

第 5 章

国際機関による評価

国際機関による評価

WHO報告書とUNSCEAR2013年報告書（1/3）
評価の比較（1/2）全体概要

	WHO	UNSCEAR
目的	事故後1年間の住民の被ばくによる健康リスクを見積もる（保守的評価）	<ul style="list-style-type: none"> これまでに得た情報を集約し、評価する 科学的な知見を提供する（現実的評価）
内容	<ul style="list-style-type: none"> 被ばく線量推計 健康リスク評価 	<ul style="list-style-type: none"> 原発事故の時系列的展開 放射性物質の放出と拡散状況 公衆の被ばく線量 作業員の被ばく線量 健康影響 ヒト以外の生物の被ばく線量とリスク評価
評価時期	事故発生直後 （2011年9月までのデータ） 事故直後は精度の低い情報も多い。	事故からある程度の時間が経過（2012年9月までのデータ） 一部の更に新しい情報は特に適切であった場合は考慮に入れた。
公表時期	線量評価：2012年5月 健康リスク評価：2013年2月	2014年4月
結論	今回の事故による放射線によって、疾患の罹患の増加が確認される可能性は小さく、福島県のいくつかの地域以外や、日本近隣諸国ではリスク増加は無視できる水準である。	事故により日本人が生涯に受ける被ばく線量は少なく、その結果として今後日本人について放射線による健康影響が確認される可能性は小さい。

ここでは、世界保健機関（WHO）による線量推計及び健康リスク評価の報告書^{*1}と国連科学委員会（UNSCEAR）2013年次報告書^{*2}を対比しながら、その概要及び要点等を紹介します。

WHO報告書の目的は、「事故直後の1年間における住民の被ばく線量を推計し、緊急対策が必要となる地域を特定すること」にありました。したがって、限られた情報を基に暫定的に住民の健康リスク評価を行い、2012年5月に暫定的な被ばく線量評価報告書が公表されました。

その後、2013年2月に暫定的な健康リスク評価の報告書が公表されています。

一方、UNSCEARは世界各国の放射線被ばくの状況を、科学的な情報のレビューを基に定期的に報告しています。チェルノブイリ原発事故の影響も長年にわたり調査・分析されており、東京電力福島第一原子力発電所事故による被ばくの影響については、2014年4月に報告書が公表されました。

（関連ページ：上巻 P164、「WHO報告書（1/4）WHO線量評価の概要」、上巻 P169、「UNSCEAR2013年報告書（2/9）公衆の被ばく線量評価の概要」）

※1：世界保健機関（WHO）による線量推計及び健康リスク評価の報告書：

- ・ Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami (2012)
- ・ Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami, based on a preliminary dose estimation (2013)

※2：原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）年次報告書（2013年）：

- ・ SOURCES, EFFECTS AND RISKS OF IONIZING RADIATION UNSCEAR 2013, Report, Volume I, REPORT TO THE GENERAL ASSEMBLY SCIENTIFIC ANNEX A: Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-japan earthquake and tsunami (2013)

本資料への収録日：平成27年3月31日

国際機関による評価

WHO報告書とUNSCEAR2013年報告書 (2/3)
評価の比較 (2/2) 公衆の線量評価と主な不確かさ

	WHO		UNSCEAR	
	20歳（成人）	1歳（乳児）	20歳（成人）	1歳（乳児）
事故後1年間の実効線量推計結果（単位はミリシーベルト）	① 福島県： 1～50 ② 福島近隣県： 0.1～10 ③ その他の： 0.1～1 都道府県	1～50 0.1～10 0.1～1	① 予防的避難区域： 1.1-5.7 ② 計画的避難区域： 4.8-9.3 ③ 避難区域外の福島県： 1.0-4.3 ④ 近隣県： 0.2-1.4 ⑤ その他の都道府県： 0.1-0.3	1.6-9.3 7.1-13 2.0-7.5 0.3-2.5 0.2-0.5
不確かさ	大きい（評価の迅速性を優先）		WHOの報告書に比べて、現実的な評価を指向しているが、依然として不確かさは残る。	
線量評価の不確かさの主な原因	<ul style="list-style-type: none"> ・地表面沈着の測定値に基づく大気中放射性物質濃度の推定 ・放射性物質の放出に関する情報（ソースターム）と拡散シミュレーション ・放射性核種の組成と化学形 ・建物の遮へい効果 ・食物摂取による線量推計の仮定 ・食習慣による線量係数の変動 		<ul style="list-style-type: none"> ・地表に沈着した短半減期放射性核種の測定値 ・時間の経過に伴う放射性核種の放出率の推移と放出時の気象情報についての知見 ・大気中の粒子状及びガス状I-131の組成 ・食品モニタリングにおける試料選定の偏り（汚染の高いものが優先されている） ・日本人のヨウ素代謝（甲状腺へのヨウ素の取り込み率） 	

注：WHOの推計線量は、UNSCEARに比較すると保守的な（過大な）評価結果になっている。

用語の説明：

- ・ソースタームとは、線量評価に必要とされる放射性物質の種類、化学形、放出量の総称。
- ・拡散シミュレーションとは、気象状況や風向き等のデータとソースタームのデータを合わせて、放射性物質の拡散の傾向を計算すること。

実効線量推計結果では、世界保健機関（WHO）が、①福島県、②福島県の近隣県（千葉県、群馬県、茨城県、宮城県及び栃木県）、及び③福島県と近隣県以外のほかの道府県の3区分の住民で評価を行ったのに対し、国連科学委員会（UNSCEAR）では、福島県内の3区分に加え、④福島県の近隣県（宮城県、群馬県、栃木県、茨城県、千葉県、岩手県）、⑤その他の都道府県の合計5区分の住民で評価を行いました。

一方、WHO、UNSCEARの報告書は共に、外部被ばく及び内部被ばくのそれぞれに関し、線量評価の基礎となるデータには不確かさがあるため、被ばく線量評価の結果にも不確かさがあることを述べています。WHOとUNSCEARの報告書で述べられている線量評価における不確かさの原因は、表現の違いはあるものの、項目としてはほぼ同じです。なお、WHOのほうがより過大な評価になっています。（関連ページ：上巻 P165、「WHO 報告書（2/4）実効線量推計方法」、上巻 P167「WHO 報告書（4/4）不確かさの評価」、上巻 P171、「UNSCEAR2013年報告書（4/9）4 グループごとに公衆の線量を推定」、上巻 P173、「UNSCEAR2013年報告書（6/9）公衆の被ばく線量評価 線量評価の結果」、上巻 P175、「UNSCEAR2013年報告書（8/9）公衆の被ばく線量評価 不確かさ」）

【報告書記載箇所】

実効線量推計結果について：

- ・WHO 健康線量評価報告書（P40～45（3. Results）から作成）
- ・UNSCEAR 報告書（Annex A, 日本語版 P56～57, 第209～214項から作成）

線量評価の不確かさについて：

- ・WHO 健康線量評価報告書（P60～62, 4.7の4.7.1～4.7.7節に基づき作成）
- ・UNSCEAR 報告書（Annex A, 日本語版 P35～36, 第110～115項から作成）

本資料への収録日：平成27年3月31日

「保守的な評価」と「現実的な評価」

保守的な評価

- 原子力災害直後の緊急時の対応においては、不確かな情報について過小とはならないような仮定（「保守的な仮定」）を置き、被ばく線量及び健康リスクを高めに見積もる。
- 「保守的な」評価を行うと、実際の被ばく線量よりも高い値が算出される。
- その線量に基づいてリスクを評価すると、健康影響の予測は実際より過大となる。

現実的な評価

原子力災害後の回復期では、その時点で得られている情報や測定データを基に、できるだけ現実に近い仮定を置いて、被ばく及び将来の健康影響の可能性について評価する。

原子力災害直後の緊急時の対応では、放射線被ばくによる健康影響を回避するという防護の観点から、被ばく線量及び健康リスクを高めに見積もることが行われます。

つまり、リスク評価が過大とはなっても、過小とはならないように「保守的に」見積もります。この「保守的な」評価は、起こる可能性のある最悪の事態を回避するために有効であるとされています。一方、原子力災害時の緊急対応が収束した回復期には、残された断片的な情報や測定データを基に事故の状況を復元し、現実的な被ばく状況の把握を行い、将来の健康影響の可能性についての評価が行われます。

例えば、世界保健機関（WHO）の健康リスク評価報告書では、過大に算出された線量を基に、更に「保守的な」仮定を置き、健康リスクを算出しています。そのため、リスク評価結果は、上限を与えるものにはなりますが、全体として過大に見積もられることとなります。

国連科学委員会（UNSCEAR）の報告書では、事故による被ばくレベルと放射線リスク評価を、十分な情報が集まった時点で、できるだけ現実的な評価を実施しようとされています。ただし、実際のデータに限りがあることから評価には不確かさがあることが示されています。例えば、線量評価の際の、地表に沈着した放射性核種の測定レベルに関わる不確かさや食品中の放射性核種濃度の設定に伴う不確かさがその例です。このため UNSCEAR の報告書では、線量の評価結果が、実際の被ばくよりも過大に見積もられている可能性がある一方、場合によっては過小に見積もられている可能性もあるとして示されています。

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

WHO線量評価の概要

目的

- ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故による緊急対応が必要な地域・集団を特定する
- ・ そのために事故後1年間の被ばく線量を推計する
- ・ 線量推計の結果を基に、日本及び世界の住民の健康リスクを評価する

評価方法

- ・ 線量推計には、保守的な条件を設定し被ばく線量を評価
- ・ 外部被ばく及び内部被ばくからの線量を推計
- ・ 年齢別（1歳（乳児）、10歳（小児）、20歳（成人））及び地域別に被ばく線量を推計

世界保健機関（WHO）は、緊急時における放射線健康リスクの評価を行う責務を有しています。そのため、東京電力福島第一原子力発電所事故当時、緊急対策が必要となる対象地域や集団を特定することを目的として、事故後1年間における日本及び周辺国の住民の被ばく線量評価を実施しました。

WHOによる被ばく線量の評価は、①地面からの外部被ばく、②放射性プルームからの外部被ばく（上巻P30、「原子炉事故による影響」）、③吸入摂取による内部被ばく及び④経口摂取による内部被ばくの4経路で行われました。①、②及び③吸入による内部被ばく線量は、平成23年9月時点の地表汚染密度の情報を基にシミュレーションにより推計されました。また、④摂取による内部被ばく線量は、食品及び飲料水の測定値を基に推計されました。

①～④の推計値を合計して、住民の被ばく線量が算出されますが、WHOは評価が過小となることを避けるために、保守的な条件を設定し、考えられる最大の被ばく線量を評価しました。具体的には、計画的避難、屋内退避、食品流通制限等の防護対策はとらなかったとの条件を採用しています。

被ばく線量は地域及び年齢によって異なるため、地域を福島県、福島近隣県（千葉県、群馬県、茨城県、宮城県及び栃木県）、その他の都道府県、日本の周辺国、世界のその他の地域に区分し、それぞれ事故時年齢1歳（乳児）、10歳（小児）、20歳（成人）の人を対象に被ばく線量を推計しています。

本資料への収録日：平成27年3月31日

実効線量推計の要点

- ・ 外部被ばく及び吸入摂取による内部被ばく線量は、地表面沈着の測定データから算出
- ・ 経口摂取による内部被ばく線量は、食品の測定データから算出
- ・ 20km圏内は推計対象外
- ・ 計画的避難区域は、事故後4か月間滞在と仮定

被ばくの経路

- 全ての主要な被ばく経路を仮定
- ・ グラウンドシャイン※1からの外部被ばく
 - ・ クラウドシャイン※2からの外部被ばく
 - ・ 吸入摂取による内部被ばく
 - ・ 経口摂取による内部被ばく

世界保健機関（WHO）による実効線量推計方法の要点は次のとおりです。

- ・ 日本国内における外部被ばくや大気吸入による内部被ばく線量は、測定された地表面の放射性核種濃度の情報を基に算出された。
- ・ 日本国内における経口摂取による内部被ばく線量は、測定された食品の放射性核種濃度の情報を基に算出された。
- ・ 東京電力福島第一原子力発電所から20km圏内は、事故後速やかに避難が行われたため、被ばく線量推計が行われていない。
- ・ 計画的避難区域である浪江町、飯館村、葛尾村については、実際の避難対応を考慮せず、事故後4か月間当該地域に滞在したと仮定して推計された。

また、被ばく経路として①グラウンドシャイン※1及び②クラウドシャイン※2からの外部被ばく並びに③食品・飲料水からの経口摂取及び④大気吸入による内部被ばくの、4つの経路を仮定しています。

なお、外部被ばくの推計では、1日のうち16時間を屋内で過ごすとして、終日屋外にいた場合の60%程度の被ばく量と仮定しています。

※1：グラウンドシャイン：地表面に沈着した放射性核種からの外部被ばく

※2：クラウドシャイン：放射性ブルーム（上巻P30、「原子炉事故による影響」）中の放射性核種からの外部被ばく

【報告書記載箇所】

- ・ WHO 健康線量評価報告書（P25, Figure 5. から作成）
- ・ WHO 健康リスク評価報告書 FAQ（Q 4）
- ・ WHO 線量評価報告書 FAQ（Q 3 後半）・ WHO 線量評価報告書（P38 及び P86）

本資料への収録日：平成27年3月31日

リスク評価の前提

- 放射線発がんにはしきい線量がないものとし、固形がんについては直線型、白血病については直線-二次曲線型の線量反応を採用
- 線量・線量率効果係数 (DDREF) は、適用せず

結果

- 住民の被ばく線量は、あらゆる確定的影響のしきい値を下回っている
- 被ばく線量が最も高かった地域においても、小児甲状腺がんを含む、がん・白血病のリスクの増加は小さく、自然のばらつきを超える発生は予想されない
- 被ばくによる遺伝性影響のリスクは、がんのリスクよりもはるかに小さい
- 結果として、放射線に関連する疾患の過剰発症を検出できるレベルではない

まとめ

- 本報告書にあるリスクの数値は、リスクの程度を大まかに把握するためのものであり、将来の健康影響を予測するものではない

世界保健機関 (WHO) の健康リスク評価は、健康管理を行うべき対象者及び疾患の範囲を検討することを目的に実施されました。この評価では、過小評価を防ぐためにかなり保守的な仮定をおいて推定された線量が基になっています。したがって、この報告書に記載されている数値は、リスクの程度を大まかに把握するためのものであり、将来の健康影響を予測するものではありません。

【報告書記載箇所】

WHO 線量評価報告書 (P44 ~ 47, Table3,4)

WHO 健康リスク評価報告書 (P 8、P92 ~ 93、及び P156, Table43)

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

国際機関による評価 WHO報告書 (4/4) 不確かさの評価

- ・ 地表面沈着の測定値に基づく大気中放射性物質濃度の推定に関する不確かさ
- ・ 放射性核種の組成と化学形に関する不確かさ
- ・ 建物の遮へい効果を低く想定したことによる不確かさ
- ・ 食習慣による線量係数の変動に伴う不確かさ
- ・ 放射性物質の放出に関する情報（ソースターム）と拡散シミュレーションの不確かさ
- ・ 食物摂取による線量推計の仮定に伴う不確かさ

世界保健機関（WHO）は、実効線量推計結果の不確かさについて、主に次のように説明しています。

- ・ 空間中の放射性物質濃度を地表の沈着量から推定することに伴う不確かさがあります。例えば、ヨウ素の化学形により沈着量が異なるため、吸入による被ばく線量の評価には大きな不確かさが伴います。また、地域によって、ヨウ素 131 とセシウム 137 の組成割合等、放射性核種の組成が異なることも不確かさの原因の一つとなっています。
- ・ 線量評価では、コンクリート等の建物に比べて遮へい効果が小さい木造の建物を想定しており、これが過大評価につながる不確かさの一因となっています。
- ・ 内部被ばくの評価に当たり、線量換算係数（1 ベクレルの体内摂取による線量の値）には、国際放射線防護委員会（ICRP）による標準的な値を使用しています。しかし、日本人は海産物摂取が多く、体内に存在する安定ヨウ素の量が多いといわれています。その場合、一時的に放射性ヨウ素を体内に摂取したとしても甲状腺に取り込まれる量は少なくなります。このことは考慮されておらず、内部被ばく評価の不確かさの一因となっています。
- ・ 食物摂取による内部被ばくの評価においては、福島県及び近隣県の食品のみを摂取したと仮定する等、過大評価につながる仮定の下で評価が行われており、不確かさの一因となっています。

【報告書該当箇所】

- ・ WHO 線量評価報告書（P60～62, 4.7 Main sources of uncertainty and limitations 及び P31～33, 2.6.1 Ingestion doses inside Japan）

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

目的

- ・ 原子力事故がもたらした放射線被ばくのレベル、及びその健康影響とリスク、さらにヒト以外の生物相への影響に関する知見の提示。
- ・ 線量の推定値を提示し、UNSCEARがこれまで行ってきた科学的評価に照らして、日本国内に加え、近隣諸国での様々な集団の健康との関連を含めて議論。
- ・ 将来実施される可能性のある追跡調査や研究のために、どのような知識が不足しているかを挙げる。

国連科学委員会（UNSCEAR）2013年報告書の第Ⅰ巻 科学的付属書「2011年東日本大震災後の原子力事故による放射線被ばくのレベルと影響」と題する報告書は、次の事項を目的に作成されました。

- ・ 原子力事故がもたらした放射線被ばくのレベル、それに関連した人々に対する健康影響とリスク、ヒト以外の生物相に対する影響に関する知見を提供することで、主に平成23年と平成24年に得た情報を評価すること。
- ・ 線量の推定値を提示すると共に、UNSCEARが収集したデータ及び情報を使用し、事故を含む全ての発生源に由来する放射線の健康と環境への影響について UNSCEAR がこれまでに行ってきた科学的評価に照らして、日本国内に加え、度合いは低くなるが近隣諸国での様々な集団の健康との関連を含めて議論すること。
- ・ 将来実施される可能性のある追跡調査や研究のために、どのような知識が不足しているかを挙げること。

一方で、目的としないこととして次の二点が示されています。

- ・ 人権、公衆の健康防護、環境保護、放射線防護、緊急時に係る準備と対応、事故の管理、原子力安全及びこれらに関連する事項についての教訓を抽出したり政策問題を検討しない。
- ・ 地方自治体や日本政府、その他、国家機関や国際機関に対する助言を意図するものではない。

【報告書記載箇所】

- ・ UNSCEAR 報告書（Annex A, P 6, 第8項から作成）

本資料への収録日：平成27年3月31日

1. 評価はできるかぎり測定データに基づいて行った
2. 事故後 1 年間に公衆が受けた被ばく線量を評価。対象は、20歳（成人）、10歳（小児）、1歳（乳児）
3. 事故後10年間及び80歳までに被ばくする線量を予測
4. 実測値に基づいて状況を客観的に評価するため、できるだけ現実に即したモデルを使用
5. 最初の 1 年間に講じられた防護措置により回避された線量も推定

報告書の緒言で述べられているように、国連科学委員会（UNSCEAR）は、第 58 回会合（平成 23 年 5 月）において、東日本大震災後の原子力発電所事故による被ばくレベルと放射線リスク評価を、十分な情報が集まった時点で実施することを決定しています。主に平成 24 年 9 月までに発表された日本の都道府県データ、政府機関によるデータ、さらに日本以外の国連加盟国により提供されたデータや文献、国際原子力機関（IAEA）や世界保健機関（WHO）等の国際機関のデータと文献に準拠することとされました。また、それ以降、平成 25 年末までに得られた重要な新しい情報が可能な限り検討されました。

UNSCEAR 報告書の「第Ⅳ章 公衆の被ばく線量評価」の構成は次のとおりです。
A. 被ばく経路、B. 線量評価のデータ、C. 公衆被ばく評価方法の概要、D. 線量評価の結果、E. 不確かさ、F. 直接測定と他の評価の比較

なお、D. 線量評価の結果については、日本の公衆の実効線量と特定の臓器の吸収線量について推定を行った結果を示しています。その内容構成は次のとおりです。①避難しなかった公衆の 1 年目の線量、②避難者の線量、③日本の将来的被ばく線量評価、④他の国における被ばく線量の評価。

公衆の被ばく線量評価の少し詳しい内容は、次のページ以降で説明します。

【報告書記載箇所】

- ・ UNSCEAR 報告書（Annex A, 日本語版 P 5, 第 3～4 項及び P 7, 第 12 項から作成）

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

利用した測定値等

1. 外部被ばく及び吸入による内部被ばく

- ① 地上で、及び航空機により測定された放射性物質の地表面の沈着密度
- ② 事故炉から放出された放射性物質の種類と量の推定値と大気中拡散シミュレーションにより推定された大気中及び地表面の放射性物質濃度

2. 経口摂取による内部被ばく

- ・食品及び飲料水中の放射性物質濃度

- ① 1年目：市場に流通した食品及び飲料水中の放射性核種濃度の測定データ
- ② 2年目以降：土壌汚染濃度データからシミュレーションにより推定した食品中の放射性物質濃度。海産物については福島県沖海域での測定データ及び放射性核種拡散シミュレーションにより推定した海水中の放射性物質濃度。

- ・日本人の食品摂取量（国民健康・栄養調査）

東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質のうち、主に被ばくに寄与するのは、ヨウ素 131、セシウム 134 とセシウム 137 であると考えられています。

線量評価の最も確実な方法は、外部被ばくについては個人線量計による測定、内部被ばくについてはホールボディ・カウンタによる測定を行うことです。今回の事故に関しては、それらのデータも一部には存在しますが、福島県全体、さらにはその他の都道府県の人々の内部被ばく線量を算出するためには十分ではありませんでした。

そこで、国連科学委員会（UNSCEAR）は、この図に示したデータを基に線量推計を行い、それ以外の測定データは、計算結果を検証するために使用しています。

【報告書記載箇所】

- ・ UNSCEAR 報告書（Annex A, 日本語版 P25 ～ 26, 第 67 ～ 78 項, APPENDIX A 及び APPENDIX B のⅣ TRANSPORT AND DISPERSION IN THE OCEAN から作成）

本資料の収録日：平成 27 年 3 月 31 日

4 グループごとに公衆の線量を推定

線量評価のための地域区分

グループ	地 域	公衆の線量評価における空間解像度
1	人々が事故後、数日から数か月の単位で避難した福島県の地区	18の避難シナリオで特定された各地区における典型的な場所を使用
2	避難が行われなかった福島県の行政区画	外部経路及び吸入経路については行政区画レベル（各1 km格子点で推定値に基づき行政区画レベルでの平均値を算出） 経口摂取経路については県レベル
3	福島の隣接県（宮城県、栃木県、群馬県、茨城県）又は福島県に近い県（岩手県と千葉県）	外部経路及び吸入経路については行政区画レベル（各1 km格子点で推定値に基づき行政区画レベルでの平均値を算出） 岩手県における経口摂取による推定被ばく線量はグループ4と同じ、他の5つの県については、5つの県の平均に基づいた
4	その他の都道府県全て	外部経路及び吸入経路は県レベル 摂取経路についてはその他全ての都道府県平均

事故に伴う公衆の放射線被ばくは、場所によって異なります。また、避難をした人たちは、時間と共に場所を移動しています。

そこで国連科学委員会（UNSCEAR）は、公衆の被ばく線量を評価するために地域を4つのグループに区分し、被ばく経路によっては、更に狭い範囲を対象に線量を推計しています。表は、4つのグループの地域を示しています。

- ・グループ1：人々が事故後、数日から数か月の単位で避難した福島県の地区
- ・グループ2：避難が行われなかった福島県の行政区画
- ・グループ3：福島の近隣県（宮城県、栃木県、群馬県、茨城県）又は福島県に近い県（岩手県と千葉県）
- ・グループ4：その他の都道府県全て

なお、福島県には行政区画が12ありますが、事故直後12行政区画をカバーした18の避難シナリオがありました。したがって、12の行政区画の一部は、同時に複数の避難シナリオに関係していました。そこで、ある一つの行政区画内で避難シナリオに応じて考慮の対象になった特定の区域を代表するものとして「地区」という言葉が使われています。

【報告書記載箇所】

- ・UNSCEAR 報告書（Annex A, 日本語版 P27, 第79～80項、Appendix C, P167～168, 第30～32項から作成）

本資料への収録日：平成27年3月31日

図V. 放射性物質の環境放出に伴う被ばくの経路



1. 放射性プルームの大気中移動
 ✓ 外部被ばく
 ✓ 内部被ばく（吸入）
2. 地表沈着
 ✓ 外部被ばく
 ✓ 内部被ばく（再浮遊、吸入）
3. 地表等沈着
 ✓ 内部被ばく（飲食物移行）

主な評価対象の被ばく経路

- ① プルーム中放射性物質による外部被ばくと吸入による内部被ばく
- ② 地表沈着放射性物質からの外部被ばく及び飲食物移行放射性核種の摂取による内部被ばく
- ③ 海産物へ移行した放射性物質の摂取による内部被ばく

事故により環境中に放出された放射性物質による被ばく線量を推定するために、被ばくの形態の分析が行われます。

この図は、放射性物質による被ばくの経路を整理して示したものです。放射性プルームとして大気中を移動した後、人々の居住地域に到達する経路です。この場合、通過するプルーム中に含まれる放射性物質からの外部被ばくとプルーム中の放射性物質を吸い込むことにより起こる内部被ばくの2つの経路があります。

さらに、プルーム中に含まれた放射性物質が降雨等により地表に沈着した場合にも、2つの被ばく経路があります。1つ目は、地表に沈着した放射性物質からの放射線による外部被ばくです。2つ目は、沈着した放射性物質が農作物に移行するか、あるいはそれを食した家畜を摂取することにより起こる内部被ばくです。飲食物の摂取による被ばくとしては、水道水等放射性物質が含まれる飲料水を飲用することによる内部被ばくと、海洋に移行した放射性物質が魚介類に移行しそれを食することによる内部被ばくの経路が考えられます。

また、地表に沈着した放射性物質が大気中に再浮遊して、それを吸入することによる内部被ばくも考えられないことはありませんが、この被ばく経路の放射線影響は小さいと評価されています。

以上より、大気中に放出された被ばく経路の主なものは次のとおりとなります。

- ① 放射性プルーム中の放射性核種による外部被ばく
- ② 放射性プルーム中の放射性核種の吸入による内部被ばく
- ③ 地面に沈着した放射性核種からの外部被ばく
- ④ 食品及び水に含まれる放射性核種の摂取による内部被ばく

【報告書記載箇所】

・ UNSCEAR 報告書 (Annex A, 日本語版 P24, 第 65 ～ 66 項、Appendix C, P160 ～ 161, 第 C3 ～ C7 項から作成)

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

国際機関による評価 UNSCEAR2013年報告書 (6/9) 公衆の被ばく線量評価 線量評価の結果

表1. 事故後1年間の地域平均の実効線量及び甲状腺吸収線量の推定値※1

避難をした地区					
グループ		実効線量 (mSv)		甲状腺の吸収線量 (mGy)	
		20歳 (成人) ※2	1歳 (乳児)	20歳 (成人) ※2	1歳 (乳児)
1 ^a	予防的避難区域 ^b	1.1-5.7	1.6-9.3	7.2-34	15-82
	計画的避難区域 ^c	4.8-9.3	7.1-13	16-35	47-83
避難をしていない地域					
2	福島県 (避難区域外)	1.0-4.3	2.0-7.5	7.8-17	33-52
3	近隣県 ^d	0.2-1.4	0.3-2.5	0.6-5.1	2.7-15
4	その他の都道府県	0.1-0.3	0.2-0.5	0.5-0.9	2.6-3.3

^a 18の避難シナリオを用いて避難者の線量を推計

^b 高度の被ばくを防止するための緊急時防護措置として平成23年3月12日から3月15日にかけて避難を指示された地区

^c 平成23年3月末から同年6月にかけて避難を指示された地区

^d 岩手県, 宮城県, 茨城県, 栃木県, 群馬県, 千葉県

※1: 日本の避難地区及び避難区域外の典型的な住民における線量推定 mSv: ミリシーベルト mGy: ミリグレイ

※2: 10歳の推定値は省略

参考: 日本の近隣諸国及び世界の他地域における公衆の線量評価について: UNSCEARは、日本国外に居住する住民の事故直後1年間における事故による平均実効線量を0.01mSvより小さかったと結論した。

この表は、避難地区の典型的な住民及び福島県内の避難区域外の行政区画と他の都道府県の住民の、事故後1年間における実効線量と甲状腺の吸収線量を推定したものです。

表に示されている線量は、自然放射線によるバックグラウンド線量に追加したものです。つまり、東京電力福島第一原子力発電所事故により環境中に放出された放射性核種による被ばく線量の推定値を示しています。

なお、線量の範囲は、対象とするグループの中で、区域内の市町村又は避難シナリオごとの代表値の範囲を示します。

【報告書記載箇所】

・ UNSCEAR 報告書 (Annex A, 日本語版 P56 ~ 57, 第 209 ~ 214 項から作成)

本資料への収録日: 平成 27 年 3 月 31 日

- ・ 将来のがん統計において、事故による放射線被ばく起因し得る有意な変化が見られるとは予測していない。
- ・ 最も高い被ばくを受けたと推定される小児の集団について、甲状腺がんのリスクが理論上増加する可能性がある。そのため、今後、状況を綿密に追跡・評価する必要がある。
- ・ 先天性異常/遺伝的影響は見られない。

出典：国際連合広報誌「UNSCEAR：福島第一原子力発電所事故（情報に基づく意思決定のための放射線に関する科学的情報の評価）」に基づき作成

国連科学委員会（UNSCEAR）は、被ばく線量評価に基づいて、公衆の健康影響について、上表のように評価しました。

また、個別のがんや疾患のリスクに関する評価は次のとおりです。

- ・ 甲状腺がん：線量のほとんどは、放射線被ばくによる甲状腺がんの過剰発生率を確認できないレベルであったが、その中で上限に近い甲状腺吸収線量では、十分に大きな集団において、甲状腺がんの発生率上昇が観察される可能性がある。しかし、東京電力福島第一原子力発電所事故後の甲状腺吸収線量が、チェルノブイリ原発事故後の線量よりも大幅に低いため、福島県でチェルノブイリ原発事故後のように多数の放射線誘発性甲状腺がんを発生させるというように考える必要はない。
- ・ 白血病：胎児及び幼少期、小児期に被ばくした人の白血病のリスクを検討した。当該集団でのかかる疾患の発生率が識別可能なレベルで上昇するとは予測していない。
- ・ 乳がん：若年期に被ばくした人の乳がんのリスクを検討した。当該集団でのかかる疾患の発生率が識別可能なレベルで上昇するとは予測していない。
- ・ 妊娠中の被ばく：自然流産、流産、周産期死亡率、先天的な影響、又は認知障害が増加するとは予測していない。さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故で被ばくした人の子孫に遺伝的な疾患が増加することも予測していない。

【報告書記載箇所】

- ・ UNSCEAR 報告書 (Annex A, 日本語版 P58, 第 220 項及び第 222 ～ 224 項から作成)

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

1. 地表に沈着した短半減期放射性核種の測定レベルと地域による空間的な分布
2. 時間の経過に伴う放射性核種の放出率の推移と放出時の気象情報
3. 放射性ヨウ素の粒子径・化学形
4. 食品中の放射性核種濃度の設定
5. 日本人の甲状腺への放射性ヨウ素の取り込み率

国連科学委員会（UNSCEAR）は、東京電力福島第一原子力発電所事故からの放射性物質による公衆の被ばく線量評価は、不十分な知識と情報に基づいて一定の仮定を前提として行われており、その結果には不確かさが含まれていると評価しています。

1. 地表に沈着した放射性核種の測定レベルに関わる不確かさ
 - ・セシウム 134 とセシウム 137 の測定値の不確かさは比較的小さい
 - ・ヨウ素 131 については、半減期が約 8 日であり、測定前に放射性壊変が進んでいたことによる不確かさが大きい
2. 時間の経過に伴う放射性核種の放出率の推移と放出時の気象情報についての知見に関する不確かさ
 - ・平成 23 年 3 月に避難した人々の線量推定は、拡散シミュレーションの結果に基づいた
 - ・この場合、最大 4 ～ 5 倍の過大あるいは過小評価の可能性がある
3. 甲状腺吸収線量評価に影響する不確かさ
 - ・大気中の粒子状及びガス状のヨウ素 131 の相対量のデータがなく、各放出量は同等であると仮定したため、主要な被ばく期間にわたり最大 2 倍の不確かさを有している
4. 食品中の放射性核種濃度の設定に伴う不確かさ
 - ・事故後初期には最も高濃度の食品の特定が優先されたため、モニタリングの対象となった食品はランダムにサンプリングされておらず、評価に使用した平均濃度値が過大評価の原因になった可能性がある
 - ・食物の流通・消費のパターンの想定（福島県産品摂取量の過大評価）にも不確かさがあった
 - ・食品の放射性物質濃度の測定値が検出限界以下の場合、一律に 10 ベクレル / kg としたため、最初の一年間の食品摂取による内部被ばく評価は過大になった
5. 日本人の甲状腺への放射性ヨウ素の取り込み率に関する不確かさ
 - ・日本人の甲状腺への放射性ヨウ素の取り込み率は、標準的な国際放射線防護委員会（ICRP）のモデルと異なっている可能性がある（不確かさの度合いはほかの項目より小さく、これによる被ばく線量減少は 30% より小さい）

【報告書記載箇所】

- ・ UNSCEAR 報告書（Annex A, 日本語版 P35 ～ 36, 第 110 ～ 115 項、Appendix C の IV Uncertainties, 第 C113 ～ C131 から作成）

本資料への収録日：平成 27 年 3 月 31 日

直接測定との比較

二つの放射性核種の測定情報が、公衆の被ばくを評価するための情報源となった。

- ① 甲状腺、特に小児の甲状腺におけるヨウ素131 (I-131) の測定値
- ② セシウム134 (Cs-134) とセシウム137 (Cs-137) の全身モニタリング結果

1. 国連科学委員会(UNSCEAR)が内部被ばくによる甲状腺の地区平均吸収線量を推定した結果は、同じ対象グループの直接のモニタリングから導き出された甲状腺の地区平均吸収線量より最大で約5倍高かった。
2. 福島県において10万6,000人以上の住民を対象にしたホールボディ・カウンタ検査結果は、UNSCEARが推定したCs-134とCs-137の吸入と経口摂取による平均的実効線量値よりかなり低かった。

国連科学委員会(UNSCEAR)報告書では、公衆の放射線被ばくを推定するに当たり、例えば、情報不足による防護措置に関する仮定や線量測定に関する因子等に関し若干の過大評価を行った可能性が示されています。そのことは、東京電力福島第一原子力発電所事故直後に福島県内で行われたヨウ素131の甲状腺測定、及びセシウム134とセシウム137の全身測定(ホールボディ・カウンタ検査)結果との比較でも確認されています。

比較の対象とされたデータは、次のとおりです。

- ①内部被ばくによる甲状腺吸収線量：平成23年3月26日から30日までの間に、いわき市、川俣町、飯舘村に居住する1歳から15歳の乳児、小児1,080人を対象に可搬型線量率計を用いて行われた甲状腺モニタリングのデータ
- ②内部被ばくによる実効線量：福島県の県民健康調査の一環として実施された、福島県における10万6,000人以上の住民を対象にしたホールボディ・カウンタ検査のデータ。さらに、研究者らが平成23年10月から平成24年2月にかけて福島県と近隣県の3万3,000人の住民を対象にしたホールボディ・カウンタ検査のデータ

図で示したとおり、これらの実測データとUNSCEARによる推計の比較について、UNSCEAR報告書は次のようにまとめています。

- ・上記①に関しては実測データの地区平均吸収線量より最大で5倍
- ・上記②に関しては実測データよりかなり高い(実測データがUNSCEARによる評価線量よりかなり低い)

【報告書記載箇所】

- ・UNSCEAR報告書(Annex A, 日本語版P36～37, 第116～118項から作成)

本資料への収録日：平成27年3月31日