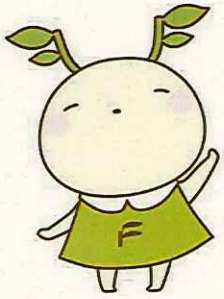
資料１

# 放射線の基礎知識と
# 食品中の放射能

福島大学
うつくしまふくしま未来支援センター
大瀬健嗣



FURE Fukushima Future Center for Regional Revitalization

# 放射線の基礎と人体への影響

# 放射線とは？

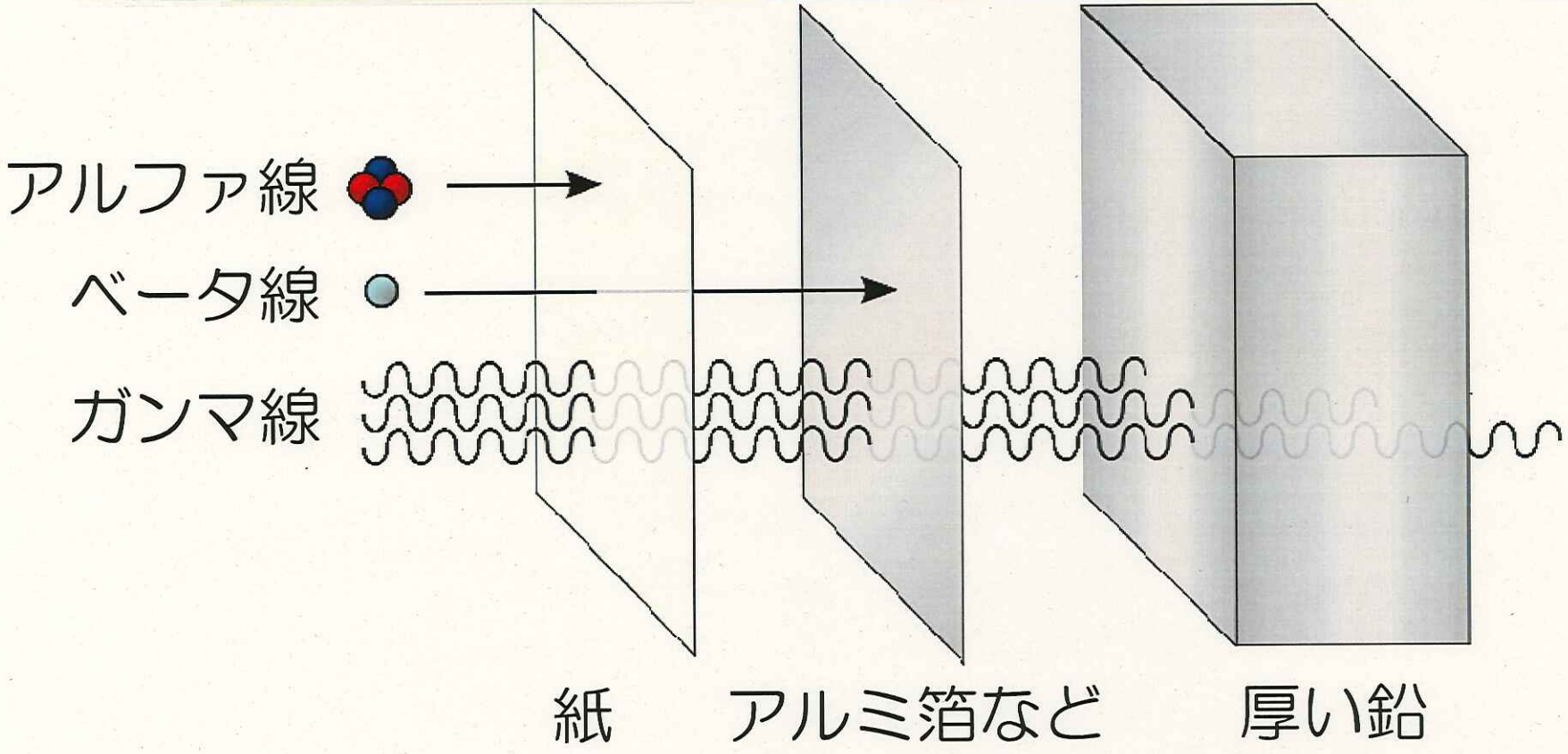
放射線とは「波長が短い電磁波」及び
「高速で動く粒子」のことを言います。

γ(ガンマ)線とX線とは発生方法の違いで定義される。
そのため、波長でγ線とX線を区別する事はできない。

高速で動く粒子：α線、β線、中性子線など

放射線は大きなエネルギーを持ち、高速で移動するが、
熱や光のように人が身体で感じることは出来ない。

# 放射線の透過性




放射線は空気中では遠くには届きにくい。ガンマ線の場合、発生源からの距離が２倍になると、放射線の強さは1/4に減る。
アルファ線、ベータ線はガンマ線より届きにくい。

# 放射線を出す物質　―　放射性核種

セシウム（元素記号：Cs）の例

$^{133}_{55}Cs$

100%

安定核種

$^{134}_{55}Cs$

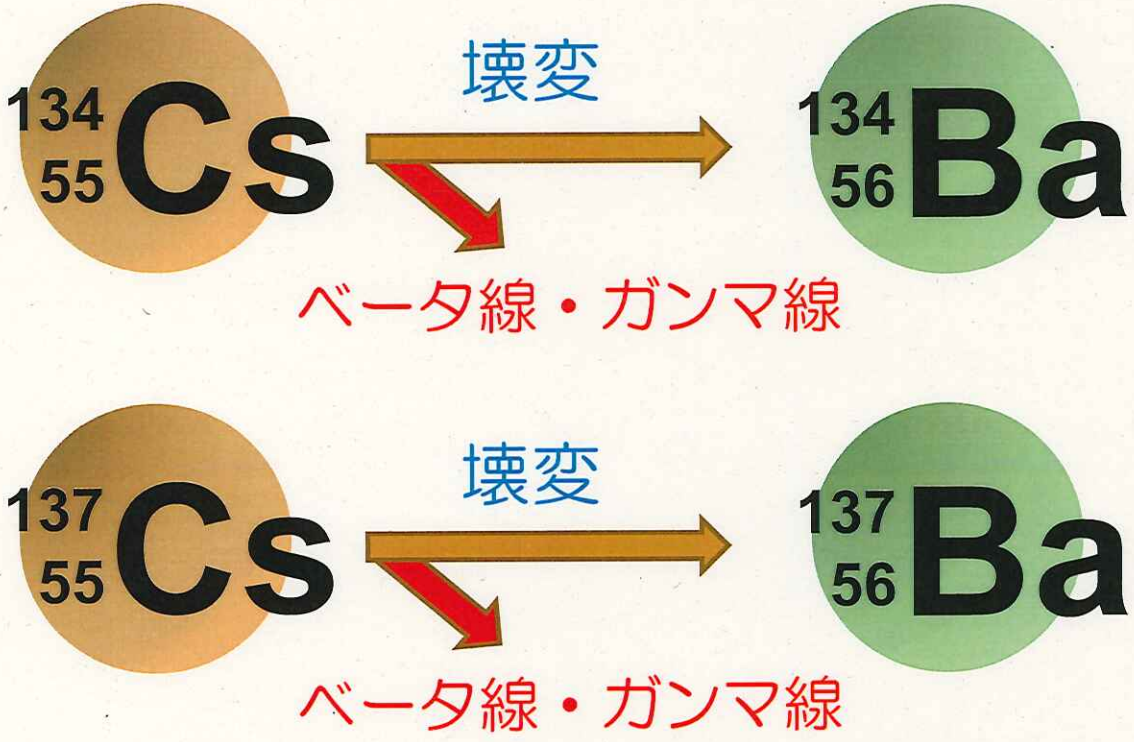
半減期 ２年

$^{137}_{55}Cs$

半減期 ３０年

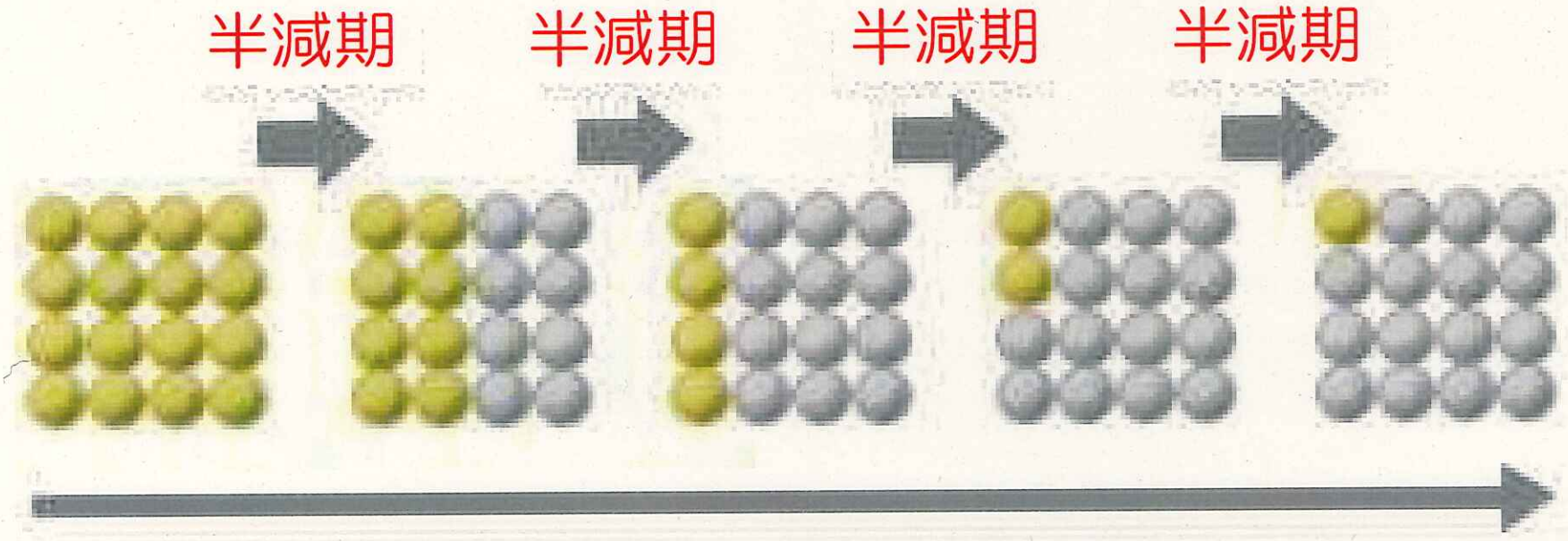
放射性核種
（天然には存在しない人工放射性核種）

# 放射線を出す物質　―　放射性核種




一つの原子核がいつ壊変するかは判らない。
しかし、沢山集めれば、平均的にどのくらい経つと壊変するかは判り、半減期として表される。

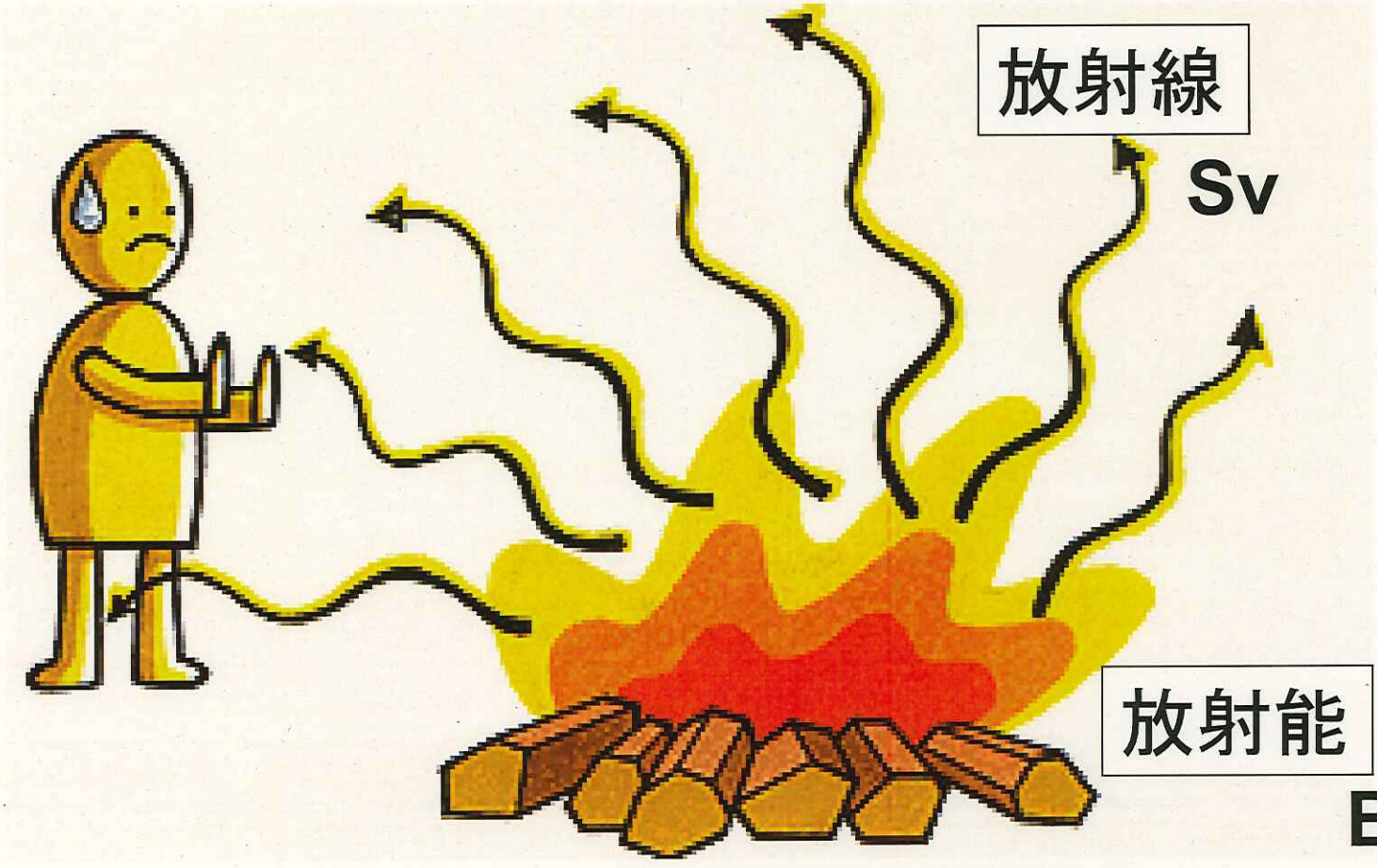
# 放射性核種の半減期




**天然放射性核種**
炭素-14：5730年
ラジウム-226：1600年
ラドン-222：3.8日
ウラン-238：44.7億年

**人工放射性核種**
ヨウ素-131：8日
セシウム-134：2年
セシウム-137：30年
ストロンチウム-90：29年

# 放射線と放射能



# 放射線と放射能の単位

## 放射能

**Bq（ベクレル）**

放射線を「出す」
能力を表す単位

1Bqとは、１秒間に１個の原子が壊変を起こす放射能の量。

## 放射線

**Sv（シーベルト）**

人体が「受け取る」
放射線の量を表す単位

人体が被ばくしたときの影響を考慮した単位。放射能が同じでも壊変でててくる放射線の種類や強さにより変わる。

覚え方は、１秒１発
１ベクレル！

人体ではなく「もの」が放射線を受け取るときには「Gy（グレイ）」という単位を使うよ。

# 放射線を測る単位

実効線量

1ミリシーベルト[mSv]： 1Svの1000分の 1

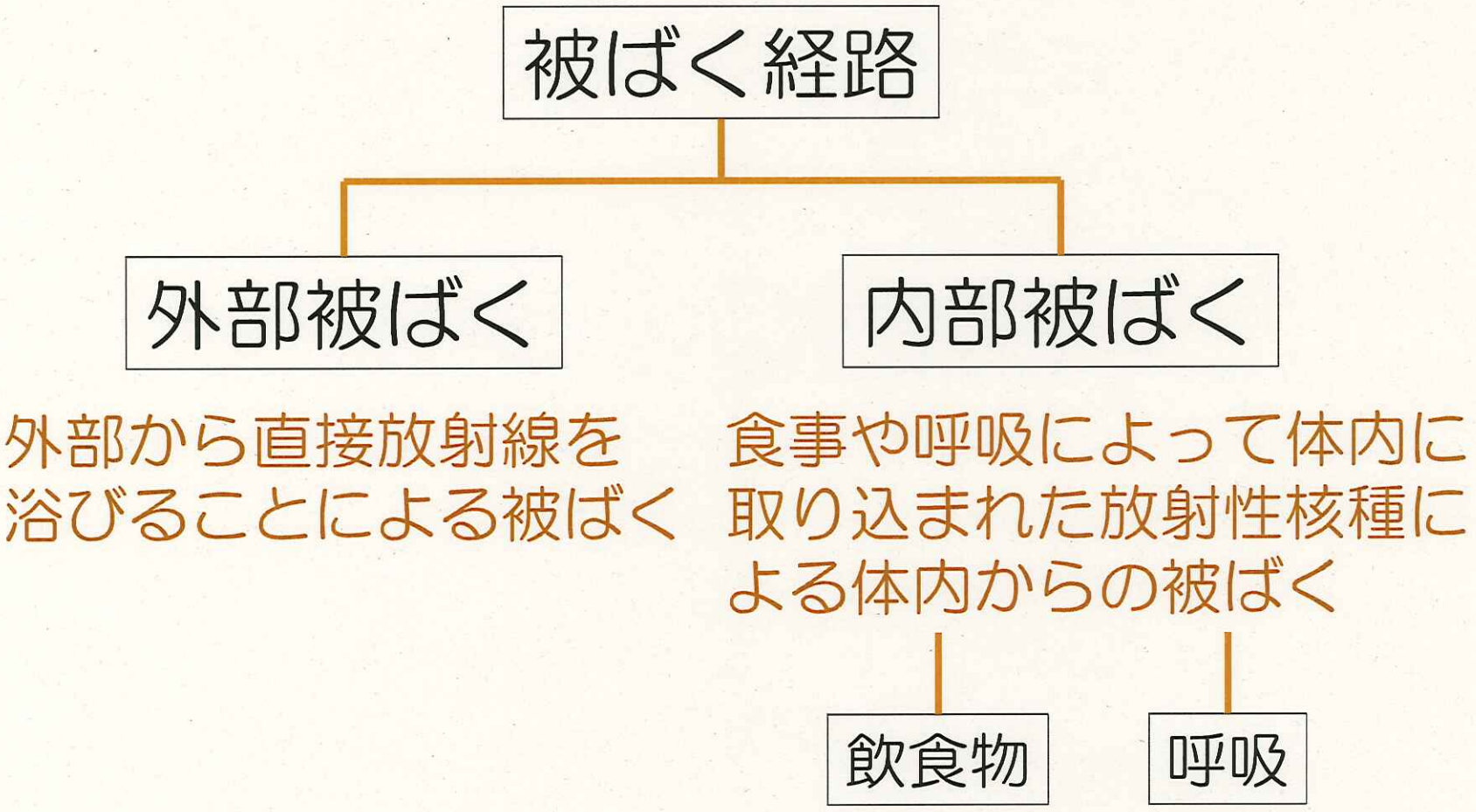
1マイクロシーベルト[μSv]： 1mSvの1000分の 1
1Svの1,000,000分の 1

積算線量：ある期間に浴びた線量の合計値　mSv, μSv

空間線量(率)：その場所の放射線量の強さ　μSv/h

年間被ばく線量：人が 1年間に浴びる放射線量
mSv/yr

# 人体への被ばく経路


被ばく経路
外部被ばく
内部被ばく
外部から直接放射線を浴びることによる被ばく
食事や呼吸によって体内に取り込まれた放射性核種による体内からの被ばく
飲食物
呼吸

# 自然放射線と人工放射線

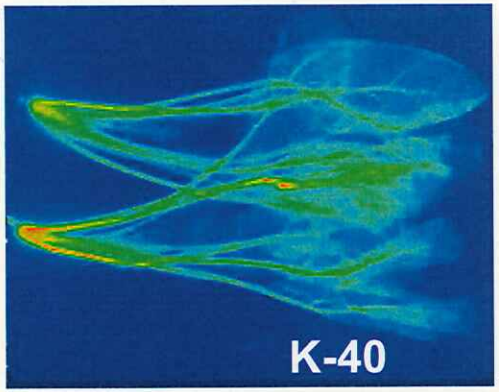
人体中の放射性物質
（体重60Kgの平均的な日本人）

カリウム-40 ------- 4,000 Bq
炭素-14 ---------- 2,500 Bq
ルビジウム-87 ------ 500 Bq
鉛-210 ---------- 20 Bq
合計およそ 7,000 Bq

カリウムは人や動植物に必須の元素ですが、その0.012%は放射性の$^{40}$Kなので、体内に多い。

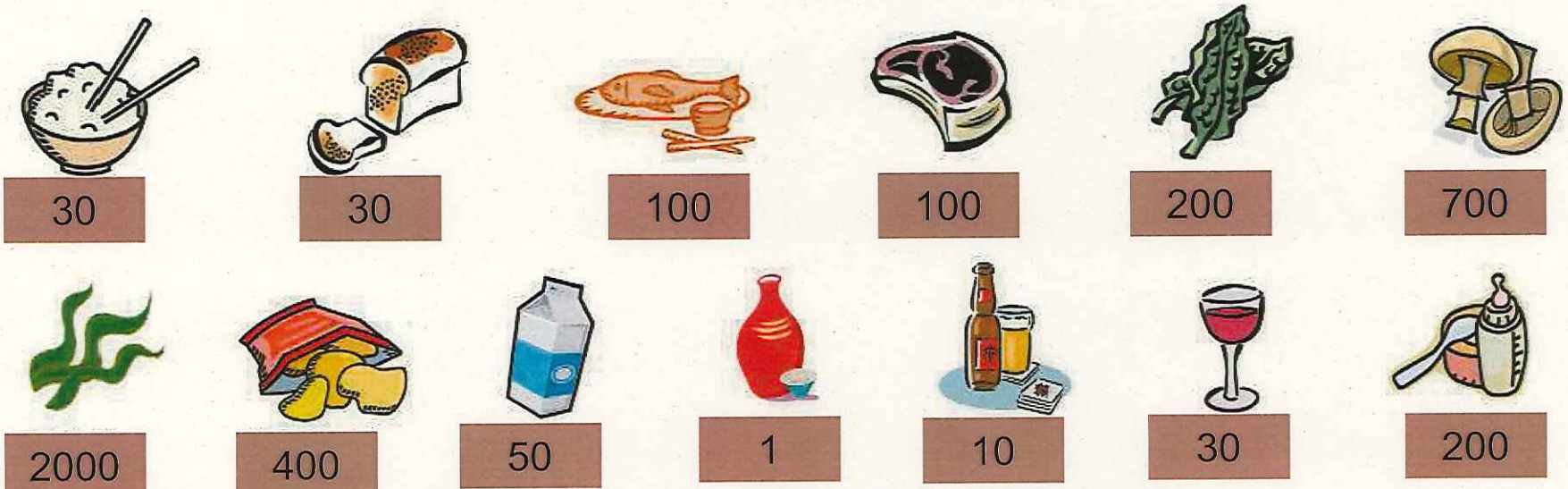
大気中の二酸化炭素にも一定の割合で放射性の$^{14}$Cが含まれており、光合成や食物連鎖を通して体内に取り込まれる。

# 食品中の天然放射性物質カリウム-40



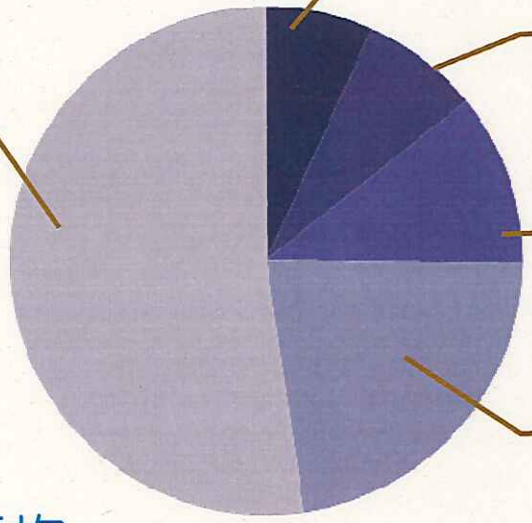

ホウレン草に含まれる天然の放射性物質K-40から出た放射線を特殊なフィルムで撮影した画像。
（ホウレン草の中でのK-40の分布を表している。）

カリウムには、K-40が1万分の1の割合で存在している。そのため、飲食物にはカリウム-40も含まれている。




食品1 kgに含まれるK-40の放射能濃度（Bq/kg）

# 日本人が浴びる平均年間実効線量



医療
2.3 mSv/yr

宇宙線
0.30 (0.39) mSv/yr

大地からの放射線
0.33 (0.48) mSv/yr

大気中のラドン
0.48 (1.26) mSv/yr

食品
0.99 (0.29) mSv/yr

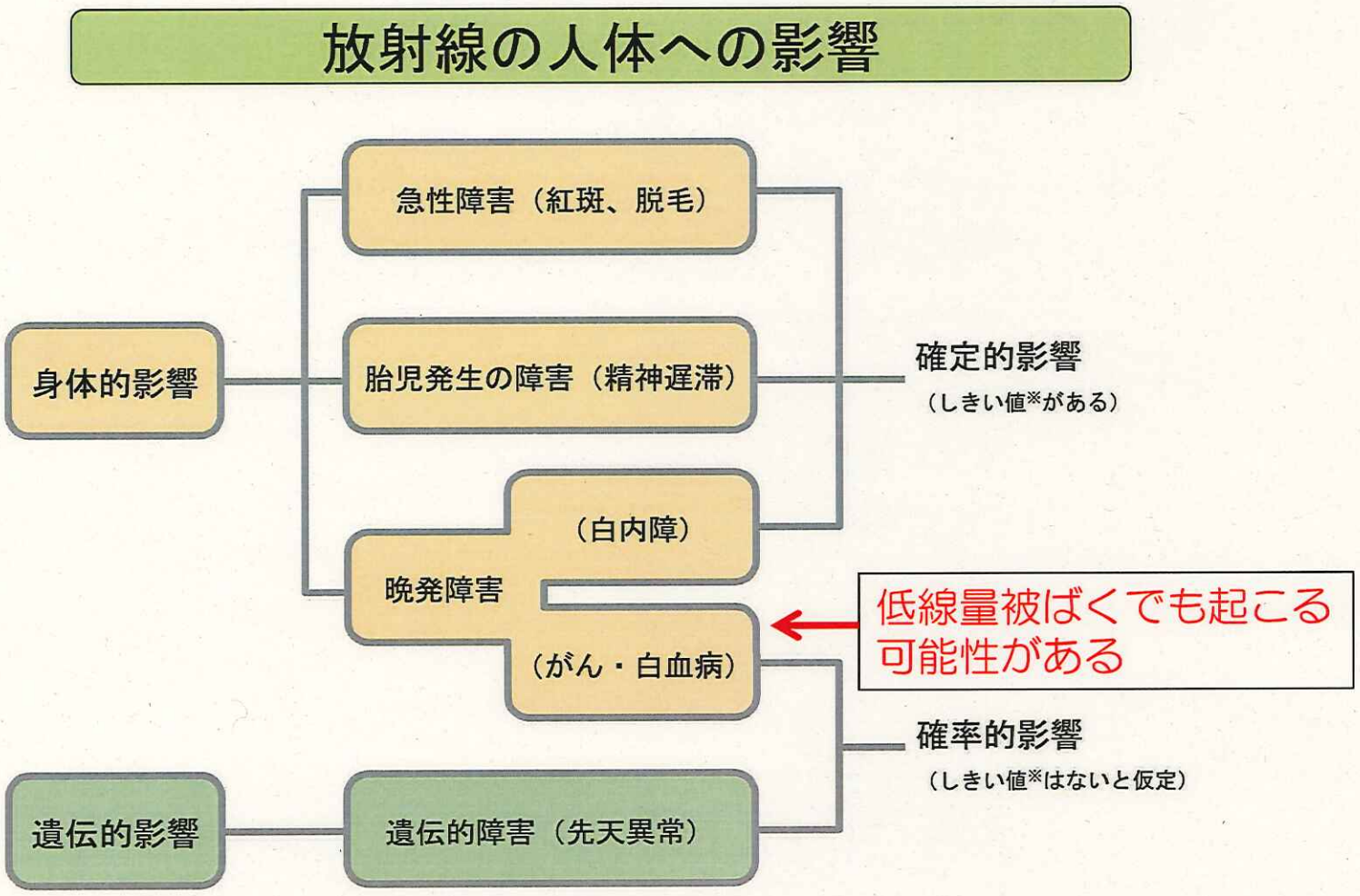
※青字は世界平均

合計： 4.4 mSv/yr

自然放射線： 2.1 (2.4) mSv/yr

およそ 6 μSv/day

# 放射線の人体への影響

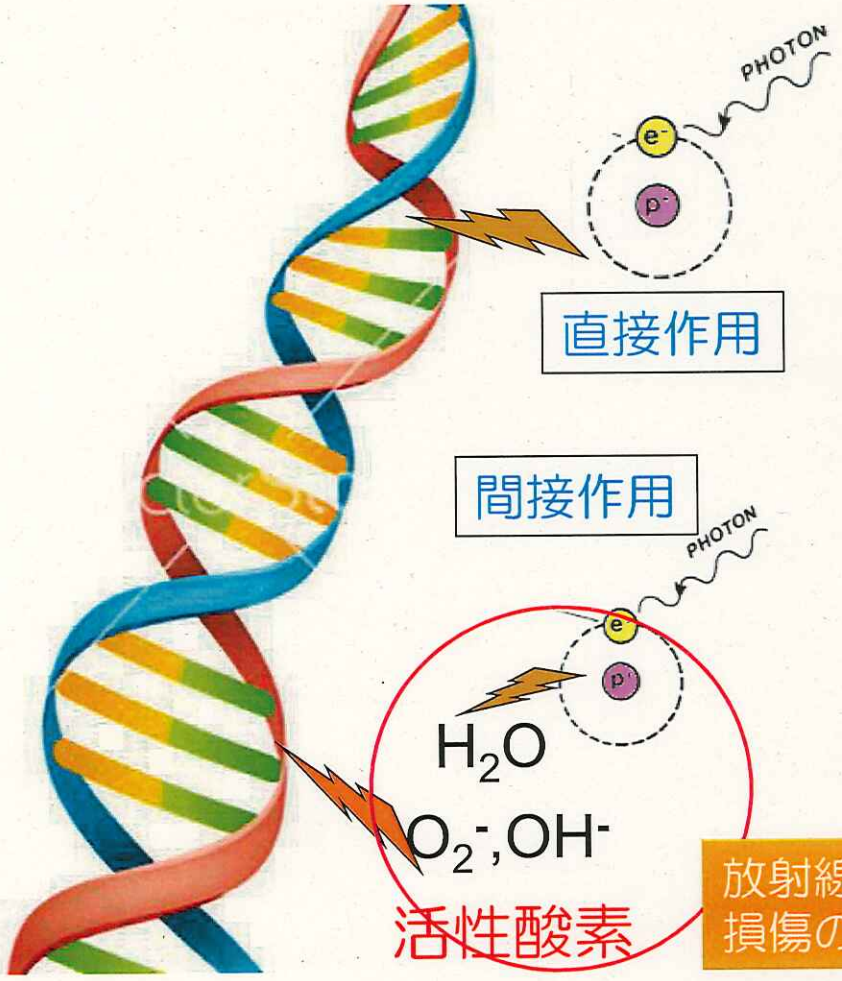



※しきい値…ある作用が反応を起こすか起こさないかの境の値のこと

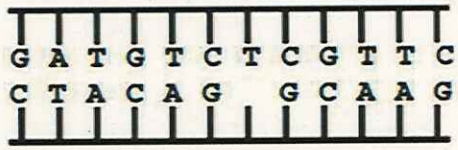
出典：（財）放射線影響協会「放射線の影響がわかる本」

# 低線量被ばくによる人体への影響

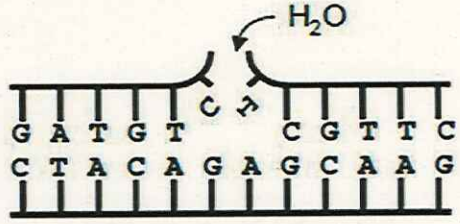
## 人体（生物）における放射線の標的は遺伝子（DNA）



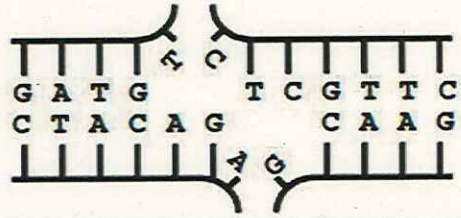

塩基損傷




一本鎖切断



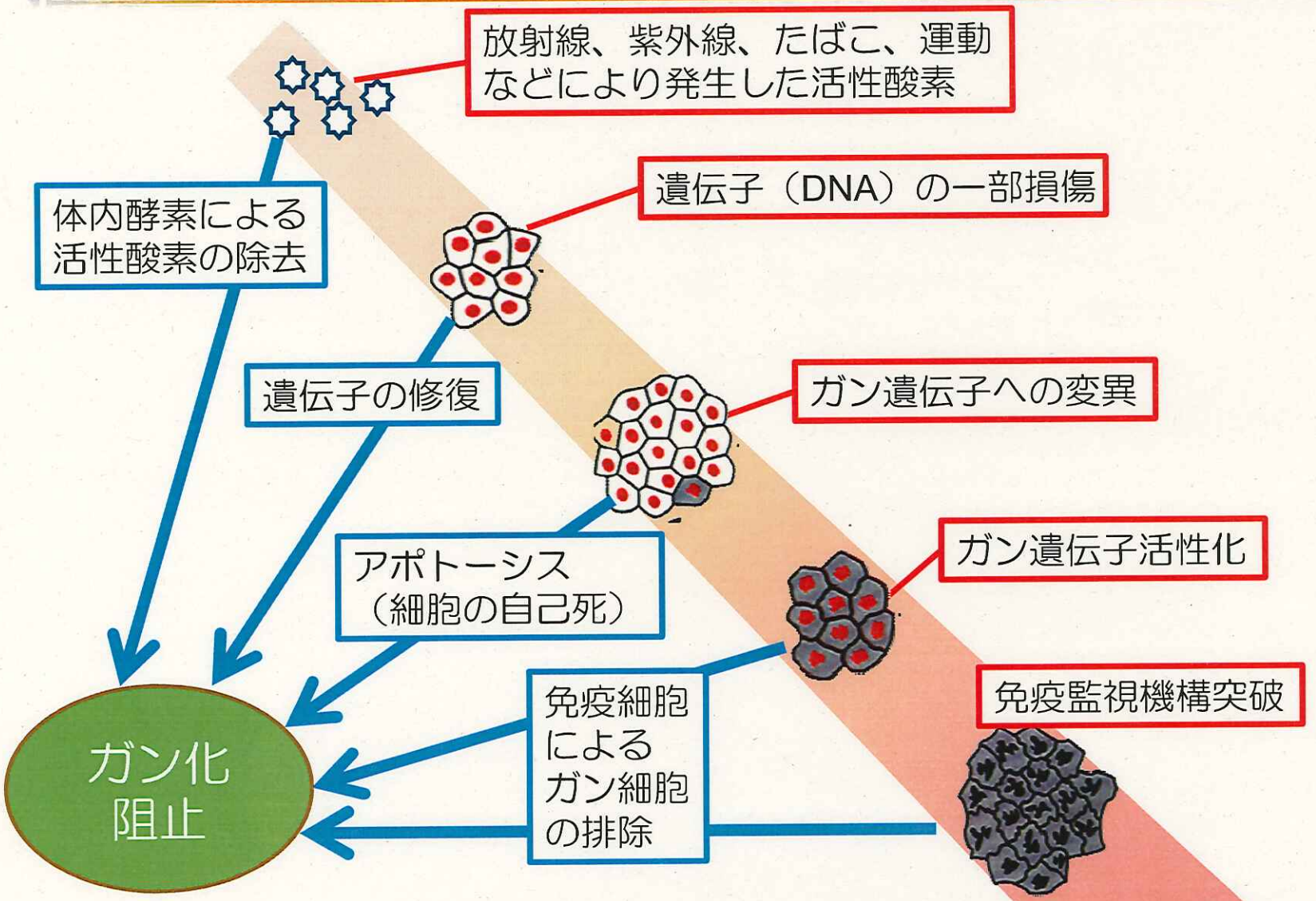

二本鎖切断




塩基損傷、一本鎖切断はほぼ100%修復される。二本鎖切断もほぼ修復される。

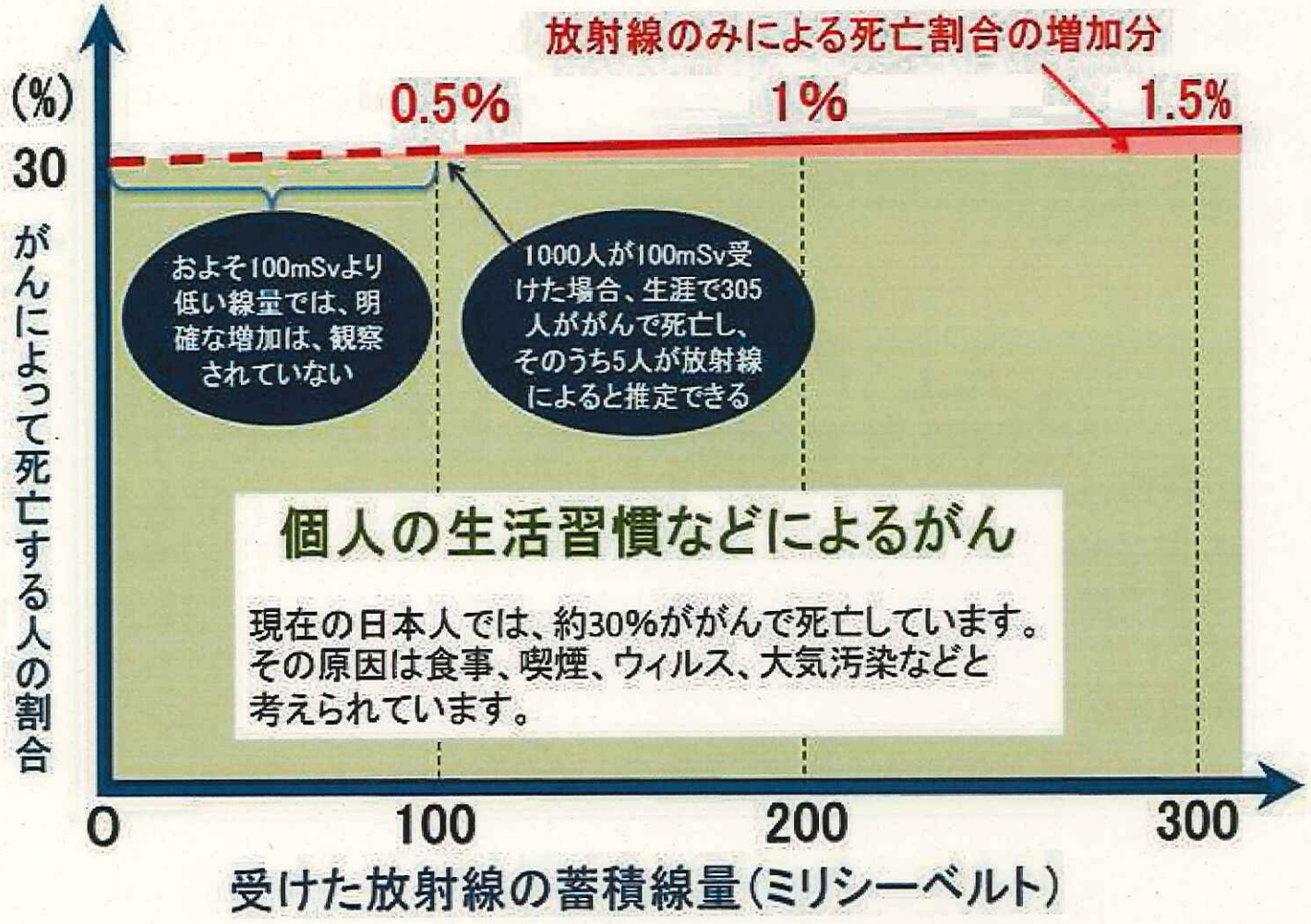
放射線による遺伝子（DNA）損傷の７割は活性酸素による。

# 低線量被ばくによるガン化のプロセス

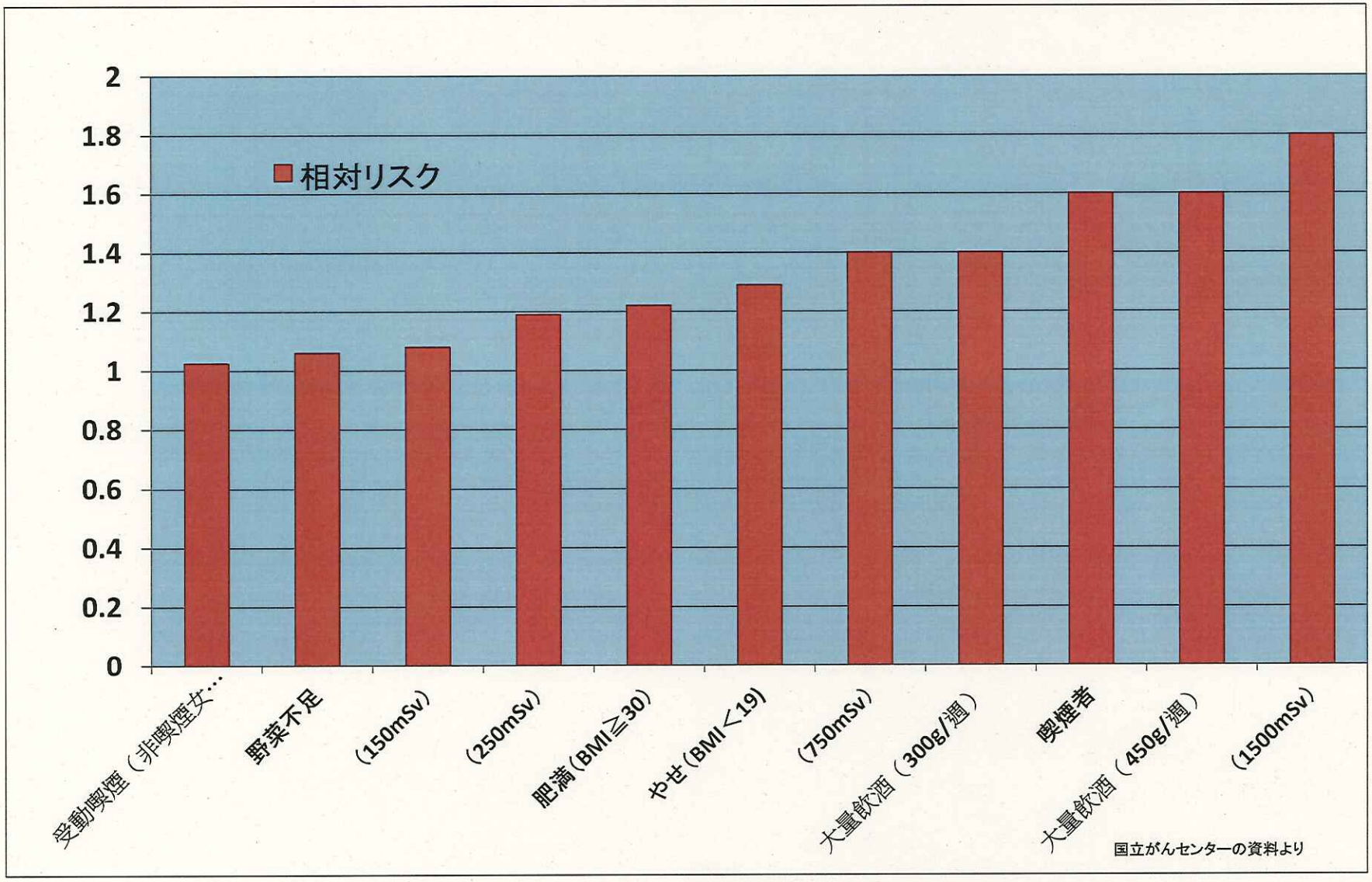


# 放射線の人への影響

## 年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡



# がんの相対リスク


2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
相対リスク
受動喫煙（非喫煙女…
野菜不足
（150mSv）
（250mSv）
肥満（BMI≧30）
やせ（BMI＜19）
（750mSv）
大量飲酒（300g/週）
喫煙者
大量飲酒（450g/週）
（1500mSv）
国立がんセンターの資料より

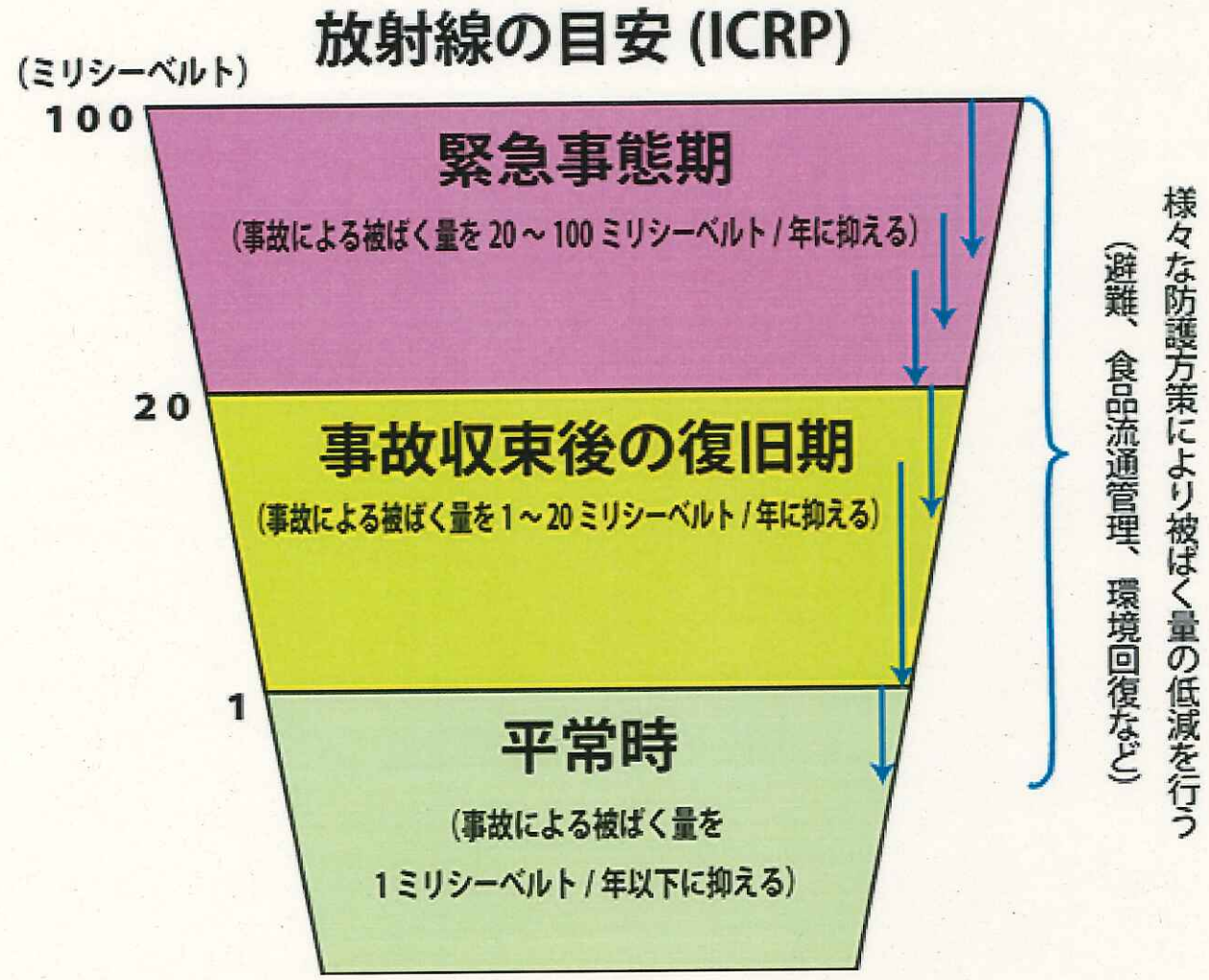
# がんの相対リスク

## がんのリスク －放射線、ダイオキシンと生活習慣（JPHC Study）－

| 相対リスク | 全部位 ＊医影がん：広島・長崎<br>ダイオキシン：職業曝露・伊工場爆発事故 | 特定部位 ＊チェルノブイリ18歳以下被ばく10-15年後 |
|---|---|---|
| 10～ | | C型肝炎感染者（肝臓：36）<br>ピロリ菌感染既往者（胃：10） |
| 2.50～9.99 | | 650-1240mSv（甲状腺：4.0）<br>【1000mSv当たり3.2倍と推計】<br>喫煙者（肺：4.2-4.5）<br>大量飲酒（300g以上/週）※（食道：4.6） |
| 1.50～2.49 | 1000-2000mSv (1.8)<br>【1000mSv当たり1.5倍と推計】<br>喫煙者 (1.6)<br>大量飲酒（450g以上/週）※ (1.6) | 150-290mSv（甲状腺：2.1）<br>高塩分食品毎日（胃：2.5-3.5）<br>運動不足（結腸<男性>：1.7）<br>肥満（BMI>30）（大腸：1.5）（閉経後乳がん：2.3） |
| 1.30～1.49 | 500-1000mSv(1.4)<br>2,3,7,8-TCDD血中濃度数千倍【職業曝露】(1.4)<br>大量飲酒（300-449g/週）※ (1.4) | 50-140mSv（甲状腺：1.4）<br>受動喫煙<非喫煙女性>（肺：1.3） |
| 1.10～1.29 | 200-500mSv (1.19)<br>肥満（BMI≧30）(1.22)<br>やせ（BMI＜19）(1.29)<br>運動不足 (1.15-1.19)<br>高塩分食品 (1.11-1.15) | |
| 1.01-1.09 | 100-200mSv (1.08)<br>野菜不足 (1.06)<br>受動喫煙<非喫煙女性> (1.02-1.03) | |
| 検出不可能 | 100mSv未満<br>2,3,7,8-TCDD血中濃度数百倍【農薬工場爆発事故周辺住民】 | |

※飲酒については、エタノール換算量を示す

# 人が被ばくする放射線の目安




国際放射線防護委員会(ICRP)は専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う国際学術組織

# 食品中の放射能と安全基準

# 体内に入った放射性セシウムの行方

## 放射性セシウムの生物学的半減期

物理学的半減期は、30年であるが。

| 年齢 | 生物学的半減期 |
|---|---|
| 3ヶ月 | 16 日 |
| 1歳 | 13日 |
| 5歳 | 30日 |
| 10歳 | 50日 |
| 15歳 | 93日 |
| 成人 | 110日 |

国際放射線防御委員会(ICRP) の公表値

## 水や食物中に存在する放射性物質からの放射線量の計算の例

次に、水や食物中に存在する放射性物質から受ける放射線量(体内の放射性物質によって将来受ける放射線量を含めた積算値)ですが、これは国際放射線防護委員会による係数を用いて、下記の計算式で推定できます。

**受ける放射線量(マイクロシーベルト)=実効線量係数(下の表の値)×放射能濃度(ベクレル/kg)×飲食した量(kg)**

**実効線量係数※(マイクロシーベルト/ベクレル)**

| | ヨウ素-131 | セシウム-137 | セシウム-134 |
|---|---|---|---|
| 乳児(3ヶ月) | 0.18 | 0.020 | 0.026 |
| 幼児(1-2歳) | 0.18 | 0.012 | 0.016 |
| 子供(3-7歳) | 0.10 | 0.0096 | 0.013 |
| 成人 | 0.022 | 0.013 | 0.019 |

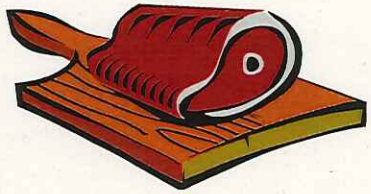
※(経口摂取、ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the public, CD-ROM,1998を基に放射線医学総合研究所で編集)

放射線医学総合研究所HPより

# 内部被ばく計算事例（1）

**100Bq／kg（Cs－137）の食品を200グラム食べた場合の成人の内部被ばくは？**

＊基準値は　100Bq／kg



**0.013**　×　**100Bq／kg**　×　0．2kg

＝0.26　　μSv

＝0.00026　　mSv

# 食品の安全基準

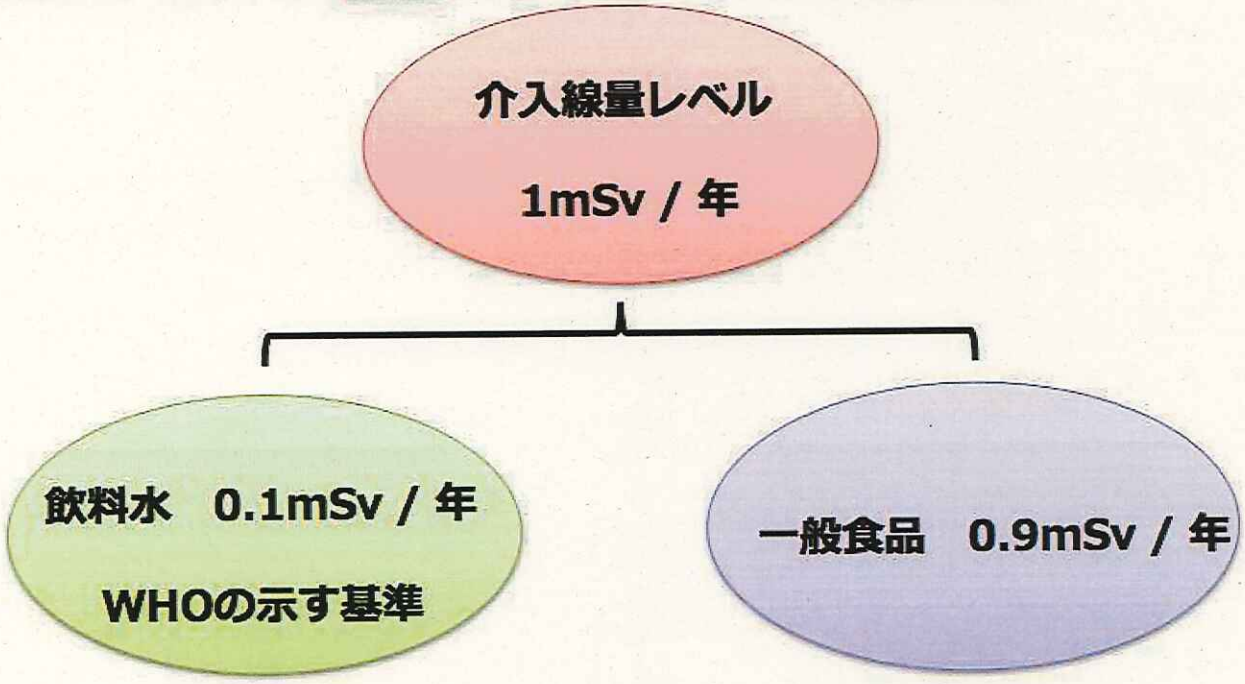
2012年 4月 1日より

| 食品区分 | 基準値（Bq/kg） | 備考 |
|---|---|---|
| 飲料水 | 10 | WHOが示した飲料水の放射性セシウムのガイダンスレベル |
| 一般食品 | 100 | |
| 牛乳 | 50 | 小児の期間については感受性が成人より高い可能性等を考慮し、区分を設定 |
| 乳児用食品 | 50 | |

# 基準値の考え方

## 「一般食品」の基準値の考え方

**食品中の放射性物質からの線量が年間1mSvを超えないように設定**
**Cs134, Cs137以外の核種は測定に時間を要するために、Csとの比率を算出して、合計して1 mSVを超えないようにCsの基準値を設定**



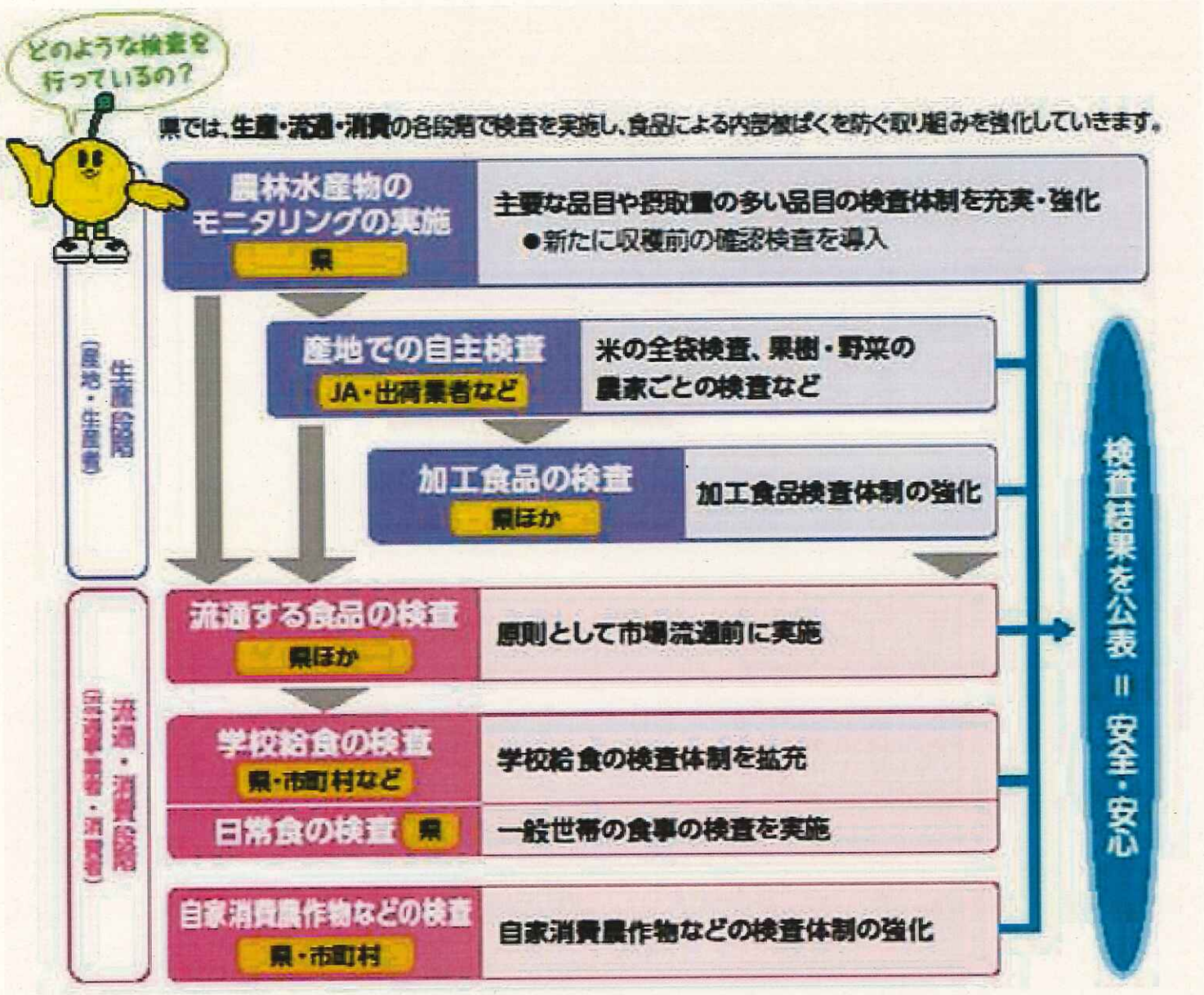

●当該線量を年齢区分別の年間摂取量と換算計数で割ることにより、限度値を算出する。（流通する食品の半分が基準値上限の放射性物質を含むと仮定）

# 基準値の考え方

| 年齢区分 | 限度値（Bq/kg） | |
|---|---|---|
| | 男 | 女 |
| 1歳未満 | 460 | |
| 1～6歳 | 310 | 320 |
| 7～12歳 | 190 | 210 |
| 13～18歳 | 120 | 150 |
| 19歳以上 | 130 | 160 |
| 妊婦 | ー | 160 |
| 最小値 | 120 | |
| ***基準値*** | **100** | |

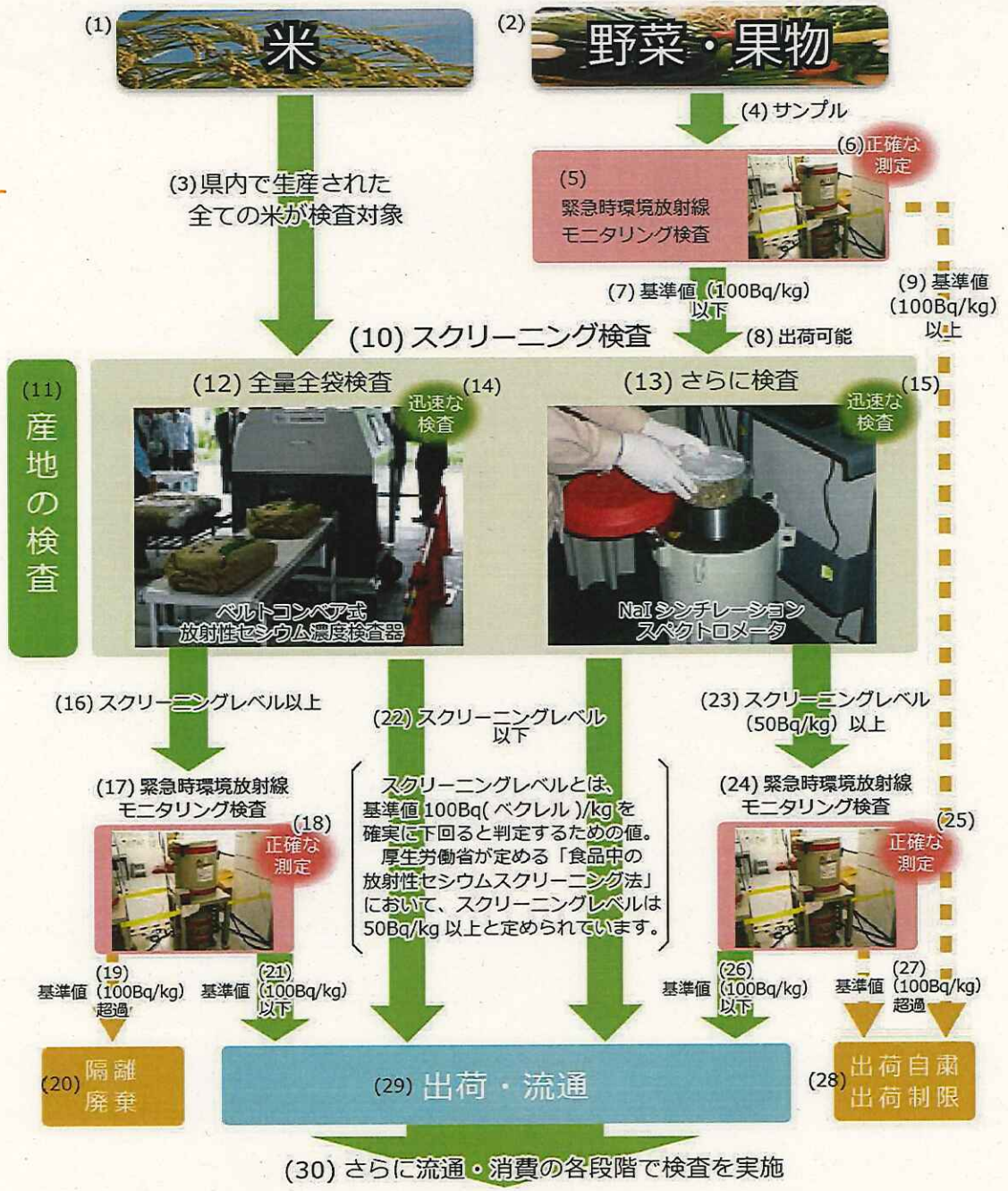
流通する食品の汚染割合を「一般食品」については50%と仮定

# 福島県における食品の検査体制




福島県の
ホームページ
より

# 生産地での検査




福島県のホームページより

# ふくしま新発売。

新たな未来へ向けて再生し始めている福島の姿を
全国の皆様に伝えていきます。

このサイトは福島県が運営しています

## 農林水産物モニタリング情報

Monitoring Info in English

- 品目 から検索 Search by category
- 地図 から検索 Search by Area
- 出荷制限等一覧 List of shipping restrictions, etc.
- 新しい基準値について Values for new regulations
- モニタリング検査に関する取組み Monitoring inspection information
- Q&A よくあるお問い合わせとその回答 Questions and Answers

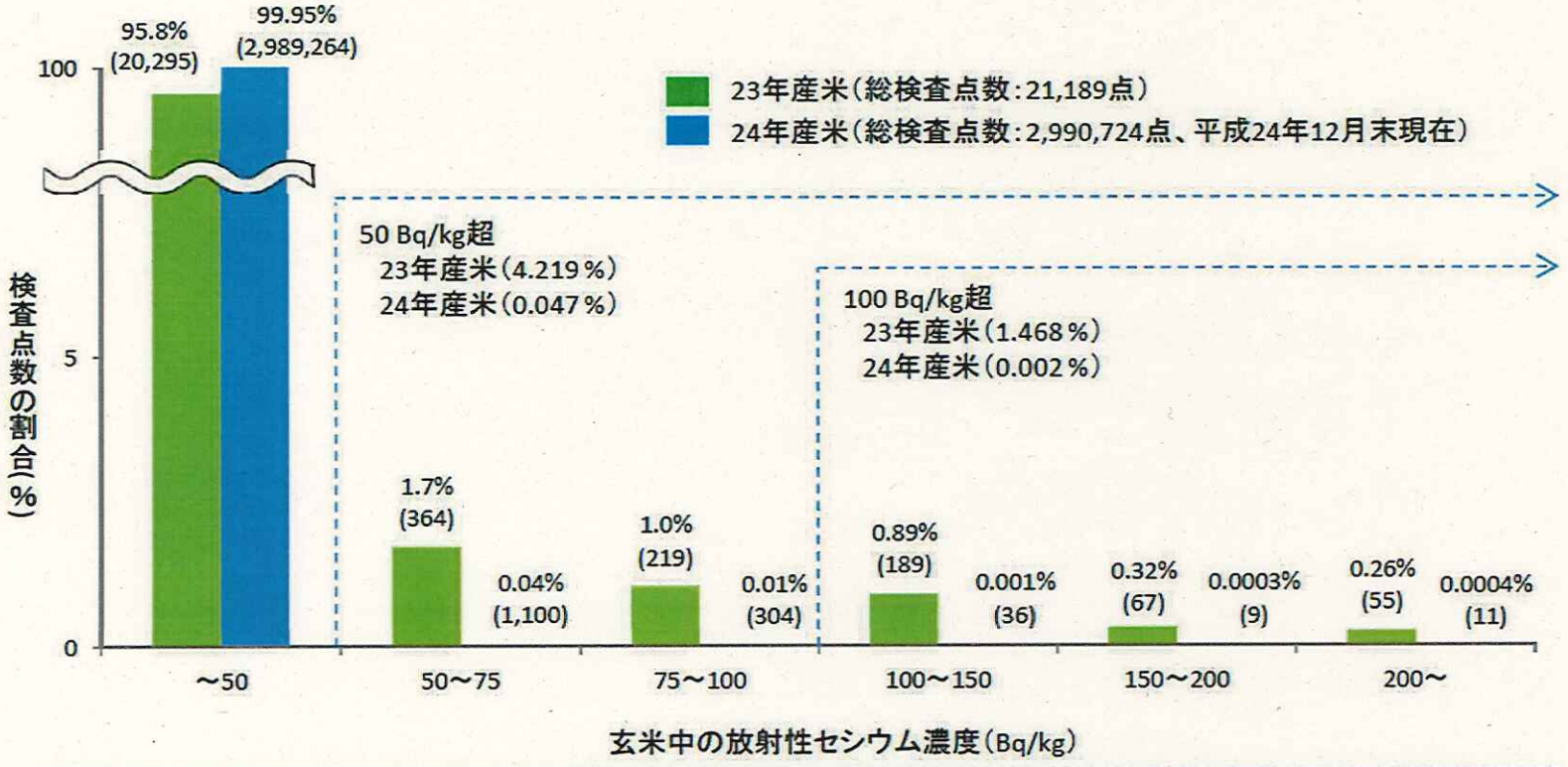
Information 2012.10.22 クイズに答えて、24年産米 福島県のオリジナル新品種「天のつぶ」を当てよう! 一覧へ

## 新発売ブログ

個性豊かな情報員たちが、福島と首都圏から
地域の最新情報をいち早くレポート!!

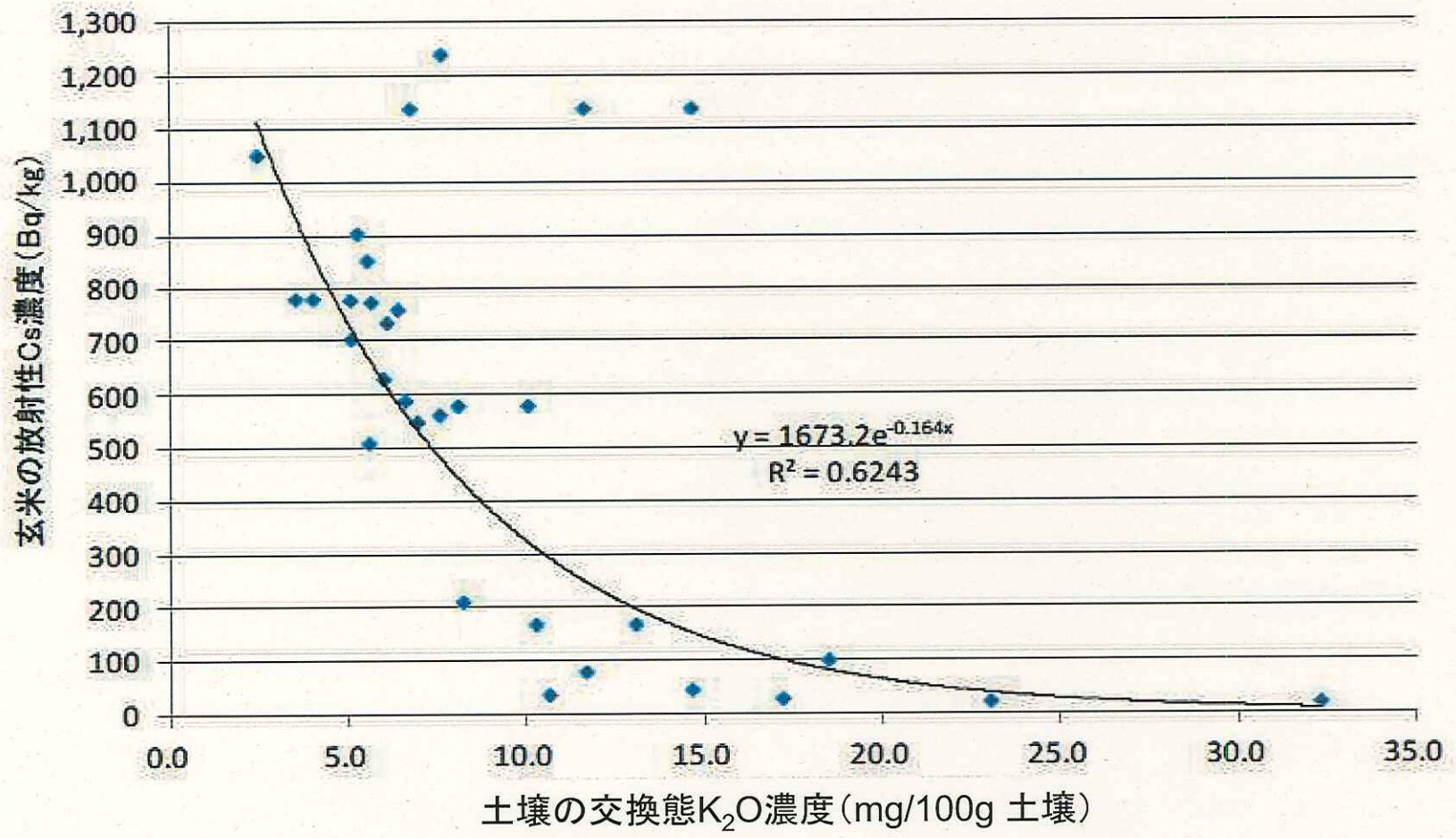
ブログ一覧へ

# 福島県緊急調査対象地域における平成23年および平成24年玄米中放射性セシウム濃度




【解説】・ 23年産の緊急調査の調査対象地域（23年産の検査で放射性セシウムが検出された29市141旧市町村。比較のため、24年産で作付制限した旧市町村は除く。）について、23年産の緊急調査と24年産の全袋検査を比較したもの。

# 土壌中交換態カリウムと玄米中放射性Cs濃度の関係




福島県・農林水産省 （H23.12.25）暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析（中間報告）

# 野菜へのCs移行係数の経年変化

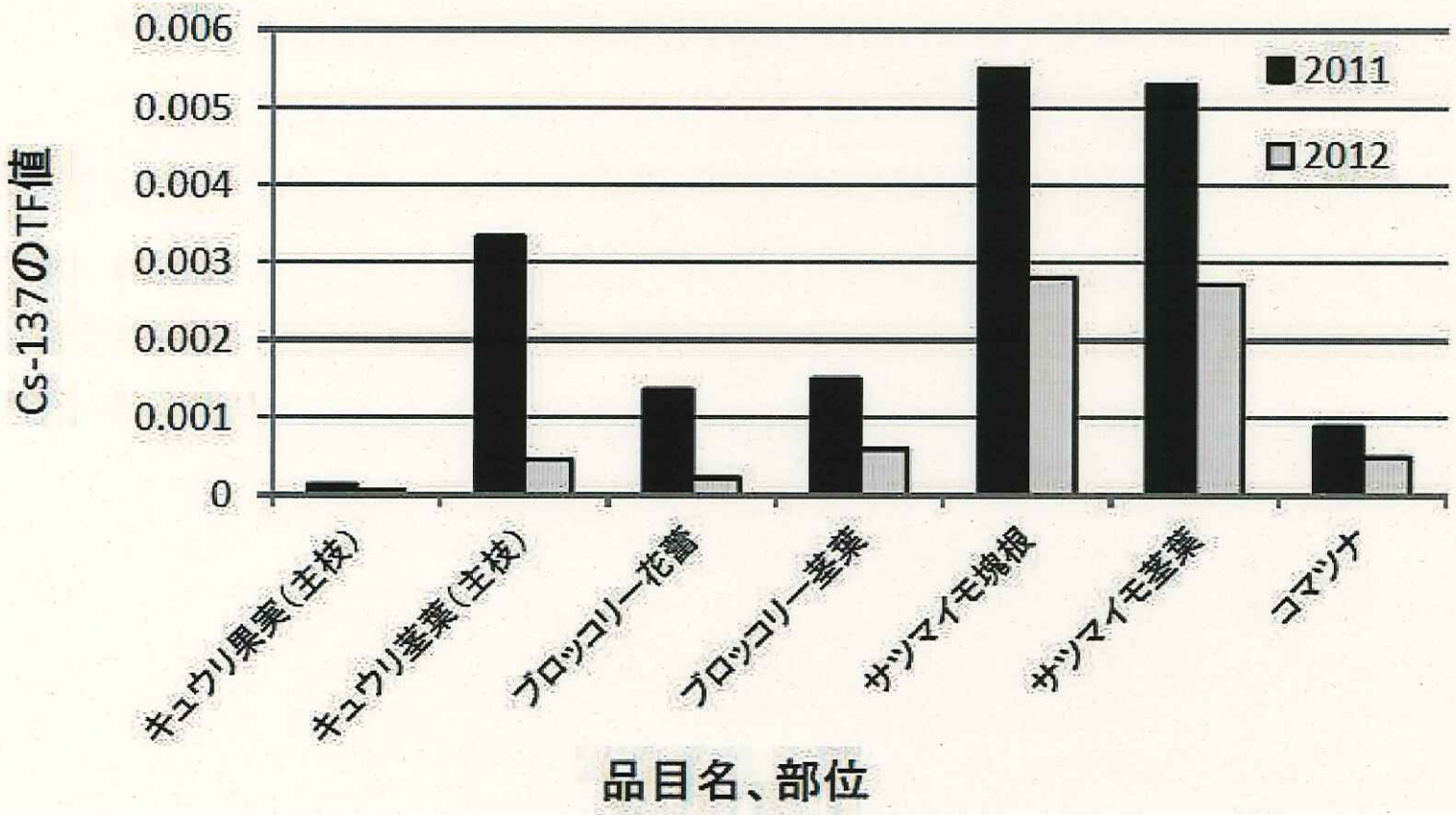
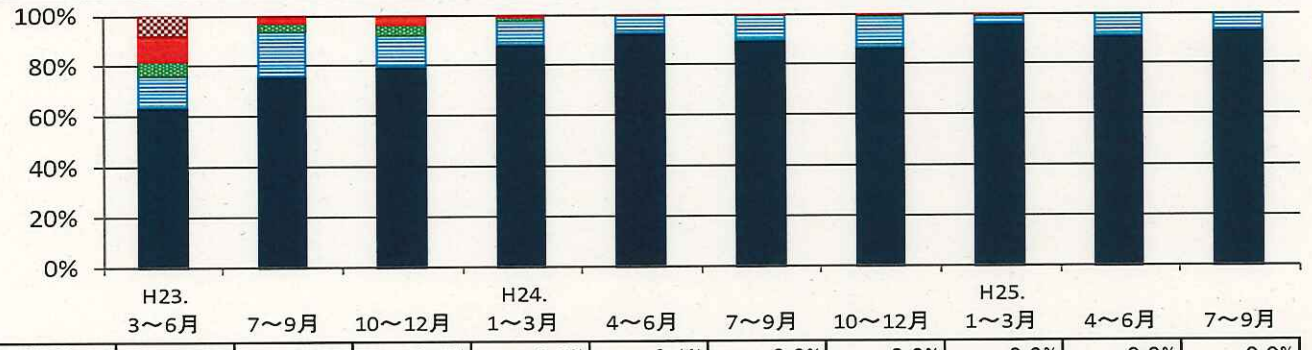



**図1　2011年と2012年に生産された野菜のCs-137のTF値**

福島県農業総合研究センター研究報告

# 食品中の放射性セシウムの推移（１）

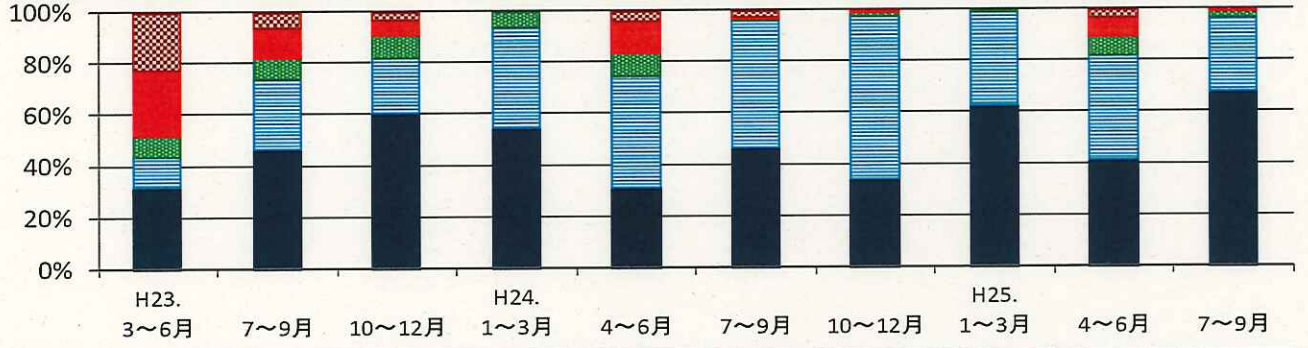
## 野菜・果実




| | 3～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 500Bq/kg超過 | 8.1% | 0.4% | 0.5% | 0.7% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 100～500Bq/kg | 9.9% | 2.6% | 3.2% | 0.7% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| 50～100Bq/kg | 6.3% | 3.8% | 4.2% | 1.2% | 0.3% | 0.5% | 0.8% | 1.0% | 0.5% | 0.0% |
| 50Bq/kg以下 | 11.6% | 17.4% | 12.7% | 8.9% | 7.0% | 9.7% | 12.4% | 2.7% | 8.6% | 6.4% |
| 検出せず | 64.1% | 75.8% | 79.3% | 88.5% | 92.6% | 89.8% | 86.7% | 95.9% | 90.9% | 93.5% |

◇ 23年度は、事故直後に放射性物質が生育中の野菜及び樹体に降下・付着した影響から、100Bq/kg超過がみられた。
◇ 24年度以降は、100Bq/kg超過はごくわずかで、25年度の上半期は全て基準値以下である。

## 山菜・きのこ

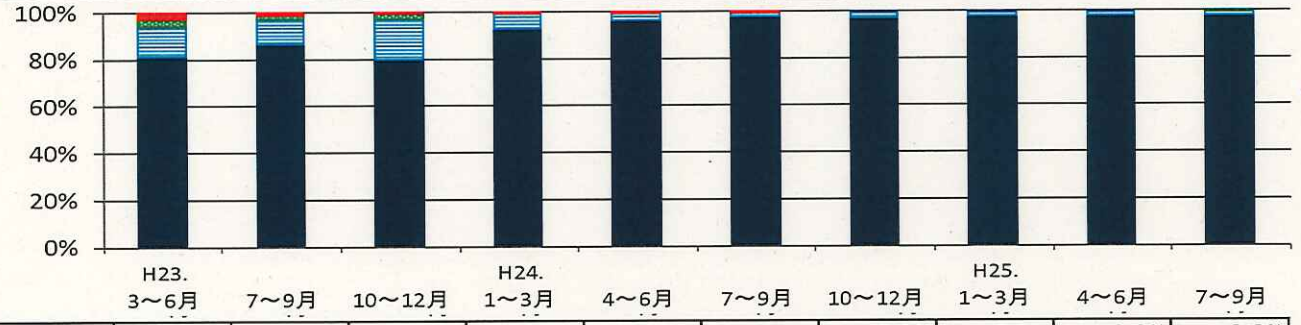



| | 3～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 500Bq/kg超過 | 22.3% | 6.6% | 3.1% | 0.0% | 4.0% | 2.4% | 0.0% | 0.0% | 3.4% | 0.0% |
| 100～500Bq/kg | 25.6% | 11.1% | 5.9% | 0.0% | 12.3% | 0.6% | 0.9% | 0.0% | 7.0% | 0.9% |
| 50～100Bq/kg | 8.4% | 8.1% | 9.1% | 6.1% | 9.3% | 1.2% | 1.8% | 1.2% | 7.5% | 2.2% |
| 50Bq/kg以下 | 11.9% | 27.3% | 20.9% | 39.4% | 43.5% | 48.8% | 62.9% | 36.1% | 40.5% | 28.7% |
| 検出せず | 31.9% | 46.8% | 61.0% | 54.5% | 31.0% | 47.0% | 34.3% | 62.7% | 41.5% | 68.3% |

◇ 野生の山菜・きのこについては、季節により採取量の変動が大きく、四半期毎のデータから推移を読み取ることが難しいが、25年度上半期においても、100Bq/kgを超過しているものが見受けられる。
◇ 栽培されているきのこについては、23年度第4四半期以降は全て100Bq/kg以下である。

# 食品中の放射性セシウムの推移（2）

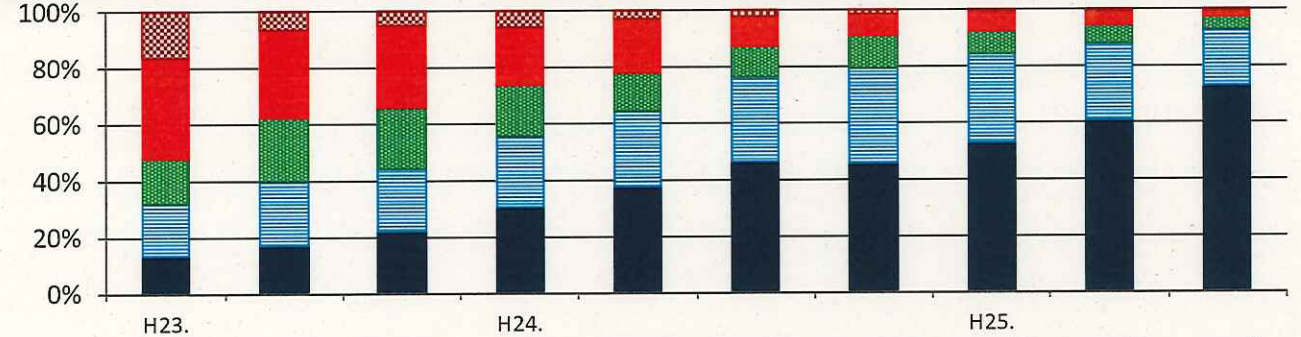
## 畜産物（原乳・肉類・鶏卵）




| | 3～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 500Bq/kg超過 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 100～500Bq/kg | 2.6% | 0.9% | 0.4% | 0.2% | 0.1% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 50～100Bq/kg | 2.8% | 1.6% | 2.4% | 0.3% | 0.1% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% |
| 50Bq/kg以下 | 13.2% | 10.9% | 16.8% | 6.5% | 2.9% | 1.9% | 2.2% | 1.6% | 1.5% | 1.9% |
| 検出せず | 81.4% | 86.6% | 80.4% | 92.9% | 96.9% | 98.0% | 97.8% | 98.4% | 98.5% | 98.0% |

◇ 原乳は、事故直後に100Bq/kgを超過するものがあったが、23年度第2四半期以降は全て「検出せず」である。
◇ 肉類は、23年度は100Bq/kgを超過するものがあったが、24年度下半期以降は全て基準値以下である。
◇ 鶏卵は、23年4月以降、全て「検出せず」である。

## 水産物

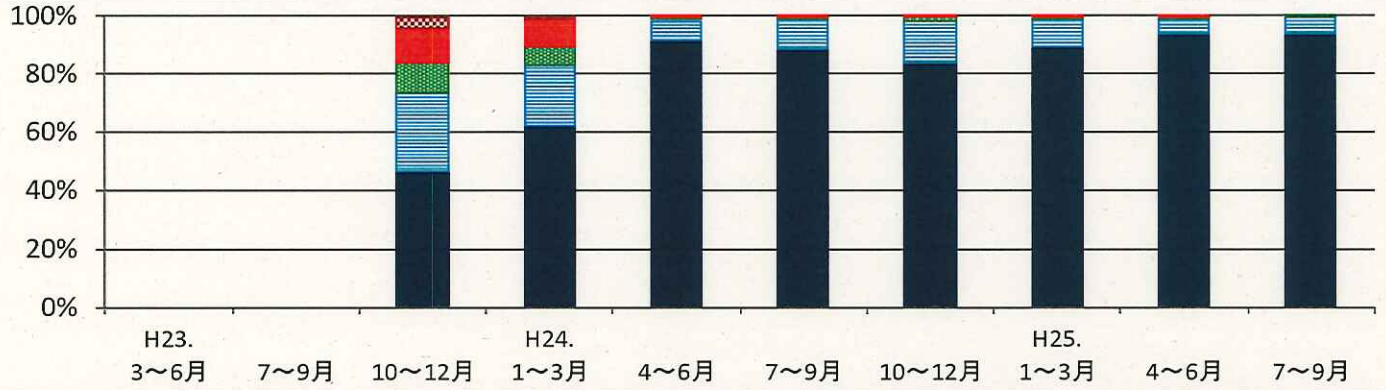



| | 3～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 4～6月 | 7～9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 500Bq/kg超過 | 15.9% | 6.3% | 4.6% | 5.6% | 2.9% | 1.6% | 1.1% | 0.6% | 0.3% | 0.0% |
| 100～500Bq/kg | 35.8% | 31.3% | 29.5% | 20.4% | 19.2% | 11.1% | 8.2% | 7.0% | 5.1% | 2.1% |
| 50～100Bq/kg | 15.9% | 22.2% | 21.3% | 18.4% | 13.1% | 10.8% | 11.0% | 7.5% | 6.3% | 4.9% |
| 50Bq/kg以下 | 18.4% | 23.0% | 22.7% | 24.9% | 26.6% | 30.0% | 33.8% | 31.6% | 27.0% | 19.8% |
| 検出せず | 14.0% | 17.1% | 22.0% | 30.7% | 38.2% | 46.4% | 45.9% | 53.3% | 61.3% | 73.1% |

◇ 23年度の事故直後は半数が100Bq/kgを超過していたが、超過の割合は減少しており、25年度の直近では約98%が100Bq/kg以下である。
◇ 試験操業開始以降、対象の27魚種（25年11月現在）については、全て100Bq/kg以下である。

# 食品中の放射性セシウムの推移（3）

加工食品（試験的加工品を除く）




| | H23. 3～6月 | H23. 7～9月 | H24. 10～12月 | H24. 1～3月 | H24. 4～6月 | H24. 7～9月 | H25. 10～12月 | H25. 1～3月 | H25. 4～6月 | H25. 7～9月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 500Bq/kg超過 | | | 3.8% | 1.2% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 100～500Bq/kg | | | 12.4% | 9.2% | 0.4% | 0.1% | 0.4% | 0.1% | 0.4% | 0.0% |
| 50～100Bq/kg | | | 9.8% | 6.7% | 1.1% | 0.8% | 1.3% | 0.8% | 0.8% | 0.2% |
| 50Bq/kg以下 | | | 27.3% | 20.8% | 7.0% | 10.2% | 14.5% | 9.4% | 4.8% | 5.8% |
| 検出せず | | | 46.7% | 62.1% | 91.5% | 88.9% | 83.7% | 89.6% | 94.1% | 94.0% |

◇ 23年度は、乾燥野草、乾燥きのこ及び梅干しなどにおいて、100Bq/kg超過がみられた。
◇ 24年度以降は、100Bq/kg超過はごくわずかである。

直近の状況をみると、野生の山菜・きのこや水産物など、一部に基準値を超過しているものが見られますが、ほとんどの食品が　基準値以下となっています。

超過したものは出荷制限等の措置が講じられており、流通している福島県産食品については安全性が確認されています。

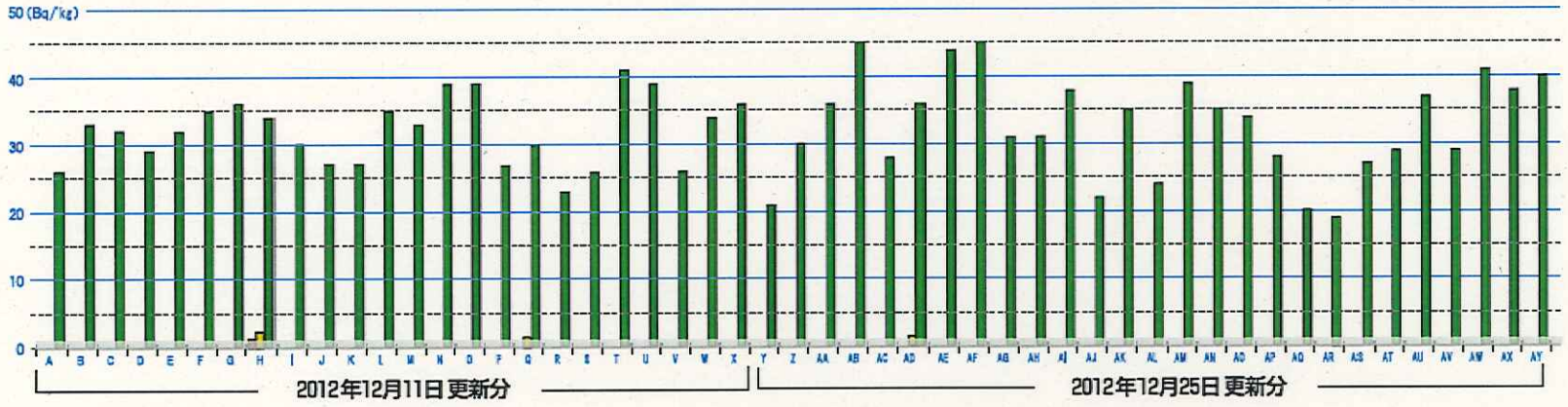
今後も、「ふくしま食の安全・安心対策プログラム」により、食の安全の確保と安心の実現に向けて取り組んでまいります。

福島県保健福祉部食品生活衛生課
（ふくしま食の安全・安心推進会議事務局）
〒960－8670 福島県福島市杉妻町2－16
電話 024-521-7245　FAX024-521-7925
電子メール shokuseiei@pref.fukushima.lg.jp
福島県のホームページ
http://www.cms.pref.fukushima.jp/
福島県の食品安全に関するホームページ
http://www.pref.fukushima.jp/eisei/syokuan/syokuanindex.html

# コープふくしまによる陰膳調査結果

■セシウム134 ■カリウム40
■セシウム137 ■評価下限(1Bq/kg)以下

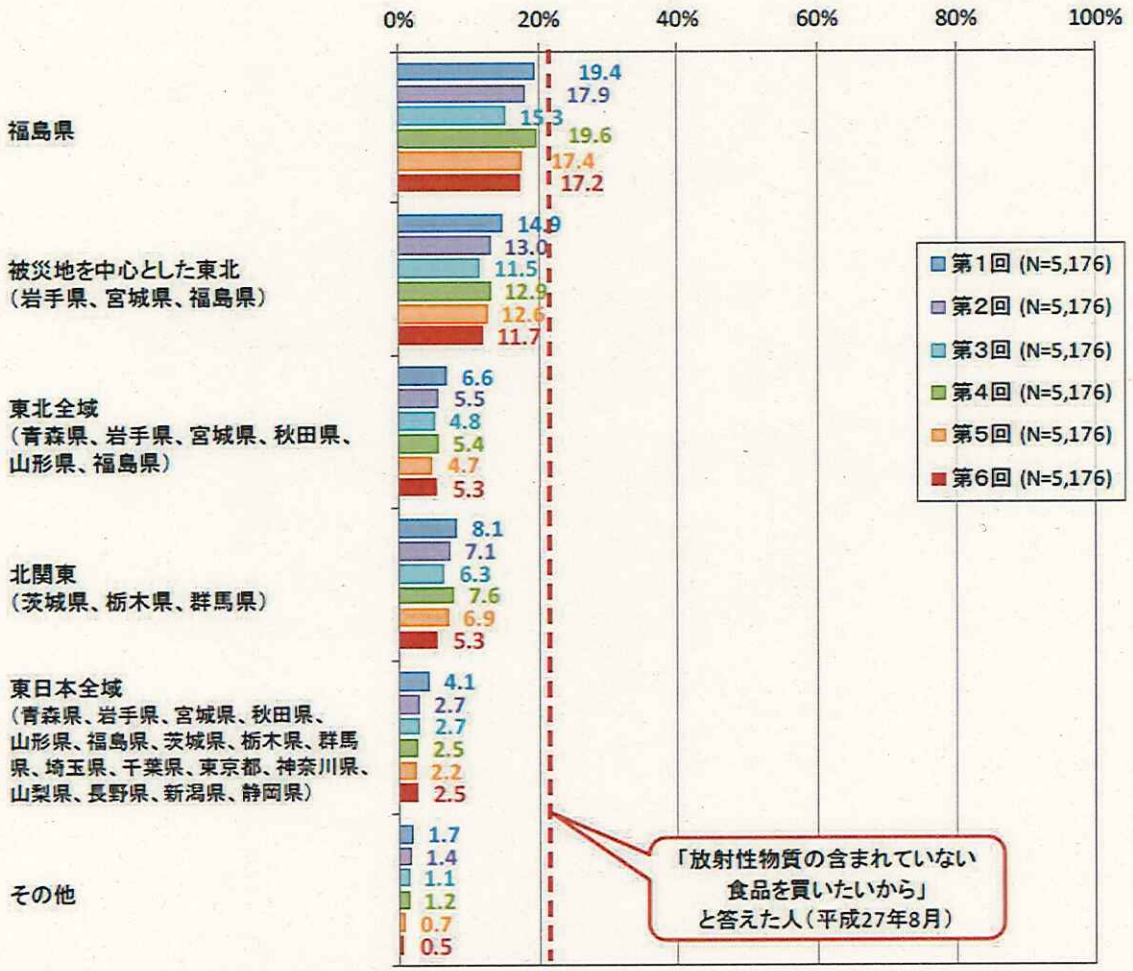
## 陰膳方式放射能量調査結果（2013年2月27日 更新）



# 安全と安心

「安全」　～客観的
　〇安全性　　×安全感

「安心」　～主観的
　×安心性　　〇安心感




消費者庁
風評被害に関する
消費者意識の実態調査