

# 太平洋における放射能濃度分布のシミュレーションについて

平成 23 年 6 月 24 日  
独立行政法人日本原子力研究開発機構

## 1. 概要

文部科学省は、平成23年3月23日より東京電力（株）福島第一原子力発電所沖合の海域におけるモニタリングを実施しており、その放射性物質濃度は、5月以降は検出限界値を下回る状況が続いている。他方、放射性物質を含む水が、太平洋全体にゆっくり拡散していることは明らかである。今般、独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA）が、福島第一原子力発電所事故に由来するセシウム137について、大気放出物の一部も海洋に投入されることを簡易的に考慮した上で、太平洋の遠洋全域における約200kmメッシュによる放射能濃度分布に関し、年オーダーでのシミュレーションを行ったので報告する。なお、本結果は簡略なモデルによる概算であり、今後、米国海洋大気圏局（NOAA）等と協力し日米で詳細なモデル計算を行い、その結果については日米で相互に評価することを検討している。その際には、JAEAが、独立行政法人海洋研究開発機構及び京都大学の協力によって作成される高精度の再解析データセットを用いて、北太平洋における現実的な放射性物質拡散シミュレーションを実施する予定である。

本シミュレーションは、JAEAが開発した計算コード「LAMER<sup>(注1)</sup>」により、原子力安全・保安院が6月6日に発表したセシウム137の放出量の情報等をもとに予測計算を行ったもの。

結果としては、平成24年4月における太平洋の海水中のセシウム137の濃度は、最も放射能濃度の高いところで0.023Bq/Lであり、昭和30年代半ばの日本の太平洋側の黒潮流域におけるセシウム137の濃度3分の1以下と予測され、この予測結果によれば、海産物の摂取による内部被ばくについても、昭和30年代後半の水準（計算推定値）と同程度と見込まれる。

(注1) LAMER：年平均3次元流速場を用いて1年以上の長期的な地球規模の放射性物質の拡散を予測するモデル。独立行政法人日本原子力研究開発機構が開発した。（流速場のメッシュは水平2度（約200km×200km）、鉛直15層）

## 2. 方法

地球規模の拡散状況、海産物摂取による内部被ばく量を把握することが目的であるため、本シミュレーションでは以下の仮定をおいて計算した。

- ・セシウム137の放出シナリオは、原子力安全・保安院が6月6日に発表した放出量の情報等をもとに推定した8.45PBq（=15PBq×0.5<sup>(注2)</sup>（大気を経由）+（0.94+0.0096）PBq（海洋へ直接））を用い、計算上、平成23年4月1日に発電所沖合に全量を投入し、それ以降の放出はないものとした。
- ・LAMERの粒子拡散モデルによる移流・拡散計算を行った。水平・鉛直拡散係数はそれぞれ $1.3 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ とし、表層混合層についても考慮した。
- ・遠洋での海水中の放射能濃度の推定を目的としているため、海底への堆積、海底からの再浮遊、粒子態との吸脱着、河川からの流入等は考慮していない。
- ・海産物摂取による内部被ばくの推定については、平成24年4月時点におけるセシウム137の濃度の計算値から、放出量、半減期を補正することで、ヨウ素131、セシウム134の濃度の計算値を算出し、次に、保守的に計算するため海洋での最大濃度に濃縮係数を乗じて海産物中濃度を推定し、日本人の平均的な海産物摂取量、実効線量係数を乗じることで海産物による内部被ばく線量を推定した。（別添参照）

(注2) ×0.5：3月23日に原子力安全委員会が発表した内部被ばく臓器等価線量の積算値分布（3月12日6時から3月24日0時までのSPEEDIによる試算値）を基に、陸側と海側の放出量を概算したところ、おおむね5割が海側に流れたと推察される。

## 3. 結果

- ・1年後（平成24年4月）の太平洋の海水中セシウム137濃度は、最も放射能濃度の高いもので0.023Bq/Lと予測される。これは現在のバックグラウンド（BG）の放射能濃度（0.0017Bq/L）に比べれば約14倍となるが、昭和32年時点の日本の黒潮流域におけるセシウム137濃度のピーク時と比べれば3分の1以下となる。（参考までに、平成23年9月時点で試算すると0.072Bq/Lとなり、昭和32年時点のピーク時と比べ同程度となる。）【図1-1】～【図1-2】

- ・セシウム 137 を含む水塊は、黒潮及び黒潮続流並びに北太平洋海流によって太平洋を東に移流・拡散していき、3年後の水塊の中心は北太平洋東部へ移動していると予測される。5年後には約0.0002Bq/L（現在のBGの約10分の1）の濃度がアメリカ西海岸へ到達するとともに、7年後にはすべての海域における濃度が0.002Bq/Lよりも小さくなり、現在のBGと区別できないほど希釈が進むものと予測される。【図2-1】～【図2-4】
- ・海産物摂取による内部被ばくは、平成24年4月の最高濃度（セシウム134；0.020Bq/L、セシウム137；0.023Bq/L）を用い、平成20年の国民健康・栄養調査から日本人の平均値摂取量を使用して試算した結果、年間約1.8 $\mu$ Svとなる。なお、同様の計算方法で昭和30年代の年間の内部被ばく線量を試算したところ約1.7 $\mu$ Svと推定される。

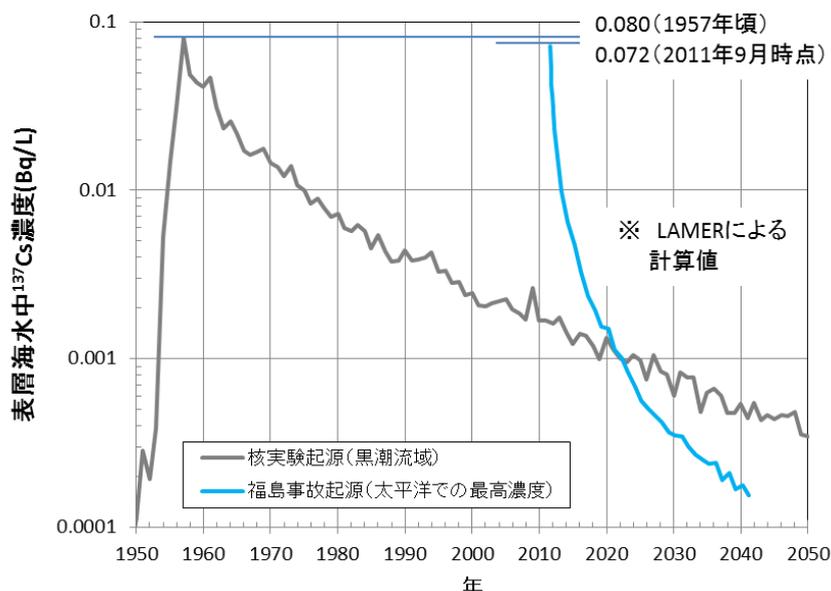
#### 4. これまでのシミュレーションとの差異

これまで5次に亘り文部科学省が発表してきた海域における放射能濃度のシミュレーションは、日本近海を比較的高精細に表現しており、これまでの海域モニタリングの実測値とも概ね整合する結果が得られているが、海岸の表層海水の放射能濃度をもとに海表面における拡散を計算したもので、大気から降下する放射性物質や鉛直方向への拡散については考慮されていなかった。本シミュレーションは、沿岸域の詳細な放射能濃度の分布状況については表現することはできないが、放出シナリオに大気経由のものを簡易的に含め、さらに鉛直方向への拡散についても計算したものである。

また、文部科学省のシミュレーションでは、JCOPE2による計算の信頼性の観点から予測期間を短期間（約2ヶ月先まで）としている。他方、本シミュレーションは、年オーダーで計算を行うことから中・長期的な予測に向いているため、太平洋全体でのセシウム137を含む水塊の動きを予測することが可能である。なお、本シミュレーションの予測結果によれば、セシウム137を含む水塊が北米大陸西岸に到達するのは、多くは数年後になるのではないかと考えられる。

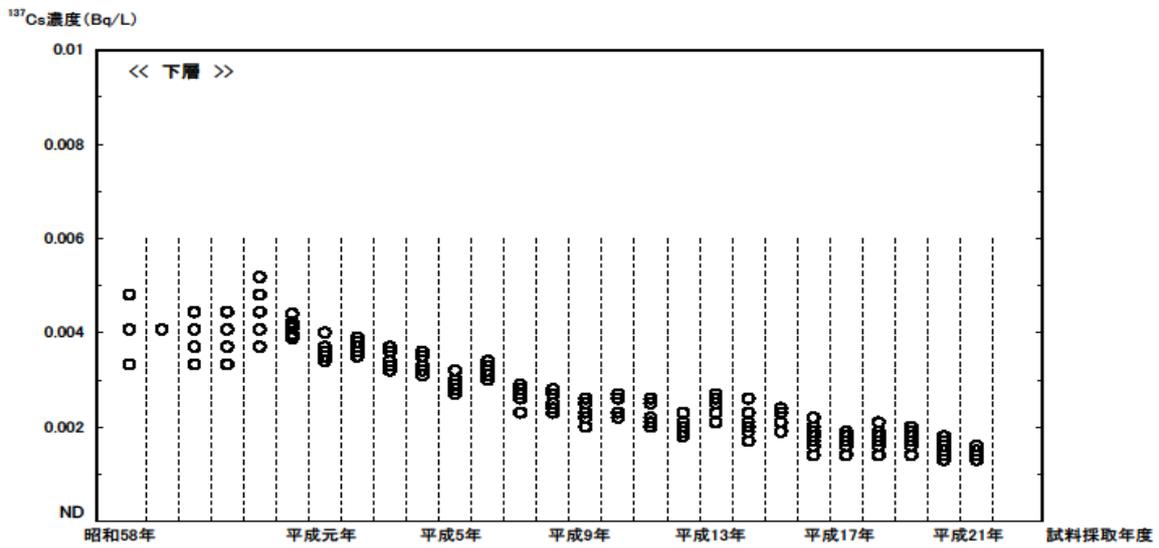
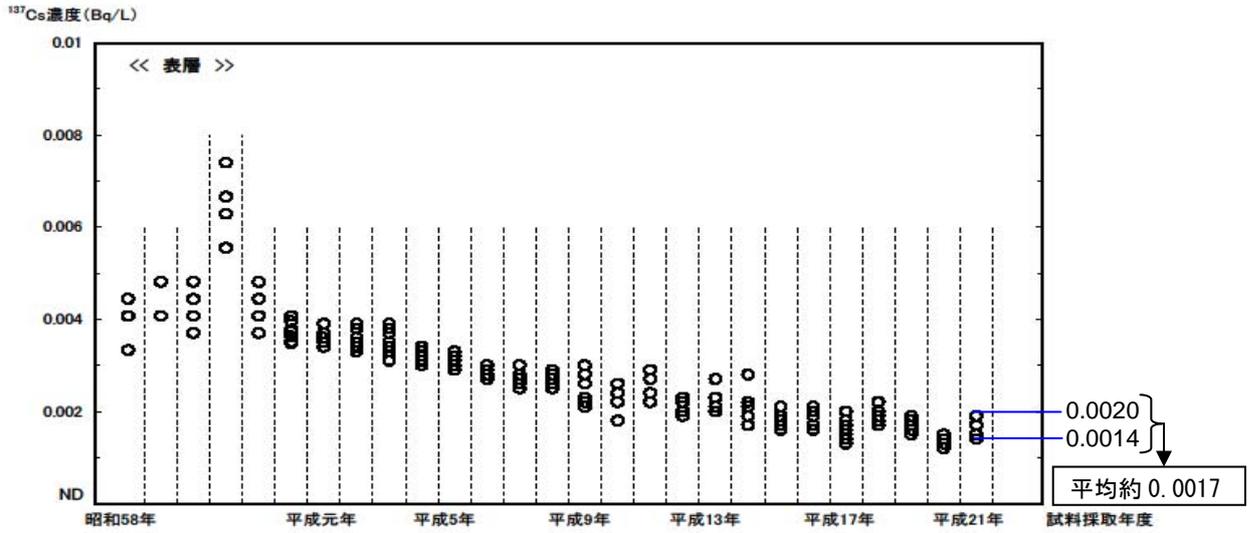
#### 5. 留意事項

モデルの検証については、過去の大気圏内核実験によって拡散したセシウム137の放出量を用いてLAMERで海水中の放射能濃度を計算し、これを実測値と比較したところ、セシウム137の計算値を2倍にした値は実際の実測値の約90%を含んでいることから、セシウム137の濃度が高い海産物を摂取した場合であっても、本評価の2倍程度の線量に収まるものと考えられる。



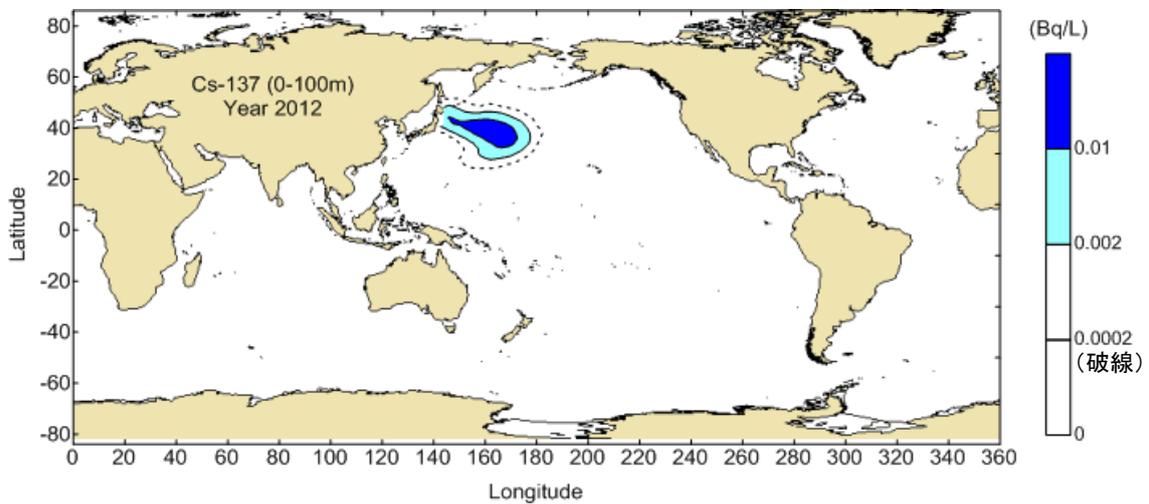
【図1-1】 海水中のセシウム137の濃度変化—経年変化の予測値—

現在のBGとなっている核実験起源の放射性物質は全世界に拡散しており、あまり希釈されないが、福島第一原子力発電所起源のものは、急速に希釈されつつある。2011年9月の濃度は、最高でも1957年頃の同程度、2023年には最高濃度でもBGよりも低くなると予測される。

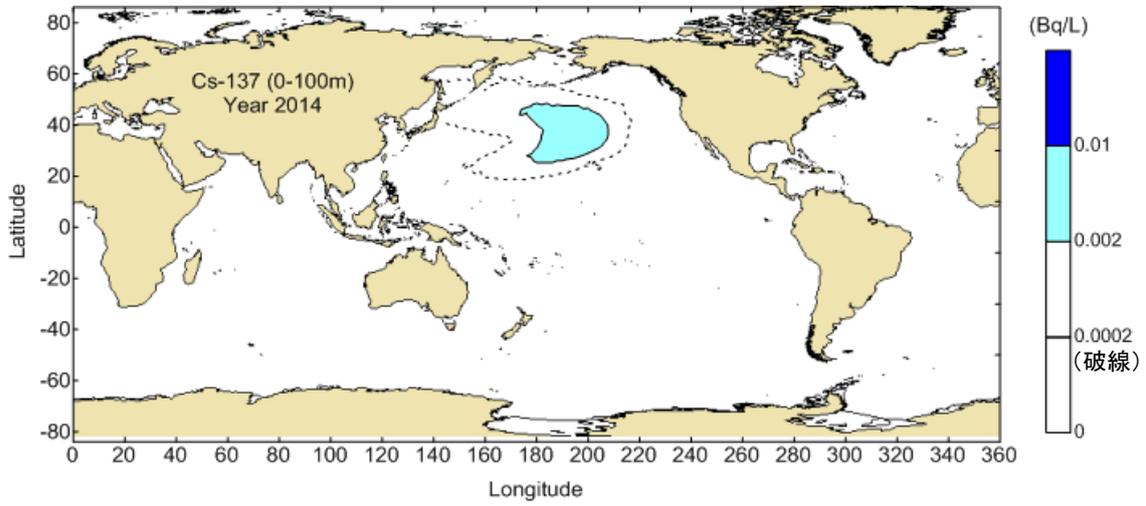


出典：「日本の環境放射能と放射線」の「環境放射線データベース」  
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top>

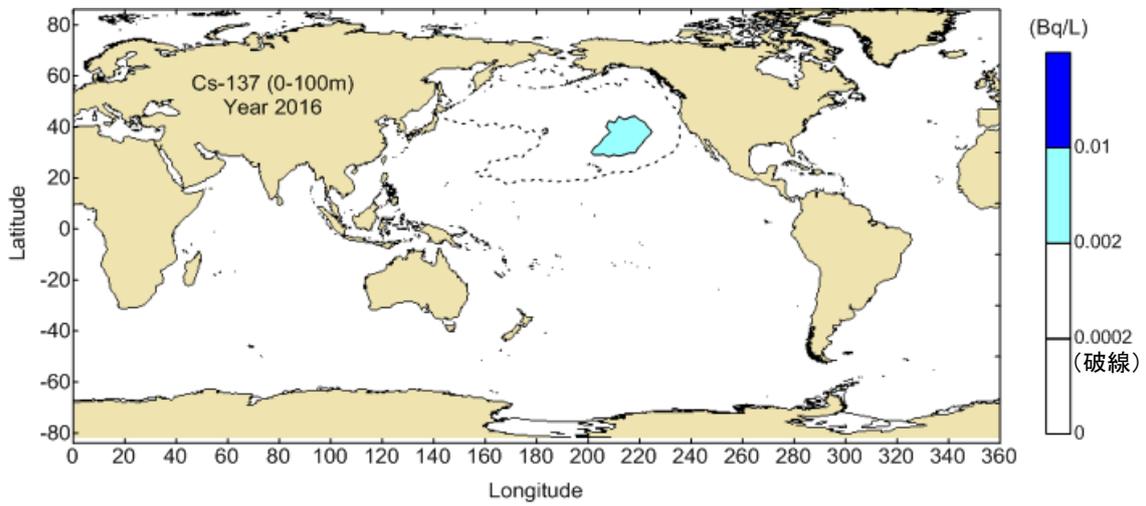
【図1-2】 海水中のセシウム 137 の濃度変化—福島県沖の実測値—



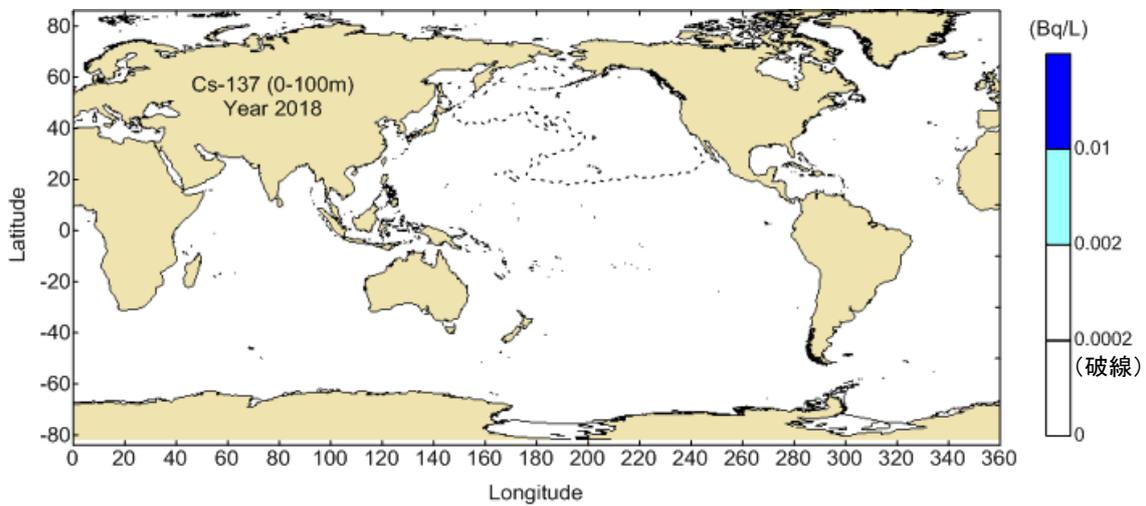
【図2-1】 海水中のセシウム 137 の濃度分布—1年後—



【図 2 - 2】 海水中のセシウム 137 の濃度分布 - 3 年後 -



【図 2 - 3】 海水中のセシウム 137 の濃度分布 - 5 年後 -



【図 2 - 4】 海水中のセシウム 137 の濃度分布 - 7 年後 -

## 海産物による内部被ばく（預託実効線量）について（試算）

## 1. 「預託実効線量」について

内部被ばくで人体がどの程度影響を受けるかを理解するための放射線量。

## 2. 「預託実効線量」の計算式

預託実効線量 (mSv/y)

＝実効線量係数 (mSv/Bq)\*×一日核種摂取量(Bq)\*\*×市場・調理等の希釈×365日

\*：実効線量係数（1Bqを経口摂取したとき）

ヨウ素 131： $2.2 \times 10^{-5}$  (mSv/Bq)

セシウム 134： $1.9 \times 10^{-5}$  (mSv/Bq)

セシウム 137： $1.3 \times 10^{-5}$  (mSv/Bq)

\*\*：一日核種摂取量 (Bq)

＝食物等の年間核種濃度 (Bq/kg)\*\*\*×食物等の一日摂取量 (kg)

\*\*\*：食物の年間核種濃度 (Bq/kg)

＝海水中の核種濃度 (Bq/kg)×濃縮係数\*\*\*\*

\*\*\*\*：濃縮係数(IAEA Technical Report Series No.422による)

・ヨウ素 131：魚 9、エビカニ 3、イカタコ(3)、貝類 10、海藻 10000

・セシウム 134：魚 100、エビカニ 50、イカタコ 9、貝類 60、海藻 50

・セシウム 137：魚 100、エビカニ 50、イカタコ 9、貝類 60、海藻 50

## 3. 「預託実効線量」の計算例

《シナリオ》

① 魚介類摂取量（平成 20 年の国民健康・栄養調査による）

一年間（365日）毎日「魚 64g、エビカニ 5.4g、イカタコ 5.5g、貝類 3.5g、海藻類 10g」摂取するものと想定。

② 市場・調理等における希釈

上記希釈について（半減期や排泄等も含め）考慮しない。（保守的仮定）

③ 水の放射能濃度の想定

魚介類が平成 24 年 4 月の最高濃度の海水中で生息し続けたと仮定。（保守的仮定）

ヨウ素 131： $4.7 \times 10^{-15}$  Bq/L

セシウム 134：0.020 Bq/L

セシウム 137：0.023 Bq/L

《計算式》

実効線量係数×一日核種摂取量×市場・調理等の希釈（＝1）×365日

＝預託実効線量

$$\boxed{\text{ヨウ素 131}} : 2.2 \times 10^{-5} \times 4.7 \times 10^{-15} \times (64 \times 9 + 5.4 \times 3 + 5.5 \times 3 + 3.5 \times 10 + 10 \times 10000) / 1000 \times 365$$

$$= \boxed{\text{約 } 3.8 \times 10^{-15} \text{ mSv/y}}$$

$$\boxed{\text{セシウム 134}} : 1.9 \times 10^{-5} \times 0.020 \times (64 \times 100 + 5.4 \times 50 + 5.5 \times 9 + 3.5 \times 60 + 10 \times 50) / 1000 \times 365$$

$$= \boxed{\text{約 } 1.0 \times 10^{-3} \text{ mSv/y}}$$

$$\boxed{\text{セシウム 137}} : 1.3 \times 10^{-5} \times 0.023 \times (64 \times 100 + 5.4 \times 50 + 5.5 \times 9 + 3.5 \times 60 + 10 \times 50) / 1000 \times 365$$

$$= \boxed{\text{約 } 0.82 \times 10^{-3} \text{ mSv/y}}$$