

環境モニタリング線量計の 現地校正に関する研究

産業技術総合研究所
黒澤忠弘

背景

- ・東京電力福島第一原子力発電所事故以降、全国各地にモニタリングポスト等の放射線計測機器が増設されてきた。
- ・これら機器によるデータの信頼性確保のため、点検・調整のみならず校正に関しても適切に実施されることが求められ、その手法や考え方に対する課題を解決する必要がある。
- ・「校正」とは、JIS規格においては国家標準とトレーサビリティが確保され不確かさも見積もられている方法を指している。これは、基準値に対しその差を補正するための定数が与えられ、その定数が持つ不確かさも定量的に見積もられている必要がある。
- ・一方でこれまで我が国では、維持管理の手法として「機能確認(旧「確認校正」)」が広く実施されてきた。この手法は設置時等を基準として、機能が維持されていることを確認するための手法であり、JIS規格においても維持管理の手法としては有効なものとしてされている。
- ・以上のように「校正」と「機能確認」は、JIS規格において別のものとされている。
- ・既存の校正手法は、検出器等を取り外し校正場にて校正を行う方法や、現地において基準器との比較により校正を行う、いわゆるin-situ校正があるものの、それぞれ実施には課題が存在する。
- ・校正場にて校正を行う方法の場合、検出器のみではなくケーブル類等も外す必要があり、取り外している期間は欠測を生じさせてしまう。また、in-situ校正においては、基準器の電氣的安定性に時間を要することと、被校正器と基準器の幾何学的条件を合わせる作業にも時間を要してしまう。

背景

- 現在、全国にはNaIモニタや電離箱モニタによるモニタリングポストや、電子式線量計及び可搬型モニタリングポスト等を合わせ、約5,000台が設置されている。
- このうち、原子力規制庁が福島県内及びその周辺自治体に設置している可搬型モニタリングポストは、約700台となっている。
- これら可搬型モニタリングポストは、保守管理業者(メーカー)により点検・調整がなされているものの、物理的な設置条件が特異的であったりバックグラウンド線量率が高いなどの条件であったりという状況も存在する。



本研究では、保守点検や日本分析センターで行われている現地校正が困難な、**高バックグラウンド環境下での現地校正技術の確立**を目的とする
(あらゆる条件下にも適用可能な標準的な校正手法)

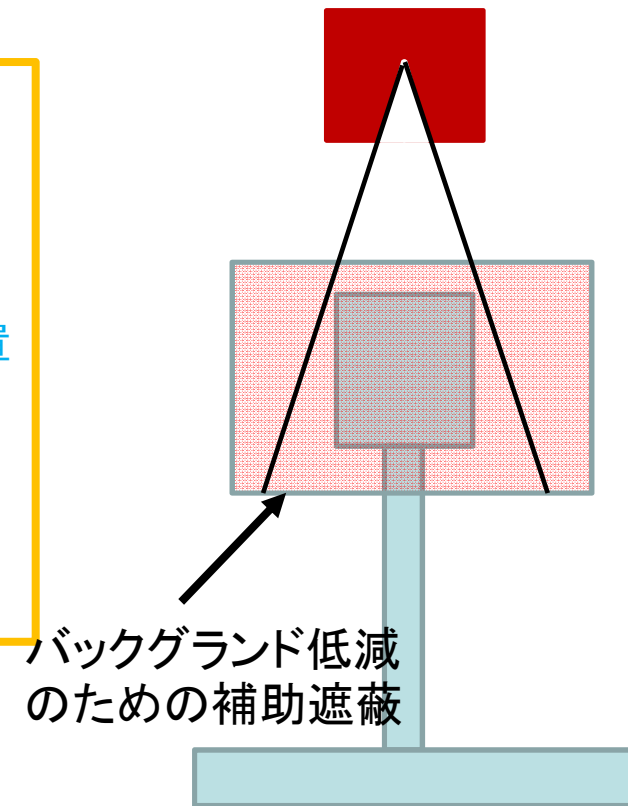
モニタリングポストの現地校正の課題点

- 高バックグラウンド
 - 安定した校正を行うには、校正時の線量に比べて優位な差がある状態にすべき(バックグラウンドのゆらぎが校正の照射時にも加算されるため)
- 設置状況のばらつき
 - ソーラーパネルや蓄電池、通信機器等の機器が、検出器周辺に様々な位置に配置されている。散乱線の寄与、またその不確かさの評価が非常に困難となっている
- 不確かさの評価
 - ISO4037やJIS Z4511に示されるように、校正定数に不確かさを付与するのは不可欠



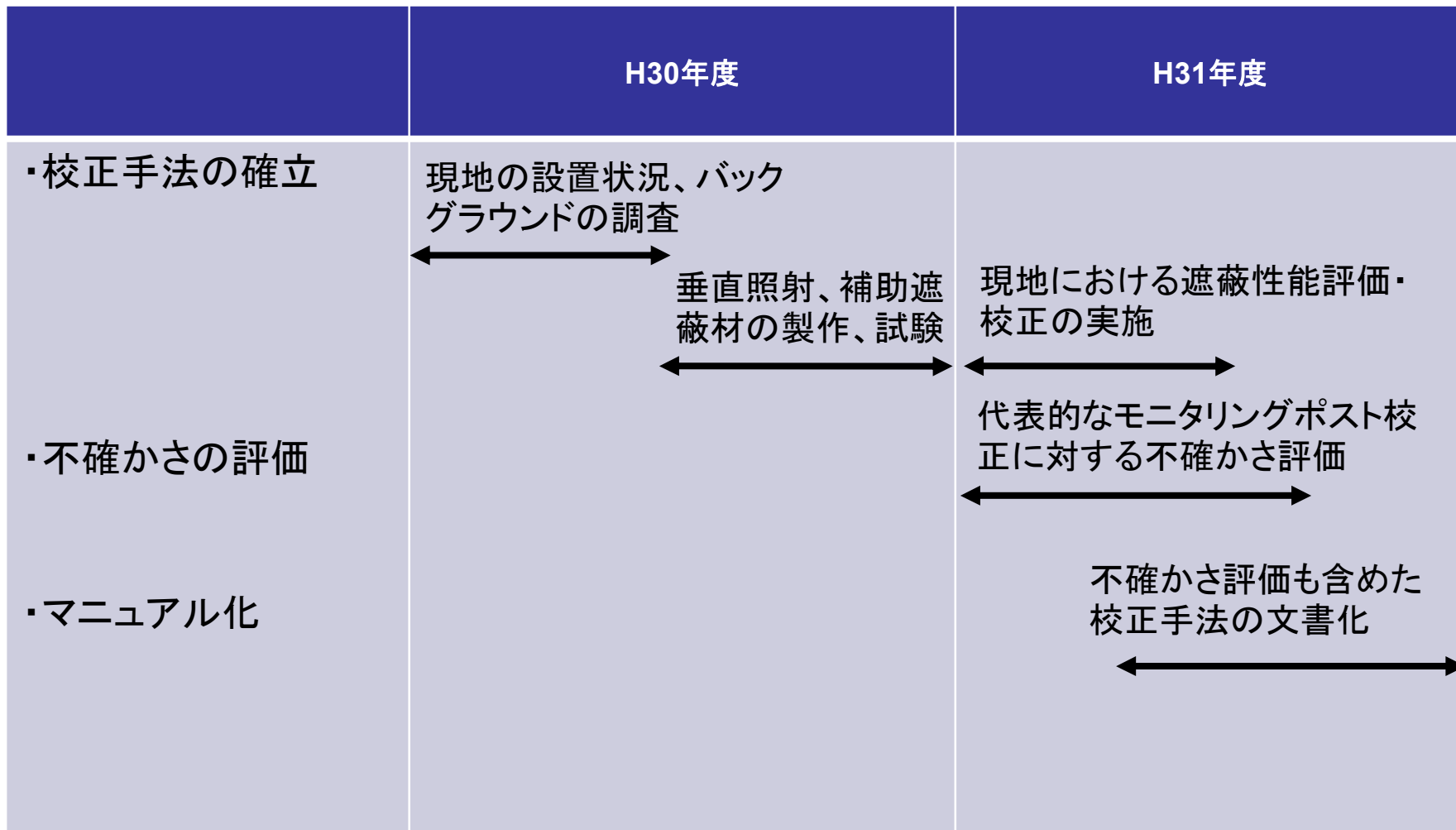
研究開発の目的

- バックグラウンドを低減させた現地校正手法の確立
 - 検出器部分を遮蔽し、バックグラウンドを低減（高バックグラウンド環境への対応）
 - ⇒校正時線量の1/10程度を目標
 - 設置環境や周辺装置に依存しないコリメート照射（設置環境のばらつき）
 - メーカーで実施されている上方からの照射による校正
 - 代表的なモニタリングポストに対する校正の不確かさ評価（ISOやJISを意識した校正品質の向上）



- 校正手法のマニュアル化（規格化）
 - 一般に広く用いられるよう、不確かさ評価方法も含めたマニュアル化
 - ISOやJISへの取入れを働きかける

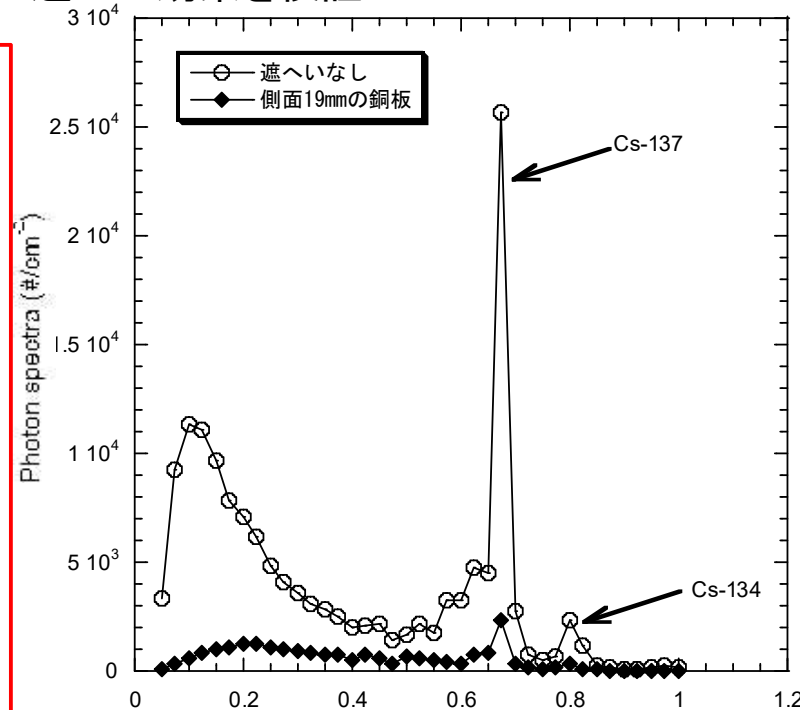
全体スケジュール



進捗状況

- 高バックグラウンド域のモニタリングポストの状況について
 - 現在の線量率が1 $\mu\text{Sv/h}$ を超える観測点で、スペクトル測定、簡易遮蔽による線量低減の効果、設置状況について調査を行った。
 - CdZnTe(CZT)半導体検出器によるスペクトル測定、また検出器周りに銅板で囲い遮へい効果を検証 石熊公民館

- CZT検出器から得られた波高分布は、応答関数を用いてアンフォールディングを行い、光子スペクトルへ変換
- スペクトル測定の結果から、調査した地域が未除染地域のため、Cs137, Cs134からのガンマ線の線量寄与が大きいことが分かった。



簡易遮蔽体による線量低減効果の検証

– CZT検出器を用いて簡易遮蔽による線量低減

– 銅板で実施

調査点1

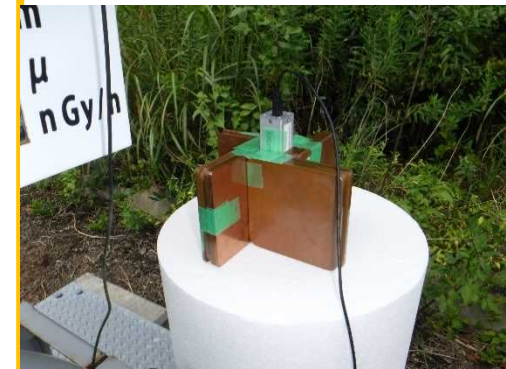
	遮へいなし	底面19mm	屋根型 19mm	側面19mm
線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	1.88	1.01	1.30	0.59
減衰率	1.0	0.54	0.69	0.31

調査点2

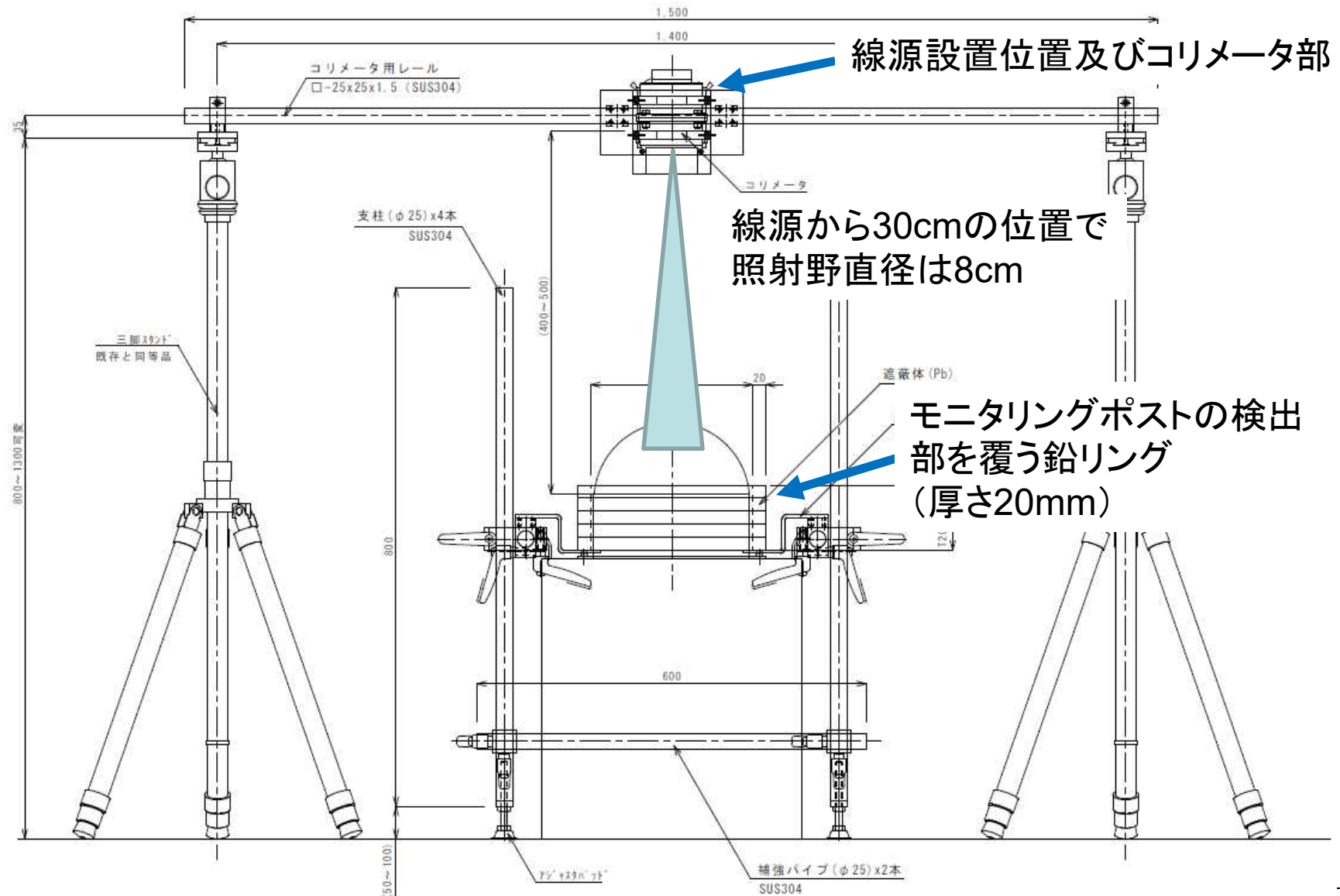
	遮へいなし	底面19mm	屋根型 19mm	側面19mm
線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	3.85	3.16	3.33	1.49
減衰率	1.0	0.82	0.86	0.39



- ・側面に遮へい体を設置した場合が最も減衰率大きい⇒検出器周りを覆うように遮へい体を設計
- ・壁厚を変えて測定し減衰率を推定⇒Cs-137のガンマ線エネルギーに対する減衰率と同等
- ・底面からの寄与を考慮しない場合、鉛2 cmで減衰率が0.1程度となる(実際は底面からの寄与があり減衰率はこれより悪くなる)



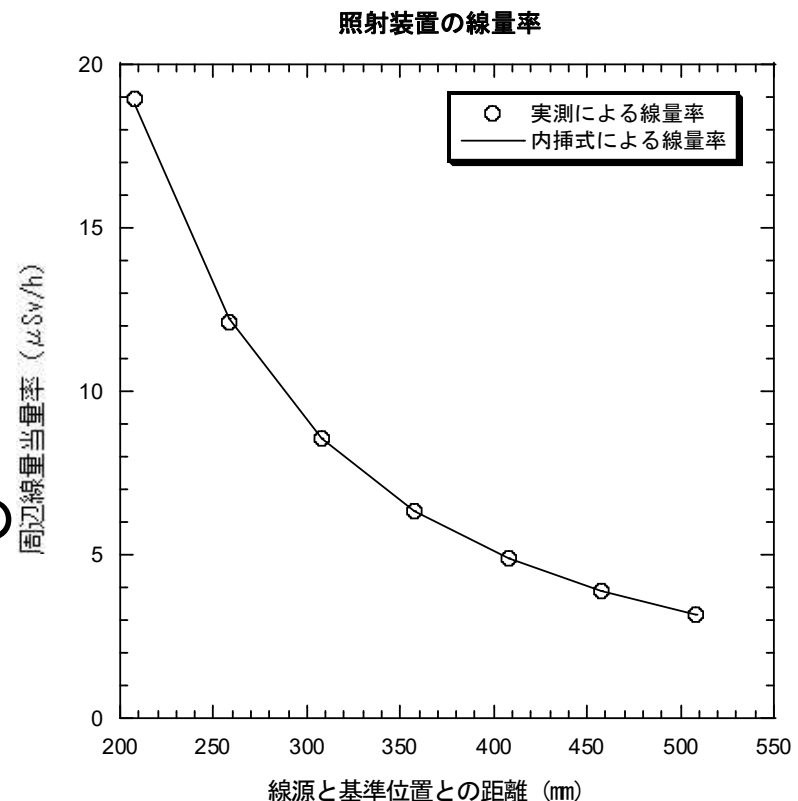
遮へい体及び照射装置の製作



内挿による校正位置での線量率の決定

• 照射装置

- 10 MBqの表示付認証機器のCs-137線源を使用⇒**管理区域外での線源使用が可能**
- 下方向に向けてコリメート照射できるよう設計⇒**ソーラーパネルなどからの散乱線の影響なし**
- 小さい照射野⇒**モニタリングポストの遮へい材に照射されることなく校正**
- レーザ距離計を用いて、事前に照射装置の各距離(200 mm～500 mm)の線量率を測定し、内挿式を決定
現地で距離の微調整は必要なく、任意の距離で校正が可能⇒**現地でのセットアップ時間の大幅な短縮!**



従来の現地校正手法との比較

- 日本分析センターにてJCSS校正が行われている、基準電離箱による可搬型モニタリングポストの校正結果と比較を行った。

校正手法	基準電離箱による校正結果	本研究での校正結果(遮へい体なし)	本研究での校正結果(遮へい体あり)
校正定数 (空気吸収線量)	1.03	1.01	1.03

(速報値)



- ・従来法と本研究で開発したコリメート照射による校正手法について同等の結果が得られた
- ・バックグラウンドを低減させる遮へい体を付けても従来と変わらないことを確認
- ・照射装置の組み立てから測定まで含めて1時間程度であり、作業時間を大幅に短縮
- ・基準器を使用しないことから、作業も簡便



成果について

- バックグラウンドを低減させた校正手法の開発
 - 従来の校正手法と比較して、妥当であることが確認できた
 - 線源を用いたバックグラウンド低減効果の検証では、モニタリングポスト近くでは遮へい効果は薄いものの、70 cm以上では約50 %から80 %程度低減できることを確認
 - 従来法に比べて、校正に要する時間を大幅に短縮
(5 時間程度⇒1時間程度)
 - 従来法では、現地校正が困難なソーラーパネル等が設置されたモニタリングポストへ適応可能

自己評価

評価の視点	自己評価	コメント
評価時点までの研究の実施が研究計画に沿って行われているか	1 計画を上回る ② 概ね計画どおり 3 計画を達成できない 4 計画を達成できないが代替手段によって今年度の目標を達成した	現地調査を行い、高バックグラウンド環境下のモニタリングポストの設置状況を把握できた。これをもとに照射装置等を作成し、従来手法との比較を行った。
今年度の進捗や達成度を踏まえて、次年度の研究計画に変更が必要か※1	① 必要ない 2 軽微な変更が必要※2 3 大幅な変更が必要※2	今年度において、校正手法の妥当性は確認できており、来年度は実際に高バックグラウンド環境下に設置されているモニタリングポストについて、校正を実施する予定である。

評価時までの研究成果

- ・現地校正手法について、アジアオセアニア放射線防護国際会議で発表(平成30年5月)
- ・ISO TC85/SC2 WG2(基準放射線場)において、研究代表者がプロジェクトリーダーとなり、現地校正手法も含めた低線量率校正に関する規格の新規提案を行った。

次年度計画

- 実フィールドでの校正の実施
 - 高バックグラウンドに設置されているモニタリングポストについて、本手法で開発した校正装置を用いて実施
 - 校正の不確かさの評価
- 校正手法のマニュアル化
 - 本研究で開発した校正手法について文書化
 - ISOへの取入れを働きかける