



Photo H. Fukuda

Index

第44回 NCRP 年次大会	丹羽 太貴	1
「CT 検査のリスクとメリット」	大野 和子	7
「40年前のアメリカ修行」	町 末男	11
ユーザーズミーティング		
「地震災害と放射線管理—原子力発電所の経験から—」		12
新モニタリングサービスシステム(MOSⅢ)のお知らせ【5】		18
[サービス部門からのお知らせ]		
アラーム線量等のご連絡方法が変わります。		19



第44回 NCRP 年次大会

丹羽 太貫*



1. 背景

米国の NCRP の第44回年次大会は、4月14・15日の両日にわたりワシントン DC において開催された。今回の会合の背景には、まず近年の原子力利用や放射線利用の高まりの機運のなかで、放射線に対する規制のあり方についての模索、これをうけて放射線リスク評価体系の基盤となっている LNT モデルに関する関心が高まっている状況、さらに過去15年ほどで生物学的な新知見が集積したこと、の3つがある。会合では、研究者、公衆衛生行政官、防護政策担当者、などによる発表と討議が行われた。とりわけ放射線の生物学的影響に関する新知見については、これまでの DNA 損傷—突然変異—発がんという放射線の標的効果に基づく考えとは異なる非標的効果（適応応答、バイスタンダー効果、ゲノム不安定性誘導）が1990年代に発見されたことは大きい。この新発見は従来の LNT モデルの根幹を揺るがし、2005年にはそれぞれ異なる考えに基づく3つの報告が出された。すなわちフランス医学アカデミー報告は、非標的効果に閾値モデルの基盤を求め、BEIR VII 報告は LNT モデルが科学的に正しいとし、さらに ICRP は Publication 99 において LNT モデルは科学的には証明しえない不確実性を含んでいるが、防護の道具としては最適であると主張した。これらに加えて低線量域では LNT モデルよりもリスクは高いとする過直線モデルが正しいとする立場もある。今回の会合はこのような中で世界的な注目のもとでの開催となり、多くの参加者を集めた。

2. 会合

会合は7つのセッションで構成された。第一セッションは NCRP 委員長の Thomas Tenforde 博士の挨拶で始まり、John Ward 博士と並んで DNA クラスタ損傷の考えを提唱した Dudley Goodhead 博士が、Warren Sinclair 記念基調講演の壇上に立った。クラスタ損傷は局所に複数の損傷をもつ DNA 損傷のことを言う。図1に示すように、低 LET の電離放射線であっても加速電子の飛跡末端付近における電離密度は高いため、DNA helix の一卷にあたる10 nm の範囲に複数の損傷をもつクラスタ損傷が作られる。このような損傷は、修復がたいへん困難で、細胞死や突然変異は避けがたい。さらに想定される最も低い線量である1つの電子飛跡によってもクラスタ損傷が生じることから、いかなる低線量であってもそれに呼応したリスクがもたらされうる可能性を論じ、LNT モデルの正当性を主張した。

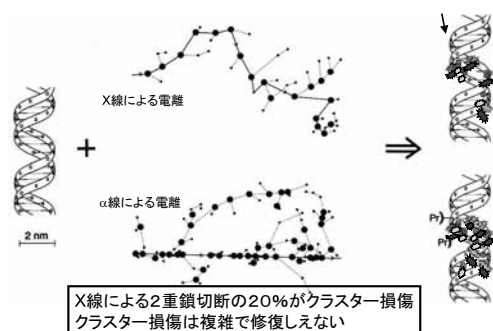


図1 クラスタ損傷

*Ohtsura NIWA 放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター

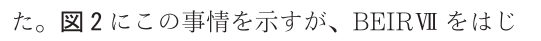
第二セッションでは、NCIのCharles Land博士が、生物統計学の立場から、LNTモデルと閾値モデルを比較検討し、前者を擁護する論陣を張った。すなわち疫学研究ではこれまで100 mSvの線量以下において統計的に有意なリスクの増加は認められていない。このような線量以下で統計的に有意なリスクを検出するためには、遺伝的に均一な相当人数の集団について調査する必要があるが、これは10万人よりなるわが国の被爆者調査においても可能ではない。そうであればこそLNTモデルや閾値モデルについて科学的に優劣をつけようとするのは、科学的にそれほど意味のあることではない。しかしながら閾値モデルを防護の基盤にしようとするれば、すべてのリスクについてある閾値線量が適用できなくてはならず、がんの種類によって異なる線量効果関係をもつ現実からすれば、これは不可能である。一方ある程度の誤差範囲を許容すると、LNTモデルで予想されるリスクは、低線量域で閾値モデルや過直線モデルでの予想値も包含しうることが数学的に証明できる。Land博士はこのような観点から、これまで科学的に絶対であるか否かで議論されてきたLNTモデルについて、これが科学的に検証し得ない一方で、防護の道具としては有用かつ論理的に正しいと論じた。きわめてバランスのとれた議論で、たいへん印象的であった。

第三セッションでは、分子、細胞、個体レベルの実験研究の成果が10人によって発表されたが、Gayle E Woloschak博士とAnn R Kennedy博士を除き、以下の8人の講演を簡単に紹介する。

まずPenny Jeggo博士は近年急速に研究が進んでいる放射線DNA損傷に対する細胞側の応答の分子生物学的研究を紹介した。その中でクラスター損傷については突然変異誘発の有無は於くとしても、修復はなされることを証明した。そして放射線に対する細胞側の応答は線量に対して非直線的であることを述べた。これはとりもなおさず生物効果が線量に非直線的であることを予測する。

Andrew Wyrobek博士は、低線量の10 cGyと高線量の200 cGyを照射されたマウスのさまざまな組織について遺伝子発現解析をおこない、発現が線量に対して非直線的に変化すること、発現する遺伝子は線量と組織の種類により大きく異なること、を示した。従来培養細胞でのみ研究されていた放射線応答について、組織レベルでの解析の必要性を示した点、および放射線応答の非直線性を示した点において、たいへん興味深い発表であった。

William F. Morgan博士は、培養細胞を用いた放射線の非標的效果を幅広く解析している。同博士は、ゲノム不安定性、バイスタンダー効果、そして低線量域でのみ観察される hypersensitivityなどの非標的效果について議論した。これらの非標的效果は放射線線量に対して非直線的に誘導されることをまず示したが、それにより低線量のリスク評価が非直線的であるか否かについては、まだ結論できるほどは研究が進んでいない。さらにICRPが主張しているように、被爆者で観察されている線量とリスクの直線関係には、存在するかもしれない非標的效果も加わっているはずである以上、非標的效果の影響はあるとしてもその程度のものであるとの意見を述べた。

Michael Cornforth博士は、放射線による染色体異常誘発についての研究について述べた。従来転座などの染色体異常は、線量に対して直線2次式で増加するが、放射線の線量率が低下すると、直線項のみになり、2次項はなくなる。そのため従来から線量率効果(DREF)はこの直線2次式を直線項で割ったもので計算されており、2005年に出されたBEIR VII報告でもこの手法が用いられている。しかしながら転座をFISH法によって詳細に検討してその頻度を解析した結果、単純な転座は直線項だけで記述でき、しかも線量率に応じてその項の値が低下した。 図2にこの事情を示すが、BEIR VIIをはじめ広く用いられているDREFの理論的計算法に関係している問題なので、今後まだまだ議論が続くものと思われる。

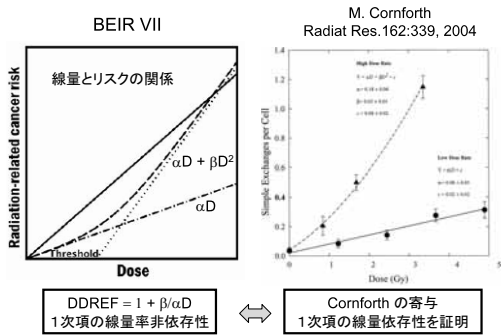


図2 DREF 計算の理論的根拠とその限界

Mary Helen Barcellos-Hoff 博士は、個体レベルで乳がんの発症機構を分子・組織レベルで解析して、非常に大胆な仮説を発表した。すなわち発がんは放射線の直接的な作用によるものではなく、放射線損傷応答にともなう組織構造の破綻が原因であるとする。照射により組織間質から TGF-beta が分泌され、これが発がんの標的である乳腺上皮細胞の分裂・増殖をもたらすことでがん化に導くとのこと。この間接的な機構を証明するため、上皮細胞を除いた照射乳腺組織に p53-/- の乳腺上皮細胞を移植するとがんが発症することを示した。これは1953年に示されたマウス胸腺腫実験系での証明以来、放射線発がんにおける間接的機構の関与を示す第二の例である。この間接作用機構による発がんの模式図を図3に示す。

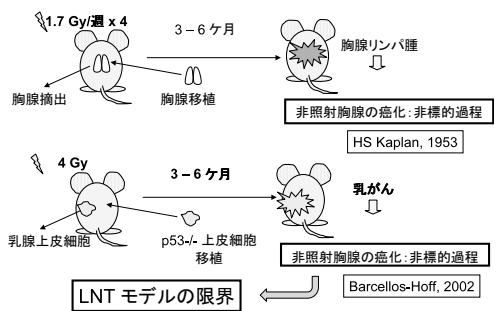


図3 乳がんにおける間接発がん機構の証明

Antone Brook 博士は、線量率効果について論じた。7,000匹の犬を用いたプルトニウム吸入

による内部被ばく実験などで得られた寿命短縮やがん発症についての結果を紹介した。実際のデータからは線量・線量率効果 (DDREF) が相応に大きな値を示すこと、場合によっては閾値が見られること、遺伝的素因が大きな影響を持つこと、などを論じた。1950年代からあまり変わっていないリスク発症の機構に関する理論は、物理学に由来する標的論と、生存率などの細胞生物学的研究から生まれた解析結果に負うところが大きい。もうそろそろ組織レベルや個体レベルの研究で検証されるべきであろう。

Joel Bedford 博士は、染色体異常頻度を指標にして、正常人集団のなかに存在する放射線高感受性の遺伝的素因について、これまでの ATM、NBS、TSC、p53、BRCA 遺伝子がかかわる研究を紹介した。また有名な白癬治療のための放射線照射により甲状腺腫瘍を発症したイスラエルでの子供たちが髄膜腫の発症リスクもきわめて高いことに触れ、いまだに未知の高感受性因子が存在することを示唆した。

Herwig Paretzke 博士は、放射線発がん研究においては、細胞レベルの研究のみならず組織レベルでの研究がきわめて重要なこと、仮説と実験研究を融合させたアプローチが必要であること、そしてこれらに関してシステム生物学的な研究が今後の進むべき道であるとの主張を展開した。

第四セッションは Michael Ryan 博士の司会で、Dade Moeller 博士の S Taylor 記念賞の受賞講演が行われた。同博士はユッカマウンテンの核廃棄場について、廃棄物に含まれる各種同位元素の挙動やその生物影響を例にとり、EPA の見解を批判しながらの講演を行った。Moeller 博士は、近い将来において癌が完治できるようになるので発がんリスクは問題にならなくなる、非常に楽観的な立場から放射線のリスクについて論じるなど、古き良き時代の、またとりわけ第二次世界大戦後のアメリカの理想主義に立った議論を展開した。時代の考えを体現した発表で、それなりに興味深かった。

第五セッションは大会2日目に持たれ、疫学研究について司会者を含め3人の研究者の発表があった。

まず John Boice 博士は司会者の立場から、疫学研究を考える上での問題を紹介した。疫学研究がもつ限界の例として有名な15カ国調査をあげ、これがカナダの特定の事業所における間違ったデータにより、大きな影響を受けたことを示した。このような間違いは、統計的解析力が低くなる低線量域においてことほど大きく影響し、そのための補正がさらに大きなバイアスを生じさせる可能性について述べた。LNTモデルはこの様な限界を踏まえて用いるべきで、そのために集積線量を濫用したりリスク推定は行うべきではないとの見解は、ICRPなどに共通するものである。Boice 博士はその博識と知識の確かさで聴衆を圧倒した。

つぎに Roy Shore 博士が、被爆者データを中心にさまざまながんの線量効果関係について、直線のもの、閾値を示すもの、直線2次式のもの、などを示し、LNTモデルは一般化されたモデルの一つとして見るべきとの議論を展開した。さらにこれまで発表された疫学研究論文を非常に幅広く調べて、1 Gyの相対リスクに関しても白血病では0.8-5.8、固型腫瘍では0.8-2.0など広がりがあること、また乳がんにみられるように低線量のリスクは年齢に大きく依存することなどを示し、過度の一般化は避けるべきと論じた。

Ethel Gilbert 博士は、線量のエラーについてその原因を解析し、その影響について論じた。線量のエラーはとりわけ低線量リスクを考える上で重要であり、リスク推定についてのバイアスを増大させ、真の線量効果関係を明らかにする障害となる。そのため線量測定研究者とエラー解析を行う統計学者の協力関係が、低線量影響についての解析には必須であると述べた。この発表でいささか気になった点として、確かにエラーは低線量リスク評価に付随した大問題ではあるが、そもそも低線量の線量測定のエラーをいかに小さくしようと、先進国の社会において

は医療被曝線量が考慮されていないかぎり、このようなエラー解析など意味がないという現実がある。

第六セッションは、Eric Hall 博士の司会のもと、閾値論を唱えるフランス科学アカデミーから Dietrich Averbeck 博士が、直線仮説を科学的に絶対と主張する David Brenner 博士が登場して論争を行った。まず Averbeck 博士は、LNTモデルが物理学に準拠しており生物過程をまったく考慮していない点を批判した。LNTモデルの基盤である被爆者データは100 mSv以下で有意なリスクを検出し得ないこと、またLNT仮説の一つの基盤となっているクラスター損傷についても、細胞死をもたらすため発がんリスクの上昇にはならないとの考えを展開。そして放射線がもたらす多くの生物効果が線量に対して非直線的であることを述べた。そして様々な生物指標で閾値やホルメーシスをしめす例を枚挙し、さらに培養細胞での突然変異誘発や試験管内発がんにおいて低線量域で頻度が低くなる例、個体レベルにおいて放射線で活性化される免疫機構が発がんも抑制する例などを引用、閾値説の論陣を張った。

一方 Brenner 博士は、極低線量においても損傷が生じること、これがCTを受けた患者の体細胞においても生じていることを示し、物理過程がすべての基盤になっていることをまず述べた。ついで Doll and Wakeford の論文ではわずかに10 mSvで胎内被ばくによる小児がんリスクの上昇がしめされている例を引用。この線量は、細胞あたりに数個の電離飛跡が通る程度のものであるにもかかわらずリスク増加がみられることは、LNTモデルの正当性を支持するものと論じた。また Averbeck 博士の議論にあった個体レベルでの免疫監視についても、これが絶対的なバリアーではなくて監視をすりぬけるがん細胞が存在する例を示した。さらに閾値派は自分に都合のよいデータをつまみ食いするきらいがあるとの批判を行った。会場からの μSv や nSv でもリスクがあるかとの質問に対して、

あると明言したのは非常に印象的であった。

このご両所の論争では、Brenner 博士の勢いが強かった。しかしながらすでに Charles Land 博士がこのような論争が不毛であることを本大会の冒頭で述べていたので、論争のための論争といった印象を否めなかった。ともあれ、今回の NCRP 大会は低線量についてのこの論争を目玉にしていたこともあり、聴衆は極めて熱心に論争に聞き入っていた。

第七セッションは、低線量放射線の生物影響、政策への取り込み、公衆への影響について、8人の発表があった。Susan D. Wiltshire 博士の司会で、まず Jill A Lipoti 博士は、現在の知識に照らして政策は変更せねばならないのであろうか、という観点からこのセッションで扱う問題をまとめた。

Locke 博士は低線量放射線影響のモデルが政策的な意思決定にどのように関連するかについて、研究と政策決定の違いを論じた。分子、細胞、個体、疫学研究などの研究レベルの結果と政府における政策決定の間の大きなギャップは、1945年以降の問題である。両者は、解析の対象や方法論において決定的に異なっている。政策決定はつねに時間的に制約があり、たとえ不確実性があったとしても何らかの仮定に基づいて、限られた時間内で意思決定をせねばならない。一方実験研究は、時間的に制約されず、正しい結果がでるまで延々と行われる。しかしながら少なくともリスク関連領域については、システム生物学の手法を取り入れて、より短時間に結論を出しうる実験研究も模索すべきであろう。

Martin J Virgillio 博士は、US Nuclear Regulatory Commission の立場からみた現在の防護システムの位置づけにたつて、国連科学委員会報告や BEIR VII 報告の位置づけを行った。その上で現行の基準をさらに厳しいものにすべきかもしれない理由として、白内障発症、性差、個人の感受性などをあげ、その一方でより緩いものにすべきかもしれない理由として、閾値の存在、低線量での修復、現行のものとは異なる

立場に立った放射線防護体系を挙げた。そして最後にこれらの要因についての今後の解析の必要性を論じた。

Noelle F Metting 博士は DOE の立場から、現行の防護システムを変えねばならない時期なのか、そして信頼限界が大きく振れる線量リスク関係でいちばん大きな数値を用いて防護を行わねばならないのか、という非常に現実的な議論を展開した。さらにシステム生物学が科学的コンセンサスを得るのに大きな役割を果たすこと、今後の低線量域放射線疫学の成果いかんで、防護基準そのものが変わる可能性を示唆した。

Juan Reyes 博士は EPA の立場から、防護政策を変える要件として何があるかを論じた。まずは法的な制約、訴訟、特定団体・集団による嘆願、科学的な新発見、時代に合わなくなった法律、など。では現行の LNT モデルを閾値モデルに変更することを想定した場合、実効的な閾値を設定し得るが、科学的な閾値は設定できない。そのため EPA としてはこれからも LNT モデルを用い、閾値モデルに変更する場合は十分な証拠に基づいて研究者のコンセンサスが得られる場合に限るとの立場である。

第七セッション後半は、Whiltshire 博士が最初の導入を行ったあと、3人の講演があった。最初は Purdue 大学の Hank C Jenkins-Smith 博士で、研究者と公衆に対して行った放射線に関する印象の調査の結果を報告した。たとえば LNT モデル、Sub-linear・閾値モデル、Supra-linear モデルの3つに対してどれを支持するかとの設問については、国によって少しの違いはあるものの、Sub-linear・閾値モデルが研究者の間では一般的であった。ただドイツはそのなかでも sub-linear・閾値モデルを取る研究者が一番少なかった。そして研究者や専門家のなかでも、技術者はリスクを低く見積もり、生物学者から医療従事者の順でリスクを高く見積もる傾向がある。公衆の原子力に対する態度は、フランスで一番支持者が多かった。また公衆が案外現実的な判断をしていることが明らかになった点は、安心させられた。我が国ではこのよう

な調査がないのは、まことに残念である。

やはり Purdue 大学の Paul L Ziemer 博士は、米国における種々の放射線が関連した補償についての研究を発表した。米国では軍や国が関係した様々な放射線事故、核爆弾テスト、等々に対する補償の制度が整備されている。これらで補償を要求する人数は優に100万人を越えるが、補償の条件としては原因確率が50%なければならないと、この点は我が国の場合と大きく異なる。

Texas A & M 大学の John W. Poston 博士は、放射線事故において研究と行政がどのように協力して意思決定を行うかについて発表した。行政サイドでは、リスクや制限などの判断基準について、研究の進展からは相当に遅れたものを用いている。歴史的にはレントゲンやエジソンがすでに放射線の悪影響を経験していたが、原爆被害者の調査からその実態が明らかになり、これをもとに世界の放射線行政の基準が ICRP により勧告された歴史的な流れが紹介された。

会合は Tenforde 博士により締めくくられ、閉会した。

3. 全体を通じての印象

今回の会合は、2日というごく短い日数であったが、非常に実質に富んだものであった。まず研究者と政策決定者が一堂に会しての会合は、ICRP や国連科学委員会以外であまり経験したことがなく、今回の試みは非常に新鮮であった。同様の会合はさらに多くの回を重ねることが必要で、利害の当事者である公衆、業界や反放射線論者、そしてこれらの仲介者となるマスコミなども参加した意見交換の場が欲しいものである。

今回の大会では、図4の線量効果関係のいずれが正しいかが議論の中心であった。しかし低線量域のリスクは、Land 博士の発表にもあったようにそもそも科学では特定できない程度である。そのため Averbeck 博士と Brenner 博士の論争は、両者の勢いの差はあったものの、実質は水かけ論に終始していたように思える。

このため線量効果関係の形を仮説に基づいて議論するよりも、たとえば今日の世界で何がどれほどの大きさのリスクをもたらしているのか、それに対して LNT モデルから予測される放射線のリスクがどの程度なのかについて比較検討して、すべてのリスク要因に重みをつけてその低減化を図る方策を総合的に考える方がよほど実質的な議論になると思えるのだが。

最後に今回の会合では、低線量リスクをシステム生物学的手法で求める動きが少なからずあったのは興味深かった。さて今後この動きがどのように結実するのか見守りたい。

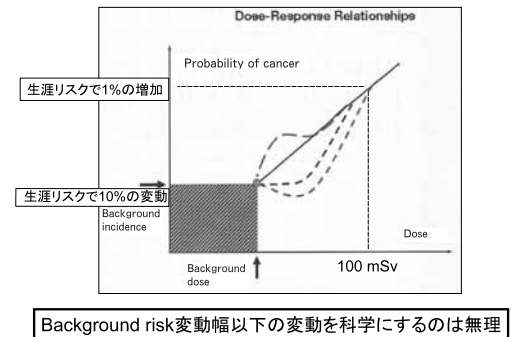


図4 NCRP の低線量リスクの認識

プロフィール

1943年7月に芦屋に生まれ、兵庫県は印南部、大阪の豊中市と転々とした後に京都大学理学部に学ぶ。京都大学理学部大学院に進学し加藤幹太教授のもとで放射線生物学を専攻した。博士課程途中の1971年からスタンフォード大学に留学、Henry S. Kaplan 教授のもとで放射線白血病ウイルスの研究で学位を取得。研究者としての経歴は、1975年から京都大学医学部で助手採用を最初とし、1984年広島大学原爆放射線医学研究所に移り、1991年に同教授。1997年京都大学放射線生物研究センターに移り、2007年に同職を定年退職した。現在は放射線医学総合研究所に勤務。



「CT 検査のリスクとメリット」



大野 和子*



CT 検査のリスクとメリットについて再考してみましょう



はじめに



個人線量計を用いている皆様は、放射線に係わる様々な分野の方々です。今回、医療分野に係わる者として、CT 検査のリスクとメリットについての考察を述べさせていただきます。

最近の CT 装置の普及に伴い、我が国の患者の医療被曝は増加し、時には患者の発がん性への影響を懸念したマスコミ報道があることは承知のとおりです。その他、最近の医療放射線防護を取り巻く変化は、本年 1 月に発表された ICRP の新しい主勧告 (Publ.103) のなかで、医療における放射線防護が一つの章¹⁾として (第 7 章)、まとめられたことです。医療行為における放射線防護とは、患者の生命維持に必要な不可欠な放射線診断や治療を、最適の線量で行うことです。しかし、その他の産業分野では、産業活動に伴う人への被曝を可能な限り低減することが大前提です。この両者の

基本的な違いは、これまで、しばしば人々の混乱の原因となっていました。著者も、時々 CT の線量に対する健康影響への強い懸念を持つために、検査を拒否すべきかという主旨の質問を頂戴したことがあります²⁾。ICRP の主勧告で医療における患者の放射線防護が一つの章にまとめられたことで、これらの混乱は回避されていくのではないかと期待しています。本稿では人々の関心の高い CT 検査による患者被曝のリスクとメリットを例にして、日ごろ放射線科医師として感じている、患者の防護と従事者の防護の差異についてお伝えします。



CT 検査の現状



CT 撮影装置は 1980 年代頃から我が国でも普及しています。当初から体内の詳細な解剖学的情報を得られる検査として注目を浴びていましたが、この当時の CT 検査は、画像を撮影する時間も長く、胸部や腹部の一回の CT 検査で 20~30 分程度、長い場合には一時間近くかかっていました。時間のかかる患者への身体的負担のある検査であ

*Kazuko OHNO 島津学園京都医療科学大学 医療科学部 教授

り、主治医が困難と判断し検査依頼を諦める場合も多くみうけられました。その後MDCT (multi-detector-row CT) と呼ぶ新しいCT装置へと改良が進み、併せてコンピューター解析技術が進歩したことで、CTは短時間で多くの情報を得ることが可能な検査方法へと変革を遂げました。現在医療機関で利用しているCT装置の多くは1度か2度の息止めで胸部や腹部全体を撮影できます。

CTの画像改良と患者の身体的負担の軽減は、新たな利用方法を生みました。特に進歩したのが、循環器系の画像と気管支や大腸の内部を可視化したようなバーチャル画像です。心臓に栄養を与える冠動脈は、障害を起こすと狭心症や心筋梗塞の原因となります。循環器疾患はがんに次ぐ日本人の死因です。心臓の表面に位置する動冠動脈を、心臓の拍動に合わせてMDCTでは鮮明に描出できます。冠動脈に異常を疑う患者に対して、心臓カテーテル検査のように循環器領域の放射線の専門家でなくとも安全に検査を行って、血管の状態を評価できます。また、検査後の画像処理により、血管撮影に類似した全身の血管画像を作成しています。これは、手術前の血管撮影の件数を大幅に減らす効果がありました。より容易に施行でき患者にとっての安全性も高いため、CTが取って代わったといえます。脳など、検査目的とする臓器の血流量の解析も可能です。放射性薬品を用いて脳の血流状態の仔細を確認する検査である、脳血流シンチグラフィを凌駕するとはまでは行きませんが、当日でも施行可能な利便性があります。さらに、三次元画像処理により、気管支鏡や大腸内視鏡と呼ばれる、肺の気管支や大腸の内腔を可視下に診断していく検査に類似した画像も作成しています。

内視鏡検査では以前に検査による死亡事例も報告されています。術者の技量によらず、同じ画質で診断できること、安全性の高い検査方法であることから、内科医師の期待が広がっている検査方法です。画像の鮮明化は別の意味でも診療に大きな影響を及ぼしました。様々の疾患について、診断基準が定められていますが、CT画像上の特徴的な所見が診断の必要条件に加えられた疾患がすでにいくつかあります。其のほか、例えば、整形外科で大腿の骨を人工骨に置き換える手術では、三次元のCT画像を利用した術前シミュレーションが行なわれています。全身麻酔を必要とする手術では、ヘビースモーカーなど肺の正常構造に変化が起きている危険性が高い患者には、術前に肺のCT検査を行い、安全に麻酔を掛けることが可能かを確認しています。放射線治療においても治療範囲を限定する際に大きな威力を発揮します。正確に放射線治療範囲を決定できるため、放射線を照射したくない部位を以前よりも明確に除外可能となりました。治療にともなう健常部位への照射を確実に減少できるようになったため、治療に伴う副作用を軽減できるようになっています。その他様々の手術において、CTによる術前チェックはこれまで不可能であった数多くの危険を回避可能となりました。

患者不安の主な原因

このように、医療関係者は利便性を十分に理解しているCT検査ですが、患者の中には時にCT検査による被曝の影響が心配となり不安に陥る人がいます。放射線関係

の学会にも毎月数件の質問が寄せられています。CT 検査は放射線を患者に照射しなければ何も情報は得られません。詳細な情報を得るにはそれなりの線量が必要ですが、検査目的とする臓器で数十 mGy 程度と将来の影響を心配するには及ばない線量です。将来の発がんを強く心配するような放射線量は用いていない、とえば終わりです。

著者の経験によれば、不安を持つ人々のほとんどは、CT 検査を受けた意味を理解していなかったことが引き金となっています。CT の利便性の向上は、確かに、一人の患者さんの治療前の CT 検査件数を増加させています。術前の検査は、診断、腫瘍の転移の検索、体内の血管情報の収集、手術のシミュレーション目的と様々ですが、そのほとんどを CT 検査で実施可能な現在、患者の立場に立てば、「また CT 検査」という印象を持つはずで、「こんなに CT 検査を受けて何をやっているのだろうか」という疑問が不安に変化してもいたしかたない気がします。以前に、科学分野の記者ですら、ご自分が癌の術前に受けた転移の検索目的の CT 検査の意味をご存じなかったという経験をしました（なぜ、手術部位でないところの撮影をするのか、疑問を持っていたとのことでした）。最近では病院でも検査前の注意などについて、以前より説明に心がけてはいますが、悪性腫瘍の患者の場合、自分の病気のことで頭がいっぱいで、「聞いていない」状態になっている恐れもあります。患者が検査目的を納得しているかを、何度も聞いて確認することは、放射線に関するその後の不要な不安発生を防止できるだけでなく、患者が冷静に病気と向き合っているかを判断する指標ともなると考えています。

医療放射線防護に関する 意見交換の必要性

医療において患者に対し放射線を安全に利用していくためには、放射線防護の専門家をはじめとする様々な領域の専門家との協力は不可欠です。しかし、その前に、現状の医療における放射線利用についての情報の共有化が必要だと感じています。

医師は患者の健康を回復するために、出来るだけ精度の高い診断と治療を行おうとします。放射線の被曝を伴う行為は医療においても慎重に適応を決める必要があります。しかし、CT の進歩により、実際に損傷や障害を生じる危険性があつた既存の検査を、CT 検査に変更することで、回避しています。このことにより CT 検査が最近急速に普及した主な理由であることを、できるだけ多くの方にご理解いただく必要があります。

次に、病気の早期発見は、良い治療効果を得るための重要なポイントの一つです。このために、CT を利用した健康診断や治療後の経過観察が普及しています。ところが、これはかなり日本国民に限局した傾向です。健康保険で医療費が決定されていることもあり、日本の検査料金がかかなり安価なことが一因かもしれません（米国などでは、日本の数倍から十倍の検査費がかかります）。また、検査好き（この真偽は著者には不明）と、がんを極端におそれる日本人の傾向も大きな要因になっていると思います。著者の経験でも、例えば、ある健康診断の初回受診者からのがんの発見率が 1～2%程度と伝えても、癌年齢と言われる中高年層では、健診希望者が後を絶ちませ

ん。統計学的な有意差は、患者になった「わたし」には届かない声とも言えるかもしれません。この点は、広く意見を集約する必要性のある課題です。

其のほか、放射線防護上の考えを、患者にも当てはめ易い傾向にあることです。妊娠に気づかないで放射線検査を受けた方から相談をされた際に、直ちに危険だと言ってしまったという報告を受けたことがあります。医療分野でない放射線安全管理担当者の場合、計画以外の場合で人に放射線が直接照射されることは、日常業務上有ってはならないことです。この意識が真っ先に働いたとのことでした。しかし医療分野の患者への被曝は放射線診療を目的とした計画被曝です。後になって、相談をした女性は子供を切望していたこと、ICRPの勧告にも明らかなように、検査レベルの放射線被曝が原因で胎児の形態異常やその後の発病リスクに影響を及ぼす可能性は乏しく、中絶を考慮すべき段階ではなかったことが思い出されたそうです。この女性の最終判断は不明ですが、医療における放射線利用は、患者への照射なしには成り立たないという意識を常に頭のどこかにおいて、相談者の意見を聞かなければなりません。

終わりに

以前に、医師はいつも、医療上の判断で検査を施行しているとの一言で患者不安を片付ける、傲慢だ、という意見を頂戴したことがあります。しかし、私たち医療関係者の多くが原子力発電所や工場での放射線利用においてその安全を担当する専門家を信頼しているように、これだけ治療方法が

進歩した現在は、各専門分野の医師が最適の治療を安全に実施するためにはCT検査が必要不可欠になっていることをご理解いただきたいと思います。ただ、今日のCT検査がわが国ではあまりに急激に多くの医療機関で利用されており、私たち放射線科医師の分野だけでは対応できない状況があります。

今後はさらに循環器領域などの医師や看護師など多くの医療関係者と、撮影を担当する診療放射線技師らと協力して、医療における放射線を安全に管理し、最適の放射線量で検査を施行していると、全員が胸を張って断言できる状況を維持し続けなければならないと考えています。このような関係者と患者との相互理解の上に、さらに一歩すすんだ、患者のために必要不可欠なCT検査の発展があると確信しています。

文献

- 1) ICRP Publication 103. The 2007 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection ; pp125-132. 2008. UK
- 2) 大野和子：患者さんの不安に答えた経験から言えること. 日放技会誌：64, 601-604.



プロフィール



H 4 年 愛知医科大学大学院博士課程終了
(テーマは非電離放射線防護)

14年間、放射線診断医、核医学診断医として大学病院勤務の後

H 19 年より島津学園京都医療科学大学教授 (島津製作所が昭和 2 年に開学した診療放射線技師教育機関)

近著：医療放射線の常識・非常識 (インナービジョン)

「40年前のアメリカ修行」

前・原子力委員 町 末 男



300ドルを握って

40年前、研究者として一人アメリカに渡った。1ドルが360円、ドルの持ち出し制限が僅か200ドル、私の給料が4万円の時代である。

このアメリカでの2年間の研究体験が無かったら、その後の人生ははかり変っていたかと思う。

大学での経験を活かし、日本原子力研究所の高崎研究所で1963年から「エチレンの放射線重合」の研究を行っていた。新分野の研究であり、ユニークな成果をアメリカの Polymer Science 誌に発表する事ができた。これらの論文がメリーランド大学の先進気鋭のシルバーマン教授の目に留まり、研究に來ないかと呼んでもらったのである。年俸8千ドルの給料を大学が払ってくれるという。

暑い8月、高崎研究所の友人達に万歳三唱で見送られ、家族を残して羽田を飛び立った。持ち出し制限の200ドルとアメリカの雑誌に書いた総説の原稿料100ドルだけを握りしめての期待に満ちた出発だった。困難を厭わず、出来るだけアメリカを見、体験しようと考えていた。

アメリカの豊かさとの温かさ

アメリカ2年間の驚きに満ちた体験を1ページに書く事はとてもできないので、今回はその最初の頃の話を書いてみよう。

最終目的地のワシントン行くまでに、途中で有名なアルゴンヌ国立研究所を見学する予定にしていたので、シカゴで降りた。オヘアの大飛行場で迎えるの運転手を見つけるのに一苦労した後、これまで見たことも無い片道4車線の高速道路を恐ろしいスピードで飛ばし、超大型のトラックを追い越していく車の中で、私は別の世界に來たことを知らされた。カルチャーショックから生活は始まったのである。

次の日、目的地のアメリカの首都ワシントンのナショナル空港に着き、その後親しい友人となった助手のアイラ・ブロック君の出迎えを受けた。大学のあるカレッジパークまで行く途中、これがワシントンメモリアル、これがリンカーンメモリアルだと案内されながら、30分ほどで彼が決めてくれた大学近くの宿に落ち着いた。部屋代は月50ドル、机とベッドだけの質素で清潔な部屋だった。

メリーランド大学とシルバーマン教授

次の日、晴れた夏の朝の爽やかな空気の中を歩いて、初めて大学の研究室に向かった。美しく広大な緑の丘に多くの赤レンガの校舎が点在し、キャンパスの中央には教会が立ち、重厚な建物の図書館がある。その前の広い芝の広場に学生たちが寝転んだり腰を下ろしたりして、本を読み、語り合っていた。日本では見たこともなかったミニスカートの生徒たちが闊歩していた。この豊かさとの温かさに満ちた風景に感激したことをはっきりと覚えている。

その日、初めて会った気鋭のシルバーマン教授から最初の研究課題として「ポリエチレンへのスチレンの放射線グラフト重合」を与えられた。次の日から実験の準備を始める事となった。シルバーマン教授は今でも私の親しい友人であるが、日本にも知る人が多い。

生活は当時の日本と比べるかに豊かなものであった。道路の広さ、大きな車、住宅とその環境の美しさが日本とは大きく異なっていた。巨大な経済力と科学技術力が生活にこの豊かさをもたらしているのであった。いま、日本はアメリカに追いついたが、住宅とその環境だけはまだ差が大きい。

アメリカ人と暮らす

偶然、小さなパーティーで1人のアメリカ人に紹介された。ジョージ・フォン・ダッケンハウゼン氏である。60歳ぐらいで仕事はリタイアしているという。名前からドイツの貴族の出身のようだ。彼との話が弾み、下宿住まいをしていると話す、独り住まいだから我が家に来ないかという。宿代はただ、朝食は一緒、週末は庭の芝刈りをすると言う。1週間後にトランクーつでワシントンの北の高級住宅地区にある彼の家に引っ越した。

私の部屋は3階、歴史を感じさせる家具が付いていた。朝は早く起き、朝食はいつもクリスピー・ベイコン（フライパンの中で熱をかけ油をすっかり出してしまったカリカリのベイコン）と卵焼き、トーストしたパン、ジャムそしてコーヒーを2人で話しながらゆっくりと楽しみ、8時には大学に向かった。

大学でも下宿でも、英語だけの生活、この4ヶ月が私をアメリカに溶け込ませ、英語に慣れさせてくれた。2週間程たったある週末、ジョージは私に彼の女友達を紹介し、田舎にある彼女の別荘に私と一緒につれていってくれた。このアメリカ人のおおらかさ、思いやり、多分、開拓時代の共に助け合って生きるという精神が伝統になっているのだろう。滞在の2年間私はこのようなアメリカ人の優しさに何度も触れることができた。

給料は一枚の紙切れ

日本では月給は袋に入った現金で受け取っていた。それをそのまま家計を預かる家内に渡していた。アメリカでは全く違った。2週間に一度の給料日には事務室に行く事務長のサインの入った紙切れを一枚くれる。これをもって銀行に行く。Drive-in bank というものがあり、車の中からこの紙切れを差し出せば、現金に換えてくれるという仕組みだ。馴れば便利なものだ。事務所に現金を持ち込まなくて良いのだからより安全である。今では日本でも給料の振り込みは当たり前だが、40年以上も前、アメリカではすでに普及していた。

言葉だけでなく様々なことで日本とは違うアメリカでの生活はこのように驚きと楽しみに満ちたものであった。(平成20年6月14日記)



40年前の筆者とシルバーマン教授(右) 研究所の前で

ユーザーズミーティング

「地震災害と放射線管理—原子力発電所の経験から—」



司会者（弊社アドバイザー） …… 加藤 和明
 東北電力株式会社 原子力部 課長 … 齋藤 実
 東京電力株式会社 原子力運営管理部
 放射線管理グループ 副長 …… 林田 敏幸
 北陸電力株式会社 志賀原子力発電所
 放射線安全課 副課長 …… 西村 信和
 関西電力株式会社 原子力事業本部
 放射線管理グループ マネジャー … 中村 年孝
 九州電力株式会社 原子力管理部
 放射線安全グループ 副長 …… 原田 正治

司会 本日の司会進行を務めさせていただきまず加藤です。(株)千代田テクノルのアドバイザーとして、「FBNews」の編集委員を仰せつかっております。東北大学の電気の出身で、原研、高エネルギー物理学研究所、茨城県立医療大学の順に勤務しましたが、放射線管理が専門です。昨年できたNPO法人放射線安全フォーラムの理事長をしております。

はじめに、お集まりいただいた皆さんに、現在のお仕事について簡単にご紹介させていただきたいと思います。

齋藤 東北電力の齋藤です。本店で、女川と東通にある2つの発電所の放射線管理を統括しています。

林田 東京電力の本店で、放射線管理と環境放射線管理の統括をしております。変電所の設計など原子力以外の業務に十数年携わったあと、平成14年8月の原子力不祥事後の社内人事交流で柏崎刈羽に異動になり、それ以降、放射線管理の仕事に携わっています。

西村 北陸電力志賀発電所の西村です。個人被ばく管理や作業管理を担当しています。

原田 九州電力の本店で、玄海と川内の発電所の放射線管理の統括と、廃棄物関係も見ています。現場の放射線管理は、平成3年から15

年まで玄海原子力発電所で経験いたしました。
中村 関西電力の美浜・高浜・大飯の3発電所の運営を統括をする原子力事業本部（美浜町）で、放射線管理を担当しています。

司会 今日のテーマは「地震災害と放射線管理」ですが、中越沖地震を経験した東電のお話をまずお聞きさしようと思います。

林田 柏崎刈羽原子力発電所は、沸騰水型軽水炉7基、合計821.2万キロワットの発電出力を持ち、平成18年度実績で、東京電力の発電電力の約18%を占めています。

新潟県中越沖地震は今年の7月16日10時13分頃に発生し、マグニチュード6.8という大きな地震でしたが、地震発生直後に全制御棒が自動挿入され、「止める・冷やす・閉じ込める」という機能が健全に作動し、翌朝までに運転中のプラントはすべて冷温停止しています。

<環境放出について>

6号機原子炉建屋で使用済燃料プール水があふれ、ケーブルと電線管を伝わって非管理区域にもれた水が、非放射性的排水タンクから海へ放出されました。

7号機では、放射性のヨウ素と粒子状物質の大気放出を7月17日の定期測定で確認しています。放出放射エネルギーとしては6号機が9×



東京電力株式会社
林田 敏幸 氏

10⁴ Bq、7号機が4×10⁸ Bqで、これによって受ける周辺公衆の線量は6号機が2×10⁻⁹ mSv、7号機は2×10⁻⁷ mSvと評価しており、一般の方が1年間に自然界で受ける2.4 mSvと比べると、

約10億分の1と1千万分の1になります。

<環境放射線監視について>

モニタリングポストや排気筒モニターのデータは、東京電力のホームページで公表するとともに、安全協定により新潟県に常時伝送しているのですが、地震の揺れでデータ伝送装置のケーブルコネクタ部に接触不良が生じ、データ伝送が停止してしまいました。測定や中央操作室での監視には支障がなく継続していたため、地震発生日13時頃から新潟県には1時間ごとにデータを電話連絡し、翌日からはホームページで1時間ごとのデータを表にして公表しました。新潟県への伝送は翌日、当社ホームページは翌々日に常時伝送を開始しています。

<作業者の安全確保について>

1号機が定期検査の最盛期で、1号機の管理区域内に約400人の作業員がいました。1/2号機に設置している7台の退出モニターのうち6台が地震によって使えなくなったため、当直長の管理区域からの退避指示により管理区域出入エリアに作業員が多く集まり混乱を来しました。幸い東京電力の放射線管理員が現場におり、安全最優先の観点から退出モニターで測らないで退避するルートを設定し、全員を安全に退避させました。その後、退避ルートの汚染確認測定を実施して汚染が無いことを確認するとともに、汚染検査をしないで退出した作業員へのケアを実施しています。

<固体廃棄物貯蔵庫では>

地震発生当時、約2万2千本の低レベル放射性廃棄物のドラム缶を保管していました。ドラム缶を4個積んだパレットを3段積み

しているのですが、その一部が崩れて転倒し、中には蓋が開き中身の出たものがありました。2月末までに約2万本の確認が終わり、大体300本ぐらいが変形したり、穴が開いたりという状況です。

<放射線管理員の現場対応>

使用済燃料プール水が全号機の原子炉建屋オペレーティングフロアであふれ、試料採取・分析と汚染確認測定を実施しています。6号機の非管理区域への水漏れについては、当初、きちんと試料採取できる人が現場にいなかったことで、結果の発表までにかかなり時間を要しました。8月31日からは、従来の委託員の他に東京電力社員の放射線管理員が休祭日や夜間でも、現場の近くに常駐する宿直体制を採っています。また、今回のような退避指示がなされた場合の管理区域からの退出方法を明確にするとともに、退出モニターの耐震強化を進めています。

<転倒防止について>

分析装置類が、移動したり、転倒したり、また、棚に置いたサーベイメータ類の一部が落下して壊れました。薬品については、マグネットカップホルダーに入れていたため、転倒や飛散はありませんでした。

司会 地震発生日、放射能漏れの連絡が遅くなり、「情報は正しく迅速に出せ」という話がありましたが、情報の品質と時間は相反するところがあって、品質を高めようと思えばある程度の時間がかかるものです。

齋藤 現地の人は家族の心配もしながら大変だったと思いますが、非常によくやっています。400人を退出モニターに掛けずに出したことは、その状況を考えると非常に適切な判断で、IAEAも確か適切だったと表明しています。先ほどケアをしたという話がありましたが、その後こんなことをやったとか、そのときの反省として出ている話はありませんか。

林田 脱ぎ捨てた下着等に入っていた電子式線量計を全部回収して、全作業員の個人線量を評価しています。また、ホールボディカウンタによる測定の受け付けを随時行い、心配事

がある方や相談したい方の連絡窓口をご案内しています。ホールボディカウンタについては、結局、皆さん定期の測定で受けました。

司会 マスコミの日ごろの報道に腹が立つことが多いのですが、マスコミの人にそういう不満をぶつけたら、「東電から提供されたものにすべて基づいて報道しています」と胸を張って、悪いところがあれば提供する側にあると言わんばかりでした。九州電力の川内原子力発電所で廃液が漏れた夜、「報道ステーション」をつけたら、いきなりその報道が出て、商売柄耳をそばだてたら、放射能がいくらとか濃度がいくらとかが全然ない。漏れた量は190リットルだったかな、それだけです。私は青森の出身で、「東奥日報」という地方紙があるのですが、それにも出ていて同じでした。ニュースソースは共同通信で、やはり量しか書いていない。九州電力がそれしか出さないとは思えないのです。

原田 それは、管理区域内の配管から漏れた事例で、当社としては管理区域の中で収まり、「外部には出てない」ときちんと言っているのですが、「漏れた」ということだけが報道されたため、一般の人に「発電所から漏れた」というイメージを持たれました。漏れい水は、容積で言うと190リッターでドラム缶1本分ぐらいですが、液体系の廃棄物を濃縮したも



九州電力株式会社
原田 正治 氏

のですので非常に放射能濃度が高く、その量を「一般の温泉水」と比べるとものすごく大きな値になってしまいます。単純に温泉水に置き換えて公表するのも難しいところがあります。

司会 中越沖地震の際の報道で東電側から見て不満はありますか。

林田 不満ということを事業者側から言うのはなかなか難しいですが、個人的には6号機と7号機の放出についてマスコミに採り上げられた際に、放出した事実だけがクローズアップさ

れましたが、線量の評価上は自然界で受ける線量より十分低く影響がない範囲であることも併せて報道して頂きたかったと感じます。

齋藤 これだけの災害になると、放管員の判断で「退出モニターを通さずに」ということも必要でしょうね。迅速性が要求される、トリアージみたいな話だと思うのですが、日ごろ放射線管理をやる者の基礎的な能力、管理の神髄は何かと言うと言い過ぎですが、そういう基礎的な教育がきちんとされていればこそ、現場での判断もできるのでしょうか。

司会 言葉は悪いですが、兵隊と将校という役割分担があって将校が大事です。兵隊は言われたことを言われたとおりにきちんとかやれば務まりますが、予想しない事態が起こったときに、自分の力で判断して、最善を求める力を日ごろ付けておかないと、緊急時、非常時には役に立たないと思います。安全を確保する最後の砦は人です。しかるべく資質に恵まれ、意欲のある人物を要所に張り付けることが、安全にとって必要ではないかと思います。最近マニュアル社会になって、マニュアルさえ作ればいいというところがあって危険に思うのですが、現場の皆さんはどうお考えですか。

齋藤 当社にも似た話があり、今はやってはいけないことになっているのですが、管理区域内でスプレー缶を処理する作業をやっていた人が、たまたま近くの着火源に火がついて顔にやけどをしました。顔が汚染したのですが、今の緊急被ばく医療とか、汚染傷病者に対する社内体制もできていなかった頃ですが、そこにいた放管員が的確に判断をして、まずは生理食塩水で洗って、ふいて救急車に乗せて、入院はしましたが本人に問題はなかったことがありました。

司会 災害が起きたときには、応援の人や物資が必要になります。そういうものを日ごろストックしているのかどうか。

林田 放射線計測器の一部は壊れたのですが必要台数はありました。放管員は地震発生後の業務が特に多く、概略になりますが地震直後の1週目に4人、2週目に5人、3、4週目

に2人を福島第一と第二等から交代で放管員の応援を送っています。

西村 地震があったのは三連休の最後の日でしたが、放管員が何人かは必ず出るような体制を採っていたのですか。

林田 地震発生日、1号機、5号機、6号機が定期検査中で、通常日曜日は休むのですが、土曜・祭日は作業をするので、数名の放管員は現場に出っていました。

司会 東電は東京と現地に立派な通信手段を持っていると思いますが、通信はどうでしたか。

林田 通信機能がまとまって入っていた緊急時対策室にすぐに入れなかったため、混乱しました。社内の電話回線を持っていますので、NTTが繋がらなくても通常社内回線の電話はつながるのですが、各個人に備えている社内用のPHSを事務室に置いていたものからです。

司会 そこに入れなければ役に立たないわけですね。

林田 取りに行ける範囲で持ってきて、みんなですったので、普段使っている番号と違い、電話してもいつもと違う人だったり、地震当初は混乱する部分もありました。

司会 非常時の中枢部は建物の構造まできちんと考えておかなければいけないということですね。「FBNews」の4月号に「安全管理システム」について書いたのですが、安全の確保はシステムの設計と運用です。いかにうまく作り、それを運用するか。その信頼度が高いレベルにあることを監視し、維持していくことに尽きると思います。

地震の経験について順番に聞かせていただきたいと思います。

齋藤 東北電力は、宮城県の女川と青森県の東通の原子力発電所を運転しています。地震の観点から見ると、女川と東通はかなり違います。東通



東北電力株式会社
齋藤 実氏

は、近くに十勝沖地震の震源地があるのですが、あまり大きなものは今までになかったし、今後もないところだと思っています。女川は、過去に3回、1993年と2003年と2005年に、地震で運転中の原子炉が止まる事象が起きています。

女川の場合、震源地は割と近いところがありますが、間の岩が非常に硬いそうです。今回の柏崎の場合は反射で随分揺れたという話がありますが、硬いところに地震波が来ると短い周期ばかりが残って、イメージで言うと「ゆらゆら」というよりは「カタカタ」で、カタカタのすごいのが3年前の8月16日に起きました。水銀灯が落下したとか、見学者が管理区域の外側から原子炉の上を見られるようにしているガラスが割れたり、道路が波打つなど、いろいろあったのですが、放管上うんぬんというのは幸いにしてありませんでした。カタカタの地震でもガンマスペクトロメトリー（われわれで言う、ゲルマ）の遮蔽がずれましたので、地震のあとアンカーで止めました。その辺の話は広く発信し、情報の共有をはかるべきだったと思っています。

司会 12月の原子力学会の九州シンポジウムで東大の先生が言ったことは、日本では放射線に対する対策が非常に厳しく要求されるので、それを満たせば自動的に地震対策はカバーされる。それでもって原子力災害は防げたという感じのことを言っていました。皆さんはどう思いますか。

原田 遮蔽の面では逆のような気がします。地震対応でやっているから十分すぎるほど遮蔽されているという感じです。

司会 次は、北陸電力の志賀発電所をお願いします。

西村 中越沖地震の3か月前の平成19年3月25日9時42分に震度6弱を観測しました。オペフロから水が漏れたりしましたが系外放出はなく又、水銀灯が落下したりしましたが、1号は臨界関係、2号はC型タービンの問題で、たまたま1号、2号とも停止していました。仮に動いていれば停止するような地震の



北陸電力株式会社
西村 信和 氏

大きさでした。

地震が発生したのは日曜日で、人があまり出社しておらず、電話もなかなかつながらない状態でしたので、現在では、災害対策連絡用の電話を持ち、緊急時にも連絡がとれるよ

うな体制としています。

司会 外部に向かって情報を出すときの窓口、監督官庁は県、経済産業省、原子力安全委員会など複数あり、その中にマスコミがあり、地元があり、その間の情報にぶれがあると非常に苦労しますが、その辺は何か工夫していますか。通報の順番を決めておくとか、担当を決めておくとか。

西村 どこの発電所も同じだと思いますが、そういう事故が起きれば緊急時対策室に関係者が集まり現状把握などが行なわれますが、われわれのところは本店等と、テレビ会議システム等で情報を共有化することになるので、県や町と折衝する人たちの温度差はあまりないと思います。

司会 責任者が到着するまでの代行順位は決まっていますのですか。

西村 決まっています。

司会 電力には常識かもしれないのですが、立派なお手本です。

原田 九州電力には佐賀県の玄海町と鹿児島県の薩摩川内市に原子力発電所がありますが、玄海の地震の経験は平成17年3月に福岡の西方沖地震があり、そのときは玄海の3号機の補助建屋の最下部で震度4を経験しています。当時、2号、3号、4号が運転中でしたが、特に発電所に異常はなく、安全に運転を継続することができています。地震直後のパトロール結果も異常なく、1号機は定期検査中でしたが、特に異常はありませんでした。

川内については10年以上前になりますが、平成9年3月と5月にマグニチュード6.2と6.3の鹿児島北西部地震を経験しています。川内

市では3月に震度5強、5月に震度6弱を観測していますが、発電所自体はあまり揺れなかったと聞いています。現在は、発電所に広報用の地震計を設置し、ホームページ等で公表し、地震があったときに見ることができるようになっています。

中村 関西電力では福井県に美浜・高浜・大飯と3つの原子力発電所があるのですが、幸いなことに大きな地震で原子炉が停止したという経験はありません。平成7年に阪神・淡路大震災が起こったときも、私は美浜発電所に勤務していたのですが、多少揺れを感じた程度で、発電所に大きな被害はありませんでした。

ところで平成16年に発生した美浜3号機2次系配管破損事故では皆様方に多大なご心配とご迷惑をお掛けしましたが、あのような事故が管理区域で起きた場合、放射線管理上どのような措置が必要かを考え、これまでいくつか対策をとってきました。例えば管理区域から退出する場合は通常、退出モニタで汚染検査した後、自動読取出入装置（ARG）を通過して退域しますが、非常時には人命優先の観点から非常扉から管理区域外に退避することも前提に、作業の方々への非常扉の位置や非常時の退避ルートを明示し、非常時の退避方法をマニュアル化しました。また、汚染防止用オーバッシュズの非常扉への配置なども実施しています。

今回の新潟県中越沖地震で、あらためて認識したことは、非常時を想定してあらかじめ準備することが非常に重要で、ちょっとした設備面での気遣いや管理面での心構えができていることで、大きくその結果が違ってくるといえます。当社でも今回の地震の経験を受け、放射線管理面ではモニタポスト伝送装置の耐震強化などの対策を現在、進めているところです。



関西電力株式会社
中村 年孝 氏

司会 変な質問ですが、柏崎原子力発電所の電気は東北電力の電気ですか。

林田 通常はプラントの電源を使っています。プラントの電源が止まっても、東京電力管内から逆送するかたちで東京電力の電気を使います。

齋藤 柏崎のときにオフサイトセンターが機能しなかったことについて、一部のマスコミがたたいていました。

林田 オフサイトセンターは原子力災害時の対応を目的に国によって作られた国の施設です。今回はオフサイトセンターの機能自体が立ち上がっていません。

司会 今度の地震に関係したことだけでなく、原子力発電所で安全管理に携わってきた皆さんの経験として、これまで最も苦労したことは何か、これから引き継ぐ人にぜひ伝えたいことなどをお話しいただきたいと思います。

林田 色々ありますが、現在の本店の業務で一つ挙げると ALARA の活動をきちんと恒常的に PDCA を回していけるような仕組みを作っていくことが必要だと考えています。

司会 私個人としては、ICRP が ALARA の精神を強調するのは問題だと思います。彼らが意図していることが正しく伝わらない気がします。少なければ少ないほどいいという考えは、リスクの要因がそれ一つであればそれなりに成り立つ話ですが、ほかにリスクがいっぱいある中で、一つのリスクだけをつぶしても意味がない。財的資源や人的資源を相当使いますから、ほかとのバランスでいかなものかと思います。

林田 ですから、持てる範囲内の財的資源や人的資源の中で効果的に ALARA 活動を行うためには、永続的に PDCA を回す仕組みが必要と考えています。放射線管理からはずれますが、廃棄物処理の問題があります。日本全体の大きな話になると思いますが、クリアランス制度は法制化されましたが、放射性廃棄物でない廃棄物についても制度化して処理しないと、どんどんたまっていきます。

司会 そっちのほうがより重要だと私は思います。

西村 地元の人は少しでも漏れたら安心できないという話になるので、われわれは安全だけではなく、安心な原子力発電所を築いていく必要があると思います。

原田 所内放射線管理の一番重要なところは、発電所で働く人たちの防護をどうするかだと思っています。放射線管理を厳しくすると負担感が増すことは確かなので、それをいかに軽減していくか、防護具にしても作業者になるべく負担にならないものを開発し、採用していく、そういうことに心掛けてほしいと思います。

中村 われわれ放射線管理に携わる人間は、どうしても放射線防護面から作業者の方々に過剰な要求をしがちなのですが、夏場など暑い作業場で、作業者の方に全面マスクの装着など過度な要求をすると、作業者に負担をかけるだけでなく、返って無理がでて、汚染が広がる場合があります。こういった経験は現場から生まれてくるもので、作業員の高齢化が進む中、放射線管理のノウハウについてもきちっと後世に伝えてゆくことが、今後、原子力発電を進めて行く中で、重要だと思います。

司会 青森県の六ヶ所村で大きな事業が進んでいます。県知事が「地元の企業を使え」と言い、子会社、孫会社がいっぱい入っています。マスコミが報じるトラブルを遠くから見ていると、本体ではなく下請けの技術レベルです。親会社は子や孫も含めて技術が育つように監督し、育ててほしいです。皆さんは先輩でその辺はしっかりしているでしょうけれども、あとから続く会社、地域の差を考えると、苦労した知見や失敗した知見を共有し、みんなの財産として伝えてほしいと切に願っています。

長い時間ありがとうございました。



弊社アドバイザー
加藤 和明氏

新モニタリングサービスシステム(MOSⅢ)のお知らせ【5】

弊社では、かねてより開発をすすめておりました新モニタリングサービス（MOSⅢ）開発の目処が立ち、現行システムからの切り替えを行うことになりました。

これに伴い、誠に勝手ながら、2008年8月23日より31日まで現システムを一旦停止し、新しいシステムへの移行作業をさせていただきます。

現在ご登録いただいております定期的なガラスバッジの発送や測定済の報告書等の発送に影響はございませんが、システム停止期間中にご依頼いただく追加のお申込、ご変更処理、到着したガラスバッジの測定処理等に、通常より1週間～10日程度の遅れ等が生じることが予想されます。

つきましては、ガラスバッジの追加お申込み、ご変更のご連絡等はできるだけ上記期間を避け、早めにご用命いただけますようお願いいたします。また、ガラスバッジの測定依頼は、8月15日までに弊社測定センターに到着するよう、併せてお願いいたします。

お客様には大変ご迷惑をお掛けし、誠に申し訳ございません。何卒ご理解・ご了承のほどお願い申し上げます。

システム変更後は、インターネットを介してお客様が直接変更処理できる機能やガラスバッジ受付処理の更新により、短期間での内容変更、報告処理ができるようになります。

さらにより良いモニタリングサービスをご提供できるよう、全社をあげて努めてまいりますので、何卒ご理解とご協力をお願い申し上げます。

新システム移行でWEBサービスが充実、さらに便利に！

環境にやさしいクリーンなガラスバッジを！
早期回収、早期報告 100パーセント再利用を！



サービス部門からのお知らせ

アラーム線量等のご連絡方法が変わります。

平素より弊社モニタリングサービスをご利用いただき、誠にありがとうございます。

現在、放射線管理上のお手助けをするために、検出された線量が一定の値をオーバーした場合は、報告書をお届けする前に、緊急被ばく連絡、アラーム線量連絡、ケア線量連絡という形で、営業所よりご連絡させていただいております。

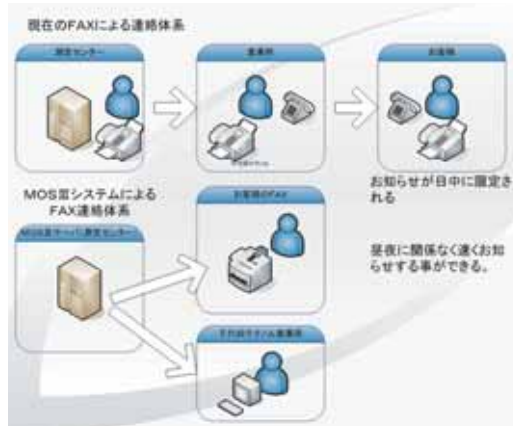
このたび、平成20年9月の新しいシステム（MOSⅢ）運用に伴い、これらの連絡の方法が変わり、システムよりあらかじめご登録いただいているFAXに自動的にご連絡させていただくことになります。

連絡方法が変わりますので、あらかじめご承知ください。

今後も新しいシステムに関連して変更となる点については、逐次お知らせいたします。ご不明の点がございましたら、担当営業所までお問い合わせください。

引き続き、弊社のモニタリングサービスをご愛用くださいますよう、よろしく願いたします。

（測定センター：米山）



編集後記

- うっとうしい梅雨の季節ですが、本号が皆様のお手元に届く頃には梅雨明けを迎えていることと思います。このところ、日本を含め世界中で大地震や大雨、洪水といった災害のニュースが頻発し、なかなか心休まる時がない様子です。5月に発生した中国・四川省の大地震の当日、私は中国の全国個人モニタリング研究発表会に参加するため、ちょうど北京に到着したばかりでしたので、このニュースに大変衝撃を受けました。中国は、原子力の利用拡大に伴い個人モニタリングに対する関心も大変高まっており、各種の測定法や信頼度等に関する議論が活発に行われていました。
- さて、今月号では、丹羽太貫先生に第44回 NCRP 年次大会の様子を紹介いただきました。現在の放射線リスク評価体系の基盤となる LNT モデルとこれに対する閾値モデルの、特に低線量における論争の様子を中心に、各セッションの様子が大変興味深く、また、

- 分かりやすく紹介されています。
- CT 装置の普及に伴い、我が国の医療被曝の増加が話題になる昨今ですが、大野和子先生に CT 検査のリスクとメリットについて紹介いただきました。専門家のお立場から CT 検査の利用法などを具体的に紹介いただき、今更ながらその応用範囲の広さ（メリット）に大変驚かされます。
- 今回のユーザーズミーティングでは、地震災害と放射線管理をテーマとし、各原子力発電所で放射線管理に携わっている方々にお集まりいただきお話を伺いました。大きな地震が目立つこの頃ですが、各放射線施設を管理されている方々にとっては、大変参考にしていただけることと思います。
- 執筆いただきました先生方のおかげで、興味ある内容でしかも読みやすい号に仕上がりました。どうぞお楽しみください。（N.J）

FBNews No.380

発行日／平成20年8月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐々木行忠 小迫智昭 中村尚司 金子正人 加藤和明 壽藤紀道

畑崎成昭 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子 柚木正生 米山高彦

発行所／株式会社千代田テクノル 線量計測事業部

所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島 1-7-12 千代田御茶の水ビル 4階

電話／03-3816-5210 FAX／03-5803-4890

http://www.c-technol.co.jp

印刷／株式会社テクノサポートシステム

— 禁無断転載 — 定価400円（本体381円）