

放射線影響評価報告書における
ROMSを用いた海洋拡散シミュレーションによる
海水中のトリチウム濃度の再現計算について

原子力規制庁 原子力規制部
東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

令和4年3月18日



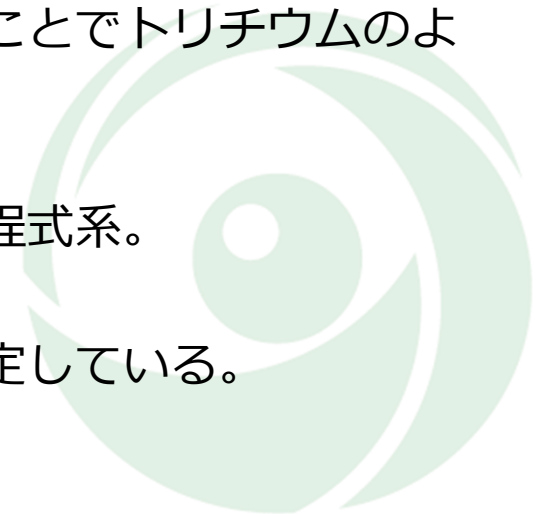
概要

- ALPS処理水の海洋放出による人および環境への放射線による影響は、放出後における海水中の放射能濃度に依存する。
- 東京電力ホールディングス株式会社（以下「東京電力」という。）による放射線影響評価報告書（以下「評価報告書」という。）ではROMSという領域海洋モデルを用いた放出シミュレーションを実施することで、放出後の海水中のトリチウム濃度を計算し、他の核種についてはソースタームの存在比からその濃度を算出している。
- 原子力規制庁は、東京電力が実施した海洋拡散シミュレーションの結果が概ね再現できるかを確認するため、同様の海洋拡散モデル（ROMS）やソースタームを用いてシミュレーションを実施した。
- また、計算領域外縁部における海水中のトリチウム濃度についても算出し、バックグラウンドに含まれるトリチウム濃度との比較を行った。

ROMSとは

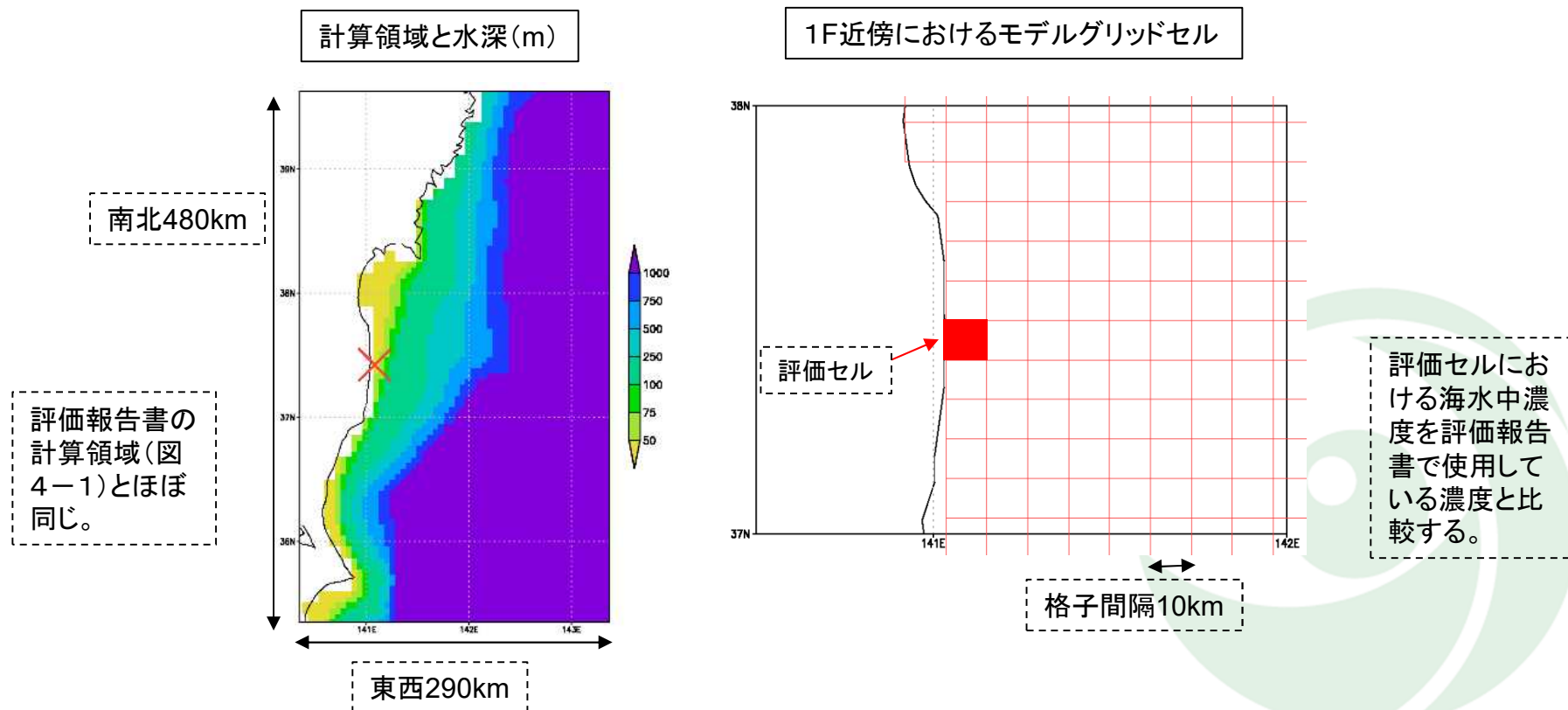
領域海洋モデルROMS (Regional Ocean Modeling System)

- 米国ラトガーズ大学、UCLA等を中心に開発された3次元海洋力学モデル。
- ソースコードが完全に公開※¹されており、海洋の力学、地質学、生物学等に広く活用されている。
 1. <https://www.myroms.org/>
- 算出される物理量は流速、海面水位、水温、塩分濃度。
- 温度と塩分の移流・拡散計算モジュールを利用することでトリチウムのようなトレーサの拡散シミュレーションが可能。
- 支配方程式は海洋モデルで一般的なプリミティブ方程式系。
- 静力学平衡（海水の鉛直方向の動きは小さい）を仮定している。



計算方法（1）

- 評価報告書では水平格子間隔を200mとしているが、被ばく評価には10km四方の領域における平均海水中濃度を使用していることから、原子力規制庁は水平格子間隔10kmで同様の海洋放出シミュレーションを実施した。



計算方法（2）

計算条件の比較

評価報告書

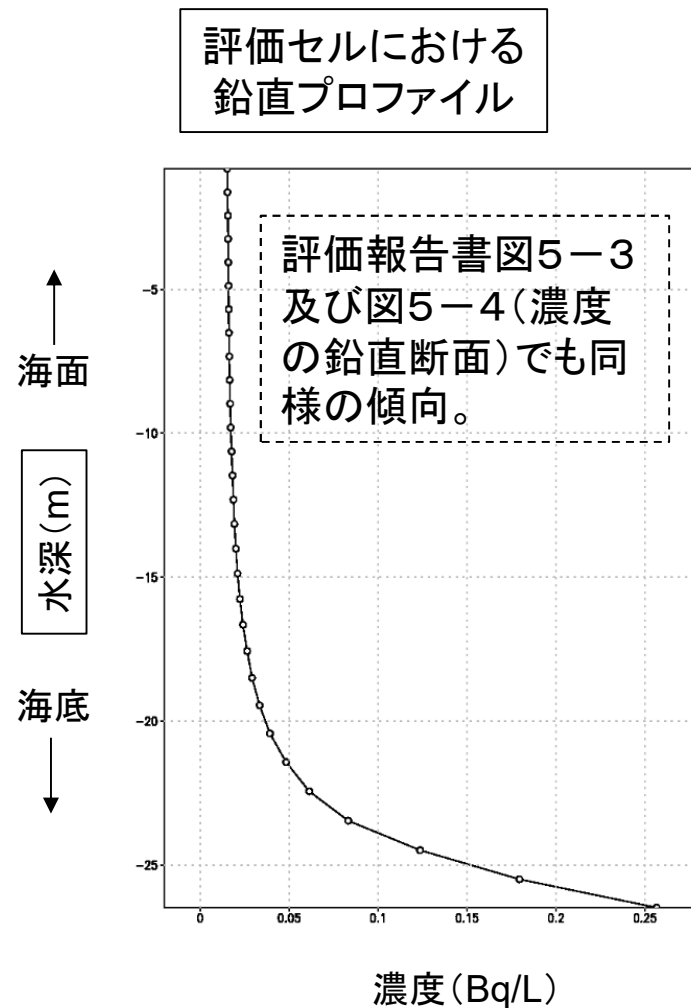
- **水平格子間隔**：計算領域全体で1km、1F近傍で200m。
- 鉛直構造：30層。
- 年間放出量：22兆Bq（定常）
- 評価対象年：2019年。
- **海洋の元データ**：JAMSTEX再解析JCOPE2。
- **大気からの強制場データ**：気象庁全球数値予報モデルGPVから作成。

原子力規制庁

- **水平格子間隔**：計算領域全体で10km。
- 鉛直構造：30層。
- 年間放出量：22兆Bq（定常）
- 評価対象年：2019年。
- **海洋の元データ**：HYCOM客観解析GOF3.1。
- **大気からの強制場データ**：気象庁55年長期再解析JRA55。

計算結果（1）

年平均海水中トリチウム濃度(Bq/L)

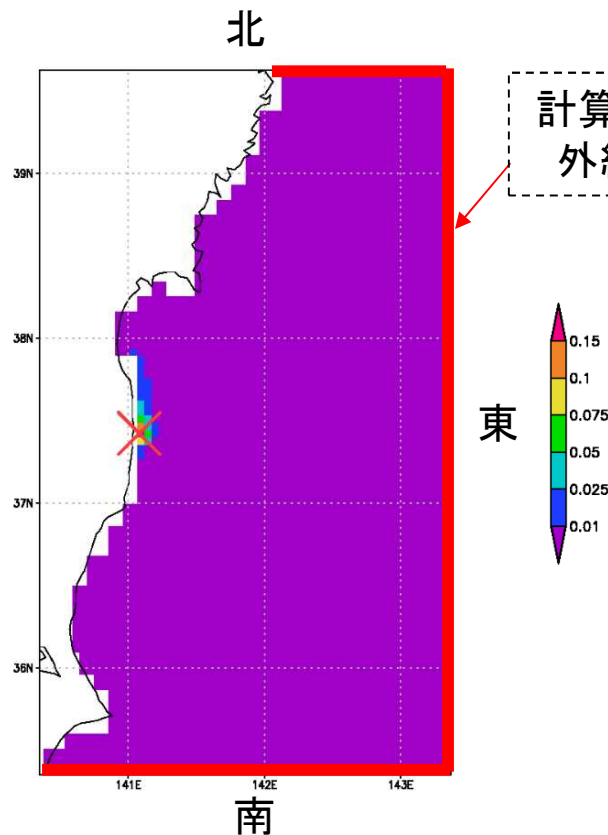


	全層平均
評価報告書	5.6E-02 (評価報告書表5-5)
原子力規制庁	4.4E-02

- 全層平均濃度は同程度の値となった。
- 静力学平衡を仮定しているため、鉛直混合は活発ではない。
- ALPS処理水の排水が放出点近傍の海水に局所的な乱流を発生させた場合、鉛直混合が活性化される可能性がある。

計算結果（2）

計算領域外縁部における 1時間平均海水中トリチウム濃度 (Bq/L) の最大値



- 北側 : $3.4E-4$
- 東側 : $1.0E-3$
- 南側 : $1.8E-3$

（参考）海水中トリチウム濃度のバックグラウンド値 (Bq/L)

- UNSCEARの文献値 : $1.0E-1$ ^a
- 太平洋・インド洋における測定値 (1996-1997) : $4.0E-2 \sim 4.0E-1$ ^b
- 青森県沿岸における測定値 (2001-2005) : $\sim 2.4E-1$ ^c

- a. UNSCEAR, 2016. Sources, effects, and risks of ionizing radiation. Annex C: Biological effects of selected internal emitters – Tritium.
- b. Kakiuchi et al., 1999. Tritium concentration in ocean. J. Radioanal. Nucl. Chem., 239 (3), 523-526.
- c. 海洋生物環境研究所, 2017. 平成28年度原子力施設等防災対策等委託費 (海洋環境における放射能調査及び総合評価) 事業調査報告書.

まとめ

- 年平均海水中のトリチウム濃度のうち、鉛直方向の全層平均においては評価報告書と同程度の値を再現できた。
- また、海洋放出による計算領域外縁部における海水中トリチウム濃度の1時間平均値の最大値は、バックグラウンド濃度の文献値より1桁以上小さくなった。
- なお、ROMSは静力学平衡を仮定しているため放出されたトリチウムの鉛直混合は活発ではないが、実際にはALPS処理水が海水をかき混ぜることにより放出点近傍において鉛直混合が活性化される可能性がある。