

## Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

緊急時検査法に関する検討

蜂須賀 暁子

## 平成 30 年度厚生労働科学研究補助金 食品の安全確保推進研究事業

### 食品中の放射性物質等検査システムの評価手法の開発に関する研究 分担研究報告書

#### 緊急時検査法に関する検討

研究代表者 蜂須賀 暁子 国立医薬品食品衛生研究所生化学部第一室長

研究分担者 蜂須賀 暁子 国立医薬品食品衛生研究所生化学部第一室長

研究要旨：原子力施設の事故等により放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われる。当研究課題においては、そのような場合の食品中放射性物質の測定に関して、本年度は測定対象核種について、次年度は測定手法について検討する。本年度は、我が国の原子力災害対策指針、IAEA の安全基準に基づく全般的な安全指針、WHO の飲料水水質ガイドライン、CODEX の一般規格において規制対象とされる放射性物質を比較し検討した。事故等により環境汚染を引き起こす可能性のある核種は多く、IAEA の文書では 357 核種について評価されている。文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが明確となった。

#### A. 研究目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災と直後の津波により、福島第一原子力発電所（1F）では放射性物質を漏出する重大事故が発生し、農作物等への汚染が生じたため、同年 3 月 17 日に食品の放射能規制が行われるに至った<sup>1)</sup>。これはその当時原子力安全委員会により示されていた指標値（表 1）<sup>2)</sup>を暫定規制値としたもので、これを超過するものは食品衛生法第 6 条 2 号に該当するものとされた。この

指標値算定の根拠は、「飲食物摂取制限に関する指標について」<sup>3)</sup>に記載されており、各群の核種の存在想定比率等は表 2 に示すとおりである。なお、1998 年に出された当該文書においては、放射性ヨウ素、放射性セシウム、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ線放出核種の 3 群が検討されているが、1999 年 9 月 30 日のウラン加工施設の事故を受けて、ウランが追加されて 4 群となっている。指標値設定の考え方としては、原子力施設の事

故の際に放出されるおそれのあるすべての核種に対し、それぞれ誘導介入レベルを定めることは実用的でないことから、放出される主要核種、飲食物への移行並びに人間に対する影響等を考慮して4つの核種群(放射性ヨウ素、放射性セシウム、ウラン、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種)を選定し、各核種群について介入線量を実効線量5 mSv/y、組織等価線量50 mSv/yと設定して放射能濃度を算出している。現在も、後述のようにこれらの指標値は結果的に引き継がれているが、1F事故後に国内のみならず国際的な検討が行われていることから、それらの情報を踏まえ、測定対象となりうる食品中放射性物質(核種)について検討した。

## B. 研究方法

以下の資料を参考にした。

### 1) 国内

- ・原子力災害対策特別措置法
  - ・原子力災害対策指針(平成30年10月1日改正)(平成29年12月22日原子力規制委員会告示第14号)
  - ・原子力規制委員会審議会等資料
- ### 2) 国際原子力機関 IAEA
- ・Fundamental Safety Principles/IAEA Safety Standards Series No. SF-1 (2006) 基本安全原則(SF-1)
  - ・Leadership and Management for Safety/General Safety Requirements No. GSR Part 2 (2006) 安全のためのリーダーシップとマネジメント(GSR Part 2)
  - ・Radiation Protection and Safety of

Radiation Sources: International Basic Safety Standards / General Safety Requirements No. GSR Part 3 (2014) 放射線防護と放射線源の安全(GSR Part 3)

- ・Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency/General Safety Requirements No. GSR Part 7 (2015) 緊急時の準備と対応(GSR Part 7)

- ・Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency/General Safety Guides No. GSG-2 (2011) 原子力または放射線緊急事態への備えと対応における使用基準(GSG-2)

### 3) 世界保健機構 WHO

- ・Guidelines for drinking-water quality, fourth edition: WHO, 2011. ISBN: 978 92 4 154815 1 飲料水水質ガイドライン(WHO 飲料水 GL)

### 4) 国際食品規格委員会 CODEX

- ・General standard for contaminants and toxins in food and feed/ CODEX STAN 193-1995, Adopted in 1995 Revised in 2015 食品及び飼料中の汚染物質及び毒素に関するコーデックス一般規格(CODEX一般規格)

### 5) 核データ

- ・IAEA nuclear data services ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File Search and Retrieval) <https://www.nndc.bnl.gov/ensdf/> Live Chart of Nuclides (Interactive Chart of Nuclides)

<https://www.nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>

・アイソトープ手帳 11 版、公益社団法人アイソトープ協会、2011

検討対象核種は、アイソトープ手帳には記載されていないものも多いため、IAEA の数値等を用いた。

## C. 結果と考察

### 1. 国内基準

我が国における原子力災害時の食品中放射性物質の規制は、原子力災害対策特別措置法においてなされる。この法律は、「原子力災害の特殊性にかんがみ、原子力災害に関する事項について特別の措置を定めることにより、災害対策基本法その他原子力災害の防止に関する法律と相まって、原子力災害に対する対策の強化を図り、もって原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護すること」を目的として、平成 11 年に制定された。この法令に基づき、原子力災害対策を円滑に実施するために、原子力災害対策指針が定められている。

原子力災害対策指針の目的は、国民の生命及び身体の安全確保が最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものにすることにある。災害時には、被ばくによる健康影響と対策実施の不利益等の両者の比較により対策実施の是非を判断するが、そ

の際には、被ばく量を合理的に可能な範囲で最小限に抑えることが求められる。この対策実施の要否を速やかに判断するための運用上の介入レベル（Operational Intervention Level : OIL）が原子力災害対策指針に記載されている（図 1、表 3）。OIL には退避に関するものなど数種類があるが、食品に関するものは OIL6 になる。

### 2. IAEA 安全基準

国内法令に影響しているものに、国際原子力機関 IAEA の安全に対する考え方がある。IAEA は、健康を守り、生命と財産に対する危険を最小化するために安全基準を策定している。これら IAEA 安全基準は、電離放射線の悪影響から人と環境を防護するための高水準の安全性を定める事項についての国際的な同意を反映したものであり、安全原則、安全要件、安全指針の 3 段階に分かれている（図 2）。

安全原則は、基本的な安全の目的と、防護と安全の原則を示している。

基本安全原則（SF-1）は、IAEA の安全基準及び安全関連プログラムのための基礎を提供する基本安全目的、安全原則及び概念を定めており、安全目的に次いで、付随する以下の 10 項目の安全原則が記載されている：1. 安全に対する責任、2. 政府の役割、3. 安全のためのリーダーシップとマネジメント、4. 施設及び活動の正当化、5. 防護の最適化、6. 個人のリスクの制限、7. 現在及び将来の世代の防護、8. 事故の防止、9. 緊急時の準備と対

応、10.既存又は規制対象外の放射線リスクの低減のための防護対策。

安全要件は、安全原則の目的及び原則の下に定められたもので、現在と将来において人と環境の防護を確保するために満たされなければならない要件であり、全般的な安全要件 **GSR** と個別安全要件 **SSR** に分類される。安全指針は、安全要件を遵守する方法についての推奨や手引きであり、全般的な安全指針 **GSR** と個別安全指針 **GSR** に分類される。

緊急時の食品の規制に関しては、主に **SF-1**、**GSR part7**、**GSG-2** が関係する。

**SF-1** の「基本安全原則 9 緊急時の準備と対応」には、原子力または放射線の異常事象に対する緊急時の準備と対応のための取り決めをおこなわなければならない、との記載があり、それを受けて、**GSR part 7** では、政府に原子力又は放射線の緊急事態マネジメントシステムの確立を要求しているが、食品規制に関わる箇所としては、「機能要件 9 緊急防護措置とその他の対応措置の実施」及び「機能要件 14 早期防護措置とその他の対応措置の実施」が挙げられる。放射性物質の大量放出後に、食料供給及び給水を汚染から防護するため、及び公衆が放射性汚染された可能性のある食物・ミルク・飲料水を摂取しないようにするための対応措置が講じられるための取り決めが要求されている。

それらにおけるより具体的な手法は **GSG-2** に記載されている。**GSG-2** の

目的は、防護措置に関する意思決定に必要な運用レベル及び緊急時対応の目的を達成するために必要なその他の対応措置を開発するための基礎を形成する、一貫した一連の一般的な基準を提示することであり、付録書 II では、食品等の汚染の原因となる緊急事態への対応に使用するための **OIL** の初期設定値の例示と、これらの **OIL** のわかりやすい説明、および **OIL** の使用に関するガイダンスが示されている。各 **OIL** を表 4 に示す。食品に関する **OIL 5** および **OIL 6** は、年間実効線量を **10 mSv** 未満とするために消費制限を考慮する必要がある、食品、牛乳、または水中の濃度値として示されている。付録書 II では、**OIL** の使用に先立ち、汚染をもたらす緊急事態を 3 つのタイプに分けて扱っている。すなわち、(1)多数の人が関与する可能性がある、広い面積（数百平方キロメートル）の汚染をもたらす緊急事態においては、緊急防護措置と早期防護措置の 2 段階での実施を行う。(2)多数の人が関与する可能性がある中程度の面積（数十平方キロメートル）の汚染をもたらす緊急事態においては、段階的な対応を必要とせず、緊急の防護措置と早期の防護措置を同時に効果的に実行する。(3)小区域の汚染および/または少数の人の関与の可能性を伴う緊急事態においては、汚染された地域を隔離し、必ずしも **OIL** を使用せずに関係者全員を汚染除去する場合もありえるとしている。このように汚染のタイプにより対応が一部異なるが、こ

ここでは例として、(1)の広域汚染の緊急事態対応スキームを図3に示す。(2)及び(3)では(1)の手順の一部が省略される場合がある。

なお、OIL3は、緊急防護措置を取るための一般的基準を下回る人への葉菜類、その地域で放牧されている動物のミルク、および飲用雨水の消費に対する即時制限を判断するための地上汚染の測定値であり、ガンマ線の場合は、 $1\mu\text{Sv/h}$ が初期値として与えられている。

食品に注目すると、図3に示されているように、対応手順は以下のようになる。数日以内に、地表沈着量が初期設定OIL3を超えている地域を特定し、そこで生産された野菜や牛乳、飲用目的の雨水の消費を、それらがスクリーニング、分析されるまで止める。1週間以内に、食物、牛乳、および水をスクリーニングし、OIL5およびOIL6を超える濃度の放射性核種を含む食物、牛乳、および水の消費を制限する措置を講じる。

食品、牛乳、および水中の放射性核種濃度を評価するプロセスを図4に示す。まず汚染の可能性のある食品を広範囲にわたってスクリーニングする。OIL5(表5)のスクリーニングレベルを超えない場合は、食品、牛乳、および水は安全に摂取できるが、OIL5レベルを超えた場合は、食品等の各放射性核種の濃度を決定する必要がある。放射性核種を分析後、OIL6レベルを超えた場合は、非必須食品、牛乳、または水の摂取を中止する必要がある。

OIL6は357核種の放射能濃度が記載されており、それらのうち、中性子発生源としての2条件を除いた355核種の元素ごとの数を表6に示す。年間実効線量を10 mSv未満とするためのOIL6濃度は、最も厳しいものがPb-210の2Bq/kgであり、最も大きいものがRh-103mの $5\text{E}+09\text{ Bq/kg}$ である。

なお、これらIAEAのスキームと原子力災害対策指針とはいくつか相違がある。食品に関しては、OIL3においてIAEAが包括的判断基準としているのに対し、我が国ではガンマ線 $0.5\mu\text{Sv/h}$ のみとしている。また、原子力災害対策指針ではOIL5が省略されている。これは我が国では核種ごとの放射能測定が比較的容易に行えるため、OIL6前のスクリーニングとしてのOIL5は設定する必要がないとの考えに基づいている。

### 3. WHO 飲料水 GL

WHOが飲料水の水質評価項目の一つとして放射性物質についても濃度規格を設けている。これは、被ばく線量を減少させるために飲料水中の放射性核種の濃度基準を設ける措置が取られる場合の手引きとして定められている。自然放射性核種と人工放射性核種を健康リスク評価においては区別しておらず、評価対象核種としては自然および人工放射性核種の191核種を記載している(表6)。被ばく線量としては、ICRPの一般公衆の長期放射線被ばくの考え方を取り入れ、

検出可能ないかなる健康への悪影響も生じないと想定される年間 0.1 mSv/年を採用している。飲料水の摂取量を 1 日あたり 2L として、摂取される飲料水中に年間を通じて存在する場合、年間 0.1 mSv/年となる放射性核種濃度を算出している。管理の流れは図 5 として与えられている。

#### 4. CODEX 一般規格

この規格書には、食品及び飼料中の汚染物質と毒素の取り扱いに関してコーデックス委員会が推奨する主要な原則が含まれており、国際的に貿易される個別食品に適用するために国際食品規格委員会が推奨する食品及び飼料中の汚染物質及び天然毒素に関する最大基準値と関連のサンプリング計画が示されている。食品及び飼料中の汚染物質の濃度は、適切なリスク評価に従い、適正農業規範や適正製造規範などの最善の方法を通して、合理的に達成可能な限り低く抑えなければならないとの、いわゆる ALARA の原則に立ち、最大基準値は、国際貿易に不当な障壁が課せられることのないよう、世界的に受け入れ可能な値を導く適切な科学的原則に基づくものとしている。放射性核種に関しては、最大基準値 Codex maximum level (ML) ではなく、指針値 Codex guideline level (GL) が与えられている。1F 事故後に、国際的に貿易される個別食品に関して、許容できるものとして推奨する最大濃度である GL から、より法的に強い ML への検討がなされたものの、結

果的に変更はなされず、GL のままとなっている。

これら放射性物質の GL は、人による消費が予定され、国際的に貿易される食品で、原子力又は放射線緊急事態以後に汚染されたものに含まれる放射性核種に適用され、人工的に使用される核種のみを評価対象としている。食品中の天然放射性核種については、それらからの線量を管理することは容易ではなく、経済的に見合わないと考えられ、また、緊急性が伴わないことから検討対象から除外されている。提示されている GL は、消費のために還元又は調理された食品、すなわち乾燥又は濃縮されていない食品に適用され、年間 1mSv の介入免除レベルに基づいて算出されている。代表的な放射性核種として、4 群 20 核種が記載されている（表 7）。

#### 5. 核種の比較

GSG-2 の OIL6、WHO 飲料水 GL に記載されている核種を元素ごとに比較した結果を表 6 に示す。GSG-2 の OIL6 には 357 核種が記載されているが、そのうち中性子源になる Am-241/Be-9、Pu-239/Be-9 を除いた 355 核種と、WHO 飲料水 GL に記載の 191 核種を集計している。また、WHO 飲料水 GL の核種を中心に、GSG-2 の OIL6、CODEX 一般規格、原子力災害対策指針 OIL6 及び原子力規制委員会の参考資料として与えられていた核種<sup>5)</sup>を比較したものが表 8 である。

表 6 では、GSG-2 の OIL6、WHO 飲

料水 GLとも元素番号1番の水素から99番のアインスタニウムまでを評価、管理対象としているが、食品中の汚染核種であることから、希ガスであるヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドンは両者ともに対象としていない。共通点もある一方で、2文書の性質の違いから、核種の選択に違いも見られる。すなわち、GSG2は緊急時対応であり、WHOは水道原水管理であることから、想定される核種や考慮すべき半減期に違いが見られ、GSG-2のOIL6の方がWHO飲料水GLよりも対象範囲が広い傾向にある。GSG-2のOIL6に記載されているがWHO飲料水GLに記載されていないものは170核種あるが、これは、GSG-2のOIL6が事故等の緊急時を想定しているため、極めて短いあるいは長い半減期の核種も幅広く対象としているのに対し、WHO飲料水GLは慢性的な摂取を想定していることによる相違と考えられる。実際、170核種の中には、半減期1日未満のものも多い。逆にWHO飲料水GLに記載されているもののGSG-2のOIL6に記載されていないものは6核種である。その内訳は2核種がウラン(U-231、237)、残り4核種(Am-242、Cf-246、Es-254、Es-254m)は超ウラン元素の人工核種であり、いずれも半減期が7日以下と短いことから、これらの親核種による原水汚染がないことを確認する意味合いで記載されていると考えられる(表8)。

また、WHO飲料水GL記載核種で、

半減期が1日未満のものはTe-127、Te-129、Te-131、Am-242の4核種であるが、これらはいずれも親核種である準安定状態の核種(Te-127m、Te-129m、Te-131m、Am-242m)が存在し、それらの半減期は各々109日、33.6日、1.4日、141年である。壊変系列をなす核種については、親核種も含めて汚染経路を考慮して管理していく必要がある。

文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数(表6\*5)は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、IAEAやWHOのように網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが、核種の選択からも見て取れる。実際に1F事故後においては、事故の特徴が揮発性物質に偏っていたこともあり、放射性セシウムを代表核種とする管理体制が敷かれたが、極めて効果的に作用したと考えられる。

GSG-2のOIL6とWHO飲料水GLの放射能濃度比を、核種の半減期に対してプロットしたものが図6である。GSG-2のOIL6が緊急時の年間実効線量10mSvから放射能濃度を算出しているのに対し、WHO飲料水GLは慢性的な被曝による年間実効線量0.1mSvに基づいていることから、両者間では約100倍の差が認められると予想され、数字の丸めの誤差等も考慮すると半減期10日以上では、ほぼその



ような濃度比となっていることがわかる。一方で、半減期 10 日以下においては、GSG-2 の OIL6 の放射能濃度が大きな値を示しており、緊急時の短期間の被曝が想定されていることが読み取れる。

CODEX 一般規格では、年間実効線量として 1mSv を採用しているが、食品汚染率（輸入率）を 0.1 としているため、WHO 飲料水 GL の 10~100 倍の値となっている。なお、複数核種の扱いは、WHO 飲料水 GL、GSG-2 の OIL6 とともに基準値に対する比の合計が 1 を超過するかどうかによって判定するが、CODEX 一般規格では、同じグループ内の各放射性核種の放射能濃度は合計し、異なるグループの放射性核種からの寄与は加算しないとしており、前者とは異なる扱いとなっている。

表 8 に示した核種は、そのものが核燃料物質、あるいは核分裂で直接生成するものから、いくつかの核壊変を経て生成するものまで様々であり、緊急時の原因となる事故等の状況に気象条件等も加わって、汚染核種の比率は複雑に変化するものと予想される。そのような中で、原子力規制委員会はいくつかの条件を設定して「セシウム 137 が 100 テラベクレル、その他核種がセシウム 137 と同じ割合で換算された量、さらに希ガス類が全量、環境中に放出されるような仮想的な事故を想定」し、Cs-137 100TBq 放出時の各核種放出量を試算している（表 8 \*6）。これらの試算も活用し、IAEA の

安全要件である GSR Part7「原子力または放射線の緊急事態に対する準備と対応」に要求されているように、汚染核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を平常時に用意しておくことが重要と考えられる。

#### D. 結論

原子力施設の事故等により放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われることから、測定対象核種について、IAEA の安全基準に基づく全般的安全指針等、国内外の文書を比較検討した。事故等により環境汚染を引き起こす可能性のある核種は多く、IAEA の文書では 357 核種について評価されている。文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが明確である。実際に 1F 事故後に放射性セシウムを代表核種とする管理体制が敷かれたが、事故の特徴も影響し、効率的に作用したと考えられる。放射性物質汚染はその状況により、多岐の様相となるため、汚染核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を平常時に用意しておくことが重要と考えられる。

#### E. 参考文献・資料

- 1) 放射能汚染された食品の取り扱いについて、食安発 0317 第 3 号、平成 23 年 3 月 17 日、厚生労働省医薬食品局食品安全部長
- 2) 原子力施設等の防災対策について、平成 22 年 8 月一部改訂、原子力安全委員会
- 3) 飲食物摂取制限に関する指標について、平成 10 年 3 月 6 日、原子力安全委員会 原子力発電所等周辺防災対策専門部会環境ワーキンググループ この表がもと
- 4) 魚介類中の放射性ヨウ素に関する暫定規制値の取扱いについて、食安発 0405 第 1 号、平成 23 年 4 月 5 日、厚生労働省医薬食品局食品安全部長
- 5) 第 29 回原子力規制委員会、平成 30 年 9 月 12 日原子力規制庁、参考参考資料 3 : Cs-137 100TBq 放出時の各核種放出量  
<http://www.nsr.go.jp/data/000245214.pdf>

#### F. 研究発表

なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

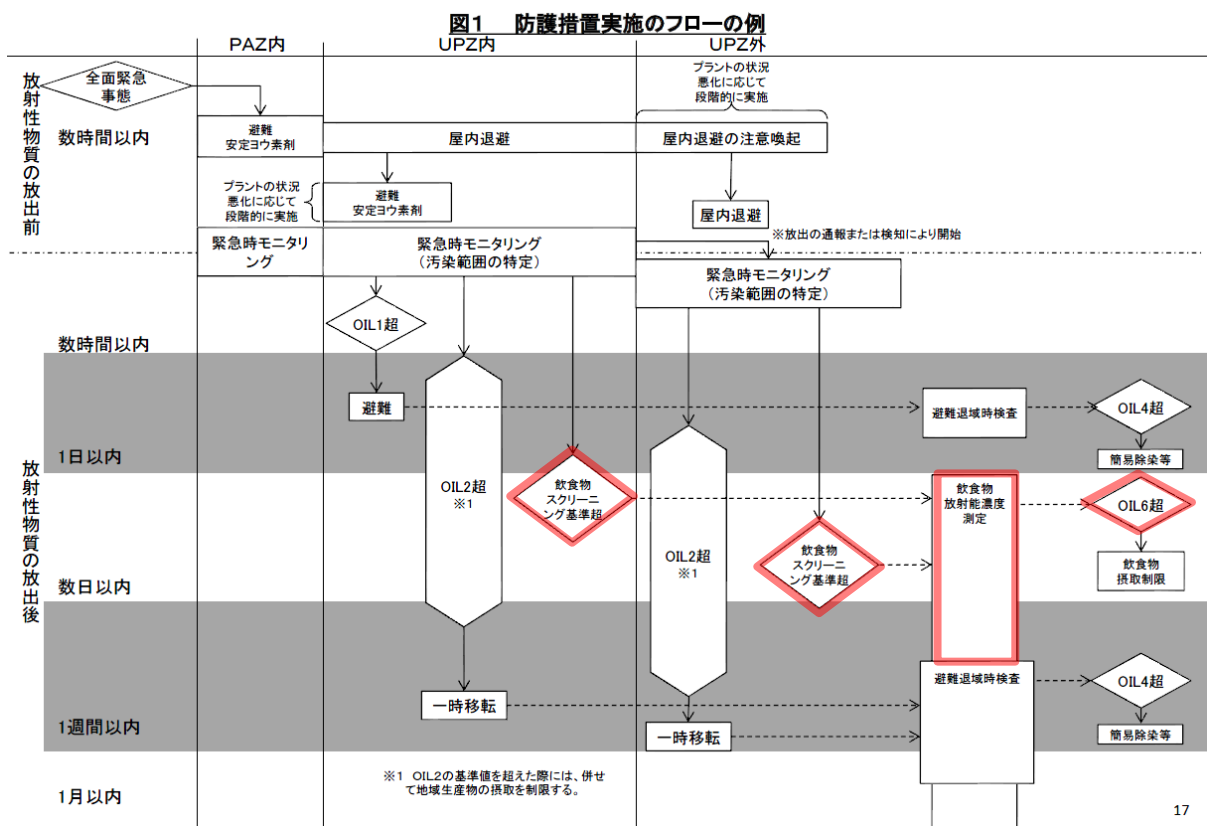


図1 原子力災害対策指針における防護措置実施のフローの例  
(原子力災害対策指針より、赤線加筆)



図2 IAEAの安全基準  
(IAEA 安全要件、安全指針等の図を要約・翻訳)

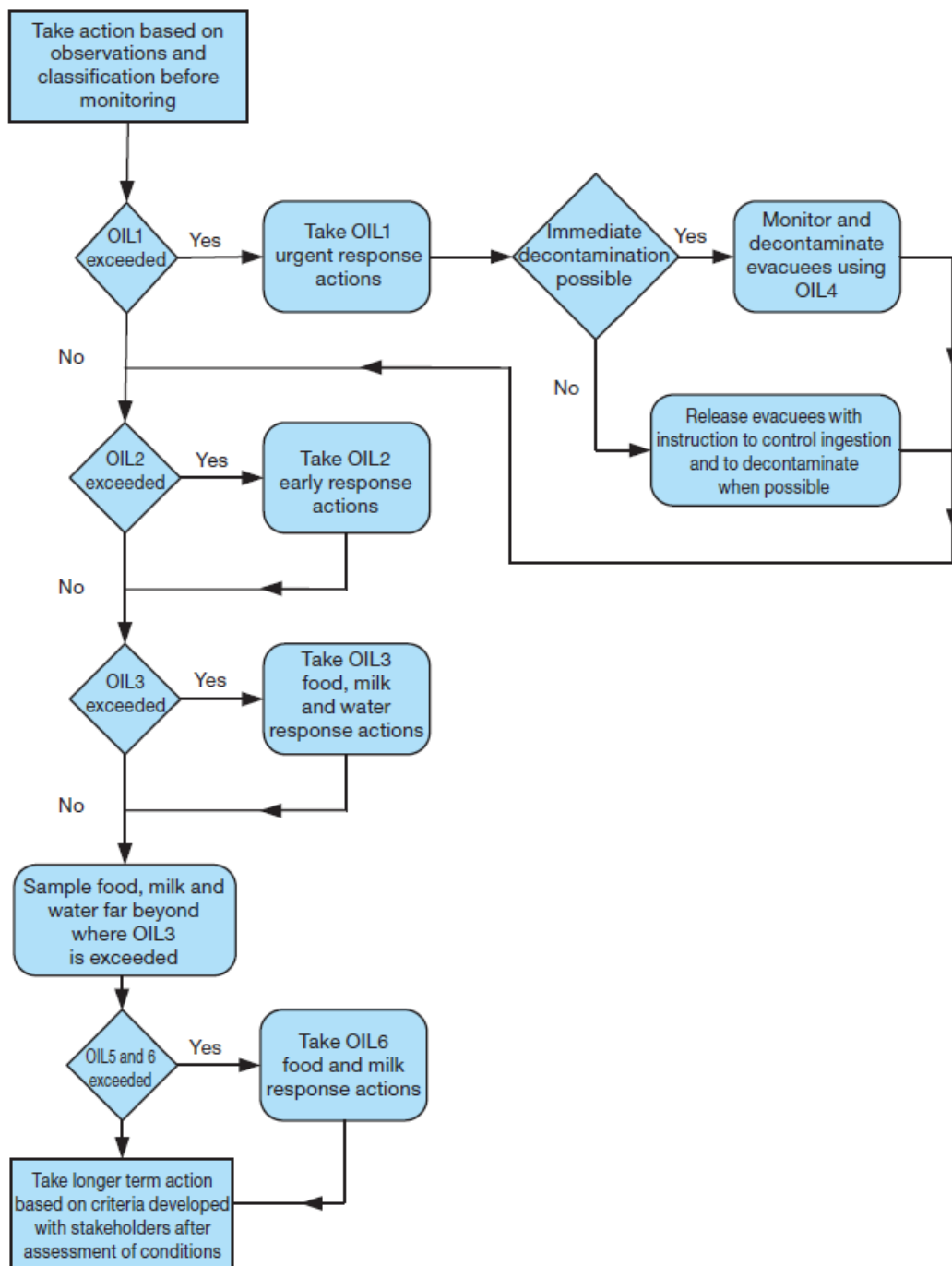


図3 広大な地域の汚染をもたらす核または放射線緊急事態の評価プロセス

(GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Fig.3 Process of assessment of a nuclear or radiological emergency resulting in contamination of a large area. より)

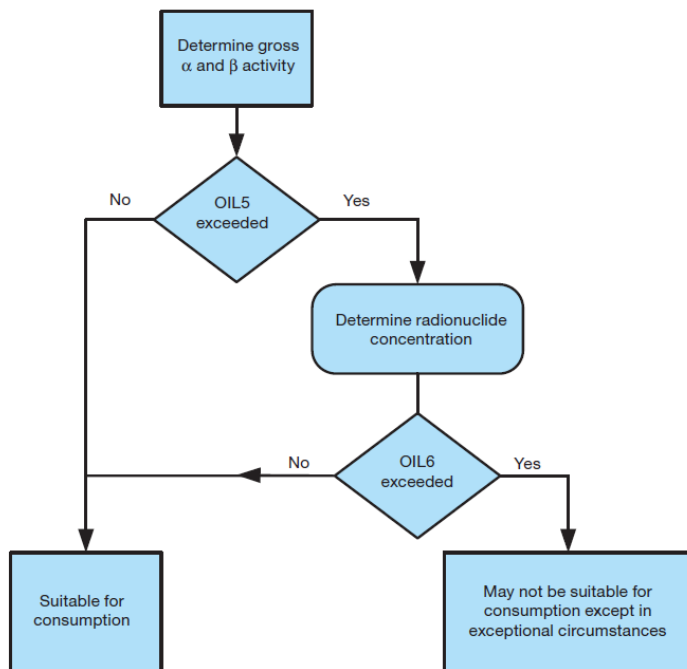


図4 食品、牛乳、および水中の放射性核種濃度を評価するプロセス

(GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Fig.5 Process of assessing radionuclide concentrations in food, milk and water. より)

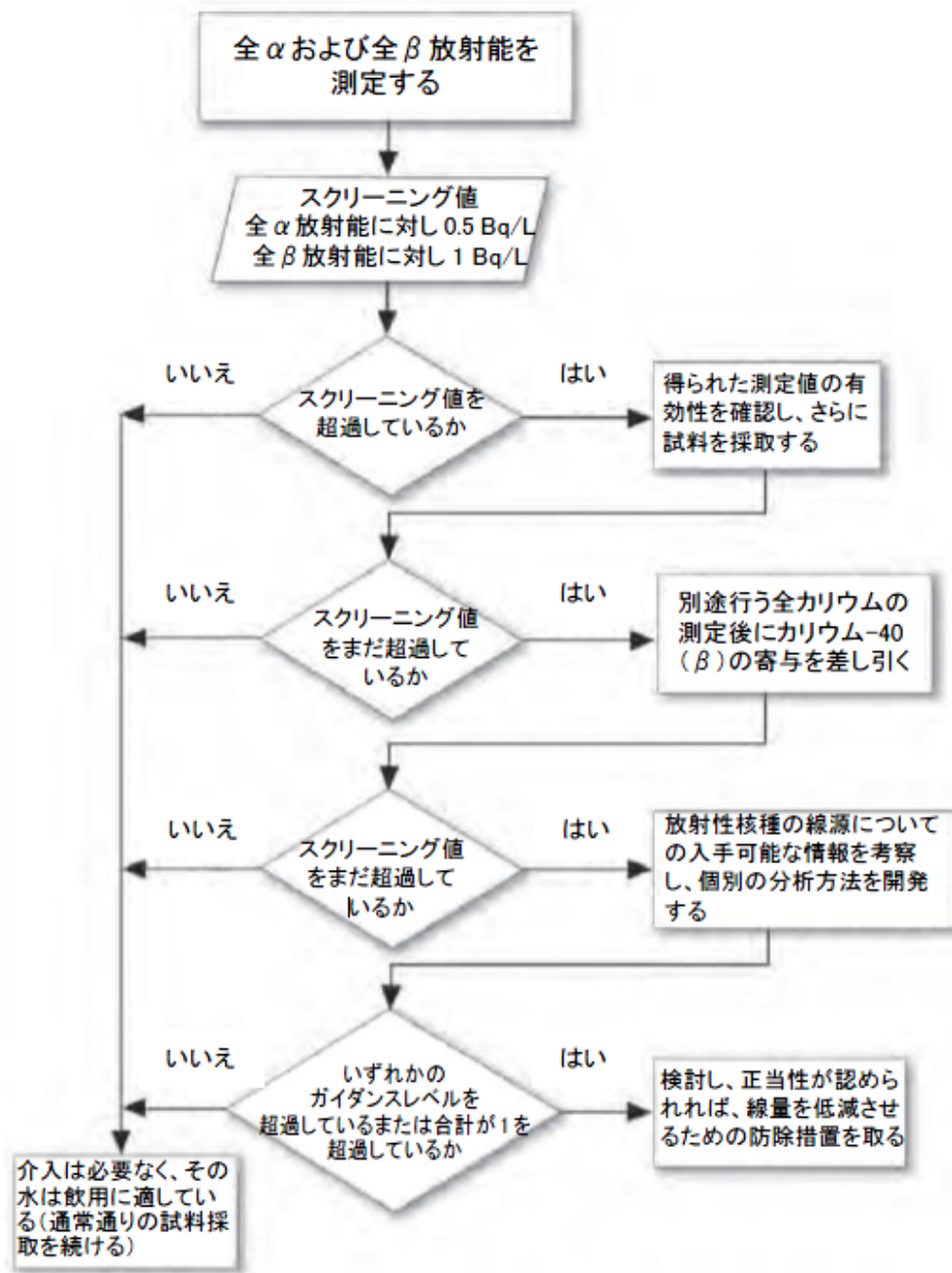


図5 飲料水中の放射線核種に対するスクリーニングレベルおよびガイダンスレベルの適用  
 (飲料水水質ガイドライン 第4版 (日本語版) 国立保健医療科学院  
 2012年12月25日 (翻訳 ver.2.1・Web版) より)

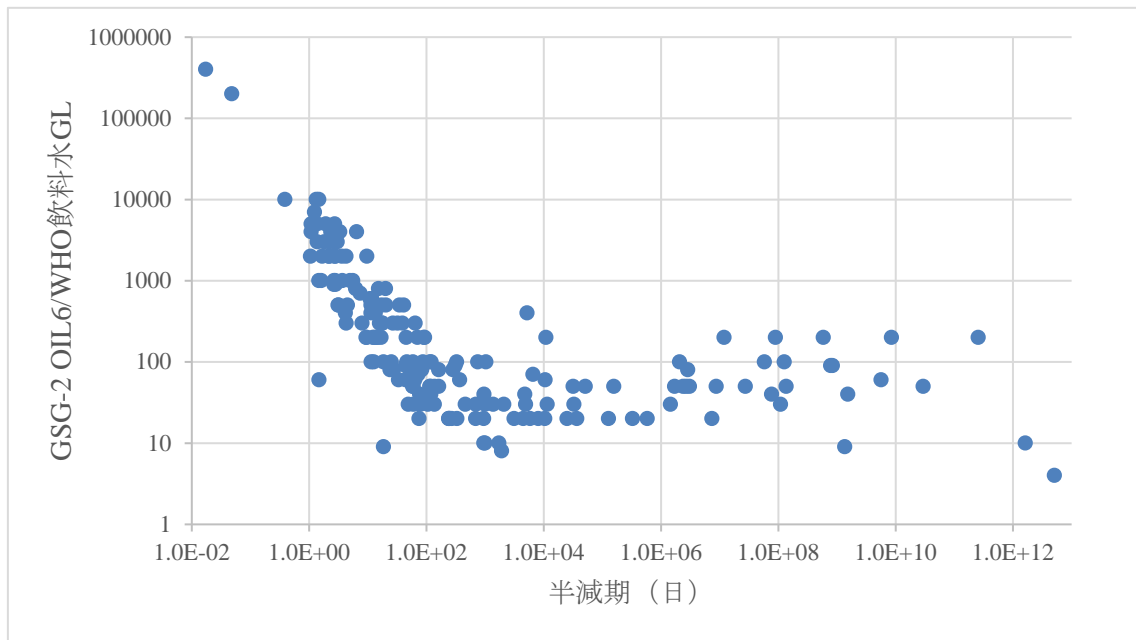


図6 各核種における GSG-2 の OIL6 と WHO 飲料水 GL の放射能濃度比と半減期との関係

表 1 飲食物制限に関する指標値 (参考文献 1 別添より)

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	300
	野菜類 (根菜、芋類を除く) / 魚介類	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 ( $^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{240}\text{Pu}$ , $^{242}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$ , $^{242}\text{Cm}$ , $^{243}\text{Cm}$ , $^{244}\text{Cm}$ 放射能濃度の合計)	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

表 2 飲食物摂取制限に関する指標の考え方 (参考文献 3 より 要約)

核種	内訳
放射性ヨウ素 (代表核種 I-131)	I-131 : 100%、I-132 : 136%、I-133 : 143%、I-134 : 0.06%、I-135 : 55%、Te-132 : 132%の計 6 核種 甲状腺等価線量 50mSv/年
放射性セシウム (Cs-134+Cs-137)	Cs-134 : 54%、Cs-137 : 46%、Sr-89 : 29 %、Sr-90 : 4.6%の 4 核種 実効線量 5mSv/年
ウラン	実効線量 5mSv/年
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ線放出核種	Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Am-241, Cm-242, Cm-243, Cm-244 8 核種の放射能濃度の合計 実効線量 5mSv/年



表3 原子力災害対策指針における OIL と防護措置について

(原子力災害対策指針より、赤線加筆)

表3 O I L と防護措置について

	基準の種類	基準の概要	初期設定値 <sup>※1</sup>			防護措置の概要
緊急防護措置	O I L 1	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、住民等を数時間内に避難や屋内退避等させるための基準	500 $\mu$ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 <sup>※2</sup> )			数時間内を目途に区域を特定し、避難等を実施。(移動が困難な者の一時屋内退避を含む)
	O I L 4	不注意な経口摂取、皮膚汚染からの外部被ばくを防止するため、除染を講じるための基準	$\beta$ 線：40,000 cpm <sup>※3</sup> (皮膚から数cmでの検出器の計数率) $\beta$ 線：13,000cpm <sup>※4</sup> 【1ヶ月後の値】 (皮膚から数cmでの検出器の計数率)			避難又は一時移転の基準に基づいて避難等した避難者等に避難退城時検査を実施して、基準を超える際は迅速に簡易除染等を実施。
早期防護措置	O I L 2	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、地域生産物 <sup>※5</sup> の摂取を制限するとともに、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	20 $\mu$ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 <sup>※2</sup> )			1日内を目途に区域を特定し、地域生産物の摂取を制限するとともに、1週間程度内に一時移転を実施。
飲食物摂取制限 <sup>※9</sup>	飲食物に係るスクリーニング基準	O I L 6による飲食物の摂取制限を判断する準備として、飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	0.5 $\mu$ Sv/h <sup>※6</sup> (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 <sup>※2</sup> )			数日内を目途に飲食物中の放射性核種濃度を測定すべき区域を特定。
	O I L 6	経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準	核種 <sup>※7</sup>	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、 卵、魚、その他	1週間内を目途に飲食物中の放射性核種濃度の測定と分析を行い、基準を超えるものにつき摂取制限を迅速に実施。
			放射性ヨウ素	300Bq/kg	2,000Bq/kg <sup>※8</sup>	
			放射性セシウム	200Bq/kg	500Bq/kg	
			プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種	1Bq/kg	10Bq/kg	
			ウラン	20Bq/kg	100Bq/kg	

49

- ※1 「初期設定値」とは緊急事態当初に用いる OIL の値であり、地上沈着した放射性核種組成が明確になった時点で必要な場合には OIL の初期設定値は改定される。
- ※2 本値は地上1mで計測した場合の空間放射線量率である。実際の適用に当たっては、空間放射線量率計測機器の設置場所における線量率と地上1mでの線量率との差異を考慮して、判断基準の値を補正する必要がある。O I L 1については緊急時モニタリングにより得られた空間放射線量率(1時間値)がO I L 1の基準値を超えた場合、O I L 2については、空間放射線量率の時間的・空間的な変化を参照しつつ、緊急時モニタリングにより得られた空間放射線量率(1時間値)がO I L 2の基準値を超えたときから起算して概ね1日が経過した時点の空間放射線量率(1時間値)がO I L 2の基準値を超えた場合に、防護措置の実施が必要であると判断する。
- ※3 我が国において広く用いられている $\beta$ 線の入射窓面積が20cm<sup>2</sup>の検出器を利用した場合の計数率であり、表面汚染密度は約120Bq/cm<sup>2</sup>相当となる。他の計測器を使用して測定する場合には、この表面汚染密度より入射窓面積や検出効率を勘案した計数率を求める必要がある。
- ※4 ※3と同様、表面汚染密度は約40Bq/cm<sup>2</sup>相当となり、計測器の仕様が異なる場合には、計数率の換算が必要である。
- ※5 「地域生産物」とは、放出された放射性物質により直接汚染される野外で生産された食品であって、数週間以内に消費されるもの(例えば野菜、該当地域の牧草を食った牛の乳)をいう。
- ※6 実効性を考慮して、計測場所の自然放射線によるバックグラウンドによる寄与も含めた値とする。
- ※7 その他の核種の設定の必要性も含めて今後検討する。その際、IAEAのGSG-2におけるO I L 6を参考として数値を設定する。
- ※8 根菜、芋類を除く野菜類が対象。
- ※9 IAEAでは、飲食物摂取制限が効果的かつ効率的に行われるよう、飲食物中の放射性核種濃度の測定が開始されるまでの間の暫定的な飲食物摂取制限の実施及び当該測定の対象の決定に係る基準であるO I L 3等を設定しているが、我が国では、放射性核種濃度を測定すべき区域を特定するための基準である「飲食物に係るスクリーニング基準」を定める。

表 4 野外調査測定 の OIL 初期値 (GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Table 8 Defalut OILs for field survey measurements より)

OIL	OIL value	Response action (as appropriate) if the OIL is exceeded
<i>Environmental measurements</i>		
OIL1	Gamma ( <sup>3</sup> ) 1000 μSv/h at 1 m from surface or a source  2000 counts/s direct beta (β) surface contamination measurement <sup>e</sup>  50 counts/s direct alpha (α) surface contamination measurement <sup>f</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Immediately evacuate or provide substantial shelter<sup>a</sup></li> <li>— Provide for decontamination of evacuees<sup>b</sup></li> <li>— Reduce inadvertent ingestion<sup>c</sup></li> <li>— Stop consumption of local produce<sup>d</sup>, rainwater and milk from animals grazing in the area</li> <li>— Register and provide for a medical examination of evacuees</li> <li>— If a person has handled a source with a dose rate equal to or exceeding 1000 μSv/h at 1 m<sup>e</sup>, provide an immediate medical examination</li> </ul>
OIL2	Gamma ( <sup>3</sup> ) 100 □Sv/h at 1 m from surface or a source  200 counts/s direct beta (□) surface contamination measurement <sup>f</sup>  10 counts/s direct alpha (□) surface contamination measurement <sup>f</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stop consumption of local produce<sup>d</sup>, rainwater and milk from animals grazing in the area until they have been screened and contamination levels have been assessed using OIL5 and OIL6</li> <li>— Temporarily relocate those living in the area; before relocation, reduce inadvertent ingestion<sup>c</sup>; register and estimate the dose to those who were in the area to determine if medical screening is warranted; relocation of people from the areas with the highest potential exposure should begin within days</li> <li>— If a person has handled a source with a dose rate equal to or exceeding 100 μSv/h at 1 m<sup>e</sup>, provide medical examination and evaluation; any pregnant women who have handled such a source should receive immediate medical evaluation and dose assessment</li> </ul>
OIL3	Gamma ( <sup>3</sup> ) 1 □Sv/h at 1 m from surface  20 counts/s direct beta (□) surface contamination measurement <sup>f,i</sup>  2 counts/s direct alpha (□) surface contamination measurement <sup>f,i</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stop consumption of non-essential<sup>g</sup> local produce<sup>d</sup>, rainwater and milk from animals<sup>h</sup> grazing in the area until it has been screened and contamination levels have been assessed using OIL5 and OIL6</li> <li>— Screen local produce, rainwater and milk from animals<sup>h</sup> grazing in the area out to at least 10 times the distance to which OIL3 is exceeded and assess samples using OIL5 and OIL6</li> <li>— Consider providing iodine thyroid blocking<sup>j</sup> for fresh fission products<sup>k</sup> and for iodine contamination if replacement for essential<sup>g</sup> local produce or milk is not immediately available</li> <li>— Estimate the dose of those who may have consumed food, milk or rainwater from the area where restrictions were implemented to determine if medical screening is warranted</li> </ul>
<i>Skin contamination</i>		
OIL4	Gamma ( <sup>3</sup> ) 1 □Sv/h at 10 cm from the skin  1000 counts/s direct beta (□) skin contamination measurement <sup>f</sup>  50 counts/s direct alpha (□) skin contamination measurement <sup>f</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Provide for skin decontamination<sup>b</sup> and reduce inadvertent ingestion<sup>c</sup></li> <li>— Register and provide for a medical examination</li> </ul>

**Note:** The OILs should be revised as soon as it is known which radionuclides are actually involved. The OILs should also be revised, if necessary, as part of the preparedness process, to be more consistent with the instruments to be used during the response. However, the default OILs in this table can be used without revision to make a conservative assessment immediately.

- a Inside closed halls of large multi-storey buildings or large masonry structures and away from walls or windows.
- b If immediate decontamination is not practicable, advise evacuees to change their clothing and to shower as soon as possible. Guidance on performing decontamination can be found in Refs [18, 21].
- c Advise evacuees not to drink, eat or smoke and to keep hands away from the mouth until hands are washed.
- d Local produce is food that is grown in open spaces that may be directly contaminated by the release and that is consumed within weeks (e.g. vegetables).
- e This external dose rate criterion applies only to sealed dangerous sources and does not need to be revised in an emergency.
- f Performed using good contamination monitoring practice.
- g Restricting essential foods could result in severe health effects (e.g. severe malnutrition), and therefore essential foods should be restricted only if replacement food is available.
- h Use 10% of OIL3 for milk from small animals (e.g. goats) grazing in the area.
- I Deposition by rain of short lived naturally occurring radon progeny can result in count rates of four or more times the background count rate. These rates should not be confused with the deposition rates due to the emergency. Count rates due to radon progeny will decrease rapidly after the rain stops and should be back to typical background levels within a few hours.
- j Only for several days and only if replacement food is not available.
- k Fission products that were produced within the last month, thus containing large amounts of iodine.

表5 食品、牛乳、および水の濃度のスクリーニング OIL 初期値

OIL	OIL value	Response action if the OIL is exceeded
OIL5	Gross beta ( $\beta$ ): 100 Bq/kg or Gross alpha ( $\alpha$ ): 5 Bq/kg	Above OIL5: Assess using OIL6  Below OIL5: Safe for consumption during the emergency phase

(GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Table 9 Default screening OILs for food, milk and water concentrations from laboratory analysis. より)

表6 評価対象としている元素ごとの核種数の比較

原子番号	元素記号	日本語名	WHO 飲料水 GL	GSG2 OIL6	共通	WHOのみ	OIL6のみ	原子量 (u)	
1	H	水素	1	1	1			1.0	
2	He	ヘリウム						4.0	
3	Li	リチウム						6.9	
4	Be	ベリリウム	1	2	1		1	9.0	
5	B	ホウ素						10.8	
6	C	炭素	1	2	1		1	12.0	
7	N	窒素						14.0	
8	O	酸素						16.0	
9	F	フッ素		1			1	19.0	
10	Ne	ネオン						20.2	
11	Na	ナトリウム	1	2	1		1	23.0	
12	Mg	マグネシウム		1			1	24.3	
13	Al	アルミニウム		1			1	27.0	
14	Si	ケイ素		2			2	28.1	
15	P	リン	2	2	2			31.0	
16	S	硫黄	1	1	1			32.1	
17	Cl	塩素	1	2	1		1	35.5	
18	Ar	アルゴン						39.9	
19	K	カリウム		3			3	39.1	
20	Ca	カルシウム	2	3	2		1	40.1	
21	Sc	スカンジウム	3	4	3		1	45.0	
22	Ti	チタン		1			1	47.9	
23	V	バナジウム	1	2	1		1	50.9	
24	Cr	クロム	1	1	1			52.0	
25	Mn	マンガン	3	4	3		1	54.9	
26	Fe	鉄	2	4	2		2	55.8	
27	Co	コバルト	4	6	4		2	58.9	
28	Ni	ニッケル	2	3	2		1	58.7	
29	Cu	銅		2			2	63.5	
30	Zn	亜鉛	1	3	1		2	65.4	
31	Ga	ガリウム		3			3	69.7	
32	Ge	ゲルマニウム	1	3	1		2	72.6	
33	As	ヒ素	4	5	4		1	74.9	
34	Se	セレン	1	2	1		1	79.0	
35	Br	臭素	1	3	1		2	79.9	
36	Kr	クリプトン						83.8	
37	Rb	ルビジウム	1	5	1		4	85.5	
38	Sr	ストロンチウム	3	8	3		5	87.6	
39	Y	イットリウム	2	7	2		5	88.9	
40	Zr	ジルコニウム	2	4	2		2	91.2	
41	Nb	ニオブ	3	4	3		1	92.9	
42	Mo	モリブデン	2	2	2			96.0	
43	Tc	テクネチウム	4	8	4		4	98.9	※
44	Ru	ルテニウム	3	4	3		1	101.1	
45	Rh	ロジウム	1	6	1		5	102.9	
46	Pd	パラジウム	1	3	1		2	106.4	
47	Ag	銀	3	4	3		1	107.9	
48	Cd	カドミウム	3	4	3		1	112.4	

49	In	インジウム	2	4	2	2	114.8	
50	Sn	スズ	2	7	2	5	118.7	
51	Sb	アンチモン	3	4	3	1	121.8	
52	Te	テルル	8	11	8	3	127.6	
53	I	ヨウ素	4	10	4	6	126.9	
54	Xe	キセノン					131.3	
55	Cs	セシウム	7	8	7	1	132.9	
56	Ba	バリウム	2	4	2	2	137.3	
57	La	ランタン	1	2	1	1	138.9	
58	Ce	セリウム	4	4	4		140.1	
59	Pr	プラセオジウム	1	2	1	1	140.9	
60	Nd	ネオジウム	1	2	1	1	144.2	
61	Pm	プロメチウム	2	7	2	5	146.9	※
62	Sm	サマリウム	2	4	2	2	150.4	
63	Eu	ユウロピウム	3	10	3	7	152.0	
64	Gd	ガドリニウム	1	4	1	3	157.3	
65	Tb	テルビウム	1	3	1	2	158.9	
66	Dy	ジスプロシウム		3		3	162.5	
67	Ho	ホルミウム		2		2	164.9	
68	Er	エルビウム	1	2	1	1	167.3	
69	Tm	ツリウム	1	3	1	2	168.9	
70	Yb	イッテルビウム	1	2	1	1	173.1	
71	Lu	ルテチウム		5		5	175.0	
72	Hf	ハフニウム		4		4	178.5	
73	Ta	タンタル	1	3	1	2	180.9	
74	W	タングステン	2	5	2	3	183.8	
75	Re	レニウム	1	6	1	5	186.2	
76	Os	オスマニウム	3	5	3	2	190.2	
77	Ir	イリジウム	2	4	2	2	192.2	
78	Pt	白金	2	7	2	5	195.1	
79	Au	金	2	5	2	3	197.0	
80	Hg	水銀	2	6	2	4	200.6	
81	Tl	タリウム	4	4	4		204.4	
82	Pb	鉛	2	6	2	4	207.2	
83	Bi	ビスマス	3	6	3	3	209.0	
84	Po	ポロニウム	1	1	1		209.0	※
85	At	アスタチン		1		1	210.0	※
86	Rn	ラドン					222.0	※
87	Fr	フランシウム					223.0	※
88	Ra	ラジウム	5	5	5		226.0	※
89	Ac	アクチニウム		3	0	3	227.0	※
90	Th	トリウム	7	7	7		232.0	
91	Pa	プロトアクチニウム	3	3	3		231.0	
92	U	ウラン	9	7	7	2	238.0	
93	Np	ネプツニウム	2	5	2	3	237.0	※
94	Pu	プルトニウム	8	8	8		244.1	※
95	Am	アメリシウム	4	4	3	1	243.1	※
96	Cm	キュリウム	7	9	7	2	247.1	※
97	Bk	バークリウム	1	2	1	1	247.1	※
98	Cf	カリホルニウム	8	7	7	1	251.1	※
99	Es	アインスタイニウム	3	1	1	2	252.1	※
		計	191	355	185	6	170	

※ 安定元素なし

表7 CODEX 一般規格の指針値 (Codex guideline level、GL)

製品名	代表的な放射性核種	値 (Bq/kg)	種類
乳児用食品	Pu-238、Pu-239、Pu-240、Am-241	1	GL
乳児用食品	Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、U-235	100	GL
乳児用食品	S-35、Co-60、Sr-89、Ru-103、Cs-134、Cs-137、Cs-144、Ir-192	1000	GL
乳児用食品	H-3、C-14、Tc-99	1000	GL
乳児用食品以外の食品	Pu-238、Pu-239、Pu-240、Am-241	10	GL
乳児用食品以外の食品	Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、U-235	100	GL
乳児用食品以外の食品	S-35、Co-60、Sr-89、Ru-103、Cs-134、Cs-137、Cs-144、Ir-192	1000	GL
乳児用食品以外の食品	H-3、C-14、Tc-99	10000	GL

表8 評価対象としている元素ごとの核種数の比較

*1 核種	*2 WHO飲料水GL		*3 GSG-2 OIL6		*4 CODEX一般規格		*5 日本 OIL6	*6 参考 資料	*7 SGS-2 OIL6/WHO	*8 半減期	*9 壊変形式	*10 %	*11 生成 核種	*12 生成核種 の放射性 壊変形式	*13 放射平衡 核種 (割合%)[半減期]	*14 100崩壊あたりの放射線タイプ 別の総エネルギー[keV]								
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg					(日)						預託実効線量係数 Sv/Bq								
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人															
H-3	1	10000	1	200000	41	1000/10000			20	4.5E+03	$\beta$ -	100	He-3	-	0.0	5.7	0.0	1.2E-10	1.2E-10	7.3E-11	5.7E-11	4.2E-11	4.2E-11	
Be-7	2	10000	2	700000					70	5.3E+01	ec	100	Li-7	-				4.8E-10	1.3E-10	7.7E-11	5.3E-11	3.5E-11	2.8E-11	
C-14	3	100	5	10000	42	1000/10000			100	2.1E+06	$\beta$ -	100	N-14	-	0.0	49.5	0.0	1.4E-09	1.6E-09	9.9E-10	8.0E-10	5.7E-10	5.8E-10	
Na-22	4	100	7	2000					20	9.5E+02	ec $\beta$ +	100	Ne-22	-	0.0	195.2	2197.7	2.1E-08	1.5E-08	8.4E-09	5.5E-09	3.7E-09	3.2E-09	
P-32	5	100	13	20000					200	1.4E+01	$\beta$ -	100	S-32	-	0.0	695.0	1.2	9.1E-08	1.9E-08	9.4E-09	5.3E-09	3.1E-09	2.4E-09	
P-33	6	1000	14	100000					100	2.5E+01	$\beta$ -	100	S-33	-	0.0	76.4	0.0	1.7E-09	1.8E-09	9.1E-10	5.3E-10	3.1E-10	2.4E-10	
S-35	7	100	15	10000	31	1000/1000			100	8.7E+01	$\beta$ -	100	Cl-35	-	0.0	48.8	0.0	7.7E-09	5.4E-09	2.7E-09	1.6E-09	9.5E-10	7.7E-10	
Cl-36	8	100	16	3000					30	1.1E+08	$\beta$ -	98	Ar-36	-				8.8E-09	6.3E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.3E-10	
	8									1.1E+08	ec $\beta$ +	1.9	S-36	-				8.8E-09	6.3E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.3E-10	
Ca-45	9	100	22	8000					80	1.6E+02	$\beta$ -	100	Sc-45	-	0.0	76.9	0.0	4.1E-08	4.9E-09	2.6E-09	1.8E-09	1.3E-09	7.1E-10	
Ca-47	10	100	23	50000					500	4.5E+00	$\beta$ -	100	Sc-47	$\beta$ - 100 %	0.0	398.7	948.6	3.3E-08	9.3E-09	4.9E-09	3.0E-09	1.8E-09	1.6E-09	
Sc-46	11	100	25	8000					80	8.4E+01	$\beta$ -	100	Ti-46	-	0.0	111.8	2009.6	1.1E-08	7.9E-09	4.4E-09	2.9E-09	1.8E-09	1.5E-09	
Sc-47	12	100	26	400000					4000	3.3E+00	$\beta$ -	100	Ti-47	-				5.1E-09	3.9E-09	2.0E-09	1.2E+09	6.8E-10	5.4E-10	
Sc-48	13	100	27	300000					3000	1.8E+00	$\beta$ -	100	Ti-48	-	0.0	220.4	3353.0	1.3E-08	9.3E-09	5.1E-09	3.3E-09	2.1E-09	1.7E-09	
V-48	14	100	29	30000					300	1.6E+01	ec $\beta$ +	100	Ti-48	-				1.5E-08	1.1E-08	5.9E-09	3.9E-09	2.5E-09	2.0E-09	
Cr-51	15	10000	31	800000					80	2.8E+01	ec	100	V-51	-	0.0	0.0	33.0	8.5E-10	2.3E-10	1.2E-10	7.8E-11	4.8E-11	3.8E-11	
Mn-52	16	100	32	100000					1000	5.6E+00	ec $\beta$ +	100	Cr-52	-				4.2E-08	8.8E-09	5.1E-09	3.4E-09	2.2E-09	1.8E-09	
Mn-53	17	10000	33	90000					9	1.4E+09	ec	100	Cr-53	-	0.0	0.0	1.5	3.1E-10	2.2E-10	1.1E-10	6.5E-11	3.7E-11	3.0E-11	
Mn-54	18	100	34	9000					90	3.1E+02	ec $\beta$ +	100	Cr-54	-				4.4E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.3E-09	8.7E-10	7.1E-10	
Fe-55	19	1000	37	10000					10	1.0E+03	ec	100	Mn-55	-	0.0	0.0	1.7	2.6E-09	2.4E-09	1.7E-09	1.1E-09	7.7E-10	3.3E-10	
Fe-59	20	100	38	9000					90	4.4E+01	$\beta$ -	100	Co-59	-	0.0	117.5	1188.6	3.9E-08	1.3E-08	7.5E-09	4.7E-09	3.1E-09	1.8E-09	
Co-56	21	100	41	4000					40	7.7E+01	ec $\beta$ +	100	Fe-56	-				2.5E-08	1.5E-08	8.8E-09	5.8E-09	3.8E-09	2.5E-09	
Co-57	22	1000	42	20000					20	2.7E+02	ec	100	Fe-57	-	0.0	0.0	125.4	2.9E-09	1.6E-09	8.9E-10	5.8E-10	3.7E-10	2.1E-10	
Co-58	23	100	43	20000				51	200	7.1E+01	ec $\beta$ +	100	Fe-58	-				6.3E-09	4.4E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.1E-09	7.4E-10	
Co-60	24	100	45	800	32	1000/1000		52	8	1.9E+03	$\beta$ -	100	Ni-60	-	0.0	96.4	2503.9	5.4E-08	2.7E-08	1.7E-08	1.1E-08	7.9E-09	3.4E-09	
Ni-57	25	1000	46	60000					60	1.5E+00	ec $\beta$ +	100	Co-57	ec 100 %	0.0	154.5	1940.0	7.8E-09	4.9E-09	2.7E-09	1.7E-09	1.1E-09	8.7E-10	
Ni-63	26	1000	47	20000					20	3.7E+04	$\beta$ -	100	Cu-63	-	0.0	17.4	0.0	8.6E-09	8.4E-10	4.6E-10	2.8E-10	1.8E-10	1.5E-10	
Zn-65	27	100	51	2000					20	2.4E+02	ec $\beta$ +	100	Cu-65	-				4.6E-08	1.6E-08	9.7E-09	6.4E-09	4.5E-09	3.9E-09	
Ge-71	28	10000	58	500000					500	1.1E+01	ec	100	Ga-71	-	0.0	0.0	4.3	2.2E-10	7.8E-11	4.0E-11	2.4E-11	1.5E-11	1.2E-11	
As-73	29	1000	61	30000					30	8.0E+01	ec	100	Ge-73	-	0.0	0.0	16.0	8.6E-09	1.9E-09	9.3E-10	5.6E-10	3.2E-10	2.6E-10	
As-74	30	100	62	30000					300	1.8E+01	ec $\beta$ +	66	Ge-74	-				4.0E-08	8.2E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.6E-09	1.3E-09	
	30									1.8E+01	$\beta$ -	34	Se-74	-	0.0	136.1	97.9	4.0E-08	8.2E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.6E-09	1.3E-09	
As-76	31	100	63	400000					4000	1.1E+00	$\beta$ -	100	Se-76	-	0.0	1064.6	418.9	2.0E-08	1.1E-08	5.8E-09	3.4E-09	2.0E-09	1.6E-09	
As-77	32	1000	64	1000000					1000	1.6E+00	$\beta$ -	100	Se-77	-	0.0	225.5	8.5	5.7E-09	2.9E-09	1.5E-09	8.7E-10	5.0E-10	4.0E-10	
Se-75	33	100	65	4000					40	1.2E+02	ec	100	As-75	-	0.0	0.0	389.4	2.0E-08	1.3E-08	8.3E-09	6.0E-09	3.1E-09	2.6E-09	
Br-82	34	100	69	1000000					10000	1.5E+00	$\beta$ -	100	Kr-82	-				3.7E-09	2.6E-09	1.5E-09	9.5E-10	6.4E-10	5.4E-10	
Rb-86	35	100	73	10000				31	100	1.9E+01	$\beta$ -	99.99	Sr-86	-	0.0	668.9	94.2	2.1E-08	2.0E-08	9.9E-09	5.9E-09	3.5E-09	2.8E-09	
Sr-85	36	100	76	30000					300	6.5E+01	ec	100	Rb-85	-	0.0	0.0	500.2	9.7E-09	3.1E-09	1.7E-09	1.5E-09	1.3E-09	5.6E-10	
Sr-89	37	100	79	6000	33	1000/1000	23	41	60	5.1E+01	$\beta$ -	100	Y-89	-	0.0	587.1	1.0	2.6E-08	1.8E-08	8.9E-09	5.8E-09	4.0E-09	2.6E-09	
Sr-90	38	100	80	200	21	100/100	24	42	20	1.1E+04	$\beta$ -	100	Y-90	$\beta$ - 100 %	0.0	195.8	0.1	1.3E-07	7.3E-08	4.7E-08	6.0E-08	8.0E-08	2.8E-08	
Y-90	39	100	85	90000					61	900	2.7E+00	$\beta$ -	100	Zr-90	-	0.0	933.6	2.0	1.1E-08	2.0E-08	1.0E-08	5.9E-09	3.3E-09	2.7E-09
Y-91	40	100	86	5000					62	50	5.9E+01	$\beta$ -	100	Zr-91	-	0.0	603.0	4.1	1.8E-08	1.8E-08	8.8E-09	5.2E-09	2.9E-09	2.4E-09
Zr-93	41	100	91	20000					200	5.9E+08	$\beta$ -	100	Nb-93	-				5.2E-09	7.6E-10	5.1E-10	5.8E-10	8.6E-10	1.1E-09	
Zr-95	42	100	92	6000				63	60	6.4E+01	$\beta$ -	100	Nb-95	$\beta$ - 100 %	0.0	117.0	732.9	9.5E-09	5.6E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.5E-10	
Nb-93m	43	1000	94	20000					20	5.9E+03	IT	100	Nb-93	-	0.0	0.0	2.0	4.5E-09	9.1E-10	4.6E-10	2.7E-10	1.5E-10	1.2E-10	
Nb-94	44	100	95	2000					20	7.4E+06	$\beta$ -	100	Mo-94	-	0.0	145.8	1573.8	3.5E-08	9.7E-09	5.3E-09	3.4E-09	2.1E-09	1.7E-09	
Nb-95	45	100	96	50000				65	500	3.5E+01	$\beta$ -	100	Mo-95	-	0.0	43.4	764.5	6.6E-09	3.2E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.4E-10	5.8E-10	
Mo-93	46	100	98	3000					30	1.5E+06	ec	100	Nb-93	-	0.0	0.0	12.6	2.9E-09	6.9E-09	5.0E-09	4.0E-09	3.4E-09	3.1E-09	
Mo-99	47	100	99	500000				53	5000	2.7E+00	$\beta$ -	100	Tc-99	$\beta$ - 100 %	0.0	389.6	143.5	2.5E-09	3.5E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.6E-10	6.0E-10	
Tc-96	48	100	101	20000					2000	4.3E+00	ec $\beta$ +	100	Mo-96	-				3.7E-09	5.1E-09	3.0E-09	2.0E-09	1.4E-09	1.1E-09	
Tc-97	49	1000	103	40000					40	1.5E+09	ec	100	Mo-97	-	0.0	0.0	11.8	1.9E-10	4.9E-10	2.4E-10	1.4E-10	8.8E-11	6.8E-11	





核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX—般規格		日本 OIL6	参考 資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成 核種	生成核種 の放射性・ 壊変形式	放射平衡 核種 (割合) [%半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプ 別の総エネルギー[keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq								
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg										α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人			
Eu-154	102									4.9E+03	β-	27.9	Gd-152	α 100 %				0.0	83.1	259.9	6.6E-08	7.4E-09	4.1E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.4E-09
Eu-155	103	100	205	2000						3.1E+03	β-	99.98	Gd-154	-				0.0	221.3	1243.1	5.5E-08	1.2E-08	6.5E-09	4.1E-09	2.9E-09	2.0E-09
Gd-153	104	1000	206	10000						1.7E+03	β-	100	Gd-155	-				0.0	46.9	61.3	2.3E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.8E-10	4.0E-10	3.2E-10
Tb-160	105	1000	210	20000						2.4E+02	ec	100	Eu-153	-				0.0	0.0	105.2	1.9E-09	1.8E-09	9.4E-10	5.8E-10	3.4E-10	2.7E-10
Er-169	106	100	214	7000						7.2E+01	β-	100	Dy-160	-				0.0	210.3	1126.6	9.6E-08	1.0E-08	5.4E-09	3.3E-09	2.0E-09	1.6E-09
Tm-171	107	1000	220	200000						9.4E+00	β-	100	Tm-169	-				0.0	99.8	0.1	2.4E-09	2.8E-09	1.4E-09	8.2E-10	4.7E-10	3.7E-10
Yb-175	108	1000	224	30000						7.0E+02	β-	100	Yb-171	-				0.0	24.8	0.6	1.5E-09	7.8E-10	3.9E-10	2.3E-10	1.3E-10	1.1E-10
Ta-182	109	1000	226	400000						4.2E+00	β-	100	Lu-175	-				0.0	112.7	79.9	2.0E-09	3.2E-09	1.6E-09	9.5E-10	5.4E-10	4.4E-10
W-181	110	100	238	5000						1.1E+02	β-	100	W-182	-				0.0	127.8	1306.1	1.4E-08	9.4E-09	5.0E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.5E-09
W-185	111	1000	240	100000						1.2E+02	ec	100	Ta-181	-				0.0	0.0	40.3	1.3E-10	4.7E-10	2.5E-10	1.6E-10	9.5E-11	7.6E-11
Re-186	112	1000	241	20000						7.5E+01	β-	100	Re-185	-				0.0	126.9	0.1	6.4E-09	3.3E-09	1.6E-09	9.7E-10	5.5E-10	4.4E-10
Os-185	113	100	246	100000						3.7E+00	ec	1000	Os-186	α 100 %				0.0	321.0	16.6	1.9E-08	1.1E-08	5.5E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.5E-09
Os-191	113									9.4E+01	ec	100	W-186	-				0.0	0.0	4.5	1.9E-08	1.1E-08	5.5E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.5E-09
Os-191	114	100	250	20000						1.5E+01	β-	200	Re-185	-				0.0	0.0	689.2	1.8E-09	2.6E-09	1.5E-09	9.8E-10	6.5E-10	5.1E-10
Os-191	115	100	251	80000						1.2E+00	β-	800	Ir-191	-				0.0	0.0	689.2	1.3E-09	4.1E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.0E-10	5.7E-10
Os-193	116	100	253	700000						1.2E+00	β-	7000	Ir-193	-				0.0	354.1	64.6	4.3E-09	6.0E-09	3.0E-09	1.8E-09	1.0E-09	8.1E-10
Ir-190	117	100	256	60000						1.2E+01	ec β+	600	Os-190	-				0.0	0.0	64.6	1.0E-08	7.1E-09	3.9E-09	2.5E-09	1.6E-09	1.2E-09
Ir-192	118	100	257	8000	38	1000/1000				7.4E+01	β-	80	Pt-192	-				0.0	170.2	785.1	1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09
Pt-191	118									7.4E+01	ec	100	Os-192	-				0.0	0.0	32.1	1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09
Pt-191	119	1000	260	900000						2.8E+00	ec	900	Ir-191	-				0.0	0.0	321.3	1.1E-09	2.1E-09	1.1E-09	6.9E-10	4.2E-10	3.4E-10
Pt-193m	120	1000	262	300000						4.3E+00	IT	300	Pt-193	ec 100 %				0.0	0.0	321.3	4.2E-09	3.4E-09	1.7E-09	9.9E-10	5.6E-10	4.5E-10
Au-198	121	100	269	300000						2.7E+00	β-	3000	Hg-198	-				0.0	312.5	403.4	5.0E-08	7.2E-09	3.7E-09	2.2E-09	1.3E-09	1.0E-09
Au-199	122	1000	270	500000						3.1E+00	β-	500	Hg-199	-				0.0	82.3	95.2	2.5E-09	3.1E-09	1.6E-09	9.5E-10	5.5E-10	4.4E-10
Hg-197	123	1000	274	1000000						2.7E+00	ec	1000	Au-197	-				0.0	0.0	99.2	6.5E-09	1.6E-09	8.3E-10	5.0E-10	2.9E-10	2.3E-10
Hg-203	124	100	276	10000						4.7E+01	β-	100	Tl-203	-				0.0	57.9	237.9	1.5E-08	1.1E-08	5.7E-09	3.6E-09	2.3E-09	1.9E-09
Tl-200	125	1000	277	5000000						1.1E+00	ec β+	5000	Hg-200	-				0.0	0.0	79.2	1.3E-09	9.1E-10	5.3E-10	3.5E-10	2.4E-10	2.0E-10
Tl-201	126	1000	278	3000000						3.0E+00	ec	3000	Hg-201	-				0.0	0.0	79.2	5.4E-10	5.5E-10	2.9E-10	1.8E-10	1.2E-10	9.5E-11
Tl-202	127	1000	279	2000000						1.2E+01	ec β+	200	Hg-202	-				0.0	0.0	79.2	2.9E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.9E-10	5.4E-10	4.5E-10
Tl-204	128	100	280	3000						1.4E+03	β-	30	Pb-204	-				0.0	236.9	0.2	7.3E-08	8.5E-09	4.2E-09	2.5E-09	1.5E-09	1.2E-09
Pb-203	128									1.4E+03	ec β+	2.9	Hg-204	-				0.0	0.0	236.9	7.3E-08	8.5E-09	4.2E-09	2.5E-09	1.5E-09	1.2E-09
Pb-203	129	1000	283	2000000						2.2E+00	ec	2000	Tl-203	-				0.0	0.0	313.6	5.6E-09	1.3E-09	6.8E-10	4.3E-10	2.7E-10	2.4E-10
Pb-210	130	0.1	285	2						8.1E+03	β-	20	Bi-210	β - 100 %	Bi-210, Po-210			0.0	6.1	4.4	2.4E-06	3.6E-06	2.2E-06	1.9E-06	1.9E-06	6.9E-07
Bi-206	131	100	288	80000						6.2E+00	ec β+	800	Pb-206	-				0.0	0.0	4.4	2.4E-06	1.0E-06	5.7E-07	3.7E-07	2.4E-07	1.9E-07
Bi-207	132	100	289	3000						1.2E+04	ec β+	30	Pb-207	-				0.0	0.0	4.4	1.0E-08	7.1E-09	3.9E-09	2.5E-09	1.6E-09	1.3E-09
Bi-210	133	100	290	100000						5.0E+00	β-	1000	Po-210	α 100 %				0.0	389.0	0.5	4.5E-08	9.7E-09	4.8E-09	2.9E-09	1.6E-09	1.3E-09
Po-210	134	0.1	293	5						1.4E+02	α	50	Pb-206	-				0.0	0.0	0.5	5.6E-05	8.8E-06	4.4E-06	2.6E-06	1.6E-06	1.2E-06
Ra-223	135		1	295	400					1.1E+01	α	400	Rn-219	α 100 %	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207			5665.3	0.0	136.4	3.3E-06	1.1E-06	5.7E-07	4.5E-07	3.7E-07	1.0E-07
Ra-224	136		1	296	2000					3.6E+00	α	2000	Rn-220	α 100 %	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.65)			5673.2	0.0	10.4	2.7E-06	6.6E-07	3.5E-07	2.6E-07	2.0E-07	6.5E-08
Ra-225	137		1	297	200					1.5E+01	β-	99.974	Ac-225	α 100 %	Ac-225 (3.0), Fr-221 (3.0), At-217 (3.0), Bi-213 (3.0), Po-213 (2.9), Pb-209 (2.9), Tl-209 (0.067), Pb-209 (0.067)				2.1E-06	1.2E-06	6.1E-07	5.0E-07	4.4E-07	9.9E-08		
Ra-226	138		1	298	20					5.8E+05	α	20	Rn-222	α 100 %	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214			4773.4	0.0	7.5	5.7E-06	9.6E-07	6.2E-07	8.0E-07	1.5E-06	2.8E-07
Ra-228	139	0.1	299	3						2.1E+03	β-	30	Ac-228	β - 100 %				0.0	7.2	0.3	3.0E-05	5.7E-06	3.4E-06	3.9E-06	5.3E-06	6.9E-07
Th-227	140	10	303	90						1.9E+01	α	9	Ra-223	α 100 %	Ra-223 (2.6), Rn-219 (2.6), Po-215 (2.6), Pb-211 (2.6), Bi-211 (2.6), Tl-207 (2.6)			5901.1	0.0	119.7	1.0E-07	7.0E-08	3.6E-08	2.3E-08	1.5E-08	8.8E-09
Th-228	141		1	304	20					7.0E+02	α	20	Ra-224	α 100 %	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)			5403.5	0.0	3.0	3.7E-06	3.7E-07	2.2E-07	1.4E-07	9.4E-08	7.2E-08

核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本OIL6	参考資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成核種	生成核種の放射線・壊変形式	放射平衡核種 (割合%) [半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプ別の総エネルギー [keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq						
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg										α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人	
Th-229	142	0.1	305	8					80	2.9E+06	α	100	Ra-225	β - 100 %	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213 (0.98), Pb-209 (0.98), <sup>211</sup> Pb-209 (0.02), Pb-209 (0.02)	4919.5	0.0	93.6	2.1E-05	1.0E-06	7.8E-07	6.2E-07	5.3E-07	4.9E-07
Th-230	143	1	306	50					50	2.8E+07	α	100	Ra-226	α 100 %		4664.1	0.0	1.3	4.1E-06	4.1E-07	3.1E-07	2.4E-07	2.2E-07	2.1E-07
Th-231	144	1000	307	2000000					2000	1.1E+00	β -	100	Pa-231	α 100 %		0.0	77.9	22.9	7.9E-09	2.5E-09	1.2E-09	7.4E-10	4.2E-10	3.4E-10
Th-232	145	1	308	4					4	5.1E+12	α	100	Ra-228	β - 100 %		3996.8	0.0	1.1	1.6E-06	4.5E-07	3.5E-07	2.9E-07	2.5E-07	2.3E-07
Th-234	146	100	309	8000					80	2.4E+01	β -	100	Pa-234	β - 100 %	Pa-234m	0.0	47.8	7.5	6.0E-08	2.5E-08	1.3E-08	7.4E-09	4.2E-09	3.4E-09
Pa-230	147	100	310	50000					500	1.7E+01	ec β +	92.2	Th-230	α 100 %		0.0			4.6E-08	5.7E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.1E-09	9.2E-10
	147									1.7E+01	β -	7.8	U-230	α 100 %		0.0	11.4	1.1	4.6E-08	5.7E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.1E-09	9.2E-10
Pa-231	148	0.1	311	20					200	1.2E+07	α	100	Ac-227	β - 98.62 % α 1.38 %					1.3E-05	1.3E-06	1.1E-06	9.2E-07	8.0E-07	7.1E-07
Pa-233	149	100	312	30000					300	2.7E+01	β -	100	U-233	α 100 %		0.0	66.5	218.7	1.7E-09	6.2E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.1E-09	8.7E-10
U-230	150	1	313	800					800	2.0E+01	α	100	Th-226	α 100 %	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214	5867.4	0.0	2.5	9.9E-07	3.0E-07	1.5E-07	1.0E-07	6.6E-08	5.6E-08
U-231	151	1000							0	4.2E+00	ec	99.996	Pa-231	α 100 %		0.0		84.8	5.1E-09	2.0E-09	1.0E-09	6.1E-10	3.6E-10	2.8E-10
U-232	152	1	314	20					20	2.5E+04	α	100	Th-228	α 100 %		5302.0	0.0	1.7	7.5E-06	8.2E-07	5.8E-07	5.7E-07	6.4E-07	3.3E-07
U-233	153	1	315	100					100	5.8E+07	α	100	Th-229	α 100 %		4805.8	0.0	0.9	1.8E-07	1.4E-07	9.2E-08	7.8E-08	7.8E-08	5.1E-08
U-234	154	1	316	200					200	9.0E+07	α	100	Th-230	α 100 %		4759.4	0.0	1.4	1.7E-07	1.3E-07	8.8E-08	7.4E-08	7.4E-08	4.9E-08
U-235	155	1	317	200	25	1000/1000	31		200	2.6E+11	α	100	Th-231	β - 100 %	Th-231	4463.9	0.0	175.2	1.5E-07	1.3E-07	8.5E-08	7.1E-08	7.0E-08	4.7E-08
U-236	156	1	318	200					200	8.6E+09	α	100	Th-232	α 100 %		4474.3	0.0	1.2	1.5E-07	1.3E-07	8.4E-08	7.0E-08	7.0E-08	4.7E-08
U-237	157	100							0	6.8E+00	β -	100	Np-237	α 100 %		0.0	67.9	139.2	1.3E-09	5.4E-09	2.8E-09	1.6E-09	9.5E-10	7.6E-10
U-238	158	10	319	100					10	1.6E+12	α	100	Th-234	β - 100 %	Th-234, Pa-234m	4187.1	0.0	1.0	1.4E-07	1.2E-07	8.0E-08	6.8E-08	6.7E-08	4.5E-08
Np-237	159	1	323	90					90	7.8E+08	α	100	Pa-233	β - 100 %	Pa-233	4788.9	0.0	31.3	2.0E-06	2.1E-07	1.4E-07	1.1E-07	1.1E-07	1.1E-07
Np-239	160	100	324	400000				72	4000	2.4E+00	β -	100	Pu-239	α 100 %		0.0	147.7	169.8	8.9E-09	5.7E-09	2.9E-09	1.7E-09	1.0E-09	8.0E-10
Pu-236	161	1	325	100					100	1.0E+03	α	100	U-232	α 100 %		5760.4	0.0	1.6	2.1E-06	2.2E-07	1.4E-07	1.0E-07	8.5E-08	7.8E-08
Pu-237	162	1000	326	200000					200	4.6E+01	ec	99.996	Np-237	α 100 %		0.0	0.0	53.1	4.1E-09	6.9E-10	3.6E-10	2.2E-10	1.3E-10	1.0E-10
Pu-238	163	1	327	50	11	1/10	41	73	50	3.2E+04	α	100	U-234	α 100 %		5486.4	0.0	1.4	5.0E-06	4.0E-07	3.1E-07	2.4E-07	2.2E-07	2.3E-07
Pu-239	164	1	328	50	12	1/10	42	74	50	8.8E+06	α	100	U-235	α 100 %		5150.9	0.0	0.7	5.2E-06	4.2E-07	3.3E-07	2.7E-07	2.4E-07	2.5E-07
Pu-240	165	1	329	50	13	1/10	43	75	50	2.4E+06	α	100	U-236	α 100 %		5155.2	0.0	1.3	5.2E-06	4.2E-07	3.3E-07	2.7E-07	2.4E-07	2.5E-07
Pu-241	166	10	330	4000				76	400	5.2E+03	β -	99.998	Am-241	α 100 %		0.0	5.2	0.0	8.6E-08	5.7E-09	5.5E-09	5.1E-09	4.8E-09	4.8E-09
Pu-242	167	1	331	50				44	50	1.4E+08	α	100	U-238	α 100 %		4888.6	0.0	1.2	5.0E-06	4.0E-07	3.2E-07	2.6E-07	2.3E-07	2.4E-07
Pu-244	168	1	332	50					50	3.0E+10	α	99.88	U-240	β - 100 %	U-240, Np-240m	4575.1	0.0	0.8	5.0E-06	4.1E-07	3.2E-07	2.6E-07	2.3E-07	2.4E-07
Am-241	169	1	333	50	14	1/10	45	77	50	1.6E+05	α	100	Np-237	α 100 %		5490.0	0.0	27.2	4.7E-06	3.7E-07	2.7E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07
Am-242	170	1000							0	6.7E-01	β -	82.7	Cm-242	α 100 %		0.0	159.1	2.8	6.0E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.4E-10	3.7E-10	3.0E-10
Am-242	170									6.7E-01	ec	17.3	Pu-242	α 100 %		0.0	0.0	14.5	6.0E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.4E-10	3.7E-10	3.0E-10
Am-242m	171	1	334	50					50	5.2E+04	IT	99.6	Am-242	β - 82.7 % ec 17.3 %	Am-242, Cm-242 (0.83)	5271.3			4.1E-06	3.0E-07	2.3E-07	2.0E-07	1.9E-07	1.9E-07
Am-243	172	1	335	50					50	2.7E+06	α	100	Np-239	β - 100 %	Np-239	5271.3	0.0	56.6	4.6E-06	3.7E-07	2.7E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07
Cm-242	173	10	340	500			46	78	50	1.6E+02	α	100	Pu-238	α 100 %		6103.9	0.0	1.4	1.9E-07	7.6E-08	3.9E-08	2.4E-08	1.5E-08	1.2E-08
Cm-243	174	1	341	60			47		60	1.1E+04	α	99.7	Pu-239	α 100 %		5830.9	0.0	124.8	2.2E-06	3.3E-07	2.2E-07	1.6E-07	1.4E-07	1.5E-07
Cm-244	175	1	342	70			48	79	70	6.6E+03	α	100	Pu-240	α 100 %		5796.4	0.0	1.3	2.9E-06	2.9E-07	1.9E-07	1.4E-07	1.2E-07	1.2E-07
Cm-245	176	1	343	50					50	3.1E+06	α	100	Pu-241	β - 99.998 %		5386.4	0.0	97.4	4.7E-06	3.7E-07	2.8E-07	2.3E-07	2.1E-07	2.1E-07
Cm-246	177	1	344	50					50	1.7E+06	α	99.97	Pu-242	α 100 %		5377.4	0.0	0.0	4.7E-06	3.7E-07	2.8E-07	2.2E-07	2.1E-07	2.1E-07
Cm-247	178	1	345	60					60	5.7E+09	α	100	Pu-243	β - 100 %		4948.7	0.0	313.4	4.4E-06	3.5E-07	2.6E-07	2.1E-07	1.9E-07	1.9E-07
Cm-248	179	0.1	346	10					100	1.3E+08	α	91.6	Pu-244	α 99.8 %		4645.1	0.0	0.0	1.4E-05	1.4E-06	1.0E-06	8.4E-07	7.7E-07	7.7E-07
Bk-249	180	100	348	10000					100	3.3E+02	β -	99.999	Cf-249	α 100 %		0.0	32.4	0.0	1.2E-08	2.9E-09	1.9E-09	1.4E-09	1.1E-09	9.7E-10
Cf-246	181	100							0	1.5E+00	α	100	Cm-242	α 100 %		6745.6	0.0	1.0	4.0E-08	2.4E-08	1.2E-08	7.3E-09	4.1E-09	3.3E-09
Cf-248	182	10	349	200					20	3.3E+02	α	99.997	Cm-244	α 100 %		6249.2	0.0	1.2	5.5E-06	1.6E-07	9.9E-08	6.0E-08	3.3E-08	2.8E-08
Cf-249	183	1	350	20					20	1.3E+05	α	100	Cm-245	α 100 %		5819.7	0.0	326.6	5.0E-06	8.7E-07	6.4E-07	4.7E-07	3.8E-07	3.5E-07
Cf-250	184	1	351	40					40	4.8E+03	α	99.92	Cm-246	α 99.97 %		6021.3	0.0	0.0	1.7E-06	5.5E-07	3.7E-07	2.3E-07	1.7E-07	1.6E-07
Cf-251	185	1	352	20					20	3.3E+05	α	= 100	Cm-247	α 100 %		5786.4	0.0	109.0	2.1E-06	8.8E-07	6.5E-07	4.7E-07	3.9E-07	3.6E-07
Cf-252	186	1	353	40					40	9.7E+02	α	96.9	Cm-248	α 91.6 %		5884.0	0.0	0.0	2.0E-06	5.1E-07	3.2E-07	1.9E-07	1.0E-07	9.0E-08
Cf-253	187	100	354	30000					300	1.8E+01	β -	99.7	Es-253	α 100 %		0.0	72.0	0.0	1.0E-07					

核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本OIL6	参考資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成核種	生成核種の放射性・壊変形式 (割合%) [半減期]	放射平衡核種 (割合%) [半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプの総エネルギー[keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq														
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg										α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人									
Kr-85								1		3.9E+03	β-	100	Rb-85	-	0.0	250.7	2.4															
Kr-85m								2		1.9E-01	β-	78.8	Rb-85	-	0.0	228.7	114.7															
										1.9E-01	IT	21.2	Kr-85	β-100%	0.0	0.0	43.3															
Kr-87								3		5.3E-02	β-	100	Rb-87	β-100%	0.0	1330.9	793.0															
Kr-88								4		1.2E-01	β-	100	Rb-88	β-100%	0.0	365.3	1950.5															
Xe-133								5		5.2E+00	β-	100	Cs-133	-	0.0	100.2	45.9															
Xe-135								6		3.8E-01	β-	100	Cs-135	β-100%	0.0	304.7	248.5															
I-132			161	20000000			12	12		9.6E-02	β-	100	Xe-132	-	0.0	485.7	2256.3	2.0E-09	2.4E-09	1.3E-09	6.2E-10	4.1E-10	2.9E-10									
I-133			162	100000			13	13		8.7E-01	β-	100	Xe-133	β-100%	0.0	405.0	613.2	3.9E-08	4.4E-08	2.3E-08	1.0E-08	6.8E-09	4.3E-09									
I-134			163	200000000			14	14		3.6E-02	β-	100	Xe-134	-	0.0	626.3	2532.2	1.1E-09	7.5E-10	3.9E-10	2.1E-10	1.4E-10	1.1E-10									
I-135			164	2000000			15	15		2.7E-01	β-	100	Xe-135	β-100%	0.0	336.2	1578.4	3.0E-08	8.9E-09	4.7E-09	2.2E-09	1.4E-09	9.3E-10									
Sb-127								21		3.9E+00	β-	100	Te-127	β-100%	0.0	308.7	692.4	8.7E-08	1.2E-08	5.9E-09	3.6E-09	2.1E-09	1.7E-09									
Sb-129								22		1.8E-01	β-	100	Te-129	β-100%	0.0	278.2	1536.8	2.3E-09	2.8E-09	1.5E-09	8.8E-10	5.3E-10	4.2E-10									
Sr-91			81	3000000				43		4.0E-01	β-	100	Y-91	β-100%	0.0	643.5	708.4	4.2E-09	4.0E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.4E-10	6.5E-10									
Tc-99m			107	200000000				54		2.5E-01	IT	99.996	Tc-99	β-100%	0.0	0.0	126.5	3.0E-10	1.3E-10	7.2E-11	4.3E-11	2.8E-11	2.2E-11									
Ru-105			110	20000000				56		1.9E-01	β-	100	Rh-105	β-100%	0.0	410.6	748.3	1.7E-09	1.8E-09	9.1E-10	5.5E-10	3.3E-10	2.6E-10									
Zr-97			93	500000				64		7.0E-01	β-	100	Nb-97	β-100%	0.0	704.9	852.6	4.2E-08	1.4E-08	7.3E-09	4.4E-09	2.6E-09	2.1E-09									

- \*1 希ガスを橙・斜体で記した。
- \*2 WHO 飲料水 GL 記載核種を元素番号順に番号付けした。
- \*3 GSG-2 OIL6 記載核種を元素番号順に番号付けした。
- \*4 CODEX 一般規格記載核種をグループごとに番号付けし、乳児用食品 (A) と乳児用食品以外の食品(B)のGLの値をA/Bとして記載した。
- \*5 原子力災害対策指針のOIL6記載核種を示す。
- \*6 参考文献5)記載核種を示す。
- \*7 GSG-2のOIL6とWHO飲料水GLの放射能濃度比
- \*8 半減期の単位は日とし、1日未満を黄色・斜体で、1000年以上を緑・斜体で示した。
- \*9 壊変形式は、α:α壊変、β-:β-壊変、β+:β+壊変、ec:軌道電子捕獲、IT:核異性体転移、SF:自発核分裂である。
- \*10 1%未満は省略した。
- \*11 生成核種に放射性がない場合は“-”、放射性がある場合は壊変形式とその割合(%)を記載した。1%未満は省略した。
- \*12 SGS-2 OIL6において評価対象核種に放射平衡核種がある場合は、その子孫核種を記した。丸カッコ内は存在割合(1は省略)であり、角カッコ内はその核種の半減期を示す。
- \*13 評価対象親核種の100壊変あたりの放射線タイプ別の総エネルギー(keV)を、α線、β線、及びγ線+X線について記載した。
- \*14 経口摂取における預託実効線量係数は、ICRP Publication 119及びICRP Publication 60より転載した。