

平成 26 年度放射線対策委託費
(放射能測定法シリーズ改訂) 事業

報 告 書

平成 27 年 3 月

公益財団法人原子力安全技術センター

○この印刷物は国等による環境物品等の調達に関する法律（グリーン購入法）に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。

目 次

第1章 調査の概要.....	1
第2章 基礎調査.....	4
2. 1. 関係機関等における環境放射線モニタリングの現状.....	4
2. 2. 技術動向（測定機器及び分析手法等の現状）.....	7
2. 3. 測定法の記載内容の概略.....	15
第3章 測定法改訂の方向性の検討.....	80
3. 1. 測定法改訂の必要性の検討.....	80
3. 2. 測定法改訂の優先度の検討.....	80
3. 3. 測定法の合理化の考え方.....	83
第4章 有識者検討会の開催.....	86
第5章 まとめ.....	88
付属資料1 測定法に対する利用者の意見.....	付 1-1
付属資料2 各測定法の主な課題と改訂方針案.....	付 2-1
付属資料3 各測定法の改訂に係る優先度.....	付 3-1
付属資料4 測定法の内容の統合を踏まえた改訂の優先度.....	付 4-1
付属資料5 測定法に関する規格.....	付 5-1

余白ページ

第1章 調査の概要

1. 調査の概要

(1) 調査の背景及び目的

原子力規制委員会では、環境放射能の水準を把握するための調査や、陸域、海域、空域の各種放射線モニタリングを実施している。また、都道府県、市町村、原子力事業者及び研究機関等、さまざまな主体が放射線モニタリングを実施している。これらの結果の精度を保つため、及び今後万が一原子力災害が発生した際に適切な放射線モニタリングを実施できるようにするためには、標準的な分析・測定手法を定義する必要がある。

環境放射能分野における標準的な分析・測定法マニュアルとしては、「文部科学省放射能測定法シリーズ」（以下、「測定法」という。）が34種、技術参考資料が1種作成されているが、中には刊行から40年程度経過しているものも存在し、技術の進展等が反映されていない場合があると考えられることから、これらの測定法の内容を精査し、改訂の必要性・方向性等の検討を行う。

なお、本調査は、原子力規制庁の委託業務として、公益財団法人原子力安全技術センターが行うものである。

(2) 調査の進め方

測定法の内容の精査、利用者等の意見を整理するなどの基礎調査に基づき、現状の測定法に係る課題等を整理して改訂の方向性の検討を行う。なお、本調査は外部有識者からなる検討会を設置し調査の妥当性等を諮りながら進める。

1) 調査の項目

①基礎調査

環境放射線モニタリングの現状の整理、測定法に対する利用者の意見の整理、測定機器及び分析手法等の技術動向の整理、測定法の記載内容の確認を行い、測定法の改訂の方向性を検討するための情報として整理する。

②測定法の改訂の方向性の検討

基礎調査で整理した情報に基づいて改訂の必要性を検討するとともに、改訂の優先度を検討する。なお、ここでの検討においては、部分的な統廃合を踏まえた測定法全体の合理化も考慮することとする。

2) 検討会での助言を踏まえた、本調査を進める上で考慮すべき事項

①技術の進展が現在の測定法に反映されているかを確認するとともに、測定法に係る課題や利用者の意見を踏まえて改訂の必要性及び優先度を検討する。なお、記述内容の修正までは踏み込まず、今後の改訂のための方向性を示す。

②新しい技術の取り入れについては、実験等を伴う十分な検討が必要なことから、調査で抽出した分析手法は、技術動向として示すことに留める。

③測定法の位置付けと利用者の想定をするとともに、測定法が使い易くなるよう利用者視点で考え、改訂のための方向性を示す。

④測定法は公定法であり、古い技術であっても今後も利用する場面があることが考えられ

る。また、測定法及び分析手法の廃止については、これまで(または現在)実施している分析手法の根拠が無くなることから検討しない。しかしながら、機器・器材が入手困難な場合、新たな機器・器材を利用することが望ましい場合は部分的な統廃合として提案する。

- ⑤測定法の内容に沿って使い易い分類があれば提案として示す。
- ⑥短期間で分析目標レベル(検出限界値、定量下限値)等を統一することは困難であることから、分析目標レベル等の定義を整理し、今後の改訂のための方向性を示す。
- ⑦改訂の前後で過去の測定結果との連続性が損なわれないよう配慮する。

既刊の測定法を表 1. 1 に示す。

表 1. 1 既刊の測定法

(測定法シリーズ)

No.	書名
1	全ベータ放射能測定法
2	放射性ストロンチウム分析法
3	放射性セシウム分析法
4	放射性ヨウ素分析法
5	放射性コバルト分析法
6	NaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法
7	ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー
8	放射性ジルコニウム分析法
9	トリチウム分析法
10	放射性ルテニウム分析法
11	放射性セリウム分析法
12	プルトニウム分析法
13	ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法
14	ウラン分析法
15	緊急時における放射性ヨウ素測定法
16	環境試料採取法
17	連続モニタによる環境 γ 線測定法
18	熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法
19	ラジウム分析法
20	空間 γ 線スペクトル測定法
21	アメリカシウム分析法
22	プルトニウム・アメリカシウム逐次分析法
23	液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法
24	緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法
25	放射性炭素分析法
26	ヨウ素-129分析法
27	蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法
28	環境試料中プルトニウム迅速分析法
29	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法
30	環境試料中アメリカシウム241、キュリウム迅速分析法
31	環境試料中全アルファ放射能迅速分析法
32	環境試料中ヨウ素129迅速分析法
33	ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法
34	環境試料中ネプツニウム237迅速分析法

(技術参考資料)

No.	書名
1	大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料

第2章 基礎調査

測定法の改訂の方向性を検討するにあたっては、測定法のニーズの把握、技術動向の反映状況の確認及び測定法の記載内容の確認が必要と考えられることから、基礎調査として、次の項目について情報の整理を行った。

- 測定法のニーズを把握するための、関係機関等における環境放射線モニタリングの現状の整理及び測定法に対する利用者意見の整理。
- 技術動向の反映状況を確認するための、測定機器及び分析手法等の情報の整理。
- 測定法にある問題点を抽出するための、測定法の記載内容の確認。

整理した内容を2. 1. 項から2. 3. 項に示す。

2. 1. 関係機関等における環境放射線モニタリングの現状

原子力施設等立地道府県では、原子力施設等による環境影響の監視等のため、空間放射線量や環境試料中の放射性物質の濃度を測定している。また、原子力安全協定等に基づいて原子力事業者が当該道府県と同様の測定を実施している場合もある。この他、国の放射能調査研究に係るものとして、環境放射能水準調査、フォールアウト関係、海洋放射能関係等で放射能測定が行われている等、放射能測定は各分野で実施されているとともに、本測定法が環境放射線モニタリングのマニュアルとして各分野で広く利用されている。

ここでは、測定法改訂に資する情報として、利用者が最も多いと考えられる原子力施設等立地道府県及び環境放射能水準調査実施機関を対象に、環境放射線モニタリングの現状を整理するとともに、測定法に対する利用者の意見も整理した。また、緊急時の環境放射線モニタリングでは、どのようなことに配慮すべきかを把握するため、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故（以下、「福島原発事故」という。）時の対応を踏まえた環境放射線モニタリングにおける状況を整理した。

(1) 測定対象

測定対象は、空間放射線量及び環境試料に大別される。各対象の詳細を以下に示す。

- 空間放射線量
 - ・ モニタリングポスト（NaI(Tl)シンチレーション検出器及び電離箱式検出器を用いた固定式の連続モニタリングまたは可搬式の適宜モニタリング）
 - ・ 積算線量計（蛍光ガラス線量計または熱ルミネッセンス線量計を用いた一定期間毎の積算線量）
 - ・ 移動測定（自動車に搭載した測定機器による定点または走行中の測定）
- 環境試料
 - ・ 大気（浮遊じん、水蒸気、粒子・気体など）
 - ・ 降下物（雨水、塵埃など）
 - ・ 陸水（飲料水、河川水、湖沼水など）
 - ・ 陸土（土壌(表土)、河底土、湖沼土など）
 - ・ 農林産物（米、野菜、きのこなど）

- ・ 牛乳（原乳）
- ・ 海水
- ・ 海底土
- ・ 海産生物（魚介類、海藻など）
- ・ 指標生物（指標植物、指標海産生物など）

（2）主な対象核種と測定機器

機関によって、対象とする核種及び測定機器が異なる場合があるが、以下には環境試料中の測定対象核種と測定機器のうち主なものを示す。

- ・ ^3H （液体シンチレーション計数装置）
- ・ ^7Be （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{14}C （液体シンチレーション計数装置）
- ・ ^{40}K （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{54}Mn （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{58}Co （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{60}Co （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{90}Sr （ 2π ガスフロー計数装置）
- ・ ^{95}Zr （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{106}Ru （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{131}I （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{134}Cs （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{137}Cs （Ge 半導体検出器）
- ・ ^{144}Ce （Ge 半導体検出器）
- ・ U（Si 半導体検出器、ICP-MS）
- ・ Pu（Si 半導体検出器）
- ・ 全 β （GM 計数装置、 2π ガスフロー計数装置、プラスチックシンチレーション計数装置）
- ・ 全 α （Si 半導体検出器、ZnS(Ag)シンチレーション計数装置）

（3）環境放射線モニタリングの現状

測定法には放射化学分析を中心としたものが多いが、現状は Ge 半導体検出器による測定が目立つ。純 β 線放出核種、 α 線放出核種を除いては、ほとんどが Ge 半導体検出器による γ 線測定である。環境試料中の放射能測定は、「環境放射線モニタリング指針（原子力安全委員会 平成 22 年 4 月一部改訂）」の中でも、「放射化学分析法は、原則としてガンマ線計測の適用が困難な核種（純ベータ線放出核種、アルファ線を放出するウラン・プルトニウム等）に対して適用する。」と示されている。Ge 半導体検出器を用いた測定が多いのはこのためである。

しかしながら、放射性コバルト分析法の中では、Ge 半導体検出器を用いた機器分析法による分析結果について、明確な判断が付かない場合は放射化学分析が有効である旨記述されており、放射化学分析法が機器分析法に比べてより精密な分析結果が得られることから、

状況に応じた分析方法の使い分けが必要と考えられる。

(4) 測定法に対する利用者の意見

測定法の利用者が最も多いと考えられる原子力施設等立地道府県及びその他の定常的に放射能分析を行っている機関から得られた測定法に対する意見を整理した。

整理した内容を付属資料 1 に示す。

(5) 福島原発事故時の対応を踏まえた環境放射線モニタリングの状況

福島原発事故時の対応に基づいて、緊急時の環境放射線モニタリングに係る状況を整理し、測定法の改訂に資する情報として整理した。福島原発事故時の環境放射線モニタリングに対する全般的な情報と福島県が当時行った環境放射線モニタリングに係る情報を示す。

(全般的な情報)

- ・ 放射性セシウムをはじめとした様々な放射性物質が放出され、広範囲な汚染が生じたことにより、通常よりも高い放射線量の測定や大量の環境試料の測定が必要になった。特に食品中の放射能測定は全国規模で行われるに至った。
- ・ 車載システムによる走行サーベイ、航空機モニタリングが広範囲で行われ、さらに、Ge 半導体検出器による in-situ 測定が本格的に行われた。
- ・ 福島第一原発からの汚染水の漏出により、 ^3H 、 ^{90}Sr 等の測定結果が注目された。

(福島県が当時行った環境放射線モニタリングに係る情報)

- ・ 海水の全 β 線測定では Sr の回収率を向上させるため鉄バリウム共沈法を用いた。
- ・ サーベイメータを用いた空間放射線量率の測定では、高さ 1m と 1cm の値を測定し、ブルームの影響か、地表沈着した放射性物質からの影響かを判断することがあった。
- ・ NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いたモニタリングポスト、サーベイメータ同士でも単位系が混在しており、値が異なる場合があった。
- ・ DBM(Discrimination Bias Modulation)方式を用いたモニタリングポストが存在しており、これら一部のモニタリングポストのデータでは、MCA を装備していないと事故時の γ 線スペクトル解析ができなかった。
- ・ 熱ルミネセンス線量計や蛍光ガラス線量計は、電源等のインフラが寸断されても値は取り続けられ、後の評価に役立つと考えられるため、これらの位置付けの明確化が望まれる。
- ・ 大規模災害時は液体窒素の供給が期待できず、Ge 半導体検出器を用いた測定ができない恐れがあるため、これに応じた対策が必要である。
- ・ 海に放出された ^3H は、魚類等の有機結合型トリチウム (OBT:Organically Bound Tritium) の評価が重要である。
- ・ 放射線量が高い環境下では、サーベイメータを用いたヨウ素スクリーニングができない可能性があるため、再検討が必要である。周りを汚染させないよう配慮して実験室に試料を持ち込み、Ge 半導体検出器による測定に供する方が効果的と思われる。

- ・ Ge 半導体検出器の測定で用いる容器は各種あるが、大規模災害時は容器の供給が途絶える恐れがある。U8 容器は専門業者が取扱っているので、福島県が緊急時に用いる予定であった V5 容器よりも入手し易かった。緊急時に用いる容器についての検討が必要と考えられる。
- ・ 放出された核種は、継続的な把握が重要であり、可能な限り連続測定による大気モニタリングが望ましい。
- ・ 発災地域では地表の放射性物質の再浮遊によって大型水盤に混入することがあるため、降下物の測定においては、この点の考慮が必要である。また、放射能レベルが高い場合、蒸発濃縮による二次汚染が懸念されるため、別の方法による測定法をマニュアル化する必要がある。

2. 2. 技術動向（測定機器及び分析手法等）

（1）測定機器の現状

測定機器に関する技術の進展が測定法に反映されているかを確認するため、測定法で示されている測定機器の現状を整理した。なお、ここで示した内容は各メーカーからの聞き取り等による情報を整理したものである。

1) 空間線量連続モニタ

固定式の連続モニタによる空間放射線量の測定に用いられる。低線量率測定用として NaI(Tl) シンチレーション検出器、高線量率測定用として電離箱または Si 半導体検出器を用いた機器が主流である。

NaI(Tl) シンチレーション検出器を用いた機器では、そのほとんどが G(E) 関数による線量換算を適用しており、システムに MCA(Multi Channel Analyzer) を内蔵し γ 線スペクトルを取得できる機器が多い。結晶サイズは 2 インチ円柱タイプが主流であり、3 インチ円柱タイプや球形タイプの検出器を用いた機器も存在する。また、ほとんどの検出器は、エネルギー補償や温度補償されているタイプである。温度特性を考慮した対策としては、ファンやヒーターで加温・冷却対策が取られている例もある。

アルゴンガス加圧型電離箱は、高圧ガス保安法において高圧ガスの適用を受けない 1MPa 以下で加圧された機器が一般的である。加圧型電離箱は 100keV 以下のエネルギー特性が悪いとされているが、壁材の改良によってエネルギー特性が改善されている機器も存在する。

Si 半導体検出器は可搬型の機器に装備されている例が多く、機器によってはバックグラウンドレベルから高線量率まで測定できるものも存在する。なお、可搬型の機器では携帯電話回線等を用いてリアルタイムに測定データを伝送することも可能である。

検出器の設置高さはまちまちであるが、福島原発事故以降に設置される機器は地上 1m の高さに設置される例が多くなっている。これは原子力災害対策指針で示された OIL (Operational Intervention Level ; 運用上の介入レベル) を踏まえてのことと推察される。また、測定結果の表示としては、ほとんどが空気吸収線量率 (Gy/h) を採用しているが、周辺線量当量率 (Sv/h) で表示される例もある。

環境 γ 線連続モニタは、JISZ4325 にも定義されており、機器の仕様や校正の方法が示

されている。測定機器メーカーではこの規格に準拠して機器の製造、校正を行っている。

2) ゲルマニウム半導体検出器

ゲルマニウム半導体検出器は、 γ 線スペクトロメトリーに用いられる機器である。NIM(Nuclear Instruments Module)の組み合わせで構成されるシステムも現存するが、近年は高圧電源、アンプ、信号処理回路及びMCAが組み込まれた一体型の機器が市販されている。また、アナログ回路はDSP(Digital Signal Processing)等のデジタル信号処理に変化しており信号処理の高度化とシステムのコンパクト化が図られている。従来はLiドリフトタイプ(Ge(Li))の検出器が主流であったが、大手メーカーは1980年代にGe(Li)の製造を中止しており、現在主流のゲルマニウム半導体検出器は高純度Ge(HPGe)である。HPGeでは相対効率の高い検出器の製造が可能となっており、相対効率¹が100%を超える検出器も存在する。

数keVから数百keV程度の低エネルギーの測定に特化した検出器としてLEPS(Low Energy Photon Spectrometer)検出器があるが、近年は、p型検出器またはn型検出器でLEPS検出器のエネルギー範囲をカバーできるようになっている。LEPS検出器はこれらの検出器に比べてエネルギー分解能は高いが、p型検出器の測定エネルギー範囲は数十keVから10MeV程度、n型検出器の測定エネルギー範囲が数keVから10MeV程度という特徴もあり、高分解能が特に必要でなければこれらの検出器で代用可能である。

冷凍機の進歩により、電気冷却によって液体窒素温度付近での冷却が可能となり、普及が進んでいる。しかしながら、電気冷却式の欠点は電源の供給が止まることで冷凍機が停止することであり、この場合、一度結晶を室温まで戻す操作が必要になり、2日間程度測定が不可能な期間が生じることになる。近年は、冷凍機を用いて液体窒素を再液化するハイブリットタイプも登場し、これらの欠点を克服できるようになっている。また、冷凍機の進歩と充電池の大容量化によって、可搬型検出器の普及も進んでいる。

3) α 線スペクトロメータ

α 線スペクトロメータは、 α 線などの荷電粒子を測定するプレーナシリコン検出器(PIPS-Passivated Implanted Planer Silicon Detector)やイオン注入型シリコン検出器を用いた α 線スペクトロメトリーに用いられる機器である。高分解能、高効率、低バックグラウンドタイプ等の各種検出器が存在している。

NIMの組み合わせで構成されるシステムも現存するが、近年は高圧電源、プリアンプ、信号処理回路、真空チャンバー及びMCAが組み込まれた一体型の機器が市販されており、USBやEthernet等で容易にパソコンに接続することができ、コンピュータ上で一連の制御が可能となっている。複数の検出器を装備した機器の他、直径100mmを超える試料の測定が可能な機器も存在する。

4) シンチレーションスペクトロメータ

シンチレーションスペクトロメータは、空間の γ 線を測定し、核種毎の線量への寄与を

¹ ⁶⁰Coから放出された1332.5keVのエネルギーに対する3インチ×3インチNaI(Tl)シンチレーション検出器の計数効率とゲルマニウム半導体検出器の全エネルギーピーク絶対効率との比で表わすゲルマニウム半導体検出器の効率。

算出するシンチレータを用いたスペクトロメータである。現在の測定法では「No.20 空間 γ 線スペクトル測定法」でNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータが取り上げられている。このシステムでは、NaI(Tl)シンチレーション検出器及びパソコンに直接接続できる高圧電源及びプリアンプを内蔵したポータブルタイプのデジタル MCA が市販されており、パソコン用の線量解析ソフトウェアも用意されている。(Pee1-OFF 法、レスポンスマトリクス法、G(E)関数法) in-situ 測定用の一体型の機器も市販されている。また、NaI(Tl)シンチレーション検出器の他、CsI(Tl)シンチレーション検出器、LaBr₃(Ce)シンチレーション検出器を用いた機器も市販されている。なお、LaBr₃(Ce)シンチレーションスペクトロメータについては、環境省「廃棄物関係ガイドライン(平成25年3月 第2版)」において、Ge 半導体検出器及びNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータとともに、廃棄物の放射能濃度分析に用いる測定機器として指定されている。

最近の新しい固体シンチレータとして、GAGG(ガドリニウムアルミニウムガリウムガーネット)を使用した機器も登場しており、今後はスペクトロメータとしての利用の可能性も考えられる。

5) 低バックグラウンド 2π ガスフロー計数装置(低バックグラウンド GM 計数装置)

放射化学分析に伴う、試料の β 線測定に用いられる。試料から放出される β 線を計数するための機器である。検出器有効径が概ね1インチ及び2インチのモデルが主流であるが、大面積試料用として5インチ径の検出器を装備した機器も存在しており、使用するガスの種類により β 線計測専用、 α 線+ β 線計測が可能なものが市販されている。また、薄窓の有無を選択できる機器もある。バックグラウンドや機器効率(%/ 2π)は、検出器有効径及び薄窓の有無によって異なるが、測定法に記述されている機器の性能と同程度である。

6) 低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置

放射化学分析に伴う、試料の β 線または α 線測定に用いられる。試料が微視的に液体シンチレータに包囲されるため、他の測定方法に比べ計数効率が高いのが特徴である。

市販されている低バックグラウンド液体シンチレーション測定装置は、100mLを超える大容量試料の計数効率を向上させるため、試料からのシンチレーション光を受光する光電子増倍管を120°方向に3本配置したモデルが主流である。また、バックグラウンドを低減するため、装置外部から入射する γ 線による計数を試料の計数から差し引く機構(ガードカウンタという)も備えている。クエンチング補正のための外部標準線源は、平成17年の放射線障害防止法の改正を踏まえて、規制対象外の線源が使用されるようになっている。さらに、光電子増倍管のノイズ低減と安定した測定のために恒温槽を備えており、試料は通常15°C程度の環境で測定される。

従来はキシレン、トルエン及びジオキサン等をベースとした液体シンチレータ(カクテル剤)が使われていたが、現在は、人体や環境への安全性も考慮された高引火点の乳化シンチレータが主流となっている。

測定条件の設定や測定データはデジタル化されており、機器の操作やデータの処理が容易になっている。また、MCA 及び表示器も装備されており、測定しながらスペクトルを確認することができる。

計数効率については、測定法に記述されている機器と現状の機器の間で変化はない。

7) 質量分析装置

質量分析装置は、分子やイオンの質量電荷比を測定する装置であり、二重収束型、四重極型、加速器を利用した装置（AMS：Accelerator Mass Spectrometry）などがある。放射性物質の量の測定は、一般に崩壊する際に放出される放射線を測定することになるが、質量分析では、原子または分子そのものを測定することになるため、放射性物質の測定においては、半減期が長い方が有利である。

質量分析装置として代表的な ICP-MS（Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry）は、小型でシンプルな構造の四重極形質量分析計が汎用装置として環境分析分野でも広く普及している。従来は専任オペレータが必要なほど操作が難しい機器もあったが、現在はオペレーティングが非常に容易になっており、機器の設置当日から精度の高い分析が可能になっている。近年は ICP-MS が各種の公定法として示されるようになってきており、各分野で普及が進んでいる。放射能分析の分野でも従来から超ウラン元素等の長半減期核種を中心に定量分析に適用されてきた。

分析性能としては、試料導入後のセル内で妨害となるイオンとガスを反応させ、目的イオンの分析への干渉を除去するためのコリジョン・リアクションセルが登場し、妨害イオンの除去性能が向上したことから、例えば二世前モデルと比較すると、目的とするイオンの定量下限値で二桁～三桁程度性能が向上しており、従来は定量が難しかった核種についても適用の可能性が高くなったと思われる。一般的に、ICP-MS による測定時間は、放射線測定に要する時間よりも非常に短く、かつ、測定までの手順が簡略化できることがあるため、放射化学分析による非常に精密な測定を必要としない場合には有効な分析手段であると思われる。しかしながら、比較的半減期の短い核種の分析ではやはり放射線測定による定量の性能が勝るため、ICP-MS による分析を適用させる場合には十分な検討が必要である。

既存の測定法では、「No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法」、「No.32 環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法」、「No.34 環境試料中ネプツニウム 237 迅速分析法」に ICP-MS による分析法が適用されており、その他、「No.30 環境試料中アメリシウム 241、キュリウム迅速分析法」に解説としてアメリシウム 241 の定量法に関する検討結果が紹介されている。

8) 積算線量計

蛍光ガラス線量計及び熱ルミネセンス線量計が主流である。これらの線量計では仕様が変更されている点は確認できない。最近では Si 半導体検出器を利用した環境線量測定用の電子式積算線量計が市販されている。電子式積算線量計は、線量率も測定でき、携帯電話回線等を利用することでリアルタイムに測定データを伝送することも可能である。通常は線量測定に AC 電源を利用することになるが、電源喪失時には内蔵バッテリーによる電源供給で 1 週間程度の測定動作が可能である。この他、個人線量計として OSL (Optically Stimulated Luminescence: 光刺激ルミネセンス) 線量計も普及しており、JIS にも環境測定用 OSL 線量計の規格が盛り込まれている。しかしながら、実際の環境モニタリングで OSL 線量計が使用されている例は見当たらず、環境測定用として製品化されている情報も確認

できない。

9) その他の β 線測定機器

β 線測定機器としては、低バックグラウンド 2π ガスフロー計数装置の他、低バックグラウンド β 線スペクトロメータが存在する。この装置は、検出器にプラスチックシンチレータとガスフロー検出器を採用し、 β 線のスペクトルを解析することができる。用途として、 ^{90}Sr の分析に利用されている例がある。

低バックグラウンドのタイプではないが、プラスチックシンチレータを用いた計数装置が市販されている。GM 計数装置と同等の性能を有しており、消耗品である GM 計数管の交換が不要ということもあり、GM 計数装置の代用として利用されている。また、プラスチックシンチレータに ZnS(Ag) を塗布した α 線及び β 線測定用の検出器を利用した計数装置も市販されており、大気浮遊じんの全 β 線や全 α 線の測定に用いられている例も多い。

(2) 分析手法の状況

分析手法に関する技術の進展が測定法に反映されているかを確認するため、測定法で示されている分析手法以外の分析手法を文献等に基づいて整理した。

1) ^{90}Sr の分析

● 固相抽出ディスク及び樹脂を利用した分析法

試料溶液中の Sr を固相抽出剤で回収したのち β 線スペクトロメトリー法により ^{90}Sr を測定するか、放射平衡を待ってミルキングを行い、 2π ガスフローカウンタで ^{90}Y を定量する。廃液では 10mL までの試料に適用でき、 β 線スペクトロメトリー法では 1Bq までの ^{90}Sr 、ミルキング法では 0.1Bq までの ^{90}Sr を定量できる。また、試料にはあらかじめ ^{85}Sr を添加しておき、これを Ge 半導体検出器で定量することで Sr の回収率を求める。

(出典)

研究施設等廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速分析法（分析指針）：亀尾裕他、JAEA-Technology, 2009-051 (2009)

● 液体シンチレーションカウンタを用いた β 線スペクトル解析による分析法

β 線最大エネルギーの違いを利用した液体シンチレーションカウンタを用いた ^{89}Sr 及び ^{90}Sr の分析法。共沈法やイオン交換法により ^{89}Sr 及び ^{90}Sr 以外の β 線放出核種から ^{89}Sr 及び ^{90}Sr を分離・精製し、液体シンチレーション測定法でのスペクトル解析を行う。従来法（「No.2 放射性ストロンチウム分析法」及び「No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法」で示されているミルキング法、減衰計算法）では ^{90}Y の成長待ちのため、分析までに 2 週間程度の期間を要するが、本手法では ^{90}Y の成長待ちが不要のため 3~4 日で分析が可能となる。ただし、 ^{89}Sr と ^{90}Sr の存在比によっても異なるが、 ^{90}Sr の定量下限値については、従来法よりも 1 桁程度大きくなる。

(出典)

液体シンチレーションカウンタを用いた排水中 ^{89}Sr 及び ^{90}Sr の迅速分析法：中野政尚他、RADIOISOTOPES, 59, 319-328 (2010)

- 高周波誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いた分析法

ICP-MS の前段に、フローインジェクションーカラム分離／濃縮部を有し、試料導入から測定までが自動化された分析手法である。分離・濃縮を段階的に行って干渉の除去と感度向上を図っている。導入された試料は、Sr 吸着樹脂にて土壤中の ^{90}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{74}Ge 等の干渉元素の粗分離及びマトリックス除去され、そのまま超音波ネブライザーを通過して ICP-MS 部に導入される。ICP-MS 部では、DRC (Dinaic Reaction Cell) で酸素ガスと反応させることにより、同重体の干渉を除去する。これにより $m/z=90$ のバックグラウンドがほぼゼロに低減される。その後の四重極にて質量分離することで ^{90}Sr のみを検出するという流れになる。装置稼働時間は約 15 分で、土壤試料などの固体材料の分解操作を含めたすべての工程が一検体約 20 分で分析できる。10mL の試料導入時の検出下限値は土壤濃度で約 5Bq/kg、重量濃度換算で 0.9pg/kg、溶液濃度で 3Bq/L (0.5ppq)。

(出典)

ICP 質量分析法による放射性 ^{90}Sr の迅速分析とその適用事例：高貝慶隆他、Isotope News, 721:2-7(2014)

2) ^{14}C の分析

加速器質量分析装置 (AMS) により、極微量物質の分析が可能。放射性物質については、崩壊を待たずに測定できることがメリット。放射性炭素年代測定、薬物動態分析、バイオマス含有率測定などに利用されている。1970 年代後半から開発が進められ、放射性炭素の年代測定に広く用いられている分析法である。

(出典)

加速器質量分析によるバイオマス炭素 ^{14}C の含有率の測定方法：国岡正雄、RADIOISOTOPES, 58, 767-779(2009)

3) ^{129}I の分析

- 加速器質量分析装置 (AMS) を用いた分析法

中性子放射化分析法では検出限界がヨウ素同位体比 ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$) で $10^{-9}\sim 10^{-10}$ と高く、また測定に数日を要すること、数十%の誤差があるため、環境レベルの試料 ($10^{-10}\sim 10^{-12}$) 測定には不十分であった。加速器質量分析装置で標準試料中の ^{129}I を測定すると、60 分の測定で数%の誤差で $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ が $10^{-10}\sim 10^{-12}$ の範囲で高精度に測定できた。市販のヨウ化銀試薬で検出限界を確認すると 10^{-14} 程度まで測定可能であった。AMS 法は、前処理操作が比較的簡単かつ短時間で行うことができ、同時に多数の試料の測定が可能である。日本原子力研究開発機構で開発された中性子放射化分析法 (NAA 法) と同等以上の信頼性の高い結果が得られている。

(出典)

畑土中 ^{129}I 濃度測定への加速器質量分析法の適用：國分祐司他、RADIOISOTOPES, 60, 109-116(2011)

- 高周波誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いた分析法

リアクションガスに酸素を使用するなどし、プラズマを構成するアルゴンガス中の不純

物である ^{129}Xe と、 ^{127}I に起因する多原子イオン $^{127}\text{IH}_2^+$ に由来する $m/z129$ のバックグラウンドを除去することで、NIST 標準体において $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比 ($10^{-8}\sim 10^{-7}$) の良好な分析結果が得られている。試料溶液の液性が異なる条件のため単純な比較はできないが、「No. 32 環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法」で示された ^{129}I の定量下限値と比較して 2 桁程度の向上が図られている。

(出典)

酸素リアクションモードを用いた 7700xICP-MS による水溶液サンプル中のヨウ素 129 の超微量分析：アジレント・テクノロジー株式会社アプリケーションノート、
ICP-MS/MS による福島原発事故起源の長半減期放射性同位体測定法の開発：大野剛他、日本地球化学会年会要旨集 60(0), 145, (2013)

4) U 及び Pu の分析

● クロマト樹脂を利用した分析法

U 及び Pu を抽出クロマト樹脂(米国 Eichrom Technologies 社製 UTEVA-resin)に吸着させ、Fe, Al, Na, Ca などの元素及び Am などの III 価のアクチノイドから分離。U 及び Pu をそれぞれの溶離液で回収し、U は ICP-MS で定量、Pu は Si 半導体検出を用いた α 線スペクトロメトリーにより定量。低レベル放射性廃液の濃縮溶液に適用した結果では、U 及び Pu の回収率はともに 80%程度得られ、検出限界値は ^{238}U で 10^{-4}Bq/mL 、 ^{238}Pu は $0.5\sim 1\text{Bq/mL}$ 程度である。

(出典)

研究施設等廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速分析法(分析指針)：亀尾裕他、JAEA-Technology, 2009-051(2009)

(3) 測定機器の校正用線源等の状況

測定法に記載された方法を実施するにあたっては、測定機器の校正やトレーサー等には多種の線源等が用いられる。しかしながら、中には入手が困難となっているものがあることも確認されたことから、代替線源や手法の検討を踏まえ、測定法に反映することが必要である。ここでは、公益社団法人日本アイソトープ協会を通じて線源の入手が可能か否かについて整理した。調査した時点で入手困難な線源等を以下に示す。

入手が困難な線源	測定法での適用と入手が困難な理由
U_3O_8 線源	<ul style="list-style-type: none"> ● 全ベータ線放射能測定法（計数効率の算出） ● プルトニウム分析法（機器効率の算出） ● アメリシウム分析法（機器効率の算出） ● プルトニウム・アメリシウム逐次分析法（機器効率の算出） ● 環境試料中全アルファ放射能迅速分析法（機器効率の算出） 販売中止のため入手不可。
^{24}Na	<ul style="list-style-type: none"> ● NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法（計数効率の算出） 現時点で ^{24}Na の供給メーカーが無いため、入手不可。
^{226}Ra 線源・標準溶液	<ul style="list-style-type: none"> ● ラジウム分析法（機器効率の算出） ● 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 (TLD の標準照射) ● 空間 γ 線スペクトル測定法（エネルギー校正、線量率校正） 販売中止のため入手不可。
RaD+E+F	<ul style="list-style-type: none"> ● 全ベータ放射能測定法（比較試料として使用） ● 放射性ジルコニウム分析法（機器の動作確認用） 販売中止のため入手不可。
^{144}Ce 標準溶液	<ul style="list-style-type: none"> ● 放射性セリウム分析法（機器効率の算出） ● NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法（計数効率の算出） 現時点で ^{144}Ce の供給メーカーが無いため、入手不可。

(日本アイソトープ協会からの聞き取りによる整理)

(4) 測定法に記載された方法を実施するにあたり入手が困難な器材類

測定法に記載された方法を実施するにあたっては、多種の器材類が必要とされる。しかしながら、中には入手が困難となっているものがあることも確認されたことから、代替品や手法の検討を踏まえ、測定法に反映することが必要である。

入手が困難な器材類	測定法での適用と入手が困難な理由
ガラス繊維ろ紙 GB-100P	全ベータ放射能測定法（ダストサンプリングで使用） 販売中止のため入手不可。
セルロース系ろ紙 HE40	全ベータ放射能測定法（ダストサンプリングで使用） 材質変更による製造中止のため入手不可。
陽イオン交換樹脂 Biorex-40	放射性セシウム分析法（分析操作で使用） 販売中止のため入手不可。
陽イオン交換樹脂 AmberliteCG400	放射性コバルト分析法（分析操作で使用） 販売中止のため入手不可。
陽イオン交換樹脂 BioRad50W-X8	ラジウム分析法（分析操作で使用） 販売中止のため入手不可。

（各メーカーからの聞き取りによる整理）

(5) 測定法に関係する規格の整理

今後の測定法の改訂に資するため、測定法の中で引用されているも規格、その他測定法と関係すると思われる規格を抽出しリスト化した。リスト化した一覧を付属資料5に示す。

2. 3. 測定法の記載内容の確認

測定法を利用する上での問題点や課題を整理するため、測定法に記載されている内容を確認するとともに、測定法に対する利用者の意見を踏まえて各測定法に係る課題等を整理した。各測定法の概略及び問題点等を以下に示す。

(1) 全ベータ放射能測定法

①概要

核実験による放射性降下物、環境試料等のベータ核種の定量、概要評価、精密な測定の要否判断、時間的・空間的な変動傾向の監視等の目的で旧科学技術庁が昭和 32 年に「放射能測定法」として制定、昭和 38 年に「全ベータ放射能測定法」として改訂され、現在のものは昭和 51 年に改訂されたものである。

②測定対象

降水、じん埃、海水、陸水、農作物、牛乳、土壌、海底堆積物、海産生物 等

③単位系

旧単位系 (Ci) が使用されている。

④測定器等

GM 計数装置を用いて測定する。

バックグラウンド計数率 20~30cpm 程度の GM 計数管を使用した場合の測定手順を示して

あるが、アンチコインシデンス・シールドを使用してバックグラウンドを下げた場合、あるいはシンチレーションカウンタ、2πガスフローカウンタなどの特殊な計数装置を使用した場合は詳細な測定条件を報告書に記載することとしている。

⑤分析目標レベル

記載されていない。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、試料は蒸発乾固、風乾等の処理を行った後、試料皿に均一にマウントし、GM 計数管等により測定する。
- ^{40}K 、ウラン、トリウム系列等の自然放射線による寄与も含めた測定法である。
- ^3H 、 ^{14}C のような軟ベータが多い試料を測定するには注意が必要であるが、使用目的を選べば十分に有用な結果を出せる。

⑦問題点、利用者からのコメント等（記号：(利)利用者、(事)事務局）

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- 標準線源 (比較試料) と分析試料に含まれる核種の β 線エネルギーが異なると、測定値に系統的な誤差が生じることを解説として加える (利)。
- 原子力施設等周辺の環境モニタリングにおいては大気浮遊じんの測定を中心に使用されている (事)。
- 測定器としてプラスチックシンチレータ検出器が多く使用されている (事)。
- $\text{ZnS}(\text{Ag})$ を塗布したものを使用し、浮遊じんの α 線と β 線の同時測定している例がある (事)。
- 福島原発事故後、発電所内地下水等のモニタリングで全 β 線の測定が行われている (事)。
- 環境放射能の調査では Ge 半導体検出器による調査が主流となっているため、全 β 線放射能測定が必要かどうかの検討を要する (利)。
- U_3O_8 の入手が困難となっているため、代替線源等の検討が必要である (利)。
- 記載されている東洋ろ紙 (型番 HE40) は製造中止になっている (事)。

(2) 放射性ストロンチウム分析法

①概要

核実験による放射性降下物、原子炉施設からの影響把握のため、核分裂収率の高い放射性ストロンチウムのうち、環境影響評価上重要な ^{89}Sr および ^{90}Sr の定量を目的として、昭和 35 年に制定、昭和 38 年改訂、昭和 49 年 2 訂、昭和 58 年 3 訂、平成 15 年 4 訂版が刊行されている。

②測定対象

降下物、大気浮遊じん、陸水、海水、土壌・海底土、灰試料等

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

低バックグラウンド 2π ガスフロー型計数装置 (LBC) を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル*
降下物	0.5 m ²	0.04 MBq/km ²
大気浮遊じん	10,000 m ³	0.002 mBq/m ³
陸水	100 L	0.2 mBq/L
海水	40 L	0.6 mBq/L
土壌・海底土	100 g 乾土	0.2 Bq/kg 乾土
灰試料	1 kg 生	0.02 Bq/kg 生

*計数効率 27%、バックグラウンド 0.3cpm、60 分計測で Sr の回収率 90%で計算。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、平成 15 年に改訂される前の主たる定量法は発煙硝酸法であった。しかし、発煙硝酸は刺激性、酸化力がきわめて強く、危険性が高いため取扱いに特に注意を要する。また、発煙硝酸は水質汚濁防止法で硝酸化合物等の排水基準が設定されたため、4 訂版ではイオン交換法を主たる分析方法としてある。また、イオン交換法では試料中のカルシウムが 1g まで適用可能であったが、5g まで適用範囲を拡大した。
- イオン交換法、発煙硝酸法、シュウ酸塩法、または溶媒抽出法 (牛乳のみ) での定量法について述べている。それぞれの特徴は、
 - ・ イオン交換法、発煙硝酸法：カルシウム等の分析測定における妨害元素を除去する。 ^{89}Sr , ^{90}Sr が同時に分析できる。
 - ・ シュウ酸塩法：カルシウムを分離除去しない方法で、 ^{90}Sr は測定できるが ^{89}Sr は定量できない。
 - ・ 溶媒抽出法：牛乳が対象で、 ^{89}Sr の定量ができない。
- ^{90}Sr は放射平衡にある娘核種の ^{90}Y を分離して測定することで定量を行う。 ^{89}Sr は、炭酸 Sr の放射能を測定した後、その炭酸 Sr から ^{90}Y を分離、測定し、炭酸 Sr の放射能から ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) の放射能を差し引くことにより定量する。
- 放射平衡を待たなければならないため、結果を得るまでに一か月程度要する。

- 降下物は、蒸発法（ γ 線スペクトロメトリー等も行う場合に用いる）、イオン交換樹脂吸着法（放射性 Sr 分析のみを行う場合に用いる）などで前処理した後、化学分離操作を行う。
- 安定体ストロンチウムおよびカルシウムの定量法に誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP 発光分光分析法）が記載されている。
- 平成 13 年に 47 都道府県と日本分析センターが採取した環境試料中の ^{90}Sr 濃度が付録に記載されている。
- 8 機関で海水、土壌、スキムミルク中 ^{90}Sr のクロスチェックを行っている。
- 分析フローが記載されている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 多くの機関で ^{90}Sr の分析がされている（事）。
- 現行の放射化学分析法では、前処理を含め測定まで 1 ヶ月程度要することから、迅速分析法（ICP-MS 法、固相抽出法等）の検討が必要である（利）。
- 前処理法はイオン交換法が主流となっているが、他の手法についても検討を要する。（利）
- β 線核種分析装置（ピコベータ）や液体シンチレーションカウンタによるスペクトル測定導入の検討が必要である（利）。
- 原子力発電所からの影響の把握に有用な ^{89}Sr の分析法の検討が必要である（利）。
- 硫化水素を多く含む試料を分析する際に、ストロンチウム回収率の低下を防ぐため、乾燥粉碎した試料の熱硝酸による浸出の前に炭酸ナトリウム処理を行っている（利）。
- 検出目標レベルを保つため、供試量を増やすなどの工夫をしている（利）。
- 放射性ストロンチウムを抽出するための固相抽出ディスクが開発されており、迅速分析の用途で使用されている（利・事）。

(3) 放射性セシウム分析法

①概要

核実験による放射性降下物、原子力施設からの影響把握、環境試料等に含まれる放射性セシウムの定量を目的とし、昭和 38 年に制定された。その後十数年経過し、測定機器の進歩が目覚ましいことから、自然放射性核種の ^{87}Rb を除去するなどの工夫を加え、昭和 51 年に改訂されている。

②測定対象

降水およびじん埃、陸水、海水、土壌、海底堆積物および河底堆積物、農作物（穀類、野菜類、牧草、茶葉）、牛乳、海産物、日常食等

③単位系

旧単位系 (Ci) が使用されている。

④測定器等

低バックグラウンド GM 計数装置* (バックグラウンド 1cpm 程度を想定) を用いて測定する。

⑤分析目標レベル (検出レベル)

試料	分析供試量	検出レベル
陸水	20~50 L	0.1 pCi/L 程度
海水	20~50 L	0.1 pCi/L 程度
土壌	100 g	20 pCi/kg 乾土程度
海底堆積物、河底堆積物	100 g	20 pCi/kg 程度
農作物	1~4 kg 生	2 pCi/kg 程度
牛乳	1~2 L	1 pCi/L 程度
海産生物	1~4 kg 生	1 pCi/kg 生程度

* 計数効率 50%、測定時間 30 分、バックグラウンド 1cpm とし、 3σ 以上を有意として検出限界はおおよそ 1pCi。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、試料は、蒸発法またはイオン交換樹脂吸着法により前処理した後、リンモリブデン酸アンモニウム、塩化白金酸法により試料 (Cs_2PtCl_6) とし、 β 線計測を行う。
- このマニュアルでは ^{86}Rb と自然放射性核種の ^{87}Rb を除く操作が加えられている。
- セシウム単位 (CU ; カリウム 1g と共存する ^{137}Cs の pCi 数) を表すため、ここでは原子吸光光度計を用いたカリウム定量法が、農作物、牛乳、海産生物、日常食について記載されている。
- 降水、じん埃、海水、土壌等、試料採取法について詳細に記載されている。
- 昭和 45 年に調査した ^{137}Cs 濃度が示されている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- Cs の分析は NaI (Tl) シンチレーション検出器と Ge 半導体検出器による γ 線計測が広く行われており、放射化学分析法で β 線計測を行っている機関は少ない(事)。

- 本法はγ線スペクトロメトリーより低いレベルまで定量する必要があるときに有用である（利）。
- 本マニュアルにある陽イオン交換樹脂（Biorex-40）は製造が中止。代替法としてリンモリブデン酸アンモニウム（AMP）にセシウムを吸着させてからフェノールメチレンスルホン酸樹脂（Duolite C3）を使用して分析を行っているが、この樹脂も現在は製造中止になっており、放射化学分析ができなくなる（利）。
- 環境試料採取法では海水 1L について(1+1)塩酸を 2mL 加えるように記載されているが、本マニュアルでは塩酸添加量が 1mL になっているので、整合が必要である（利）。
- 福島原発事故による ^{134}Cs を考慮した ^{137}Cs の β 線測定法が必要である（利）。

(4) 放射性ヨウ素分析法

①概要

核実験による放射性降下物、原子力施設からの影響把握、放射性ヨウ素 (^{131}I) の定量を行うため、昭和 42 年に制定された。長半減期の ^{129}I は被ばくをもたらす過程が異なるため別扱いにすべきであるとし、ここでは記載せず ^{131}I の測定が中心である。昭和 52 年に改訂、平成 8 年 2 訂版が刊行されている。

②測定対象

空気中じん埃 (大気浮遊じん)、降水、海水、野菜、牛乳、海藻など

③単位系

旧単位系 (Ci) が使用されている。

④測定器等

低バックグラウンド β 線計数装置 (バックグラウンド 1cpm 程度を想定) および Ge(Li) 半導体検出器、NaI(Tl) シンチレーション検出器を用いて測定する。

⑤分析目標レベル (検出可能なレベル)

試料名	検出可能なレベル
空気	0.5pCi/m ³ 以上
葉菜	10pCi/kg 以上
牛乳	0.2~50pCi/L 以上

計数効率 50%、測定時間 30 分、バックグラウンド 1cpm とすると、 3σ 以上を有意として、検出限界は 1 pCi/試料である。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、 ^{131}I の β 線計測を行う測定法と、 γ 線スペクトロメトリ分析を行う方法について記載している。
- 大気浮遊じん：活性炭ろ紙 (TEDA 添着) かカートリッジを Ge 半導体検出器か NaI(Tl) シンチレーション検出器による γ 線スペクトル分析を行い、さらに低いレベルまで結果が必要な場合は、ろ紙を化学処理してヨウ化銀として β 線測定を行う
- 降水・海水：放射性ヨウ素をヨウ化銀として捕集し γ 線測定
- 野菜：均一化して流動液化、または乾燥粉碎して直接 Ge 半導体検出器か NaI(Tl) シンチレーション検出器で γ 線スペクトル分析を行う。
- 牛乳：分析目的で選択できるよう、①直接測定法 (牛乳 2L をマリネリビーカーに入れ、Ge 半導体検出器、あるいは NaI (Tl) シンチレーション計測器で測定)、②イオン交換樹脂計測法 (牛乳中の放射性ヨウ素を陰イオン交換樹脂に吸着させ、樹脂を γ 線スペクトル分析)、③イオン交換樹脂濃縮分離・ β 線計測法 (イオン交換樹脂に吸着させた放射性ヨウ素を溶離し、溶媒抽出後、ヨウ化パラジウム沈殿とし、これを低バックグラウンド β 線計数装置で計測) の三法を示してある。
- 海藻：直接または乾燥粉碎して直接 Ge 半導体検出器もしくは NaI(Tl) シンチレーション検出器で計測する。
- 試料採取法について具体的に記載されている (TEDA 添着活性炭ろ紙を用いた空気じん埃採取法など)。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータや Ge 半導体検出器が広く用いられており、放射化学分析法による β 線計測を行っている機関は少ない(事)。
- 独自のマニュアルとしておく必要性は少ないと考える。前処理法は「No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」、測定方法は「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」と統合することで合理化が図れる。前処理方法が他の核種と異なる場合があることを明記する (利)。
- 「No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」、「No.26 ヨウ素-129 分析法」、「No.32 環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法」との統合が考えられる (利)。
- 試料採取法部分を「No.16 環境試料採取法」へ統合が考えられる (利)。
- 現在最も一般的に用いられているヨウ素測定法についての記載を充実させることが必要である (利)。

(5) 放射性コバルト分析法

①概要

放射能調査は核実験による放射性降下物を主体として行われてきたが、原子力の平和利用に伴い、これらの施設から環境中に放出される放射性核種の挙動を調査し、放射能レベルを把握する必要がある。この一環として代表的な誘導放射性物質である放射性コバルトの定量を行うため、昭和49年に制定され、平成2年に改訂されている。

②測定対象

海水、海産生物、海底土等（陸上の環境試料にも適用可能）

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

低バックグラウンドGM計数装置（バックグラウンド1cpm程度を想定）を用いて測定する。

⑤分析目標レベル（定量下限値）

試料名	分析供試量	定量下限値
海水	10 L	0.004 Bq/L
海産生物	1 kg 生	0.04 Bq/kg 生
海底土	100 g 乾土	0.4 Bq/kg 乾土

分析可能な放射能検出レベルは、計数効率35%、測定時間60分、バックグラウンド1cpmと仮定し、有意な放射能検出レベルを標準偏差の3倍として計算すると、0.04Bq。

⑥分析法の概要

- Ge半導体検出器の結果で判断できない場合に、本法の放射化学分析が有効であるとしている。
- ^{60}Co を中心とした分析・測定法（ ^{58}Co も存在するが長半減期の ^{60}Co で表示）。
- 海水にコバルト担体と酸化剤を加え加熱した後、 ^{60}Co を水酸化物沈殿等とともに共沈・分離する。次いで陰イオン交換樹脂でコバルトを単離し、電着後 β 線計測を行い定量する。
- 海産生物は灰試料から ^{60}Co を酸抽出、海底土は有機物を電気炉で加熱分解した後 ^{60}Co を抽出、陰イオン交換樹脂および陽イオン交換樹脂でコバルトを単離、電着した後 β 線計測を行い定量する。
- 有機物は酸化分解するとともに、共沈捕集のpHを調整することでRuを除去する簡便な方法としている。（水酸化物沈殿として共沈、陰イオン交換樹脂で単離）
- イオン交換法と低バックグラウンドGM計数装置による測定。
- 試料採取法および分析試料調整法の項は「No.16 環境試料採取法」と重複するため省略してある。
- 電着量が多くなると自己吸収が大きくなるため、量を変化させた線源が必要である（海底土中から安定コバルトが一部抽出されるので、量が多い場合は自己吸収の補正が必要）。
- 6機関で海水、海産生物、海底土のクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載なし。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- Ge 半導体検出器による測定は広く行われており、放射化学分析法による β 線計測を行っている機関は少ない(事)。
- 減衰補正計算で使用している値 (例えば 0.693、1925) の意味について説明が必要と考えられる (事)。
- 標準試料の作製の記述が分かりづらい。試料溶液の蒸発乾固後にどの工程から行うのか不明確である。(事)
- 記載されている陽イオン交換樹脂 (Amberlite CG400) は製造が中止されており、放射化学分析ができなくなる (利)。
- 本法は γ 線スペクトロメトリーより低いレベルまで定量する必要があるときに有用である (利)。

(6) NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法

①概要

環境試料中に含まれる放射性核種の種類およびその濃度をNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて測定するため、昭和49年に制定された。主として地方自治体が行う放射能調査の標準測定に用いられるが、その後、改訂はされていない。

②測定対象

環境試料（未処理または乾燥、灰化などの前処理をしたもの）。

③単位

旧単位系（Ci）が使用されている。

④測定器等

NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて測定する。

⑤分析目標レベル（検出レベル）

検出レベルとして数十pCi

⑥分析法の概要

- 試料は、未処理のもの。または乾燥、灰化したもの。数十pCiの放射能の検出を目標としている。
- データ解析法として、標準試料との比較による方法、連続分布差し引き法および連立方程式法を採用している。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系（SI）への改訂が必要である（事）。
- 厚生労働省の「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に関連し、食品中の放射性セシウムスクリーニング法があり、この中でNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータが使われている（事）。
- 福島原発事故後の2013年にJIS Z 4342（シンチレーション放射能測定器－食品中の γ 線放出核種）が飲食物スクリーニングとして準用されている（事）。
- NaI(Tl)の選定にJISZ4321、JISZ4322が記載されているが、JISZ4322は廃止されている（事）。
- 比例増幅器の利得、など一般に使われない用語が使用されているので、わかりやすい記述にする必要がある（事）。
- 機器構成（チャートレコーダ、プロッタ、磁気テープ、PHA(Pulse Height Analyzer)のチャンネル数、ピーク面積やNET計数の算出法等）電子回路系の解説等が現状に合っていない（事）。
- エネルギー校正線源に使われている核データが古い（事）。
- 試験研究機関において、用いている実績は少ないと思われる。「Na⁷ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」と合わせたものの一部として活用することが良いと考える（利）
- 飲食物のスクリーニングなどに使用される場合が多く、放射能測定に熟練していない人が利用することも考えられるため、その点の考慮が必要である（利）。

(7) ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー

①概要

Ge 半導体検出器は分解能に優れており、化学分離を行わないで多核種を同時定量ができるため、 γ 線放出核種の主要分析法として急速に普及してきた。このマニュアルは環境放射能分析の実務担当者を対象とし、環境試料中 γ 線放出核種の同時定量を行うため、昭和 51 年に制定、54 年改訂、平成 2 年 2 訂、平成 4 年 3 訂版が刊行されている。

②測定対象

土壌、海底土、灰、乾燥物、浮遊じん、水、海水、牛乳など

③単位

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定機器等

Ge 半導体検出器を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

該当なし。

⑥分析法の概要

- 機器の原理的解説から測定現場における操作手順、解析プログラム作成に係る詳細が示されている。
- NIM 規格による製品を基に機器構成が説明されている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- Ge 半導体検出器を用いたガンマ線放出核種の定量分析法は、一般的な測定法として広く利用されている (事)。
- 「No.29 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」の試料調製以外の部分を統合することにより合理化が図れる (事)。
- 測定機器やコンピュータ等の進歩に伴い、記述された測定システムも現在では使われていないものとなっている。また、NIM 規格による製品について図を使用して解説しているが、現在は一体型の機器が主流になっている。(利・事)
- 測定法に記述のある核種とは異なるが、機器校正用の標準線源は複数の核種が混合されたミックス線源が主流になっており、測定法に記述のある線源を個別に準備するよりも安価である (事)。
- 電子冷却や液体窒素蒸発防止装置等が市販されているため、これらの装置の説明も必要である (事)。
- Li ドリフトタイプから高純度 Ge (HPGe) タイプに変わり、相対効率が 100% を超える機器もラインアップされている (事)。
- 測定、スペクトル解析、機器の校正に重点を置いたマニュアルに再構成する必要がある (利)。
- 機器に関する解説や解析用プログラムに関する記述などは、巻末資料など参考程度の記述でよい (利)。
- 福島原発事故を踏まえた緊急時における短寿命核種の同定法・定量法や緊急時用核ライブラリーの作成方法を記載する必要がある (利)。
- 親核種が検出されていないが子孫核種が検出された場合の対応など、福島原発事故にお

- ける経験を踏まえ、内容を充実させる（利）。
- 福島原発事故では測定機器が汚染されたケースがあったため、汚染防止や汚染された場合の対処法（除染方法）等について記載する必要がある（利）。
 - 平成4年以来改訂されておらず、資料編に掲載している核ライブラリーも古いものとなっていることから改訂が必要である（利）。

(8) 放射性ジルコニウム分析法

①概要

原子力施設から排出される放射性核種のうち、核分裂生成物の代表的な核種の一つである放射性ジルコニウムの分析、測定のため、昭和 51 年に制定された。それ以後、改訂はされていない。

②測定対象

放射性ジルコニウムは主として排水と一緒に海域に排出されるため、測定対象は海水、海産生物、海底堆積物としている。

③単位系

旧単位系 (Ci) が使用されている。

④測定器等

2 π ガスフロー低バックグラウンド GM 計数装置を用いて測定する。

⑤分析目標レベル (検出レベル)

試料	分析供試量	検出レベル
海水	1 L	1 pCi/L
海産生物 (生)	100~200g	10 pCi/kg 生
海底堆積物 (乾土)	1g	1,000 pCi/kg 乾土

計数効率 50%、バックグラウンド計数率 1.6cpm、60 分測定で、 $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$ を $1\text{pCi} \pm 20\%$ で測定できる。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、以下のような分離操作を行う。
 - ・海水：ジルコニウム、ランタンの担体を加え、ジルコニウムとニオブを水酸化ランタンで共沈させた後、TBP トルエン溶液で抽出・分離する。
 - ・海産生物：電気炉で灰化し、塩酸およびジルコニウムとランタン担体を加え加熱溶解する。溶解後、ジルコニウムとニオブを水酸化ランタンで共沈させ、MIBK、TBP トルエン溶液で抽出・分離する。
 - ・海底堆積物：過酸化水素水で分解、蒸発乾固、塩酸で溶解し、ジルコニウムとランタンの担体を加え、加熱溶解する。溶解後、ジルコニウムとニオブを水酸化ランタンで共沈させ、MIBK、TBP トルエン溶液で抽出・分離する。
- 分離した $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$ を測定皿にマウントし、β 線測定を行う。
- ジルコニウムと挙動を共にする放射性ニオブもランタン共沈濃縮法で測定する。
- 試料採取法が記載されている。
- クロスチェック及び分析フローの記載なし。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- 放射性ジルコニウムの分析は Ge 半導体検出器による測定が主流であり、放射化学分析法で β 線計測を行っている機関はほとんどない (事)。
- チェック用線源として記載されている RaD+E+F は、現在入手できない (事)。

- 本法はγ線スペクトロメトリーより低いレベルまで定量する必要があるときに有用である（利）。
- 灰分の算出方法が示されていないので、説明が必要である（事）。

(9) トリチウム分析法

①概要

環境に存在するトリチウムは宇宙線、核爆発実験、原子力施設の発生源の総和で、ほとんどが水の形で存在する。トリチウム分析に係る試薬、測定機器等は年々改良され、多様化していることに伴い、原子力発電所、核燃料施設、核燃料再処理施等の原子力施設周辺における環境モニタリングのためのトリチウム分析法として、昭和 52 年に制定、平成 8 年に改訂、平成 14 年に 2 訂版が刊行されている。

②測定対象

水試料（陸水（河川水、湖沼水、井戸水、降水等）、二次冷却用の取水口、排水溝付近の海水、飲料水）、大気試料、生物試料等。

③単位

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

液体シンチレーションカウンタを用いて測定する。

⑤分析目標レベル（検出下限値）

最適条件下での検出下限値は測定時間 500 分で、20 mL バイアル（1.3 Bq/L）、100 mL バイアル（0.6 Bq/L）程度。

⑥分析法の概要

- 水試料、大気試料、生物試料について、試料採取法、前処理法等について詳しく記載されている。
- 試料を液体シンチレータに溶解し、液体シンチレーションカウンタで測定する。
- 付録として分析法のフローチャートおよび、このマニュアルを作成した際に行った各測定法のクロスチェックの結果について記載されている。
- 使用する分析試薬、調整法、濃度計算法等が順を追って詳細に記述されている。
- 参考として、金属電極を用いてアルカリ水溶液を電解する方法、および固体高分子電解質を用いた電解濃縮法について記載してある。
- 解説に有機結合型トリチウム（OBT）分析法についての検討結果が記載してある。
- 精米、すり身、海水を対象として 5 機関でクロスチェックが行われている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 多くの機関で³Hの分析が実施されている。（事）。
- 液体シンチレータが現状と合っていない（事）。
- 解説に環境中のトリチウム濃度レベルの記載があるが、調査結果が 1985 年～1995 年と古い（事）。
- 生物試料の分析において、蒸留の過程でアルカリ性になるとあるが、その程度が示されていない（事）。
- 外部標準チャンネル比を算出するための線源として²²⁶Raが使用されている測定機器は市販されておらず、現状に合わない（事）。
- 解説に有機結合型トリチウム（OBT）の記述はあるが、非交換型 OBT の記述がない。事故により放出された³Hの環境試料への影響を把握するためには、非交換型³H(NxOBT)を

分析するのが有効であるため、その分析法を確立、記載する必要がある。また、交換型 OBT 及び非交換型 OBT の解説も必要である（利）。

- 福島第一原発からの汚染水の海洋放出に関連して必要性が高まると考えられる（利）。
- 緊急時対応の必要性の検討及び対応が必要な場合の分析法の検討が必要である（利）。
- イオン交換法、減圧蒸留法により迅速に分離・精製し、液体シンチレーション計測器で測定する方法が開発されている（利）。
- バックグラウンド試料として無トリチウム水の確保が必要である（利）。

(10) 放射性ルテニウム分析法

①概要

原子力施設から排出される放射性核種のうち、核分裂生成物の代表的核種である放射性ルテニウムの分析、測定を行うため制定され（制定年不明）、平成8年に改訂されている。

②測定対象

海水、海産生物、海底堆積物。

③単位系

旧単位系（Ci）が使用されている。

④測定器等

ガスフロー型低バックグラウンド計数装置を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料	分析法	分析供試量	分析目標レベル
海水	第1法（共沈—蒸留法）	20 L	0.05 pCi/L
	第2法（四塩化炭素抽出法）	1.5 L	0.6 pCi/L
海産生物（灰分）	第1法（融解—蒸留法）	10 g	0.1 pCi/g（灰分）
	第2法（硝酸浸出—蒸留法）	10～20 g	0.1～0.05 pCi/g（灰分）
海底堆積物	第1法（硝酸浸出—蒸留法）	50 g	20 pCi/kg
	第2法（強リン酸分解—蒸留法）	1～5 g	1,000～200 pCi/kg

分析目標レベルは、計数効率50%、測定時間60分、バックグラウンド1cpmとし、全計測値が計数誤差の3σで計算。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法による¹⁰⁶Ruの測定が主目的で、Ruを分離した後、¹⁰⁶Rhのβ線を測定することにより定量する。
- 試料毎の方法を提示している。
 - ・海水：水酸化マグネシウム共沈—蒸留または四塩化炭素抽出により分離した後、還元してRuを沈殿させ測定。
 - ・海産物（灰化後）：アルカリ融解—蒸留、硝酸浸出—蒸留して分離した後、還元してRuを沈殿させ測定。
 - ・海底堆積物：硝酸浸出—蒸留、強リン酸分解—蒸留して分離した後、還元してRuを沈殿させ測定。
 - ・硫化コバルト共沈法により予備濃縮した放射性Ruをポリエチレンフィルムに固着して測定する簡易法を参考として記載してある。
- クロスチェック及び分析フローの記載なし。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系（SI）への改訂が必要である（利）。
- 放射性ルテニウムの分析はGe半導体検出器による測定が主流であり、放射化学分析法でβ線計測を行っている機関は少ない（事）。
- 本法はγ線スペクトロメトリーより低いレベルまで定量する必要があるときに有用である（事）。

- 四塩化炭素抽出法で用いられている四塩化炭素はオゾン層を破壊する物質で、製造、消費および貿易を規制する対象となっている（事）。
- 50mg/cm² の Al 板を使用して測定とあるが、何の核種の β 線をカットするのかの説明が不十分（事）。
- 放射能濃度の算出式の中の値（ $e^{-0.693/368}$ 、50/45）の説明が示されていない（事）。
- ポリエチレンフィルムを用いる放射性 Ru の分析法において、硫化コバルト共沈法の処理過程があるが、手順については別マニュアル「No.1 全ベータ放射能測定法」を参照することになっており使いづらいと思われる（事）。
- Ru 酸化物沈殿を生成する際の加熱温度が不明の箇所がある（事）。
- 沈殿を試料皿に貼り付ける際に、コロジオンで固定しても良いとあるが、コロジオンを用いた固定方法が示されていない（事）。
- 再処理施設の重大事故に備え、大気中ルテニウムの捕集法の検討が必要である（利）。

(11) 放射性セリウム分析法

①概要

原子力施設から排出される放射性核種のうち、核分裂生成物で核分裂収率の高い放射性セリウムの分析、測定のため、昭和52年に制定されている。

②測定対象

海水、海産生物、海底堆積物

③単位系

旧単位系 (Ci) が使用されている。

④測定器等

ガスフロー型低バックグラウンド計数装置を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル
海水	20 L	0.05 pCi/L
海産生物 (灰分)	20 g	0.05 pCi/g
海底土 (乾燥細土)	50 g	0.02 pCi/g

分析目標レベルは、計数効率 30%、測定時間 60 分、バックグラウンド 1cpm として検出可能レベルを計数誤差の 3σ として計算。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、 ^{144}Ce を測定対象としている。
- 対象試料ごとに方法を提示しており、
 - ・海水：水酸化第二鉄共沈－シュウ酸塩分離－溶媒抽出－沈殿あるいは水酸化マグネシウム共沈－イオン交換分離－溶媒抽出－沈殿
 - ・海産生物、海底堆積物：硝酸浸出－シュウ酸塩分離－溶媒抽出－沈殿あるいは硝酸浸出－イオン交換分離－溶媒抽出－沈殿で測定試料を調整し β 線計測を行う。
- クロスチェック及び分析フローの記載なし。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- 放射性 Ce の分析は Ge 半導体検出器による測定が主流であり、放射化学分析法で β 線計測を行っている機関は少ない (事)。
- HDEHP は Ce に対して優れた選択性があるとされているが、TBP による方法と異なる点が不明。溶媒抽出はどちらの溶媒を使用しても良い記載である (事)。
- HDEHP + 硝酸は発火、爆発の恐れがあると示されている (事)。
- 現時点で ^{144}Ce の供給メーカーが無いため、入手困難である (事)。
- ^{144}Ce の標準溶液が入手できないため、ガンマ線計測に切り替えている (利)。
- 本法は γ 線スペクトロメトリーより低いレベルまで定量する必要があるときに有用である (利)。

(12) プルトニウム分析法

①概要

放射性降下物、原子力発電所、再処理施設等における環境モニタリングのため、超ウラン元素である $^{239+240}\text{Pu}$ の分析、測定のため、昭和 54 年に制定されたが、濃縮・溶解、分離・精製、電着法等の分析操作手順および測定法に改良を加え、平成 2 年に改訂されている。

②測定対象

水、灰、土、降下物、大気浮遊じん等

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

α 線スペクトロメータ (Si 半導体検出器) を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル
水試料	100 L	2×10^{-2} mBq/L
灰試料	0.5~1 kg 生	4~2 mBq/kg 生
土試料	50 g 乾土	4×10 mBq/kg 乾土
降下物	0.5m ² /月	4 mBq/m ²
大気浮遊じん	10 ⁴ m ³	2×10^{-4} mBq/m ³

分析目標レベルは、計数効率 20%、測定時間 24 時間、 α 線の全計数値が計数値の 3 倍として計算。

⑥分析法の概要

- 分析試料の採取および調整は「No.16 環境試料採取法」に準拠。
- Pu 分離法は以下の通り。
 - ・水試料：水酸化鉄 (III) 共沈-陰イオン交換または TOA-キシレン抽出
 - ・灰試料：硝酸溶解-陰イオン交換または TOA-キシレン抽出
 - ・土試料：電気炉加熱-硝酸煮沸浸出-陰イオン交換または TOA-キシレン抽出
 - ・降下物：蒸発濃縮または水酸化鉄 (III) 共沈-陰イオン交換または TOA-キシレン抽出
 - ・大気浮遊じん：電気炉加熱-硝酸浸出-陰イオン交換法または TOA-キシレン抽出
 - ・焼結プルトニウムを含む試料：硝酸・フッ化水素混合溶液+硝酸で煮沸浸出後イオン交換または溶媒抽出
- 「No.22 プルトニウム・アメリシウム逐次分析法」と同様の内容で、分析に要する時間や分析目標レベルも同じである。
- 海水、灰、土について 3 機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 「No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法」と統合することで合理化が図れる。分析操作については通常の方法と迅速法、それぞれの目的を明確にして別々に記載、測定方法については、放射能分析法と質量分析法を記載し、それぞれの特徴について解説が必要

と考えられる（利・事）。

- α 線スペクトロメトリーに利用できる α 線源が入手できない（利）。
- 再処理施設に係るモニタリングや原子力発電所に係る緊急時モニタリングでは重要な核種である（利）。
- ICP-MS を用いる分析方法の記載が必要である（利）。
- ^{242}Pu 標準液の調整方法の記載が必要である（利）。
- 焼結プルトニウム分析の採用基準（緊急時における採用の是非）が必要（利）。
- 原子力施設から放出される Pu 同位体の中で、最も放出量の多い ^{241}Pu についての分析手法の記載が必要である（利）。

(13) ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料前処理法

①概要

採取された試料または実験室に到着した試料を、測定容器に入れるまでの処理方法についてのべてある。処理の目的は原試料容積を減らすことであるが、液体試料では分取、蒸発・濃縮、または吸着捕集により、固体試料は乾燥、粉砕、混合、ふるいわけ、縮分、灰化等の処理を行い、放射性核種を失うことなく前処理を行うよう示されている。昭和 57 年に制定されたが、以後、改訂はされていない。

②測定対象

浮遊じん、降下物（雨水・ちり）、淡水、海水、土壌・海底土、植物、牛乳、海産生物

③単位系

旧単位系（Ci）が使用されている。

④測定器等

Ge 半導体検出器を用いて測定する

⑤分析目標レベル（分析レベル）

試料	供試量	単位	⁵⁴ Mn	⁵⁹ Fe	⁶⁰ Co	⁶⁵ Zn	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce
浮遊じん	10 ⁴ m ³	pCi/m ³	2×10 ⁻³	3×10 ⁻³	2×10 ⁻³	3×10 ⁻²	2×10 ⁻³	7×10 ⁻³
淡水	20L	pCi/L	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	1.0
海水	20L	pCi/L	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	1.0
土壌・海底土	100g 乾	pCi/g 乾	60	120	50	90	70	200
植物	1kg 生	pCi/kg 生	10	20	10	20	10	40
海産生物	1Kg 生	pCi/kg 生	10	20	10	20	10	40

⑥分析法の概要

- 原試料の容積を減らし、かつ含まれる放射性核種を失わないようにするための前処理法について記載してある。
 - ・ 液体試料：分取、蒸発濃縮または吸着捕集
 - ・ 個体試料：乾燥、粉砕、混合、ふるい分け、縮分、灰化
- それぞれの試料について操作法が以下のように記載されている。
 - ・ 浮遊じん：固定ろ紙を用いて捕集
 - ・ 降下物：蒸発濃縮法
 - ・ 淡水：蒸発濃縮法
 - ・ 海水：リンモリブデン酸アンモニウム-二酸化マンガン吸着捕集法
 - ・ 土壌・海底土：乾燥、粉砕、ふるい分け
 - ・ 植物：生試料、乾燥試料、灰試料を選択
 - ・ 牛乳：生試料、灰試料を選択
 - ・ 海産生物：海藻試料は乾燥、魚介試料は乾燥か灰試料

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系（SI）への改訂が必要である（利）。
- Ge 半導体検出器による分析レベルが示されているが、測定等の条件が不明である（事）。

- 降下物の処理における供試量、測定容器が不明である（事）。
- ヨウ素の揮発損失についての対処が示されていない（事）。
- 縮分に係る JISM8100 が古く、インクリメント用スコープの厚さ、容量が異なる（事）。
- 魚介類の水洗いの項目があるが、内容が示されていない（事）。
- 陸水試料について、リンモリブデン酸アンモニウムや水酸化物—硫化物法による捕集法の検討が必要である（利）。
- 「No.24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」との統合が考えられる（利）。
- 福島原発事故を踏まえ、緊急時における試料採取法を検討・記載する。また、前処理法を確立し、汚染等留意事項を検討・記載する必要がある（利）。
- 海水の前処理など、一部で実態に即していない記載がある。また、全体的にマニュアルとしてより具体的な記載が望ましい（利）。
- 各試料に対応した標準的な灰化处理の昇温プログラムパターンを記載する必要がある（利）。

(14) ウラン分析法

①概要

ウラン分析を行うため、オキシソ抽出法、TBP/オキシソ抽出法及び全 α 計測法について昭和57年に制定された。しかしこれらの方法はモニタリング実施機関で使用されていないことから、イオン交換法、水酸化鉄共沈法、ICP質量分析法を新たに採用し、平成14年に改訂されている。

②測定対象

水、土、生物試料、大気浮遊じん。

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

吸光光度計、蛍光光度計、Si半導体検出器、ICP質量分析装置を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

水試料(海水・陸水)					
分離	キレート樹脂法		キレート樹脂・TBT抽出法ある いは水酸化鉄(III)共沈・TBT抽出法		
測定	吸光光度法(海水)	蛍光光度法(陸水)	α 線スペクトロメトリー	ICP質量分析法	
分析供試量	2 L	2 L	2 L	2 mL	50mL
分析目標レベル($\mu\text{g/g}$)	1	0.1	0.04	0.04	0.002

土試料(土壌・海底土)				
分離	TBP抽出法		イオン交換法	
分析測定	吸光光度法	蛍光光度法	α 線スペクトロメトリー	ICP質量分析法
分析供試量	5g			
分析目標レベル($\mu\text{g/g}$)	0.4	0.04	0.02	0.008

生物試料(海産生物、農作物)			
分離	TBP抽出法		
測定	蛍光光度法	α 線スペクトロメトリー	ICP質量分析法
分析供試量	500g生(5g灰)		
分析目標レベル($\mu\text{g/kg生}$)	0.4	0.2	0.008

大気浮遊じん			
分離	TBP抽出法		
測定	蛍光光度法	α 線スペクトロメトリー	ICP質量分析法
分析供試量(空気)	1000m ³		
分析目標レベル($\mu\text{g/m}^3$)	2×10^{-4}	8×10^{-8}	8×10^{-8}

各測定法による検出目標レベルの条件は以下の通り。

- ・ 吸光度法：直説法によるブランク試料の吸光度の標準偏差の3倍
- ・ 蛍光光度法：空試験のブランク試料の標準偏差の3倍
- ・ α 線スペクトロメトリー：計数効率20%、測定時間20時間、バックグラウンド計数率1カウント/20時間、回収率80%とした場合の正味計数率に伴う計数誤差の3倍
- ・ ICP質量分析法：測定時間10秒、バックグラウンド計数率5cpsとした場合のバックグラウンド計数の標準偏差の3倍

⑥分析法の概要

- 分離・精製法として、キレート樹脂法、TBP抽出法、水酸化鉄(Ⅲ)共沈、イオン交換法およびこれらの組み合わせが採用されている。
- TBP抽出法に希釈剤として従来から用いられている四塩化炭素はオゾン層を破壊する物質で、製造、消費および貿易を規制する対象となっている。このため、代替え試薬を検討し、キシレン、トルエン、およびシクロヘキサンの代用できることを示している。ここではキシレンを望ましい試薬としている。
- ウランは一般環境に広く分布・存在していることから、汚染評価には天然および核燃料関連のウランの組成と同位体比での検討が重要で、高感度・高精度の質量分析法での同位体測定が必須であるとしている。
- 全溶解ウラン量を求めるため、高周波加熱分解装置による試料分解法や同位体分析に関連する基礎情報が付録に示してある。
- ウラン溶液と八酸化三ウラン(U_3O_8)および α 線スペクトロメトリーでトレーサーとして使用される ^{232}U は核燃料あるいは核原料物質であり、取り扱い等に関しての留意点が述べられている。
- 海水、生物試料、土壌について2機関でクロスチェックが行われている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 最新の情報に基づき、内容の修正が必要(利)。
- 4種類の測定方法が示されており、絞り込みの可能性について検討が必要である(利)。
- U_3O_8 の入手が困難である(利)。
- 固相抽出法の検討が必要である(利)。

(15) 緊急時におけるヨウ素測定法

①概要

原子力発電所等で異常事態が発生し、放射性ヨウ素が施設外に大量に放出されたとき、またはその恐れがあるとき、施設周辺環境試料中の放射性ヨウ素濃度の評価のため、昭和52年に制定、平成14年に改訂されている。

②測定対象

大気、飲料水、牛乳、葉菜等。

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ (1×1インチφ) およびGe半導体検出器を使用する。

⑤分析目標レベル (検出下限値)

試料名	測定供試量	検出下限値			参考 (指標等)
		現場測定 (スクリーニング)		分析所測定 (精密測定)	
		NaI サーベイメータ ¹⁾		Ge 半導体検出器 ⁴⁾	
		計数率表示 型 ²⁾	エネルギー 補償型 ³⁾		
大気	0.25m ³	400 Bq/m ³	620 Bq/m ³	6 Bq/m ³	610 Bq/m ³
飲料水	2L	100 Bq/L	300 Bq/L	2 Bq/L	300 Bq/kg
牛乳	2L	100 Bq/L	300 Bq/L	2 Bq/L	300 Bq/kg
葉菜	0.5kg	1,000 Bq/kg	1,700 Bq/kg	6 Bq/kg	2,000 Bq/kg

1) 時定数 10 秒、30 秒間隔で 3 回読み取った時の平均値の誤差の 3 倍。

2) 3mm 厚の鉛張り容器中 (バックグラウンド 0.025 μ Gy/h 程度) での測定。時定数 30 秒、2 分間で 3 回読み取った時の平均値の誤差の 3 倍。

3) 相対効率 30% の検出器で 10 分間測定した場合の値。

4) GM サーベイメータを用いた場合の放射性ヨウ素の検出下限値は、およそ 400Bq/m³

⑥分析法の概要

- NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定はスクリーニング目的として位置づけ、スクリーニングで選択された試料は実験室に持ち込んで Ge 半導体検出器を用いた精度の高い測定を行う。
- NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータにはエネルギー補償型 (DBM 方式) と計数率表示型があるが、原則として計数率表示型を用いる。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 判定基準は、バックグラウンドに比べ低く、遮へいを考慮しても周辺線量が高い場所での有用性に疑問がある (事)。
- アナログ指示値で小数点以下 3 桁を読み取るのは困難と思われる。市販されているサー

バイメータは、デジタル表示に移行しつつあるため、測定機器の現状を考慮した見直しが必要と思われる（事）。

- 緊急時における環境試料中の放射性物質の測定は、基本的にはガンマ線スペクトロメトリーを実施すべきと考えるが、それが十分にできない場合、サーバイメータによるスクリーニングを実施すべきかどうかについて検討する必要がある（利）。
- 福島原発事故の状況から、サーバイメータによるスクリーニングの有用性が確認できれば、本マニュアルはヨウ素に限らず「サーバイメータによるスクリーニング法」として改訂した方が良い（利）。
- 分析器具、測定機器等の汚染防止対策を記載する必要がある（利）。
- 一般的に求められる精度を確保できない。「(仮)スクリーニング法」として、GM 計数管や ZnS シンチレータ(技術参考資料)と合わせた資料とするのがよいと考える（利）。
- 「No.4 放射性ヨウ素分析法」との統合が考えられる（利）。
- サーバイメータによるスクリーニング方法が、実際の緊急時に役に立つ方法か疑問であり、NaI(Tl) スペクトロメータや Ge 半導体検出器で核種分析した方が確実である（利）。
- バックグラウンドが大きく増加した場合の現場でのスクリーニング作業の見直しが必要である（利）。
- 現地での測定方法が現実的でない（利）。
- ヨウ素モニタリングについて現在の最新情報を整理し、改訂が必要である（利）。

(16) 環境試料採取法

①概要

これまで制定された分析法マニュアルの試料採取法に共通点が多いこと、及び試料の採取法は分析方法ともに結果の評価に大きな影響を与えることなどから、放射性降下物、原子力施設周辺の環境モニタリングのための試料採取法として昭和 58 年に制定された。それ以後、改訂はされていない。

②測定対象

大気浮遊じん、降下物、降水（定時降水）、陸水（河川水、湖沼水、井戸水、上水、飲料に供される天水）、土壌、海底土・湖底土、排水（原子力施設、放射性物質取扱施設から一般排水溝などへ排出される排水）、穀類、野菜類、茶、牛乳、牧草、淡水産生物、日常食（陰膳方式）、指標生物、海水、海底土、海産生物。トリチウムと放射性ヨウ素に関しては通常の処理法では核種を損失する恐れがあるため、別項目として記載している。

③単位系

旧単位系（Ci）が使用されている。

④測定器等

該当なし。

⑤分析目標レベル

供試量と定量可能レベルの記載あり。（放射化学分析におけるβ線計測、¹³¹I、²³⁹⁺²⁴⁰Pu、ウラン及びGe半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー）

⑥測定法等の概要

- 目的を問わず現地での試料採取の技術的方法に関するもので、現地で採取した試料を実験室に持ち込み、保存に耐える形態にするまでの範囲を記載してある。
- まえがき、採取部位（対象）、採取量、採取装置、用具（容器）、採取場所、試料の処理・分析・測定試料の調整、試料の記録、試料の輸送の順に記載されている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系（SI）への改訂が必要である（利）。
- インクリメント縮分、二分器についての参照 JIS（1973 年版）は、現在 1992 年版になっている（事）。
- 土壌の採取深さについての記述が必要と思われる（事）。
- 試料採取法が記載されている測定法との内容の整合が必要（事）。
- 全ての測定法の試料採取に係る内容を統合することで合理化が図れる（事）。
- 昭和 58 年制定以来改訂されておらず、内容が現状と異なる部分がある。また、福島原発事故対応の際、試料の採取方法にばらつきがあったことから、緊急時における試料採取法・前処理法の確立・汚染等の留意事項等、緊急時の項目が必要である（利）。
- 「No.24 緊急時 γ 線スペクトロメトリーのための試料前処理法」の試料採取方法の根拠になっている冊子であるため、これと併せて改訂することが必要（利）。
- 具体的なイラストを挿入するなど、初心者でも理解しやすい内容が望ましい（利）。
- 福島原発事故後の緊急時モニタリングの経験を踏まえた緊急時の採取方法を追記するか、別途作成が必要（利）。

(17) 連続モニタによる環境 γ 線測定法

①概要

主として原子力施設周辺の固定式連続モニタによる空間照射線量率の測定のため、昭和57年制定された。空間線量率の測定には数種類の方式のモニタが使用されているが、モニタの設置、測定結果の評価等の共通事項の他、それぞれのモニタの持つ特性を記し、使用上の留意事項などを述べ、平成8年に改訂されている。

②測定対象

空間線量率

③単位系

旧単位系 (Ci、R) が使用されている。

④測定器等

電離箱、NaI (Tl) シンチレーション検出器および GM 計数管を用いて測定する。
(検出器の概要)

検出器	方式	検出器容量	記録法
電離箱	空気等価壁 常圧空気式	有効体積 20L 以上	アナログレコーダとプリンタ
	アルゴンガス 加圧式	一気圧換算体積 20L 以上	
NaI (Tl) シンチレーション検出器	DBM 方式 特殊遮蔽方式 簡易遮蔽方式	1in ϕ \times 1 in 以上、球形 2 in ϕ 以上 1.5in ϕ \times 1.5in 1in ϕ \times 1 in に 3mmCu 相当の遮蔽体を組み合わせたもの	
GM 計数管		有効体積 15mL 以上	

DBM (Discrimination Bias Modulation; エネルギー補償の一方式)

⑤分析目標レベル

該当なし。

⑥分析法の概要

● 線量率の必要な精度が保てることなど、一般的な要件、連続モニタ検出部の概要、測定値の記録、連続モニタ設置のための要件、などが詳細に記載されている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- 多くの機関で準用されているが測定機器は異なるものが多い(事)。
- 表示は μ R/h ではなく Gy/h または Sv/h で表示されている (事)。
- 連続モニタのアナログ式の記録はほとんど使用されていない。また、磁気テープ、紙テープ、テレメトリデータ送信等、機器構成が現状と合っていない (事)。
- NaI 検出器で DBM 方式はほとんどなく、G(E) 関数が主流でスペクトルも取得できる(事)。
- NaI (Tl) シンチレーション検出器を用いたモニタリングポストでは、 γ 線スペクトルが

- 得られるため「No.20 空間 γ 線スペクトル測定法」との関係の整理が必要と思われる(利)。
- NaI(Tl)シンチレーション検出器についても測定法では1インチ以上となっているが、ほとんどの機関が2インチもしくは3インチを使用している(事)。
 - 多くの機関は、低線量率計と高線量率計を併せて設置している(事)。
 - GM計数管を使用しているモニタリングポストはほとんどない(事)。
 - 校正線源として記載されているRaは現在販売中止となっている(事)。
 - Ge半導体検出器の導入例がある(事)。
 - 可搬型システム、車載システムの扱い、Si検出器(JISで対象としている)の扱いについて検討が必要である(JIS:Z 4325 環境 γ 線連続モニタ)(事)。
 - 検出器の汚染対策について記述する必要がある(事)。
 - アルゴンガス加圧型電離箱は壁材の改善により100keV以下のエネルギー特性が改善されている(事)。
 - GM計数管を用いたモニタリングポストは確認できない(事)。
 - 半導体検出器を用いたモニタリングポストが市販されている(事)。
 - 可搬型モニタリングポストや電子式線量計による連続測定法を追加するべきである(事)。
 - 中性子測定についての記載も必要と思われる(事)。
 - OIL (Operational Intervention Level ; 運用上の介入レベル)に基づく防護措置実施の判断の情報とするために、現状のモニタリングポストに加え、簡易的な線量率計を多数配置するのが有効である。このような線量率計に求められる性能や仕様等について示す必要がある。また、測定高さの補正の解説、空気吸収線量、実効線量と周辺線量当量の関係等についても解説する必要がある(利)。
 - 災害時の通信手段の確保や停電対策等についての記載が必要である(利)
 - 可搬型モニタリングポストは断熱カバーやヒーターによる温度制御あるいは降雨、外的損傷から守られていないので長期使用には適していない。さらに災害時の停電対策や通信手段の確保等が必要である(利)。
 - 測定機器の除染方法(モニタリングポスト等の屋外設備が汚染された場合の対処方法)について記載する必要がある(利)。

(18) 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法

①概要

熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定のため、昭和 57 年に制定された。昭和 59 年に JISZ4327「環境 γ 線モニタリング用熱ルミネセンス線量計測定装置」が制定され、また、昭和 55 年以来実施されてきた各測定機関のクロスチェックの経緯などを受け、平成 2 年に改訂されている。

②測定対象

積算線量

③単位系

旧単位系 (R) が使用されている (平成元年に「環境モニタリングに関する指針」が改正され、空間放射線の計測は原則として空気吸収線量 (Gy) にすることになったが、係数 8.7×10^{-3} を乗ずることで空気吸収線量に換算できるとし、旧単位 (R) を使用している)。

④測定器等

熱ルミネセンス線量計を用いて測定する。

環境 γ 線のモニタリングに用いられている TLD

熱ルミネセンス物質	型式	備考
CaSO ₄ :Tm	2 素子ホルダ入り	熱風加熱式
Mg ₂ SiO ₄ :Tb	2 素子ホルダ入り	熱板加熱式
LiF:Mg, Cu, P	2 素子ホルダ入り	熱板加熱式
CaSO ₄ :Tm	3 素子ホルダ入り	光加熱方式
CaF ₂ :Dy	1 素子バルブ型	直接加熱式

⑤分析目標レベル

該当なし。

⑥分析法の概要

- 施設を中心にまんべんなくモニタリング地点を設け、収納箱の高さ、環境条件の影響を受けないよう通気性や気象、地質の影響を考慮すること等、TLD の設置について詳細に記載している。
- 測定に際し、素子の取り扱い、リーダの校正、各種補正についての留意点を具体的に述べている。また、自己照射線量と宇宙線の寄与やフェーディングの補正等について付録に記載してある。
- JIS Z4327 に規定された性能を有するものの使用を前提としている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- TLD 及び蛍光ガラス線量計がともに利用されているが、比較的、蛍光ガラス線量計を使用している機関が多い (事)。
- 設置の高さは自治体によってまちまちである (事)。
- 校正線源として記載されている ²²⁶Ra は販売中止になっている (事)。
- 福島原発事故を踏まえ沈着による汚染、測定対象 (プルームか地表からの影響がある

かどうか)、設置高さ(1mにする必要があるかどうか)等を検討する必要がある(事)。

- 「No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法」と統合し、さらに電子式線量計を追記することが考えられる(利)。
- 「4.5 運搬」において、読取線量から運搬時の被ばく線量を差し引く方法について記載してよいと考える(利)。

(19) ラジウム分析法

①概要

すべての試料に適用できるラジウム分析法はなく、分析目的、試料の種類、状況に応じて適宜選択される。原子力施設周辺、一般環境試料中 ^{226}Ra の定量のため、平成 2 年に制定され、以後、改訂はされていない。

②測定対象

水（陸水・飲料水）、土（土壌・河底土）、生物（農作物・水産生物）。

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

液体シンチレーションカウンタ、 2π ガスフロー比例計数管、ZnS(Ag) シンチレーションカウンタ、ZnS(Ag) シンチレーションチェンバー、比例計数管、電離箱、 γ 線スペクトロメータ（Ge 半導体検出器）を用いて測定する。

⑤検出目標レベル（定量下限値）

検出目標レベルは特に定めていないが、人体が摂取する過程で重要な飲料水については昭和 63 年科技庁告示第 15 号に示されている排水中または排水中濃度限度の $3 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ の 1/100。土壌、海底土は 0.03Bq/g 、生物灰化試料は、 0.03Bq/g 灰を目標レベルとしている。

試料	水試料		土壌・海底土	農水産生物(灰)
前処理	陽イオン交換樹脂法	BaSO ₄ 共沈捕集	全分解または酸抽出 BaSO ₄ 共沈捕集	全分解または酸抽出 BaSO ₄ 共沈捕集
担体	無添加	BaSO ₄ 共沈法（A/B）法 A 法 Ba : 13 mg, ¹³³ Ba : 5~10 Bq, Pb : 200mg (水試料) B 法 Ba : など 200 mg		
分離・精製	EDTA 洗浄	EDTA 分解後 BaSO ₄ 再沈殿（A 法）	EDTA 分解後 BaSO ₄ 再沈殿	ラドン抽出
			EDTA またはリン酸分解により溶液化（B 法）	
測定機器	液体シンチレーションカウンタ	(1) 2π ガスフロー (2) ZnS(Ag) シンチレーションカウンタ	(1) 電離箱 (2) ZnS(Ag) シンチレーションチェンバー (3) 比例計数管	液体シンチレーションカウンタ
定量下限値	0.01 (Bq/L)	(1) 0.003 Bq/L (2) 0.007 Bq/L	(1) 0.007 Bq/g (2) 0.003 Bq/g (3) 0.003 Bq/g	0.003 Bq/g 灰

定量下限値の分析試料は、水 1 L、土壌海底土および農水産物（灰）試料 1g。試料測定は、バックグラウンドとともに 50 分で計算。

⑥分析法の概要

- 放射化学分析法で、陽イオン交換樹脂法およびBaSO₄共沈捕集法を用いている。
- ²²³Ra、²²⁴Ra、²²⁸Raは被ばく線量評価上、必要性が低いことなどから、分析法は割愛しているが、²²⁴Raと²²⁸Raはゲルマニウム半導体検出器で測定ができ、今後計数効率の高い検出器とコンピュータによるスペクトル解析が普及することなどを考え、このマニュアルに加えてある。
- 分離、精製、濃縮、測定に分けて詳細に記述してある。
- 陸水（三朝温泉の温泉水、人形峠事務所ダム表面水）、土壌、生物試料（大根）について5機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載なし。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 陽イオン交換樹脂捕集法（D法）で、20L以上の試料前処理の手順と、Ge半導体検出器によるγ線測定による部分が混在しており、分かりづらい（事）。
- 測定方法にある化学収率を求める式の記号（本文の説明と記号が合わない）に誤りがある（事）。
- 校正用標準線源の作製の際、溶媒抽出後の試料をどの程度分取するのか不明。既定容量のバイアルを用いるのであれば、容積、分配係数に基づいた例があると理解し易い（事）。
- 校正線源として記載されている²²⁶Raは販売中止になっている（事）。

(20) 空間 γ 線スペクトル測定法

①概要

原子力施設周辺環境 γ 線モニタリングのため、平成2年に制定された。その後、改訂はされていない。NaI (Tl) シンチレーション検出器またはGe半導体検出器を備えた γ 線スペクトロメータによる、現場における測定とモニタリングの応用に関する標準的な手法を示したものである。

②測定対象

空間放射線に係るエネルギー別線量寄与の測定および核種の同定

③単位系

旧単位系 (R) が使用されている。

④測定器等

NaI (Tl) シンチレーション検出器またはGe半導体検出器を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

該当なし。

⑥分析法の概要

- NaI (Tl) シンチレーション検出器およびGe半導体検出器の特性、計測手順、機器構成、測定原理、データ処理等について詳細に解説してある。
 - ・ NaI (Tl) シンチレーション検出器
Ge半導体検出器に比べエネルギー分解能は劣るが検出器の形状が規格化されているなど、構造が画一化されているため、出力波高分析の解析方法を統一することで測定結果の一致性をよくすることができる。また、現場での取り扱いが容易であり、環境 γ 線のスペクトルとエネルギー別の線量寄与の測定、線源核種のおよその同定ができる。
 - ・ Ge半導体検出器
形状が規格化できないため、各自がデータ解析に必要な基礎データを得る必要がある。現場での取り扱いが面倒であるという欠点があるが、エネルギー分解能に優れ、環境 γ 線放射性核種の同定と定量、核種別の線量寄与を知ることができる。
- 参考資料としてNaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータによる測定結果の不確かさと問題点、ならびにNaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータ、Ge半導体スペクトロメータ、3種の電離箱を用いて同時計測を行った結果を示してある。これによると、大気中ラドン濃度の影響と思われる1.76MeV付近のガンマ線を除けばNaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータおよびGe半導体スペクトロメータともほぼ一致したデータが得られている。
- 環境条件に対する装置の安定性、校正、解析処置に使用している基礎データ、手法の違い等の差など、NaI (Tl) シンチレーション検出器とGe半導体検出器では若干の差があることに注意してデータを見ていく必要がある。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 国際単位系 (SI) への改訂が必要である (利)。
- NaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータの仕様、機器構成等、記述が現状の機器に合わない(事)。

- 計測データ処理フローで、平滑化処理が重複する（平滑化処理の必要がなくても平滑化処理を行うフローになっている）（事）。
- Ge 半導体検出器による測定は、in-situ 測定の内容であるので、「No.33 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」と統合することで合理化が図れる（事）。
- in-situ 用 Ge 半導体検出器の冷却は、電子冷却タイプが主流である（事）。
- エネルギー校正線源の ^{226}Ra は入手困難である（事）。
- エネルギー校正、線量率校正は JISZ4511（1987）を参考にしているが、最新版は JISZ5411(2005)である（事）。
- モニタリングポストに設置している NaI(Tl) シンチレーション検出器を用いたスペクトル解析法として使用することを前提とした内容の修正が必要である（利）。
- 可搬型測定器を用いた現地での測定は、「No.33 ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」によることとし、測定の目的、役割の整理が必要である（利）。

(21) アメリシウム分析法

①概要

原子力発電所、核燃料再処理施設等から排出される放射性核種のうち超ウラン元素は環境試料中の放射能レベルは低い環境安全上重要な核種である。これらの核種のうち、最も重要な核種であるプルトニウム分析法は平成2年に改訂されている。本測定法では、 ^{241}Pu の娘核種である ^{241}Am の分析法として平成2年に制定されている。

②測定対象

水（陸水（湖沼水・河川水・水道水等）、海水等）、灰（穀類、野菜類、茶、牛乳、牧草、淡水産生物、日常食、海産生物等）、土（土壌、河底土、湖底土、海底土等）、降下物（水盤による大気浮遊じん、降水）、大気浮遊じん。

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

α 線スペクトロメータ（Si半導体検出器）を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル*
水試料	100 L	2×10^{-2} mBq/L
灰試料	0.5～1 kg 生	4～2 mBq/kg 生
土試料	50 g 乾土	4×10 mBq/kg 乾土
降下物	0.5m ² /月	4 mBq/m ²
大気浮遊じん	10 ⁴ m ³	2×10^{-4} mBq/m ³

* 計数効率：20%、測定時間：24時間。核種からの α 線の全計数値が計数誤差の3倍とした場合

⑥分析法の概要

- 分析試料の採取および調整は「No.16 環境試料採取法」に準拠。
- アメリシウム分離法は以下の通り。
 - ・ 水試料：水酸化鉄（Ⅲ）共沈－陰イオン交換または溶媒抽出・陰イオン交換法
 - ・ 灰試料：硝酸溶解－陰イオン交換または溶媒抽出・陰イオン交換法
 - ・ 土試料：電気炉加熱－硝酸煮沸浸出－陰イオン交換または溶媒抽出・陰イオン交換法
 - ・ 降下物：蒸発濃縮または水酸化鉄（Ⅲ）共沈－陰イオン交換または溶媒抽出・陰イオン交換法
 - ・ 大気浮遊じん：電気炉加熱－硝酸浸出－陰イオン交換法または溶媒抽出・陰イオン交換法
- ^{241}Am と同時に ^{242}Cm の測定もできる。
- 土壌、灰（すり身に土壌抽出液添加後、灰化）、海水（土壌抽出液添加）について3機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- Am の分析を定常的に行っている機関は少ない（事）。
- 再処理施設に係るモニタリングでは重要な核種である（利）。
- 固相抽出法についての記載が必要である（利）。
- ウラン標準線源の入手は困難である（事）。
- 「No.21 プルトニウム・アメリシウム逐次分析法」との統合で合理化が図れると考えられる（事）。

(22) プルトニウム・アメリシウム逐次分析法

①概要

原子力発電所、核燃料再処理施設等から排出される放射性核種のうち超ウラン元素は環境試料中の放射能レベルは低い環境安全上重要な核種である。これらの核種のうち、プルトニウム分析法とアメリシウム分析法は平成2年に改訂あるいは制定されたが、同一試料からプルトニウムとアメリシウムを逐次分析することが望ましいことから、プルトニウム・アメリシウム逐次分析法を確立し、平成2年に制定されている。

②測定対象

水（陸水（湖沼水・河川水・水道水等）、海水等）、灰（穀類、野菜類、茶、牛乳、牧草、淡水産生物、日常食、海産生物等）、土（土壌、河底土、湖底土、海底土等）、降下物（水盤による大気浮遊じん、降水）、大気浮遊じん。

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

α 線スペクトロメータ（Si半導体検出器）を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル* (²³⁹⁺²⁴⁰ Pu、 ²⁴¹ Amとも)
水試料	100 L	2×10^{-2} mBq/L
灰試料	0.5～1 kg 生	4～2 mBq/kg 生
土試料	50 g 乾土	4×10 mBq/kg 乾土
降下物	0.5m ² /月	4 mBq/m ²
大気浮遊じん	10 ⁴ m ³	2×10^{-4} mBq/m ³

*計数効率：20%、測定時間：24時間。核種からの α 線の全計数値が計数誤差の3倍とした場合

⑥分析法の概要

- イオン交換または溶媒抽出の段階で試料がプルトニウムとアメリシウムに分かれるので、それぞれの定量用試料として使用する。
- ²³⁰⁺²⁴⁰Puと同時に²³⁸Puを、²⁴¹Amと同時に²⁴²Cmも測定できる。
- 土壌、灰（すり身に土壌抽出液添加後、灰化）、海水（土壌抽出液添加）について3機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- Amの分析を定常的に行っている機関は少ない（事）。
- 基本的に「No.12 プルトニウム分析法」と、「No.21 アメリシウム分析法」に記載の内容と同等であり、逐次的に分析する方法としているため、これらと統合することで合理化が図れると考えられる（事）。
- ウラン標準線源の入手は困難である（事）。
- 固相抽出法についての記載が必要である（利）。

(23) 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法

①概要

原子力施設の拡充に伴い環境放射線モニタリングに関連する多くの放射性核種の測定が必要とされ、多試料を迅速かつ簡便に分析する方法として、 α 線及び β 線に対して計数効率の高い液体シンチレーション測定法が注目された。これに対応する測定法として、液体シンチレーション測定法に適用できる核種を選択し、その分析法を確立させたもの。平成8年に制定されている。

②測定対象

放射性ストロンチウム：海水、海産生物・穀類・野菜類・牛乳・ドライミルク、土壌、

放射性セリウム：海水、海産生物、海底堆積物

放射性コバルト：海水、海産生物、海底堆積物

放射性ヨウ素：原乳

プルトニウム：海水、海産生物、海底堆積物

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

液体シンチレーションカウンタ (LSC) を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

	対象核種	対象試料と供試量	分析法	分析目標値	
放射性ストロンチウム	^{89}Sr および ^{90}Sr	海水 2L	イオン交換法	^{89}Sr	^{90}Sr
		10L	シュウ酸塩法	0.04 Bq/L	0.02Bq/L
		海産生物 穀類・野菜 10g 灰	イオン交換法 あるいはシュウ酸塩法	0.007 Bq/L	0.02Bq/L
	^{90}Sr	土壌 100g 乾土	ウ酸塩法	0.7	0.4Bq/乾土
		牛乳 10g 灰	溶媒抽出法	—	0.004Bq/g
放射性セリウム	^{144}Ce	海水 20L	溶媒抽出法	0.001 Bq/L	
		海産生物 20g 灰		0.001 Bq/g 灰	
		海底堆積物 50g 乾土		0.6 Bq/kg 乾土	
放射性コバルト	^{60}Co	海水 10L	イオン交換法	0.006 Bq/L	
		海産生物 20g 灰		0.003Bq/g 灰	
		海底堆積物 100g 乾土		0.6 Bq/乾土	
放射性ヨウ素	^{131}I	原乳 4L	イオン交換法 溶媒抽出法	0.01 Bq/L	
プルトニウム	$^{238}\text{Pu}+^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$ の合計	海水 100L	イオン交換法	0.0001Bq/L	
		海産生物 20g 灰		0.0007Bq/L	
		海底堆積物 50g 乾土	溶媒抽出	0.3 Bq/kg 乾土	

⑥分析法の概要

- 放射性ストロンチウム分析は、イオン交換法、シュウ酸塩法及び溶媒抽出法による操作で、測定試料の調製に要する時間は15～30時間程度。 ^{90}Y の生成による放射平衡を待つ必要がある。
- 放射性セリウム分析では、対象とする ^{144}Ce 以外に ^{141}Ce が含まれるため、放射能測定時にディスクリ調整で弁別。測定試料の調製に要する時間は12時間程度。
- 放射性コバルトの分析は、イオン交換法でコバルトを分離し、液体シンチレータを加えて測定（海水、灰試料、海底堆積物）。測定試料の調製に要する時間は25～35時間程度。
- ^{131}I の分析は、陰イオン交換樹脂を用いて ^{131}I を分離し、液体シンチレータを加えて測定（原乳）。測定試料の調製に要する時間は8時間程度。
- Puの分析は、イオン交換あるいはTiO₂-キシレン抽出によりPuを精製し液体シンチレータを加えて測定（海水、灰試料及び海底堆積物）。試料調整に要する時間の記載はない。
- それぞれの測定について、詳細な解説が示されている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 放射性有機溶媒の廃棄についての記載が必要と考えられる（事）。
- 機器の構成やデータ処理系が現状に合わない（事）。
- バックグラウンド試料の作製方法があいまいで分かりづらい箇所がある（事）。
- 液体シンチレータの取扱社名等が現状と合わない（事）。
- 分析対象核種の核データ一覧表が1982年の放射線データブックによるもので古いデータである（事）。
- II. 項の液体シンチレータによる β 線測定法の箇所で β 線測定手順が示されていない（事）。
- ^{89}Sr や ^{241}Pu の分析に用いられる可能性がある（利）。
- ^{241}Pu の定量について追記が必要と考えられる（利）。
- No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法との統合が考えられる（利）。
- プルトニウムは原子炉等規制法の対象である（事）。

(24) 緊急時における γ 線スペクトロメトリーのための試料前処理法

①概要

国内外における予期せぬ原子力災害時に、環境放射線モニタリングで採取された試料の放射能を測定するため、その前処理法を示したもの。飲食物摂取制限及び内部被ばく線量の評価に必要な放射能濃度を Ge 半導体検出器を用いて迅速に測定することを目的としている。平成4年に制定されている。

②測定対象

大気（粒子状およびガス状ヨウ素）、降下物および降水、飲料水および原水（蛇口水、井戸水、天水等の飲料水および原水（河川水、湖水も可）、牛乳（源乳、市販乳）、乳製品（粉乳、チーズ、バター等）、葉菜類（ホウレンソウ、ハクサイ、キャベツ等）、海草類、魚類、海水、穀類、豆類、肉類、卵。

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

γ 線用シンチレーションサーベイメータ（スクリーニング用）および Ge 半導体検出器を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

2L マリネリ容器及び小型容器（50mm ϕ \times 50mm）を用いた場合の平常時及び緊急時における測定時間と定量可能レベルの関係を示している。（Ge 半導体検出器の相対効率：15%）

⑥分析法の概要

- それぞれの試料の前処理方法についての詳細な説明を示している。
- 高濃度に汚染された試料を扱う可能性があるため、あらかじめサーベイメータによるスクリーニングを実施することとなっている。
- 飲食物摂取制限措置の上から重要核種とされる ^{131}I および ^{137}Cs を主な対象としている。
- 試料採取法は「No.16 環境試料採取法」にほぼ準用しており、葉菜については水洗して測定することとしているが、ここでは試料相互の汚染を避けるため水洗いしないで測定することとしている。
- 高濃度の汚染試料を扱うため、汚染防止の対策について述べられている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 飲食物摂取制限に関する指標値及び対象が変更されている（事）。
- 「No.13 ゲルマニウム半導体検出器を用いる機器分析のための試料の前処理法」との統合で合理化が図れると考えられる（利、事）。
- 陸水試料について、リンモリブデン酸アンモニウムや水酸化物-硫化物法による捕集法の検討が必要（利）。
- 福島原発事故の際、例えば陸土の前処理の際、試料の均一化が十分ではなく正しい値が得られなかったことがあったことから、その対応等を踏まえた改訂が必要である（利）。
- 採取試料の相互汚染や測定器の汚染を防ぐ方策等の記載が必要。他の緊急時に用いる測定法にも適用できるように改訂する必要がある（利）。
- 福島原発事故の経験を踏まえ、相互汚染を防止しつつ、効率的に試料を採取及び前処理する方法の記載が必要である（利）。

- 序論に記された冊子の作成背景が変わっており、現状に合わせる必要がある（利）。
- 福島原発事故を踏まえた緊急時における試料採取法・前処理法の確立・留意事項を考慮する必要がある（利）。
- 他の省庁が作成した放射性物質測定法との整合性（あるいは相違点）について明確にする必要がある（利）。
- 試料採取法の整合性を整える必要がある（利）。
- 緊急時における試料採取の方法を追加し、「緊急時における環境試料採取・前処理法」とすることが考えられる（利）。

(25) 放射性炭素分析法

①概要

原子力施設から排出される放射性炭素の分析測定法について定めたもの。平成5年に制定された。

②測定対象

大気、陸水（河川、湖沼水）、飲料水（水道水、地下水）、海水。

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

低バックグラウンド液体シンチレーション測定装置を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

測定試料中に含まれる炭素量を1gとして二酸化炭素吸収法とベンゼン合成法を比較

二酸化炭素吸収法	0.02 Bq/g 炭素
ベンゼン合成法	0.006 Bq/g 炭素

⑥分析法の概要

- 二酸化炭素吸収法とベンゼン合成法が採用されている。
- 二酸化炭素法（二酸化炭素の形で捕集した試料を液体シンチレータ溶液と混合して測定）。
 - ・ 大気：アルカリ溶液で捕集する。
 - ・ 水：一般に HCO_3^- の形で存在しており、硫酸酸性とした後、窒素を通じて二酸化炭素の形で捕集する。
 - ・ 土壌：有機物が分解しない程度の温度で乾燥後、酸素気流中で加熱燃焼させ、有機物を二酸化炭素と水に参加・分解し、二酸化炭素をアルカリ溶液中に捕集する。
 - ・ 生物試料：燃焼し易くするため凍結乾燥し、二酸化炭素をアルカリ溶液に捕集する。
 - ・ ベンゼン合成法（二酸化炭素から単位重量当たりの炭素量が最も多いベンゼンを合成してからシンチレータ溶液と混合して測定）
- ^{14}C による被ばく線量は比放射能（Bq/g 炭素）で、測定結果はすべて比放射能で表示してある。
- 米、砂糖、粉乳、すり身について5機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載なし。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 定常的に測定を行っている機関は少ない（事）。
- 大気試料の調製時に、塩化アンモニウムを加えて pH を調整するとあるが、おおよその量が記載されていると良いと思われる。また、捕集溶液から炭酸カルシウムを生成する際に、水酸化カルシウムが生じないように pH 調整に注意とあるが、どのように注意すべきか、水酸化カルシウムが生じた際の対処方法が示されていると良い。（事）。
- 再処理施設に係るモニタリングでは重要な核種である（利）。
- 検出目標レベルを保つための工夫として、大気試料、動植物試料の測定に AMS（加速器質量分析）法を用いている（利）。

- 大気試料、水試料、生物試料について AMS 法による分析を行っている（利）。

(26) ヨウ素-129分析法

①概要

原子力発電所、核燃料再処理施設等から排出される放射性核種の環境放射能レベルの把握が環境モニタリング及び環境影響評価上重要。半減期が長く、人体に取込まれると甲状腺にも移行する核種である ^{129}I の分析のため、放射化学分析及び中性子放射化分析について示したものを。平成8年に制定されている。

②測定対象

土試料、水試料（陸水、牛乳、海水）、生物試料、大気浮遊じん

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

- 放射化学分析法の場合：低エネルギー光子スペクトロメトリー（LEPS）あるいはn型ゲルマニウム半導体検出器、低バックグラウンドガスフロー検出器（LBC）
- 中性子放射化分析法の場合：Ge半導体検出器

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル	
		放射化学分析法	中性子放射化分析法
土試料	100 g	5 Bq/kg 乾土	5×10^{-3} Bq/kg 乾土
水試料	5L	1×10^{-1} Ba/L	1×10^{-4} Bq/L
野菜	300g 生 (30 g 乾物)	2 Bq/kg 生	2×10^{-3} Bq/kg 生
精米	50 g	10Bq/kg 精米	1×10^{-2} 精米
海藻	150 g 生 (30 g 乾物)	4 Bq/kg 生	4×10^{-3} Bq/kg 生
大気浮遊じん	1,000 m ³	5×10^{-4} Bq/m ³	5×10^{-7} Bq/m ³

⑥分析法の概要

- 放射化学分析では、ヨウ素を分離・精製後、 ^{129}I の β 線あるいは γ 線を測定する。
- 中性子放射化分析法は、ヨウ素を分離・精製後、原子炉で中性子を照射して ^{129}I から生成した ^{130}I の γ 線を測定する。
- 土壌の中性子放射化分析について、3機関のクロスチェックが行われている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- ^{129}I の分析を行っている機関は多くない。放射化学分析法による β 線測定を実施している機関と AMS を用いて測定を行っている機関がある（事）。
- 中性子放射化分析法は、原子炉での中性子照射が必要なため施設数が限られる（事）。
- 放射化学分析による測定の効率が低い（LEPS：計数効率0.5%、 2π ガスフロー：4%）ため、計数効率が高く、簡便に測定できる液体シンチレーションカウンタ等、他の測定機器を用いた測定について検討が必要と考えられる（事）。
- 「No.4 放射性ヨウ素分析法」との統合で合理化が図れると考えられる（利、事）。
- 「No.32 環境試料中ヨウ素129迅速分析法」との統合で合理化が図れると考えられる（利、

- 事)。
- 生物試料について、TMAH アルカリ抽出法を導入することや固相抽出ディスクによる分離精製法についての検討が必要である (利)。
 - 土壌、生物試料について AMS (加速器質量分析) 法による分析を行っている (利)。

(27) 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法

①概要

原子力施設周辺の環境 γ 線モニタリングの一環として実施される固定地点での積算線量を計測し、周辺住民の線量推定・評価、環境における放射性物質の蓄積状況の把握等を目的として、蛍光ガラス線量計を用いた方法について示されたもの。平成 14 年に制定された。

②測定対象

原子力施設周辺。

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

蛍光ガラス線量計を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

該当なし

⑥分析法の概要

- JISZ4314 (蛍光ガラス線量計測装置) および JISZ4511 (照射線量測定器および線量等量測定器の校正方法) を参照している。
- 参考文献が記載されていない。

⑦問題点、利用からのコメント等

- 多くの機関で使用されている。設置高さにはばらつきがある (事)。
- JISZ4314 のバージョンが古い (事)。(現状 JISZ4314-1995、最新 JISZ4314-2002)
- プレヒート温度 ($70 \pm 5^\circ\text{C}$) の違いで測定値が異なってくるので、毎回同じ温度で処理するように注意書きが必要である (事)。
- 測定値の活用について検討が必要と考えられる (事)。
- 温度依存性 (低温でのわずかな感度低下) があると言われている (利)。
- 最新の素子およびリーダの性能等、とくに方向特性について確認する必要がある (利)。
- 福島原発事故の教訓として汚染対策、設置高さ等について検討する必要がある (利)。
- 「4.5 運搬」において、読取線量から運搬時の被ばく線量を差し引く方法についての記載があっても良い (利)。
- 「No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法」と統合し、電子線量計についての追記が望ましい (利)。

(28) 環境試料中プルトニウム迅速分析法

①概要

再処理施設の事故時に環境中に放出されると考えられるプルトニウムを迅速に定量するための測定法。迅速測定が可能な ICP-MS を用いるとともに、前処理から分離精製に至る各工程の迅速化を図ったことにより 24 時間程度で分析が可能な迅速分析法。平成 14 年に制定された。

②測定対象

大気浮遊じん、土壌、降下物、飲料水、牛乳および葉菜

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) および、 ^{238}Pu の定量等のために Si 半導体検出器を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料	供試量 () は平常時	ICP-MS		α 線スペクトロメトリ		単位
		^{239}Pu	^{240}Pu	^{238}Pu	$^{239+240}\text{Pu}$	
大気浮遊じん	1m ³ (10 ⁴ m ³)	5	20	10 (10 ⁻⁴)	10 (10 ⁻⁴)	mBq/m ³
土壌	10g 乾土 (50g 乾土)	0.5	2	2 (0.04)	2 (0.04)	Bq/kg 乾土
降下物	0.05m ² /日 (0.5m ² /日)	100	400	200 (4)	200 (4)	mBq/m ² /日 mBq/m ² /月
飲料水	2L (100L)	2	10	6 (0.02)	6 (0.02)	mBq/L
牛乳	0.1L (1L)	50	200	100 (2)	100 (2)	mBq/L
葉菜	0.1kg 生 (0.5kg 生)	50	200	100 (2~4)	100 (2~4)	mBq/kg 生

⑥分析法の概要

- 分析対象試料は、防災指針及び緊急時モニタリング指針で示される第二段階モニタリングの対象となるもの。
- 再処理施設における火災事故等で放出される焼結プルトニウムを想定した分析法 (硝酸のみでは定量的に溶出できない化学形で存在していることを想定し、24 時間程度の分析時間で測定結果を出すことを目的にしている。)
- 試料はマイクロウェーブ分解装置等で加熱分解、プルトニウムを分離・精製し ICP-MS で測定する。

必要時間： 大気浮遊じん 約 10 時間、土壌 約 14 時間

降下物	約 13 時間、飲料水	約 13 時間
牛乳	約 12 時間、葉菜	約 16 時間

- ICP-MS 測定での定量は ^{239}Pu 及び ^{240}Pu の強度と ^{242}Pu の強度の比から ^{239}Pu 、 ^{240}Pu の量を定量する ^{242}Pu トレーサー法を用いる。
- ICP-MS 法で定量が困難な ^{238}Pu は Si 半導体検出器を用いた α 線スペクトロメトリーで行う。この方法では $^{239+240}\text{Pu}$ の定量もできる。
- 土壌について 4 機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- ^{242}Pu 標準溶液は原子炉等規制法の対象である（事）。
- 再処理施設に係るモニタリングや原子力発電所に係る緊急時モニタリングでは重要な核種である（利）。
- 原子力施設から放出される Pu 同位体の中で、最も放出量の多い ^{241}Pu についての分析手法の記載が必要である（利）。
- 「No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法」と統合が考えられる（利）。

(29) 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法

①概要

原子炉施設、再処理施設等からの放射性物質または放射線の異常な放出あるいはその恐れがある場合の緊急時モニタリングに係る γ 線スペクトル解析法。平成16年に制定された。

②測定対象

大気浮遊じん、土壌、降下物・降水、飲料水、牛乳・原乳、葉菜、
その他（穀類、豆類・キノコ類、肉類、卵類、乳製品、海草類、魚類、海水）

③単位系

国際単位系（SI）が使用されている。

④測定器等

Ge半導体検出器（相対効率15%を想定）を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

2Lマリネリ容器及び小型容器（50mm ϕ ×50mm）を用いた場合における ^{131}I 及び ^{137}Cs の測定時間と定量可能レベルの関係を示している。（Ge半導体検出器の相対効率：15%）

⑥分析法の概要

- 測定試料、測定器、測定の調整手順および緊急時におけるガンマ線スペクトル解析について記載してある。
- 測定前の養生など、汚染防止策も記載されている。
- 試料の前処理は「緊急時における γ 線スペクトロメトリーのための試料前処理法（測定法24）」に準拠している。
- 核データライブラリーに登録された核データファイル（2001年8月時点でのENSDF；Evaluated Nuclear Structure Data File）、解析プログラムについて示されている。核データファイルは70ページほどある。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 福島原発事故後、核種の誤認識や測定機器自体が汚染した場合の除染方法などについて、事故対応を踏まえた知見や対応を盛り込んだ改訂が必要である（利）。
- 親子関係にある核種で子孫核種のみ検出された場合の対応と短半減期核種の減衰補正の必要性について、福島原発事故の経験を踏まえ検討する必要がある。そのうえで、緊急時に対象とする核種（ライブラリーに登録すべき核種）について整理すべきと考える。また、分析器具、測定機器等の汚染防止対策についても検討する必要がある（利）。
- 「2.1 測定試料の調整」と「No.24 緊急時 γ 線スペクトロメトリーのための試料前処理法」が重複する（本測定法から分離し、No.24と合わせて充実させる）（利）。
- 機器構成等が現状と合っていないので、現在多く使用されている測定機器の内容に合わせる（利）。
- 核データ、核ライブラリ（出典）の統一が必要である（利）。
- 「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」との統合で合理化が図れると考えられる（利）。
- 福島原発事故を踏まえて、 γ 線スペクトル解析の留意点等を追加すべきである（利）。
- 福島原発事故を踏まえた緊急時における短寿命核種の同定法・定量法や緊急時用核ライブラリーの作成方法の検討が必要である（利）。

- 福島原発事故を踏まえた測定機器の除染方法（モニタリングポスト等の屋外設備や Ge 半導体検出器等の屋内設備が汚染された場合の対処方法）が必要である（利）。
- Ge 半導体検出器は分解能は良いが、冷却を要すること、高線量時のデッドタイムをが大きい等欠点が多い。このため、スペクトルの分解能が良好で、パルス分解時間が短く、検出効率が高い検出器が必要と思われる。このため、Ge 半導体検出器以外の検出器の活用についての検討を要望する（利）。

(30) 環境試料中アメリシウム 241、キュリウム迅速分析法

①概要

再処理施設の事故時に環境中に放出されると考えられるα線放出核種を迅速に定量するための測定法。環境試料中のアメリシウム、キュリウムを抽出クロマトグラフィにより分離・精製し、フッ化ネオジウム共沈法を採用することにより 24 時間程度で分析が可能な迅速分析法。平成 16 年に制定された。

②測定対象

大気浮遊じん、土壌、降下物、飲料水、牛乳および葉菜

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

Si 半導体検出器、低エネルギー光子スペクトロメータ (LEPS) あるいは n 型ゲルマニウム半導体検出器を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料・単位	分析供試量	LEPS	α線スペクトロメトリー		飲食物制限に関する指標 (Bq/kg)
		²⁴¹ Am	²⁴¹ Am	Cm	
大気浮遊じん (mBq/m ³)	1m ³ (10 ⁴ m ³)	400	5 (2×10 ⁻⁴)	5 (2×10 ⁻⁴)	—
土壌(Bq/kg 乾土)	10g 乾土 (50g 乾土)	4	0.5 (0.04)	0.5 (0.04)	—
降下物 (Bqm ² /日)	0.05m ² /日 (0.5m ² /月)	10 (4)	0.1 (4)	0.1 (4)	—
飲料水 (Bq/L)	2L (100L)	4 ¹⁾ 、0.1 ²⁾	0.002 (0.02)	0.002 (0.02)	1
牛乳 (Bq/L) (mBq/L)	0.1L (1L)	4 ¹⁾ 、0.2 ³⁾	0.05 (2)	0.05 (2)	1
葉菜 (Bq/kg 生) (500 g 生)	0.1kg 生 (500g 生)	20 ¹⁾ 、0.3 ⁴⁾	0.05 (4)	0.05 (4)	10

- 1) 試料を前処理なしで測定した場合
- 2) 2L の試料を蒸発した乾固物を測定した場合
- 3) 1L 相当の灰を測定した場合
- 4) 1kg 相当の灰を測定した場合

⑥分析法の概要

- 「No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法」にある分離・精製工程のイオン交換樹脂の通過液から、Am と Cm を精製分離する。
- 前処理、分解・抽出、分離・精製、測定まで時間を要するため、前処理はマイクロウェーブ分解装置で行い、抽出クロマトグラフィにより分離・精製し、電着を行わずフッ化ネオジウム共沈法を採用することで、24 時間以内で結果を得る緊急時対応の分析法とし

ている。

- 高濃度試料への対応として、スクリーニング目的で、 γ 線スペクトロメトリーで ^{241}Am を測定する方法も記載してある。
- スペクトルの広がりが大きく、 ^{241}Am と ^{243}Am の分離が不完全な場合は、分析供試量を少なくするなどの対応が必要であるとしている。
- 土壌試料について4機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 定常的に実施している機関は少ない（事）。
- ^{242}Pu 標準溶液は原子炉等規制法の対象である（事）。
- LEPS 測定での濃度計算に用いられる値「0.359」についての説明が必要である（事）。
- Ge 半導体検出器を用いた測定において、本マニュアルでは自己吸収補正係数が不明。別途「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」を参照する必要があるため煩雑になる（事）。
- 緊急時や大量の試料を迅速に分析する必要があるとき等のための迅速分析法として「No. 21 アメリシウム分析法」との統合が必要である（利）。

(31) 環境試料中全アルファ放射能迅速分析法

①概要

再処理施設の事故時に環境中に放出されると考えられる α 線放出核種を迅速に定量するための測定法。プルトニウム、アメリカシウム、キュリウムを分離・精製し、種々の α 線測定装置により全 α 放射能を24時間以内で分析が可能な、緊急時に対応した迅速分析法。平成16年に制定された。

②測定対象

大気浮遊じん、土壌、降下物、飲料水、牛乳および葉菜

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

ZnS(Ag)シンチレーション計数装置、 2π ガスフロー計数装置、Si半導体 α 線スペクトロメータを用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料	分析供試量	ZnS(Ag)シンチレーション係数装置	2π ガスフロー計数装置	シリコン半導体検出器	飲食物制限に関する指標 (Bq/kg)
大気浮遊じん (mBq/m ³)	1m ³	5	10	5	—
土壌 (Bq/kg 乾土)	1g 乾土	5	10	5	—
降下物 (Bq/m ² 日)	0.05m ² /日	0.1	0.2	0.1	—
飲料水 (Bq/L)	2L	0.002	0.005	0.002	1
牛乳 (Bq/L)	0.1L	0.05	0.1	0.05	1
葉菜 (Bq/kg 生)	0.1kg 生	0.05	0.1	0.05	10

⑥分析法の概要

- 超ウラン元素の α 線放出核種 (^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{242}Cm 、 ^{243}Cm 、 ^{244}Cm) をウラン、トリウム等の自然放射性核種を抽出クロマトグラフィで分離し、種々の α 線測定装置により全 α 放射能を簡易測定する方法。
- 集じんだ試料 (大気浮遊じん) をマイクロウェーブ分解装置により硝酸-フッ化水素酸の混合液でプルトニウム、アメリカシウム、キュリウムを浸出する。
- 浸出中のプルトニウムを+3価に調整後、抽出クロマトグラフィによりプルトニウム、アメリカシウム、キュリウムを分離・精製する。
- 精製試料を塩酸溶液とし、フッ化ネオジム共沈法により α 線計測試料とし、ZnS(Ag)シンチレーション計測器等により、全 α 放射能を定量する。
- 海底堆積物について4機関でクロスチェックを行っており、各機関の分析結果は推奨値 (5.74Bq/kg) に対して5~20%低い結果となっている。これは、化学回収率の補正が行えないことに起因する化学分離過程における損失と判断されるが、平均値は推奨値の90%以内であり、緊急時の迅速分析法としては十分適用できるものとしている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 全 α 線放射能自体の測定は、大気浮遊じん測定に多く用いられているが、迅速分析法として実施しているかは不明である（事）。
- 液体シンチレーションカウンタには α/β 波形弁別機能を持っているので、液体シンチレーション測定法への取り入れの可能性があると考えられる（事）。
- 標準線源の U_3O_8 は入手困難である（事）。

(32) 環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法

①概要

原子炉施設、再処理施設等から放出される放射性核種について、環境における放射能レベルの把握及びその影響を評価するための分析法。分離精製工程に固相抽出法、測定について ICP-MS を用いた、12 時間程度での分析が可能な迅速測定法。平成 16 年に制定された。

②測定対象

大気浮遊じん、土壌、降下物、飲料水、牛乳および葉菜

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料名	分析供試量	分析目標レベル
土壌	10 g 乾土	9 Bq/kg 乾土
降下物	2 L	9×10^{-2} Bq/L
飲料水	2 L	9×10^{-2} Bq/L
葉菜	10g 生	9 Bq/kg 生
牛乳	0.1 L	9×10^{-1} Bq/L
大気浮遊じん	1 m ³	9×10^{-2} Bq/m ³

⑥分析法の概要

- 分離・精製工程で固相抽出法を採用している。
- 測定に ICP-MS を使用することにより 12 時間程度で結果が得られる。
- 試料採取法は「No.16 環境試料採取法」による。
- 本法では従来の放射化学分析法の場合とほぼ同程度の分析精度を有する。
- 採取した試料は燃焼し、発生した気体状ヨウ素を活性炭に捕集。アルカリ溶液でヨウ素を浸出し、固相抽出ディスクによりヨウ素を分離・精製し、ICP-MS で測定する。
- 牛乳はイオン交換法と溶媒抽出法により分離・精製後、ICP-MS で測定する。
- 最近の ¹²⁹I 分析法である加速器質量分析法 (AMS) と放射化分析法ならびにマイクロ波導入プラズマ質量分析装置 (MIP-MS) を用いた質量分析法について紹介している。
- 土壌からの ¹²⁷I の回収率について 3 機関でクロスチェックを行っている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 定常的に測定している機関は多くない (事)。
- 土壌試料中の安定ヨウ素の定量において、土壌中の安定ヨウ素の量が多い場合はヨウ素担体を加えないことになるが、安定ヨウ素が多いか否かの判断の説明が無い (事)。
- 生物試料について TMAH アルカリ抽出法を導入することや固相抽出ディスクによる分離精製法を通常の方法として利用できるような検討が必要である (利)。
- コリジョン・リアクションセル装備の ICP-MS を用いた迅速で高感度な分析法を確立する必要がある (利)。

- 土壌、生物試料について AMS（加速器質量分析）法による分析を行っている（利）。
- 環境レベルの ^{129}I 測定に適した標準試料の入手が困難である（利）。

(33) ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法

①概要

原子力施設における原子力緊急事態の発生時等、Ge 半導体検出器を用いて放射性物質が環境中に放出された場合に、地表に沈着した放射性物質の放射能濃度及び沈着物に起因する空間放射線量率を求めるための測定法。平成 20 年に制定された。

②測定対象

地表に沈着した放射性物質の濃度 (Bq/m²) および空間線量率 (Gy/h)

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

Ge 半導体検出器を用いて測定する。機器設置に必要な要件として、以下の項目が挙げられている。

1. 機器の運搬、設置が容易に行えること
2. 屋外の気象条件下で安定した動作ができること
3. バッテリー駆動が可能なこと
4. 検出器に対して過度な遮蔽体とならないようデュアー瓶の大きさを最小限に抑える。
液体窒素冷却型を中心に記述してある。

⑤検出可能レベル

検出可能レベルは地表に沈着した放射性核種に対して 0.03kBq/m²/h 程度で、空間放射線量率として 0.1nGy/h 程度である。

測定時間 (分)	¹³⁷ Cs の検出可能レベル	
	放射能濃度 (kBq/m ²)	線量率 (nGy/h)
1	0.34	0.87
5	0.13	0.32
10	0.09	0.22
20	0.06	0.15
30	0.05	0.12
60	0.03	0.08

⑥分析法の概要

- 自然放射性核種 (ウラン系列核種、トリウム系列核種、カリウム-40) についても測定ができるため、その解析についても記載してある。
- 測定器として相対効率 25%の機器を例示している。
- 解析方法として HASL-258 (Health and Safety Laboratory) に準拠し、ICRU-Rep. 53 が参照されている。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 測定器の進歩状況 (電気冷却式等の扱い) を考慮する必要がある (事)。
- 汚染の分布図作成のためには相当な地点のデータが必要と思われる (事)。
- 緊急時の初期の段階など、沈着の範囲を特定できない場合は補正が困難とされており、

in-situ 測定が可能な時期の説明が必要と思われる。また、沈着の範囲をどのように特定するかの説明も必要と思われる（事）。

- 放射性物質の沈着量を迅速に把握するために有用な方法であり、福島原発事故後に広く利用されている（利）。
- 緊急時における in-situ 測定は測定機器自体の汚染が問題となるため、液体窒素冷却式・電気冷却式等、それぞれに合わせた汚染防止対策（三脚等の器具も含む）が必要である（利）。
- 土壌中における鉛直分布を表すパラメータ「 β 」を土壌採取により評価する方法についても沈着直後の層厚の設定、採取方法等の記載が必要である（利）。
- 土壌採取について、国の福島原発事故影響調査でも使用されたスクレーパープレートでの採取法についての記載が必要である（利）。
- 土壌採取についてスクレーパープレートによる深度分布の確認方法等について記載が必要である（利）。
- 「No.20 空間 γ 線スペクトル測定法」との統合が考えられる（利）。
- 緊急時における測定方法、測定地点の選定方法についての説明が必要である（利）。
- 福島原発事故を踏まえた測定機器の除染方法について考慮が必要である（利）。
- 緊急時における詳細な使用方法についての説明が必要である（利）。

(34) 環境試料中ネプツニウム 237 分析法

①概要

再処理施設等の原子力施設から放出される可能性のある放射性核種について、環境における放射能レベルの把握及びその影響評価のための分析法。24 時間程度で分析が可能な迅速分析法。平成 20 年に制定された。

②測定対象

大気浮遊じん、土壌、降下物、飲料水、牛乳および葉菜。

③単位系

国際単位系 (SI) が使用されている。

④測定器等

誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いて測定する。

⑤分析目標レベル

試料	分析供試量	分析目標レベル	
		放射能濃度	質量濃度
大気浮遊じん	1 m ³	0.1 mBq/m ³	4 pg/m ³
土壌	10 g 乾土	0.01 Bq/kg 乾土	0.4 ng/kg 乾土
降下物	0.05 m ² /日	3 mBq/m ² /日	0.1 ng/m ² /日
飲料水	2 L	0.05 mBq/L	2 pg/L
牛乳	0.1 L	1 mBq/L	0.04 pg/L
葉菜	0.1 kg 生	1 mBq/kg 生	0.04 ng/kg 生

⑥分析法の概要

- ²³⁷Np の分離・精製法には共沈法による粗分離後、陰イオン交換法、溶媒抽出法、抽出クロマトグラフィ法、固相抽出法があるが、ここでは迅速かつ簡便な分離・精製法である固相抽出法による分離・精製法について記載してある。
- 測定法には α 線スペクトロメトリーまたは誘導プラズマ質量分析法 (ICP-MS) が用いられるが、安定元素だけでなく長半減期核種についても優れた感度を持つ ICP-MS による測定法を用い、24 時間程度で実施する方法を記載している。
- 試料 (大気浮遊じん、土壌試料) に ²⁴²Pu または ²³⁹Np 溶液を加えた後、マイクロウェーブ分解装置で Np を硝酸で加熱浸出する。土壌試料は二度繰り返す。
- 浸出液中の Np を +3 価に還元し、水酸化鉄 (II) と共沈させる。
- 沈殿を硝酸に溶解し、ネプツニウムを +4 価に調整した後、ネプツニウムを固相抽出ディスクにより分離・精製する。
- 精製試料は硝酸溶液とし、ICP-MS を用いて ²³⁷Np を定量する。
- 水盤に捕集された降下物および飲料水は、²⁴²Pu または ²³⁹Np 溶液を加えた後、攪拌・濾過し、残留物はマイクロウェーブ分解装置でネプツニウムを硝酸で加熱浸出し、大気浮遊じん、土壌試料と同様の操作を行う。
- 牛乳はガスコンロで炭化し、葉菜は電子レンジで乾燥する。その後、マイクロウェーブ高温灰化装置等で加熱灰化し、同様の操作を行う。
- 解説に ²³⁹Np トレーサー溶液の調整法、還元剤 (ピロ亜硫酸カリウム) 添加量の影響、

水酸化鉄(Ⅱ)共沈時の pH の影響、固相抽出ディスクへの通過速度の影響など技術的なことについて詳しい説明がなされている。

- 試料採取は、「No.16 環境試料採取法」に準拠している。
- 土壌、葉菜について 2 機関でクロスチェックが行われている。
- 分析フローの記載あり。

⑦問題点、利用者からのコメント等

- 定常的に測定を実施している機関は確認できない (事)。
- 分析に使用する ^{242}Pu 標準溶液は原子炉等規制法の対象である (事)。
- 通常法として利用できる方法として考慮が必要である (利)。

(技術参考資料) 大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料

①概要

平常時および緊急時における大気浮遊じん等の採取および測定法に関して技術水準の向上のために平成15年に刊行されている。

②単位系

国際単位系 (SI) を使用している。

③技術参考資料の概要等

- 関係者において技術情報を広く共有する目的で、自治体の調査体制や整備状況を踏まえ、大気中放射性物質のモニタリングに係る測定手法の基準化について整理したもの。
- 原子力施設は、施設の種類と規模も多様であり、想定される事象、事故内容及び放射性物質の放出形態等も複雑であることから、複雑な状況下において、平常時及び緊急時における大気浮遊じん等の採取及び測定法等に関して、技術水準の向上と斉一化を図るために整理したもの。

- 20道府県について、(A) サンプルング法とモニタリング法の利用、(B) 浮遊じんモニタリングと精密測定、(C) 使用捕集材の種類、流量、捕集時間、について現状を調査し、その結果を記載している。結果の概略は以下のとおり。

(A) サンプルング法とモニタリング法の利用

浮遊じんモニタリングは15か所中11か所で採用。8か所でヨウ素モニタリングが実施され、緊急時に稼働する体制であるとしている。

モニタリングでプラスチックシンチレータにZnS (Ag) 塗布の $\alpha + \beta$ 検出器を採用しているのは原子力発電施設11か所、核燃料施設3か所。

(B) 浮遊じんモニタリングと精密測定

多くがダストモニタを使用し、迅速な情報把握に取り組んでいる。Ge 半導体スペクトロメータで精密測定を行っているのは半数に満たない。

(C) 使用捕集材の種類、流量、捕集時間

大部分がセルローズ・ガラス繊維のロール状ろ紙を使用している。ヨウ素は活性炭含むろ紙+活性炭カートリッジまたは活性炭カートリッジ単独使用。ヨウ素捕集材の多くはTEDA10%添加活性炭を使用。

- モニタリング設備の概要、ダストモニタおよびヨウ素モニタ、テレメータシステム、モニタリングステーション内設備、可搬型サンプラについて注意点を示しながら解説している。
- また、捕集材の特性、サーベイメータの特性、点検・校正などについて解説し、平常時モニタリングと緊急時モニタリングの概要も示しながら記載している。
- 付録にはラドン・トロン崩壊生成物の影響、ヨウ素とプルトニウム吸入時の線量係数を示し、等価線量の計算方法なども記載している。

④問題点、利用者からのコメント等

- 各道府県のモニタリング等の機関名の一覧が現状に合わない。(事)
- モニタ機能の扱い等が中途半端であり、自治体毎に運用が異なる要因の一つとなっている。また、福島原発事故を踏まえ、ヨウ素の定量に重点が置かれていることから、内容を現状に合わせたうえで測定法として改訂すべきである(利)。

- ダストモニタ、ヨウ素モニタの目的や測定精度等を再検討し、緊急時における大気中放射性物資の採取・測定法を定める必要がある（利）。
- 福島原発事故後の状況も反映した内容に改訂すべき（利）。
- プルーム影響評価に係るヨウ素モニタリングについて既知情報の整理、測定法を最新のものにする（利）。
- 「原子力災害対策指針補足参考資料」の策定や、「環境放射線モニタリング指針」の改訂に合わせ内容の更新が必要である（利）。
- 大気浮遊じん中の放射能濃度をリアルタイムで測定することは、異常の検知、緊急時における影響把握等のために重要であり、ラドン・トロンの寄与を除去して正確かつ迅速に測定する方法が確立されていない（利）。
- ラドン・トロンの除去については、 α/β 比を用いる方法や時間間隔解析法などが提案されており、今後、目的に応じた測定法の確立が望まれる（利）。

第3章 測定法改訂の方向性の検討

環境放射線モニタリングの現状、測定機器や分析手法の技術動向、測定法の記載内容の確認及び測定法に対する利用者の意見等について整理した基礎調査に基づき、測定法の改訂の方向性を検討した。

3. 1. 測定法改訂の必要性の検討

基礎調査で整理した情報に基づいて各測定法の改訂の必要性及び改訂方針案を検討した。全ての測定法には、課題が生じている、または、利用者からの改訂及び統合に係る要望が寄せられており、これらを踏まえた検討の結果、全ての測定法について改訂を行うことが必要であると考えられる。

各測定法の主な課題と改訂方針案を付属資料2に示す。

3. 2. 測定法改訂の優先度の検討

測定法は、シリーズとして34種類、これに加えて技術参考資料が1種と数が多く、また、新たな技術や手法の取り入れには実験を伴う十分な検討が必要と考えられることから、短い期間で多くの測定法を改訂することは困難である。このため、改訂の優先度を検討し、今後の改訂に資する情報として整理した。

改訂の優先度の検討にあたっては、まず、各測定法に対して個別に改訂の優先度を検討することとし、さらに、測定法全体の合理化による使い易さを考慮して、測定法の内容の統合を踏まえた改訂の優先度を検討し、整理した。

改訂の優先度は、以下の観点で整理し、優先度が高いと考えられるものからA, B, Cとして区分した。

(優先度検討の観点)

- ① 実用上の課題が生じていると考えられ、早急な対応が求められるもの
- ② 測定機器や分析法の進歩により、内容が現状と合わなくなっているもの
- ③ 利用者や利用頻度の高いもの

この他、改訂に時間を要すると考えられるもの、等を参考にした。

(優先度の区分)

- A) 優先度検討の観点①及び③があてはまるもので、早急な改訂等、対応が必要と考えられるもの
- B) 優先度検討の観点②及び③があてはまるもので、改訂が必要と考えられるが、早急な対応を要しないと考えられるもの
- C) 優先度検討の観点①～③が必ずしもあてはまらないもので、大きな改訂の必要がないと考えられるもの

(1) 各測定法に係る改訂の優先度の検討

優先度検討の観点から、各測定法に対する優先度を検討した。ここでの検討結果の一部として、優先度A, B, Cに属する測定法のタイトルを以下に示す。優先度の根拠等、詳

細については、付属資料 3 に示す。

【改訂の優先度 A の測定法】

- ① 「No.2 放射性ストロンチウム分析法」(A)
- ② 「No.4 放射性ヨウ素分析法」(A)
- ③ 「No.6 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」(A)
- ④ 「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(A)
- ⑤ 「No.9 トリチウム分析法」(A)
- ⑥ 「No.12 プルトニウム分析法」(A)
- ⑦ 「No.17 連続モニタによる環境 γ 線測定法」(A)
- ⑧ 「No.20 空間 γ 線スペクトル測定法」(A～B)
- ⑨ 「No.24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」(A)

【改訂の優先度 B の測定法】

- ① 「No.1 全ベータ放射能測定法」(B)
- ② 「No.3 放射性セシウム分析法」(B)
- ③ 「No.5 放射性コバルト分析法」(B)
- ④ 「No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(B)
- ⑤ 「No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法」(B)
- ⑥ 「No.25 放射性炭素分析法」(B)
- ⑦ 「No.26 ヨウ素-129 分析法」(B)
- ⑧ 「No.32 環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法」(B)
- ⑨ 「No.33 ゲルマニウム半導体検出器を用いた In-Situ 測定法」(B)
- ⑩ 「(技術参考資料)大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料」(B)

【改訂の優先度 C の測定法】

- ① 「No.8 放射性ジルコニウム分析法」(C)
- ② 「No.10 放射性ルテニウム分析法」(C)
- ③ 「No.11 放射性セリウム分析法」(C)
- ④ 「No.14 ウラン分析法」(C)
- ⑤ 「No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」(C)
- ⑥ 「No.16 環境試料採取法」(C)
- ⑦ 「No.18 熱ルミネッセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法」(C)
- ⑧ 「No.19 ラジウム分析法」(C)
- ⑨ 「No.21 アメリシウム分析法」(C)
- ⑩ 「No.22 プルトニウム・アメリシウム逐次分析法」(C)
- ⑪ 「No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法」(C)
- ⑫ 「No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法」(C)
- ⑬ 「No.29 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」(C)
- ⑭ 「No.30 環境試料中アメリシウム 241・キュリウム迅速分析法」(C)
- ⑮ 「No.31 環境試料中全アルファ放射能迅速分析法」(C)
- ⑯ 「No.34 環境試料中ネプツニウム 237 迅速分析法」(C)

(2) 測定法の統合を踏まえた改訂の優先度の検討

これまで測定法は、その時代の状況、要求に基づいて順次制定されてきた。すなわち、大気核実験のフォールアウトへの対応から始まり、原子力発電所等の建設に伴う周辺住民の安全を守る観点から放射線監視としてのモニタリングへの適用、再処理施設等の核燃料サイクル施設に係る放射線監視のための超ウラン元素等への対応、原子力施設等の事故時または緊急時への対応と拡大を続けてきた。

環境放射線モニタリング指針においては、分析・測定方法等の詳細を示す資料として測定法が位置付けられており、環境放射能測定教科書(バイブル)的な存在として各方面で利用されているのが現状である。しかしながら、その時代のニーズに応じて順次制定されてきたことにより、一部では内容の重複が見受けられ、同様な核種を対象としていても複数の冊子に分かれている場合などがあり、新たに放射能分析を始める者からすると分かり難い面も生じている。

このため、測定法全体の体系化を図ることによって参照すべき測定法の選択が容易になり、利用者の利便性が向上すると考えられることから、測定法の統合及び体系化について検討した。

測定法の内容の統合については、以下の3. 3. 項に示す考え方に基づいて測定法全体の体系を整理しつつ、統合を踏まえた改訂の優先度を検討した。統合を踏まえた改訂の優先度及び測定法全体の体系案を付属資料4に示す。

なお、付属資料1で示した測定法に対する利用者の意見のうち、測定法の新設要望として寄せられた意見の一部は、付属資料4に示す統合を踏まえた改訂の優先度の中で、統合の内容として示すこととした。付属資料1で示した新設要望の対応状況を以下に示す。

(付属資料4において、統合の内容として示したもの)

- ① プルトニウム241分析法(環境試料中プルトニウム分析法)
- ② 放射性ストロンチウム迅速分析法(環境試料中放射性ストロンチウム分析法に内容統合)
- ③ トリチウム迅速分析法(環境試料中トリチウム分析法に内容統合)
- ④ 緊急時における環境試料採取法(環境試料採取法)
- ⑤ 空間 γ 線量率測定法(連続モニタによる環境 γ 線測定法に内容統合)

(付属資料4において、「新設測定法として検討が必要と考えられるもの」に内容統合)

- ① 空間 γ 線量率の移動測定法
- ② サーバイメータを用いた空間 γ 線量率測定法

(別途検討が必要と考えられることから、統合の内容として示さなかったもの)

- ① 電子線量計を用いた空間 γ 線量(率)測定法
- ② 空間 γ 線量率を用いた放射能濃度算出方法
- ③ 緊急時における積算線量測定法
- ④ テクネチウム99分析法

3. 3. 測定法の合理化の考え方

測定法は、「環境試料の分析・測定に係るもの」と「空間放射線量の測定に係るもの」とに大別されるため、それぞれの体系化について検討した。前者の体系化案を図 3-1 に、後者の体系化案を図 3-2 に示す。

(1) 環境試料分析に関する測定法の合理化の考え方

- 放射化学分析では、全 α 線測定や全 β 線測定のように大よその放射能レベルを把握するためのスクリーニングとして有効な方法と、化学分離した後に適切な測定機器により目的核種を測定する核種分析に分けられる。
- 核種毎の分析では、試料及び核種の物理的・化学的な性質と測定機器との関係から、処理プロセスが決まってくる。従って、利用者の利便性を考慮し、核種毎に整理したうえで測定方法によって書き分けることが望ましいと考えられる。
- 機器分析では、NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いた γ 線スペクトロメトリーがスクリーニング・簡易測定的な役割となり、Ge 半導体検出器を用いた γ 線スペクトロメトリーは精密測定的な位置付けと考えられ、両者は基本的に分けられるべきであるが、測定試料の性状等が同様であることから、試料の前処理については共通の文書としても差し支えないと考えられる。
- 大気浮遊じん、大気中ヨウ素等は可搬型のサンプラを用いた採取方法が各々の測定法で示されている。しかしながら、固定型機器がモニタリングステーションに設置され、連続的に測定が行われているケースもあり、これについては技術参考資料に示されているが、今後は、本技術参考資料を測定法として位置付けることについての検討が必要と考えられる。

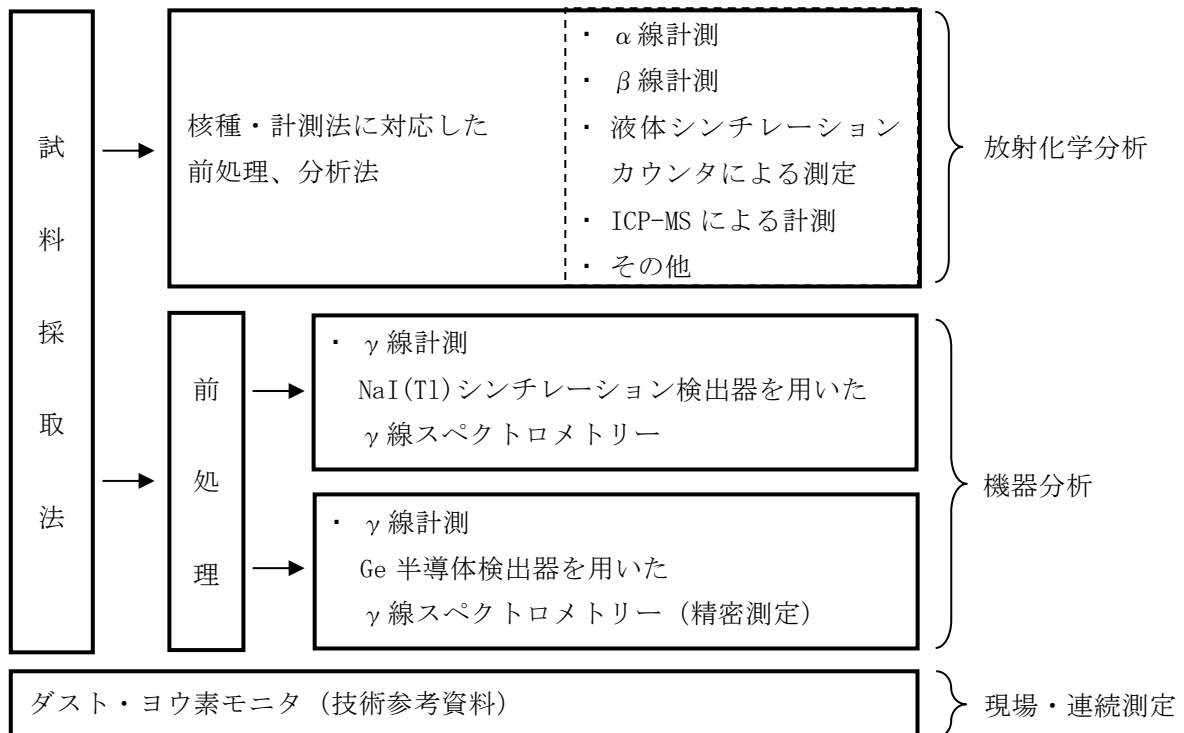


図 3-1 環境試料の分析・測定に係る測定法の体系化案

(2) 空間放射線量測定に関する測定法の合理化の考え方

空間放射線量の測定については、連続モニタ等による測定と積算線量測定に大別できる。

(連続モニタ等による測定)

- 利用形態によって固定式、可搬式、走行式(移動式)に別けられる。このうち、可搬式及び走行式は主に緊急時における利用と考えられる。
- 「No.17 連続モニタによる環境 γ 線測定法」はモニタリングポスト等の固定式のシステムについての記述であり、検出器としてNaI(Tl)、電離箱及びGM計数管が記載されているが、環境測定用としてGM計数管が用いられている例は確認できない。
- 半導体検出器は可搬型ポストでは使用されているが、固定式ポストで使用されている例は確認できない。JIS Z 4325には半導体検出器による連続モニタが規定されている。一方、JIS Z 4325では可搬型ポストは除外されている。
- NaI(Tl)を用いた固定式、可搬式及び走行式のほとんどの測定機器では γ 線スペクトル情報の取得が可能である。
- in-situ測定では空間放射線量率を求める場合もあるが、本来は地表に沈着した放射性物質の測定が目的であり、その結果から空間放射線量率を算出するものである。
- 以上のことから、固定式及び可搬式を統合してNaI(Tl)による空間スペクトル測定を付加した文書と、Ge半導体検出器による野外での測定を示した文書にすることが合理的と考えられる。

(走行システムによる測定)

- 自動車に搭載する放射線測定システムは以前から存在しているが、福島原発事故以降、KURAMAのような走行測定も注目されるようになってきている。
- 移動測定法は、広い範囲における放射線影響を迅速に把握するために非常に有用な方法であり、特に緊急時に対するニーズは高い。
- 移動測定法については、測定法や技術参考資料として示されていないのが現状である。
- 以上のことから、移動測定法に係る標準的手法等を示す測定法についての検討が必要と考えられる。

(サーベイメータによる測定)

- 福島原発事故時においては、非常に広い範囲でNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータや電離箱サーベイメータによる空間放射線量の測定が行われた。これらの測定は、日常的に環境放射線モニタリングを実施している機関のみならず、市町村やその他の団体等によっても行われた。また、汚染程度のスクリーニングにも広く利用された。
- サーベイメータは誰にでも簡単に取り扱うことできる一般的な放射線測定機器ではあるが、測定の仕方や値の読み取り方等によって、測定値の意味するところが変わってくる。また、測定・表示単位の扱いについても注意が必要である。
- 通常の放射線監視においても、サーベイメータを用いて空間線量率を測定している機関がある。特に緊急時は、可搬型モニタリングポスト同様、任意の地点で空間放射線量の測定の機会が多くなるとともに、測定結果が公表されることも想定される。
- 既存の測定法では、「No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」として、緊急時におけ

る環境試料中のヨウ素のスクリーニングが示されているのみである。

- 以上のことから、一般的なサーベイメータを用いた測定法に対するニーズは高く、測定法についての検討が必要と考えられる。

(積算線量計による測定)

- 現状、「No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線量測定法」と「No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線測定法」が制定されている。それぞれが環境放射線モニタリングに利用されており、これらの機器に対応する JIS も制定されている。
- 熱ルミネセンス線量計及び蛍光ガラス線量計による積算線量測定法を統合し、「積算線量測定法（仮称）」とすることで合理化が図られると考えられる。
- JIS Z 4339(2004)では、規格の適用範囲に環境モニタリング用光刺激ルミネセンス線量計数装置(OSL線量計)が示されているが、環境測定用に利用している機関は確認できなかった。したがって、OSL線量計に関する記述については、必要に応じて追記する。
- 「環境放射線モニタリング指針（原子力安全委員会 平成 22 年 4 月一部改訂）」には積算線量を求めるための測定機器として電子式積算線量計が示されている。しかしながら、環境測定用の電子式積算線量計については JIS が制定されていないこと、緊急時モニタリングに係る検討の動向を踏まえる必要があることから、必要に応じて追記する。

	固定システム	可搬システム	走行システム	サーベイメータ
線量率測定	[連続モニタ等] No.17 ^{※1} 電離箱 NaI(Tl) (GM 計数管) (半導体検出器)	電離箱 NaI(Tl) 半導体	電離箱 NaI(Tl) Si 半導体	電離箱 NaI(Tl) GM 計数管 ^{※2} プラスチックシンチ ^{※2} ZnS(Ag)シンチ ^{※2}
スペクトル測定	NaI(Tl) Ge 半導体検出器	No.20 ^{※1} NaI(Tl) Ge 半導体 地表濃度 No.33 ^{※1} 線量寄与 No.20 ^{※1}	NaI(Tl) Ge 半導体	

(積算線量測定)

- ・ 熱ルミネセンス線量計 (No.18^{※1})
- ・ 蛍光ガラス線量計 (No.27^{※1})
- ・ (OSL 線量計、電子式積算線量計)

※1 : 測定法シリーズのNo.

※2 : 表面汚染測定用サーベイメータ

図 3-2 空間放射線量の測定に係る測定法の体系化案

第4章 有識者検討会の開催

放射能測定法シリーズの改訂に係る調査を効果的に実施するため、環境放射線モニタリング、放射線計測、放射化学分析、放射線管理等の専門家から構成される「放射能測定法シリーズ改訂検討委員会」を設置し、調査実施方針の検討、調査状況の確認、調査結果の評価及び取りまとめを行った。

(1) 放射能測定法シリーズ改訂検討委員会 委員（敬称略・五十音順）

	氏名	所属
委員長	井口 哲夫	名古屋大学大学院 工学研究科 量子工学専攻 教授
委員	飯田 圭	東京電力株式会社 原子力運営管理部 放射線管理グループ 課長
委員	木村 秀樹	青森県原子力センター 所長
委員	佐々木 広朋	福島県原子力センター 主任主査
委員	野村 貴美	東京理科大学 非常勤講師
委員	久松 俊一	公益財団法人環境科学技術研究所 理事 環境影響研究部長
委員	藤田 博喜	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 環境監視課 副主任研究員

(2) 放射能測定法シリーズ改訂検討委員会 開催概要

<p>第1回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会</p> <p>開催日時 平成26年11月18日（火）13:30～15:15</p> <p>議 題</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射能測定法シリーズの改訂に係る基礎調査について その他 <p>配布資料</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射能測定法シリーズ改訂検討委員会について 放射能測定法シリーズの改訂に係る基礎調査について 改訂項目の事務局案 基礎調査に基づく情報の整理 測定法に対する利用者コメント 新設、統廃合についての整理 測定法改訂に係る優先度の予備的検討
--

第2回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会

開催日時 平成27年2月12日(木) 10:00~12:00

議 題

- ・放射能測定法シリーズ改訂の必要性と方向性の検討
- ・放射能測定法シリーズ改訂の優先度の検討
- ・放射能測定法シリーズ改訂に係る報告書骨子(案)について
- ・その他

配布資料

- ・第1回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録(案)
- ・放射能測定法シリーズ改訂の必要性と方向性について
- ・放射能測定法シリーズ改訂の優先度について
- ・放射能測定法シリーズ改訂に係る報告書骨子(案)

第3回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会

開催日時 平成27年3月24日(火)

議 題

- ・測定法の改訂に係る調査結果のとりまとめ
- ・その他

配布資料

- ・第1回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会議事録(案)
- ・放射能測定法シリーズ改訂事業 業務報告書(案)

第5章 まとめ

原子力規制委員会では、環境放射能の水準を把握するための調査や、陸域、海域、空域の各種放射線モニタリングを実施している。また、都道府県、市町村、原子力事業者及び研究機関等、さまざまな主体が放射線モニタリングを実施している。これらの結果の精度を保つため、及び今後万が一原子力災害が発生した際に適切な放射線モニタリングを実施できるようにするためには、標準的な分析・測定手法を定義する必要がある。

環境放射能分野における標準的な分析・測定法マニュアルとしては、「文部科学省放射能測定法シリーズ」（以下、「測定法」という。）が34種、技術参考資料が1種作成されているが、中には刊行から40年程度経過しているものも存在し、技術の進展等が反映されていない場合があると考えられることから、これらの測定法の内容を精査し、改訂の必要性・方向性等の検討を行った。

以下に本調査のまとめを示す。

1. 調査の結果

(1) 基礎調査

測定法の改訂の方向性を検討するにあたっては、測定法のニーズの把握、技術動向の反映状況の確認及び測定法の記載内容の確認が必要と考えられることから、基礎調査として、次の項目について情報を整理した。

①測定法のニーズを把握するための、関係機関等における環境放射線モニタリングの現状の整理及び測定法に対する利用者意見の整理。

ここでは、環境放射線モニタリングとして実施している内容や測定機器について整理した。また、測定法の利用者が最も多いと考えられる原子力施設等立地道府県及びその他の定常的に放射能分析を行っている機関から得られた測定法に対する意見（各測定法に係る問題点、改訂の優先順位、測定法の新設要望、その他要望等）を整理した。さらに、福島原発事故時の対応を踏まえた環境放射線モニタリングの状況を整理した。

②技術動向の反映状況を確認するための、測定機器及び分析手法等の情報の整理。

測定法に記載のある測定機器の現状及び測定法に記載されていない分析手法を整理した。

③測定法にある問題点を抽出するための、測定法の記載内容の確認。

各測定法の内容を確認するとともに、測定法に対する利用者からの意見を踏まえ、各測定法での問題点等を整理した。

(2) 測定法改訂の方向性の検討

環境放射線モニタリングの現状、測定機器や分析手法の技術動向、測定法の記載内容の確認及び測定法に対する利用者の意見等について整理した基礎調査に基づき、測定法の改訂の方向性を検討した。

①改訂の必要性について

基礎調査に基づき、個々の測定法について改訂の必要性を検討した。全ての測定法には、課題が生じている、または、利用者からの改訂及び統合に係る意見が寄せられており、これらを踏まえた検討の結果、全ての測定法について改訂を行うことが必要であるとの整理

に至った。

②改訂の優先度について

測定法は、シリーズとして 34 種、これに加えて技術参考資料が 1 種と数が多く、また、新たな技術や手法に取り入れには実験を伴う十分な検討が必要であることから、短い期間で多くの測定法を改訂することは困難であるため、測定法の改訂の優先度を検討した。改訂の優先度の検討は、まず、各測定法に対して個別に改訂の優先度を検討することとし、さらに、測定法全体の合理化による使い易さを考慮して、測定法の内容の統合を踏まえた改訂の優先度を検討し、整理した。測定法全体の合理化は次項③で示した考え方に基づいて行った。

優先度の区分は、優先度の高いものから A, B, C と 3 つに区分したが、このうち、優先度が最も高い優先度 A については 10 の測定法が該当した。

また、基礎調査で整理した測定法に対する利用者の中には、いくつかの新設測定法の要望も寄せられていたが、このうちの一部を除き、測定法の内容の統合を踏まえた優先度の検討の中で、統合の内容として示した。

③測定法の合理化について

測定法を「環境分析試料の分析に係るもの」と「空間放射線量の測定に係るもの」に大別し、それぞれについて合理化の考え方を整理し、測定法の内容の統合を踏まえた改訂の優先度の検討に資する情報とした。また、本検討においては、利用者のニーズが高いと考えられ、測定法として検討すべきと考えられる測定法を抽出した。

2. 調査を通して確認できた課題

今後の課題として、測定法改訂の際に考慮すべきと考えられる点を整理した。

(1) 測定法全般として

- ①測定法の改訂にあたっては、本調査で確認できた問題点等を考慮しつつ改訂作業を進めていくことが必要である。測定機器や分析手法等の技術進展を適切に反映した新しい技術の取り入れについては、実験等を伴う十分な検討を行うことが重要である。
- ②本調査で整理した測定法に対する利用者の中には、技術的な対応の可否や測定法に反映させるか否か等、別途検討が必要な意見も見受けられたことから、今後、測定法が改訂される際には、これらの意見についての考慮も必要と考えられる。
- ③本調査では、既存の測定法にある問題点等を中心に整理し、改訂の必要性・方向性の検討から、測定法の体系化及び改訂の優先度を整理した。個々の測定法の改訂の際には、新たな問題点等が確認されたり、生じたりすることも考えられることから、その時点における問題点等を整理しつつ改訂作業を進めることが必要である。
- ④測定法が制定または改訂された時点では問題とならなかった単位の扱いや線源及び器材等、時の経過とともに実情に合わなくなっている場合が多く見受けられる。測定法がさまざまな主体で利用されている放射能分析・測定の公定法であることを鑑みると、速やかな修正等が望ましいことから、定期的に記載内容の確認をすることが必要と考えられる。
- ⑤測定法には、それぞれの分析手法等についての根拠データや解説が示されている。これらは分析手法の根拠を示すものであることから、改訂の際にはこれらの充実が望まれる。
- ⑥改訂の際には、改訂の履歴を併せて示し、いつどのような改訂が行われたのかを残してお

くことが必要と考えられる。

- ⑦測定法は公定法であり、古い技術であっても今後も利用する場面があることが考えられる。また、分析手法の廃止については、これまで(または現在)実施している分析手法の根拠が無くなることから、十分な留意が必要である。
- ⑧利用者が行っている環境放射線モニタリングのうち、測定法として制定されていない核種や分析手法を行っている事例が確認できた。既存の測定法以外の新たな測定法の必要性についても検討が必要と考えられる。
- ⑨放射化学分析に係る化学分離等の前処理は煩雑な操作を要するものがある。また、検出目標レベルを保つ上で、供試量を大量にする場合がある。実務者の負担軽減の観点からは、装置等を用いた自動化等について考慮する必要があると考えられる。

(2) 緊急時のための考慮

- ①緊急時における環境放射線モニタリングについては、緊急時の方法または迅速分析法として測定法で一部が示されてきた。しかしながら、緊急時の状況は時間的にも面的にも一様ではないため、分析法は1つとは限らず、状況に応じた対応が必要とされる。このため、着目核種毎にいくつかの分析手法を示す中で、それぞれの特徴を記し、状況に応じて利用者が分析手法を選択できるようにすることが必要であると考えられる。また、試料採取及び前処理についても同様の考慮が必要と考えられる。
- ②Ge半導体検出器による分析において、核ライブラリに登録されている以外の短半減期核種が検出されること等により、着目核種が正確に把握できない状況が想定されるため、緊急時に対応した核ライブラリの見直し等、適切な対応が必要と考えられる。
- ③放射能濃度が高い試料を測定することで、数え落としによる過小評価が想定されることから、測定条件毎の定量上限値についても考慮する必要がある。分析操作の前段階としては、適切なスクリーニング法を介して、濃縮操作の省略、試料供試量等の調整や希釈操作が必要となることも考えられる。また、放射能分析に係る全過程を通して、試料同士の相互汚染(クロスコンタミネーション)に対する配慮が必要と考えられる。
- ④放射性物質が放出されて地表に沈着する場合、その場所に存在するモニタリングポスト等の放射線測定機器が汚染され、正確な測定を妨げることも想定されることから、汚染防止対策や汚染後の対策等についての十分な検討が必要と考えられる。
- ⑤原子力災害対策指針では、防護措置の考え方として、観測可能な指標に基づいて緊急時防護措置を判断するとされており、緊急時防護措置及び早期防護措置に係る空間放射線量率、飲食物摂取制限に係る空間線量率及び放射能濃度の迅速な測定が必要とされる。関係する測定法の改訂にあたっては、この点について十分な留意が必要と考えられる。
- ⑥全ての測定法は、福島原発事故以前に制定または改訂されたものである。測定法には緊急時における方法等が示されているが、福島原発事故における各機関での放射線モニタリングの経験を踏まえた、緊急時に十分に対応できるような配慮が必要と考えられる。

(3) 使い易さへの配慮

- ①測定法全体の合理化に伴い、これまでの測定法と体系が大きく変わることから、利用者の利便性を考慮すると、該当する測定法を選択し易くするため手引きのような説明文書が必

要と考えられる。

- ②ひとつの測定法の中でも、いくつかの分析手法が載せられており、分析手法の選択に迷うことも想定される。利用者が最適な分析手法を容易に選択できるように、どのような場合にどの分析手法が適しているのかを示すことが必要と考えられる。
- ③測定法によっては、他の測定法と構成や章立てが大きく異なるものも見受けられることから、使い易さを考慮し、構成や章立てをできる限り統一することが必要と考えられる。
- ④測定法によっては、文章だけで理解が難しい部分もあるため、具体的なイラストを用いる等、利用者の理解を図るとともに、分析フローを示すことで分析に係る全体のイメージを捉え易くする等の工夫が必要と考えられる。
- ⑤1つの測定法の中において、他の分析手法と内容が重複する箇所では、一部の手順が省略され、他の分析手法を参照するような記載となっているところがあるが、ひとつの分析手順の流れとして全てを示した方がより使い易いと考えられる。
- ⑥なぜこの操作を行うのかの説明があることで、ひとつひとつの操作について理解が図られ、応用が必要となった場合にも役立つと考えられる。
- ⑦測定法としての文書以外にも、プレゼンテーション資料やWebによる説明が存在すると測定法の内容に対する理解がより深まると考えられる。比較的難しい分析手法については、講習・研修等を通して理解を深めることが望ましいと考えられる。

(4) 用語やデータ及び内容の整合

- ①分析目標レベル、検出下限値、定量下限値、検出可能レベルなど、測定法によって異なる用語が使われているため、用語の定義を明確にした上で、必要に応じて使い分けることが必要と考えられる。また、測定法に示すべき分析可能なレベルとしては、通常条件で担保できる定量値にすることが実用上望ましいと考えられる。
- ②環境試料の採取法としては「No.16 環境試料採取法」が制定されているが、他の測定法にある試料採取の方法と記述が異なる場合があり、利用者の混乱を招く恐れがあるため、これらの記述の整合を図ることが必要である。
- ③測定法の改訂の際には、改訂の前後で過去の測定結果との連続性が損なわれないよう配慮が必要である。

測定法は、我が国の代表的な放射能分析・測定のマニュアルであり、今後も利用者にとって有用な存在であり続けなくてはならない。本調査では、測定法の改訂の必要性・方向性の検討を通して、今後取り組むべき課題を確認するとともに、測定法全体の体系化と改訂の優先度を整理することができた。

今後、各測定法についての改訂が進められると考えられるが、測定法で使われる用語や文書構成等、測定法全体の整合を図るためにも、測定法全般に係る共通事項について検討する体制も必要と考えられる。

測定機器や分析技術は常に進歩しているため、測定法を定期的に見直し、必要に応じて改訂を行っていくことが望ましい。今後の測定法の改訂にあたっては、本報告書に述べた課題や改訂の優先度等を参考として頂ければ幸いである。

以 上

付属資料 1 測定法に対する利用者の意見

測定法に対する利用者の意見

測定法改訂の必要性の検討にあたっては、測定法を用いて測定や分析を行う実務者の意見を取り入れることが重要であることから、測定法の利用者が最も多いと考えられる原子力施設等立地道府県及びその他の定常的に放射能分析を行っている機関から得られた測定法に対する意見を以下の区分で整理した。

- 各測定法に係る問題点
- 改訂の優先順位
- 測定法の新設要望
- その他の要望等

(1) 各測定法に係る問題点

①単位の修正

- ・ Ci や R などの旧単位が使用されている測定法があるため、SI 単位に統一するなどの修正が必要。(該当測定法No.1, 3, 4, 8, 10, 11, 16, 20)

②迅速分析法の適用

- ・ ^{90}Sr の分析等、測定結果を得るまでに長い時間を要するものについて迅速に分析できる方法についての検討が必要。

③福島原発事故を踏まえての見直し

- ・ ^{134}Cs が存在することを踏まえた ^{137}Cs の β 線測定法の検討。
- ・ 緊急時における短寿命核種の同定法・定量法及び緊急時用核ライブラリの作成、核種の誤認識、子孫核種のみが検出された場合の対応、短寿命核種の減衰補正の必要性など、Ge 半導体検出器を用いた測定に関する内容の見直し。
- ・ Ge 半導体検出器の免震装置、汚染防止、非常電源について解説で触れるべき。
- ・ 汚染防止・除染（測定機器、採取試料、試料の実験室への持ち込み）の検討。
- ・ 非交換型有機結合 ^3H の分析法の検討。
- ・ 緊急時における試料採取法・前処理法の確立。
- ・ 緊急時においてバックグラウンドが大幅に増加した場合のサーベイメータを用いたヨウ素のスクリーニングの検討。福島原発事故時の教訓等を踏まえた改訂。
- ・ スクレーパープレートによる土壌採取の方法等、土壌中における鉛直分布を表すパラメータ「 β 」を評価する方法の検討。
- ・ プルームの影響評価に係るヨウ素モニタリングについての既知情報の整理。
- ・ 大気中放射性物質の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」や

「環境放射線モニタリング指針」の改訂に合わせた内容の更新。

- ・ 福島原発事故に伴い環境中に放出された放射性セシウムに対する汚染対策。
- ・ OIL1 及び OIL2 に係る測定手法の確立が必要。(樹木・建物の影響について考察し、標準的な測定手法が必要。)
- ・ OIL6「飲食物摂取制限に関する指標」に対する測定法の扱い。OIL6 は、厚生労働省「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」や「水道水等の放射能測定マニュアル」で対応するのか、測定法で対応するのか検討すべき。少なくとも厚生労働省のマニュアルの方が現状に合っていると思われる。

④測定法の統合について

- ・ 放射性ヨウ素の分析法を統合(測定法No.4, 15, 26, 32)
- ・ 「No.6 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」の内容を「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」に統合。
- ・ 「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」と「No.29 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」の統合。
- ・ 「No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」と「No.24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」の統合。
- ・ 「No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法」と「No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法」の統合、及び電子線量計についての追記。
- ・ 「No.20 空間 γ 線スペクトル測定法」と「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」の統合。
- ・ 「No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法」と「No.28 環境試料中プルトニウム分析法」の統合。
- ・ 「No.3 放射性セシウム分析法」と「No.6 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」を統合し、簡易スペクトロメータを用いた測定法について作成すべき。放射性ヨウ素の測定も含めて早急に対応すべき。
- ・ NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータが普及しているので、「No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」は不要と思われる。

⑤技術動向への対応

- ・ 放射性ストロンチウム分析に係る対応(ICP-MS法、固相抽出法)
- ・ 放射性ヨウ素分析に係る対応(現在最も行われているヨウ素測定法の記載)
- ・ Ge半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリーに係る対応(核データ及び核ライブラリの更新、機器の進捗に合わせた内容の改訂)
- ・ 固相抽出法についての記載(ストロンチウム、ウラン、プルトニウム、アメリカシウムの分析)
- ・ 質量分析装置(ICP-MS、AMS)を用いた分析法の記載(^{14}C 、 ^{129}I 、ストロンチウム、

プルトニウム、ウラン、)

⑥入手困難な線源等についての意見

- ・ 環境レベルの ^{129}I 測定に適した標準試料の入手が困難。
- ・ ^{144}Ce 標準溶液が入手できないため、注意書きが必要。
- ・ ^{226}Ra 線源の入手が困難。
- ・ U_3O_8 線源の入手が困難。
- ・ 放射性セシウム分析法に記載の陽イオン交換樹脂 (Biorex-40) が製造中止。
- ・ 放射性コバルト分析法に記載の陽イオン交換樹脂 (Amberlite400) が製造中止。

⑦その他、内容の見直しに係る意見

- ・ 「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」を測定、スペクトル解析、機器の校正に重点をおいた内容とし、機器に関する知識、解析用プログラムに関する記述を参考程度の扱いとする。
- ・ 「No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」U-8 容器やマリネリ容器以外の容器についても自己吸収補正について示してほしい。
- ・ トリチウム分析において、緊急時対応の必要性及び緊急時対応が必要な際の分析法の記載。
- ・ 「No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」にある海水の前処理等、一部で実態に即していない部分あり。
- ・ 「No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」は、一般的に求められる精度を確保できない。GM 計数管や ZnS(Ag)シンチレーション検出器と合わせて「スクリーニング法」として検討した方がよい。現地での測定法が現実的でない。
- ・ 「No.16 環境試料採取法」具体的なイラストを挿入するなど、初心者にも分かり易い配慮。
- ・ 「No.29 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」と「No.24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料の前処理法」で測定試料の調製に係る重複の解消。
- ・ 「No.24 ゲルマニウム半導体検出器等用いる機器分析のための試料の前処理法」において、陸水試料について、リンモリブデン酸アンモニウムや水酸化物-硫化物法による捕集法の検討。

(2) 改訂の優先順位

①空間 γ 線量の測定関係

空間 γ 線量率を OIL の判断に資するための検討として、高さ補正、周辺線量当量への単位変換等、各測定機器に共通の問題点が多い。という理由から、以下の測定法を優先的に改訂すべきとの意見があった。

- ・ 緊急時における空間 γ 線量に関する測定法
- ・ 緊急時における積算線量測定に関する測定法

②環境試料中の放射能分析関係

優先的に改訂すべきと意見されたもの大別し、以下に示した。

- ・ 試料採取関係「環境試料採取法」
- ・ Ge 半導体検出器等を用いた放射能分析関係（試料の前処理及びスペクトル解析）
- ・ 放射化学分析関係（放射性ヨウ素、放射性ストロンチウムの分析）
- ・ 大気中放射性物質のモニタリング（技術参考資料）

(3) 測定法の新設要望

①電子線量計を用いた空間 γ 線量（率）測定法

（電子式線量計を用いた線量率及び積算線量の標準化に必要。）

②空間 γ 線量率の移動測定法

（モニタリングカー、サーベイメータ等の移動式の空間 γ 線量測定の統一化が必要。）

③サーベイメータを用いた空間 γ 線量率測定法

（ γ 線及び中性子線量率について、緊急時に測定を行う状況が想定されるため。）

④空間 γ 線量率を用いた放射能濃度算出方法

（サーベイメータや in-situ 測定等による線量率から、様々な形状のものに含まれる放射能濃度の換算する手法のオーソライズのため。）

⑤プルトニウム 241 分析法

（放出量が多い ^{241}Pu を分析し、プルトニウムの同位体比から事故起因のプルトニウム量を把握するため。）

⑥放射性ストロンチウム迅速分析法

（ $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ 比を用いて迅速に事故起因の放射性ストロンチウムを把握するため。）

⑦トリチウム迅速分析法

（福島原発事故による汚染水の流出が問題となっていることから、トリチウムを迅速に分析するための方法が必要であるため。）

⑧緊急時における積算線量測定法

（緊急時における積算線量計の準備、設置及び回収、汚染対策についての記載が必要のため。）

⑨緊急時における環境試料採取法

（採取試料のコンタミネーション防止、試料受け渡し時の汚染防止対策について記載が必要。）

⑩空間 γ 線量率測定法

（モニタリングポスト及びサーベイメータによる測定法のオーソライズ（検出器の設置高

さ、補正方法等)が必要なため。)

⑩テクネチウム99分析法

(ICP-MS 法等によるテクネチウム99分析の公定法が必要。)

(4) その他の意見・要望等

- ①緊急時に行う被ばく評価のためのモニタリングについて、具体的方法、必要器材及び精度等について、系統的に網羅したガイドラインの制定。
- ②緊急時モニタリングにおけるβ線放出核種の測定の考え方の整理、迅速化の検討を併せた改訂。
- ③定期的な内容の更新。
- ④ビデオ等による映像化やWeb等を利用した初学者にも分かり易いマニュアル。
- ⑤試料採取法の整合。(環境試料採取法と個別のマニュアルの内容の整合)
- ⑥機器等の進歩を反映させた内容の改訂。
- ⑦福島原発事故の教訓を踏まえた、実情に合わせた内容の改訂。
- ⑧根拠を明らかにするためのバックデータや解説の充実。
- ⑨「No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」の全般的に具体的な記述。
- ⑩施設の制限等で、非密封線源を容易に扱うことができないため、市販されている³H、¹⁴C以外の核種について、液体シンチレーションカウンタでの計数効率の取得方法の充実を望む。
- ⑪無トリチウム水の入手が容易ではない。
- ⑫管理区域等を持たない施設において、放射能濃度の高い試料を扱うことや試料の廃棄・排水等、緊急時における環境試料の受け入れについて悩ましいところがある。
- ⑬緊急時において管理区域が使用できなくなる場合も想定されることから、一般環境(非管理区域)でも分析できる手法の開発が必要。

付属資料 2 各測定法の主な課題と改訂方針案

各測定法の主な課題と改訂方針案

No.	測定法シリーズのタイトル	主な課題	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
1	全ベータ放射能測定法	<p>①旧単位が使用されている。 ②U₃O₈が入手困難なため、代替線源について検討が必要。 一部のろ紙が製造中止になっている。 ③灰分(%)の求め方の説明が必要と思われる。 ④GM計数装置のみの記載となっているが、プラスチックシンチレーション計数装置も利用されているため、配慮が必要と思われる。 ⑤精密測定のためのスクリーニングに用いられているケースがある。</p>	<p>β線放出核種のスクリーニング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SI単位への移行を考慮。 ・機器効率設定用基準線源の扱いを考慮。(³⁶Clなど) ・水準調査実施機関での運用を考慮。 ・プラスチックシンチレータの取入れを考慮。 ・U₃O₈の代替線源と試料皿の大きさを考慮。
2	放射性ストロンチウム分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特になし。 ③特になし。 ④固相抽出法による前処理、β線スペクトロメータ、液体シンチレーションカウンタ、ICP-MSによる測定法についての検討が必要と思われる。 カラムによる濃縮と同重体分離、リアクションセルによる同重体の精密分離後にICP-MSで分析する方法が開発(福島大学他)され、東電で運用を開始している。 (メーカー)同様に、他のアプローチで前処理して、ICP-MS/MSで分析することも可能と思われる。 ⑤結果が出るまで約一か月かかるため、迅速測定法の検討が喫緊の課題 (利)硫化水素を多く含む試料を分析する際にSr回収率の低下を防ぐ操作を行っている。 (乾)乾燥粉砕した試料の熱塩酸による浸出の前に炭酸ナトリウムによる処理を行っている (利)検出目標レベルを保つための工夫として供試量を増やす。 (利)固相抽出法についての記載が必要。</p>	<p>放射化学分析による⁹⁰Srの分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通常法及び迅速法を考慮。(固相抽出法等を考慮) ・⁸⁸Sr分析法を考慮。 ・⁹⁰Yの放射平衡を待たずに測定する手法を考慮。 ・β線スペクトロメータ、液体シンチレーションによる測定法を考慮。 ・ICP-MSによる測定を考慮。 ・硫化水素を多く含む試料(海底土)の回収率低下を防ぐ手法を考慮。
3	放射性セシウム分析法	<p>①旧単位が使用されている。 ②陽イオン交換樹脂(Biorex-40)が製造中止となっている。 ③(16)試料採取法にある海水に加える塩酸濃度と量の整合が執られていない。 カリウムの定量操作の際、希釈対象濃度が何を指しているのかわかりづらい。 原子吸光度計による測定についての詳細な説明がない。 クロスマチックの情報が無い。分析フローが無い。 ④付録に各種試料の¹³⁷Cs濃度が示されているが、1970年の調査時のものである。 β線測定は低バックグラウンドGM計数装置とされているが、他の測定法との機器名称の統一が望ましい。 ⑤(利)¹³⁴Csが存在する場合の考慮が必要。 (利)海水の処理方法が環境試料採取法に記載の方法と異なる。整合が必要。 (利)陽イオン交換樹脂が製造中止のため、代替樹脂を用いて他の方法で行っている。 (事)現在β線計測はほとんど行われておらず、γ線計測。</p>	<p>放射化学分析による¹³⁷Cs分析(低いレベルまで定量が必要な場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SI単位への移行を考慮。 ・製造中止カラム等の扱いを考慮。 ・¹³⁴Csの影響を踏まえた¹³⁷Csの分析を考慮。 ・NaI(Tl)シンチレーション計測器とGe半導体検出器による計測を考慮。

No.	測定法シリーズのタイトル	<p style="text-align: center;">主な課題</p> <p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p>	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
4	放射性ヨウ素分析法	<p>①旧単位が使用されている。 ②特になし。 ③大気浮遊じん沈殿をろ過するためのろ紙がわかりづらい。 降水の分析操作の中で、ハロゲン元素が多い場合に、硝酸銀溶液、塩化ナトリウムを加えて放置とあるが、その後の工程が不明。 海藻の分析操作の中で、生重量測定用試料として生重量を測定(現場)し、風乾して乾燥重量測定という工程があるが、放射能測定用試料と分けて行うことの説明が無い。 クロスチェック無し、分析フロー無し。 ④特の問題無し。 ⑤(事)現在β線計測はほとんど行われておらず、γ線計測。</p>	放射化学分析による ¹³¹ Iの分析(低いレベルまで定量が必要な場合) ・SI単位への移行を考慮。 ・γ線スペクトル分析法は(7)(13)への統合を考慮。。
5	放射性コバルト分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②陽イオン交換樹脂(AmberLite GC400)が製造中止。 ③減衰補正計算で使われている値(0.693、1925)の意味(ln2、半減期)について説明が必要と考えられる。 標準試料の作製についての記述がわかりづらい。試料溶液の蒸発乾固後、どの工程から行うのか不明。 ④特の問題無し。 ⑤(利)陽イオン交換樹脂が製造中止になっており、在庫が無くなると分析ができなくなる。(事)現在β線計測はほとんど行われておらず、Ge半導体検出器によるγ線計測。</p>	放射化学分析による ⁶⁰ Co分析(低いレベルまで定量が必要な場合) ・製造中止カラム等の扱いを考慮。 ・Ge半導体検出器による計測を考慮。
6	NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法	<p>①旧単位が使用されている。 ②特の問題無し。 ③現状の測定機器でピークチャネルを手書きでプロットすることや面積を手計算で求めることはしないため、操作や手順の見直しが必要。測定者の裁量で操作や手順を判断しなければならぬ。(機器構成の関係で現状と合わない手順等が多い) ④全般的に機器構成が現状に合わないため、見直しが必要。スペクトル解析についてもソフトウェアで処理するため記述されている手順は不要。概念の説明が良いと思われる。(混在核種の分離量の説明に21ページ) NaI(Tl)シンチレータの選定にJIS(Z4321及びZ4322)の記載があるが、JISZ4322は廃止されている。</p>	NaI(Tl)シンチレーション検出器による放射能分析 ・SI単位への移行を考慮。 ・食品スクリーニングを考慮。 ・現状の機器に合わせた記述を考慮。
7	ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリ	<p>①SI単位に移行済み。 ②特の問題無し。(ただし、9核種のMIX線源が主流であり、線源を個別に準備するとコストが高くなる。) ③現状の機器に合わせた全般的な手順や操作の見直しが必要。 ④全般的に機器構成が現状に合わないため、見直しが必要。スペクトル解析についてもソフトウェアで処理するため記述されている手順は不要。概念の説明が良いと思われる。マニュアルはNIMモジュールの説明になっており、現在主流の一体型への見直しが必要と思われる。相対効率が150%までの機器がラインアップされている。 ⑤(利)検出目標レベルを保つための工夫として供試量を増やす。 (利)機器の一体化・ブラックボックス化が進み、マニュアルとギャップがある。 (利)測定機器の汚染防止対策、除染方法についての記載が必要。</p>	Geによるγ線スペクトル分析(測定・解析) ・福島原発事故の経験を考慮。(娘核種だけの検出、汚染防止対策等) ・緊急時用核種ライブラリの扱いについて考慮。 ・緊急時における短寿命核種の扱いについて考慮。 ・現状の機器に合わせた記述を考慮。 ・(4)のγ線スペクトル分析に係る測定法を統合。 ・(29)の測定・解析を統合。

No.	測定法シリーズのタイトル	主な課題	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
8	放射性ジルコニウム分析法	<p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p> <p>①旧単位が使用されている。 ②計数装置の動作確認としてのRaD+E+F線源は入手困難なため、代替線源について検討が必要。 ③付録に海産生物の灰分表が示されているが、40年以上前の出典(1975)クロスチェック無し、分析フロー無し。 ④特に問題無し。 現在β線計測はほとんど行われておらず、Ge半導体検出器によるγ線計測。</p>	<p>放射化学分析による⁹⁵Zr+⁹⁵Nbの分析(低いレベルまで定量が必要な場合) ・SI単位への移行を考慮。 ・Ge半導体検出器による計測を考慮。 ・チェック用線源の代替を考慮。</p>
9	トリチウム分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②液体シンチレータが現状に合わない。 ③標準試料作製時の純水の添加量が一部の液体シンチレータにしか適用できない。 注意事項に記載はあるが、二相分離した試料を測定するとESCRのスペクトルが変曲し正確な計数効率を求めることができないため、その旨の説明が必要と思われる。 生物試料の分析操作時に、過酸化ナトリウムを加えて中和、アルカリ性にすると記述されているが、その程度が不明。 クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④説明されている機器が数世代前の機種であり、操作説明が現状に合わない。 解説にある環境中のトリチウム濃度レベルに関する調査結果が古い(1985～1995) ⑤(利)福島第一原発からの汚染水の海洋放出に関連して、必要性が高まる可能性あり。 (利)非交換型OBTの分析方法について記載が必要。 (利)緊急時の対応が必要か否かの記載が必要。</p>	<p>トリチウムの分析 ・非交換型OBTの分析を考慮。 ・現状に合ったシンチレータの記述を考慮。 ・迅速分析法を考慮。</p>
10	放射性ルテニウム分析法	<p>①旧単位が使用されている。 ②特に問題なし。 ③ポリエチレンフィルムを用いる放射性Ruの分析法で、硫化コバルト共沈法で予備濃縮との記述があるが、別マニキュアル(全ベータ放射能測定法)を参照しなければならぬ。 50mg/cm²のAl板を使用した場合に何の核種からのβ線を除去しているかの説明が無い。 放射能濃度の計算式にある値(e-0.693/368, 50/45)の説明が必要と思われる。 四塩化炭素抽出法の四塩化炭素はオゾン層破壊物質で、1996年に生産中止。 海水の供試量が不明。大型ほうろくタンクからスラリーを回収、遠心分離して沈殿を集める様子がわかりづらい(イメージづらい)。 「沈殿を試料皿に貼り付ける際に、コロジオンで固定しても良い」と記載されているが、方法の記載が無い。 Ru酸化物沈殿を生成する際の加熱温度が不明。 クロスチェック無し、分析フロー無し。 ④特に問題無し。 ⑤(利)再処理施設の重大事故に備えて、大気中Ruの捕集法の検討が必要。 (事)現在β線測定はほとんど行われておらず、Ge半導体検出器によるγ線計測。</p>	<p>放射化学分析による¹⁰⁶Ruの分析(低いレベルまで定量が必要な場合) ・SI単位への移行を考慮。 ・Ge半導体検出器による計測を考慮。 ・大気中ルテニウムの捕集法を考慮。 ・オゾン破壊物質である四塩化炭素を用いた手法の取扱いを考慮。</p>

No.	測定法シリーズのタイトル	主な課題	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
11	放射性セリウム分析法	<p>①旧単位が使用されている。 ②¹⁴⁴Ceが入手困難。(現時点で供給メーカー無し) ③HDEHPはCeに対して優れた選択性があるとされているが、TBPIによる方法と異なる点がある。(溶媒抽出はどちらの溶媒を使用しても良い記載になっている) ④HDEHP+硝酸は発火、爆発の恐れがある。 ⑤クロソチック無し、分析フロー無し。 ⑥特に問題無し。 ⑦(利)¹⁴⁴Ceが入手できないため注意書きが必要。 (事)現在β線測定はほとんど行われておらず、Ge半導体検出器によるγ線計測。</p>	<p>放射化学分析による¹⁴⁴Ceの分析(低いレベルまで定量が必要な場合) ・¹⁴⁴Ce標準溶液が入手できないため、代替手法を考慮。 ・SI単位への移行を考慮。 ・Ge半導体検出器による計測を考慮。</p>
12	プルトニウム分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②α線スペクトロメトリに使用するウラン線源の入手はできない。 ③特に問題無し。 ④特に問題無し。 ⑤(利)ICP-MS法を用いる分析手法の記載が必要。(緊急時の採用の是非) (利)焼結Pu分析の採用基準の検討が必要。</p>	<p>Puの分析(α線スペクトル+質量分析) ・通常法と迅速法を考慮。(固相抽出法等を考慮) ・²⁴¹Puの分析マニュアルの作成を考慮。 ・ICP-MS、LSCによる分析を考慮。 ・(28)と統合。通常法及び迅速法で区分。それぞれ、α線スペクトル分析法と質量分析法を記載することを考慮。</p>
13	ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法	<p>①旧単位系(Ci)が使用されている。位が使用されている。 ②特に問題無し。 ③降下物の処理における供試量、測定容器が不明。淡水の処理における測定容器不明。ヨウ素揮発損失についての対処が示されていない。 ④縮分に係るJIS規格が古く、インクリメント用スコップの厚さ、容量が異なる。 ⑤(利)陸水試料について、リンモリブデン酸アンモニウムや水酸化物-硫化物による捕集法の検討が必要。</p>	<p>Geによるγ線スペクトル分析(試料前処理) ・SI単位への移行を考慮。 ・(4)のγ線スペクトル分析に係る前処理法を統合することを考慮。</p>
14	ウラン分析法	<p>①SI単位に移行済み。(ウランの濃度はμg/gとしている) ②U₃O₈が入手困難なため、代替線源について検討が必要。 ③ICP-MS法ではマトリクス干渉による影響を考慮し、全塩濃度<0.1%に希釈する必要がある。ウランでは<0.01μg/mLになるよう希釈が必要とされているが、これを判断するための説明が無い。 ④クロソチック有り、分析フロー有り。 ⑤ICP-MSの現状を考慮した記載にする必要があると思われる。 (干渉除去のためのコリジョン・リアクションセル、ICP-MS/MS等。) ⑥(利)U₃O₈が入手困難。 (利)固相抽出法についての記載が必要。 (利)ICP-MS法を用いる分析手法の記載が必要。</p>	<p>ウランの分析(²³⁴U、²³⁵U、²³⁸U) ・入手不可線源の扱いを考慮(U₃O₈) ・飲食物摂取制限のための情報を得ることを考慮。 ・固相抽出法について考慮。 ・4法(吸光度法、蛍光光度法、α線スペクトル分析、ICP-MS法)の絞り込みを考慮</p>

No.	測定法シリーズのタイトル	<p style="text-align: center;">主な課題</p> <p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要な線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p>	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
15	緊急時における放射性ヨウ素測定法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③線量率が高く最小レンジを超える場合は時定数も切り替えるとされているが、時定数を小さくするのが大きすぎるのかの説明が無い。 エネルギー補償型サーベイメータでの現場スクリーニングによる判断基準(正味値)はBGLレベルよりも低く、BGの変動を考えると適用性について疑問がある。(鉛遮へい体でBGを<0.02 μ Gy/hに抑えた状態で測定とあるが、空間線量が高くなった場所では現場測定は適用不可と考えられる。)</p> <p>④(利)ヨウ素以外の核種の適用性についても検討が必要。 (利)器具、測定器等の汚染防止対策及びその後の対応についても検討が必要。 (利)福島原発事故時の教訓を踏まえた改訂が必要。 (利)一般的に求められる精度の確保が困難。 (利)サーベイメータによるスクリーニングが妥当かの疑問あり。 (利)現場での測定方法が現実的でない。</p>	<p>緊急時における¹³¹Iの測定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブルームの影響評価に係るヨウ素モニタリング既知情報の整理を考慮。 ・バックグラウンドレベルが高い現場での一次スクリーニング手法(または必要性)を考慮。 ・汚染防止策について考慮。 ・放射性ヨウ素以外の核種についての適用性について考慮。
16	環境試料採取法	<p>①旧単位が使用されている。 ②ろ紙(GB-100P)が製造中止となっている。 ③大気浮遊じん採取の際の吸入部の向きについて記述が無い。 「全ベータ放射能測定法」、「放射性セシウム分析法」、「放射性ヨウ素分析法」、「トリチウム分析法」、「緊急時における放射性ヨウ素測定法」及び「放射性炭素分析法」にも試料採取法が記載されているが、本測定法と異なる点がある。 トリチウム及び放射性ヨウ素の試料採取は、個別の測定法と概ね記述はあっているが、個別の測定法にはより詳細な記述となっている。 土壌を採取する際などの程度までの深さの土壌を採取するかの記述が無い。 指標生物を水嵐しない理由について記載が必要と思われる。 ④インクメント縮分及び二分器について参照するJISが古いため見直しが必要。 JISM8100は1992版が最新。JISM8105は廃止され、JISM8100に包括された。 ⑤(利)福島第一原発事故に伴い放出された人工放射性核種(特に¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs)に対する汚染対策が課題。</p>	<p>環境試料の採取法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SI単位への移行を考慮。 ・土壌の採取深さについて考慮。 ・縮分等に関連する最新JISについて考慮。 ・イラストを挿入するなど、初心者にもわかりやすいマニュアル化を考慮。 ・福島原発事故に伴って放出された人工放射性物質による汚染を考慮。 ・緊急時における試料採取方法を考慮。

No.	測定法シリーズのタイトル	<p style="text-align: center;">主な課題</p> <p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要な線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p>	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
17	連続モニタによる環境Y線測定法	<p>①旧単位が使用されている。 ②基準Y線源として紹介されているRa線源は入手が困難。 ③空間照射線量率(R)の測定法とされている。 ④測定機器での表示単位はGy/hまたはSv/hである。 機器構成が現状に合わない。(記録形態がアナログ、NaI(Tl)はDBM方式に代わりG(E)方式が主流であり、サイズは2インチまたは3インチである。特殊遮へい方式のNaI(Tl)は稀である。Ar加圧型電離箱は壁材の改善により100keV以下のエネルギー特性が改善されている。常圧型電離箱及びGM計数管を用いたモニタリングポストはほとんど存在しない。高線量域の測定に半導体検出器が用いられている。 NaI(Tl)検出器ではほとんどのモニタがスペクトルを取得できるようになっており、「(20)空間Y線スペクトル測定法」の記述事項の取り入れの検討が必要と思われる。 検出器の現場校正では、特に散乱線の影響を考慮した校正はされていない。JISに沿った方法で、鉛直方向のみで行う例が多い。 福島原発事故以降は高さ1mに設置する例が多い。OILに基づく防護措置実施の判断の情報としての利用を考慮し、高さ補正等の検討が必要と思われる。(地表からの影響であることを示せるような検討も必要) 緊急時における可搬型モニタリングポスト等の扱いについて検討が必要。 福島原発事故での教訓を踏まえ、災害時の通信手段、停電対策の強化が必要と思われる。 ⑤(利)OILに基づく防護措置実施の判断のための簡易的な線量計に求められる仕様や性能についての記載が必要。 (利)可搬型ポストや簡易線量計による連続測定の記事が必要。 (利)測定高さの補正、SvとGyの関係についての解説が必要。 (利)走行サーベイで得られた結果の高さ補正、遮へい補正、線量当量への換算について記載が必要。</p>	<p>モニタリングポスト+可搬型ポストによる測定。 ・SI単位への移行を考慮。 ・OILに基づく防護措置実施判断のための情報とした考慮。(高さ補正、代表性) ・緊急時における簡易線量計等によるY線測定を考慮。 ・災害時の通信手段、停電対策等を考慮。 ・現状の機器に合わせた内容の見直し。 ・汚染防止対策、汚染後の対応について考慮。</p>
18	熱ルミネセンス線量計を用いた環境Y線量測定法	<p>①旧単位が使用されている。 ②特に問題無し。 ③特に問題無し。 ④機器については変化なし。緊急時における値の扱い方について検討が必要と思われる。 「環境放射線モニタリング指針」の改正で、計測量は空気吸収線量(Gy)を原則用いることとしているが、マニュアル上は照射線量(R)として記載されており、係数を乗じて換算することとしている。改訂の際に単位の修正が望ましいと思われる。 ⑤(利)電子線量計による環境Y線量測定の実績。 (利)運搬時における吸収線量の差し引きについての検討。</p>	<p>熱ルミネセンス線量計による環境Y線の測定 ・SI単位への移行を考慮。 ・緊急時の扱いを考慮。(データの活用方法) ・ガラス線量計と合わせ、積算線量測定法とすることを考慮。</p>
19	ラジウム分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②陽イオン交換樹脂(BioRad50W-50)が製造中止。²²⁶Raが入手困難。 ③水試料の分析操作の中で、D法(陽イオン交換樹脂法)は、「20L以上の使用の処理」または「Ge半導体検出器を用いて測定する」ための処理法であるが、部分的に混在していると思われる。記述の整理が必要。 校正用標準線源作製の際、溶媒抽出後の試料の分取量が不明(容積、分配係数に基づいた例がある)と良い。 校正用標準線源の作製の際、溶媒抽出後の試料をどの程度分取するのか不明。既定のバイアルを用いるのであれば、容積、分配係数に基づいた例があると良い。 測定方法の項にある化学回収率を求める式と説明分の記号が合わない。 クロスチェック有り、分析フロー無し。 ④飲料水の検出目標レベルとしていたる科技庁告示が古く、別表の濃度限度も変更されている。</p>	<p>放射化学分析による²²⁶Raの分析 ・製造中止カラム等の扱いを考慮。 ・²²⁶Ra線源が入手困難であることを考慮。</p>

No.	測定法シリーズのタイトル	主な課題	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
20	空間γ線スペクトル測定法	<p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p> <p>①該当無し。 ②エネルギー校正、線量率校正に²²⁶Raなどを用いる記載があるが²²⁶Raは入手困難。 ③計測データ処理のフローで平滑化処理が重複する。(平滑化処理が必要無くとも平滑化処理を行うようなフローになっている。) ④Ge半導体検出器を用いた測定記述が(33)の測定法と重複する。 ⑤Ge半導体検出器の冷却は電子冷却が主流である。 NaI(Tl)スペクトロメータの機器構成・内容が現状に合わない。</p>	<p>NaI(Tl)シンチレーション検出器による空間γ線スペクトル分析。 ・(17)に合わせた内容の原直しが必要。 ・Ge検出器の記述は(33)に統合することを考慮。 ・現状に合ったJISの引用、NaI(Tl)シンチレーション計測器の仕様等を考慮。</p>
21	アメリカウム分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②α線スペクトロメトリに使用するウラン線源の入手はできない。 ③クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④特に問題無し。(α線スペクトロメトリの他にICP-MS法が考えられるが、別マニュアルとして制定されている) ⑤(利)固相抽出法についての記載が必要。</p>	<p>放射化学分析による²⁴¹Am及びCmの分析 ・通常法と迅速法を考慮。(固相抽出法等を考慮) ・(22)(30)と統合。</p>
22	プルトニウム・アメリカウム逐次分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②α線スペクトロメトリに使用するウラン線源の入手はできない。 ③クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④特に問題無し。(α線スペクトロメトリの他にICP-MS法が考えられるが、別マニュアルとして制定されている) ⑤(利)固相抽出法についての記載が必要。</p>	<p>不要(統合のため) ・(21)(30)との統合を考慮。</p>
23	液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②ScintisoEX-II(液体シンチレータ)製造中止。¹⁴⁴Ceの入手困難。 ③チエレンコフによる⁹⁰Sr測定において、⁹⁰Sr標準試料の作製時に遠心分離後の沈殿を分取して標準試料とする旨の記載があるが正確に定量出来ない恐れがあると思われる。また、BG試料の作製方法が曖昧でわかりづらい。 β線測定条件の設定が曖昧でわかりづらい。(3本組の標準線源を検出器に入れてLL及びULを設定し、ゲインを変化させながら計数を見る。)ゲインを固定してディスプレイ(LL及びUL)を変化させる方が一般的と思われる。また、何の標準線源の計数を見てゲインを決めるのかが不明。チエレンコフ測定でゲインやディスプレイの設定は不要と思われる。 α線の測定において、クエンチングに関わらず計数効率が100%であること、核種分離をせずに²³⁸⁺²³⁹⁺²⁴⁰Puの合計で評価することから、煩雑な個別チャンネルの設定は不要。 液体シンチレータによるβ線の測定の項で、β線測定条件の設定については記述があるが、測定についての記述が無い。 標準線源に類似した名称がいくつもあり区別がしづらい。 クロスチェック無し、分析フロー有り。 ④液体シンチレータ及び取扱社名が現状に合わない。 核データの出典が古い(放射線データブック1992) 現状の機器に合わない内容(機器構成、データ処理等)になっている。 ⑤(利)Pu迅速法取り入れの検討が必要。 (利)²⁴¹Pu定量方法の記載が必要。</p>	<p>液体シンチレーション法による核種分析 ・²⁴¹Puの迅速法を考慮。 ・⁸⁹Srの分析を考慮。 ・現状の機器に合わせた内容にすることを考慮。 ・適用可能核種の拡大について考慮。</p>

No.	測定法シリーズのタイトル	<p style="text-align: center;">主な課題</p> <p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要ない線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p>	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
24	緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリのための試料前処理法	<p>①SI単位に移行済み ②特に問題無し。 ③特に問題無し。 ④機器の現状に合わせて定量可能レベルの見直しが必要。 ⑤(利)定量可能レベルと供試量の妥当性確認及び情報の更新が必要。</p>	緊急時における試料採取法・試料前処理法 福島第一発電所事故を踏まえ、 ・緊急時における試料採取法の追記を考慮。 ・損後汚染の防止策を考慮。 ・(29)の前処理法を統合することを考慮。 ・陸水試料についてリンモリブデン酸アンモニウムや水酸化物一硫化物法による捕集法を考慮。
25	放射性炭素分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③大気の試料採取法の中で、水酸化ナトリウム溶液に塩化アンモニウムを加え、pHを10.5に調整とあるが、大よその必要量が示されていると良い。 大気の試料採取法の中で、捕集溶液から炭酸カルシウムを生成する際に水酸化カルシウムが生じないようpH調整に注意とされているが、どの程度で水酸化カルシウムが生じるのか、生じた場合の対処についても説明があると良い。 アルカリ溶液を用いて二酸化炭素を吸収することになるが、アルカリ溶液と液体シンチレータを混合すると低エネルギー側にケミルミネッセンスの影響が現れる。本文中でLLを10keVにするよう記載されているが、その理由を記載した方が良い。 クロスチェック有り、分析フロー無し。 ④¹⁴Cの微量分析ではAMS法が広く使われるようになってきている。 ⑤(利)検出目標レベルを保つ上での工夫として大気、動植物試料の測定にAMSを用いている。 (利)AMSを用いた分析法の記載が必要。</p>	放射化学分析による ¹⁴ Cの分析 ・最新分析法(AMS等)を考慮。
26	ヨウ素-129分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③特に問題無し。クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④放射化学分析による計数効率が著しく低い(LEPS:0.5%、ガスフロー:4%)と思われる。液体シンチレーション測定法が適用可能であれば¹⁴Cと同程度(50~90%)の計数効率が得られる。ICP-MSが普及していないために質量分析法が除外されているが、現状、ICP-MSは普及しており、別マニュアルにもICP-MS法による分析法が記載されている。TMAHアルカリ抽出前処理法が存在する。 コリジョンリアクションセルを有したICP-MSでは、干渉する元素の除去によるS/N比が向上している。 AMSで分析されている例がある。 ⑤(利)AMSを用いた分析法の記載が必要。</p>	放射化学分析によるヨウ素129の分析 ・通常法及び迅速法を考慮。 ・アルカリ抽出法を考慮。(生物試料) ・コリジョンリアクションセルを用いたICP-MS法を考慮。 ・AMSによる分析法を考慮。 ・(32)と統合することを考慮。
27	蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③特に問題無し。 ④JISの改訂が近いとの情報がある。 ⑤(利)改訂中のJISZ4314参照の必要あり。 (利)温度依存性(低温でのわずかな感度低下があるとわわれている。) (メ)プレヒート温度(70±5°C)の違いで測定結果が異なるので、毎回同じ温度で行うよう注意が必要。 (利)電子線量計による環境γ線量測定の追加。</p>	蛍光ガラス線量計による環境γ線測定 ・緊急時の扱い(汚染対策、設置の高さ等)を考慮。 ・熱処理時間(温度の違いによる値の変動)を考慮。 ・温度依存性(低温での感度変化)を考慮。 ・(18)との統合を考慮。

No.	測定法シリーズのタイトル	<p style="text-align: center;">主な課題</p> <p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要な線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p>	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
28	環境試料中ブルトニウム迅速分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③ICP-MS法において、Pu定量の際に共存する鉛やウラン等に起因する分子イオンの干渉があるため、影響を抑える程度の濃度以下まで除去する必要があるが、実試料が鉛やウランを多く含んでいるか否かの判断が不明。 クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④ICP-MSの性能(S/N比や取扱い易さ)の向上に伴い、分析レベルも向上している。 ⑤LSCによる核種分析への取り入れが必要。</p>	不要(統合のため) ・(12)と統合し、通常法及び迅速法で区分。それぞれ、放射能測定法と質量分析法を記載することを考慮。
29	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	<p>①SI単位に移行済み ②該当なし ③緊急時用核データライブラリ作成の基とするデータはENSDFの電子データ(説明では2001年8月時点のファイル名)を記載しその手順を説明。(核種の選定は「笨電用軽水炉型電子ろ紙説における放射性物質の測定に関する指針(原子力安全委員会平成13年3月改訂)」、「六ヶ所村再処理施設周辺の環境放射線モニタリング計画について」(原子力安全委員会平成15年)及び「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリ」(3訂)等を参考としている。 ④付録に実スペクトルを用いた解析例(チェルノブイル事故時、ウラン加工工場臨界事故時)があるが、今後の改訂では福島第一原発事故時の例も必要と思われる。 付録に核データライブラリ登録核データの例があるが、2001年8月時点のデータとなっている。(70ページ程度あり、データが変わるごとに更新が必要) ⑤(利)核種の誤認識や機器汚染に対する対処の検討が必要。 (利)娘核種だけ検出された場合の対応について記載が必要。 (利)短半減期核種の減衰補正の必要性の検討が必要。 (利)核データ及びライブラリの更新と統一が必要。</p>	不要(統合のため) ・短寿命核種の同定法、定量法、核ライブラリーの作成等を考慮。 ・測定器の汚染防止策、除染法の記述を考慮。 ・試料前処理を(24)に統合することを考慮。 ・測定・解析を(7)に統合することを考慮。
30	環境試料中アメリシウム ²⁴¹ ・キュリウム迅速分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③LEPS測定での濃度計算に用いられる値(0.359)の説明が無い。 クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④解説にはICP-MSを用いた²⁴¹Amの定量法が示されている。適用可能であれば本文中への記載が望ましいと思われる。</p>	不要(統合のため) ・(21)(22)と統合することを考慮。
31	環境試料中全アルファ放射能迅速分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②α線測定の効率測定でU₃O₈及び²⁴¹Amが示されているが、U₃O₈が入手困難なため、代替線源について検討が必要。 ③クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④解説に液体シンチレーションカウンタを用いた全α測定法の検討結果があるが、分析結果にばらつきがあるため、化学分離条件等について検討を行うという結論になっている。適用可能であれば新たな測定法としての記述が望まれる。</p>	全α核種の迅速測定(α線放出核種のスクリーニング) ・液体シンチレーション計測法を考慮。 ・飲食物摂取制限のための情報を得ることを考慮。(Pu他TRU核種)

No.	測定法シリーズのタイトル	<p style="text-align: center;">主な課題</p> <p>①単位系が国際的に使用されているものか ②記載された方法を実施するにあたり、現時点において機器の校正等に必要線源等が入手できるか ③測定法の記述が曖昧で測定者の裁量に委ねられている手法がないか ④技術の進展が適切に測定法に反映されているか ⑤その他((利)=利用者コメント、(メ)=メーカー情報、(事)=事務局追加)</p>	改訂方針案 (位置付け、改訂において考慮するポイント)
32	環境試料中ヨウ素129迅速分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③解説にある土壌試料中の安定ヨウ素の定量の中で、安定ヨウ素が多い場合はヨウ素担体を加えずにICP-MSで¹²⁷Iの定量を行うとされているが、その判断をどうするか不明。 クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④解説に最近の¹²⁹I分析法として、AMS法、多重線検出法による放射化分析、MIP-MSについて紹介されており、適用可能であれば新たな分析法としての記述が望まれる。 ⑤(利)アルカリ抽出前処理法(TMAHアルカリ抽出法)、コリジョンセル装備のICP-MSを用いた迅速分析法の確立が必要。</p>	不要(統合のため) ・(26)との統合を考慮。
33	ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③測定中に自然に存在する核種由来のピークでスペクトルチェックが可能とされているが、BGが高くなくなった場合に適用可能か不明。 フォールアウトしてある程度の時間が経過し、アスファルトや建物への沈着が少なく、草地等に放射性物質が沈着していると考えられる場合は草地等の範囲を基に補正をすとされているが、事故後どの程度の期間で測定可能か否かの判断が不明。また、In-Situ測定が可能線量率の範囲も不明。 土壌中における鉛直分布パラメータ(β)を得るための試料採取法が記載されていない。 (ICRU Rep.53の推奨値は示してある。) ④校正に用いられる核種とγ線エネルギーの例のデータの出典がAtomic Data and Nuclear Data Tables(1983)のものである。 表示付認証機器使用届のリンク(文部科学省)が示されているが、アドレスが変更になっておりリンクできない。 ⑤(利)スクレーパープレートによる深度分布の確認方法等についての記載が必要。 (利)鉛直分布パラメータβを土壌採取により評価する方法についての沈着直後の層厚の設定、採取方法の検討。 (利)測定地点の選定、緊急時における詳細な運用方法の検討が必要。</p>	ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定 ・測定可能な線量率の範囲を考慮。 ・土壌中の鉛直分布を表すパラメータβを土壌採取により評価する方法を考慮。(スクレーパープレートを用いた鉛直分布の評価等) ・機器の汚染防止対策、除染法の記述を考慮。 ・(20)のGe検出器の記述を統合。
34	環境試料中ネプツニウム237迅速分析法	<p>①SI単位に移行済み。 ②特に問題無し。 ③クロスチェック有り、分析フロー有り。 ④特に問題無し。</p>	²³⁷ Npの迅速分析 ・平常時にも利用することを考慮。(試料供試量の範囲等を考慮)
参考	大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料	<p>①SI単位に移行済み ②特に問題なし。 ③特に問題なし。 ④特に問題なし。 ⑤(利)Rn・Tnの寄与を除去を考慮した迅速法の検討が必要。 (利)緊急時における収集、測定・解析を考慮した記載が必要。 (事)モニタリング機関名が現状に合わない。</p>	大気中放射性物質のモニタリングの参考。 ・Rn・Tnの寄与を除去した迅速法を考慮。 ・(α/β比)による方法、時間間隔解析法等) ・緊急時における収集、測定・解析を考慮。

付属資料 3 各測定法に係る改訂の優先度

各測定法に係る改訂の優先度

優先度 (A) : 早急な改訂等、対応が必要と考えられるもの

<p>(2)放射性ストロンチウム分析法 (A)</p> <ul style="list-style-type: none">・放射平衡を待たなければならず、緊急時に迅速に対応できないため早急な改訂が必要である。・迅速測定法として固相抽出ディスクや β 線スペクトルによる分析法が開発されている。・利用者が多い。
<p>(4)放射性ヨウ素分析法 (A)</p> <ul style="list-style-type: none">・放射性ヨウ素測定に β 線計測はほとんど行われていない。・γ 線スペクトロメトリーによる分析が主流であるため、現状に即した改訂が必要である。・利用者が多い。・単位が旧単位(Ci)。
<p>(6)NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法 (A)</p> <ul style="list-style-type: none">・機器構成(チャートレコーダ、プロッタ、磁気テープ、チャンネル数等)、操作手順、データ処理等が現状に合わないため、マニュアルとしての機能をはたしていない。・現在の機器は、ピーク面積やNET計数の算出などが自動化されている。・福島原発事故に伴い、食品のスクリーニングのためにNaI(Tl)スペクトロメータが広く利用されており、普段から分析に関わっていない利用者を想定した改訂が強く望まれる。・単位が旧単位(Ci)。
<p>(7)ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー (A)</p> <ul style="list-style-type: none">・制定当時は一般への普及は少なかったが、現在では広く用いられるようになってきて、機器もデータ処理系も格段の進歩を遂げている。・本マニュアルの多くの部分を占める機器解説やデータ処理系は時代に合わないもので、現状の機器に合わせた改訂が必要である。・親子関係にある核種の取扱い等、福島原発事故における課題を踏まえる必要がある。・利用者が多い。
<p>(9)トリチウム分析法 (A)</p> <ul style="list-style-type: none">・比較的長期的な指標となる非交換型の有機結合型トリチウム(NxOBT)の分析方法について記載されていない。・福島原発事故に伴う汚染水処理関係で今後重要性が高まると考えられるため、早急な改訂が望まれる。・利用者が多い。
<p>(12)プルトニウム分析法 (A)</p> <ul style="list-style-type: none">・特に大きな問題となる課題は見当たらない。・「(28)環境試料中プルトニウム迅速分析法」と内容を統合し、通常法と迅速法を区別する方が使い易いと考えられる。・原子力施設から放出されるPu同位体の中で最も放出量の多い^{241}Puについての測定マニュアルの作成が急がれる。

(17)連続モニタによる環境 γ 線測定法 (A)

- ・利用者も多いが、測定機器やコンピュータの進歩により、本マニュアルにある測定機器が現状に合わないものになっている。
- ・可搬型ポストや簡易線量計等による γ 線測定の扱いについても検討が必要で、福島原発事故時の教訓を踏まえると、停電対策や通信手段の見直し、及び機器の汚染防止対策や汚染後の対応策等の考慮が必要である。
- ・改正された原子力災害対策指針を踏まえ、OIL に基づく防護措置実施の判断のために利用する情報として考慮が必要である。特に、空気吸収線量、実効線量及び周辺線量当量についての解説、測定高さの補正についての解説が必要である。

(20)空間 γ 線スペクトル測定法 (A～B)

- ・測定機器やコンピュータの進歩により、機器構成・内容が現状に合わないものになっている。
- ・ほとんどの固定型のモニタリングポストでは NaI(Tl)シンチレーション検出器による γ 線スペクトルを取得しており、「(17)連続モニタによる環境 γ 線測定法」と合せて内容の見直し、あるいは統合も視野に入れた改訂が必要である。
- ・Ge 半導体検出器による測定は In-Situ 測定についての記述であるので、「(33)ゲルマニウム半導体検出器を用いた In-Situ 測定」との統合も考慮する。
- ・利用者が多い。

(24)緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法 (A)

- ・飲食物摂取制限に関する指標の値及び対象が現状と異なっているため、利用者には使いづらいマニュアルになっている。
- ・試料の前処理法についてのみ記載されているので、これに試料採取法を追記するなどし、「(29) 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」にある試料前処理についての記述を統合して、緊急時における試料採取及び試料の前処理として整理、改訂することが望ましい。

優先度 (B) : 改訂が必要と考えられるが、早急な対応を要しないと考えられるもの

(1)全ベータ放射能測定法 (B)

- ・精密測定のためのスクリーニングとして自治体等で広く用いられている。
- ・ U_3O_8 線源の入手が困難となっているため、代替線源についての検討が必要である。
- ・単位が旧単位(Ci)。

(3)放射性セシウム分析法 (B)

- ・マニュアルに記載されている陽イオン交換樹脂が製造中止になっているため、代替樹脂の検討が必要である。
- ・ β 線計測による放射能分析はほとんど行われておらず、 γ 線スペクトロメトリーによる分析が主流である。
- ・福島原発事故の影響を踏まえ、 ^{134}Cs を含む可能性のある試料の分析について考慮が必要である。
- ・単位が旧単位(Ci)。

(5) 放射性コバルト分析法 (B)

- ・マニュアルに記載されている陽イオン交換樹脂が製造中止になっているため、代替樹脂の検討が必要である。
- ・ β 線計測による放射能分析はほとんど行われておらず、 γ 線スペクトロメトリーによる分析が主流である。
- ・単位が旧単位 (Ci)。

(13) ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法 (B)

- ・分析レベルの一例が示されているが条件等が不明瞭である。
- ・機器の性能(相対効率)が向上されていることを踏まえ、内容の見直しが必要である。
- ・試料の蒸発過程でヨウ素が揮発損失することの注意があるが、これについての対処が記載されていない等、記述が不明瞭な点がある。
- ・土壌試料等の縮分についての記述があるが、関連 JIS の内容が現状に合っていない。
- ・「(4) 放射性ヨウ素分析法」の γ 線スペクトル分析に係る前処理法を統合することが望ましい。
- ・単位が旧単位 (Ci)。

(23) 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法 (B)

- ・有機溶媒(特に放射性有機廃液)の廃棄についての記載が必要。
- ・現状の機器構成に合わない内容(機器、データ処理系等)となっている。
- ・標準線源に類似した名称がいくつかあり何を指しているのかわかりづらい。
- ・ ^{144}Ce の標準線源が入手困難である。
- ・ β 線測定条件、補正曲線の作成についての記述はあるが、試料の測定についての記述が無い。
- ・測定自体が容易で、計数効率が非常に高く β 線もしくは α 線放出核種の測定に適しているため、 ^{241}Pu の分析等、適用核種の見直しの必要があると考えられる。
- ・利用者の利便性を考えた場合、それぞれの核種測定法に入れることを考慮する。

(25) 放射性炭素分析法 (B)

- ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。
- ・再処理施設に係るモニタリングでは重要な核種である。
- ・AMS による分析手法を記述することが望ましい。

(26) ヨウ素-129 分析法 (B)

- ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。
- ・AMS 法の記載の是非について検討が必要で、ICP-MS による分析の事例がある。
- ・「(32) 環境試料中ヨウ素 1 2 9 迅速分析法」と統合し、通常法と迅速法を区分して、それぞれ放射能測定法と質量分析法について記載することで合理化が図られる。
- ・ヨウ素測定法として統合した場合には (A) になる。

(32) 環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法 (B)

- ・「(26) ヨウ素-129 分析法」に同じ。
- ・ヨウ素測定法として統合した場合には (A) になる。

(33)ゲルマニウム半導体検出器を用いた In-Situ 測定法 (B)

- ・原子力施設の事故後など、環境の線量が高くなる場合、自然に存在する核種でエネルギー校正が可能か否かの検討が必要である。
- ・線量が高い場所では測定できないことが考えられるため、測定可能なレベルを示す必要がある。
- ・緊急時の初期段階等、沈着の範囲を特定できない場合は広がりの補正が困難とされており、In-Situ 測定が可能な時期の判断、範囲の特定方法が不明である。
- ・「(20)空間 γ 線スペクトル測定法」の Ge 検出器に係る部分の統合が望ましいと考えられる。

(参)大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料 (B)

- ・モニタリング機関の名称が現状と合わない。
- ・Rn・Tn の寄与の除去を考慮した迅速法の検討が必要。
- ・緊急時におけるダストの収集、測定・解析を考慮した記載が必要である。

優先度 (C) : 大きな改訂の必要がないと考えられるもの

(8)放射性ジルコニウム分析法 (C)

- ・ β 線計測による放射能分析はほとんど行われておらず、 γ 線スペクトロメトリーによる分析が主流である。
- ・単位が旧単位 (Ci)。

(10)放射性ルテニウム分析法 (C)

- ・ β 線計測による放射能分析はほとんど行われておらず、 γ 線スペクトロメトリーによる分析が主流である。
- ・再処理施設の事故を考慮し、大気中ルテニウム採取方法の記述が必要である。
- ・単位が旧単位 (Ci)。

(11)放射性セリウム分析法 (C)

- ・ β 線計測による放射能分析はほとんど行われておらず、 γ 線スペクトロメトリーによる分析が主流である。
- ・ ^{144}Ce の入手が困難。
- ・単位が旧単位 (Ci)。

(14)ウラン分析法 (C)

- ・ U_3O_8 線源の入手が困難となっているため、代替線源についての検討が必要である。

(15)緊急時における放射性ヨウ素測定法 (C)

- ・BG が高い環境においては、スクリーニングによる判断が困難となることがあるので、注意点などの記載が必要である。
- ・NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータによる一次スクリーニングの必要性について検討が必要である。
- ・福島原発事故を踏まえ、器具や測定器の汚染防止対策の検討が必要である。
- ・ヨウ素測定法として統合した場合には (A) になる。

<p>(16) 環境試料採取法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚染した試料によるクロスコンタミの防止等、緊急時の試料採取についての検討が必要である。 ・縮分に関する JIS の記載があるが内容が古い。 ・土壌採取の際の採取深さについての記載が無い。 ・試料採取方法が特有な核種については、試料採取を別けて扱うことが望ましい。 ・単位が旧単位 (Ci)。
<p>(18) 熱ルミネッセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「環境放射線モニタリング指針」の改正で、計測量は空気吸収線量 (Gy) を原則用いることとしているが、マニュアル上は照射線量 (R) として記載されており、係数を乗じて換算することとしている。 ・単位が旧単位 (R)。
<p>(19) ラジウム分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飲料水の検出目標レベルとしている科技庁告示が古く、別表の濃度限度も変更されている。 ・水試料の陽イオン交換樹脂捕集法 (D 法) の記述が、前処理と Ge 半導体検出器による測定部分が混在してわかりづらい。 ・校正用標準線源作製の際、溶媒抽出後の試料の分取量が不明であるなど、記載に不十分根点がみられる。 ・^{226}Ra は販売中止扱いになっている。 ・鉱泉分析指針が当該測定法を参照している。
<p>(21) アメリシウム分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。利用者は限定されている。 ・「(22) プルトニウム・アメリシウム逐次分析法」、「(30) 環境試料中アメリシウム 241・キュリウム迅速分析法」と統合し、通常法と迅速法を区別することで合理化が図られる。
<p>(22) プルトニウム・アメリシウム逐次分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。 ・利用者は多くないと考えられる。 ・「(21) アメリシウム分析法」、「(30) 環境試料中アメリシウム 241・キュリウム迅速分析法」と統合することで合理化が図られる。
<p>(27) 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プレヒート温度 ($70 \pm 5^\circ\text{C}$) の違いで測定結果が異なる。
<p>(28) 環境試料中プルトニウム迅速分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。緊急時には重要な核種である。 ・「(12) プルトニウム分析法」と内容を統合し、通常法と迅速法を区別する方が使い易いと考えられる。
<p>(29) 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・福島原発事故で問題となった器具、測定機器等の汚染防止対策を加える。 ・現状の機器に合わせて定量可能レベルの見直しが必要。 ・「核データを信頼できる 1 つに特定し」とあるため、核データ集を特定しておく必要がある

<p>と考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析プログラム等の計算処理手順の詳細が必要か否かの検討が必要。 ・登録核データの例が 70 ページ程度あり、データが変わる毎に更新が必要。出典を示すことが良いと考えられる。 ・前処理法を「(24)緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」に統合し、測定・解析法を「(7)ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」に統合することで合理化が図られる。 ・「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」と統合した場合は(A)になる。
<p>(30)環境試料中アメリシウム 241・キュリウム迅速分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。 ・「(21)アメリシウム分析法」、「(30)環境試料中アメリシウム 241・キュリウム迅速分析法」と統合することで合理化が図られる。
<p>(31)環境試料中全アルファ放射能迅速分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。 ・飲食物摂取制限のための情報を得ることを考慮した記載にすることが望ましいと考えられる。(Pu 他 TRU 核種)
<p>(34)環境試料中ネプツニウム 237 迅速分析法 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に大きな問題となる課題は見当たらない。 ・平常時の利用を考慮して、試料供試量の適用可能範囲等を考慮した記載することが望ましい。

付属資料 4 測定法の内容の統合を踏まえた改訂の優先度

測定法の内容の統合を踏まえた改訂の優先度

(環境試料の分析関係)

新しいタイトル(案)	適用	統合の内容
1. 環境試料採取法(優先度A)	環境試料の採取法 (通常時の採取法) (緊急時の採取法)	←No.16 環境試料採取法(優先度C)を改訂 ←必要に応じNo.1(全ベータ:優先度B)、No.3(セシウム分析法:優先度B)、No.4(ヨウ素:優先度A)、No.15(緊急時ヨウ素:優先度C)、及びNo.9(トリチウム:優先度A)より追加 ←緊急時の方法を追加
2. 環境試料中全アルファ放射能測定法(優先度C)	通常法 迅速法	←No.31 環境試料中全アルファ放射能迅速分析法(優先度C)を改訂
3. 環境試料中全ベータ放射能測定法(優先度B)	通常法	←No.1 全ベータ放射能測定法(優先度B)を改訂 →試料採取法部分は左欄1.へ統合
4. 環境試料中放射性ストロンチウム分析法(優先度A)	通常法 (LSCによる分析(Ch)) 迅速法	←放射性ストロンチウム分析法(優先度A)を改訂 ←No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法(優先度C)よりチェレンコフ光によるストロンチウム分析法を統合 ←迅速測定法を追加
5. 環境試料中放射性セシウム分析法(優先度B)	通常法	←No.3 放射性セシウム分析法(優先度B)を改訂 →試料採取法部分は左欄1.へ統合
6. 環境試料中放射性ヨウ素分析法(優先度A) (1)ヨウ素-131分析法 (2)ヨウ素-129分析法	通常法 スクリーニング法 (LSCによる分析(β)) 通常法 迅速法	←No.4 放射性ヨウ素分析法(優先度A)より必要部分を利用 ←No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法(優先度C)よりサーベイメータによるスクリーニングの必要性を検討した後、必要部分を利用 ←No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法(優先度C)より液体シンチレーション測定(β 線)による放射性ヨウ素分析法を統合 → γ 線スペクトロメトリーは機器分析へ。 ←No.26 ヨウ素-129分析法(優先度B)より β 線測定、中性子放射化分析法を統合。 ←No.32 環境試料中ヨウ素129迅速分析法(優先度B)を統合
7. 環境試料中放射性コバルト分析法(優先度B)	通常法 (LSCによる分析(β))	←No.5 放射性コバルト分析法(優先度B)を改訂 ←No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法(優先度C)より液体シンチレーション測定(β 線)によるコバルト分析法を統合
8. 環境試料中放射性ジルコニウム分析法(優先度C)	通常法	←No.8 放射性ジルコニウム分析法(優先度C)を改訂
9. 環境試料中放射性ルテニウム分析法(優先度C)	通常法	←No.10 放射性ルテニウム分析法(優先度C)を改訂 ←大気中ルテニウムの採取方法を追加
10. 環境試料中放射性セリウム分析法(優先度C)	通常法 (LSCによる分析(Ch))	←No.11 放射性セリウム分析法(優先度C)を改訂 ←No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法(優先度C)よりチェレンコフ光によるセリウム分析法を統合
11. 環境試料中トリチウム分析法(優先度A)	通常法 迅速法	←No.9 トリチウム分析法(優先度A)を改訂 ←迅速測定法を追加
12. 環境試料中放射性炭素分析法(優先度B)	通常法	←No.25 放射性炭素分析法(優先度B)を改訂
13. 環境試料中ウラン分析法(優先度C)	通常法	←No.14 ウラン分析法(優先度C)を改訂
14. 環境試料中ラジウム分析法(優先度C)	通常法	←No.19 ラジウム分析法(優先度C)を改訂
15. 環境試料中プルトニウム分析法(優先度A)	通常法 (LSCによる分析(α)) (^{241}Pu の分析) 迅速法	←No.12 プルトニウム分析法(優先度A)を改訂 ←No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法(優先度C)を統合 ←No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法(優先度C)より液体シンチレーション測定(α 線)によるプルトニウムの分析法を統合 ←プルトニウム241分析法を追加。
16. 環境試料中アメリカシウム 241 、キュリウム分析法(優先度C)	Am 通常法 Pu・Am 逐次法 Am・Cm 迅速法	←No.21 アメリカシウム分析法(優先度C)を改訂 ←No.22 プルトニウム・アメリカシウム逐次分析法(優先度C)を統合 ←No.30 環境試料中アメリカシウム 241 ・キュリウム迅速分析法(優先度C)を統合
17. 環境試料中ネプツニウム分析法(優先度C)	迅速法(通常法)	←No.34 環境試料中ネプツニウム 237 迅速分析法(優先度C)を改訂
18. γ 線スペクトル分析(機器分析)のための試料前処理法(優先度A)	試料の前処理法 (通常時の前処理法) (緊急時の前処理法)	←No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法(優先度B)を改訂 ←No.24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法(優先度A)を統合
19. NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる機器分析法(優先度A)	放射能濃度の算出	←No.6 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析方法(優先度A)を改訂
20. ゲルマニウム半導体検出器による機器分析法(優先度A)	放射能濃度の算出 (通常時の分析法) (緊急時の分析法)	←No.7 ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリー(優先度A)を改訂 ←No.29 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法(優先度C)を統合

(空間線量の測定関係)

新しいタイトル(案)	適用	内容
21. 連続モニタによる環境γ線測定法(優先度A)	空間線量の算出 (固定型モニタ) (可搬型モニタ) (簡易線量計) (NaI スペクトルによる核種別寄与の分析)	←No.17 連続モニタによる環境γ線測定法(優先度A)を改定 ←No.20 空間γ線スペクトル測定法(優先度A～B)よりNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによる部分を統合 ←可搬型モニタリングポスト等についての記載を追加 ←簡易線量計についての記載を追加
22. ゲルマニウム半導体検出器によるin-situ測定法(優先度A～B)	(通常時・緊急時) 地表濃度の算出 空間線量の算出 (in-situ 測定による核種別寄与の分析)	←No.33 ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定法(優先度B)を改訂 ←No.20 空間γ線スペクトル測定法(優先度A～B)よりゲルマニウム半導体スペクトロメータによる方法を統合
23. 積算線量測定法(優先度C)	通常法	←No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線測定法(優先度C)を改訂 ←No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定方法(優先度C)を改訂

(技術参考資料)

新しいタイトル(案)	適用	内容
大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料(優先度B)	通常時・緊急時における大気モニタリングに関する技術	←(技術参考資料)大気中放射性物質のモニタリングに関する技術参考資料(優先度B)を改訂 ←緊急時の扱い(ダストの収集、測定及び解析)を追加。

(統合により単独の冊子としては無くなるもの)

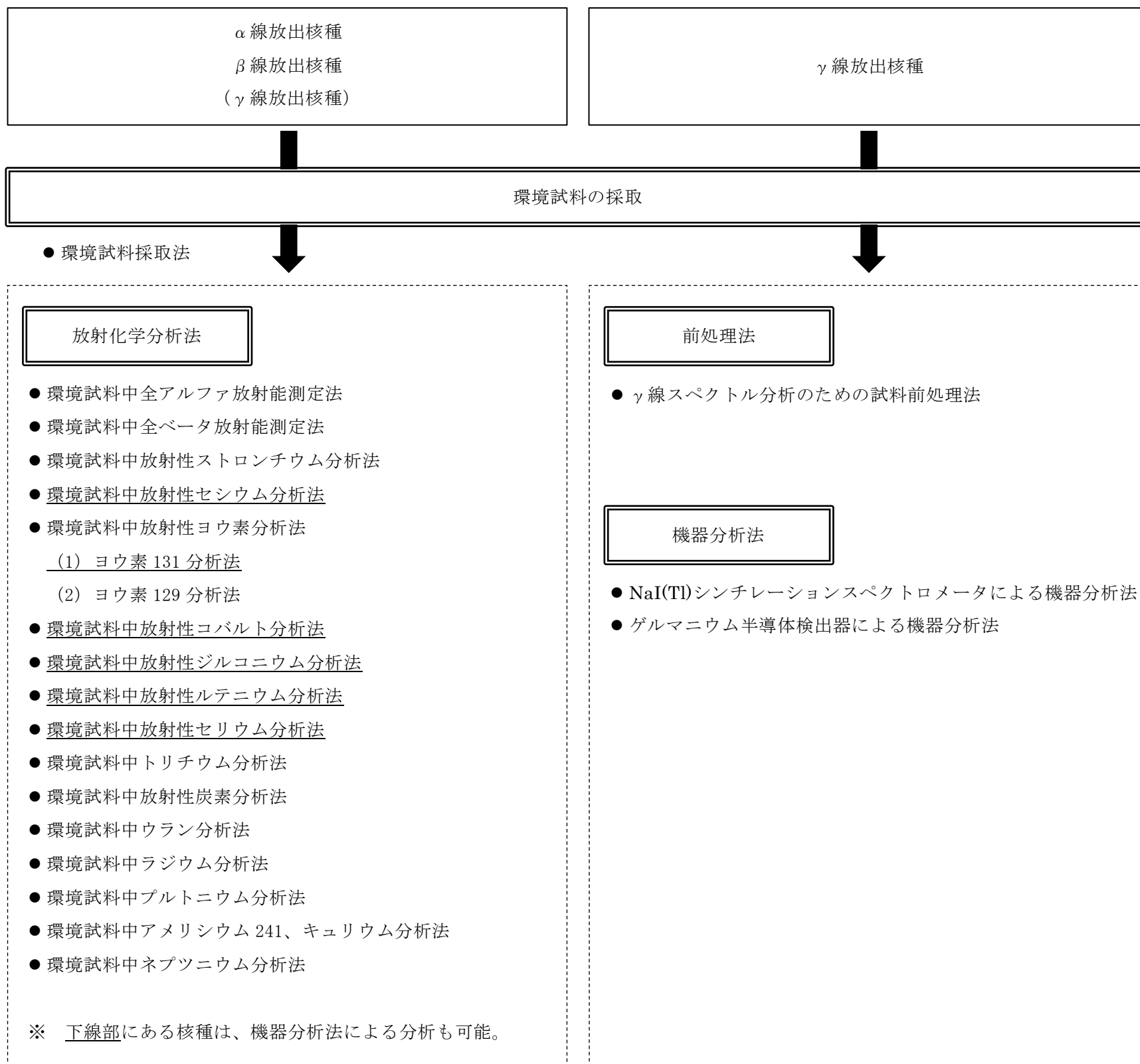
- No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法
- No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線測定法
- No.20 空間γ線スペクトル測定法
- No.22 プルトニウム・アメリシウム逐次分析法
- No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法
- No.24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法
- No.26 ヨウ素-129分析法
- No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定方法
- No.28 環境試料中プルトニウム迅速分析法
- No.29 緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法
- No.30 環境試料中アメリシウム241, キュリウム迅速分析法
- No.32 環境試料中ヨウ素129迅速分析法

(新設測定法として検討が必要と考えられるもの)

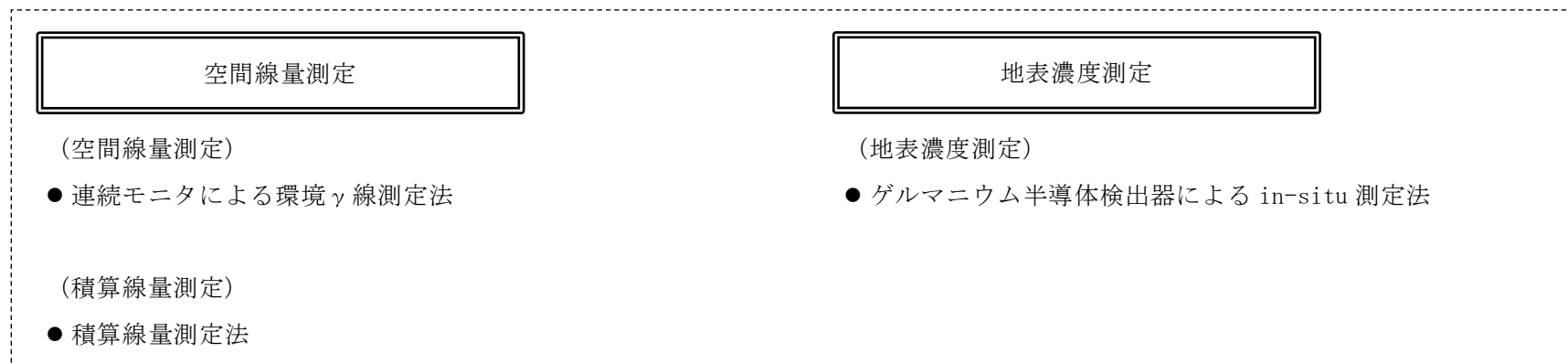
- 緊急時におけるサーベイメータを用いた測定法
緊急時には、サーベイメータを用いた空間線量率の測定が広い範囲で行われるとともに、放射能レベルを把握するために環境試料等のスクリーニングが行われる。このため、環境場における線量率の測定、試料等のスクリーニングについて標準的手法を解説する。
- 移動測定法
緊急時においては、放出された放射性物質によって、どの程度の範囲に影響が及んでいるかを迅速に把握しなければならない。広い範囲の放射線量分布や汚染状況を把握するためには、モニタリングカーやその他の放射線測定器による移動測定が適用されるため、これらによる移動測定法(空間線量率、汚染状況のマッピング等)について標準的手法を解説する。

測定法の内容の統合を踏まえた測定法全体の体系

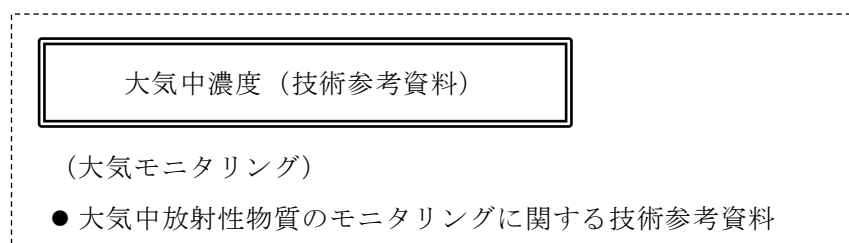
(環境試料の分析関係)



(空間放射線の測定関係)



(技術参考資料)



付属資料5 測定法に関する規格

測定法に係る規格

(1) 日本工業規格 (JIS)

現在、JIS として放射線測定器等に関するものが定められている。測定法の中にも直接 JIS を引用しているものもある。JIS は適宜確認が行われ、必要に応じ改訂が行われている。このため、JIS の改訂動向には注意しておく必要がある。

これらの JIS のうち直接、測定法に係ると思われるものの概要を以下に示す。

①JISZ4202(2011) ガイガー・ミュラー計数管

- i) 履歴 制定：1958 年 11 月 25 日、最終改正：2011 年
- ii) 概要：放電消滅ガスとして有機ガス又はハロゲンガスを用いた、 β 線及び γ 線を測定対象とする密封形ガイガー・ミュラー計数管について規定したものである。性能として、バックグラウンド、温度特性、レスポンス等について規定している。
「No.1 全ベータ放射能測定法」等で示される GM 計数装置は本規定の適用を受ける。

②JISZ4601(2009) 放射性ダストサンプラ

- i) 履歴 制定：1958 年 11 月 25 日、最終改正：2009 年
- ii) 概要：放射線防護を目的として、原子力施設及び放射線施設の作業環境、排気系、周辺環境などにおいて、空気中に浮遊する粒子状物質による空気中放射能濃度を求めるために、濾過捕集方法によって浮遊粒子状物質を捕集する放射性ダストサンプラについて規定している。

③JISZ4316(2013) 放射性ダストモニタ

- i) 履歴 制定：1963 年 10 月 1 日、最終改正：2013 年
- ii) 概要：原子力施設及び放射線施設において、a) 施設の作業環境における空気中の放射能濃度の測定；b) 施設から環境中に排出される排気中の放射能濃度の測定；c) 施設の周辺環境における空気中の放射能濃度の測定を目的として、使用する放射性ダストモニタについて規定している。種類としては、 α 線用、 β 線用、 γ 線用及び α 線・ β 線同時測定用の 4 種類が規定されている。また、性能としては検出部のレスポンス、直線性、指示値変動等が規定されている。モニタリングステーションやモニタリングカーに設置され、放射能濃度を測定するシステムが該当する。

④JISZ4401(2006) 放射線測定用試料皿

- i) 履歴 制定：1963年10月1日、最終改正：2006年
- ii) 概要：放射性核種から放出される放射線を測定するための試料皿について規定したものである。JIS形、IEC形があり、寸法及び許容差等が規定されている。なお、試料皿の材質としてJISZ4305に規定されるSUS304-CPが取り上げられている。主に α 線測定や β 線測定において、この試料皿に、ろ紙及び残渣を貼り付けて測定に供される。

⑤JISZ4336(2010) 放射性ヨウ素サンブラ

- i) 履歴 制定：1995年2月1日、最終改正：2010年
- ii) 概要：原子力施設及び放射線施設の作業環境、排気系、周辺環境などの空気中に浮遊する放射性ヨウ素による空気中放射能濃度を求めるため、ヨウ素捕集用ろ材を用いてヨウ素を捕集する放射性ヨウ素サンブラについて規定している。サンブラとしてはポンプ形及びブローア形が示されており性能として定格吸引流量、流量計の指示誤差等が規定されている。

「No.4 放射性ヨウ素分析法」における空気中じん埃の捕集用サンブラには本規格が適用される。なお、本規格に関連する参考文献として「No.4」と「No.15 緊急時における放射性ヨウ素測定法」が挙げられている。

⑥JISZ4342(2013) シンチレーション放射能測定器－食品中の γ 線放出核種

- i) 履歴 制定：2013年3月21日
- ii) 概要：原子力事故などによって放射性物質が拡散した状況下で、食品及び食材中の γ 線放出核種の放射能濃度を測定するシンチレーション式放射能測定器について規定している。ただし、この規格は分析専門機関で用いるゲルマニウム γ 線検出器のような低バックグラウンド仕様の据置形放射能分析機器には適用されない。測定器の分類として、携帯型、可搬型、据置型に分類されている。また、性能として有効測定範囲や、核種分析機能を持たないものも含めるなど比較的多様なものを許容している。

「No.6 (NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法)と関連するが、必ずしも一対一で対応するものではない。

⑦JISZ4321(1995) 放射線測定用タリウム活性化よう化ナトリウムシンチレータ

- i) 履歴 制定：1971年5月1日、最終改正：1995年
- ii) 概要： γ 線及びX線の測定に使用する、直径及び高さが127mm(5in)以下の大きさのタリウム活性化よう化ナトリウム結晶を密封容器に入れたシンチレータにつ

いて規定されている。

当初は、

- ・ JISZ4321 放射線測定用タリウム活性化よう化ナトリウムシンチレータ通則
- ・ JISZ4322 放射線測定用タリウム活性化よう化ナトリウムシンチレータの形状・寸法及び材質
- ・ JISZ4501 放射線測定用タリウム活性化よう化ナトリウムシンチレータ試験方法の3規格に分かれていたが1977年に統合されて、現在の形になっている。以後は1995年にSI単位の導入に基づく変更がなされているのみである。シンチレータの種類は、用途、形状等により10種類に分類されている。性能については耐振動性、温度に対する耐久性、耐圧性、機密性、エネルギー分解能、自然計数率、温度特性について規定されている。

「No.6 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」では旧JISZ4321及びJISZ4322を引用し、エネルギー分解能でA等級かつ自然計数率でL(低自然計数率)のものを要求している。

⑧JISZ4333(2014) X線、 γ 線、 β 線用線量当量(率)サーベイメータ

- i) 履歴 制定：1990年1月1日、最終改正：2014年
- ii) 概要：放射線サーベイを目的として、X線、 γ 線及び β 線の周辺線量当量(率) $H^*(10)$ 、 $H^*(10)$ 及び/又は方向性線量当量(率) $H'(0.07)$ 、 $H'(0.07)$ を測定する携帯形の線量(率)及び警報付き線量(率)計について規定されている。性能としては、直線性、エネルギー・方向特性、ベータ線による影響等が規定されている。

⑨JISZ4325(2008) 環境 γ 線連続モニタ

- i) 履歴 制定：1983年3月1日、最終改正：2008年
- ii) 概要：原子力施設及び放射線施設の周辺に設置され、環境 γ 線の空気吸収線量率又は空気カーマ率を連続的に監視するモニタについて規定している。ただし、携帯形及び可搬形のモニタは除外されている。性能については相対基準誤差、エネルギー特性、方向特性等が規定されている。なお、1994年の改正において別途ZISZ4326として示されていた「環境 γ 線連続モニタの校正方法」を付属書A(参考)として取り込んでいる。

「No.17 連続モニタによる環境 γ 線測定法」に使用されるモニタは本規格の適用対象となる。なお、「No.17」では対象となっていない半導体検出器も本規格では対象とされている。

⑩JISZ4511(2005) 照射線量率測定器、空気カーマ測定器、空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法

- i) 履歴 制定：1975年7月1日、最終改正：2005年
- ii) 概要：この規格では、光子エネルギー10keV～3MeVの照射線量測定器、空気カーマ測定器、空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法について規定されている。ただし、特定標準器又は特定二次標準器等による計量法に基づく校正は除かれている。

「No.15、No.18、No.27」が関係する。特に「No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定方法」及び、「No.27 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法」では本規格を参考とするよう示している。

⑪JISZ4520(2007) ゲルマニウム γ 線検出器の試験方法

- i) 履歴 制定：2007年9月20日
- ii) 概要：ゲルマニウム γ 線検出器の製造業者及び使用者にとって重要な性能及び特性の試験方法について規定されている。主として高分解能 γ 線スペクトロメトリに用いる γ 線検出器の試験方法について規定されている。本規格は一度1979年に制定されたが、国内に製造業者が無いため1995年にいったん廃止されている。しかし、単に製造業者が実施する性能試験を規定するものではなく、製造業者、輸入販売業者、使用者などが共通の試験方法を持つことによって、機器の性能を同じ物差しで評価できることが重要との観点から2007年に再度制定されている。試験内容として、ピーク面積の求め方、ピークチャンネルの求め方、ピークの半値幅、1/10値幅及び1/50値幅の求め方、ピーク対コンプトン比の求め方、エネルギー分解能の求め方等が規定されている。

⑫JISZ4320(2004) 熱ルミネセンス線量計測装置

- i) 履歴 制定：1972年、最終改正：2004年
- ii) 概要：個人モニタリング用、作業環境モニタリング用及び環境モニタリング用の熱ルミネセンス線量計測装置について規定されている。環境モニタリング用については1984年にJISZ4327「環境放射線モニタリング用熱ルミネセンス線量計測装置」として制定されたがその後、1995年の改正において統合された。環境モニタリング用の熱ルミネセンス線量計測装置は、光子エネルギー30KeV～3MeVの環境光子による空気吸収線量又は空気カーマを測定する装置とされている。性能としては、評価値のバラツキ、評価値の再現性、線量直線性、光子のエネルギー特性等が示されている。

なお、「No.18 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定方法」では旧

JISZ4327 を引用している。

⑬JISZ4314(2002) 蛍光ガラス線量計測装置

- i) 履歴 制定：1963年6月1日、最終改正：2002年
- ii) 概要：個人モニタリング用、作業環境用及び環境モニタリング用の蛍光ガラス線量計測装置について規定している。制定当初は「X線及びγ線用蛍光ガラス線量計」として個人モニタリングが対象の規格として制定されたが、1995年の改正において環境モニタリング用が追加されている。環境モニタリング用の蛍光ガラス線量計測装置は、光子エネルギー30KeV～3MeVの環境光子による空気吸収線量又は空気カーマを測定する装置とされている。性能として、相対指示誤差、線量計間の感度ばらつき、線量直線性、経時変化特性、エネルギー特性等が規定されている。

⑭JISZ4339(2004) 光刺激ルミネセンス線量計測装置

- i) 履歴 制定：2004年3月20日
- ii) 概要：個人モニタリング用、作業環境用及び環境モニタリング用の光刺激ルミネセンス線量計測装置について規定している。ただし、環境用のものについて現在実際の環境放射線モニタリングで使用している例は見られない。内容としては、線量直線性、評価値の光エネルギー特性、評価値の方向特性、評価値の経時変化等について規定されている。

⑮JISZ4821-1(2002) 密封放射線源－第1部：一般要求事項及び等級

- i) 履歴 制定：2002年3月20日
- ii) 概要：密封線源からの漏出及びそれに伴って発生する放射線被ばくを防護するために、製造業者が密封線源の安全性を評価できること、及び使用者がその使用目的に適した密封線源を選択できることを目的とし、一般要求事項、等級システム、試験の実施、製造時試験、表示及び試験成績所について規定している。前版は1981年に制定されていたが、ISO規格との対応から第1部：一般要求事項及び等級と第2部：漏出試験に分けられて、新たに制定された。

⑯JISZ4821-2(2002) 密封放射線源－第2部：漏出試験方法

- i) 履歴 制定：2002年3月20日
- ii) 概要：JISZ4821-1によるプロトタイプ線源の等級決定に関する試験管理、生産管理及び定期検査において実施する密封放射線源の漏出試験方法について規定している。

⑰JISZ4001(1999) 原子力用語

- i) 履歴 制定：1968年8月1日、最終改正：1999年
- ii) 概要：工業などで用いる原子力に関する用語とその定義について規定されている。
用語は、一般、基礎、原子力安全、放射線利用、原子炉、燃料・炉材料、廃棄物管理、施設の廃止、放射線計測、核融合の9部に分けられている。このうち放射線計測に関しては、さらに放射線計測一般、線量計測、放射線測定装置、情報処理・記憶、表示装置、放射線検出器、放射線防護計測器、放射線応用計測器及び放射線測定装置のパラメータ、特性・試験法の8項目に分類されている。

⑱JISZ8103(2000) 計測用語

- i) 履歴 制定：1959年10月1日、最終改正：2000年
- ii) 概要：鉍工業における計測に関する用語について規定している。用語は、一般、測定、信号処理、計測器、データ処理の5つに大きく分類されている。

⑲JISK0211(2013) 分析化学用語（基礎部門）

- i) 履歴 制定：1961年11月1日、最終改正：2013年
- ii) 概要：分析化学に用いる用語のうち基礎的な用語及び定義について規定している。
一般共通、サンプリング関連、分析方法、現象・特性、試薬、標準物質、器具類、操作、測定の信頼性の9項目に分類されている。

⑳JISM8100(1992) 粉塊混合物—サンプリング方法通則

- i) 履歴 制定：1965年1月1日、最終改正：1992年
- ii) 概要：粉塊混合物のロットについて、その化学成分、水分、粒度、物理特性及びその他の特性の平均値を決定するために行う、(1)試料を採取する方法、(2)試験試料を調製する方法、(3)水分測定方法、(4)粒度測定方法に関する一般事項について規定している。
「No.13 ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」及び「No.16 環境試料採取法」において土壌試料の縮分方法に関し引用されている。

㉑JISG4305(2012) 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

- i) 履歴 制定：1959年12月1日、最終改正：2012年
- ii) 概要：冷間圧延ステンレス鋼板及び冷間圧延ステンレス鋼帯について規定している。「No.1 全ベータ放射能測定法」及び「No.3 放射性セシウム分析法」の中で大型水盤の材質に関し引用されている。(ただし、「No.16 環境試料採取法」では引

用されていない。)

(2) 国際規格等 (ISO、IEC、ASTM、IAEA/AQ)

前項で示した JIS に対応または引用されている国際規格および測定法に関連すると思われる規格などをリスト化した。

①用語

ISO 921 : 1977

Nuclear energy—Vocabulary (原子力—用語)
(JISZ4001 対応規格)

IEC 60050-393 : 1996

International Electro technical Vocabulary — Chapter 393:Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts (国際電気用語—第 393 章:放射線計測:物理現象と基本概念)
(JISZ4001 対応規格)

IEC 60050-394 : 1995

International Electro technical Vocabulary — Chapter 394:Nuclear instrumentation: Instruments (国際電気用語—第 394 章:放射線計測:計測器)
(JISZ4001 対応規格)

②放射線計測関係

IEC 61066 : 1991

Thermo luminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring (個人および環境モニタリングのための熱ルミネセンス線量計測装置)
(JISZ4320 対応規格)

IEC 60846 : 1989

Beta, X and gamma radiation dose equivalent and dose equivalent rate meters for use in radiation protection (放射線防護のためのβ線、X線およびガンマ線線量当量計と線量当量率計)
(JISZ4333 対応規格)

IEC 60973 : 1989

Test procedures for germanium gamma-ray detectors (ゲルマニウムγ線検出器の試験方法)
(JISZ4520 対応規格)

IEC 60333 : 1993

Nuclear instrumentation—Semiconductor charged-particle detectors—Test procedures (放射線計測器—半導体荷電粒子検出器—試験方法)
(JISZ4520 引用規格)

IEC 60759 : 1983

Standard test procedures for semiconductor X-ray energy spectrometers (半導体 X線エネルギー spektrometa の標準試験方法)

(JISZ4520 引用規格)

IEC 60248 : 1984, Dimensions of planchets used in nuclear electronic instruments (放射線電子計測器に用いる試料皿の寸法)

(JISZ4401 対応規格)

IEC 60761-1 : 2002

Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents—Part 1 : General requirements (排気ガス中放射能の連続モニタリングのための計測器—第1部 : 一般要件)

(JISZ4316 対応規格)

IEC 60761-2 : 2002

Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents—Part 2 : Specific requirements for radioactive aerosol monitors including transuranic aerosols (排気ガス中放射能の連続モニタリングのための計測器—第2部 : 超ウランエアロゾルを含むエアロゾルモニターのための特定要件)

(JISZ4316 対応規格)

IEC 61172 : 1992

Radiation protection instrumentation—Monitoring equipment—Radioactive aerosols in the environment 放射線防護計測器—モニタリング装置—環境中の放射性エアロゾル)

(JISZ4316 対応規格)

IEC 61563 : 2001

Radiation protection instrumentation—Equipment for measuring specific activity of gamma-emitting radionuclides in foodstuffs 放射線防護計測器—食品中ガンマ線放出核種の比放射能測定のための装置)

IEC 61452 Ed. 1. 0:1995(b)

Nuclear instrumentation—Measurement of gamma-ray emission rates of radionuclides—Calibration and use of germanium spectrometers (放射線測定器 : 放射性核種のガンマ線放出率の計測—ゲルマニウム spektrometa の校正及び使用—)

(JI-Z4342 対応規格)

ISO 4037-1 : 1996

X and gamma reference radiation for calibrating dose meters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy—Part 1 : Radiation characteristic and production methods (線量計および線量率計を校正する光子エネルギーの関数としての応答決のための X線と γ 線の基準放射線—第1部 : 放射線の特性と発生法)

(JISZ4511 引用規格)

ISO 4037-1 : 3 1999

X and gamma reference radiation for calibrating dose meters and dose rate meters and for determining their response as a function for photon energy—Part 3 : Calibration of area and personal dose meters and the measurement of their response

as function of energy and angle of incidence (線量計および線量率計を校正する光子エネルギーの関数としての応答決のための X 線と γ 線の基準放射線— 第 3 部: 領域と個人線量の校正およびエネルギーと入射角の関数としての応答の測定) (JISZ511 引用規格)

ISO13160:2012

Water Quality—Strontium 90 and strontium 89— Test methods using liquid counting or proportional counting (水質—ストロンチウム 90 及びストロンチウム 89—液体シンチレーション計測または比例計数を用いる試験方法)

ISO 18589-1:2005

Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part1: General guidelines and definitions.
環境中の放射能の測定—土壌—第 1 部: 一般指針及び定義

ISO 18589-2:2015

Measurement of radioactivity in the environment - Soil -- Part2: Guidance for the selection of the sampling strategy, sampling and pre-treatment of samples.
環境中の放射能の測定—土壌—第 2 部: サンプルング戦略、サンプルング及びサンプルの予備処理の選択の手引

ISO 18589-3: 2015

Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part3: Test method gamma-emitting radionuclides using gamma-ray spectrometry.
環境試料中放射能の測定—土壌—第 3 部: γ 放射性核種の試験方法

ISO 18589-4:2009

Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 4: Measurement of plutonium isotopes (plutonium 238 and plutonium 239+240) by alpha spectrometry.
環境中の放射能の測定—土壌—第 4 部: α 線スペクトル分析によるプルトニウム同位体 (プルトニウム 238 及びプルトニウム 239+240) の測定

ISO 18589-5:2009

Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 5: Measurement of strontium 90
環境中の放射能の測定—土壌—第 5 部: ストロンチウム 90 の測定

ISO 18589-6:2009

Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 6: Measurement of gross alpha and gross beta activities.
環境中の放射能測定—土壌—第 6 部: 全アルファ及び全ベータ放射エネルギーの測定

ISO 18589-7:2013

Measurement of radioactivity in the environment - Soil - Part 7: In-situ measurement of gamma-emitting radionuclides
環境中の放射能の測定—土壌—第 7 部: γ 線放出核種の in-situ 測定

ISO 10703:2007

Water quality - Determination of the activity concentration of radionuclides - Method by high resolution gamma-ray spectrometry
水質—放射性核種濃度の定量—高分解能ガンマ線スペクトロメトリーによる方法

ISO 13166-2014

Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry
水質—ウラン同位体— α 線スペクトロメトリーによる試験方法
ISO 9698:2010

Water quality-Determination of tritium activity concentration-Liquid scintillation counting method (水質—トリチウムの放射能濃度の定量—液体シンチレーション計測法)

ISO 13165-1:2013

Water quality-Radium-226-Part1:Test method using liquid scintillation counting (水質—ラジウム-226—第1部：液体シンチレーション計測器による試験方法)

ISO 13165-2:2014

Water quality-Radium-226-Part2:Test method using emanometry (水質—ラジウム-226—第2部：エマノメトリによる試験方法)

ISO 1362:2011

Water quality-Determination of carbon 14 activity-liquid scintillation counting method (水質—炭素-14の放射能の定量—液体シンチレーション計測法)

ISO 7503-1 : 1988

Evaluation of surface contamination—Part 1: Beta -emitters (maximum beta energy greater than 0.15Mev) and alpha-emitters 表面汚染の評価—第1部： β 放射体（最大 β 線エネルギーが0.1Kev以上）と α 放射体）
(JIS Z 4504 対応規格)

ASTM D3649-06(2014)

Standard Practice for High-Resolution Gamma-Ray Spectrometry of Water (水試料の高分解能ガンマスペクトロメトリのための標準演習)

ASTM D5811-08(2013)

Standard Test Method for Strontium-90 in Water(水試料中のストロンチウム-90 検査法)

ASTM C1507-12

Standard test method for radiochemical determination of Strontium-90 in soil (土壌中ストロンチウム-90の放射化学定量的ための標準試験方法)

ASTM C1638-06

Standard guide for the determination of Iodine-129 in Uranium Oxide (酸化ウランニウムに含まれるヨウ素 129 の定量的ための標準ガイド)

ASTM D4785-08

Standard test method for low-level analysis of iodine radioisotopes in water (水試料中の低レベル放射性ヨウ素の標準試験方法)

ASTM D4107-08

Standard test method for tritium in drinking water (飲料水中トリチウムの標準試験方法)

ASTM C1205-07

Standard test method for the radiochemical determination of Americium-241 in soil by alpha spectrometry (α スペクトロメトリによる土壌中のアメリシウム-241の放射化学的定量的ための標準試験方法)

ASTM D7939-15

Standard test method for rapid radiochemical determination of Americium-241 in water (水試料中のアメリシウム-241の放射化学的迅速測定のための標準試験方法)

ASTM C1475-05

Standard guide for determination of Neptunium-237 in soil (土壌中のネプツニウ

ム-237 の定量のための標準ガイド)

ASTM C1561-10

Standard guide for determination of Neptunium in uranium hexafluoride by alpha spectrometry (土壌中のネプツニウム-237 の定量のための標準ガイド)

ASTM C1000-11

Standard test method for radiochemical determination of Uranium isotopes in soil by alpha spectrometry (α 線スペクトロメトリーによる土壌中ウラニウム同位体の放射化学的定量のための標準試験方法)

ASTM D2460-07

Standard test method for alpha-particle-emitting isotopes of Radium in water (水料中の放射性ラジウムの α 放出核種についての標準試験方法)

ASTM D3454-11

Standard test method for Radium-226 in water (水試料中ラジウム-226 の標準試験方法)

ASTM D4107-08

Standard test method for tritium in drinking water (飲料水中トリチウムの標準試験方法)

ASTM C1205-07

Standard test method for the radiochemical determination of Americium-241 in soil by alpha spectrometry (α スペクトロメトリーによる土壌中のアメリシウム-241 の放射化学的定量のための標準試験方法)

IAEA /AQ/39 2014

A procedure for the rapid determination of ^{226}Ra and ^{228}Ra in drinking water by Liquid Scintillation counting (液体シンチレーション計測器を用いた飲料水中の ^{226}Ra と ^{228}Ra の迅速測定法手順)

IAEA/AQ/37 2014

A procedure for the sequential determination of radionuclides in environmental samples; Liquid scintillation counting and alpha spectrometry for ^{90}Sr , ^{241}Am and Pu radioisotopes (環境試料中の放射性核種の順次測定のための手順; ^{90}Sr , ^{241}Am および放射性 Pu の液体シンチレーション計測とアルファ線スペクトロメトリー)

IAEA/AQ/27 2013

Rapid simultaneous determination of ^{89}Sr and ^{90}Sr in milk; a procedure using Cerenkov and scintillation counting (ミルク中の ^{89}Sr と ^{90}Sr の迅速測定法; チェレンコフ光とシンチレーション計測を用いた場合の手順)

IAEA/AQ/19 2010

Analytical methodology for the determination of radium isotopes in environmental samples (環境試料中の放射性ラジウムの測定のための分析方法論)

IAEA/AQ/11 2009

A procedure for the rapid determination of Pu isotopes and Am-241 in soil and sediment samples by alpha spectrometry (アルファ線スペクトロメトリーによる土壌および堆積物中の Pu と ^{241}Am の迅速測定法)

③密封線源

ISO 2919 : 1999

Radiation protection – Sealed radioactive sources – General requirements and

classification (放射線防護—密封線源—一般要求と分類)
(JISZ 4821-1 対応規格)

ISO 9978 : 1992

Radiation protection—Sealed radioactive sources—leakage test methods (放射線防護—密封線源—漏出試験方法)

(JISZ 4821-2 対応規格)