

## 1. 研究の目的と背景

2011年3月に発生した福島原発事故以来、多くの国民が放射線被ばくによる健康影響に不安を抱えるようになった。特に、内部被ばく線量は直接計測することができず、ホールボディカウンタ（WBC）による全身計測か大気中の放射性物質濃度の計測によって評価するのが一般的である。しかし、WBCは非常に高価であり、限られた施設にしか導入されておらず、既存の大気中放射性物質モニタは高価で大型なものが多いために、事故後に多地点かつ広範囲に配備できなかった。このような問題から、福島原発事故後の住民の内部被ばく線量に関するデータは非常に少ないため、現在でも内部被ばくによる身体への影響を心配する住民が多い。一方、外部被ばく線量を評価するための小型で安価な放射線計測機器が市場に出回っているが、同じ場所で計測してもメーカーによって指示値が異なる場合や、指示値が得られるまでに時間を要する事例が多く見られている。本研究では、万一の事態に備えて一台の測定器で、迅速・簡便かつ高精度に外部被ばく線量だけでなく内部被ばく線量も評価できる機器を開発する。

## 2. 研究内容

### 2.1 内部被ばく線量を評価するための測定器

内部被ばく線量を評価するための手法はいくつかある。本事業では、申請者らのこれまでの実績をもとに、大気中の放射性物質をフィルタ上に捕集し、フィルタの対面に配置しているシリコン半導体検出器で $\alpha$ 線を検出する。フィルタ上の $\alpha$ 粒子が効率的に検出できるように、検出部と捕集部の設計を行った。開発した検出部と捕集部を図1に示す。捕集部はポンプに接続され、大気中の放射性物質の捕集のために、3L/minの流量で空気を吸引する。弘前大学被ばく医療総合研究所内に設置されている放射性エアロゾル曝露場にモニタを設置し、連続測定を行った。その際、定期的に曝露場内の放射性微粒子をGrab Sampling（短時間での間欠的な捕集）し、曝露場内の放射能濃度（ラドン子孫核種濃度）を計測した。それらの結果を図2に示す。連続測定とGrab Samplingで得られたラドン子孫核種濃度の変動は極めて良く一致した。

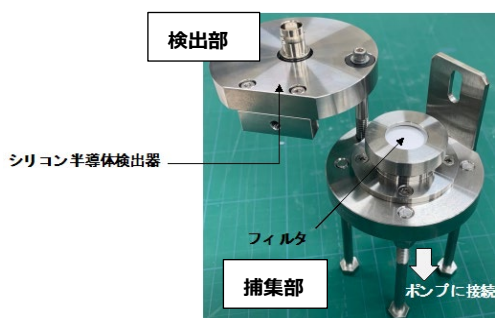


図1 捕集部と検出部の外観

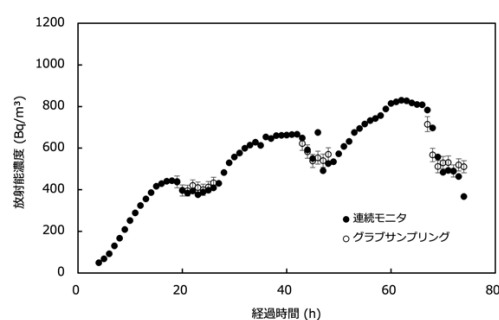


図2 放射性エアロゾル曝露場での試験結果

## 2.2 外部被ばく線量を評価するための測定器

外部被ばく線量（空間線量率）評価用検出器として $1\text{cm}^3$ のCsI(Tl)シンチレータを用いた（図3）。シンチレータからの発光をシリコンフォトダイオードで検出し、電圧パルス信号を増幅したのち多重波高分析器では波高分析する。 $^{137}\text{Cs}$ 線源を用いて100秒間の測定で得られた $\gamma$ 線波高分布を図4に示す。50チャンネル程度までに観測されるピークは電気ノイズに起因する。したがって、本研究では、50チャンネル以上の全チャンネルの計数値を線量推定に用いることとした。これは、検出器の有感部が $1\text{cm}^3$ と小さいことから空間線量率が低い環境では図4のようなピークが検出されない可能性があるためである。



図3 外部被ばく線量を評価するための測定器

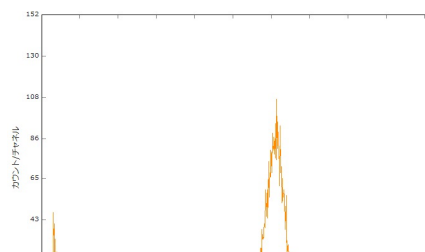


図4  $^{137}\text{Cs}$ の $\gamma$ 線波高分布

## 2.3 内部被ばくと外部被ばくを同時に評価する一体化測定器の開発

図5に示すように、筐体内に内部被ばく（大気中放射能濃度）および外部被ばく（空間線量率）を評価するための測定器類を設置した。実環境での測定値を取得するために、多湿環境（相対湿度：90%以上）である沖縄県の鍾乳洞内、火山活動が活発で大気中エアロゾル濃度が高い鹿児島県桜島周辺および家屋内外に装置を設置して24時間の連続測定を行った（図6）。その際、市販の3インチ×3インチNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータとの同時測定を行った。その結果、外部被ばく用測定器で得られる計数値から空間線量率への換算係数は $0.165 \pm 0.012$  nGy/h/cpmと評価された。換算係数の精度を向上させるために、事業終了後も空間線量率が異なる場所においてフィールド調査を継続して実施する予定である。



図5 一体化した測定器の外観



図6 実環境での測定の様子

図7にそれぞれの環境で測定した結果を示す。この測定では、開発した測定器での測定に加え、市販のラドンガスモニターも同じ場所に設置し連続測定を実施した。図に示すように、ラドン子孫核種濃度とラドンガス濃度は同様の変動を示したことから、大気中の放射性物質濃度の変動を捉えることができているといえる。

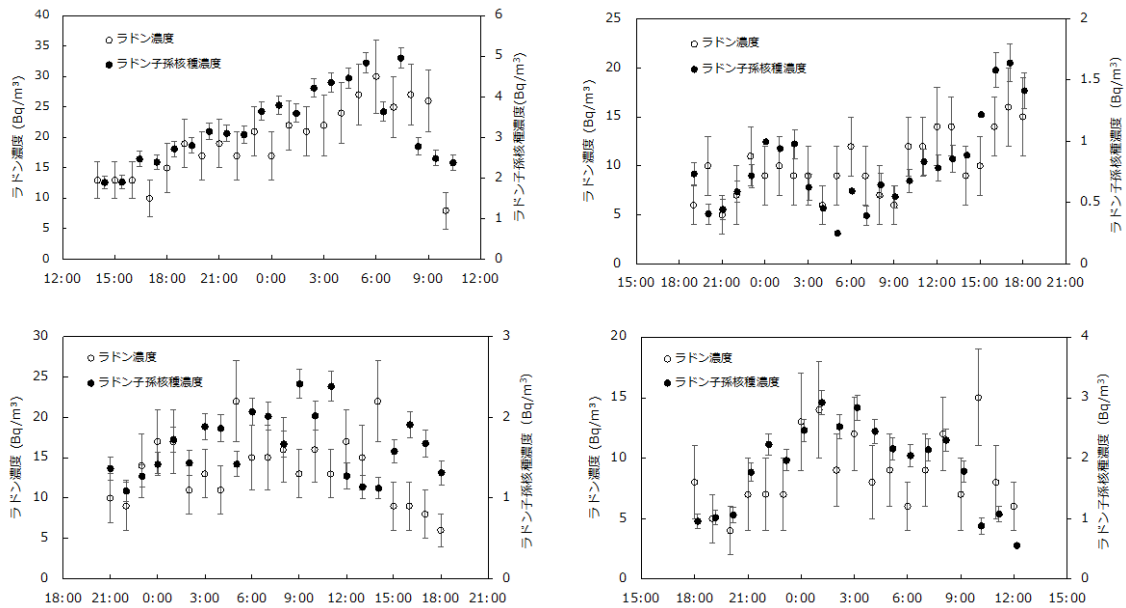
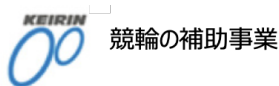


図7 沖縄県の鍾乳洞内 (左上)、家屋内 (右上)、家屋外 (左下)、桜島火山周辺の家屋敷地内 (右下) での測定結果

### 3. 本研究成果の将来展望

本事業で開発した内部・外部被ばく線量を同時に評価するための一体型測定器は、重量が10kg以下とこれまでに市販されている装置と比べて大幅な小型・軽量化を実現できた。一方、現状では外付けのPCによってデータ収集を行なっていることから、可搬性と小型化の観点からさらなる改善の余地が残されている。この課題が解決されれば、原子力関連施設周辺での環境放射線モニタリング、病院・大学・研究所などの放射性物質を取り扱う機関での放射線管理に活用が期待される。さらに、携帯化が可能となれば海外を含む様々な産業での作業者の個人被ばくモニタリングに対する需要も見込まれる。

本事業で開発した内部・外部被ばく線量を同時に測定するための一体型測定器は、競輪の補助を受けて実施しました。



### 4. 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 国立大学法人弘前大学被ばく医療総合研究所

住所: 〒036-8564 青森県弘前市本町66-1

担当者: 教授・床次眞司

担当部署: 被ばく医療総合研究所 計測技術・物理線量評価部門

E-mail: tokonami@hirosaki-u.ac.jp

URL: <http://www.irem.hirosaki-u.ac.jp/>