

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 科学的附属書「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2011年と2012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（科学的附属書 A, 日本語版 P26, 第8項から作成）

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（2011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2012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、2013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（科学的附属書 A、日本語版 P25、第3～4項及び P 7、第12項から作成）

本資料への収録日：2015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、このスライド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せん。

【報告書記載箇所】 UNSCEAR 報告書（科学的附属書 A、日本語版 P46～48、第67～78項、附録 A 及び附録 B のⅣ「海洋における移行と拡散」から作成）

本資料への収録日：2015年3月31日

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1km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1km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、さら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、福島県にはグループ1に分類される行政区画が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（科学的附属書 A、日本語版 P48～49、第79～80項、附録 C、P155～156、第30～32項から作成）

本資料への収録日：2015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。

以上により、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 (科学的附属書 A, 日本語版 P45~46, 第65~66項, 附録 C, P148~149, 第 C3~ C7項から作成)

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2011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 2011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 (科学的附属書 A, 日本語版 P80~81, 第209~214項から作成)

本資料への収録日: 2015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に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：UNSCEAR「Fact sheet on UNSCEAR 2013 Report : Japanese (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)」
(https://www.unscear.org/docs/publications/2016/factsheet_jp_2016_web.pdf) より作成

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 (科学的附属書 A, 日本語版 P82~83, 第220項及び第222~224項から作成)

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
 - ・2011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)にも不確かさがあつた
 - ・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（科学的附属書 A、日本語版 P57～58、第110～115項、附属 C の M「不確かさ」、P188～192、第 C113～C131から作成）

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もかなり低かった。

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：2011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2011年10月から2012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

スライドで示したとおり、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もかなり低い）

【報告書記載箇所】 UNSCEAR 報告書（科学的附属書 A、日本語版 P59、第116～118項から作成）

本資料への収録日：2015年3月31日