

食品モニタリングの精度管理の状況と 標準線源を用いた機器校正について

- ・精度管理の状況
- ・機器校正について

2016年1月18日

国立研究開発法人産業技術総合研究所

分析計測標準研究部門

放射能中性子標準研究グループ

柚木 彰

精度管理活動

(1) 正確な測定器

測定への適合
適切な精度・再現性・安定性
JISに準拠

→校正、保守、点検、仕様確認

(2) 適切な測定法

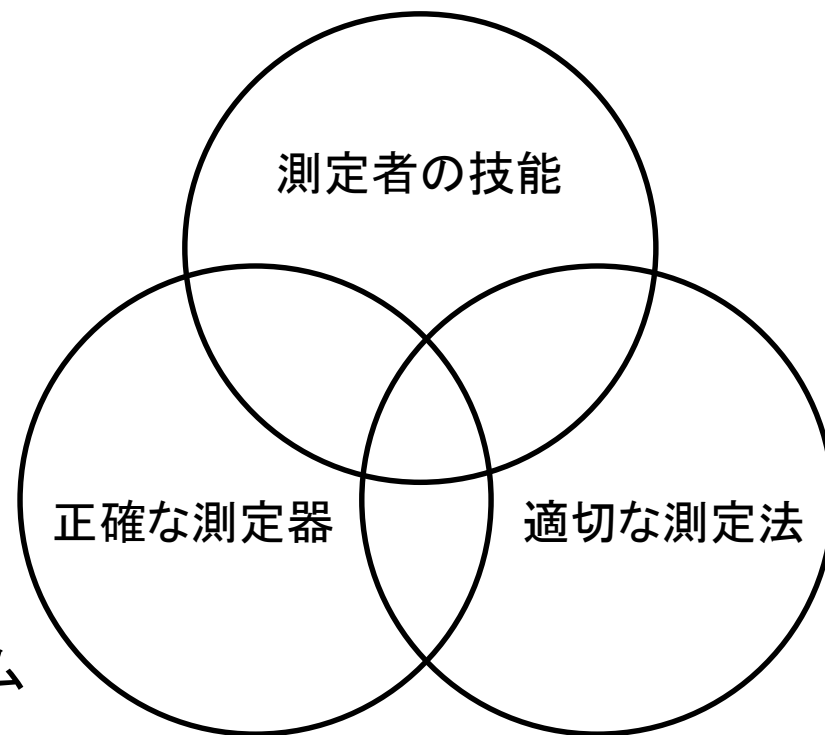
公定法に基づいた測定法
対象物に適した測定法
適切な試料前処理法

→作業手順書、テキスト、品質システム

(3) 測定者の技能

装置の適切な取り扱い
測定値の適切な評価

→教育・訓練、認定制度、技能試験



正しい測定の三要素

放射性セシウムを含む玄米標準物質

認証標準物質の仕様 Specification

- ・型式(Type) NMIJ CRM 7541-a
- ・容器(Package type) U8
- ・試料(Matrix) 玄米粒 (brown rice)
- ・試料量(Amount) 81 g
- ・試料充填高さ(Height) 5 cm
- ・認証値(Activity)

(基準日 reference date: August 1st, 2012)



	放射能濃度 Activity per unit mass [Bq/kg]	拡張不確かさ Expanded uncertainty ($k=2$) [Bq/kg]
^{134}Cs	33.6	2.6
^{137}Cs	51.8	4.6
合計/SUM	85.4	5.3

共同研究者： 食総研、日本アイソトープ協会、日本分析センター

震災以降行った玄米試料を用いた試験

試験対象	実施時期	報告内容	報告件数	特徴
Ge検出器 (2Lマリネリ容器)	2013年	^{134}Cs ^{137}Cs	52件	試料持ち回り
Ge検出器 (U8容器)	2013年	^{134}Cs ^{137}Cs	48件	試料配布
Ge検出器 (2Lマリネリ容器)	2013年	^{134}Cs ^{137}Cs	38件	試料持ち回り
APMP国際比較 (U8容器)	2013年	^{134}Cs ^{137}Cs	8機関	各国計量機関の相互比較 (英国、米国、EU、韓国、台湾、 インドネシア、タイ、日本)
シンチレーション 検出器 (専用の試料容器)	2014年	^{134}Cs 、 ^{137}Cs 合計	169件	試料持ち回り 装置(17社)が指定する 専用の試料容器に対応
Ge検出器 (袋入り)	2015年	^{134}Cs ^{137}Cs	176件	試料配布 測定の不確かさを報告、 試料充填作業を含む

試験結果

(1) 試験結果 (シンチレーション検出器、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計)

	集計値	参照値
平均値	81.5 Bq/kg	82.2 Bq/kg ±3.4 Bq/kg ($k=2$)
実験標準偏差	6.3 Bq/kg	
最大値	105 Bq/kg	
中央値	81.8 Bq/kg	
最小値	52.9 Bq/kg	

全169件中
 参照値±5%以内に116件
 参照値±10%以内に149件
 参照値±20%以内に161件
 が分布していた。

(2) 試験結果 (Ge検出器)

報告値の中央値は参照値と拡張不確かさの範囲で一致した。

参照値

	放射能濃度	拡張不確かさ($k=2$)
^{134}Cs	17.8 Bq kg ⁻¹	0.8 Bq kg ⁻¹
^{137}Cs	57.8 Bq kg ⁻¹	2.8 Bq kg ⁻¹

参加機関報告値の集計

	中央値	NIQR
^{134}Cs	17.4 Bq kg ⁻¹	1.1 Bq kg ⁻¹
^{137}Cs	58.5 Bq kg ⁻¹	2.3 Bq kg ⁻¹

NIQR: 正規四分位範囲
 (中央値の標準偏差に相当)

測定者による精度管理

シンチレーション検出器による測定者に対してのアンケート結果(抜粋)

- ・装置の保守管理

実施している:91%

(ゲイン変動、効率変動、バックグラウンド変動がないことを確認)

- ・線源

日常点検用の線源を所有:83%

標準ガンマ体積線源を所有:23%

- ・効率校正

納入業者に依頼:77%

自分で実施:12%

その他:11%

- ・効率校正の周期

1年以内:51%

1年以上:14%

決めていない、他:35%

標準線源を用いた機器校正

測定結果への期待

- ・食品衛生法で定められた規格基準への適合を示す根拠となる
- ・正しい測定結果であると保証するのは測定者である
- ・過度な安全側評価は経済的損失を生じる

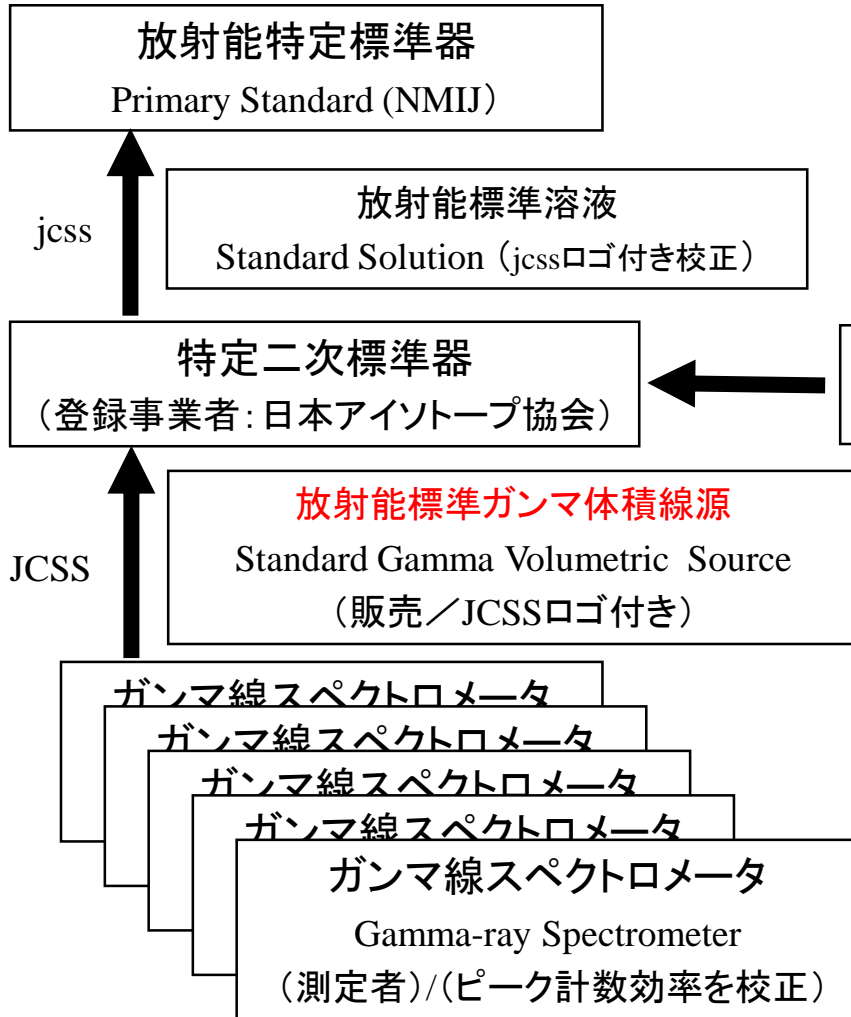


測定者は正確で説明性を持つ定量測定を実現しなければならない。

有効な取り組み;

- ・従来の保守点検、手順書、教育訓練、等々の実施
- ・測定トレーサビリティを活用
- ・測定の不確かさを指標とした精度管理

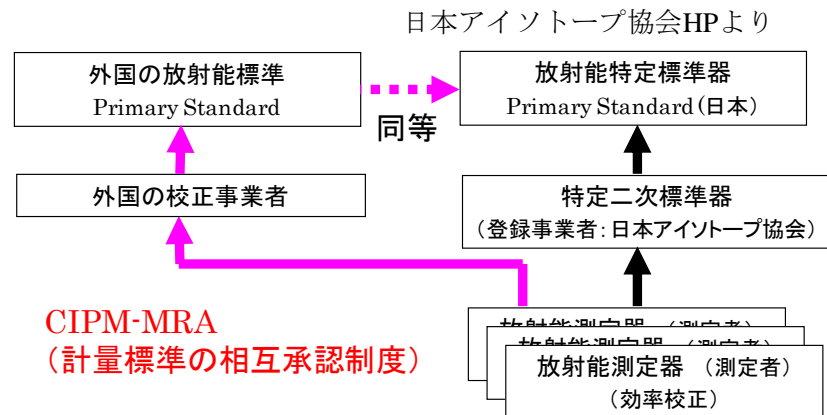
測定トレーサビリティ



放射能特定標準器



登録事業者
(公財)日本分析センター



測定の不確かさを指標とした精度管理

測定の不確かさに影響する要因に注目して管理する。

産総研における玄米測定の不確かさ評価の例

不確かさの要因		^{134}Cs	^{137}Cs
		相対標準不確かさ	相対標準不確かさ
測定の不確かさ	正味計数	0.33 %	0.14 %
	バックグラウンド計数率	0.12 %	0.03 %
	ピーク計数効率	1.56 %	1.81 %
	装置の安定性	0.76 %	0.37 %
	放射壊変補正	0.0014 %	0.00036 %
	測定時間	0.10 %	0.10 %
	試料高さ	1.29 %	1.50 %
	自己吸収	0.52 %	0.14 %
瓶間均質性		0.53 %	0.24 %
相対合成標準不確かさ		2.32 %	2.40 %
相対拡張不確かさ (包含係数 $k=2$)		4.6 %	4.8 %

ピーク計数効率、校正時と測定時の試料高さの違い、及び自己吸収の違いの影響が大きい。現場では正味計数や均質性も影響する。

測定の不確かさを指標とした精度管理

測定時と同じ条件での機器校正を実現する手段

- ・試料高さ

試料の充填高さを標準線源と同じにするのが良い
充填高さが異なる標準線源を用い内挿して評価

- ・自己吸収

試料と同じ組成の標準線源を用意するのは現実的でない
減弱係数を用いて計算評価

(技能試験の結果によれば評価のばらつきは許容できる)

- ・放射能分布

均質分布が前提であり、補正は困難

均質でない試料、例えば食品の非破壊測定は従来のスペクトロメータでは対応困難



均質化した試料を、標準容器に、校正時と同じ条件で充填するのが大原則
測定者は装置を使いこなすことが重要

食品モニタリング装置の機器校正

測定結果を受け取る者が納得して第三者に説明できること
正しい測定結果であると測定者が保証できること

- ・校正用線源を用いる
- ・校正条件は測定時と出来るだけ同じにする
 - 線源の形状及び配置
 - 線源の基材
 - 線源の核種
- ・校正時の測定に伴う不確かさ低減に配慮する
 - 十分な測定時間
 - 適切な放射能

参考: JIS Z 4342 (2013年発行)、IEC 61563 (2001年発行、改正作業中)

非破壊検査装置の場合、必要に応じて測定対象の放射能分布を考慮した線源を用いた効率確認を行うのが良い。

ベータ線を測定対象とした装置は開発時に校正への配慮が必須。

まとめ

1. 食品モニタリングの精度管理

基本に忠実にあるべき;

- ・正確な測定器
- ・適切な測定法
- ・測定者の技能

2. 標準線源を用いた機器校正

測定結果への期待に応えるための活動;

- ・結果の保証
- ・説明性

測定のトレーサビリティの活用

測定の不確かさを指標とした精度管理