

放影協 ニュース



2016. 1, No.86

年 頭 換 拶

公益財団法人 放射線影響協会
理事長 長瀧 重信

新年明けましておめでとうございます。平成28年が皆様にとって良い年でありますよう心からお祈り申し上げます。

さて、放射線影響協会は昭和35年9月に財団法人として設立され、平成24年4月に公益財団法人に移行し現在に至っております。

当協会は、公益事業として(1)放射線影響に関する知識の普及・啓発及び研究活動への奨励・助成 (2)放射線影響に関する調査研究 (3)放射線防護及び利用に関する調査研究 (4)放射線業務従事者等の放射線被ばく線量等に関する情報の収集、登録及び管理の4事業を推進しておりますが、平成23年3月の東電福島第一原子力発電所事故以降、協会事業の重要性は益々高まっていると認識しております。当協会が社会の要請に的確に応えられるよう、様々な状況の変化に合わせて協会業務を見直し、機動的に対応できるよう日々の業務を推進してまいります。

放射線疫学調査センターは、低線量領域の慢性被ばくによる健康影響について、国からの受託事業として平成2年から疫学調査を実施してきております。これまで5年毎に調査結果をとりまとめ平成26年度に第V期調査結果をと

りまとめました。

この第V期調査結果の結論は「多くの部位別の悪性新生物や非新生物疾患に累積線量との統計的に有意な関連は観測されていないが、一部の疾患においてみられた累積線量との関連は、喫煙等の放射線以外の要因による交絡の影響を含む可能性が高いことを示唆する結果が得られた。現状では、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしていると結論付けることはできない。」というものです。今年度からの新調査においては、調査に同意いただいた対象者全員を対象に生活習慣等のアンケート調査を実施することにしており、平成28年からは従前の生死情報に加えてがん罹患情報も健康影響の指標とすることが可能になることから、世界的に発信できる低線量影響の科学的知見が得られるよう最大の努力を続けてまいります。

また、放射線従事者中央登録センターは、昭和52年から原子力発電所等で働く放射線業務従事者の被ばく線量を全国規模で一元管理する事業を開始し、その後、RI放射線業務従事者及び除染等業務従事者等も対象として事業を進めております。このうち除染事業につい

◆◆◆目

- 年頭挨拶…………… 1
- ICRP調査・研究連絡会 平成27年度第1回連絡委員会…………… 2
- 第3回ICRP国際シンポジウム(ICRP 2015)に参加して…………… 3
- 第7回MELODIワークショップに参加して…………… 5

次◆◆◆

- 2015年度放射線疫学調査フォーラム 概要報告…………… 7
- 平成27年度第Ⅱ期
国際交流助成の概要紹介…………… 14
- 平成26年度研究奨励助成金交付研究の紹介(2)…………… 16
- これからの放射線疫学調査の取り組みについて…………… 18
- 主要日誌…………… 20

ては、平成25年11月に制度が発足し、その後システム等を構築して参りましたが、原子力災害からの一日も早い復興にお役に立てるよう、今後とも登録管理事業全体の迅速かつ一元的な対応と円滑な運用に努めてまいります。

加えて、放射線影響研究に係る斯界の発展に貢献すべく、放射線影響研究功績賞及び同奨励賞の授与(顕彰事業)、研究奨励助成金の交付や海外学会での発表等に対する国際交流助成を行うとともに、特に国際放射線防護委員

会(ICRP)が公表する公衆・放射線作業者の被ばく防護基準等に関する勧告・報告に関する調査・研究連絡会の活動等を引き続き実施してまいります。

当協会は、今後も放射線影響研究に係る科学技術の進展と国民保健の増進に寄与し、積極的に社会に貢献してまいります。

本年も、昨年同様、皆様のご鞭撻・ご支援をお願い申し上げます。

ICRP調査・研究連絡会 平成27年度第1回連絡委員会 「外部招聘専門家を交えての意見交換」を開催

我が国はじめ世界各国では、従来から、国際放射線防護委員会(ICRP)による勧告・報告に基づき、それぞれの国内における放射線防護法令等を整備し放射線安全を確保してきているところです。

放射線影響協会では、放射線影響に関する調査研究も事業の柱にしており、ICRPの勧告や報告等について調査・研究するICRP調査研究連絡会を組織し活動を行っています。

この連絡会は、定例の連絡委員会として、ICRP各委員会における検討・審議の状況に関する情報交換等を行ってきておりますが、今般、新たな取り組みとして放射線防護以外の他分野の専門家を招聘し、今までとは異なる視点から放射線防護について議論・検討するという連絡委員会を下記の通り開催しました。

記

1. 日時 平成27年11月30日(月)
13時30分～16時30分
2. 場所 東京・神田(エッサム神田ホール1号館)
3. 内容
(1) 講演「放射線影響に対するICRPの見解」
丹羽太貫ICRP委員
(2) 講演「放射線防護に対するICRPのアプローチ」
甲斐倫明ICRP委員
(3) 外部招聘専門家を交えての意見交換
① タイトル「他分野の専門家との対話～放射線分野を超えて他分野との対話を通して放射線防護を考える～」



② 討議参加者

・外部招聘専門家

岸本充生先生：東京大学公共政策大学院&政策ビジョン研究センター特任教授

樋口敏広先生：京都大学白眉センター／法学研究科特定助教

・ICRP委員(主・専門委員会順)

丹羽太貫委員 米倉義晴委員

伴信彦委員 甲斐倫明委員

遠藤章委員 酒井一夫委員

始めに丹羽ICRP委員、甲斐ICRP委員からICRPの概要についてご講演頂きました。その後のディスカッションでは岸本先生から化学物質や食品に係るリスク評価を行ってきた経験を、樋口先生から放射線防護の考え方についてICRPの始まりから現在に至るまでの歴史的な流れをお話し頂き、これらを皮切りに放射線防護に係るリスクの考え方やリスクコミュニケーションのあり方等について出席のICRP委員と活発な意見交換が出来ました。

第3回ICRP国際シンポジウム(ICRP 2015)に参加して

(公財)放射線影響協会 放射線疫学調査センター長 笠置 文善
放射線従事者中央登録センター長 宮部賢次郎

(1)はじめに

国際放射線防護委員会(International Commission on Radiological Protection)の第3回国際シンポジウム(3rd International Symposium on The System of Radiological Protection)が2015年9月20日～22日に韓国ソウルのMayfield Hotel & Resortで開催され、ICRP(主委員会及び専門委員会)の各委員及び各国の専門家が参加して、ICRPの活動及び放射線防護に関する最近の知見や課題等について報告及び意見交換が行われました。

(公財)放射線影響協会からは、当協会で開催しているICRP調査・研究連絡会の運営に資するためにICRPに関わる最新の動向や今後の課題等を把握すること、放射線影響の疫学調査に関する専門家との情報及び意見交換を行うことを目的として筆者2名が参加しました。以下、その概要を報告します。

(2)シンポジウムの概要

本シンポジウムは、ICRPの主催により、委員会の活動を広く共有するとともに各国の放射線防護の専門家の意見を直接的に聞くことを目的として、2011年からICRPの主委員会及び専門委員会(C1～C5)までの全体会合にあわせて、2年毎(2011年は米国(ワシントンD.C.)、2013年はアラブ首長国連邦(UAE、アブダビ))で開催されています。

今回(第3回)のシンポジウムの参加者は、46ヶ国から約400人でした。会議は、冒頭のClaire Cousins(ICRP Chair)及び今回のシンポジウム組織委員会(韓国)代表のWelcome Remarksに続いて、以下の6つのセッションに分けて議論が行われました。

Session 1 : Advancing Together After 87 Years

Session 2 : Exploring Existing Exposure



写真1 シンポジウムの会場風景

Session 3 : Radiological Protection In Medicine Today

Session 4 : The Science Behind Radiation Doses

Session 5 : New Developments in Understanding Radiation Effects

Session 6 : Ethics in Radiological Protection

(3)シンポジウムの内容

Session 1では、Claire Cousins(ICRP Chair)からICRPの取組みの総括的な報告として、委員会発足以降のICRPの活動経緯、現在の活動状況と課題及び今後の取組み等について紹介が行われました。その中では、今後のICRPの取組みとして、活動のEvolving(進展)とUpdating(最新化)、関連機関や専門家組織等との連携の強化、長期的な資金基盤の確保等を図るとともに、関連する勧告やガイドラインの公表を行い将来に渡って自立性を保って行くことが述べられました。この他、専門委員会(C1～C5)の各Chairmanからそれぞれの活動状況、課題及びタスクグループ(TG)の活動と報告書の公表等について報告が行われました。

Session 2においては、現存被ばく状況に関する放射線防護について、仏国での航空機乗



写真2 左から笠置文善、Claire Cousins(ICRP Chair)、Jacques Lochard (ICRP Vice-chair)、宮部賢次郎(昼食会場にて)

務員の防護、東電福島第1原子力発電所事故後の対応からの教訓等の発表が行われました。

Session 3においては、医療分野における放射線防護に関するこれまでのICRPの勧告のレビュー的な報告、最近の医療放射線の利用及び防護の状況の発表(韓国)、粒子ビーム放射線治療における放射線防護に関する発表(日本)等が行われました。

Session 4においては、線量(Radiation Dose)に関してICRPが提示している外部被ばく及び内部被ばくの線量に係る種々の係数についての解説、測定のためのOperational Quantities(実用量)とそれに関するICRUの最近(線量換算係数の見直し)の報告、放射線リスクに関連した防護量としての実効線量の用途についてTG79で検討されている内容の報告等が行われました。



写真3 左から甲斐倫明先生(ICRP C4委員)、笠置文善、丹羽太貫先生(ICRP MC委員)、宮部賢次郎

Session 5においては、放射線影響に関わる最近の話題として、放射線防護の発ガンに関わる幹細胞生物学(Stem Cell Biology)に関わる報告書(Pub 131)の解説、原爆生存者における放射線に起因する非ガン(Non Cancer)に関わる研究の発表、線量・線量率効果(DDREF)に関する課題と議論の状況について報告等が行われました。

Session 6では、放射線防護体系に関わる倫理(Ethics)に関して6つの発表が行われました。

なお、今回のシンポジウムで配布されたプロシーディングス集及び各セッションの発表スライドについては、既にICRPのウェブサイトに掲載されています。

また、次回(第4回)のシンポジウムは2017年10月9日～11日に、仏国(パリ)で開催される予定です。

(4)おわりに

3日間のシンポジウムを通じてICRPが取り組むべき放射線防護に関する課題等について、幅広い質疑及び議論が行われました。本シンポジウムはICRPの活動における“開かれた議論の場”であり、ここでの議論は今後のICRPの活動に有効に反映されるものと期待されます。



写真4 夕食会での琴の演奏の様様(会場ホテルの中庭にて)

第7回MELODIワークショップに参加して

(公財)放射線影響協会 古田裕繁・工藤伸一

はじめに

MELODI (Multidisciplinary European LOW Dose Initiative、学際的欧州低線量イニシアティブ)の第7回会合が、2015年11月9日～11日にドイツのミュンヘンで開催され、放射線防護、分子生物学、疫学など幅広い分野の専門家が一堂に会して、情報交換や討議が行われました。私たちは、ポスターセッションで、第V期調査結果から、放射線とがん死亡との関連に、喫煙が交絡因子として影響を及ぼしていることを発表する機会を得ましたので、その概要を報告します。

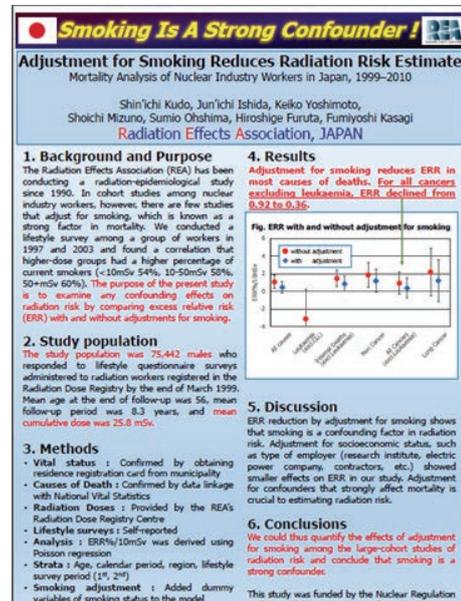
MELODIの背景・目的

欧州では、放射線防護体系の科学的な不確かさを減らすには何が必要かという観点で、主要な論点整理を行い、EUの成長戦略Europe 2020の下で、長期的視野で国際的・学際的に戦略を共有し、研究資源を集約するための研究推進体制MELODIが2010年に設立されました。その目的は、①資金の優先配分分野の提案、②利害関係者からの研究優先順位の聴取、進捗状況の報告、知識の普及への貢献、③WHO、IAEAなど国際機関との連携、などです。

今回の会合は、「次世代の放射線防護研究」



会場となったヘルムホルツ・ドイツ環境健康センターの鳥瞰図。周囲は自然保護区で、遠方にアリアンツ・アリーナが見える。



私たちの発表したポスター内容

と題して、低線量電離放射線被ばくによる健康リスクについて、より改善された推計を可能とする新技術に焦点を当てていました。

なお、MELODIという名前も、親しみやすく覚えやすいネーミングですが、これに関連するプロジェクトも、OPERA、DoReMi、CONCERTなど音楽に関連する名称にしているのが興味深いです。

会場

ミュンヘン市は人口約130万の都市です。中心街から北へ約10Kmの、広大な自然保護区の草原に隣接して、会場となったヘルムホルツ・ドイツ環境健康センターが位置しています。独サッカーチーム、バイエルン・ミュンヘンの本拠地であるアリアンツ・アリーナが遠くに見え、試合のある日の夕方には赤くボンボリのように輝いていました。

参加者は約200人で、緑に囲まれた静かな環境の中で、3日間議論に集中することができました。

プレゼンテーション・セッション

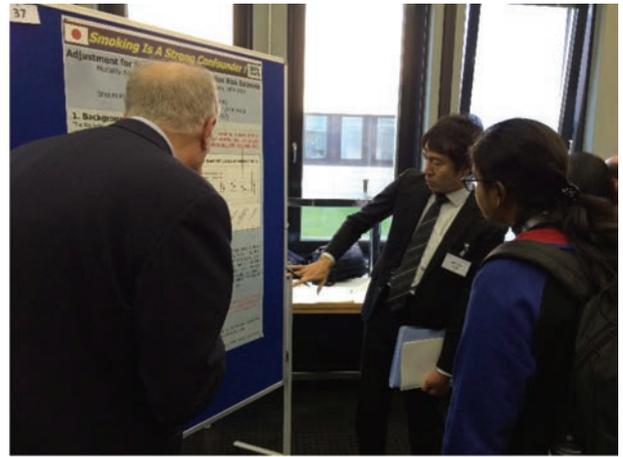
主催者の挨拶に続き、各国研究機関から欧州の放射線防護研究の現状について報告がありました。引き続き、第2セッションでは、MELODIの関連プロジェクトから、進捗状況の報告がありました。

テーマは多岐にわたるので、疫学に関連する部分を取り上げます。「低線量リスク」の第3セッションでは、DDREF（線量・線量率効果）が大きなトピックとなりました。ここでは、Roy Shore氏（放影研）が、LDLDRのメタアナリシスを行った他、米国からは大規模動物実験の結果の紹介がありました。またDominique Laurier氏（仏）が仏英米3か国合同解析を行ったINWORKSを代表して『放射線業務従事者の国際研究におけるがん死のリスク』のタイトルで、2015年10月BMJ誌掲載論文を基に、LNT仮説が立証されたと報告しました。座長総括では、DDREFの評価には、各種要素を総合する必要がある、慎重にすべきだとの発言がありました。

「個人リスクに影響する因子」の第4セッションでも、Dominique氏がINWORKSを代表して、2015年6月にLancet Haematology誌に発表した白血病論文の内容を報告しました。最後に座長から、よくデザインされ、実施された大規模調査のみが、困難な課題を克服できるとのまとめが行われました。

ポスターセッション

ポスターは、全体で約60枚が登録され、発表は30枚ずつ2日間に分けて行われました。私たちのポスター発表の狙いは、内容もさることながら、当協会が実施している疫学調査を関係者に周知し、認知してもらうことでした。そのため、ポスターの頭には、日の丸と協会のロゴを置き、“Smoking Is A Strong Confounder!”（喫煙は強力な交絡要因である）と紺地に黄色の目立つメッセージを大きく記しました。狭い会場ではありましたが、私たちのポスターには、1時間半ほどの間に、ひっきりなしに足を止めてくれる人がいました。INWORKSとの違い、喫煙調整方法、論文発



ポスター発表の様子

表時期など活発な質問があり、当初の狙いは達成できたのではないかと思います。

その他

初日の休憩時間に、INWORKS論文の著者の1人であるR.Haylock氏（英）と話す機会があったので、同論文の背景、疑問点等について質すことができ、有意義な情報を得ることができました。

閉会

最終セッションでは、優秀な若手研究者に対するMELODI賞の授与、各セッションのまとめが行われ、主催者の閉会の辞で、2016年9月英国オックスフォードでの再会を約して散会となりました。



メイン会場となった講堂入口付近

2015年度 放射線疫学調査フォーラム 概要報告

～低線量放射線の健康影響 わかったこと わかっていないこと～

低線量放射線による健康影響については、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震およびその後の津波による福島第一原子力発電所事故以来、国民的に大きな関心事になっていますが、未だ直接的な証拠に基づいて解明されているとは言い難いものとなっています。

放射線影響協会では、原子力規制委員会原子力規制庁の委託「低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査」事業のもと、原子力発電施設等における放射線業務従事者の線量登録制度を活用して、約20万人の方を対象に低線量放射線の健康影響について解明すべく疫学的追跡調査を実施しています。

昨年度に取りまとめを行った調査結果では、喫煙、社会経済的状況などが低線量放射線による健康影響に偏りをもたらし要因であることがわかりました。このことは欧米の調査にはない知見であり、世界に対して日本から発信すべき調査結果です。平成27年度から、低線量放射線の健康影響を更に進めるべく、放射線以外の要因の影響を考慮するための生活習慣調査の充実やがん罹患情報の活用など、新たな手法を取り入れた調査を開始しました。

本フォーラムは放射線疫学調査への理解を深めていただくことなどを目的に、1月18日に東京国際フォーラムにて、「低線量放射線の健康影響 これまでにわかったこと まだわかっていないこと」をテーマとし、200名を超える参加者を得て盛況のうちに開催されました。



吉村名誉教授



秋葉教授

講演は、産業医科大学 吉村健清名誉教授及び鹿児島大学大学院 秋葉澄伯教授の座長のもと、招待講演では、「低線量放射線の健康影響研究の概観」について講演をいただいたのち、本疫学調査に関連の深い、「生活習慣(喫煙、飲酒など)とがん」、「放射線を取り扱う事業所での線量管理」について、紹介いただきました。当協会からは、これまでの成果や新たな調査の取り組み、今後の展望などについて報告しました。

フォーラムの結びには、原子力規制委員会の伴委員から、特別講演として「放射線疫学調査への期待について」のご講演をいただきました。

本フォーラムは、低線量放射線による健康影響や当協会が実施している疫学調査についてご理解を一層深めていただき、本疫学調査へのご協力を得るための良い会になりました。

以下に講演の概略を記します。(詳細は当協会HPをご参照下さい。)

招待講演 I

低線量放射線の健康影響研究の概観

放射線医学総合研究所 島田 義也



東京電力福島第一原子力発電所の事故から今年の3月で5年が経過する。この間、放射線の発がん影響、特に、子どもに対する影響について社会的関心が高くなった。放射線防護は、性や年齢を平均化した実効線量を用いて行われるが、現実には個人

あるいは特定の集団におこりえる影響の評価が求められる。つまり、性、年齢、遺伝要因、生活習慣など、個人の特定要因を考慮したリスクの説明が必要になる。また被ばくについても「急性の1回被ばく」ではなく、「低線量率の長期の被ばく」や医療被ばくにみられる「反復被ばく」による低線量放射線のリスク評価が大切である。そこで、低線量・低線量率放射線の被ばくによる健康リスクについて現在の考えを概観する、として講演を始めた。

低線量・低線量率放射線のリスク評価に関する研究

ヒトの放射線被ばくのリスク評価は、多くの人数を長期間フォローアップした(している)大規模な疫学調査がベースとなる。ゴールドスタンダードは広島・長崎の原爆被ばくされた方々の調査である。この調査は、5mSv以下から2Gy以上のγ線(ならびに中性子線:線量寄与は数%)の急性被ばくをした10万人近い、胎児を含む全ての年齢の男女が対象で、70年間のフォローアップが進んでいる。調査から、固形がんのリスクは線量に対し概ね直線的に増加すること(LNTモデル)、また、白血病については、直線2次的(LQ)にリスクが増加すること、ただし、白血病のタイプによって、急性骨髄性白血病はLQモデル、急性リンパ性白血病や慢性骨髄性白血病は直線(L)モデルが適合することが明らかとなった。固形がんの過剰相対リスクは、200mSvで有意となる。1Gyあたりの過剰相対リスクは、0.42である。この値から、1Sv(全身1Gy被ばく)あたりの生涯がん死亡リスクは、約1%となる。

実際のヒトの被ばくの多くは高線量・高線量率被ばくではなく、低線量・低線量率の被ばくである。動物実験では、線量率を下げて被ばくするとその影響は小さくなることが知られている。これが線量率効果である。低線量・低線量率の被ばくのリスクを推定できる集団には、①職業被ばく(原子力施設作業員、放射線科医・技師)や②環境放射線の被ばく(チェルノブイリ事故やテチャ川汚染地区住民、高自然放射線地域住民)などがある。事故時や放射線作業における被ばくの殆どは0.0001mSv/分以下(UNSCEARの低線量率の

定義である0.1mGy/分よりオーダーが3桁小さい)の低線量率の被ばくである。これらの調査のうち約半数が原爆被ばくと同レベルのリスクの増加を報告している。英仏米の原発労働者(INWORKS コホートと呼ばれる)の最近の報告は白血病、固形がんともにLNTモデルを支持し、固形がんでは100mSv未満の被ばくでも原爆被ばくと同様の有意な増加があり、線量率効果は小さいと報告している。しかし、インドや中国の高レベル放射線地区の住人の調査は平均の年間線量がそれぞれ14mSvから2mSvでもがんリスクの増加は認められず、線量率効果が認められる。これらの結果の矛盾の原因の1つは、調査で扱う線量が低いことによるリスクの増加分が小さいため、喫煙や医療被ばくなどの交絡因子の影響が相対的に大きくなるからである。

疫学の矛盾や妥当性、足りないデータを補完するのが動物実験である。低線量率被ばくによる寿命短縮、各臓器の発がんの報告をまとめたUNSCEARによると、DDREF(線量・線量率効果係数) $=2\sim 10$ と計算されている。低線量率被ばくの場合、被ばくしている間に放射線感受性が低下することがDDREFの数値の算出を難しくしている。

マウスの脾臓細胞の染色体転座や2動原体の染色体異常を指標にした実験では、低線量率(20mGy/日)の被ばくの場合、DDREFは2以上であることを示している。線量率をさらに低くしても、単位線量あたりの染色体転座の頻度は変化しなくなる。影響は総線量にのみ依存する。

BEIR(米国電離放射線の生物学的影響に関する委員会)VII報告は原爆被ばく者のがんリスクの線量効果関係からDDREF=1.5(1.1-2.3)とした。最近、欧州、米国、日本で過去の大規模動物実験のアーカイブ化が進んでおり、これらのデータ(2万匹)を再解析した報告がでた。BEIR VIIのLQモデル解析法を用いてDDREFを算出してみると、実際の低線量率被ばくのデータと比較して求めたDDREFに比べ小さくなることを示された。今後、矛盾する疫学のデータの検証に、アーカイブの利用が期待される。

さらに、研究の現状として、年齢と遺伝要

因、放射線発がん機序の解明、がん予防、低線量放射線のリスクに関するプラットフォーム、についての講演を行った。

招待講演Ⅱ

生活習慣(喫煙、飲酒など)とがん

国立がん研究センター 笹月 静



がんの原因とは何か。そしてがんは予防できるのか。人口の高齢化とともにがんで亡くなる人が増えており、がんの主要な要因は加齢であるということが言える。私たちを

取り巻く環境には、細胞のDNAを傷つける様々な要因があり、生体側はこれを除去する機能を発揮しながら生命活動を営んでいる。加齢とともにこの修復能は衰え、蓄積されたDNAの傷はやがて際限なく増殖するがん細胞への変異に結びつきやすくなる。しかしながら、同じ年齢層であつてもがんになる人とならない人がいる。その差をもたらしめているのは何か。がんの家族歴など、家系内での集積がみられることがあるように、遺伝的素因も関与している部分がある。しかしながら、たとえば双子を追跡した研究では、片方の双子があるがんにかかった場合、もう片方ががんにかかる割合は一卵性双生児でも2割以下であることが分かっている。年齢や遺伝では説明できない要因があることが示唆される、として講演を始めた。

がんの原因

年齢や遺伝以外で想定されるがんの原因としては喫煙、飲酒、食事などの生活習慣、放射線職業上の曝露などの環境要因が挙げられる。これらの因子のがんに対する因果関係については国際的にはIARCのモノグラフやWHO、世界がん研究基金(World Cancer Research Fund)で総括されている。

日本人のがんの原因については、近年、変容可能な環境・生活習慣要因の寄与割合について試算結果が報告されている。これは2005年に日本で発生した部位別のがんのPAF(人口寄与割合)を推計したものである。この研究におけるPAFとは、ある要因への曝露がも

し仮に無かったとすると、がんの発生(または死亡)が何パーセント減少することになったかを示すものである。この結果、日本では男性のがんのおよそ55%(がん発生については53%、がん死については57%)は予防可能なリスク要因によるものであることが分かった。一方、女性では予防可能な要因はがんの30%近く(がん発生とがん死でそれぞれ28%と30%)を占めていた。男女総合で見ると、まず喫煙と感染性因子がそれぞれ20%前後を占め、日本ではずば抜けて大きいリスク要因であり、その次に飲酒が続いている。

個別の要因それぞれにおけるエビデンスとしての確からしさについては国立がん研究センターがん予防・検診研究センター予防研究部を中心とした「科学的根拠に基づく発がん性・がん予防効果の評価とがん予防ガイドライン提言に関する研究」研究班において検証がなされている。この研究班では日本人を対象とした研究のレビューに基づき、日本人に即したがん予防ガイドライン「日本人のためのがん予防法」を提示している(http://epi.ncc.go.jp/can_prev/)。日本人を対象とした疫学研究を元に、喫煙・飲酒・食事要因・運動・BMI・感染などの要因と胃・大腸・肺・乳房・肝臓・食道・膵臓・前立腺・子宮・卵巣などの各がんおよびがん全体との関連についてその証拠としての確実性を「確実」「ほぼ確実」「可能性あり」「データ不十分」の4段階に評価した。喫煙・飲酒など、多くの部位で関連が確実とされている要因がある一方で、食事要因については食塩・コーヒーなど一部のもの以外はいまだ多くのものにおいてデータが十分でないことが分かる。なお、日本人の多種多様な食生活を把握することは調査上困難であるという方法論的な限界があることは知っておかねばならない。がんを予防できる「確実」な単一の食品など、存在しない。

また、必要に応じ、文献データのメタ解析やコホート研究の統合解析を行い、エビデンスを補強しつつ、最終的にがんのみならず、循環器疾患や死亡への影響も考慮に入れながら、主に関連の確実性が高いものを中心に、日本人が実行するに値する現時点で推奨できるがん予防ガイドラインを「日本人のためのがん予防法」としてまとめている。

日本人のためのがん予防法

- 1) 喫煙：たばこは吸わない。他人のたばこの煙をできるだけ避ける。
- 2) 飲酒：飲むなら、節度のある飲酒をする。
- 3) 食事：食事は偏らずバランスよくとる。
- 4) 身体活動：日常生活を活動的に過ごす。
- 5) 体形：成人期での体重を適正な範囲に維持する(太りすぎない、やせすぎない)
- 6) 感染：肝炎ウイルス感染の有無を知り、感染している場合は適切な措置をとる。機会があればピロリ菌感染の検査を受ける。

がんは生活習慣病の一つであり、喫煙、感染、飲酒などの要因について考慮することはがんの罹患や死亡に関わる要因を正しく評価する上で重要なポイントとなると考えられる、と講演を締めくくった。

講演 I

放射線疫学調査のこれまでの成果と今後の展望

放射線影響協会 笠置 文善



低線量率の放射線被ばくが健康にどのような影響をもたらすのかについての疫学調査は、放射線業務従事者を対象として国際的にも数多く実施されているが、未だ低線量率

被ばくに関しては明確な結論が得られているわけではない。しかしながら、低線量率放射線の健康への影響については、放射線業務に携わる従事者にとっても、国民にとっても、健康に関わることであるので探究すべき重要な課題である。

放射線影響協会では、1990年度から国の委託を受けて、原子力発電施設等の放射線業務従事者のご協力を頂き、低線量率の放射線の慢性被ばくによる健康影響について解明すべく疫学的調査を実施している、と講演を始めた。

1991年から2010年までの調査に基づく低線量率放射線の慢性被ばくの影響

(1) 喫煙などの交絡因子を考慮した低線量率放射線被ばくと死亡との関連

全死亡と放射線被ばくとの間の統計的に有意な関連は、喫煙の交絡を除外することによって、この統計的な有意性は消える。

更に、全悪性新生物、また多くの部位別のがんにおいても、喫煙の交絡を除外することにより放射線とがん死亡との関連の度合いが低下したことから、放射線量と死亡率との関連に喫煙が交絡しており、本疫学調査においては、放射線の健康影響を評価するには喫煙の交絡を除く必要があることが示された。

また、この調査結果から、教育や職種などの社会経済状態も考慮する必要のある交絡要因であり、喫煙に匹敵する交絡の大きさがあることも分かった。

(2) 放射線被ばくの影響の評価

放射線被ばくの影響についての結論は、「多くの部位別の悪性新生物や非新生物疾患に累積線量との統計的に有意な関連は観測されていないが、一部の疾患においてみられた累積線量との関連は、喫煙等の放射線以外の要因による交絡の影響を含む可能性が高いことを示唆する結果が得られた。現状では、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしていると結論付けることはできない。」である。

今回の調査で分かった本疫学調査の課題と方策

本疫学調査における前記結果は、生活習慣調査回答者である一部従事者のみを対象に実施されたことから、その知見を従事者全員に展開することが課題であった。従って、この点を解消し放射線以外の要因の影響を考慮して低線量率放射線被ばくとがん死亡との関連を評価するためには、対象とする従事者全員から生活習慣等調査を実施する必要がある。

更に、本疫学調査では、健康影響として死亡を指標としていたが、近年の医療の進展により致命率が低下していることもあり更に健康影響としての情報の拡大を図る必要がある。

(1)アンバランスへの対処と放射線以外の要因把握

マッチングとは、放射線以外の要因の線量間アンバランスを避けるために、集団設定の時に放射線以外の要因を線量間でマッチングさせてバランスのとれた集団を設定するという方法である。

従って、これからの疫学調査では、調査の開始時点において調査対象者全員から放射線以外の要因を把握することは必須である。この調査開始時点で把握される対象者全員の放射線以外の要因からマッチングに基づいて集団を設定し、そのことによって、放射線量間でバランスのある集団が調査の対象となり、放射線の健康影響がより明確になる形で調査できるのではないかと考えている。

(2)放射線影響の評価指標

これまでは、全国的な規模でがん登録制度がないことから、日本全国に居住している調査対象者に起こるがんの罹患を捉えることができず、本疫学調査でがんの罹患を健康影響の指標とすることができなかつたが、2016年から「がん登録等の推進に関する法律」に基づき全国がん登録データベースが整備されることとなった。従って、これからの疫学調査では、2016年の全国登録制度の施行を機にこの制度を利用して、健康影響の指標としてがんの罹患の情報を調査に加えることを考えている。

低線量率放射線の健康影響調査のこれから

これからの疫学調査を考えるために、調査開始時点で放射線以外の要因を対象者全員から把握すること、放射線以外の要因が放射線量間でアンバランスにならないようにマッチングで集団設定を図ること、全国がん登録データベースの整備を機に健康影響の指標としてがんの罹患を把握すること、これら3つの条件が揃うことが、低線量率放射線の健康影響の解明に繋がると考えている。

これからも長期に亘り調査継続するには、科学的に価値ある調査にすることが必要であり、国際的に評価されるようになれば、真に放射線防護規制に資する調査になると考えている、と講演を締めくくった。

招待講演Ⅲ

放射線を取り扱う事業所での線量管理 東京電力(株) 林田 敏幸



電離放射線障害防止規則第二条で規定されている電離放射線および放射性物質を取り扱う事業所は国内に数多くある。各事業所での事業形態や取り扱う放射線および放射性物質の線源等に応じてそれぞれの事業所で線量管理を実施している。ここでは放射線および放射性物質を取り扱う事業所として原子力発電所を取り上げ、原子力発電所での一般的な線量管理および東京電力における線量管理の例についてとりあげた。はじめに、線量管理に係る法令、放射線業務従事者の登録管理について紹介した後、次の講演を行った。

作業における線量管理

放射線管理区域内で作業を行う場合、通常、作業開始前の作業環境モニタリングにより作業を行う場所の空間線量率、表面汚染密度、空气中放射性物質濃度の確認等を行い、作業中の作業環境モニタリングの頻度、放射線防護措置（マスク着用の有無や着用するマスクの種類を選定、使用する保護衣、遮へい設置等の線量低減対策等）を検討するとともに線量の計画値を策定する。また、実際に作業を行う際には、作業当日の計画線量値、放射線防護措置の内容等を作業開始前ミーティング等にて作業する者全員で確認を行った上で作業に着手する。

個々人が着用する個人線量計は、電子式線量計又は電子式線量計とパッシブ型線量計（蛍光ガラス線量計、熱ルミネッセンス線量計、光刺激ルミネッセンス線量計など）を組み合わせて使用する例が多い。

また、通常、放射線管理区域から退域する都度、モニター等にて身体表面のスクリーニング検査を実施しており、このスクリーニング検査において口・鼻周囲に汚染が確認された場合には、放射性物質を体内摂取した可能性有りと判断し、臨時でホールボディカウンターによる測定を行い、内部線量の評価を行うことが一般的である。

なお、通常、放射性物質の体内摂取が想定されるような作業では、マスク等により防護して内部摂取しないように作業しており、放射線管理区域から退域する際の身体表面のスクリーニング検査において汚染が確認されないことが一般的である。しかし、放射線管理区域内である一定期間継続して作業を行う場合には、身体表面のスクリーニング検査で汚染が検出されていない場合でも定期的にホールボディカウンターによる測定を行い、内部線量を評価している。

個人の線量管理

登録時に確認する前歴線量をもとにし、個人ごとの線量が法令で規定されている限度を超えないよう確認・管理している。外部線量については、日々の個人線量を電子式線量計の計測値により確認し、この日々の電子式線量計による測定値の1月の合算値にて月間の線量をタイムリーに確認している。内部線量については、前述したとおり定期および臨時のホールボディカウンターによる測定を行い評価している。

個人ごとの線量は日々および月単位で法令に定められている線量限度を超えていないことを確認しているのが一般的であり、法令の限度より低いホールポイント的な値を定めている場合もある。

さらに、放射線業務従事者登録の解除について紹介し、講演を締めくくった。

講演Ⅱ

放射線疫学調査の活動状況

放射線影響協会 古田 裕繁



講演Ⅰの今後の調査計画、展望についてを受け、調査の具体的なスケジュールや意思確認調査、生活習慣アンケート調査、現地説明会、調査への協力依頼等の状況について

講演を行った。

意思確認調査

これまでの疫学調査の課題は、①生活習

慣等の情報は一部の対象者(7.5万人)のみであったこと、②死亡に至らないがんを把握できなかったことである。新しい調査では、これらを克服するために、①すべての対象者から生活習慣等情報を取得することとし、また、②全国がん登録制度を活用して、がん罹患情報を取得することとしている。この新しい調査を始めるにあたって、改めてすべての対象者に意思確認調査を行い、調査への協力について明示的な同意をいただくこととしているとし、意思確認方法の妥当性、意思確認の方法、同意者に関して収集する情報(①住民票による生死および住所、②人口動態調査死亡票との照合による死因、③当協会中央登録センターからの被ばく線量、就業、④アンケート調査による生活習慣等、⑤全国がん登録制度を活用したがん罹患)、不同意者及び非回答者の取扱いについて紹介した。

生活習慣アンケート調査

第Ⅴ期調査結果では、7.5万人について、喫煙や教育年数が、線量と死亡の関連に影響を与えていることが定量的に示された。

新しい枠組みで調査を始めるにあたって、対象者全員から喫煙をはじめとした生活習慣等の情報を取得することとしている。調査項目は、喫煙、飲酒、食生活、業務の状況、その他の約30項目である。

生活習慣アンケート調査の結果は、大きく2つの利用がある。

1) 集団設定への利用

線量を除いて、調査対象者の特性が出来るだけ均一となるように線量群別集団を設定することが、新しい調査のキーポイントである。2～3年後の集団設定の際に、生活習慣アンケート調査から得られた情報を利用することとしている。

2) データ解析時の「交絡要因」情報として利用

肺がんをはじめとした喫煙関連がんに関しては、7.5万人の調査結果から、喫煙の影響を取り除いて分析する必要性が示唆されている。このような、線量と死亡との関連に影響を与えている要因を「交絡要因」と呼んでいる。この新しい調査では、調査対象者全員について、喫煙の影響を取り除いて分析ができ

ることになる。

調査の方法～現地説明会と郵送調査

調査対象者に調査関係書類を配布する方法として、現地説明会と郵送の2通りの方法を採用したとし、平成27年度の郵送調査計画、現地説明会の計画などについて紹介した。

調査への協力依頼

調査への協力を得るためには、調査対象者へ配布する調査資料にも、調査結果をわかりやすく解説したパンフレットを同封して、調査対象者への協力を呼びかけている、とし協力要請を行った。

特別講演

放射線疫学調査に期待すること 原子力規制委員会 伴 信彦



放射線防護においては、がんの過剰発生リスクが線量に比例して上昇するという線量反応が前提となっており、linear, non-thresholdの頭文字をとってLNTモデルと呼ばれる。

このモデルが採用される背景には、観察データへの当てはまりのよさや、発生機構に関する理論的考察に加えて、予測目的ではパラメータの少ない単純なモデルの方が好ましいという側面がある。一般に、多数のパラメータから成る複雑なモデルは、パラメータ導出に用いたデータにはフィットするが、予測モデルとしては結果が不安定になりやすい。その意味で、LNTモデルは大きな間違いを犯しにくい頑健なモデルである。

それでも、LNTモデルの基礎となっている原爆被爆者の高線量・高線量率被ばくと、放射線防護が主に扱う低線量・低線量率被ばくは質的に異なる可能性があり、両者を同列に扱うことについては慎重な判断が求

められる。国際放射線防護委員会(ICRP)は、線量・線量率効果係数(dose and dose-rate effectiveness factor: DDREF)によって違いを補正するというアプローチをとっているが、具体的な数値の選択や方法論そのものの妥当性をめぐって、今もなお議論が絶えない。

この問題に示唆を与えるものとして注目されているのが、放射線作業員に対する疫学調査である。放射線作業員に対しては個人線量が測定・記録されているため、コホートの設定と追跡が適切に行われれば、数年から数十年にわたる遷延被ばくに対して、信頼性の高い疫学調査を展開できる。当初はその意義を疑問視する向きもあったが、追跡期間が伸び、さらには複数の研究を統合した解析が試みられるに至って、放射線疫学分野の重要な情報源と目されるようになってきた。

その一方で、わが国の放射線疫学調査を含め、作業員を対象としたこれまでの調査には問題点も多い。例えば、ほとんどの調査は死亡をエンドポイントとしており、非致死性の疾患をカバーしていない。健康労働者効果によるサブコホート間の異質性がコントロールされておらず、生活習慣因子に関する情報がないために、交絡因子の調整も十分ではない。このような状況にあって、従前のやり方を続けるだけでよいのかどうかを再考する時期に来ている。

放射線作業員に対する調査は、原爆被爆者の調査に置き換わるものではなく、言わばそれを補完するものである。事前情報がない中で全体的傾向を把握する類の調査ではなく、明確な目的・目標を持って行われるべきものである。今後、新たな調査を行うに当たっては、具体的な目標と研究デザイン、実現可能性等について関係者間で十分に議論した上で、計画を着実に遂行することが肝要である、とフォーラムの結びとしての特別講演を締めくくった。

2015年度核科学国際会議 (IEEE Nuclear Science Symposium) 参加記

(国研)日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究センター
河地有木

はじめに

米国カリフォルニア州のサンディエゴにあるタウン&カントリーホテル国際会議場において、2015年の10月31日から11月7日まで、米国電子電気学会 (Institute of Electrical Electronics Engineers; IEEE) の原子核プラズマ協会が主催した核科学学術会議 (IEEE Nuclear Science Symposium (NSS)) が開催されました。今回、公益財団法人放射線影響協会の国際交流助成による援助をいただき、これに参加してきましたのでご報告します。

会議概要

この国際会議は1954年から毎年開催されてきた核科学学術会議 (NSS) に加えて、近年では医用画像に関する学術会議 (Medical Imaging Conference (MIC)) と半導体検出器に関する学術会議 (International Workshop on Room-Temperature Semiconductor Detectors (RTSD)) と合同で開催され、核科学を始め、生命科学から国土安全保障といった幅広い応用研究を対象にした放射線検出器や放射線イメージング装置の開発を中心として、数多くの演題が発表されます。今年はブリティッシュ大学のVesna Sossi教授が大会長を務め、世界各国から参加した約2000名の研究者によって盛んな議論が交わされました。さらに、特定の研究テーマを議論するWorkshopsや特定装置の利用者に向けたUsers Meeting、教育講演にあたるRefreshers CoursesやShort Courses、および関連企業の開発状況を報告するIndustrial Programが催されました。

今年のNSSのオープニングイベントでは欧州原子核研究機構 (CERN) のPaul Lecoq博士が「Are SiPMs going to replace your PMTs?」と

題した基調講演を行いました(写真1)。この会議の研究発表でも、様々な放射線計測機器開発および放射線イメージング装置開発において、従来の光電子増倍管 (PMT) ではなくシリコン半導体光電子増倍管 (SiPM) を利用したものが多くなってきています。SiPMはPMTと比較して低い動作電圧、耐久性、小さな物理的サイズ、軽量、高い磁場耐性といった長所を持ちますが、特定用途向け集積回路 (ASIC) の開発を必要とするなど、コストの面で敬遠されていました。しかし、近年ではASIC開発のハードルが下がり、このためSiPMの長所を活用した放射線計測装置の開発が増加してきています。

私は主に植物研究を対象としたRIイメージング技術を開発しておりますが、ヨーロッパで植物RIイメージング研究を展開しているドイツユーリッヒ研究所が、新たに開発した植物用PET装置でも、SiPMが採用されていました。SiPMの増幅率は測定環境の温度に敏感に反応してしまうため、植物研究に用いることは難しいと考えていました。しかし、彼らは水冷式の温度コントローラと温度補償回路の活用し、この問題を克服したすばらしい植物研究用のPET装置を実現させていました。



写真1 基調講演の様子。

このように、イメージング装置開発には、半導体放射線検出素子とそれをコントロールする電子回路の技術開発が、今後益々重要になるのだろうという印象を強く持ちました。

放射線計測技術の研究開発に関して最大規模を誇る、この国際会議への出席は2年ぶりでしたが、世界のトレンドが迅速に変化していることを実感し、最新の研究内容についての知識をアップデートすることができました。

発表内容

私は「Design and Performance of Newly Manufactured Pinhole Collimator of High-Resolution Gamma Camera for Imaging Radiocesium in a Plant Body」という演題で、ガンマカメラを用いた放射性セシウムに対する植物RIイメージング研究の成果についてポスター発表しました(写真2)。この発表では、私がガンマカメラ開発で採用したピンホール型コリメータの弱点である感度を向上させるために工夫した、マルチピンホールコリメータの詳細を解説しました。各国の植物RIイメージング研究者達とはダイズ植物における放射性セシウムの特異な動態についての議論を行い、放射線イメージング装置開発の研究者達とはマルチピンホールコリメータが生じさせる画像アーチファクトと、その対処方法等について議論しました。

なお、会議のOpening Remarksでは、Paul Lecoq博士から、2011年の原発事故後の対応研究ではガンマカメラを用いたイメージング技術開発の貢献が多かった、という発言がありました。このコメントで、私の研究の方

向性において、間違いがなかったことを確認することができました。

さらに、共同研究者である高崎量子応用研究所施設部の山口充孝博士と共に「Detection of a Gap Across a Particle-Beam Track by Measuring 63-68 keV Photons」という演題で、粒子線治療時のビーム飛程を制動放射線領域の放射線計測でモニタリングする技術開発についてポスター発表しました。これは、体内の治療ビーム上で発生することが予測される気泡によって、治療ビームの飛程が変動してしまうことを、リアルタイムで計測しようとする新たな手法です。このビームモニタリング技術の研究は、この国際会議の一つのトレンドでもありますので、数多くの研究者達から注目を集め、この意義について意見を交換することができました。

その他

11月のサンディエゴは、昼間汗ばむほどの温暖な気候でした。現地で、あわてて半袖の服を買いに行ったほどです。アメリカ西海岸最南端の都市であるため、メキシコの文化(写真3)が色濃く、ダウンタウンで聞く現地の人々の言葉も、英語ではなくラテン系の言葉が多かった気がします。学会場からトラムに乗って二駅で、カリフォルニア発祥の地と言われるオールドタウンという観光名所があるのですが、ここでお勧めの料理もメキシカン。平日の昼間でも大賑わいでした。

最後になりましたが、今回の国際会議IEEE NSSへの参加にあたり助成していただいた放射線影響協会に心より感謝申し上げます。



写真2 ポスター会場への入り



写真3 学会のレセプションにおける催し物もメキシカンな演奏でした。

胎仔被ばくによって不妊となったマウス雄個体の精巣内に 生存する生殖細胞の染色体研究

旭川医科大学生物化学教室
立野裕幸

1. はじめに

ヒトを含む哺乳動物の精子形成は胚子の生殖巣に出現する始原生殖細胞に始まる。胎児期になると始原生殖細胞は同調して前精原細胞に発達し、新生児期には精原細胞(少数は精原幹細胞)へ分化する。これまでの研究で、前精原細胞は他のステージの生殖細胞に比べて放射線感受性が高く、進行性のアポトーシスを被りやすいことが知られている。ラットやマウスでは、胎仔期後期のγ線被ばく(1.5~3Gy)によって多数の前精原細胞が死滅する結果、成長しても精巣発育が不良で精子過少になるなど、不妊につながるような影響が観察されている^{1,2)}。人工流産胎児の精巣を用いた研究によれば、ヒトの前精原細胞も放射線感受性が高く、線量依存的に細胞生存率は低下する³⁾。後述するように、胎仔被ばくによって不妊になった個体のすべてにおいて、精巣の発育障害は顕著であるが、精子形成が完全に停止しているわけではなく、一部の精細管において精子形成が認められる例も少なくない。これは、アポトーシスを免れたごく少数の前精原細胞が精原細胞や幹細胞に分化して生殖細胞系列を構築し、精子を供給するためである。しかしながら、つくられる精子は極端に少ないため、精巣から精巣上体へ送られず精巣内に留まったままで、受精に関与することはない。

近年、男性の不妊治療に利用される顕微授精等の補助生殖技術の進歩はめざましく、精巣内の精子はもちろん、精子に発達する前の精子細胞からも子が誕生している⁴⁾。そのため、この技術は胎仔被ばくによる不妊を救済する上でも有効な手段になると考えられる。

もちろん、不妊個体の精巣内にある精子や生殖細胞(精母細胞、精子細胞)を利用するにあたっては、それらに遺伝傷害が起きていないことをあらかじめ検証しておかなければならない。

本研究の目的は、胎仔被ばくによって不妊となったマウスをモデルに用いて、精巣内でわずかにつくられる精子や生殖細胞の染色体を分析し、不妊救済の可能性とその安全性を評価することである。本稿では、これまでに得られた一次精母細胞の染色体分析の結果を中心に紹介する。

2. 方法

16.5日目の妊娠マウスに2Gy(690mGy/min)のγ線を照射し、生まれた雄マウスを10週齢まで育てた。片側の精巣を少量の培養液中で細切し、精細管から生殖細胞を回収した。染色体分析の効率化を図るため、生殖細胞をカリクレインA(50nM)で1時間処理し、早期染色体凝縮(PCC)を誘導した。その後、細胞を低張処理し、カルノア液で固定して染色体標本作製した。ギムザ染色した標本の中からPCC像を示す一次精母細胞を選び、相互転座に起因する四価染色体の出現率、相同染色体の対合不全や早期分離による一価染色体の出現率および、X染色体とY染色体の早期分離の頻度を調査した。もう片方の精巣と精巣上体は、ブアン液で固定後、常法通り、パラフィン包埋、薄切、ヘマトキシリン-エオシン染色を行って組織標本とした。

3. 結果

被ばく個体の平均体重(21.5g)は対照個体

(30.3g) よりも明らかに低かったが、10週齢まで健康状態は良好であった。精巣の発達障害は顕著であり、平均重量(27.3mg)は対照個体の約13%であった。組織標本の観察から、精巣には精子形成を有する精細管はごく少数で、精巣上体に精子はまったく存在しないことが確認できた(図1)。このような不妊の被ばく個体を使用し、1匹あたり300個以上の一次精母細胞の染色体を分析した。相互転座に起因する四価染色体をもつ細胞は、対照個体では観察されず、被ばく個体では645細胞中1例(0.16%)のみであった。また、一価染色体や、X染色体とY染色体の早期分離の頻度も対照個体と被ばく個体の間に有意差は認められなかった(図2)。

4. おわりに

多くの前精原細胞は2Gyの γ 線によってアポトーシスを被ったが、生残した細胞から発達した一次精母細胞には相互転座や対合不全/早期分離の増加は認められなかった。ところが、同じ線量の γ 線を新生仔期の精原細胞に照射すると、アポトーシスは殆ど起こらないが、生残した精原細胞に由来する一次精母細胞には四価染色体を含む多価染色体が明らかに高い頻度で出現する(未発表データ)。生殖細胞系列の源である前精原細胞には、DNAダメージを有するものやDNA修復が不完全なものをアポトーシスに導く機構が備わっているのかもしれない。また、DNAダメージを有する前精原細胞は精原細胞や一次精母細胞へ発達できない可能性もある。

精子の染色体分析は今後の重要課題である。精子完成までに、2回の連続した減数分裂、ヒストンからプロタミンへの置換、クロマチンの凝縮が起こる。逆に、受精後にはプロタミンからヒストンへの再置換、クロマチンの脱凝縮を経て前核が形成され、DNA合成へと進む。生残した前精原細胞にDNA不安定性などが生じていれば、クロマチンの構造変化の過程で染色体異常が形成される可能性もあり、慎重な解析が求められる。

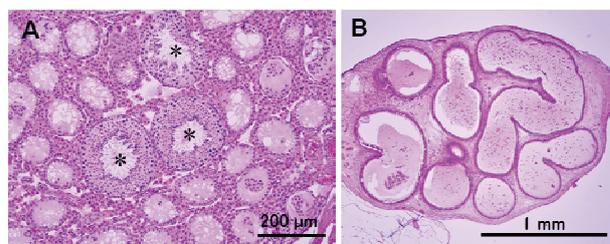


図1 被ばく個体の精巣(A)と精巣上体(B)の組織像[A中の*は精子形成を有する精細管断面]

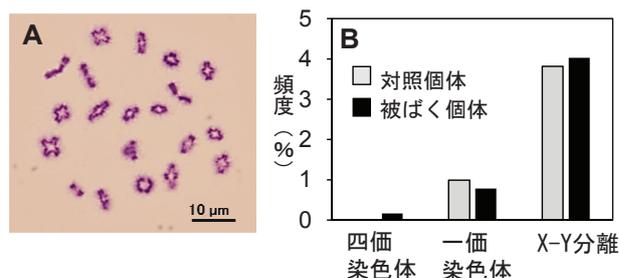


図2 一次精母細胞の染色体標本(A)と染色体分析結果(B)

5. 謝辞

本研究奨励助成に採択頂いた公益財団法人放射線影響協会に深く感謝申し上げます。

6. 参考文献

- 1) Moreno, S.G., Dutrillaux, B., Coffigny, H., High sensitivity of rat foetal germ cells to low dose-rate irradiation, *Int. J. Radiat. Biol.*, 77, 529-38 (2001).
- 2) Forand, A., Messiaen, S., Habert, R., et al., Exposure of the mouse perinatal testis to radiation leads to hypospermia at sexual maturity, *Reproduction*, 137, 487-495 (2009).
- 3) Lambrot, R., Coffigny, H., Pairault, C., et al., High radiosensitivity of germ cells in human male fetus, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 92, 2632-39 (2007).
- 4) Tanaka, A., Nagayoshi, M., Takemoto, Y., et al., Fourteen babies born after round spermatid injection into human oocytes, *PNAS*, 112, 14629-34 (2015).

これからの放射線疫学調査の取り組みについて

放射線疫学調査センター

放射線影響協会が実施している原子力発電施設等の放射線業務従事者の疫学調査は、低線量放射線による健康影響について科学的知見を得て、その理解の促進及び放射線防護の考え方に資することを目的としている。これまでに得られた成果と課題を踏まえ、今年度から新たな取り組みによる調査を開始したところである。前号(2015.10, No.85)の「低線量放射線の健康影響調査の深化をめざして」では、疫学調査のはじまりから、その後の経過、得られた成果と課題、そしてこの課題を解決するためのこれからの疫学調査の考え方、方針などについて記されたところである。本号では、これからの疫学調査の取組内容などについて紹介するとともに、調査対象者や関係者の皆様に疫学調査へのご理解とご協力をお願いするものである。

新たな放射線疫学調査

前号で記しているが、これまでの調査から、放射線以外の要因(喫煙等の生活習慣、教育年数等)が放射線量と関連性があり、このことが低線量放射線の影響を解りにくくさせている。これは低線量放射線の影響をみる上では放射線以外の要因の関わりを放射線量間で揃えた集団を設定し、その上で解析・評価することが重要であるということを意味している。また、全国がん登録データベースの制度が施行(平成28年1月1日)されることになり、これまでは健康影響についてがんによる死亡を指標としてきたが、これにがん罹患の情報を加え、より情報量の多い調査を行うことが可能になった(2015.10, No.85「放影協、全国がん登録情報の利用が可能に」)。

上述を踏まえ、昨年9月に新たな疫学調査の調査研究計画書を策定した。策定にあたっては、疫学、がん統計の分析・評価、公衆衛

生学、医学統計学、放射線リスク等の分野の専門家で構成される委員会等で検討を重ねた。さらに、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(平成26年12月22日、文部科学省、厚生労働省)」への適合性などについて、法律家、公衆衛生学、リスクコミュニケーション、情報セキュリティ等の分野の専門家などで構成される倫理委員会で審査され、承認された。

以下に新たな疫学調査の調査研究計画の概要について述べる。

これまでの調査対象者約16.5万人に新たな疫学調査の説明資料とともに意思確認書(図1)と生活習慣等調査回答用紙(図2)を順次郵送し、疫学調査の対象者となることについての意思確認調査を行い、同意していただ

図1 放射線疫学調査の対象者になることについての意思確認書

生活習慣等調査回答用紙

下記項目で指定する番号に○をつけてください。また、括弧内には数字を記入してください。

1. 基本的な身元のこと

お名前(カタカナ) _____

お名前(漢字) _____

生年月日 1. 大正 2. 昭和 3. 平成 _____年 _____月 _____日

性別 1. 男 2. 女 _____

記入年月日 平成 _____年 _____月 _____日

現在の年齢 _____歳

2. 生活習慣等

(1) 喫煙 喫煙習慣 1. 吸う 2. 以前は吸っていた 3. ほとんど、全く吸わない(喫煙者へ)
以下は「吸う」または「以前は吸っていた」と答えた方のみお答えください

1日の本数 _____本

喫煙開始年齢 _____歳

喫煙年数(歳数) _____年

喫煙習慣について「以前は吸っていた」と答えた方のみお答えください

喫煙をやめた理由 1. 健康を害したため 2. 経済的困難のため 3. 経済的な理由 4. その他
写めてからの経過年数 _____年

(2) 飲酒 飲酒習慣 1. 飲む 2. 以前は飲んでいた 3. ほとんど、全く飲まない(飲酒者へ)
以下は「飲む」または「以前は飲んでいた」と答えた方のみお答えください

飲酒頻度 1. ほぼ毎日 2. 週3-4回 3. 週1-2回 4. 月3-5回 5. 月3回未満

日量(1日の飲酒量) 1. 1合未満 2. 1-2合未満 3. 2-3合未満 4. 3合以上

飲酒習慣について「以前は飲んでいた」と答えた方のみお答えください

飲酒をやめた理由 1. 健康を害したため 2. 経済的困難のため 3. 経済的な理由 4. その他
写めてからの経過年数 _____年

(3) 喫煙等 タバコ等の喫煙習慣 1. 吸っている 2. 吸っていない

飲酒 1. よく食べる 2. 普通 3. ほとんど食べない

認知症の多い時期 1. よく食べる 2. 普通 3. ほとんど食べない

喫煙の多い時期 1. よく食べる 2. 普通 3. ほとんど食べない

痛くない時期 1. よく食べる 2. 普通 3. ほとんど食べない

(裏面に続きます)

(事務局用紙)

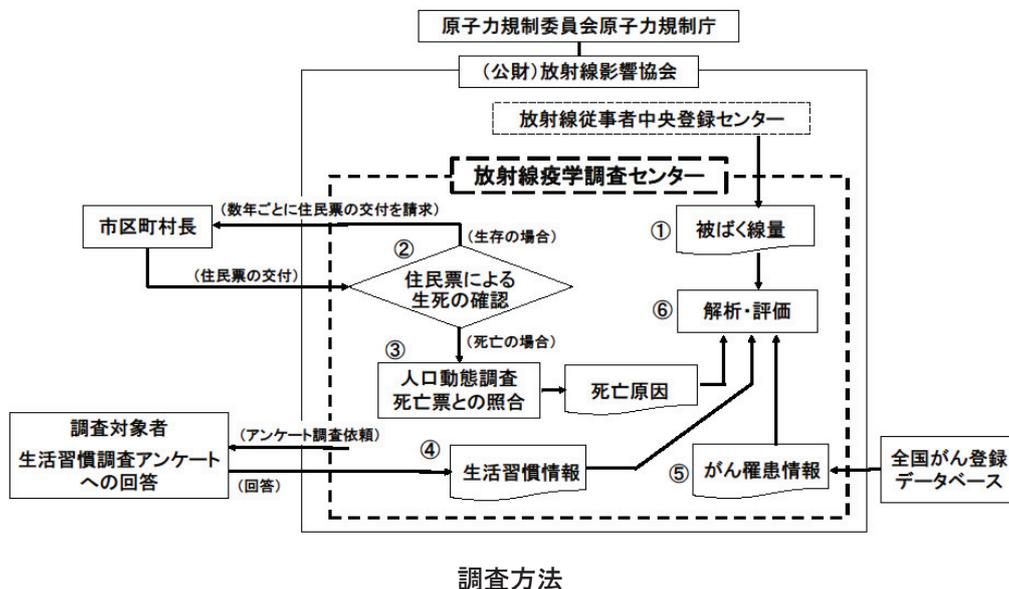
図2 生活習慣等調査回答用紙

た方には生活習慣等調査に回答いただいている。また、原子力発電施設等において、元請企業を含めた事業者を対象に説明会を開催し、事業者の協力を得て、上述の郵送資料と同じ資料を現役の放射線業務従事者へ配布している。これらにより同意が得られた方について、被ばく線量の取得、生死の確認、死亡原因の確認、生活習慣等及びがん罹患の情報の取得を行う。これらの情報をもとに、解析・

評価を行う。調査手順、方法は次のとおりである。

- ①当協会中央登録センターに登録された従事期間の被ばく線量の提供を受ける。
- ②生死の確認について市区町村長から交付される住民票の写し等により行う。
- ③死亡が確認された方について死亡原因を人口動態調査死亡票との照合により確認する。
- ④喫煙等の生活習慣等及び教育年数等の社会経済状況の情報(図2)は意思確認調査と同時に取得する。
- ⑤がん罹患の情報は全国がん登録データベースとの照合により取得する。
- ⑥上記の情報をもとに、放射線以外の要因の関わりを放射線量間で揃えた集団の設定を行い、統計的な手法を用いて解析し、放射線リスクの算出、放射線リスクと喫煙などの放射線以外のリスクとの比較などの評価を行う。

なお、調査の結果として公表される内容は、取得した情報を集団として解析するものであり、公表の内容から個人が特定されることはない。また、個人情報の取り扱いについては「個人情報の保護に関する法律」等の関係法令及びそれらに基づく当協会規程類を遵守し、万全の対策、体制を整備している。



調査方法

放射線業務従事者にご協力いただくための説明会

前述のとおり、郵送による意思確認調査及び生活習慣等調査のほか、原子力発電施設等に現在勤務している放射線業務従事者の疫学調査への協力を得るため全国の原子力発電所等の現地において説明会を開催することとしている。説明会は原子力発電施設等で従事する方々が所属する関連協力企業も参画している会合等の場を提供いただき、本調査の意義、これまでの成果と課題や今後の取り組みなどを説明するとともに、本調査へのご理解とご協力を依頼することとしている。

既に、昨年11月26、27日に東北電力(本店・女川原子力発電所)、12月14、15日に四国電力(本店・伊方発電所)、12月17日に日本原燃(再処理工場、ウラン濃縮工場等)において説明会を開催している(写真1)。

今年度は、この説明会を毎月1～2事業所等で実施することとしている。

これまでに訪問した事業所では、対象者へ



写真1 現地説明会風景

の調査資料の配布や調査への協力を呼び掛けるポスターの掲示等の協力を得ることができ、調査書の高い回答率や調査協力への高い同意率が得られるのではないかと期待している。

新たな疫学調査の取り組みについては多くの放射線業務従事者の協力が不可欠です。本調査で得られる成果は、国内に留まらず国際的な放射線防護の考え方に貢献していくこととなります。疫学調査へのご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。

主 要 日 誌

【活動日誌】

○企画部

- 11月30日 ICRP調査・研究に関する平成27年度第1回連絡委員会「外部招聘専門家を交えての意見交換」
- 12月15日 ICRP調査・研究に関する平成27年度第2回連絡委員会「ICRP各委員会における最近の動向・主たる論点等」

○放射線従事者中央登録センター

- 11月27日 第116回被ばく線量登録管理制度推進協議会
「平成28年度事業計画及び収支予算、原子力登録管理システムのリプレイス計画について等」

○放射線疫学調査センター

- 1月18日 2015年度放射線疫学調査フォーラム(「低線量放射線の健康影響わかったこと わかっていないこと」)

放影協ニュース 2016. 1, No.86

編集・発行 公益財団法人 放射線影響協会

URL: <http://www.rea.or.jp>

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1丁目9番16号 丸石第2ビル5階

電話: 03(5295)1481(代) FAX: 03(5295)1486

●放射線従事者中央登録センター

電話: 03(5295)1788(代) FAX: 03(5295)1486

●放射線疫学調査センター

電話: 03(5295)1494(代) FAX: 03(5295)1485