



Photo M. Abe

## Index

|                                                                                                                   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| 2011年 3月12日 09:50 .....                                                                                           | 鈴木 敏和 | 1  |
| 「発展のために原子力を」 アジア原子力協力フォーラム大臣級会合<br>.....                                                                          | 町 末男  | 6  |
| 長期被ばくに関する対策を目的とした「地域協議会 (Local Forum)」の活動<br>～千葉県柏市及び流山市の挑戦～<br>… 飯本 武志、尾田 正二、藤井 博史、中村 尚司、染谷 誠一、飯泉 貞雄             |       | 7  |
| 生活環境の放射線とその測定<br>ガンマ線スペクトロメトリー .....                                                                              | 岡野 眞治 | 11 |
| 「2012国際医用画像総合展出展」のご案内 .....                                                                                       |       | 16 |
| 第 7 回 放射線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！<br>(The 7 th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring) ..... |       | 17 |
| 〔サービス部門からのお願い〕<br>ラベルを剥がさないで！ .....                                                                               |       | 19 |

2011年3月12日 09:50



鈴木 敏和\*

## 1. オフサイトセンター

2011年3月12日、午前8時10分、前日までに動作確認を済ませた放射線計測器材と医療資器材を積み込んで、迎いのヘリコプターに乗り込んだ。「全交流電源を失ったが直流電源は確保されており、電源車50台近くが現地に向かっている」、我々はその程度の情報しか持ちあわせていなかった。

手元の空間線量率計の指示は $0.05\sim0.08\mu\text{Sv/h}$ を推移しており、5km先から見た福島第一原子力発電所（以降、1F）は平穏そのものに見えた。1Fの西南西5kmに位置する経済産業省原子力安全・保安院の緊急事態応急対策拠点施設、通称オフサイトセンターに到着したのは9時50分であった。ここは環境放射能監視の要である福島県原子力センターや緊急被ばく医療施設を持つ福島県環境医学研究所に隣接している。

地震直後に非常用電源が立ち上がったものの、燃料ポンプ故障のため12日午前1時までオフサイトセンターは機能出来ない状況にあった。しかし、到着時点では総括班、放射線班、プラント班、住民安全班、広報班、運営支援班が既に編成されており、仕切りのないフロアでは東京電力や自衛隊そして各班がブロックに分かれて機能的な作業を行っていた。原子力安全委員会から参集できた事務官1名と現地対策本部長を加えた全体ミーティングは保安院の司会で定時間毎に行われていた。

ところが、インターネットや公衆回線、

携帯電話は勿論のこと、情報の収集や伝達の中核となるべき経済産業省緊急時対応センター（ERC）との専用回線は使用出来ず、時折繋がる衛星携帯電話が唯一の通信手段であった。一方、東京電力のブロックでは本店、免震重要棟、オフサイトセンターを結ぶテレビ会議システムが生きており、リアルタイムでの情報共有を行っていた。しかし、各班はそれぞれの任務に忙殺されており、1Fが全体としてどのような状況にあるか把握している者は少なかったのではないと思われる。

12時少し前、今後ベント作業を進めているという情報が入り、事前にバックグラウンドスペクトルを取得すべく屋外に出た。昼時でもあり、数人が外で弁当を広げ、タバコをふかしながら欠伸をする姿も見られた。スペクトロメータの指示値は $0.14\mu\text{Sv/h}$ であった。LaBr<sub>3</sub>シンチレータを搭載したスペクトロメータは、分解能こそNaI(Tl)シンチレータの2倍ほど良いが、La中の自己汚染により線量率は常時高めに出てしまう。ポケットに入れていた広レンジNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる指示値は $0.07\mu\text{Sv/h}$ であった。

周辺を少し調べると、1台の乗用車周辺だけが5倍以上の線量率を示していた。慌てて $\alpha/\beta$ 汚染サーベイメータを取り出すと、ボンネット上の表面汚染密度は $40\text{Bq/cm}^2$ を超えていた。

この乗用車はその日の朝、1Fから戻ってきたものであり、僅かではあったが、乗

\* Toshikazu SUZUKI 独立行政法人 放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター 被ばく線量評価部 外部被ばく評価室 室長

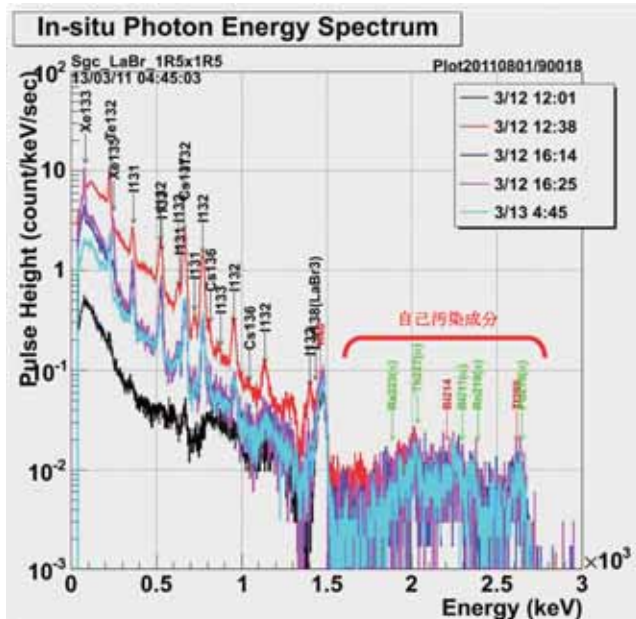


図1 オフサイトセンター上空のプルーム通過時における  
γ線スペクトル (放医研取得データ)

員からも表面汚染が検出された。風の影響か、最初バックグラウンドを測定した位置に戻ると、線量率は1桁近く上昇していた。図1は後に解析した空間γ線スペクトルの経時変化であるが、核燃料の破損の可能性を示す放射性プルームが上空を通過したことが記録されている。このスペクトルに基づき、現地対策本部長並びに保安院には、既に放射性物質が環境中に漏洩しており、核燃料が破損している可能性が高い旨、報告を行った。13時30分であった。

14時30分頃、テレビ会議を続けていた東京電力ブロック周辺で歓声が上がった。尋ねてみると、ベント作業が成功し原子炉の圧力が低下したとのこと。格納容器圧力が既に設計圧力を超え、このままベント困難であれば8～9時間後には発電所敷地境界付近で数Svの被ばく線量が予想されていたことなど、この時点では知る由もなかった。

## 2. 24時間前

2011年3月11日、14時46分、稼働中

あった1～3号機では地震に伴うスクラム信号により制御棒が全挿入されて核反応は停止した。しかし、外部電源に依存していた安全保護系は電源が喪失し、自動的に原子炉格納容器隔離信号が発信された。その結果、主蒸気隔離弁が閉じ、直前までタービンを駆動していた大量の蒸気が行き場を失うと、炉停止に伴って低下を始めた压力容器の圧力は上昇に転じた。

1号機では14時52分に非常用復水器2系統が自動的に立ち上がり、冷却が始まった。しかし、基準を超える急激な温度低下の兆候があったため、1系統は手でバルブが閉じられ、残る1系統のバルブ操作により冷却が継続された。

15時37分、津波第一波到達後10分で全交流電源が喪失すると非常用復水器は、フェイルセーフ機能により全バルブが自動的に閉じるシーケンスに突入した。しかし、バルブの駆動源がモーターであったことから、閉動作途上で駆動用電源も無くなった。

日本原子力学会の推奨データ（AESJ推奨値）によれば、原子炉停止直後、炉内の核分裂生成物が出す壊変熱エネルギーは熱出力の約6.2%と見積もられており、熱出力138万kWの1号機では約8万6,000kWの熱エネルギーが発生していたと考えられる。比放射能が高い核分裂生成物ではそれだけ半減期が短いことから、壊変熱は指数関数的に減衰してゆく。非常用復水器が停止したのはスクラム信号が発せられてから約50分後と推定されるため、その時点では壊変による発熱が未だ2万1,000kW近くあったと計算される。発熱量が熱除去量を上回る限り、熱エネルギーは蓄積される。閉め損なった非常用復水器のバルブから僅かに漏れ出る蒸気以外に熱を逃がす術は無く、事実上、その除去手段を失った。

その後、原子炉水位は14分間に60cmの割合で低下したと考えられ、同日18時15分には核燃料頂部が露出、20時00分頃には核燃料集合体全てが冷却水から顔を出す状況

に陥ったと考えられる。17時50分に1号機原子炉建屋二重扉前でGMサーベイメータが振り切れたという報告があるが、これは、既にこの時刻に遮蔽体となるべき冷却水から核燃料が露出していたか、燃料破損に伴うガス状放射性物質が格納容器内に充満していた可能性を示唆するものである。

線量の上昇に伴い、1号機原子炉建屋は21時51分に入室禁止となるが、その1時間半ほど前、建屋内では消火系配管から復水補給水系配管を経由した原子炉への代替注水ラインが手動操作により確保されていた。これは建屋の外にある消火用注水口にホースを接続して送水すれば直接原子炉に注水出来るもので、後に唯一の冷却手段となる消防車による注水に決定的役割を果たした。22時には1号機タービン建屋内1階北側二重扉前で1.2mSv/hの指示があり22時30分頃には同二重扉前で10秒間あたり800 $\mu$ Svを記録したとの報告もある。

翌3月12日午前2時45分、逃し安全弁による減圧操作を行っていないにも拘らず、前日20時07分に6.9MPaあった1号原子炉圧力指示値が0.8MPaに低下している事が確認された。

これは絶対圧で0.901MPa absに相当し、格納容器絶対圧指示値の0.84MPa absに近い。即ち、ここまでの段階で既に核燃料の溶融と圧力容器外落下が発生し、圧力が抜けたものと推測される。因みに格納容器の使用最大圧力は0.528MPa absである。

同4時23分、20分ほど前に0.07 $\mu$ Sv/hであった線量率が、原子炉南西側の正門付近及び南側のモニタリングポスト8番(MP8)で10倍近くまで跳ね上がり、4時50分、免震重要棟に戻った作業員からは表面汚染が検出された。

格納容器圧力は既に低下傾向を示しており、この時点から外部への放射性物質漏えいが始まったと推測される。12日5時46分には消防車による断続注水が開始され、現場が多忙を極める中、7時11分には菅総理大臣が視察に訪れた。

この際、総理大臣を現場に出迎え、その後オフサイトセンターに戻った池田現地对策本部長を乗せていた車が、オフサイト

センターで初めて汚染を認識するきっかけとなったのである。

### 3. 白 煙

12日15時45分頃、モニタリングカーで周辺の空間線量率を計測していたグループから伝令が駆け込んできた。1Fで通常の水蒸気放出とは思えない異常な白煙が上がったというものであった。その場に居た誰もが、その意味がわからず、ただ聞き流すのみであった。

やがて、テレビが爆発映像を流すに連れ、事態の深刻さが認識され始めた。その数時間後から、オフサイトセンターには疲れきった1F作業員の姿が散見されたため、入り口での汚染検査や簡易除染が開始された。(写真1)やがて、避難し損ねた住民や、体調を崩した作業員が訪れるようになると、本来の機能を発揮できないオフサイトセンターが想定外の役割を果たすようになった。決死の覚悟でベント作業に当たった当直長もオフサイトセンターに連れてこられた一人である。吐き気とだるさを訴えてはいたものの、個人線量計の積算値が106mSvと急性放射線症の発症には桁が違う事や、極度の緊張と責任感から一挙に解き放されたことによる体調不良であることを自ら冷静に分析しており、プロフェッショナルとしてのその姿勢には感銘を覚えざるを得なかった。



写真1 オフサイトセンター出入り管理

しかし、この水素爆発こそが、その後の行方を大きく左右することとなった。

海水注入に向けて準備を行っていた2号機、3号機の段取りは全て見直しを余儀なくされ、特に1号機においては、海水による代替注水開始直前に散乱した瓦礫等によりホースが損傷し、数百mの引き直しが必要となった。その結果、淡水の枯渇以降、6時間に亘って冷却が止まり、1号への海水連続注入が可能となったのは12日19時4分であった。

#### 4. 福島県環境医学研究所

放医研からは緊急被ばく医療の専門医と看護師も共に現地入りしており、住民が避難した川俣町へと救護活動に出発する直前の13日午前9時30分、1Fに向かうという陸上自衛隊の隊員にヨウ素剤を処方した。

このような状況の中、オフサイトセンターにおける本格的除染や表面汚染測定は不可欠と考えられ、13日朝より地震で使用出来なくなっていた福島県環境医学研究所の復旧を試みた。内部はすべてのロッカーが倒れて医療器具が散乱しており、除染設備は歪んでいた。水もなく、非常用ディーゼル発電機も燃料系に亀裂が入り、エンジンの下は重油溜りとなっていた。カバーを掛けられたホールボディカウンターや甲状腺モニタは出番を失ったまま放置され、高価な体表面モニタ2セットは無傷のまま眠っていた。

幸い、陸上自衛隊の全面的な協力が得られ、十数名の隊員が専任で復旧にあたるとともに、給水車を接続して除染設備を立ち上げることとなった。施設内にはサーバイメータも数多く残されており、これを使用した表面汚染検査体制の構築も試みた。これは当初の除染基準、「40Bq/cm<sup>2</sup>以上、又は11,000cpm以上」は日立アロカ製2インチGMサーバイメータに対して適用出来る値であり、自衛隊の装備品とは感度が異なったことに拠る。

同日午後ともなると、人の出入りが慌ただしくなり、オフサイトセンターはさながら前線基地の様相を呈してきた。周辺に明

かりは無く、ガソリンスタンドも開いてはいない無人の街で防災車両と軍用車両、そして1Fからの作業者を乗せたバスが行きかった。住民を誘導する警察も、救急搬送を担う消防もサーバイメータを持たず、報道以外では馴染みのなかった放射能に直面しながらも不安を押し殺して任務にあたっていた。

#### 5. 3号機水素爆発

14日朝までに環境医学研究所内は簡単な休憩や計測が出来る状況にまで復旧していた。

ホット・コールドの汚染エリア分割を終え、除染シャワー設備も給水車との接続を待つばかりであった11時30分、オフサイトセンターに戻ろうと正面玄関まで歩いて行くと、閉め切られた入口ガラス扉前で呆然と立ちすくむ自衛隊員6名を発見した。オフサイトセンター側からは大勢の人間がガラス扉越しに自衛隊員を見ているばかりであった。何かと聞けば、3号機で爆発があり、巻き込まれたとの事。1名は抱きかかえられ、出血も見られた。

この日、放水作業の先遣隊6名は中央特殊武器防護隊長の指揮のもと、3号機に向かっていた。到着直後の11時01分、目の前の原子炉建屋上部が突然爆発、激しい爆風とともに巨大なコンクリート片が降ってきた。その一つは乗ってきた4輪駆動車を直撃し、運転席と助手席の間に落下した。反射的に車から飛び出した6名は、瓦礫と高い線量率のもとで生命の危険を感じながらも必死で脱出ルートを探した。たまたま、放置車両を発見し、付いていたキーを回すとエンジンが始動、急いで原子炉周辺から退避した。しかし、車両を構外に持ち出すわけにもゆかず、一旦、正門で全員が降りた。正門の外を見ると、資材を届けるために1Fへ来たものの、爆発で中に入れなくなった軽トラックが1台、停車していた。事情を説明して全員を荷台に乗せてもらい、オフサイトセンターへと戻ってきた。

ガラス扉前で出会ったのは、まさに、その時であった。放射性プルームが来る可能

性があり、扉を開けないよう連絡を受けていた入口係員は、忠実に指示を守っていた。

胸元にぶら下げていた広レンジサーベイメータから線量率高アラームが発せられたため、隊員の体に近づけると、10cmの距離で1mSv/hを超えた。緊急の除染が必要と判断し、各自2m以上の距離をとって環境医学研究所まで走ってもらった。偶然にも給水車との接続が終わった直後であったことから、全員に屋外での脱衣を指示した。しかし、タイベック下の迷彩服にまで完全に汚染が浸透していたため、ハサミで全衣服を切り裂いて除染シャワーまで誘導した。脱ぎ捨てられた迷彩服に残った個人線量計は、やがて次々と警報を発報し始めた。設定線量は20mSvであった。

## 6. テルル

希ガス、ヨウ素に次いで大量放出されるのが揮発性のテルルである。その大部分は $^{132}\text{Te}$ で、福島第一原子力発電所事故による放出量は $88 \times 10^{15}\text{Bq}$ と推定されている。テルルの体内動態は未解明の部分も多いが、 $^{132}\text{Te}$ は3.2日の半減期で壊変し、半減期2.23時間の $^{132}\text{I}$ が生成される。双方の半減期の関係から過渡平衡状態として存在し、一定の放射能比率で減衰するが $^{131}\text{I}$ 同様、 $^{132}\text{I}$ も甲状腺に蓄積される。吸入摂取の場合、 $^{132}\text{Te}$ は実効線量係数が $2.0 \times 10^{-9}\text{Sv/Bq}$ と $^{137}\text{Cs}$ の $39 \times 10^{-9}\text{Sv/Bq}$ に比して20分の1程度でしかない。しかし、放出量は $^{137}\text{Cs}$ の約6倍と推定されており、拡散や吸着によってこの放出量比が変化しないと仮定すれば、預託実効線量は $^{137}\text{Cs}$ 寄与分の30%程度を想定する必要がある。

全面マスクを装着していても、水素爆発に遭遇した自衛隊員の体内からはヨウ素、セシウムに加えてこのテルルが検出されている。吸入摂取時の実効線量係数は $^{131}\text{I}$ に比して3割に満たない $^{132}\text{Te}$ ではあるが、摂取量は上記を反映してセシウムよりも多く、線量評価上は考慮する必要がある。

なお、 $^{132}\text{Te}$ の1/27程度の放出量と評価されている $^{129\text{m}}\text{Te}$ は33.6日の半減期で $^{129}\text{I}$ となる。この $^{129}\text{I}$ の半減期が1,570万年もあ

ることから危険視する向きもあるが、気にする必要はない。仮に $^{129\text{m}}\text{Te}$ を10,000Bq摂取し、その全量が体内で $^{129}\text{I}$ に変わったとしてもその放射能は0.00006Bqに過ぎない。

## 7. おわりに

3月14日18時、周辺の線量率増加に加えて空気清浄設備の無いオフサイトセンターでは内部被ばくの可能性が指摘されて、福島県庁5階へと移動することとなった。保安院職員と各班の班長を除いて21時頃までには退避が完了した。1,863 $\mu\text{Sv/h}$ という、最大の線量率が記録されたのはその約1時間後であった。(写真2)



写真2 オフサイトセンターにおける空間線量率 (3月14日 夜)

### プロフィール

1953年、千葉市生まれ。北海道大学工学部原子工学科卒。

富士電機において中性子レムカウンタ、アモルファスシリコン半導体検出器、個人線量計、エリアモニタ等を開発。

Saint-Gobain を経て2003年より放射線医学総合研究所。現緊急被ばく医療研究センター 被ばく線量評価部 外部被ばく評価室長。

研究スコープは3次元位置有感型検出器、コンプトンカメラ、体外計測器、放射能測定装置。現在、多チャンネルCZT半導体検出器に没頭中。

## 「発展のために原子力を」 アジア原子力協力フォーラム大臣級会合

元・原子力委員 町 末 男



### アジア原子力協力フォーラム・FNCA とは ー 発展の経験を分かち合うー

FNCA は2000年に日本が主導して始めたもので、原子力技術を社会発展と福祉向上に利用するためにアジアの国々が協力する枠組みである。参加国はオーストラリア、バングラデッシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴリア、フィリピン、タイ、ベトナムの12カ国である。

発展途上の国々の共通課題をテーマにした10のプロジェクトを医療、農業、産業、安全、基盤整備などの分野で進め、その具体的な成果を社会の発展や福祉に役立てている。

### 第12回大臣級会合を開会した細野大臣

12月16日の第12回大臣級会合では細野豪志原子力行政担当大臣が開会挨拶をされ、事故を起こした原子炉の安定的な冷却を実現したので、今後は除染や廃炉などオフサイトの対策に全力で取り組むことを述べられた。

また、共通の重要課題である原子力安全向上に取り組むためには、経験の共有や共同作業が効果的であることから、FNCA の役割は一層重要になると強調された。



開会セッションで挨拶する  
細野豪志原子力行政担当大臣（右端）

### 各国は福島原子力発電所事故から学ぶ

今回の大臣級会合は東京電力福島原子力

発電所事故後初めての会議だったので、福島事故について特別セッションで議論した。各国の考えは津波から起こった過酷事故から自然災害の恐ろしさを学び、それに耐えるように、原子力発電所の安全を最大限に高めた上で、原子力発電を利用するというものである。

これから各国の急速な発展に不可欠な電力を、現実的に経済性が良く、大量に安定して供給出来るのは原子力発電しかないというのが一致した見解である。

### バングラデッシュは貧困から脱出するために

バングラデッシュは2億以上の人口を抱えているが、電力が不足し国民の半数は電気の無い貧しい生活を強いられている。オスマン科学技術大臣によれば最近ロシアの原子力発電所建設協力が決定し、2020年の運転を目指し、計画を進めるという。貧困の削減には電力は不可欠で化石燃料資源の少ないバングラデッシュにとって原子力発電は最も適した方法である。

人口13億人、GDP 世界2位となった中国は、発展のために電力供給量の増加は不可欠である。14基の原子力発電を運転中で27基を建設中であるが、福島事故後直ちに、これらのプラント安全を徹底的に確認した上で計画継続を決定した。

韓国は李明博大統領が9月の国連原子力安全会議で述べているように、安全を強化し、17年までに6基を新設する。11年10月に大統領直属の原子力安全委員会を設置した。

このようにアジアの国々は、発展と国民福祉のために必要な電力を作り出す最も現実的で安定供給可能な原子力発電利用を積極的に進めようとしている。日本は福島事故の教訓を生かして最高レベルの安全性を持つ原子力発電技術を作り出し、これをこれらの国々と共有する責任がある。

(2012年1月5日稿)

# 長期被ばくに関する対策を目的とした 「地域協議会 (Local Forum)」の活動 ～千葉県柏市及び流山市の挑戦～

飯本 武志\*<sup>1</sup>、尾田 正二\*<sup>2</sup>、藤井 博史\*<sup>3</sup>、中村 尚司\*<sup>4</sup>、染谷 誠一\*<sup>5</sup>、飯泉 貞雄\*<sup>6</sup>

## 1. 「東葛地区放射線量対策協議会」 発足の経緯とその活動

平成23年3月の東北地方太平洋沖地震に起因して発生した東京電力株式会社・福島第一原子力発電所事故により、同発電所から大気中へ放出された放射性物質は気流に乗って首都圏にも届き、降雨によって土壌に沈着、空間放射線量を上昇させた<sup>1)</sup>。千葉県北西部地域（東葛地区）の線量が比較的高い状況にあるとの風説が早い段階から流布し、その真偽ならびに健康影響を心配する市民から、自治体レベルでの信頼しうる線量測定及びその評価を要求する声が高まった。これを背景に、150万人弱の人口を抱える千葉県の東葛6市（柏市、流山市、松戸市、野田市、我孫子市、鎌ヶ谷市）が結束し、約1か月の準備・調整の期間を経て「東葛地区放射線量対策協議会（平成23年6月8日発足、会長：柏市長）」<sup>2)</sup>を設立した。6名の市長に加え、放射線防護分野、放射線計測分野、放射線人体影響分野の3名の専門家もこの活動に参画した。協議会では、まず、6市で統一した測定法による空間放射線量のマッピングと情報の共有を第一の目的に掲げ、活動を開始した。これは、ICRP（国際放射線防護委員会）Publ.111「長期汚染地域に居住する人々の防護」<sup>3)</sup>の第71項に記載された「地域評議会（Local Forum）」を具現するための初期形態の一つと理解できよう。情報の共有はもちろんのこと、意思決定の際の透明性の確保や利害関係者（この問題に関心をもったり、影響を受けたりするすべての個人、集団）の無用な混乱を防ぐための礎となる大変に重要な仕組みだと考えている。この活動は近隣自治体のモデルともなり、趣旨を同じくする評議会、検討会の設立、活動

の見本にもなったようである。平成23年7月8日には、この協議会の活動中間報告が公表された。中間報告書には、3人の専門家による東葛地区の放射能汚染の現状の評価、その人体影響に関する解説と共に、空間放射線量の測定方法・測定地点の選定基準（2kmメッシュで測定し、特に保育園・学校・公園等を優先することなど）について6市で統一してマニュアル化したこと、測定を継続し放射能汚染の全体像の把握（特に空間放射線量の高い区画の把握）を急ぐこと、高放射線量の区画における空間線量低減策を検討すること、各自治体が各施設等の実情に応じ優先順位を定め、費用対効果を勘案して具体的取り組みを順次進めること、などが盛り込まれた。その後、この協議会で合意した大枠に基づいた手続き・手順にしたがって6市がそれぞれの状況を鑑み、独自の政策により対策を具体化し実行していくステージに移っていった。早い段階で6市に共通する枠組みを策定したことで、相互の情報交換もスムーズになり、また国や県、東京電力に対する要請などの公式活動も、必要に応じて6市がまとまり、足並みを揃えて実行できた。このような地域協議会の枠組みに基づく自治体個別の対応として、次項では、平成23年12月末日現在までの柏市と流山市の具体的な活動と対策について紹介したい。

## 2. 放射線対策に関する各自治体の活動

### 2.1 千葉県柏市の活動と方針<sup>4)</sup>

#### ＜組織関係＞

- ・環境部内に放射線対策室を設置（8月19日）

#### ＜測定・除染作業関係＞

- ・市独自のよりきめ細かな空間放射線量の測定（高線量率ポイントの把握に注力）

\*<sup>1</sup> Takeshi IIMOTO 東京大学 准教授\*

\*<sup>3</sup> Hirofumi FUJII 国立がん研究センター 部長\*

\*<sup>5</sup> Seiichi SOMEYA 柏市役所放射線対策室長\*\*

\*<sup>2</sup> Shoji ODA 東京大学 准教授

\*<sup>4</sup> Takashi NAKAMURA 東北大学 名誉教授\*

\*<sup>6</sup> Sadao IIZUMI 流山市役所環境政策課長

\*東葛地区放射線量対策協議会 専門委員 \*\*東葛地区放射線量対策協議会 事務局長

(6月～)、市民による線量測定の補助と高線量ポイントに関する市民からの情報収集(簡易型空間線量測定器150台の市民向け貸出(11月～)、私有地の測定開始(希望者に対して市が測定)(11月～)、全ての市有施設(土地含む)の空間放射線量の測定と結果の公表(12月)、若年層の継続的な線量監視(幼・保・学校全135施設に線量計を配備(9月～)、同全施設に簡易型空間線量測定器を配備(12月～)、市内農産物の放射性物質測定(7月～))

- ・市立小中学校・保育園・幼稚園の砂場の砂の入れ替え(10月～;私立施設には実施補助金を用意)、プール水検査(5月～)、排水溝・吹き溜まり等の清掃(6月～)、校庭表土の剥離や掃きならし(7月～)、汚染土壌の敷地内埋設作業(7月～)、市内農産物の独自検査・学校関係の給食食材の独自検査(8月～;測定機材の新規導入)、除染実証実験実施(小学校1校:11月上旬)
- ・根戸地区の市有地における高線量ポイントのより専門的な対策のため、文部科学省、環境省、協議会専門家チームと四者連携を強化(10月～)

#### 《教育・情報周知関係》

- ・学校管理職臨時研修会(6月7日)の開催(市長が講師)
- ・柏市医師会医師等対象の情報共有会(11月4日、1月18日(予定))の開催(東葛地区放射線量対策協議会専門家が講師)
- ・保育園を中心としたミニ相談会の開催(7月～):(東葛地区放射線量対策協議会専門家及び柏市職員が参画)
- ・除染計画を策定するにあたり、市民からの意見を取り入れるため、公開パブコメ「柏市の除染を進める会」(11月21日、23日)を開催(市長、柏市職員、原子力研究バックエンド推進センター専務理事、東葛地区放射線量対策協議会専門家が参画)
- ・市民対象の健康相談窓口の開設(12月～)
- ・除染計画に関する市民からの意見募集(12月2日～12月8日)
- ・HP及び広報誌の強化(1月～)

#### 《その他、喫緊の課題》

- ・市民対象の被ばく検診(早期に実現できるように検討中)
- ・「放射性物質による環境の汚染への対処

に関する特別措置法」に関連した対応

- ・一般廃棄物焼却場で保管している高放射能濃度の焼却灰や枝草並びに側溝土壌、民有地の土壌搬出先の確保
- ・除染や放射線教育、放射線防護に関する市民活動との連携可能性の模索等

## 2.2 千葉県流山市の活動と方針<sup>5)</sup>

### 《組織関係》

- ・環境部環境政策課内に放射能対策室を設置(8月1日)

### 《測定・除染作業関係》

- ・市独自のよりきめ細かな空間放射線量の測定(保育園、幼稚園、学童クラブ、小中学校、公園など330か所)、結果の公表(6月～)、市内全ての小中学校、幼稚園、保育園、学童クラブで個人積算線量計による測定と結果の公表を実施(9月～)、市民への放射線量測定器の貸出し(11月～)、市職員の派遣による民有地の測定を実施(11月～)、放射性物質簡易分析機器を導入し、市内産農産物の検査開始(8月～)
- ・プール水検査、教職員によるプール清掃実施(6月)、全小中学校の校舎・体育館周りの側溝、雨水枡の高圧洗浄やバキューム処理清掃を業者委託により実施(夏休み期間中)、私立保育園で建物周りの側溝、雨水枡等の清掃を業務委託により実施(8月～)、保育園の給食献立表に産地を表示(8月～)、給食用食材の検査を実施(9月～)、一部の市立小中学校で保護者と協働で側溝や通学路の試験的な清掃作業を実施(7月～9月)
- ・公園の草刈り、清掃を実施(6月～7月)、7公園で天地返し等を実施(8月～)
- ・「通学路等における放射線量低減マニュアル」を公開(9月)、「流山市放射線量低減計画」を公開(10月)

### 《教育・情報周知関係》

- ・市民向け放射線講演会の開催(6月29日、7月2日):(放射線総合医学研究所研究員、東京理科大学教授が講師)
- ・保育園を中心としたミニ相談会の開催(8月～):(東葛地区放射線量対策協議会専門家及び流山市職員が参画)

### 《その他、喫緊の課題》

- ・15小中学校、6保育所の校庭・園庭の表土の削り取り(平成23年度未完了予定)
- ・市民対象の健康相談窓口の開設

- ・側溝汚泥及び汚染土壌の仮置き場確保
- ・「放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」に関連した対応
- ・ごみ焼却施設等で保管している高放射能濃度の焼却灰と枝草の搬出先の確保
- ・除染や放射能教育、放射線防護に関する市民活動との連携可能性の模索等

### 3. 協議会における放射線専門家チームの活動と役割

協議会の活動の軸が各市の対応へと移行し、よりきめ細かな対応が求められるようになるにつれ、電話や電子メールを用いての、専門家と市との個別の直接対話が日々繰り返されるようになってきた。このような水面下での各市と専門家チームとのやりとりは両者の連携を強化し、以下に紹介するようなより細分化された地域協議会活動を実現させた。

#### 3.1 保育園等の保護者相談会

協議会専門委員からの提案（協議会7月8日中間報告）に基づき、市立私立保育園児の保護者を対象とした小規模な放射線相談会を、柏市と流山市で合計25回（7月～12月末日実績）ボランティア開催してきた。市が指定する保育園に専門家チーム2～3名が夕方2時間程度、園内で待機。園児を迎えにきた保護者が、必要に応じて放射線に関する疑問や心配を専門家と共有し共に考える、井戸端会談的なイメージのミニ相談会である。事故発生から数カ月の時間が経過すると、市民、保護者の疑問、心配が非常に多岐にわたっていると実感された。シンポジウム形式の説明会では到底すべての疑問や不安に答えることはできない。また本当に切実で、自治体政策に必要な市民の声を聞くことは不可能である。フェイス・トゥ・フェイスでの正に草の根的なミニ相談会がもっともよさそうである。いままでに開催した保育園からいただいた保護者の感想によれば、園に待機している2～3人の専門家チームから、自分の疑問に答えてくれそうな専門家を選択し、じっくりと話ができる安心感もあり、大変に好評とのことである。この種の相談会では、特に地元深く根差した専門家（住居がある、実家がある、職場がある、など）の役割は大きい。心配ごとを自分自身のこととして共に、前向きに考えることこそ、実は最も

重要なことだからである。ICRP Publ.111第55項に「汚染地域の管理に関する過去の経験によれば、地域の専門家や住民を防護方策に関与させることが復興プログラムの持続可能性にとって重要であることが実証されている」とある。「地域の構成メンバーとして共に考え、一緒に活動する」がキーワードであろう。このボランティア活動は、保育園や保護者からの開催の要望がなくなるまで、できる限り継続する予定である。

#### 3.2 医療専門家及び教育関係者との連携

ICRP Publ.111 第61項に「公共の健康や教育を担当する専門家たちに“実用的な放射線防護文化”を普及させることも、長期的な防護方策を成功させる上で重要」とある。自治体行政チームと放射線専門家間の連携に、地元医療関係者と教育関係者が加わり、相互に有機的な関係を維持しつつそれぞれの役割を適切に果たすことができれば、対策活動はより強固になり、安定するはずである。この流れの一環として、柏市では、柏市医師会と柏市が共催する柏市医師会登録者全員を対象とした「放射線対策に関する説明会（平成23年11月4日）」に専門家チーム2名が講師として参画した（約90名。第2回説明会を平成24年1月18日に開催予定）。また、流山市では、流山市教育委員会が主催する小中の教員を対象とした「学校における放射線指導に関する勉強会（平成23年11月25日）」に専門家チームより1名が講師として参画した（約50名）。この大きな動きと連携の流れは、今後の長期的な対策の核になると位置づけしている。関係者の協力関係を大切に、さらに強固にしていきたい。

### 4. 今後の活動の展望

ICRP Publ.111 第33項に「（防護の）最適化は判断によって決定される性質のものであるため、最適化プロセスの透明性が強く求められる。」とある。意思決定の過程における利害関係者の関与も強調されている。何らかの意思決定のレベルが、国であれ、自治体であれ、忘れてはいけない大切な手続きである。

自治体レベルでの活動に加えて、市民ボランティアチームによる除染活動なども始まりつつあるようである。このようなボランティアチームとの連携も強化していきたい

と考えている。

放射線被ばくの問題に対して苦悩する市民全員が納得できる対応策を見つけることは本当に難しい。テキストに書いてあるほど論理的で単純なものではなく、完璧な正解が見つけられないまま、手探り対応で前進してきたというのが正に真実であり、現在もその状態にある。ただ、放射線量を減少させ、環境をできるだけ早くに元の状態の近くまで回復させて、国民、市民の安全を確保し、不安を解消したいと願っているのは、まぎれもなく関係者の総意である。機会あるごとに本協議会の活動を多くの方に紹介して、多くの皆さんのお知恵と技術を拝借して、状況の改善を図りたいと考えている。

## 5. 謝 辞

本活動に関し、ICRP 主委員会前委員の佐々木康人先生（日本アイソトープ協会専務理事）、現委員の丹羽太貫先生（京都大学名誉教授）よりご指導をいただき、また、保育園等における保護者相談会でも講師として参画をいただくなど、多大なるご協力を賜った。ここに記して、深く謝意を表します。

※本原稿は平成23年12月末日現在の状況と情報に基づいて執筆されています。

## 参考文献

- 1) 飯本武志、首都圏の汚染状況と市民生活への影響、保健物理；46(3), 219－222 (2011)
- 2) 東葛地区放射線対策協議会  
<http://www.city.kashiwa.lg.jp/980/higa-shinihondaishinsai/1138/index.html>
- 3) 日本アイソトープ協会：原子力事故又は放射線緊急事態後における長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用（仮題）（ICRP Publ. 111 日本語版・JRIA 暫定翻訳版）<http://www.jrias.or.jp/index.cfm/6,15092,76,1,html> (2008)。
- 4) 柏市ホームページ 放射性物質・放射線量関係  
<http://www.city.kashiwa.lg.jp/980/higa-shinihondaishinsai/1138/index.html>
- 5) 流山市ホームページ 放射能対策室  
<http://www.city.nagareyama.chiba.jp/section/houshanou/index.html>



写真左から、宮島芳行流山市子ども家庭部次長(兼)保育課長、飯泉(流山市)、飯本(東京大学：放射線防護、放射線計測)、藤井(国立がん研究センター：放射線人体影響、医療)、尾田(東京大学：放射線生物影響)、染谷(柏市)(流山市の保育園にて)

# 生活環境の放射線とその測定

## ガンマ線スペクトロメトリー



岡野 眞治\*

### はじめに

よく知られているように、われわれの生活環境は宇宙線、天然放射性物質に基づく放射線による被曝を受けている。さらに、20世紀後半は原子力利用に伴う人工放射線が加わっている。21世紀の昨年(2011年)3月福島原子力発電所の事故に伴い生活環境の放射線の様相、対応は新たな時代を迎えることになった。

環境のバックグラウンド放射線(生活環境の放射線)に関する内容は多岐にわたり、ことわざに、『敵を知り己をれば百戦危うからず』とあるが、環境放射線に関する情報をとらえる測定にあっても、このことわざは生きているといえる。すなわち、環境放射線情報を的確に捉え、一方、これを測定する測定手段の選択と内容を把握して測定を行うことによって、的確な情報を得、正確な判断を下すことが必要となった。一般に、この両者(放射線情報と測定手段の内容)の理解が十分でないため多くの誤解や、ときにはあやまった情報もたらされる場合がある。

環境放射線測定では3つの柱がある。すなわち、時系列測定、場所地域による差、そして放射線の中身の把握である。

ここに紹介する内容は、約半世紀にわたって行ってきたガンマ線スペクトロメトリーによる環境放射線に関する研究開発、実地測定を通して次第に解明されてきた事柄と今後の問題点について解説し、環境放射線に関する理解を深める助けとしたい。

### 環境放射線に関する研究の流れ

環境放射線に関する研究の流れは、第二次世界大戦前と戦後とに大別される。すなわち、戦前(1940年以前)における環境放射線の研究は、放射線特性として宇宙線成分の把握と、環境に存在する天然放射性物質からの放射線に関する研究や観測が主流であった。また、測定手段の中心は電離箱による電離イオンの測定、放電管による計数、写真乳剤の利用などが主で、電離箱での測定は照射線量、放電管では主として粒子束密度、乳剤では吸収線量が測定されている。これらは、現在なお広く利用されている測定手段である。

戦後登場した測定器として、固体検出体による吸収エネルギーの測定で、特に電子装置との組み合わせによる固体内で作用した個々の吸収エネルギーのスペクトル測定が導入された。すなわち、1950年代に入ってその利用が顕彰され実用化された。特にNaI(Tl)シンチレータを用いたスペクトロメータは放射線、とくにガンマ線測定に対して画期的なものである。固体検出体を用いたスペクトロメータは、その後半導体検出器の実用化とともに20世紀後半の放射線測定の柱であり、これらの利用はドラマといえる。一方、積算線量の測定は写真乳剤から熱蛍光物質(TLD)、ならびにガラス素子に引き継がれ、現在広く利用されている。

環境放射線測定の流れの中でもっとも重要なことは、従来の電離イオン量の測定に

\* Masaharu OKANO

対して固体検出体を用いたスペクトロメータの導入であり、これにより、放射線について、量のための情報だけでなく質的内容の情報がとりいれられるようになったことである。

1970年代に入って原子力施設周辺の発電所から放出される気体による被曝量を年間5 mrem 以下とした ALAP の数値が討議にされた際、年間5 mrem が測定可能かとの質問に NY の HASL（現在は DOE の EML）の Dr. Harley がスペクトロメータによる測定により可能であることを肯定したのは、質的内容をとらえるスペクトロメータの利点を明確にした上での的確な答えであった。

1970年以降、環境放射線測定に固体検出器によるスペクトル測定が研究者仲間では広く採用されるようになっていく。

残念なことにはわが国では固体検出器によるスペクトル測定は限られたグループの採用でしかなく、スペクトルから線量換算による結果のための数値の採用が取り上げられ一般化するに留まった。

すなわち、スペクトルから放射線の中身を把握するハード・ソフトの普及が広く研究者仲間では採用しなかった。

環境放射線情報に関する情報は、第一は国連科学委員会の年次報告書で、この報告は2年～数年の間隔で報告がまとめられ、環境放射線ばかりではなく放射線影響についての研究ならびに議論をする場合には一読しなくてはならない報告書である。また、1963年に自然放射線環境（The Natural Radiation Environment）第1回シンポジウムが行われ、その後数年ごとに行われている（現在までに9回行われた）自然放射線環境に関するシンポジウムの報告内容は有用で、特に第2回の内容は環境放射線に関する研究の国際的な流れを知る上で大変役立つものである。

一方、わが国における環境放射線に関する研究は、限られた研究者間の交流があるのみで、一般に広くその内容が明確に伝えられていない面もある。断片的には学会誌ならびに「原子力工業」などの商業誌に紹介があり、その中からの情報が得られる。

しかし、多くの情報に対してある程度の予備知識を得ておかなければ、それらの内容を的確に把握できない場合がある。今回ここに示す内容も紙面の関係で十分でないと思われるが、環境放射線の知識を得るために必要な、着目すべき点として参考になると思う。

## 環境放射線の特性

最初に知らなければならないのは、環境放射線の特性である。すなわち、敵を知る必要がある。放射線の種類、エネルギーは多種多様で、場所場所において線束密度、入射方向、時間変動に差がある。しかし、これらをすべて知ることは、一般に不可能に近い困難なことである。このために、これらの把握のための多くの研究、測定器および測定法の開発が行われている。

一方、環境放射線は、主として荷電粒子成分である宇宙線と、環境に存在する放射性物質から放出されるガンマ線を主とする放射線に大別される。宇宙線成分である荷電粒子は、地表面付近においては、主として電子成分と $\mu$ 中間子成分で、電子成分（数10MeV 程度）は建造物によって遮蔽されるとともに、高いエネルギーに基づく寄与（シャワー現象）を伴う。

環境放射線の他のおもな成分として光子成分（ $\gamma$ 線）がある。これは環境に存在する放射性物質から放出される単色光子と環境物質によって散乱した散乱線（連続エネルギー光子）とからなり、環境放射線は、散乱線が多い点が放射性物質から放出される単色 $\gamma$ 線と大きく異なることに配慮し、測定方法や測定器を選択しなければならない。

環境放射線には、この他、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線が物質と作用した際の電子線など、MeV 以下のエネルギーの電子線があり、線量としてはあまり問題とならないが、測定器によってはこれらが寄与する場合がある。

## 環境放射線を測定する測定器

環境放射線を測定する測定器としては、

現在、多くの検出体・測定系が採用されている。この場合、どの測定器を利用する場合においても測定器の特性、すなわち己を知ることが大切である。測定器の特徴を現すのに多くの場合、(1)検出感度、(2)エネルギー特性、(3)方向別検出特性（方向特性）、(4)安定性、(5)再現性（精密度）などがあげられている。これらのうち、(4)、(5)の安定性、再現性はいかなる場合においても重要な内容で測定器を選ぶ場合もっとも大切である。通常これが保証されるために、校正線源（補正線源）などが利用される。

次に放射線の測定の場合、検出感度が高いことが要求される。とくに短時間に精度よく測定を行う要求のある時間変動や場所による差を的確に測定するためにはこの要求度は高い。一方、エネルギー特性、方向特性はよいことが必要であるが、異なる観点に立って、考える必要がある。私を含め海外の多くの環境放射線の測定にたずさわっている人たちの間で、しばしば話し合われることであるが、エネルギー特性、方向特性が一樣（フラット）であるかより、これが極端に異なる測定器、たとえば NaI (TI) シンチレータによる全計数率測定や細長い計数管は、それぞれの特性を考慮して利用し、有益な情報を得る点も着目している。もちろん照射線量率の決定、すなわち、従来から測定されている電離強度の測定の場合、エネルギー特性のよいものが要求されるのは当然といえるが、これは一般的な例にすぎない。先にも述べたように、環境放射線測定の場合、放射線の種類、エネルギースペクトル、方向分布を知ることがもっとも望ましいことである。

さらに強調したい点は、放射線の測定器、測定方法の内容を知った上で、環境放射線である相手を把握することにつとめなくてはならない。このことは、測定器が異なる場合、環境放射線のように複雑な内容をもつ対照は、しばしば異なる測定結果をもたらす点に注目してほしい。

## 環境放射線の測定はどうなっているのだろうか

すでに述べた内容は大切な考え方で、環

境放射線の測定にたずさわっている人たちが常に心にとめている、またはとめておかなければならないものである。すなわち、

- (1)現在測定しているのは何であろうか
- (2)測定器は何を測定しているのだろうか
- (3)得られる情報はどの程度の正確さがあるか
- (4)環境放射線に予期しない内容が含まれていないか

などについて気を配ることが大切である。

それでは、環境放射線の測定はどうしたらよいのか。また、現在どのようになっているのだろうか。これに対して結論が得られるわけではないが、一つの解答として放射線に関する情報を得る手段として固体検出器による吸収エネルギーのスペクトロメータを積極的にとり入れ、環境放射線の内容を把握することが最終的な目的と考えたい。

## スペクトロメータの導入

すでに述べたように、放射線の内容を把握する目的手段として、固体検出体を用いたスペクトロメータがある。たとえば、NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータがそれである。このスペクトロメータで目的の場所を容易に測定することができれば、環境放射線のかなりの情報が得られる。1950年代には NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータは数100kg 以上、数 kW の電力を必要とする真空管式の波高分析器を必要とした。しかしながら、1960年代に入ってトランジスタの利用によって、車で運搬可能な重量（100kg 程度）と 1 kW 以下の電力で野外測定が可能となり、次第に利用範囲が高まった。そして、1960年中頃からスペクトロメータによって野外測定が行われるようになった。

わが国における NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータの野外における測定は、1954年のビキニ事件がそのはしりであるが、本格的に行われたのは1960年より理化学研究所、立教大学、横浜国立大学らのグループによる関東、関西における野外バックグラウンド測定である。その後、主として理研において、球型 NaI (TI) (3"・

76.2mm) のシンチレーションスペクトロメータが導入され、1978年には信号情報をデジタル化して実時間の情報（リストモード）を収録する方法のスペクトロメータが開発された。このきっかけは1978年米国（ヒューストン、テキサス州）で行われた第3回自然環境放射線シンポジウムの際の国際野外測定において、各国の環境放射線に関する研究者間の比較測定に参加したことである。現在、この測定器はカメラ・GPSがリンクされ、海洋を含め原子力施設の事故に対応した環境放射線測定に取り入れられている。

さらに、環境放射線の測定では高エネルギー分解能の固体検出体を用いたスペクトロメータによって、環境の放射性核種の情報を明確に把握できるようになった。

今回紹介する内容は固定式ならびに可搬式の軽量（約10kg）球形シンチレーションスペクトロメータで測定した福島原子力発電所の事故にともなう環境測定の解析内容が中心である。

## 福島原発事故に対応

最初にも述べたように測定は、時系列の測定、移動を含め地域場所による放射線内容の把握で、それぞれスペクトロメータによる波高分布を解析し目的の情報を表現している。

スペクトロメータによる測定は、実時間で収録されるので膨大となるため、表現方法が課題となっている。通常固定点では10分間隔、移動測定では30秒のスペクトル情報が収録されており、必要なデータをまとめて解析することを行っている。解析はピールオフ（理研が開発し、メーカーによる市販ソフト）で、解析結果の内容は図で示され、結果に多くの内容が帳票としてファイルされている。ファイル内の着目内容はテキストファイルで表示するソフトを用意しており、必要情報を図表化している。

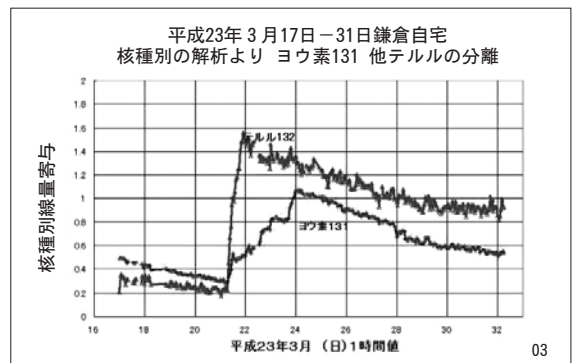
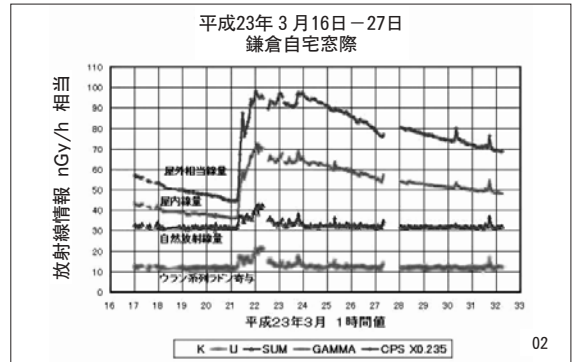
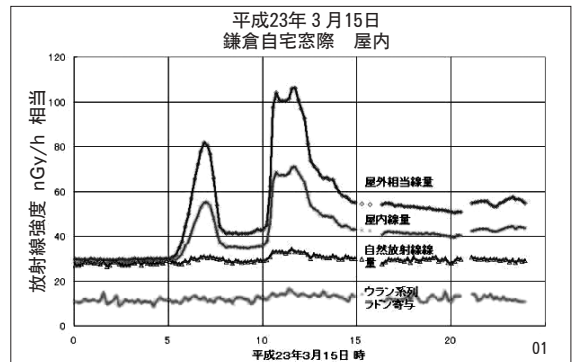
さらにGPSとのリンクにより多くの表現がとられている。第2図はその例である。

固定点（鎌倉の自宅）の測定では、原発事故に伴う環境放射線内容が的確にとられ

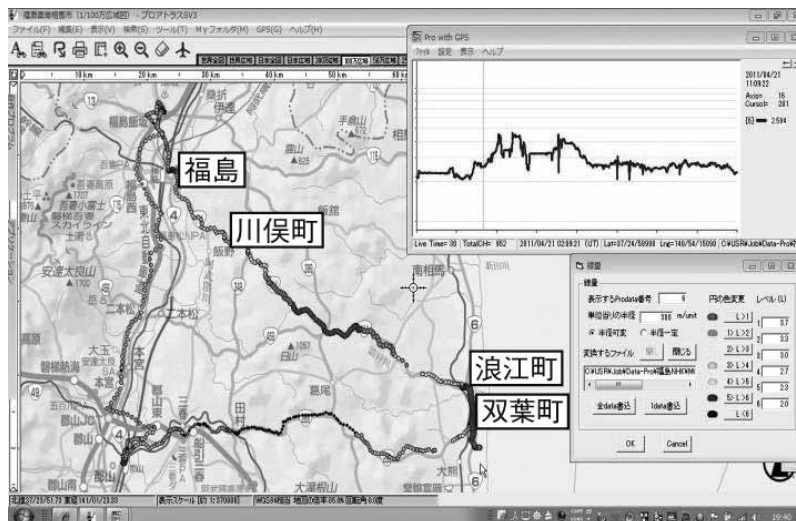
ており、移動測定では福島原発周辺の環境放射線内容が把握された。（第1図・第2図）このスペクトロメータは映像記録と実時間の波高値の記録がリンクされており、目的に応じ、表現している。

移動測定においては、解析による線量表現に変わり、計数の時系列が有用で単位時間（通常6秒）ごとの計数率を記録している。

映像表現ならびに体内測定の適用は機会があれば紹介したいと考えている。



第1図 福島事故時の環境放射線時系列変化



平成23年 4月30日福島県双葉町・浪江町・川俣町・福島市の走行測定例

第2図 野外測定解析結果

現在、福島原発事故に伴う多くの生活環境においてこれらの情報を収集しているが、数ある情報から言えることは

- (1)わが国における生活環境の放射線強度は十数 nGy/h～数百nGy/h の範囲で、それぞれについては測定してみなければわからない。
- (2)屋外における測定は、そのまま屋内の生活環境の放射線レベルを代表しているものでなく、建材や建築様式によって放射線量は異なる。とくに大都会においてこの傾向が顕著である。
- (3)多くの生活環境は、ウラン系、トリウム系、カリウムなどの天然放射性物質からのガンマ線に基づくラジウムの寄与が多い場合が見られる。また、煙感知器に含まれるわずかなアメリカシウム241が検出される例がある。
- (4)屋外においては、今回の事故によるセシウムが検出される例が多く見られる。
- (5)関東（東京周辺）においては、屋外に対して屋内、関西（大阪周辺）においては屋内に対して屋外が高い線量率を示し、屋内を主とした生活環境における線量率は、従来報告されている野外における線量率の差ほど大きくない。
- (6)車両内は通常線量率は低い。

- (7)木造家屋の場合、屋内、屋外の差は比較的小さい。
- (8)新建材の中にはラジウムのスペクトルが顕著な例がある。
- (9)生活環境（屋内、車内、事務所など）においては、通常のシンチレーションサーベイメータで得られる計数率はその場所のガンマ線線量率とほぼ比例する。ただし、校正常数はガンマ線スペクトル等による適切な方法によって決定する必要がある。とくに宇宙

線の検出特性の異なる電離箱、GM計数管と比較する場合は注意が必要である。

- (10)屋外においては、通常、屋内に比してガンマ線平均エネルギーは低くなり、シンチレーションサーベイメータで測定した値は大きめの値となる。
- (11)中性子の存在する環境の場合においては、中性子が環境物質に捕捉された際、放出される放射線（3～10MeV のガンマ線）が増加する。このため、シンチレーションカウンタにおける3 MeV以上を宇宙線寄与とする情報に誤りを生ずる。また、NaI(Tl)シンチレータは、ヨウ素の放射化が見られる場合がある。

現在、これらの情報は NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによって得られているが、なお情報収集に際し、データ内容の検討が必要である。今回示した内容が環境放射線の知識に役立てば幸いであるとともに、これらの的確な測定系が一般に利用され、環境放射線についての正確な内容と正しい判断に役立つことを願っている。願わくば極端な、一部の興味本意の内容や摘発などのために、この測定系が利用されることのないようにしたいものである。

## 参考資料

ICRU Report53 Gamma-Ray Spectrometry  
in the Environment

U.S.A. 1 December 1994

NCRP REPORT 50 1977

特集 空間放射線量測定法

日本分析センター

JCAC No. 32 14-27 1998

環境放射線測定の基礎 原子力工業

Vol. 21 1972 No. 1-9

放射線とのつきあい 岡野眞治

かまくら春秋社 2011年9月

## プロフィール

1926年鎌倉で生まれる。

戦中は海軍化学研究所に学徒動員、1948年  
理研仁科研究室勤務ペニシリンの検定業務  
ならびに放射性同位元素の配分業務に従事、  
RI 利用の普及、放射線測定器の開発、  
1954年ビキニ事件で海洋調査に従事、1990年  
チェルノブイリ現地調査、福島原発事故調  
査を含め環境放射線測定が専門、理研放  
射線・宇宙線研究室元研究員。

2回にわたり科学技術庁長官賞を受賞、理学博士。  
冬はスキー、夏はヨット。現在、音楽鑑賞  
と放射線関連資料の情報収集と整理。

## 「2012国際医用画像総合展出展」のご案内

桜吹雪が風に舞う頃、日本放射線技術学会等が開催されます。あわせて開催される  
「国際医用画像総合展 (ITEM2011)」ともども昨年は震災の影響で中止となりました。  
今年は2年分の気持ちをこめて、日頃ご愛顧を賜っているお客様にお会いできること  
を心待ちにしております。お馴染みの製品をはじめ、放射線治療分野においては新商  
品のご紹介もいたします。

お客様のお役に立てる製品の展示をいたしますので、学会へお出かけの際はぜひお  
立ち寄りください。

### \* 展示予定商品 \*

- ① 定位放射線治療装置：Cyber Knife Radiosurgery System
  - ② 高線量率密封小線源治療装置：マイクロセレクトロン HDR V3
  - ③ 放射線治療計画システム：Oncentra シリーズ
  - ④ 放射線治療計画支援システム：Velocity
  - ⑤ 前立腺癌放射線治療支援システム：Oncentra Prostate、OncentraSeeds
  - ⑥ 放射線治療用 QA 製品：3D ファントム、SuperMAX 他
  - ⑦ 粒子線（陽子線）治療システム：MEVION S250（薬事未承認品）
- 展示品内容は変更する場合がございます。

\* 開催期間 \* 平成24年4月13日(金)～4月15日(日)

\* 会場 \* パシフィコ横浜「弊社ブース：No.338」

\* 学術大会 \* 第71回日本医学放射線学会学術集会（平成24年4月12日～15日）  
第68回日本放射線技術学会学術大会（平成24年4月12日～15日）  
第103回日本医学物理学会学術大会（平成24年4月12日～15日）

（担当：医療機器営業部 丸山 百合子）

## 第7回 放射線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 7th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring)

昨年12月3日(土)、4日(日)の2日間に亘って、山本幸佳 千代田テクノ大洗研究所所長が国際組織委員長を務める「第7回 放射線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。平成17年に韓国、中国、台湾、日本の4ヵ国からの参加者を集めて「個人モニタリングに係る東アジアワークショップ」として始まったこのワークショップは、平成19年の第3回目以降はアジア、欧州、南米、北米等からの参加者を集めた「個人モニタリングに係る国際ワークショップ」として回を重ねてきましたが、近年、講演・研究発表のテーマが、個人線量計測に限らず、放射線計測技術、検出器・測定器の研究開発等放射線計測全般に亘るようになってきたため、今回(第7回)からは「放射線モニタリングに係る国際ワークショップ」と名を改めて、カバーする分野・テーマを拡大したものとなりました。また、会場も、第5回までは千代田テクノ大洗事業所の会議室を使用していましたが、参加者数が100名を超すようになったため、第6回からは大洗パークホテルで行うようになりました。

今回は20ヵ国(オーストラリア、オーストラリア、ベルギー、ブラジル、中国、クロアチア、フランス、インドネシア、カザフスタン、韓国、ラトビア、マレーシア、オランダ、フィリピン、ポーランド、ロシア、スイス、ウクライナ、米国、日本)の28機関・20大学から総勢130名(海外32名)



講演会場前の廊下に設けられたポスター発表会場では熱心な質疑・応答が繰り広げられた

の参加者があり、特別講演6件、一般講演15件、ポスター発表36件が行われました。これに加えて、今回の特筆すべき講演として「福島セッション」が設けられ、福島第1原子力発電所の事故に関連して、チェルノブイリのその後の状況および福島との比較、今後の世界の原子力政策の在り方等、3件の招待講演、事故の概要、直後の医療班の取り組み、除染活動の状況等についての報告等、6件の一般講演がありました。

これら数多くの講演を行うため、2日とも夜7時過ぎまで講演が続けられましたが、皆熱心に聴講し、活発な質疑応答が行われました。例年、プログラムを掲載して、講演タイトル・講演者をご紹介していましたが、今回は講演数が多かったため、誌面のスペースではプログラムを掲載できません。そこで、特別講演と福島セッションの招待講演のみ、記載してご紹介します。

• 特別講演 I

“Progress in semiconductor dosimetry for radiotherapy, diagnostic radiology and radiation protection.”

Prof. Anatoly ROSENFELD

• 特別講演 II

“Radiation for medicine related physical and engineering education and research in Latvia.”

Prof. Yuri DEKHTYAR

• 特別講演 III

“New dosimetric applications of high sensitive MCP-N (LiF : Mg, Cu, P) thermoluminescence detectors.”

Prof. Pawel OLKO

• 特別講演 IV

“Medipix and timepix hybrid pixel detectors”

Dr. Marco SILARI

• 特別講演 V

“Radiological emergency response programs at Yale.”

Prof. Francesco D'ERRICO

• 特別講演 VI

“The European commission's new technical recommendations for individual monitoring.” Dr. Janwillem van DIJK

\* 福島セッション

• 招待講演 FI-1

“Retrospective dosimetry of populations exposed to reactor accident : Chernobyl example, lesson for Fukushima.”

Dr. Vadim CHUMAK

• 招待講演 FI-2

“Lesson learned from Fukushima Nuclear Accident and world nuclear power strategy.”

Dr. Sueo MACHI

• 招待講演 FI-3

“Chernobyl accident and high-dose measurements.”

Prof. Vsevolod Semenovitch KORTOV

ポスター発表では、大学や研究機関の研究者、大学院生達が放射線検出・計測に関わる基礎から応用まで、幅広い研究の成果を発表していました。

今回のワークショップでの講演や研究発表は、Prof. Francesco D'ERRICO が編集委員を務めている“Radiation Measurement 誌”に特集号としてまとめられる予定になっています。



国際ワークショップ参加者の皆さん（大洗パークホテル ロビーにて）

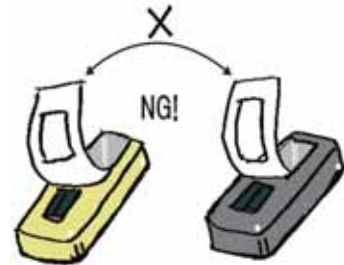
サービス部門からお願い

## ラベルを剥がさないで！

東日本大震災から1年が過ぎようとしております。茨城県の大洗町という海岸近くにある測定センターは、震災の影響を受けましたが、皆様の暖かいご支援により短期間で復旧することができました。改めてお礼申し上げます。

さて、毎回お届けしておりますガラスバッジは、ご使用者名とご使用期間、装着部位など、種々の情報をプリントしたラベルを貼り付けてあります。このラベルを剥がしたり、貼り換えたりしますと、正確な測定・ご報告ができなくなる場合がございます。ラベルを剥がしたり汚したりしないよう、お取り扱いにはご注意くださいますようお願い申し上げます。

(測定センター：野呂瀬)



## 編集後記

●昨年の3月11日の東日本大震災、大津波、福島第一原子力発電所の事故から早くも1年間がたちました。復旧も着実に進んでいると思います。原子炉事故に関して従来ほとんど報道されなかった事実が明らかにされました。放医研の鈴木敏和氏の「2011年3月12日 09:50」というタイトルは、福島第一の西南西5kmに位置する原子力安全・保安院の緊急事態応急対策拠点施設（通称オフサイトセンター）に、ヘリコプターで自ら到着した時刻でした。その日の午後、1号機の水素爆発があり、ベント作業に当たった当直長などの収容場所となり、3月14日の3号機の水素爆発で被災した自衛隊員の除染などを克明に記しました。だが、空気汚染の危機が迫るなか、空気清浄設備のないオフサイトセンターから福島県庁5階へと移動せざるをえませんでした。

●東京大学の飯本武志氏は、長期被ばくに関する対策を目的とした「地域協議会」の活動として、ICRP Publ. 111「長期汚染地域に居住する人々の防護」勧告にならい、千葉県柏市及び流山市を例に活動と方針を紹介しています。の中で、保

育園等の保護者相談会、医療専門家及び教育関係者との連携といった細分化された地域協議会活動も実現させました。

●元理化学研究所の岡野真治氏は、「生活環境の放射線とその測定 ガンマ線スペクトロメトリー」で、約半世紀に亘る環境放射線に関する研究開発、実施測定を通して解明されてきた事項と今後の問題点について解説しています。福島原子力発電所事故では、鎌倉のご自宅でのガンマ線スペクトロメトリーの実測と解析、ご自身で開発されたGPI付きの検出器で福島県内のルート測定を実施されました。85歳を過ぎてもなお年齢を感じさせない活躍ぶりです。

●「第7回放射線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！」という紹介記事では、平成17年に4カ国で「個人モニタリングに係る東アジアワークショップ」として始められた大洗での会合が、今回に至って20カ国総勢130名の参加者になり、対象も放射線計測全般に広がっています。千代田テクノ主催といった枠を大幅に外れたと言っていると思います。（M.K.）

## FBNews No.423

発行日／平成24年3月1日

発行人／細田敏和

編集委員／竹内宣博 安田豊 中村尚司 金子正人 加藤和明 大登邦充 岡本徹滋  
加藤毅彦 佐藤典仁 寺中朋文 根岸公一郎 野呂瀬富也 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子  
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／株式会社テクノサポートシステム

— 禁無断転載 — 定価400円（本体381円）