

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

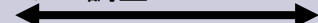

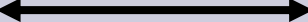


課題名 環境モニタリング線量計の現地校正に関する研究

研究期間:平成30年～令和1年(2年間)

背景・目的

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等、約5,000台が設置されている。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。

実施状況

	H30年度	H31年度
・校正手法の確立	現地の設置状況、バックグラウンドの調査 	垂直照射、補助遮蔽材の製作、試験  現地における遮蔽性能評価・校正の実施 
・不確かさの評価		代表的なモニタリングポスト校正に対する不確かさ評価 
・マニュアル化		不確かさ評価も含めた校正手法の文書化 

期待される成果

福島県等の高バックグラウンド線量下に設置しているモニタリングポストの測定値の品質を適切に維持していくことが可能となる。また、本現地校正手法は、今後の原子力災害時における現地校正の基盤技術として活用することが期待される。ISOへの国際規格化のための提案や、国内規格であるJISへの取り込みの働きかけを行う予定である。

研究実施体制

産業技術総合研究所

黒澤 忠弘：研究全般の総括、文書作成
加藤 昌弘：ラボでの照射装置の試験、現地校正の実施
石井 隼也：現地校正の実施



日本分析センター(外注先)

現地校正実施場所の選定
現地校正時の作業補助
従来校正手法との比較



モニタリングポスト製造メーカー

機器の構造、校正、設置状況、
点検等に関する意見交換

今年度の研究概要

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つい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。
- 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。
- 国際的には不確かさまでが評価されていてトレーサブルな校正を実施することがスタンダードであり、世界にモニタリングデータを発出している我が国にも求められていることである。



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)

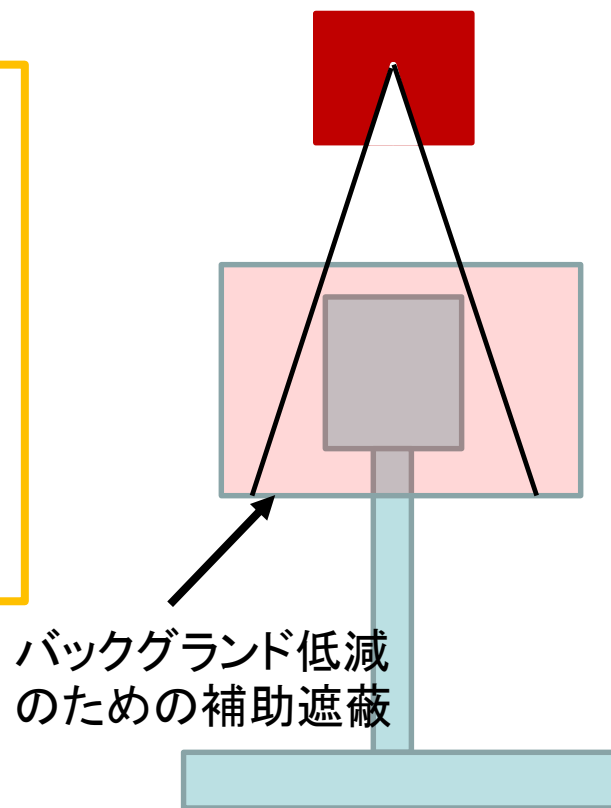
モニタリングポストの現地校正の課題点

- **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



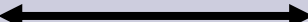
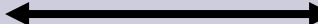
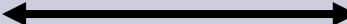


研究開発の目的

- **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）
 - 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

	H30年度	H31年度
・校正手法の確立	現地の設置状況、バックグラウンドの調査 	現地における遮蔽性能評価・校正の実施 
・不確かさの評価	垂直照射、補助遮蔽材の製作、試験 	代表的なモニタリングポスト校正に対する不確かさ評価 
・マニュアル化		不確かさ評価も含めた校正手法の文書化 

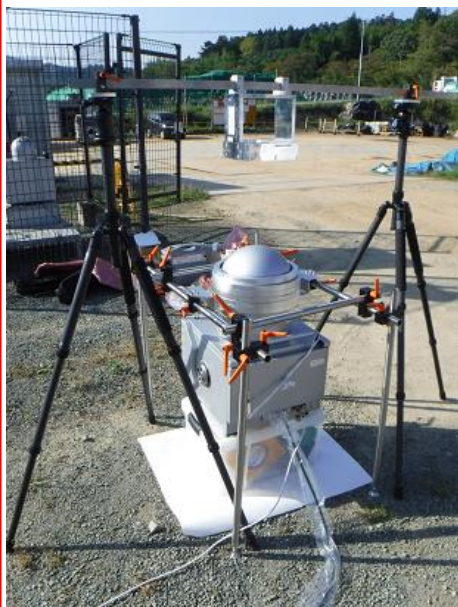
今年度の進捗

・ 福島県内の高線量地域での現地校正の実施

– 現在の線量率が1 $\mu\text{Sv/h}$ を超える2か所の観測点で、2ケースの校正を実施

ケース1

- ・ 日本分析センターが所有する可搬型モニタリングポストを現地に持ち込み本研究で開発した手法で校正
- ・ 事前に日本分析センター敷地内で実施した従来手法による校正結果と比較し、妥当性を確認



ケース2

- 現地に設置されているモニタリングポスト2台に対して、本研究で開発した手法で校正



日本分析センター所有の可搬型モニタリングポストの校正結果

本研究で開発した手法による福島県内での現地校正結果

校正実施地点	遮へいなしBG (μGy/h)	遮へいありBG (μGy/h)	遮へい効果 (%)	照射時指示値 (μGy/h)	校正定数
石熊	2.81	1.50	53	5.43	1.06
夫沢	3.74	1.72	46	8.65	1.07

日本分析センター敷地内で行われた従来手法による校正結果

(基準電離箱を現地に持ち込み、検出器から真上1.5mの位置に線源を設置し、線量率を測定。その後、線源をモニタリングポストの真上に設置して校正を行う。現地で微小な電流測定を行う必要があり、また線源位置も正確に設置する必要があることから5時間程度かかる。)

核種	γ線エネルギー (keV)	校正距離 (m)	線量率 (μGy/h)	校正定数	不確かさ* (%)
¹³⁷ Cs	660	1.5	0.83	1.06	7.5



- ・バックグラウンド低減のための遮へい効果は約50 %程度であった。
- ・未除染地域に設置して実施したため、真下からのγ線がBGとして寄与する部分が多かった。
- ・分析センターの事前の校正結果とほぼ同等の結果となり、現地校正手法の妥当性が確認できた。

・現地に設置されているモニタリングポストの校正結果

本研究で開発した手法による福島県内での現地校正結果

校正実施地点	遮へいなしBG (μGy/h)	遮へいありBG (μGy/h)	遮へい効果 (%)	照射時指示値 (μGy/h)	校正定数
石熊	1.61	0.72	45	2.96	1.09
夫沢	3.45	1.55	45	7.14	0.85

- ・低減により、バックグラウンドを約45 %まで低減させることができた。
- ・2地点における校正結果について、ばらつきが見られた。
⇒メーカーによる点検結果との整合性について検討

メーカーによる点検結果

設置場所	点検実施日	核種	γ線エネルギー (keV)	線量率 (μGy/h)	誤差 (%)
石熊	令和元年10月10日	¹³⁷ Cs	660	2.7	-8.1
夫沢	令和元年10月16日			2.7	+6.7

⇒点検結果と同様の傾向

• 校正時の不確かさ評価

不確かさの要因	相対標準不確かさ(%)
基準線量計校正	1.4
内挿による線量率の不確かさ	1.6
照射位置設定	1.9
不均一照射	0.6
BGおよび照射時のばらつき	0.4
相対標準不確かさ	2.9
相対拡張不確かさ($k = 2$)	5.9

・不確かさ評価から見た本手法の利点

○周辺機器からの散乱線の影響による不確かさの項目が不要

非コリメート線源を用いた場合、条件により2%~10%程度の影響あり

(シミュレーションによる評価)

○基準電離箱を用いずコリメート照射により、不確かさ評価が簡便になった

成果について

- コリメート線源によるバックグラウンドを低減させた校正手法の開発
 - 従来手法と比較を行い、高バックグラウンド環境下においても正確に校正が行えることを確認
 - 照射時の1/10をバックグラウンド低減のための目標としたが、遮へい効果は約50 %程度、結果として照射時の1/4～1/5程度となった。
 - 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)
 - 通常のバックグラウンド環境下でも活用できる手法であり、遮へい体を設置する必要がないことから、より校正時間を短縮できる
 - 不確かさの見積もりが容易であり、ユーザーは本手法を容易に利用可能

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	

評価時までの研究成果

- ・現地校正手法について、アジア線量評価グループ (ARADOS) にて発表 (R1年11月)
- ・アジア環太平洋計量プログラム (APMP) 放射線技術委員会 (TCRI) ワークショップにて発表 (R1年11月)
- ・日本保健物理学会にて発表 (R1年12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を作成中。

評価結果のコメントへの対応

- 成果報告会でのコメント

- 高バックグラウンド線量率下でのモニタリングポストの現地校正が短時間で可能となった点は評価できる。不確かさの評価と校正定数の決め方の相違、今後の課題、及び一般的な活用に向けた提言を報告書に書き込まれたい。

- コメントへの対応

- 本研究で開発した校正手法についての手順、また不確かさの評価例について報告書にまとめた。(報告書:6章)
- バックグラウンドの低減について本手法では約55%となっており、よりバックグラウンド線量率の高い地域で校正を行うには、追加で底面の補助遮蔽が必要となること、また一般に適用できるバックグラウンド線量率(約30 $\mu\text{Sv/h}$)について報告書に記述した。(報告書:5.3)

研究成果の放射線規制及び放射線防護分野への活用

- 福島県等の高バックグラウンド線量下に設置しているモニタリングポストの測定値の品質を適切に維持していくことが可能となる。また、本現地校正手法は、今後の原子力災害時における現地校正の基盤技術として活用することが期待される。
- 本手法を活用して校正を実施したいと考えている事業者に対して技術移転を進め、実用化を図る。
- ISOへの国際規格化のための提案を行い、原案作成を進めている。ISOが策定できた後、国内規格であるJISへの取り込みの働きかけを行う予定である。