

### 食品中の放射能測定方法

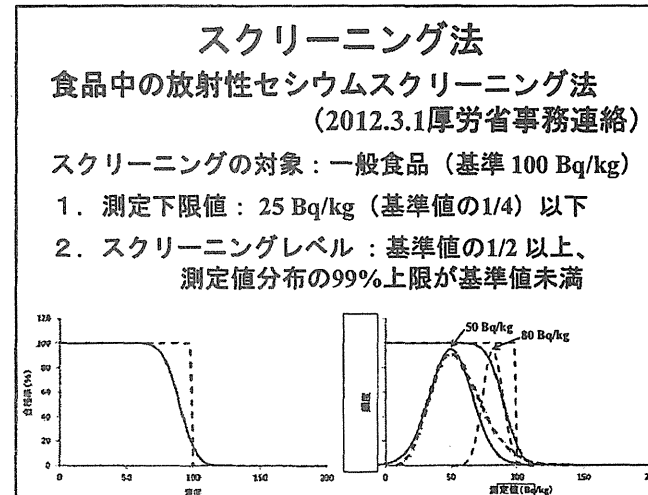
緊急時における食品の放射能測定マニュアル (2011.3.17厚労省通知)

1. NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる放射性ヨウ素の測定法
2. ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法
3. ウラン分析法及びプルトニウムの迅速分析法
4. 放射性ストロンチウム分析法

牛肉中の放射性Csスクリーニング法 (2011.7.29厚労省事務連絡)  
 米及び麦類中の放射性Csスクリーニング法 (2011.10.4厚労省事務連絡)  
 食品中の放射性Csスクリーニング法 (2012.3.1厚労省事務連絡)  
 食品中の放射性セシウム検査法 (2012.3.15厚労省通知)

文部科学省放射能測定法シリーズ

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
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



### 食品中の放射性セシウム検査法 (2012.3.15厚労省通知)

#### 検査結果の信頼性管理

- 1) 測定日毎にバックグラウンド測定
- 2) 測定日毎に空の測定容器を用いて測定
- 3) 定期的に標準線源を用いて校正
- 4) 測定日毎にエネルギースケール確認

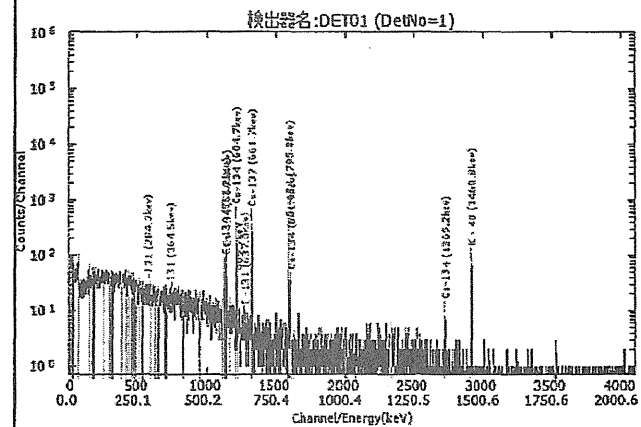
#### 測定

- 1) 検出限界値が基準値の1/5以下
- 2) 基準値濃度における  $X/\sigma$  が10以上

$X$  : 測定値、 $\sigma$  : 標準偏差

$$X_{Cs134} + X_{Cs137} \sim ((\sigma_{Cs134})^2 + (\sigma_{Cs137})^2)^{1/2}$$

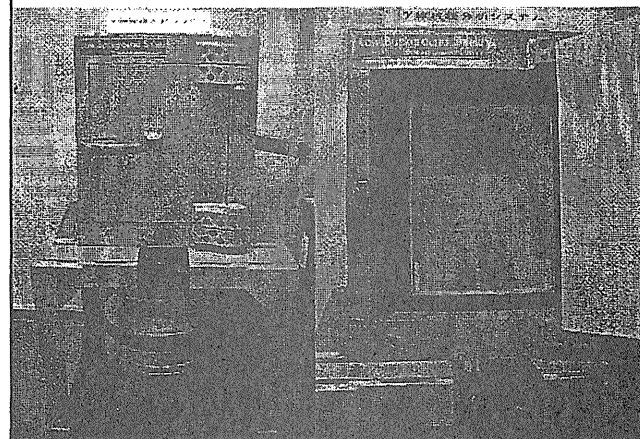
### ガンマ線スペクトル



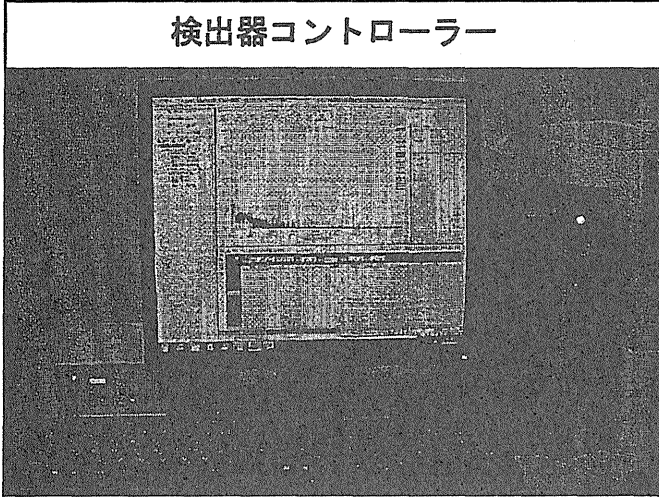
### Ge半導体 $\gamma$ 線スペクトロメトリー

- ・ 測定原理
- ・ 校正・補正
- ・ 測定時間と検出限界
- ・ 食品等の放射能検査の実際

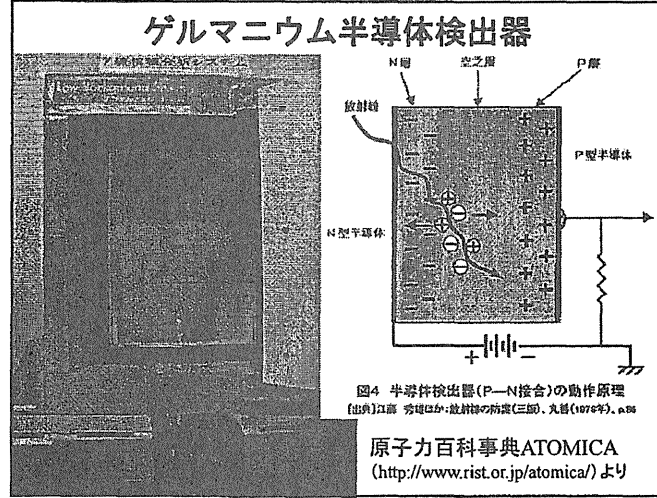
### ゲルマニウム半導体検出器



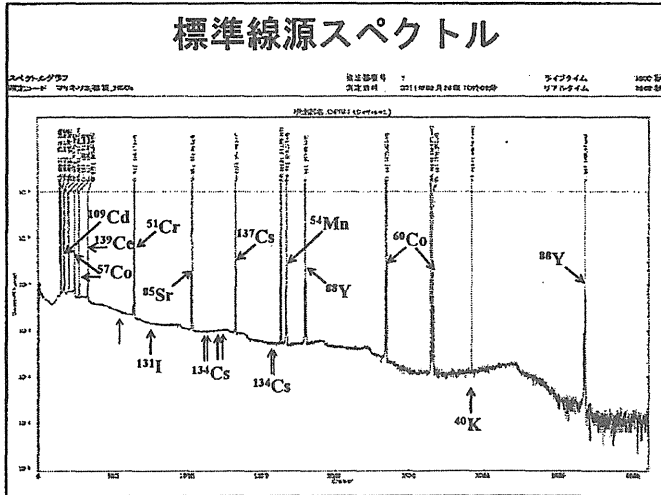
### 検出器コントローラー



### ゲルマニウム半導体検出器



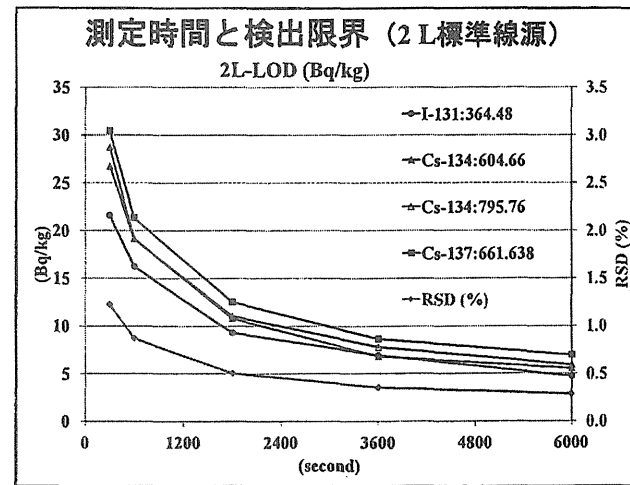
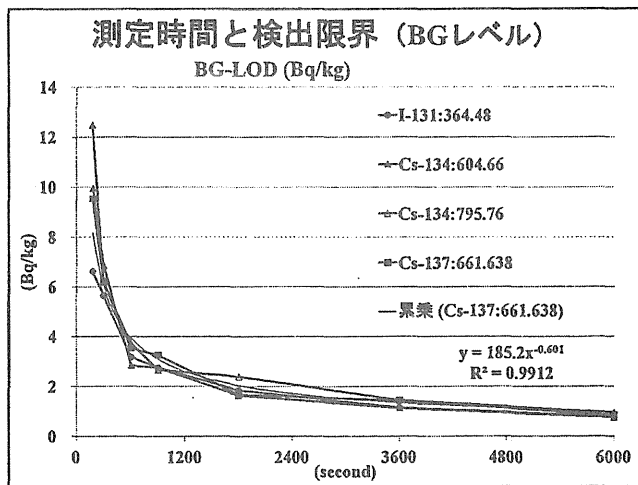
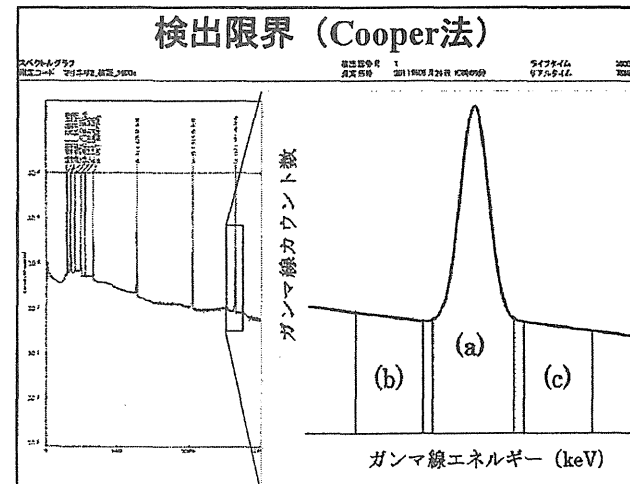
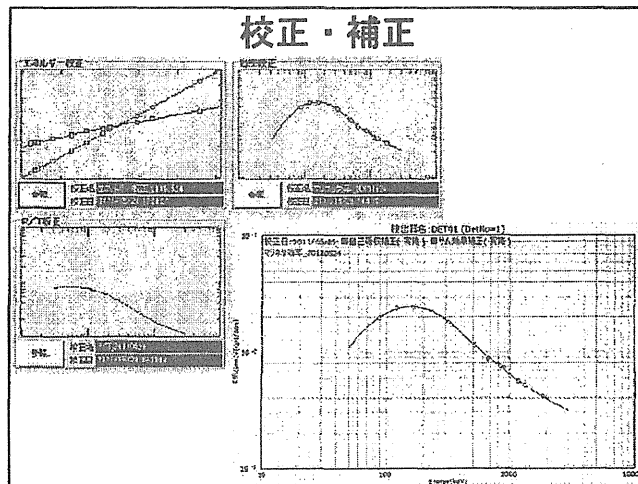
### 標準線源スペクトル

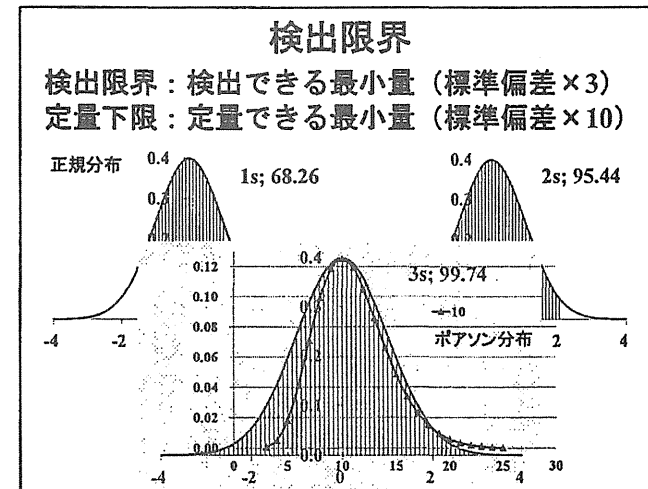
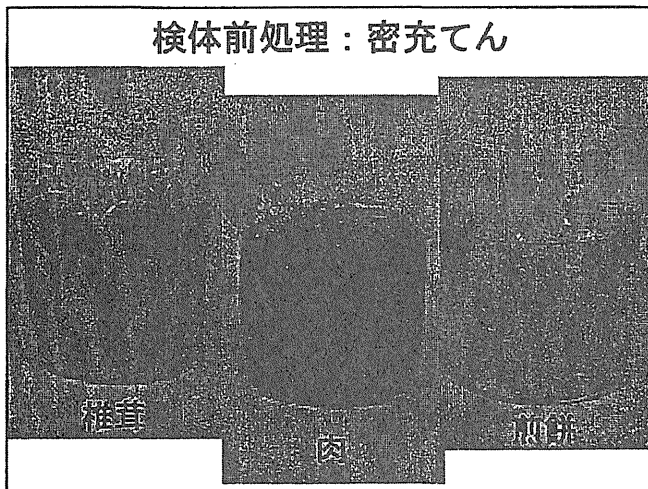
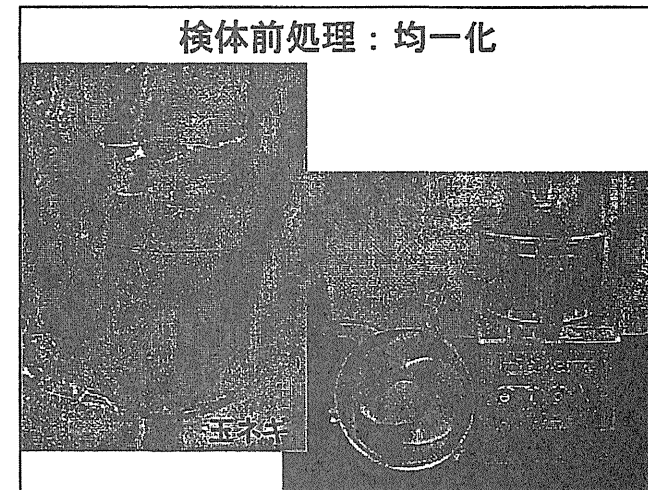
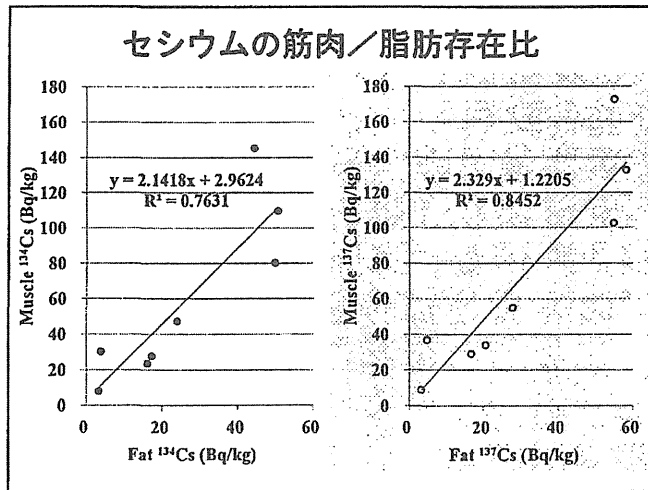


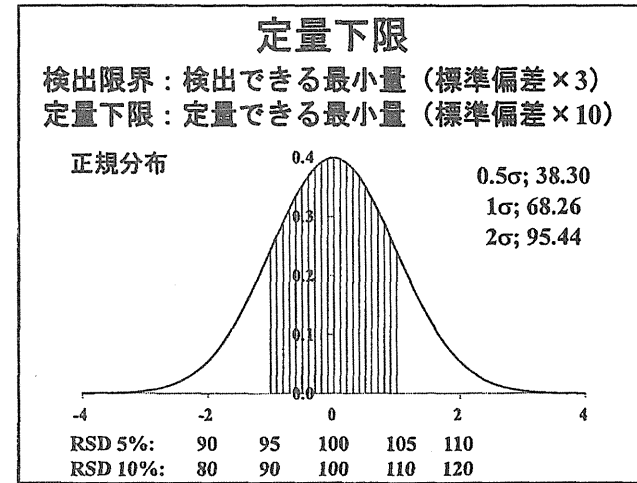
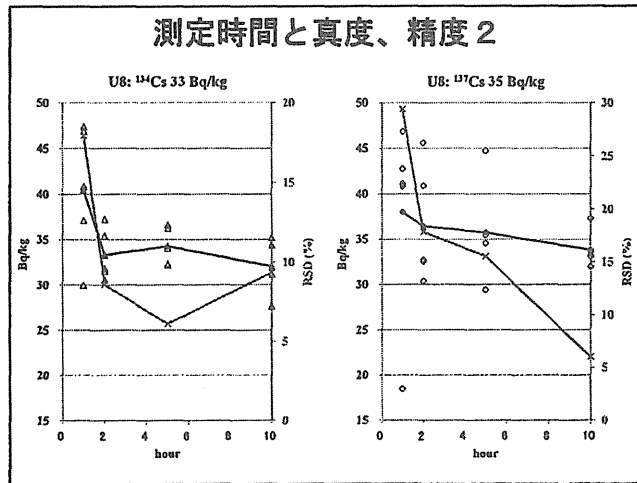
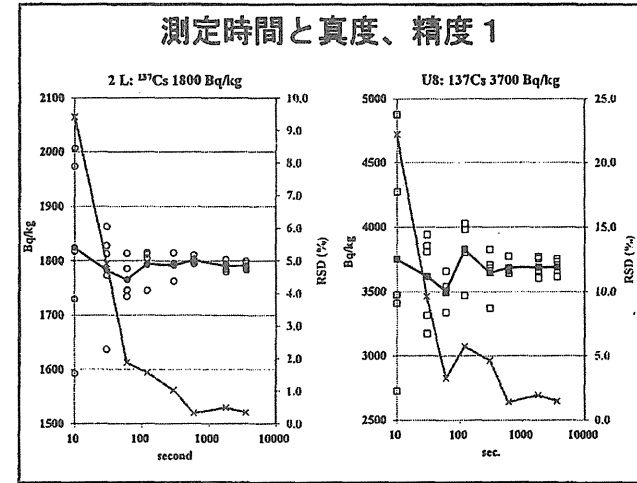
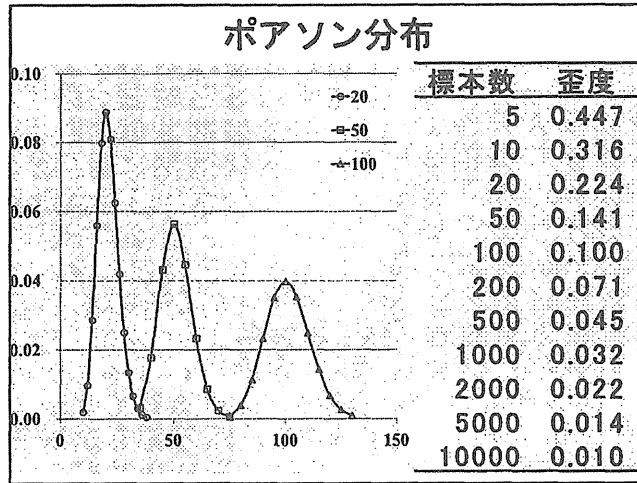
### ガンマ線エネルギー

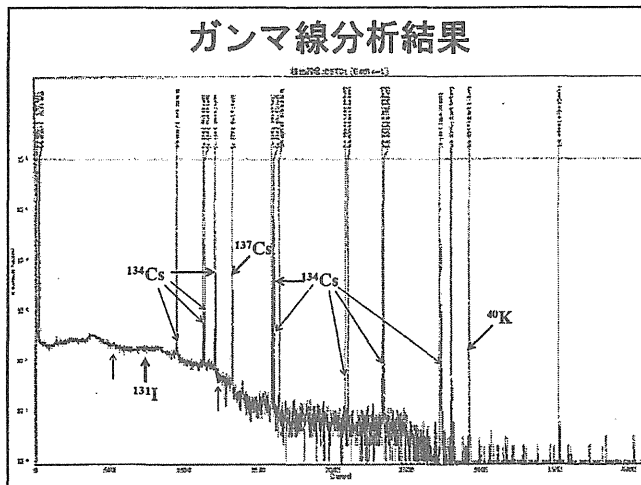
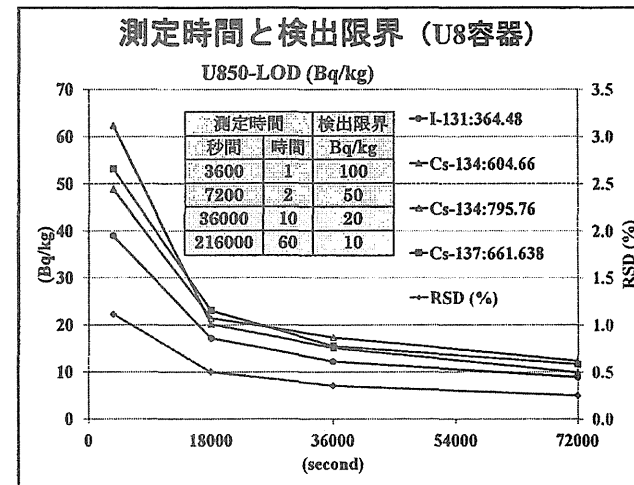
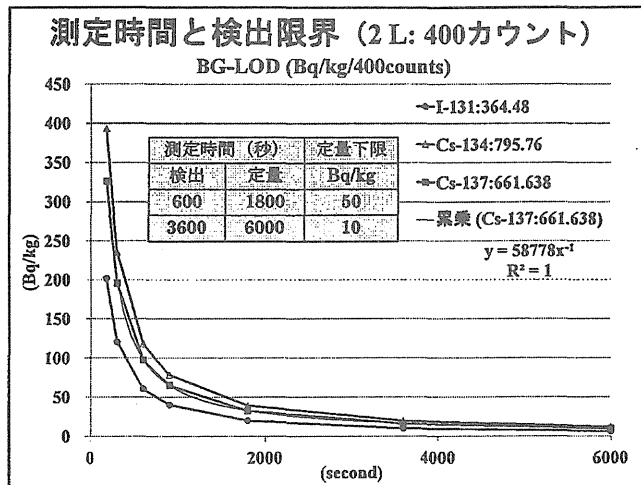
核種	半減期	keV	%
<sup>131</sup> I	8.0207d	284.30	6.0
		364.48	81.0
		636.97	7.2
<sup>134</sup> Cs	2.032y	563.26	8.4
		569.29	15.4
		604.66	97.6
		795.76	85.4
		801.84	8.7
<sup>137</sup> Cs	30.174y	661.64	85.0











### 放射性物質に係る食品の安全確保対策

政府対応：食品衛生法に基づく規格基準設定  
 厚生労働省：食品中の放射性物質への対応  
[http://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/shokuhin.html](http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html)  
 原子力災害対策特別措置法に基づく  
 食品に関する出荷制限、摂取制限  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001a3pj-att/2r9852000001a3rg.pdf>  
 民間対応  
 1. 閾値設定 (食品衛生法または独自規格)  
 2. トレーサビリティ確保 (出荷制限、摂取制限確認)  
 3. 検査



米のセシウム汚染状況 (2011年8月～厚生労働省発表)

地域	検査数	不検出	検出レベル (Bq/kg)			
			<10	10 ≤ <50	50 ≤ <100	100 ≤
青森	32	32				
岩手	102	101		1		
宮城	381	381				
秋田	73	73				
山形	291	291				
福島	1281	1081	27	151	14	8
茨城	389	384		1	3	
栃木	252	249		1	2	
群馬	93	91			2	
埼玉	113	113				
千葉	294	293		1		
東京	11	11				
神奈川	2	2				
山梨	51	51				
長野	68	68				
静岡	6	6				
合計	3439	3228	27	155	21	8
(%)	100.00	93.86	0.79	4.51	0.61	0.23

食品中の放射性物質に係る自主検査における信頼できる分析等について

24年発表445号  
平成24年4月20日

信頼できる分析の要件

科学的に信頼できる分析結果を得るための、以下の事項を履行していることが必要。

1. 分析の目的  
いつ、どこで、誰が分析しても同様の分析結果が得られることが確認し、計測方法  
は独立した信頼性を要する。
2. 分析に用いられる機器  
計測機器には検定番号が自ら分析する機器  
計測機器、分析者の教育、測定手順の文書化、検定機関との相互監視などの必要  
なシステムを構築する。

食品中の放射性物質に係る自主検査における信頼できる分析等について

食品中の放射性物質に係る自主検査については、昨年6月に厚生労働省において定められた指  
針に基づき、自主検査を実施している事業者が増えています。

科学的に信頼できる分析結果

過剰な規制と消費段階での混乱を避けるため、  
自主検査においても食品衛生法の基準値(一般  
食品:100ベクレル/kg、牛乳及び乳児用食品:  
50ベクレル/kg、飲料水:10ベクレル/kg)に  
基づいて判断する

### 食品の除染方法

外部汚染：水洗

内部汚染：水洗

プルシアンブルー：Cs吸着剤

- ・ 医薬品；内部被曝軽減
- ・ 土壌、水等の除染  
(土壌汚染対策法の特定有害物質)

取込防止

- ・ 農作物：土壌、水、肥料等の除染
- ・ 畜水産物：水、飼料等の除染

### セシウム除去方法

セシウム吸着剤

- 活性炭
- ゼオライト
- プルシアンブルー
  - ・ 医薬品；内部被曝軽減
  - ・ 土壌、水等の除染  
(土壌汚染対策法の特定有害物質)

植物による除染

- ヒマワリ、ソルガム、菌糸類

食品中の放射性物質はどうなったか  
 ~2011年3月11日から現在、  
 そしてこれから~

- ・ 放射線
- ・ 食品中の放射性物質の規格基準
- ・ 放射性物質に係る食品の安全確保対策



第9回食品衛生講演会 平成24年10月1日  
 (社)日本食品衛生協会 食品衛生研究所 村山三徳

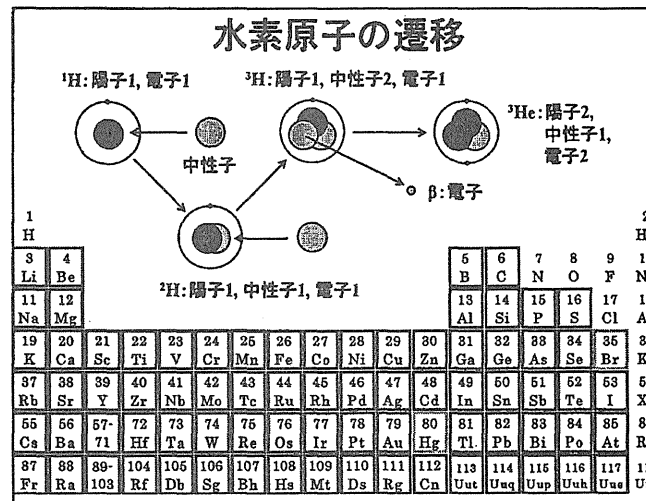
## 放射線の基礎

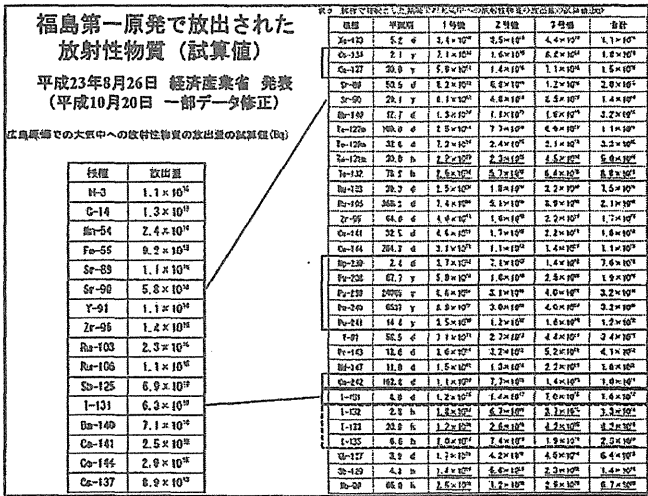
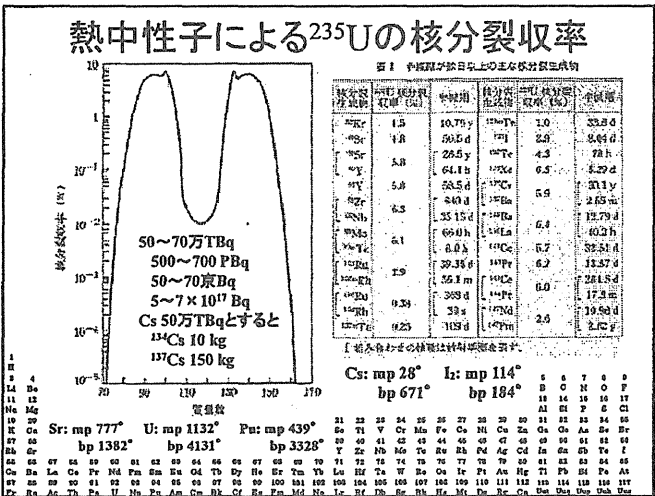
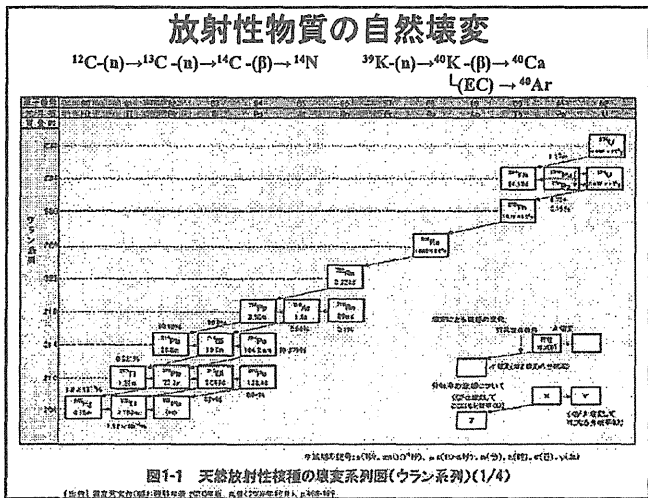
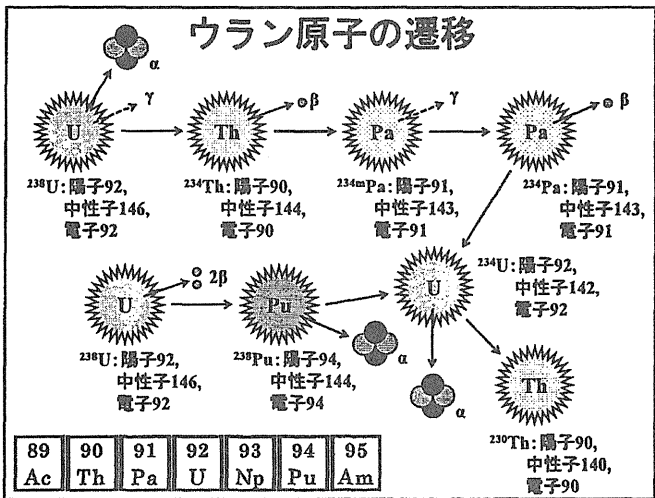
- ・ 放射性核種
- ・ 放射線の種類
- ・ 放射線の人体への影響

**元素**

$^1\text{H}$ : 陽子1, 電子1       $^{238}\text{U}$ : 陽子92, 中性子146, 電子92

1 H																	2 He														
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne														
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar														
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr														
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe														
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo





### 放射線

アルファ線 :  $\alpha$  ( $p2, n2; {}^4\text{He}^{2+}$ )  
 ベータ線 :  $\beta^\pm$  ( $e^-; e^+$ )  
 ガンマ線 :  $\gamma$  (電磁波)  
 中性子線 :  $n$

#### 単位

放射能 : Bq ; 1秒間に崩壊した原子核数  
 (ラジウム1gの放射能 = 37 GBq = 1 Ci)  
 吸収線量 : Gy (1 Gy = 1 J/kg = 100 rad)  
 実効線量 : Sv ; 人体の吸収放射線の影響度  
 ( $\alpha$ : 1 Sv = 1 Gy  $\times$  20;  $\beta, \gamma$ : 1 Sv = 1 Gy  $\times$  1;  
 $n$ : 1 Sv = 1 Gy  $\times$  5; 1 Sv = 100 rem)  
 ${}^{137}\text{Cs}$ の実効線量係数 (mSv/Bq)  
 吸入摂取 :  $6.7 \times 10^{-6}$ , 経口摂取 :  $1.3 \times 10^{-5}$

### 放射線による障害

電離作用 :  $\alpha > \beta > \gamma$   
 物理作用 :  $\alpha > n > \beta$

早発性障害 :  
 脱毛、皮膚障害  
 悪心、嘔吐、全身倦怠

晩発性障害 :  
 放射線性白内障、加齢現象  
 白血病、悪性リンパ腫、癌

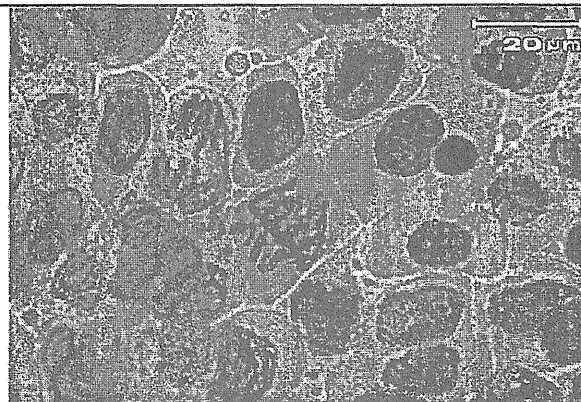
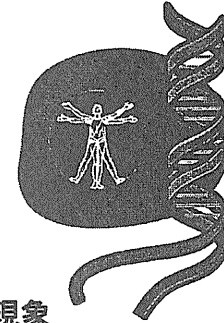
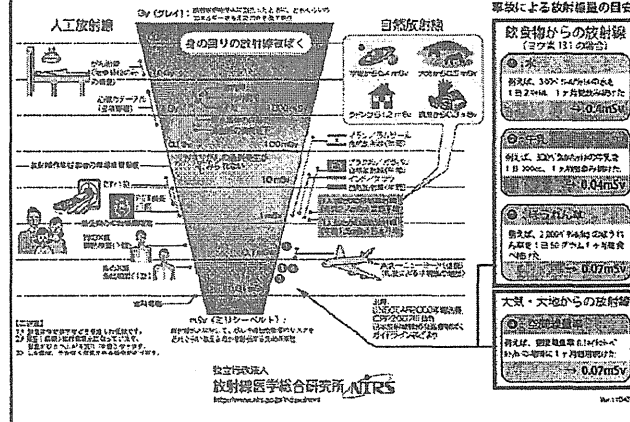


図27 タマネギ(種子)の体細胞分裂中の細胞 遠藤ら, 山形大学紀要(教育科学), 14, 65 (2007)より

### 放射線被ばくの早見図



## 食品中の放射性物質の規格基準

- ・ 食品等の放射能汚染
- ・ 日本の規制
- ・ 各国の規制

## 食品の放射能汚染

- 1945～ 核実験  
1963.8.5 部分的核実験禁止条約  
(米, 英, 露) 後に111カ国
- 1954.3.1 第五福竜丸事件
- 1986.4.26 チェルノブイリ原発事故  
輸入食品中の放射能暫定限度  
 $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ の和として370 Bq/kg
- 1999.9.30 東海村JCO臨界事故  
緊急時における食品の放射能測定マニュアル
- 2011.3.11 福島第一原発事故  
飲食物摂取制限に関する指標
- 2012.4.1 食品衛生法に基づく規格基準

### 放射能汚染された食品の取り扱いについて 暫定規制値 (2011.3.17)

○飲食物摂取制限に関する指標

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における 摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種: $^{131}\text{I}$ )	飲料水、牛乳・乳製品 注)	300
	野菜類(根菜、芋類を除く。)	2,000
放射性セシウム	飲料水、牛乳・乳製品	200
	野菜類、穀類、 肉・卵・魚・その他	500
ウラン	乳幼児用食品、飲料水、 牛乳・乳製品	20
	野菜類、穀類、 肉・卵・魚・その他	100
プルトニウム及び 超ウラン元素のアルファ核種*	乳幼児用食品、飲料水、 牛乳・乳製品	1
	野菜類、穀類、 肉・卵・魚・その他	10

注) 100 Bq/kgを超える牛乳・乳製品は、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること。

\*  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{242}\text{Cm}$ ,  $^{243}\text{Cm}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ 放射能濃度の合計

### 放射能汚染食品の新基準値 (2012.4.1施行)

○飲食物摂取制限に関する指標

核種	摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	
放射性セシウム	飲料水、牛乳・乳製品	200
	野菜類、穀類、 肉・卵・魚・その他	500

○基準値(案)2011.12.22

核種	食品の区分	濃度 (Bq/kg)
放射性セシウム ( $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ の和)	飲料水、(茶飲料)	10
	牛乳、(乳飲料)	50
	乳児用食品	
	一般食品、(乳製品)	100

経過措置: 米、牛肉; 平成24年10月1日より適用

大豆; 平成25年1月1日より適用

上記原材料食品; 指定期日以降、製造、加工、輸入品に適用

## 放射性物質に関する緊急とりまとめ

2011.3.29 食品安全委員会

食品中の放射性物質は、本来、可能な限り低減されるべきものであり、特に、妊産婦若しくは妊娠している可能性のある女性、乳児・幼児等に関しては、十分留意されるべきものであると考える。

### (1) 放射性ヨウ素

放射性ヨウ素について、年間50mSvとする甲状腺等価線量(実効線量として2mSvに相当)は、食品由来の放射線曝露を防ぐ上で相当な安全性を見込んだものと考えられた。

### (2) 放射性セシウム

自然環境下においても10mSv程度の曝露が認められている地域が存在すること、10~20mSvまでなら特段の健康への影響は考えられないとの専門委員及び専門参事人の意見があったこと等も踏まえると、ICRPの実効線量として年間10mSvという値について、緊急時にこれに基づきリスク管理を行うことが不適切とまで言える根拠も見いだせていない。これらのことから、少なくとも放射性セシウムに関し実効線量として年間5mSvは、食品由来の放射線曝露を防ぐ上でかなり安全側に立ったものであると考えられた。

## リスク分析

### 食品の安全への取組(リスク分析)

厚生労働省：食品の安全確保に関する取組(平成23年7月)より

○ リスク分析とは、国民の健康の保護を目的として、国民やある集団が危害にさらされる可能性がある場合、事故の後始末ではなく、可能な範囲で事故を未然に防ぎ、リスクを最小限にするためのプロセス

### リスク評価

食品安全委員会

・リスク評価の実施  
個個に曝露量や摂取量とそれぞれのある物質が食品中に含まれている場合に、どのくらいの割合でどの程度の曝露があるのか評価

食品安全基本法

### リスク管理

厚生労働省

農林水産省

消費者庁

・食品中の含有量について基準を設定  
・基準が守られているかの監視

・原料の採用基準の設定  
・入札や原料中の含有量について基準を設定  
・動物用医薬品等の規制など

・食品の表示について基準を設定  
・表示基準が守られているかの監視

食品衛生法等

農薬取締法  
飼料安全法等

食品衛生法  
健康増進法  
JAS法等

### リスクコミュニケーション

・食品の安全性に関する情報の公開  
・消費者等の関係者が意見を表明する機会の確保

消費者庁が  
総合調整

## 農薬等の毒性とADI設定

### 毒性試験

- |            |                  |       |
|------------|------------------|-------|
| ・急性経口毒性    | ・90日間反復経口投与毒性    |       |
| ・急性経皮毒性    | ・21日間反復経皮投与毒性    |       |
| ・急性吸入毒性    | ・90日間反復吸入毒性      |       |
| ・皮膚刺激性     | ・反復経口投与神経毒性      |       |
| ・眼刺激性      | ・28日間反復投与遅発性神経毒性 |       |
| ・皮膚感作性     | ・1年間反復経口投与毒性     |       |
| ・急性神経毒性    | ・発がん性            | ・催奇形性 |
| ・急性遅発性神経毒性 | ・繁殖毒性            | ・変異原性 |

毒性試験結果等(代謝試験、残留試験、環境影響試験等)より無毒性量(NOEL: No-Observed Adverse Effect Level(mg/kg体重/日))を求め、安全係数(通常100(10[種間差]×10[個人差]))で除して一日摂取許容量(ADI: Acceptable Daily Intake(mg/kg体重/日)、一生に渡って毎日摂取し続けたとしても、危害を及ぼさないと見なせる体重1kg当たりの1日許容摂取量)を求める

## 農薬等の残留基準・使用基準の設定

### 残留基準の設定(厚生労働省)

TMDI、EDIによる推定摂取量を求め、ADI未滿になるように各種食品に対して残留基準を設定する

TMDI(Theoretical Maximum Daily Intake): 基準値ぎりぎりまで農薬等が残留すると仮定し、暴露量を試算する方法

EDI(Estimated Daily Intake): 暴露量を農産物に残留した農薬等の量(農薬残留量)を用いて試算する方法

### 使用基準の設定(農林水産省)

食品への残留基準および環境省評価書(水質汚濁、水産動植物)に適合するよう、使用基準を設定する

### 規格基準設定の基本的な考え方

「コーデックス規格が定められている食品については、我が国でも規格基準の設定を検討することとし、原則としてコーデックス規格を採用する。

「我が国の食糧生産の実態等からコーデックス規格を採用することが困難な場合には、関係者に対し汚染物質の低減対策に係る技術開発の推進等について要請を行うとともに、必要に応じて関係者と連携し、ALARAの原則※に基づく適切な基準値又はガイドライン値等を設定する。

※合理的に達成可能な範囲でできる限り低くする  
(As low as reasonably achievable)という考え方。

「国内に流通する食品中の汚染物質の汚染実態及び国民の食品摂取量等を踏まえると直ちに規格基準の設定が必要でないと判断される場合は、将来にわたって、適宜見直しを行う。

### 各国の規制値

(参考) 放射性核種に係る日本、各国及びコーデックスの指標値

	放射性ヨウ素 <sup>131</sup> I				放射性セシウム <sup>134</sup> Cs <sup>137</sup> Cs				
	飲料水	牛乳・乳製品 (乳製品平均)	野菜類 (野菜類平均)	その他 (食品類平均)	飲料水	牛乳・乳製品	野菜類	穀類	肉・卵・魚・その他の食品
日本	300	350	2,000	食品類 2000	(10) 200	(50) 200	(100) 500	(100) 500	(100) 500
Codex	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
シンガポール	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
タイ	100	100	100	100	500	500	500	500	500
韓国	200	150	200	300	370	370	370	370	370
中国	-	85	150	食品類平均 100 野菜類平均 100	-	330	210	260	肉・卵・魚・その他の食品
香港	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
台湾	300	55	200	300	370	370	370	370	370
フィリピン	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ベトナム	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
マレーシア	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
米国	170	170	170	170	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
EU	300	300	2,000	2,000	200	200	500	500	500

(注) Codex においては、放射性ヨウ素の他に記載した数値(100)は、Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、U-235の合計  
放射性セシウムの他に記載した数値(1000)は、Cs-134、Cs-137、Cs-138、Cs-154、Cs-155、Cs-157の合計  
( )内は2012年4月1日以降;牛乳、乳飲料以外の乳製品は100 Bq/kg

(参考) ICRP 国際放射線防護委員会 50年間の防護基準 セシウムの防護基準  
 食品摂取 50mSv/年 (基準値 300ベクレルの食品20gを1年間摂取)  
 300×2、2×10<sup>-7</sup>×2×365=4、243mSv/年  
 食品摂取 50mSv/年 (基準値 200ベクレルの食品20gを1年間摂取)  
 200×1、3×10<sup>-7</sup>×2×365=1、923mSv/年

### ウクライナ、ベラルーシの規制値

品名	ウクライナ許容濃度 (AL-97)		品名	ベラルーシ許容濃度 (RAL-92)	
	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr		<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
パン・パン製品	20	5	飲料水	10	0.37
ジャガイモ	60	20	乳・乳製品	111	3.7
野菜	40	20	粉ミルク	740	
果物	70	10	肉・肉製品	600	
肉・肉製品	200	20	ジャガイモ	370	3.7
魚・魚製品	150	35	根菜	370	
乳・乳製品	100	20	パン・パン製品	165	3.7
卵	6 *	2 *	小麦粉・穀類・砂糖・蜂蜜	370	
飲料水	2	2	油類類	165	
コンデンスミルク	300	60	野菜・果物	165	
粉ミルク	500	100	野菜・果物の苗苗	165	
野生イチゴ・キノコ(生)	500	50	乾燥キノコ	3700	
野生イチゴ・キノコ(乾燥)	2500	250	調理済み幼児食品	37	1.85
薬草	600	200	調理済みその他食品	370	
その他	600	200			
幼児食品	40	5			

\*:1コあたり

### 放射性物質に係る食品の安全確保対策

政府対応：食品衛生法に基づく規格基準設定

厚生労働省：食品中の放射性物質への対応

[http://www.mhlw.go.jp/shiusai\\_jouhou/shokuhin.html](http://www.mhlw.go.jp/shiusai_jouhou/shokuhin.html)

原子力災害対策特別措置法に基づく

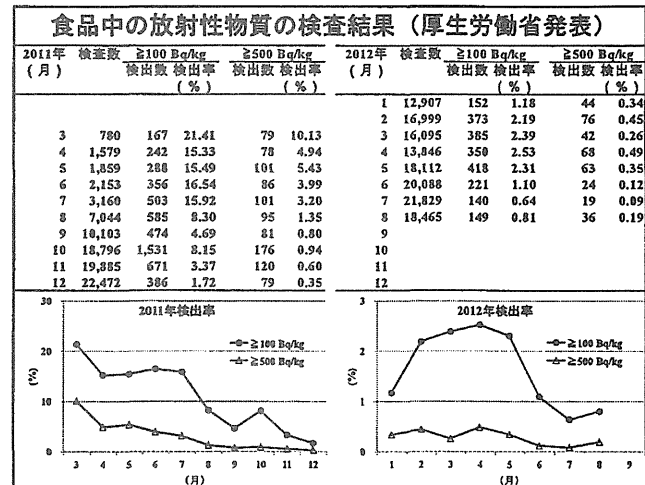
食品に関する出荷制限、摂取制限

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001a3pj-att/2r9852000001a3rg.pdf>

民間対応

1. 閾値設定（食品衛生法または独自規格）
2. トレーサビリティ確保（出荷制限、摂取制限確認）
3. 検査

地域	検査数	検出レベル(Bq/kg)				
		不検出	<10	10≤<50	50≤<100	100≤
青森	32	32				
岩手	102	101		1		
宮城	381	381				
秋田	73	73				
山形	291	291				
福島	1281	1081	27	151	14	8
茨城	389	384		1	3	
栃木	252	249		1	2	
群馬	93	91			2	
埼玉	113	113				
千葉	294	293		1		
東京	11	11				
神奈川	2	2				
山梨	51	51				
長野	68	68				
静岡	6	6				
合計	3439	3228	27	155	21	8
(%)	100.00	93.86	0.79	4.51	0.61	0.23



### 人のセシウム汚染状況

<原発事故>福島の子供セシウム検出0.1%に  
毎日新聞 8月3日(金)2時31分配信

担当の坪倉正治医師は「今回の結果は、事故後もセシウムによる内部被ばくが続いていたチェルノブイリ原発事故の被災地と違い、事故後の日常生活ではセシウムの取り込みがほとんどなく、大半の子どもで慢性的な内部被ばくが非常に低いレベルにあることを示している」と説明する。

南相馬市立総合病院やひらた中央病院など福島県内の4病院で実施しているホールボディカウンターによる内部被ばく検査を、今年4～6月に受けた4～12歳の幼児と児童計5931人分の結果を坪倉医師が解析。放射性セシウムの検出限界(1人当たり250～300ベクレル)を超えたのは6人(約0.1%)だけだった。このうち3人は同じ家族で、最高で615ベクレル。野生のキノコを食べたのが原因とみられる。

### 食品中の放射性物質に係る自主検査における信頼できる分析等について

2011年4月20日 厚生労働省発表

科学的に信頼できる分析結果を得るためには、以下の取組等を行うことが必要。

- 分析法の選定  
いつ、どこで、何が分析して信頼性の高い結果が得られることが重要視されなければならない。
- 分析機関の選定  
分析機関の選定は、分析結果の信頼性を確保するために、分析機関の信頼性を評価することが必要。
- 分析結果の信頼性の確保  
分析結果の信頼性を確保するために、分析機関の信頼性を評価することが必要。

科学的に信頼できる分析結果

過剰な規制と消費段階での混乱を避けるため、自主検査においても食品衛生法の基準値(一般食品:100ベクレル/kg、牛乳及び乳児用食品:50ベクレル/kg、飲料水:10ベクレル/kg)に基づいて判断する。



### 放射能汚染食品の新基準値 (2012.4.1施行)

食品、添加物等の規格基準

第1食品 A 食品一般の成分規格

1 食品は、抗生物質又は化学的合成品(化学的手段により元素又は化合物に分解反応以外の化学的反應を起こさせて得られた物質をいう。以下同じ。)たる抗菌性物質及び放射性物質を含有してはならない。(後略)

(中略)

12 セシウム(放射性物質のうち、セシウム134及びセシウム137をいう。)は、次の表の第1欄に掲げる食品の区分に応じ、それぞれ同表の第2欄に定める濃度を超えて食品に含有されるものであつてはならない。(後略)

飲料水、茶飲料	10 Bq/kg
乳児用食品	50 Bq/kg
上記以外の食品(乳等関係を除く)	100 Bq/kg

### 放射性物質 Bq ⇔ g 換算

核種	半減期	g/100 Bq	Bq/0.01 mg	放出量(Bq)*
K 40	1,277,000,000 y	$390 \times 10^{-9}$	$260 \times 10^{-3}$	
Sr 90	29 y	$20.0 \times 10^{-12}$	$5.1 \times 10^3$	$1.4 \times 10^{14}$
I 131	8 d	$22.0 \times 10^{-15}$	$4.6 \times 10^6$	$1.6 \times 10^{17}$
Cs 134	2 y	$2.1 \times 10^{-12}$	$49.0 \times 10^2$	$1.8 \times 10^{16}$
Cs 137	30 y	$31.0 \times 10^{-12}$	$3.2 \times 10^3$	$1.5 \times 10^{16}$
U 235	704,000,000 y	$1.2 \times 10^{-3}$	$80.0 \times 10^{-3}$	
U 238	4,470,000,000 y	$8.0 \times 10^{-3}$	$12.0 \times 10^{-3}$	
Pu 238	88 y	$160.0 \times 10^{-12}$	$630.0 \times 10^0$	$1.9 \times 10^{10}$
Pu 239	24,100 y	$43.0 \times 10^{-9}$	$2.3 \times 10^0$	$3.2 \times 10^9$
Pu 240	6,540 y	$12.0 \times 10^{-9}$	$8.4 \times 10^0$	$3.2 \times 10^9$
Pu 241	14 y	$26.0 \times 10^{-12}$	$3.8 \times 10^3$	$1.2 \times 10^{12}$

\*福島第一原発で放出された放射性物質試算値(平成23年8月26日経済産業省発表)

### 食品の除染方法

外部汚染：水洗

内部汚染：水洗

プルシアンブルー：Cs吸着剤

- ・ 医薬品；内部被曝軽減
- ・ 土壌、水等の除染  
(土壌汚染対策法の特定有害物質)

取込防止

- ・ 農作物：土壌、水、肥料等の除染
- ・ 畜水産物：水、飼料等の除染

### セシウム除去方法

セシウム吸着剤

- 活性炭
- ゼオライト
- プルシアンブルー
  - ・ 医薬品；内部被曝軽減
  - ・ 土壌、水等の除染  
(土壌汚染対策法の特定有害物質)

植物による除染

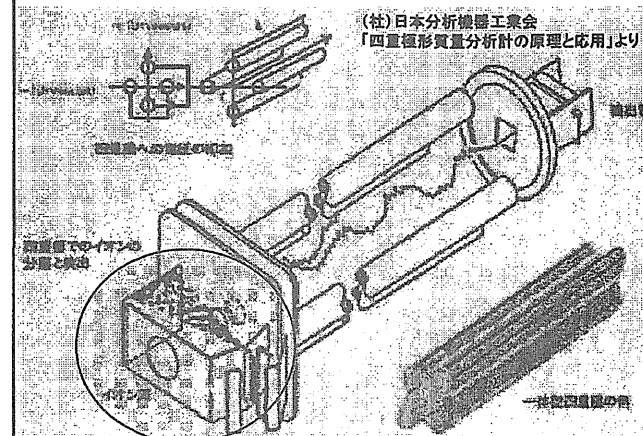
- ヒマワリ、ソルガム、菌糸類

## 食品中の残留農薬等試験検査 におけるマトリックスの 影響評価に関する研究

### GC/MS、LC/MSにおける マトリックス効果の補正

(社) 日本食品衛生協会 食品衛生研究所  
化学試験部 村山三徳

## マトリックス効果



## マトリックス効果の除去

- 抽出、精製法の再検討  
追加操作が必要となれば手間、時間、費用増  
一斉試験法では回収率低下懸念
- 安定同位体サロゲート  
一部を除き供給体制未整備、時間、費用増
- マトリックス検量線  
同一検体でもマトリックスの同等性が問題  
手間、時間、費用増
- 標準添加法  
同一検体でもマトリックスの同等性が問題  
手間、時間、費用増

## GC/MSにおけるマトリックス効果

添加回収結果：ほうれんそうに各農薬0.02 ppm相当添加

### 絶対検量線法による回収率(%)

試行	1-1	1-2
クロルピリホス	119.1	177.6
フルトラニル	134.2	200.2
マラチオン	126.0	181.8

### マトリックス検量線法による回収率(%)

試行	1-1	1-2
クロルピリホス	101.2	78.4
フルトラニル	106.2	78.1
マラチオン	95.6	79.0

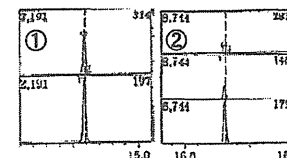
個別法による ほうれんそう中 クロルピリホスの 回収率(%)
104.5
102.3
96.4
99.1
94.3
102.2
97.0
102.9
98.9
98.6
平均 99.6
RSD 3.28%

GC/MSによる農薬等の一斉試験法(農産物)  
厚労省通知法

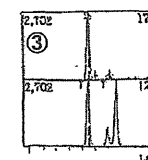
試料: 野菜類 20.0 g  
 ↓ ホモジナイズ: アセトニトリル 50 mL, 吸引ろ過  
 紙上残留物  
 ↓ ホモジナイズ: アセトニトリル 20 mL, 吸引ろ過  
 る液を合わせアセトニトリルを加えて 100 mL  
 ↓  
 抽出液 20 mL  
 ↓ 塩析: 塩化ナトリウム 10 g, 0.5 Mリン酸緩衝液 (pH7.0) 20 mL  
 アセトニトリル層  
 ↓ 脱水: 無水硫酸ナトリウム, 溶媒留去  
 アセトニトリル-トルエン (3:1) 2 mL  
 ↓  
 グラファイトカーボン/アミノプロピルシリカ積層ミニカラム  
 ↓ アセトニトリル-トルエン (3:1) 20 mL 溶出, 溶媒留去  
 試験溶液: アセトン-ヘキサン (1:1) 1 mL  
 ↓  
 GC/MS

GC/MS測定条件

GC/MS装置: GC-2010, GCMS-QP2010Plus (島津製作所)  
 カラム: DB-5MS, 0.25 mmφ×30 m, 0.25 μm (Agilent J&W)  
 カラム温度: 50°C(1分)-25°C/分-125°C(0分)-10°C/分-300°C(10分)  
 注入口温度: 250°C  
 注入方式: スプリットレス  
 キャリアーガス: ヘリウム  
 インターフェース温度: 300°C  
 イオン化モード: EI

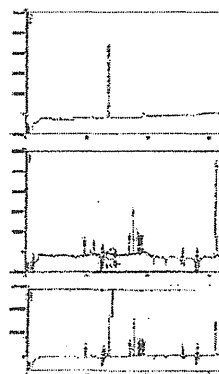


測定モード: SIM  
 測定イオン(m/z, 定量イオン, {確認イオン}):  
 ① クロルピリホス ; 314, [197]  
 ② フルトラニル ; 281, [145, 173]  
 ③ マラチオン ; 173, [125]



EPN、クロルピリホス等試験法(農産物)  
厚労省通知法

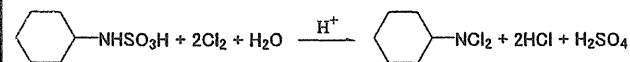
試料: 野菜類 20.0 g  
 ↓ アセトン 100, 50 mL  
 ↓ ホモジナイズ  
 ↓ 吸引ろ過  
 ↓ アセトン留去  
 ↓ 飽和塩化ナトリウム 100 mL  
 ↓ 酢酸エチル-ヘキサン (1:4) 100, 50 mL  
 酢酸エチル-ヘキサン層  
 ↓ 脱水: 無水硫酸ナトリウム, 溶媒留去  
 ↓ アセトン-ヘキサン (1:1) 5 mL  
 シリカゲルカラム  
 ↓ アセトン-ヘキサン (1:1) 100 mL 溶出  
 ↓ 溶媒留去  
 ↓ アセトン 5 mL  
 試験溶液  
 ↓  
 GC-FPD



サイクラミン酸試験法

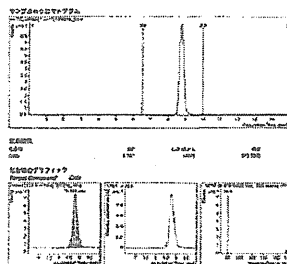
試料 10 g  
 ↓ 水 100 mL  
 ↓ 遠心分離  
 水層 10 mL → LC/MS  
 ↓  
 C18+SAXミニカラム  
 ↓ 水 10 mL 洗浄  
 SAXミニカラム  
 ↓ 希塩酸 10 mL 溶出  
 溶出液

溶出液  
 ↓ ヘキサン 5 mL  
 ↓ 2.5% Cl<sub>2</sub> 溶液 1 mL  
 ↓ 振とう  
 ヘキサン層  
 ↓ 5% NaHCO<sub>3</sub> 溶液 25 mL  
 ↓ 振とう  
 ヘキサン層  
 ↓  
 試験溶液  
 ↓  
 HPLC-UV (314 nm)



## LC/MS測定条件

LC/MS装置 : 1200 Infinity Series,  
 6460 Triple Quad LC/MS (Agilent Technologies)  
 カラム : L-column ODS, 2.1 mmφ×25 cm, 5 μm (CERI)  
 カラム温度 : 40℃  
 移動相 : 0.1%ギ酸-メタノール(7:3), 0.2 mL/min  
 注入量 : 5 μL  
 イオン化モード : ESI(-)  
 測定モード : MRM  
 測定イオン (m/z) : 178.1→79.8



## LC/MSにおけるマトリックス効果

添加回収結果(%) : サイクラミン酸20 ppm相当添加

検体	1	2	3
絶対検量線法	82.3	84.3	91.1
標準溶液添加法	102.3	101.0	97.6

試験溶液+標準溶液  
 1+1 (0 ppm)  
 1+1 (20 ppm)  
 1+1 (40 ppm)

