

東京電力（株）福島第一原子力発電所事故に関する
放射線管理の基準の根拠及び課題について

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター
原子力科学研究所 放射線管理部

山田 克典，藤井 克年，神田 浩志，東 大輔，小林 稔明，中川 雅博
深見 智代⁺¹，吉田 圭佑，上野 有美，中嶋 純也，清水 勇⁺²，吉澤 道夫

(2013年7月18日受理)

平成 23 年 3 月に発生した東京電力（株）福島第一原子力発電所事故以降、放射線防護・放射線管理に係る様々な基準が策定された。インターネット等を通じて、これらの基準を調査した結果、下記 13 項目があげられた。

(1)ヨウ素剤の服用基準値、(2) 避難住民等に対するスクリーニングレベル、(3)避難区域、屋内退避等、(4)食品規制値（暫定規制値、基準値）、(5) 放射線業務従事者の緊急時被ばく限度、(6)水浴場開設の判断基準、(7)学校・校庭の利用の判断基準、(8)作付基準、(9)飼料の暫定許容値、(10)堆肥の暫定許容値、(11)船舶、コンテナ等の除染基準、(12)廃棄物の取扱、処分等、(13)除染作業に係る基準

これらの基準の根拠を調査・整理し、今後の放射線防護、放射線管理の課題を検討した。

原子力科学研究所 : 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

+1 関西光科学研究所 管理部

+2 原子力科学研究所 保安管理部

Survey of Radiation Protection Criteria Following the Accident
at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

Katsunori YAMADA, Katsutoshi FUJII, Hiroshi KANDA, Daisuke HIGASHI,
Toshiaki KOBAYASHI, Masahiro NAKAGAWA, Tomoyo FUKAMI⁺¹, Keisuke YOSHIDA,
Yumi UENO, Junya NAKAJIMA, Isamu SHIMIZU⁺² and Michio YOSHIZAWA

Department of Radiation Protection, Nuclear Science Research Institute,
Tokai Research and Development Center
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received July 18, 2013)

After the accident at Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, various numerical criteria relevant to radiation protection were defined. We surveyed these criteria through internet.

As a result of survey, the following 13 items were identified :

(1) criteria for taking stable iodine tablets, (2) criteria for the screening of surface contamination, (3) evacuation area, sheltering area, etc., (4) activity concentrations in food, drinking water, etc., (5) dose limit for radiation workers engaged in emergency work, (6) guideline levels of radioactive substances in bathing areas, (7) criteria for use of school buildings and schoolyards, (8) restriction on planting rice, (9) acceptable activity concentrations in feedstuff , (10) acceptable activity concentrations in compost, (11) criteria for export containers and ships, (12) criteria for contaminated waste, (13) standards for radiation workers engaged in decontamination work.

In this report, the basis of and issues on these criteria are summarized.

Keywords: Fukushima, Nuclear Accident, Radiation Protection, Radiation Control

+1 Department of Administrative Services, Kansai Photon Science Institute

+2 Department of Operational Safety Administration, Nuclear Science Research
Institute

目次

1. はじめに.....	1
2. 福島第一原子力発電所事故に関連する放射線管理の基準値に関する調査の概要.....	1
2.1 基準値の調査・抽出.....	1
2.2 基準値の分類.....	2
3. 基準値の調査結果.....	3
3.1 緊急時被ばく状況に関する基準.....	4
3.1.1 ヨウ素剤の服用基準値.....	4
3.1.2 避難住民等に対するスクリーニングレベル.....	6
3.1.3 避難区域、屋内退避等.....	10
3.1.4 食品規制値（暫定規制値）.....	13
3.1.5 放射線業務従事者の緊急時被ばく限度.....	17
3.2 現存被ばく状況.....	21
3.2.1 食品規制値（基準値）.....	21
3.2.2 水浴場開設の判断基準.....	24
3.2.3 学校・校庭の利用の判断基準.....	28
3.2.4 作付基準.....	31
3.2.5 飼料の暫定許容値.....	34
3.2.6 堆肥の暫定許容値.....	38
3.2.7 船舶、コンテナ等の除染基準.....	41
3.2.8 廃棄物の取扱、処分等.....	43
3.2.9 除染作業に係る基準.....	47
4. 放射線防護・放射線管理上の課題.....	49
4.1 緊急時被ばく状況に関する基準値の課題.....	49
4.2 現存被ばく状況に関する基準値の課題.....	49
4.3 全体的な課題.....	50
5. 最後に.....	50
謝辞.....	51

Contents

1. Introduction.....	1
2. Survey of radiation protection criteria relevant to the accident the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant.....	1
2.1 Method.....	1
2.2 Classification of criteria.....	2
3. Results	3
3.1 Emergency exposure situation	4
3.1.1 Criteria for taking stable iodine tablets.....	4
3.1.2 Criteria for the screening of surface contamination	6
3.1.3 Evacuation area, sheltering area, etc.	10
3.1.4 Activity concentrations in food, drinking water, etc. (by March 31, 2012)	13
3.1.5 Dose limit for radiation workers engaged in emergency work.....	17
3.2 Existing exposure situation.....	21
3.2.1 Activity concentrations in food, drinking water, etc. (since April 1, 2012).....	21
3.2.2 Guideline levels of radioactive substances in bathing areas.....	24
3.2.3 Criteria for use of school buildings and schoolyards.....	28
3.2.4 Restriction on planting rice.....	31
3.2.5 Acceptable activity concentrations in feedstuff.....	34
3.2.6 Acceptable activity concentrations in compost.....	38
3.2.7 Criteria for export containers and ships.....	41
3.2.8 Criteria for contaminated waste.....	43
3.2.9 Standards for radiation workers engaged in decontamination work.....	47
4. Issue for radiological protection and radiation control.....	49
4.1 Issue for emergency exposure situation.....	49
4.2 Issue for existing exposure situation.....	49
4.3 Comprehensive issue.....	50
5. Conclusion.....	50
Acknowledgement.....	51

表リスト

表 1	基準値の被ばく状況の分類	2
表 2	基準値の対象	2
表 3	基準値の対象となる放射性核種	3
表 4	食品規制値（暫定規制値）（平成 24 年 3 月 31 日まで適用）	14
表 5	飲食物摂取の制限に関する介入線量レベル	15
表 6	食品規制値の放射性セシウムの基準値（平成 24 年 4 月 1 日施行）	21
表 7	飲料水を除く食品の年齢区分別の限度値	23
表 8	水中を拡散する放射性物質への接触における実効線量換算係数（平成 23 年）	26
表 9	水中を拡散する放射性物質への接触における実効線量換算係数（平成 24 年）	26
表 1 0	放射性物質に汚染された水の経口摂取における実効線量換算係数	27
表 1 1	水中における傷口からの放射性物質の侵入における実効線量換算係数	27
表 1 2	放射性セシウムの玄米への移行係数の幾何平均値（0.012）を用いた場合の結果	39
表 1 3	放射性セシウムの玄米への移行の指標（0.1）を用いた場合の結果	40

1. はじめに

平成 23 年 3 月に発生した東京電力（株）福島第一原子力発電所事故は、原子力発電所の事故として極めて重大な事故であり、この事故が社会に与えた影響は非常に甚大である。我々は、特に原子力施設の放射線防護・放射線管理に携わってきた者として、この事故を真摯に受け止め、この事故からの反省点を学び、今後の原子力・放射線利用における放射線防護・放射線管理に活かしていかなければならないと考える。そこで、平成 23 年 10 月に福島第一原子力発電所事故に関する情報収集ワーキンググループを設置し、事故後に策定された放射線管理に係る様々な基準値について調査・整理することにより、その基準の策定に係る考え方を把握し、今後の放射線防護、放射線管理の課題を検討した。

本ワーキンググループの目的は下記の 2 つである。

- (1) 事故時、事故後に策定された放射線・放射性物質に係る「基準値」の根拠・考え方を調査、整理すること。
- (2) 基準値の根拠、考え方から放射線防護、放射線管理の今後にどのようなことが必要かを考えて課題を抽出すること。

2. 福島第一原子力発電所事故に関連する放射線管理の基準値に関する調査の概要

2.1 基準値の調査・抽出

平成 23 年 12 月時点で、国、各省庁、地方自治体のインターネット上のホームページで情報が公開されている下記の 13 項目の基準値を調査対象とした。

- (1) ヨウ素剤の服用基準値
- (2) 避難住民等に対するスクリーニングレベル
- (3) 避難区域、屋内退避等
- (4) 食品規制値（暫定規制値、基準値）
- (5) 放射線業務従事者の緊急時被ばく限度
- (6) 水浴場開設の判断基準
- (7) 学校・校庭の利用の判断基準
- (8) 作付基準
- (9) 飼料の暫定許容値
- (10) 堆肥の暫定許容値
- (11) 船舶、コンテナ等の除染基準
- (12) 廃棄物の取扱、処分等
- (13) 除染作業に係る基準

調査にあたっては、国、各省庁、地方自治体のインターネット上で公開されているホームページから情報を取得し整理する方法で行った。基準の根拠情報を得るため、基準が検討された会議等の議事録や解説資料等、可能な限りの情報を検索した。

なお、食品規制値については、平成 24 年 4 月から施行されたものを食品規制値（基準値）、それ以前の基準を食品規制値（暫定規制値）として取り扱った。

2.2 基準値の分類

抽出した基準値は、考え方等を検討するにあたり、どのような状況下で決められたものなのか、何を対象としているのかという観点から下記に示すように分類し、整理を行なった。

- (1) 国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年基本勧告において提案されている被ばく状況のうち、「緊急時被ばく状況」または「現存被ばく状況」のどちらに該当しているか。
- (2) 直接、人・物を対象とした基準か。
- (3) 対象としている放射性核種は何か。

整理した結果を表1、表2及び表3に示す。

表1 基準値の被ばく状況の分類

緊急時被ばく状況	現存被ばく状況
ヨウ素剤の服用基準値	食品規制値（基準値）
避難住民等に対するスクリーニングレベル	水浴場開設の判断基準
	学校・校庭の利用の判断基準
避難区域、屋内退避等	作付基準
食品規制値（暫定規制値）	飼料の暫定許容値
放射線業務従事者の緊急時被ばく限度	堆肥の暫定許容値
	船舶、コンテナ等の除染基準
	廃棄物の取扱、処分等
	除染作業に係る基準

表2 基準値の対象

項目	人	物（動物を含む）
ヨウ素剤の服用基準値	○	—
避難住民等に対するスクリーニングレベル	○	—
避難区域、屋内退避等	○	—
食品規制値（暫定規制値）	○	—
食品規制値（基準値）	○	—
放射線業務従事者の緊急時被ばく限度	○	—
水浴場開設の判断基準	○	—
学校・校庭の利用の判断基準	○	○
作付基準	—	○
飼料の暫定許容値	—	○
堆肥の暫定許容値	—	○
船舶、コンテナ等の除染基準	—	○
廃棄物の取扱、処分等	○	○
除染作業に係る基準	○	—

表 3. 基準値の対象となる放射性核種

項目	放射性セシウム	放射性ヨウ素	その他
ヨウ素剤の服用基準値	—	○	—
避難住民等に対するスクリーニングレベル	—	○	—
避難区域、屋内退避等	○	○	全ての核種
食品規制値（暫定規制値）	○	○	U、Pu、Am、Cm
食品規制値（基準値）	○	○	U、Pu、Am、Cm、Sr、Ru
放射線業務従事者の緊急時被ばく限度	○	○	全ての核種
水浴場開設の判断基準	○	○ (平成 23 年度)	Sr (平成 23 年度)
		— (平成 24 年度)	— (平成 24 年度)
学校・校庭の利用の判断基準	○	○	全ての核種
作付基準	○	—	—
飼料の暫定許容値	○	○	—
堆肥の暫定許容値	○	—	—
船舶、コンテナ等の除染基準	○	○	全ての核種
廃棄物の取扱、処分等	○	—	—
除染作業に係る基準	○	○	全ての核種

3. 基準値の調査結果

各基準値は、統一的な比較検討が可能となるよう、下記の項目についてそれぞれ整理した。

(1) 基準

対象となるものに定められた数値の基準を記載する。

(2) 目的・適用範囲

何を目的として定められた基準か。また、何を基準の対象としているのか。

(3) 根拠

公開されていた情報から、基準の根拠・考え方を紹介する。

なお、根拠は、原則、簡潔に考え方をまとめた「概要」と公開されていた根拠を記載した「詳細」に分けて記載する。

(4) 課題

基準の根拠、考え方から、基準に係る課題をあげた。また、放射線防護、放射線管理の今後を考える上で、さらにどのようなことが必要かをあげた。

(5) 参考文献

基準の根拠、考え方を参考としたホームページ、または参考文献を示す。

なお、URL は、原則として資料調査時点である。

3.1 緊急時被ばく状況に関する基準

3.1.1 ヨウ素剤の服用基準値

(1) 基準

放射性ヨウ素による小児甲状腺の等価線量の予測線量：100mSv

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

放射性ヨウ素による内部被ばくを防ぐこと

2) 適用範囲

40歳未満の者

(3) 根拠

1) 概要

原子力安全委員会は、原子力災害発生時に、放射性ヨウ素による小児甲状腺の等価線量の予測線量が100mSvに達する場合、全対象者（40歳未満の者）に安定ヨウ素剤の服用を開始することとした。平成14年に原子力安全委員会が取りまとめた、「原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について」という報告書で、予め基準が決められていた。100mSvという値は、国際原子力機関（IAEA）や世界保健機関（WHO）の勧告を元に、日本の事情を考慮して決定された。

2) 詳細

平成23年3月25日の原子力安全委員会において、「緊急時モニタリング及び防護対策に関する助言について」¹⁾という提言が行われた。この提言の中に、安定ヨウ素剤服用の考え方という項目があり、安定ヨウ素剤の服用を開始する基準が記載されている。基準を含む、安定ヨウ素剤服用の考え方は、平成14年の「原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について」²⁾の報告書で決められていたものであるため、平成23年3月25日の原子力安全委員会³⁾では、基準の決め方についての議論はなかった。平成14年に原子力災害特別措置法が定められたことを受け、原子力安全委員会は、原子力防災対策の技術的、専門的事項をまとめた報告書をいくつか取りまとめた。その1つがこの報告書であり、安定ヨウ素剤の服用を開始する線量が述べられている。

安定ヨウ素剤を服用して、体内に取り込むことにより、甲状腺への放射性ヨウ素の取り込みを抑え、内部被ばくを低減させることができる。しかし、ヨウ素の摂取により生ずる副作用があるため、安定ヨウ素剤の服用に係る決定を行う場合は、服用による利益と不利益を考慮しなければならないとされている。

以下に、報告書を元に、小児甲状腺の等価線量の予測線量が100mSvという基準を決めた根拠を述べる。

- ・ 服用開始の指標として、小児甲状腺等価線量の予測線量を用いることが妥当である。この甲状腺等価線量とは、環境中に放出された放射性ヨウ素を、人が吸入することにより、甲状腺に集積する放射性ヨウ素からの被ばく線量のことであり、その呼吸率と放射

性ヨウ素の吸入による線量係数 (Sv/Bq) の年齢による違いから、小児 (1 歳児) において最大となる。このため、小児に対する値を防護対策の指標として用いる。また、予測線量は、放射性ヨウ素の放出期間中、屋外に居続け、なんらかの措置も講じなければ受けると予測される線量のことである。したがって、この予測線量は、防護対策を講じられた個々の周辺住民等が実際に受けるであろう甲状腺等価線量を、相当程度上回るものであり、また、回避可能な線量より高い線量の被ばくを回避できるものと考えられる。組織や臓器の等価線量については、 β 線や γ 線の放射線加重係数を 1 として 1Gy=1Sv とする。

- ・ IAEA は 100mGy を性別、年齢に関係なく推奨している。一方、WHO によるガイドラインは、チェルノブイリ原子力発電所事故による若年者の健康影響調査の結果を踏まえて、若年者に対しては 10mGy、19 歳以上 40 歳未満に対しては 100mGy を推奨している。^{4)、5)}
- ・ チェルノブイリ周辺の被ばく者のデータは、線量評価等の妥当性の問題や我が国がヨウ素過剰摂取地域である特徴等から、WHO が推奨する若年者に対するガイドラインを、そのまま現時点で我が国において採用することは、慎重であるべきである。
- ・ 退避や避難の介入レベルに関して、不利益と利益の釣合いを考慮して、IAEA SS-109 による計算方法で、安定ヨウ素剤の服用における防護上の介入レベルを試算すると、放射性ヨウ素の吸入による甲状腺被ばくが、50mGy 以上の時に安定ヨウ素剤を服用すると、副作用のリスクを上回り有益となる。この 50mGy という値は、外部被ばくに対する試算結果であり、内部被ばくに比べて厳しいもの (介入レベルとしてはより低い線量) である。

以上より、報告書では性別・年齢に関係なく全ての対象者に対し一律に、放射性ヨウ素による小児甲状腺等価線量の予測線量 100mSv とした。

服用の対象者は、40 歳未満の者である。これは、18 歳未満では、放射線被ばくにより誘発される甲状腺がんの発生確率は成人に比べて有意な増加が認められること、40 歳以上では、放射線被ばくにより誘発される甲状腺がんのリスクが少ないことを考慮している。ヨウ素服用により症状が悪化する病気を持つ場合は、病気悪化のリスクと放射線被ばくによるリスクを考慮して、服用の必要の有無を決定するとされている。

また、報告書では、線量の基準のみではなく、服用する安定ヨウ素剤の回数、量、方法、副作用等も述べられている。

(4) 課題

1) 迅速に安定ヨウ素剤を服用すること

体内に取り込まれた放射性ヨウ素の約 10~30%は、24 時間以内に甲状腺に取り込まれるため、安定ヨウ素剤の効果を最大限引き出すためには、放射性ヨウ素を取り込む前に摂取しなければならない。報告書では、避難先となる場所に安定ヨウ素剤を常備しておくことを提唱しているが、今回の事故では避難する途中で被ばくした例があったため、避難場所に着く前に服用できるようにする必要がある。また、我々が緊急時の支援活動等を行った際の経験から、支援者に対する安定ヨウ素剤の服用方法を整理する必要があると考える。

2) 誤った服用を防ぐこと

事故後にヨウ素が被ばく防止に良いという情報がホームページ等で氾濫し、例として「ヨウ素剤、ヨードチンキ、イソジンなんでもいいのであらかじめ入手しておき、危険性が高まる前に体内に摂取しましょう。」と記載してあり、これらにより誤って服用している可能性が考えられる。そのため、周知するための資料を作成し、正しい情報を発信する等の対策をし、正しい安定ヨウ素剤の服用を促す必要がある。

(5) 参考文献

1) 緊急時モニタリング及び防護対策に関する助言

(平成 23 年 3 月 25 日 原子力安全委員会)

http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110325_2.pdf

2) 原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について

(平成 14 年 4 月 原子力安全委員会)

<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/shidai/genan2011/genan019/ssiryoy1.pdf>

3) 第 19 回 原子力安全委員会速記録 (平成 23 年 3 月 25 日)

http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/soki/soki2011/genan_sol9.pdf

4) Intervention criteria in a nuclear or radiation emergency. IAEA SS-109, Vienna, 1994.

5) Guidelines for iodine prophylaxis following nuclear accidents update 1999, WHO, Geneva, 1999.

http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/Iodine_Prophylaxis_guide.pdf

3.1.2 避難住民等に対するスクリーニングレベル

(1) 基準

1) スクリーニングレベルの変遷

- ① 事故以前に「福島県緊急被ばく医療活動マニュアル」にて 40Bq/cm² と設定
- ② 平成 23 年 3 月 13 日 原子力安全委員会 40Bq/cm² または 10,000cpm をコメント (現地対策本部に伝わらず)
- ③ 平成 23 年 3 月 13 日 現地対策本部 40Bq/cm² または 6,000cpm を各市町村に指示 (福島県は 40Bq/cm² を採用し、40Bq/cm² = 13,000cpm として運用)
- ④ 平成 23 年 3 月 14 日 福島県 100,000cpm に引き上げ (13,000cpm 以上、100,000cpm 未満の数値が検出された場合には、部分的な拭き取り除染)
- ⑤ 平成 23 年 3 月 19 日 原子力安全委員会 100,000cpm を助言 (追認した)
- ⑥ 平成 23 年 8 月 29 日 原子力安全委員会 スクリーニングレベルを段階的に低減と助言
- ⑦ 平成 23 年 9 月 16 日 原子力災害現地対策本部 13,000cpm に引き下げ

2) 基準値

上記のようにスクリーニングレベルの数値基準としては以下の 3 つがある。

- ① 40Bq/cm²
- ② 6,000、10,000、13,000cpm (40Bq/cm² をサーベイメータの計数率に換算した値)
- ③ 100,000cpm

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

放射性ヨウ素における内部被ばくと急性障害を防止するための除染実施の必要性の判断

2) 適用範囲

一般市民、放射能に汚染されているおそれのある者、避難区域（警戒区域）からの退出者、物品、車両。

(3) 根拠

1) 概要

スクリーニングレベルの基準としては、40Bq/cm²、6,000cpm、10,000cpm、13,000cpm、100,000cpm の数値基準が設定された。40Bq/cm² は、幼児が ¹³¹I を吸入した時に甲状腺が 100mSv となる放射能濃度の空気にさらされたときの体表面に付着すると予想される表面密度である。6,000cpm、10,000cpm、13,000cpm は、根拠となる算出方法を記載した文書がなかったが、40Bq/cm² となる表面汚染検査計の計測値と推測される。100,000cpm は、IAEA が「放射線緊急事態の初期対応者へのマニュアル」において規定した一般住民の体表面汚染に対する除染の基準である 1 μ Sv/h (10cm 離れた場所での線量率) に対応する測定値と推測される。

2) 詳細

①40Bq/cm²

緊急被ばく医療研修のホームページ「緊急被ばく医療の知識」⁶⁾によると、幼児が ¹³¹I を吸入した時に甲状腺が 100mSv となるような放射能濃度の空気にさらされたときの体表面に付着すると予想される表面密度が根拠となっており、以下にその算出方法を示す。この 40Bq/cm² は、法令で定められている α 線を放出しない核種の表面密度限度と一致している。

【算出方法】

一日当たりの幼児の呼吸率を $8 \times 10^6 \text{cm}^3$ である。

幼児が空気中濃度 $X(\mu \text{Ci}/\text{cm}^3)$ のヨウ素を含む放射性プルームに T 時間さらされたとする。このときの吸入摂取量 = $(8 \times 10^6 / 24) \times XT (\mu \text{Ci})$

ICRP Publication 2 にしたがって、吸入したヨウ素が甲状腺に達する割合を 0.23、有効吸収エネルギー 0.23MeV、実効半減期 7.6 日として、幼児の甲状腺線量 D を計算すると、

$$D = (8 \times 10^6 / 24) \times XT \times 0.23 \times 51.2 \times 0.23 / 4 \times 7.6 / 0.693 = 2.5 \times 10^6 XT (\text{レム})$$

甲状腺線量を 10 レム (100mSv) とすれば、 $2.5 \times 10^6 XT = 10$

したがって、 $XT = 4 \times 10^{-6} (\mu \text{Ci}/\text{cm}^3) \cdot \text{h}$

空気中に浮遊するヨウ素は、地表面や体表面、衣服等に沈着する。単位面積当たりの放射性ヨウ素の沈着速度 (Vg) は、0.1~1.0 (cm/s) である。甲状腺線量 10 レム (100mSv) を被ばくした時の表面汚染密度は、以下のとおりである。

$$4 \times 10^{-6} \times 3600 \times (0.1 \sim 1.0) = 1.4 \times 10^{-2} \sim 1.4 \times 10^{-3} (\mu \text{Ci}/\text{cm}^2)$$

$$\rightarrow 10^{-3} (\mu \text{Ci}/\text{cm}^2) \rightarrow \underline{40\text{Bq}/\text{cm}^2}$$

②6,000cpm、10,000cpm、13,000cpm

6,000cpm、10,000cpm、13,000cpm について、根拠となる算出方法が記載した文書が見つからないものがあった。そのため、原子力安全委員会等が発表した文書やその他の文献から推測される算出方法を以下に示す。

【算出方法】

体表面汚染密度のスクリーニング基準は上記の 40Bq/cm^2 であり、GM 管式表面汚染検査計（例：製品 TGS-136：アロカ株式会社製）の計数率 10,000～13,000cpm を示していると考えられる。線源検出器間距離 0.5cm での ^{131}I （ β 線エネルギー： 0.6MeV ）を対象とした TGS-136 の機器効率は、アロカ株式会社の技術資料⁷⁾ より、約 46% である。さらに JIS Z 4329「放射性表面汚染サーベイメータ」⁸⁾ 及びアロカ株式会社検査成績書⁹⁾ によると計数効率の判定基準は製造業者公称値の $\pm 25\%$ 及び 40%以上である（40%～58%）。

表面汚染サーベイメータの換算定数($\text{Bq/cm}^2/\text{min}^{-1}$)は $1/\{60 \times (\text{機器効率}/100) \times \text{検出器の入射窓面積} \times \text{線源効率}\}$ で示される。ここで、TGS-136 の機器効率を下限の 40%及び上限の 58%、入射窓面積を 19.6cm^2 、線源効率を $0.5^{10)}$ とすると、

40Bq/cm²に相当する計数率は機器効率 40%のとき、

$$\begin{aligned} \text{換算定数} &= 1 / \{60 \times 40/100 \times 19.6 \times 0.5\} \\ &\doteq 4 \times 10^{-3} \text{ (Bq/cm}^2/\text{min}^{-1}) \end{aligned}$$

$$\text{計数率} = 40 / (4 \times 10^{-3}) \doteq \underline{10,000 \text{ (cpm)}}$$

機器効率 58%のとき、

$$\begin{aligned} \text{換算定数} &= 1 / \{60 \times 58/100 \times 19.6 \times 0.5\} \\ &\doteq 3 \times 10^{-3} \text{ (Bq/cm}^2/\text{min}^{-1}) \end{aligned}$$

$$\text{計数率} = 40 / (3 \times 10^{-3}) \doteq \underline{13,000 \text{ (cpm)}}$$

現地対策本部が指示した 6,000cpm については、上記の機器効率では算出できず、根拠は不明であるが、測定器、対象核種、測定距離等の条件によって基準となる計数率が変動するため、安全側に見積もって 6,000cpm と設定したと考えられる。

③100,000cpm

原子力安全委員会¹¹⁾ は、IAEA が「放射線緊急事態の初期対応者へのマニュアル」¹²⁾ において規定した一般住民の体表面汚染に対する除染の基準である $1\mu\text{Sv/h}$ （10cm 離れた場所での線量率）に対応する値とされている。計数率の算出方法については、GM 計数管の 10,000cpm は、計数効率を 0.24、窓面積 20cm^2 とすると、 350Bq/cm^2 となり、これは、IAEA のマニュアル皮膚や衣服の除染基準 ($10,000\text{Bq/cm}^2$) より十分に低いとされている。

なお、国立保健医療科学院生活環境研究部¹³⁾ に計算式が記載されていたため、以下に示す。

【算出方法】

検出器の窓面積：約 20cm^2

$$\begin{aligned} 100,000\text{cpm} \text{ に該当するフルエンス率} &: 100,000/20 = 5,100 \text{ (cm}^2\text{min}^{-1}) \\ &= 3.1 \times 10^5 \text{ (cm}^2\text{h}^{-1}) \quad (\text{本来なら計数効率を考慮する必要がある。}) \end{aligned}$$

0.6MeV の光子のフルエンスから空気カーマへの換算係数： $2.84\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$

$$3 \times 10^5 \times 2.84 = 0.88 \mu\text{Gy/h} \doteq 1 \mu\text{Sv/h}$$

注：0.6MeV は、 ^{131}I の β 線放出エネルギー

(4) 課題

- 1) 本基準は、本来、放射性ヨウ素の内部被ばくを防止するための除染を行う目安を定める目的で設定されたスクリーニングレベルである。しかし、汚染なしを証明するためのレベルや警戒区域外からの物品搬出等にも適用される等、その目的と適用範囲・基準値の変更等が繰り返して実施され、その意味合いが曖昧のまま使用された感がある。また、基準値の根拠が発表されているものの、その根拠から基準値を算出する計算式等の詳細が発表されていない。このため、基準値の信頼性に疑問が残っている。今後は、根拠を明確にして基準を設定することが必要である。
- 2) 事故発生直後、放射性ヨウ素が主要な放射性核種であったが、時間の経過に伴い放射性ヨウ素が減衰し、放射性セシウムが主要な放射性核種となった。このため、スクリーニングレベルは存在する放射性核種を考慮して、段階的に引き下げていくことが必要である。
- 3) 大規模な放射性物質の放出事故では、スクリーニングを実施する場所の自然放射線計数値（バックグラウンド値）が事故によって放出された放射性物質の放射線の影響により上昇する。そのため、放射性物質によって汚染された環境の中でのスクリーニングの実施方法（基準レベルを確保する方法、検出器への付着等の防止方法等）をマニュアル化しておくことが必要である。
- 4) 全てのスクリーニング実施場所において、スクリーニングレベルの測定評価の品質（測定器、測定者等）を一定にするために、測定器の使用方法、スクリーニングの方法等の測定マニュアルの作成、訓練等が必要である。
- 5) 大規模な自然災害（地震、津波等）の被害がある中におけるスクリーニングでは、実施する場所、電気、水等の通常ライフラインの確保が大事である。

(5) 参考文献

- 1) スクリーニングの実施に関する指示（案）に対して原子力安全委員会事務局が安定ヨウ素剤を服用することをコメントした件について（平成 23 年 3 月 13 日）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110313_2.pdf
- 2) 緊急被ばく医療におけるスクリーニング（検査）について
（平成 23 年 3 月 14 日 福島県）
http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID=DIRECT&N_EXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=23614
- 3) 緊急被ばく医療のスクリーニング基準について
（平成 23 年 3 月 19 日 原子力安全委員会）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110319_4.pdf
- 4) 除染のためのスクリーニングレベルの変更について
（平成 23 年 3 月 20 日 原子力安全委員会）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110320_1.pdf
- 5) 避難区域（警戒区域）から退出する際の除染の適切な実施について
（平成 23 年 8 月 29 日 原子力安全委員会）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110829_1.pdf

- 6) 緊急被ばく医療研修ホームページ（緊急被ばく医療の知識）
http://www.remnet.jp/lecture/b03_01/a02.html
- 7) 緊急時モニタリング機材取扱いポケットブック
http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/pocketbook/p108.html
- 8) JIS Z 4329「放射性表面汚染サーベイメータ」（JIS 検索ページ）
<http://www.jisc.go.jp/app/JPS/JPSO0020.html>
- 9) アロカ社検査成績書
- 10) アロカ社校正証明書
- 11) 消防庁からの問い合わせ事項について（平成 23 年 3 月 24 日）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110324_2.pdf
- 12) IAEA 「Manual for First Responders to a Radiological Emergency（放射線緊急事態の初期対応者へのマニュアル）」 p.74
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/epr_Firstresponder_web.pdf
- 13) 国立保健医療科学院生活環境研究部「医療での放射線安全の疑問にお答えします」
http://trustrad.sixcore.jp/surface_survey.html

3.1.3 避難区域、屋内退避等

(1) 基準

- 1) 平成 23 年 3 月 11 日
20 時 50 分
福島第一原子力発電所から半径 2km 以内に避難指示
21 時 23 分
福島第一原子力発電所から半径 3km 以内に避難指示、10km 以内に屋内退避指示
- 2) 平成 23 年 3 月 12 日
5 時 44 分
福島第一原子力発電所から半径 10km 圏内に避難指示
7 時 45 分
福島第二原子力発電所から半径 3km 圏内に避難指示
福島第二原子力発電所から半径 10km 圏内に屋内退避指示
17 時 39 分
福島第二原子力発電所から半径 10km 圏内に避難指示
18 時 25 分
福島第一原子力発電所から半径 20 km 圏内の住民に対する避難指示
- 3) 平成 23 年 3 月 15 日 11 時 00 分
福島第一原子力発電所周辺 20km から 30km 範囲の屋内退避
- 4) 平成 23 年 4 月 21 日
福島第二原子力発電所から半径 10km 以内の避難区域を半径 8km 以内に縮小
- 5) 平成 23 年 4 月 22 日（状況の整理）
 - ①避難区域
福島第一原子力発電所から半径 20km 圏内は避難

②警戒区域

福島第一原子力発電所から半径 20km 圏内を原子力災害対策特別措置法第 28 条第 2 項において読み替えて適用される災害対策基本法第 63 条第 1 項の規定に基づく警戒区域に設定

③屋内退避区域の解除

福島第一原子力発電所から半径 20km 以上 30km 圏内の屋内退避を解除

④計画的避難区域の設定

20 km 以遠であるが事故発生から 1 年間の積算線量が 20mSv に達する区域

⑤緊急時避難準備区域の設定

6) 平成 23 年 6 月 16 日

特定避難勧奨地点を設定

計画的避難区域及び警戒区域の外であって、事故発生後 1 年間の積算線量が 20mSv を超えると推定される空間線量率が続いている地点

7) 平成 23 年 9 月 30 日

緊急時避難準備区域を解除

事故発生から 1 年間の積算線量が 20 mSv に達しないが、緊急時に屋内退避や避難の対応が求められる可能性のある区域

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

原子力発電所周辺に住む住民の放射線被ばく低減

2) 適用範囲

福島県内の基準に該当する区域

(3) 根拠

1) 概要

福島第一原子力発電所事故の初期防護措置については、「原子力施設等の防災対策について」¹⁰⁾ (昭和 55 年 6 月 30 日 原子力安全委員会決定) (以下、「防災指針」という。) に規定された予測線量を指標として、避難・退避区域の設定、拡大が行われた。その後の計画的避難区域等については、ICRP の 2007 年基本勧告において緊急時被ばく状況に適用することとされている参考レベルのバンド 20~100mSv の下限値である 20mSv/年を適用し、また、事故状況等によって区域が定められた。

2) 詳細

避難の指示、区域の設定については、原子力安全委員会が平成 23 年 7 月 19 日「今後の避難解除、復興に向けた放射線防護に関する基本的な考え方について」⁶⁾ の中で見解が示されている。

①避難区域、退避区域

福島第一原子力発電所事故の初期防護措置においては、「防災指針」¹⁰⁾ に規定された予測線量に関する指標「屋内退避のための指標：10~50mSv (外部被ばくによる実効線量) または 100~500mSv (内部被ばくによる小児甲状腺等価線量の予測線量)、及び避難のた

めの指標：50mSv 以上（外部被ばくによる実効線量）または 500mSv 以上（内部被ばくによる小児甲状腺等価線量）」を参照しつつ、事象の進展の可能性や緊急性に基づく予防的観点から、平成 23 年 3 月 11 日から 12 日にわたって避難・退避区域が設定、拡大され、最終的に福島第一原子力発電所から半径 20km 以内が避難区域に、さらに、3 月 15 日には半径 20～30km の範囲が屋内退避区域に設定された。

②計画的避難区域、緊急時避難準備区域、特定避難勧奨地点

半径 20km 以遠の一部地域において、放射性物質の地表面沈着による積算線量の継続的な増加が観測されたため、4 月 10 日付の原子力安全委員会の意見を踏まえ、4 月 22 日、事故発生後 1 年間の積算線量が 20mSv を超える可能性がある半径 20km 以遠の地域が計画的避難区域に設定された。

これは防災指針に規定されている指標が短期間の避難や屋内退避を想定した国際機関の指標を参考に定めたものであり、わが国においては長期にわたる防護措置のための指標でなかったため、原子力安全委員会は計画的避難区域の設定等に係る助言において、ICRP の 2007 年基本勧告において緊急時被ばく状況に適用することとされている参考レベルのバンド 20～100mSv の下限である 20mSv/年を適用することが適切であると判断し、下記の区域が設定された。

計画的避難区域は、ICRP と IAEA の緊急時被ばく状況における放射線防護の基準値（20～100mSv）を考慮し、事故発生から 1 年の期間内に積算線量が 20mSv に達するおそれがある住民等に概ね 1 ヶ月以内を目途に別の場所に計画的に避難を求めるために設定された。

特定避難勧奨地点とは、計画的避難区域及び警戒区域の外であって、計画的避難区域とするほどの地域的な広がりが見られない一部の地域で事故発生後 1 年間の積算線量が 20mSv を超えると推定される空間線量率が続いている地点のことである。ここより離ればより低い線量であることから、必ずしも生活全般を通じて年間 20mSv を超える懸念は少なく、年間 20mSv が ICRP 等が示す参考レベルの範囲で最も低い数値を採用していることを踏まえれば、線量の高い地域が面的に広がっている計画的避難区域とは異なり、安全性の観点から政府として一律に避難を指示し、産業活動を規制すべき状況にはないが、不安を感じる住民がいること、また、生活形態によっては、年間 20mSv を超える可能性も否定できないことから、そこに居住する住民に対して、注意を喚起し、避難を支援、促進するため設定された。

また、計画的避難区域に該当しない屋内退避区域については、福島第一原子力発電所の事故の状況がまだ安定していないため、今後なお、緊急時に屋内退避や避難の対応が求められる可能性が否定できない状況にあり、住民に対して常に緊急的に屋内退避や自力での避難ができることを求めるために、緊急時避難準備区域に設定された。

(4) 課題

今回、避難の目安とされた住民の被ばく量は、ICRP の 2007 年勧告に基づいた年間 20 mSv であった。政府としては、年間 1mSv を目標としているが、今後の復興時における区域の設定等の考え方は、「長期汚染地域住民の防護に関する委員勧告」(ICRP Publication 111)があり、これを参照していく必要があると考える。

(5) 参考文献

- 1) 地震被害情報 (第 105 報) (平成 23 年 4 月 21 日 経済産業省)
<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110421001/20110421001.html>
- 2) 東京電力株式会社福島第二原子力発電所の避難区域の見直しについて
 (平成 23 年 4 月 21 日 経済産業省)
<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110421002/20110421002.html>
- 3) 警戒区域の設定と一時立入りの基本的考え方について
<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110421003/20110421003.html>
- 4) 計画的避難区域、緊急時避難準備区域の設定 (平成 23 年 4 月 22 日 経済産業省)
<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110422004/20110422004.html>
- 5) 事故発生後 1 年間の積算線量が 20mSv を超えると推定される特定の地点への対応について (「特定避難勧奨地点」) (平成 23 年 6 月 16 日 経済産業省)
<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110616007/20110616007.html>
- 6) 今後の避難解除、復興に向けた放射線防護に関する基本的な考え方について
 (平成 23 年 7 月 19 日 原子力安全委員会)
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/shidai/genan2011/genan054/siryo.pdf>
- 7) 避難区域等の見直しに関する考え方について (平成 23 年 8 月 9 日 経済産業省)
<http://www.meti.go.jp/press/2011/08/20110809006/20110809006-2.pdf>
- 8) 緊急時避難準備区域の解除について (平成 23 年 9 月 30 日 経済産業省)
<http://www.meti.go.jp/press/2011/09/20110930015/20110930015.html>
- 9) ICRP Publication 109 日本語版 (公益社団法人日本アイソトープ協会暫定翻訳版)
<http://www.jrias.or.jp/books/pdf/20110428-174501.pdf>
- 10) 「原子力施設等の防災対策について」 (原子力安全委員会)
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/sonota/houkoku/bousai220823.pdf>

3.1.4 食品規制値 (暫定規制値)

(1) 基準

平成 23 年 3 月 17 日に厚生労働省医薬食品局食品安全部長¹⁾より通知され、平成 24 年 3 月 31 日まで適用されていた食品衛生法 (昭和 22 年法律第 233 号) の規定に基づく食品中に含まれる放射能濃度の暫定規制値は表 4 に示す。

また、平成 23 年 3 月 21 日に厚生労働省健康局水道課長²⁾より「水道水の放射性ヨウ素が 100Bq/kg を超える場合には、当該水を供する水道事業者等は、乳児用調製粉乳を水道水で溶かして乳児に与える等、乳児による水道水の摂取を控えるよう広報いただきたい。(健水発 0321 第 1 号)」と通知されている。

さらに、魚介類中から放射性ヨウ素が検出されたことを受け、平成 23 年 4 月 5 日に魚介類の放射性ヨウ素に対する暫定規制値³⁾が定められた。

表4 食品規制値（暫定規制値）
（平成24年3月31日まで適用）

核種	食品衛生法（昭和22年法律第233号）の規定に基づく 食品中の放射性物質に関する暫定規制値（Bq/kg）	
放射性ヨウ素 （混合核種の代表核種： ^{131}I ）	飲料水	300
	牛乳・乳製品*1	
	野菜類（根菜、芋類を除く。）	2,000
	魚介類	
放射性セシウム （放射性ストロンチウムの寄与を含めての規制値）	飲料水	200
	牛乳・乳製品	
	野菜類	500
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
ウラン	乳幼児用食品	20
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	100
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
プルトニウム及び超ウラン元素 のアルファ元素（ ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{242}Cm 、 ^{243}Cm 、 ^{244}Cm 放射能濃度の合計）	乳幼児用食品	1
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	10
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	

*1 100Bq/kg を超えるものは、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること。

（2） 目的・適用範囲

1) 目的

食品衛生法の「飲食に起因する衛生上の危害の発生を防止し、もって国民の健康の保護を図ることを目的とする」という観点から暫定規制値を設定し、これを上回る食品については、食品衛生法第6条第2号「有毒な、若しくは有害な物質が含まれ、若しくは付着し、またはこれらの疑いがあるもの。」に当たるものとして、食用に供されないよう措置を取る。

2) 適用範囲

食品及び添加物

(3) 根拠

1) 概要

平成 23 年 3 月 11 日の内閣総理大臣による原子力緊急事態宣言を受け、厚生労働省は同年 3 月 17 日、食品衛生法に基づき、原子力安全委員会による指標値を暫定規制値¹⁾と定めた。この指標値は、介入線量レベルとして実効線量 5mSv/年（放射性ヨウ素の場合は甲状腺等価線量 50mSv/年）を定め、我が国における食生活等を考慮し、各食品カテゴリーについて算出されている。また、魚介類中から放射性ヨウ素が検出されたことを受け、厚生労働省は、同年 4 月 5 日、原子力安全委員会による指標値に加えて、魚介類の放射性ヨウ素に対する暫定規制値³⁾を定めた。

2) 詳細

食品衛生法第 6 条第 2 号では、「有毒な、若しくは有害な物質が含まれ、若しくは付着し、またはこれらの疑いがある」「食品または添加物」は「これを販売し（不特定または多数の者に授与する販売以外の場合を含む。以下同じ。）、または販売の用に供するために、採取し、製造し、輸入し、加工し、使用し、調理し、貯蔵し、若しくは陳列してはならない。」と定められている。この観点から厚生労働省は、「防災指針」⁴⁾で示されている「飲食物摂取制限に関する指標」⁵⁾を暫定規制値と定めた。

「飲食物摂取制限に関する指標」では、摂取制限措置を取るにあたり、介入線量レベルを実効線量 5mSv/年（放射性ヨウ素の場合は甲状腺等価線量 50mSv/年）としている。この値については、以下の 2 つを根拠にしている。

①ICRP Publication 40 (1984) において、事故後に実際に対策がとられる線量レベルは、予め決められた上限値（対策が常に必要とされる線量レベル）と下限値（これより低いレベルでは対策が正当化されない線量レベル）の間で状況に応じて設定されることとしている。飲食物摂取の制限に関する介入線量レベルを表 5 に示す。

表 5 飲食物摂取の制限に関する介入線量レベル

	最初の 1 年間で与えられる予測預託線量当量 (mSv)	
	全身線量または実効線量	選択的に照射される個々の臓器
上限線量レベル	50	500
下限線量レベル	5	50

②ICRP Publication 63 (1992) において、 α 放出体と β/γ 放出体の最適値（防護措置の効率が最大となるレベル）は、それぞれ 10~100Bq/kg と 1,000~10,000Bq/kg の範囲にあるとしている。これらの下限値に、WHO 指針中の年間食品総摂取量 550kg/年（飲料水を除いた世界平均値）と実効線量係数（アクチニドの経口摂取についての概略値: 10⁻⁶Sv/Bq、 β または γ 核種についての概略値: 10⁻⁸Sv/Bq）を乗ずれば、共に 5.5mSv/年となる。また、放射性ヨウ素については、安定ヨウ素剤による予防服用は、回避線量（防護措置を実施することにより免れる線量）が甲状腺等価線量で 500mSv の時はいつでも正当化でき、最適化されるレベルは 50mSv~500mSv の範囲にあるとされている。

このようにして決められた介入線量レベルから摂取制限の指標値を導くにあたり、放射性核種ごとに次のような考え方が取られた。

①放射性ヨウ素について

放射性ヨウ素は半減期が短く、穀類や肉類等、また野菜類のうち根菜と芋類については、蓄積量や人体への移行の程度が小さくなると考えられる。よって、指標を策定する食品カテゴリーとしては「飲料水」、「牛乳・乳製品」及び「野菜類（根菜、芋類を除く。）」の3つとした。

それぞれのカテゴリーの摂取制限指標を算出するにあたっては、まず、3 カテゴリー以外の食品の摂取を考慮して、甲状腺等価線量 50mSv/年の 2/3 を基準とし、これを各カテゴリーに均等に 1/3 ずつ割り当てた（「飲料水」：11.1mSv/年、「牛乳・乳製品」：11.1mSv/年、「野菜類（根菜、芋類を除く。）」：11.1mSv/年、その他の食品からの寄与：16.6mSv/年）。そのうえで、食品の摂取量からカテゴリー毎の摂取制限指標を算出した。

②放射性セシウムについて

放射性セシウムの環境への放出には ^{89}Sr と ^{90}Sr (^{137}Cs と ^{90}Sr の放射能比を 0.1 と仮定) が伴うことから、これらの寄与を合わせて実効線量 5mSv/年とし、それを 5 つの食品カテゴリーに 1/5 ずつ割り当て、摂取量を考慮して摂取制限指標を算出した。なお、指標値としては放射能分析の迅速性の観点から ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の合計放射能値を用いた。

③ウラン元素について

5%濃縮度の ^{235}U が全食品に含まれ、これが実効線量 5mSv/年に相当すると仮定し、摂取量を考慮して各食品カテゴリーに摂取制限指標を算出した。

④プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種について

再処理施設の事故の際には多種類のアルファ核種が共存して放出される可能性があるため、核種毎に指標を作成するのは現実的ではない。そこで、多種類のアルファ核種が全食品に含まれ、これが実効線量 5mSv/年に相当すると仮定し、摂取量を考慮して各食品カテゴリーに摂取制限指標を算出した。

⑤魚介類中の放射性ヨウ素について

魚介類中の放射性ヨウ素については、「飲食物摂取制限に関する指標」では指標値が示されておらず、また平成 23 年 3 月 24 日に海水中から放射性ヨウ素が検出された際にも、原子力安全委員会は「海水中では拡散により魚、海藻等に取り込まれるまでに相当程度薄まると考えられるうえ、放射性ヨウ素の半減期が 8 日と短い半減期のため、人が食するまでに相当程度低減すると考えられる」という旨の判断を示されていた。しかし、平成 23 年 4 月 4 日にはコウナゴより相当程度の放射性ヨウ素を検出されたことから、厚生労働省では原子力安全委員会の助言⁷⁾を踏まえた原子力災害対策本部の対応方針を受け、同年 4 月 5 日、魚介類中の放射性ヨウ素については、当分の間、「野菜類（根菜、芋類を除く。）」中の放射性ヨウ素と同一の暫定規制値である 2,000Bq/kg を準用することとした。

(4) 課題

原子力安全委員会の指標では、甲状腺等価線量 50mSv/年の 1/3 を、指標値を定めた 3 つの食品カテゴリー以外からの摂取として割り当てているため、既に 3 つの食品カテゴリー以外の食品からの被ばくは想定できている。しかし、他核種とは違って「その他」というカテ

ゴリーを設定し、明示していないため、他の食品からの被ばくは想定しているのに基準値がない、という状態であった。基準値の設定において、どこにどのように裕度を持たせているかについても明確に示しておくことが重要である。仮に、3つの食品カテゴリーに対する指標値に加え、「穀類・肉・卵・魚・その他」というカテゴリーに指標値（例えば 2,000Bq/kg）が設定されていれば、50mSv/年の1/3の扱いが明確になるし、より柔軟な運用が可能と考えられる。

(5) 参考文献

- 1) 放射能汚染された食品の取り扱いについて（平成 23 年 3 月 17 日 厚生労働省）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001558e-img/2r9852000001559v.pdf>
- 2) 乳児による水道水の摂取に係る対応について（平成 23 年 3 月 21 日 厚生労働省）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015ox9-img/2r98520000015oyx.pdf>
- 3) 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
 （平成 23 年 4 月 5 日 厚生労働省）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000017z1u.html>
- 4) 原子力施設等の防災対策について（原子力安全委員会）
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/sonota/houkoku/bousai220823.pdf>
- 5) 飲食物摂取制限に関する指標について（平成 10 年 3 月 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）
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/bousai/bousai020/siryo4.pdf>
- 6) 須賀進一、市川龍資．防災指針における飲食物摂取制限指標の改定について（保健物理、**35**(4),pp.449~466 (2000))
- 7) 原子力災害対策本部からの魚介類の放射性ヨウ素に係る摂取制限に関する指標値についての助言の要請に対する回答（平成 23 年 4 月 5 日 原子力安全委員会）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/20110405_2.pdf
- 8) 魚介類中の放射性ヨウ素に関する当面の所見
 （平成 23 年 4 月 8 日 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001cyyt-att/2r9852000001cz5l.pdf>
- 9) 放射性物質に関する緊急とりまとめ（平成 23 年 3 月 食品安全委員会）
http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/emerg_torimatome_20110329.pdf

3.1.5 放射線業務従事者の緊急時被ばく限度

(1) 基準

放射線業務従事者の緊急作業時における被ばく線量の限度：250 mSv

（平成 23 年 3 月に施行された本基準値は、平成 23 年 12 月にて廃止された。）

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

平成 23 年 3 月 14 日以降に東京電力（株）福島第一原子力発電所における特にやむを得ない緊急の作業に従事する労働者に限り、事故の制御と即時かつ緊急の救済作業を行うため、

被ばく限度を実効線量で 250mSv とする。

2) 適用範囲

放射線業務従事者のうち、緊急作業に従事する者

(3) 根拠

1) 概要

放射線業務従事者の緊急作業時における被ばく線量として、これまで実効線量で 100mSv が決められている。一方、国際的には、この値として 500mSv の推奨値が示されており、放射線審議会では「国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007 年勧告 (Pub. 103) の国内制度等への取入れについて—第二次中間報告— (平成 23 年 1 月放射線審議会基本部会)」¹⁾ (以下、「第二次中間報告」という。) を策定し、緊急時被ばくの線量限度については、国際的に容認された推奨値との整合を図るべきである旨を放射線審議会基本部会の提言としてとりまとめていた。

しかし、東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故が発生し、これを制御することが、国として最重要課題であるため、厚生労働大臣、経済産業大臣及び人事院総裁から緊急時被ばくの線量の限度として 250mSv (原子炉立地の際の重大事故時のめやす線量) とする諮問が放射線審議会になされ、これを妥当^{2) 3) 4)} と判断している。この判断にあたっては、上記「第二次中間報告」の提言を踏まえ、国際的に容認された推奨値との整合を図られていることをもって妥当であるとの答申を行っている。

2) 詳細

「ICRP 2007 年勧告 (Publication 103)」では、緊急救助活動に従事する者の実効線量として確定的影響が発生することを回避するための線量である 500mSv または 1000mSv が推奨されている。これは、「放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護 (ICRP Publication 96)」で報告されているものであり、“人命救助を含めた救助活動を行う初期対応要員については、他者への便益が救助者自身のリスクを明確に上回る場合、そしてこの場合にのみ、線量制限は原則として勧告されない。別のやり方として、重篤な障害あるいは破局的状況への進行防止を含む救助作業に対して重篤な確定的影響を避けるために実効線量を 1000mSv 未満に保つか、またはほかの確定的影響を避けるために 1 年間の最大線量限度の 10 倍未満に実効線量を保つことによって、健康への確定的影響を避けるためにあらゆる努力がなされるべきである。”とあり、また、“1,000mSv 以下では重篤な確定的影響を回避できるはずであり、500mSv 以下では、他の確定的影響を回避できるはずである。”とある。

放射線審議会では、第二次中間報告¹⁾において、“緊急作業に従事する者に許容する実効線量を 100mSv を上限値として設定する必要がないことが国際的にも正当化されている中で、その上限値を 100mSv とする現行の規制は、人命救助のような緊急性及び重要性の高い作業を行う上での妨げとなる。このため、我が国における緊急作業に従事する者に許容する線量の制限値について、国際的に許容された推奨値との整合を図るべきである。”とし、また、「緊急作業時における被ばく線量限度について (放射線審議会)」⁵⁾では、“国際的に容認された推奨値である 500 mSv (ICRP2007 年勧告において「緊急救助活動に従事する者の線量として確定的影響が発生することを回避するための線量である 500mSv または 1000mSv」が推奨されており、「国際原子力機関 (IAEA) の国際基本安全基準 (改訂中ドラフト 4.0)」

において[壊滅的状況への発展を防止するための活動に対する線量として 500mSv 以下]が推奨されている)は、組織影響が発症しない閾値であり、国際的にも確定的影響については、急性の障害(下痢、下血、出血等)及び晩発の重篤な障害(心筋梗塞等の脈管系障害)は認められない値とされている。”としている。

以上のことから、各省庁からの諮問に対しては第二次中間報告の提言を踏まえ、国際的に容認された推奨値との整合が図られていることをもって諮問の 250mSv (「放射線審議会第 113 回議事録^{1 5)}」“原子炉立地のときの重大事故時のめやす線量、リンパ球の減少のしきい値”)が妥当であるとの答申^{2) 3) 4)}がなされている。

なお、緊急作業時の等価線量については、今回の諮問、答申では言及されていないが、ICRP では、皮膚に対してはβ線による過剰な被ばくを避けるため、約 5Sv を推奨している。眼の水晶体については勧告していない。ただし、第二次中間報告では、眼の水晶体に関しては、“緊急の状況における線量計測の実行可能性を考えた場合に、水晶体については直接計測できないことから、遡及的な線量評価しかできず、実時間で線量評価が必要ない緊急時の線量の制限値を設けることは適切ではない。”としている。

(4) 課題

1) 作業者の保護

今回の措置はあくまで緊急事態の終息のための一時的なものであり、放射線審議会の第二次中間報告では、“なお、緊急作業者が高線量の被ばくを受けたときの扱いについて、生涯線量 1Sv と緊急作業で受けた線量は平常の線量と区別されるべきであり、事業者は生涯線量 1Sv と緊急作業で受けた被ばく線量との関係により、当該作業者の将来の放射線取扱業務に大きな影響を与えないような措置を講ずるべきである。”とあり、将来的に生涯線量で 1Sv 以上になる可能性があることを考慮する必要があるとしている。また、作業者の立場からは、確率的影響へのリスクが上昇するため、法令施行から廃止・解除まで(3月～12月、一部平成 24 年 4 月 30 日までの経過措置あり)の期間で作業に従事し被ばくした線量の高い作業者の今後の長期にわたる調査及び健康状態のケアが必要であると考え。

2) 公衆の保護

今後、今回のような重大な事象が再度起こってしまった場合は、作業者は緊急時被ばく限度である 100mSv の制限の中で作業を行わねばならないこととなるが、この上限値では事象の終息にいたらない可能性が高い。

ICRP2007 年勧告(Publication 103)において緊急救助活動に従事する者の線量として確定的影響が発生することを回避するための線量である 500mSv または 1000mSv が推奨されており、「放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護(ICRP Publication 96)」では、“人命救助を含めた救助活動を行う初期対応要員については、他者への便益が救助者自身のリスクを明確に上回る場合、そしてこの場合にのみ、線量制限は原則として勧告されない。”としているため、公衆の保護を考えると、このような重大事象の初期対応における線量限度のあり方について我が国でも早急に整備しておく必要がある。

ただし、緊急救助活動にあたる者は、リスクを容認したうえでの作業者本人の自発的な行ためであることが前提として考えられ、また、遺伝的影響のリスクを避けるため若年層や女性についての作業従事の制限を考慮した方が良いと考える。

(5) 参考文献

- 1) 国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007 年勧告(Pub.103)の国内制度等への取入れについて
-第二次中間報告- (平成 23 年 1 月 28 日 放射線審議会基本部会)
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/toushin/1302851.htm
- 2) 平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線
障害防止規則の特例に関する省令に係る放射線障害の防止に関する技術的基準の制定につ
いて (答申) (平成 23 年 3 月 14 日 放射線審議会)
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/toushin/1304704.htm
- 3) 平成 23 年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための人事院規則 10
-5 (職員の放射線障害の防止) の一部改正に係る放射線障害の防止に関する技術的基準の
制定について (答申) (平成 23 年 3 月 16 日 放射線審議会)
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/toushin/1304704.htm
- 4) 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等に関する技術
的基準について (答申) (平成 23 年 3 月 14 日 放射線審議会)
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/toushin/1304702.htm
- 5) 緊急作業時における被ばく線量限度について (平成 23 年 3 月 26 日 放射線審議会)
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/sonota/1304518.htm
- 6) 国際原子力機関 (IAEA) の国際基本安全基準 (改訂中ドラフト 4.0)
<http://www-ns.iaea.org>
- 7) 国際放射線防護委員会の 2007 年勧告 (ICRP Publication 103)
- 8) 放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護 (ICRP Publication 96)
- 9) 平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線
障害防止規則の特例に関する省令の施行について
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001gkcc-att/2r9852000001gkf6.pdf>
- 10) 平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線
障害防止規則の特例に関する省令を廃止する等の省令等の施行について
(平成 23 年 12 月 16 日)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001yeem.html>
- 11) 「人事院規則 10-5 (職員の放射線障害の防止) の一部改正について
(平成 23 年 3 月 17 日)
http://www.jinji.go.jp/kisoku/kaisei/kaisei_kisoku/110317/gaiyo10_5_5.htm
- 12) 「人事院規則 10-5 (職員の放射線障害の防止)」の一部改正について
(平成 23 年 12 月 26 日)
http://www.jinji.go.jp/kisoku/kaisei/kaisei_kisoku/111226/10-5-7gaiyo.htm
- 13) 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の特にやむを得ない緊急の場合に係る実用発電用原子
炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示 (平成 23 年 3 月
15 日 経済産業省告示 40 号)
- 14) 平成二十三年東北地方太平洋沖地震の特にやむを得ない緊急の場合に係る実用発電用原
子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示を廃止する告示
(平成 23 年 12 月 16 日)

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001yeem-att/2r9852000001yegc.pdf>

15) 放射線審議会（第 113 回）議事録

http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi//housha/gijiroku/1304489.htm

16) 原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて（原子力安全委員会）

<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsashishin/pdf/history/01-02.pdf>

3.2 現存被ばく状況

3.2.1 食品規制値（基準値）

(1) 基準

平成 24 年 4 月 1 日施行の食品中に含まれる放射能濃度の基準値は表 6 の通り。

「一般食品」は、「飲料水」、「乳児用食品」、「牛乳」以外の食品である。

基準値は輸入食品にも適用されるため、チェルノブイリ原発事故後に設定された輸入食品の監視指導における暫定限度である 370Bq/kg は廃止された。

表 6 食品規制値の放射性セシウムの基準値
(平成 24 年 4 月 1 日施行)

食品群	基準値 (Bq/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

経過措置として、米・牛肉に対しては平成 24 年 9 月 30 日まで、大豆に対しては平成 24 年 12 月 31 日まで、食品中に含まれる放射能濃度の暫定規制値が適用される。

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

「飲食に起因する衛生上の危害の発生を防止し、もって国民の健康の保護を図ることを目的とする」食品衛生法の観点から、暫定規制値が設定され、食用に供されないよう措置がとられた。しかし、暫定規制値は、食品安全委員会による食品健康影響評価を受けずに定められたため、この評価を受け、新たな食品中の放射性物質に関する基準を設定した。

2) 適用範囲

食品及び添加物

(3) 根拠

1) 概要

福島第一原子力発電所事故直後に設定された暫定規制値は、緊急的な対応として定められたものであったため、より一層、食品の安全と安心を確保する観点から、長期的な状況に対応する新たな基準値を定めることとした。それに際し、①事故から 1 年が経過し、多くの食品の放射性物質の濃度が相当程度低下傾向にあること及び②食品の国際規格を作成している

CODEX 委員会の指標が、年間 1mSv を超えないように設定されていることから、食品からの被ばく線量の上限を年間 1mSv とした。また、測定 of 迅速性の観点から放射性セシウムを代表核種とし、基準値を設定した¹⁾。

2) 詳細

暫定規制値では、甲状腺等価線量 50mSv/年（放射性ヨウ素）または実効線量 5mSv/年（放射性セシウム、ウラン、超ウラン元素のアルファ核種）を介入線量レベルと定め、規制値に換算している。しかし、暫定規制値の下での実際のモニタリング結果に基づく、90 パーセントイル値濃度の食品を継続摂取した場合の推計線量は 0.2mSv/年と、十分低いレベルにあると考えられる。そこで、合理的に達成できる限り線量を低く保つという考えに立ち、介入線量レベルを、CODEX 委員会も採用している 1mSv/年に引き下げることが妥当と、薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会¹⁾ は判断した。

これらの基準値は平成 24 年 4 月以降の長期的な状況に対応するものである。このため、規制の対象とする放射性核種は、原子力安全・保安院が放出量の試算値を公表した核種のうち、半減期が 1 年以上の全ての核種 (^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu 、 ^{106}Ru) とされている。ただし、測定 of 迅速性の観点から放射性セシウムを代表核種とし、他の核種については、放射性セシウムとの存在比率から寄与を算出するとされた。

基準値を算出するにあたり、食品区分は「飲料水」と「飲料水を除く食品」に分けられた。ただし、「飲料水を除く食品」のうち「乳児用食品」と「牛乳」については、小児の摂取量が多いこと等の理由により、特別な配慮が必要だとし、「飲料水を除く食品」の基準値の 1/2 を基準値として設定されている。基準値の算出根拠については以下の通りである。

①飲料水

WHO は、飲料水摂取による実効線量の線量基準を年間 0.1mSv としている⁵⁾。これは、主要飲食物に対して ICRP Publication 82 (2002) において勧告している介入免除レベルの 10% に相当し、IAEA の国際基本安全基準 (BSS、1996) が勧告する一般住民の線量限度の 10% にも相当する。この年間 0.1mSv という値から、WHO は、成人の年間摂取量を 730L と仮定し、成人による ^{137}Cs の経口摂取についての実効線量係数 $1.3 \times 10^{-5} \text{mSv/Bq}$ を用いて ^{137}Cs についてのガイダンスレベル (GL) を次のように算出している。

$$\begin{aligned} \text{GL (Bq/L)} &= 0.1 \text{ (mSv/年)} / \{ 1.3 \times 10^{-5} \text{ (mSv/Bq)} \cdot 730 \text{ (L/年)} \} \\ &\doteq 10 \text{ (Bq/L)} \end{aligned}$$

^{134}Cs についても同じ GL が与えられている。基準値の設定にあたっては、これを飲料水中の放射能濃度の基準値として採用している。ただし、基準値から実効線量への換算の際には、実効線量係数に放射性セシウム以外の核種からの寄与を含める (対象核種合計線量係数を用いる) 必要がある。

②飲料水を除く食品

「飲料水」の基準値を実効線量に換算し、その値を年間 1mSv から差し引いた残りが、「飲料水を除く食品」に割り当てられる。これは、様々な食品群 (穀類、根菜類、牛乳等) を摂取したことによる寄与の合計である。核種の移行度合いは食品群によって異なるため、対象核種合計線量係数は食品群毎に与えられる。よって、「飲料水を除く食品」の限度値は次の式で求められる。

$$\begin{aligned} \text{限度値 (Bq/kg)} = & \left(\text{「飲料水を除く食品」に割り当てられる線量} \right) \text{ (mSv/年)} \\ & \div \{ \Sigma \left(\text{各食品群の対象核種合計線量係数} \right) \text{ (mSv/Bq)} \\ & \quad \times \left(\text{各食品群の年間摂取量} \right) \text{ (kg/年)} \\ & \quad \times \left(\text{流通する食品群の汚染割合} \right) \} \end{aligned}$$

ただし、流通する全ての食品が基準値濃度の放射性物質を含むと考えるのは妥当ではないため、汚染割合は一律 50%とされている。この計算による年齢区分別の限度値を表 7 に示す。最小となるのは 13 歳～18 歳（男）の 120Bq/kg であり、想定外の食品摂取をしても安全が確保されるよう、一定の余裕を持たせて 100Bq/kg を「飲料水を除く食品」の基準値とされた。

「乳児用食品」及び「牛乳」の 2 区分については、ほとんどが国産であるという実態を考慮し、仮に流通する全ての食品が汚染されていても影響のない値として、「飲料水を除く食品」の 1/2 である 50Bq/kg を基準値とされた。

表 7 飲料水を除く食品の年齢区分別の限度値

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

*1 3 桁目を切り下げて表示。

(4) 課題

1) 「乳児用食品」と「牛乳」の基準値の必要性

放射性セシウムは年齢による実効線量係数の差が小さく、表 7 の限度値より食品摂取量の差の方が大きく寄与していると考えられる。その結果、表 7 に示すように 6 歳までの最小値は 310Bq/kg であり、汚染割合が 100%だとしてもおよそ 150Bq/kg と、一般食品の基準値 100Bq/kg を上回っている。一方で、「乳児用食品」と「牛乳」には小児に配慮し、一般食品よりも厳しい基準値を設定している。これは、科学的根拠に基づくというよりは、ステークホルダーの関与、政治的判断に拠る部分が大いと思われる。適用時の基準の考え方の混乱を避けるためにも、科学的根拠ではどうであったか、ステークホルダーの関与・政治的判断によってどうなったかを明確にしておくことが望ましいと考える。

2) 今後の原子力事故時へ向けて

事故においては、事故直後（緊急時被ばく状況）では暫定規制値が、事故後の長期的な状況（現存被ばく状況）では、モニタリング結果を基に導出された基準値が、それぞれ食品の流通を規制した。しかし、今後再び放射性物質の大量放出事故が起きた際には、放射性核種の比率が異なってくるため、少なくとも今回の基準値をそのまま適用することは難しいと考える。従って、大枠としての原子力事故時の食品規制値の考え方を構築しておくことが望ましい。

(5) 参考文献

- 1) 食品中の放射性物質に係る規格基準の設定について（案）（平成 24 年 2 月 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000023nbs.html>
- 2) 食品の基準値の導出について（5）の別冊
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001yw1j-att/2r9852000001yw6t.pdf>
- 3) CODEX GENERAL STANDARDS FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED（平成 7 年 CODEX）
- 4) WHO 飲料水水質ガイドライン 第 3 版（社団法人日本水道協会 翻訳）p.203
http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241546387_jpn.pdf
- 5) Guidelines for Drinking-water Quality FOURTH EDITION（平成 23 年 6 月 WHO）
http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/9789241548151_ch09.pdf
- 6) 食品中の放射性物質に係る基準値の設定に関する Q&A について（平成 24 年 3 月 医薬食品局食品安全部）
http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/120412_2.pdf
http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html

3.2.2 水浴場開設の判断基準

(1) 基準

（平成 23 年）

- ・放射性セシウム（ ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の合計）が 50Bq/L
- ・放射性ヨウ素（ ^{131}I ）が 30Bq/L

（平成 24 年）

- ・放射性セシウム（ ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の合計）が 10Bq/L

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

水浴場の放射性物質に関する指針を定め、安心して水浴場を利用できるようにすること

2) 適用範囲

各都道府県、市町村等水浴場を開設する者

(3) 根拠

1) 概要

水浴場開設者に対し、水浴場開設を判断する際に考慮する放射性物質に係る水質の目安を定めた。平成 23 年夏季時における今夏の暫定的な値として、放射性セシウム (^{134}Cs 及び ^{137}Cs の合計) が 50 Bq/L、放射性ヨウ素 (^{131}I) が 30 Bq/L とした。

平成 24 年の水浴場の開設に当たっても、目安が必要との意見が自治体から寄せられた。水環境のモニタリングデータが蓄積されたこと、飲料水の放射性セシウムの基準値と水道水中の放射性物質の管理目標値が新たに設定されたことも踏まえ、「水浴場の放射性物質に関する懇談会」において有識者の意見を聞いて、「水浴場の放射性物質に関する指針」を平成 24 年に改定した。

2) 詳細

基準の原案は環境省で作成された。環境省中央環境審議会の水の環境基準を検討する専門家の委員会で原案が作成された。さらに、原子力安全委員会ですらに原案の検討を行い、環境省より指針として公表された。原子力安全委員会で修正が必要か議論されたが、修正点はなかった³⁾。

下記に、環境省水・大気環境局水環境課長から（平成 23 年 6 月 24 日）¹⁾ 及び（平成 24 年 6 月 8 日）²⁾ に発信された、「水浴場の放射性物質に関する指針について」から、本基準の考え方を下記に示す。

なお、平成 24 年の指針では、状況を踏まえ下記の内容があげられている。

水浴場の利用による水からの被ばくは、通常の生活における被ばくに加えての追加的な被ばくであると考えられるため、被ばく量を低く抑えることが適当である。

放射性物質に係る水道水の管理目標値⁴⁾ は、放射性セシウム 10Bq/kg であるが、これは飲用のみならず入浴等に伴う被ばく線量も考慮して設定されており、同程度の放射性セシウム濃度 (10Bq/L) の海水で水浴を行っても問題はないと考えられる。

【水浴場の放射性物質に係る水質の目安についての試算】

①前提条件

a) 遊泳時間

一般的な水浴場の 1 日の開場時間を 9 時間（朝 8 時～夕方 5 時）、開設期間を 7 月、8 月の 2 ヶ月とし、開設期間中（62 日間）、毎日 5 時間遊泳すると想定（310 時間）。

b) 考慮した放射性物質

^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Sr 、 ^{131}I

※平成 24 年は ^{131}I が指針から外れている。

②被ばく経路

遊泳時に考慮すべき被ばく経路は以下の通り。

a) 外部被ばく

I) 水中を拡散する放射性物質への接触

b) 内部被ばく

I) 放射性物質に汚染された水の経口摂取

II) 水中における傷口からの放射性物質の侵入

③線量評価の前提及び算定条件

- a) 遊泳中は全身を水中に浸した状態を仮定。
- b) 放射能の減衰は考慮しない。

④水中を拡散する放射性物質への接触（外部被ばく）

a) 計算式

実効線量 (Sv) =

水の汚染密度 (Bq/L) × 実効線量換算係数 (Sv/(Bq・s / L)) × 時間 (s)

b) パラメーター

- I) 水の汚染密度 (Bq/L) = 水の密度 (kg/L) × 水中の放射性物質濃度 (Bq/kg)
(海水、水の密度は、1 kg/L とした)
- II) 実効線量換算係数 (Sv/(Bq・s / L)) (表 8、表 9 に示す。)

表 8 水中を拡散する放射性物質への接触における実効線量換算係数 (平成 23 年)
(単位: Sv/(Bq・s / L))

核種	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr
	4.8E-14	2.0E-13	1.3E-13	5.3E-16	1.1E-16

(EPA-402-R-93-081, Federal Guidance Report No. 12)

*注; 引用元の資料を確認したが、表の値を見つけることができなかった。

*引用元のレポートでは、実効線量換算係数はすべて有効数字 3 桁で記載されている。

表 9 水中を拡散する放射性物質への接触における実効線量換算係数 (平成 24 年)
(単位: Sv / (Bq・s / L))

核種	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr
	2.0E-13	7.2E-14	5.3E-16	1.1E-16

(EPA-402-R-93-081, Federal Guidance Report No. 12)

*注; 引用元の資料を確認したが、表の値を見つけることができなかった。

*引用元のレポートでは、実効線量換算係数はすべて有効数字 3 桁で記載されている。

*¹³⁷Cs の換算係数が昨年度のものとは異なっているが、根拠不明。

⑤放射性物質に汚染された水の経口摂取（内部被ばく）

a) 計算式

実効線量 (Sv) =

経口摂取率 (L/d) × 放射性物質濃度 (Bq/L) × 実効線量換算係数 (Sv/Bq) × 時間 (d)

b) パラメーター

- I) 経口摂取率: 遊泳中に水を 1 日 1L 摂取すると仮定
- II) 実効線量換算係数 (Sv/Bq) (表 10 に示す。)

表 1 0 放射性物質に汚染された水の経口摂取における実効線量換算係数
(単位：Sv/Bq)

核種	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr
	5.2E-08	1.9E-08	1.3E-08	5.8E-09	6.0E-08

(ICRP1998 CDROM(ICRP72) *試算には 10 歳以上の値のうち安全側を使用)

⑥水中における傷口からの放射性物質の侵入 (内部被ばく)

a) 計算式

$$\text{実効線量 (Sv)} = \text{怪我で取り込まれる量 (kg/回)} \times \text{放射性物質濃度 (Bq/kg)} \\ \times \text{実効線量換算係数 (Sv/Bq)} \times \text{怪我をする回数}$$

b) パラメーター

I) 怪我で取り込まれる量：0.011g (IAEA SS111-P-1.1, 1992)

II) 実効線量換算係数 (Sv/Bq) (表 11 に示す)

表 1 1 水中における傷口からの放射性物質の侵入における実効線量換算係数
(単位：Sv/Bq)

核種	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr
	2.20E-08	1.93E-08	1.35E-08	3.1E-09	8.8E-08

(ICRP モデル利用の IMBA より *試算には安全側を使用)

III) 怪我をする回数：毎日遊泳中に 1 回怪我をすることを想定

⑦子供が水浴場利用により水から受ける積算線量

平成 23 年の計算結果では、放射性セシウム (¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs の合計) とストロンチウムから受ける積算線量は 69 μSv とされ、¹³¹I から受ける積算線量は年間 98 μSv とされ、それぞれ公衆の被ばく限度である 1mSv の 10%程度となった。

なお、環境省の資料では、公衆の被ばく限度である 1mSv の 10%程度に基準を設定した根拠の記載はない。原子力安全委員会でもこの点は議論になっておらず、安全側に評価しているため、このままで良いと結論されたと考えられる。

平成 24 年の指針では、仮に、放射性セシウムの水中の濃度 (¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs の合計) を 10Bq/L として、子どもの利用を想定し、水浴場の利用に伴う被ばく量を試算したところ、極端な利用者の場合であっても、積算線量は年間 15.9 μSv となり、WHO が飲料水経由の内部被ばくの個別線量基準として設定している 100 μSv/年の 1/6 程度と十分に低い線量とされた。また、10Bq/L は、水道水の管理目標値が 10Bq/kg とされたことも踏まえ設定された。この基準値は、平成 24 年度限りのものではなく、しばらく通用するものとして制定されている。

(4) 課題

1) 基準を決めた根拠について述べられていない

人への放射線防護として、一般公衆は 1mSv/年 が目安となっている。水浴場の平成 23 年の基準から計算すると、 1mSv の 10%以下となっており、暫定値を 10%以下に設定にした理由が述べられていない。10%にした根拠が不明のため、基準自体が曖昧なものを受け取られる。

2) 安全側で考えたとされているが、より正確な評価をするには、幼児等のデータが必要になってくると考える。

3) 実効線量換算係数を算出した途中の過程が不明

Bq から Sv に変換する際に用いる換算係数を算出した過程が書かれておらず、引用文献が記載されているが、文献からの引用か算出かが分からなかった。環境省へ問い合わせ、算出したものであることが分かった。換算係数は、計算結果に関係してくる数字なので、算出過程を発表した方が良いと考える。

(5) 参考文献

1) 水浴場の放射性物質に関する指針について（平成 23 年 6 月 環境省）

<http://www.env.go.jp/jishin/attach/no110624001.pdf>

2) 水浴場の放射性物質に関する指針（平成 24 年 6 月改定 環境省）

http://www.env.go.jp/jishin/rmp/ba_guide.html

3) 第 46 回 原子力安全委員会速記録（平成 23 年 6 月 23 日）

http://www.nsr.go.jp/archive/nsr/anken/soki/soki2011/genan_so46.pdf

4) 水道水中の放射性物質に係る管理目標値の設定等について

（平成 24 年 3 月 5 日 厚生労働省）

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000018ndf-att/2r98520000024of2.pdf>

5) 福島県内の学校の屋外プールの利用について（平成 24 年 4 月 10 日 文部科学省）

http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/syousai/1319722.htm

3.2.3 学校・校庭の利用の判断基準

(1) 基準

1) 平成23年4月19日「校庭等の利用の判断について」

（平成23年8月下旬までの「暫定的考え方」）

① $3.8\mu\text{Sv/h}$ 以上（小学校まで50cm高さ、中学校1m高さ）の場合

屋外活動をなるべく制限することが適当である。

② $3.8\mu\text{Sv/h}$ 未満

平常どおり利用して差し支えない。

2) 平成23年5月27日「校庭等の利用にあたり、被ばく線量低減について」

年間 1mSv 以下を目指す。

3) 平成23年8月26日「福島県内の学校の校舎・校庭等の線量低減について」

$1\mu\text{Sv/h}$ 未満を目安とする。

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

福島県内の幼稚園、学校に通う、幼児、児童、生徒の受ける放射線量を出来るだけ低減させる。

2) 適用範囲

対象場所：学校（幼稚園、小学校、中学校、特別支援学校）の校舎、校庭、園舎及び園庭
（ただし、避難区域と設定されている区域、これから計画的避難区域や緊急時避難準備区域に設定される区域を除く）

対象者：幼児、児童、生徒

(3) 根拠

1) 概要

校庭等の利用の判断については、空間線量率が $3.8 \mu\text{Sv/h}$ 未満とされた。これは、年間 20mSv を16時間（木造屋内）、8時間屋外にいるとして、空間線量率に換算された値である。また、校庭等の土壌から児童等が受ける線量の低減策については、空間線量率が $1 \mu\text{Sv/h}$ とされた。これは、年間 1mSv を学校へ通学する日数、滞在時間を考慮し、空間線量率に換算された値である。

2) 詳細

①校庭等の利用の判断について

原子力災害対策本部が平成23年4月19日付で公表した「福島県内の学校等の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方」¹⁾では以下のように記載されている。

学校等の校舎、校庭、園舎及び園庭（以下、「校舎・校庭等」という。）の利用の判断について、現在、避難区域と設定されている区域、これから計画的避難区域や緊急時避難準備区域に設定される区域を除く地域の環境においては、次のように国際的基準を考慮した対応をすることが適当である。

「緊急時被ばくの状況における公衆の防護のための助言」（ICRP Publication 109）によれば、事故継続等の緊急時の状況における基準である $20\sim 100\text{mSv/年}$ を適用する地域と、事故収束後の基準である $1\sim 20\text{mSv/年}$ を適用する地域の併存を認めている。また、ICRPは、2007年勧告（Publication 103）を踏まえ、平成23年3月21日に改めて「今回のような非常事態が収束した後の一般公衆における参考レベル（これを上回る線量を受けることは不適切と判断されるが、合理的に達成できる範囲で、線量の低減を図ることとされているレベル）として、 $1\sim 20\text{mSv/年}$ の範囲で考えることも可能」とする内容の声明を出している。

このようなことから、児童生徒等が学校等に通える地域においては、非常事態収束後の参考レベル $1\sim 20\text{mSv/年}$ を学校等の校舎・校庭等の利用判断における暫定的な目安とし、今後できる限り、児童生徒等の受ける線量を減らしていくことが適切であると考えられる。

また、児童生徒等の受ける線量を考慮する上で、16時間の屋内（木造）、8時間の屋外活動の生活パターンを想定すると、 20mSv/年 に到達する空間線量率は、屋外 $3.8 \mu\text{Sv/h}$ 、屋内木造 $1.52 \mu\text{Sv/h}$ である。したがって、これを下回る学校等では、児童生徒が平常どおりの活動によって受ける線量が 20mSv/年 を超えることはないと考えられる。

【算出方法】

$$\{ (3.8 \mu \text{ Sv/h} \times 8 \text{ 時間}) + (1.52 \mu \text{ Sv/h} \times 16 \text{ 時間}) \} \times 365 \text{ 日} = 19.97 \text{ mSv/年}$$

木造屋内の $1.52 \mu \text{ Sv/h}$ は、原子力安全委員会の「防災指針」²⁾ の表-2「沈着した放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数」において、「平屋あるいは2階建ての木造家屋」の低減係数が0.4とされていることから、 $3.8 \mu \text{ Sv/h} \times 0.4 = 1.52 \mu \text{ Sv/h}$ として算出される。

なお、「福島県内の学校等の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方」等に関するQ&A³⁾ として内部被ばくの考慮についての回答があり、その中で、内部被ばくの影響は、内部外部合わせた全体の被ばく量の2%程度となり、それに基づいて「目安」を設定している、とされている。

②校庭等の土壌から児童等が受ける線量の低減策について

年間 1 mSv を学校への日数、滞在時間を考慮して、空間線量率に換算したもの。

【算出方法】

学校への通学日数を年間200日、1日当たりの平均滞在時間を6.5時間（うち、屋内4.5時間、屋外2時間）とすると、空間線量率 $1 \mu \text{ Sv/h}$ のとき

$$200 \text{ 日} \times (4.5 \text{ 時間} \times 0.4 \mu \text{ Sv/h} + 2 \text{ 時間} \times 1 \mu \text{ Sv/h}) = 1.06 \text{ mSv}$$

（屋内の線量率は、上述の木造建築低減係数0.4を用い算出）

文部科学省が平成23年7月20日に出した「5月27日「当面の考え方」における「学校において『年間1ミリシーベルト以下』を目指す」ことについて」⁵⁾ という説明文書に以下のように記載されている。

「年間 1 mSv 以下を目指す」ことは、事故収束後における $1 \sim 20 \text{ mSv/年}$ と言うICRPが提唱する参考レベルを参照しながら、長期的には平常時の一般公衆の線量限度である 1 mSv/年 を目指すものであるが、「暫定的考え方」において $3.8 \mu \text{ Sv/h}$ 以上の校庭での活動を制限するものとは違い、新たな屋外活動制限の目安ではなく、出来るだけ被ばく線量を減らしていくにあたっての目標値として定めるものである。

(4) 課題

- 1) 線量基準が一般には、安全と危険の境界として捉えられることが多いことから、段階的アプローチとして、事故継続時、事故復旧時、平常時で異なる線量基準を使用することには、一般公衆の理解の観点から難しさがある。
- 2) 線量率の計算において「木造家屋の低減係数0.4」が使用されている。この数値はIAEA TECDOC225（1979年）からの引用である。日本家屋における新しい数値、または今回の事故で得られた実測に基づいた数値を検討するのが良いと考える。

(5) 参考文献

- 1) 福島県内の学校の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方について
（平成23年4月19日 文部科学省）

http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/syousai/1305173.htm

- 2) 原子力施設等の防災対策について（原子力安全委員会）

<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/sonota/houkoku/bousai220823.pdf>

- 3) 福島県内の学校の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方について QA
http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/syousai/1307458.htm
- 4) 福島県内における児童生徒等が学校等において受ける線量低減に向けた当面の対応について（平成 23 年 5 月 27 日 文部科学省）
http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/syousai/1306590.htm
- 5) 5 月 27 日「当面の考え方」における「学校において『年間 1 ミリシーベルト以下』を目指す」ことについて（平成 23 年 7 月 20 日 文部科学省）
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2012/09/11/1305069_3.pdf
- 6) 福島県内の学校の校舎・校庭等の線量低減について（平成 23 年 8 月 26 日 文部科学省）
http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/syousai/1310973.htm
- 7) 国際放射線防護委員会（ICRP）2007 年勧告（Pub.103）の国内制度等への取入れに係る審議状況について
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/sonota/_icsFiles/afieldfile/2010/02/16/1290219_001.pdf
- 8) ICRP Publication 111 ドラフト 日本語版
（公益社団法人日本アイソトープ協会暫定翻訳版）
- 9) ICRP1990年勧告（Pub.60）の国内制度等への取入れについて（意見具申）
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/sonota/81009.htm#09
- 10) ICRPの声明 Fukushima Nuclear Power Plant Accident
<http://www.icrp.org/docs/Fukushima%20Nuclear%20Power%20Plant%20Accident.pdf>

3.2.4 作付基準

(1) 基準

1) 平成 23 年産稲の作付に関する方針

土壌中の放射性セシウム濃度の上限値：5000Bq/kg

2) 平成 24 年産稲の作付に関する方針

①平成 23 年産稲の作付のあった地域について

- a) 平成 23 年産米の玄米中の放射性セシウム濃度が 500Bq/kg を超過した地域では作付制限を行う。
- b) 平成 23 年産米の玄米中の放射性セシウム濃度が 100Bq/kg 超～500Bq/kg 以下の地域では基本的に作付制限を行うが、管理計画により食品衛生法上の基準値（100 Bq/kg）を超過する米が流通しないことを担保できる場合は作付可能。

②平成 23 年産稲の作付のなかった地域について

- a) 警戒区域・計画的避難区域では作付制限を行う。
- b) 旧緊急時避難準備区域では、政府の作付制限を行わず、管理計画により食品衛生法上の基準値（100 Bq/kg）を超過する米が流通しないことを担保できる場合は作付可能。

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

水田土壌中の放射性セシウムの米への移行の指標からみて、生産した米が食品衛生法上の暫定規制値を超える可能性の高い地域について、稲の作付制限を行う。

2) 適用範囲

稲作農家

(3) 根拠

1) 概要

水田土壌から玄米への放射性セシウムの移行係数「0.1」は独立行政法人農業環境技術研究所の1959年～2001年まで全国17ヶ所の水田及び収穫された玄米の放射性セシウムの分析結果より算出されている。土壌中放射性セシウム濃度の上限値は、玄米中の放射性セシウムが食品衛生法上の暫定規制値500Bq/kg以下とするために、上記の移行係数を用いて5000Bq/kgとされた¹⁾。

平成24年度産稲の作付に関する方針²⁾は、平成23年に生産された稲の放射性セシウム濃度の測定結果を受け以下の通り決定された。

平成23年産稲の作付のあった地域について、玄米中の放射性セシウム濃度が500Bq/kgを超過した地域では作付制限を行う。平成23年産稲の作付のなかった地域について、警戒区域・計画的避難区域では作付制限を行う。また、食品衛生法上の基準値(100Bq/kg)を超過する米が流通しないことを担保できる場合は、平成23年産稲の作付のあった地域で100Bq/kg超～500Bq/kg以下の地域と平成23年産稲の作付のなかった旧緊急時避難準備区域について、作付することが可能となる。

2) 詳細

水田土壌から玄米への放射性セシウムの移行係数(米1kg当たりの放射能濃度/土壌1kg当たりの放射能濃度の比)は、以下の駒村らの報告⁴⁾により0.1と定められた。

米の放射能汚染形態は降下量の極めて多い1963年頃(中国・仏の核爆発実験)では直接汚染が70%～95%を占める。しかし、降下量が激減した1990年以降の汚染形態は直接汚染に代わり、経根吸収による間接汚染が主体となる。米の放射性セシウムの濃度と水稻の栽培期間中の降下量との間に高い正の相関が成り立つことが判明している。この関係より回帰式を導き、栽培期間中に降下した放射性セシウムの量を把握することにより、白米の放射能汚染を定量的に推定できる。

その他、参考文献として、日本の放射性セシウムの玄米への移行は0.0033(±95%信頼区間でないデータ)⁵⁾、日本の放射性セシウムの土壌から白米への移行係数は0.00021～0.012(±95%信頼区間のデータ)⁶⁾と報告されている。数値に幅があるのは、土の性質や畑に入れる肥料によって、作物が吸収するセシウムの量が変わるからである。

以上のデータを考慮しても水田土壌から米へのセシウムの移行係数「0.1」は安全側に配慮した値であると言える。

上記のことより、土壌中放射性セシウム濃度の上限値は、移行係数、及び玄米中の放射性セシウムが食品衛生法上の暫定規制値500 Bq/kg以下とするために、移行係数0.1を用いて5000Bq/kgとされた。

この結果、平成 23 年に収穫した稲の放射性セシウム濃度は、17 都県で 99.7%（福島県で 99.4%）が 100Bq/kg 以下となった。⁷⁾

平成 24 年産稲の作付に関する方針²⁾ は、平成 23 年産稲の作付のあった地域について、玄米中の放射性セシウム濃度が 500 Bq/kg を超過した地域では旧市町村単位で作付制限を行い、100 Bq/kg 超～500 Bq/kg 以下の地域では作付制限を行うが、作付前の吸収抑制対策・全ての米の管理の徹底・全袋調査の実施を行うことにより、食品衛生法上の基準値(100 Bq/kg) を超過する米が流通しないことを担保できる場合は作付することが可能となる。

平成 23 年産稲の作付のなかった地域について、警戒区域・計画的避難区域では作付制限を行い、旧緊急時避難準備区域については、政府の作付制限を行わず、作付前の吸収抑制対策・全ての米の管理の徹底・全袋調査の実施を行うことにより、食品衛生法上の基準値を超過する米が流通しないことを担保できる場合は作付することが可能となる。

(4) 課題

1) 収穫された玄米は精米するため、精米をどの程度すると放射性セシウムの含有量にどれくらいの差が出るのかデータを調査することは有用であると考え。現在の移行の指標とされる 0.1 は安全側に配慮した設定であるため、精米方法によって放射性セシウムの含有量がどれくらい減少するかというデータがあれば、作付制限が実施されている地域においても稲作が行えることが考えられ、また、人々の内部被ばくの低減に役立てることができると考えられる。

2) 平成 23 年度の米の作付時の土壌の放射性セシウム濃度と収穫した米の放射性セシウム濃度の相関関係を精査することによって、より現実的な土壌から米への放射性セシウムの移行係数を求めることが出来ると考えられる。

(5) 参考文献

1) 稲の作付に関する考え方（平成 23 年 4 月 8 日 原子力災害対策本部）

http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/ine_sakutuke.html

http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/ine_sakutuke.pdf

2) 「24 年産稲の作付に関する方針」について（平成 24 年 2 月 28 日 農林水産省）

<http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/kokumotu/120228.html>

3) 主要穀類及び農耕地土壌の ⁹⁰Sr と ¹³⁷Cs 分析データ一般公開システム

（独立行政法人 農業環境技術研究所）

4) 3)の解析データをまとめた論文

駒村美佐子、津村昭人、小平潔. 我が国での ⁹⁰Sr と ¹³⁷Cs による白米汚染、1959 年以来 37 年間の長期観測とその解析、Radioisotopes, 50, pp.80-93(2001)

5) Shigeo UCHIDA, Keiko TAGAMI and Ikuko HIRAI . Soil-to-Plant Transfer Factors of stable Elements and Naturally occurring Radionuclides : (2) Rice Collected in Japan, Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY, Vol 44 ,No.5, pp.779-790(2007)

6) Hirofumi Tsukada, Hidenao Hasegawa, Shunichi Hisamatsu, Shinichi Yamasaki. Transfer of ¹³⁷Cs and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori, Japan Journal of Environmental Radioactivity ,Volume 59, Issue 3,2002,pp.351-363

- 7) 「24年産稲の作付に関する考え方」及び「100 Bq/kgを超える米の特別隔離対策」について（平成23年12月27日 農林水産省）
http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/kikaku/111227_1.html

注；5)6)論文の引用は <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/seminar/uchida110603.pdf> の29ページを参考にした。

3.2.5 飼料の暫定許容値

(1) 基準

1) 平成23年4月14日付通知の飼料の暫定許容値

①乳用牛の粗飼料中

- a) 放射性ヨウ素：70Bq/kg
- b) 放射性セシウム：300Bq/kg

②肥育牛の粗飼料中

- a) 放射性ヨウ素：農産物の出荷制限が行われていない地域で生産されたこと。
- b) 放射性セシウム：300Bq/kg

③乳用牛・肥育牛以外

- a) 放射性ヨウ素：農産物の出荷制限が行われていない地域で生産されたこと。
- b) 放射性セシウム：5000Bq/kg

2) 平成23年8月1日付通知の飼料中の放射性セシウムの暫定許容値

- ①飼料（牛・馬・豚・家きん）の暫定許容値：300Bq/kg
- ②飼料（養殖魚）の暫定許容値：100Bq/kg

3) 平成24年2月3日付通知（牛用飼料中の放射性セシウムの暫定許容値の変更）

- ①乳用牛及び肥育牛の飼料中：100Bq/kg
- ②豚、家きん、養殖魚用飼料の暫定許容値については、早急に国内で飼料から畜水産物への放射性セシウムの移行に関する試験等の知見を収集し、食品の新たな基準値の施行前に設定することとする。

4) 平成24年3月23日付通知（豚、家きん、馬及び養殖魚用飼料中の放射性セシウムの暫定許容値の変更）

- ①牛・馬用飼料中：100Bq/kg
- ②豚用飼料中：80Bq/kg
- ③家きん用飼料中：160Bq/kg
- ④養殖魚用飼料中：40Bq/kg

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

稲わら、米ぬか等は飼料や飼料原料として使われることも多く、畜産物に放射性セシウムが移行する可能性がある。このため、食品衛生法の暫定規制値を超えない畜産物を生産するために飼料の暫定許容値を定めた。

2) 適用範囲

畜産農家、養殖業従事者

(3) 根拠

1) 概要

飼料（牛・馬・豚・家きん）の暫定許容値（300Bq/kg）は、飼料から畜産物への移行係数、食品中の暫定規制値（放射性セシウム：乳 300Bq/kg、肉 500Bq/kg）、飼料の給与量から算出されている。

飼料（養殖魚）の暫定許容値（100q/kg）は、飼料から水産物への移行係数、食品中の暫定規制値（放射性セシウム：魚 500Bq/kg）、飼料の給与量から算出されている。

暫定許容値は、乳用牛から生産される牛乳や、通常の肥育期間（15ヶ月以上）で肉用牛から生産される牛肉が食品の暫定規制値を超えないように設定されている。

ヨウ素は半減期が短いので、収穫時に暫定許容値を上回っていても、一定期間保管すると暫定許容値を下回るのので、暫定許容値を下回る場合には使用可能である。

平成24年2月3日付通知より、厚生労働省は、食品の新たな基準値を設定（平成24年4月1日施行）することとし、基準値の案を提示したことにより、放射性セシウムを含む飼料の暫定許容値の見直しを行った。本通知により牛（乳用牛及び肥育牛）の飼料中の暫定許容値が100Bq/kgに変更となった。

さらに、平成24年3月23日付通知より、放射性セシウムを含む飼料の暫定許容値が牛・馬の飼料中：100Bq/kg、豚の飼料中：80Bq/kg、家きんの飼料中：160Bq/kg、養殖魚の飼料中：40Bq/kgに変更となった。

2) 詳細

①平成23年4月14日¹⁾及び8月1日²⁾付通知の飼料中の放射性物質の暫定許容値の算定式

畜産物中の放射性物質暫定規制値 ÷ (粗飼料給与量 × 移行係数) = 粗飼料中の放射性物質暫定許容値

移行係数は Technical Reports Series No. 472 (IAEA,2010)³⁾より引用されている。

a) 乳牛用

I) 放射性セシウム

$$200\text{Bq/kg} \div (127\text{kg/日} \times 4.6 \times 10^{-3} \text{日/kg}) = 342\text{Bq/kg} \doteq 300\text{Bq/kg}$$

移行係数：4.6 × 10⁻³ 日/kg：平均値

II) 放射性ヨウ素

$$100\text{Bq/kg} \div (51\text{kg/日} \times 2.5 \times 10^{-2} \text{日/kg}) = 78\text{Bq/kg} \doteq 70\text{Bq/kg}$$

移行係数：2.5 × 10⁻² 日/kg：最大値

b) 肉用牛用

I) 放射性セシウム

$$500\text{Bq/kg} \div (14\text{kg/日} \times 9.6 \times 10^{-2} \text{日/kg}) = 372\text{Bq/kg} \doteq 300\text{Bq/kg}$$

移行係数：9.6 × 10⁻² 日/kg：最大値

c) 育成牛用

育成期間中に 5000Bq/kg の飼料を 1日 25kg 給与した場合、15ヶ月の肥育期間後の

筋肉中の放射性セシウム濃度は 100Bq/kg 程度となる。

②平成 24 年 2 月 3 日付通知の飼料の放射性セシウムの暫定許容値の算定式⁷⁾

畜産物中の放射性セシウム基準値 (Bq/kg) ÷ {飼料給与量 (kg/日) × 移行係数 (日/kg)}
= 飼料中の放射性セシウム暫定許容値 (Bq/kg)

a) 乳牛用

$$50\text{Bq/kg} \div (64\text{kg/日} \times 4.6 \times 10^{-3} \text{日/kg}) = 170\text{Bq/kg} \doteq 100\text{Bq/kg}$$

b) 肉牛用

$$100\text{Bq/kg} \div (21\text{kg/日} \times 3.8 \times 10^{-2} \text{日/kg}) = 125\text{Bq/kg} \doteq 100\text{Bq/kg}$$

移行係数: 3.8×10^{-2} 日/kg: 移行試験から求めた筋肉への係数の最大値

飼料給与量 (粗飼料+濃厚飼料給与の合計量) は乳牛については 64 kg/日、肉牛については 21 kg/日として計算。

③平成 24 年 3 月 23 日付通知の飼料中の放射性物質暫定許容値の算定式^{7) 8)}

a) 牛・馬・豚

畜産物中の放射性セシウム基準値 (Bq/kg) ÷ { (飼料給与量 (kg/日) × 移行係数 (日/kg)) }
= 飼料中の放射性セシウム暫定許容値 (Bq/kg)

I) 乳用牛・肉用牛

②の算定式と同様

II) 馬

$$100\text{Bq/kg} \div (21\text{kg/日} \times 3.5 \times 10^{-2} \text{日/kg}) = 136\text{Bq/kg} \doteq 100\text{Bq/kg}$$

移行係数: 3.5×10^{-2} 日/kg: 参考資料⁹⁾ 参照

III) 豚

$$100 \text{ Bq/kg} \div (3.2\text{kg/日} \times 0.37 \text{日/kg}) = 84\text{Bq/kg} \doteq 80\text{Bq/kg}$$

移行係数: 0.37 日/kg: 移行試験から求めた係数の最大値

b) 家きん

畜産物中の放射性セシウム基準値(Bq/kg) ÷ 飼料中の放射性セシウム濃度(乾物)(Bq/kg)
=濃度比

肉用鶏については、成長に伴い、飼料給与量や体重が急速に増加し、その結果として移行係数が小さくなる。そこで、家きん用飼料の暫定許容値は、畜産物の基準値、濃度比{毎日同じ「濃度(乾物)」(Bq/kg)の放射性セシウムを含む飼料を家畜が摂取した場合に、畜産物中の放射性セシウムの「濃度」(Bq/kg)がどのくらいになるかを表す比率}から、畜産物の基準値を守れるように、下記の式を使って算出した。

I) 肉用鶏

$$100\text{Bq/kg} \div 0.55 = 182\text{Bq/kg} \text{ (乾物)}$$

$$182\text{Bq/kg} \text{ (乾物)} \times 0.88 \text{ (水分 12\%)} = 160\text{Bq/kg}$$

肉の濃度比: 0.55: 移行試験から求めた比率の最大値

II) 採卵鶏

$$100\text{Bq/kg} \div (0.11\text{kg/日} \times 5.0 \text{日/kg}) = 182\text{Bq/kg} \doteq 160\text{Bq/kg}$$

肉の移行係数: 5.0 日/kg: 移行試験から求めた係数の最大値

卵の移行係数は肉の 10 分の 1 程度である。

c) 養殖魚

食品の放射性セシウム基準値 (Bq/kg) ÷ 濃縮係数
 = 飼料中の放射性セシウム暫定許容値 (Bq/kg)

養殖魚用飼料の暫定許容値は、現時点で得られている科学的知見に基づき、養殖魚の基準値及び飼料中の放射性セシウムの濃縮係数から、食品の基準値を守れるように、以下の式を使って算出した。濃縮係数は、魚体での放射性セシウムの取込係数（放射性セシウムを取り込む速度）を排出係数（放射性セシウムを排出する速度）で除したものである。

$$100\text{Bq/kg} \div 2.3 = 43\text{Bq/kg} \doteq 40\text{Bq/kg}$$

取込係数：0.009 排出係数：0.004

$$\text{濃縮係数 } 0.0090 \div 0.0040 = 2.3$$

(4) 課題

- 1) 平成 23 年 8 月 1 日通知における移行係数について、IAEA の係数を用いているが、最大値で計算している場合と平均値で計算している場合がある。安全側に考慮するならば、全て最大値で、暫定許容値を算出した方が良いのではないか。
- 2) 移行係数のデータは、海外のデータであるため、日本の土壌成分（水分含有量等）に差があると考え。より精度の高いデータを得るために、日本の土壌における移行係数の調査が必要と考える。
- 3) 移行係数・飼料給与量等のモデルの元となるデータや決定に至るまでの議論の過程が公開されていない。暫定許容値の決定に関する議論の透明性を確保する必要がある。

(5) 参考文献

- 1) 原子力発電所事故を踏まえた粗飼料中の放射性物質の暫定許容値の設定等について
 (平成 23 年 4 月 14 日 農林水産省)
<http://www.maff.go.jp/j/syouan/pdf/5-10.pdf>
- 2) 放射性セシウムを含む肥料・土壌改良資材・培土及び飼料の暫定許容値の設定について
 (平成 23 年 8 月 1 日 農林水産省)
<http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/shizai.html>
- 3) Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments Technical Reports Series No. 472 (IAEA,2010)
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472_web.pdf
- 4) Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment Technical Reports Series 422 (IAEA,2004)
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS422_web.pdf
- 5) 放射性セシウムを含む飼料の暫定許容値の見直しについて
 (平成 24 年 2 月 3 日 農林水産省)
http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/shizai_2.html
- 6) 飼料中の放射性セシウムの暫定許容値の見直しについて (平成 24 年 3 月 23 日)
http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/shizai_3.html

7) 家畜用飼料の暫定許容値設定に関する Q&A (農林水産省)

http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/siryousiryou_faq.html

8) 養殖魚用飼料の暫定許容値設定に関する Q&A (農林水産省)

http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/yousyokugyo_faq.html

9) N.Semioshkina,G.Voigt,S.Fesenko,A.Savinkov,M.Mukushev.

Apilotstudy on the transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr to horsemilk and meat

Journal of Environmental Radioactivity Volume85,Issue1,2006,pp.84-93

http://ac.els-cdn.com/S0265931X05002110/1-s2.0-S0265931X05002110-main.pdf?_tid=8bf20fc9398ae9bbb0116cc7ce05b326&acdnat=1339479781_33f6e23ea7d896a0b8e2a71493bb1a60

3.2.6 堆肥の暫定許容値

(1) 基準

肥料・土壌改良資材・培土中の放射性セシウムの暫定許容値：400Bq/kg

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

汚染された原料でつくられた堆肥等を農地に使用すると、農地土壌中の放射性セシウム濃度が増加する可能性が高くなる。さらにその農地で生産される農作物の放射性セシウム濃度が食品衛生法の暫定規制値(500Bq/kg)を超える可能性が高くなる。このため、農地の汚染を拡大しないように堆肥の暫定許容値を定めた。

2) 適用範囲

耕種農家、畜産農家

(3) 根拠

1) 概要

この基準¹⁾を満たせば、肥料等を長期間施用しても原発事故前の農地土壌の放射性セシウムの濃度に収まる範囲であること、これらの作業に従事する者の外部被ばくが $10\mu\text{Sv/年}$ を満たしていることを示している。肥料等の放射性セシウム濃度が基準(400Bq/kg)以下であれば、たとえ同濃度の肥料等を40年程度施用し続けても、過去の農地土壌中の放射性セシウム濃度の範囲内である100Bq/kg(事故前の最大値138Bq/kgを切り下げた値)を超えることはない。

2) 詳細

独立行政法人農業環境技術研究所では、1959年から全国の国(独立行政法人を含む)や都道府県の農業関係の試験研究機関の協力のもとに、主要国産作物である米麦及びその栽培土壌の ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度を分析してきた。農耕地土壌と作物の安全性に関する情報の一つとして、放射性核種の平均値の経年変化等を見ることができるよう、1959年から2006年までのデータを公開している。これらの調査結果で事故以前の放射性セシウム濃度の最大値は、1967年の138Bq/kgである²⁾。

肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値に関する Q&A(農林水産省)⁴⁾より、肥料・土

壤改良資材・培土の暫定許容値：400 Bq/kg の試算は、①非汚染農地土壌 10 アール（土壌量約 150t）当たり放射性セシウムを含む肥料等を毎年 2t 施用する、②放射性セシウムは全て半減期の長い放射性セシウム 137（半減期：約 30 年）であると仮定し、さらに土壌中及び肥料等の放射性セシウムは、自然減少しおさないとした場合の農地土壌の放射性セシウム濃度の変化を考慮し、算出した値である。

暫定許容値（400Bq/kg）と同じ濃度の放射性セシウムが含まれる肥料等を土壌に施用したとすると、玄米中の放射性セシウム濃度は、食品の暫定規制値（500Bq/kg）より低い値になると計算される。

<試算の前提条件>

耕作する土壌の深さを 15cm

I.土壌の比重を 1.0 とすると、10 アールの土の量は 150t

II.土壌の比重を 1.3 とすると、10 アールの土の量は 195t

放射性セシウムの玄米への移行係数の幾何平均値（データが n 個あるとき、データ値の積の n 累乗根。データの数値範囲が広い場合の中央値を示す。）：0.012

注；公表されている移行の指標 0.1 は、米の安全を確保するため、移行係数の上限値に近い数値を指定されたもの

【試算式】

$$[20\text{Bq/kg}+400\text{Bq/kg}\times 2\text{t}\div\{(150\text{t}\text{ または }195\text{t})+2\text{t}\}]\times(0.012\text{ または }0.1)$$

農地土壌の放射性セシウム濃度：20Bq/kg

（事故以前の全国の農地土壌の放射性セシウム濃度の平均）

肥料等の放射性セシウム濃度：400Bq/kg

農地土壌の量：150t または 195t

放射性セシウムの玄米への移行の係数（指標）：0.012 または 0.1

表 1 2 放射性セシウムの玄米への移行係数の幾何平均値（0.012）を用いた場合の結果

	施用前の農地土壌の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	肥料等の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	玄米中の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	肥料由来の増加分 (Bq/kg)
土壌の比重=1.0 (土壌量 150t)	20	400	0.3	0.1
土壌の比重=1.3 (土壌量 195t)	20	400	0.3	0.05

表 1 3 放射性セシウムの玄米への移行の指標 (0.1) を用いた場合の結果

	施用前の農地土壌の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	肥料等の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	玄米中の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	肥料由来の増加分 (Bq/kg)
土壌の比重=1.0 (土壌量 150t)	20	400	3	0.5
土壌の比重=1.3 (土壌量 195t)	20	400	2	0.4

表 1 2 及び表 1 3 における玄米中の放射性セシウムの濃度は、計算値である。厚生労働省の「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」⁵⁾によると、¹³⁷Cs の分析目標レベル (定量下限) は、穀類の場合 50 Bq/kg となっており、表 1 2 及び表 1 3 の数値は不検出となる濃度である。

加えて、肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値 (400 Bq/kg) は、農地への施用作業時の外部被ばくが廃棄物再利用のクリアランスレベル (10 µSv/年：平成 23 年 6 月 3 日原子力安全委員会決定)⁵⁾を下回る¹⁾。

事故後の福島第一原子力発電所の周辺における放射性物質の測定結果 (文部科学省) によれば、土壌中の放射性ストロンチウムの濃度は放射性セシウムと比べて相当低く (400 分の 1 程度)、そのほとんどは原発事故以前の放射性ストロンチウム濃度の範囲に収まっている。したがって、放射性物質を含む肥料等の管理のため、実効性のある基準として、放射性セシウムを対象として設定した。今後、放射性ストロンチウムの濃度が高くなるようなことがあれば、その時点で基準が必要であるかどうか検討する⁴⁾とされている。

(4) 課題

- 1) 同濃度の肥料等を 40 年程度施用し続けても、過去の農地土壌中の放射性セシウム濃度の範囲を超えることがない水準は 400Bq/kg とされているが、被ばく低減のためにさらに農地土壌の放射性物質の除去技術等を研究開発する必要がある。また、肥料等の製造過程における放射性セシウムの除去技術の開発も有用である。
- 2) 各規制値の設定が見直される中、この暫定許容値の見直しや有用性を再度検討する必要があると考える。

(5) 参考文献

- 1) 放射性セシウムを含む肥料・土壌改良資材・培土及び飼料の暫定許容値の設定について (平成 23 年 8 月 1 日 農林水産省)
<http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/shizai.html>
- 2) 主要穀類及び農耕地土壌の ⁹⁰Sr と ¹³⁷Cs 分析データ一般公開システム (独立行政法人 農業環境技術研究所)

3) 2)の解析データをまとめた論文

駒村美佐子、津村昭人、小平潔. 我が国での ^{90}Sr と ^{137}Cs による白米汚染、1959 年以來 37 年間の長期観測とその解析、Radioisotopes, 50, pp.80-93 (2001) .

4) 肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値に関する Q&A (農林水産省)

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/hiryo_info/cs_qa.html

5) 緊急時における食品の放射能測定マニュアル (平成 14 年 3 月 厚生労働省)

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001558e-img/2r98520000015cfn.pdf>

6) 第 39 回 原子力安全委員会 資料第 2 号

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について (平成 23 年 6 月 3 日)

<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/shidai/genan2011/genan039/siryo2.pdf>

3.2.7 船舶、コンテナ等の除染基準

(1) 基準

1) 船舶

①船舶の除染を推奨する値：バックグラウンドの放射線量率の 3 倍

②船舶の除染を確実に行うべき値： $5\ \mu\text{Sv/h}$

2) コンテナ

①コンテナの除染が必要であると判断する値：バックグラウンドの放射線量率の 3 倍

②コンテナの除染を行う前に、関係機関へ通報し対応方法について指示を仰ぐ値： $5\ \mu\text{Sv/h}$

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

外国から日本発の船舶及びコンテナの安全性に懸念が寄せられていることから、港湾における船舶及びコンテナの放射線測定ガイドラインを定める。

2) 適用範囲

日本発の船舶及びコンテナ

(3) 根拠

1) 概要

船舶の除染を推奨する値¹⁾及びコンテナの除染が必要であると判断する値²⁾は、IAEA の技術文書「放射線緊急事態時の評価及び対応のための一般的手順 (IAEA-TECDOC-1162)³⁾」における「D2 人及び機器の除染」の記載である「一般的な規則として、バックグラウンドの 2 倍を超える汚染が検出された場合、除染を試みるべきである。」を根拠としている。

船舶の除染を確実に行うべき値及びコンテナの除染を行う前に関係機関へ通報し対応方法について指示を仰ぐ値は、危険物の海上輸送の要件を規定した IMDG コード (国際海上危険物規則) 7.1.14.12 の記載である「表面線量が $5\ \mu\text{Sv/h}$ を超えた場合、除染は可能な限り早く行われるべきである。」を根拠としている。

2) 詳細

船舶の除染を推奨する値及びコンテナの除染が必要であると判断する値（バックグラウンドの放射線量率の3倍）は、緊急事態（原子炉以外の放射線事故）対応のための実用的な手引きを提供することを目的として作成された、IAEAの技術文書「放射線緊急事態時の評価及び対応のための一般的手順（IAEA-TECDOC-1162）³⁾」における「D2 人及び機器の除染」の記載である「一般的な規則として、バックグラウンドの2倍を超える汚染が検出された場合、除染を試みるべきである。」を根拠としている。IAEA-TECDOC-1162での対象は、安全境界領域内に進入した人、持ち込まれたあらゆる機器等である。なお、IAEA-TECDOC-1162でバックグラウンドの2倍のところ、本基準でバックグラウンドの3倍としているのは、正味の値と総量（正味+バックグラウンド）の違いであると思われる。

船舶の除染を確実に行うべき値及びコンテナの除染を行う前に、関係機関へ通報し対応方法について指示を仰ぐ値（ $5\mu\text{Sv/h}$ ）は、危険物の海上輸送の要件を規定したIMDGコード（国際海上危険物規則）⁴⁾ 7.1.14.12の記載である「表面線量が $5\mu\text{Sv/h}$ を超えた場合、除染は可能な限り早く行われるべきである。」を根拠としている。IMDGコードでの対象は船舶等の運送機関、または搭載されている設備である。この $5\mu\text{Sv/h}$ は、IAEAの安全基準文章であるTS-R-1⁵⁾の輸送要件513（ $5\mu\text{Sv/h}$ を超える輸送車両や設備等は除染されなければならない）を参考にしていると思われるが、その算出根拠、計算方法は不明である。

(4) 課題

- 1) 今回の基準では、根拠としてIAEA-TECDOC-1162「バックグラウンドの2倍の汚染が検出された場合に除染を試みるべきである」があげられているが、汚染=放射線量として基準が設定されており、考え方が異なっている。
- 2) 原子力事故発生に伴う放射性核種の放出があれば、バックグラウンド放射線量率は場所によって大きく変動するため、基準値としては曖昧である。測定器が線量計のみに限られる場合にどのように基準を設定するのかを検討する必要がある。
- 3) IMDGコードに記載されている $5\mu\text{Sv/h}$ の基準は、放射性物質の輸送における基準であり、一定レベルの放射線量率以下であることとの担保にはなるが、一般の船舶やコンテナの輸送にそのまま適用するのは適切ではない。
- 4) IMDGコードでは表面密度と線量当量率の両方についての基準が記載されているが、線量当量率のみを採用していることから、簡易的に計測するために線量当量率を基準として選択したと思われる。事故時の迅速な対応のため最低限の放射線レベルの保障を担保できたが、表面密度についても考慮に入れる必要があると思われる。
- 5) スクリーニングレベル（表面密度 40Bq/cm^2 ）や放射性物質等輸送時の基準（表面密度 4Bq/cm^2 ）との整合性がない。今後は、各場面での現場担当者の対応が混乱しないように基準の考え方、レベルを統一した方が良いと思われる。

(5) 参考文献

- 1) 港湾における放射線対策について（国土交通省 平成23年4月22日）
http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji01_hh_000101.html

- 2) 港湾における輸出コンテナ放射線測定のためのガイドライン
(国土交通省 平成 23 年 8 月 3 日 改正)
<http://www.mlit.go.jp/common/000163214.pdf>
- 3) IAEA-TECDOC-1162
http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/te_1162_prn.pdf
- 4) IMDG CODE Part7
- 5) IAEA 安全基準 TS-R-1 日本語翻訳版 (独立行政法人 原子力安全基盤機構)
<http://www.jnes.go.jp/content/000013199.pdf>

3.2.8 廃棄物の取扱、処分等

(1) 基準

- 1) 廃棄物 (焼却灰、浄水発生土等) の取扱い、処分等の区分
8,000Bq/kg、100,000Bq/kg
- 2) 放射性廃棄物で汚染された廃棄物を取り扱う施設での排気、排水の基準
 - ①排気は 3 ヶ月間の平均濃度について各濃度限度に対する和が 1 を超えないようにする。
(濃度限度： ^{134}Cs ;20Bq/m³、 ^{137}Cs ;30Bq/m³)
 - ②排水は 3 ヶ月間の平均濃度について各濃度限度に対する和が 1 を超えないようにする。
(濃度限度： ^{134}Cs ;60Bq/L、 ^{137}Cs ;90Bq/L)
- 3) 廃棄物保管時の囲い等の設置基準線量率：0.19 μ Sv/h

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

廃棄物等の処理等が行われる場合には、周辺住民及び処理等に携わる作業者の放射線被ばくが、合理的に達成できる限り低くなるように対策をとる。

2) 適用

周辺住民及び処理等に携わる作業者

(3) 根拠

1) 概要

廃棄物の処分等を行う施設の周辺住民の被ばく線量が 1mSv/年を超えないように、また、処分等の作業に携わる作業者の被ばく線量も 1mSv/年を超えないことが望ましいとされている。廃棄物の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の放射能濃度の合計値が 8,000Bq/kg では作業者の安全が確保されるレベル (年間 1mSv 以下) であり、放射性物質汚染対処特別措置法の「指定廃棄物」の指定基準になっている。廃棄物の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の放射能濃度の合計値が 100,000Bq/kg 以下の廃棄物は、比較的簡易な遮へい措置 (15cm の即日覆土及び 8m 以上の隔離距離) を取ることにより、周辺住民の被ばく線量が年間 1mSv を下回り、跡地を居住等の用途に供しないこととした場合に周辺住民の受ける線量が 10 μ Sv/年を超えない濃度である。

8,000Bq/kg 以下の廃棄物は、放射性物質汚染対処特措法に基づき指定される対策地域内廃棄物、特定一般廃棄物、特定産業廃棄物を除き廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (以下「廃棄物処理法」という。) により処分できる。8,000Bq/kg を超える廃棄物は指定廃棄物として

国の責任の基に処分される。放射性物質汚染対策特別処置法では、8,000Bq/kg を超え100,000Bq/kg 以下の廃棄物は管理型処分場で埋立処分、100,000Bq/kg を超える廃棄物は、福島県では中間貯蔵施設に貯蔵後、最終処分へ、福島県以外の都道府県では遮断型処分場に処分することとされた。

廃棄物を取り扱う施設における作業者の安全確保の観点から、3ヶ月につき1.3mSv (2.5 μ Sv/h) または廃棄物中の¹³⁴Cs、¹³⁷Cの濃度の合計が10,000Bq/kg を超える場合は「電離放射線障害防止規則」を遵守することにより被ばく管理をし、廃棄物の保管は、追加線量で年間1 mSv 超えないために0.19 μ Sv/h を超える場所に立入防止のため囲いをすることとしている。

廃棄物を取り扱う施設から放出される排気・排水の管理のために定められた濃度限度(排気中の濃度限度：¹³⁴Csで20Bq/m³、¹³⁷Csで30 Bq/m³、排水中の濃度限度：¹³⁴Csで60Bq/L、¹³⁷Csで90 Bq/L)を下回ることを確認する必要がある。

2) 詳細

平成23年6月23日に原子力安全委員会が示した第39回原子力安全委員会資料第2号「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」¹⁾では、処理等に伴い周辺住民の受ける線量が1mSv/年を超えないようにするとともに、作業者の受ける線量についても、可能な限り1mSv/年を超えないことが望ましいとされ、これらが廃棄物の取扱基準となっている。

①廃棄物の基準値Ⅰ：¹³⁴Cs、¹³⁷Csの放射能濃度の合計値が8,000Bq/kg

廃棄物の¹³⁴Cs、¹³⁷Csの放射能濃度の合計値が8,000Bq/kgでは、作業者の安全が確保されるレベル(焼却灰の埋立作業で0.78mSv/年、脱水汚泥の埋立作業で0.90mSv/年)である。この値は1日8時間、年間250日の労働時間のうち半分の時間を廃棄物のそばで作業すること、1日の作業の終了時に即日覆土を行わないという仮定が計算されている。²⁾

②廃棄物の基準値Ⅱ：¹³⁴Cs、¹³⁷Csの放射能濃度の合計値が100,000Bq/kg

¹³⁴Cs、¹³⁷Csの放射能濃度の合計値が100,000Bq/kg以下の廃棄物は比較的簡易な遮へい措置(15cmの即日覆土及び8m以上の離隔距離)を取ることにより、周辺住民の被ばく線量が年間1mSvを下回るとされている。また、跡地を居住等の用途に供しないこととした場合に周辺住民の受ける線量が10 μ Sv/年を超えない濃度は、覆土厚50cm、跡地の滞在時間200時間/年、処分場閉鎖から10年間、覆土以外の遮へいなし覆土0.5cmの直下に厚さ10mの脱水汚泥等の層があると過程した計算でされている。^{2)、3)、4)、5)}

③廃棄物の取扱い基準に関する時系列

焼却灰及び下水汚泥等の廃棄物は、福島第一原子力発電所の事故以来¹³⁴Cs、¹³⁷Cの濃度の合計が8,000Bq/kgまたは100,000Bq/kgの2つの基準を基に取扱等について随時環境省等から発表されており、平成24年1月1日施行の放射性物質汚染対処特別措置法により現在の廃棄物の取扱は明記されている。放射性物質汚染対処特別措置法施行以前の廃棄物の放射能レベル毎の取扱の発表時期は下記のとおりである。

a) 8,000Bq/kg以下

I) 埋立(福島県：平成23年6月23日⁶⁾、その他の地域：平成23年6月28日⁷⁾)

- b) 8,000Bq/kg 以上 100,000Bq/kg 以下
 - I) 一時保管（福島県：平成 23 年 6 月 23 日⁶⁾、平成 23 年 7 月 28 日⁸⁾、
その他の地域：平成 23 年 6 月 28 日⁷⁾、平成 23 年 7 月 28 日⁹⁾）
 - II) 埋立（福島県：平成 23 年 7 月 28 日⁸⁾、
その他の地域：平成 23 年 8 月 31 日³⁾）

- c) 100,000Bq/kg を超え
 - I) 保管（福島県：平成 23 年 6 月 23 日⁶⁾、平成 23 年 7 月 28 日⁸⁾、
その他の地域：平成 23 年 6 月 28 日⁷⁾、平成 23 年 7 月 28 日⁹⁾）

④放射性物質汚染対処特別措置法における廃棄物取扱について¹⁰⁾、¹¹⁾、¹²⁾、¹³⁾、¹⁴⁾

平成 24 年 1 月 1 日施行の放射性物質汚染対処特別措置法では廃棄物を以下の通りに区分されている。

I 特定廃棄物

I-1：対策地域内廃棄物（「警戒区域」、「計画的避難区域」内の廃棄物）

I-2：指定廃棄物（8,000Bq/kg を超える廃棄物）

II 特定一般廃棄物、特定産業廃棄物：8,000Bq/kg 以下で放射性物質汚染対処特別措置法で指定された廃棄物

a) 8,000Bq/kg 以下の廃棄物

8,000Bq/kg 以下の廃棄物は廃棄物処理法が適用される。ただし、放射性物質汚染対処特別措置法に基づき特定一般廃棄物・特定産業廃棄物廃棄物に指定された廃棄物は、処理する場合及び施設の維持管理は廃棄物処理法に基づく通常の処理基準及び施設の維持管理に加え、放射性物質汚染対処特別措置法に基づく処理基準及び施設の維持管理を遵守する必要がある。また、対策地域内廃棄物に指定された廃棄物は廃棄物処理法の適用を受けず、放射性物質汚染対処特別措置法により対策地域内廃棄物処理計画を定める事とされている。

b) 8,000Bq/kg 超えの廃棄物

8,000Bq/kg を超える廃棄物は対策地域内廃棄物を除き、指定廃棄物となり、放射性物質汚染対処特別措置法に、保管基準、収集運搬基準、中間処理基準、埋立処理基準等が明記されている。8,000Bq/kg 超え 100,000Bq/kg 以下の廃棄物と 100,000Bq/kg を超える廃棄物では埋立処理基準が異なり、8,000Bq/kg 超え 100,000Bq/kg 以下の廃棄物は管理型処分場とし 100,000Bq/kg を超える廃棄物は、福島県では中間貯蔵施設に貯蔵後、最終処分することとし、福島県以外の都道府県では遮断型処分場に処分が検討されている。

⑤廃棄物を取り扱う施設での電離放射線障害防止規則の遵守について²⁾、¹²⁾

廃棄物を取り扱う施設において作業者の安全確保の観点から、作業者の被ばく線量が 3 ヶ月につき 1.3mSv(2.5 μSv/h)または、廃棄物中の¹³⁴Cs、¹³⁷C の濃度の合計が 10000Bq/kg を超える場合は、廃棄物の処理等の工程では「電離放射線障害防止規則」を遵守することにより被ばく管理をすることとなっている。

⑥廃棄物を取り扱う施設から放出される排気、排水の管理について²⁾、¹²⁾

排気、排水等については「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」等で示された濃度限度(排気中の濃度限度：¹³⁴Cs で 20Bq/m³、¹³⁷Cs で 30 Bq/m³、排水中の濃度限度：¹³⁴Cs で 60Bq/L、¹³⁷Cs で 90 Bq/L)を下回ること

を確認する必要がある。

⑦廃棄物の保管場所の囲いについて²⁾、¹²⁾

廃棄物からの被ばく線量が追加線量で年間 1mSv を超えないために、廃棄物の保管場所は、 $0.19 \mu\text{Sv/h}$ を超える場所に立入防止のための囲いをすることとしている。この線量率は1日のうち8時間屋内（遮へい効果（0.4倍）のある木造家屋）に16時間滞在するという生活パターン、自然界（大地）からの放射線量 $0.04 \mu\text{Sv/h}$ と仮定すると

$$0.19 \mu\text{Sv/h} \times (8 \text{ 時間} + 0.4 \times 16 \text{ 時間}) \times 365 \text{ 日} \approx 1\text{mSv}$$

となり、1mSv/年となる。

(4) 課題

原子炉等規制法に基づき設定されているクリアランス基準と放射性物質汚染対処特別措置法の指定廃棄物にそれぞれ基準があり、それらの違いは、クリアランス基準「放射性セシウム 100Bq/kg」は「廃棄物を安全に再利用できる基準」、放射性物質汚染対処特別措置法の「8,000Bq/kg」は「廃棄物を安全に処理するための基準」となっている。¹⁵⁾

8,000Bq/kg 以下で放射性物質汚染対処特別措置法に規制されない廃棄物は、特別な埋立処分をせずに処分することができる。しかし、埋立完了後の埋立場の管理が放射性物質汚染対処特別措置法の規制を受けないため、これら施設の跡地での放射性物質からの放射線障害防止について、周辺住民及び廃棄物を取り扱う施設の作業員等への周知、考え方の整理が必要であるとする。

(5) 参考文献

- 1) 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方（平成 23 年 6 月 3 日 原子力安全委員会）
<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anken/shidai/genan2011/genan039/siryu2.pdf>
- 2) 放射性物質汚染対処特別措置法の規定に基づく放射線障害の防止に関する技術的基準について（平成 23 年 12 月 2 日 環境省）
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/shiryu/_icsFiles/afieldfile/2011/12/06/1313892_4.pdf
- 3) 8,000Bq/kg を超え 100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針について（平成 23 年 8 月 31 日 環境省）
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14161>
- 4) 放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方（平成23年6月16日 経済産業省）
<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110616006/20110616006.html>
- 5) 脱水汚泥等の処理・処分に関する評価に用いたパラメータについて（独立行政法人 日本原子力研究開発機構）
<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110616006/20110616006-5.pdf>
- 6) 福島県内の災害廃棄物の処理の方針（平成 23 年 6 月 23 日 環境省）
http://www.env.go.jp/jishin/attach/fukushima_hoshin110623.pdf

- 7) 一般廃棄物焼却施設における焼却灰の測定及び当面の取扱いについて
(平成 23 年 6 月 28 日 環境省)
<http://www.env.go.jp/jishin/attach/memo20110628.pdf>
- 8) 福島県内の災害廃棄物の処理における一時保管 (平成 23 年 7 月 28 日 環境省)
http://www.env.go.jp/jishin/attach/fukushima_hokan110728.pdf
- 9) 一般廃棄物焼却施設における焼却灰等の一時保管について
(平成 23 年 7 月 28 日 環境省)
http://www.env.go.jp/jishin/attach/memo20110728_ash.pdf
- 10) 第二部 特定一般廃棄物・特定産業廃棄物関係ガイドライン 平成 23 年 12 月 第 1 版 (環境省)
<http://josen.env.go.jp/material/index.html>
- 11) 第三部 指定廃棄物ガイドライン 第 1 版 (平成 23 年 12 月 環境省)
<http://josen.env.go.jp/material/index.html>
- 12) 第五部 放射能濃度等測定方法ガイドライン 第 1 版 (平成 23 年 12 月 環境省)
<http://josen.env.go.jp/material/index.html>
- 13) 第六部 特定廃棄物ガイドライン 第 1 版 (平成 23 年 12 月 環境省)
<http://josen.env.go.jp/material/index.html>
- 14) 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質による環境汚染の対処において必要な貯蔵施設等の基本的な考え方について (平成 23 年 10 月 29 日 環境省)
http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/roadmap111029_a-0.pdf
- 15) 100Bq/kg と 8,000Bq/kg の二つの基準の違いについて (環境省)
http://www.env.go.jp/jishin/attach/waste_100-8000.pdf

3.2.9 除染作業に係る基準

(1) 基準

1) 汚染土壌の定義

汚染の除去や拡散防止に伴い生じた土壌、草木、工作物等について、当該土壌に含まれる事故由来放射性物質のうち、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射能濃度の合計が $10,000\text{Bq/kg}$ を超えるもの

2) 汚染廃棄物の定義

事故由来放射性物質により汚染された廃棄物で、これらに含まれる事故由来放射性物質のうち ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射能濃度の合計が $10,000\text{Bq/kg}$ を超えるもの

3) 被ばく管理

①除染作業従事者の被ばく限度：実効線量が 100mSv/5年 かつ 50mSv/年

妊娠する可能性のある女性は、 5mSv/3月

②外部被ばくによる 1cm 線量当量が、 1mSv/日 を超える恐れのある場合は外部被ばくの測定結果を毎日確認する。

③空間線量率が $2.5\mu\text{Sv/h}$ を超える場所においては、従事者それぞれに個人線量計を着用させ外部被ばく線量の測定を行うこと。

④空間線量率が $2.5\mu\text{Sv/h}$ を超える場所においては、放射能濃度や粉塵濃度に応じて内部被ばくによる線量の測定または検査を行う。

4) 運搬

- ①汚染土壌等の運搬にかかる基準：容器の表面から1mで0.1mSv/hを超えない
- ②車両運搬の基準：車両から1mでの線量当量率が最大で0.1mSv/hを超えない

5) 汚染検査

- ①身体や装具の基準：40Bq/cm²を超える場合は洗身／除染を行う
- ②持ち出し物品についても40Bq/cm²を超えて汚染されていると認められるときには持ち出してはならない

6) 保護具

防塵マスク等の呼吸用保護具、保護衣類、手袋または履物を備え、従事者に使用させる。

7) 健康診断

除染等業務に常時従事する除染等業務従事者に対し、雇い入れまたは当該業務に配置換えの際、及びその後6ヶ月ごとに1回、定期的に健康診断を行うこと

(2) 目的・適用範囲

1) 目的

東京電力（株）福島第一原子力発電所事故によって放出された放射性物質の除去作業及び廃棄物の処理に従事する労働者の放射線障害を防止するため、被ばく管理、作業上の措置、健康診断等の措置の内容を定める。

2) 適用範囲

- ①「除染特別地域」や「汚染状況重点調査地域」内で、除染等業務に従事する者
- ②除染土壌や汚染された廃棄物の収集等業務に従事する者

(3) 根拠

本基準は、電離放射線障害防止規則に準じており、以下を除き同じ基準値を使用している。

- 1) 被ばく管理に係る空間線量率：2.5 μ Sv/h は管理区域の基準（1.3mSv/3月）から週40時間52週間で割戻した値である。
- 2) 汚染検査の基準値は、スクリーニングの基準値と同一の値（40Bq/cm²）を採っている。数値としては電離放射線障害防止規則等の表面密度限度と同値であるが、ここでの40Bq/cm²の根拠としてはスクリーニングレベルと考えるのが妥当である（スクリーニングレベル参照）。

(4) 課題

2.5 μ Sv/h（1週間で0.1mSv）を超えない場所については、内部被ばくの管理をしなくて良いことの根拠を明確に示す必要があると考える。

(5) 参考文献

- 1) 東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則（厚生労働省令第百五十二号）（平成23年12月22日）
- 2) 東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等にかかる電離放射線障害防止規則及び関係告示に係る放射線障害の防止に関する技術的基準の制定（諮問）

- http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/attach/1314255.htm
- 3) 放射線審議会（第119回）
http://www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/shiryō/1314254.htm
- 4) 除染に関する緊急実施基本方針について
 （平成23年8月26日 経済産業省）
<http://www.meti.go.jp/press/2011/08/20110826001/20110826001.html>
- 5) 除染以外の復旧・復興作業などでも放射線障害防止のための措置が義務づけられます
 ～除染電離則を一部改正し7月1日から施行～（平成24年6月15日 厚生労働省）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002czvf.html>

4. 放射線防護・放射線管理上の課題

調査結果において、各基準における個別の課題をあげている。本項では、2.2「基準値の分類」、表1.「基準値の被ばく状況の分類」で示した緊急時被ばく状況、現存被ばく状況の各被ばく状況に応じた共通の課題を検討した結果及び全体的な課題をあげる。

4.1 緊急時被ばく状況に関する基準値の課題

①適用・実施の難しさ

例えば、ヨウ素剤の服用基準値では、基準値が決められていても、緊急事態の発生時に実際に服用するにあたっては、情報収集、服用判断の決定、ヨウ素剤等の配布手段の資機材の準備、等価線量の評価等の基準の運用面での問題がある。また、各種測定（線量率の測定、内部被ばくの測定）の迅速な測定のために資機材の準備も必要である。

②実用的な基準値の必要性

例えば、緊急時被ばく限度では、論理的に求められた基準だけでなく、実際の運用上の実情に合わせた数値に変更する等の実務的基準を考慮する必要があるのではないかと考える。そのためには、許容できる最大値を基準値とし、事故事象が発生すれば、その事象の実情に合わせた許容値（最適化）を設定し、事象収束の対応にあたる方法が良いのではないかと考える。

③緊急時のための基準

線量限度、食品の基準値等の基準値は、事故が非常に広域に広がった場合はやむを得ず、緊急時として初期の期間は平常時より高い値を適用する必要があると考える。そのため、今回のように混乱することがないように、あらかじめ基準値案を準備し、緊急時のための基準であることを明確にしておくことが必要である。

4.2 現存被ばく状況に関する基準値の課題

①線量の重ね合わせの考え方

1mSv/年を基準値の基礎にして様々な基準を作成した場合、重ね合わせにより特定個人では1mSv/年を超えてしまう。また、これらの基準値策定にあたっては、安全側による評価がされている。実際の個人の被ばく線量は、代表的な個人でどれくらいであったのかを取得し、発表する必要があると考える。

②基準値間の整合性

同じ様な基準である「スクリーニングレベルと船舶コンテナの除染基準」、「飲料水と水浴場の基準」等で根拠、計算上のモデルが異なることから、理解・運用の点で問題があると考えられる。放射線防護の基準は、線量限度を基に策定されているため、基準値の設定に関してはモデルを統一し、考え方の整合性を図る必要があると考えられる。

③科学的根拠と利害関係者の関与

現存被ばく状況の基準値策定では特に利害関係者の関与が重要であると考えられる。科学的な基準と食品規制値のように利害関係者からの意見から、科学的根拠より低い値で設定された基準がある。基準値策定の根拠がどういった方針に基づくものなのか、基準値の整合性の観点から混乱しないように明確にしておくべきと考えられる。

4.3 全体的な課題

①基準値策定時の透明性

基準値の策定にあたっては、基準値策定時の議論が公開され、根拠が明確にされていることが望ましい。これは、基準値の信頼を確保するうえで、基準値の意味を利害関係者に理解してもらうことが重要と考えるからである。また、基準値設定の元となる考え方が整理されることで、基準値の想定とは異なる状況でも適切な値の変更、運用の議論が可能となると思われる。

②統括的な基本方針の明確化

それぞれの基準値は各省庁が主体となって設定しているため、保育園と幼稚園で扱いが異なる等、適用範囲に合理性が欠けていた。従って、省庁の管轄の垣根を超えた、合理的な適用範囲を設定することが望ましいと考える。

③基準を担保するための手段の整備

策定された基準の信頼の確保するために測定方法の標準化が必要であり、測定のためのマニュアル整備が必要である。

④放射性セシウム以外の放射性核種の被ばくへの寄与

事故後の現場周辺においては、放射性セシウム以外の放射性核種（ ^{90}Sr 等）の検出が確認されている。放射性セシウムに比べて寄与が少ないと考えられているため、検討が進んでいないところであるが、少なからず個人へ被ばくの寄与がされているはずである。これらについても、調査を実施し、情報の公開に努める必要があると考えられる。

5. 最後に

東京電力（株）福島第一原子力発電所の事故では、放射性物質の一般環境への放出という事態に陥った。このような過酷事故における放射線防護対策が十分に検討されていなかったため、次々と新しい放射線防護基準が策定された。今回、これらの基準の調査を実施し、事故が発生すると放射線管理上どのような問題が発生したのか、その場合にどのような根拠で対策が立てられたのかを整理した。その結果、事前に検討されていた基準は、その根拠が比較的明確であったが、十分な検討期間がなく策定された基準は、その根拠が曖昧なものや統一された考え方の下に策定されていない等の問題があることが明らかになった。また、基準はあっても、その具体的な適用が困難と思えるものもあった。今回の調査で得られた検討課題を、教訓として活かすことが必要である。

今回の調査は、放射線防護基準の根拠を理解し、日常実施していた放射線管理の理解を深める上で有益であった。本報告書が、今後の放射線管理に携わる方々の良き資料となり、今後のより良い放射線管理に役立てば幸いである。

謝辞

本報告書を推敲するにあたり、角田昌彦氏、菊地正光氏に多くの助言、支援をいただきました。ここに、深く感謝致します。