

IAEAレビューミッション結果に基づき実施計画 変更認可申請補正書へ反映した部分の説明資料

TEPCO

個別の変更箇所その他、IAEAからはモデルや仮定、使用したデータなどについて、記載を充実すべきとのご意見をいただき、適宜反映いたしました。

東京電力ホールディングス株式会社

IAEA

事故後12年が経過していることを考慮し、十分に保守的であっても現実的なソースタームとすべきである。

- ALPSの除去対象である62核種は、1～3号機原子炉内の燃料に由来する放射性物質と運転時の原子炉保有水等に含まれていた腐食生成物に由来する放射性物質から選定しました。
 - ALPS運用開始後、ALPS処理水の分析において、有意に存在することが判明した炭素14を測定対象として追加しております。
- 選定にあたっては、原子炉停止30日後のインベントリの評価結果から、原子炉停止後より1年間の減衰を考慮した滞留水濃度を推定しているため、12年が経過した現在では減衰して存在量が十分に小さくなっている核種の存在も考えられます。
 - 事故後11年以上が経過した現在では、実際にはすでに減衰してしまったものもあると考えられますが、保守的に検出下限値で存在するものとして評価しました。
- 今後、評価対象核種について、追加すべき核種が無いかを含めて精査することとしており、必要に応じて、本評価を見直す予定としております。 [資料2 - 1 : P.14参照]

IAEA

放出するALPS処理水に有機結合型トリチウム（OBT：Organically Bound Tritium）がほとんど含まれていないとしても、評価の妥当性を検証するため、OBTを考慮して被ばく評価を行い、モニタリングプログラムに含めるべきである。

- トリチウム水は、環境中で動植物等の体内で、一部が有機結合型トリチウム（OBT）に変換されます。
 - 体内に取り込まれたトリチウム水の大半は、水のまま排出されますが、一部はOBTに変換されて、排出が遅くなります。
 - OBTの実効線量係数（被ばくへの影響を表す係数）は、トリチウム水の約2.3倍となります。
- 本改訂において、海産物摂取に伴い摂取するトリチウムの10%をOBTとして保守的に仮定し評価しました。
 - 直接海水を飲む場合や海水のしぶきを吸入する場合は、全てトリチウム水として評価しています。
 - なお、これまで当社が福島第一原子力発電所の近傍で実施した魚のモニタリングにおいては、OBTは検出されておらず、海水中のトリチウム濃度に対して、生体内のトリチウムが濃縮されるような事象は確認されておりません。
 - 世界的にも、トリチウム水がOBTの生物濃縮を引き起こす証拠はみつかっていないとする見解が一般的です。
- また、魚介類のOBT測定を含めたモニタリング計画を報告書に記載しました。

IAEA

評価対象の海域を発電所周辺10km×10kmとした根拠を文書化するべきである。

- 漁業に関する評価対象の海域は、発電所から最寄りの漁港までの距離が5km以上離れていること、漁業は、漁港から出港して漁港を中心に操業することから、保守的に発電所南北5km、沖合10km（発電所周辺10km×10km）の範囲で行われるものと記載しました。
- また、評価対象海域の違いによる被ばく評価への影響について、「評価対象とする海域の範囲による不確かさ（認識的不確かさ）」として、検討しました。
 - 発電所周辺10km×10kmのほか、5km×5km、20km×10kmについても通常時の人への被ばくを評価しました
 - 5km×5kmでは、10km×10kmの約3倍となりましたが、発電所周辺5km×5kmの範囲のみで漁業を行うことは現実的ではないことから、海域の範囲について、不確かさを考慮する必要は無いと判断しました。

5 km × 5 km

10km×10kmの3倍程度高い

20km × 10km

10km×10kmの2割程度低い



*共同漁業権非設定区域

IAEA

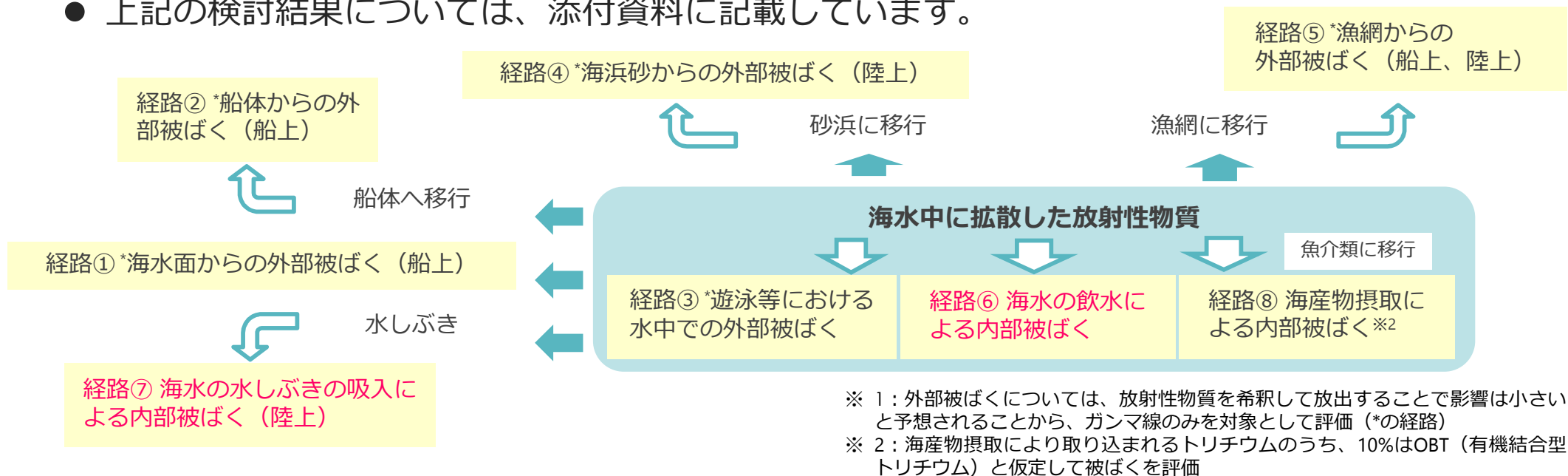
代表的個人的生活習慣の設定や被ばくを受ける場所の設定は、将来も踏まえて検討すべきである。

- 被ばく評価の対象となる代表的個人の設定に、「発電所周辺の状況」として、「福島第一原子力発電所周辺の地域では、帰還困難区域、発電所の陸側を取り囲む中間貯蔵施設などにより、一般の人が居住できない措置が取られているため、既往の原子力施設の安全審査等に用いられている値で評価した」ことを記載しました。
 - IAEAの安全基準文書（IAEA Safety Standards Series GSG-9 “Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment”, 2018）によると、「代表的個人に関する生活習慣および特性は、生活習慣データ分布から最も高い群などをしよすべき」とあります。
- 一方、砂浜滞在による被ばく（遊泳、砂浜滞在による外部被ばく、飲水、しぶき吸入による内部被ばく）の評価地点として、将来海水浴等に利用される可能性を考慮し、敷地北側の最寄りの居住可能エリアの海岸を設定しました。
- 今後、帰還困難区域の解除およびこれに伴う居住制限の緩和等によって、福島第一原子力発電所周辺の復興が進み、代表的個人に関する生活習慣および特性に関する現実のデータが積み上がった際には、評価の見直しについて検討していきます。

IAEA

想定される被ばく経路については、たとえ、寄与が小さいとしても考慮していることを示すべきである。

- 人の被ばく経路については、これまでの国内の指針類に従って実施していましたが、IAEAの指摘を踏まえて寄与が小さいと考えていた経路についても被ばく評価を行い、比較的被ばく影響の大きかった「遊泳等による海水の飲水（経路⑥）」、「海水の水しぶきの吸入（経路⑦）」について、評価結果に追加しました。
- 上記の検討結果については、添付資料に記載しています。



IAEA

潜在被ばくのシナリオは、外部事象による管理されない放出を考慮すること。また、評価には全ての被ばく経路を含めるとともに、ソースタームはすべての放射性核種を考慮するべきである。

- 旧評価では、被ばくを外部被ばくに限定し、被ばくの大きい核種のみが大量に含まれる現実にはあり得ない保守的なソースタームにより評価を行いましたが、外部事象（地震）を考慮したシナリオを選定し、実測値によるソースタームを使用して通常時と同じ被ばく経路全てについて評価しました。

評価項目	旧評価	今回評価
シナリオ	希釈用海水ポンプが停止し、緊急遮断弁が動作せずALPS処理水5,000m ³ が希釈されないまま1日で流出	①配管破断により1日あたり500m ³ が20日間流出 ②地震等によりサンプルタンク3群すべてが破損し、30,000m ³ が1日で流出
ソースターム	最も被ばく影響が大きい核種1核種（テルル127）のみが告示濃度で含まれる	64核種が実測値で含まれる
被ばく経路	外部被ばくのみ	通常時の被ばく経路すべて

IAEA

トリチウムやその他の核種が、海中において、セシウムと同じ挙動をすることの根拠を示すべきである。

- トリチウムは水として存在しており、水に溶けたイオン状のセシウムは、水とともに拡散すると考えられます。使用した拡散シミュレーションモデルは、福島第一原子力発電所の事故によって海洋に漏えいしたセシウムの海水中濃度の再現計算により検証されたモデルであり、シミュレーション結果と実測値が、よく一致しているものです。
- 一方、セシウムを含めてトリチウム以外の核種は、海水中の浮遊粒子や海底土、魚介類への移行・濃縮など、環境における動態がトリチウムと必ずしも一致しないことも考えられますが、放出するALPS処理水は不純物がほとんど含まれない水であり、沈殿物が大量に発生することは考えられないことなど、海底土等に吸着する放射性物質の量は放出量にくらべて非常に少ないと考えられます。
- そのため、モデルの単純化の観点から、海底土等への吸着による海水濃度低下を考慮しないこととする一方、海底土への吸着や生物への濃縮については、平衡状態となっているものとしていずれも保守的に設定することにより評価を行いました。
- なお、これらの内容を報告書に記載しました。

IAEA

放出期間が30年程度継続することを鑑み、放射性物質の環境中での蓄積を考慮し、被ばくが最大となるように評価するべきである。

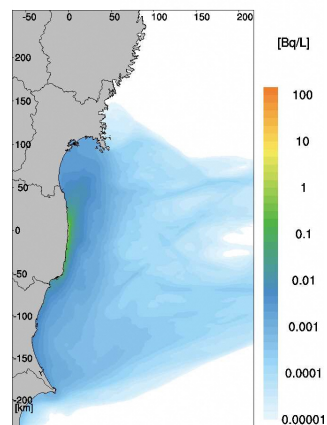
- 海洋における移流、拡散については、7年分のシミュレーション計算を行いました。発電所周辺海域では放射性物質が特定の場所に蓄積していく傾向は見られませんでした。
- また、拡散において、海底土等への吸着による海水濃度低下を考慮しないこととする一方、海底土への吸着や生物への濃縮については、平衡状態となっているものとしていずれも保守的に設定することにより評価を行いました。
- 本評価は、1年間の被ばく評価ですが、長期間にわたる放出により、環境中で放射性物質が蓄積して平衡状態となったものとして評価しており、これが最大と考えています。

IAEA

国際社会の関心に応えるため、近隣諸国に与える影響を評価するべきである。

- 使用した拡散シミュレーションの計算領域（南北約490km、東西約270km）の境界部において、2014年～2020年の気象海象データを用いて計算した年間平均濃度の最大値は 0.00026Bq/ℓ、日平均の最大値は 0.014Bq/ℓとなり、日本周辺海域における海水中トリチウム濃度（約0.1Bq/ℓ）と比較して十分低い評価結果となることを報告書に記載しました。
- 発電所周辺10km×10kmの年間平均濃度から計算した被ばく評価結果は、最大で年間約0.0004mSvと、一般公衆の線量限度（年間1mSv）、線量拘束値（年間0.05mSv）と比較して十分に低いことから、計算領域の外側において放射線影響を評価する必要は無いと考えております。

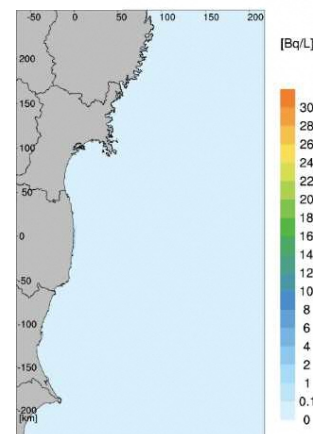
2019年



左図のように、解析上は、トリチウム濃度を 10^{-5} Bq/ℓまで計算して図示することができますが、周辺海域の海水中トリチウム濃度は約0.1Bq/ℓであり、右図のとおり、それより低い濃度は現状の濃度と区別が難しいと考えられます。

トリチウム濃度の年間平均濃度分布図
(下限を 1×10^{-5} Bq/ℓまで図示)

2019年



全領域の年間平均濃度
(下限を0.1Bq/ℓまで図示)

IAEA

不確かさの考察では、感度解析（パラメータの変更による影響整理など）をする
とよい。

- 「不確かさ」は、一般的に「偶然的な不確かさ：もともとデータに存在するバラツキなど統計的に分布をもつものによる不確かさ」、「認識的な不確かさ：もともとは唯一無二の状態が存在していると考えられるもの、知識不足から生じる不確かさ」の2つに大別されます。
- 可能なものは感度解析を行い、2種類の不確かさの面からの考察を報告書に記載しました。
- 不確かさを考慮しても、評価の保守性が損なわれることはありません。

項目	「不確かさ」の内容
ソースタームの選択	ALPS処理水の核種組成は、二次処理から測定まで不明であり、認識的な不確かさがある。 実測値は、分析の不確かさによる、偶然的な不確かさを含む。
環境中での拡散、 移行のモニタリング	気象、海象データには年変動があり、偶然的な不確かさを含む。 拡散シミュレーションモデルは、モデル自体に認識的な不確かさがある。
移行経路	外部被ばくの移行係数は、元素の違いを考慮しておらず、外部被ばくの線量換算係数は、全ての核種を網羅していないことによる認識的な不確かさがある。 海産物摂取による内部被ばく評価に使用している魚介類の濃縮係数は、データが十分ではなく、認識的な不確かさを含んでいる。
被ばく経路	選定した移行経路、被ばく経路が、全ての経路を網羅していないことによる認識的な不確かさがある。
代表的個人の選定	現在、発電所周辺地域は復興途上であり、実際の生活習慣との違いによる認識的な不確かさを含んでいる。また、食品摂取量は、全国のデータから設定しており、認識的な不確かさを含んでいる。 評価対象海域として、適切なエリアがどの範囲か、認識的な不確かさを含んでいる。

IAEA

トリチウムの放出上限が適切であることを示すため、および、必要に応じてその他核種の放出上限を確認するため、放射線影響評価報告書へのインプットとして、線量拘束値を用いるべきである。

- 我が国の原子力規制体系には、厳密には線量拘束値は設定されておらず、代わりに通常運転時の発電用軽水型原子炉では、周辺監視区域外の一般公衆の線量目標値として、年間0.05mSvが設定されています。
 - 2022年2月16日 原子力規制委員会は、放射線影響評価の確認における考え方と評価の目安として、「代表的個人について、評価結果が地域や生活環境等による人の年間被ばく量の変動範囲に比べ十分小さいものであること、すなわち50 μ Sv/年を下回ることを確認する。50 μ Sv/年は、通常運転時の発電用軽水型原子炉に適用される線量目標値であり、IAEA安全基準における線量拘束値に相当する。」との見解を示しました。
- ➔ これらを踏まえ、本評価においても、年間50 μ Sv = 年間0.05mSvを線量拘束値として扱うこととしました。
- なお、年間50 μ Svで許容される年間トリチウム放出量は、2,700兆Bq～36,000兆Bqと評価されますが、当社は、これまでどおり年間22兆Bqと設定しました。