

# アルプス処理水について 我々はどのくらい知っているのか？

*Shu-Jun Chang*

*Director of Health Physics Division,  
Institute of Nuclear Energy Research,  
Taiwan*



# 自己紹介

Shu-Jun Chang

台湾行政院原子能委員会技能研究所 保健物理局長

HPS保健物理学会台湾支部会員

# 情報へのアクセス

- 1 ALPS多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会の報告書
- 2 経済産業省の公式ホームページのニュース
- 3 台湾行政院原子能委員会（AEC）と日本政府との情報交換

# ALPS処理水の状況

- 処理水は全て福島原子力発電所のタンクに貯蔵されていた
- 東電は処理水減量に尽力したが、2022年に貯蔵は限界となる見込み
- 貯蔵問題を解決するため多核種除去設備等処理水に関する小委員会は2020年2月10日に技術報告書を発表

2019年10月31日現在、処理水は117万立法平米でトリチウムの総量は856TBq (テラベクレル) 濃度は平均0.73MBq/L (メガベクレル)

ALPS処理水の量は将来的に減少するのか、または依然として増加するのか？

ALPS処理水の管理戦略をより最適化し透明にして放出の正当性を確保すべき。

# 処分方法の選択肢

2020年2月10日付 経産省ALPS処理水の取扱いに関する小委員会報告書より

手法	地層注入	地下へ埋設	海洋放出	水蒸気放出	水素放出
期間	104+20n 912 (モニタリングのため) 同左	98	91	12	106
コスト (円)	(180+6.5n)億 +モニタリング費用	2431億	34億	349億	1000億
技術的	適切な地層が 見つからないと 処理開始できず。 モニタリング手法が 未確立	大量のコンクリート とベントナイが必要	他の原子力施設での トリチウムを 含む放射性排水の 実例あり	TMI-2 の事例	更なる 技術問題の 必要性
規制上	新規制が必要	新基準が必要かも	可能	可能	可能

ALPS小委員会によると、評価を見ると海洋および大気放出が最も実現できる手法のようだ。

福島事故以来、国民が受け入れてきたので現場での貯蔵も選択肢の一つである

# ALPS処理水のソースターム

経産省のHPより

・その他の放射性核種:

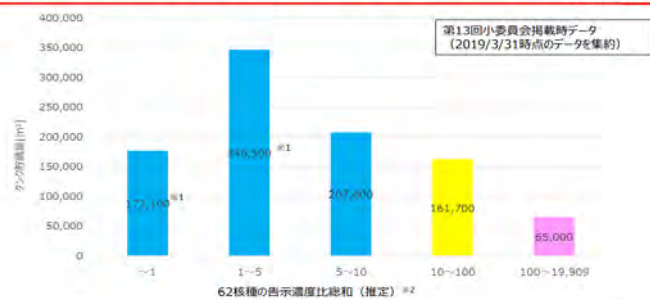
Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125

・数字は62の核種告示濃度比総和

・黄色の棒グラフはALPS運用開始初期の処理水

・2019年3月31日から12月31日の全ての核種の総和 < 1

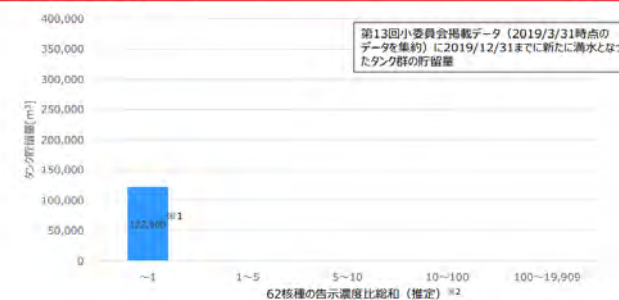
ALPS処理水の62核種告示濃度比総和(推定)毎の貯蔵量 (第13回小委員会時) **TEPCO**



※1 運用水位見直しに伴うALPS処理水追加移送で受入れ (2018年10月~) による増加量を含む。なお、受入れ量は少ないため当該タンク群における62核種の告示濃度比総和(推定)は受入れ前の分類と向している。  
 ※2 ALPS出口の処理水における主要7核種(Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125)の告示濃度比総和推定値 + 主要7核種以外の告示濃度比総和推定値0.3  
 ※3 2013年度に発生した既設ALPSのクロスフローフィルタの不具合により炭酸塩沈殿処理のスラリーが設備出口に透過した事象

ALPS処理水の62核種告示濃度比総和(推定)毎の貯蔵量 (第13回小委員会集約時以降)

**TEPCO**



※1 第13回小委員会集約データ集約時 (2019/3/31時点) から2019/12/31までに新たに満水になったタンク群の貯蔵量  
 ※2 ALPS出口の処理水における主要7核種(Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125)の告示濃度比総和推定値 + 主要7核種以外の告示濃度比総和推定値0.3

ソースタームの不確かさには種々のシナリオを使うのが重要である。そうすることで安全の信頼度を向上する。

# 放出制限に関わる規則

経産省のHPより

- 2019年3月31日以降のALPS処理水
- 例えばCs-137の基準値は90Bq/L
- ALPS水の濃度は0.129~0.621Bq/L (地域により異なる)
- この表で基準値を超えているのはトリチウム濃度だけ

第13回小委員会掲載データ集約時 (2019/3/31時点) 以降  
新たに満水となったタンク群ごとの放射能濃度 (推定値)



BIエリア

種別	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs	<sup>3</sup> H	その他	放射能濃度 濃度比
D	1.55E-01	2.08E-01	2.61E-01	5.63E-01	1.38E+00	8.97E-02	4.67E-01	5.49E+05	5.50E+00	0.28

G6エリア

種別	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs	<sup>3</sup> H	その他	放射能濃度 濃度比
A	6.21E-01	1.76E-01	1.73E+00	4.66E-01	1.52E+00	3.12E-01	4.43E-01	1.11E+06	2.12E+01	0.39
B	1.39E-01	1.73E-01	1.43E+00	4.55E-01	1.19E+00	8.34E-02	1.41E+00	1.11E+06	1.76E+01	0.48
C	1.29E-01	1.90E-01	4.30E-01	4.64E-01	1.21E+00	9.11E-02	1.72E+00	7.46E+05	1.40E+01	0.51

H3エリア

種別	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs+ <sup>134</sup> Cs	<sup>3</sup> H	その他	放射能濃度 濃度比
A	2.85E-01	1.59E-01	8.22E-01	4.43E-01	1.45E+00	5.75E-01	7.16E-01	8.48E+05	1.76E+01	0.42
B	2.88E-01	1.59E-01	8.34E-01	4.44E-01	1.60E+00	5.69E-01	7.23E-01	8.55E+05	1.82E+01	0.43

※1 主要核種 (<sup>137</sup>Cs,<sup>134</sup>Cs,<sup>137</sup> Cs+<sup>134</sup> Cs,<sup>90</sup>Sr,<sup>137</sup> Cs,<sup>134</sup> Cs,<sup>137</sup> Cs+<sup>134</sup> Cs,<sup>3</sup>H,<sup>90</sup>Sr,<sup>137</sup> Cs,<sup>134</sup> Cs,<sup>137</sup> Cs+<sup>134</sup> Cs) の告示濃度比 (推定値) の和と62核種中の主要核種以外の告示濃度比(推定値)0.3の合算値

【参考】放射能濃度ほかの数値表記について  
例) 4.16E+01 = 4.16×10<sup>1</sup> = 41.6  
4.16E-01 = 4.16×10<sup>-1</sup> = 0.416

## 追加情報 台湾と日本の基準値の違い

The regulatory differences between Taiwan and Japan

Nuclides	Taiwan Regulatory Standard(Bq/L)	Japan Regulatory Standard(Bq/L)	Recent ALPS water(Bq/L)(Highest)
H-3	50700	60000	1.19E6
Sr-90	32.6	30	0.575
Cs-137	70.2	90	0.621

台湾と日本の基準値の違いを考慮すべき  
ALARAを満たすためBATを考慮すべき

# 線量評価

## UNSCEAR2016年報告書

- 小委員会の報告書は**UNSCEAR2016年報告書**を使い線量評価を行なっている。(原子放射線の影響に関する国連科学委員会、付属文書A「放射線放出による公衆への暴露量の推計手法」)
- このモデルはALPS処理水全量の860TBqが**一年間**で海または大気に放出されると(**保守的な仮定**)に基づいている

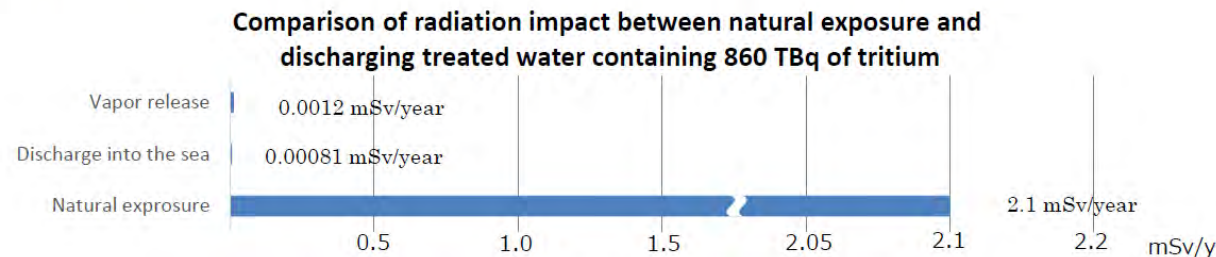
Exposure dose [mSv/y]	Vapor release <sup>※1</sup>	discharge into the sea <sup>※2</sup>
All radionuclides <sup>※3</sup>	0.0012 <sup>※4</sup>	0.000071~0.00081
- tritium	0.0012	0.0000068

※1 Sum of external dose from the atmosphere and soils, and internal dose from inhaling the air and ingesting terrestrial life (at 5km points from the FDNPS)

※2 Sum of external dose from beaches and internal dose from ingesting marine life.

※3 Estimation was conducted on the two assumptions that "ND (Not Detected)" nuclides are 1) their ND value and 2) zero.

※4 For exposure dose for [case 1 (vapor release)], there is no difference between the results from two assumptions



\*ALPS処理水のサブ委員会報告の概要、経産省, 2/10/2020



# 線量評価

## 事例1 大気放出

UNSCEAR2016年報告書

公衆への曝露は大気と土壌からの外部線量と空気吸入と地上動植物の摂食からの内部線量の合計として計算される。(FDNPSから5km風下地点)

- 屋外滞在率: 0.2
- 地元の地上動植物摂取率: 0.25
- 一人当たりの食物消費量 (kg/年) **日本** (アジア+太平洋) (穀物155(141.5)  
植物・果物 188(240.8) 乳製品 41.8(44.5) 肉/内臓35.4(29.5)

## 事例2 海洋放出

### 日本特有のパラメーター

公衆への曝露は浜からの外部線量と海産物摂取による内部線量の総量として計算

評価上海域は地元海域(海水10億立米)と地域海域(1000兆立米)に区分け

- 地元海域からの海産物摂取割合 魚0.25 甲殻類1.0 貝類1.0
- 地域海域からの海産物摂取割合 魚0.75 甲殻類0 貝類0
- 一人当たり食物摂取量 (kg/年) **日本** (アジア+太平洋:参照)(魚21.7(6.9)  
甲殻類1.42(1.4) 貝類1.97(2.4)

経験的パラメータを使った単純な区分モデル (図)

# 線量評価とリスク情報

区分モデルでは海上放出も大気放出もほとんどリスクがないが、このような線量評価モデルを使い我々のような専門家ではない普通の人をどうしたら説得することができるのか？

大気および海上放出のより現実的で視覚的なモデルが必要か？

潜在的に曝露される集団と最大被曝する集団の選び方を特定すべき

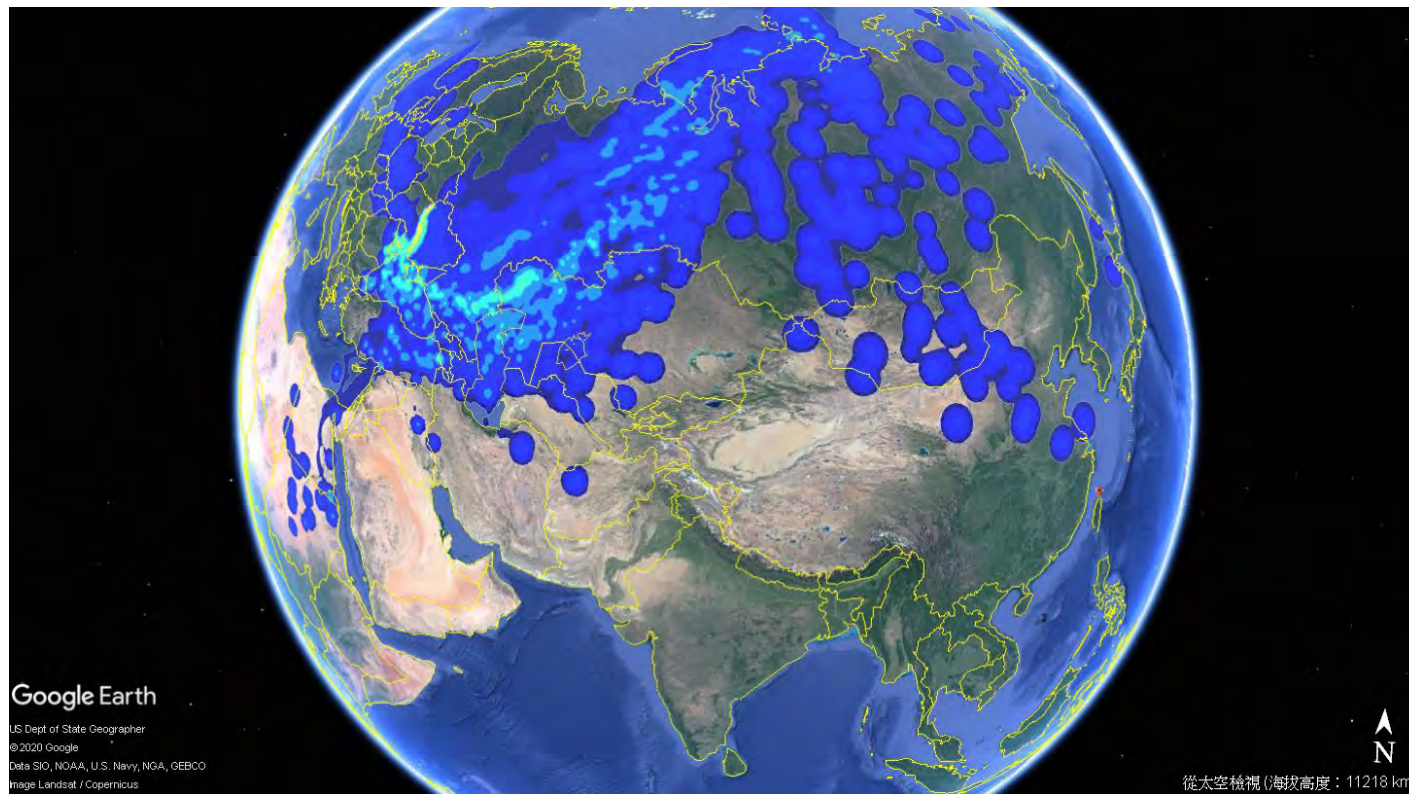
日本以外で国際的な環境に対する影響を考慮し最大被曝する集団を選び台湾に対してリスク情報を提供すべき

台湾ではINER, CWB, NAMRなど政府機関が日本のALPS処理水放出による地元への影響を評価するモデルを開発する予定

# INERの線量評価モデル

## 大気放出モデル

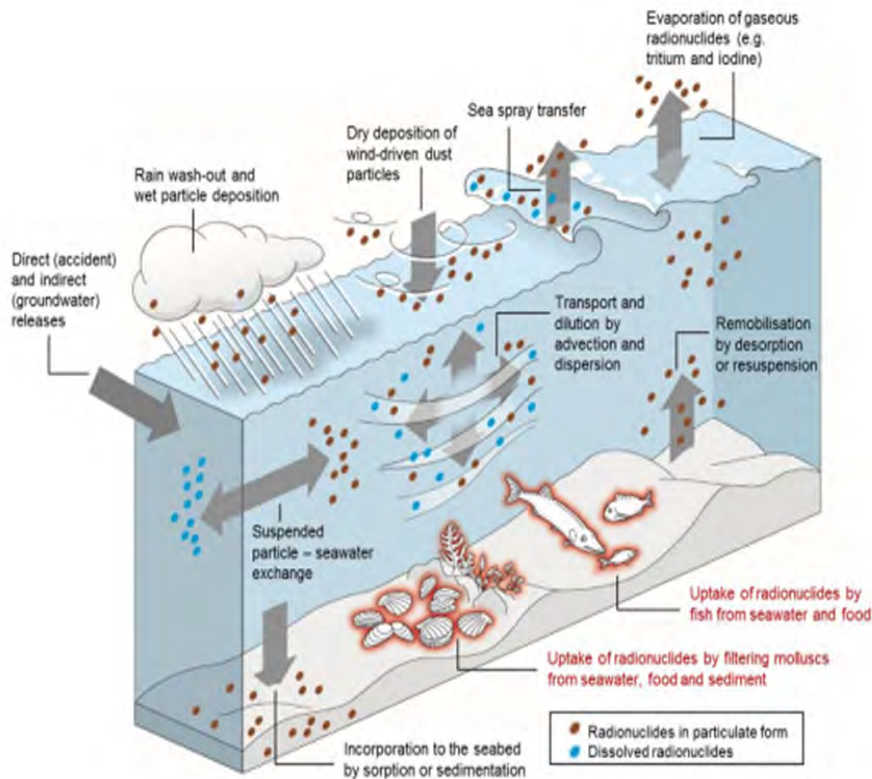
放射性核種の世界적인な移動を示せる視覚化された大気放出モデル



# INERの線量評価モデル

## 海洋拡散モデル

### 進行中のプロジェクト



- 線源  
直接および間接的（事故または地下水）  
大気からの乾性/湿性の堆積（大気放出モデル）  
収着または沈降により海底と一体化
- 相互作用  
海水のしぶきによる移動  
蒸発  
海洋生物が放射性核種を取り込む
- 移動と拡散  
海流、温度、塩分、乱流  
グリッド移動算出

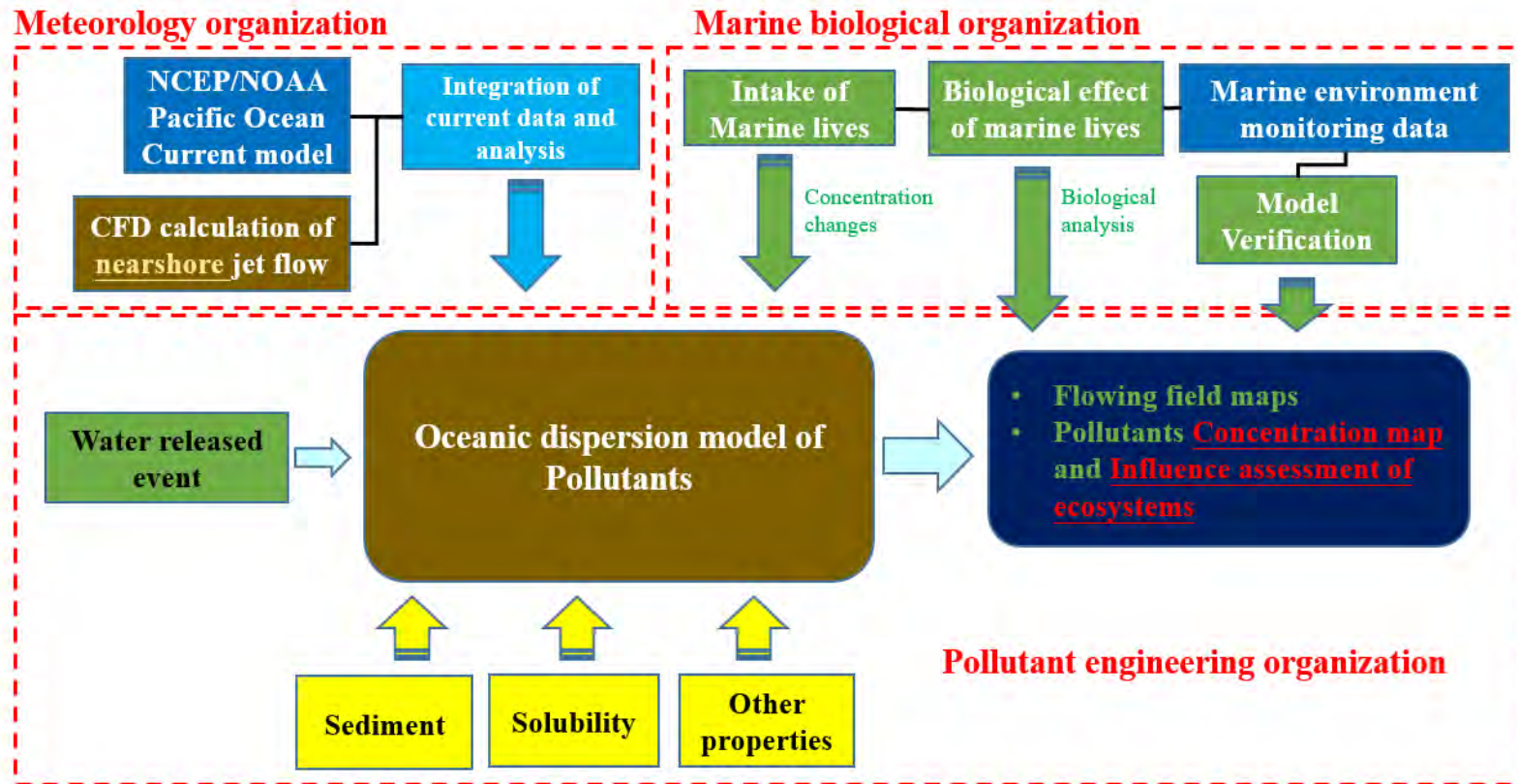
# INERの線量評価モデル

## 海洋放出モデル

複数の学際的な機関からなるテクニカル・チーム

### 気象関連組織

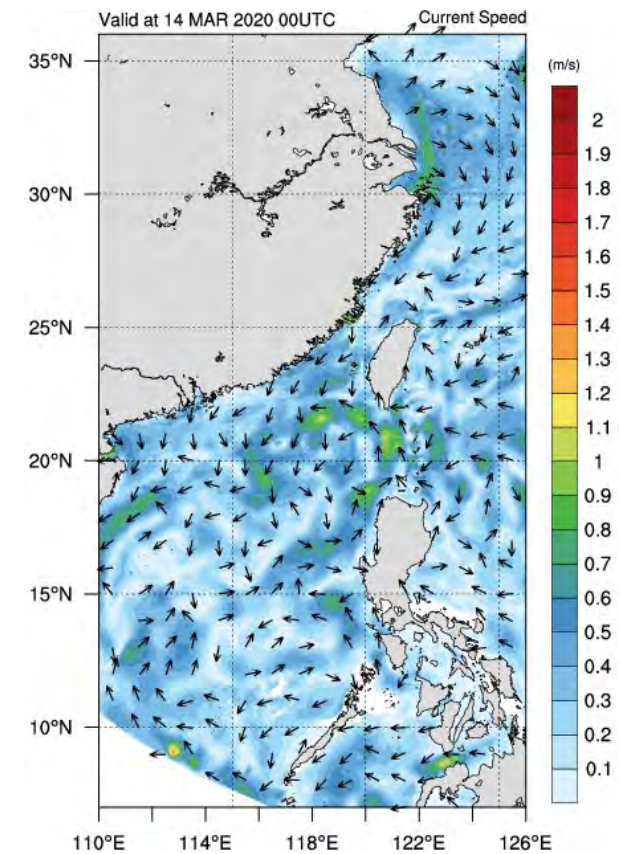
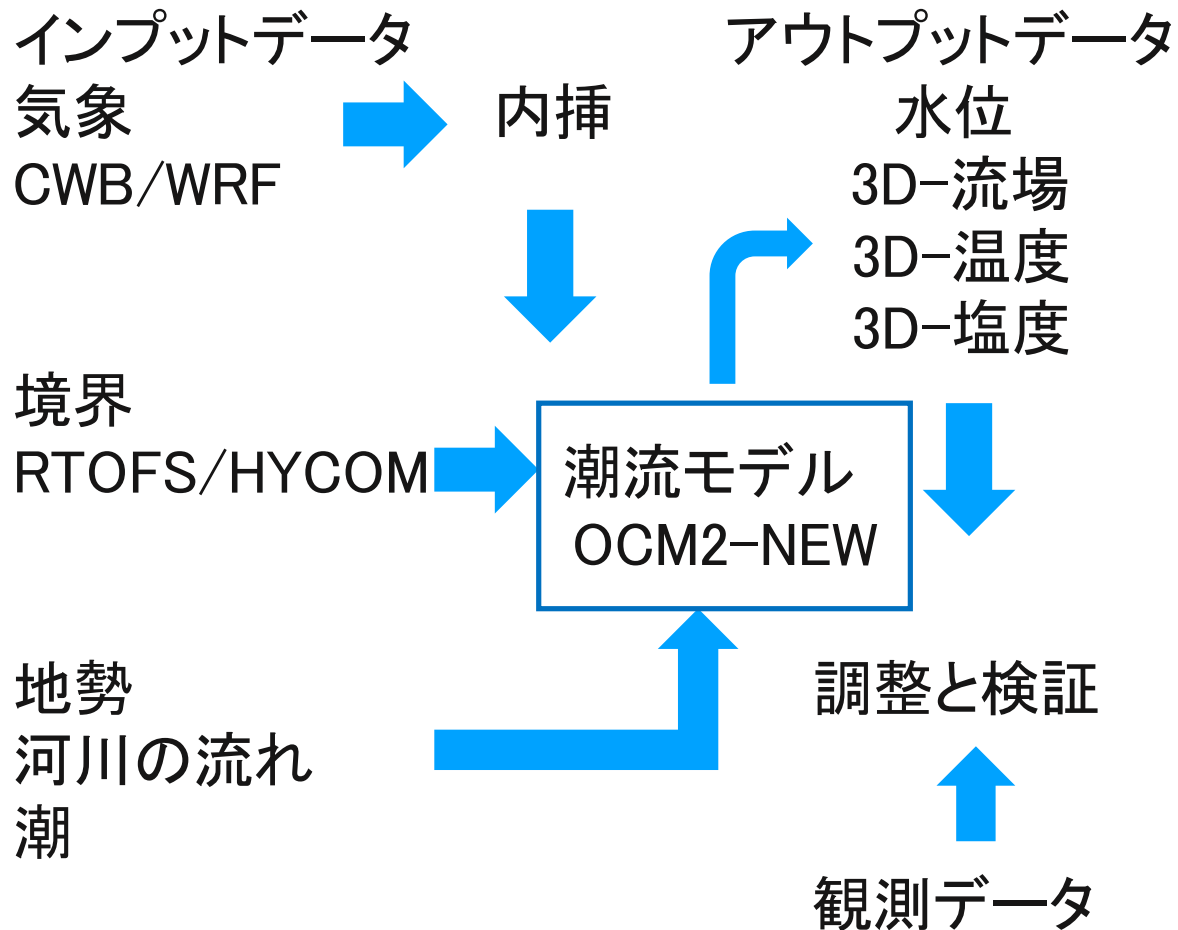
### 海洋生物関連組織



# INERの線量評価モデル

## 海洋放出モデル

### 中央天気局の潮流モデル



# 結論

ALPS処理水は、日本の規制基準に適合しているように見えるが、周辺国にとっては**リスク認識**はまだ重大な懸念がある。国際的な観点からより現実的でビジュアルな大気海洋モデルは、日本政府の**信用を改善する**チャンスとなるであろう。

情報のほとんどは日本政府か東電が発表した技術的な報告書のもの。ALPS処理水のような国際的な問題に関しては**外国のステークホルダーが入手すべき最良の**情報とはどんなものかは未だ疑問。「**重要な意思決定ネットワーク**」の日本語、中国語、英語版など構築することを提唱する。

台湾の公衆は環境への影響などには関心を抱き続けるだろう。日本政府は**影響評価、詳細な行動計画、モニタリング計画**などより詳細な情報を提供し、台湾の人々がALPSに関する「正しい情報」を得られるようにすべきである。

本発表は、個人の考えを述べたもので、  
台湾政府や国民を代表するものではありません

ありがとうございました

Shu-Jun Chang  
[shujchang@iner.gov.tw](mailto:shujchang@iner.gov.tw)

