方法を詳細に説明する論文を発表しました。これらの可変 RBE 係数を正しく導き出すと、定数の RBE と可変 RBE で重み付けした線量またはリスク推定値の間にほとんど差異はありません（Cullings ら、*Radiat Res* 2014）。
- ◆ 放射性降下物を含む雨への曝露：放射性降下物を含む雨への曝露に関する情報は、ABCC 初期の質問票から入手しました。降下物に関する問題への人々の関心は福島の原因事故以来特に高いため、ABCC 初期の質問票において回答のあった降下物に関するデータを用いて、曝露後のがんおよびがん以外の疾患による死亡とがん罹患との関連性について解析しました。回答に基づく放射性降下物による被曝と健康に関するエンドポイントとの間に明確な関連は見られませんでした（坂田ら、*Radiat Res* 2014）。降下物を含む雨への曝露と質問票の回答にある脱毛などの急性症状については関連があるとの主張があり、それを検討するために解析を行い、論文を投稿しました。
- ◆ 生物試料センター：放影研が所有する生物試料を一元的に保存し、データ管理を行う統合システムの構築に取り組んでいます。その目的のため、蓄積された血液・尿試料を保存するロボット式フリーザーを導入するとともに生物試料の文書化を進めています。これにより、生物試料とこれまで放影研が蓄積してきた疫学的・臨床・生物学的データとの連結の促進が高まるでしょう。

放影研の調査研究は、疾患を早期発見することで原爆被爆者の方々の健康保持に貢献するとともに、放射線被曝のリスクに関する現実に即した情報を被爆者および広く世界へと提供しております。現在、様々な分野で放射線が用いられ、その使用に対する懸念もあることから、このような知識は意義深いものとなっています。原爆放射線の健康影響に関する放影研の調査研究を強く支援してくださっている厚生労働省および米国エネルギー省に感謝したいと思います。また、世界中の人々に恩恵をもたらす貴重な知識を提供する臨床調査に対し、長年にわたりご協力くださっている多くの被爆者と被爆二世の方々に心より感謝申し上げます。