



# update

夏季号

Volume 24, Issue 1(J), 2013

News and Views

## Radiation Effects Research Foundation

Hiroshima and Nagasaki, Japan



Hiroshima  
Nagasaki



# 目 次

|  |    |
|--|----|
| 編集者のことば  | 1  |
| RERFニュース   |    |
| 第40回科学諮問委員会報告（2013年）   | 1  |
| 第3回市民公開講座を広島で開催  | 4  |
| 放影研に生物試料センターを新設  | 5  |
| HICAREが韓国での放射線被曝医療セミナーに放影研の理事長らを派遣                                       | 5  |
| 米国学士院Warren Muir博士の退任と放影研支援担当の<br>新たな常任理事の就任 Evan B. Douple、Roy E. Shore | 6  |
| 米国BCA校の生徒とNASAの研究者が来所  | 7  |
| 米国のジャーナリズム専攻の学生が放影研を取材   | 7  |
| スタッフニュース   | 8  |
| 来所研修生  | 10 |
| 放影研研究員の受賞についての報告   | 11 |
| 放影研に厚生労働大臣から感謝状  | 12 |
| 会議・ワークショップ報告   |    |
| 重建築遮蔽に関する放影研国際ワークショップ Harry M. Cullings                                  | 12 |
| 放射線と心血管疾患に関する国際ワークショップ 大石和佳  | 16 |
| 第2回放射線健康リスク管理福島国際学術会議  | 17 |
| 復興対策特別人材育成事業の学際教育集中講義を行って 坂田 律   | 17 |
| 学術記事   |    |
| 日本人喫煙者の死亡率と余命への喫煙の影響：前向きコホート研究 坂田 律                                      | 19 |
| 放射線により生じる修復不能な染色体DNAの二本鎖切断が細胞の<br>運命を決定する 野田朝男                           | 21 |
| 胎仔で照射された成体マウスの脾臓細胞では転座型染色体異常の頻度は<br>低いを観察される転座はしばしばクローン性である 児玉喜明         | 22 |
| 原爆被爆者における慢性腎臓病と心血管疾患危険因子との関連：横断調査 世羅至子                                   | 24 |
| ヒューマン・ストーリー  |    |
| 退任のごあいさつ—過去5年間を振り返って Evan B. Douple                                      | 26 |
| 定年退職に当たり 今井一枝  | 27 |
| 調査結果   |    |
| 線量不明の寿命調査集団の被爆者 Harry M. Cullings  | 28 |
| 「残留放射線」に関する放影研の見解  | 29 |
| 承認された研究計画書   | 30 |
| 最近の出版物   | 30 |

表紙写真：市民公開講座（右）、4ページに関連記事  
生物試料を保存している液体窒素タンク（左）、5ページに関連記事

放射線影響研究所（放影研：元ABCC、原爆傷害調査委員会）は、平和目的の下に、放射線の医学的影響を調査研究し、被爆者の健康維持および福祉に貢献するとともに、人類の保健福祉の向上に寄与することをその使命としている。1975年4月1日に日本の財団法人として発足し、2012年4月1日に公益財団法人となった。その運営経費は日米両国政府が分担し、日本は厚生労働省、米国はエネルギー省（DOE）から資金提供を（後者についてはその一部を米国学士院に対するDOE研究助成金DE-HS000031により）受けている。

RERF Updateは放影研が広報誌として年2回発行している。

編集者：Harry M. Cullings（統計部長）

実務編集者：丸山文江（広報出版室）

編集方針：RERF Updateに掲載されている投稿論文は、編集上の検討のみで、専門家による内容の審査は受けていない。従って、その文中の意見は著者のものであり、必ずしも放影研の方針や立場を表明するものではない。

問い合わせ先：〒732-0815 広島市南区比治山公園5-2 放影研事務局広報出版室

電話：082-261-3131 ファックス：082-263-7279

インターネット：<http://www.ref.jp/>

## 編集者のことば

RERF Update 本号ようこそ。日本は少なくとも6月末までは続くと思われる梅雨の時期を迎えています。長々と続く梅雨とは対照的に、放影研や米国大学院(NAS)および米国エネルギー省(DOE)では人事異動がありました。

放影研では最近、2008年初めから首席研究員であり、Updateの編集長を務めたEvan B. Douple博士が退職されました。今回のUpdateには、Douple元首席研究員が退職までの放影研での思い出をつづった記事を掲載しています。Douple元首席研究員の退職により、私、Harry M. Cullingsが編集長に就任し、タイムリーで、興味深く、有益なUpdateの質をこれからも維持したいと考えています。Douple元首席研究員には数年にわたり編集長としてUpdateの発行を丁寧に監修していただき、とても感謝しています。実務編集者である丸山文江広報出版室室長補佐とJeffrey L. Hart広報出版室長が率いる広報出版室員が有能な助手として、私を助けてくれています。

Young Min Kim博士とReid D. Landes博士の2名が新たに統計部員として採用されることになりました。Kim博士の自己紹介は本号に掲載しており、Landes博士は7月に着任の予定です。また、4月1日付で春田大輔博士が臨床研究部(長崎)研究員に就任しました。今井一枝放射線生物学/分子疫学部副主任研究員は退職に際し、本号に記事を寄せてくれました。NASでも異動があり、Warren R. Muir博士が退職され、Gregory H. Symmes博士

が後任とされました。この異動については本号でも触れています。また、長年にわたり放影研の運営に献身的に尽力してくださったJoseph F. Weiss博士がDOEを退職され、Isaf Al-Nabulsi博士が後任として新しい放影研担当プログラム主事に就任されました。



Harry M. Cullings, PhD

1998年にピッツバーグ大学のDOEプログラムのポストドクとして放影研の「線量委員会」に参与し、放影研に初めて来所して以来、私とNASの間にはずっとつながりがあります。1999年に統計部研究員として放影研に戻り、2010年に統計部長に就任しましたが、通してほぼ14年間勤めています。今回のUpdateは表紙を一新しましたが、通常のニュースも満載していますし、学術記事の数が増え、新しい生物試料センターに関する短い記事や放影研で最近開催されたワークショップ2件についても詳細に報告していますので、どうぞご覧ください。

編集長 Harry M. Cullings  
実務編集者 丸山文江

## 第40回科学諮問委員会報告(2013年)

第40回科学諮問委員会が2013年3月4日から6日まで放影研の広島研究所で開催され、放影研の研究プログラムを審査した。科学諮問委員会は日米5人ずつ、合計10人の科学者で構成されている。今年は、山下俊一博士とJohn J. Mulvihill博士が共同座長を務めた。徳永勝士博士の任期満了に伴い、理化学研究所バイオリソースセンターの権藤洋一博士が科学諮問委員に就任した。今回の審査を支援するために、金沢医科大学の佐々木洋博士とコロンビア大学メディカルセンターのAndrew J. Einstein博士の2人が特別科学諮問委員として参加した。両博士の見識は科学諮問委員会にとって極めて有益であり、このような優れた研究者と共に仕事ができたことは大きな喜びであった。

放影研の大久保利晃理事長が開会の辞を述べ、すべての出席者に歓迎の意を表した。大久保理事長より、この1年間で8人の研究員が退職したが新たに4人が採用されたので、実質的に研究員数が4人減少したことが報告された。2004年以降、定員削減義務の結果、一般職員数は18%減少している。また、情報技術部が仮想デスクトップの導入、仮想サーバーへの移行、ネットワークセキュリティの増強を行い、モバイル機器のアクセスを改善したことも報告された。

次に、Roy E. Shore 副理事長が、科学諮問委員会の勧告に対する対応および新たに得られた研究成果について述べた。2012年の科学諮問委員会勧告への対応として、以下が報告された。1. 放影研は所内および所外からのデー

タベースや生物試料へのアクセスを向上させる方針を提案した。2. 国内外の専門家が参加する DNA シークエンシングに関するワークショップを計画した。3. 研究計画書に関するオープンな会合を開き、若手研究員の育成を視野に入れて研究計画書の審査を行っている。4. 福島の大規模集団の設定およびその手順について福島の研究者に対し助言や資料を提供し、彼らが抱える科学のおよび住民の健康に関する課題について重点的に取り組む支援をしてきた。5. 総合的な生物試料センターを設立した。6. 研究に使用されたデータセットを確実に文書化し永久的に保存するための手順を新たに設定した。7. 外部資金申請を行うよう研究員に奨励している。8. 地元において強い懸念が示されているので、時間をかけ努力を傾注して放影研の疾患データと原爆からの放射性降下物による放射線被曝との関連について解析した。9. 数名のバイオインフォマティクスの専門家と共同研究を開始した。

2012年度に放影研の研究員が、*British Medical Journal*、*PLoS One*、*FASEB Journal*、*Radiology*、*Radiation Research* など、影響力の大きい学術誌に論文を発表した。発表論文の中から代表的なものを以下に示す。放射線被曝とがんに関しては、白血病とリンパ腫に関する最新データの主要な解析結果、<sup>1</sup> 甲状腺がんリスクの更新、<sup>2</sup> 放射線と生活習慣因子および尿路上皮癌リスクの解析、<sup>3</sup> 放射線と喫煙および肺がんの種々の組織学的亜型に関する解析、<sup>4</sup> 放射線に関連した甲状腺がんへの *ALK* 遺伝子再配列の関与について初めて証拠を示した論文<sup>5</sup> を発表した。がん以外の疾患および健康状態に関しては、放射線と白内障手術の発生率に関する論文、<sup>6</sup> 放射線と脳卒中のサブタイプ別リスクに関する論文、<sup>7</sup> 放射線と慢性腎臓病および心血管疾患リスク因子に関する論文、<sup>8</sup> 死亡と寿命に対する喫煙の影響に関する論文<sup>9</sup> が発表された。また、放射線と全身性炎症マーカーに関する論文、<sup>10</sup> 体細胞突然変異および生殖細胞突然変異に対する放射線の影響に関する放影研国際ワークショップの報告書、<sup>11</sup> 原爆放射線のヒト臓器線量推定の改善に関する論文、<sup>12</sup> ガンマ線と中性子線の生物学的線量推定のための歯エナメル試料の使用に関する論文<sup>13</sup> も発表された。

放影研の研究員は、国際放射線防護委員会 (ICRP)、国連原子放射線影響科学委員会 (UNSCEAR)、世界保健機関 (WHO)、米国放射線防護・測定審議会 (NCRP) など、放射線防護やリスク評価の国際委員会に積極的に関与してきた。また、海外で多くの招待講演を行い、日本国内、ヨーロッパ、米国およびアジアの種々の研究機関の研究者と数多くの共同研究を実施している。

2013年科学諮問委員会の報告書から、主要な全般的勧

告の要約を以下に示す。

- 放影研が今後も引き続き成功していくためには、国際的な英文学術誌に質の高い論文を更に多く発表することが必須である。論文引用数によるインパクトファクターの分析も有益である。
- 今後の採用および大型機器の購入については、組織構造に関して決定する必要がある。
- 科学諮問委員会は、現在までの放影研の福島関連の活動への支援努力を高く評価する。残念で不幸な事故であったが、差し迫った一般市民の懸念に対処するために放影研の科学的知識および研究手順についての知識（低線量放射線による健康影響および長期追跡調査についての検討など）を応用できることを示すという点で、放影研の「成果」や「ノウハウ」を社会に還元する良い機会である。
- 放影研の世界的な影響について更に注意を向けるべきである。国際協力、国際的な政策決定機関への参加および大規模な共同研究では良いスタートを切っていると考える。
- 現在、新しい定款に基づき放影研の使命および実効性を増大させるために寄付や慈善事業からの資金を得ることが可能であるので、科学諮問委員会はこの新たな可能性について模索するよう勧告する。
- すべての生物試料を一元化し、保管リストを作成する努力を高く評価する。
- 科学諮問委員会は、若手研究員を対象とした放射線に関する専門能力開発のための研修プログラムを構築することを勧告する。

各部への勧告の一部を以下に示す。

- 臨床研究部：放射線とがん以外の疾患に関する研究を継続し、国内外のトップクラスの専門家に積極的な参画を求める、また若手研究員を採用することによって強化すべきである。
- 放射線生物学／分子疫学部：オントロジー型の方法を全ゲノム遺伝的変異データに応用するという考えは、遺伝子発現研究から生物学的な意味を引き出す上で同様な方法が大いに有効であったため、実現すべきである。
- 遺伝学部：全ゲノム DNA シークエンシング (WGS) 導入の可能性について引き続き検討すべきである。それによって、WGS の使用目的についての絞ることができ、基本的な研究課題を見極め、WGS に付随して必要なコストをより正確に見積も

ることができる。

- 疫学部：F<sub>1</sub>（被爆者の子ども）および胎内被爆者の死亡および罹患についての解析は特に時宜を得ていると考えるので、できるだけ早急に論文を発表することが重要である。
- 統計部：線量推定の変更および基本的な寿命調査（LSS）がんリスク推定に対するその影響については、関連して考えられる影響についての問題を解決するために、できるだけ早く作業を完結させるべきである。また、放射性降下物被曝にかかわる問題については、科学・広報の両面から注意を向けることが重要である。

要約すれば、科学諮問委員会は、放射線リスクを究明する上で放影研が果たす他に類を見ない役割と価値の高い調査継続への可能性を強調した。科学的な問題や公衆衛生の問題に関する新たな研究結果を迅速に導き出し、論文を発表するよう勧告し、基礎科学における新しい技術的課題に取り組む方法を提案した。

#### 放影研科学諮問委員

山下 俊一：福島県立医科大学副学長（共同座長）

John J. Mulvihill：米国オクラホマ大学保健科学センター小児医学研究所 Kimberly V. Talley 記念遺伝学教授、小児科学教授、遺伝科長（共同座長）

宮川 清：東京大学大学院医学系研究科疾患生命工学センター放射線分子医学部門教授

酒井 一夫：独立行政法人放射線医学総合研究所放射線防護研究センターセンター長

田島 和雄：愛知県がんセンター研究所所長

権藤 洋一：独立行政法人理化学研究所筑波研究所バイ

オリソースセンター新規変異マウス研究開発チーム  
チームリーダー

Sally A. Amundson：米国コロンビア大学メディカルセンター放射線医学研究センター放射線腫瘍学担当准教授

Marianne Berwick：米国ニューメキシコ大学疫学部長兼殊勲教授、集団研究プログラム副研究責任者

David G. Hoel：米国サウスカロライナ医科大学医学部殊勲教授、Exponent 社主任研究員

Michael N. Cornforth：米国テキサス大学医学部放射線腫瘍学部門生物学部教授兼部長

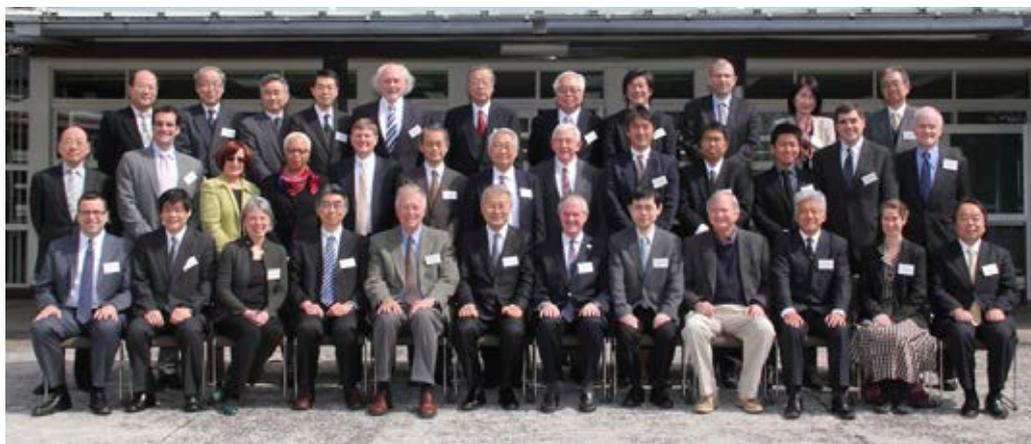
#### 特別科学諮問委員

佐々木 洋：金沢医科大学眼科学教室教授

Andrew J. Einstein：米国コロンビア大学メディカルセンター心臓学部門 Victoria and Esther Aboodi 記念内科学准教授兼心臓 CT 研究部長

#### 参考文献

1. Hsu, W.-L., Preston, D., Soda, M., *et al.* The incidence of leukemia, lymphoma and multiple myeloma among atomic bomb survivors: 1950-2001. *Radiat. Res.* **179**, 361-382 (2013).
2. Furukawa, K., Preston, D., Funamoto, S., *et al.* Long-term trend of thyroid cancer risk among Japanese atomic-bomb survivors: 60 years after exposure. *Int. J. Cancer* **132**, 1222-1226 (2012).
3. Grant, E. J., Ozasa, K., Preston, D. L., *et al.* Effects of radiation and lifestyle factors on risks of urothelial carcinoma in the Life Span Study of atomic bomb survivors. *Radiat. Res.* **177**, 86-98 (2012).
4. Egawa, H., Furukawa, K., Preston, D., *et al.* Radiation



広島研究所で開催された第40回科学諮問委員会の参加者

- and smoking effects on lung cancer incidence by histological types among atomic bomb survivors. *Radiat. Res.* **178**, 191-201 (2012).
5. Hamatani, K., Mukai, M., Takahashi, K., *et al.* Rearranged anaplastic lymphoma kinase (ALK) gene in adult-onset papillary thyroid cancer amongst atomic bomb survivors. *Thyroid* **22**, 1153-1159 (2012).
  6. Neriishi, K., Nakashima, E., Akahoshi, M., *et al.* Radiation dose and cataract surgery incidence in atomic-bomb survivors, 1986-2005. *Radiol.* **265**, 167-174 (2012).
  7. Takahashi, I., Abbott, R. D., Oshita, T., *et al.* A prospective follow-up study of the association of radiation exposure with fatal and non-fatal stroke among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki (1980-2003). *BMJ Open* **2**, e000654, doi:10.1136/ (2012).
  8. Sera, N., Hida, A., Imaizumi, M., *et al.* The association between chronic kidney disease and cardiovascular disease risk factors in atomic bomb survivors. *Radiat. Res.* **179**, 46-52 (2013).
  9. Sakata, R., McGale, P., Grant, E. J., *et al.* Impact of smoking on mortality and life expectancy in Japanese smokers: a prospective cohort study. *Br. Med. J.* **345**, (e7093) (2012).
  10. Hayashi, T., Morishita, Y., Khattree, R., *et al.* Evaluation of systemic markers of inflammation in atomic-bomb survivors with special reference to radiation and age effects. *FASEB J.* **26**, 4765-4773 (2012).
  11. Kodama, Y., Noda, A., Booth, C., *et al.* International workshop: Radiation effects on mutation in somatic and germline stem cells. *Int. J. Radiat. Biol.* **88**, 501-506 (2012).
  12. Cullings, H. M. Recommended improvements to the DS02 dosimetry system's calculation of organ doses and their potential advantages for the Radiation Effects Research Foundation. *Radiat. Protect. Dosim.* **149**, 2-14 (2012).
  13. Nakamura, N., Hirai, Y., Kodama, Y. Gamma-ray and neutron dosimetry by EPR and AMS, using tooth enamel from atomic-bomb survivors: A mini review. *Radiat. Protect. Dosim.* **149**, 79-83 (2012).

### 第3回市民公開講座を広島で開催

放影研は、12月1日(土)午後2時から4時30分まで広島平和記念資料館東館地下1階メモリアルホールにおいて、「第3回市民公開講座」を開催し、約150人が参加した。市民公開講座は、被爆者をはじめ一般市民の皆さんに、放影研の長年にわたる研究の成果と放射線の健康影響を分かりやすく説明し、市民の皆さんと放影研との交流の場にしようとして2010年に初めて開催され、以後毎年行われている。

開会に当たっては、大久保利晃理事長のあいさつに続いて、来賓の松井一實広島市長にごあいさつを頂いた。続いて二つの講演が行われ、最初に小笹晃太郎疫学部長が「放射線の長期健康影響」と題し、原爆被爆者、胎内被爆者および被爆二世を対象に放影研が行っている追跡調査の現在までの進展や調査結果について説明した。次に、楠洋一郎放射線生物学／分子疫学部長が「放射線による健康影響のメカニズム研究」と題して、放射線が健康に影響を及ぼすメカニズムについての研究やその意義、放射線被曝による免疫機能の変化について解説した。

その後の質疑応答は、各講演後に集めた質問票に基づ

いて行われたが、すべてにお答えできないほど多くの質問が寄せられ、公開講座終了後も何人かの方が会場に残って熱心に質問される姿が見られた。



第3回市民公開講座で講演する小笹晃太郎疫学部長

## 放影研に生物試料センターを新設

放影研が保存してきた被爆者の血液や尿などの生物試料を、より系統的に使いやすい形で一元管理する「生物試料センター」が、4月1日に新しい所内組織として正式に発足した。生物試料は現在98万点ほどあり、これまでは各研究部ごとに冷凍保存され、管理されてきた。今後はこれを1カ所に集めて一元的に管理することとなる。更に、個人別の年齢、性別、被曝線量、被曝時の状況、その後の罹患情報などの疫学データをデータベース化し、生物試料とリンクさせて匿名化することにより、将来は外部の研究機関の要請にも応えられるような構想となっている。

センター施設は広島・長崎の両研究所に設置され、両施設を統括するセンター長には児玉和紀主席研究員が就任した。スタッフは広島研究所が7人（研究員1人、専任2人を含む技術員5人、事務員1人）、長崎研究所が8人（副センター長1人、研究員1人、技術員5人、事務員1

人）である。2013年度は、2014年度の本格稼働に向けて試料の整理やデータベースの整備などを進める。



「生物試料センター」のプレートを設置する大久保利晃理事長（右）と児玉和紀主席研究員兼生物試料センター長

## HICAREが韓国での放射線被曝医療セミナーに放影研の理事長らを派遣

放射線被曝者医療国際協力推進協議会（HICARE）が2月19日に韓国で初めて開催した「放射線被曝医療セミナー」に、HICARE会長の久保保晃放影研理事長、同幹事の児玉和紀放影研主席研究員ら4人が派遣された。セミナーは、韓国で被曝者医療に携わっている医師・看護師などの医療関係者を対象にソウル市内で開催された。HICAREはこれまで同様のセミナーを米国やブラジルで開催しているが、今回は韓国人医師などの研修やセミナー開催などに実績のある長崎・ヒバクシャ医療国際協力会（NASHIM）と海外での初めての共催となった。

セミナーには久保保理事長、児玉主席研究員のほかに、谷川攻一 HICARE 幹事（広島大学大学院救急医学教授）、宮崎泰司 NASHIM 運営部会委員（長崎大学大学院医歯薬学総合研究科教授）が講師として派遣され、広島・長崎の被曝者の健康影響調査から得られた最新の知見や福島第一原子力発電所事故への対応などについて講演した。

韓国には約3,000人の被曝者が在住しているが、被曝後67年が経過し高齢化が進んでいる。被曝者が日常的に安心して医療を受けられる環境整備を促進するため、また福島原発事故を契機に放射線被曝による健康影響について韓国でも関心が高まる中、HICAREとNASHIMが韓国原子力医学院（放射線医学に関する国立の研究所）や大韓

赤十字社などに呼びかけて開催した。派遣された4人はセミナーの前後にこれらの機関を訪問し、韓国からの研修生受け入れなど一層の連携強化と協力体制の確立に向けて意見を交換した。

なお、長崎県と長崎市は国の在外被曝者支援事業の一環として、2004年度から在韓被曝者の健康相談を年2回行っており、放影研からは赤星正純前臨床研究部長（長崎）が医師団の一員としてたびたび参加してきた。（この事業については、REFR Update 2009年第20巻第2号で赤星部長が報告している。）



韓国ソウルで開催されたセミナー会場にて、久保保理事長（中央）と児玉和紀主席研究員（左から2人目）

## 米国学士院Warren Muir博士の退任と放影研支援担当の 新たな常任理事の就任

元主席研究員 **Evan B. Douple**

副理事長 **Roy E. Shore**

67年前にトルーマン大統領の要請に基づいて原爆傷害調査委員会 (ABCC) が設立されてから、米国学士院 (NAS) および米国アカデミー連合の米国学術会議 (NRC) は放影研に研究上の支援を提供してきた。その支援と関与は、独立した研究上の指導・支援体制を維持するために重要な役割を果たしてきた。放影研で研究を行う、または放影研の顧問などを務める米国の科学者を採用する責務を担う NAS の部門は、最初は米国医学院の医学追跡調査局にあったが、その後、NRC の放射線影響研究委員会 (BRER) が引き継ぎ、現在では原子力・放射線研究委員会 (NRSB) が担当している。NRC の地球生命研究部門 (DELS) は、NRSB (以前は BRER) の業務も含めた環境科学、生命科学、化学分野における NAS の業務を監督する立場にある。Warren R. Muir 博士は DELS の最初の常任理事を 12 年間務め、このほど退職した。

最近 NAS の Ralph Cicerone 総裁が Muir 博士を「公共政策の策定における科学の役割を強く提唱してきた創造的かつ精力的な指導者」と評している。同博士は放影研の強力な支援者であり、毎年放影研の科学諮問委員会や評議員会に出席してきた。また、放影研の使命を支持し、放影研の知名度を上げるために尽力した。放影研の研究結果が被爆者および全人類のために役立つ可能性があるこ

とをしばしば指摘し、放影研調査の人道的側面に特に関心を持っていた。これは恐らく、彼が北アイルランドおよびキプロスにおけるプロジェクトで平和のために個人的な「課外」活動をしてきた影響であろう。これら 2 カ所の分断された地域における 10 代の若者の

リーダー間に信頼と理解と友情を推し進めるための二つの非営利団体の指導者として、博士は多大な労力と時間を費やしてきた。NAS を退職後はニューハンプシャー州の自宅に戻り、放影研の今後の発展を願っておられるとのことである。放影研の我々も博士にお会いできないことを寂しく感じている。

しかし、新たな指導者の下で強力な支援が続いていることは喜ばしいことである。米国全土での募集の結果、2013 年初めに Muir 博士の後任として Gregory H. Symmes 博士が任命された。Symmes 博士の仕事における強い倫理観・親しみやすい態度と穏やかな話し方・鋭い判断力・広範な科学研究上の経験をよく知っている NAS 職員の多くが彼の常任理事就任を支持した。博士は Amherst 大学から最優秀の成績で地質学の学士号を取得し、Johns Hopkins 大学で地質学の博士号を取得した。1995 年に初めて NRC に加わり、広範な科学技術政策問題について NRC のプログラムと調査研究を指揮してきた。Muir 博士の後任に選出された時には DELS の副常任理事に昇任していた。Symmes 博士は今年 3 月に科学諮問委員会に出席するため初めて放影研を訪れ、放影研の調査の概要と最近の研究成果について知ることができたことを特に喜んでいて、博士は、NRSB と NRSB の Kevin Crowley 常任幹事を指導する立場にある DELS を通じて、放影研を今後も支援したいと考えており、放影研に何か特別な必要性が生じた場合には自らも役に立ちたいと望んでいる。



Gregory H. Symmes, PhD



右から Warren R. Muir 博士、Kevin D. Crowley 博士 (米国学士院)、Shelley A. Hearne 博士 (放影研評議員)、Roy E. Shore 副理事長、Evan B. Douple 主席研究員 (当時) (2010 年 6 月に長崎で開催された理事会の際に撮影)

## 米国BCA校の生徒とNASAの研究者が来所

11月20日、文部科学省指定スーパーサイエンスハイスクール事業の一環として広島県立国泰寺高校教員の引率の下、米国ニュージャージー州のBCA校(Bergen County Academies)の教員2名、生徒8名が、広島を訪問中であったアメリカ航空宇宙局(NASA)のCharles J. Camarda博士と共に放影研の施設見学に訪れた。一行は、寺本隆信業務執行理事による「放影研の概要説明」、Roy E. Shore副理事長による「最近の研究成果」に関する講演を聴いた後、楠洋一郎放射線生物学／分子疫学部長から放射線による疾患発生のメカニズム研究について説明を受けた。その後、同部の免疫学研究室でセルソーター(様々な血液細胞の性質やDNAの状態を細胞1個レベルで瞬時に解析し、特定の細胞を高速で分取するなどの目的に使用される実験装置)のデモンストレーションを見

学した。



楠洋一郎部長(左端)によるセルソーターのデモンストレーションを見学するBCA校の生徒たち

## 米国のジャーナリズム専攻の学生が放影研を取材

3月13日午後、米国インディアナ州ブルーミントンにあるインディアナ大学のジャーナリズム専攻の学生2人が放影研広島研究所を訪問した。Yao Xiao氏およびMegan Jula氏は、インディアナ大学国際報道コースの学生グループのメンバーで、このグループは広島・長崎の原爆について、また放影研の調査が福島の復興にどのように役立ってきたかを取材するために日本を訪れていた。

2人の学生は、放影研滞在中に疫学部のEric Grant副部長および杉山裕美副主任研究員に放影研の研究結果についてインタビューし、短時間ではあったが施設を見学した。彼らは放影研を訪れる前に、当時、公益財団法人広島平和文化センターの理事長であり放影研の広島地元連絡協議会委員でもあったSteven Leeper氏にインタビューするとともに、平和記念資料館を見学し、被爆者から話を聞いたそうである。また、来日後まず東京で、福島から避難してきた人々と面談する機会を持ったとのことである。

帰国後、2人から、日本での経験は素晴らしいものであり、放影研で得た情報は記事を書く上で非常に有意義で重要なものであったとのメールが届いた。放影研はこの

ような教育活動における協力要請を受け入れるよう常に努力しており、今回の放影研での経験が彼らの将来の仕事に生かされるよう期待している。また、これを契機に多くの人が放射線の健康影響に関する情報を得るために当研究所を訪れてくださることを願っている。



放射線の健康影響について説明を聞く学生(左の2人)

## スタッフニュース

前号(2012年第23巻第2号)のスタッフニュースでも報告したが、Evan B. Douple 主席研究員と中村 典主席研究員が2012年12月31日付で退職した。米国学士院(NAS)の職員として放影研で5年間勤めた Douple 主席研究員は米国ワシントンに帰り、同地で NAS での20年の勤続に対して表彰を受けたとのことである。中村主席研究員は本年1月1日付で遺伝学部の顧問を委嘱された。更に12月31日付で、平井裕子遺伝学部細胞遺伝学研究室長と今井一枝放射線生物学/分子疫学部(放生/分子疫学部)副主任研究員が定年退職を迎えた。平井室長は1月1日から嘱託(研究員)として、引き続き細胞遺伝学研究室で研究を続けている。今井副主任研究員は帰京したが、1月1日付で放生/分子疫学部の顧問を委嘱された。また、3月31日付で赤星正純臨床研究部(長崎)部長が退職し、臨床研究部(広島)の桂田英知研究員も任期満了で退職した。赤星部長は4月1日より医療法人和光会 患寿病院副院長の職に就き、また5月1日付で放影研臨床研究部の顧問を委嘱された。

一方、新たに研究員4人が採用された。2月12日付で統計部に Young Min Kim 研究員、4月1日付で臨床研究部(長崎)に春田大輔研究員、遺伝学部に日高征幸博士研究員、放生/分子疫学部に胡 軼群博士研究員が加わった。

また、4月1日付で放影研に新設された生物試料センターには、児玉和紀主席研究員がセンター長(兼務)に任命され、放生/分子疫学部の林 奉権副部長と臨床研究部(長崎)の今泉美彩放射線科長・臨床検査科長がセンターの研究員(兼務)として発令された(5ページに関連記事)。

なお、放影研では毎年4月に永年勤続者を表彰しているが、今年は広島で19人、長崎で10人が表彰され、このうち統計部の中島栄二副部長、臨床研究部(広島)の山田美智子健診科長が30年勤続、遺伝学部の野田朝男副部長が10年勤続の表彰を受けた。

上述の4人の新任研究員の自己紹介を以下に掲載する。

**Young Min Kim, PhD**

私は2013年2月12日から研究員として放影研統計部で勤務しております。韓国のソウルで生まれ、延世大学で統計学を学び、学士号および修士号を取得しました。その後、米国のアイオワ州立大学で昨年、博士号を取得しました。学位論文のテーマは、従属データのためのブートストラップ法および経験尤度法などのノンパラメトリック法

でした。また、カーネル法に基づくノンパラメトリック推定および回帰法についても研究しました。放影研に入る前には、ニューヨーク州立大学バッファロー校の生物統計学教室で博士研究員として勤務しておりました。これまで、バイオマーカーに関するデータの解析に応用されたノンパラメトリック・ベイズ法および分位点回帰法を用いた直接検定のための統計学的方法を開発してきました。

放影研統計部の元研究員で、現在同部の顧問であるニューヨーク州立大学バッファロー校の Randolph Carter 教授が私を放影研に紹介してくださり、Harry Cullings 統計部長が同校を訪問して、学生たちや私に放影研の活動について更に詳しく説明してくださいましたので、私は放影研での職に応募しました。私が放影研に興味を持ったのは次のような理由からです。1) 延世大学1年の時から、私は放射線の影響および原子力の問題に興味がありましたが、統計学を学んでいる間はこれらの問題に関与することができませんでした。しかし、放影研ではこれらの分野の研究を行う機会があります。2) 放影研に入る前、私は統計学的应用ではなく理論上の統計学的方法の開発に重点を置いていました。放影研はこのような問題に取り組んでいる世界で最も規模の大きい研究所の一つであり、大量のデータを保有しているため、実際のデータを扱うことができます。また私は様々な統計学的方法を用いた経験があるので、放影研の調査研究に貢献できると思います。3) 放影研のある日本は私の母国の韓国に近いので、両親が比較的近くにいることになります。4) 更に、私は新しい文化に興味があり、特に日本文化を学びたいと思っています。それは、私が日本の漫画、書籍およびテレビドラマが好きだからです。大学生だった13年前、いつか日本語を勉強しようと考えていました。そして今、ついに日本語を勉強する時がやってきたように思います。

私は、統計学者として放影研の研究上の使命を遂行し、放影研のプロジェクトに関連した統計学的方法を開発する機会が与えられたことを名誉に思っています。放影研の職員の皆様とできるだけ早く親しくなりたいと思っています。また、広島での研究と生活について皆様からご助言、ご指導を頂ければ幸いです。どうぞよろしくお願いいたします。



Young Min Kim 研究員

はる た だいすけ  
春田 大輔

平成 25 年 4 月 1 日に長崎臨床研究部に研究員として着任しました春田大輔です。私は、平成 14 年に大分大学を卒業し、長崎大学循環器内科(旧第三内科)に入局しました。その後は、長崎原爆病院、長崎神経医療センター、宇佐高田医師会病院などの関連病院にて循環器内科医として勤務し、平成 19 年に長崎大学の社会人大学院に進学しました。大学院進学後も内科医として仕事をしながら、放影研の非常勤研究員として 4 年間、不整脈疾患(ブルガダ症候群と早期再分極症候群)の疫学調査に取り組ませていただきました。研究では、長崎の被爆者約 6,000 人の 50 年分の心電図を 1 年以上かけて読影しました。チャートの中には 1 人の被爆者の方の人生が凝縮されており、長年にわたり健診に参加してこられた被爆者の方々の協力やここまでのデータを蓄積してきたスタッフの方々の仕事に感動したのを覚えています。また研究の大変さや論文が掲載された時の喜びも味わうことができ、自分の人生にとって大変貴重な経験になりました。前長崎臨床研究部長の赤星正純先生をはじめ、スタッフの方々のご協力に対して、この場を借りて改めてお礼申し上げます。

また、私がちょうど大学院の卒業式を終えた頃に、東日本大震災が発生しました。その後も福島第一原子力発電所の事故とそれに伴う放射性物質の健康に与える影響に注目が集まってきました。私自身もこれまで臨床の現場で診療に従事してきましたが、別の形で社会に貢献できるのではないかと考えるようになり、そのために放影研で研究を続けていきたいという思いが強くなりました。この度、研究員として伝統ある放影研の一員になることができ、大変光栄に思っています。若輩者ではありますが、放影研の発展に少しでも貢献できるように努力していく所存ですので、今後もご指導の程よろしく願いいたします。

ひ だか まさゆき  
日高 征幸

はじめまして。この 4 月 1 日より、遺伝学部の細胞遺伝学研究室に博士研究員として着任いたしました日高征幸と申します。

私は、2010 年 3 月に東京大学大学院新領域創成科学研究科の博士課程を修了しました。大学院では主に、放射線に弱い突然変異メダカ(ric1)、ATM(-/-)、あるいは p53(-/-)メダカの細胞を用いて、DNA 損傷応答(DNA re-



春田大輔研究員

pair, apoptosis, cell cycle) の解析を行い、このテーマによって学位を取得しました。その後は、東京大学医学部附属病院脳神経外科にてウイルスを用いた新規がん治療についての研究を、また、国立医薬品食品衛生研究所にて医薬品の物理的・化学的性質と補体への影響についての研究を行ってきました。学位取得後、放射線分野から離れていたのですが、2011 年 3 月、ご周知のような出来事が起こり、放射線生物学の分野における研究を通じて、社会に貢献することはできないか、と考え続けていました。その機会を得るために、第 1 種放射線取扱主任者試験の受験を考え、2012 年に合格いたしました。大学院時代の指導教官である三谷啓志教授に合格の報告をしたところ、ご高配により放影研の研究員募集の紹介を頂き、縁あって着任した次第です。

研究を始めてから初めて参加した学会が、2005 年に広島で開かれた日本放射線影響学会であり、広島には元より縁があったと思います。広島に住み始めてから、地元の人々の親切な心に感謝する日々です。放影研の皆様からも親切な対応を頂き、順調なスタートを切ることができました。自身の研究の意義を深く理解し、一步一步着実に前進することで放射線による影響の理解を深め、その成果を社会に伝え、『世界がぜんたい幸福になる』ように努力していきたいと考えています。どうぞよろしく願いいたします。

こ いづぐん  
胡 軼群

私は中華人民共和国湖北省の出身です。この省の名前は「湖の北」を意味し、同省近くの湖南省の大きな湖の洞庭湖の北に位置することを指しています。湖北省の気候は広島に似ており、四季がはっきりしています。夏は蒸し暑く、40℃ 以上になり、省都である武漢の暑さは有名です。武漢の夏はかまどのようです。

中国で歯科の学士号を取得し大学を卒業した後、2007 年に留学のため日本に来ました。初めて広島に来てから 5 年半近くになりますが、広島での最初の年には勉強でも日常生活でも多くの問題があったのを今でも覚えています。しかし私が出会った日本人は皆とても親切でした。毎週日本語を無料で教えてくれるボランティアがおり、彼女から日本語と日本の文化について学びました。最も素晴



日高征幸博士研究員



胡 軼群博士研究員

らしかったのは、とても感じの良い日本人夫婦に出会い、そのご夫婦が自宅で日本の家庭料理をご馳走してくれたことです。時々私たちは一緒に外出し広島を観光しました。私はその思い出をずっと大切にしたいと思います。広島は、湖北省を離れてから住んだ最初の都市なので、第二の故郷だと思っています。

広島大学で外国人研究生として1年過ごした後、香西克之教授（小児歯科学）と菅井基行教授（口腔細菌学分野）の指導の下で博士課程に入り、同課程を2012年に修了しました。博士課程プログラムで齶蝕（虫歯）予防のための細菌自己溶菌酵素の適用について研究したので、分子疫学分野にはずっと興味を持っていました。従って、特に疫学分野で卒業後も日本で研究を続けたいと考えていました。放射線生物学／分子疫学部（放生／分子疫学部）

の林 奉権副部長のご尽力のお陰で、望み通り研究を続ける機会に恵まれました。

放影研という名誉ある研究所で博士研究員として採用していただけたことに感謝し、幸運に思っております。放影研は長い間、疫学分野で高い名声を保ってきたので、放影研の高名な研究者の方々と一緒に研究させていただくことを楽しみにしています。また、それらの研究者の方々から多くの研究上のアイデアを学ぶ機会に恵まれていることも名誉に感じています。4月1日に放生／分子疫学部免疫学研究室に配属されたばかりです。放影研の将来に貢献するという私の使命を達成できるようになるには時間がかかるでしょう。最後になりますが、私を温かく迎えてくださった放影研の職員・研究者の皆様に感謝しております。

## 来所研修生

韓国国立がんセンターの Seung Hyun Hong 研究員が、本年1月7日から2月22日までの約2カ月間、放射線生物学／分子疫学部（放生／分子疫学部）および遺伝学部で研修を受けた。Hong 研究員に簡単な自己紹介と放影研での研修について述べてもらった。

### Seung Hyun Hong

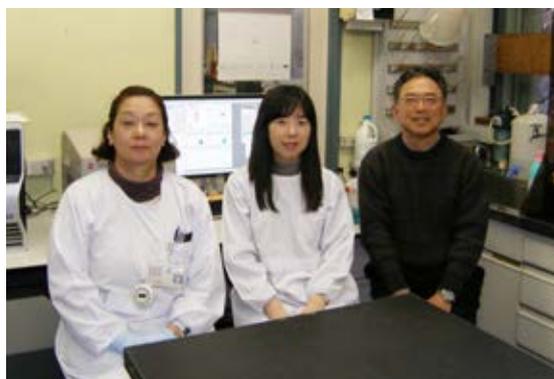
私は、韓国高陽市にある韓国国立がんセンターがんゲノミクス部門の研究員です。韓国は、四季折々に異なる美しい景色を楽しむことができる素晴らしい国です。韓国には、ユネスコの世界遺産として登録されている済州島など、非常に多くの美しい場所があります。

私は大学で分子生物学を専攻しました。そして、2011年に生命科学・薬学で修士号を取得した後、韓国国立がんセンターの研究室に配属されました。そこでは、発がん免疫機能における放射線被曝とDNA損傷の影響に関する研究を行っていましたが、同センターの放射線治療センター所長の Joo Young Kim 博士より放影研での学术交流プログラムに参加するよう勧められました。私はこの研修プログラムへの参加の機会を提供していただいた放影研に感謝したいと思います。

放影研に滞在していた2カ月間、私は放生／分子疫学部と遺伝学部において、免疫機能に対する放射線被曝の影響に関する実験、HLA（ヒト白血球抗原）遺伝子型決

定、およびFISH（蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション）法など、様々な実験についての研修を受けました。放影研での研究および勤務は私にとって貴重な経験であり、私の今後の研究に非常に重要な役割を果たすであろうと感じています。

私は、放影研で研修の機会を与えられたことに非常に感謝しております。広島滞在中にご支援くださった研究員および庶務職員の皆様に謝意を表したいと思います。そして特に、指導者として私の研修を担当してくださった林 奉権放生／分子疫学部副部長に感謝いたします。



免疫学研究室のフローサイトメーターの前で、Seung Hyun Hong 研究員（中央）と林 奉権副部長（右）、空 美佐江 副技師長

## 放影研研究員の受賞についての報告

第24回日本老年医学会地方会  
若手奨励賞を受賞して

広島・臨床研究部研究員 高橋郁乃

2012年11月24日に広島で開催された第24回日本老年医学会地方会において若手奨励賞を受賞いたしました。

若い頃と比べて身長が低下幅が大きいことと心臓血管病による死亡リスクの上昇とに関連があることが既に示唆されていますが、身長低下がどのように心臓血管に影響するのかは分かっていません。一方で、最近、体幹を縦走する血管(大動脈)内の血流パターン(脈波)が変化した結果、心臓に負担が掛かったり、心臓血管病のなりやすさに関連したりすることが他施設の調査から報告されるようになってきました。そこで、脈波増幅指標(脈波変化)と身長低下の関連について、放影研の成人健康調査に基づき検討したところ、身長が低くなることで脈波変化が生じている可能性が示唆されました。この結果についてこのたび、受賞演題「身長低下が心臓血管系に及ぼす影響についての検討」として報告しました。

加齢による体格変化は避けて通ることができませんが、体格の変化によって命にかかわり得る病気(心臓血管病)になりやすい場合、それをどう予防するかが重要課題となります。この課題解決のためには、「どのようなメカニズムによって体格変化が心臓血管系に影響するのか」を明らかにする必要があります。ところが、身長低下の原因となる背骨の変形/骨折は整形外科の領域、心臓血管病は内科の領域というように、一人の人に起こる病気を別々に捉えてしまう「木を見て森を見ず」ということがしばしばです。病気の機序の理解を深めると同時に新しい側面の発見にとって、今後ますます「森を見る」視点が必要となってきます。

成人健康調査では、放射線被曝が健康に及ぼす影響を調べるために、いろいろな臓器の異常について多面的に調



賞状盾を手にする高橋郁乃研究員

査されてきました。この調査方法は世界中を見ても類がなく、調査参加者のご理解とご協力なしには到底達成することができないものです。このため、成人健康調査の重要性は、放射線影響の評価にとってはもちろんのこと、いまだに分かっていない病気のメカニズム解明にとっても非常に貴重な調査であると言えます。今回の私の演題は、成人健康調査でなくては実現できなかった研究であり、この点を評価されて受賞に至ったものと思います。成人健康調査対象者のご協力はもとより、広島・長崎の臨床研究部、情報技術部ほか多くの方々に助けていただいた賜物であり、心から感謝いたします。今後も放影研の情報発信の一翼となるべく、研鑽して参りたいと思いますのでよろしくお願いいたします。

## 放影研に厚生労働大臣から感謝状

2011年3月に発生した東日本大震災における厚生労働省（厚労省）健康局の所管事業における貢献に対して、このほど放影研に厚生労働大臣感謝状が贈呈された。4月22日に広島県健康福祉局被爆者支援課の出原寿之課長が放影研を訪れ、大久保利晃理事長に手渡した。この感謝状は、厚労省の医政局、健康局、医薬食品局、労働基準局などの所管事業において、被災者の支援活動などに当たった1,458団体の功労に報いるため、震災から2年目の本年3月11日付で贈られたものである。なお、放影研の支援活動については、*REF Update* 2011年第22巻第2号（最新の活動報告については放影研ホームページ <http://www.ref.jp/fukushimaREF.pdf>）をご覧ください。



厚生労働大臣感謝状を手にする大久保利晃理事長

## 重建築遮蔽に関する放影研国際ワークショップ

統計部長 Harry M. Cullings

重建築により遮蔽された被爆者の放射線量計算に関する国際ワークショップを2013年2月4-5日に放影研で開催した。重建築遮蔽とは、コンクリート建造物や地中防空壕による遮蔽を言う。ほぼすべての防空壕は長崎に所在しており、山腹に掘ったトンネルや、同様に地中に掘られた防空壕である。1986年と2002年の線量推定方式（DS86およびDS02）には、このような被曝状況の被爆者の建造物遮蔽を計算するための計算方法が含まれていないので、これらの被爆者の線量は不明であると見なされ、線量に関連した放影研の解析ではこれらの対象者の線量は欠測値となり意味を持たないものとなった（線量不明に関する全般的な問題については、*Update* 本号28ページの「調査結果」を参照）。重建築または地中構造物の遮蔽計算には、DS86やDS02で遮蔽計算ができる家屋のような軽量の木造建築では生じない特別な問題がある。この状況を踏まえ、放影研の線量委員会はこのような問題と当該被爆者の線量計算の実行可能性について討議するためにワークショップの開催を決定した。

放影研の児玉和紀主席研究員が開会の辞を述べ、Science Applications International Corporation (SAIC) のStephen D. Egbert博士がワークショップの基調講演を行った。広島大学の遠藤暁博士と京都大学原子炉実験所の今中哲二博士が討議に参加した。多くの放影研の研究

員・職員（渡辺忠章、山下智昭、小田崇志、渕博司、Harry M. Cullings）による発表も行われた。ワークショップの最後には、コンクリート建物内で被曝した被爆者の遮蔽について「グローブ」（球面座標）データを得るために1960年代に放影研で使用された機器とその使用方法について実際にデモンストレーションが行われ、詳細な討議も行った。

渡辺氏が線量不明とされている被爆者のカテゴリーについて概説し、小田氏がコンクリート建物の詳細なデータについて説明、渕氏は防空壕の詳細なデータについて説明した。線量不明とされている7,070人の寿命調査（LSS）対象者のうち、推定3,729人がコンクリート建物（2,114人）または防空壕（1,615人）で被曝した。当時、コンクリート建物は広島に24棟、長崎に37棟存在した。多くの人被曝したコンクリート建物もあるにはあるが、多くは数人のみが被曝した建物である。線量計算の実行可能性に関しては、広島のほぼすべてのコンクリート建物については平面図が利用可能であるが、これらの建物内における各被爆者の被曝位置を表す遮蔽歴を有する被爆者は少ない。広島のコクリート建物内で被曝した1,272人のうち、平面図の利用が可能な建物の中で被曝したのは979人であるが、そのうち遮蔽歴があるのは979人中218人のみである。長崎では、遮蔽歴のある被爆者の割合が広

島よりも多いが、平面図のあるコンクリート建物の数は広島よりもかなり少ない。すなわち、被爆者 842 人のうち、255 人が平面図のある建物内で被曝しており、この 255 人のうち、遮蔽歴があるのは 166 人である。防空壕に関しては、線量計算には詳細な平面図や図面は必要ないかもしれないが、防空壕内の被曝位置を表す遮蔽歴のある被爆者は少ない。防空壕で被曝した 1,615 人のうち、1,488 人が長崎の被爆者であり、この 1,488 人のうち遮蔽歴があるのは 247 人のみである。下の表に、各建物について平面図の有無、遮蔽歴の有無別の被爆者数を示す。

コンクリート建物内の線量は、建物内の正確な被曝位置（この位置に基づき線量が計算される）によって大きく

変動する。重遮蔽建造物内にいた被爆者の線量を計算するためには、線量方式は「遮蔽フルエンス」（建造物内のいろいろな場所におけるエネルギーおよび方向のカテゴリ内の中性子とガンマ線の数）を計算する必要がある。実際問題として、コンクリート建物内の遮蔽フルエンスを計算する上で、主として二つの問題がある。一つは、重遮蔽での計算がより難しい点である。重度遮蔽となる建物に衝突し貫通して、建物内の対象被曝位置において放射線を与える中性子とガンマ線はわずかしかないため、許容範囲内の正確さ・精度を持つ計算をするためには、かなり長いコンピュータ稼動時間を要する可能性があり、正確な建物構造が必要で、高度なバイアスをかける（対象被

表. コンクリート建物内の被爆者の詳細

| 建物番号 | 広島   |         |       | 長崎  |       |       |
|------|------|---------|-------|-----|-------|-------|
|      | 平面図* | 遮蔽歴あり** | 遮蔽歴なし | 平面図 | 遮蔽歴あり | 遮蔽歴なし |
| 1    | 1    | 3       | 0     | 0   | 38    | 6     |
| 2    | 1    | 2       | 1     | 1   | 13    | 1     |
| 3    | 1    | 3       | 5     | 0   | 1     | 0     |
| 4    | 1    | 7       | 10    | 1   | 10    | 3     |
| 5    | 1    | 1       | 1     | 0   | 2     | 0     |
| 6    | 1    | 1       | 1     | 1   | 6     | 0     |
| 7    | 1    | 25      | 21    | 1   | 2     | 1     |
| 8    | 1    | 33      | 16    | 0   | 2     | 1     |
| 9    | 1    | 50      | 41    | 1   | 4     | 1     |
| 10   | 0    | 2       | 5     | 1   | 2     | 0     |
| 11   | 1    | 5       | 15    | 0   | 2     | 1     |
| 12   | 1    | 2       | 2     | 1   | 2     | 3     |
| 13   | 1    | 13      | 147   | 0   | 2     | 0     |
| 14   | 1    | 4       | 9     | 0   | 4     | 2     |
| 15   | 1    | 0       | 4     | 0   | 6     | 3     |
| 16   | 0    | 0       | 2     | 0   | 1     | 0     |
| 17   | 1    | 6       | 87    | 0   | 50    | 7     |
| 18   | 0    | 0       | 10    | 0   | 39    | 15    |
| 19   | 0    | 2       | 33    | 0   | 7     | 0     |
| 20   | 1    | 1       | 86    | 0   | 1     | 0     |
| 21   | 1    | 49      | 207   | 1   | 74    | 61    |
| 22   | 1    | 1       | 97    | 0   | 19    | 22    |
| 23   | 1    | 0       | 23    | 0   | 6     | 4     |
| 24   | 0    | 0       | 118   | 0   | 11    | 6     |
| 25   |      |         |       | 0   | 4     | 1     |
| 26   |      |         |       | 1   | 33    | 15    |
| 27   |      |         |       | 0   | 1     | 0     |
| 28   |      |         |       | 0   | 26    | 5     |
| 29   |      |         |       | 0   | 45    | 20    |
| 30   |      |         |       | 1   | 4     | 3     |
| 31   |      |         |       | 1   | 7     | 0     |
| 32   |      |         |       | 1   | 6     | 1     |
| 33   |      |         |       | 1   | 3     | 0     |
| 34   |      |         |       | 0   | 1     | 4     |
| 35   |      |         |       | 0   | 2     | 20    |
| 36   |      |         |       | 0   | 6     | 36    |
| 37   |      |         |       | 0   | 11    | 45    |
| その他  | 0    | 8       | 113   | 0   | 2     | 100   |
| 合計   | 19   | 218     | 1,054 | 13  | 455   | 387   |

\*1 = 平面図あり、0 = 平面図なし \*\* 建物内の位置を示す情報

曝位置における遮蔽フルエンスの大半の原因である入射フルエンスの部分により重点を置く) 必要があるかもしれない。もう一つの問題は、線量推定方式で考慮されている日本家屋とは違い、コンクリート建物と防空壕は一つ一つが特異的で、各々のコンクリート建物・防空壕について詳細な計算モデルを構築し計算する必要があるという点である。更に、重遮蔽建造物の遮蔽フルエンスは建造物内の正確な被曝位置に非常に強く依存するので、被曝者の推定線量を計算する上で以下に示すような問題が更に生じる。

Egbert 博士が、そのような計算に利用できるコンピュータプログラムと関連ソフトウェアについて広範な解説を行った。まず、現行のシステムで使用されている線量推定方法について説明し、長崎の二つの学校のコンクリート建物内で被曝した人の線量を計算した 1992 年の重要な論文 2 編について概説した。<sup>1,2</sup> これらの論文では、現在の計算で使われるような方法とほぼ同様な方法が用いられており、放影研が現在検討している課題に直接応用できるような多くの重要な原理が示されている。

遮蔽計算には二通りの基本的な計算法(モンテカルロ法と離散座標法)がある。モンテカルロ法では、個別の仮想中性子やガンマ線が遮蔽を通して伝播する確率の原理を用いて、中性子とガンマ線の「粒子歴」を作成する。ガンマ線を発生させる相互作用によって中性子は捕獲されるか、散乱するので、中性子の散乱は特定の確率に従ってガンマ線を新たに発生させる可能性がある。モンテカルロ法とは「精密な問題に対する近似解」を得る方法である。この方法では、非常に詳細な建物モデルを処理することが可能であるが、最終的に対象被曝位置の線量の計算に至る粒子歴は非常に少なく、いかなる被曝位置においてもそのような粒子歴を十分に得ることは困難であり、ましてや

建物全体の線量環境を精密に示すことは更に難しい。離散座標法では、建物を「空間メッシュ」を構成する仮想セルに分割し、メッシュを通るガンマ線と中性子の流入差を計算する。離散座標法とは「近似の問題に対する精密な解」を得る方法である。空間メッシュ内のセルの中心によって定義されたあらゆる位置における解を得ることができるが、建物構造を十分に詳細に含めることができるほど細かいメッシュを作成することは困難であり、「レイ・エフェクト」のようなコンピュータ計算上で引き起こされる独特の問題を避けることも難しい。Egbert 博士は各々の方法のソフトウェアパッケージおよび両方法を組み合わせ合わせた方法について考察した。

Cullings 部長が、もし線量計算をする上での問題が解決し(言い換えれば、建物内の既知の被曝位置における許容範囲内の正確な線量を推定するための十分な資金が確保でき)、重遮蔽建造物、特にコンクリート建物内で被曝した人について計算が可能となった場合の線量推定値の統計的特性にかかわる幾つかの懸案事項について概説した。すなわち、爆心地からの距離について言えば、多くのコンクリート建物は無遮蔽線量が致死線量を大幅に上回るほどの距離にあり、建物内の遮蔽線量は致死線量以下から以上まで広範囲にまたがる。例えば、Rhoades ら<sup>1</sup> が計算した鎮西学院の建物内部の線量は、1 階の奥まった場所では 0.2 Gy 以下であるが、2 階の窓近くでは 30 Gy を優に上回っている。また、建物内の位置に応じた線量勾配はそれに対応して急である。その結果として、生存したという事実は、その人が建物内で、生存でき得る被曝位置およびそれに見合った線量であったことを示している。特定の被曝位置における線量が致死線量を超えれば超えるほど、生存した被曝者がその位置にいた確率は低くなる。被曝位置(建物内の位置)を示すための遮蔽歴がない被曝者につ

いては、確実にバイアスのない線量推定を行うことは困難かまたは不可能である。例えば、場所によっては線量が致死線量または致死線量を超えてしまう建物の空間平均値を単に求めるのでは、明らかに偏った過大推定になるであろう。遮蔽歴のある被曝者であっても、不確実な被曝位置は結果としてかなりの線量の不確実性をもたらす可能性がある。極めて良い被曝位置の情報に基づいて Rhoades ら<sup>1</sup> が計算した線量の場合、被曝位置の不確実性の推定値は、二つの



広島研究所で開催された重建築遮蔽に関する放影研国際ワークショップ

水平方向のそれぞれにおいて 30 cm から 90 cm の間であり、それに対応する線量の不確実性は約 3% から 56% の間であるが、ほぼすべての推定値の不確実性は 30% 未満である。

建物内において考え得る限りの線量の推定値の幅や被曝位置の不確実性に起因する線量の不確実性を考えると、ある意味でコンクリート建物は市全体の縮図のようなものであり、「既知」線量が推定されている他の被曝者について現在説明が可能であるのと同様に、この線量の不確実性についても説明する方法を見つける必要がある。建物内の被曝者の線量推定を可能にする遮蔽歴を持つ生存者の数が十分にあり、可能な限りすべての建物内の被曝者について有用な線量頻度分布の推定値を供給することができるような建物は、あるとしてもわずかしかない。更に、そのような推定値は、遮蔽歴のある被曝者の被曝位置の不確実性と、建物内の所在可能なすべての場所において後で死亡した人も含め中にいた人たちすべての所在位置がむらなく均等に分布し、それと同じ空間分布を遮蔽歴のある被曝者が持っているとして仮定する必要があることから、正確性に曇りが生じるのである。このような状況と仮定は受け入れ難いと思われるので、遮蔽歴のない被曝者についてはベイズ的アプローチのような方法を考える必要があるであろう。この方法と遮蔽歴のある被曝者の線量の不確実性を説明する方法はともに、Levin ら<sup>2</sup>が推定した半致死線量（推定値の正確性について懸念があり、熱や爆風による外傷を受けていない被曝者のみに適用できる）など、更なる情報に頼らざるを得ない。

渡辺・小田両氏が建物や防空壕の縮尺模型を使って、重遮蔽のある被曝者について様々な方向における遮蔽の「グローブ」データを得るために 1960 年代に使用された球座標プロジェクターと関連ツールのデモンストレーションを行った。これらのデータは 1965 年暫定線量推定方式 (T65D) において線量計算のために使用されたが、この研究を主導した線量物理学者である米国のオークリッジ国立研究所の J.S. Cheka 博士は当該データを「おおよその推定」と考え、<sup>3</sup> Seymour Jablon 氏は信頼できるほど正確ではないと考えた。<sup>4</sup> その後の討議から明確になったのは、残念ながら、コンクリート建物は一つ一つが特異的であるため、コンクリート建物内の被曝者についてグローブデータを使用する明確な方法がないということだった。従って、屋外にいたが木造建物の近くにいた被曝者についてグローブデータを使用するために DS86 や DS02 で行われた方法と類似した方法を用いることはできない。コンクリート建物について同様の方法を考案するために、コ

ンクリート建物モデル内の様々な位置における線量を計算し、これらの位置でのグローブデータを用いて実際の被曝者の位置をコンクリート建物モデル内の位置に関連付けることになるだろう。しかし、対象となる様々な建物をすべて代表することが可能なコンクリート建物モデルを作成することはできない。

線量計算の実行可能性に関する一般論が更に行われた。Egbert 博士が、壁や床版の厚さ、窓の寸法や位置、柱や梁などその他の大きな構造物に関する詳細な情報、およびすべての関連資材の元素組成など、建物構造の詳細なデータが計算には必要であると指摘した。重遮蔽に関する問題については、実行可能性を調べるために幾つかの代表的な建物について計算を行い作業を進めていくことになるかもしれない。

Egbert 博士をはじめワークショップの参加者に感謝したい。特に、オークリッジ国立研究所の Douglas E. Peplow 博士は遮蔽計算に関する自身の教材を、今回のワークショップのために Egbert 博士にご提供いただき感謝する。詳細な会議資料および利用可能なデータを示す素晴らしい図表を作成してくれた放影研の原簿管理課の職員とワークショップを支援してくれた統計部や疫学部をはじめとする放影研の職員の方々に感謝する。この分野における重要な研究者である George D. Kerr 博士は残念ながら今回のワークショップに参加できなかったが、グローブデータおよび T65D に端を発するこの問題に対する同博士の長年にわたる功労を称えたい。

#### 参考文献

1. Rhoades WA, Childs RL, Ingersoll DT. Radiation exposure inside reinforced concrete buildings at Nagasaki. *Health Phys.* 63: 510-21; 1992.
2. Levin SG, Young RW, Stohler RL. Estimation of median human lethal radiation dose computed from data on occupants of reinforced concrete structures in Nagasaki, Japan. *Health Phys.* 63: 522-31; 1992.
3. ABCC Interoffice Memorandum dated 22 September 1970, from Mr. M. Usagawa of the Statistics Department to Mr. Yoshida, re revision of CD#575: code for globe operation for subjects exposed inside concrete building on class of estimating dose.
4. Jablon S. ABCC Technical Report No. 23-71: Atomic bomb radiation dose estimation at ABCC. Atomic Bomb Casualty Commission, Hiroshima and Nagasaki, Japan, 1971.

## 放射線と心血管疾患に関する国際ワークショップ

広島・臨床研究部部长代理 大石和佳

放影研の臨床研究部は心血管疾患（CVD）ワーキンググループの協力を得て、2013年2月5-6日の2日間、「放射線と心血管疾患」と題する国際ワークショップを広島研究所講堂で開催した。

近年、放影研の寿命調査（LSS）において、心疾患および脳卒中死亡で被曝線量と関連したリスク増加が観察されているが、病型分類別に見ると虚血性心疾患、脳梗塞、脳出血、くも膜下出血との関連は有意でなく、有意な関連が見られたのは高血圧性心疾患、リウマチ性心疾患、および心不全であることが示されている。一方、成人健康調査（AHS）において、女性、2 Gy 以上の被曝、被曝時年齢が40歳未満の被曝者などで心筋梗塞発生リスクの増加がこれまで観察されているが、脳卒中については一貫した傾向が見られていない。そして最近の報告では、男女ともに被曝線量と共に出血性脳卒中発生リスクの増加が観察されている。

このような背景から、本ワークショップでは、「放射線関連心血管疾患の知見における結果の一貫性と不一致は何であるか?」、「高線量および低線量被曝で放射線関連心血管疾患に関して重要なメカニズムは何であるか?」、「放射線関連心血管疾患を評価するために測定することが可能な指標は何であるか?」、「放射線関連心血管疾患リスクを評価するために有用な統計的手法は何であるか?」などについて議論するために、この領域の専門家である国内外の研究者と所内の研究員に講演を行っていただいた。

会議の初日には、Fred A. Mettler, Jr. 先生（ニューメキシコ大学放射線医学講座臨床教授兼名誉教授）による講演が行われた。同教授は、心血管疾患の放射線リスクについて、一般的な概念、放射線治療、放射線作業、原爆被曝者、動物実験などの研究から観察された知見や問題点について幅広いレビューを行った。続いて、放影研の小笹見太郎疫学部長が「LSSにおける心血管疾患に関する疫学研究」、Peter Jacob 先生（ヘルムホルツセンターミュンヘン放射線防護研究所所長代理）が「LSSにおける心血管疾患死亡率の線量反応」、伴信彦先生（東京医療保健大学教授）が「放射線に起因する心血管疾患の線量反応に関する検討」と題する講演を行った。ここでは、放射線に起因する心血管疾患リスクについて、線量反応を病型別や期間別に評価することの重要性、リスク因子を考慮した線量反応の考え方などが活発に議論された。

午後のセッションでは、Steven E. Lipshultz 先生（マイ

アミ大学 Leonard M. Miller 医学部教授）が「小児がん生存者集団における放射線被曝後の心筋症」の講演の中で、小児がん生存者集団の膨大な長期追跡データに基づいて病型別も含む心疾患リスクや頭部放射線照射における成長ホルモンへの影響など自身の研究成果を含め解説した。続いて、放影研の高橋郁乃臨床研究部研究員が「AHSにおける心血管疾患に関する研究の概略」、Fiona Stewart 先生（オランダがん研究所准教授）が「放射線に起因する心血管疾患の生物学的機序」と題する講演を行った。ここでは、高線量被曝と低線量被曝、全身被曝と局所被曝や頭部被曝、また心血管疾患の病型別では放射線に起因する心血管疾患発症の異なる生物学的機序が想定されることが議論の中心になった。放射線に起因する心血管疾患のリスクを正しく評価するためには、上記の生物学的機序を考慮に入れて、より適切な指標（検査やバイオマーカー）を選択する必要性が強調された。

2日目は、並河徹先生（島根大学医学部教授）が「SHRSP（脳卒中易発症性高血圧自然発症ラット）、脳卒中の遺伝モデルラットの遺伝解析」と題する講演を行い、続いて放影研で実際に SHRSP ラットを使用して丹羽保晴放射線生物学／分子疫学部副主任研究員と共に研究を進めている高橋規郎副理事長室付顧問が「放影研における放射線と心血管疾患に関する動物研究」と題する講演を行った。ここでは、SHRSP ラットを用いた実験で、放射線（1-4 Gy）被曝が心血管疾患の発生と相関を示すこと、および被照射ラットの脳、心臓を含む各臓器の病理像に特徴が認められたことは意義深いものであるため、より低線量での調査が重要であることが強調された。

最後に行われた総合討論では、放影研の今後取り組む



放射線と心血管疾患に関する国際ワークショップ（放影研広島研究所）

べき心血管疾患研究の方向性などが議論され、2日間の討議の内容が、児玉和紀主席研究員、小笹晃太郎疫学部長、赤星正純長崎臨床研究部長、Roy E. Shore 副理事長によって総括された。現在、講演者と座長が中心となって報告書の作成に取り組んでおり、国際的なジャーナルに投稿さ

れる予定である。

本ワークショップは厚生労働省の国際交流調査研究事業の支援の下で、放影研の臨床研究部のスタッフのみならず各部および事務局の多くの方々のご協力を得て実現しましたことを深謝いたします。

## 第2回放射線健康リスク管理福島国際学術会議

2013年2月25-27日の3日間にわたり、福島市で「第2回放射線健康リスク管理福島国際学術会議」が福島県立医科大学の主催（福島県、日本学術会議臨床医学委員会放射線防護・リスクマネジメント分科会共催）で開催された。この会議は国内外の専門家から放射線の健康リスクに関して、福島での取り組みや世界の研究成果を報告してもらい、学術的な議論を行う目的で開催されたもので、世界保健機関（WHO）、国連原子放射線影響科学委員会（UNSCEAR）、国際原子力機関（IAEA）、国際放射線防護委員会（ICRP）、福島県立医科大学、広島大学、長崎大学などから、アメリカ、ロシア、ドイツ、日本など9カ国の専門家延べ約460人が参加した。

会議では初日に四つのセッションが行われた。セッション1「福島原発事故初期医療対応と課題」では広島大学の谷川攻一教授により緊急被曝医療の問題点などについて報告が行われ、セッション2「県民健康管理調査事業の進捗状況」では四つの詳細調査（甲状腺検査、健康診

査、妊産婦調査、こころのケア・生活習慣に関する調査）のデータ解析の一部が福島県立医科大学により報告された。続いて、セッション3「国内機関の福島への取り組み」の中で放影研の児玉和紀主席研究員が「放射線影響研究所の福島への貢献」について発表し、最後のセッション4「国内大学等の福島への取り組み」では大久保利晃放影研理事長が共同座長を務めた。

会議2日目はセッション5からセッション8まで、国際機関による福島原発事故対応、海外の研究者によるチェルノブイリの経験などについての発表と総合討論が行われ、最終日には長瀧重信長崎大学名誉教授（元放影研理事長）が「福島原発事故における科学者（集団）の使命と責任—50年後を見据えて」というテーマで基調講演を行った。最後となるセッション9「放射線健康リスク管理」の終了後に最終討論が行われ、「福島への教訓と将来の取り組みへの提言」をまとめて3日間の会議を閉幕した。

## 復興対策特別人材育成事業の学際教育集中講義を行って

広島・疫学部副主任研究員 坂田 律

3月18、19日の2日間にわたり、放影研広島研究所で、復興対策特別人材育成事業「被ばくの瞬間から生涯」を見渡す放射線生物・医学の学際教育集中講義を行いました。これは文部科学省の支援で平成24年度から行われている復興事業の一環として、放射線による損傷と影響との因果関係を、時間経過に伴う変化を意識しながら、広範に、深く理解し、社会に貢献できる専門家を育てることを目的とした人材育成事業で、放射線生物・医学領域を防護と緊急被ばく医療、疫学とがん治療、個体応答研究、分子応答研究の4分野に分け、京都大学など六つの大学と環境科学技術研究所など四つの研究所が参加して行われています。放影研は「疫学とがん治療」分野の疫学の集中講義

を担当しました。事業に参加登録した人がホームページを見て、参加したい集中講義や国際シンポジウムなどに参加するという形で、学部学生、大学院生、若手研究者を主な対象としています。

受講料は不要、旅費、宿泊費などは事業から支出されるものの、単位としての認定はないとのことで、どういった受講生が何人くらい来てくれるのか全く分からない状態でのスケジュール作成でした。3月に入り、13人の受講生が参加することが分かりましたが、学年は学部2年生から博士課程1年生まで、所属も工学系、理学系、医学系と幅広くどこに焦点を置いたものかと迷いました。事業の講師として登録されている方3人も、自分の専門分野とは異

なった分野の知識を深めるとともに、討論や質問を促す役として参加されました。

当日はあいにくの雨となりましたが、大久保利晃理事長のあいさつでいよいよ開講となりました。第1部「原爆被爆者の疫学調査の方法と結果」では、最初に被爆者調査の歴史や寿命調査およびその結果について小笹晃太郎疫学部長の講義があり、その中で使われていた用語についての解説(坂田)を加えた後で、胎内被爆(杉山裕美疫学部腫瘍登録室室長代理)と被爆者の子どもの調査(Eric Grant疫学部副部長)についての講義を聞くことで用語に慣れていただけるようにしました。2日目午前中の第2部「そのような調査を可能とする疫学研究手法」は、疫学概論(小笹部長)、リスクの評価(坂田)、真の姿をゆがめて見せる要素(定金敦子疫学部副主任研究員)の三つの講義で構成しました。1日目で少し慣れていただいた用語について背景にある疫学という学問を理解してもらおうという趣旨でしたが、通常は半年にわたって行われる講義の3分の1くらいの内容を入れてしまいましたので、受講生の皆さんは聞いているのがやっとなという感じでした。午後の第3部「動物実験と疫学調査との接点」は、マウス実験と疫学調査との接点に関する課題(中村 典遺伝学部顧問)お

よび生物学的な線量評価について、二動原体染色体(田代 聡広島大学教授)、転座(児玉喜明遺伝学部長)、および電子スピン共鳴(ESR)法(平井裕子遺伝学部研究員)を使った方法の講義をしていただきました。受講生にはこの時間が最も親しみのある時間だったかと思いますが、1日目や午前中の疲れが出た様子で質問が出ず気がかりでした。とはいえ、講義終了後も残って中村先生、平井先生に熱心にお話を聞いておられる様子を見て安心しました。

参加登録した受講生には本事業の事務局から情報が届くという形になっており、また、他施設での集中講義がそれぞれ異なった形態で開催されるために、昼食を持参していただくようお願いしていたにもかかわらず約半数の人が昼食を持って来られなかったため、雨の中比治山を下りて買いに行くこととなったり、宿泊の予約をしていない学生さんがいたり運営の難しさを感じました。しかし、自発的に登録して参加された学生さんだけあってモチベーションも高く、詰め込み授業を何とか理解して質問される姿が見られ、18日の講義終了後に行った懇親会にも12人の参加があり、積極的に交流されていた姿が印象的でした。これを機会に放射線関連の研究に進んでくださる方が増えることを願っています。



広島研究所で開催された学際教育集中講義の参加者

## 日本人喫煙者の死亡率と余命への喫煙の影響：前向きコホート研究\*

坂田 律

放影研疫学部（広島）

\*この記事は以下の論文に基づく。

Sakata R, McGale P, Grant EJ, Ozasa K, Peto R, Darby SC. Impact of smoking on mortality and life expectancy in Japanese smokers: A prospective cohort study. *BMJ* 2012; 345:e7093 (doi: 10.1136/bmj.e7093)

## はじめに

喫煙は日本人集団においても多くの疾患の罹患・死亡リスクを高めるといった結果が得られている。しかし、これまでの調査では、そのリスクの大きさは欧米で得られた結果に比べて小さいという結果が得られており、その理由は明らかではない。我々は寿命調査 (LSS) において全死亡および平均余命に対する喫煙の影響を調査した。

## 解 説

## 1. 調査の方法

LSS 集団に行われた4回の郵便調査 (1965年、1969年、1978年、1991年) と LSS の副次集団である成人健康調査集団に行われた3回の面接 (1963年、1965年、1968年) で回答された喫煙情報を用いた。最初の喫煙状況回答以降の平均追跡期間は22.9年であった。喫煙状況別および出生年別に年齢調整死亡率を計算し、非喫煙群と比較した喫煙群および禁煙群の死亡率比を求めた。喫煙状況が後の調査への回答で変化した場合には、その調査以後は、新たに報告された喫煙状況の群に再分類した。飲酒などの生活習慣や被曝線量を考慮した解析も行い、結果が大きく変わらないことを確認した。

## 2. 調査の結果

67,973人 (男性27,311人、女性40,662人) が少なくとも1回喫煙状況を回答していた。

## (1) 出生年別の喫煙のリスク

出生年別に死亡率を比較すると、いずれの出生年群でも非喫煙群より喫煙群の死亡率が高く、1890年以前に生まれた男性喫煙群の死亡率比は1.24、1930-1945年に生まれた男性喫煙群では1.92と出生年が遅くなるほど死亡率比が大きくなった。女性でも同様の傾向が見られた。

## (2) 喫煙開始年齢の影響

1920-1945年に生まれ30歳以降に喫煙開始した男性では、喫煙群の死亡率比は1.48であり、20歳以前に喫煙開始した男性では2.21であった。女性でも喫煙開始年齢が低いほど死亡率比が大きかった。

## (3) 余命の短縮

35歳の時に喫煙していた男性の78%が70歳まで生きたのに対し、喫煙していなかった男性の78%が75歳まで生きた。同様に35歳時に喫煙していた女性の88%が70歳まで生きたのに対し、非喫煙群の女性では同じ割合が74歳まで生きており、喫煙による余命の短縮は男女ともに約5年であった。1920-1945年に生まれ、20歳までに喫煙を開始して喫煙を続けた男性の72%が70歳まで生きたのに対して、同世代の非喫煙者は72%が78歳まで生きた。同様の比較で、喫煙群の女性は79%が70歳まで生きたのに対し、非喫煙群の女性では同じ割合が80歳まで生きた。この比較での余命短縮は男性で8年、女性で10年であった。

## (4) 禁煙の影響

35歳までに喫煙を止めた人は、喫煙を続けた場合の過剰なリスクのほとんどを回避することができ、45歳までに禁煙した人でもその大部分を回避することができた。

喫煙開始の平均年齢は1890年以前生まれの男性で23歳、女性で36歳であったが、1930-1945年生まれの男性では19.8歳、女性で24.3歳に低下した。一日当たりの喫煙本数の平均は1890年以前生まれの男性で13本、女性で7本であったが、1930-1945年生まれの男性では24本、女性で13本に増加していた。今回の研究では、1920-1945年に生まれ20歳までに喫煙を開始した人で、欧米で観察されている値に近い余命の短縮を観察した。今まで日本人で観察されてきた低いリスクは、喫煙開始年

齢が高く、喫煙本数が少なかった昔の世代の人たちの影響を受けていたからかもしれない。欧米諸国と同様に日本においても、成人期早期に喫煙を開始して喫煙を続けた

人は平均約 10 年の人生を失う。しかし、そのリスクのほとんどは 35 歳までに禁煙することで避けることが可能である。

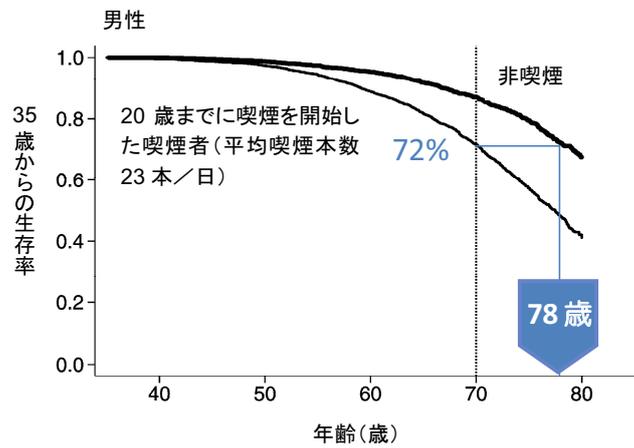


図. 1920—1945年に生まれた男性の35歳からの生存率(非喫煙者と20歳までに喫煙を開始した喫煙者の比較)

## 放射線により生じる修復不能な染色体 DNA の二本鎖切断が細胞の運命を決定する\*

野田朝男

放射線遺伝学部

\*この記事は以下の論文に基づく。

Noda A, Hirai Y, Hamasaki K, Mitani H, Nakamura N, Kodama Y. Unrepairable DNA double-strand breaks that are generated by ionising radiation determine the fate of normal human cells. *J Cell Sci* 2012; 125(22): 5280-7 (doi: 10.1242/jcs.101006)

### 今回の研究で明らかになったこと

放射線被曝によって細胞核内の染色体・DNA に生じる修復不能な二本鎖切断は、修復可能な損傷よりも大きな修復蛋白質複合体として長期間留まることが確認され、これを持つ細胞には早期老化傾向と細胞分裂の無期限停止が見られた。また、修復不能な二本鎖切断の数は、被曝線量に応じて増加し(図1)、反復被曝により蓄積することから、検査時までの総被曝線量の推定に利用できる可能性が示唆された。

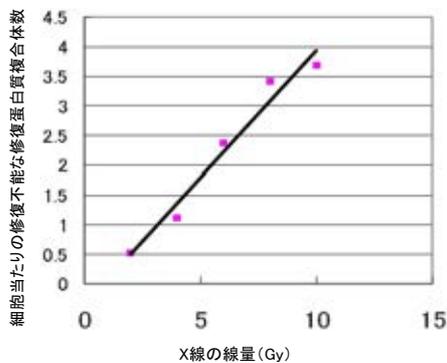


図1. 被曝線量に応じた修復不能な二本鎖切断形成

### 解説

生物に対する放射線の長期的な影響を考える場合、放射線被曝により生じる染色体・DNA 損傷の中でも修復不能な二本鎖切断は最も重要なものである。しかし、このような損傷がどのようにして生じ、細胞の運命をどのように決定付けるかについては、あまりよく分かっていなかった。今回我々は、放射線被曝によって、ゲノム<sup>注)</sup>中に修復不能な損傷が残り、これが組織の機能低下を引き起こし、放射線の晩発効果の原因となるのではないかと考えた。そこで、このような損傷を検出することを試みた。細胞核内に留まる大きな修復蛋白質複合体を修復不能な二

本鎖切断の目印として、放射線の生物影響を考察しその分子メカニズムを解析した。

#### 1. 調査の目的

過去に被曝を受けた細胞や組織中には修復不能なゲノム損傷が今でも残っているのではないかと考え、これを検出する方法を考案することを目的とした。

#### 2. 調査の方法

正常なヒト細胞(実験室で培養)や、実験マウスに放射線を照射し、細胞核内のゲノム(染色体DNA)に長期にわたり残り続けるDNA二本鎖切断を、大きな修復蛋白質複合体として検出した(図2)。

#### 3. 調査の結果

被曝線量に応じて、修復不能な損傷が細胞核内に蓄積することが明らかとなった。こういった損傷が、組織・臓器の長期的機能にどのような影響を及ぼす可能性があるか、逆に、原爆被曝者の調査から明らかとなっている事柄とどのように結びつく可能性があるか、今後の解析が必要である。

注) DNAに含まれる遺伝情報全体をいう。

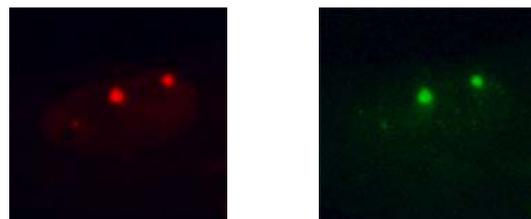


図2. 6 Gy 照射1カ月後の細胞核に見られた修復不能な二本鎖切断修復蛋白質複合体ペアで存在することが多い。左は53BP1抗体染色、右はγH2AX抗体染色

## 胎仔で照射された成体マウスの脾臓細胞では転座型染色体異常の頻度は低いを観察される転座はしばしばクローン性<sup>注)</sup>である\*

児玉喜明

放影研遺伝学部

\*この記事は以下の論文に基づく。

Nakano M, Kodama Y, Ohtaki K, Nakamura N. Translocations in spleen cells from adult mice irradiated as fetuses are infrequent, but often clonal in nature. *Radiat Res* 2012; 178(6):600-3 (doi: 10.1667/RR3074.1)

### 今回の調査で明らかになったこと

これまでの原爆被爆者およびマウスの調査から、胎児(胎仔)が放射線に被曝すると、成体での被曝と異なり血液細胞に染色体異常(転座)が残らないことを報告してきた。マウスの研究では、一部の転座のみを検出する2色FISH(蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション)法を用い、すべての染色体に生じる転座頻度を計算で求めていたため、過小評価の可能性があった。そこで今回はすべての染色体で転座を検出できる多色FISH(mFISH)法を用いて再検査を行った。その結果、これまで2色FISH法で推定されていた転座頻度がすべての染色体での異常頻度を正しく反映していること、また胎仔あるいは新生仔で被曝した場合、ごく一部の造血幹細胞が被曝の影響を染色体異常として残すことができ、その子孫が染色体異常を持つクローン細胞として増殖していることが示された。

### 解説

胎仔あるいは新生仔のマウスに放射線を照射し、20週齢で検査をすると転座がほとんど認められなかった。この理由の一つとして、解析に用いた2色FISH法が一部の転座のみを検出する方法のため、クローン性転座を含むすべての染色体異常を正しく検出できなかった可能性があった。そこで、放影研遺伝学部の中野美満子研究者らは、すべての染色体で転座を検出できるmFISH法を用いて、これまでの観察結果の検証を行った。

#### 1. 調査の目的

2色FISH法は一部の転座しか検出できないため、結果にバイアスの入る可能性があった。その問題を確認するため、すべての転座を検出できるmFISH法を用いて再調査を行った。

#### 2. 調査の方法

B6C3F1マウスの15.5日齢胎仔(母親は12週齢)および3-4日齢仔にX線を2Gy照射し、18-21週齢になった時点で脾臓Tリンパ球の染色体標本を作製した。胎仔照射4例、新生仔照射3例、および胎仔照射例の母親1例について、mFISH法による解析を行った(図)。

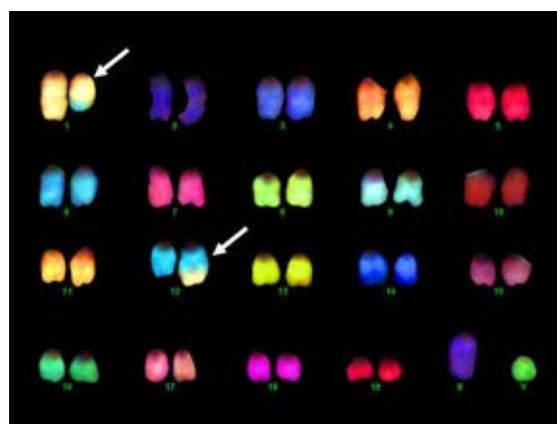


図. mFISH法により検出された1番染色体と12番染色体の転座:t(1q-;12q+)。異常染色体(矢印)には色変わりがあり、1番染色体と12番染色体の間で交換(転座)が起こったことが分かる。

#### 3. 調査の結果

mFISH法により前回と同じ試料を検査した結果、胎仔あるいは新生仔で照射されたマウスの脾臓細胞では、転座の頻度は前回同様ゼロに近いことを確認できた。また、前回クローン性が示唆された転座はやはりクローンであること、更に前回見つからなかった新しい転座クローンの存在も判明した。一方、X線を照射された母マウスではこれまでと同じく多数の転座が検出されたが、クローンは観察されなかった。以上の結果は、胎仔あるいは新生仔に

おける大半の造血幹細胞は放射線の影響を残せないが、ごく一部は成体の造血リンパ系細胞と同様に被曝により生じた染色体異常を記録でき、かつ少数の生き残り幹細胞として細胞増殖する(クローン性染色体異常として検出)ことを示唆している。これまで胎児被曝ではリンパ系細胞に染色体異常が残らなかったため、1950年代に英国などで行われた胎児のX線診断による被曝(約10 mGy)が原因で小児白血病が増えたとされる調査結果には違和感があった。しかし、今回の研究で、胎児の造血幹細胞でも一部は放射線の影響を記録することができ、しかもク

ローン性に増殖していることが分かった。このように、動物モデル実験において、胎内被曝による染色体異常の一部が残存していたことから、小児白血病の放射線誘発説も理解できる。

注) 染色体調査では、時おり、全く同じ染色体異常が複数の細胞で見つかることがある。これらの細胞は、染色体異常を生じた1個の幹細胞が体内で増殖したものと考えられ、染色体異常クローンと呼ばれる。

## 原爆被爆者における慢性腎臓病と心血管疾患危険因子との 関連：横断調査\*

世羅至子

放影研臨床研究部（長崎）

\*この記事は以下の論文に基づく。

Sera N, Hida A, Imaizumi M, Nakashima E, Akahoshi M. The association between chronic kidney disease and cardiovascular disease risk factors in atomic bomb survivors. *Radiat Res* 2013; 179(1):46–52 (doi: 10.1667/RR2863.1)

### 今回の調査で明らかになったこと

原爆被爆者において、慢性腎臓病は心血管疾患危険因子である高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群と関連が見られた。また放射線量と慢性腎臓病には関連が見られた。特に慢性腎臓病においてより程度が強い重度腎機能障害では放射線量との強い関連が見られた。

### 解説

がんの放射線治療の際の高線量被曝（50–60 Gy）により生じる心血管疾患と、原爆被爆者（1–4 Gy）において見られる心血管疾患の発生機序が同じであるか否かについては多くの議論があるが、原爆放射線被曝線量と高血圧、脂質異常、脂肪肝および炎症マーカー高値などの代謝性心血管疾患危険因子の間には関連性が見られており、これらが原爆被爆者における心血管疾患の増加に関与している可能性が示唆されている。

近年、心血管疾患の危険因子として慢性腎臓病が認識されるようになった。慢性腎臓病は2002年に米国腎臓財団により提唱された新しい疾患概念である。原爆被爆者と腎臓病については最近、腎不全死亡率と被曝線量の関連が報告された。しかし、原爆放射線と慢性腎臓病の関係についてはこれまで報告がなく不明であった。

本研究は、長崎の成人健康調査において、慢性腎臓病と高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群との関連、および放射線量と慢性腎臓病、腎機能障害との関連を調査したものである。

### 1. 調査の目的

原爆被爆者において慢性腎臓病と心血管疾患危険因子である高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群との関連、および放射線量と慢性腎臓病の関連を調べる。

### 2. 調査の方法

2004–2007年に長崎で成人健康調査を行った1,040人について、腎機能障害の程度を、正常（121人、推定糸球体ろ過率[eGFR]  $\geq 90$  ml/分/1.73 m<sup>2</sup>）、軽度腎機能障害（686人、eGFR 60–89 ml/分/1.73 m<sup>2</sup>）、中等度腎機能障害（217人、eGFR 30–59 ml/分/1.73 m<sup>2</sup>）、重度腎機能障害（16人、eGFR  $< 30$  ml/分/1.73 m<sup>2</sup>）に分類し、中等度および重度腎機能障害を診断基準に従い慢性腎臓病（233人、eGFR  $\leq 59$  ml/分/1.73 m<sup>2</sup>）と診断した。

その上で、年齢、性、喫煙および飲酒習慣を調整して慢性腎臓病と高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群との関連を調べた。1,040人のうち被曝線量が判明している746人において、慢性腎臓病、腎機能障害と原爆放射線量の関連についても調べた。

### 3. 調査の結果

#### (1) 慢性腎臓病と心血管疾患危険因子の関連性

慢性腎臓病は心血管疾患危険因子である高血圧（オッズ比 [OR] 1.57、95%信頼区間 [CI] 1.12–2.20、 $P = 0.009$ ）、糖尿病（OR 1.79、95%CI 1.23–2.61、 $P = 0.002$ ）、高脂血症（OR 1.55、95%CI 1.12–2.14、 $P = 0.008$ ）、メタボリック症候群（OR 1.86、95%CI 1.32–2.63、 $P < 0.001$ ）と関連していた。特に高脂血症とメタボリック症候群は軽度腎機能障害との関連も見られた（表1）。

#### (2) 慢性腎臓病と放射線量の関連性

慢性腎臓病は放射線量と関連が見られ（OR/1 Gy 1.29、95%CI 1.01–1.63、 $P = 0.038$ ）、また重度腎機能障害では放射線量と強い関連が見られた（OR/1 Gy 3.19、95%CI 1.63–6.25、 $P < 0.001$ ）（表2）。

原爆被爆者において、被曝放射線量と慢性腎臓病、重度腎機能障害との関連が示された。また慢性腎臓病が高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群といった心血管疾患の危険因子とも関連があることが明らかとなった。以上の所見は慢性腎臓病が原爆被爆者における心血管

疾患増加に関与している可能性を示唆しているが、本研究が長崎の成人健康調査を対象としていたため、重度腎機能障害者が16人と少なく、結果の解釈には慎重を期す必要がある。このため今後、広島・長崎の成人健康調査を対象に更に大規模な詳しい研究を予定している。

表 1. 慢性腎臓病に対する心血管疾患危険因子のオッズ比 (95%信頼区間)

| 心血管疾患危険因子 | オッズ比 (95%信頼区間)   | P      |
|-----------|------------------|--------|
| 高血圧       | 1.57 (1.12-2.20) | 0.009  |
| 糖尿病       | 1.79 (1.23-2.61) | 0.002  |
| 高脂血症      | 1.55 (1.12-2.14) | 0.008  |
| メタボリック症候群 | 1.86 (1.32-2.63) | <0.001 |

P: 慢性腎臓病でない (正常-軽度腎機能障害) 群 (807 人) をコントロールとし、慢性腎臓病のある (中等度-重度腎機能障害) 群 (233 人) を年齢、性、喫煙および飲酒習慣で調整した。

表 2. 慢性腎臓病に対する放射線量のオッズ比 (95%信頼区間)

| 腎機能障害          | 人数  | 調整なし                  |        | 調整あり                  |        |
|----------------|-----|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
|                |     | オッズ比 / 1 Gy (95%信頼区間) | P      | オッズ比 / 1 Gy (95%信頼区間) | P      |
| 正常-軽度          | 584 | 1                     |        | 1                     |        |
| 中等度            | 149 | 1.13 (0.90-1.44)      | 0.295  | 1.15 (0.89-1.48)      | 0.293  |
| 重度             | 13  | 2.25 (1.36-3.78)      | 0.002  | 3.19 (1.63-6.25)      | <0.001 |
| 慢性腎臓病 (中等度-重度) | 162 | 1.26 (1.01-1.57)      | 0.040* | 1.29 (1.01-1.63)      | 0.038* |

\* 慢性腎臓病のない (正常-軽度腎機能障害) 群 (584 人) をコントロールとし、年齢、性、喫煙および飲酒習慣、高血圧、糖尿病、高脂血症、メタボリック症候群で調整した。慢性腎臓病に対する放射線量の解析については順序ロジスティック回帰モデルを用いた。

## 退任のごあいさつ —過去5年間を振り返って—

元主席研究員 Evan B. Double

放影研を退職してから約半年経ち、日本での5年間を振り返ると、放影研で仕事をし広島に住む機会に恵まれたことをとても幸運に感じます。その経験は想像よりもはるかに有益で意義深く、啓発的なものでした。また放射線科学分野の私の経歴に終止符を打つ上でも価値あるものでした。

カンザス大学の大学院では教授たちが講義で ABCC の早期の所見について教えていましたし、ウィスコンシン大学での博士課程修了後の恩師である Kelly Clifton 博士は放影研理事に就任されました。また、私はダートマス医科大学の教授時代の講義で放影研の論文に発表された所見を取り上げておりました。James Neel、Gilbert Beebe、James Crow、Stuart Finch 各博士など影響力のある研究者を含む数人のダートマス大学に関係する科学者が長年放影研を支援していたことも知りました。そのため、米国アカデミー連合—米国学士院における責務を通じて放影研を支援した後に、主席研究員として放影研に貢献する機会に恵まれたことを大変うれしく思いました。

放影研での在任中には、放影研が幾つかの興味深い課題に取り組むための支援を行うというユニークな機会があり、これは刺激的で面白いものでした。例えば、放影研は公益財団法人に移行し、どのように広報活動を充実させ、その研究成果をより効果的かつ積極的に広め、国際的な知名度を高めるべきかについて模索しました。また、一連の市民公開講座の開始を含め、教育活動も強化しました。放影研の研究者は貴重な生物試料の使用および生物試料センター設立のための指針を策定しました。放影研の長期的な将来構想の立案にも着手し、研究目標を達成するに当たって基礎研究部門が今後どのような役割を果たすべきか検討する上での助言と支援を広く外部に求めました。最新の技術を導入するため放影研の共同研究の可能性について模索しようとワークショップを開催し、(a) 放射線が誘発した影響の機序としてのエピジェネティクス、(b) 最終的には健康影響に至る傷害の標的としての幹細胞、および (c) ヒトにおける遺伝的影響に関する放射線リスクの問題を解決するためのゲノム配列決定、の役割について検討しました。米国国立アレルギー感染症研究所から大規模な5年間の外部研究資金を獲得したことによって、放影研の研究者が日米の研究機関の26人前後の科学者と共同で放射線が誘発した免疫老化の役

割について研究するプロジェクトにかかわったのは楽しい経験でした。また、福島事故が起きた時に日本に住んでいたことは、専門的見地からは特に関心をひかれた経験でした。この事故により放影研の研究者は、被曝集団・一般の人々・政府および地方自治体それぞれに適した方法で放影研の研究結果を知らせるために数多くの課題に直面しました。

私は今、自然の美しさ、文化、人々を含め放影研・広島・日本の多くのことから離れて寂しく感じています。過去5年間を振り返り、私を助け放影研での経験を特別なものにしてくれた多くの放影研の「仲間」(同僚と友人)に対してより一層の感謝の念を抱いています。最も大切な思い出は「チーム」としての努力、多数の忠実な職員の勤勉さ、放影研の役員・研究員・一般職員の貢献の精神です。2008年に私が初めて出席した放影研の永年勤続表彰式で、受彰者代表として大西寿氏が述べた言葉—「放影研はこれから乗り越えなければならない多くの課題に直面しているので、放影研の過去の業績や思い出に感傷的に浸ることは甘えでしかありません。」「私たちは多くの先輩たちが残した重要な業績とそれらの方々の貢献に対して心から敬意を払い、同時に放影研の将来を確固たるものとするために引き続き最善を尽くす所存です。」という謝辞を私は忘れることはないでしょう。私も放影研を支援し続けたいと思います。これからもお会いする機会があると願っていますので、「さようなら (goodbye)」という言葉よりも「ご機嫌よう (farewell)」という言葉の方がふさわしく感じます。ガンバッテ クダサイ!



放影研で執務中の Evan B. Double 元主席研究員

## 定年退職に当たり

放射線生物学／分子疫学部  
元副主任研究員 今井一枝

広島には特別な感慨があります。私は1952年8月6日東京に生まれました。奇しくも広島原爆記念日でした。そのためか、母は原爆に強い関心を持ち、原爆に関する本を読み、1968年に銀座松坂屋で開かれた第1回原爆展にも私と弟を連れて行きました。私は、この原爆展に衝撃を受けてしまい、原爆のむごたらしさに対する強い恐怖感から広島・長崎をむしろ避けるようになってしまいました。ですから埼玉県立がんセンターから広島放射線影響研究所に移る時には、40代後半になっていたにもかかわらず躊躇する始末でした。しかし、これも契機と思いついて広島に来ました。

広島の街を歩いて回ると、いたるところに慰霊碑や記念碑が立ち、お寺の卒塔婆のほとんどの「昭和二十年八月六日」と記されていました。乗り合わせたタクシーの運転手さんや知り合った方たちの身内には必ずといっていいほど被爆された方がいらっしゃいました。また、広島暑い夏のさなか、8月6日の記念式典が近づくにつれて、国内外から多数の人が訪れ街の喧騒が増すのとは反対に、私が住んでいた辺りでは近隣の家々から読経が聞こえ、深く沈んだ、どこか張り詰めたような空気が漂っていくのが感じられました。

一方、瀬戸内海に面した広島は温暖な気候と自然に恵まれ、新鮮な魚や果物もおいしく、程よく都会の生活も楽しめる大変住み心地の良い街です。こうして、広島を吸って暮らしてみると、被爆以前のこの街で暮らしていた人々の生き生きとした姿が思い浮かぶようでした。広島に来たことによって、これまでのように文書や映像などの資料で学ぶだけでなく、家族や友人など身近な人が多数犠牲になり、放射線の影響に今も苦しみ恐れている被爆者の方々の悲痛な思いにほんの少し近づいた気がいたします。このことが、私にとって放影研に勤めた最大の意義であった気がいたします。

研究生活について述べますと、放影研には2001年7月に江口英孝先生と一緒に、埼玉県立がんセンターから異動して

まいりました。中地敬先生が疫学部長に就任されたのに伴い、私たち二人も放影研に採用されました。最初の1年は疫学部に在籍しました。疫学部や統計部には外国人の研究者が多くいらして英語が不得手な私はかなり不安でしたが、温かく迎えられ不自由な思いはしませんでした。

2年目に中地先生と共に江口先生と私も放射線生物学／分子疫学部（放生／分子疫学部）に移りました。放生／分子疫学部の免疫学研究室では、放射線被曝の健康への影響が60年以上も継続するメカニズムを探るために、被曝者の方々から血液を頂き、免疫関連の生体マーカーと放射線被曝の関係を検討していました。私は、埼玉県立がんセンター時代に、発がんリスクの個人差を調べるために、分子疫学的手法を用いて、生活習慣調査に加えて血液などの生体試料から遺伝子多型や代謝・免疫などの生体マーカーを測定し、がん罹患との関連を検討する研究を行っておりました。そのため、放生／分子疫学部の研究テーマには抵抗なく飛び込んでいきました。実際、がんの分子疫学の経験を生かして、免疫ゲノムや免疫老化プロジェクトでも対象者の設定や予備解析などに多少なりとも貢献できたのではないかと思います。

放生／分子疫学部の研究に参加できたことは大変幸運でした。有意義な仕事ができ、その上定年退職を迎えることができましたことは、放生／分子疫学部はもとより放影研の皆様のお陰と心から感謝しております。本当にありがとうございました。



同僚と会議中の今井一枝元副主任研究員（中央）

## 線量不明の寿命調査集団の被爆者

統計部長 Harry M. Cullings

寿命調査 (LSS) 対象者のうち、原爆時に広島市内または長崎市内にいた被爆者 93,741 人中 7,070 人 (7.5%) の線量が 2002 年線量推定方式 (DS02) で計算されていない。我々はこれを「線量不明」と一般的に称している。これらの被爆者すべてについて距離は判明しているため、その距離での空中無遮蔽線量は分かっている。不明なのは遮蔽状況である。被爆者の線量はほとんどすべての場合、平均遮蔽の推定または類似の方法により推定できる。事実、木造日本家屋内にいた人々など、詳細な遮蔽データがない多くの被爆者から成る群については、詳細な遮蔽データがある被爆者から算出した集団平均遮蔽係数を用いて線量推定値を計算している。しかし、このような方法によって得られる推定値の質は、遮蔽の種類と利用可能なデータに依存し、算出可能な最も正確な推定値であっても、放影研の調査に使用することは容認できないかもしれない。平均遮蔽係数の推定値が容認できないことには様々な理由がある。線量推定方式によって特定の種類の建造物の線量が計算できない場合には、その建造物についての詳細情報が利用可能であっても、そのような種類の建造物内にいた被爆者の遮蔽については正確な推定値が得られない。他方、詳細な遮蔽データがない被爆者群については、少なくともその群の幾人かの被爆者の遮蔽区分については線量推定方式から一般的に容認される程度の遮蔽係数推定値が利用可能かもしれないが、統計的に偏りがなく信頼できるその群についての平均遮蔽係数を算出することはできない。

特定の遮蔽状況にある被爆者の線量を計算すべきか否かは、各々の新しい線量推定方式が導入される時、常に系統立てて決定されてきた。しかし、この方法は幾分変化してきた。特に 1986 年に策定された線量推定方式 DS86 では、1965 年に導入された暫定線量推定方式 T65D よりも厳しい基準が適用された。T65D の導入時には幾つかのケースについては特例扱いの遮蔽推定値を用いたが、DS86 ではモンテカルロ法に従って建造物、地形、およびその他の因子のモデルを使い、系統的に計算できる遮蔽のみに依拠して線量が計算された。最新の DS02 線量推定方式でも同じ様式が採用された。

次に、現在導入されている DS02 における線量不明の被爆者区分の内訳を挙げる。

- 線量不明の合計 3,729 人の被爆者はコンクリート

建造物または地中防空壕内にいた。これらの線量を計算しないという決定に影響を与えた物理学および統計学の問題の幾つかを、Update 本号の「重建築遮蔽に関する放影研国際ワークショップ」の報告で説明している (12 ページ参照)。

- 関連する線量不明区分に含まれるのは、遮蔽に関する詳細な記述はあるが DS86 または DS02 による計算のための実際のモデル化ができないような複雑な、または通常とは異なる遮蔽の 2,515 人の被爆者である。この区分には、路面電車の中、船の上、大木の陰などにいた被爆者が含まれる。
- もう一つの区分には、屋外にいた被爆者で、すぐ近くに建造物があったとしてもそれによる詳細な遮蔽情報がない 415 人が含まれる。このような被爆者の爆心からの距離が 2,000 m 未満である場合には線量は計算されていない。この区分には、「野外」、すなわち遮蔽物となる建造物や地形が近くになかったにもかかわらず、曝露された皮膚に熱傷 (閃光による熱傷) がなかった人々を含む。その理由は、全く遮蔽がなかった場合には 2 km 未満の距離でこの種の熱傷がないというのは考えにくいからである。(それ以上の距離では、建造物の外にいたか、野外にいた被爆者で、詳細な遮蔽データがある人の情報に基づく概括的な集団平均遮蔽係数を用いる。)
- 更に線量不明の 205 人は、DS86 および DS02 によってモデル化できなかった工場内にいた人々である。モデル化できなかった理由は、限られた財源のため作成可能な建造物モデルの数が制限されたこと、または建造物の構造について詳細な情報がなかったためである。
- 最後に、空中線量が 10 mGy を超える距離内にいた全く遮蔽情報がない 206 人の被爆者については、線量は計算されなかった。(それ以上の距離では、建造物の中および外にいた人両方の詳細な遮蔽データを含む概括的な集団平均遮蔽係数を用いる。)

上記の線量不明の計算に関する決定については、放影研の線量委員会による検討を受け、線量推定において物理学的・統計学的な進展があれば今後変更される可能性

がある。また、DS86 および DS02 線量推定方式に関する報告書が放影研ウェブサイト ([www.rerf.jp](http://www.rerf.jp)) で閲覧可能である。更に Cullings ら、*Radiation Research* 166(1):219-54, 2006 および小笹ら、*American Journal of Epidemiology* 177(6):569-73, 2013 に詳細が記されている。筆者は、

DS86 および DS02 の導入に際して放影研で広範な作業をされた George D. Kerr 博士および Dale L. Preston 博士、また藤田正一郎博士や船本幸代氏など他の多くの方々に特に謝意を表したい。

## 「残留放射線」に関する放影研の見解

2012年12月8日、放影研のホームページに標記タイトルの記事が掲載されました。

原爆放射線の被曝線量について調査してきた放影研は、これに携わる多くの研究者によって解析されてきた結果を基に、これまでも残留放射線の関与は初期放射線（直接放射線）の影響に比して大きくないことを説明してまいりました。それにもかかわらず、一部の方々から「残留放射線のデータが考慮されていない」との批判や疑問が繰り返し提起されてきました。このホームページでは、こうした批判と疑問が誤解に基づくものであることを述べ、皆様に正しい知識を提供することを目的としております。

また、2011年に山田-Jones 報告書（米国オークリッジ国立研究所 ORNL-TM-4017, 1972年）の存在が報道されて以来、「黒い雨」問題が再び社会的関心呼び、種々のメディアでこの問題が論じられておりますが、必ずしも正

確な内容ばかりではありません。そればかりではなく、放射線リスク解析に用いられる放射線被曝線量に「残留放射線」によるものが含まれていないがゆえに「放影研のリスクデータは役に立たない」とするテレビ番組まで放映されるなど、このままでは世界の放射線リスクおよび放射線防護基準の科学的根拠となっている放影研の研究成果が著しく誤解され、その結果、被曝者の方々をはじめとする関係者の皆様に無用のご心配を引き起こしかねないのではないかと、との憂慮から、放影研として改めて本件に関する見解の説明、ならびに情報提供を行うためにこの見解を掲載いたしました。

見解の詳細は下記をご覧ください。

「残留放射線に関する放影研の見解」

[http://www.rerf.jp/news/pdf/residualrad\\_ps.pdf](http://www.rerf.jp/news/pdf/residualrad_ps.pdf)

## 承認された研究計画書 (2012年5月-2013年4月)

### RP 2-12 低線量放射線を照射した動物モデルを用いた循環器疾患の研究 (RP 1-11 の補遺)

高橋規郎、丹羽保晴、村上秀子、大石和佳、三角宗近、Hsu WL、林奉権、小久保年章、稲葉俊哉、長町安希子、小木曾洋一、田中聡、楠洋一郎

寿命調査のデータは高血圧性心疾患と脳卒中について放射線と相関するリスクを示し、また、成人健康調査のデータは高血圧について放射線と相関するリスクを示唆している。我々は放射線が循環器疾患 (CD) のリスクを高めるかもしれないと仮定し、易脳卒中発症性本態性高血圧症自然発症ラット (SHRSP ラット) を CD の動物モデルとして用いた研究を開始した。研究計画書 (RP) 1-11 の研究では、ラットに 1 回限りの短時間照射を行った (1、2、4 Gy、および対照として用いた非被曝 [0 Gy])。その結果は、放射線照射されたラットの寿命は、対照としたラットに比べて統計的に有意な短縮を示唆した。我々は環境科学技術研究所との共同研究で、形態学的・病理学的表現型に対する放射線の影響を調べた。被放射線照射ラットの臓器 (脳、心臓、腎臓) で観察された表現型の変化は対照ラットの臓器に観察されたものより重篤であった。従って、この結果は 1 Gy 未満の放射線を照射したラットを用いた更なる研究から、更なる興味あるデータが得られる良い機会であることを示唆している。SHRSP ラットを用いたこの補遺 RP の目的は、ラットの形態学的・病理学的表現型を調べるとともに、基となった RP と同じ血液バイオマーカーを測定することにより、比較的低線量 (1 Gy 未満) の放射線被曝に特化して、CD への放射線影響を評価することである。これに加えて SHRSP ラットの寿命への比較的低線量の放射線照射の影響を調べる。

この補遺の第二の目的は、放射線 (0-4 Gy) 被曝後の本態性高血圧症自然発症ラット (SHR ラット) における高血圧症の進展の評価することである。SHRSP ラットを用いた前回の調査では、SHRSP ラットが最初の脳卒中様症状を示した後は、血圧測定が次の脳卒中の症状をもたらすのではないかと考えて、血圧測定ができなかった。SHRSP ラット調査で調べたのと同じ調査を SHR ラットにも実施する。SHR ラット調査は放射線被曝と CD 進展との相関についてより多くの情報をもたらすことができる。

## 最近の出版物

Asakawa J, Kodaira M, Cullings HM, Katayama H, Nakamura N: The genetic risk in mice from radiation: An estimate of the mutation induction rate per genome. *Radiat Res* 2013 (March); 179(3):293-303. (放射線報告書 9-12)

Asia Pacific Cohort Studies Collaboration (RERF: Nakachi K): Diabetes, body mass index and the excess risk of coronary heart disease, ischemic and hemorrhagic stroke in the Asia Pacific Cohort Studies Collaboration. *Prevent Med* 2012 (January); 54(1):38-41.

Boffetta P, Hazelton WD, Chen Y, Sinha R, Inoue M, Gao YT, Koh WP, Shu XO, Grant EJ, Tsuji I, Nishino Y, You SL, Yoo KY, Yuan JM, Kim J, Tsugane S, Yang G, Wang R, Xiang YB, Ozasa K, Nagai M, Kakizaki M, Chen CJ, Park SK, Shin A, Ahsan H, Qu CX, Lee JE, Thornquist M, Rolland B, Feng Z, Zheng W, Potter JD: Body mass, tobacco smoking, alcohol drinking and risk of cancer of the small intestine—a pooled analysis of over 500,000 subjects in the Asia Cohort Consortium. *Ann Oncol* 2011(December); 23:1894-8. doi: 10.1093/annonc/mdr562 [電子版]

濱崎幹也: 放射線の人体への影響。産業保健 21 2013 (January); 18(3):5-7.

Hamatani K, Mukai M, Takahashi K, Hayashi Y, Nakachi K, Kusunoki Y: Rearranged anaplastic lymphoma kinase (ALK) gene in adult-onset papillary thyroid cancer amongst atomic bomb survivors. *Thyroid* 2012 (November); 22(11):1153-9. (放射線報告書 15-11)

Hayashi T, Morishita Y, Khattree R, Misumi M, Sasaki K, Hayashi I, Yoshida K, Kajimura J, Kyoizumi S, Imai K, Kusunoki Y, Nakachi K: Evaluation of systemic markers of inflammation in atomic-bomb survivors with special reference to radiation and age effects. *FASEB J* 2012 (November); 26(11):4765-73. (放射線報告書 10-12)

Hsu WL, Preston DL, Soda M, Sugiyama H, Funamoto S, Kodama K, Kimura A, Kamada N, Dohy H, Tomonaga M, Iwanaga M, Miyazaki Y, Cullings HM, Suyama A, Ozasa K, Shore RE, Mabuchi K: The incidence of leukemia, lymphoma and multiple myeloma among atomic bomb survivors: 1950-2001. *Radiat Res* 2013 (March); 179(3):361-82.

今泉美彩: 放射線と甲状腺疾患—原爆被爆者の知見から。最新医学・別冊 2012 (October); 235-41.

今泉美彩: 放射線被ばくの甲状腺への影響: 原爆被爆とチェルノブイリ事故でわかったこと。2011年放射線疫学調査講演会要旨集。東京: (財)放射線影響協会; 2012, pp 6-8.

- 今泉美彩、山下俊一：放射線被曝と甲状腺機能異常症。カレントセラピー 2013 (January); 31(1):92.
- 児玉和紀：広島・長崎における循環器疾患疫学研究ならびに NI-HON-SAN 研究と日本循環器病予防セミナーにおける若手研究者育成の推進。日本循環器病予防学会誌 2013 (January); 48(1):42-50.
- 児玉和紀：放射線健康影響：原爆被爆者における発がんリスク。メディカル・サイエンス・ダイジェスト 2012 (November); 38(13):20-3.
- 近藤久義、早田みどり、三根真理子、横田賢一：長崎市原爆被爆者の癌罹患率の被爆状況による比較と推移 (1970-2007 年)。長崎医学会雑誌 2012 (September); 87(特集号):191-4. (第 53 回原子爆弾後障害研究会講演集、平成 24 年)
- 楠 洋一郎、吉田健吾、久保美子、山岡美佳、梶村順子、林 奉権、中島栄二、大石和佳、藤原佐枝子、箱田雅之、赤星正純：原爆放射線のヒト免疫応答に及ぼす影響。第 26 報：末梢血リンパ球における Th1 および Th2 細胞の割合の被ばく線量依存性増加。長崎医学会雑誌 2012 (September); 87(特集号):265-8. (第 53 回原子爆弾後障害研究会講演集、平成 24 年)
- Lin Y, Fu R, Grant E, Chen Y, Lee JE, Gupta PC, Ramadas K, Inoue M, Tsugane S, Gao YT, Tamakoshi A, Shu XO, Ozasa K, Tsuji I, Kakizaki M, Tanaka H, Chen CJ, Yoo KY, Ahn YO, Ahsan H, Pednekar MS, Sauvaget C, Sasazuki S, Yang G, Xiang YB, Ohishi W, Watanabe T, Nishino Y, Matsuo K, You SL, Park SK, Kim DH, Parvez F, Rolland B, McLerran D, Sinha R, Boffetta P, Zheng W, Thornquist M, Feng Z, Kang D, Potter JD: Association of body mass index and risk of death from pancreas cancer in Asians: findings from the Asia Cohort Consortium. *Eur J Cancer Prevent* 2012 (October 10):1-7. doi: 10.1097/CEJ.0b013e3283592cef [冊子版出版前の電子版]
- 中村 典：分かっていることをどう伝えるか？環境と健康 2013 (March); 26(1):38-42.
- 中村 典、中野美満子、濱崎幹也、大瀧一夫、坂田 律、杉山裕美、野田朝男、児玉喜明：胎児は小児よりもリスクが大きいか？放射線生物研究 2012 (September); 47(3):272-86.
- Nakano M, Kodama Y, Ohtaki K, Nakamura N: Translocations in spleen cells from adult mice irradiated as fetuses are infrequent, but often clonal in nature. *Radiat Res* 2012 (December); 178(6):600-3. (放影研報告書 7-12)
- Noda A, Hirai Y, Hamasaki K, Mitani H, Nakamura N, Kodama Y: Unrepairable DNA double-strand breaks that are generated by ionising radiation determine the fate of normal human cells. *J Cell Sci* 2012 (November); 125(22):5280-7. (放影研報告書 10-11)
- 小笹晃太郎：原爆被爆者における放射線と非がん疾患死亡との関連。放射線防護分科会誌 2012 (October); No. 35:27-30.
- 小笹晃太郎：原爆放射線の健康影響。日本衛生学雑誌 2013 (March); 68(第 83 回学術総会講演集号):S78-9. (第 83 回日本衛生学会学術総会講演集、金沢、2013 年 3 月 24-26 日)
- 小笹晃太郎：原爆被爆者の放射線による健康後影響。長崎医学会雑誌 2012 (September); 87(特集号):157-60. (第 53 回原子爆弾後障害研究会講演集、平成 24 年)
- 小笹晃太郎：原爆被爆者における低線量被ばくの影響および被ばく時年齢効果。2011 年放射線疫学調査講演会要旨集。東京：(財)放射線影響協会；2012, pp 4-5.
- Ozasa K, Grant EJ, Cullings HM, Shore RE: Invited commentary: Missing doses in the Life Span Study of Japanese atomic bomb survivors. *Am J Epidemiol* 2013 (February); 177(6):569-73. (放影研報告書 15-12)
- Sakata R, McGale P, Grant EJ, Ozasa K, Peto R, Darby SC: Impact of smoking on mortality and life expectancy in Japanese smokers: A prospective cohort study. *BMJ* 2012;345:e7093. doi: 10.1136/bmj.e7093 [電子版] (放影研報告書 6-11)
- Samartzis D, Nishi N, Cologne JB, Funamoto S, Hayashi M, Kodama K, Miles EF, Suyama A, Soda M, Kasagi F: Ionizing radiation exposure and the development of soft-tissue sarcomas in atomic-bomb survivors. *J Bone Joint Surg Am* 2013 (February); 95(3):222-9. (放影研報告書 1-11)
- Semmens EO, Kopecky KJ, Grant EJ, Mathes RW, Nishi N, Sugiyama H, Moriwaki H, Sakata R, Soda M, Kasagi F, Yamada M, Fujiwara S, Akahoshi M, Davis S, Kodama K, Li CI: Relationship between anthropometric factors, radiation exposure, and colon cancer incidence in the Life Span Study cohort of atomic bomb survivors. *Cancer Causes Control* 2013 (January); 24(1):27-37. (放影研報告書 27-11)
- Sera N, Hida A, Imaizumi M, Nakashima E, Akahoshi M: The association between chronic kidney disease and cardiovascular disease risk factors in atomic bomb survivors. *Radiat Res* 2013 (January); 179(1):46-52. (放影研報告書 20-11)
- 杉山裕美、小笹晃太郎、田中純子、梯 正之、恒松美輪子、武田直也、有田健一、鎌田七男：広島県の小児がん患者の居住地と診断・治療医療機関との関係、2004 年～2008 年。広島医学 2012 (November); 65(11):685-95.

- Taga M, Eguchi H, Shinohara T, Takahashi K, Ito R, Yasui W, Nakachi K, Kusunoki Y, Hamatani K: Improved PCR amplification for molecular analysis using DNA from long-term preserved formalin-fixed, paraffin-embedded lung cancer tissue specimens. *Int J Clin Exp Pathol* 2013 (January); 6(1):76-9. (放射研報告書 6-12)
- Taga M, Mechanic LE, Hagiwara N, Vahakangas KH, Bennett WP, Alavanja MCR, Welsh JA, Khan MA, Lee A, Diasio R, Edell E, Bungum A, Jang JS, Yang P, Jen J, Harris CC: *EGFR* somatic mutations in lung tumors: Radon exposure and passive smoking in former- and never-smoking U.S. women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2012 (June); 21(6):988-92.
- Takahashi I, Furukawa K, Ohishi W, Takahashi T, Matsumoto M, Fujiwara S: Comparison between oscillometric- and Doppler-ABI in elderly individuals. *Vasc Health Risk Manag* 2013 (March 8); 9:89-94. doi: 10.2147/VHRM.S39785 [電子版] (放射研報告書 3-12)
- Tatsukawa Y, Cologne JB, Hsu WL, Yamada M, Ohishi W, Hida A, Furukawa K, Takahashi N, Nakamura N, Suyama A, Ozasa K, Akahoshi M, Fujiwara S: Radiation risk of individual multifactorial diseases in offspring of the atomic-bomb survivors: a clinical health study. *J Radiol Prot* 2013 (June); 33(2):281-93. (放射研報告書 28-11)
- Wang C, Nakamura S, Oshima M, Mochizuki-Kashio M, Nakajima-Takagi Y, Osawa M, Kusunoki Y, Kyoizumi S, Imai K, Nakachi K, Iwama A: Compromised hematopoiesis and increased DNA damage following non-lethal ionizing irradiation of a human hematopoietic system reconstituted in immunodeficient mice. *Int J Radiat Biol* 2013 (February); 89(2):132-7.
- Yamada M, Shimizu M, Kasagi F, Sasaki H: Reaction time as a predictor of mortality: The Radiation Effects Research Foundation Adult Health Study. *Psychosom Med* 2013 (January 29); 75:154-60. doi: 10.1097/PSY.0b013e3182822b4a [冊子版出版前の電子版] (放射研報告書 25-11)
- Yasumura S, Hosoya M, Yamashita S, Kamiya K, Abe M, Akashi M, Kodama K, Ozasa K, for the Fukushima Health Management Survey Group: Study protocol for the Fukushima health management survey. *J Epidemiol* 2012 (September); 22(5):375-83.