



Photo M. Ate

Index

| | |
|---------------------------------|----------------|
| 「原子力の日」に思う | |
| 原子力安全と核セキュリティ | 中込 良廣 1 |
| 中性子捕捉療法の新展開を図る課題遂行の現状 | |
| – 京都大学原子炉実験所の取り組みを中心として – | … 丸橋 晃 3 |
| 東電福島事故後「社会化・国際化」されたわが国の原子力を見つめて | |
| 宅間 正夫 8 | |
| AGD（平均乳腺線量）めやす盤 のご紹介 | 12 |
| 「土壤の力」と食糧の安全保障 | |
| – IAEA・FAO 国際シンポジウム – | 町 末男 13 |
| 国際放射線防護学会第13回大会 (IRPA13) に参加して | |
| – 英国グラスゴーでの報告 – | 金子 正人 14 |
| ガラスバッジ Web サービスへのお誘い | |
| – 以前使用していた方の再登録方法 – | 18 |
| 第1種放射線取扱主任者講習機関が関西に設置されました | 19 |

● 「原子力の日」に思う

原子力安全と核セキュリティ

京都大学名誉教授

中込 良廣*



東日本大震災と東電福島第一原子力発電所の事故が発生してから1年半経った。いまだ被災している方々には心が痛むばかりである。毎年10月26日の原子力の日は巡ってくるが、遅々として進まない対応策を思うに、原子力関係者としてこの「心痛」を改めて強く思っているところである。

特に原子力発電所の事故影響に対しては、原子力の安全議論そのものが大きなテーマになったのは当然である。もちろん、原子力の安全（Safety）が国民にとって最重要課題であることに間違はない。しかし一方では、安全情報をすべて明らかにした日本（政府、国民）の姿勢に、海外から驚きの声が生じたことも忘れてはならない。我が国では、情報を完全に公開することが常識（知りたいことを知ることが、当然の権利と思っている。）のような雰囲気になっているが、世界では通用しないということを我が国民・政府は知るべきであろう。とりわけ、国際的に原子力を展開しようと考える場合には…。

現在、原子力施設に対する核物質防護（Physical Protection : PP）対策や NBCR（核・生物・化学・放射性物質を用いた）テロ対策の中で、核兵器を用いた核テロがその代表として関心が持たれている。

原子力の平和的利用（原子力発電がその代表例）は軍事的利用（原子力兵器＝核

兵器）の開発に、またはその隠れ蓑に繋がるのではないかといった危惧が世界的に懸念されているのである。我々日本人は、研究者を始めとして、国民はまったく「核兵器開発」など考えていないと思われるが、残念ながら他の国々は太平洋戦争を始めた日本を信じていないのが現実であることを知るべきである。他の言葉で言えば、「日本は何をやらかすか分らない国」と見られているといえよう。日本の常識は、世界の非常識であると心得るべきである。

従って、エネルギー資源のない国で1億以上の人々が豊かに生活するためには、環境問題も考えるとき、核燃料サイクルを視野に入れた原子力政策を進めることが重要であると認識している。そのために、世界に対し核兵器の開発ではなく平和的利用のみをアピールするために、保障措置（Safeguards）を受け入れ、そのお蔭で非核兵器国でありながら、濃縮から再処理まで認められている稀有な国であることを忘れてはならない。日本はその模範生になっているのである。

もちろん、そのためには原子力の安全維持が最も重要であることが条件である。しかし、前述のように原子力は、使い方によっては大量破壊兵器にもなることを十分把握することは論を俟たない。自分ばかりが安全に対策を実施していても、自然や妨害を意図する集団に対し、まったく対策を持たないのはセキュリティ（Security）上許されないこと（=責任を人の所為にしないという姿勢）を忘れてはならないのである。將に、核物質防護の基本はここにあると思っている。即ち、原子力を受け入れるために、その安全性はもちろんのこと、保障措置及び核セキュリティのことも同時に考えなければならないのである。その精

* Yoshihiro NAKAGOME

●原子力の日に思う

神は、2008年に当時の福田首相が、北海道で開催された「洞爺湖サミット」で、我が国の原子力開発の基本姿勢として宣言した3S（Safety、Safeguards、Securityの頭文字をとって3Sと呼称している）政策に凝縮されている。

改めて言うまでもないが、「核セキュリティ」は核燃料物質（核物質）を含むあらゆる放射性物質（我が国では、核物質以外の放射性物質による被ばく防止の観点から規制している法律と核物質のみを規制している原子炉等規制の両法律がある。）を含んでいるのである。従って、病院等にある医療用コバルトも核セキュリティの対象となることを再認識しておく必要がある。ただし、我が国では未だRIのセキュリティを法的に規制していないので、事業者としては対応する根拠はないが、国際的にはRIも含まれていることを認識しておく必要がある。

筆者が、京都大学原子炉実験所に勤務していた頃、原子力学会の原子力教官会議で「統合保障措置」のことを話したことがある。文科省の科学研究費（科研費）の申請書のタイトルに「核…」という名前がつけられれば科研費が通りやすかった時代であったが、当時「新保障措置制度（統合保障措置）」として「核…」という研究は核兵器関連の研究と見做されるという世界的な常識が理解されていなかった我が国の大学研究者から、「研究の邪魔をする」ということで大きな非難を被った記憶がある。自分たちのみの解釈で原子力研究を進めていた我が国の研究者の「保障措置」に対する理解はこの程度であった。3Sの中で最も原子力研究とかけ離れている「核セキュリティ」対策は、誰も研究者はやりたくない対策であることは、容易に理解できる。し

かし、原子力研究を受け入れるためには、安全のみでは現実問題として、成り立たないこともしっかり認識しておく必要がある。

利用する観点からのRI管理においても、ダーティ・ボムに代表されるRIのばら撒きに対する防護対策を考慮しなければならない時代になっているのである。特に、RIを巻き込む核セキュリティ面は、日本人にとって最も弱い点ではないかと思っている。

筆者は日本原子力学会の「保障措置、核セキュリティ、核不拡散連絡会」の会長を拝命しているが、4年前の設立時の挨拶で、（本来ならば、核セキュリティのこと学会員としては知っておくべきだと思っていたので）「遅ればせながら…」と言ったが、どれほど学会員にその真意が通じたことか、いまだ分らない。本当に（良い意味で）日本人は平和ボケしているな、と感じたものである。

原子力の日を迎えるためには、安全面ばかりでなく広くバランスよく原子力研究のことを考える必要があると思っている。

※※ プロフィール ※※

昭和19年群馬県生まれ。昭和43年東北大大学院理学研究科原子核理学専攻修士課程修了。同年から39年間、京都大学原子炉実験所に教官として勤務。核燃料管理室長、安全管理本部長、副所長を歴任、平成19年定年退職。京都大学名誉教授。

放射性物質安全輸送、原子力施設等の防災対策、保障措置、核セキュリティの各委員等を務める。平成18年から平成23年までIAEAの核セキュリティの日本代表委員、平成21年から独立行政法人原子力安全基盤機構の理事長代理、昨年10月より理事長。

中性子捕捉療法の新展開を図る 課題遂行の現状

— 京都大学原子炉実験所の取り組みを中心として —

丸橋 晃*

◇◇ 要 旨 ◇◇

ホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy ; 以下、BNCT) は熱中性子と¹⁰Bとの反応を利用する。この反応により発生するヘリウム原子核 (以下、 α 線) とリチウム原子核 (以下、Li 線) は高い細胞殺傷能力をもつ放射線である。1970年代から10年程前まで、BNCT の臨床研究における対象は最も悪性度の高い神経膠芽腫 (glioblastoma ; 以下、GBM) と悪性黒色腫 (malignant melanoma ; 以下、MLM) であった。研究用核分裂中性子発生装置 (発電用原子炉との相違から本書ではこの用語を使用する。以下、RNFNS) が医療に使える中性子強度を提供できる唯一の装置であった。この間、BNCT の一方の主役である癌組織若しくは癌細胞に高濃度に集積し毒性が無視できる¹⁰B 薬剤として、GBM に対するソディウムメルカプトドデカボレイト (以下、BSH) と MLM に対するボロノフェニルアラニン (以下、BPA) が開発された。

2001年12月、BNCT の臨床研究に転機が訪れた。京都大学原子炉実験所 (以下、KURRI) の研究用原子炉 (KUR) を用いて放射線腫瘍医により再発耳下腺がんの BNCT が施行された。熱外中性子と BPA の組み合わせで行われた。これは GBM と MLM 以外の部位に対する世界で初めての熱外中性子 BNCT (BNCT 前後の画像を写真-1 に示す) であった。この治療に先立ち、¹⁸F をラベルした BPA による薬剤集積についての PET 検索が行われた。この治療結果は後述する BNCT の原理的特徴を見事に示すものとなった。この症例を契機に熱外中

性子による肺がん、肝臓がん、中皮腫、乳癌転位がん等への BNCT の適応拡大と症例数の増大の取り組みが精力的に行われた。この努力は米国との間に取り決められていたウラン燃料の使用条件により、2005年度までとされていた KUR の使用期間を10年間延長することに貢献した。2010年5月再開された KUR では、アスベスト災禍の中皮腫を重点的に取り組むなど BNCT の臨床研究は順調に推移している。

KURRI 共同利用医療グループ (以下、KURRI-MG) による臨床研究により示された、優れた特性を持つ BNCT の医療展開と社会的普及を目指し、加速器中性子源照射システムを開発する取り組みが2004年に KURRI の粒子線医科学研究本部の医療関係者により開始された。この取り組みはステラケミファ(株)と住友重機械工業(株)のご理解とご協力により推進され、2009年3月 KURRI イノベーションラボ医療棟に BNCT 用加速器中性子源システムが完成した。その後、本システムの医療装置としての認可をえるため



BNCT 直前 BNCT(3回照射) - 5ヶ月後

写真-1 BNCT の臨床的特徴

ホウ素薬剤を高濃度に取り込んだがん組織は壊滅し、正常皮膚組織は保存再生されている。重粒子線を含む従来の放射線では両組織の破壊は同程度起こり、一般的には皮膚組織は壊滅壊死状態に陥る確率が高い。(一門照射の場合を仮定)

* Akira MARUHASHI 京都大学原子炉実験所 粒子線腫瘍学研究センター 中性子医療高度化研究部門 教授

の治験開始に向けた手続きが進行中である。

以降、BNCT の特性、BNCT の臨床研究・研究施設の概要、BNCT 用中性子源の現状について述べる。

1. BNCT の特性

KUR では重水設備を利用して BNCT を実施している。重水設備では、炉心で発生する平均エネルギーが 1 ~ 2 MeV の速中性子をさまざまのエネルギーレベルに減速することが可能であり、熱外中性子及び熱中性子などによる照射が可能である。

中性子照射場はガンマ線との混在場である。これは従来の治療用放射線である X 線や陽子線並びに炭素線と異なる特性である。中性子はガンマ線とは線質が異なり、生物学的効果を評価するための共通した物理量（例えは物理的吸収線量）を持たない。このため、それぞれ区別した量的評価が必要となる。特に中性子についてはエネルギースペクトル（エネルギー群別のフラックス）の定量が求められる。また、体内における反応もたいへん特異的である。中性子照射の場合、体内に生じるさまざまな核反応（散乱反応、核変換反応、捕獲反応等）分布の分別定量を基にした電離密度分布解析が治療利用の基礎的課題となる。BNCT での体内に電離を引き起こす反応を下に概説する。

1-1 热中性子及び热外中性子照射により生じる主な生体内反応

①热中性子（エネルギー領域：~0.5eV）

^{10}B 薬剤を投与された生体内における主な核変換反応は、

| 核反応 | Q(MeV) | 断面積(b) |
|--|--------|--------|
| $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)^7\text{Li}$ | 2.791 | 4010 |
| $^{14}\text{N}(\text{n}, \text{p})^{14}\text{C}$ | 0.626 | 1.75 |

である。また、中性子捕獲反応は

| γ 線エネルギー(MeV) | 断面積(b) |
|--|--------|
| $^1\text{H}(\text{n}, \gamma)^2\text{H}$ | 2.23 |

である。

$^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)^7\text{Li}$ 反応において 96% の ^7Li は励起状態にあり、0.48MeV のガンマ線を放出し

て基底状態となる（残りの 4 % は直接基底状態へ）。生成された α 線の飛程は約 9 μm で Li 線のそれは約 5 μm であり、それぞれ反対方向に飛翔する。それらの走行距離の和はおおよそ細胞の径であり、この ^{10}B の反応の影響範囲はほぼその細胞のみとなり細胞特異的反応である。 α 線と Li 線の平均の LET は共に 160 ~ 170keV/ μm であり、放射線の中で最も効率的に細胞死を引き起こす。 $^{14}\text{N}(\text{n}, \text{p})^{14}\text{C}$ の結果としての陽子線の飛程及び LET はそれぞれ約 10 μm 及び 50keV/ μm 、 ^{14}C 線のそれは 0.3 μm 以下並びに約 150keV/ μm である。これらも細胞殺傷能力が強力な放射線であり、その反応の影響もほぼその細胞のみにとどまる。

②热外中性子（エネルギー領域：0.5eV ~ 20keV）

このエネルギー領域の中性子は生体内において水素や酸素との弹性散乱及び非弹性散乱（ γ 線発生）により急速に熱中性子化する。反跳陽子は 10keV 中性子の場合平均 5 keV であり、LET は 20keV/ μm 程度である。反跳酸素は 10keV 中性子で 1 keV 以下となり飛程が短く DNA に作用する確率（DNA 体積/細胞体積）は小さいが、LET は約 100keV/ μm で生物学的効果は高い。熱外中性子による照射でも、体内において減速され熱化した中性子は上記の反応を引き起こす。

体内に形成される線量分布は ^{10}B 線量分布が特徴的であり、2 ~ 3 cm 深部にピークを持ち、6 ~ 7 cm 深部でピーク線量の約 1/4 程度となるものであり、この減弱パターンは照射野面積やホウ素薬剤濃度比に依存する（図-1 参照）。この図には正常組織への深部線量分布や弁別評価されたガンマ線量分布、 $^{14}\text{N}(\text{n}, \text{p})^{14}\text{C}$ 反応線量分布及び $^1\text{H}(\text{n}, \text{n})^1\text{H}$ 反応線量分布を併示している。

BNCT において期待される医療的効果を与える第一の因子は $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)^7\text{Li}$ 反応である。この反応の結果としての癌細胞選択的障害が実現される（図-2 参照）。この反応以外の効果を無視できる照射場を形成するためのハード並びにソフトの確立が求められる。その第一要因は ^{10}B の体内分布、わけても腫瘍内濃度と正常組織内濃度の差別化である。これまでの臨床研究から、両者の比がおおよそ 2.5 以上であり、

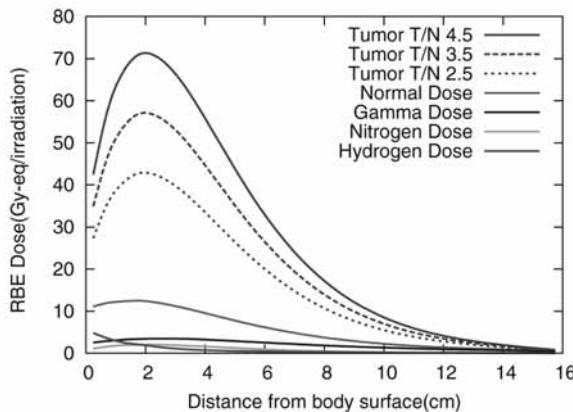


図-1 ファントム特性

体内に形成される¹⁰B線量分布は2~3cm深部にピークを持ち、6~7cm深部でピーク線量の約1/4程度となるものであり、この減弱パターンは照射野面積やホウ素薬剤濃度比に依存する。この図には、正常組織への深部線量分布や弁別評価されたガンマ線線量分布、¹⁴N(n, p)¹⁴C反応線量分布及び¹H(n, n)¹H反応線量分布を併示する。

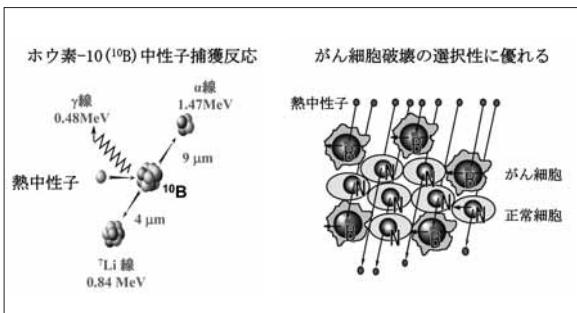


図-2 ホウ素中性子捕獲反応とホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の細胞選択性

治療線量照射において、¹⁰B薬剤を選択的に高濃度に取り込んだがん細胞中では¹⁰B(n, α)⁷Li反応は10個程度生じると推測される。この反応で放出された α 線と⁷Li線がDNA(細胞中に占める割合は1/300~1/1000w%)に障害を引き起こし、細胞破壊の引き金となる。細胞中に反応が10個程度生じる状態では、その組織(がん組織)が壊滅される確率はほぼ1になるが、その半分以下では幹細胞の生存により組織(正常組織)は回復再生する可能性をもつ。

深度が6.5cm以下であればその症例について治癒に持ち込むことが可能であることが結論されている。この条件下においては、正常組織と腫瘍組織とのDVH(Dose Volume Histogram)の差は大きく、正常組織の機能を損なうことなく1回大線量の照射が可能となり、BNCTに必要な照射回数は1ないし2回である。これはBNCTの特徴の1つである。BPA-BNCTでは正常組織と腫瘍組織との¹⁰B濃度比はホウ素薬剤BPAに¹⁸Fを標識することによりPET(陽

電子断層撮影)検索することが可能で、¹⁸F-B PA-PETによりその治療対象が治癒可能であるか否か(BNCTが適応か否か)の事前判定が可能となる。さらに、上記したDVHの大きな差による1回高線量照射が可能であるBNCTは、治癒対象ではない症例についても疼痛軽減を実現するなどの緩和ケア式としても有効に機能する可能性がある。

以上の特性から、近い将来BNCTががん治療戦線の重要な一員になることは確実と思われる。この場合、がん組織・細胞へのホウ素薬剤の輸送システム(B-DDS)の革新とともに治癒可能な最大深度が不十分であるというBNCTの弱点を補うための研究(他の放射線との併用など)が重要である。

2. BNCTの臨床研究・研究施設の概要

現在、我が国においてBNCTの臨床研究を実施できる施設はKURRIのみである。ここでは、日本のBNCT症例数の8割以上を占めているKUR-MGの臨床研究に関する現状と課題の概要を述べる。

2-1 概要

図-3に1974年度から2011年度までのKURでの年度別、部位別照射回数を示す。その総数は315症例である。今年度上期(～7月)までの症例数は72症例(総数387症例)である(東海原研機構JRR-4施設での50症例を加えたKUR-MGの症例総数は437症例)。このうち2002年度まで主に使われていた熱中性子による症例数は85症例で、その後も数例のMLMに対しても熱中性子が用いられている。現状、2001年の12月から使用されるようになった熱外中性子による照射が主で、これによる症例は全体の8割を超える。この熱中性子から熱外中性子への契機となったのは、写真-1に示した悪性再発耳下腺がん治療で示されたBNCTの驚くべき能力である。これはBNCTの歴史的転換点となった。病巣は数cm径に亘って皮膚外に露出し腫瘍容積は0.5リットルを超えるものであった。図-2に示したように、熱外中性子照射で体内に生じる¹⁰B(n, α)⁷Li反応による深部細胞障害確率曲線から期待される治癒可能最

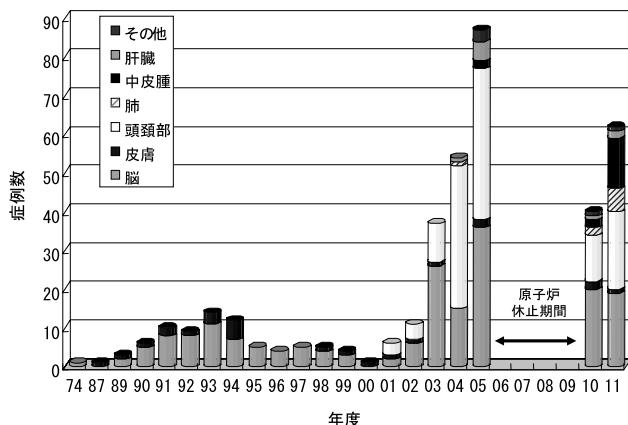


図-3 京都大学原子炉実験所での臨床研究症例数の推移

京都大学では1974年度から研究用原子炉からの中性子を利用したBNCTの臨床研究を開始している。2001年度より非開頭で照射ができる熱外中性子による臨床研究を開始し、2011年度までに約300症例のBNCTを行っている。2006年度から2009年度までは、原子炉の休止のため中断していたが、2010年度より臨床研究を再開している。脳腫瘍と頭頸部腫瘍が症例数の多くを占めている。

大深度は約6.5cmである。最初の症例に対する安全的配慮から最初の付与線量は低く抑えられることもあり、この患者さんには1年の間に計3回の照射が施され、その後約4年間完全退縮(CR)状態であった。この症例によりBNCTの特性が余すところなく示されている。一門照射にもかかわらず、露出していた病巣部を含めた皮膚は増殖進展し、まったく正常(と判断できる)状態に再生した。これは従来の放射線治療(粒子線治療を含む)の常識をまったく覆すものである。これを契機に、神経膠芽腫に対しても非開頭条件下での熱外中性子照射がスタートした。図-3に示したように以後、急激な症例数増と適応組織拡大が取り組まれた。図-3に示した症例部位別には脳腫瘍と頭頸部がんがそれぞれ約4割である。2011年の棒グラフでは中皮腫の割合が増加している。これはBNCTの優れた特性に基づき、選択可能な症例としてKUR-MGが重点的な取り組みとすることによるもので、昨年7月には「悪性胸膜中皮腫に対するホウ素中性子捕捉療法の多施設臨床試験」がスタートしている。

2-2 KURにおける治療技術の現状

現在の臨床研究展開の位相(Phase)は「安全な照射量の評価と線量増加」を主課題とし、「腫瘍組織の制御率と正常組織の余病発症率」

の視点からBNCTの統計的優位性を示す適応範囲を明らかにする段階にきている。このためには少なくとも現在の10倍程度の症例が必要であると思われる。これを速やかに実行するため、施設数の増加とともに技術的高度化の課題がある。その根本は¹⁰B線量、組織構成元素核反応線量、速中性子反跳核線量、ガンマ線線量が混在する場の高精度測定に基づく効果量評価である。これは投与線量分布最適化計画(Treatment Planning:以下、TP)、TCP(腫瘍制御率)/NTCP(正常組織余病発生確率)の評価などの基礎であり、今後のBNCTの科学的信頼性と高度化を確立する課題の中心にある。BNCTには主に医学物理学、放射線生物学、放射線腫瘍学、薬学及び核医学が関与する。これらに関連する分野別的研究課題を抜粋する。

2-2-1 医学物理的課題

- (1)(n, γ) 弁別強度測定と線質別線量率測定並びに測定装置
- (2)体内線量に影響する反応特に¹⁰B(n, α)⁷Li、¹⁴N(n, p)¹⁴C反応の体内分布測定法(PET応用課題)

以上の課題は照射中のリアルタイム測定及び二次元、三次元分布測定を追及する。

- (3)人体三次元画像データによる対話型TP計画システム
- (4)個人別の照射場形状(体位固定)の最適化技術と最適コリメータ

2-2-2 放射線生物的課題

- (1)細胞周期と薬剤の細胞内動態とBNCT効果
- (2)腫瘍コード内不均質性、浸潤細胞の性質など取り込み薬剤濃度の細胞差異依存性

2-2-3 放射線腫瘍学的課題

- (1)薬剤クリアランス、薬剤T/B(Tumor/Blood:腫瘍対血中薬剤濃度比)、薬剤N/B(Normal Tissue/Blood:正常組織対血中薬剤濃度比)の個体差及び組織・臓器差とT/B、N/Bの実測
- (2)DVHの評価とTCP、NTCPの科学的算定
- (3)GTV(画像として描像された腫瘍体積)とPTV(治療計画における腫瘍体積)のマーキング基準

2-2-4 薬学・核医学的課題

- (1)新がん特異性ホウ素薬剤（高濃度に必然的な大量投与における毒性）
- (2)¹⁸F-BPA-PET 画像とホウ素薬剤投与量の相関
- (3)¹⁸F-BPA-PET 画像と細胞内ホウ素薬剤量の相関（組織内分布とがん細胞内濃度）

3. BNCT 用中性子源の現状

図-4 に KUR で利用可能な熱外中性子モードで形成される照射場のエネルギースペクトルと熱外中性子フラックスを示す。この熱外中性子は 1 eV–100eV に幅広い岡状の分布を持つ。このフラックスでの患者さんへの照射時間は照射最大深度や薬剤 T/B により約45分から90分である。

BNCT 用 RNFNS の持つさまざまな規制と原子炉であるという感情は BNCT の普及に大きな制約となっている。この状況を開拓するために、KURRI では BNCT 用加速器中性子源の開発を行った。ステラファーマ㈱と住友重機械工業㈱との共同開発により 2008 年 10 月熱外中性子発生システムが完成し、2009 年 3 月放射線発生装置施設の認可を得、基礎データ取りのための運転が開始された。本装置は BNCT の普及を目指す医療装置としての認可を前提として建設された。本加速器は外部イオン源 H⁻ 加速サイクロotron

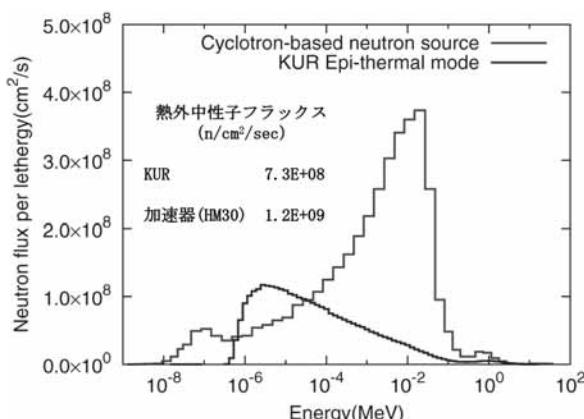


図-4 KUR と HM30 の熱外中性子の比較

KUR のエネルギースペクトルと熱外中性子フラックスを示す。この熱外中性子は 1 eV–100eV に幅広い岡状の分布を持つ。加速器 HM30 のスペクトルは 300 eV–20 keV にピーク状の分布を持つ。

であり、加速エネルギーは 30 MeV である。ビーム強度は 1 mA で中性子発生用ターゲットは Be (厚さ約 5.5 mm) である。この厚さは水素ガスによるブリスタリングと熱応力破壊を考慮し、30 MeV 陽子の Be に対する飛程 5.8 mm に対応させたものである。図-4 にこの加速器システム (HM30) が提供する照射場のエネルギースペクトルと熱外中性子フラックスを並示す。スペクトルは 300 eV–20 keV にピーク状の分布を持つ。2009 年 4 月以降現在までの同一のターゲットでの 3 年間でのビーム使用量は 1 mA 換算で約 190 時間 (本格的稼働において予定している年間使用量約 300 時間) であり、ターゲットとしての健全性は保持されている。この間、医療装置としての認可を受けるための治験開始に向け、動物実験を含むデータ採りを行うとともに認可申請をすすめてきた。

4. おわりに

KUR での BNCT の急展開により、加速器中性子源システムの開発、がん組織への有効な輸送方法を含む薬剤の開発、効果の評価に関する研究に多くの研究者の目が注がれるようになってきている¹⁾。緩和ケア法としても効果を発揮する可能性の大きい BNCT を、多くの待ち焦がれる方々へ一日も早くお届けしたいものである。

参考文献

- 1) 第 1 回日本中性子捕捉療法研究会邦文集、日本中性子捕捉療法研究会編、2003

◆◆◆ プロフィール ◆◆◆

1944 年埼玉県の用土村に生まれる。1964 年京都大学工学部原子核工学に入学。3 年生ころから放射線によるがん治療に興味を持ちつつ大学院博士課程を工学研究科に過ごす。1977 年筑波大学の臨床医学系放射線科に勤務し陽子線施設の建設と放射線生物医学的研究に関与する。約 20 年間主に陽子線医療に関与する。2002 年京都大学原子炉実験所に転勤した時がたまたま世界で初めての熱外中性子による耳下腺がんの治療期間中にあり、BNCT の特性に驚き以来高度化と普及に取り組む。(現職)

京都大学原子炉実験所 客員教授 (京大名誉教授)
(専門分野／関心分野)
医学物理士としての中性子治療研究 (中性子の医療的能力の全開を目指す課題) / 放射線・放射能の安全利用と人類 (肉体、精神)

東電福島事故後「社会化・国際化」された わが国の原子力を見つめて



宅間 正夫*

2011年3月11日の東日本大震災後、半世紀以上にわたるわが国の原子力は一気に社会・国際化された。それは、それまでの経済成長・エネルギー需要を追いかける生産者論理の社会や技術を囲い込んだ官民の専門家集団の存在などいわば国内視点の原子力から、折から起りつつある国民・市民主役の市民民主主義社会の中で、また人間の相互連携がグローバル化する国際社会の中で、わが国の原子力が議論され、評価され、選択され、決定されていくという新たな時代の流れの中に位置づけられるということであろう。こうした観点から、思いつくままにいくつかの論点を取り上げてみたい。

1. 我が国が原子力技術を保持し続ける意味を今一度考えよう

大飯原子力発電所の定期検査後の再起動を否とする声が未だに続いている。今夏の需給バランスという喫緊の課題に向けて再起動「是」の意見と、脱原発依存という長期的課題に向けての第一歩として再起動「慎重」の意見とが混交して問題を複雑にしているようだ。しかしここには原子力発電を「発電単価如何により容易に火力に代替ができる単なる発電の一手段」としか見

ない、とらわれた視野を感じざるを得ない。確かに、エネルギー資源を巡る熾烈な太平洋戦争が傷ましい原爆によって終止符が打たれた直後から原子力エネルギーの和平利用の理想を掲げて始まった原子力発電は、初めはお膝元の米国でも「原子力発電は火力発電のボイラーを原子炉に置き換えるだけ」と理解され、戦後の電力需要急増に対して電力会社の原子力発電の発注が急拡大した。このころニューヨークのど真ん中の既設の火力発電所に原子力を併置する計画があったくらいである。

電力会社にとって当時は経済性が最大の関心事で、1950年代初期には原子力のほうが安いとの見通しでいくつかの原子力プラントが造られ、北海油田発見前の英国では大規模な原子力計画が発表された。だがその後、原子力コストが思ったほど安くないこと、中東の安い原油が世界に出回ったことなどから、原子力ブームがスローダウン。しかし1960年代、米国オイスタークリークの驚異的な安さの原子力発電見通しによってふたたび原子力発注が始まった。しかしその後、米国では数々の初期トラブルや ECCS 機能問題、TMI 事故などを経て原子力の安全性が厳しく問われだし、「原子力発電は火力とはまったく違う」という認識が広がった。火力に代わる発電手段として最大の関心事だった経済性に対し

* Masao TAKUMA NPO 法人放射線安全フォーラム

ても、原子力発電に特有な外部経済の重要性に注目せざるを得なくなってきた。原子力は現代社会が直面せざるを得ない「科学技術と社会」の問題の嚆矢となったといえる。

こうした歴史を経た原子力発電を振り返ると、わが国でも当初は、戦後復興から高度成長期にかけての電力需要増に対処できる「豊富で安価な電気の発電手段」に過ぎなかつたが、二度にわたる石油危機に直面して原子力発電は「資源小国にとってのエネルギー安全保障」の位置づけとなつた。これはわが国が原子力開発当初から掲げていた「準国産エネルギー」としての意義を国際社会のなかで現実に実感した事態であった。さらに化石エネルギーに起因する地球温暖化問題から原子力は「3つのE (Economy, Energy, Environment) のトリレンマの有力な解決策」として位置づけられた。そして福島事故前、原子力が電力供給のほぼ3割に達したとき、わが国が原子力発電・原子力技術を保持する意義は、単なる「エネルギー安全保障」を超えて大きく変質したのではないか。誤解を恐れずにいえば、わが国にとって原子力は国際社会における国と国民の存立・生存にかかわる「国の安全保障」の位置づけになつた、といえよう。3割ということは「鼎」を支える3本足の1本ということである。資源大国の米国でさえブッシュ大統領が9.11テロの頃に、米国のエネルギー輸入増加を危惧して原子力発電を「国家安全保障」と位置づけて、「原子カルネサンス」として再生を図り、オバマ大統領に引き継がれていることを看過できない。

最近、原子力基本法に加わった「国の安全保障」という文言に対して、「さては核兵器開発か」という表層的な議論がでているが、筆者の言う上記の「国の安全保障」とは、「原子力が国の電力の30%を超えた

とき、原子力は今や国の経済・産業・技術基盤など国力維持のために欠くべからざる資産となつたことであり、同時に平和利用への徹底を通じて日本という国に寄せられた国際的な信用につながっている。そしてこの「信用」こそわが国にとっての「国の安全保障」である。たとえ減原発依存で比率が下がっても、原子力はわが国にとって資源調達力などのエネルギー安全保障と共に国の安全保障であることに変わりはない。そして、わが国の原子力開発は平和利用に限定することはいささかも変わっていない」ということである。3.11事故を踏まえて半世紀の発展過程で内在した原子力界の欠陥を正して抜本的な改革を成し遂げて国内外の信頼に応え、安全第一として「平和のための原子力」を進めることこそ、90億の人口の地球への貢献と考える。

さらに、アジア・東欧などこれから原子力発電を計画している国々の、「高い技術レベルを持つ日本はその反省と教訓をふまえ、ソフト・ハード双方で抜本的な改革を行って、必ずやより一層安全で信頼性の高い原子力技術を生み出すに違いない、だから日本の原子力技術に期待する」という声に応えていくべきだろう。と同時に、1953年の国連でのアイゼンハワー大統領の「平和のための原子力」に呼応するかのような2009年のオバマ大統領の「核兵器のない世界を目指す」核兵器不拡散・核テロ根絶を率先リードすることも、平和利用に徹して原子力技術を育ててたわが国のこれからの大きな役割であろう。

2. 「平和のための原子力」の倫理について

原子力関係者には、どうも開発当初から、原子力の周りに、端的に言って「生物としての“ヒト”が“生存”する自然環境」し

か見えていなかったような気がする。そのためか、放射能放出を伴う事故に対して“ヒト”に健康障害を与えないことを目標に、立地選定基準や深層防護思想などの安全対策の究極に「防災計画」を組み込んだ。原爆から派生した技術の故に、それを平和利用に転換するにあたっては、とくに“ヒト”への放射線障害防止を最高目標にしたように思われる。だから原子力の安全対策の究極に、他産業とは異なって“ヒト”的退避行動もごく自然に組み入れられて万全を期したものといえよう。

しかし平和利用目的の原子力施設が人間の生活に役立つためには、これらの諸施設は多少なりとも人間の住む地域に近づかざるを得ない。とすれば、施設の周りには「心を持った“人間”が“生活を営む”社会環境」があることを第一に意識すべきことだ。というのも、3.11事故で防災計画が発動されて退避を強いられたとき、人々は日常の生活を突然中断せざるを得なくなり、それによる人々への心身に与える影響は、退避によって軽減されたかもしれない放射線による健康障害を上回るものではないか、ともいわれているからである。

発電所が地域社会からの誘致を受けて国・企業がそれに応じたとき、発電所立地という公益に敢然と協力してくれた地域への感謝と、立地を契機に人が集まり地域が振興するという地域の期待、が生まれる。しかし一方で万一の発電所事故時にそれらを裏切る形で人々が生活の場を突然放棄せざるを得ない恐れが現実にありうるとすれば、それは平和利用の原子力発電には許されないことであり、原子力施設の立地における基本的な倫理の問題の一つともいえよう。

この意味からも将来の原子力発電は防災計画を必要としない、放射性物質の大量放出が起こりえないような適正な規模・適切

な技術を駆使したいわゆる本質安全炉であるべきで、その動きは既に次世代プラントに向けて内外で研究・技術開発と応用が進んでいる。

3.11以降脱原発と再生可能エネルギーの論議が盛んだ。策定中の新たな「エネルギー基本計画」では、2030年の原子力比率に「0%、15%、20~25%」の3選択肢が取り上げられている。0%は論外としてもしばらくは原子力が頼みの綱のひとつだ。その間にいずれのエネルギー技術も安全・経済中心に社会受容を目指して相互に競い合い、進化する。2030年以降の国内既設プラントのリプレースや原子力発電開発意欲の著しいアジア・東欧諸国などのプラントに採用されていくであろう。今回の事故を教訓に原子力も徹底して「平和のための原子力」のあり方の原点に立ち返ってその技術と思想を見直していく必要がある。

3. 「安全神話」と「危険神話」について

東電福島事故で「安全神話」への専門家の共同幻想が厳しく批判されているが、一方で社会は放射線・放射能に対する「危険神話」の共同幻想に陥っている。いずれもその根底には科学・技術の知識や現実を直視せず、心の中に自らの知識・常識のレベルでつくったイメージをあたかも真実のごとく錯覚してしまうことがあるようだ。

誤解を恐れずにいえば、専門家の側には技術への過信が「安全神話」の形で現われたことともいえ、それは今回事故を契機に徹底検証して改革すべきである。一方、この事故でそれが実態を欠いた本物の「神話」だったと気づいたとき、反動的に人々の心の中に過剰なまでの専門家への不信が生まれ、原子力に対する不安感とあいまって「危険神話」が社会に流布するのだろう。

そこに専門家にも社会にも「思い込んだが百年目」で周りの状況が目に入らず、焦点となる事柄のみが心の中に肥大して居座って容易に消えないという、心に関する共通の問題があるようだ。「放射線のリスク」に心が束縛されてしまうと、原子力をなくしたときの「広汎な社会的なリスク」を考える余裕すらなくなってしまうらしい。

「危険神話」に話を絞ると、科学技術を基盤として成り立っている現代社会では、科学技術にともなうリスクの低減に専門家はが最大限の配慮をしてもなおかつリスクゼロにはなりえないことは自明であり、人々はそれ相応のリスク感覚を持ちながら、他方で専門家の配慮に信を置かざるを得ないのが実態だ。しかしながら現在はそのリスク感覚を超えて「危険神話」の流布とでもいうべき状態になっている。そこには、自らの過剰なリスク感の正当さを裏付けたい人々が求める“偏った危険情報”を拡散するマスメディアの報道のあり方にも課題無しとしない。社会の健全さを維持するためにも公平公正かつ科学的合理的な報道がこういう事態にこそ求められるだろう。

世の中、次第に「自分のこと（利益、リスク）」しか考えない人が多くなってきており、社会が持ちつ持たれつの相互依存の中で自分も「公の立場」にある自覚が薄れてきている。これが民主主義の本質の一つであり、衆愚に墮していくおそれを内包するという。

福島事故から1年が経った。事態の収集と事故処理が進む中、とりわけ急がれるのが被災地のインフラ整備や環境などの復旧と除染を基本とする避難された方々の帰還と生活の再開であり、そのための瓦礫などの処理処分である。しかしそれを妨げているものの一つが全国的に広がっている放射線・放射能の「危険神話」である。特にやりきれないのは、原子炉事故に係る被災

地の人々、風評、瓦礫処理の受け入れなどに見られるいわれなき差別感情である。かつての原爆被爆にも見られたというこうした社会現象は決してあってはならない社会の歪である。自らの心に向けた理性による科学的合理的な自己検証が一人ひとりに求められるだろう。災害復旧における合言葉「絆」の意味を改めて考えたい。

「安全神話」と「危険神話」が生まれる背景に、合意点を見出すための相互努力を排除する「2項対立思考」があるようだ。それぞれの立場に固執した人々は、相互不信の挙句に相互対話もできず、「囚われた世界」の中でそれが最悪ともいえる解を選んでしまう、という「囚人のジレンマ」（武田徹氏）に陥るという。原子力「推進・反対」の対立もその一つ。低レベル放射線リスクのように科学者技術者では解が見あたらない、いわゆる「トランプサイエンス」の問題について、欧米の市民民主主義社会では国民・市民が関与して意思決定するさまざまな試みがなされている。わが国でも「エネルギー基本計画」の国民的議論では討論型世論調査を組み合わせた初めての試みがなされている。

「安全神話」について言えば、設計基本事象を超えるような「想定外」は起こりえないという共同幻想の背景にこれがあるようだ。原爆の痛ましい経験から米国は原子力平和利用にあたってしっかりした安全思想を構築してきた。その一つが「深層防護思想」。これは予想を超える「敵襲」に備えるための軍事用語から来ているといわれ、原子力安全に適用して「異常発生防止・拡大防止・放出防止・（設計基本事象を超える「想定外」の事象に対する）苛酷事故対策・防災計画」の5層からなる。そして原因・理由の如何にかかわらずそれぞれの層が機能しないと仮定する「前段否定」に立つ。これを厳密に守っていれば、「想定外」

に備えた第4層「苛酷事故対策」がもし機能しなかったとき（長時間の電源喪失・熱除去機能喪失）”、を考えておくべきだった。しかし「ここまでやっておけば十分」という規制・被規制双方に共通した「相場観」がブレーキになったのではないか。思うに米国の進化した安全思想を十分消化しなかったのかもしれない。明治時代の技術輸入における「和魂洋才」を思い出す。西洋の技術は早く欲しいがその扱い方は日本流に自分たちでやる、ということだろう。そこに技術への過信・慢心がなかったとはいえない。

***** プロフィール *****

電気工学専攻 現日本原子力産業会議顧問 東京電力原子力・火力の建設、企画、広報、立地部門を経験。元柏崎刈羽発電所長・取締役・監査役、元日本原子力産業協会（旧原産会議）専務理事・副会長、元日本原子力学会会長、日本工学アカデミー、比較文明学会各メンバー。3.11事故への自戒の念から、科学技術における人智の限界を垣間見つなお、科学技術基盤の現代社会において自分自身を含む市民・生活者に真に評価され信頼され受容される科学技術のあり方を模索する果てしなき旅の途中。人間が時の流れの中で自然と関わりあいながら築き上げてきた文化の原点に迫る民俗学が趣味（特に雷さんの民俗学）。

著書：「雷さんと私」三月書房（日本図書館協会選定図書）

「知ってナットク原子力」日本電気協会新聞部（共著）

AGD（平均乳腺線量）めやす盤 のご紹介

乳がん検診の信頼性を継続するには、精度管理を一定水準で継続することが最重要です。そのポイントは高診断付加価値画像の提供と、その画像を得る線量を技術的・経済的に許す範囲内で最少にすることです。

臨床の照射条件から正確な平均乳腺線量を計算で求めることは困難ですが、今回その平均乳腺線量を、簡単な方法で求める計算盤を㈱千代田テクノルが開発しました。それを用いると照射条件から平均乳腺線量が求まり、逆引きの平均乳腺線量から照射条件をも求めることができます。これを用いると照射条件と平均乳腺線量の関係が大まかですが、把握することができます。是非、可能な範囲で少線量での照射を実現いただければと思います。

その計算盤を「AGD めやす盤」として NPO 法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会様より提供されております。

是非“撮影の友”としてご使用いただければ幸いです。

AGD めやす盤の基礎データは(独)産業技術総合研究所で校正された電離箱(ワーキングスタンダード)を用いて、さまざまな線質・半価層・管電圧の組み合わせについて 1 mAs当たりの入射空中線量を測定し、そのデータを基に AGD めやす盤を作成しています。



価格 1,740円 1,500円(消費税込)+送料240円

お問合せ先：

NPO 法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会

TEL : 052-219-8166 FAX : 052-219-8165

E-mail : mmg.office.nagoya@comet.ocn.ne.jp

「土壤の力」と食糧の安全保障 – IAEA・FAO 国際シンポジウム –

元・原子力委員 町 末 男



食糧の安全保障

増え続ける人口は昨年遂に70億人に達した。貧困や食糧不足に苦しむ人達の数も減らない。食糧の確保は世界の重要な課題となっている。このような状況の中で、今年9月開催のIAEA総会の科学フォーラムは「食糧の安全保障」をテーマにする。それに先立ってIAEAとFAOは7月の23日から4日間「食糧の安全保障のための土壤技術」を議論する国際シンポジウムをウィーンで開催した。

筆者はIAEA在任中に食糧・農業部も所管しており、FNCA（アジア原子力協力フォーラム）でもこの分野を重要な課題として進めているので、依頼に応えてシンポジウムで基調講演をした。土壤改良における原子力の役割を紹介したい。

原子力技術で土壤研究

作物を育てるのには土壤は不可欠である。しかし地球の陸地の中で農業に利用出来る面積は僅か12%であるという。この土壤を壊さないで有効に利用し続ける事が大事である。

アイソotopeを利用して作物と土壤の関係を研究するのは重要な分野である。根粒菌はマメ科の作物の根に寄生して、作物の窒素固定を助け豆類の収穫を大きく増やすが、この機構の解明や窒素固定の効率を測定し、特定の作物に最適な根粒菌（ライゾビア）との組み合わせを決めるのにN-15がトレーサーとして用いられている。最近は原子力機構の高崎量子応用研究所がサイクロトロンを利用して作ったN-13, C-11, Na-22などのポジトロン核種をトレーサーとして使ってポジトロンカメラで炭酸ガス、食塩、窒素などの植物中の挙動が土壤との関係で研究し持続的農業に貢献している。

豊かな土壤を作る原子力技術

1. バイオ肥料

積極的に土壤を豊かにするためにも原子力技術が利用できる。その一つがFNCAでも成果を上げている「バイオ肥料」である。

作物の窒素固定を促進する根粒菌や磷の吸収を促進する菌根菌などを利用した「バイオ肥料」は作物の収穫を10%から50%も増やす事が出来る。これによって化学肥料の使用量を減らす事は、途上国の農家にとってはコストを削減できるメリット

がある。また、過剰な化学肥料による土壤の劣化や地下水の汚染などを抑制できる。

このバイオ肥料を普及させるには品質管理が大事であり、そのためには菌の培地（キャリアー）を放射線で殺菌する事が非常に効果的である事がFNCAの研究で明らかになった。既にインドネシア、マレーシア、フィリピン、タイなどがこの方法の実用化を進めつつある。

2. 下水汚泥を土壤に還元し質を高める

下水を浄化する際に発生する汚泥には作物の育成に必要な栄養素、土壤に必要な繊維物質が多く含まれているので、土壤に還元・利用しその質を高める事ができる。ところが汚泥は、サルモネラ菌、E-Coli菌など有害な菌で汚染されているために、そのままでは有機肥料として使う事が難しい。そこで汚泥を放射線で照射し、効果的に殺菌した上で、土壤に返す方法がいくつかの国で検討され、インドで実用になっている。これからも普及が期待される。



写真：照射して殺菌した汚泥を天日で乾燥させた後、集める作業をしている。集めた汚泥を農地に有機肥料として施用する（インド）。

3. 作物の成長促進剤

蟹や海老の甲羅から得られるキトサンに放射線を照射して製造出来るオリゴキトサンが農作物の成長を促進すると共に、耐病性を高めて収穫量を増やす事が、日本とベトナムを中心にFNCAプロジェクトで明らかになり、実用化が進みつつある。この利用で化学肥料、殺菌剤などの使用を減らし、収穫を高める事が出来、持続的農業の発展に役立つ。

農業の基本は土壤である。紹介したように原子力技術を普及させて、土壤を豊かにし、環境に優しい持続可能な農業の実現に貢献する事が期待される。

（2012年8月4日稿）

国際放射線防護学会第13回大会 (IRPA13)に参加して —英国グラスゴーでの報告—

金子 正人*

国際放射線防護学会（IRPA）第13回大会が、本年5月10日(日)から13日(金)まで、英国スコットランドのグラスゴーで開催されました。77カ国からおよそ1,500人が参加し、大会のスローガン“Living with Radiation—Engaging with Society”「放射線と共に生きる—社会とのかみ合い」のもとに議論し、おたがいの研究成果を共有することといたしました。

大会は、4年毎に開催され、第10回は、2000年に広島で、また、第12回大会は、2008年にアルゼンチンで開催されました。

グラスゴーは、スコットランドの首都エディンバラに比べ、最大の人口(75万人)を抱え、工業から文化、芸術の街へ変化しつつあります。クライド川の北側に発展してきており、会場のSECC（スコッティ

シュ、エクシビション、エンド、カンフェレンス、センター）も川辺にあります。

隣接して、総合競技場（National Arena）が建設中であります。学会参加者には、地下鉄、バスの無料バスが支給され、街の中心にあるジョージ・スクエアや、グラスゴー大聖堂等にも行けます。

1. プログラム概要

IRPA会長K.Kase(USA)および第13回大会会長R.Coates(元英國原子燃料公社)等の挨拶。シーベルト賞受賞者のR.V.Osborne(カナダ原子力公社)が、“トリチウムのお話”について講演。

科学プログラム委員長T.Lazo(USA)が、今回の発表を12領域に分類した説明。

リフレッシャー・コースを、毎日8時～9時まで、25科目の話題を解説。放射線の影響、医療被ばく、ステイクホルダー等々。

テーマ別的一般発表のほかにポスター・セッションで、月火、水木で2回の張替え。合計1,000点にもおよぶもの凄い量。

ウェルカム・レセプションが、グラスゴー・サイエンスセンターの1, 2, 3階を使って自由に交換。ワイン等々で歓談。

スコッティッシュ・イブニングは、古式豊かな元教会のOran Morで、軽食とスコッティッシュダンスを習う。同席したスロヴァキアのタチアナさんは、実家がベラルーシ



写真1 会場クライド・オーディトリウム
(会場受付、ポスター等は隣のビル)

* Masahito KANEKO 公益財団法人 放射線影響協会 顧問

で、チェルノブイリ事故の汚染地域で生活しているという。

Gala ディナーは、シスルホテルで約1,000人の参加者。スコッティッシュ軍服姿のバグパイプ演奏者の入場で開幕。

技術展示では、約100のブース。放射線計測器など、多くが出展。日本からは、タンゲステン合金入りのゴム防護服のみ。



写真2 スロヴァキアのタチアナさん（右）と筆者（中央）

2. 大会の課題と運用

ICRP の計画被ばく、既存被ばく、緊急被ばくに従って、特に福島事故に配慮してつぎの12領域で、プログラムが構成され、万事、巧く運用された。

- ①電離放射線の生物、健康影響
- ②測定と線量算定
- ③放射線防護体系の進歩と遵守
- ④ステイクホルダーの取り込み
- ⑤非電離放射線
- ⑥計画被ばく状況：産業、研究
- ⑦計画被ばく状況：医療
- ⑧計画被ばく状況：放射性廃棄物管理
- ⑨緊急被ばく状況
- ⑩既存被ばく状況
- ⑪環境の防護
- ⑫福島

アブストラクト、論文およびポスター発

表は、pdf フォーマットで、IRPA13 website (www.irpa13glasgow.com) に掲載されている。

3. 生物、健康影響ほか

O. G. Raabe の講演、“A New Look At Ionizing Radiation Carcinogenesis” (カリフォルニア大学、Davis) が、面白かった。Ra, Pu, Sr など多くの核種を動物に投与し、追跡調査した結果を紹介。蓄積線量には比例せず、生涯平均線量率に関係している。生涯がん発生率の増加は、オリジナルな1分間線量率に比例する等。現在の組織加重係数とリスクモデルは、日本の原爆被爆者で発生したがんタイプであり、放射線誘発がんには当てはまらないという。

ドイツ宇宙センター、ウィーン工科大学、ポーランド科学アカデミー共著の MATEROSHKA ファントム国際スペース・ステイションでの測定・評価発表。2004年から2011年まで4回のミッションで、TLD や Si 検出器などを上半身に埋め込んで測定。実効線量 0.59mSv/日、皮膚線量 1.30 mSv/日が得られたという。

展示とともに、ポスターで、ガンマ線遮蔽スーツの効用を近大原子炉と山本化学工業の発表。X 線防護服技術を応用して、

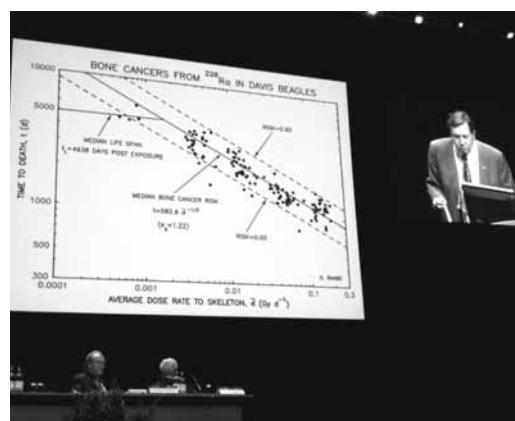


写真3 O. G. Raabe の講演

ゴム、タングステン合金で、ベスト、パンツなどを製作。¹³⁷Cs ガンマ線 4 mm 厚で 10% の遮蔽効果だが、現実の環境では 75% も期待されるといい、作業者が快適に作業することを願っている。

4. 福島事故関連

日本保健物理学会から、小佐古敏莊会長が全体像を、百瀬理事が環境および個人モニタリング、酒井理事が公衆の懸念、最後に、服部副会長が 4 回行ったシンポジウムからの提言（報告書）を説明した。

質問は、Twitter : #IRPA13JHPS、または電子メール : irpa13jhps@yahoo.co.uk で寄せられた。この運用は、質疑応答の時間短縮には、誠に効果があったと思う。

最終日には、福島事故後の教訓と課題として、元原子力安全委員長の松浦祥次郎が、非常時体勢、オフサイト・センター、安全文化、避難した住民の帰宅の問題について解説した。



写真 4 ジョージ・スクエア
(メイン・ストリートにある公園)

福島事故関連のポスターが 66 件あり、日本原子力研究開発機構 (JAEA) をはじめ、放医研、電中研、九州大学、金沢大学等から原発作業員、住民の線量評価、汚染地図、土壤分析、食品規制、ヘリコプター・車載

サーベイ測定などの発表があった。外国からはドイツでの内部被ばく測定、スペインでの環境試料測定、フランスでの環境測定 (¹³¹I, ¹³⁴, ¹³⁷Cs)、米国からチェルノブイリ事故との比較、英国の放射性ヨウ素モニタリング、ロシアの極東地域監視の報告があった。ベルギーでは、メディアの影響を調査し、2009 年と 2011 年で原子力賛成が 32% から 18% に減少、反対意見が 24% から 45% に増加。事故後 7 週間目、チェルノブイリ 25 周年で反対意見が急増したという。

D. J. Higson (オーストラリア) は、福島の教訓として、国際原子力事象評価尺度 (INES) でチェルノブイリと同じ、最悪の「レベル 7」とされているが、福島の場合、公衆にも作業者にもずっと少ない線量しか与えていない。INES 基準を大幅に修正すべきで、20mSv という参考レベルは、世界中で自然に受けて問題ない量であり、技術者は経験から学んでいるという。

5. 表彰と閉会

スウェーデン王立科学アカデミーの Gold Medal は、K. Eckerman (ORNL) (内部被ばく計算) に、ICRP 委員長の C. Cousins から受贈された。

Young scientists and professionals の入賞をめざして、18 の学会から推薦された



写真 5 R. Czarwinski 新会長の挨拶

若者のうち、1位がフランス（1000ポンド）、2位ドイツ（500ポンド）、3位ロシア（250ポンド）が賞金を獲得した。日本保健物理学会から推薦した谷幸太郎（東大、大学院）は残念ながら賞に入らなかった。

学会の理事は12人で4名改選。48学会18,000人の会員の中から209人の総代議員。米国保健物理学会4,895人の内27人、日本は804人の内7人が代議員。小佐古アジア・オセアニア放射線防護学会長は、惜しくも落選。欧州勢には、かなわなかった。

会長は、K. Kase(米国)からR. Czarwinski(独)に替わった。女性の新会長は、Young Professionalsを中心に教育、訓練の重視を、また、低開発国に重点を置くようにと訴えられた。

大会は、4年後の2016年5月は、すでに南アフリカ・ケープタウンに決まっていたが、8年後の2020年は今回の総会で、投票により韓国に決まった。政府観光局のコーリアン・ナイトの催しが功を奏したと思う。



写真6 次々回開催地（韓国）の応援をする
小佐古日本保健物理学会長（右）

おわりに

閉会式が終ったあと、松浦元原子力安全委員長らとグラスゴー大聖堂、および聖



写真7 左から グラスゴー大聖堂を訪ねる
松浦元原子力安全委員長、小佐古、
服部、谷

マンゴー宗教博物館（仏教、イスラム教など）を訪問した。

スコットランド銀行で、VISAカードで120ポンドを現金化したら、必ずあったエリザベス女王の顔のない20ポンド紙幣が6枚出てきた。ロンドンでは使えないと思い、グラスゴーで、急いで使ってしまった。

エリザベス女王即位60年といっても、街中は何も変わっていない。ロンドンではたくさんの国旗を飾って大騒ぎをしているのに、同じ英国でもスコットランドは別の国の人間だ。マーケットのレジの男性の言葉が、全く通じなかった。

5月20日(日)午前に帰郷したが、5月18日の午後、エリザベス2世の女王在位60年を祝う午餐会に出席された両陛下も20日の午後、帰国された。

ガラスバッジWebサービスへのお誘い

～*～以前使用していた方の再登録方法～*～

ガラスバッジ Web サービス画面にて、以前にガラスバッジの登録をされていた方を再登録する場合の操作方法をご説明いたします。

【ご注意！】 以前登録されていた方の「整理番号」を、現在、別の方が使用されている場合は、以下の操作では処理ができません。「新規追加」から処理をしてください。

【操作方法】 お申込先の確認・登録内容の変更>登録内容の変更>使用者の登録等

- ① 「ご使用者登録一覧」で表示対象を「全て」と指定し、「検索」をクリックしてください。

お客様コード：0133171000 株式会社千代田テクノル

整理番号： [] 表示対象： [全て]
個人コード： []
使用者氏名(漢字)： []
使用者氏名(フリガナ)： []

前方一致 部分一致
前方一致 部分一致

検索

- ② 該当者が表示されたら、「中止、休止、モニタ追加、変更等」をクリックしてください。
- ③ 「ご使用者サービス内容修正」の画面にて、使用者情報の「個別設定」をクリックしてください。

中止日： [] 休止日： [] ここで指定された内容は検索結果で表示された使用者全員に適用されます
変更前モニタ： [] 変更適用日： [] 変更後モニタ： [] 変更後装着部位： []

モニタ 個人コード 使用者氏名(漢字) 使用者氏名(フリガナ) 性別 登録開始日 登録終了日 中止日 休止日 行いたい処理を
105 30283357 千代田テクノル チダテクノル 女 2011/09/01 2012/01/31 2012/02/01 2012/02/01 連続休止 個別設定

- ④ スクロールダウンし「使用線量計情報」の「追加・変更開始日」、「追加・変更モニタ」、「追加・変更装着部位」をそれぞれ指定してください。使用線量計情報に過去の登録内容が表示されない時は、右上の「モニタ追加」をクリックし、「追加・変更開始日」、「追加・変更モニタ」、「追加・変更装着部位」をそれぞれ指定してください。
- ⑤ 右下の「入力完了」をクリックしてください。

| モニタ | 装着部位 | 登録開始日 | 登録終了日 | 中止日 | 休止日 | 追加・変更開始日 | 追加・変更モニタ | 追加・変更装着部位 |
|------|------|------------|------------|------------|-----|------------|----------|-----------|
| 1 FX | C | 2011/09/01 | 2012/01/31 | 2012/02/01 | | 2012/10/01 | FX | C |

モニタ追加 連続休止
入力完了 入力内容クリア 戻る

- ⑥ 「ご使用者サービス内容修正」の画面に戻ります。左下の「入力完了」をクリックしてください。

- ⑦ 「正常に更新されました」とメッセージが表示されたら、処理が完了となります。

★ 「ガラスバッジ Web サービスご利用ガイド～ご使用者変更等画面入力に関する説明～」を用意しております。ご希望の方は、下記メールアドレスまでご連絡ください。



【お客様お問い合わせ窓口】

●TEL：03-3816-5210 ●メールアドレス：garasu-nandemo@c-technol.co.jp

❖❖ 第1種放射線取扱主任者講習機関が関西に設置されました ❖❖

この度、大阪の財電子科学研究所において、第1種放射線取扱主任者の登録資格講習を実施することになりました。西日本にお住まいの方々には朗報だと思いますので、ぜひご利用ください。財電子科学研究所では、第1種放射線取扱主任者の講習だけでなく、下表に示す第2種・第3種の資格講習および定期講習も行っています。

詳細は <http://www.esi.or.jp/>をご覧ください。

| 平成24年度下期 財電子科学研究所の資格講習・定期講習のスケジュール | | | | | | |
|------------------------------------|---------|--------------------|---------|----------|---------|---------|
| | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
| 資格講習第1種 | 22日～26日 | 5日～9日 | 3日～7日 | 21日～25日 | 18日～22日 | 11日～15日 |
| 資格講習第2種 | | 20日～22日 27日～29日 | 18日～20日 | 15日～17日 | | 5日～7日 |
| 資格講習第3種 | 29日～30日 | | | 28日～29日 | | 18日～19日 |
| 定期講習 | 1日(大阪) | 13日(福岡) | | 18日(名古屋) | 15日(大阪) | |

注1) 資格講習はすべて大阪で実施する
 注2) 定期講習の開催場所は()に示す

編集後記

- 例年10月号の恒例となっている巻頭記事「原子力の日に思う」には、京都大学名誉教授中込良廣様に“原子力安全と核セキュリティ”としてご執筆いただきました。昨年の東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故にともない、原子力の安全論議や海外から見た日本の原子力利用について記述いただいています。
- “中性子捕捉療法の新展開を図る課題遂行の現状”ということで、京都大学原子炉実験所の丸橋晃教授にご執筆いただきました。正常な組織を温存し、有害な組織を効果的に破壊するなど、これからのがん治療法として、早期に一般にも利用できるようになればと思います。
- “東電福島事故後「社会化・国際化」されたわが国の原子力を見つめて”というタイトルで、NPO法人放射線安全フォーラムの宅間正夫様にご執筆いただきました。今後原子力技術を保持し続ける意味

について記述されています。この日本がどのように原子力と付き合って行くのか、今一度考える機会としてご紹介しています。

●英国スコットランドグラスゴーで開催された国際放射線防護学会第13回大会の様子を、公益財団法人放射線影響協会顧問金子正人様にご紹介いただきました。大会の中で12項目の議題があった中で、福島の事故についても議題のひとつとして取り上げており、世界各国においても注目されている事柄であることも書かれています。

●秋は紅葉が美しいです。私も写真が好きでカメラを持ち歩き、たまに撮影します。写真の表現は個人ごといろいろですが、私としては逆光気味の楓の葉を撮影するのが好きです。背景を黒っぽくすることで葉が際立ってきます。試しにチャレンジしてみてはいかがですか。

(T／N)

FBNews No.430

発行日／平成24年10月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐藤典仁 安田豊 中村尚司 金子正人 加藤和明 岩井淳 大登邦充 加藤毅彦
小林達也 篠崎和佳子 根岸公一郎 野呂瀬富也 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子 三村功一

発行所／株式会社千代田テクノル 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／株式会社テクノルサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円（本体381円）