

IRRS勧告を踏まえた放射線モニタリング の品質保証に係る対応について

—環境放射線モニタリング技術検討チームにおける検討—

原子力規制庁監視情報課
技術国際班 二宮 久

IAEA IRRS*勧告

*INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE: 総合規制評価サービス

IRRS勧告

所見:放射線防護のために業務従事者及び公衆のモニタリングを行うサービス提供者は原子力規制委員会による承認又は許認可の対象になっておらず、提供サービスに必要な技術的品質についての要件は定められていない。

R2 勧告:政府は、規制機関に対し、職業被ばくと公衆被ばくのモニタリング及び一般的な環境のモニタリングを行うサービス提供者について許認可又は承認のプロセスの要件を定め、許認可取得者がそれらの要件を満たしていることを確認する権限を与えるべきである。

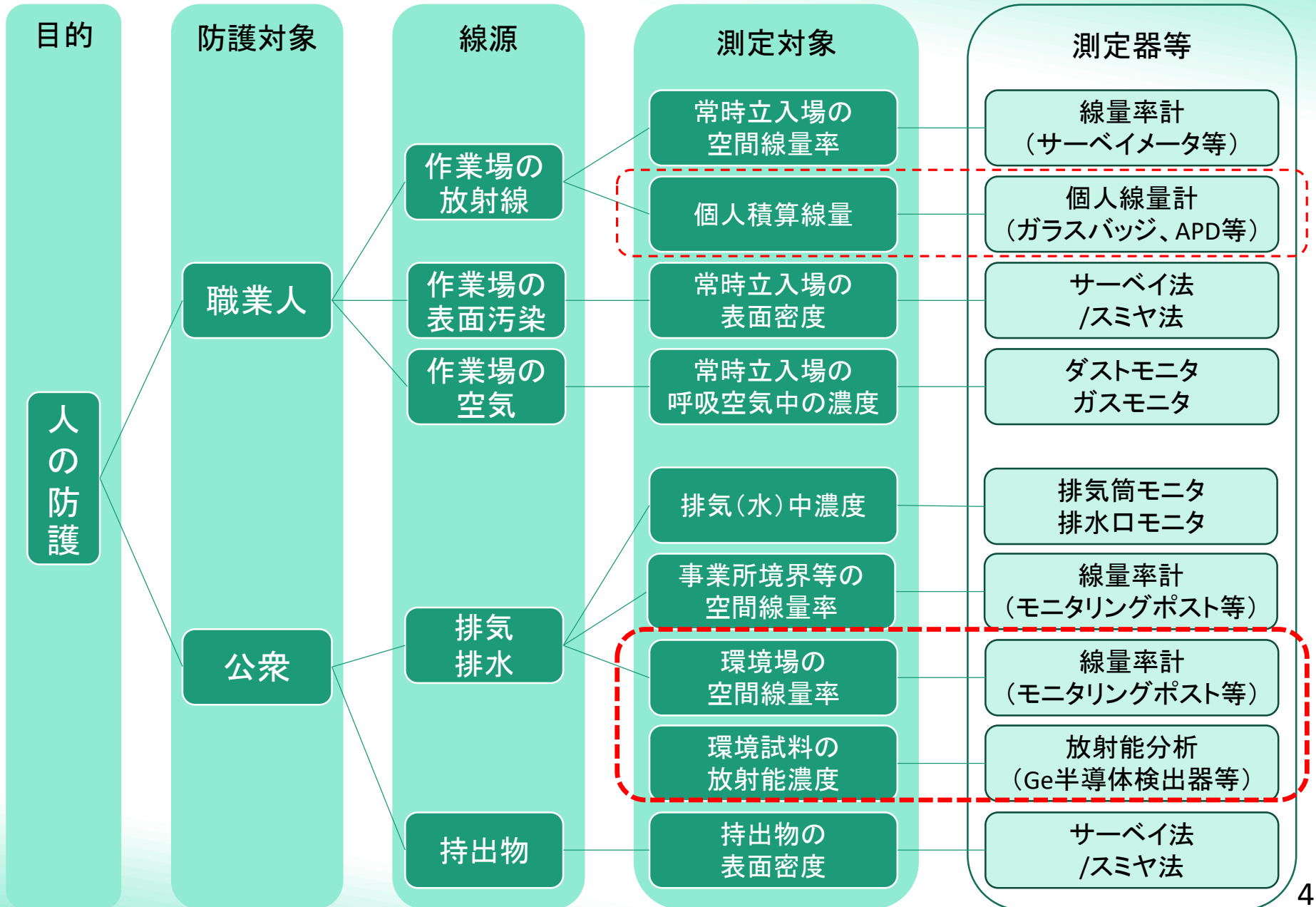
「職業被ばく」に関する記載

- 原子力規制委員会は、許認可取得者が委託している職業被ばく防護サービスについて品質管理及び品質保証活動を行うよう求めている。実施されているこれらのサービスに関する許認可又は承認プロセスは存在しない。

「放出管理、クリアランス、現存被ばく状況、公衆被ばくに関する環境モニタリング(環境モニタリングと公衆被ばく管理)」に関する記載

- 原子力施設におけるモニタリングの要求は炉規法に規定されており、RI施設におけるモニタリングの要求はRI法に規定されている。規制施設内及び規制施設周辺でのモニタリングの責任は、許認可取得者が規制を受けたすべての実務について負うものとなっている。
- 原子力規制委員会は、施設の放射線測定や環境モニタリングに使用する設備の校正を行うサービス提供者の認定を要求していない。
- 認定又は校正の品質保証及び品質管理に関する要求の厳格化を実施すれば、公衆の放射線防護に関するIAEA 安全基準の要求事項により整合するであろう。

放射線防護のためのモニタリング



環境放射線モニタリングの品質保証の現状

放射線モニタリングの現状

－計測機器のトレーサビリティの確保方策－

- ▶ 我が国では、環境放射線モニタリングに使用される計測機器について、産業技術総合研究所が国家計量標準を供給し、計量法に基づくJCSS制度の下でトレーサビリティが確保される体系が構築されている。
- ▶ 計測機器は、工場出荷段階でメーカーにおいて標準線源により校正され、使用段階では定期的に使用者や校正サービス依頼先において標準線源により校正されている。なお、モニタリングポスト等の据え置き型の計測機器の場合は、校正場に持ち込んでの校正を実施することができないため、現場において標準線源による確認が実施されている。
- ▶ 校正を行う事業者の認定については、一部の事業者がJCSS登録事業者認定を受けることに留まっている。
 - 我が国で利用可能な認定・認証制度として、(独)製品評価技術基盤機構(NITE)が提供する校正事業者登録制度(JCSS)、試験事業者登録制度(JNLA)、製品評価技術基盤機構認定制度(ASNITE)、これに加え、(公財)日本適合性認定協会(JAB)が提供する認定制度が存在。
 - 放射線モニタリング分野では、一部の事業者がJCSSの登録校正事業者となりサービスを提供。

環境放射線モニタリングの現状

	空間線量率測定		放射能濃度測定	
	検出器が取り外せない	検出器が取り外せる (持ち運びが可能)	前処理あり (化学分離あり)	前処理なし
代表的な装置	モニタリングポスト	サーベイメータ等	ゲルマニウム半導体検出器、比例計数管等	ゲルマニウム半導体検出器、室内ダストモニタ、表面汚染モニタ、排気筒ガスモニタ等
校正の場所	現地	校正施設等	測定機器の設置場所ほか	測定機器の設置場所ほか
校正の方法	標準線源を用いた確認校正※ ¹	標準線源を用いた校正 (実用校正※ ² を含む)	標準線源を用いた校正	標準線源を用いた校正
測定値の信頼性の確認方法	上記の校正による確認	上記の校正による確認	上記の校正による確認のほか、一部の自治体においてクロスチェックやプロフィエンステストを実施	上記の校正による確認

※1,2 現行のJIS Z 4511:2018では、確認校正は「実用測定器の機能確認」、実用校正は「実用測定器の簡素化した校正」という用語に変更されている。

- 「検出器が取り外せる空間線量率測定」や「前処理を行わない放射能濃度測定」については、校正施設等や測定機器の設置場所ほかにおいて、トレーサビリティの確保された校正を行うことが可能である。

環境放射線モニタリングの現状

	空間線量率測定		放射能濃度測定	
	検出器が取り外せない	検出器が取り外せる (持ち運びが可能)	前処理あり (化学分離あり)	前処理なし
代表的な装置	モニタリングポスト	サーベイメータ等	ゲルマニウム半導体検出器、比例計数管等	ゲルマニウム半導体検出器、室内ダストモニタ、表面汚染モニタ、排気筒ガスモニタ等
校正の場所	現地	校正施設等	測定機器の設置場所ほか	測定機器の設置場所ほか
校正の方法	標準線源を用いた確認校正※ ¹	標準線源を用いた校正 (実用校正※ ² を含む)	標準線源を用いた校正	標準線源を用いた校正
測定値の信頼性の確認方法	上記の校正による確認	上記の校正による確認	上記の校正による確認のほか、一部の自治体においてクロスチェックやプロフィエンステストを実施	上記の校正による確認

※1,2 現行のJIS Z 4511:2018では、確認校正は「実用測定器の機能確認」、実用校正は「実用測定器の簡素化した校正」という用語に変更されている。

- 「検出器が取り外せない機器(モニタリングポスト)」については、現地で校正を実施する必要があり、測定値の信頼性の確認方法について検討が必要。
- 「前処理を行う放射能濃度の測定」については、校正のほか、サンプリング、前処理、測定、評価といった一連の行為を総合的に評価する必要があり、測定値の信頼性の確認方法について検討が必要。

環境放射線モニタリングの品質保証の現状

ーモニタリングポストによる空間線量率測定ー

モニタリングポストによる空間線量率測定の商品保証 ー我が国における校正実施状況ー

我が国のモニタリングポストの検出器は、NaI(Tl)検出器、電離箱、電子式線量計が主流である。NaI(Tl)検出器から線量を算出しているのは、欧米主要国では見当たらず、低い線量でも正確な測定値の算出が可能。また、NaI(Tl)検出器、電離箱については、検出器だけを校正しても意味はなく、モニタリングポスト建屋内にある演算処理部等^{※1}を含めて校正を行う必要がある。

※1 前置増幅器、光電子増倍管、波高分析器、ケーブルから構成され取り外しが容易でない。

出荷・設置時

➤ NaI(Tl)検出器、電離箱、電子式線量計をモニタリングポストに設置後、確認校正^{※2}を実施。

※2 散乱線の寄与を考慮できないが、実用上適切な測定がなされていることの確認が十分可能と考えられる。なお、原子力災害対策特別措置法に基づき原子力事業者が設置しているモニタリングポストについては、確認校正を義務づけている。

運用開始後

➤ 大半のモニタリングポストは、設置後に1年に1回の頻度で確認校正を実施。

➤ このほか、環境放射能水準調査^{※3}のために設置しているモニタリングポストは、標準器とモニタリングポストの測定値を比較することによるin-situ校正^{※4}を実施した実績がある。

※3 47都道府県における環境放射能の水準を把握するための調査

※4 散乱線の寄与も考慮することが可能であり、JCSSの校正証明書の発行が可能であるが、現在、(公財)日本分析センターしかin-situ校正を行うことができない。

	校正区分			
	校正	実用校正	in-situ校正	確認校正
校正場所	校正施設	校正施設	現地	現地
散乱線の影響の考慮	○	○	○	×
トレーサビリティ	○	△	○	×
不確かさの評価	○	×	○	×
モニタリングポストへの適用実態	×	×	△	○

モニタリングポストによる空間線量率測定の商品保証 ーモニタリングポストの校正実施例ー



図1 in-situ校正実施例



図2 確認校正実施例

モニタリングポストによる空間線量率測定の品質保証 —モニタリングポストの確認校正の妥当性—

1回／年の確認校正にて健全性が確認されている
NaIモニタ(43基)について、in-situ校正により得られた校正定数

平均1.01(0.88～1.08)※

- JIS Z4511において規定されている「確認校正」を1回／年の頻度で実施しているモニタリングポスト(NaIモニタ)に対し、トレーサビリティが確保されたin-situ校正を、異なる43基のモニタリングポストに実施した結果、その校正定数※※の範囲は、平均1.01であり、その範囲は0.88～1.08であった。

なお、今年度(H29年度)は6基のモニタリングポストに対し、引き続き調査を実施している。

※(公財)日本分析センターによる。

※※校正定数とは、「in-situ校正のための標準器の測定値」を「年1回確認校正を実施しているモニタリングポストの測定値」で除した係数である。

モニタリングポストによる空間線量率測定の商品保証 — 海外との比較 —

品質保証の項目※1	日本	ドイツ※2	イギリス※3
トレーサビリティの確保された校正の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力事業者は保安規定等に基づき、現地での確認校正を義務付け。 ・自治体は放射能測定法シリーズに準拠する形で現地での確認校正を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般行政規則の「検知器・測定器の機能を確保する義務を負っている」との記載により校正を義務付け。 ・初回に校正施設で校正を実施し、その後は現地で定期的に感度を確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ・校正施設で年1回校正することを義務づけ。
測定機器の品質	<ul style="list-style-type: none"> ・JIS/IEC規格に基づき設計。※4 	<ul style="list-style-type: none"> ・ISO/IEC規格に基づき設計。 	<ul style="list-style-type: none"> ・英国規格(BS)に基づき製造され、欧州(EU)に製品を輸出するための欧州適合証明書(CE)を取得。
標準分析法の確立	<ul style="list-style-type: none"> ・放射能測定法シリーズを制定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ドイツ連邦環境・自然保護・原子炉安全省(BMUB)が標準マニュアルを制定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングポストおよび可搬型モニタのユーザーマニュアルを制定。
職員の教育及び訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・(公財)日本分析センターがモニタリング機関担当者向けの研修を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・外部向けの研修あり。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングポストのデータ提供機関に対して、測定値の提出に関するトレーニングを実施。
ISO17025(校正)について	<ul style="list-style-type: none"> ・義務づけていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・義務づけていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・義務づけていない。

※1 品質保証の項目については、ISO17025の項目を除いて、原子力安全委員会「環境放射線モニタリング指針」から引用。

※2 BMUB(ドイツ連邦環境・自然保護・原子炉安全省)に対して調査を実施。

※3 Met Office(イギリスの国立気象機関)に対して調査を実施。

※4 規格の存在する測定機器に限る。

- 英、独については、モニタリングポストの検出器はGM計数管が主流。
- GM計数管については、モニタリングポストから取り外して校正施設に持ち込んで校正することが可能。

環境放射線モニタリングの品質保証の現状

－前処理を伴う環境放射能分析－

前処理を伴う放射能分析の品質保証

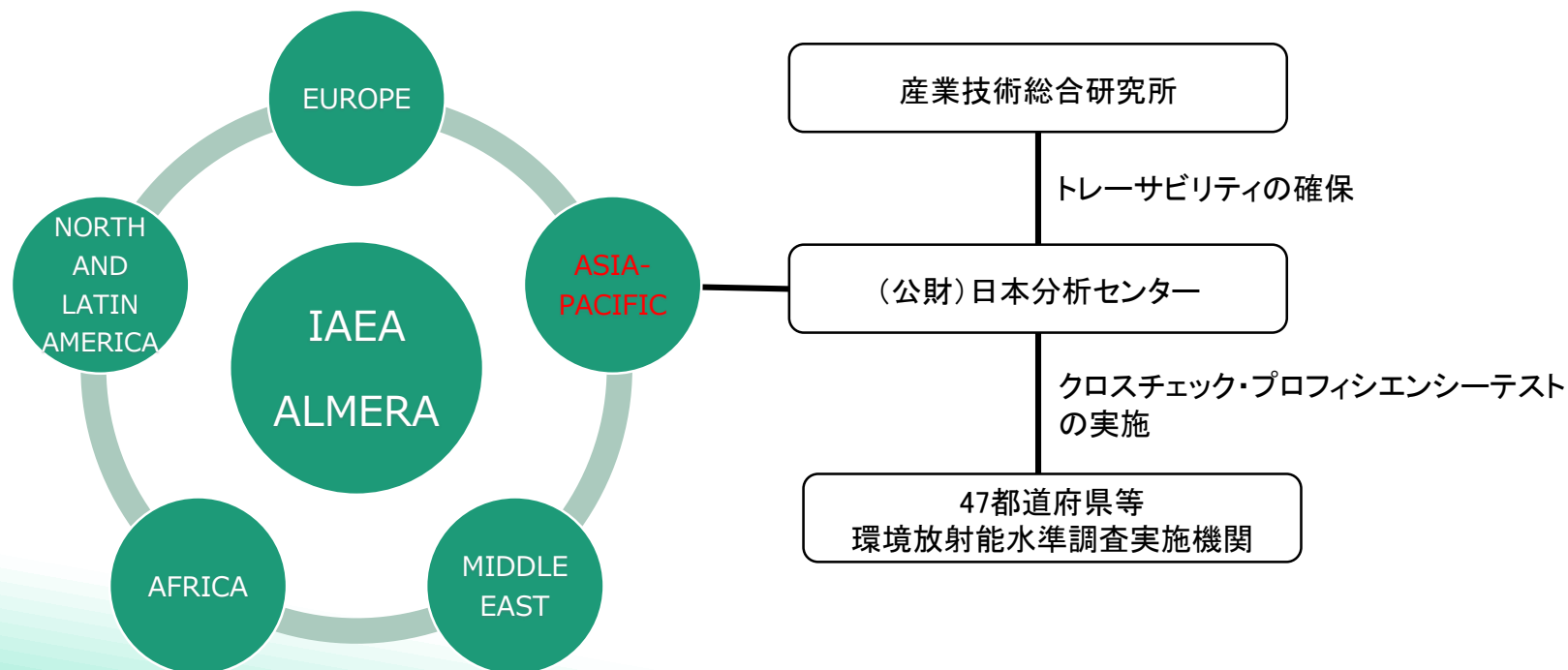
ーモニタリング実施主体の品質保証ー

- モニタリング実施主体の品質保証を直接担保する制度としては、(独)製品評価技術基盤機構が放射能測定法シリーズを対象としたASNITE認定を実施しており、(公財)日本分析センターが認定を取得している。
- このほか、環境放射線モニタリングの実施主体の品質保証を担保する仕組みとしては、IAEAが測定専門機関を対象として実施するプロフィエンシーテスト(PT)や(公財)日本分析センターが自治体を対象として実施するクロスチェック等がある。
- 前処理を行う放射能濃度測定の品質保証を担保するには、適切な測定手法の使用、測定機器の校正の実施、クロスチェック・プロフィエンシーテストへの参加、管理体制の確立などの項目を満たすことが重要である。これらの項目を満たしていることを判断する有効な方法として、ISO17025の認定の取得がある。
- 我が国においては放射能測定法シリーズが制定され、測定機器の校正についても定期的に実施されている。品質保証体制の確立については、自治体においては原子力安全委員会「環境放射線モニタリング指針」の中で記載されているほか、原子力事業者においては保安規定の中で規定されている。また、国においては、主にISO17025の認定を取得している機関に測定業務を委託している。
- 国全体の品質保証体制の更なる充実を目指すためには、複数者が参加するクロスチェック・プロフィエンシーテストの体制の充実が重要。

前処理を伴う放射能分析の品質保証

ー我が国におけるクロスチェック・プロフィエンシーテストの現状ー

- 平成20年度までは、(公財)日本分析センターが中心となり47都道府県に対してクロスチェック、プロフィエンシーテストを実施し、測定値の妥当性を定常的に確認していた。現在、一部の都道府県が任意で(公財)日本分析センターによるクロスチェック、プロフィエンシーテストを受検。
- 福島第一原子力発電所事故以降、IAEAのクロスチェック、プロフィエンシーテスト等のプロジェクトに、国内の自治体等のモニタリング機関が参加し、測定値の妥当性を確認している。ただし、同プロジェクトは、今後、定常的に実施されていくものではない。

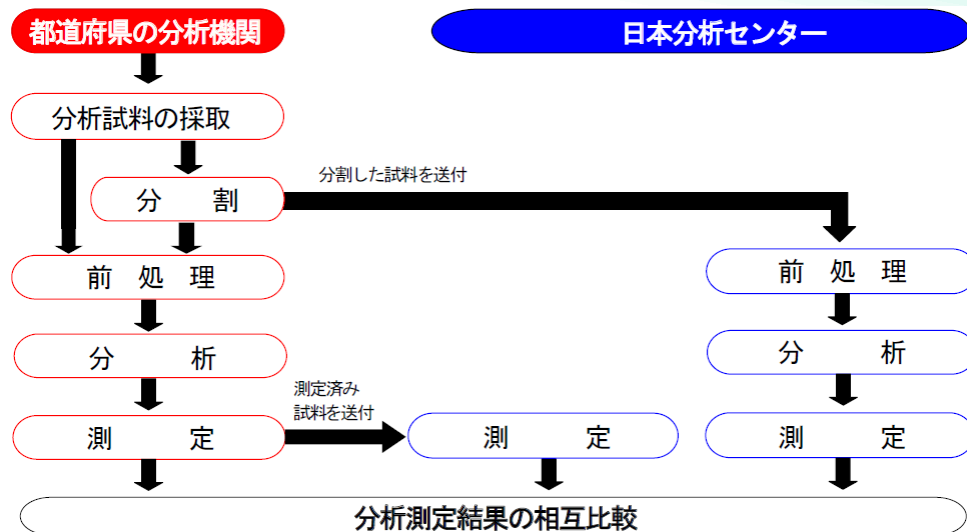


前処理を伴う放射能分析の品質保証

—我が国におけるクロスチェック・プロフィシエンシーテストの現状—

1 クロスチェック(試料分割法)

環境試料を分割し、分析機関間において分析・測定を実施し、定量結果についてISO/IEC17043に定められたEn数による判定を行う。



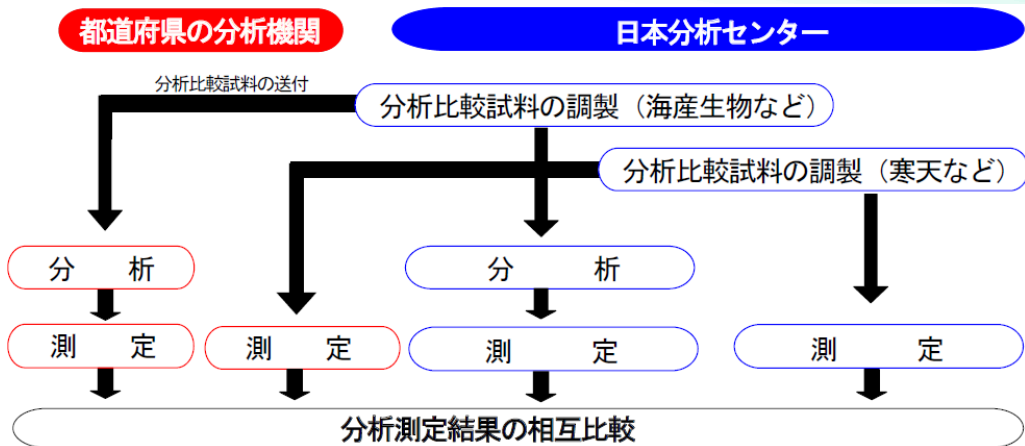
	ガンマ線 スペクトロメリー	トリチウム分析	放射化学分析					元素分析			
			¹⁴ C	⁹⁰ Sr	¹²⁹ I	Pu	Am・Cm	フッ素	ラジウム	ウラン	
環境試料	大気浮遊じん	○									
	降下物	○									
	陸水	○	○						○	○	○
	土壌	○			○	○	○	○	○	○	○
	農作物・ 指標生物	○		○	○						
	牛乳	○			○						
	海水	○	○		○						
	海底土	○					○				
	海産生物	○	○		○		○				
	農畜水産物								○	○	○

前処理を伴う放射能分析の品質保証

ー我が国におけるクロスチェック・プロフィエンシーテストの現状ー

2 プロフィエンシーテスト(標準試料法)

放射能濃度や元素濃度既知の環境試料または模擬試料を、分析機関間において分析・測定を実施し、定量結果についてISO/IEC17043に定められたEn数による判定を行う。

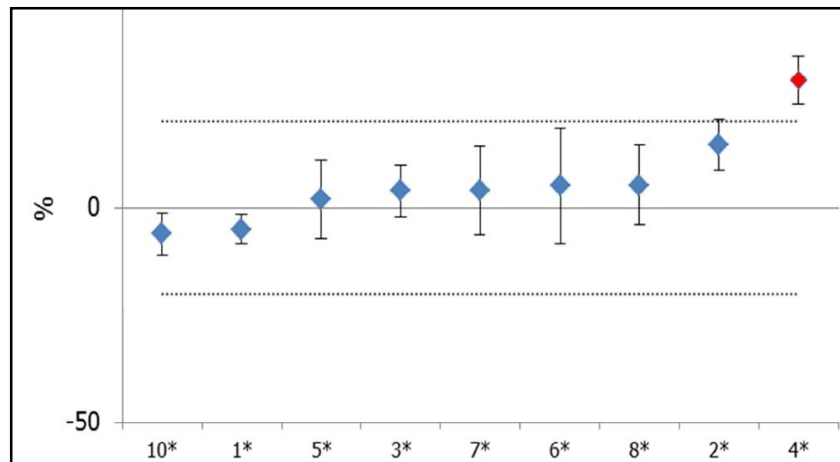


	ガンマ線 スペクトロメトリー	トリチウム 分析	放射化学分析					元素分析			
			¹⁴ C	⁹⁰ Sr	¹²⁹ I	Pu	Am・Cm	フッ素	ラジウム	ウラン	
分析比較試料	寒天	○									
	模擬土壌	○									
	海水	○									
	海産生物	○									○
	模擬牛乳	○									
	トリチウム水 (低)		○								
	トリチウム水 (高)		○								
	トリチウム水 (組織自由水)		○								
	放射性炭素 I			○							
	放射性炭素 II			○							
	農作物				○						
	陸水				○				○	○	○
	ヨウ素129水					○					
	土壌						○	○	○	○	○

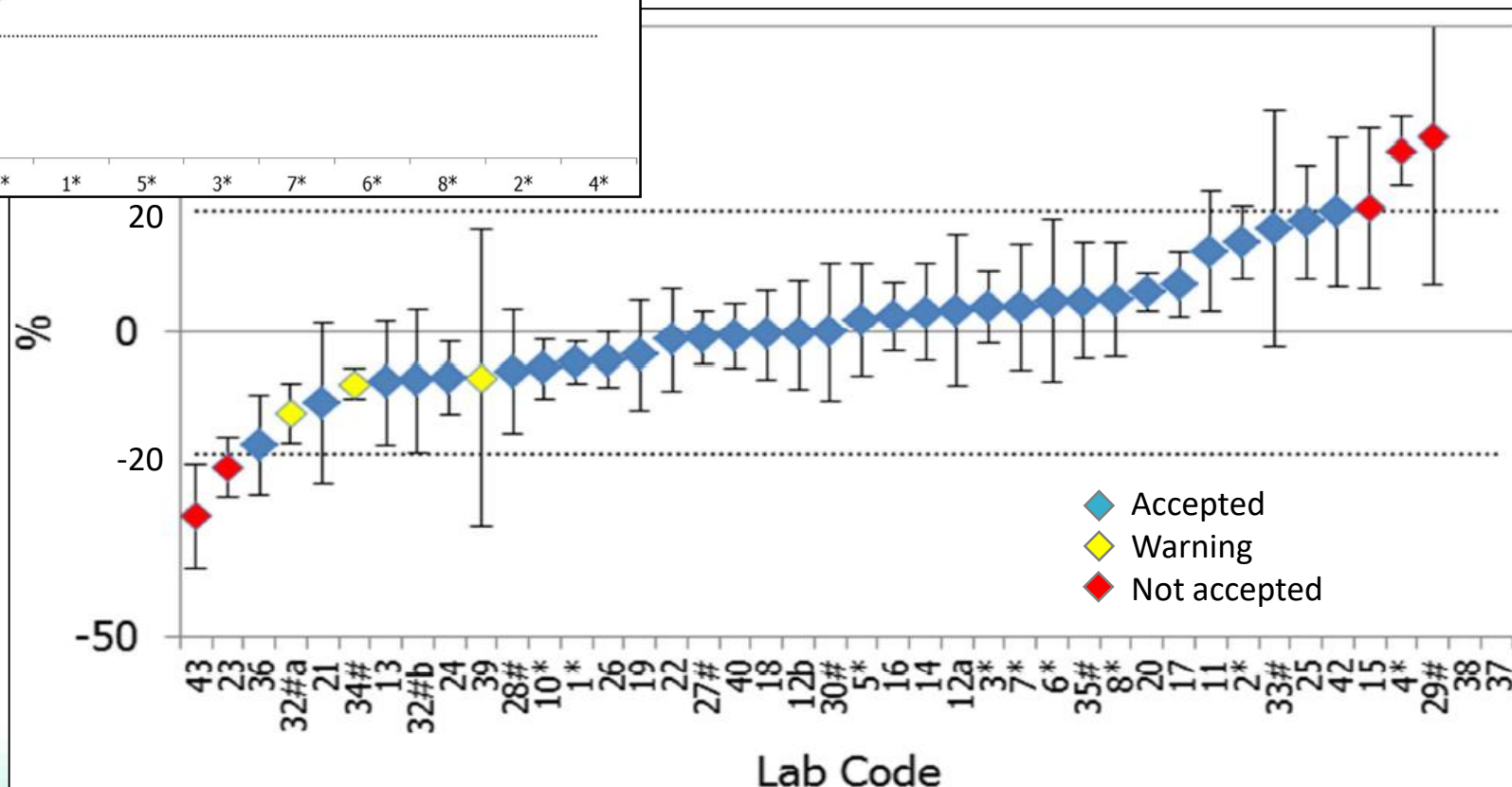
前処理を伴う放射能分析の品質保証

—我が国におけるクロスチェック・プロフィエンシーテストの現状—

〔IAEAによるプロフィエンシーテスト(2015)(海水に添加した ^{137}Cs)〕



←日本からの参加機関(Lab Code*)のみ抜粋



前処理を伴う放射能分析の品質保証

— 海外との比較 —

品質保証の項目※1	日本	ドイツ※2	イギリス※3
トレーサビリティの確保された校正の実施	・(公社)日本アイソトープ協会(JRIA)が供給するJCSS,JRIA等の校正証付きの校正用線源等を利用した校正が可能。	・一般行政規則の「検知器・測定器の機能を確保する義務を負っている」との記載により校正を義務付け。	・NPL(National Physical Laboratory)が供給する校正証付きの校正用線源を利用した校正が可能。
測定機器の品質	・JIS/IEC規格に基づき設計※4。	・ISO/IEC規格に基づき設計。	・ISO/IEC規格に基づき設計。
標準分析法の確立	・放射能測定法シリーズを制定。	・統合測定情報システム(IMIS)の枠組みにて、測定手順の概要を制定	・NPL(National Physical Laboratory)がGood Practice Guide等を制定。
職員の教育及び訓練	・日本分析センターがモニタリング機関担当者向けの研修を実施。	・特に確立された取組みはない	・外部向けの研修あり。
クロスチェック、プロフィシエンシーテスト等の実施	・任意	・任意	・任意
ISO17025(分析)について	・義務づけていない。	・ <u>食品の分析に関してのみ義務づけている。</u>	・義務づけていない。

※1 品質保証に必要な項目については、ISO17025の項目を除いて、「環境放射線モニタリング指針」から引用。

※2 BMUB(ドイツ連邦環境・自然保護・原子炉安全省)に対して調査を実施。

※3 Office for Nuclear Regulation (ONR)及びEnvironment Agency(EA)に対して調査を実施。

※4 規格の存在する測定機器に限る。

環境放射線モニタリングの品質保証の 今後の在り方及び対応状況

我が国における環境放射線モニタリングの品質保証の方向付け及び対応

〔2017年10月 第3回環境放射線モニタリング技術検討チーム会合〕

検出器が取り外せる空間線量率測定や前処理を行わない放射能濃度測定

- 検出器が取り外せる空間線量率測定や前処理を行わない放射能濃度測定については、校正施設等や測定機器の設置場所ほかにおいて、トレーサビリティの確保された校正を引き続き行うことが重要である。

モニタリングポストによる空間線量率測定

- モニタリングポストによる空間線量率測定については、測定機器の健全性を確認校正などの校正により維持する必要がある、これまでどおり、モニタリングポストの定期的な確認校正を着実に実施することが重要である。また、これまでと同様に一部のモニタリングポストに対してin-situ校正を実施し、確認校正の妥当性を確認していくことが重要である。

前処理を行う放射能濃度測定

- 我が国におけるクロスチェック、プロフィシエンシーテストの枠組みを活用し、都道府県等のモニタリング実施機関に対して、クロスチェック、プロフィシエンシーテストへの参加を促進することが重要である。
- 上記と合わせて、ISO17025の考え方に沿った放射能濃度測定を実施していくことが重要である。



我が国における環境放射線モニタリングの品質保証の方向付け及び対応

平常時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)を策定(2018年4月)

4-2 品質保証

平常時モニタリングにおける品質保証の目的は、得られたデータの品質が客観的にみて、適切なレベルに維持されていることを保証することである。これによっではじめて各機関の間のデータあるいは一機関の異なった時期におけるデータの統一的な解釈が可能になる。

放射性物質の濃度の測定データについては、ISO/IEC17025の考え方に沿って品質を保証することが望ましい。放射性物質の濃度の定量に関しては、試料の採取からデータの評価に至る一連の行為のすべての段階において確立されている必要があり、それには次の事項が含まれる。

- ア 平常時モニタリングに用いられる機器・装置の品質
- イ 計測器の保守、点検及び校正
- ウ 標準となる分析方法の確立
- エ 国家計量標準がある場合には、これとトレーサビリティのある校正用線源等の利用
- オ 職員の教育及び訓練
- カ データの品質が必要とされるレベルに維持されていることを示す文書、記録等

以上の項目を総合的に評価するため、放射性物質の濃度の定量に関しては、環境放射能に関する分析専門機関との試験所間比較分析(クロスチェック)及び技能試験(プロフィシエンシーテスト)を定期的に実施する必要がある。

また、モニタリングポスト等による空間放射線量率の測定に関しては、測定器について定期的な校正又は確認校正により健全性を確認する必要がある。

さらに、確認校正の妥当性を確認するために、代表的に選んだモニタリングポスト等に対して国家標準とのトレーサビリティが明確な基準器との比較測定による校正を実施することが重要である。

あわせて、中長期的な人材育成が重要である。

環境放射線モニタリングの品質保証向上の取組実績 〔モニタリングポストによる線量率測定〕

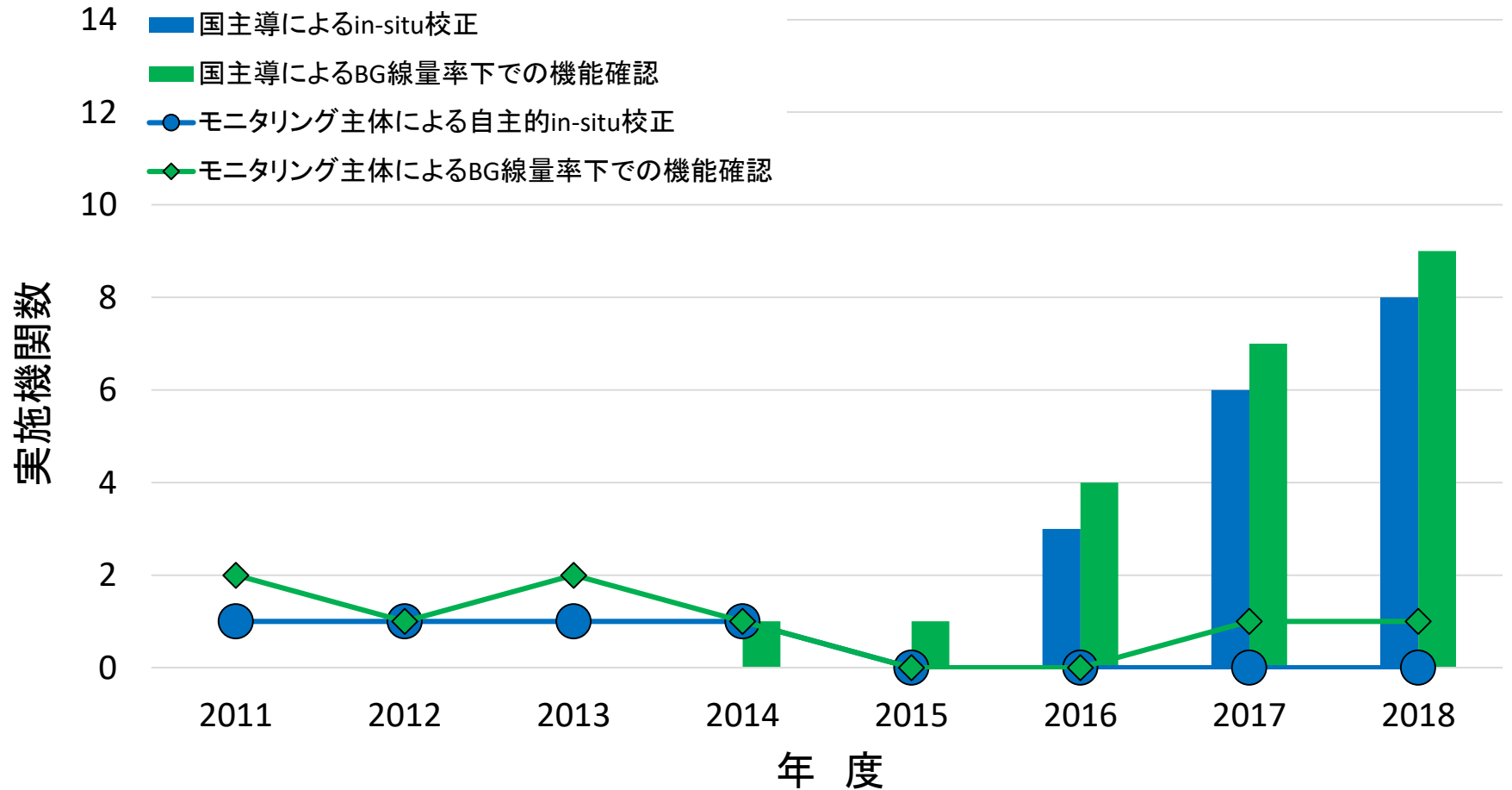
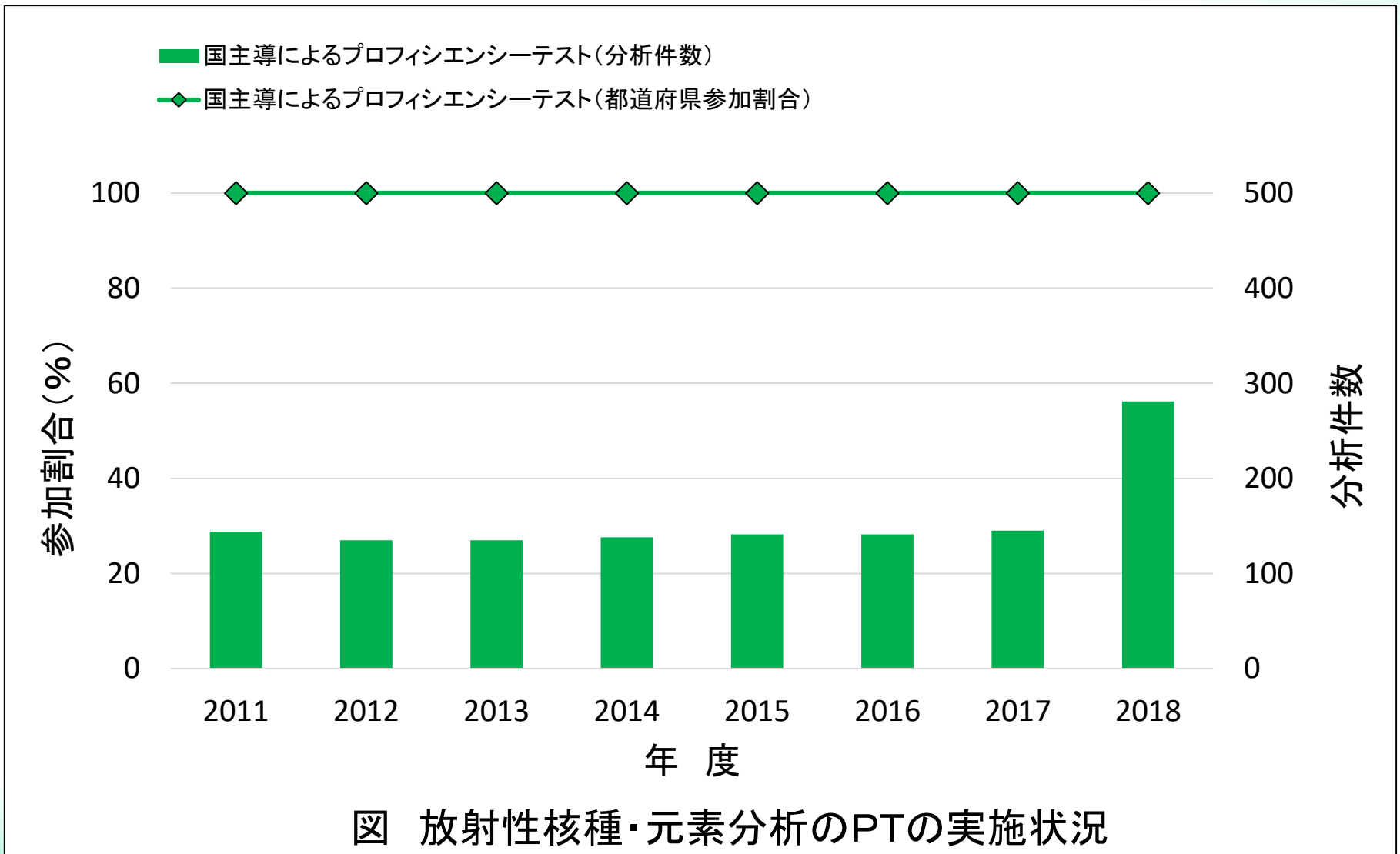


図 モニタリングポストの校正等の実施状況

環境放射線モニタリングの品質保証向上の取組実績 〔放射性核種分析・元素分析〕



環境放射線モニタリングの品質保証向上の取組実績 〔ISO17025認定取得状況〕

放射線測定/放射能分析の品質保証制度認定取得事業者数(2018.11)

認定制度	事業者数	備考(認定事業内容の例)
ISO17025認定取得機関	約70	<ul style="list-style-type: none"> • I-131/食品/Ge 半導体検出器によるガンマ線スペクトロメリー • I-131、Cs134、Cs137/肥料、飼料/Ge 半導体検出器によるガンマ線スペクトロメリー • Ge 半導体検出器を用いた一般食品、幼児用食品、牛乳、飲料水の放射性核種(Cs134、Cs137、I131)の分析試験 • Ge 半導体検出器による公共水域水及び排水の放射性核種(Cs134/Cs137を含む)分析試験など
ASNITE認定取得機関	6	<ul style="list-style-type: none"> • Cs134、Cs137/土壌 • Cs134、Cs137/環境水、排水、底質等 • Cs134、Cs137/排ガス、粉じん • Cs134、Cs137/廃棄物など

個人線量測定

個人線量測定の実態

(1) 検討の前提

- 個人線量の測定は、原子力災害対策特別措置法、原子炉等規制法、放射線障害防止法に基づいて事業者による実施が義務づけられており、個別の作業単位の被ばく線量管理のためのAPD(警報付き電子線量計)による測定と、一定期間の被ばく線量管理のための受動型線量計による測定に大別される。
- APDによる測定は使用者において実施され、メーカーにより校正される。受動型線量計による測定は一部の例外(JAEA)を除き、個人線量測定サービス事業者によってサービスが提供される。
- ここ(環境放射線モニタリング技術検討チーム会合)での検討は、受動型の個人線量測定を対象とする。

個人線量測定の実態

(2) 現状

- 我が国では、個人線量測定サービス事業者に対する直接的な規制はなく、その品質保証は当該サービス事業者の自主的取組に委ねられている。
- 米国では、NRC規則により、許認可取得者が線量限度等の規定遵守の確認を行う際には、APD等の一部の機器を除いて、国立標準技術研究所(NIST: National Institute of Standards and Technology)のNVLAP(※)の認定を受けた者が分析・評価を行うことが定められている。
- 欧州では、欧州原子力共同体(EURATOM: European Atomic Energy Community)が、放射線の防護措置に関する指令により、EU加盟国に職業被ばく線量を線量測定サービスによって確定することが求められている。また、英国では、この指令を受けて、電離放射線規則により、線量測定サービスの承認要件としてISO/IEC17025の認定を受けることが定められている。

(参考)

※NVLAPとは、National Voluntary Laboratory Accreditation Program(米国自主試験所認定プログラム)であり、米国商務省NISTが運営。

線量測定サービスについては、ISO/IEC17025に基づき、

- ①受動型の個人線量計の読取機の校正
- ②技能試験による測定結果の正確な数値化能力の確認
- ③製品としての型式認証

が要求事項となっている。

個人線量測定の商品保証向上の方向づけと対応

[2017年3月 第3回環境放射線モニタリング技術検討チーム会合]

一部の事業者を除き個人線量測定サービス事業者によってサービスが提供される現状を踏まえ、これらのサービス事業者向けの認定制度を、米国のNVLAPを参考に、我が国において創設することとしてはどうか。



(公財)日本適合性認定協会(JAB)において、個人線量測定サービス事業者向けの認定制度を創設、2018年7月から認定申請の受付を開始

ご清聴ありがとうございました