



Hiroshima
Nagasaki

Radiation Effects Research Foundation



目 次

編集者のことば	1
RERF ニュース	
第44回理事会	1
スタッフニュース	3
来所研究員	4
来所研修生	5
2009年特別講演シリーズ	5
放影研研究員の受賞についての報告	6
国際会議・ワークショップ報告	
「電離放射線の最新の健康への影響」会議 Evan B. Douple	9
線量の不確実性に関するワークショップ Harry M. Cullings	11
放射線研究パートナーシップに基づく国際シンポジウム 小笹晃太郎	11
学術記事	
原爆被爆者末梢血 T リンパ球における染色体不安定性— <i>In Vivo</i> と <i>In Vitro</i> の研究から 濱崎幹也、児玉喜明	13
ヒューマン・ストーリー	
在韓被爆者健康診断・健康相談事業に参加して 赤星正純	20
看護課の業務（広島・長崎）	21
追悼文	23
調査結果	
オープンハウスで発揮された放影研職員の底力 寺本隆信	24
DS02 正誤表	25
承認された研究計画書	26
最近の出版物	28

このニューズレターは、放射線影響研究所（元ABCC；原爆傷害調査委員会）が発行している。放影研は昭和50年4月1日に日本の公益法人として発足した。その経費は日米両国政府が分担し、日本は厚生労働省の補助金、米国はエネルギー省との契約に基づく米国学士院の補助金が充てられている。

放影研は、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。

編集者：Evan B. Douple（主席研究員）
実務編集者：井川祐子（広報出版室）

編集方針：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、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：www.rerf.jp

編集者のことば

新しい号の Update へようこそ！

比治山に寒い季節が戻って参りました。日が短いため放影研のテニスコートは静かです。職員は年末の忙しいスケジュールになんとか忘年会を入れようとしていますし、2010年を迎える前に皆がこの一年の主な出来事を振り返っています。

この号では、広島・長崎で成功裏に開催された放影研オープンハウスの主なプログラムを特集します。年に一度開催されるこの行事は、一般市民と被爆者の方々への重要な「窓」であり、来訪者に放影研の調査活動をより深く理解していただくとともに、重要な調査結果について説明する機会を当所の研究員に提供する場となっております。多数の学生や児童が熱心に見学している姿を見ると特に嬉しく思いました。例年同様、放影研職員は興味深い展示やデモンストレーションを通じて、被爆者の皆様と共同研究者の方々のご協力に感謝しながら、放影研の使命と



広島研究所の2009年度オープンハウス

業績を広くお伝えできるよう努力しました。オープンハウスの展示などの詳細については本号の「調査結果」をご覧ください。

この号にはまた、放影研の若手研究者の一人であり、最近遺伝学部に配属された濱崎幹也研究員による学術記事を掲載しております。この記事は、濱崎研究員らが最近実施した末梢血リンパ球における染色体不安定性についての研究に関するものです。

放影研は、免疫系の自然加齢に対する放射線の影響についての新しい研究を開始します。この大規模な5カ年研究においては、放影研研究員と日米両国の研究所の多くの研究者との重要な共同研究が実施されます。米国国立アレルギー・感染症研究所からの資金により、放影研研究員は、放射線生物学／分子疫学部のこれまでの調査結果を基盤として、高齢者集団での疾患発生における免疫の役割をより深く理解できるような新しい段階に研究を進めたいと考えております。この研究の詳細については Update 次号に掲載する予定です。

ABCC と放影研の両方で勤務された(1953-1989) 定地憲爾元翻訳課長からメールをいただきました。定地氏は、成人健康調査が50周年を迎えたことを Update で知り非常に嬉しく思った、また Seymour Jablon 氏が ABCC の統合調査プログラムの策定に重要な役割を果たしたことをよく覚えていると述べておられます。いつもお願いしていることですが、今後 Update でどのような記事を読みたいかぜひお知らせください。

じゃあ、また！

編集長 Evan B. Double
実務編集者 井川祐子

第44回理事会を広島で開催

公益財団法人への移行について2段階方式を承認

第44回理事会が2009年6月24日と25日の両日、広島研究所講堂で開催された。冒頭、日米両国政府を代表してエネルギー省保健安全保障局の Patricia R. Worthington 保健安全部長と厚生労働省健康局総務課の眞鍋 馨課長補佐からあいさつがあり、議事に入った。

2008年6月の上級委員会からの答申を受けて検討した

今後の研究計画への対応をはじめ、これまでの研究の成果と評価、これからの研究はどうあるべきかといった案件について活発な討議が交わされた。加えて、2008年12月に新法が施行された公益法人制度改革について、特例民法法人となった放影研は今後5年以内に公益財団法人への移行完了を目指す、これに関して今後必要とされる手続

きなどを説明して助言を求めたのに対し、出席した非常勤理事からは両国政府との調整および各理事への綿密な連絡が重要であるとの意見が出された。また、放影研の将来の在り方については最重要課題の一つとしてこれまで幾度も討議されてきたが、このたびの理事会では研究内容と併せて熱い議論が交わされた。

最初の現状報告で大久保利晃理事長は、1) 専門評議員会において放射線生物学／分子疫学部と遺伝学部が重点的に評価されたこと、2) 被曝線量推定に関して、個人線量推定における課題の検討に着手することが専門評議員会から支持されたことを受けて、個人面接調査票などの原票に戻り被曝地点、遮蔽などの記録の再調査に着手すること、3) 放影研が業務の見直しや組織の改革を迫られていることについて、職員の意欲と能力を高め環境変化や業務の多様化に対応できるよう、職員研修プログラムによる研修を2008年11月から実施していること、4) 生物試料保存庫がスペース的にも財政的にも余裕のない状況にあること、などについて報告した。

国際協力については、国際協力関係活動への出席や、海外からの視察・研修の受け入れ、共同事業の報告があり、また、研究活動を国内外に伝える広報活動では、外部の人に分かりやすく理解できることを意図して、情報提供の充実、マスメディアとの協力関係の確立において一層の努力を払っていることが報告された。

2008年度の研究事業報告および決算、監査報告、ならびに2009年度の研究事業計画は原案通り承認され、実行予算も前年とほぼ同じ内容で承認された。

上級委員会勧告への対応は、2008年の理事会で伺った意見を踏まえて、今後の研究計画としての5カ年計画の目標とプロジェクトタイプの研究運営、そして生物試料活用方法の検討、国際的共同研究の拡大の3点に分けて説明し、多くの貴重な意見をいただいた。

放影研の将来の方向付けにかかわる重要案件である公益財団法人への移行については、2010年7月をめどに主務官庁に新定款案の認可申請を行い、その後、公益認定申請を内閣府に行うという2段階方式が承認された。このための最初の評議員選任方法に関する主務官庁への認可申請を行うことが正式に承認され、具体的な手続きを進めていくことになった。

定員の削減問題については、研究活動の継続には研究員の確保が最も重要な施策となっているところであり、その対策として研究員数枠の維持、若い優秀な研究員を採用するための方策として国際的な視野を持つことの重要性など、研究活動への影響を最小限に留めるための対策を講ずるよう求められた。

2日目には、前夜広島入りした Glenn S. Podonsky 米国エネルギー省長官官房保健安全保障局長が最初にあいさつに立ち、オバマ大統領およびチュー長官就任の報告と、米国の厳しい財政事情にかかわらず資金提供を継続すること、今後とも日米両国政府が協力して引き続き研究支援を行う旨を述べた。その後プログラムに沿って議事が進められ、審議決定事項はすべて承認された。

最後に役員等の選任について審議が行われ、6月末で4年の任期を終える大久保利晃理事長、Roy E. Shore 副理事長、寺本隆信常務理事、佐々木康人理事が再任され、John E. Burris 理事の後任として Shelley A. Hearne 博士(米国ワシントン Pew 慈善財団 Pew 保健グループ担当理事)が理事に就任。David Williams 監事の3年間の職務延長が承認された。また、前任者の任期を引き継いだ Sally A. Amundson 専門評議員の再任と、丹羽太貫専門評議員の後任として酒井一夫博士(放射線医学総合研究所放射線防護研究センター長)の選任が承認された。

なお、次回理事会は6月21日から23日までの3日間、長崎で開催することが承認され、2日間の会議が閉会した。

出席者

理事

大久保利晃 理事長

Roy E. Shore 副理事長・研究担当理事

寺本 隆信 常務理事

國安 正昭 元ポルトガル共和国駐箚特命全権大使

佐々木康人 日本アイソトープ協会常務理事

平良 専純 日本検疫衛生協会常務理事

James W. Ziglar 元米国上院守衛官

James D. Cox 米国テキサス大学附属 M.D. Anderson がんセンター放射線腫瘍学部門教授兼部長

John E. Burris Burroughs Wellcome 基金会長

監事

河野 隆 広島総合法律会計事務所公認会計士・税理士

David Williams 米国学士院上級財政顧問

専門評議員会共同座長

徳永 勝士 東京大学大学院医学系研究科国際保健学専攻人類遺伝学分野教授

主務官庁等

岡山 健二 厚生労働省健康局総務課指導調査室長

眞鍋 馨 厚生労働省健康局総務課課長補佐

日野原友佳子 厚生労働省健康局総務課課長補佐

金山 和弘 厚生労働省健康局総務課課長補佐

Glenn S. Podonsky 米国エネルギー省長官官房保健安全保障局長

Patricia R. Worthington 米国エネルギー省保健安全保障局保健安全部長

Dean C. Hickman 米国エネルギー省保健安全保障局プログラム主事

Joseph F. Weiss 米国エネルギー省保健安全保障局国際保健調査部日本プログラム主事

Ronald C. Cherry 米国エネルギー省エネルギー担当・日本事務所代表

Warren R. Muir 米国学士院学術会議地球生命研究部門常

任理事

Kevin D. Crowley 米国学士院学術会議地球生命研究部門原子力・放射線研究委員会常任幹事

Daniela Stricklin 米国学士院学術会議地球生命研究部門原子力・放射線研究委員会プログラム担当官

放影研

秋本 英治 事務局長

Evan B. Douple 主席研究員

中村 典 主席研究員

児玉 和紀 主席研究員

Douglas C. Solvie 副事務局長



広島研究所で開催された第44回理事会の出席者

スタッフニュース

2009年6月17日付で、Susan M. Geyer 統計部副主任研究員が退職しました。Geyer 博士は米国に帰国し、オハイオ州立大学医学部内科学教室准教授、および同大学の生物統計学センターの生物統計学上級研究員に着任しました。浅川順一副部長、笠置文善副部長、濱谷清裕室長は2009年6月30日をもって定年退職し、それぞれ遺伝学部、疫学部、放射線生物学／分子疫学部の任期付研究員として2009年7月1日付で再雇用されました。疫学部の西 信雄副部長は2009年9月30日付で退職し、国立健康・栄養研究所国際産学連携センターのセンター長に着任しました。

N. Phillip Ross 統計部長が2009年10月13日をもって退職し、Harry M. Cullings 副部長が2009年10月14日付

で統計部部長代理に昇任しました。高橋規郎研究員は、2009年11月1日付で遺伝生化学研究室の任期付研究員として再雇用されました。

疫学部の坂田 律研究員は、米国国立がん研究所の来所研究員として8カ月を米国で過ごしました。同研究員には、米国での経験について以下に少し書いてもらいました。

最後に、濱崎幹也博士が2009年9月1日付で遺伝学部の任期付研究員として採用されました。濱崎研究員にも、自己紹介と放影研の研究で関心のある分野について少し書いてもらいました（同研究員による13ページの学術記事もご覧ください）。

坂田 律

2008年12月から2009年8月までの8カ月間、米国国立がん研究所(NCI)の放射線疫学部門に行かせていただきました。放射線疫学部門には放影研にも度々いらしている馬淵清彦先生、Charles Land先生、Elaine Ron先生がおられ、心強く、滞在中もいろいろとお世話になりました。



坂田 律 研究員

主にPeter Inskip先生の良性婦人科系疾患に対する放射線治療を受けた女性の死亡率データの再解析に携わり、現在、論文作成の最終段階です。

NCIの地下にはシャワールームを完備したジムがあり、仕事の合間に多くの職員が利用していました。私もランニングチームに参加し、お昼にNCI周辺の緑深い住宅地の中を走り、シャワーで汗を流して午後の仕事を始めていました。

また、スーパーで売っている肉類、お惣菜、レストランの料理、すべて一人暮らしには量が多かったため、野菜中心の自炊になり、とても健康的な生活を送りました。そのため、周囲の予想(期待?)とは裏腹に、渡米前後の体重は変わらず、逆に体脂肪率が下がったほどで、こちらに帰って来ましてからは少々運動不足を感じております。

最初は私の前に7カ月間滞在された古川恭治先生にお手伝いいただいて生活を始めましたが、あちらを発つ際は、新たにできたたくさんの方の友人に手伝ってもらいまし

た。短い期間ではありましたが、日本と米国との生活上、仕事上の様々な違いに触れることができ、また、数多くの良き友人を得たことは大きな成果でした。貴重な経験をされる機会を与您いただき感謝しております。

濱崎幹也

私は2001年4月に放影研に入所し、それ以来、放射線生物学/分子疫学部の技術員として働いてきましたが、このたび2009年9月1日より遺伝学部細胞遺伝学研究室の任期付研究員として採用されました。2003年に広島大学大学院医歯薬学総合研究科に社会人枠で入学し、



濱崎幹也 研究員

2009年5月に博士課程を修了、「試験管内でクローン増殖させた原爆被爆者Tリンパ球は染色体不安定性を示さない」というテーマで学位を取得しました。学位取得に関し、ご指導いただいた先生方、また遺伝学部と放射線生物学/分子疫学部の両部の皆様へ心より感謝申し上げます。これからは放影研で習得した細胞遺伝学に関する技術を土台にして「生物学的線量推定調査」と「胎内被曝における染色体調査」のプロジェクトに参加する予定です。いまだ解明されていない問題に挑戦できることに大きな喜びを感じています。そして放影研の多くの優れた研究にかかわっていきたくと思っています。どうぞよろしくお願いたします。

来所研究員

放影研研究員との共同研究のために、一部の研究者は一年を通して放影研に滞在しますが、数日から数週間、または数カ月滞在する研究者もいます。7月27-28日に、米国ロヨラ大学シカゴ校数学・統計学教室の准教授で大学院プログラムの責任者でもあるTimothy E. O'Brien博士が来所し、「非線形統計モデルの応用」に関する一連の講義を行いました。O'Brien博士は、米国において、米国統計学会主催の同様の短期研修コースを定期的に担当しています。O'Brien博士は講義の中で、「物理学的・医学的事象のモデル化には非線形回帰モデルが線形モデルよりも適切であることが多いと研究者はしばしば考えるが、効率的な実験デザインの選択、適切な非線形モデルの選択・

当てはめ・解釈、そして主要なモデルパラメータの信頼区間の計算・解釈は基本的かつ重要な問題となり得る」と指摘しました。この研修コースには、日本の様々な大学の研究者を含め、多くの参加者がありました。

この秋には、現在米国国立がん研究所(NCI)の放射線疫学部門の研究員である馬淵清彦元放影研疫学部長が、放影研とNCIとの契約関連の作業のためにしばらく放影研に滞在しました。また、米国HiroSoft International社主席研究員のDale Preston元放影研統計部長、そしてDonald Pierce元放影研主任研究員も、多くの研究への協力と指導のために来所しました。

来所研修生

一年を通じて、様々な国から放影研に来所し、実験技術を学び研究を行う研修生が頻繁に見受けられます。来所研修生は放影研研究員と緊密に協力しながら研究を行いますが、彼らの滞在費用は多くのフェロースhipや自国政府からの支援に支えられています。昨年2名の来所研修生が、放射線被曝者医療国際協力推進協議会(HICARE)からの支援を受けて放影研に滞在しました。HICAREの国際協力活動としては、世界中の放射線被曝者医療に携わる医療関係者やその他の技術者の研修、広島の医師や専門家の放射線被曝国や被曝地域への派遣、放射線被曝者の医療に関する知識の普及などが挙げられます。

2009年9月3日から11月6日まで、ラトビアのリガ・ストラディン大学から Liga Larmane 氏、およびロシア医学アカデミー放射線医学研究センター(MRRC)から Oleg Kovalev 氏が来所し、放射線生物学/分子疫学部において研修を受け研究を実施しました。Larmane 氏は2008年5月からリガ・ストラディン大学の生化学研究室に勤務する傍ら、医学部博士課程の学生でもあります。同氏は酸化ストレスと抗酸化物質の分野の研究に携わっており、ラトビアからチェルノブイリに赴いた汚染除去作業における長期的抗酸化療法の効果を調べています。同氏の放影研での目標は、博士論文に利用する種々の実験技

術を習得すること、特にマウスモデルにおけるリンパ球サブセットの頻度や細胞内活性酸素レベルに見られる放射線影響について調べることでした。Kovalev 氏は MRRC の放射線生化学部門に所属し、遺伝的不安定性の研究を行っています。同氏の放影研での目標は、低線量放射線が誘発した遺伝的不安定性を調べるためのリン酸化ヒストン H2AX の免疫蛍光検出法の習得と適用でした。二人の研修生は、放射線生物学/分子疫学部免疫学研究室の林奉権室長の指導の下、放影研での研修プログラムを修了しました。



長崎研究所を訪れたラトビアからの研修生 Liga Larmane さん(左)とロシアからの研修生 Oleg Kovalev さん。右端は陶山昭彦長崎疫学部長

2009年 特別講演シリーズ

2009年6月19日、Janko Nikolich-Zugich 博士による特別講演が「免疫老化における T 細胞機能と恒常性：原因と影響」と題して行われました。Nikolich-Zugich 博士は米国アリゾナ州ツーソンにあるアリゾナ大学医学部の免疫生物学研究室の責任者で、アリゾナ加齢研究センターの

共同センター長を務め、医学研究分野の Elizabeth Bowman 記念教授でもあります。Nikolich-Zugich 博士は免疫系反応に対する老化影響分野の著名な専門家であり、免疫老化への放射線影響に関する放影研の新しい研究の協力者の一人でもあります。

放影研研究員の受賞についての報告

第26回角尾学術賞を受賞して

長崎・臨床研究部放射線科長 今泉美彩

本年5月25日、第26回^{つのお}角尾学術賞を受賞いたしました。この賞は、故^{つのお}角尾^{すすむ}晋元長崎医科大学学長の功績を顕彰するため、毎年長崎県内で医学の分野において学術的貢献が認められる40歳以下の研究者に長崎大学医学部より授与されます。角尾先生は、長崎医科大学の発展に多大な貢献をされながら、学長在任中の1945年8月9日、外来診療中に被爆され、52歳の若さで殉職されました。このたび本賞を受賞させていただいたことで、私自身今後も被爆者研究を継続していきたいという思いを一層強くしています。

受賞した研究テーマは、成人健康調査対象者のご協力を得て行った「原爆被爆者の甲状腺疾患に関する研究」です。2000年から2003年にかけて、初めて広島・長崎合同の甲状腺検診を行ったところ、甲状腺の悪性腫瘍のみならず、良性結節の有病率も被曝線量と関連しており、被曝時年齢が若いほど被曝の影響が大きいという結果でした。一方胎内被爆者の甲状腺結節は、若年被爆者と同等のリスク比を認めるものの有意な被曝線量との関連は認めませんでした。以上の結果は、被曝後50年以上生存されている方々の甲状腺結節にも原爆放射線の影響が認められることを示した貴重な研究として評価していただきました。

この研究は、2000年から前任の富永丹先生、宇佐俊郎先生の下に開始され、2001年から私が責任者として継続することになりました。当初は右も左も分からず不安な時期もありましたが、広島・長崎の臨床研究部はもちろんの



長崎大学医学部記念講堂前にある角尾晋博士の銅像の横で、今泉美彩研究員

こと、統計部、疫学部、情報技術部ほか多くの方々にご尽力いただき、一丸となって研究を進めることができました。私はこの研究を通して、放影研が今まで培ってきた技術、組織力のみならず、研究に対する誠実さや被爆者の方々に対する献身や使命感などなど、数多くのことを勉強させていただき、放影研で貴重な研究に携われたことの素晴らしさを実感しています。今後も甲状腺の研究を中心に頑張っ参りますので、ご指導、ご鞭撻の程よろしくお願ひいたします。

広島大学分子内科学教授賞を受賞して

広島・臨床研究部研究員 立川佳美

このたび、広島大学分子内科学教室(旧第2内科)から教授賞をいただきました。この賞は広島大学分子内科学に所属している者の中から、大学や研究機関など(関連病院は除く)で行った業績に対して贈られるものです。

私は平成10年に医師免許を取得し、ちょうど10年目に当たる昨年(平成20年)、今回賞をいただきました論文で学位を取得しました。この10年を振り返ってみますと、多くの方々に支えられ、ここまでくることができたのだと深く感じます。私は2年間の内科研修医を終える直前に第1子を出産しました。女医が子育てをしながら臨床医として働くことは、なかなか理解されないということもあり、当時の私は臨床医として働くことをあきらめかけていました。そんな時、当時の医局の先生から「第2内科へ入局し、出産後も臨床医として勤務しないか」という温かいお言葉をかけていただき、第2内科に入局後、臨床医として関連病院で4年間勤務いたしました。

診療と子育てで毎日忙しい生活を送っている中で、臨床を離れ、新たに研究の分野へ進むことには迷いを感じていました。しかし、当時勤務しておりました病院の先生方から、「臨床は何歳になってもできるが、研



賞状を手にした立川佳美研究員

究を始めるのは若いうちだ」と励ましていただき、更に医局の先生から「大学の抄読会に参加して一緒に勉強しないか」というお誘いもあり、思い切って抄読会に参加しました。結局、このことが放影研で研究を行う機会につながったのだと思っております。今回、賞をいただいた論文は私が放影研に来て、最初に行った研究です。このたび、教授賞をいただいたことにより、「学位を取得することが終わりではなく、これからがスタートなのだ」と再度、自分の背中を押していただいたような気がします。

最後になりますが、これまでご指導いただきました医局や関連病院の先生方、放影研職員の皆様、そして支えてくれた家族に心から感謝いたします。これからもますます努力して参りたいと考えております。今後ともご指導ご鞭撻の程よろしくお願い申し上げます。

地域がん登録全国協議会で学術ポスター優秀賞を受賞

広島・疫学部研究員 杉山裕美

2009年9月3-4日に新潟県で行われました地域がん登録全国協議会第18回総会研究会の学術ポスター部門において、「広島県のがん罹患率」を報告し、優秀賞を受賞いたしました。同時に地域がん登録室紹介部門では、広島県、長崎県（放影研長崎研究所疫学部腫瘍組織登録室作成）がともに受賞し、喜びは大きくなりました。

広島県では現在、広島市地域がん登録、広島県腫瘍登録（いわゆる組織登録）、広島県地域がん登録の三つのがん登録がありますが、2009年8月1日からはお互いの情報を相互に利用し合う協定書が締結されました。このことにより、広島県内全域において、採録情報や病理診断も含めた詳細な情報を持つ罹患統計が計測できるようになりました。これまで広島県では肝臓がんの死亡率が高いことは分かっていたのですが、肝臓がんの罹患率も全国と比べて高いことが分かりました。今後も広島県のがん罹患率の動向を分析することで、被曝者のがん罹患率の解釈のために、広島県におけるがん罹患の背景を明らかにしていきたいと思っています。

今回受賞したポスター賞は、学会参加者全員による投票で決定されたものです。参加者は研究者



ポスター賞の賞状を手に杉山裕美研究員

だけでなく、多くの行政の方やがん登録実務者が参加しています。よって、内容的というよりも見た目の部分が大きかったのだと思います。ポスター発表では見た目もかなり重要です。私がいつも心がけていることは、シンプルなことです。①1m以上離れたところからも文字がはっきり読めること、②結果はできるだけグラフで表現し、平面グラフを使うこと（3Dグラフは表現とその解釈が難しいことがあるため）、③色のグラデーションを考慮すること（赤と緑の使用は控えめに）④グラフの横には一言ポイントになるコメントを添えることです。これらのポイントを押さえるとポスターはぐっと見やすくなります。今後とも研究の中身とプレゼンテーションの腕を磨いていきたいと思っております。皆様のご指導ご鞭撻をよろしく申し上げます。

認知症研究が ASAD Best Scientist Award を受賞、World Federation of Neurology ニュースレターにも掲載

広島・臨床研究部副部長 山田美智子

2009年10月11-13日にソウルで開催された第3回 Asian Society Against Dementia (ASAD) 国際会議で Best Scientist Award を受賞いたしました。研究計画書 (RP) 5-92 に基づき1992年に開始された認知症研究では認知機能、認知症の罹患、リスク要因、認知症の合併症や予後などを調査しており、臨床研究部、疫学部、統計部、情報技術部のご尽力で長期にわたって研究を継続してきました。この研究では認知症専門家のご指導が不可欠であり、広島国際大学、広島大学脳神経内科、広島市の医療機関の先生方にご協力いただいております。

受賞した研究テーマは「反応時間は死亡ならびに認知症を予測するか (Reaction time as a predictor of mortality and dementia)」というものです。原爆被曝が加齢を促進するか否かを調べる目的で1970-72年に測定された生理学的機能の一つである反応時間がその後の死亡と認知症発症に関連し、中年期の反応が遅い人では死亡と認知症のリスク



第3回 ASAD 国際会議で授与されたクリスタルの盾

が高いことを報告しました。今回の学会ではアジアの国々における認知症研究の進展状況を確認することができ、シンポジウムではアメリカ、ヨーロッパにおけるアルツハイマー病の基礎研究、画像診断、治療法に関する最新の情報を得ることができました。

RP 5-92 は被爆時の年齢が 13 歳以上の成人健康調査受診者を対象としておりますが、現在までの解析結果では放射線被曝による認知機能障害や認知症発症の増加は認められておりません。この結果は 2009 年 3 月に *Journal of the Neurological Sciences* に論文「原爆被爆者における認知症発症率—放射線影響研究所成人健康調査」として発表され、10 月に *World Federation of Neurology* のニューズレターで紹介されました。

放影研で貴重な研究に携わられていることを心より感謝しております。今後とも、ご指導、ご鞭撻の程、よろしくお願い申し上げます。

文部科学大臣賞—原子力防災対策功労者—を受賞して

広島・臨床研究部副部長 鎌石和男

去る平成 21 年 11 月 6 日、東京霞が関ビルの東海大学校友会館で平成 21 年度原子力安全管理功労表彰の表彰式が行われ、私を含む 17 名が中川正春文部科学副大臣から文部科学大臣賞の賞状と盾をいただきました。私の受賞理由は、1999 年 9 月 30 日の東海村 JCO 事故の際の住民健診、引き続き翌年以降、毎年 4 月に定期的に行われるようになった住民健診のすべてに私がかかわってきた貢献とのことです。誌面を借りて、この経験を通じ強く感じたことを述べさせていただきます。

何よりも犠牲となったお二人には本当にお気の毒なことでした。ご冥福をお祈りいたします。事故後、国は省庁を越えて防災対策の整備を開始し、かなり整ってきました。しかし、私はまだ十分とは思いません。放射線の研究

者として特に感じることは、報道や行政を含め多くの方が放射線の身体影響を誤解しており、もっと正しい知識の普及が必要であるということです。行政の施策の中には正しい知識が普及するだけで解決するものが幾つもあります。放射線の身体影響は、ウイルスなどのような原因物質は体の中に特定されず、がんなどの疾患の数が放射線を浴びなかった人より多いという形で現れ、決して奇病・難病が発生するものではありません。この情報不足のために多くの人に長期にわたり健康不安を生じ、時に深刻な事態となることもあります。

この点から私は、住民一人一人に対し身体だけでなく心の健康管理を行うことを心がけました。これを通して放射線の健康影響で悩んでいる人を性急に説得してはいけないということも学びました。いつもそばにいて悩みの相談相手になることです。この点で多少貢献できたのではないかと思います。

では正しい知識の普及のためにどのような方法があるのでしょうか。私は、放影研で発生する新しい知識が直接に行政に反映されるような研修制度を作ることを提言したいと思います。放影研では毎年何らかの新しい知見が発生しており、それまでの知識はどんどん更新されています。行政が根拠とする放射線の国際基準は、国に批准されるまでに 10 年以上かかるからです。更に、行政が得た新しい知識を住民に恒常的に提供する仕組みを併せて作ることも必要と思います。

最後に、この受賞は支えていただいた多くの方のお陰であり心から感謝いたします。



文部科学大臣賞の賞状と盾を手に鎌石和男副部長

「電離放射線の最新の健康への影響」会議

—実験研究と疫学調査をつなぐ架け橋—

主席研究員 Evan B. Double

2009年5月4-6日にワシントンのジョージタウン大学カンファレンスセンターで開かれた会議には、H1N1インフルエンザ発生への脅威にもかかわらず、放影研から6人の研究者が出席した。Roy Shore 放影研副理事長・研究担当理事を含む組織委員会により企画されたこの学際的会議は、放射線科学分野における新たなデータと課題に着目し、約150人の出席者の相互協力・交流を図ることを目的として開催された。12の学術セッションがあり、放射線被曝集団の実験的生物学研究から疫学調査までの幅広いテーマについて、放射線生物学・線量推定・疫学・統計学の各分野から合計36人の招待講演者が発表を行った。放影研の古川恭治研究員（原爆被曝者の肺がんリスクにおける放射線と喫煙の相互効果）、楠 洋一郎部長代理（原爆被曝者の高齢化と免疫学的変化）および Shore 副理事長・研究担当理事（低／中程度の放射線量における白内障リスク：百聞は一見にしかず [ただし見ないで信じることもできる]）を含むすべての招待講演者の発表は *Radiation Research* 誌の付録に掲載される。この会議の主催者は、米国国立がん研究所、ジョージタウン大学医療センター、Helmholtz Zentrum Munchen、米国国立アレルギー・感染症研究所および米国環境保護庁であった。

二つのポスター・セッションでは、線質の影響、機序モデル、非標的影響、ゲノム不安定性、生物線量推定、線量再構築、線量の不確実性、医用放射線と生殖細胞突然変異、フランス領ポリネシアとチェルノブイリにおける甲状

腺がん、肺がんにおける放射線と喫煙の相互効果、放射線と認知障害、介入医療を行う開業医の放射線被曝線量など興味深い多様なテーマについて、合計100件のポスター発表が行われた。放影研の西 信雄副部長ら、坂田 律研究員ら、Harry Cullings 副部長らがそれぞれ作成した、「寿命調査集団 (LSS) を対象にした新しい郵便調査」、「婦人科系がん罹患に対する放射線リスク評価における他の因子の影響」、「日本人原爆被曝者の歯の推定ガンマ線量」と題するポスター発表が行われた。David Richardson 元放影研来所研究員（ノースカロライナ大学）は、「日本人原爆被曝者における電離放射線と白血病死亡率の関係、1950-2000年」と題して、放影研研究員との共同研究について発表を行った。

会議の冒頭で、バイスタンダー効果などの放射線の健康影響に重要な役割を果たすと考えられる主要な生物学的事象について包括的検討が行われた。マイクロビーム実験の結果や、組織外植片などの三次元培養細胞モデルを用いた研究および *in vivo* 研究の成果が発表された。その他、ゲノム不安定性、バイスタンダー効果、がん疫学における低線量高感受性などの放射線に起因する影響を説明しようとする試みについても発表された。丹羽太貫博士（放射線医学総合研究所、放影研専門評議員）は幹細胞の放射線生物学的特性について説明し、幹細胞が特定の固形がんのイニシエーションの標的となり得る証拠を示した。



肺がんリスクに対する放射線と喫煙の交絡効果について発表する古川恭治研究員



婦人科系がんに関連すると考えられる因子を調整した過剰相対リスクについてポスター発表を行った坂田 律研究員 (右)

2日目の午前中の会議では、放射線作業従事者における発がん影響の定量化に重点が置かれた。チェルノブイリの事故処理事業従事者におけるリンパ造血系悪性腫瘍および甲状腺がん、英国の全国放射線業務従事者登録の第3回解析に基づく職業放射線被曝後の死亡率・がん罹患率、ウラン鉱山労働者における肺がんリスクに対するラドン被曝と喫煙の同時影響、医用放射線作業従事者におけるがんリスク、ドイツのウラン鉱山労働者コホート（肺がんとそれ以外のがんのリスクとラドン被曝との関係）の最新調査結果、ドイツの航空機乗組員におけるがん死亡率の第2回追跡調査の結果などについて発表が行われた。

午後の部は環境被曝による部位別の発がんに重点が置かれた。Dale Preston 元放射線統計部長（米国 HiroSoft International 社）は、「マヤック施設作業員およびテチャ川沿岸住民に関する調査に基づく部位別リスク推定値に大きな変動が見られるのは主に過剰例が少ないためである」と述べた。古川研究員は、LSS コホートにおける肺がんリスクに対する喫煙と放射線の同時影響に関する調査の結果を報告した。古川研究員は、「喫煙と放射線の相互作用により、過剰相対リスク（ERR）は年齢の増加に伴い減少し、軽度喫煙者には超乗相的（super-multiplicative）であり、重度喫煙者には相加的（additive）または準相加的（sub-additive）である」と述べた。

3日目の会議では、放射線治療の晩発健康影響と心臓血管疾患・白内障・非悪性甲状腺疾患などの放射線に関連した非悪性状態に重点が置かれた。放射線被曝と非悪性状態に関するセッションでは、原爆被曝者の免疫系に対する放射線の影響に関する放影研での調査結果（多くの影響は高齢者集団で見られる正常な免疫老化と類似している）を楠部長代理が検討したものが（Evan Douple 主席研究員により）発表された。更に、放射線量増加に伴う血漿中炎症性サイトカインレベルの増加は、原爆被曝者における心臓血管疾患などの炎症関連疾患が炎症応答亢進に関連する T 細胞の免疫変化によって発生するかもしれないという仮説を裏付けていることが放影研の調査結果から示唆される。また Shore 副理事長は、放射線による白内障発生に関する放影研調査の最新結果について報告し、白内障外科手術率に明らかな線量反応が認められ、線量閾値は以前考えられていたものよりも低いことが示唆されると述べた。これらの調査結果は、その他の調査の同様の結果と共に、様々な放射線防護機関が眼の水晶体の放射線被曝基準を再評価する契機となった。

最後のセッションでは二つの基調講演が行われた。David Brenner 博士（コロンビア大学）による最初の講演は、高線量被曝を伴う医療技術の一つである CT スキャン

の使用の急速な増加によるリスクと利益に関するものであった。CT スキャンの年間件数は日米両国で急速に増加している（米国で約7千万件。日本における1人当たりのCT スキャンの数は世界一）。現在、年間医用放射線被曝のほぼ半分がCT スキャンによるものであり、その多くは小児患者を対象としている。Brenner 博士は、「CTによるリスクは小さいものの、何百万回ものスキャンが行われると、特に小児用CTについては、今後数年のうちに公衆衛生上の懸念を生じる恐れがある」と述べた。

Julian Preston 博士（米国環境防護庁）による二つ目の基調講演は、放射線リスク認識・伝達・政策に重点を置いたものであった。Preston 博士は、「渡るべき橋は実際二つあり、一つは環境観測から疫学に向かうもので、もう一つは科学とリスク管理、そして一般市民をつなぐものである」と述べた。リスクを正しく捉えることは非常に困難である。というのは、健康に対する悪影響を予測する数字は、それがいかに小さいものであれ、通常リスクを嫌い、「リスクゼロ」（しばしば非現実的で高価であり、かつ実現不可能）を好む一般市民にとっては容認し難いと見なされるからである。

会議の最後に、Shore 副理事長を含む専門家パネルが意見を発表した。パネリストは、各自が将来の研究で重点項目とみなし、今後埋めていくべき二つの最も重要な「情報ギャップ」を指摘するよう求められた。強度変調放射線治療（IMRT：放射線ビームが多くの異なる角度から身体に入り、高い精度で腫瘍に到達する）や定位的手術照射（SRS：強力な集中ビームで病変組織を破壊する）などのがん治療の新技術が放射線治療のスタイルを変えつつあり、正常組織への若干の散乱を伴う高線量放射線による治療が少ない回数で実施できるようになるだろうという報告があった。その他のパネリストは、(a) 内部線量と外部線量を統合し、実際に役に立つモデルなど、線量推定のためのより優れたモデルを開発すること、(b) 生物線量推定およびデータプールの方法を改善すること、(c) 胃腸管がんなど、放射線関連リスクが明確にされていない特定の腫瘍の重点的研究を行うこと、(d) バイオマーカーおよび生物学を基盤とした線量反応モデルを改善すること、などを提起した。

世界の主要な放射線被曝者集団の幾つかに関する放射線疫学調査の現状について重要な情報を受け取ったと感じた6人の放影研研究者は、会議期間中ずっと雨天であったにもかかわらず意気消沈することはなかった。この会議は小笹晃太郎疫学部長にとっては特に重要な会議となった。小笹部長は、今回のワシントンへの初訪問で国際的な放射線研究者と貴重な討論を行い、またメリーラ

ンド州ロックビルにある米国国立がん研究所の放射線疫学部門を訪問した。上述した調査集団の幾つかは大規模であるが(チェルノブイリ事故処理作業従事者 240,000 人、チェルノブイリ地域からの避難住民 116,000 人、チェルノブイリ事故で 555 KBq/m² 未満の Cs-137 に被曝した 5,000,000 人)、ほとんどの調査には、線量推定の不確実性が大きいこと、健康な作業者の影響、追跡期間が比較的短いこと、平均放射線量が低いこと、(既知および不明の)

交絡因子、過剰例が少ないことなど、幾つかの制約要因が認められた。我々は全員、会議の幾つかの場面において、放影研で実施されている調査研究の結果が引き続き重要であること、またそれに対して引き続き関心が持たれていることを改めて認識した。科学者が基礎研究と疫学の溝を埋めるためには生物物理学と機序に関連したより高度な知識が必要であること、そして人類がそれをなし得たならば大きな恩恵がもたらされることは明らかである。

線量の不確実性に関するワークショップ

統計部部長代理 Harry M. Cullings

「線量の不確実性が線量反応に及ぼす影響」と題したワークショップが、2009 年 5 月 8 日、ワシントンのジョージタウン大学カンファレンスセンターで開催された。ワークショップは米国国立がん研究所 (NCI) 放射線疫学部門の Andre Bouville 博士の企画によるもので、前の記事で報告されている「電離放射線の最新の健康への影響」会議と併せて開催された。主催者によると、ワークショップ開催の目的は、「疫学調査において個人線量推定値における不確実性が統計的検出力および線量反応の形状にどのように影響を及ぼすかを探り、線量の不確実性の影響を考慮するために現在用いられている方法を検討する」ことであった。このワークショップは、1997 年に NCI により同じテーマで開かれたワークショップの後を受けて開催された。

ワークショップは、線量研究者、統計学者、疫学研究者のそれぞれの視点から見た線量の不確実性の問題に関する発言で始まった。疫学研究者の観点は Roy Shore 放影

研副理事長・研究担当理事により述べられた。原爆被爆者、チェルノブイリ事故によりヨウ素 131 放射性降下物に被曝した子どもたち、カザフスタンで行われた核実験による放射性降下物に被曝したカザフスタン住民、という電離放射線に被曝した大規模集団を対象とした三つの事例研究が検証された。事例研究それぞれについて、(1)不確実性の数量化と構成決定、(2)線量反応の評価、(3)可能な改善点、に関する三つの発表が行われた。Harry Cullings 放影研統計部副部長(当時)は、原爆被爆者についての不確実性の数量化と構成決定に関して発表した。演者のうち 8 人はかつて放影研で研究を行ったことがある研究者だった。ワークショップは、ジョーンズ・ホプキンス大学の名高いベイズ統計学者である Tom Louis 博士が司会を務めたパネルディスカッションで締めくくられた。なお、Oak Ridge/SENSE の Owen Hoffman 博士が Bouville 博士と共同で討論の報告書作成に取り組んでおり、コンセンサス・レポートが出される予定である。

放射線研究パートナーシップに基づく国際シンポジウム

広島・疫学部長 小笹晃太郎

2009 年 9 月 14 日と 15 日に「放射線研究パートナーシップ」に基づく国際シンポジウムが放影研広島研究所で開催された。本パートナーシップは、疫学統計学領域の若手研究者における放射線影響研究の促進および人材交流を目的として、2006 年よりワシントン大学と久留米大学バイオ統計センターと放影研との間で行われてきた。

今回のシンポジウムは、今までの一連の研究の総括的報告と今後の活動の方向性を探るものとして、「生活習慣などの要因による放射線影響への修飾や交絡、郵便調査データの利用」をテーマとして、放影研国際交流調査研究事業の支援を受けて行われた。14 日午前中は、放影研の兄玉和紀主席研究員、ワシントン大学の Scott Davis 教授およ

び久留米大学の角間辰之教授により、それぞれの立場からの本パートナーシップの総括と今後の課題が語られ、その後、Davis 教授と同大学 Kenneth Kopecky 教授、および角間教授による本日のテーマに関する理論および方法論上の基調講演が行われた。

午後には放射線影響のがんリスクに関する各個別研究の発表が行われた。すなわち、放影研疫学部 Eric Grant 研究員による膀胱がんの研究、疫学部の西 信雄副部長とワシントン大学 Christopher Li 助教授による二次がんの研究、ワシントン大学の Erin Semmens 大学院生および Jean McDougall 大学院生による大腸がんおよび乳がんの研究、久留米大学からの来所研究員である疫学部の野中美佑研究員による量反応関係のリスクモデルに関する研究、統計部 Wan-Ling Hsu 研究員による因果モデルに関する研究である。いずれも、近々に論文として公表される予定となっている。

15日には今までの総括を踏まえて今後の活動の方向性について活発な議論が行われた。久留米大学からの人材交流として、坂田 律研究員が疫学部に就職し、野中研究員が疫学部来所研究員として研究に従事するなど活発な関係を築いている。ワシントン大学からは、上述の2人を含む大学院や研究者が放影研のデータに基づいて放射線の健康影響に関する研究成果を挙げてきた。彼らからは、単に放影研のデータを扱うだけでなく、交流の一環として広島研究所に滞在することにより、被爆地広島を自身の

体験として感ずることができたという感想も示された。放影研からは、研究員が定期的にワシントン大学を訪問して研究打ち合わせを行ってきたほか、Grant 研究員が博士課程大学院生として疫学のエキスパートとなるための教育を受ける機会も得た。我々3機関は今後も引き続き、活動資金を探し出して、本パートナーシップを継続する価値があると合意した。共通の課題としては、大学院生のトレーニングなどに適用可能で、放影研として系統的に解析を進めていく必要のあるものとして、今回のテーマともなった、過去の郵便調査で収集された生活習慣などの因子の、放射線の健康影響に対する修飾や交絡を解析することなどが例示された。本パートナーシップの今後の更なる発展を期待するものである。



広島研究所で開催された放射線研究パートナーシップに基づく国際シンポジウムの参加者

原爆被爆者末梢血 T リンパ球における染色体不安定性 *In Vivo* と *In Vitro* の研究から*

濱崎幹也 児玉喜明

放射線影響研究所 遺伝学部

*この原稿は以下の論文を基に作成した。

参考文献 1. Kodama Y, Ohtaki K, Nakano M, Hamasaki K, Awa AA, Lagarde F, Nakamura N. Clonally expanded T-cell populations in atomic bomb survivors do not show excess levels of chromosome instability. *Radiat Res* 164:618–26, 2005.

参考文献 2. Hamasaki K, Kusunoki Y, Nakashima E, Takahashi N, Nakachi K, Nakamura N, Kodama Y. Clonally expanded T lymphocytes from atomic bomb survivors *in vitro* show no evidence of cytogenetic instability. *Radiat Res* 172:234–43, 2009.

背景

1992年、英国の Kadhim ら³はアルファ線を照射したマウスの骨髄細胞では、*in vitro*の培養で何世代も細胞分裂を経た後も非クローン性の新たな染色体異常（主として染色体型の異常）が生じやすいことを報告した。この現象は電離放射線に被曝した細胞が受けた直接の損傷とは異なり、放射線が誘発した遅延性のゲノム不安定性と考えられた。その後多くの研究者たちはこのような不安定性が放射線発がんの機構の本質ではないかと考え、現在では染色体異常だけでなく突然変異や細胞死といった他のエンドポイントも不安定性の指標として認識されている。⁴⁻⁸放射線誘発ゲノム不安定性に関する報告でマウスや培養細胞を使ったものは数多くあるが、ヒト正常細胞における情報はまだ少ない。実際にヒト、特に60年以上前に被曝した原爆被爆者の体内に染色体不安定性が生じているかどうかまだ不明な点が多い。

放影研の遺伝学部細胞遺伝学研究室では、個々の原爆被爆者に与えられている物理学的推定線量の推定値の補完、あるいはその推定値の誤差について情報を提供するために、有効な生物学的線量推定法としての染色体調査を続けている。この調査では、不安定型染色体異常（二動原体染色体 [dicentric] や環染色体 [rings]）が被曝後の時間経過により体内から消失してしまうため、転座 (translocations) や逆位 (inversions) といった安定型染色体異常を調べている。原爆被爆者の染色体不安定性を検討する際の問題点は、観察される染色体異常が1945年の被曝後すぐに誘

発されたものなのか、あるいは、被曝後のゲノム不安定性によるものなのかを区別する良い方法がないことである。この点を解決するために我々は二つの方法を採用した。一つは、原爆被爆者の末梢血 T リンパ球で時おり観察される染色体異常クローン細胞集団を利用した *in vivo* 調査であり、¹ もう一つは被爆者の末梢血 T リンパ球をクローニングし、試験管内で長期培養した *in vitro* 調査である。²

In Vivo 調査

染色体異常クローン

原爆被爆者のリンパ球で観察される染色体異常クローンは、1回の調査で同一の染色体異常が3個以上観察される場合と定義している。そのような染色体異常クローンは例外なく転座や逆位といった安定型染色体異常である。染色体異常クローンは原爆放射線で生じた深刻な血液幹細胞レベルの枯渇の中を生き延びた幹細胞から生じたものと考えられている。個々の染色体異常クローンの末梢血リンパ球中に占める割合は様々であり、多い例では約50%もの細胞が単一の染色体異常を示す場合もあった。また、この染色体異常クローンは被曝後比較的早い時期に形成されると考えられている。⁹ 従って、原爆被爆者の末梢血 T リンパ球中の染色体異常クローン細胞集団に新たな異常が見つければ、それは原爆放射線の直接的な影響ではなく、被曝後の細胞増殖の過程におけるゲノム不安定性の結果であると考えられる（図1）。そこで我々は原爆被爆者リンパ球中の染色体異常クローン細胞

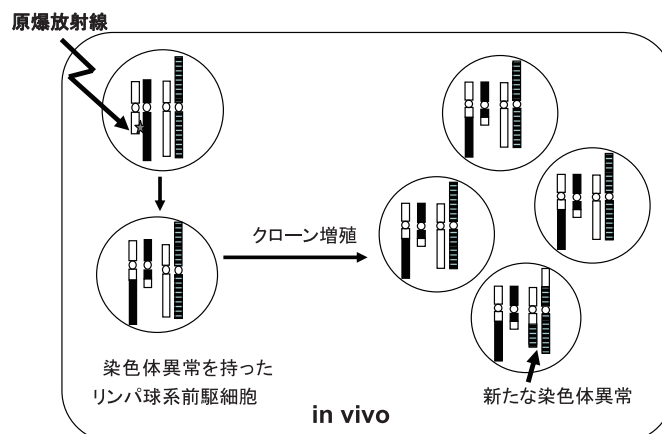


図 1. 放射線によって生じた染色体異常（主に転座）を持ったリンパ球系前駆細胞（幹細胞）は生体内でクローン増殖し、全 T リンパ球集団の一部を構成する。クローン細胞集団中に検出される新たな転座はゲノム不安定性の結果生じたと考えられる。

集団を数多く集め、そこに新たに誘導された安定型染色体異常（転座）の頻度を調べた。

調査対象者と方法

G バンド法

主に 1980 年代（被曝後平均 41 年を経過）に採血が行われた調査で、対象者は被曝線量が 1 Gy 以上の近距離被曝者 50 人である。各対象者について、採血は 2 年ごとに数回（3 - 6 回）行われ、それぞれ 48 時間培養後、通常法により染色体標本を作製した。G バンド法による 1 人当たりの合計分析細胞数は平均 760 個である（総分析細胞数は約 38,000 個）。染色体異常クローンの解析をそれぞれの対象者について行い、最終的に 10 個以上の細胞で確認された染色体異常クローンを今回の解析対象とした。

mFISH 法

過去の調査で染色体異常クローンを高頻度を持つことが知られている高線量被曝者 3 人を対象とした（2 例は G バンド分析と重複）。3 例の採血は 2000 - 2002 年に行われ、48 時間培養後、通常の方法で染色体標本を作製した。多色 FISH（mFISH）には Vysis 社（米国イリノイ州 Downers Grove）の 24 色プローブ（Spectra Vision 24 Color WCP M-FISH Assay）を用い、染色方法は同社のマニュアルに従った。画像取り込みおよび解析には CytoVision ChromoFluor System（Applied Imaging 社、英国 Newcastle upon Tyne）を使用した。この方法を用いて、各例につき染色体異常クローンの総数が 100 を超えるまで分析を行った。なお、本調査では、次の *in vitro* 調査も含

め、血液提供以前にがんの放射線治療歴のある人は調査対象から除いている。

結果

G バンド解析

G バンドデータを解析した結果、18 人の原爆被曝者において合計 22 種類の染色体異常クローン（合計 952 細胞）を認めた（表 1A）。この 18 人の平均被曝線量は 2.5 Gy（0.8 - 3.6 Gy）である。これらの 952 個のクローン細胞を詳細に解析した結果、7 細胞で付加的転座を確認した。しかし、この 7 細胞のうちの 2 個は同一対象者（対象者 3）で発見された同一の異常 [t(7;14)] であり、サブクローンと考えられることから 1 個の異常と数えた。その結果新たに誘発された転座の頻度は 0.6%（6/951）であった。

mFISH 解析

表 1B に示すように 3 人の対象者（対象者 2 と 4 は G バンド分析と同じ対象者）で 6 種類の染色体異常クローンを認めた。合計 333 個のクローン細胞を分析し、4 個の付加的転座を確認した（1.2%）。

自然発生頻度との比較

今回の調査において、対象者からの採血はその多くが放射線被曝後約 40 年を経過してから行われており、血液提供者の平均検査時年齢は約 61 歳である。一方、末梢血中の転座の自然発生頻度は年齢と共に増加することが知られている。¹⁰ 従って、この条件の下で、染色体異常クローン細胞集団で見つかった付加的異常頻度と比較する

対照としては、40歳前後の人の自然発生転座頻度を取ればよいことになる（転座の自然発生率は年齢の増加に伴い直線的以上の割合で増大するため、¹⁰ 0-40歳までの40年は20-60歳までの40年よりも転座生成は少ない）。そこで、過去に我々の研究室で行った胎内被爆者のデータからGバンド法により分析した推定被曝線量が5 mGy以下の対照群181人のデータを対照として用いた。¹¹ この胎内被爆者に対する採血は1985年に行われたもので、検査時年齢が41歳と条件を満たしている。この対照群での転座頻度は1.2% (219/17,878)であった。表1に示すよう

に、この値と比べて、Gバンド法およびmFISH法で今回確認された付加的転座頻度(0.6%および1.2%)はどちらも高い値ではなかった。従って、放射線被曝により、転座型染色体異常の頻度を上昇させるような染色体不安定性は認められなかった。

In Vitro 調査

次に我々は、原爆被爆者由来の末梢血Tリンパ球を試験管内 (*in vitro*) でクローン増殖させ、長期培養中に出現する付加的な染色体異常をmFISH法で評価することを試

表1. *In vivo* 染色体異常クローン細胞における付加的転座の頻度

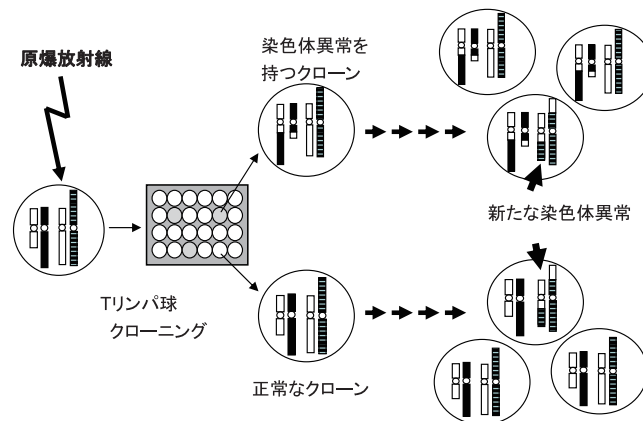
対象者番号 ^{a)}	染色体異常クローン	クローン細胞数 (クローン細胞の割合) (%) ^{b)}	付加的転座を持つクローン細胞数 ^{c)}	付加的転座
A. Gバンド法による解析				
1	t(3;4)	10 (1.4%)	0	
2	t(2;4)	48 (10%)	1	t(1;13)
			1	t(2;19)
3	t(2;12)	336 (14%)	2 (1)	t(7;14)
4-1	t(4;6), t(5;13)	62 (5.8%)	1	t(2;10)
4-2	t(1;2), t(2;15)	10 (0.9%)	0	
5	t(X;2)	20 (2.9%)	0	
6	t(1;6)	24 (4.0%)	0	
7	t(X;1), inv(2)	13 (1.8%)	0	
8	t(2;18)	34 (4.0%)	0	
9	t(X;5)	11 (2.0%)	0	
10	t(X;2)	16 (1.8%)	0	
11-1	t(6;9)	54 (6.3%)	1	t(5;18)
11-2	t(X;16)	40 (4.7%)	0	
11-3	t(14;15)	12 (1.4%)	1	t(7;14)
12	t(10;17), t(20;11), (11;22)	14 (1.8%)	0	
13	t(5;21), t(8;10)	72 (6.1%)	0	
14	t(13;15)	32 (4.4%)	0	
15	t(4;5)	10 (1.1%)	0	
16	t(X;15)	41 (7.0%)	0	
17-1	t(2;4)	18 (2.5%)	0	
17-2	t(1;2), del(5)	11 (1.5%)	0	
18	t(6;10), t(11;17), del(5)	64 (8.8%)	0	
	合計	952 細胞 (6.2%)	7 細胞 (6 事象)	0.6%
B. mFISH法による解析				
2	t(2;4)	101 (51%)	1	t(1;11)
			1	t(1;16)
			1	t(1;17)
4-1	t(4;6), t(5;13)	65 (12%)	0	
4-2	t(1;2), t(2;15)	31 (5.5%)	0	
4-3	t(16;20)	26 (4.7%)	0	
4-4	t(4;8)	10 (1.8%)	0	
19	inv(1), del(5)	100 (38%)	1	t(1;5;14)
	合計	333 細胞	4 細胞	1.2%

^{a)} ハイフンの付いた番号は同一対象者に見つかった複数のクローンを示す。

^{b)} 括弧は全分析細胞におけるクローン頻度を示す。

^{c)} 括弧は同一の付加的異常を単一事象として数えた値を示す。

t = 転座、inv = 逆位、del = 欠失



in vitro での長期培養

図2. 染色体不安定性が長期間の培養で生じるかどうか調べるために原爆被爆者由来の T リンパ球を *in vitro* でクローン増殖させた。

みた。これは末梢血 T リンパ球を *in vitro* でクローン増殖させること、つまり長期間、細胞分裂回数を強制的に増大させることが新たな染色体異常の誘発に影響するかどうかを検証したものである (図2)。

調査対象者と方法

末梢血リンパ球は4人 (いずれも女性) の原爆被爆者から得た。4例のうち2例は推定被曝線量がそれぞれ1.2 Gy (対象者2) と2.0 Gy (対象者4) の高線量被曝者である。いずれも *in vivo* 由来の染色体異常クローンを高頻度 (10-50%) に保有することが知られており、前述の *in vivo* 調査でも調査対象とした。これら2例の染色体異常クローンは今回の調査でも確認されている (後述)。他の2例は対象者2と4にそれぞれ性、年齢を合わせた対照者である (対象者20と21。推定被曝線量はいずれも5 mGy 以下)。

T リンパ球のクローニングと培養

T リンパ球のクローニングは通常の方法²を用い、染色体解析に必要な 10^6-10^7 個の細胞に達するまで培養を行った。対象者2、20、21の平均培養日数は約4週間であり、各クローンの平均分裂回数は23-25回であった。対象者4に関しては以前にクローン化し凍結保存していたもの¹²を解冻し、24穴プレートで上記と同じ条件で培養した。²

mFISH 法

増殖中の T リンパ球クローンに2時間のコルセミド処理を行い、エアードライ法により染色体標本を作成し、各クローンについて100個の細胞を分析した。使用した mFISH 法は前述の *in vivo* 調査と同じである。

結果

原爆被爆者から得られた T リンパ球クローン

本研究では、高線量被曝群2例 (対象者2と4) と対照群2例 (対象者20と21) から合計66個の T リンパ球クローンを得た。

(対象者2) 全22クローンのうち正常核型が8個、*in vivo* 染色体異常クローン [t(2;4)] が8個、その他の構造異常が5個、数的異常が1個。

(対象者4) 14クローンのうち正常核型が4個、*in vivo* 染色体異常クローン [t(4;6),t(5;13)] が5個、その他の構造異常が4個、数的異常が1個。

(対象者20) 12クローンのうち正常核型が10個、その他の構造異常が1個、数的異常が1個。

(対象者21) 18クローンのうち正常核型が14個、数的異常が4個。

各対象者で得られた数的異常のクローンは、その大部分が X 染色体に絡んだものであった。X 染色体異数性は高齢女性のリンパ球培養で一般的に生じることが知られているので¹³ これらのクローンは表2では正常核型として分類した。

mFISH 法により検出された付加的な染色体異常

各対象者で検出された付加的な染色体異常の分析結果を表2に示す。ここではケースごとの頻度の結果と、高線量被曝群と対照群をそれぞれプールした結果も示している。表に見られるように各例で様々なタイプの付加的異常が観察された (図3)。

長期培養中に新たに生じた付加的染色体異常頻度について統計解析を行い、染色体不安定性における原爆放射線

表2. *In vitro* でクローン増殖させた T リンパ球コロニーに検出された付加的染色体異常の頻度

対象者 番号	核型	分析 細胞数	付加的染色体異常						合計
			t	der	dic	dup	del	f	
2	正常	900	7	5	0	0	21	12	45
	<i>in vivo</i> クローン [t(2;4)]	800	5	3	1	2	18	12	41
	その他の異常	500	3	4	19	0	9	4	39
合計		2,200	15 (0.7%)	12 (0.6%)	20 (0.9%)	2 (0.1%)	48 (2.2%)	28 (1.3%)	125 (5.7%)
4	正常	500	1	1	0	2	8	10	22
	<i>in vivo</i> クローン [t(4;6),t(5;13)]	500	3	6	1	5	12	9	36
	その他の異常	400	1	0	1	2	5	4	13
合計		1,400	5 (0.4%)	7 (0.5%)	2 (0.1%)	9 (0.6%)	25 (1.8%)	23 (1.6%)	71 (5.1%)
被曝群 (対象者 2 + 4)		3,600	20 (0.6%)	19 (0.5%)	22 (0.6%)	11 (0.3%)	73 (2.0%)	51 (1.4%)	196 (5.4%)
20	正常	1,100	3	8	0	3	12	15	41
	その他の異常	100	0	0	0	0	2	0	2
	合計	1,200	3 (0.3%)	8 (0.7%)	0 (0.0%)	3 (0.3%)	14 (1.2%)	15 (1.3%)	43 (3.6%)
21	正常	1,800	4 (0.2%)	2 (0.1%)	2 (0.1%)	3 (0.2%)	40 (2.2%)	25 (1.4%)	76 (4.2%)
対照群 (対象者 20 + 21)		3,000	7 (0.2%)	10 (0.3%)	2 (0.1%)	6 (0.2%)	54 (1.8%)	40 (1.3%)	119 (4.0%)

t = 転座、der = 派生染色体、dic = 二動原体染色体、dup = 重複、del = 欠失、f = 断片

の影響を検討した。その結果、mFISH 法で最も検出力が高い交換型で、かつ安定型異常である転座 (t) と派生染色体 (der) の合計頻度は、高線量被曝群で 1.1% (39/3,600)、対照群で 0.6% (17/3,000) であり、被曝群でやや高い傾向が見られたが統計学的に有意差は認められなかった ($P = 0.101$ 、表 3)。また、構造異常全体の頻度についても被曝群と対照群で有意な差はなかった ($P = 0.142$)。

次に核型の違いによる差を検討するため、*in vivo* 染色

体異常クローン群 (被曝群の核型の異なる三つの集団の中で付加的異常率が最も高い) と対照者の正常細胞群との比較を行った。表 3 に示すように、この場合も有意な差は認められなかった ($P = 0.114$ と $P = 0.130$)。

これまで述べてきたように、*in vitro* でクローン増殖させた原爆被爆者のリンパ球において染色体不安定性の存在を明瞭に示唆する証拠は得られなかった。

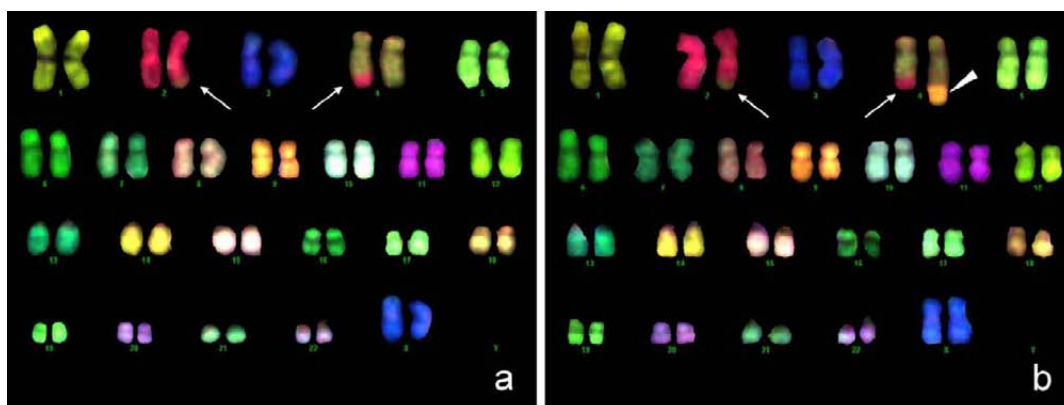


図3. mFISH 法による新たに生じた染色体異常の検出 (表 2、対象者 2、*in vivo* クローン)。パネル a : 転座のみ、46,XX,t(2;4)。パネル b : 転座 + 新たな非クローン性の異常、46,XX,t(2;4),der(4)t(4;9)。矢印は 2 番染色体と 4 番染色体との間の転座を示し、矢先は 4 番染色体と 9 番染色体が関係した付加的異常 (派生染色体) を示す。2 本ある 9 番染色体は正常である。

表 3. 付加的染色体異常頻度の統計解析

	t + der		すべての構造異常	
被曝群 (対象者 2 + 4)	39/3,600 (1.1%)	*P = 0.101	196/3,600 (5.4%)	*P = 0.142
対照群 (対象者 20 + 21)	17/3,000 (0.6%)		119/3,000 (4.0%)	
<i>in vivo</i> 染色体 異常クローン群	17/1,300 (1.3%)	*P = 0.114	77/1,300 (5.9%)	*P = 0.130
対照群 (正常のみ)	17/2,900 (0.6%)		117/2,900 (4.0%)	

* 擬似尤度法での Wald 検定

染色体不安定性が観察されなかった理由

以上のように、我々は原爆被曝者の末梢血 T リンパ球における放射線誘発染色体不安定性について *in vivo* と *in vitro* の両面から検討したが、いずれも染色体不安定性を示唆するデータを得ることはできなかった。

ヒトの正常細胞を用いた研究において、染色体異常を指標として放射線誘発ゲノム不安定性を調べた報告には、不安定性の存在に肯定的なものや否定的なものがあり、調査結果は必ずしも一致していない。¹⁴⁻²⁶ その理由としては個人の遺伝的背景の違い（例えば放射線感受性）などが考えられる。遺伝的要因が影響するならば、今回我々が行った調査規模（19 人からの 1,300 細胞を調べた *in vivo* 調査、4 人からの 6,600 細胞を調べた *in vitro* 調査）では、遺伝的背景の多様性を考慮すると十分でなかったのかもしれない。言い換えれば、ゲノム不安定性は、存在するとしても、今回実施した調査規模のレベルで検出できるほど高頻度ではないのかもしれない。

また、不安定性が観察されなかった原因に、原爆被曝者の中で放射線誘発ゲノム不安定性を誘発しやすい遺伝的素因を持っている人は、被曝後早い時期にがんで亡くなっている可能性が指摘されるかもしれない。しかし、原爆被曝者における固形がんは被曝後かなりの時間を経過してから増え始め、今でも自然発生レベルの増加と同様に増加し続けていることから理由としては考えにくい。

いずれにしても、ヒト正常細胞における放射線誘発遺伝的不安定性に関する情報は少ないので、これからもデータを蓄積していくことが大切だと考える。最近、原爆被曝者において骨髄異形成症候群（MDS）の相対リスクの上昇が報告され、放射線発がんにおける造血幹細胞レベルでのゲノム不安定性の関与が示唆された。²⁷ このことから、原爆被曝者の造血幹細胞の放射線誘発ゲノム不安定性の更なる研究が重要だと考えられる。もし、原爆被曝者の造血幹細胞レベルでのゲノム不安定性についての情報が得られれば、*in vivo* における放射線誘発ゲノム不安定性に関する新たな知見となると考えられる。

参考文献

1. Kodama Y, Ohtaki K, Nakano M, Hamasaki K, Awa AA, Lagarde F, Nakamura N. Clonally expanded T-cell populations in atomic bomb survivors do not show excess levels of chromosome instability. *Radiat Res* 164:618-26, 2005.
2. Hamasaki K, Kusunoki Y, Nakashima E, Takahashi N, Nakachi K, Nakamura N, Kodama Y. Clonally expanded T lymphocytes from atomic bomb survivors *in vitro* show no evidence of cytogenetic instability. *Radiat Res* 172:234-43, 2009.
3. Kadhim MA, Macdonald DA, Goodhead DT, Lorimore SA, Marsden SJ, Wright EG. Transmission of chromosomal instability after plutonium alpha-particle irradiation. *Nature* 355:738-40, 1992.
4. Bedford JS, Dewey WC. Radiation Research Society 1952–2002. Historical and current highlights in radiation biology: Has anything important been learned by irradiating cells? *Radiat Res* 158:251-91, 2002.
5. Morgan WF. Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation: I. Radiation-induced genomic instability and bystander effects *in vitro*. *Radiat Res* 159:567-80. 2003.
6. Morgan WF. Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation: II. Radiation-induced genomic instability and bystander effects *in vivo*, clastogenic factors and transgenerational effects. *Radiat*

- Res* 159:581-96, 2003.
7. Wright EG, Coates PJ. Untargeted effects of ionizing radiation: Implications for radiation pathology. *Mutat Res* 597:119-32, 2006.
 8. Ullrich RL, Ponnaiya B. Radiation-induced instability and its relation to radiation carcinogenesis. *Int J Radiat Biol* 74:747-54, 1998.
 9. Salassidis K, Schmid E, Peter RU, Braselmann H, Bauchinger M. Dicentric and translocation analysis for retrospective dose estimation in humans exposed to ionizing radiation during the Chernobyl nuclear power plant accident. *Mutat Res* 311:39-48, 1994.
 10. Sigurdson AJ, Ha M, Hauptmann M, Bhatti P, Sram RJ, Beskid O, Tawn EJ, Whitehouse CA, Lindholm C, Nakano M, Kodama Y, Nakamura N, Vorobtsova I, Oestreicher U, Stephan G, Yong LC, Bauchinger M, Schmid E, Chung HW, Darroudi F, Roy L, Voisin P, Barquinero JF, Livingston G, Blakey D, Hayata I, Zhang W, Wang C, Bennett LM, Littlefield LG, Edwards AA, Kleinerman RA, Tucker JD. International study of factors affecting human chromosome translocations. *Mutat Res* 652:112-21, 2008.
 11. Ohtaki K, Kodama Y, Nakano M, Itoh M, Awa AA, Cologne J, Nakamura N. Human fetuses do not register chromosome damage inflicted by radiation exposure in lymphoid precursor cells except for a small but significant effect at low doses. *Radiat Res* 161:373-9, 2004.
 12. Kusunoki Y, Kodama Y, Hirai Y, Kyoizumi S, Nakamura N, Akiyama M. Cytogenetic and immunologic identification of clonal expansion of stem cells into T and B lymphocytes in one atomic-bomb survivor. *Blood* 86:2106-12, 1995.
 13. Fitzgerald PH. A mechanism of X chromosome aneuploidy in lymphocytes of aging women. *Humangenetik* 28:153-8, 1975.
 14. Martins MB, Sabatier L, Ricoul M, Pinton A, Dutrillaux B. Specific chromosome instability induced by heavy ions: A step towards transformation of human fibroblasts? *Mutat Res* 285:229-37, 1993.
 15. Sabatier L, Dutrillaux B, Martin MB. Chromosomal instability. *Nature* 357:548, 1992.
 16. Sabatier L, Lebeau J, Dutrillaux B. Chromosomal instability and alterations of telomeric repeats in irradiated human fibroblasts. *Int J Radiat Biol* 66:611-3, 1994.
 17. Roy K, Kodama S, Suzuki K, Watanabe M. Delayed cell death, giant cell formation and chromosome instability induced by X-irradiation in human embryo cells. *J Radiat Res* 40:311-22, 1999.
 18. Ojima M, Hamano H, Suzuki M, Suzuki K, Kodama S, Watanabe M. Delayed induction of telomere instability in normal human fibroblast cells by ionizing radiation. *J Radiat Res* 45:105-10, 2004.
 19. Dugan LC, Bedford JS. Are chromosomal instabilities induced by exposure of cultured normal human cells to low- or high-LET radiation? *Radiat Res* 159:301-11, 2003.
 20. Holmberg K, Meijer AE, Auer G, Lambert BO. Delayed chromosomal instability in human T-lymphocyte clones exposed to ionizing radiation. *Int J Radiat Biol* 68:245-55, 1995.
 21. Salomaa S, Holmberg K, Lindholm C, Mustonen R, Tekkel M, Veiderbaum T, Lambert BO. Chromosomal instability in *in vivo* radiation exposed subjects. *Int J Radiat Biol* 74:771-9, 1998.
 22. Hofman-Huther H, Peuckert H, Ritter S, Virsik-Kopp P. Chromosomal instability and delayed apoptosis in long-term T-lymphocyte cultures irradiated with carbon ions and X rays. *Radiat Res* 166:858-69, 2006.
 23. Kadhim MA, Marsden SJ, Wright EG. Radiation-induced chromosomal instability in human fibroblasts: Temporal effects and the influence of radiation quality. *Int J Radiat Biol* 73:143-8, 1998.
 24. Kadhim MA, Lorimore SA, Townsend KM, Goodhead DT, Buckle VJ, Wright EG. Radiation-induced genomic instability: Delayed cytogenetic aberrations and apoptosis in primary human bone marrow cells. *Int J Radiat Biol* 67:287-93, 1995.
 25. Tawn EJ, Whitehouse CA, Martin FA. Sequential chromosome aberration analysis following radiotherapy—no evidence for enhanced genomic instability. *Mutat Res* 465:45-51, 2000.
 26. Whitehouse CA, Tawn EJ. No evidence for chromosomal instability in radiation workers with *in vivo* exposure to plutonium. *Radiat Res* 156:467-75, 2001.
 27. 朝長万左男. 原爆白血病研究の過去・現在・未来. 長崎医学会雑誌 83(特集号):161-76, 2008.

在韓被爆者健康診断・健康相談事業に参加して

長崎・臨床研究部長 赤星正純

【概要】

南米・北米に在住している原爆被爆者については、広島県を中心に以前から健康診断・健康相談事業が実施されていましたが、在韓被爆者を対象とした事業は行われていませんでした。日本政府の委託を受けた長崎県と、韓国政府の委託を受けた大韓赤十字社は、在韓被爆者を対象に被爆者健康手帳の発給、渡日治療の支援を行うことを目的として「在韓原爆被爆者支援事業」契約を平成15年8月に締結し、この事業の一環として「在韓被爆者健康診断・健康相談事業」を平成16年度より開始しました。この事業の目的として、「健康検診を通して疾病の初期発見および初期治療を図り、日本の原爆専門医師との相談で、原爆後遺症に対する不安感を解消し、原爆被爆者の健康増進を図る」ことが挙げられています。

平成17年度から約2,400人の在韓被爆者を対象に実施される本格的事業の問題点を把握するために、まず平成16年に農村地域の陝川^{ハプチョン}と、都市部の大田^{テジョン}、平澤^{ピョンテク}で計2回の試験的相談事業が実施されました。この試験的事業の結果を基にして、本格的な「在韓被爆者健康診断・健康相談事業」では、前もって地域の赤十字病院で健診を行い、その検査結果、臨床診断、ならびに相談事業当日に聴取された問診票を参考にしながら日本人医師が最終診断・健康相談を行うことが決定されました。

これに基づき平成17年6月にまずソウルにおいて、ソ

ウル赤十字病院と協力して第1回目の本格的事業が実施されました。在韓被爆者は韓国全土にわたり居住されているため、その後、在韓被爆者が比較的多く居住されている大邱^{テグ}、陝川^{ブサン}、釜山^{マサン}、馬山^{クァンジュ}、光州、平澤、大田の各都市・地域において、各地の赤十字病院の協力を得ながら、年2回の頻度で平成21年9月までに計9回の本格的「在韓被爆者健康診断・健康相談事業」が実施されました。現在は2回目目の本格的事業が実施されています。毎回この事業に対する在韓被爆者の関心は高く、対象者の約72%が前もって実施される各地域の赤十字病院での健診を受診し、健診を受診された方の約83%が日本人医師の行う最終診断・健康相談に参加されています。

【被爆者健康診断・健康相談事業の内容】

事前に赤十字病院で受ける検診は、総合健診（被爆者健康手帳および被爆者確認証の所持者）と一般健診（手帳未所持者）に大きく分けられます。総合健診の内容は、放影研の成人健康調査の通常健診と比べて遜色のないものと考えられ、この健診結果に基づいて、各赤十字病院の健診担当医が前もって総合判定（診断）と総合所見（対象者への注意事項）の記載を行い、韓国赤十字社の担当者によりすべてが日本語訳されます。心電図、胸部X線、CT検査、胃内視鏡、腹部超音波、マンモグラフィーについては、最終診断・健康相談期間中にも必要に応じて実物が見られ

るように各病院から貸与・準備していただいております。また、1年前からは、長崎大学病院の永井 隆記念国際ヒバクシャ医療センターと大韓赤十字社との協力により、これまでの「在韓被爆者健康診断・健康相談事業」で得られた検査データおよび診断名がデータベース化され、我々が行う最終診断・健康相談時にも利用できるようになり、大変役に立っています。これが縁となったのか、ヒバクシャ医療センターの担当医師は大韓赤十字社の方と今年国際結婚をなさいました。

最終診断・健康相談当日には、ボランティアの看護師により体温・血圧測定と問診票の作成が行われます。この問診票と日



在韓被爆者健康診断・健康相談事業による健診団の一行と韓国側のスタッフ。前列右から4人目が筆者の赤星正純部長

本語訳された健診結果を基にして、私たち日本人医師が約1時間をかけていろいろとお話を伺ったり、また病気のことについて説明をしながら最終診断を行い、必要に応じて韓国医師に対して精密検査ならびに治療方針についての助言を行います。南米・北米健診とは異なり、ほとんどの方が日本語を理解しないか、または聞き取りはできても話せないで、それぞれの医師に専属の通訳が付きますが、彼女たちの努力にはいつも感謝しています。

韓国の方はオンドルでの生活が基本となっているためか、腰や膝に痛みを抱えている方が多いようです。このため整形外科医、理学療法師および健康体操を指導する看護師もこの事業には参加しています。韓国では整形外科手術後のリハビリが十分には行われていないため、理学療法師によるリハビリ方法の指導ならびに看護師による健康体操は大変評判が良いようです。

在韓被爆者で認められる疾患の多くは、生活習慣病（肥満、脂肪肝、高血圧、糖尿病、がんなど）で、日韓で罹病している病気に差はないようでした。ただ陝川では川魚を生で食べるせいか、肝吸虫症に罹患している方が数人お

り、日本人医師にとっては初めての経験でした。

在韓被爆者の多くは、既に被爆者手帳または被爆時状況確認証のいずれかを所持しており、医療助成を受けていますが、中にはいずれも所持していない在韓被爆者の方もおり、これらの方については長崎県・市および大韓赤十字社の職員が被爆者手帳または被爆時状況確認証取得に向けての相談に応じています。これに加え、長崎県・市および大韓赤十字社の職員は、健康管理手当、原爆症認定および渡日治療支援事業などの行政的手続きの相談にも応じています。

本格的な事業には平均して、日本側からは内科医師5名、整形外科医師1名、理学療法師1名、看護師1名、長崎県・市職員4名が参加し、韓国側からは韓国医師1名、大韓赤十字社職員9名、通訳8名、大韓赤十字社ボランティア6名、ボランティア看護師4名が参加しています。これら両国の多くの方々の協力と相互理解の下、これまで通算9回の「在韓被爆者健康診断・健康相談事業」を無事に行うことができたことに感謝しつつ、これから行われる事業もまた実り多いものとなることを期待しています。

看護課の業務（広島・長崎）

1947年に原爆傷害調査委員会（ABCC）が研究を開始した当時、2名であった看護師は、研究の拡大に伴って暫時増員され、50年前の成人健康調査（AHS）開始時には、広島40名、長崎16名となりました。一般の医療機関とは全く異なる状況での看護が要求され、彼女らは特に調査対象者の心情面への配慮に心を砕きながらABCC-放影研の看護を作り上げ、研究の実施に多大な貢献をしてきました。以下の報告は、AHS開始50周年、すなわち2年に一度の健診が25回目のサイクルを迎えるに当たり、現在の看護師長である桑本美千子さん（広島）と山下由美子さん（長崎）が過去を振り返ってまとめた手記からの抜粋です。

AHSが始まった当時は、苦勞と驚きの連続だったようです。初代看護課長は米国人のMiss Louise Cavagnaroでした。日本人看護課長として2代目であった故渡辺千代子氏は、ABCC初期の頃について、「戦後の日本の医学、特に看護は、米国の影響を受けて発展してきたが、ABCCはその膝元とも言える職場で、日々の業務の中で留学したに等しい多くのことを学ぶことができた。見るもの、聞く

ものすべてに目をみはるばかりでまるで看護学生のようなあった。今日の繁栄しか知らない人には笑い種であるが、ペーパータオルも初めてこの時見て使い捨てであることも驚きの一つであり、使い捨てが惜しくて一度使ってはたたくで棚の端においては、“no good”とMiss Cavagnaroにしかかれて赤面した」と、回想録に書いておられます。

AHS初期には入院施設があり、看護師は病室と外来を一定期間で交代する交代制で、病室には十数名の入院ベッドがあり、疾患は主に血液疾患でした。当時は米国人医師も多く、患者である対象者の方は会話も十分できず、不安な入院生活であったと推察されます。外国人医師と患者である対象者の方との間の意思疎通など、当時の看護師諸先輩方の苦勞も大変であったろうと思います。また、外来においては、元看護課長の一人は次のように回想しておられます。「当時の診察の流れは今日とは異なり、検査、日本人医師の診察の後に、外国人医師によるチェックがあり、この待ち時間の間に対象者の方が被爆当時のことをお話しになることがありました。聴くのに辛いこともありましたが、広島と長崎で起こったこの悲惨な現実をしっかりと見据えるためにとても大切であることを知り

ました」。

1972年、研究方針の変更で私たちの業務も変更されました。検査や治療の場であった病室は閉鎖され、外来健診および、home visit と hospital visit (来所不可能な対象者の方を家庭や病院施設へ訪問すること) が引き続き行われることになりました。訪問診察は半日で2-3人の対象者を訪問しなければならないので、時間に追われて必要な検査のみに終わり、十分なお話やアドバイスができない場合もありましたが、限られた時間の中でできるだけアドバイスなどをできるように心がけました。当初、白衣で訪問していましたが、対象者の方から近所が注目するので白衣での訪問は困るなどの要望があり、現在では名札を付けて私服で訪問するように工夫しています。また、外来においても、更衣していただくガウン、スリッパにも検討を重ねて、機能性、快適性を配慮し、改善してきました。

看護師にとって大切なことは、対象者の方の個人的な気持ちや背景を理解することです。対象者の中には、「健診を受けに来たくなかったのだけれど、何度も何度も誘われるので断りきれず本意ながら来所した」、「迎えに来られるから仕方なしに来た」という方もいます。来所していただいた対象者の方々のその思いに配慮しながら、いかに快適に過ごしていただき無事にお送りするかが、ナースに課せられた使命であり、私たちがいつも心に留めていることです。これは ABCC 時代から変わっていない私たちの姿勢です。

健診後に対象者の方から礼状をいただくことがありますが、その中の多くが、「話をよく聴いてもらった」、「適切なアドバイスを受けた」というものです。一般の病院と

違って対象者の大部分の方は健康な方であり、都合をつけてもらって来所をお願いしたお客様です。中には、良かれと思ってアドバイスした健康指導が余計なお世話と気分を害されたり、多くの問診聴取に時間を取られて長時間の滞在となったりすることもあります。これまで AHS に協力してくださった対象者の方の高齢化は益々進み、私たちのアプローチの仕方も変化を求められています。より良い対応は何かを、絶えず模索し続けることがこれからも私たちの課題であると思います。

看護課では、受診に来られた方一人一人を大事にし、その人に適した接遇をすることによって対象者の方と信頼関係が結ばれ、一人も欠けることなく2年後も来所していただけるよう努力がなされてきました。対象者の中には研究所自体への不満に加えて、質問の内容に立腹され、苦情を述べられる方、長年協力してきたのに、なぜ病気が早期に発見できなかったのか、と気持ちをぶつけられる方もおられます。時には、次からは来ないと言われる方もいます。そのような際には、特に臨床渉外課と連絡を取り合い、対象者の方が不安を感じられたところ、不満に思われたところを的確に伝え、次に臨床渉外課でコンタクトする際に役立つよう努力がなされてきました。

ABCC 初期の頃の日本国民の衛生・栄養状態は悪く、感染症を患う方が来所することもありました。そのような時には感染防止には特に気を使っていました。診察終了後は診察室内の壁に至るまで消毒薬で清拭し、使用したすべてのリネン類の滅菌などを行いました。貧血のある対象者には、正常値になるまで鉄剤を投与したり、なかなか治らなかった全身の湿疹が当所の軟膏で治癒した時には

大変喜ばれたこともあります。看護課での特殊検査としては、胃カメラや、骨髄穿刺なども行っていました。白血病の疑いのある対象者の方には、骨髄穿刺を行い、当所で行った検査データと共に病院紹介を行っていました。長崎では入院治療は行っていませんでしたが、薬品は整備されており、医師の指示によって、上記のように貧血や皮膚疾患などには限定的に与薬していました。

初代看護課長の Ms. Cavagnaro は長崎にもしばらく滞在され、指導を受けることもありました。Ms. Cavagnaro は、Manual of Nursing Procedures の翻訳版を基に看護



1953年当時の看護課スタッフ（広島）

手順を作成され、以降、手直しをしながら使用してきました。その改訂版が、1967年に広島の渡辺看護課長を中心に作成され、その後、三版まで出版されています。AHS調査開始当時の長崎の看護課長、故大木貞子氏は、看護師の心得を以下のように記しておられます。「看護婦は、人間の健康に必要な基本的なものを理解し、それを必要としている人に最もよく応え得る存在で、その目的達成のためには社会の科学的進歩に合わせて看護知識を備え、個人や社会の必要に応じてその知識を十分活用し、他の専門職、例えば医師、薬剤師などの分野の活動と協調・協同作業ができる能力が必要である。ABCCにおいては特に、患者の周囲に信頼と安心の雰囲気を作り出すために最善を尽

くすことも看護婦の業務と心得ている」。

ABCCは疫学研究機関であり、手順の標準化は最も重要です。そのためには、広島・長崎両研究所の間で、常に密接な連絡を取り合うことが必要となります。AHS健診の成功は、様々な業務を一貫してこなし、熟練した技術を持ち、対象者と最初に接する者としての忍耐と理解力を備えた、広島・長崎の看護師の働きによるところが大きいと思われます。長崎の山下看護課長が次のように述べている通りなのです。「今でも定年で退職した看護師の名前を挙げて、懐かしがられる方が少なくなく、そのような時には対象者との間に長年の信頼関係が築かれているのを感じます」。

Schull 夫人を偲んで

William J. Schull 博士の夫人である Victoria Margaret Schull さんが長い闘病の末、2009年10月13日に亡くなったとの悲しい知らせが放影研関係者にもたらされました。1922年3月11日生まれの Schull 夫人は享年 87 才でした。Schull 夫妻は最近 63 回目の結婚記念日を迎えられたばかりでした。Vicki の名で親しまれていた Schull 夫人が広島で夫と共に住むようになったのは ABCC 初期の 1949 年のことでした。これは米国学術会議で働くことになった Schull 博士が ABCC に赴任した少し後でしたが、広島での住居が利用可能となってすぐのことでした。これを契機に Schull 夫人は日本の文化に親しむと同時に流暢な日本語も習得されました。Schull 博士は 50 年近くの間、何度か ABCC-放影研に赴任されており、最近では 1996 年 5 月 22 日に副理事長・研究担当理事に着任されましたが (1997 年 1 月 22 日退任)、そうするための励ましの一助となっていたのは寄り添う夫人の存在だったのです。



1987年のさよならパーティーで William Jack Schull 博士 (左) と Victoria 夫人。右端は重松逸造元放影研理事長

オープンハウスで発揮された放影研職員の底力

常務理事 寺本隆信

2009年8月5-6日広島、8-9日長崎で、放影研オープンハウスが開催されました。もう広島で15回目、長崎で13回目となる夏の恒例の行事です。毎年訪れてくださるような被爆者の方、地元の方、職員のご家族もいらっしゃる、初めて日本全国あるいは世界各国から広島・長崎の原爆被災者慰霊の日に尋ねて来られる方もいらっしゃいます。この機会に、放影研のことを知っていただこうと、年始めにテーマや企画を決め、春頃から実行委員会を設けて、準備を行います。今年のテーマは、「国際協力で築く放射線と健康の科学」でした。この未来志向のテーマは、放影研の将来構想の中で、共同研究を拡大し、世界の研究拠点を目標していることの反映です。このテーマによる特別展示では、世界の研究所、国際機関と放影研との協力、世界各国から研修のために訪れる研究者、放影研研究者たちの世界での活躍が、世界地図パネルの中で紹介されました。世界の5大陸と結ぶ放影研の国際交流に、眼を見開いて驚かれた国会議員の方々が、「応援するからね」と力強くおっしゃってくださったのは、とても嬉しいことでした。

今年のオープンハウスで特筆すべきことは、これまで以上に職員参加が徹底され、様々な創意工夫が生かされたことです。しかも職員研修を兼ねて、接遇などの指導を受け、これが現場で生かされました。ポスター・チラシ作りや展示で、広島研究所と長崎研究所の協力も一段と進みました。

来場者数は、広島617人、長崎566人でした。広島は、衆議院選挙の影響を受け、大幅に減りましたが（前年

1,355人）、逆に、お一人お一人に丁寧な説明ができましたので、とても良かったと思っています。長崎の来場者数は、なんと46%増えました（前年388人）。長崎も衆議院選挙中であったことは変わりないのですが、夏休み中の学童保育施設に働きかけ、学習プログラムに組み込んでいただいたことが特に効果的でした。当日は、子どもたちが順番に、顕微鏡で自分の細胞を見たり、マイナス196度の液体窒素で花がカチカチになるのを見たりして、恐らく初めての科学実験を体験しました。

長崎は今年、土曜日、日曜日の開催となりました。職員の皆さんやご家族にとって負担であったことは間違いありません。数年前の広島もそうでした。しかし、この行事の意味を考え、原爆被災者慰霊の日とその前日に行うという方針を堅持してきたわけです。一方、広島では、緑の会の皆さんがオープンハウスの日に合わせ、ヒマワリの花を見事に咲かせてくださいました。研究施設にありがちな、冷たく、人を受け付けないような印象は、いつの間に消えたようです。

役職員の皆様、放影研労働組合のご協力に心より感謝申し上げます。

放影研オープンハウス		来場者数の推移				
年度	2004	2005	2006	2007	2008	2009
広島	850	1,062	1,382	967	1,355	617
長崎	230	306	528	484	388	566
計	1,080	1,368	1,910	1,451	1,743	1,183



綿棒で採取してもらった頬の内側の細胞を顕微鏡で観察する子どもたち（長崎研究所の2009年度オープンハウス）

DS02 正誤表

「広島および長崎における原子爆弾放射線被曝線量の再評価 (DS02)」のような2巻に及ぶ報告書を出版する過程で、検討を重ねるうちに幾つかの誤字や技術的な誤りが生じるというのは予想外のことではない。放影研は、以下の訂正箇所について指摘を受けた。

第4章 表5A 249 ページ

表のタイトル：DS02 爆心座標を“27.721”から“26.721”に変更（注：変更は英語版のみ。日本語版では既に26.721であるため変更不要）。

第12章 表7 860 ページ

中性子のエネルギーグループの上限を以下のように置き換える。

Group Number	Upper energy bound (MeV)	
Neutrons	(以前に公表された値)	修正値
3	(1.45E+1)	1.49E+1
4	(1.40E+1)	1.42E+1
19	(2.05E+0)	2.31E+0
20	(1.61E+0)	1.83E+0
21	(1.26E+0)	1.42E+0
22	(1.03E+0)	1.11E+0
43	(5.71E-5)	1.07E-5

承認された研究計画書、2009年4月－9月

RP 1-09 保存血清を用いた肝細胞癌の進展促進要因に関するコホート内症例対照研究 (RP 1-04 の補遺)

大石和佳、藤原佐枝子、John B Cologne、赤星正純、西信雄、鈴木 元、栢植雅貴、茶山一彰

本研究計画書は RP 1-04 の補遺である。RP 1-04 の目的は、放射線被曝、肝炎ウイルス感染および生活習慣関連因子が、肝細胞癌 (HCC) 発生のリスクに及ぼす影響について調査することである。我々は、この研究において、B 型および C 型肝炎ウイルス感染、肥満、飲酒が HCC の独立したリスク要因であることを明らかにした。また、現在継続中の詳細な解析においても、肝炎ウイルス感染の有無にかかわらず放射線被曝が HCC リスクの増加に寄与することが示唆されている。本補遺研究計画書では更に、このコホート内症例対照研究 (RP 1-04) の対象者の保存血清を用いて、HCC の重要な進行促進要因と考えられている、慢性炎症およびインスリン抵抗性に関連したバイオマーカーを測定し、HCC リスクへの寄与について検討する。

RP 2-09 原爆被爆者における放射線治療後の二次がんリスクに関する研究

吉永信治、西 信雄、早田みどり、赤羽恵一、土居主尚、森脇宏子、Wan-Ling Hsu、飛田あゆみ、山田美智子、片山博昭、島田義也、藤原佐枝子、赤星正純、陶山昭彦、笠置文善、小笹晃太郎

原爆被爆者におけるがんリスクの研究は主に原爆放射線との関係に焦点が当てられ、その他の放射線源はあまり注目されてこなかった。本研究の主要な目的は、二つの異なる時期に受けた原爆放射線と治療用放射線の複合影響を評価することである。研究対象集団は、寿命調査集団のうち、先行研究で放射線治療を受けたと確認された集団である。主要な関心のある結果は、放射線治療後のがん罹患および死亡である。これら二次がんのリスクを治療用放射線の線量との関係から解析することに加え、放射線治療に関連した二次がんリスクの原爆放射線による修飾効果についても解析を行う。本研究により、異なる二つの時期に受けた 2 種類の放射線ががんリスクに与える影響について新たな洞察が得られるであろう。

RP 3-09 加齢と放射線に関連した免疫能の総合的評価システムの構築

林 奉権、楠 洋一郎、今井一枝、吉田健吾、伊藤玲子、大石和佳、藤原佐枝子、小笹晃太郎、古川恭治、Susan M Geyer、Nan-Ping Weng、Gregory D Sempowski、安友康二、

小安重夫、Donna Murasko、Marcel RM van den Brink、Nancy R Manley、Janko Nikolich-Zugich、平林容子、岩間厚志、井上 達、稲葉カヨ、Thomas M Seed、Evan B Douple、中地 敬

放影研の疫学および臨床調査では長年の間、原爆被爆者において年齢に関連する免疫系/炎症関連疾患の有意なリスク増加を示す所見が認められてきた。更に、免疫系に認められたこのような放射線の影響は、単純な加齢に関連する影響に類似している。本調査の目的は、年齢と放射線被曝線量を関数として個人の免疫および炎症状態を評価し、被爆者における免疫系および体細胞突然変異への放射線の影響を予想するための総合的スコアリング・システムを構築することである。横断的解析では広島成人健康調査 (AHS) 対象者約 2,300 人と広島に生存している拡大若年 AHS コホートの 1,300 人を含む。縦断的解析では 2000-2002 年に試料の収集されている 2,300 人の AHS 対象者の中から線量群、年齢群、および性に基づき層別化無作為抽出で AHS 対象者 300 人のサブセットを無作為に選別する。無作為抽出で選ばれた 300 人の各々について 2000-2002 年と 2010-2012 年に収集された各 2 サンプルから成る 600 の血漿サンプル (10 年間隔で各対象者ごとに 1 組の試料が得られる) を用いて抗体チップアレイにより生体指標を測定する。また、同じ 600 の試料から得られた DNA を用いてテロメア長を調べる。胸腺の老化指標に対する放射線被曝の影響を病理学的検討および分子解析によって評価する。これらの結果を用いて、免疫に関連する健康とその免疫状態が異なる年齢群と放射線群でどう変化するかを効果的に評価するための総合的スコアリング・システムを構築する。

RP 4-09 ワクチン接種応答に対する放射線被曝と加齢の影響

林 奉権、楠 洋一郎、今井一枝、吉田健吾、三角宗近、大石和佳、藤原佐枝子、小笹晃太郎、Susan M Geyer、安友康二、小安重夫、Gregory D Sempowski、Donna Murasko、Marcel RM van den Brink、Nan-Pin Weng、Nancy R Manley、Janko Nikolich-Zugich、平林容子、岩間厚志、井上 達、稲葉カヨ、Thomas M Seed、Evan B Douple、中地 敬

我々のこれまでの調査で、過去の放射線被曝は、個人のワクチン予防効果に密接な関係のあるナイーブ T 細胞と IL-2 産生細胞の相対数の減少に関連することが明らかになった。免疫系の機能低下に加えて、一部の原爆被爆者において、原爆被曝後 60 年以上が経過してもいまだに持続性の炎症状態の傾向が観察されている場合もある。従って、原爆被爆者における免疫機能の低下がワクチン応答を

変えるのかどうかを調べることは重要である。本調査は、高齢者のインフルエンザワクチンに反応する免疫能に対して過去の放射線被曝が及ぼす影響を評価することを目的とする。本調査では、成人健康調査 (AHS) 対象者の被曝線量群、年齢群、性により層別化された集団から無作為に抽出された 50 人と 300 人を対象に、それぞれ予備的調査と本格調査を行う。AHS 対象者には 3 年をかけて調査への参加を依頼する。ワクチン投与前と投与 3 週間後に血漿およびリンパ球試料を収集・保存する。主たるエンドポイントは、ワクチン投与前と 3 週間後の抗インフルエンザウイルス抗体価の変化である。解析の対象となる二次的なエンドポイントには、サイトカインおよび炎症関連蛋白質、リンパ球サブセット、細胞内活性化マーカー (mRNA と蛋白質)、HLA 遺伝子型などである。これらのパラメータを、年齢と過去の被曝放射線量との関連から解析する。

RP 5-09 放射線被曝と加齢の造血幹細胞 (hematopoietic stem cell; HSC) および樹状細胞 (dendritic cell; DC) に及ぼす影響—細胞数および機能の解析

楠 洋一郎、吉田健吾、林 奉権、Susan M Geyer、三角宗近、大石和佳、藤原佐枝子、小笹晃太郎、平林容子、岩間厚志、小安重夫、安友康二、井上 達、稲葉カヨ、Nancy R Manley、Marcel RM van den Brink、Gregory D Sempowski、Janko Nikolic-Zugich、Nan-Ping Weng、Donna Murasko、Thomas M Seed、Evan B Douple、中地敬

ある程度以上の電離放射線は血液細胞の恒常的産生の減弱をもたらし、免疫系の構成を損なう。近年のマウスを用いた研究から、加齢には適応免疫のみならず造血機能の低下が伴うことが示唆されている。樹状細胞 (dendritic cell; DC) は病原体に対する初期免疫応答の重要な担い手であるばかりでなく、適応免疫の制御にも決定的な役割を持つと考えられている。本研究では、本来恒常的に制御されるべき造血幹細胞 (hematopoietic stem cell; HSC) および DC の細胞数および機能が、以前の原爆放射線被曝ならびに加齢によって、いかなる影響を受けて変化したか解析する。そのために、広島成人健康調査 (AHS) 協力者数百人について、循環血液中の HSC と DC ついて調べる。AHS 協力者から供与される血液試料は主に放影研で解析されるが、一部の測定は共同研究者によって放影研以外の施設で行われる。すなわち、樹状細胞機能分子の測定は、全 RNA と培養上清を用いて、米国の研究室 (Duke 大学) で行われる。また、造血幹細胞の自己再生能と分化能は、放影研で測定方法を十分に習得できなかった場合には、米国の別の研究室 (Sloan-Kettering 記念がんセン

ター) で解析されることになる。循環血液中の HSC の細胞数や機能に加齢および放射線量が関係する有意な変化が認められれば、原爆放射線が造血リンパ系の加齢を促進したという我々の作業仮説を支持するであろう。更に、循環血液中の DC の細胞数や機能に加齢および放射線量が関係する有意な変化が認められれば、原爆放射線による初動免疫および適応免疫への影響は恐らく DC 集団が T 細胞抑制を行うタイプに偏向したためであるという我々の仮説を支持するであろう。原爆被曝者におけるこれらの研究を更に強めるために、a) HSC および DC 集団の放射線照射後の機能ならびに分化を試験管内あるいは生体内で調べる測定系を開発し、b) これらの細胞集団が免疫老化にかかわる放射線生物学的機序を明らかにしていく。

最近の出版物

- 藤原佐枝子：生活習慣と骨密度。成人病と生活習慣病 2009 (May); 39(5):519-23.
- 藤原佐枝子：「骨粗鬆症と圧迫骨折」骨粗鬆症の疫学的背景。臨床画像 2009 (August); 25(8):822-7.
- 藤原佐枝子：FRAX[®]による骨折リスク評価。リウマチ科 2009 (March); 41(3):299-305.
- Furukawa K, Cologne JB, Shimizu Y, Ross NP. Predicting future excess events in risk assessment. Risk analysis 2009 (June); 29(6):885-99. (放射研報告書 6-08)
- Grant EJ, Shimizu Y, Kasagi F, Cullings HM, Shore RE. Radiation unlikely to be responsible for high cancer rates among distal Hiroshima A-bomb survivors. Environmental Health and Preventive Medicine 2009 (July); 14(4):247-9. (放射研解説・総説シリーズ 1-09)
- Hamasaki K, Kusunoki Y, Nakashima E, Takahashi N, Nakachi K, Nakamura N, Kodama Y. Clonally expanded T lymphocytes from atomic bomb survivors *in vitro* show no evidence of cytogenetic instability. Radiation Research 2009 (August); 172(2):234-43. (放射研報告書 16-08)
- 大石和佳、柘植雅貴、茶山一彰：HBV 遺伝子型と B 型肝炎の予後。臨床消化器内科 2009 (June); 24(6):653-9.
- 大久保利晃（編）：平成 20 年度厚生労働省委託事業 原爆症調査研究事業報告書。2009 (July):81 p.
- Richardson DB, Sugiyama H, Nishi N, Sakata R, Shimizu Y, Grant EJ, Soda M, Hsu WL, Suyama A, Kodama K, Kasagi F. Ionizing radiation and leukemia mortality among Japanese atomic bomb survivors, 1950–2000. Radiation Research 2009 (September); 172(3):368-82. (放射研報告書 2-09)
- Richardson DB, Sugiyama H, Wing S, Sakata R, Grant EJ, Shimizu Y, Nishi N, Geyer S, Soda M, Suyama A, Kasagi F, Kodama K. Positive associations between ionizing radiation and lymphoma mortality among men. American Journal of Epidemiology 2009 (April); 169(8):969-76. (放射研報告書 8-08)
- Shore RE. Low-dose radiation epidemiology studies: Status and issues. Health Physics 2009; 97:481-6.
- Takahashi N, Satoh Y. Studies of trans-generational effects following A-bomb irradiation. Tanaka S, Fujikawa K, Ogura K, Tanaka K, Oghiso Y, eds. Carcinogenesis and Genetic Effects of Low Dose Radiation Exposure. Aomori: Institute for Environmental Sciences (IES); Proceedings of the International Symposium on Carcinogenesis and Genetic Effects of Low Dose Radiation Exposure 2008 (October), pp 15-9.
- Takahashi N, Satoh Y, Kodaira M, Katayama H. Large-scale copy number variants (CNVs) detected in different ethnic human populations. Kehrer-Sawatzki H, Cooper DN, eds. Copy Number Variation and Disease. Basel: Karger; 2009, pp 224-33.
- 豊島めぐみ、習 陽、久保 圭、濱崎幹也、楠 洋一郎、本田浩章、増田雄司、渡辺敦光、神谷研二：損傷乗り越え DNA 合成酵素 Rev1 の突然変異誘発への寄与。長崎医学会雑誌 2008 (September 25); 83 (特集号) :367-9.
- Yamada M, Mimori Y, Kasagi F, Miyachi T, Ohshita T, Sasaki H. Incidence and risks of dementia in Japanese women: Radiation Effects Research Foundation Adult Health Study. Journal of the Neurological Sciences 2009; 283:57-61.
- Yoshida K, Kubo Y, Kusunoki Y, Morishita Y, Nagamura H, Hayashi I, Kyoizumi S, Seyama T, Nakachi K, Hayashi T. Caspase-independent cell death without generation of reactive oxygen species in irradiated MOLT-4 human leukemia cells. Cellular Immunology 2009 (March); 255:61-8. (放射研報告書 10-08)

放射研データを使った外部研究者による論文

ここには一般公開している放射研のデータを使った外部機関の研究者による出版物の情報を載せています。

Little MP. Cancer and non-cancer effects in Japanese atomic bomb survivors. Journal of Radiological Protection 2009 (June); 29(2A):A43-59.

Little MP. Heterogeneity of variation of relative risk by age at exposure in the Japanese atomic bomb survivors. Radiation and Environmental Biophysics 2009 (August); 48(3):253-62.