

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29-令和元年度厚生労働行政推進調査事業費補助金

(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、食品からの内部被ばくを防止するために食品の規制が行われることから、当食品中放射性物質の測定に関して検討する。平成30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挙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られており、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。令和元年度は、前年度に国際文書等により抽出された200余核種の測定法について、核種の特性にに基づき検討した。環境放射能汚染が引き起こされる原子力施設事故等においては、極めて多様な核種が放出されることが予想される。食品の汚染を考える上では、短半減期の核種による影響は小さいと考えられるが、壊変系列をなし、親核種の濃度変動により経過時間に伴い上昇する核種もあるため注意が必要である。また、検査の効率面からγ線スペクトル解析法が有用であるが、事故直後には多核種の存在による複数ピークの出現が予想されることから、核種同定及び定量には平常時とは異なる注意が必要である。事故等の種類により存在する可能性のある核種を推定し、既存の知識及び情報を活用することが、核種同定の精度を上げることに繋がると考えられる。そのためには、平常時より汚染の可能性のある核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を用意しておくことが重要と考えられる。

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。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を暫定規制値としたものである。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。現在もこれらの指標値は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。本課題では、それらの情報を整理し、測定対象となりうる食品中放射性物質(核種)の検討、並びにそれら核種ごとの特性に基づいた測定法の検討を行う。

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、放射線審議会等資料

平成30年10月17日原子力規制委員会、資料:原子力災害事前対策の策定において参照すべき線量のめやすについて、(参考)Cs-137 100TBq

放出時の各核種放出量

- ・放射能測定法シリーズ(文部科学省及び原子力規制庁)

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 (<https://www.nds.iaea.org/>)

ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File Search and Retrieval)

Live Chart of Nuclides (Interactive Chart of Nuclides)ほか

・ National Nuclear Data Center (<https://www.nndc.bnl.gov/>)

NuDat 2.8 ほか

・ 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

C. 結果と考察

1) 測定対象核種

表 1 に検討した測定対象核種をまとめた。一番左側の列の通し番号は、今回検討した核種を原子番号順に番号付けしたもので、後述する WHO 飲料水 GL 記載核種を 1-191 に、防災指針の OIL6 記載核種を 201-216 とした。枝番は、対象核種が 2 つ以上の壊変経路を取る場合、割合の少ない方を 2 とした。ただし、1%以下の壊変経路は省略した。また、対象核種の測定において子孫核種が用いられる場合に 11 を、対象核種が壊変系列をなす場合の子孫核種に 21 以降の数字を割り付けた。*1 列は検討対象とした核種

を示し、元素記号-質量数で表記した。

*2 列は WHO 飲料水 GL の記載核種を元素番号順に 1-191 に番号付けしたもので、核種ごとのガイダンスレベル(放射能濃度 Bq/L)と、その値を半減期と質量数を用いて物質濃度(g/L)に換算した数値を併記した。このガイダンスレベルは、緊急時ではなく平常時に核種ごとに適用される数値で、1日に2Lを摂取する条件下で個人線量基準を0.1 mSv/年とした場合の飲料水中の放射能濃度であり、複数核種存在する場合は核種ごとのガイダンスレベルとの比率の和が1以下となるか否かで判定されるものである。

*3 列は IAEA の全般的な安全指針 GSG-2 OIL6 記載核種を元素番号順に番号付けしたものである。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る。その中で、運用上の介入レベル(Operational Intervention Level: OIL)が複数提示されており、OIL6 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である。GSG-2 には 357 核種の放射能濃度が示されているが、表 1 には、そのうち、WHO 飲料水 GL と後述の試算提示核種(*6 列)に該当するもののみを記載している。

*4 列は CODEX 一般規格に例示記

載されている核種を4つのグループごとに番号付けし(10、20、30、40番代ごと)、乳児用食品の食品指針値 GL (A) と乳児用食品以外の食品の指針値 GL (B) を A/B として記載した。CODEX 一般規格は、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書かれており、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。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。

*5 列は、我が国の防災指針の OIL6 記載核種を示した。

*6 列は、「原子力災害事前対策の策定において参照すべき線量のめやすについて」の「(参考) Cs-137 100TBq 放出時の各核種放出量」に記載されている核種を示す。

*7 列は GSG-2 の OIL6 と WHO 飲料水 GL の放射能濃度比である。これは緊急時と平常時の値の違いを示している。

*8 列は核種の半減期であり、単位は日に統一し、1 日未満または 1000 年以上を斜体で示した。*9 列は壊変形式とその比率であり、1%未満の経路は省略した。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

核分裂を示す。*10 列は生成核種を示し、生成核種に放射性がない場合は“-”、放射性がある場合はその壊変形式とその割合(%)を記載した。*11 列は、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。なお、丸カッコ内は壊変割合であり、角カッコ内はその核種の半減期を示す。

*12 列は、1 壊変あたりの放出放射線種 (α 線、 β 線、及び γ +X 線) ごとの総エネルギー(keV)を示す。*13 は、測定対象の候補となる線種であり、 γ 線、 β 線、 α 線の優先順とした。

*14 は「放射能測定法シリーズ 29 緊急時におけるゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトル解析法(原子力規制庁)」記載核種に○を付した。

*15 は*13 で γ に分類された核種について放出される γ 線のエネルギー(keV)と放出率(%)を、測定に有用と思われる 100-2000 keV で放出率の高いものを優先して記載した。*16 は*13 で β に分類された核種について放出される β 線のエネルギー(keV)と放出率(%)である。*17 は*13 で α に分類された核種について放出される α 線のエネルギー(keV)と放出率(%)である。

*18 は、経口摂取における年齢別の実効線量係数であり、ICRP Publication 119 及び ICRP Publication 60 より転載した。

表 1 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る。核種によっては、壊変系列を成し、核分裂直後よりも、経過時間に依存して増加するものもあり、その存在度は半減期のみでは予測できず生成過程も含めて考える必要がある。緊急時における汚染核種の存在比率は、汚染の原因となる事故等の状況だけでなく、気象条件等も加わって、複雑に変化すると予想される。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 1 の列*6）。これらの試算も活用し、IAEA の安全要件「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。

2) 測定法

緊急時においては、前処理が簡易で迅速に測定ができるガンマ線測定、中でもエネルギー分解能が優れ核種分析が可能なゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトル測定が核種同定及び定量には有力であることから、表 1 に示した 207 核種について γ 線による分類を行った（表 1 の

列*12~15)。測定エネルギー領域として妨害が多いと考えられる 100 keV 以下を避け、放出エネルギーが 100 ~2000 keV であり、その放出率が 10%以上である 108 核種を選別した。これらはその物理的特性から、 γ 線による測定の可能性があるものであるが、緊急時に多種類の核種による複数のピークがスペクトル上に観測される場合には、効果的に測定できるとは限らないことに注意が必要である。F1 事故後に測定が行われた I-131、また、現在も検査対象となっている Cs-134 及び Cs-137 はいずれもこの分類であり、他核種の妨害がなければ γ 線スペクトロメトリーによる測定が可能な核種である。多核種による多数のピークが検出される状況での γ 線スペクトロメトリーでは、時間において再測定することにより、短半減期核種の妨害を減らすだけでなく、半減期情報の取得により、核種同定の精度を上げることが期待できることもある。

次に、放出 γ 線が 100keV 以下または放出率 10%以下の 31 核種を選別した。これらは、他核種の存在条件や測定濃度によっては γ 線による測定の可能性があるが、一方で、他の γ 線核種の測定の妨害になる可能性もあるものである。

次いで、核種の特長から効率的な γ 線測定が期待できず、 β 線による測定が考慮される 26 核種を分類した。 γ 線は線スペクトルであることから、エネルギー弁別により核種同定が行えるのに対し、 β 線は連続スペクトルで

あることから、 γ 線のような核種同定が行えず、測定前に他核種との分離操作が必要となり、迅速な測定を行うことは一般に困難である。検出は、 β 線による電離作用を利用するほか、液体シンチレーションのように放射線を蛍光信号に変換して検出することもできる。また、放出 β 線が強いY-90、P-32などはチェレンコフ光による検出も可能である。

γ 線及び β 線測定が期待できず、 α 線による測定が考慮されるものは24核種であった。 α 線は、線スペクトルではあるものの透過性が極めて低く、自己吸収を避けるために測定前の核種の精製が必要であることから、迅速に測定を行うことは困難である。 α 線スペクトロメトリーでは、通常、単離した α 線核種を金属板上に薄く電着し、シリコン半導体検出器等で測定する方法が用いられる。スペクトロメトリー以外の放射線を利用した手法としては、 α 線核種を妨害物質から分離した後に、液体シンチレーション検出器を用いて測定することも可能である。

放射線測定は一般的な機器分析に比べ高感度であるが、長半減期の核種では、放射線以外の機器分析でも可能なものもある。表1には、放射能濃度Bq/Lを半減期と質量数から質量濃度g/Lに変換した値も測定法を検討するための資料として記載している。例えば、半減期45億年のU-238の1 Bq/kgは0.42 mg/kgに相当し、この程度の濃度であれば、ウランの特性である蛍

光を利用した測定法も利用可能である。共存核種の条件等によっては、誘導結合プラズマ質量分析 ICP-MS による多核種測定も可能である。

測定に有効な放射線が乏しく、効率的な放射線測定が期待できないものは18核種であった。これらの核種は、そもそも放出放射線が少ないことから、壊変系列を取らず、生体内挙動が特殊でなければ、放射線の生体影響は小さいと考えられる。また、半減期が非常に短いもの、あるいは逆に非常に長いものは、特殊要件がなければ、食品衛生上は大きな問題になりにくいと考えられる。半減期が長い核種の測定法は、放射線測定以外の個別の対応が考慮される。例えば、半減期が57億年のI-129は加速器質量分析法などが用いられる。

環境放射能汚染が引き起こされる原子力施設事故等においては、極めて多様な核種が放出されることが予想される。検査の効率面から γ 線スペクトル解析法が有用であるが、緊急時には共存核種の影響により、平常とは異なる注意が必要である。その際、測定環境の汚染に注意を払い、事故の種類や経過時間等により存在する可能性のある核種を推定し、必要に応じて再測定も考慮し、既存の知識及び情報を活用することが、誤認率を下げ、核種同定の精度を上げることに繋がると考えられる。

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、食品からの内部被ばくを防止するために食品の規制が行われることから、測定対象核種及び測定法について検討した。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、国内外の文書により 200 余核種を抽出し、核種の特성에基づきその測定法について検討した。測定法としては、前処理が簡易で迅速に測定ができる γ 線測定が有用であることから、 γ 線スペクトロメトリーによる手法を念頭に、 γ 線のエネルギーと放出率を中心に核種を分類した。

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、我が国の原子力災害対策指針で具体的に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った。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、効率的に作用していると考えられる。

環境放射能汚染が引き起こされる原子力施設事故等においては、極めて多様な核種が放出されることが予想される。検査の効率面から γ 線スペクトル解析法が有用であるが、事故直後には多核種の存在による複数ピークの出現が予想されることから、核種同定には平常時とは異なる注意が必要である。事故等の種類により存在する

可能性のある核種を推定し、既存の知識及び情報を活用することが、核種同定の精度を上げることに繋がると考えられる。そのためには、平常時より汚染の可能性のある核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を用意しておくことが重要と考えられる。

E. 研究発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 検討核種一覧 (1/4)

通し 番号	核種	*1 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 (日)	*9 壊変形式 (%)	*10 生成核種と その壊変形式	*11 放射平衡系列 (割合%) [半減期]			*12 1壊変あたりの放射線種ごとの 総エネルギー (keV)			*13 測定対象 核種	*14 No29 記載			
		番号	Bq/L	g/L	番号	Bq/kg	番号							Bq/kg	α	β	γ&X	α	β			γ&X		
1	H-3	1	10000	2.8E-11	1	200000	41	1000/10000		20	4.5E+03	β-	100	He-3	-			0.0	5.7	0.0	β	○		
2	Be-7	2	10000	7.7E-13	2	700000				70	5.3E+01	ec	100	Li-7	-							γ	○	
3	C-14	3	100	6.0E-10	5	10000	42	1000/10000		100	2.1E+06	β-	100	N-14	-			0.0	49.5	0.0	β	○		
4	Na-22	4	100	4.3E-13	7	2000				20	9.5E+02	ec β+	100	Ne-22	-			0.0	195.2	2197.7	γ	○		
5	P-32	5	100	9.4E-15	13	20000				200	1.4E+01	β-	100	S-32	-			0.0	695.0	1.2	β	○		
6	P-33	6	1000	1.7E-13	14	100000				100	2.5E+01	β-	100	S-33	-			0.0	76.4	0.0	β	○		
7	S-35	7	100	6.3E-14	15	10000	31	1000/1000		100	8.7E+01	β-	100	Cl-35	-			0.0	48.8	0.0	β	○		
8	Cl-36	8	100	8.2E-08	16	3000				30	1.1E+08	β-	98	Ar-36	-							β	○	
8		8									1.1E+08	ec β+	1.9	S-36	-									
9	Ca-45	9	100	1.5E-13	22	8000				80	1.6E+02	β-	100	Sc-45	-			0.0	76.9	0.0	β	○		
10	Ca-47	10	100	4.4E-15	23	50000				500	4.5E+00	β-	100	Sc-47	β-100%	Sc-47 (3.8)[3.3d]		0.0	398.7	948.6	γ	○		
11	Sc-46	11	100	8.0E-14	25	8000				80	8.4E+01	β-	100	Ti-46	-			0.0	111.8	2009.6	γ	○		
12	Sc-47	12	100	3.3E-15	26	40000				4000	3.3E+00	β-	100	Ti-47	-							γ	○	
13	Sc-48	13	100	1.8E-15	27	300000				3000	1.8E+00	β-	100	Ti-48	-			0.0	220.4	3353.0	γ	○		
14	V-48	14	100	1.6E-14	29	30000				300	1.6E+01	ec β+	100	Ti-48	-							γ	○	
15	Cr-51	15	10000	2.9E-12	31	800000				80	2.8E+01	ec	100	V-51	-			0.0	0.0	33.0	γ'	○		
16	Mn-52	16	100	6.0E-15	32	100000				1000	5.6E+00	ec β+	100	Cr-52	-							γ	○	
17	Mn-53	17	10000	1.5E-04	33	90000				9	1.4E+09	ec	100	Cr-53	-			0.0	0.0	1.5	-	γ	○	
18	Mn-54	18	100	3.5E-13	34	9000				90	3.1E+02	ec β+	100	Cr-54	-							γ	○	
19	Fe-55	19	1000	1.1E-11	37	10000				10	1.0E+03	ec	100	Mn-55	-			0.0	0.0	1.7	-	γ	○	
20	Fe-59	20	100	5.4E-14	38	9000				90	4.4E+01	β-	100	Co-59	-			0.0	117.5	1188.6	γ	○		
21	Co-56	21	100	8.9E-14	41	4000				40	7.7E+01	ec β+	100	Fe-56	-							γ	○	
22	Co-57	22	1000	3.2E-12	42	20000				20	2.7E+02	ec	100	Fe-57	-			0.0	0.0	125.4	γ	○		
23	Co-58	23	100	8.5E-14	43	20000				51	200	7.1E+01	ec β+	100	Fe-58	-						γ	○	
24	Co-60	24	100	2.4E-12	45	800	32	1000/1000		52	8	1.9E+03	β-	100	Ni-60	-			0.0	96.4	2503.9	γ	○	
25	Ni-57	25	1000	1.7E-14	46	60000				60	1.5E+00	ec β+	100	Co-57	ec 100%			0.0	154.5	1940.0	γ	○		
26	Ni-63	26	1000	4.8E-10	47	20000				20	3.7E+04	β-	100	Cu-63	-			0.0	17.4	0.0	β	○		
27	Zn-65	27	100	3.3E-13	51	2000				20	2.4E+02	ec β+	100	Cu-65	-							γ	○	
28	Ge-71	28	10000	1.7E-12	58	5000000				500	1.1E+01	ec	100	Ga-71	-			0.0	0.0	4.3	-	γ	○	
29	As-73	29	1000	1.2E-12	61	30000				30	8.0E+01	ec	100	Ge-73	-			0.0	0.0	18.0	-	γ	○	
30	As-74	30	100	2.7E-14	62	30000				300	1.8E+01	ec β+	66	Ge-74	-							γ	○	
30	As-74	30		0.0E+00							1.8E+01	β-	34	Se-74	-			0.0	136.1	97.9	γ	○		
31	As-76	31	100	1.7E-15	63	400000				4000	1.1E+00	β-	100	Se-76	-			0.0	1064.6	418.9	γ	○		
32	As-77	32	1000	2.6E-14	64	1000000				1000	1.6E+00	β-	100	Se-77	-			0.0	225.5	8.5	γ'	○		
33	Se-75	33	100	1.9E-13	65	4000				40	1.2E+02	ec	100	As-75	-			0.0	0.0	389.4	γ	○		
34	Br-82	34	100	2.5E-15	69	1000000				10000	1.5E+00	β-	100	Kr-82	-							γ	○	
35	Rb-86	35	100	3.3E-14	73	10000				31	100	1.9E+01	β-	99.99	Sr-86	-			0.0	668.9	94.2	γ'	○	
36	Sr-85	36	100	1.1E-13	76	30000				300	6.5E+01	ec	100	Rb-85	-			0.0	0.0	500.2	γ	○		
37	Sr-89	37	100	9.3E-14	79	6000	33	1000/1000	23	41	60	5.1E+01	β-	100	Y-89	-			0.0	587.1	1.0	β	○	
38	Sr-90	38	10	2.0E-12	80	200	21	100/100	24	42	20	1.1E+00	β-	100	Y-90	β-100%	Y-90[2.7d]		0.0	195.8	0.1	β	○	
39	Y-90	39	100	5.0E-15	85	90000				61	900	2.7E+00	β-	100	Zr-90	-			0.0	933.6	2.0	β	○	
40	Y-91	40	100	1.1E-13	86	5000				62	50	5.9E+01	β-	100	Zr-91	-			0.0	603.0	4.1	γ'	○	
41	Zr-93	41	100	1.1E-06	91	20000					200	5.9E+08	β-	100	Nb-93	-							β	○
42	Zr-95	42	100	1.3E-13	92	6000				63	60	6.4E+01	β-	100	Nb-95	β-100%	Nb-95 (2.2)[35d]		0.0	117.0	732.9	γ	○	
43	Nb-93m	43	1000	1.1E-10	94	20000				20	5.9E+03	IT	100	Nb-93	-			0.0	0.0	2.0	-	γ	○	
44	Nb-94	44	100	1.4E-08	95	2000				20	7.4E+06	β-	100	Mo-94	-			0.0	145.8	1573.8	γ	○		
45	Nb-95	45	100	6.9E-14	96	50000				65	500	3.5E+01	β-	100	Mo-95	-			0.0	43.4	764.5	γ	○	
46	Mo-93	46	100	2.8E-09	98	3000				30	1.5E+06	ec	100	Nb-93	-			0.0	0.0	12.6	-	γ	○	
47	Mo-99	47	100	5.6E-15	99	500000				53	5000	2.7E+00	β-	100	Tc-99	β-100%	Tc-99m (0.96)[0.25d]		0.0	389.6	143.5	γ	○	
48	Tc-96	48	100	8.5E-15	101	200000				2000	4.3E+00	ec β+	100	Mo-96	-							γ	○	
49	Tc-97	49	1000	3.1E-05	103	40000				40	1.5E+09	ec	100	Mo-97	-			0.0	0.0	11.8	-	γ	○	
50	Tc-97m	50	100	1.8E-13	104	20000				200	9.1E+01	IT	96.1	Tc-97	ec 100%			0.0	0.0	9.6	γ'	○		
50		50									9.1E+01	ec	3.94	Mo-97	-			0.0	0.0	0.5	-	γ	○	
51	Tc-99	51	100	1.6E-07	106	4000	43	1000/10000		40	7.7E+07	β-	100	Ru-99	-			0.0	84.6	0.0	β	○		
52	Ru-97	52	1000	5.7E-14	108	2000000				2000	2.8E+00	ec β+	100	Tc-97	ec 100%							γ	○	
53	Ru-103	53	100	8.4E-14	109	30000	34	1000/1000		55	300	3.9E+01	β-	100	Rh-103	-	Rh-103m[56m]		0.0	63.6	497.6	γ	○	
54	Ru-106	54	10	8.2E-14	111	600	22	100/100		57	60	3.7E+02	β-	100	Rh-106	β-100%	Rh-106 [36a]		0.0	10.0	0.0	γ'	○	
54	Rh-106											3.4E-04	β-	100	Pd-106	-			0.0	1410.0	210.0	γ	○	
55	Rh-105	55	1000	3.2E-14	117	1000000				58	1000	1.5E+00	β-	100	Pd-105	-			0.0	152.2	77.4	γ	○	
56	Pd-103	56	1000	3.6E-13	118	200000				200	1.7E+01	ec	100	Rh-103	-	Rh-103m[56m]		0.0	0.0	18.3	-	γ	○	
57	Ag-105	57	100	9.0E-14	121	50000				500	4.1E+01	ec β+	100	Pd-105	-							γ	○	
58	Ag-110m	58	100	5.7E-13	123	2000				20	2.5E+02	β-	98.7	Cd-110	-	Ag-110 (0.013) [29s]		0.0	67.0	2798.4	γ	○		
58		58									2.5E+02	IT	1.3	Ag-110	β-99.70%							γ	○	
59	Ag-111	59	100	1.7E-14	124	70000				700	7.5E+00	β-	100	Cd-111	-			0.0	350.3	26.6	γ'	○		
60	Cd-109	60	100	1.0E-12	125	3000				30	4.6E+02	ec	100	Ag-109	-	Ag-109m [40s]		0.0	0.0	26.6	γ'	○		
61	Cd-115	61	100	5.3E-15	127	200000				2000	2.2E+00	β-	100	In-115	β-100%	In-115m (1.1) [4.5h]		0.0	317.2	195.5	γ	○		
62	Cd-115m	62	100	1.1E-13	128	6000				60	4.5E+01	β-	100	In-115	β-100%	[4.41x10 ¹⁴ y]		0.0	604.4	33.9	γ'	○		
63	In-111	63	1000	6.4E-14	129	1000000				1000	2.8E+00	ec	100	Cd-111	-			0.0	0.0	4				

*1 通し 番号	*15 核種	γ線のエネルギーと放出率						*16 β線の平均エネルギーと放出率		*17 α線のエネルギーと放出率				*18 予測実効線量係数 Sv/Bq						*1 核種
		γ 1		γ 2		γ 3		keV	%	α 1		α 2		乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人	
		keV	%	keV	%	keV	%			keV	%	keV	%							
								keV	%	keV	%	keV	%							
1	H-3							5.7	100.0					1.2E-10	1.2E-10	7.3E-11	5.7E-11	4.2E-11	4.2E-11	H-3
2	Be-7	477.6	10.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8E-10	1.3E-10	7.7E-11	5.3E-11	3.5E-11	2.8E-11	Be-7
3	C-14							49.5	100.0					1.4E-09	1.6E-09	9.9E-10	8.0E-10	5.7E-10	5.8E-10	C-14
4	Na-22	1274.5	99.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1E-08	1.5E-08	8.4E-09	5.5E-09	3.7E-09	3.2E-09	Na-22
5	P-32							695.0	100.0					9.1E-08	1.9E-08	9.4E-09	5.3E-09	3.1E-09	2.4E-09	P-32
6	P-33							76.4	100.0					1.7E-09	1.8E-09	9.1E-10	5.3E-10	3.1E-10	2.4E-10	P-33
7	S-35							48.8	100.0					7.7E-09	5.4E-09	2.7E-09	1.6E-09	9.5E-10	7.7E-10	S-35
8	Cl-36							251.3	98.1					8.8E-09	6.3E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.3E-10	Cl-36
9	Ca-45	12.5	0.0					76.9	100.0					4.1E-08	4.9E-09	2.6E-09	1.8E-09	1.3E-09	7.1E-10	Ca-45
10	Ca-47	1297.1	67.0	807.9	5.9	489.2	5.9	242.7	73.0					3.3E-08	9.3E-09	4.9E-09	3.0E-09	1.8E-09	1.6E-09	Ca-47
11	Sc-46	1120.5	100.0	889.3	100.0	2010.0	0.0	111.8	100.0					1.1E-08	7.9E-09	4.4E-09	2.9E-09	1.8E-09	1.5E-09	Sc-46
12	Sc-47	159.4	68.3	-	-	-	-	142.6	68.4					5.1E-09	3.9E-09	2.0E-09	1.2E-09	6.8E-10	5.4E-10	Sc-47
13	Sc-48	1312.1	100.1	983.5	100.1	1037.5	97.6	227.3	90.0					1.3E-08	9.3E-09	5.1E-09	3.3E-09	2.1E-09	1.7E-09	Sc-48
14	V-48	983.5	100.0	1312.1	98.2	-	-	-	-					1.5E-08	1.1E-08	5.9E-09	3.9E-09	2.5E-09	2.0E-09	V-48
15	Cr-51	320.1	99	-	-	-	-	-	-					8.5E-10	2.3E-10	1.2E-10	7.8E-11	4.8E-11	3.8E-11	Cr-51
16	Mn-52	1434.1	100.0	935.5	94.5	744.2	90.0	-	-					4.2E-08	8.8E-09	5.1E-09	3.4E-09	2.2E-09	3.4E-09	Mn-52
17	Mn-53	5.4	15.0	-	-	-	-	-	-					3.1E-10	2.2E-10	1.1E-10	6.5E-11	3.7E-11	3.0E-11	Mn-53
18	Mn-54	834.8	100.0	-	-	-	-	-	-					4.4E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.3E-09	8.7E-10	7.1E-10	Mn-54
19	Fe-55	126.0	0.0	-	-	-	-	-	-					2.6E-09	2.4E-09	1.7E-09	1.1E-09	7.7E-10	3.3E-10	Fe-55
20	Fe-59	1099.2	56.5	1291.6	43.2	192.3	3.1	149.2	53.1					3.9E-08	1.3E-08	7.5E-09	4.7E-09	3.1E-09	1.8E-09	Fe-59
21	Co-56	846.8	99.9	1238.3	66.5	1771.4	15.4	631.2	18.4					2.5E-08	1.5E-08	8.8E-09	5.8E-09	3.8E-09	2.5E-09	Co-56
22	Co-57	122.1	85.6	136.5	10.7	-	-	-	-					2.9E-09	1.6E-09	8.9E-10	5.8E-10	3.7E-10	2.1E-10	Co-57
23	Co-58	810.8	99.5	-	-	-	-	-	-					6.3E-09	4.4E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.1E-09	7.4E-10	Co-58
24	Co-60	1332.5	100.0	1173.2	99.9	-	-	95.8	99.9					5.4E-08	2.7E-08	1.7E-08	1.1E-08	7.9E-09	3.4E-09	Co-60
25	Ni-57	1377.6	81.7	127.2	16.7	1919.5	12.3	-	-					7.8E-09	4.9E-09	2.7E-09	1.7E-09	1.1E-09	8.7E-10	Ni-57
26	Ni-63	-	-	-	-	-	-	17.4	100.0					8.6E-09	8.4E-10	4.6E-10	2.8E-10	1.8E-10	1.5E-10	Ni-63
27	Zn-65	1115.5	50.0	-	-	-	-	-	-					4.6E-08	1.6E-08	9.7E-09	6.4E-09	4.5E-09	3.9E-09	Zn-65
28	Ge-71	9.3	28.1	-	-	-	-	-	-					2.2E-10	7.8E-11	4.0E-11	2.4E-11	1.5E-11	1.2E-11	Ge-71
29	As-73	9.9	60.1	53.4	-106	-	-	-	-					8.6E-09	1.9E-09	9.3E-10	5.6E-10	3.2E-10	2.1E-10	As-73
30	As-74	595.8	59.0	-	-	-	-	-	-					4.0E-08	8.2E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.6E-09	1.3E-09	As-74
31	As-76	634.8	15.4	-	-	-	-	530.8	19.0					4.0E-08	8.2E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.6E-09	1.3E-09	As-76
32	As-77	559.1	45.0	657.1	6.2	-	-	1263.8	51.0					2.0E-08	1.1E-08	5.8E-09	3.4E-09	2.0E-09	1.6E-09	As-77
33	Se-75	239.0	1.6	-	-	-	-	228.8	97.0					5.7E-09	2.9E-09	1.5E-09	8.7E-10	5.0E-10	4.0E-10	Se-75
34	Se-76	264.7	58.9	136.0	58.5	279.5	25.0	-	-					2.0E-08	1.3E-08	8.3E-09	6.0E-09	3.1E-09	2.6E-09	Se-76
35	Rb-82	776.5	83.6	554.4	71.7	619.1	43.7	137.9	99.1					3.7E-09	2.6E-09	1.5E-09	9.5E-10	6.4E-10	5.4E-10	Rb-82
36	Rb-86	1077.0	8.6	-	-	-	-	710.1	91.4					2.1E-08	2.0E-08	9.9E-09	5.9E-09	3.5E-09	2.8E-09	Rb-86
37	Sr-89	514.0	96.0	-	-	-	-	-	-					9.7E-09	3.1E-09	1.7E-09	1.5E-09	1.3E-09	5.6E-10	Sr-89
38	Sr-90	909.0	0.0	-	-	-	-	587.1	100.0					2.6E-08	1.8E-08	8.9E-09	5.8E-09	4.0E-09	2.6E-09	Sr-90
39	Sr-90	-	-	-	-	-	-	195.8	100.0					1.3E-07	7.3E-08	4.7E-08	6.0E-08	8.0E-08	2.9E-08	Sr-90
40	Y-90	2186.2	0.0	-	-	-	-	933.7	100.0					1.1E-08	2.0E-08	1.0E-08	5.9E-09	3.3E-09	2.7E-09	Y-90
41	Y-91	1204.8	0.3	-	-	-	-	604.3	99.7					1.8E-08	1.8E-08	8.8E-09	5.2E-09	2.9E-09	2.4E-09	Y-91
42	Zr-93	30.8	0.0	-	-	-	-	18.9	73.0					5.2E-09	7.6E-10	5.1E-10	5.8E-10	8.6E-10	1.1E-09	Zr-93
43	Zr-95	756.7	54.4	724.2	44.3	-	-	109.4	54.5					9.5E-09	5.6E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.5E-10	Zr-95
44	Nb-93m	16.6	6.3	-	-	-	-	-	-					4.5E-09	9.1E-10	4.6E-10	2.7E-10	1.5E-10	1.2E-10	Nb-93m
45	Nb-94	871.1	99.9	702.7	99.8	-	-	145.8	100.0					3.5E-08	9.7E-09	5.3E-09	3.4E-09	2.1E-09	1.7E-09	Nb-94
46	Nb-95	765.8	99.8	-	-	-	-	43.3	100.0					6.6E-09	3.2E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.4E-10	5.8E-10	Nb-95
47	Mo-93	30.8	0.0	16.6	40.0	-	-	-	-					2.9E-09	6.9E-09	5.0E-09	4.0E-09	3.4E-09	3.1E-09	Mo-93
48	Mo-99	739.5	12.2	181.1	6.1	777.9	4.9	442.9	82.2					2.5E-09	3.5E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.6E-10	6.0E-10	Mo-99
49	Tc-96	778.2	99.8	849.9	98.0	1126.9	15.2	-	-					3.7E-09	5.1E-09	3.0E-09	2.0E-09	1.4E-09	1.1E-09	Tc-96
50	Tc-97m	17.5	38.0	-	-	-	-	-	-					1.9E-10	4.9E-10	2.4E-10	1.4E-10	8.8E-11	6.8E-11	Tc-97m
51	Tc-97m	96.5	0.3	18.4	26.9	-	-	-	-					7.7E-09	4.1E-09	2.0E-09	1.1E-09	7.0E-10	5.5E-10	Tc-97m
52	Tc-99	89.5	0.0	-	-	-	-	84.6	100.0					7.7E-09	4.1E-09	2.0E-09	1.1E-09	7.0E-10	5.5E-10	Tc-99
53	Ru-97	215.7	85.6	324.5	10.8	-	-	-	-					8.0E-08	4.8E-09	2.3E-09	1.3E-09	8.2E-10	6.4E-10	Ru-97
54	Ru-103	497.1	91.0	610.3	5.8	-	-	64.1	92.0					1.2E-09	8.5E-10	4.7E-10	3.0E-10	1.9E-10	1.5E-10	Ru-103
55	Ru-106							10.0	100.0					1.1E-09	4.6E-09	2.4E-09	1.5E-09	9.2E-10	7.3E-10	Ru-106
56	Rh-106	511.9	20.4	621.9	9.93	1508.0	78.6	-	-					2.4E-08	4.9E-08	2.5E-08	1.5E-08	8.6E-09	7.0E-09	Rh-106
57	Rh-105	318.9	19.1	306.1	5.1	-	-	179.4	75.0					9.0E-09	2.7E-09	1.3E-09	8.0E-10	4.6E-10	3.7E-10	Rh-105
58	Pd-103	39.7	0.1	357.5	0.0	-	-	-	-					3.2E-09	1.4E-09	7.2E-10	4.3E-10	2.4E-10	1.9E-10	Pd-103
59	Ag-105	344.5	41.4	280.4	30.2	644.6	11.1	-	-					1.9E-09	2.5E-09	1.4E-09	9.1E-10	5.9E-10	4.7E-10	Ag-105
60	Ag-110m	657.8	95.6	884.7	75.0	937.5	35.0	21.8	67.7					1.4E-08	1.4E-08	7.8E-09	5.2E-09	3.4E-09	2.8E-09	Ag-110m
61	Ag-111	342.1	8.7	245.4	1.2	-	-	360.4	92.0					1.4E-08	1.4E-08	7.8E-09	5.2E-09	3.4E-09	2.8E-09	Ag-111
62	Cd-109	88.0	3.6	22.2	55.1	-	-	-	-					4.4E-08	9.3E-09	4.6E-09	2.7E-09	1.6E-09	1.3E-09	Cd-109
63	Cd-115	527.8	27.4	492.4	8.0	260.9	1.9	393.7	62.6					7.1E-08	9.5E-09	5.5E-09	3.5E-09	2.4E-09	2.0E-09	Cd-115
64	Cd-115m	933.8	2.0	1290.6	0.9	-	-	617.6	97.0					4.4E-08	9.7E-09	4.9E-09	2.9E-09	1.7E-09	1.4E-09	Cd-115m
65	In-111	245.4	94.1	171.3	90.6	-	-	-	-					3.1E-08	1.9E-08	9.7E-09	6.9E-09	4.1E-09	3.3E-09	In-111
66	In-114m	190.3	15.6	-	-	-	-	-	-					2.4E-09	1.7E-09	9.1E-10	5.9E-10	3.7E-10	2.9E-10	In-114m
67	In-114m													2.6E-08	3.1E-08	1.5E-08	9.0E-09	5.2E-09	4.1E-09	In-114m
68	Sn-113	391.7	65.0	255.1	2.1	-	-	-	-											

表1 検討核種一覧 (2/4)

通し 番号	核種	WHO飲料水GL			GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本 OIL6	参考 資料	SGS-2 /WHO	半減期 (日)	壊変形式 (%)	生成核種と その壊変形式	放射平衡系列 (割合%) [半減期]	1歳あたりの放射線量ごとの 総エネルギー (keV)			測定対象 核種	No.29 記載の 有無						
		番号	Bq/L	g/L	番号	Bq/kg	番号	Bq/kg								α	β	γ & X								
73	1 Te-129	73	1000	1.3E-15	150	200000000				25	200000	4.8E-02	β-	100	Te-129	β-100%	1.57 x 10 ¹ y	0.0	524.0	63.1	γ'	○				
74	1 Te-129m	74	100	9.0E-14	151	6000				26	60	3.4E+01	IT	64	Te-129	β-100%	[Te-129 (0.65)(70m)]	0.0	0.0	8.1	γ'	○				
74	2 Te-129m	74	100	0.0E+00								3.4E+01	β-	36	Te-129	β-100%	[1.6 x 10 ¹ y]	0.0	206.5	29.0	γ'	○				
75	1 Te-131	75	1000	4.7E-16	152	400000000					400000	1.7E-02	β-	100	Te-131	β-100%		0.0	690.0	420.8	γ					
76	1 Te-131m	76	100	3.8E-15	153	300000				27	3000	1.4E+00	β-	74.1	Te-131	β-100%		0.0	102.4	1366.8	γ	○				
76	2											1.4E+00	IT	25.9	Te-131	β-100%										
77	1 Te-132	77	100	8.7E-15	154	50000			16	28	500	3.2E+00	β-	100	Te-132	β-100%	Te-132(2.35 h)	0.0	59.8	234.0	γ	○				
78	1 Te-125	78	10	1.5E-14	157	1000						5.9E+01	ec	100	Te-125	-		0.0	0.0	41.8	-					
79	1 Te-126	79	10	3.4E-15	158	2000						200	1.3E+01	ec β+	52.7	Te-126	-					γ				
79	2 Te-126	79	100	0.0E+00								1.3E+01	β-	47.3	Xe-126	-		0.0	149.4	159.2	γ					
80	1 Te-129	80	1	1.5E-07	159	-	23	100/100				5.7E+00	β-	100	Xe-129	-		0.0	40.0	24.1	-					
81	1 Te-131	81	10	2.2E-15	160	3000	24	100/100	11	11	300	8.0E+00	β-	100	Xe-131	-		0.0	181.9	382.0	γ	○				
82	1 Cs-129	82	1000	3.6E-14	165	10000000						10000	1.3E+00	ec β+	100	Xe-129	-					γ				
83	1 Cs-131	83	1000	2.6E-13	166	2000000						2000	9.7E+00	ec	100	Xe-131	-		0.0	0.0	22.9	-				
84	1 Cs-132	84	100	1.8E-14	167	40000						4000	6.5E+00	ec β+	98.1	Xe-132	-					γ				
84	2											6.5E+00	β-	1.87	Ba-132	-										
85	1 Cs-134	85	10	2.1E-13	168	1000	35	1000/1000	21	32	100	7.5E+02	β-	100	Ba-134	-		0.0	157.3	1554.5	γ	○				
86	1 Cs-135	86	100	2.3E-06	170	9000						90	8.4E+00	β-	100	Ba-135	-		0.0	75.7	0.0	β				
87	1 Cs-136	87	100	3.7E-14	171	40000						33	400	1.3E+01	β-	100	Ba-136	-		0.0	195.5	2162.2	γ	○		
88	1 Cs-137	88	10	3.1E-12	172	2000	36	1000/1000	22	34	200	1.1E+04	β-	100	Ba-137	-	Ba-137m (2.6m)	0.0	187.1	565.5	γ	○				
89	1 Ba-131	89	1000	3.1E-13	173	1000000						100	1.2E+01	ec β+	100	Cs-131	ec 100%	Cs-131 (5.6)(9.7 d)				γ				
90	1 Ba-140	90	100	3.7E-14	176	10000						44	100	1.3E+01	β-	100	La-140	β-100%	La-140 (1.2)				γ	○		
91	1 La-140	91	100	4.9E-15	178	200000						66	2000	1.7E+00	β-	100	Ce-140	-		0.0	526.4	2309.1	γ	○		
92	1 Ce-139	92	1000	4.0E-12	179	30000						30	1.4E+02	ec	100	La-139	-		0.0	0.0	160.2	γ	○			
93	1 Ce-141	93	100	9.5E-14	180	30000						67	300	3.3E+01	β-	100	Pr-141	-		0.0	145.2	76.9	γ	○		
94	1 Ce-143	94	100	4.1E-15	181	500000						68	5000	1.4E+00	β-	100	Pr-143	β-100%		0.0	401.5	279.1	γ	○		
95	1 Ce-144	95	10	8.5E-14	182	800	37	1000/1000				69	80	2.8E+02	β-	100	Pr-144	β-100%	Pr-144m (0.816 s), Pr-144 (1.72 m)	0.0	82.1	19.5	γ	○		
95	11 Pr-144												1.2E-02	β-	100	Nd-144	β-100%		0.0	1208.483	31.98	γ'				
96	1 Pr-143	96	100	4.0E-14	184	40000						70	400	1.4E+01	β-	100	Nd-143	-		0.0	315.1	0.3	β			
97	1 Nd-147	97	100	3.3E-14	185	60000						71	600	1.1E+01	β-	100	Pm-147	β-100%		0.0	232.0	144.4	γ	○		
98	1 Pm-147	98	1000	2.9E-11	190	10000						10	9.6E+02	β-	100	Sm-147	α 100%		0.0	61.9	0.0	β				
99	1 Pm-149	99	100	6.8E-15	192	300000						3000	2.2E+00	β-	100	Sm-149	-		0.0	363.1	12.3	γ'	○			
100	1 Sm-151	100	1000	1.0E-09	196	30000						30	3.3E+04	β-	100	Eu-151	-		0.0	19.6	0.0	β				
101	1 Sm-153	101	100	6.1E-15	197	500000						5000	1.9E+00	β-	100	Eu-153	-		0.0	223.9	62.2	γ	○			
102	1 Eu-152	102	100	1.6E-11	203	3000						30	4.9E+03	ec β+	72.1	Sm-152	-					γ	○			
102	2 Eu-152	102											4.9E+03	β-	27.9	Gd-152	α 100%		0.0	83.1	259.9	γ	○			
103	1 Eu-154	103	100	1.0E-11	205	2000						20	3.1E+03	β-	99.98	Gd-154	-		0.0	221.3	1243.1	γ	○			
104	1 Eu-155	104	1000	5.6E-11	206	10000						10	1.7E+03	β-	100	Gd-155	-		0.0	46.9	61.3	γ	○			
105	1 Gd-153	105	1000	7.6E-12	210	20000						20	2.4E+02	ec	100	Eu-153	-		0.0	0.0	105.2	γ				
106	1 Tb-160	106	100	2.4E-13	214	7000						70	7.2E+01	β-	100	Dy-160	-		0.0	210.3	1126.6	γ				
107	1 Er-169	107	1000	3.3E-13	220	200000						200	9.4E+00	β-	100	Tm-169	-		0.0	99.8	0.1	β				
108	1 Tm-171	108	1000	2.5E-11	224	30000						30	7.0E+02	β-	100	Yb-171	-		0.0	24.8	0.6	β				
109	1 Yb-175	109	1000	1.5E-13	226	400000						400	4.2E+00	β-	100	Lu-175	-		0.0	112.7	79.9	γ				
110	1 Ta-182	110	100	4.3E-13	238	5000						50	1.1E+02	β-	100	W-182	-		0.0	127.8	1306.1	γ	○			
111	1 W-181	111	1000	4.5E-12	240	100000						100	1.2E+02	ec	100	Ta-181	-		0.0	0.0	40.3	-				
112	1 W-185	112	1000	2.9E-12	241	20000						20	7.5E+01	β-	100	Re-185	-		0.0	126.5	0.1	β				
113	1 Re-186	113	100	1.4E-14	246	100000						1000	3.7E+00	β-	92.5	Os-186	α 100%		0.0	321.0	16.6	γ'				
113	2												3.7E+00	ec	7.5	W-186	-		0.0	0.0	4.5	-				
114	1 Os-185	114	100	3.6E-13	250	20000						200	9.4E+01	ec	100	Re-185	-		0.0	0.0	689.2	γ				
115	1 Os-191	115	100	6.1E-14	251	80000						800	1.5E+01	β-	100	Ir-191	-					γ				
116	1 Os-193	116	100	5.0E-15	253	700000						7000	1.2E+00	β-	100	Ir-193	-		0.0	354.1	64.6	γ'				
117	1 Ir-190	117	100	4.6E-14	256	60000						600	1.2E+01	ec β+	100	Os-190	-					γ				
118	1 Ir-192	118	100	2.9E-13	257	8000	38	1000/1000				80	7.4E+01	β-	95.2	Pt-192	-		0.0	170.2	785.1	γ	○			
118	2												7.4E+01	ec	4.8	Os-192	-		0.0	0.0	32.1	-				
119	1 Pt-191	119	1000	1.1E-13	260	900000						900	2.8E+00	ec	100	Ir-191	-		0.0	0.0	321.3	γ				
120	1 Pt-193m	120	1000	1.7E-13	262	300000						300	4.3E+00	IT	100	Pt-193	ec 100%					γ'				
121	1 Au-198	121	100	1.1E-14	269	300000						3000	2.7E+00	β-	100	Hg-198	-		0.0	312.5	403.4	γ	○			
122	1 Au-199	122	1000	1.3E-13	270	500000						500	3.1E+00	β-	100	Hg-199	-		0.0	82.3	95.2	γ				
123	1 Hg-197	123	1000	1.1E-13	274	1000000						1000	2.7E+00	ec	100	Au-197	-		0.0	0.0	99.2	γ'				
124	1 Hg-203	124	100	2.0E-13	276	10000						100	4.7E+01	β-	100	Tl-203	-		0.0	57.9	237.9	γ	○			
125	1 Tl-200	125	1000	4.5E-14	277	5000000						5000	1.1E+00	ec β+	100	Hg-200	-					γ				
126	1 Tl-201	126	1000	1.3E-13	278	3000000						3000	3.0E+00	ec	100	Hg-201	-		0.0	0.0	79.2	γ				
127	1 Tl-202	127	1000	5.1E-13	279	200000						200	1.2E+01	ec β+	100	Hg-202	-					γ				
128	1 Tl-204	128	100	5.8E-12	280	3000						30	1.4E+03	β-	97.1	Pb-204	-		0.0	236.9	0.2	β				
128	2												1.4E+03	ec β+	2.9	Hg-204	-					γ				
129	1 Pb-203																									

通し 番号	核種	γ線のエネルギーと放出率						β線の平均エネルギーと放出率		α線のエネルギーと放出率				摂取実効線量係数 Sv/Bq						核種
		γ 1		γ 2		γ 3		エネルギーと放出率		α 1		α 2		乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人	
		keV	%	keV	%	keV	%	keV	%	keV	%	keV	%							
73	Te-129	459.6	7.7	27.8	16.3	487.4	1.4	546.6	89.0				1.5E-10	4.4E-10	2.1E-10	1.2E-10	8.0E-11	6.3E-11	Te-129	
74	Te-129m	729.6	0.7	105.5	0.1								4.4E-08	2.4E-08	1.2E-08	6.6E-09	3.9E-09	3.0E-09	Te-129m	
74	Te-129m	695.9	3.0	729.6	0.7			609.0	32.0				4.4E-08	2.4E-08	1.2E-08	6.6E-09	3.9E-09	3.0E-09	Te-129m	
75	Te-131	149.7	68.8	452.3	18.2	1147.0	5.0	818.2	59.3				1.0E-10	6.6E-10	3.5E-10	1.9E-10	1.2E-10	8.7E-11	Te-131	
76	Te-131m	773.7	36.8	852.2	19.5	793.8	13.4	159.8	11.9				1.0E-08	1.4E-08	7.8E-09	4.3E-09	2.7E-09	1.9E-09	Te-131m	
76	Te-131m												1.0E-08	1.4E-08	7.8E-09	4.3E-09	2.7E-09	1.9E-09	Te-131m	
77	Te-132	228.2	88.0	49.7	15.0	116.3	2.0	59.8	100.0				3.8E-08	3.0E-08	1.6E-08	8.3E-09	5.3E-09	3.8E-09	Te-132	
78	I-125	35.5	8.7	27.5	73.4								1.2E-08	5.7E-08	4.1E-08	3.1E-08	2.2E-08	1.5E-08	I-125	
79	I-126	666.3	32.9	753.8	4.2								5.1E-07	2.1E-07	1.3E-07	6.8E-08	4.5E-08	2.9E-08	I-126	
79	I-126	388.6	35.6	491.2	2.9			292.5	33.4				5.1E-07	2.1E-07	1.3E-07	6.8E-08	4.5E-08	2.9E-08	I-126	
80	I-129	39.6	7.5					40.0	100.0				2.8E-07	2.2E-07	1.7E-07	1.9E-07	1.4E-07	1.1E-07	I-129	
81	I-131	364.5	81.5	637.0	7.2	284.3	6.1	191.6	89.6				4.8E-07	1.8E-07	1.0E-07	5.2E-08	3.4E-08	2.2E-08	I-131	
82	Cs-129	371.9	30.6	411.5	22.3	548.9	3.4						4.4E-10	3.0E-10	1.7E-10	1.1E-10	7.2E-11	6.0E-11	Cs-129	
83	Cs-131	29.8	39.0										4.6E-10	2.9E-10	1.6E-10	1.0E-10	6.9E-11	5.8E-11	Cs-131	
84	Cs-132	667.7	97.6	630.2	1.0								2.7E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.7E-10	5.7E-10	5.0E-10	Cs-132	
84	Cs-132												2.7E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.7E-10	5.7E-10	5.0E-10	Cs-132	
85	Cs-134	604.7	97.6	795.9	85.5	802.0	8.7	210.2	70.2				2.6E-08	1.6E-08	1.3E-08	1.4E-08	1.9E-08	1.9E-08	Cs-134	
86	Cs-135							75.7	100.0				3.1E-09	2.3E-09	1.7E-09	1.7E-09	2.0E-09	2.0E-09	Cs-135	
87	Cs-136	818.5	99.7	1048.1	80.0	340.5	46.8	98.8	80.8				1.5E-08	9.5E-09	6.1E-09	4.4E-09	3.4E-09	3.0E-09	Cs-136	
88	Cs-137	661.7	85.1					174.3	94.7				1.1E-08	1.2E-08	9.6E-09	1.0E-08	1.3E-08	1.3E-08	Cs-137	
89	Ba-131	496.3	48.0	123.8	29.8	216.1	20.4						2.2E-09	2.6E-09	1.4E-09	9.4E-10	6.2E-10	4.5E-10	Ba-131	
90	Ba-140	537.3	24.4	162.7	6.2	304.8	4.3	344.6	40.0				8.2E-08	1.8E-08	9.2E-09	5.8E-09	3.7E-09	2.6E-09	Ba-140	
91	La-140	1596.2	95.4	487.0	45.5	815.8	23.3	487.4	43.9				9.0E-08	1.3E-08	6.8E-09	4.2E-09	2.5E-09	2.0E-09	La-140	
92	Ce-139	165.9	(79.9)										2.6E-09	1.6E-09	8.6E-10	5.4E-10	3.3E-10	2.6E-10	Ce-139	
93	Ce-141	145.4	48.4					129.7	69.7				7.1E-09	5.1E-09	2.6E-09	1.5E-09	8.8E-10	7.1E-10	Ce-141	
94	Ce-143	293.3	42.8	57.4	11.7	664.8	5.7	387.4	48.2				1.2E-08	8.0E-09	4.1E-09	2.4E-09	1.4E-09	1.1E-09	Ce-143	
95	Ce-144	133.5	11.1	80.1	1.4			91.1	76.5				9.6E-08	3.9E-08	1.9E-08	1.1E-08	6.5E-09	5.2E-09	Ce-144	
95	Pr-144	696.510	1.3	1489.2	0.3			1222.0	97.9										Pr-144	
96	Pr-143	742.1	0.0					315.1	100.0				1.4E-08	8.7E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.5E-09	1.2E-09	Pr-143	
97	Nd-147	531.0	13.4	91.1	28.1	319.4	2.1	264.1	80.2				9.2E-08	7.8E-09	3.9E-09	2.3E-09	1.3E-09	1.1E-09	Nd-147	
98	Pm-147	121.2	0.0	40.1	0.0	40.1	0.0	61.9	100.0				2.6E-09	1.9E-09	9.6E-10	5.7E-10	3.2E-10	2.6E-10	Pm-147	
99	Pm-149	286.0	3.1	859.5	0.1			369.1	95.9				6.2E-08	7.4E-09	3.7E-09	2.2E-09	1.2E-09	9.5E-10	Pm-149	
100	Sm-151	21.5	0.0					19.7	99.1				1.5E-09	6.4E-10	3.3E-10	2.0E-10	1.2E-10	9.8E-11	Sm-151	
101	Sm-153	103.2	29.3	69.7	4.7			225.3	49.4				3.4E-09	5.4E-09	2.7E-09	1.6E-09	9.2E-10	7.4E-10	Sm-153	
102	Eu-152	121.8	28.5	1408.0	20.9	964.1	14.5						6.6E-08	7.4E-09	4.1E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.4E-09	Eu-152	
102	Eu-152	344.3	26.6	778.9	12.9	411.1	2.2	221.7	13.7				6.6E-08	7.4E-09	4.1E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.4E-09	Eu-152	
103	Eu-154	123.1	40.4	1274.4	34.8	723.3	20.1	176.4	36.3				5.5E-08	1.2E-08	6.5E-09	4.1E-09	2.5E-09	2.0E-09	Eu-154	
104	Eu-155	105.3	21.1	86.5	30.7			39.2	47.0				2.3E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.8E-10	4.0E-10	3.2E-10	Eu-155	
105	Gd-153	103.2	21.1	97.4	29.0	68.7	2.4						1.9E-09	1.8E-09	9.4E-10	5.8E-10	3.4E-10	2.7E-10	Gd-153	
106	Tb-160	879.4	30.1	298.8	26.1	968.2	25.1	175.7	45.4				9.6E-08	1.0E-08	5.4E-09	3.3E-09	2.0E-09	1.6E-09	Tb-160	
107	Tb-169	8.4	0.2	50.7	0.0	50.7	0.0	101.0	55.0				2.4E-09	2.8E-09	1.4E-09	8.2E-10	4.7E-10	3.7E-10	Tb-169	
108	Tm-171	66.7	0.1					25.2	98.0				1.5E-09	7.8E-10	3.9E-10	2.3E-10	1.3E-10	1.1E-10	Tm-171	
109	Yb-182	396.3	13.1	282.5	6.1	113.8	3.9	139.9	72.9				2.0E-09	3.2E-09	1.6E-09	9.5E-10	5.4E-10	4.4E-10	Yb-182	
110	Ta-187	1121.3	35.2	87.7	42.9	1221.4	27.2	198.3	43.2				1.4E-08	9.4E-09	5.0E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.5E-09	Ta-187	
111	W-181	6.2	1.0	57.5	33.0								1.3E-10	4.7E-10	2.5E-10	1.6E-10	9.5E-11	7.6E-11	W-181	
112	W-185	125.4	0.0	61.1	0.0	61.1	0.0	126.9	99.9				6.4E-09	3.3E-09	1.6E-09	9.7E-10	5.5E-10	4.4E-10	W-185	
113	Re-186	137.2	9.5					359.2	71.0				1.9E-08	1.1E-08	5.5E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.5E-09	Re-186	
113	Re-186												1.9E-08	1.1E-08	5.5E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.5E-09	Re-186	
114	Os-185	646.1	78.0	874.8	6.3	880.5	5.2						1.8E-09	2.6E-09	1.5E-09	9.8E-10	6.5E-10	5.1E-10	Os-185	
115	Os-191	129.4	26.5					37.5	100.0				1.3E-09	4.1E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.0E-10	5.1E-10	Os-191	
116	Os-193	460.5	3.9	138.9	3.8	73.0	3.1	387.0	59.0				4.3E-09	6.0E-09	3.0E-09	1.8E-09	1.0E-09	8.1E-10	Os-193	
117	Ir-190	186.7	52.0	805.1	39.9	518.6	34.0						1.0E-08	7.1E-09	3.9E-09	2.5E-09	1.6E-09	1.2E-09	Ir-190	
118	Ir-192	316.5	82.9	468.1	47.8	308.5	29.7	208.0	48.0				1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09	Ir-192	
118	Ir-192												1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09	Ir-192	
119	Pt-191	538.9	15.9	409.4	8.8	359.9	6.4						1.1E-09	2.1E-09	1.1E-09	6.9E-10	4.2E-10	3.4E-10	Pt-191	
120	Pt-193m	135.5	0.1	12.6	0.7								4.2E-09	3.4E-09	1.7E-09	9.9E-10	5.6E-10	4.5E-10	Pt-193m	
121	Au-198	411.8	95.6					314.8	99.0				5.0E-08	7.2E-09	3.7E-09	2.2E-09	1.3E-09	1.0E-09	Au-198	
122	Au-199	158.4	40.0	208.2	8.7			82.3	72.0				2.5E-09	3.1E-09	1.6E-09	9.5E-10	5.5E-10	4.4E-10	Au-199	
123	Hg-197	191.4	0.6	77.4	18.7	268.7	0.0						6.5E-09	1.6E-09	8.3E-10	5.0E-10	2.9E-10	2.3E-10	Hg-197	
124	Hg-203	278.2	81.6					57.9	100.0				1.5E-08	1.1E-08	5.7E-09	3.6E-09	2.3E-09	1.9E-09	Hg-203	
125	Tl-200	367.9	87.0	1205.8	30.0	579.3	13.7						1.3E-09	9.1E-10	5.3E-10	3.5E-10	2.4E-10	2.0E-10	Tl-200	
126	Tl-201	167.4	10.0	135.3	2.6								5.4E-10	5.5E-10	2.9E-10	1.8E-10	1.2E-10	9.5E-11	Tl-201	
127	Tl-202	436.5	91.5	920.3	0.6								2.9E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.9E-10	5.4E-10	4.5E-10	Tl-202	
128	Tl-204							244.1	97.1				7.3E-08	8.5E-09	4.2E-09	2.5E-09	1.5E-09	1.2E-09	Tl-204	
128	Tl-204												7.3E-08	8.5E-09	4.2E-09	2.5E-09	1.5E-09	1.2E-09	Tl-204	
129	Pb-203	279.2	80.9	401.3	3.4								5.6E-09	1.3E-09	6.8E-10	4.3E-10	2.7E-10	2.4E-10	Pb-203	
130	Pb-210	46.5	4.3					4.2	84.0				2.4E-06	3.6E-06	2.2E-06	1.9E-06	1.9E-06	6.9E-07	Pb-210	
130	Po-210	803.1	0.0							5304.3	100.0								Po-210	
131	Bi-206	803.1	99.0	881.0	66.2	516.2	40.8													

表1 検討核種一覧 (3/4)

通し 番号	検査 核種	WHO飲料水GL			GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本 OIL6 資料	参考 資料	SGS-2 OIL6 /WHO	半減期 (日)	壊変形式 (%)	生成核種と その壊変形式	放射平衡系列 (割合%)【半減期】	1歳あたり放射線量ごとの 総エネルギー (keV)			測定対象 核種	No29 記載の 有無		
		番号	Bq/L	g/L	番号	Bq/kg	番号	Bq/kg								α	β	γ & X				
136	1 Ra-224	136	1	1.7E-16	296	2000				2000	3.6E+00	α	100	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.65)/Th系列5		5673.2	0.0	10.4	γ'	△		
136	21 Rn-220	136									6.4E-04	α	100	Po-216		6287.5	0.0	0.6				
136	22 Po-216	136									1.7E-06	α	100	Pb-212		6778.3	0.0	0.0				
136	23 Pb-212	136									4.4E-01	β	100	Bi-212		0.0	100.2	144.5				
136	24a Bi-212	136									4.2E-02	β	64.04	Po-212 (0.65)		0.0	493.9	100.2				
136	24b Bi-212	136									4.2E-02	α	35.94	Tl-208 (0.36)		2175.3	0.0	4.6				
136	25a Po-212 (0)	136									3.5E-12	α	100	Pb-208		8784.9	0.0	0.0				
136	25b Tl-208 (0)	136									2.1E-05	β	100	Pb-208		0.0	559.5	3381.4				
137	1 Ra-226	137	1	6.9E-16	297	200				200	1.5E+01	β	99.974	Ac-225	α 100 %				β			
137	21 Ac-225	137									9.9E+00	α	100	Fr-221		5775.8	0.0	14.7				
137	22 Fr-221	137									3.4E-03	α	100	At-217		6352.0	0.0	8.0				
137	23 At-217	137									3.8E-07	α	99.993	Bi-213		7063.5	0.0	0.2				
137	24 Bi-213	137									3.2E-02	β	97.8	Po-213		0.0	424.0	126.3				
137	25 Bi-213	137									3.2E-02	α	2.2	Tl-209 (0.067)		125.2	0.0	0.6				
137	26 Po-213 (0)	137									4.3E-11	α	100	Pb-209		8376.3	0.0	0.0				
137	27 Tl-209 (0)	137									1.5E-01	β	100	Pb-209		0.0	647.5	2133.9				
137	28 Pb-209	137									1.3E-01	β	100	Bi-209		0.0	197.5	0.1				
137	29 Bi-209	137									7.3E+21	α	100	Tl-205		3075.7	0.0	0.0				
138	1 Ra-226	138	1	2.7E-11	298	20				20	5.8E+05	α	100	Rn-222	α 100 %		4773.4	0.0	7.5	γ'	△	
138	21 Rn-222	138									3.8E+00	α	100	Po-218		5489.0	0.0	0.4				
138	22 Po-218	138									2.2E-02	α	99.98	Pb-214		6001.1	0.0	0.0				
138	23 Pb-214	138									1.9E-02	β	100	Bi-214		0.0	224.7	239.8				
138	24 Bi-214	138									1.4E-02	β	99.979	Po-214		0.0	640.0	1476.5				
138	25 Po-214	138									1.9E-09	α	100	Pb-210		7686.7	0.0	0.1				
139	1 Ra-228	139	0.1	9.9E-15	299	3				30	2.1E+03	β	100	Ac-228	β-100 %		0.0	7.2	0.3	γ		
139	21 Ac-228	139									2.6E-01	β	100	Th-228	α 100 %							
140	1 Th-227	140	10	8.8E-15	303	90				9	1.9E+01	α	100	Ra-223	α 100 %		5901.1	0.0	119.7	γ	△	
141	1 Th-228	141	1	3.3E-14	304	20				20	7.0E+02	α	100	Ra-224	α 100 %		5403.5	0.0	3.0	γ'	△	
142	1 Th-229	142	0.1	1.4E-11	305	8				80	2.9E+06	α	100	Ra-225	β-100 %		4919.5	0.0	93.6	γ'		
143	1 Th-230	143	1	1.3E-09	306	50				50	2.8E+07	α	100	Ra-226	α 100 %		4664.1	0.0	1.3	α		
144	1 Th-231	144	1000	5.1E-14	307	2000000				2000	1.1E+00	β	100	Pa-231	α 100 %		0.0	77.9	22.9	γ'	△	
145	1 Th-232	145	1	2.5E-04	308	4				4	5.1E+12	α	100	Ra-228	β-100 %		3996.8	0.0	1.1	α		
146	1 Th-234	146	100	1.2E-13	309	8000				80	2.4E+01	β	100	Pa-234	β-100 %		0.0	47.8	7.5	γ'	△	
146	21 Pa-234m										8.0E-04	β	99.84	U-234	α 100 %		0.0	810.2	17.6			
146	22 Pa-234										2.8E-01	β	100	U-234	α 100 %					γ		
147	1 Pa-230	147	100	8.3E-14	310	50000				500	1.7E+01	ec β+	92.2	Th-230	α 100 %		0.0	11.4	1.1	γ		
147	2										1.7E+01	β	7.8	U-230	α 100 %							
148	1 Pa-231	148	0.1	5.7E-11	311	20				200	1.2E+07	α	100	Ac-227	β-98.62 % α 1.38 %		0.0			γ'		
149	1 Pa-233	149	100	1.3E-13	312	30000				300	2.7E+01	β	100	U-233	α 100 %		0.0	66.5	218.7	γ		
150	1 U-230	150	1	9.6E-16	313	800				800	2.0E+01	α	100	Th-226	α 100 %		5867.4	0.0	2.5	α		
150	21 Th-226	150									2.1E-02	α	100	Ra-222		6306.2	0.0	8.5				
150	22 Ra-222	150									4.4E-04	α	100	Rn-218		6546.7	0.0	9.2				
150	23 Rn-218	150									4.1E-07	α	100	Po-214		7128.2	0.0	0.8				
150	24 Po-214	150									1.9E-09	α	100	Pb-210		7686.7	0.0	0.1				
151	1 U-231	151	1000	2.0E-13						0	4.2E+00	ec	99.996	Pa-231	α 100 %		0.0	0.0	84.8	γ'		
152	1 U-232	152	1	1.2E-12	314	20				20	2.5E+04	α	100	Th-228	α 100 %		5302.0	0.0	1.7	α		
153	1 U-233	153	1	2.8E-09	315	100				100	5.8E+07	α	100	Th-229	α 100 %		4805.8	0.0	0.9	α		
154	1 U-234	154	1	4.3E-09	316	200				200	9.0E+07	α	100	Th-230	α 100 %		4759.4	0.0	1.4	α		
155	1 U-235	155	1	1.3E-05	317	200	25	1000/1000	31	200	2.6E+11	α	100	Th-231	β-100 %		4463.9	0.0	175.2	γ	△	
156	1 U-236	156	1	4.2E-07	318	200				200	8.6E+09	α	100	Th-232	α 100 %		4474.3	0.0	1.2	α		
157	1 U-237	157	100	3.3E-14						0	6.8E+02	β	100	Np-237	α 100 %		0.0	67.9	139.2	γ	○	
158	1 U-238	158	10	8.0E-04	319	100				10	1.6E+12	α	100	Th-234	β-100 %		4187.1	0.0	1.0	α		
159	1 Np-237	159	1	3.8E-08	323	90				90	7.8E+08	α	100	Pa-233	β-100 %		4788.9	0.0	31.3	γ'		
160	1 Np-239	160	100	1.2E-14	324	400000			72	4000	2.4E+00	β	100	Pu-239	α 100 %		0.0	147.7	169.8	γ	○	
161	1 Pu-236	161	1	5.1E-14	325	100				100	1.0E+03	α	100	U-232	α 100 %		5760.4	0.0	1.6	α		
162	1 Pu-237	162	1000	2.2E-12	326	200000				200	4.6E+01	ec	99.996	Np-237	α 100 %		0.0	0.0	53.1	γ		
163	1 Pu-238	163	1	1.6E-12	327	50	11	1/10	41	73	50	3.2E+04	α	100	U-234	α 100 %		5486.4	0.0	1.4	α	
164	1 Pu-239	164	1	4.4E-10	328	50	12	1/10	42	74	50	8.8E+06	α	100	U-235	α 100 %		5150.9	0.0	0.7	α	
165	1 Pu-240	165	1	1.2E-10	329	50	13	1/10	43	75	50	2.4E+06	α	100	U-236	α 100 %		5155.2	0.0	1.3	α	
166	1 Pu-241	166	10	2.6E-12	330	4000			76	400	5.2E+03	β	99.999	Am-241	α 100 %		0.0	5.2	0.0	β		
167	1 Pu-242	167	1	6.9E-09	331	50			44	50	1.4E+08	α	100	U-238	α 100 %		4888.6	0.0	1.2	α		
168	1 Pu-244	168	1	1.5E-06	332	50				50	3.0E+10	β	99.88	U-240	β-100 %		4575.1	0.0	0.8	α		
168	21 U-240	168									5.9E-01	β	100	Np-240	β-100 %		0	106.43	4.895			
168	22 Np-240	168									4.3E-02	β	100	Pu-240	α 100 %		0.0	353.3	1131.2	γ		
168	31 Np-240m	168									5.0E-03	β	99.88	Pu-240</								

通し 番号	核種	γ線のエネルギーと放出率						β線の平均エ ネルギーと放出率		α線のエネルギーと放出率				摂取実効線量係数 Sv/Bq					核種	
		γ 1		γ 2		γ 3		keV	%	α 1		α 2		乳児	1歳	5歳	10歳	15歳		成人
		keV	%	keV	%	keV	%			keV	%	keV	%							
136	Ra-224	241.0	4.1	10.1	0.371					5685.4	94.9	5448.6	5.1	2.7E-06	6.6E-07	3.5E-07	2.6E-07	2.0E-07	6.5E-08	Ra-224
136	Rn-220																			Rn-220
136	Po-216																			Po-216
136	Pb-212	288.6	43.6	300.1	3.3															Pb-212
136	Bi-212	727.3	6.7	1620.5	1.5															Bi-212
136	Bi-212	389	1.1	453.0	0.4															Bi-212
136	Po-212 (0.65)																			Po-212 (0.65)
136	Tl-208 (0.3)	2614.5	99.8	583.2	8.5	510.8	22.6													Tl-208 (0.3)
137	Ra-225	40.0	30.0					830	69.5					2.1E-06	1.2E-06	6.1E-07	5.0E-07	4.4E-07	9.9E-08	Ra-225
137	Ac-225																			Ac-225
137	Fr-221																			Fr-221
137	At-217																			At-217
137	Bi-213	440.5	25.9	292.8	0.4	807.4	0.3													Bi-213
137	Bi-213																			Bi-213
137	Po-213 (0.57917)																			Po-213 (0.57917)
137	Tl-209 (0.6)	660.0	97.0	355.4	0.7															Tl-209 (0.6)
137	Pb-209																			Pb-209
137	Bi-209																			Bi-209
138	Ra-226	186.2	3.6	10.1	0.8					4784.3	93.8	4601.0	6.2	5.7E-06	9.6E-07	6.2E-07	8.0E-07	1.5E-06	2.8E-07	Ra-226
138	Rn-222																			Rn-222
138	Po-218																			Po-218
138	Pb-214	351.9	35.6	295.2	18.4	242.0	7.3													Pb-214
138	Bi-214	609.3	45.5	1764.5	15.3	1120.3	14.9													Bi-214
138	Po-214																			Po-214
139	Ra-228	13.5	1.600					9.9	40					3.0E-05	5.7E-06	3.4E-06	3.9E-06	5.3E-06	6.9E-07	Ra-228
139	Ac-228	969.0	15.8	338.3	11.3															Ac-228
140	Th-227	236.0	12.9	50.1	8.4	256.2	7.0			6038.0	24.2	5977.7	23.5	1.0E-07	7.0E-08	3.6E-08	2.3E-08	1.5E-08	8.8E-09	Th-227
141	Th-228	216.0	0.2	84.4	1.2					5423.2	73.4	5340.4	26.0	3.7E-06	3.7E-07	2.2E-07	1.4E-07	9.4E-08	7.2E-08	Th-228
142	Th-229	193.5	4.4	11.1	12.3	210.9	2.8			4845.3	56.2	4901.0	10.2	2.1E-05	1.0E-06	7.8E-07	6.2E-07	5.3E-07	4.9E-07	Th-229
143	Th-230	67.7	0.4	143.9	0.0					4687.0	76.3	4620.5	23.4	4.1E-06	4.1E-07	3.1E-07	2.4E-07	2.2E-07	2.1E-07	Th-230
144	Th-231	84.2	6.6	25.6	14.1	89.95.2	1.00.6	80.1	40.0					7.9E-09	2.5E-09	1.2E-09	7.4E-10	4.2E-10	3.4E-10	Th-231
145	Th-232	63.8	0.3	140.9	0.0					4012.3	78.2	3947.2	21.7	1.6E-06	4.5E-07	3.5E-07	2.9E-07	2.5E-07	2.3E-07	Th-232
146	Th-234	92.4	2.1	92.8	2.1	63.29.2	3.7.4	53.6	78.0					6.0E-08	2.5E-08	1.3E-08	7.4E-09	4.2E-09	3.4E-09	Th-234
146	Pa-234m	1001.0	0.8	765.4	0.3	742.8	0.1													Pa-234m
146	Pa-234	131.3	18.9	946.0	14.0	883.2	10.0													Pa-234
147	Pa-230	951.9	30.0	918.5	8.3	454.9	6.8							4.6E-08	5.7E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.1E-09	9.2E-10	Pa-230
147														4.6E-08	5.7E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.1E-09	9.2E-10	
148	Pa-231	300.1	2.4	27.4	10.5	302.667.9	2.3.3			5013.8	25.4	4951.3	22.8	1.3E-05	1.3E-06	1.1E-06	9.2E-07	8.0E-07	7.1E-07	Pa-231
149	Pa-233	311.9	38.5	300.1	6.6	340.5	4.5	40.9	26.7					1.7E-09	6.2E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.1E-09	8.7E-10	Pa-233
150	U-230	72.2	0.6	154.2	0.1	230.37.5				5888.4	67.4	5817.5	32.0	9.9E-07	3.0E-07	1.5E-07	1.0E-07	6.6E-08	5.6E-08	U-230
150	Th-226																			Th-226
150	Ra-222																			Ra-222
150	Rn-218																			Rn-218
150	Po-214																			Po-214
151	U-231	84.2	7.3	102.3	1.3	25.7	14.6							5.1E-09	2.0E-09	1.0E-09	6.1E-10	3.6E-10	2.8E-10	U-231
152	U-232	57.8	0.2	11.1	10.9					5320.1	68.2	5263.4	31.6	7.5E-06	8.2E-07	5.8E-07	5.7E-07	6.4E-07	3.3E-07	U-232
153	U-233	42.4	0.1	97.1	0.0					4824.2	84.3	4783.5	13.2	1.8E-07	1.4E-07	9.2E-08	7.8E-08	7.8E-08	5.1E-08	U-233
154	U-234	53.2	0.1	455.0	0.0					4774.6	71.4	4722.4	28.4	1.7E-07	1.3E-07	8.8E-08	7.4E-08	7.4E-08	4.9E-08	U-234
155	U-235	185.7	57.0	143.8	11.0	163.4	5.1			4395.4	57.7	4364.3	18.9	1.5E-07	1.3E-07	8.5E-08	7.1E-08	7.0E-08	4.7E-08	U-235
156	U-236	49.5	0.1	112.8	0.0					4494.0	73.8	4445.0	25.9	1.5E-07	1.3E-07	8.4E-08	7.0E-08	7.0E-08	4.7E-08	U-236
157	U-237	208.0	21.2	59.5	34.5	164.61.2	1.9	64.5	51.0					1.3E-09	5.4E-09	2.8E-09	1.6E-09	9.5E-10	7.6E-10	U-237
158	U-238	49.6	0.1	113.5	0.0					4198.0	79.0	4151.0	20.9	1.4E-07	1.2E-07	8.0E-08	6.8E-08	6.7E-08	4.5E-08	U-238
159	Np-237	96.5	12.4	29.4	14.1	94.64.5	0.615.2.3			4788.0	47.6	4771.4	23.2	2.0E-06	2.1E-07	1.4E-07	1.1E-07	1.1E-07	1.1E-07	Np-237
160	Np-239	106.1	25.3	277.6	14.5	228.2	10.7	125.6	45.0					8.9E-09	5.7E-09	2.9E-09	1.7E-09	1.0E-09	8.0E-10	Np-239
161	Pu-236	166.1	0.0	643.9	0.0					5767.5	69.1	5720.9	30.8	2.1E-06	2.2E-07	1.4E-07	1.0E-07	8.5E-08	8.7E-08	Pu-236
162	Pu-237	59.5	3.3	26.3	0.2					4198.0	79.0	4151.0	20.9	1.4E-07	1.2E-07	8.0E-08	6.8E-08	6.7E-08	4.5E-08	Pu-237
163	Pu-238	43.5	0.0	11.6	10.2					5499.0	70.9	5456.3	29.0	5.0E-06	4.0E-07	3.1E-07	2.4E-07	2.2E-07	2.3E-07	Pu-238
164	Pu-239	13.0	0.0	51.6	0.0					5156.6	70.8	5144.3	17.1	5.2E-06	4.2E-07	3.3E-07	2.7E-07	2.4E-07	2.5E-07	Pu-239
165	Pu-240	160.3	0.0	212.5	0.0					5168.2	72.8	5123.7	27.1	5.2E-06	4.2E-07	3.3E-07	2.7E-07	2.4E-07	2.5E-07	Pu-240
166	Pu-241							5.2	100.0					8.6E-08	5.7E-09	5.5E-09	5.1E-09	4.8E-09	4.8E-09	Pu-241
167	Pu-242	44.9	0.0	103.5	0.0					4902.3	76.5	4858.2	23.4	5.0E-06	4.0E-07	3.2E-07	2.6E-07	2.3E-07	2.4E-07	Pu-242
168	Pu-244	44.0	0.0	11.6	5.7					4589.0	80.5	4546.0	19.4	5.0E-06	4.1E-07	3.2E-07	2.6E-07	2.3E-07	2.4E-07	Pu-244
168	U-240	44.1	1.1	189.7	0.2			94.1	≈ 25											U-240
168	Np-240	566.3	27.6	973.9	25.9															Np-240
168	Np-240m	554.6	20.9	597.4	11.7															Np-240m

表 1 検討核種一覧 (4/4)

通し 番号	核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本 OIL6 資料	参考 資料 /WHO	SGS-2 OIL6	半減期 (日)	壊変形式 (%)	生成核種と その壊変形式	放射平衡系列 (割合) [半減期]	1壊変あたりの放射線種ごとの 総エネルギー (keV)			測定対象 線種	No.29 記載の 有無		
		番号	Bq/L	g/L	番号	Bq/kg	番号								Bq/kg	α	β			γ & X	
169	1Am-241	169	1	7.9E-12	333	50	14	1/10		50	1.6E+05	α	100	Np-237	α 100%	5490.0	0.0	27.2	γ'	○	
170	1Am-242	170	1000	3.3E-14						0	6.7E-01	β-	82.7	Cm-242	α 100%	0.0	159.1	2.8	γ'		
170	2Am-242	170		0.0E+00							6.7E-01	ec	17.3	Pu-242	α 100%	0.0	0.0	14.5	γ'		
171	1Am-242m	171	1	2.6E-12	334	50				50	5.2E+04	IT	99.6	Am-242	β- 82.7%ed	Am-242, Cm-242 (0.83)			-		
172	1Am-243	172	1	1.4E-10	335	50				50	2.7E+00	α	100	Np-239	β- 100%	Np-239	5271.3	0.0	56.6	γ'	
173	1Cm-242	173	10	8.2E-14	340	500			46	78	1.6E+02	α	100	Pu-238	α 100%		6103.9	0.0	1.4	α	
174	1Cm-243	174	1	5.3E-13	341	60			47		1.1E+04	α	99.7	Pu-239	α 100%		5830.9	0.0	124.8	γ	
175	1Cm-244	175	1	3.3E-13	342	70			48	79	6.6E+03	α	100	Pu-240	α 100%		5796.4	0.0	1.3	α	
176	1Cm-245	176	1	1.6E-10	343	50				50	3.1E+00	α	100	Pu-241	β- 99.998%		5386.4	0.0	97.4	γ'	
177	1Cm-246	177	1	8.7E-11	344	50				50	1.7E+00	α	99.97	Pu-242	α 100%		5377.4	0.0	0.0	α	
178	1Cm-247	178	1	2.9E-07	345	60				60	5.7E+00	α	100	Pu-243	β- 100%		4948.7	0.0	313.4	γ	
178	21Pu-243	178									2.1E-01	β-	100	Am-243			0.0	160.6	27.1	γ'	
179	1Cm-248	179	0.1	6.5E-10	346	10				100	1.3E+00	α	91.6	Pu-244	α 99.88%		4645.1	0.0	0.0	α	
180	1Bk-249	180	100	1.7E-12	348	10000				100	3.3E+02	β-	99.999	Cf-249	α 100%	0.0	32.4	0.0	β		
181	1Cf-246	181	100	7.6E-15						0	1.5E+00	α	100	Cm-242	α 100%		6745.6	0.0	1.0	α	
182	1Cf-248	182	10	1.7E-13	349	200				20	3.3E+02	α	99.997	Cm-244	α 100%		6249.2	0.0	1.2	α	
183	1Cf-249	183	1	6.6E-12	350	20				20	1.3E+05	α	100	Cm-245	α 100%		5819.7	0.0	326.6	γ	
184	1Cf-250	184	1	2.5E-13	351	40				40	4.8E+03	α	99.92	Cm-246	α 99.97%		6021.3	0.0	0.0	α	
185	1Cf-251	185	1	1.7E-11	352	20				20	3.3E+06	α	≈ 100	Cm-247	α 100%		5786.4	0.0	109.0	γ	
186	1Cf-252	186	1	5.0E-14	353	40				40	9.7E+02	α	96.9	Cm-248	α 91.61%		5884.0	0.0	0.0	α	
187	1Cf-253	187	100	9.3E-14	354	30000				300	1.8E+01	β-	99.7	Es-253	α 100%		0.0	72.0	0.0	β	
188	1Cf-254	188	1	3.2E-15	355	30				30	6.1E+01	SF		Cm-250	-		18.1	0.0	0.0	-	
189	1Es-253	189	10	1.1E-14	356	5000				500	2.0E+01	α	100	Bk-249	β- 99.999%					α	
190	1Es-254	190	10	1.4E-13						0	2.8E+02	α	≈ 100	Bk-250	β- 100%		6400.3	0.0	57.0	γ'	
190	11Bk-250										1.3E-01	β-	100	Cf-250	β- 100%		0.0	263.0	896.9	γ	
191	1Es-254m	191	100	8.6E-15						0	1.6E+00	β-	98	Fm-254	α 99.94%		0.0	192.0	474.7	γ	
201	1Kr-85								1		3.9E+03	β-	100	Rb-85	-		0.0	250.7	2.4	γ'	○
202	1Kr-85m								2		1.9E-01	β-	78.8	Rb-85	-		0.0	228.7	114.7	γ	○
202	2Kr-85m										1.9E-01	IT	21.2	Kr-85	β- 100%		0.0	0.0	43.3	γ	
203	1Kr-87								3		5.3E-02	β-	100	Rb-87	β- 100%		0.0	1330.9	793.0	γ	○
204	1Kr-88								4		1.2E-01	β-	100	Rb-88	β- 100%		0.0	365.3	1950.5	γ	○
204	21Rb-88										1.2E-02	β-	100	Sr-88	-		205.14	684.2			
205	1Xe-133								5		5.2E+00	β-	100	Cs-133	-		0.0	100.2	45.9	γ'	○
206	1Xe-135								6		3.8E-01	β-	100	Cs-135	β- 100%		0.0	304.7	248.5	γ	○
207	1I-132				161	20000000			12	12	9.6E-02	β-	100	Xe-132	-		0.0	485.7	2256.3	γ	○
208	1I-133				162	1000000			13	13	8.7E-01	β-	100	Xe-133	β- 100%		0.0	405.0	613.2	γ	○
209	1I-134				163	200000000			14	14	3.6E-02	β-	100	Xe-134	-		0.0	626.3	2532.2	γ	○
210	1I-135				164	20000000			15	15	2.7E-01	β-	100	Xe-135	β- 100%		0.0	336.2	1578.4	γ	○
211	1Sb-127								21		3.9E+00	β-	100	Te-127	β- 100%		0.0	308.7	692.4	γ	○
212	1Sb-129								22		1.8E-01	β-	100	Te-129	β- 100%		0.0	278.2	1536.8	γ	○
213	1Sr-91				81	30000000			43		4.0E-01	β-	100	Y-91	β- 100%		0.0	643.5	708.4	γ	○
214	1Tc-99m				107	200000000			54		2.5E-01	IT	99.996	Tc-99	β- 100%		0.0	0.0	126.5	γ	○
215	1Ru-105				110	20000000			56		1.9E-01	β-	100	Rh-105	β- 100%		0.0	410.6	748.3	γ	○
216	1Zr-97				93	500000			64		7.0E-01	β-	100	Nb-97	β- 100%	Nb-97m (0.95), Nb-97 [72m]	0.0	704.9	852.8	γ	○
216	11Nb-97										5.0E-02	β-	100	Mo-97	-		0.0	467.5	664.8	γ	

- *1) 検討対象とした核種で、元素記号－質量数で表記した。
- *2) WHO 飲料水 GL 記載核種を元素番号順に 1-191 に番号付けし、核種ごとのガイダンスレベル (放射能濃度 Bq/L) とそれを換算した物質濃度 (g/L) を併せて示す。
- *3) IAEA の GSG-2 OIL6 記載核種
- *4) CODEX 一般規格の例示記載核種
- *5) 防災指針の OIL6 記載核種
- *6) 「原子力災害事前対策の策定において参照すべき線量のめやすについて(平成 30 年 10 月 17 日 原子力規制委員会)」の「(参考) Cs-137 100TBq 放出時の各核種放出量」記載核種
- *7) SG-2 OIL6 と WHO 飲料水 GL の放射能濃度比
- *8) 半減期 (日) (1 日未満または 1000 年以上は斜体)
- *9) 壊変形式とその比率で、1%未満は省略した。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: 自発核分裂を示す。
- *10) 生成核種を示し、生成核種に放射性がない場合は"-", 放射性がある場合はその壊変形式とその割合 (%) を記載した。
- *11) SGS-2 OIL6 において放射平衡核種がある場合はその子孫核種を記した。なお、丸カッコ内は壊変割合であり、角カッコ内はその核種の半減期を示す。
- *12) 1壊変あたりの放出放射線種 (α線、β線、及びγ+X線) ごとの総エネルギー (keV)
- *13) 測定対象の線種であり、γ線、β線、α線の優先順位とした。
- *14) 「放射能測定法シリーズ 29 緊急時におけるゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトル解析法 (原子力規制庁)」記載核種に○を付した。

通し 番号	核種	γ線のエネルギーと放出率						β線の平均エネルギーと放出率		α線のエネルギーと放出率				摂取実効線量係数 Sv/Bq					核種	
		γ 1		γ 2		γ 3		keV	%	α 1		α 2		乳児	1歳	5歳	10歳	15歳		成人
		keV	%	keV	%	keV	%			keV	%	keV	%							
169	Am-241	59.5	35.9	25.3	2.3	33196.1	0.1263			5485.6	84.8	5442.8	13.1	4.7E-06	3.7E-07	2.7E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07	Am-241
170	Am-242	42.1	0.0	127	17.9			186.0	45.0					6.0E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.4E-10	3.7E-10	3.0E-10	Am-242
170	Am-242	103.7	8.7	121	11.0	44.5	0.0							6.0E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.4E-10	3.7E-10	3.0E-10	Am-242
171	Am-242m	48.6	0.0					-	-					4.1E-06	3.0E-07	2.3E-07	2.0E-07	1.9E-07	1.9E-07	Am-242m
172	Am-243	74.7	67.2	43.5	5.9	117.6	0.6			5275.3	86.7	5233.3	11.5	4.6E-06	3.7E-07	2.7E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07	Am-243
173	Cm-242	561.0	0.0	605.0	0.0					6112.7	74.1	6069.4	25.5	1.9E-07	7.6E-08	3.9E-08	2.4E-08	1.5E-08	1.2E-08	Cm-242
174	Cm-243	277.6	14.0	228.2	10.6	209.8	3.3	-	-	5785.2	73.0	5742.1	11.5	2.2E-06	3.3E-07	2.2E-07	1.6E-07	1.4E-07	1.5E-07	Cm-243
175	Cm-244	42.8	0.0	12.1	0.8					5804.8	76.9	5762.6	23.1	2.9E-06	2.9E-07	1.9E-07	1.4E-07	1.2E-07	1.2E-07	Cm-244
176	Cm-245	175.0	9.9	133.1	2.8	190.0	0.2			5361.1	93.2	5304.3	5.0	4.7E-06	3.7E-07	2.8E-07	2.3E-07	2.1E-07	2.1E-07	Cm-245
177	Cm-246									5386.5	82.2	5343.5	17.8	4.7E-06	3.7E-07	2.8E-07	2.2E-07	2.1E-07	2.1E-07	Cm-246
178	Cm-247	402.4	72.0	278.0	3.4	287.5	2.0	-	-	4870.0	71.0	5267.0	13.8	4.4E-06	3.5E-07	2.6E-07	2.1E-07	1.9E-07	1.9E-07	Cm-247
178	Pu-243	84.0	0.2300	381.6	0.575															Pu-243
179	Cm-248									5078.4	75.0	5034.9	16.5	1.4E-05	1.4E-06	1.0E-06	8.4E-07	7.7E-07	7.7E-07	Cm-248
180	Bk-249							32.4	100.0					1.2E-08	2.9E-09	1.9E-09	1.4E-09	1.1E-09	9.7E-10	Bk-249
181	Cf-246	42.0	0.0	96.0	0.0					6750.0	79.3	6708.2	20.6	4.0E-08	2.4E-08	1.2E-08	7.3E-09	4.1E-09	3.3E-09	Cf-246
182	Cf-248	99.4	0.0	99.4	0.0					6258.0	80.0	6217.0	19.6	5.5E-06	1.6E-07	9.9E-08	6.0E-08	3.3E-08	2.8E-08	Cf-248
183	Cf-249	388.2	66.0	333.4	16.0	252.8	2.6	-	-	5813.3	82.2	5759.5	4.7	5.0E-06	8.7E-07	6.4E-07	4.7E-07	3.8E-07	3.5E-07	Cf-249
184	Cf-250	42.9	0.0							6030.2	82.6	5989.9	17.1	1.7E-06	5.5E-07	3.7E-07	2.3E-07	1.7E-07	1.6E-07	Cf-250
185	Cf-251	177.5	17.3	227.4	6.8	285.4	1.1	-	-	5679.3	35.4	5854.0	27.6	2.1E-06	8.8E-07	6.5E-07	4.7E-07	3.9E-07	3.6E-07	Cf-251
186	Cf-252	43.4	0.0	100.2	0.0					6118.1	81.5	6075.6	14.5	2.0E-06	5.1E-07	3.2E-07	1.9E-07	1.0E-07	9.0E-08	Cf-252
187	Cf-253							65.2	0.50					1.0E-07	1.1E-08	6.0E-09	3.7E-09	1.8E-09	1.4E-09	Cf-253
188	Cf-254									5833.0	0.3			2.1E-05	2.6E-06	1.4E-06	8.4E-07	5.0E-07	4.0E-07	Cf-254
189	Es-253	41.8	0.1							6633.0	89.9	6590.5	6.6	5.7E-07	4.5E-08	2.3E-08	1.4E-08	7.6E-09	6.1E-09	Es-253
190	Es-254	316.0	0.2	63.0	2.0					6428.6	93.1	6358.4	2.6	1.4E-06	1.6E-07	9.8E-08	6.0E-08	3.3E-08	2.8E-08	Es-254
190	Bk-250	989.1	45.0	1031.9	35.6	1028.7	4.9													Bk-250
191	Es-254m	648.7	29.0	693.7	24.8	688.5	12.5	137.7	56.0					6.7E-08	3.0E-08	1.5E-08	9.1E-09	5.2E-09	4.2E-09	Es-254m
201	Kr-85	514.0	0.4					251.6	99.6											Kr-85
202	Kr-85m	151.2	75.2	129.8	0.3															Kr-85m
202	Kr-85m	304.9	14.0																	Kr-85m
203	Kr-87	402.6	50.0	2554.8	9.2	845.4	7.9	1501.7	41.0											Kr-87
204	Kr-88	2392.1	34.6	196.3	26.0	166.0	3.1	167.3	67.0											Kr-88
204	Rb-88	1836.0	22.8	898.0	14.4	2677.9	2.1													Rb-88
205	Xe-133	81.0	38.9	79.6	0.4			100.6	98.5											Xe-133
206	Xe-135	249.8	90.0	608.2	2.9			310.2	96.0											Xe-135
207	I-132	667.7	98.7	772.6	75.6	954.6	17.6	841.8	19.0					2.0E-09	2.4E-09	1.3E-09	6.2E-10	4.1E-10	2.9E-10	I-132
208	I-133	529.9	87.0	875.3	4.5	1298.2	2.4	439.4	83.4					3.9E-08	4.4E-08	2.3E-08	1.0E-08	6.8E-09	4.3E-09	I-133
209	I-134	847.0	96.0	884.1	65.1	1072.6	14.9	473.5	30.4					1.1E-09	7.5E-10	3.9E-10	2.1E-10	1.4E-10	1.1E-10	I-134
210	I-135	1260.4	28.7	1131.5	22.6	1678.0	9.6	498.8	23.6					3.0E-08	8.9E-09	4.7E-09	2.2E-09	1.4E-09	9.3E-10	I-135
211	Sb-127	685.7	36.8	473.0	25.8	783.7	15.1	303.9	35.8					8.7E-08	1.2E-08	5.9E-09	3.6E-09	2.1E-09	1.7E-09	Sb-127
212	Sb-129	813.0	48.2	915.0	23.3	966.8	9.0	207.3	29.9					2.3E-09	2.8E-09	1.5E-09	8.8E-10	5.3E-10	4.2E-10	Sb-129
213	Sr-91	1024.3	33.5	749.8	23.7	652.9	8.0	405.3	34.8					4.2E-09	4.0E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.4E-10	6.5E-10	Sr-91
214	Tc-99m	140.5	89.0											3.0E-10	1.3E-10	7.2E-11	4.3E-11	2.8E-11	2.2E-11	Tc-99m
215	Ru-105	724.3	47.3	469.4	17.5	676.4	15.7	432.2	47.8					1.7E-09	1.8E-09	9.1E-10	5.5E-10	3.3E-10	2.6E-10	Ru-105
216	Zr-97	743.4	93.1	507.6	5.0	1148.0	2.6	757.3	87.8					4.2E-08	1.4E-08	7.3E-09	4.4E-09	2.6E-09	2.1E-09	Zr-97
216	Nb-97	657.9	98.2	1024.4	1.1			470.7	98.4											Nb-97

- *15) *13 で γ に分類された核種について放出される γ 線のエネルギー (keV) と放出率 (%) を、測定に有用と思われる 100keV 以上のもので放出率の高いものを優先して記載した。
- *16) *13 で β に分類された核種の、放出される β 線のエネルギー (keV) と放出率 (%)
- *17) *13 で α に分類された核種の、放出される α 線のエネルギー (keV) と放出率 (%)
- *18) 経口摂取における実効線量係数であり、ICRP Publication 119 及び ICRP Publication 60 より転載した。

