



Photo H. Fukuda

Index

ICRP 主委員会の近況	佐々木康人	1
平成20年度放射線安全管理研修会のご案内		5
雷活動で観測される高エネルギー放射線とその発生メカニズム	鳥居 建男	6
バングラデッシュの発展と原子力	町 末男	11
非電離放射線の影響と安全管理	加藤 和明	12
第4回 個人モニタリングに係る国際ワークショップが開催されました！		17
2008 NSS-MIC Dresden に参加して		18
[サービス部門からのお願い]		
ガラスバッジ Web サービスのお申し込みがまだの方へ！		19

ICRP 主委員会の近況



佐々木 康人*

1. はじめに

ICRP は1990年勧告 (Publ.60) に代る新しい総論的勧告 (2007年新勧告 Publ.103) を2007年12月に公表した。現在日本語への翻訳作業を日本アイソトープ協会 ICRP 翻訳委員会が進めている。また、放射線審議会では、新勧告の規制への取り込みについて議論が始まっていると聞く。本稿では、新勧告の作成経緯と要点、2008年以降の主委員会 (Main Commission : MC) の活動の概容を紹介する。

2. 新勧告作成の経緯

1990年勧告 Publ.60が1991年に公表されて以来、その内容を詳細に解説補完する報告が多数出版された。その後低線量でのリスク係数の適用に関して問題提起がなされた。その理由を分析すると共により分かりやすい、単純な防護体系を模索する動きがMC内に始まった。当時の Roger Clarke 委員長は「低線量放射線被ばくの制御：変更の時期か？」(Control of low-level radiation exposure : time for a change?) と題する論文を1999年3月に発表し、広く議論することを呼びかけた。2000年4月に広島市で開催された第10回国際放射線防護学会学術大会 (The 10th Congress of the International Radiological Protection Association : IRPA10) で講演した Clarke

博士はこの考え方を披露した。これを契機に新勧告案作成作業が始まったとみることができる。

新勧告の大きな特徴はその作成過程の透明化にあるといわれている。IRPA12 (2004年5月スペイン ランザローテ) で新勧告案の概容を公表した。同年6月には全文をウェブ上で公開し、意見募集を行った。2004年12月末の締切までに200余り、600頁にのぼる意見が寄せられた。これを検討する過程で Clarke 委員長 (当時) は大きな決断をした。2005年中に完成する予定を変更したのである。もともと新勧告の本文は極力簡潔で短いものとし、詳細な解説は “foundation documents” とも “building blocks” とも呼ばれる個別の刊行物にゆだねる方針であった。詳細な解説が未完成の状態では本文を公表したため、多くの疑問点や意見がでたとの解釈に基づいて、解説文書の作成にも拍車がかかった。2005年7月から始まった新任期では委員長が Lars-Erik Holm (スウェーデン) 博士に交代した。第2回目の意見募集 (2006年6月~2006年9月) が行なわれた。この間各地域 (アジア、北米、ヨーロッパ) で委員長が新勧告案作成の進捗状態を報告し議論を喚起した。わが国では文部科学省と原子力安全委員会が OECD/NEA との共催で4回アジア地域放射線防護会議を開催し、新勧告案を議

*Yasuhiro SASAKI 社団法人アイソトープ協会 常務理事

表1 目次

2007年新勧告の構成	
Abstract, Editorial, Table of Contents, Preface, Executive Summary, References, Glossary	
1.	序論
2.	勧告の目的と範囲
3.	放射線防護の生物学的側面
4.	放射線防護で用いる量
5.	ヒトの放射線防護体系
6.	委員会勧告の実践
7.	患者、介助・介護者、生物医学研究の志願者の被ばく
8.	環境の防護
All references、Main Text、附属書 A、附属書 B	

論した。多くの意見を取り入れて何度も改訂された新勧告案は2006年3月の主委員会（ドイツ共和国エッセン市）で検討を終え、全員が同意の署名をした。その後細部にわたる修正を行い、2007年12月に、ICRP2007新勧告が刊行物103として公表された。その目次を表1に示し、重要な点を以下に紹介する。

3. 放射線防護の目的

放射線被ばくの有害な影響から人々と環境を守ることに貢献するのがICRP勧告の基本的目的である。ただし、放射線被ばくを伴う有益な人の行動を不必要に制約しないことが前提である。人の健康を守ればおのずと環境も防護できるとした1990年勧告に対して、環境を守ると明言した点が新勧告の新しい点である。

放射線の有害影響には2種類ある。1つは高線量の放射線を急激に浴びた場合に生ずる確定的影響（有害な組織反応）である。この影響は一定のしきい値を超えた放射線を浴びたときのみ起こる。2つ目は確率的影響（がんと遺伝的影響）で、高線量、低線量放射線とも原因となる可能性がある。

この種の影響は被ばく後長い時間を経て、影響の頻度の増加として統計学的に観察される。

人の健康影響への対応は極めて明白であって、確定的影響を防止し、確率的影響を可能な限り（reasonably achievable）低減するのが防護体系の目的である。

他方“環境の放射線防護”すなわちヒト以外の生物種に対する放射線影響は人の健康影響とは異なる視点で考える必要がある。平常に比べ早期の死滅や病気罹患、生殖能力の低下などを指標とすることができる。防護の目的はこのような放射線影響を防ぎ低減して、生物界の多様性、種の保存、自然の生物種、群、生態系を維持することである。しかし放射線被ばくは他の多くの要因の1つに過ぎないし、必ずしも重要性が高いわけではないと考えられる。委員会は放射線以外の影響から環境を防護すると同等レベルの防護を保証するための指針と助言を提供する。

4. 防護体系の基礎と構成

防護体系は被ばくの原因となる数々の線源を取り扱う。このような線源の中には既存のものもあれば（現存状況）、人の活動のために社会が導入するもの（計画状況）、あるいは事故や非常事態の結果存在することになるもの（緊急時状況）など様々である。近年、テロなど悪意により放射線源が持ち込まれるシナリオを考える必要にも迫られている。様々な事象や状況がこれら線源と相互に結びついて人の集団や個人に、現在または将来にわたって放射線被ばくをもたらす。この複雑なネットワークを取り扱うことのできる論理的構造をもった防護提携を示す。

年間100 mSv 程度以下の低線量被ばくでも、確率的影響のバックグラウンドからの増加分は線量のバックグラウンドからの

増加分に比例して生ずると仮定する。いわゆる“しきい値なし直線 (LNT) モデル”が放射線被ばくリスクを管理する最良の実際的方法であり、慎重の原則にも当てはまると考える。委員会は LNT が低線量、低線量率の被ばくの防護にたいして用心深い基本原則であるとの考えを堅持する。

確率的影響の性質と LNT モデルの採用によって、“安全”と“危険”の明確な境界を画することは難しい。LNT はどんなに少なくともある程度のリスクは存在することを意味する。したがって、どの程度のリスクなら受け入れられるかという視点から防護のレベルが決められる。このことから、基本3原則、正当化、防護の最適化、線量限度の適用が生まれる。

5. 実効線量

臓器、組織の吸収線量の平均値に、照射される放射線の種類の違いによる係数（放射線荷重係数）を乗じて、関与するすべての種類の放射線について加算すると、1つの臓器または組織の等価線量 (equivalent dose) が得られる。放射線荷重係数は、低線量で確率的影響を誘発する放射線の生物学的効果比 (relative biological effectiveness: RBE) を反映する値として ICRP が選定した。新勧告では、一部変更され、陽子と荷電パイ中間子が2、中性子はエネルギーに対応して連続関数として示されている。臓器ごとの等価線量にその臓器の確率的影響に対する感受性を反映する係数 (組織荷重係数) を乗じてすべての臓器について加算すると実効線量 (effective dose) が得られる。新勧告では組織荷重係数が一部変更されている (表2)。等価線量と実効線量はどちらもシーベルト (Sv) という単位で表示される。このことが混乱を招くので、「同じ単位で表示するので、等価線量なのか実効線量なのか明確に記述する

表2 組織荷重係数 (W_T) の勧告値

組織	W_T	ΣW_T
赤色骨髄、大腸、肺、胃、乳房、残りの組織*	0.12	0.72
生殖線	0.08	0.08
膀胱、食道、肝、甲状腺	0.04	0.16
骨表面、脳、唾液腺、皮膚	0.01	0.04
合計		1.00

* 残りの組織：副腎、胸郭外部位、胆のう、心、腎、リンパ節、筋肉、口腔粘膜、膵、前立腺 (男性)、小腸、脾、胸腺、子宮／子宮頸部 (女性)

注意が必要である」と記載されている。

今回 ICRP は CT 画像に基づく3次元のボクセルファントムを用いて線量換算係数を求めた。参考男性 (176 cm、73 kg) と参考女性 (163 cm、60 kg) ファントムを用いて男女別に臓器ごとの等価線量をもとめた。男女の等価線量を平均して得た性平均等価線量に全年齢、性別を平均した組織荷重係数を乗じて実効線量を算出する。表2に示した組織荷重係数は性と年齢を平均した値である。性平均には男女の乳房、精巣、卵巣を含んでいる。従って、組織荷重係数は、大きな不確実性を内包しており、放射線防護の目的で実効線量の決定にのみ限定して用いるものである。しかし、これにより男女別、年齢別に放射線防護の基準を作る必要がなく、堅固な防護体系をすべての人に当てはめることができる。そのかわり、特定個人の被ばく線量を過去にさかのぼって (retrospective: 後ろ向きに) 推定する場合には様々な特異的条件に見合った情報に基づく評価が必要になる。実効線量は放射線防護の目的にのみ前向きに用いるべきものである。

6. 最適化

1990年勧告との継続性を保って“線量拘

表3 ICRP 放射線防護体系での線量拘束、参考レベル、線量限度の利用

被ばくの状況／種類	職業	公衆	医療
計画	限度拘束	限度拘束	参考
非常	参考	参考	—
現存	参考	参考	—

束”という言葉を生計画被ばく状況に用いる。ただし、患者の医療被曝は例外である。非常及び現存被ばく状況では“参考レベル”という言葉を用いることを提案する。計画被ばく状況では線量を予想し、拘束線量を超えないことを確実にできるのに対し、他の状況ではもっと広い範囲の被ばくがあり得るので、最適化を参考レベルよりも高い個人線量から始めなければならないかもしれないからである。選定される拘束値は対象とする状況に依存する。線量拘束にしる、リスク拘束にしる、“安全”と“危険”の境界を示すものではないし、個人の健康リスクに関連した段階的变化 (step change) を示す値ではないことを認識する必要がある。3つの状況と被ばくの分類ごとに用いる制限値を表3にまとめた。また、拘束値と参考レベルの枠 (バンド) の適用例を表4に示す。

線量拘束値は計画被ばくの状況での、1つの線源から受ける個人線量に対する前向き (prospective) かつ線源関連 (source-related) の制限 (restriction) である。それは防護の最適化過程でその線源から予想される線量の上限となる。その値は常に線量限度以下である。防護の最適化によって、拘束値以下の容認可能な線量レベル (an acceptable of dose) が達成される。この最適化された線量レベルが生計画防護活動に期待される成果となる。ICRP は線量拘束が命令的規制の限度として用いられた

表4 拘束値と参考レベルの枠 (バンド) と適用例

枠 (バンド) (予想実効線量 mSv) (急性又は年線量)	適用例
20~100	放射線事故など非常時に設定する参考レベル (予想または残余線量)
1~20	<ul style="list-style-type: none"> ・計画被ばく状況での職業被ばく拘束値 ・家屋内でのラドンに対する参考レベル ・非常状況での避難参考レベル
1未満	計画状況での公衆被ばくに設定する拘束値

り、理解されたりしないことを願う。

非常または現存状況では、参考レベルは、それ以上の被ばくが起こることを計画してはいけない線量やリスクを示す。それに基づいて防護活動を計画し最適化する。選定する参考レベルは広くゆきわたった状況に依存する。参考レベルを超える被ばくがある場合は、参考レベル以下に最適化する努力をしなければならない。

7. 最近の主委員会

2008年10月24日—28日アルゼンチン共和国のブエノスアイレス市で主委員会が開催された。IRPA12最終日の午前中に ICRP 創立80周年を記念する特別セッションが設けられた。Roger Clarke 前委員長が特別講演で ICRP の歴史と活動を生き生きと述べた。

主委員会では新勧告の内容を補完、詳述する刊行物 (building blocks) の完成を急いでいる。その上で過去の印刷物の見直しと改訂作業、現存する重要課題を取り上げて、各専門委員会がタスクグループ (TG)、ワーキングパーティ (WP) を編

成して報告書作りを開始している。

現任期は2009年6月30日に終了するので、新任期の各委員会委員の人選が行われた。選任の透明性を高めるとのLars-Erik Holm委員長の方針に基づいて、必要に応じて無記名投票を行った。日本からは主委員会委員に丹羽太貫 現第1専門委員が就任する。第1専門委員には(財)放射線影響研究所 中村典氏が、また、第2委員会委員には2人目の日本人として(独)原子力研究開発機構の遠藤章氏が就任する。その他の4専門委員(石樽信人、甲斐倫明、米倉義晴、酒井一夫氏)は留任する。

8. おわりに

9年にわたり検討してきたICRP新勧告2007の作成の経緯と主要点で解説し、その後の主委員会活動の一端を紹介した。

プロフィール

昭和12年東京生まれ。昭和38年東京大学医学部医学科を卒業、第2内科大学院で核医学を専攻、修了後米国ジョンズホプキンス大学核医学部門で研鑽を積む。昭和47年帰国、東大病院内科助手、聖マリアンナ医科大学助教授(内科、放射線部)を経て東邦大学医学部大森病院放射線科教授、群馬大学医学部核医学講座教授、東京大学医学部附属病院放射線科教授を歴任。平成9年より放射線医学総合研究所所長、独立行政法人化後理事長を務め、平成18年3月退任。現在日本アイソトープ協会常務理事兼国際医療福祉大学放射線医学センター長・大学院教授(非常勤)。

この間に国際放射線防護委員会(ICRP)第3専門委員会委員、主委員会委員、原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)日本代表、議長、放射線審議会会長、原子爆弾被爆者医療分科会長などを務める。

平成20年度放射線安全管理研修会のご案内

1. 主催：放射線障害防止中央協議会 共催：(財)原子力安全技術センター
協賛：(財)日本アイソトープ協会放射線取扱主任者部会
2. 会場：大阪会場 平成21年2月18日(木) 10:00~16:30 大阪科学技術センター(8階中ホール)
東京会場 平成21年2月25日(木) 10:00~16:30 文京シビックホール(小ホール)
3. プログラム内容：
 - ・最近の放射線安全行政の動向及び放射線障害防止法の施行状況について
 - ・放射線安全管理上の留意点
 - ・ICRP新勧告(2007年)について
 - ・医療被ばくに関するリスク評価
 - ・放射線利用におけるリスクコミュニケーション
 - ・リスクコミュニケーションの実践経験
 - ・最新の放射線医学利用
(プログラムは会場ごとに異なります。詳細は<http://www.houchukyo.org>をご覧ください。)
4. 受講料：10,000円(テキスト代等を含む、消費税込み)
(日本アイソトープ協会放射線取扱主任者部会会員の方は8,000円)
5. 連絡先：〒112-8604 東京都文京区白山5-1-3-101 東京富士会館ビル内 3階
放射線障害防止中央協議会
FAX 03-5804-8485 TEL 03-5804-8484

雷活動で観測される 高エネルギー放射線とその発生メカニズム



鳥居 建男*

1. はじめに

フランクリンが、有名な凧の実験により、天空の雷現象が地上の静電気と同様の電気現象であることを解明してから250年以上の時を経て、雷現象はもう既知のものと思われがちだが、今、その雷現象の解明に新たなページが開かれようとしている。キーワードは“放射線”。放射線が雷放電に関与している可能性が出てきたのである。

地上で放電を起こそうとすると、1 mあたり約3,000 kV、すなわち約3,000 kV/mの電界強度が必要となる。しかし、雷雲中でいくら電界強度を測っても、1気圧換算で200 kV/m程度しか観測されない¹⁾。つまり、実験室で起きる放電開始電界の約10分の1程度しか見つからないのである。しかし、雷は地球上の様々な場所で起きている。地上では決して放電しないような電界強度でも雷放電が発生しているようなのである。フランクリンが天空の現象と地上の現象が同じものであるとしたことが、実は異なる現象だったのか。その謎を解く鍵が“放射線”というわけである。

冬の日本海沿岸では、冬の雷、いわゆる冬季雷がたびたび発生する。その冬季雷の発生時に、放射線量率が上昇する事象が発生することがある。原子力発電所周辺に設置されているモニタリングポストやモニタリングステーションなどの線量率が一時的に上昇するのである。電気ノイズかと思っていると、まれではあるが電気を使わない熱ルミネセンス線量計(TLD)までもが平常値と比べて有意な上昇を示すことがあ

る²⁾。このような現象は、筆者らが観測している福井県の他、新潟県や石川県でも観測されている³⁻⁵⁾。

また、日本の冬季雷だけでなく、高山⁶⁻⁸⁾や、雷雲中・雷雲上空でも観測されている。米国では、航空機や気球に放射線測定器を搭載し雷雲中の放射線変動を観測したところ、雷放電が起きる直前に放射線計数率が上昇し、雷放電と同時に元に戻る事例が観測されている^{9,10)}。

さらに、雷雲よりはるか上空の宇宙でも、雷起因の放射線が観測されている。TGF (Terrestrial Gamma-ray Flash) と呼ばれる20 MeVに達する高エネルギー放射線のバースト現象がγ線観測衛星によって観測されている^{11,12)}。これらは1ミリ秒程度の短時間の変動であるが、雷放電との関連が指摘されている。

このように、雷活動に起因すると考えられる放射線が、地上から宇宙まで、様々な場所で観測されている。

そこで、雷と放射線の関係について、筆者らが観測した事例を中心に、考え得る放射線発生のメカニズムと雷放電との関係について概説したい。

2. 環境放射線モニタによる線量率変動の観測

筆者は日本原子力研究開発機構・高速増殖炉研究開発センター(以下「もんじゅ」という)周辺を中心に環境放射線の測定監視を行っている。その中で、冬季雷活動時に放射線変動が観測されたのである。

*Tatsuo TORII 独立行政法人 日本原子力研究開発機構 敦賀本部 安全品質推進部 研究主席

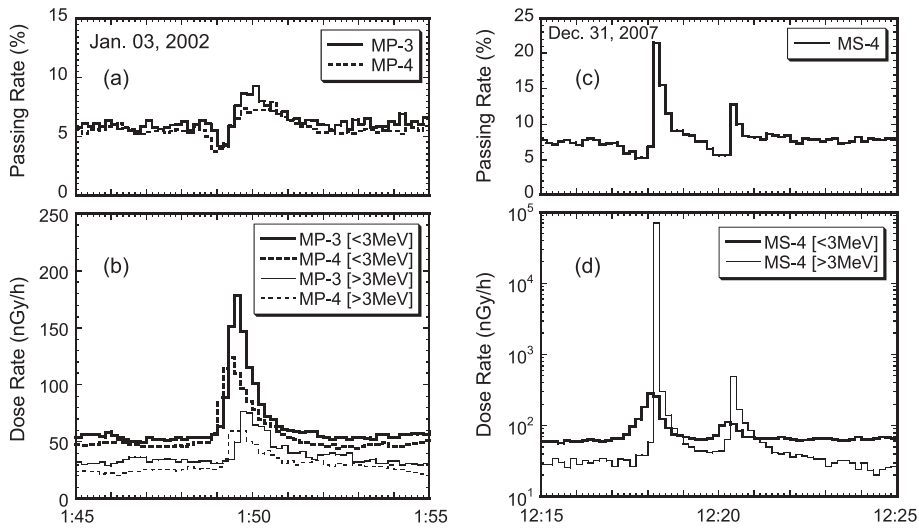


図1 左は、2002年1月3日にもんじゅ構内の環境放射線モニタ MP-3、MP-4 で観測された通過率(a)と線量率(b)の変動。右は、2007年12月31日に MS-4 で観測された通過率(c)と線量率(d)の変動。

最初に観測された最も顕著な事例は、「もんじゅ」周辺で1997年1月に発生した事象である²⁾。このとき、周辺では雷活動が盛んであり、「もんじゅ」構内に設置されている環境放射線モニタの指示値が上昇した時刻とほぼ同一時刻に大きな落雷が観測されている。当初、モニタ指示値の上昇は電気ノイズかと思われたが、線量率の上昇開始から最高値に達するまでに数10秒も要していること、互いに数100 m 離れた位置にある5基のモニタの中には10~20秒ほど線量率の上昇開始時間がずれているのが見られたこと、さらに野外に設置されている多数の TLD の積算線量までもが平常の変動範囲を大きく上回った。TLD の場合、現場への設置期間は1週間もしくは1ヶ月間あったため、線量上昇が必ずしもそのときの雷活動によるものとは断定できないが、TLD とそれに併設された環境放射線モニタの線量が共に大きく上昇したのは、そのとき1回限りであった。

このように TLD の線量が平常の変動範囲を大きく上回ったのはこのときだけであるが、2つの検出器 (NaI 検出器と電離箱) を持つ環境放射線モニタの指示値が両方とも上昇する事象は、多いときで年 (冬季) に2、3回程度発生

している。

事例として、2002年1月と2007年12月に観測された測定結果を図1に示す¹³⁾。

2002年1月の事象では、「もんじゅ」構内の環境放射線モニタの内、2基 (MP-3、MP-4) の線量率が変動した。また、2007年12月には、「もんじゅ」から海を隔てて北へ20 km 程度離れた地点 (福井県越前町) にある環境放射線モニタ MS-4 の指示値が変動している。これらの図は、いずれも10秒毎の瞬時値を記したものである。

環境放射線モニタの2つの検出器のうち、電離箱はエネルギーが50 keV 以上の γ 線を、また NaI 検出器は50 keV ~ 3 MeV の γ 線線量率を計測している。このことから、図の(b)と(d)では、NaI 検出器で測定された線量率を「低エネルギー成分」 (< 3 MeV) とし、電離箱の線量率から NaI 検出器の線量率を差し引いた値を「高エネルギー成分」 (> 3 MeV) として2つに区分して表した。また、図の(a)と(c)には、NaI 検出器の計数率から線量率への寄与割合 (通過率) を記した。通過率はエネルギーの関数であり、この値が大きいかほど高エネルギーの放射線の入射を意味するため、10秒毎の放射線のエネ

ルギー情報が得られる。これらの図に示されるように、冬季雷活動時の線量率上昇から、冬季雷活動時に観測される事象は、次のようなことが雷雲中で起きていると推察された。

- 線量率の上昇は数10秒程度持続して発生していることから、個々の雷放電によるものではなく、雷放電直前の雷雲内で電界強度が上昇したときに発生する。
- 雷放電によって高電界が消失したときに放射線の発生が停止する。または高電界領域の移動によりモニタの設置位置が放射線の到達範囲外となるとときに平常値に戻る。
- 線量率の上昇時には、初めに比較的低エネルギーの放射線が数10秒程度放出され、その後に高エネルギー放射線が急激に放出される。
- 地上での放射線の到達エリアは、数100 m程度と局所的である。

これらのことを確認するために、「もんじゅ」構内に雷からの放射線検出用として大型の比例計数管を用いた放射線測定機器等を設置し、電界計による雷活動の観測とともに雷活動時の放射線変動の観測を行った。

以下に、2007年1月に観測された事例を中心に得られた測定結果について記す^{14,15)}。

3. 比例計数管による放射線計数率変動の観測

「もんじゅ」構内に仮設テント (図2参照)

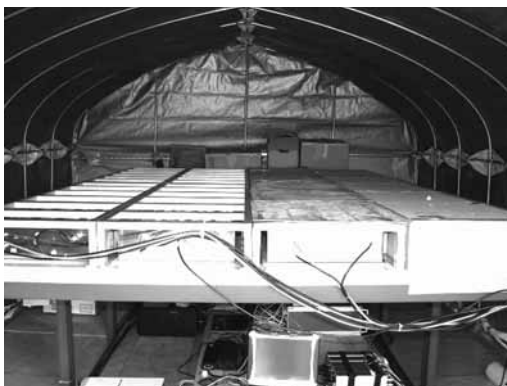


図2 「もんじゅ」構内に設置した雷からの放射線測定用テントと検出器 (LPRC)

を張り、その中に長尺比例計数管 (以下、LPRC という) を設置して、冬期間連続して放射線の変動測定を行った。LPRC は、長さ2.5 m、直径10 cm の円筒型の大型比例計数管の4本組で、PR ガスが充填されている。このLPRC を独立4系統で並置し、入射粒子の種類、エネルギーを弁別するために材質の異なる遮蔽体でカバーしたものを設置した。アクリル遮蔽は電子を遮蔽することにより入射粒子が主として電子か γ 線 (光子) どうかを、鉛遮蔽は低エネルギー γ 線を遮蔽することにより入射エネルギーを調査するためである。また、雷活動を監視するために、電界計 (フィールドミル) をLPRC の近傍に設置し大気電界の変動測定を行った。

図3に2007年1月7日の測定データを示す。このとき、約1分間の緩やかな放射線レベルの変動が見られ、その直後に瞬時的な放射線バースト (<100 ms) が観測されている。また、放射線バーストとほぼ同時期に落雷と見られる急激な電界変動が観測されている。また、チャンネル別 (遮蔽別) の計数率の変動から、入射放射線のほとんどは光子であり、緩やかな変動は

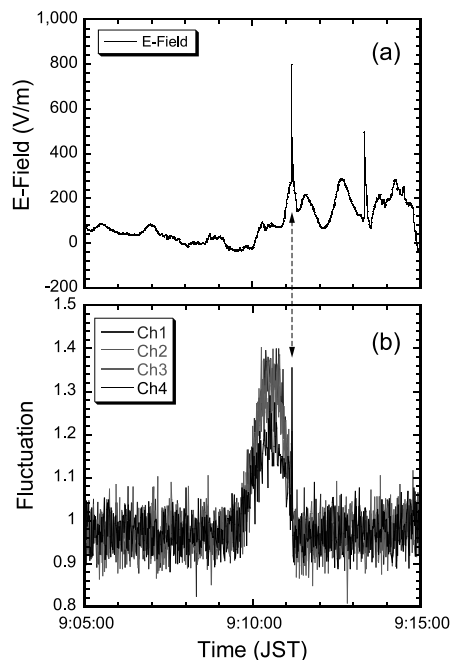


図3 2007年1月7日に「もんじゅ」構内で観測された雷活動を示す電界変動(a)とLPRCによる放射線計数率の変動(b)

主として 3 MeV 以下の低エネルギー光子の入射と考えられた。また、放射線バーストは、10 MeV 超の高エネルギー光子が入射したものと考えられた。

この結果は、上述の環境放射線モニタでの測定結果と符合するものであり、冬季雷活動時には落雷前に低エネルギー放射線が長時間発生し、その直後に高エネルギー放射線のバーストが雷放電とほぼ同時に発生するという、2つの異なるタイプの放射線が放出された可能性がある。では、この放射線はどのように発生するかについて、これまでモンテカルロ計算コードを用いた雷雲電界中での放射線挙動の解析結果について以下に述べる。

4. 雷雲電界中での放射線挙動

雷雲中での放射線挙動を明らかにするため、筆者らは雷雲を模擬した電界中に宇宙線や大気中の放射性物質であるラドンの壊変生成物が放出する β ・ γ 線などのエネルギーの高い粒子が入射したときの放射線挙動のシミュレーションをモンテカルロ計算により行った^{16,17)}。その結果、約 1 MeV 以上のエネルギーの高い電子は、ある電界強度 E_{th} (1 気圧換算で約 280 kV/m。気圧の低い上空へ行くほど下がる) に近づくと加速されて逃走電子となり、多量の 2 次電子・光子が生成され電磁シャワーが発生する。さらに、 E_{th} を超えるとこの電磁シャワーが連続的に発生し、電子・光子束が急激に増加して、エネルギーも 10 MeV 超となることが分かった¹⁶⁾。この電磁シャワーが連続的に発生する電界強度 E_{th} が、雷雲内で観測される電界強度の最高値と同程度であることは興味深い事実といえよう。

雷雲中でこのような状態が形成される可能性を初めて指摘したロシアの Gurevich らは、運動論的手法により逃走電子(runaway electron) が連続的に生成される電界強度 E_{th} を求め、これを逃走絶縁破壊(runaway air breakdown) と名付けた¹⁸⁾。この逃走絶縁破壊が、通常の絶縁破壊が起こる電界強度の約 1/10 で発生するというわけである。通常の絶縁破壊と異なるのは、必要となる距離である。もし雷雲中の電界

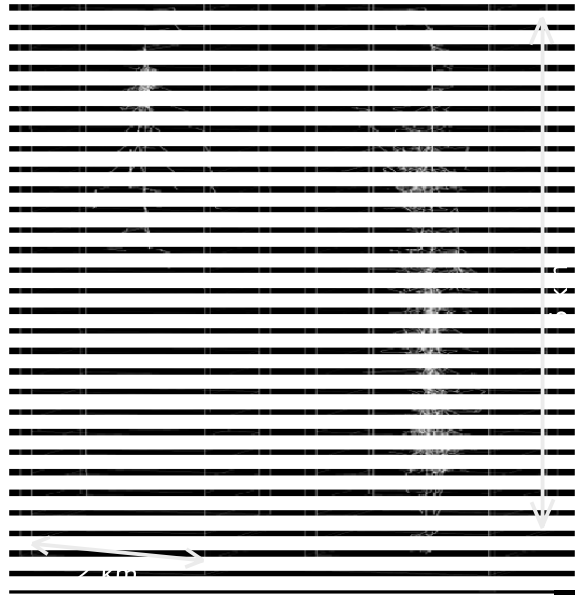


図 4 冬季雷の電界分布を仮定し、高度 6 km 地点から 2 次宇宙線電子を高度 6 km 地点から下方放出させたときの放射線の飛跡 (右)。左は電界がないときの放射線挙動。

強度が E_{th} 程度であれば、数 100 m 程度の距離が必要となり、実験室での再現は困難である。

図 4 に冬季雷の雷雲電界をモデル化した場での放射線挙動をシミュレーションした電子・光子の飛跡計算例を示す。このモデルでは、高度 1 ~ 2 km 付近に E_{th} を超える電界があるため、電界をかけないときに比べて電子・光子の量が急激に増加しシャワーが発生している。そして、その一部が地上にも達していることが分かる。

冬季雷は夏季雷に比べて雷雲の高度が低く、従って高電界領域を形成する高度も低いため、雷雲中で生成された電磁シャワーの一部が地上付近にも到達しうる。それが環境放射線モニタ等で検出されるのではないか。夏季雷の場合は E_{th} を超えるような高電界領域の高度が 4 ~ 5 km と高いため、放射線が発生しても地上まで達しにくい。このため、雷雲と地表との相対距離が短い山岳雷を除いて、夏季雷では観測されないのではないか。そして、雷放電(落雷、雲放電)によって電荷が中和され、 E_{th} を超える電界領域が消失したとき、または電界領域の移動によって放射線がモニタの設置場所まで届か

なくなったときに放射線レベルも元に戻るのではないかと考えている。

放射線の“緩やかな変動”は、雷雲中で電荷の蓄積によって電界強度が高まり、 E_{th} に達する少し前の段階から発生している比較的エネルギーの低い放射線が持続して観測されたものであり、スパイク状の“急峻なバースト”は、さらなる電荷の蓄積によって電界強度が E_{th} を超え、逃走絶縁破壊が発生したためではないかと考えられる。

5. まとめ

冬季雷の観測では、“緩やかな変動”と“急峻なバースト”の2種類の放射線変動が観測されている。また、高山や気球等による雷雲中での観測でも“緩やかな変動”が観測されている。いずれも“線源”と考えられる雷雲との距離が近いケースといえよう。一方、宇宙で観測されているTGFは1ミリ秒程度の“急峻なバースト”である。“線源”との距離が大きいため、“緩やかな変動”の比較的エネルギーの低い放射線は減弱し、高エネルギーの“バースト”のみが検出されたと考えられる。

しかしながら、“急峻なバースト”が地上でも夏季雷活動時に観測されたとの報告が米国よりなされている。山岳雷¹⁹⁾、半人工的な雷であるロケット誘雷実験²⁰⁾や自然雷²¹⁾において、雷雲から間欠的に進展する前駆放電(ステップトリーダ)に伴って放出されるのが確認されたという。となると、“線源”は雷雲中に限ったことではなく、雷放電の先端部からも放出されることになる。雷からの放射線はまだまだ分からないことがあるといえよう。

冬季雷は、高電界領域が極めて低高度にある世界的にもまれな雷活動である。冬季雷が発生する日本海沿岸は、発雷メカニズムと放射線挙動の関係を平地で調査できる世界的にも貴重な地域ともいえよう。その日本海沿岸には、数多くの原子力施設があり、多数の放射線測定機器が設置されている。雷活動によって発生する放射線変動の観測事例は一つ一つのサイトでは少ないが、多数のサイトで多数の測定機器を用い

たネットワークを組みあげることにより、原子力は地球物理学の進展にも大きな貢献をもたらすものと考えている。

参考文献

- 1) T. C. Marshall, M. P. McCarthy, and W. D. Rust, *J. Geophys. Res.*, 100, 7097 (1995).
- 2) T. Torii, M. Takeishi, and T. Hosono, *J. Geophys. Res.*, 107, 4324 (2002).
- 3) 山崎、藤巻、大高、殿内, 新潟県保健環境科学研究所年報, 17, 94 (2003).
- 4) H. Tsuchiya, T. Enoto, et al., *Phys. Rev. Lett.*, 99, 165002 (2007).
- 5) 中谷、石川県環境放射線変動の予兆に関する調査研究報告書, 71 (2008)
- 6) M. Brunetti, et al., *Geophys. Res. Lett.*, 27, 1599 (2000).
- 7) V. V. Alexeenko, et al., *Phys. Lett.*, A 301, 299 (2002).
- 8) Y. Muraki, et al., *Phys. Rev.*, D69, 123010 (2004).
- 9) M. McCarthy, and G. K. Parks, *Geophys. Res. Lett.*, 12, 393 (1985).
- 10) K. B. Eack, et al., *J. Geophys. Res.*, 101, 29637 (1996).
- 11) G. K. Fishman, et al., *Science*, 264, 1313 (1994).
- 12) D. M. Smith, et al., *Science*, 307, 1085 (2005).
- 13) 鳥居、奥山、野崎 他, 地文台によるサイエンス(梶野他編、ユニバーサル・アカデミー・プレス、2008)、211.
- 14) T. Torii, T. Sugita, and Y. Muraki, *Proc. 30th Int'l Cosmic Ray Conf.* (2007).
- 15) 鳥居、杉田、村木, 放射線, 34, 47 (2008).
- 16) T. Torii, T. Nishijima, et al., *Geophys. Res. Lett.*, 31, L05113 (2004).
- 17) 鳥居、杉田, 大気電気学会誌, 2, 105 (2008).
- 18) A. V. Gurevich et al., *Phys. Lett.*, A 165, 463 (1992).
- 19) C. B. Moore, K. B. Eack, et al., *Geophys. Res. Lett.*, 28, 2141 (2001).
- 20) J. R. Dwyer, M. A. Uman et al., *Science*, 299, 694 (2003).
- 21) J. R. Dwyer, H. K. Rassoul, et al., *Geophys. Res. Lett.*, 32, L01803 (2005).

プロフィール

1982年4月に旧動力炉・核燃料開発事業団に入社。以後、放射線管理、計測技術の開発に従事。1995年に「もんじゅ」に転勤。1997年に冬季雷で放射線変動に遭遇する。爾来、業務の傍ら雷研究にのめり込み、雷研究の場を求めて国内外を渉猟する。“雷博士”と呼ばれる方が多い博士(工学)。

バングラデッシュの発展と原子力

前・原子力委員 町 末 男



「貧困の撲滅」が課題

人口1億5千万で世界一人口過密な国バングラデッシュで11月に初めてアジア原子力フォーラム<FNCA>のワークショップを開催した。テーマは「原子力人材養成」である。

この国の最大の課題は「貧困の撲滅」である。首都ダッカには多くの人が集まってくるが、住むところもなく、マーケットの広場で夜を過ごしている家族を多く見かけた。

貧困削減の重要な対策の一つが電化率の向上である。電力と送電網の不足のために、電化率は約50%に過ぎず、多くの国民が電気の無い暮らしを強いられている。今回の訪問中にブイオン原子力委員長の主催の夕食会があったが、その途中で停電があり、全くの暗闇の中で10分ほど話をしなければならなかった。その後は自家発電でしのいだ。このような停電は電力不足が原因でしばしば起こっているという。



<ブイオン原子力委員長(右)と筆者>

2025年にさらに100万 kW 2基を運転する計画をきめている。これで2025年以降、15-20%の電力を原子力でまかなうことになる。

現在は電力の80%が自国産出の天然ガスで供給されており、その埋蔵量は数年でなくなると懸念されている。対策として新たな沿岸ガス田の開発、原子力発電、再生エネルギー、省エネルギー、石炭利用を考えている。

原子力発電の実現には幾つかの課題があるが、特に人材の養成が重要である。したがって、経験のある日本への協力の期待がとくに大きい。



<ダッカの街の風景>

進む研究炉と放射線の利用

バングラデッシュ原子力委員会には2 MWの研究炉を有する研究所があり、アイソトープの製造、放射化分析、などの利用、原子炉の運転員、原子炉工学者などの育成を行なっている。また、アイソトープを利用して放射線医療を行なう14の病院も管理している。工業利用の分野では、非破壊検査、厚み計、などに原子力技術を利用している。放射線の農業利用は別の専門研究所があり、品種改良、バイオ肥料の研究を進めている。

バングラデッシュは2年前からFNCAのメンバー国となったので、わが国としては、農業、医療、産業、原子力発電の分野でプロジェクトなどの活動を通して貧困削減に役立つ技術の促進の協力をしている。今後は協力をさらに拡大・充実させていく。

<平成20年12月15日記>

原子力発電で電力不足を補う

現在のバングラデッシュ国民一人当たりの電力消費量は世界の発展途上国の平均の僅か4分の1に過ぎない。このような状況をなくし、近い将来、全国民に電力が行き渡るようにするのが政府の重要な計画である。そのためには電力の供給能力の拡大が不可欠であり、重要な手段として2020年に100万 kW の原子力発電2基、

非電離放射線の影響と安全管理

加藤 和明

“分かる”ということとは“納得する”ということである
記述命題（人の言うことや本に書いてあること）の真偽は前提に依存する

要約：送電線や携帯電話機の周辺につくられる交番電磁界、MRI や超伝導電磁石の周辺につくられる強磁界、などの健康影響を心配する声がある。これら“心配の種”は、一括して「非電離放射線」Non-Ionizing Radiation (NIR) と呼ばれる。

NIR の正体（物理的実体と性質）、NIR の人体に対する作用、作用から影響への機構的考察から予想される“要対策影響”、実験・観察によって得られたとする知見、提案・実施されている“規制や管理”のための“考え方と基準”を、世上関心の高い“送電線”（極超低周波交番電磁界）と“携帯電話”（極超短波電磁波）を例にとって紹介したのち、筆者のこの問題に対する見解とスタンス（stance）を示す。この小文執筆中に、アメリカ物理学会が1995年に送電線電磁界の健康影響について声明を発表し、2005年に再度確認を行ったことを知った。そこでは、「発がんのリスクについては暴露管理の必要性を認めない」と明言しており、筆者のNRI に対する見解と全く同じである。

1. 緒言

送電線、携帯電話器（機）、MRI、電子レンジ、磁気浮揚電車、などの周辺につくられる浮遊電磁界、空中を飛び交っている、携帯電話、

ラジオ、テレビなどの電磁波、などの健康に対する影響を心配する向きがあり、ときどきマスコミなどにも取り上げられる。物理的実体が、電離（性）放射線と変わらないことから“非電離放射線”と一括りに表現されることがある。

しかしながら、非電離放射線（NIR）と電離放射線（IR）は、名称の違いや分けられること自体が指し示しているように、それ自体の性質、物質・物体に及ぼす作用、作用がもたらす影響、のすべてにおいて様相を異にしている。

NIR も IR 同様、通常は五感に直接訴えることがない（感知できた時には、大抵、命を失うなどの取り返しのつかない影響を受けてしまっている）こと、電離放射線のことを通常単に「放射線」と呼んでいることから、（連想によって）IR の影響、特に“発がん”、についての知識をそのまま NIR の場合に当て嵌めてしまい勝ちであること、一般に物事の性質は量の違いによって趣を異にするということが仲々理解されにくいこと、などの理由により、“放射線過敏症”や“放射線嫌悪症 radio-phobia”に悩む人が少なくない。

以下では、NIR の正体、人体への作用、可能性として考えられる健康への影響、提唱されている安全管理の基準、等について解説を試み、筆者のこの問題に対する見解を述べる。

*Kazuaki KATOH 弊社アドバイザー

2. “電磁放射線”の正体と性質

非電離放射線 (NIR) の具体的内容としては、各種の (静的および交番) 電磁界、電磁波に加え、各種光線や超音波 (音波は量子論的というと音子 phonon という量子の場である) まで取り込まれるが、紙数の制限もあり、ここでは現在世間的に関心の高い「送電線」「携帯電話」にのみ焦点を当てることにする。

わが国では当初、Electric/Magnetic Field を、物理学の分野では「電場/磁場」、電気工学の分野では「電界/磁界」と訳していた。今日では両分野の垣根が低くなり、両者が混在する形で使われている。ここでは、便宜上、三浦正悦氏に倣って¹⁾、電磁場と電磁波を包含して「電磁界」と書くことにする。また、磁界の強さを表す測度としては「磁束密度」を用い「テ

スラ (T)」単位で表示するのが現在の主流であるが、単位に「ガウス (G)」を用いることもある。換算関係は 1 T=10,000 G である。また、電界の強さには「電界強度」が用いられ、単位「ボルト/m」を用いることが多い。

さて、量子論的視点から見ると、電磁界も、電離放射線の代表例ともいえる γ 線や X 線と同様、光子と呼ばれる“素粒子”の場である。そこで、IR と NIR の性質や作用の比較を行っていく上での便宜を考え、ここでは、光子を实体とする放射線を「電磁放射線」と呼ぶことにする。

送電線の周辺および携帯電話 (受信機) の周辺につくられる電磁界を例にとり、また電離放射線である γ 線と対比させて、その物理的性質を表 1 に示す。

表 1 代表例による非電離放射線と電離放射線の比較

放射線の区分		非電離(性)放射線(NIR)				電離(性)放射線(IR)	
(関心を持たれる) 例		送電線 (50 Hz/60 Hz)	携帯電話 (800 MHz)	電子レンジ (2.45GHz)	超音波	γ 線 (Cs-137)	
正体 (物理的実体)		仮想光子 (virtual photon)	光子 (photon)		音子 (phonon)	高エネルギー光子	
性質	粒子性(量エネルギー)	$3.3 \times 10^{-32} \text{J}$	$5.3 \times 10^{-25} \text{J}$	$1.6 \times 10^{-24} \text{J}$		$1.1 \times 10^{-13} \text{J}$	
	波動性 (波長)	6.0km/5.0km	37.5 cm	12 cm	疎密波(縦波)	1.8 μm	
	特徴	交番 電磁界	波動(性)放射線			粒子(性)放射線	
作用	一次	体内電磁界誘導	静的電気力 (生体は磁場に透明)	動的電磁気力	媒体(空気等) 振動	(素)粒子間相互作用	
	二次	誘導電流生成	○	○	×	×	
		生体化学変化	×	×	×	線量に依存	
		熱付与・温度上昇	○	○	×	× (實際上)	
	DNA 直接損傷	×	×	×	○		
防護の 対策を必要とする 影響	電撃 (被雷)	○ (場合により致命的)			×	×	
	電氣的刺激による 生体恒常障害	○			×	×	
	蛋白質変性 (ゆで卵)	○ (致死レベル)			×	× (致死レベル)	
	発癌リスク	× (確証なし)				○	
防護の 方策	着目影響	電氣的刺激と発熱				確率的影響	確定的影響
	目標	電磁界強度と温度上昇の抑制				リスクの抑制	絶対阻止
	影響評価量	SAR (吸収線量率に相当)				実効線量	等価線量
	管理のための計測量	体外電磁界強度				複数の空間線量	

放射線に粒子としての性質と波動としての性質があることはよく知られているところであるが、その種類によって見かけの“性質”は大きく異なってくる。同じ電磁放射線であっても、 γ 線（などのIR）は「粒子性放射線」、マイクロ波（などの高周波電磁界）は「波動性放射線」と呼ぶことができるが、送電線の周辺に誘導される電磁界は“放射線”とは呼び難く「交番電磁界」とするのが最も相応しいように思われる。電気工学の分野では、時間的にゆっくり変動する“静電界／静磁界”として扱っていて、“準静電界／準静磁界”と呼ぶのが習わしとなっている。

生体の電磁界に対する応答を図1に示す。人体が静電界に曝されると体内に電界がつくられる。電界が侵入して行くといってもよい。深さが増すにつれて弱くなっていく。一方、静磁界に対して人体は透明であるが、磁界の強度が時間的に変化すると体内に“誘導電流”をつくるようになる。

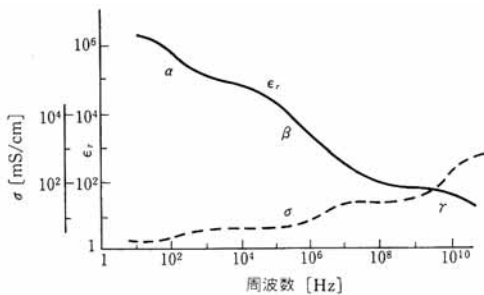


図1 生体の電・磁界に対する応答（誘電率と透磁率）

表1に、“電磁放射線”の人体に及ぼす作用、作用の結果予想される健康への影響、防護の方策をまとめてみた。例に取り上げた送電線周辺につくられる「交番電磁界」と「電磁波放射線」であるマイクロ波と「粒子性放射線」である γ 線では、それぞれの様相を大きく異にしていることが分かる。

3. 勧告または提案、もしくは実施されている暴露管理の基準の例

紙数の関係で詳しく述べるできないの

で、参考になりそうな図表のみを示す（図2、表2）。

限度値が周波数によって大きく変化しているのは“生体”のサイズと波長の関係が影響するからである。動物実験の結果をそのまま人の場合にあてはめることが適切でないことのあることを示している。

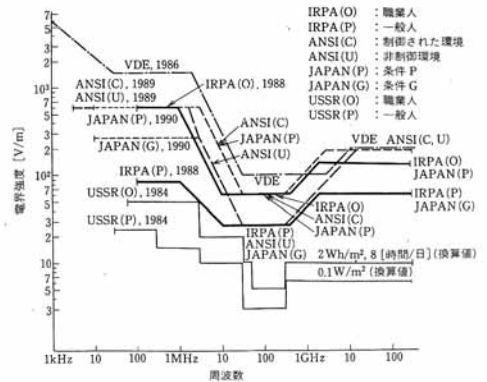


図2 IRPA および主要国の電界強度限度値（3 kHz～300 GHz）

表2 磁界・電界の連続曝露制限値

◆磁界(ミリガウス)			◆電界(V/cm)		
区分	60Hz	50Hz	区分	60Hz	50Hz
職業者	4,167	5,000	職業者	83	100
一般公衆	833	1,000	一般公衆	42	50

国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)

4. 問題の核心は何か？

IRの場合にも、放射線照射により受けるエネルギーのほとんどは最終的には熱となって身体に吸収されるのであるが、仮に体温が0.1度上昇するだけの放射線を一時に全身に受けたとすると、“急性放射線症”により確実に命を失うといわれている。

事故による“超過大被曝”を別にすれば“発熱”はIRの場合、暴露管理の対象とはならない。これに反してNIRである電磁放射線の場合には、熱作用の結果としての体温上昇が、体

内に生起される誘導電流の電気的作用と並んで、暴露管理を必要とする“重要な影響”となり、発がんリスクの抑制がIRの場合に実際上の被曝管理の第1目標となっているのは、大きく異なっている。

タンパク質は、ゆで卵の例からわかるように、ある温度（臨界温度：43度）を超えると変性し、体温がこの限界を超える（事故）ことは絶対的に阻止されなければならない。これに対する対策は、IRの場合と同様「事故対策」の範疇に入る。NIRとしての電磁界放射線に対する温度上昇の上限は、高くても1度程度（通常0.1～0.2度）に設定されている。

体内に過大な電流が流れると、被雷の例から分かるように、生死に関わる影響が及ぶが、これも、安全対策としては「事故対策」の範疇に入る。

一般のIR同様、我々は各種電磁放射線との“付き合い”を避けて生活を続けることはできない。NIRとしての電磁放射線への暴露管理は、上記の「事故防止策」の延長上の「環境管理」として行われ、管理の目標は、電気的作用による生体生理作用への障害防止と発熱による温度上昇の抑制におかれている。生命再生産の処方箋であるDNAに、量子のエネルギーが高いことによって、直接障害を与える可能性を秘めているがため、影響発現の可能性が被曝線量の蓄積に伴って増大するとみられるIR電磁放射線とは違って、発がんリスクの抑制は、NIRの場合暴露管理の対象とはならない。

放射線の名を共有することから、電離放射線の作用・影響がNIRの場合にも適用されるのではあるまいかという思い込みを招き、IRもNIRも通常は身体の五感によってその存在を検知したり身体暴露量の定量的把握を行うことができず、仮に科学技術の成果を使ってそれが可能となったとしても暴露量と影響の結びつきや暴露低減の方策にも通じていない、といった事情もあいまって、NIRに対してもIRの場合と同じようにradio-phobia（放射線嫌悪症／放射線過敏症）に悩む人が少なくないように思われる。

このような背景から、NIRが発がんの要因となる可能性に、専門家といわれる人たちも多数関心を抱き、古くから沢山の研究が進められてきた。そしてこれまでに膨大な量の報告がなされている。

「電磁界の健康影響」は“幅が広く奥行きも深い”テーマであるといわれる¹⁾。関係する学問領域が広く、情報が錯綜していて、「健康に影響があった」という報告だけを恣意的に集めれば「電磁界は危険 dangerousだ」という結論になり、「健康影響は見つからなかった」という報告だけを集めれば「電磁界は危険でない」という結論になる¹⁾。

一般に、「何々は何々だ」という記述命題の真偽は「前提」に依存する。例えば、「あなたは放射線を怖いと思うか？」などという質問は、本当は、意味をなさない。前提の置き方によって「怖い」とも「怖くない」とも答えられるからである。前提は、明白に述べられるものもあるが、実際には多くのことが、暗黙のうちに、仮定されている。情報の“送り手”と“受けて”の間で、この暗黙の前提が食い違くと、情報は伝達によって品質が劣化していく。関連して、モノゴトの性質はそのもの自身の量やそれに関わっているモノゴトの寄与の程度によって変わってくる。質は量に依存するのである。

それに加えて、“専門家”特有の性向というものがある。科学者と一口にいても専門領域により、関心の向けどころ・向け方（academic interest）が異なってしまう。JCO事故が起きた時の放射化学者の行動を見れば分かる。食品安全の対策に動員された“専門家たち”が苦勞しているのは、“影響学”と“安全管理学”という2つの学問の切り分けがなされていないからである。電離放射線の防護体系に使われているLNT仮説（もしくはは模型）についての議論が盛んであるが、仮説の妥当性は“影響屋さん”にとっては、学問の目的そのものなので切実であるが、“管理屋”にとっては切実の度合いはそれほど高いものとはならない。影響発現に閾値があるとしても管理基準をそれ以下にしなけ

ればならないということにはならないからである。“管理屋”が関心を抱くのは、「How much safe is safe enough?」「安全管理の基準をどのように定めるか?」にどのように答えるかである。この例からも分かるように、「電磁界の健康影響」という課題に立ち向かうスタンスは、“影響屋さん” “測定屋さん” “管理屋さん”の間で異なっているのである。

筆者の受け止めは、証拠探しの研究結果はすべて否定的、ということである。研究は、可能性としての機構に関わるものと“障害”発症という現象に関わるものに2分されるが、前者については「調べてみたが、見つからなかった/よくわからなかった。もっと研究を進めていく必要がある」というものが大部分であり、後者については、疫学者が使う道具だてが「影響がないことの証明」には無力であり、また、結果として得られる数値の品質に問題があるため、極めて低いリスク係数(単位量のリスク要因がもたらすリスクの値)を追求する手段としては能力が不足しているからである。

5. 結論

NIR 放射線は、広い意味では放射線の仲間に入るが、狭義の放射線であるIRとは、非電離性であること、人体に影響をもたらす要因である作用が、量・質の両面で、まるで異なっていることから、安全管理の配慮が必要とされる“影響”の種類や程度、重要性の順、対策の取り方が、際立って異なっている。

科学的知見としての「(ある要因の)人体への影響」は、「疫学的になされる(要因に暴露された)人間集団についての観考察」と「生物学 and/or 医学的になされる(要因への暴露と影響誘起の)因果関係についての機構的考察」から得られる。

米国物理学会は、NIRに発がんのリスクが付随するという説の立証に関わる多くの研究結果を精査した上で、「電力線の周辺につくられる電磁界には発がんのリスクを認めない」とする声明を1995年に出し、2005年に再度確認して

いる²⁾。筆者のこの問題に対する見解とスタンスはこれと全く同じものである。

IRの安全管理は「確定的影響発生の阻止」と「確率的影響の発現確率の抑制」を目標としているが、実際上の管理目標は後者となっている。これに対し、NIRの場合には前者のみである。しかし確定的影響発生の防止という目標は同じであっても、その内容は両者間でたいへんに異なっていて、作用に着目して分類すると、①. エネルギー付与による体温上昇、②. 電気的には電媒質である体液(生理水)の変質、③. 生体恒常性の維持を含む、精密・精巧な(人体の)自動制御システムへの障害に分けられる。①は、原理的には、IRの場合にも起きる現象であるが、致死量となる線量を受けても温度上昇は2/1,000度程度であり、安全管理の対象とはならないのに対し、NIRの場合は、導入されている安全管理の基準はこれに着目して決められている。②の作用がもたらす影響は「非熱作用のもたらす影響」として可能性の真偽が生物学者によって検討されているが、定性的にも定量的にもよくわからないというのが実状である。送電線にしろ携帯電話にしろ、これが定量的に重大な影響をもたらすのであれば、被曝公衆の数の大きさから考えて、疫学的に確度の高い情報が汲みだされない筈はないので、実際上、公衆に対する安全管理の対象とするに足る程の重要性はないものと考えられる。過大電流の人体通過もNIR“電磁場”の場合の「確定的影響」に含めて然るべきと考える向きもあろうが、これは電離放射線の場合の「事故被曝」に相当するもので、事故発生の防止策としては大変に重要であるけれども、IRの場合の「公衆被曝」管理の対象からは除外されるべきものである。

参考文献

1. 三浦正悦：電磁界の健康影響、東京電機大学出版局、(2004)。
2. http://www.aps.org/policy/statements/95_2.cfm

第4回 個人モニタリングに係る 国際ワークショップが開催されました！

(The 4th International Workshop on Individual Monitoring of Ionizing Radiation)

第4回 個人モニタリングに係る国際ワークショップが、12月1日から2日の2日間に亘り、弊社の大洗事業所にて、日本を含め世界14ヵ国から総勢80名の皆様にお集まりいただいて開催され、エール大学の Francesco d'ERRICO 先生、ウラル工科大学の Vsevolod Semenovich KORTOV 先生による特別講演、弊社と協力してガラスの基礎研究を行っている大阪大学の飯田敏行先生や金沢工業大学の南戸秀仁先生のご講演など、10件の講演と7件の口頭発表、5件のポスター発表が行われました。ご講演者およびタイトルはプログラムをご覧ください。

私どもは、このワークショップを通して、我が国が開発した独自の技術であるガラスバッジによる個人線量測定システムが世界に広まり、各国のお役に立つことを、また、このワークショップが参加各国の情報交換や交流の場となり、放射線安全利用の輪が益々広がることを切に願っております。

プログラム

Schedule	Contents	Dec. 2008
Dec.1(Mon)		
9:20 - 9:30	Greeting for Seminar Opening Chair of the International Organizing Committee / Prof. Takayoshi YAMAMOTO	
9:30 - 10:30	Lecture 1 (60 min.) Prof. Francesco d'ERRICO Personnel and area monitoring superheated emulsions	
Chairperson Dr. Maria RANOGAJEC-KOMOR		
10:30 - 11:30	Lecture 2 (60 min.) Prof. Vsevolod Semenovich KORTOV Oxygen-deficient crystals and nanostructured ceramics of aluminum oxide as ionizing radiation detectors	
11:30 - 12:15	Lunch Time (Exhibition of Glass dosimetry system, Posters presentation Ms. Yuka Miyamoto, Miss. Wakako Shinozaki, Mr. Daisuke Maki, Miss. Hatsumi Kobayashi)	
12:15 - 12:55	Lecture 3 (40 min.) Prof. Jerzy JANKOWSKI Effectiveness of personal dosimetry of radiation --- 40 years of experience in Poland ---	
Chairperson Dr. Takashi NAKAMURA		
12:55 - 13:35	Lecture 4 (40 min.) Dr. Václav CHUMA * K Characterization of workplace photon fields --- implications for assessment of effective dose ---	
13:35 - 13:50	A short coffee break (Exhibition of Glass dosimetry system, Posters presentation Ms. Yuka Miyamoto, Miss. Wakako Shinozaki, Mr. Daisuke Maki, Miss. Hatsumi Kobayashi)	
13:50 - 14:30	Lecture 5 (40 min.) Dr. Margit Zarándiné OSVAY Individual monitoring and thermoluminescent dosimetry in Hungary	
Chairperson Mr. Masahito KANEKO		
14:30 - 15:10	Lecture 6 (40 min.) Mr. Jerf Van CAU'EREN Dosimetry statistics: a tool in radiological protection	
15:10 - 15:25	A short coffee break (Exhibition of Glass dosimetry system, Posters presentation Ms. Yuka Miyamoto, Miss. Wakako Shinozaki, Mr. Daisuke Maki, Miss. Hatsumi Kobayashi)	
15:25 - 16:05	Lecture 7 (40 min.) Dr. Saveta MILJANIC Double dosimetry in interventional radiology - practice, evaluation and recommendations	
Chairperson Prof. Jose F.D. CHUBACI		
16:05 - 16:45	Lecture 8 (40 min.) Dr. Đurđica MILKOVIC RPL and TL dosimeters and DNA status evaluation in thoracic pediatric roentgenology	
16:45 - 17:00	A short coffee break (Exhibition of Glass dosimetry system, Posters presentation Ms. Yuka Miyamoto, Miss. Wakako Shinozaki, Mr. Daisuke Maki, Miss. Hatsumi Kobayashi)	
17:00 - 17:40	Lecture 9 (40 min.) Prof. Hidehito NANTO Emission and Excitation Mechanism of Radiophotoluminescence in Ag ⁺ -activated Phosphate Glass	
Chairperson Prof. Takayoshi YAMAMOTO		
17:40 - 18:20	Lecture 10 (40 min.) Prof. Yoshiyuki IIDA Development of new neutron-sensitive glass dosimeters	
Dec.2 (Tue)		
9:00 - 9:20	Presentation 1 (Fu Dan University) Prof. Weihai ZHUO Result of Comparative Test GB	
Coordinator Mr. Norimichi JUTO		
9:20 - 9:40	Presentation 2 (China Institute of Atomic Energy) Mr. Haitao QIAO Result of Comparative Test GB	
9:40 - 10:00	Presentation 3 (National Nuclear Energy Agency) Dr. Nur ROHMAH Result of Comparative Test GB	
10:00 - 10:20	Presentation 4 (Malaysian Nuclear Agency) Dr. Noriah Mod'ALI Result of Comparative Test GB	
10:20 - 10:50	A short coffee break (Exhibition of Glass dosimetry system, Posters presentation Ms. Yuka Miyamoto, Miss. Wakako Shinozaki, Mr. Daisuke Maki, Miss. Hatsumi Kobayashi)	
10:50 - 11:10	Presentation 5 (Vietnam Atomic Energy Commission - Mr. Vu Manh KHOI Institute for Nuclear Science and Technology)	
Coordinator Mr. Saburo FUJISAKI		
11:10 - 11:30	Presentation 6 (Korea Hydro & Nuclear Power Co., LTD) Mr. Young-Ho YOON Safe assessment of occupational Radiation Protection of KHPD	
11:30 - 11:50	Presentation 7 (University of Sao Paulo) Prof. Jose Fernando Diniz HUBACKI Result of Comparative Test GB	
11:50 - 12:00	Closing greeting of the workshop The International Organizing Committee / Dr. Maria RANOGAJEC -KOMOR	



2008 NSS-MIC Dresden に参加して

The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) が主催する2008 NSS-MIC (Nuclear Science Symposium - Medical Imaging Conference) が2008年10月19日から25日までの7日間、ドイツ/ドレスデンの Maritim Hotel と International Congress Center を会場として、43の国と地域から数千人規模の参加者を集めて開催されました。

IEEE は通信・電子・情報工学およびその関連分野を主な対象とした学会で、米国のニューヨークに本部があり、2006年現在で150の国と地域に支部と37万人以上の会員を擁しています。

今回の学会では16th Room Temperature Semiconductor Detector Workshop もジョイントして同時に行われ、核物理をはじめ、固体検出器やガス検出器などの材料や物性、信号解析、宇宙放射線、医療放射線イメージングなどなど幅広い分野で、口頭発表約820件、ポスター発表約1,500件、合わせて2,300件を超える研究発表がありました。

日本からも口頭発表約50件を含めて115件ほどの発表がありました。私は、Nuclear Science Symposium において、銀活性リン酸塩ガラスの励起・発光特性に関して Radiophotoluminescence in Ag-Activated Phosphate Glass という題でポスター発表を行いました。この研究テーマは、金沢工業大学 南戸秀仁教授の研究室と当社 大洗研究所との共同研究として実施しているものです。ポスター会場は、驚くほど多くのポスターが展示されていて通路は人で埋め尽くされ、自由に通行することもできないほどでした。ポスターの口頭説明の聴講者とはすぐ目の前で向かい合って質疑・応答をしましたが、ポスターの周りは通行人、発表者、聴講者でいっぱい、邪魔にならないようからだをずらしながら発表するのは大変でした。聴講



ポスター発表会場風景

者へ適切な説明ができたかなど、反省点の多い発表でしたが、いろいろなアドバイスも得られて、大変有意義な学会参加であったと思います。

ドレスデンの街は、第二次世界大戦中の1945年に連合国軍による猛烈な爆撃を受けました。1996年から復建された聖母教会は、空襲で破壊された後に残った瓦礫を可能な限り使用し、新しい石材と組み合わせて建てられたそうで、所々に見られる煤けた石材が全壊の悲惨さを思わせるものでした。

学会開催中のドレスデンは日本の冬を思わせる気候で、やわらかく暖かい陽の光に、エルベ川から吹く冷たい風が気を引き締めるようでした。街では敷石の道を行き交う観光馬車のひびめの音が響き、日中から夜まで、大道芸人やストリートライブの音楽とで時間がゆっくり流れるような、とても素敵な街でした。また訪れたい街です。

IEEE が主催するこの学会の2009年の開催場所は、米国フロリダの HILTON DISNEY WORLD, ORLANDO です。

(大洗研究所：宮本 由香)

サービス部門からのお願い

ガラスバッジ Web サービスのお申し込みがまだの方へ！

平素、弊社のモニタリングサービスをご利用くださいます。誠にありがとうございます。
新しいシステム MOS IIIの導入に当たりましては、ご協力いただき、ありがとうございました。
新システム MOS IIIにおいては、ガラスバッジの処理状況の確認やご使用者の追加登録、休止処理等、Web を通して、お客様が直接操作できるようになりました。

ガラスバッジ Web サービスのご利用には、事前のお申し込みが必要です。お申し込みの際は、弊社営業所までご連絡ください。

「Web サービス申込書」のメールアドレスご記入時のお願い

1. フリーメールアドレスは受け付けすることができませんので、ご了承ください。
2. ご記入の際は、以下の文字についてはご注意ください。お願い申し上げます。

●間違えやすい文字例

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| ① “S” (大文字)、“s” (小文字) | ④ “l” (エル)、“1” (数字イチ) |
| ② “K” (大文字)、“k” (小文字) | ⑤ “q” (キュー)、“g” (ジー) |
| ③ “O” (オー)、“0” (数字ゼロ) | ⑥ “_” (アンダーバー)、“-” (ハイフン) |
| | ⑦ “n” (エヌ)、“m” (エム) |



(測定センター：深作 智子)

編集後記

●今年も年明けから早やひと月が経ちました。読者の皆様、年初に誓った今年の目標の進捗状況はいかがでしょう？私は昨年の反省から健康をテーマにがんばっております。この時期、さまざまな資格試験や入学試験のシーズンですね。ご本人はもとより、ご家族、関係者の皆様はそれぞれドキドキされているのではないのでしょうか。皆様が実力を発揮し見事合格されることをご祈念いたします。

●さて、今月号は日本アイソトープ協会 佐々木康人氏に ICRP 主委員会の近況についてご執筆いただいております。2007年新勧告は1990年勧告に対して環境を守る観点での考え方が取り入れられている点新しいとのこと。あらゆる方面で地球環境を守るべく時代は流れていっていると痛感いたします。また、日本原子

力研究開発機構の鳥居建男氏に雷活動で観測される高エネルギー放射線とその発生メカニズムについてご執筆いただきました。雷放電開始の引き金として放射線が関与しているとのこと。原子力施設の周辺環境測定が非常にシビアに測定分析されていることが伺えます。

●雷といえばフランケンシュタインを思い出しました、雷のエネルギーで復活する怪人、そのエネルギー放出のきっかけが放射線だとしたら超人ハルクと同じだ！！くだらない独り言でした。

●最後に編集委員の一人として是非とも皆様に FBNews 掲載の記事の企画・ご提案にご協力をいただきたくお願いいたします。放射線安全管理に携わる皆様からの情報をお待ちしております。次号をお楽しみに。ありがとうございました。(Y. Y)

FBNews No.386

発行日／平成21年 2月 1日

発行人／細田敏和

編集委員／竹内宣博 福田光道 中村尚司 金子正人 加藤和明 小迫智昭 壽藤紀道

藤崎三郎 安田豊 野呂瀬富也 丸山百合子 窪田和永 亀田周二 高羽百合子

発行所／株式会社千代田テクノロ 線量計測事業本部

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)