

【5-1405】水銀の全球多媒体モデル構築と海洋生物への移行予測に関する研究 (H26-28年度)

研究対象分野:[5]安全確保 問題対応型「委託費」

研究代表者:◎鈴木規之(国環研)

研究分担者:櫻井健郎、高見昭憲

○柴田康行、武内章記(国環研)

○丸本幸治、森敬介、原口浩一、今井祥子(国水研)

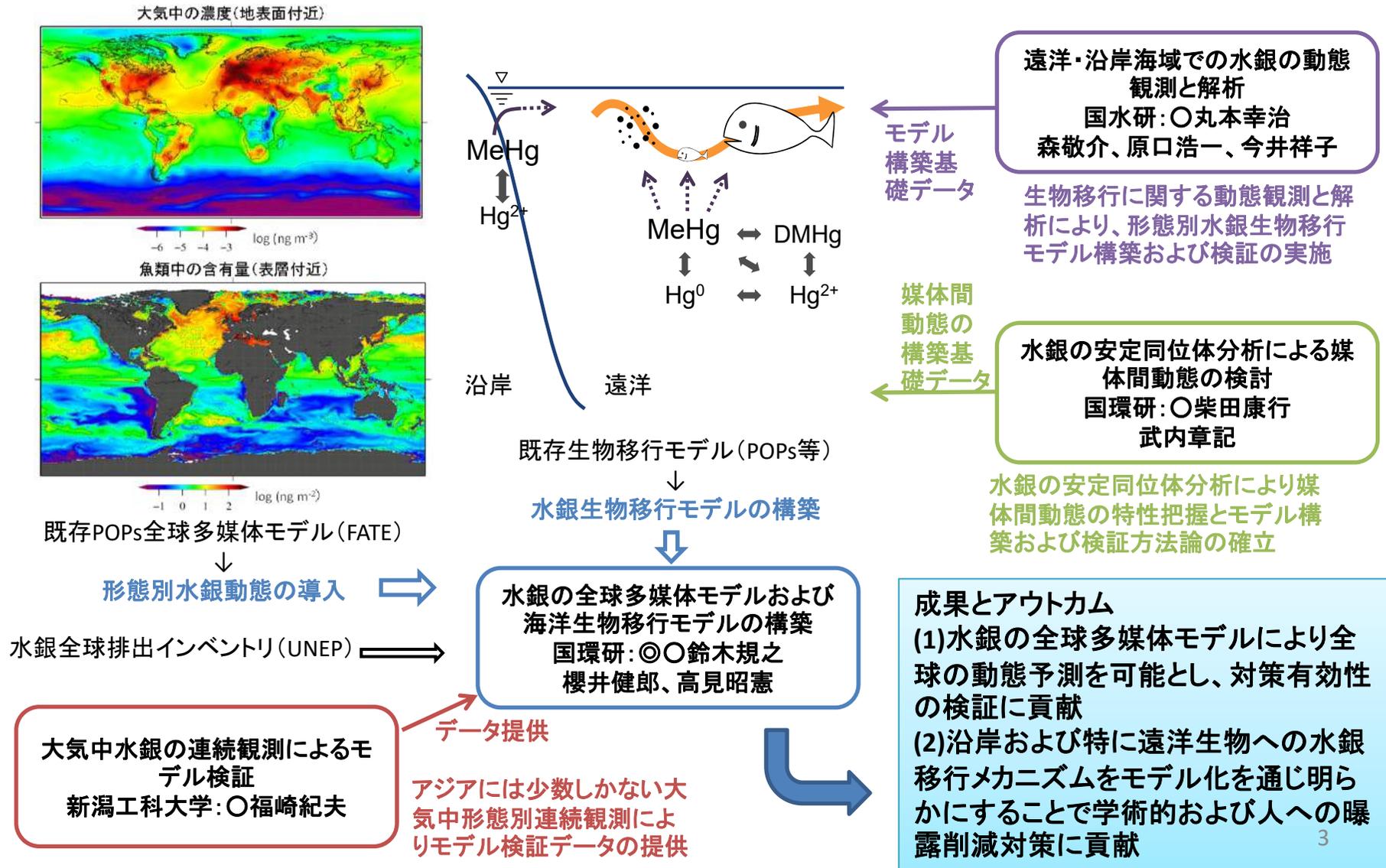
○福崎紀夫(新潟工科大)

水銀の全球多媒体動態モデルの必要性和知見のギャップ、それを受けての研究戦略

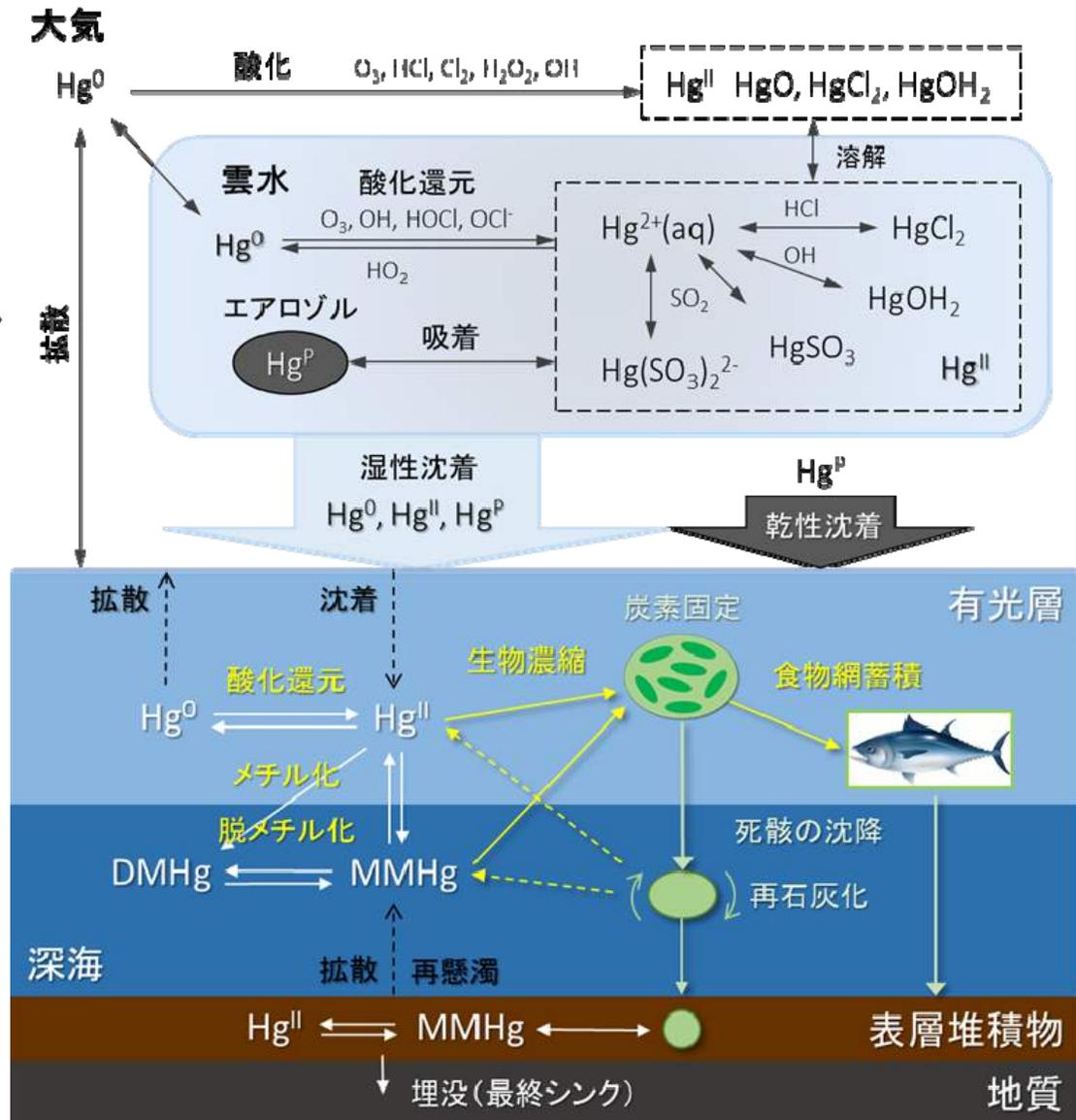
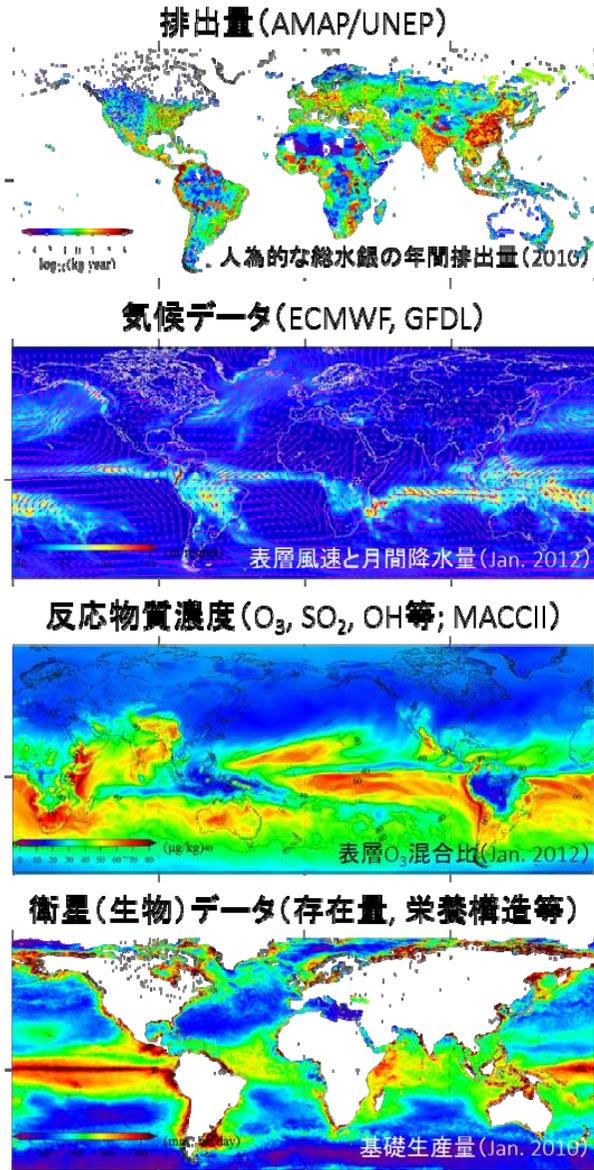
- 全球多媒体モデルの必要性
 - 水銀条約の人為起源排出の削減対策の有効性評価のために、期待される減少トレンドや地域分布の変化などを予測可能な全球モデルが必要
- 水銀の全球モデルの現状
 - 大気を中心とする全球モデル、大気－海洋過程のボックスモデルが存在
- 研究知見のギャップ
 - 全球水銀動態の中で、大気－海洋間交換フラックスは人為起源排出を超えるほどに大きいが、この過程が正確に統合されたモデルがない
 - 生物濃縮過程の全球モデルへの統合は影響・動態双方で重要だが不十分
 - 形態変化とそれに伴う動態過程の知識不足がモデル開発を妨げてきた
 - 東アジア域の形態別および大気中粒径別データ不足でモデル検証が不十分
- 本研究の戦略
 - 大気－海洋のフィールド直接観測により大気－海洋動態のデータを取得
 - 安定同位体観測の導入により、形態変化と動態過程の知見を取得
 - POPs等で実績のある多媒体モデルにこれらの知見を統合して水銀について全球かつ多媒体過程を統合するモデルを構築
 - 東アジア域の新たな形態別、粒径別観測を加えてモデル検証を前進させる

申請課題：水銀の全球多媒体モデル構築と海洋生物への移行予測に関する研究 (H26-28年度) [研究の概要]

研究対象分野：[5]安全確保 問題対応型「委託費」

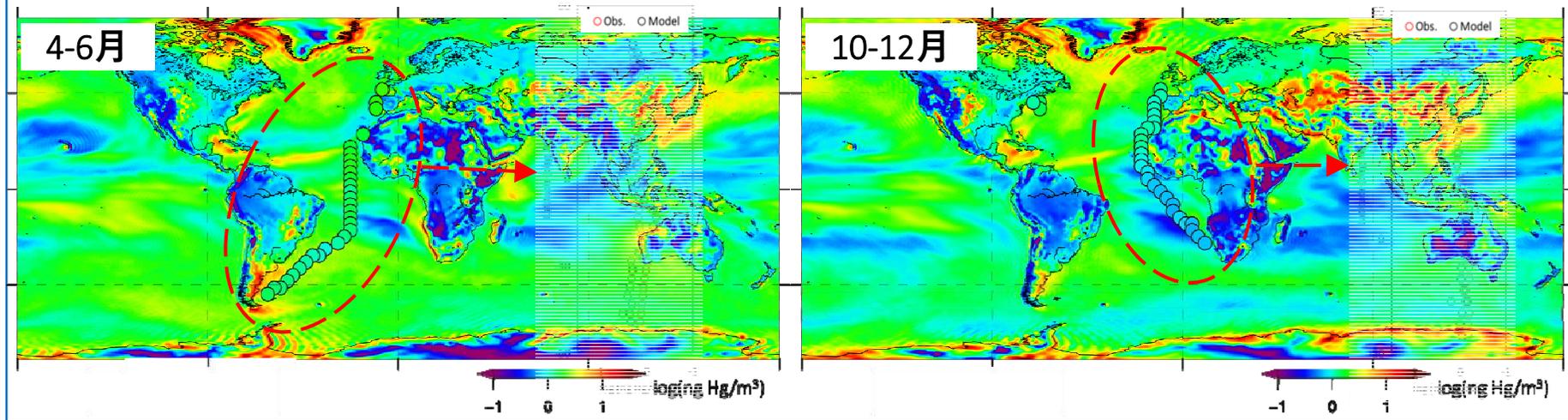


大気-海洋-底質-生物間の水銀プロセス

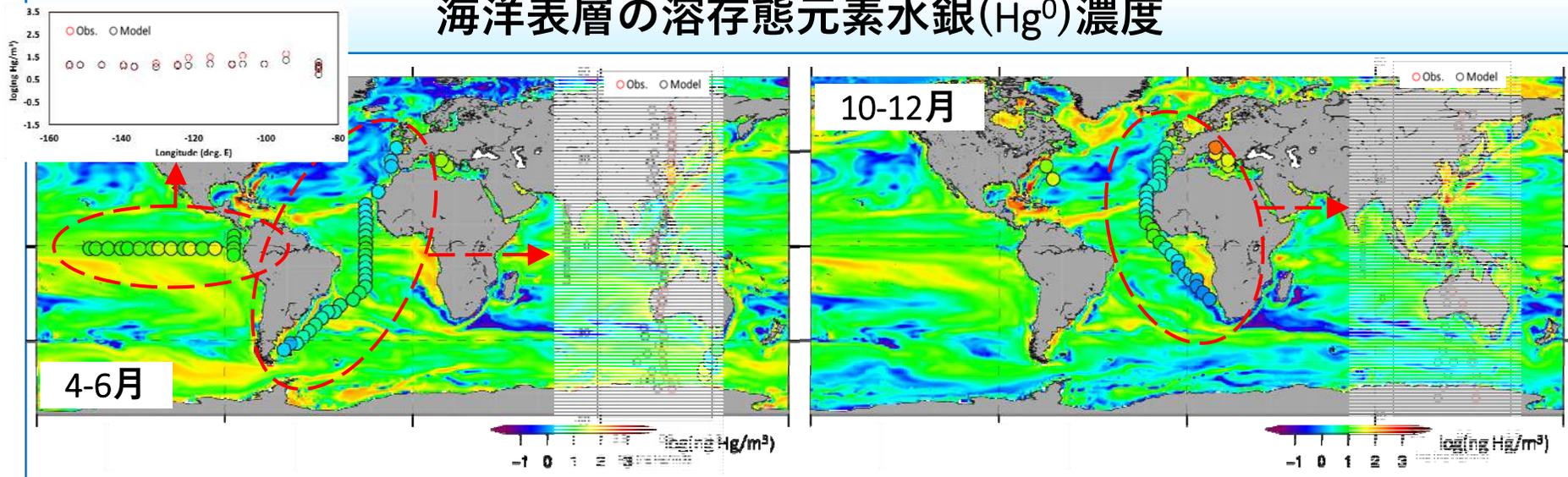


検証（大気－海洋表層）

海洋上大気中のガス状元素水銀(Hg^0)濃度

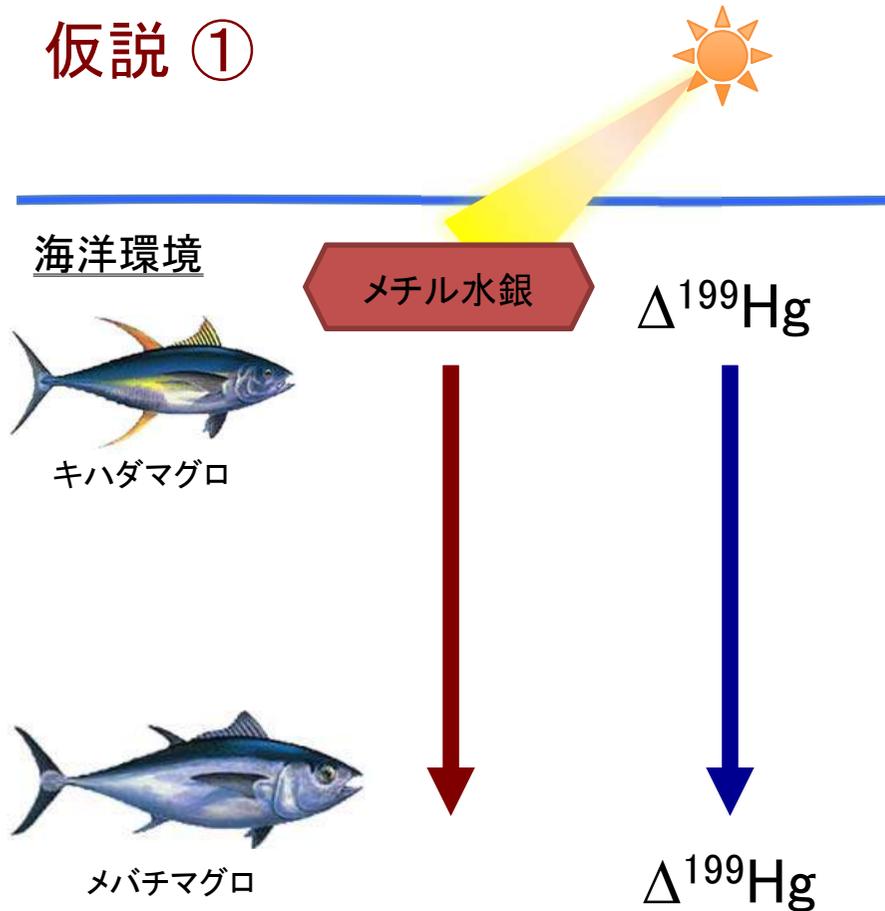


海洋表層の溶存態元素水銀(Hg^0)濃度



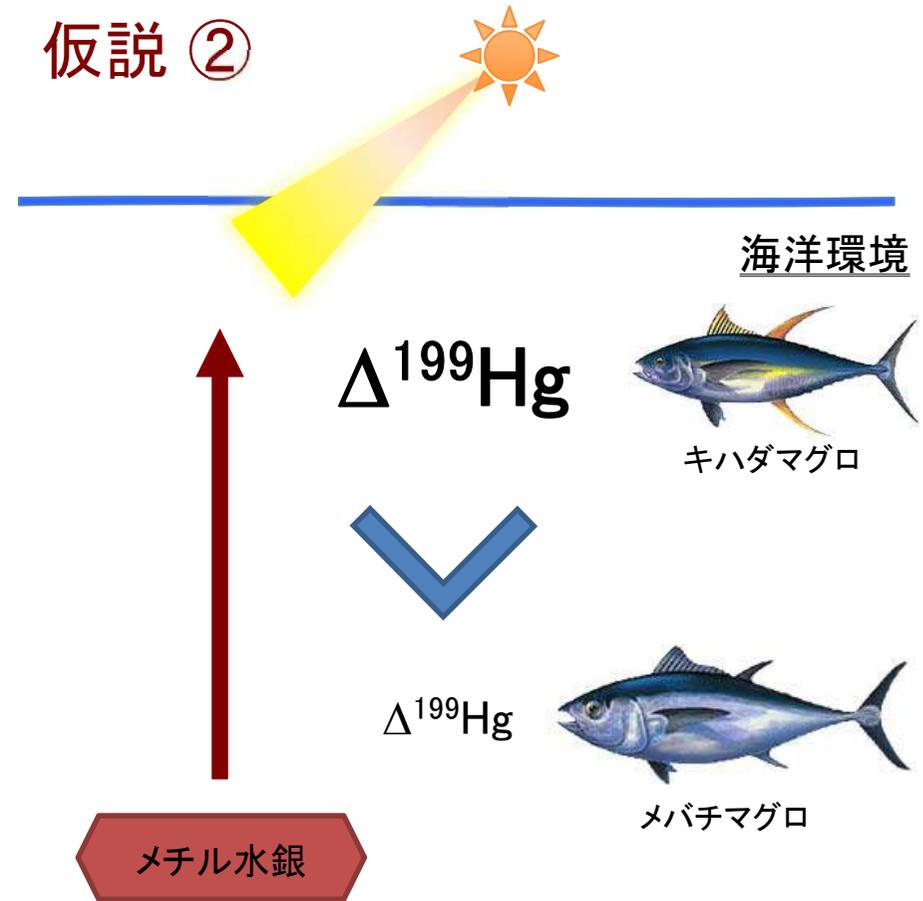
遠洋域の鉛直構造に起因する水銀動態

仮説 ①



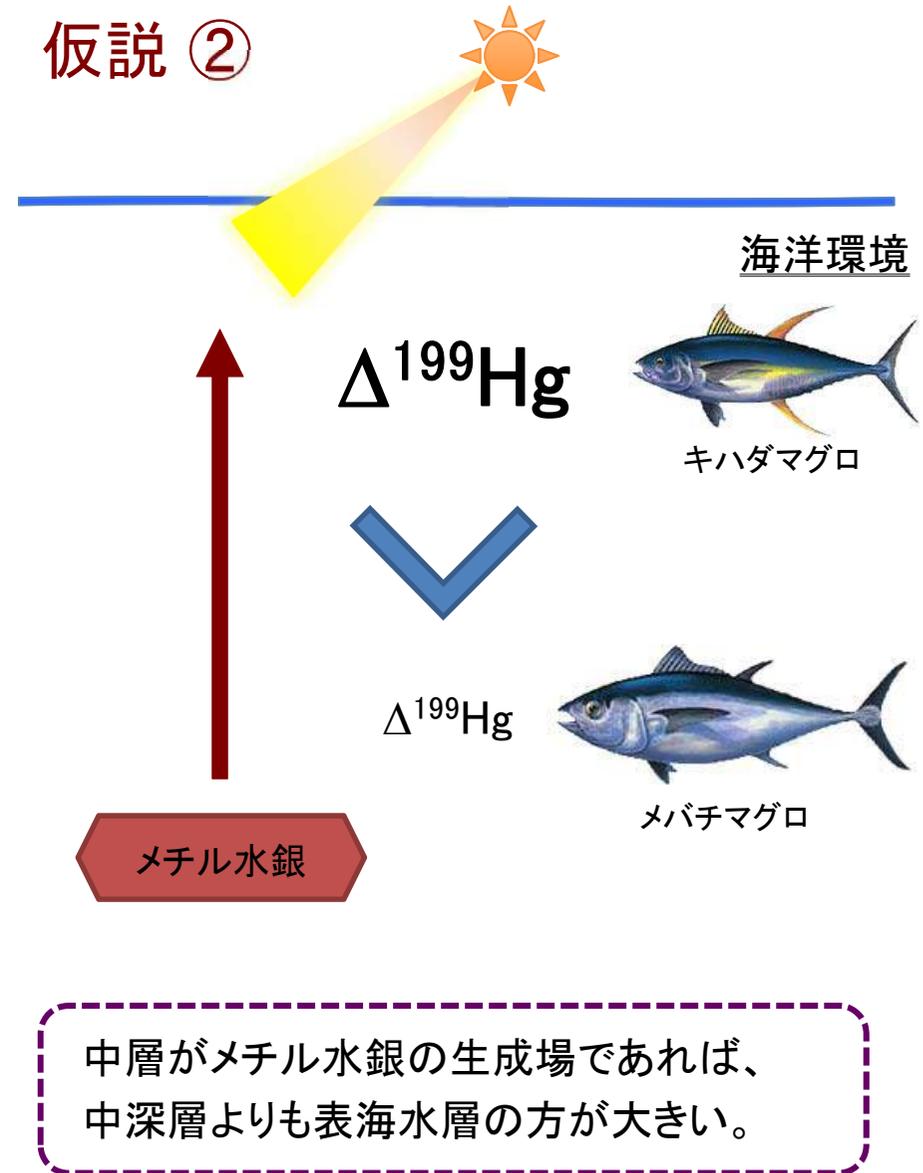
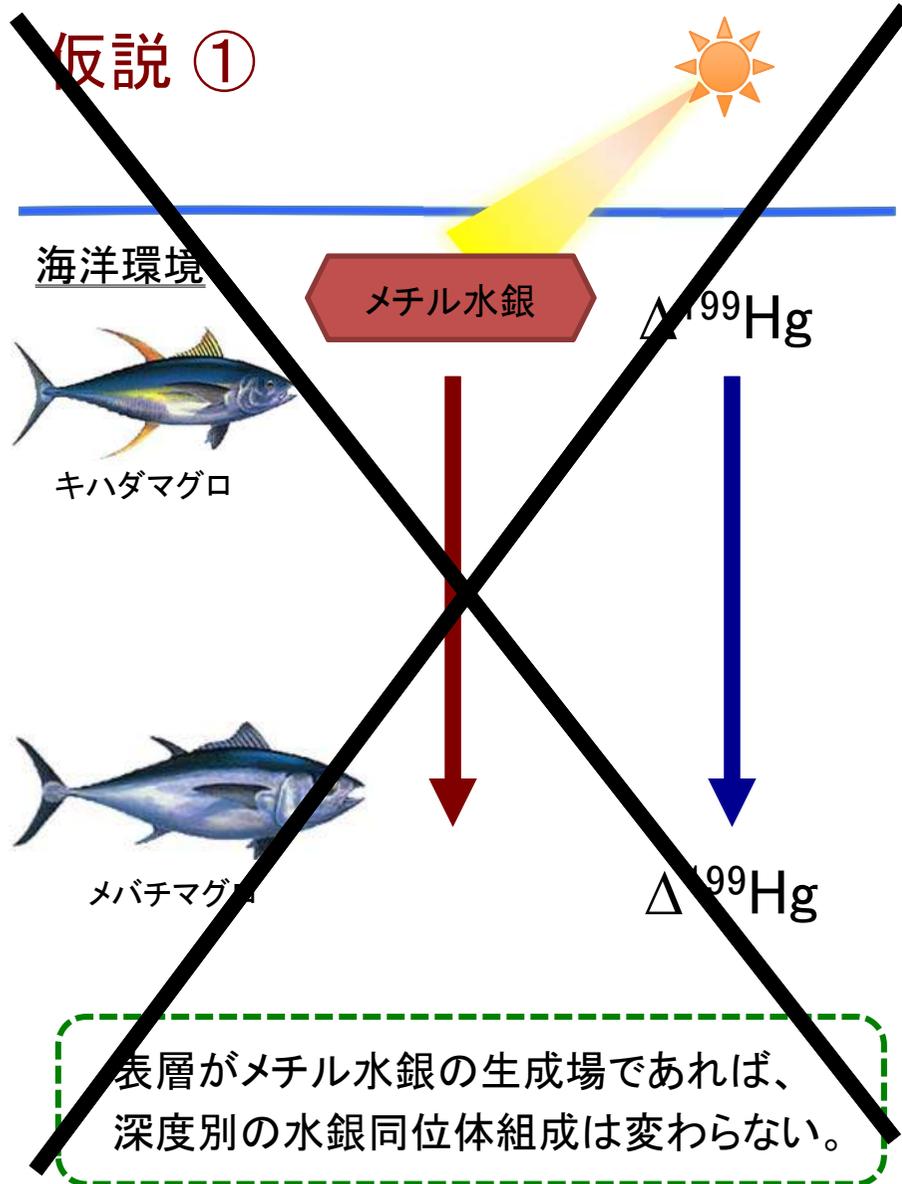
表層がメチル水銀の生成場であれば、
深度別の水銀同位体組成は変わらない。

仮説 ②

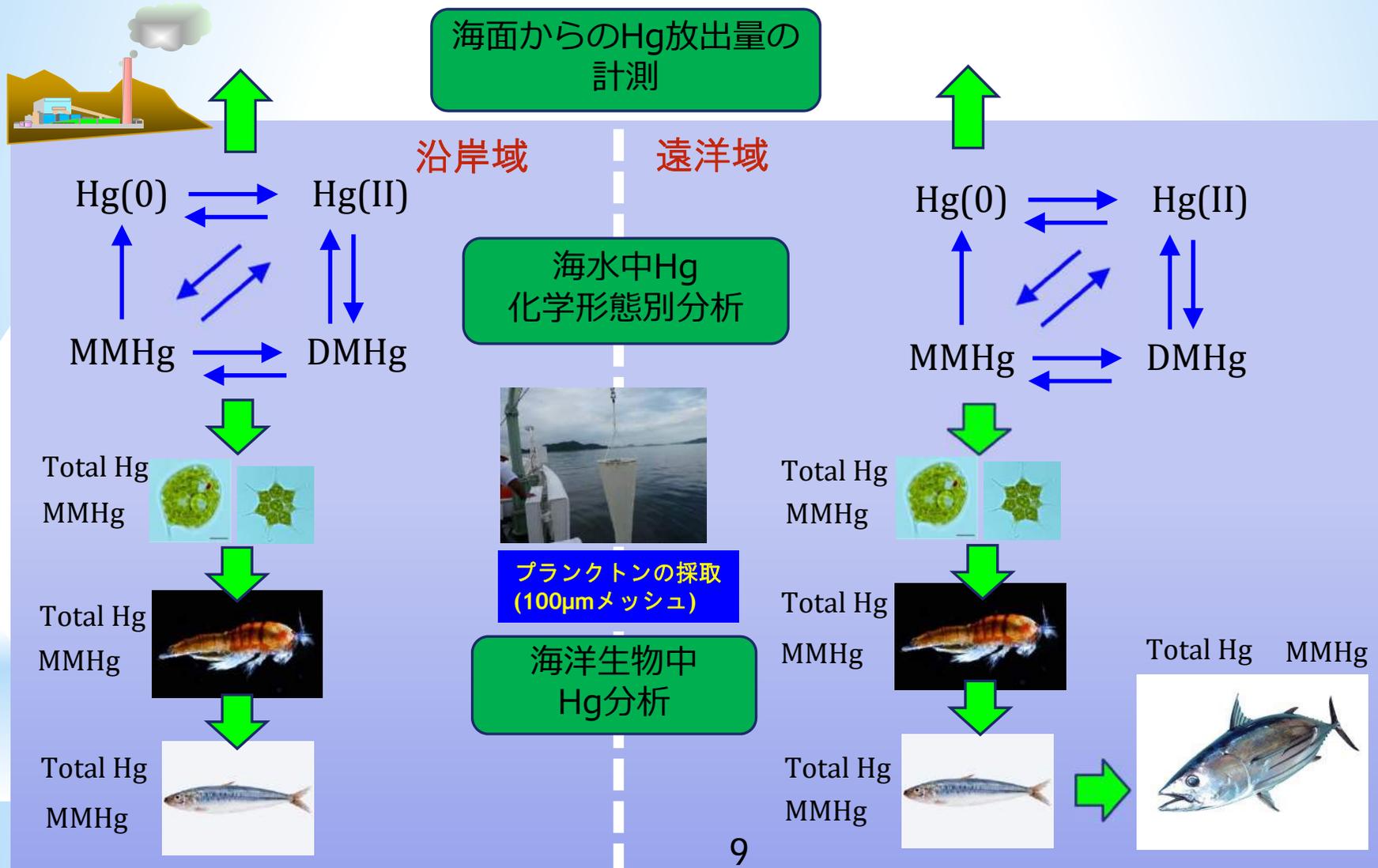


中層がメチル水銀の生成場であれば、
中深層よりも表海水層の方が大きい。

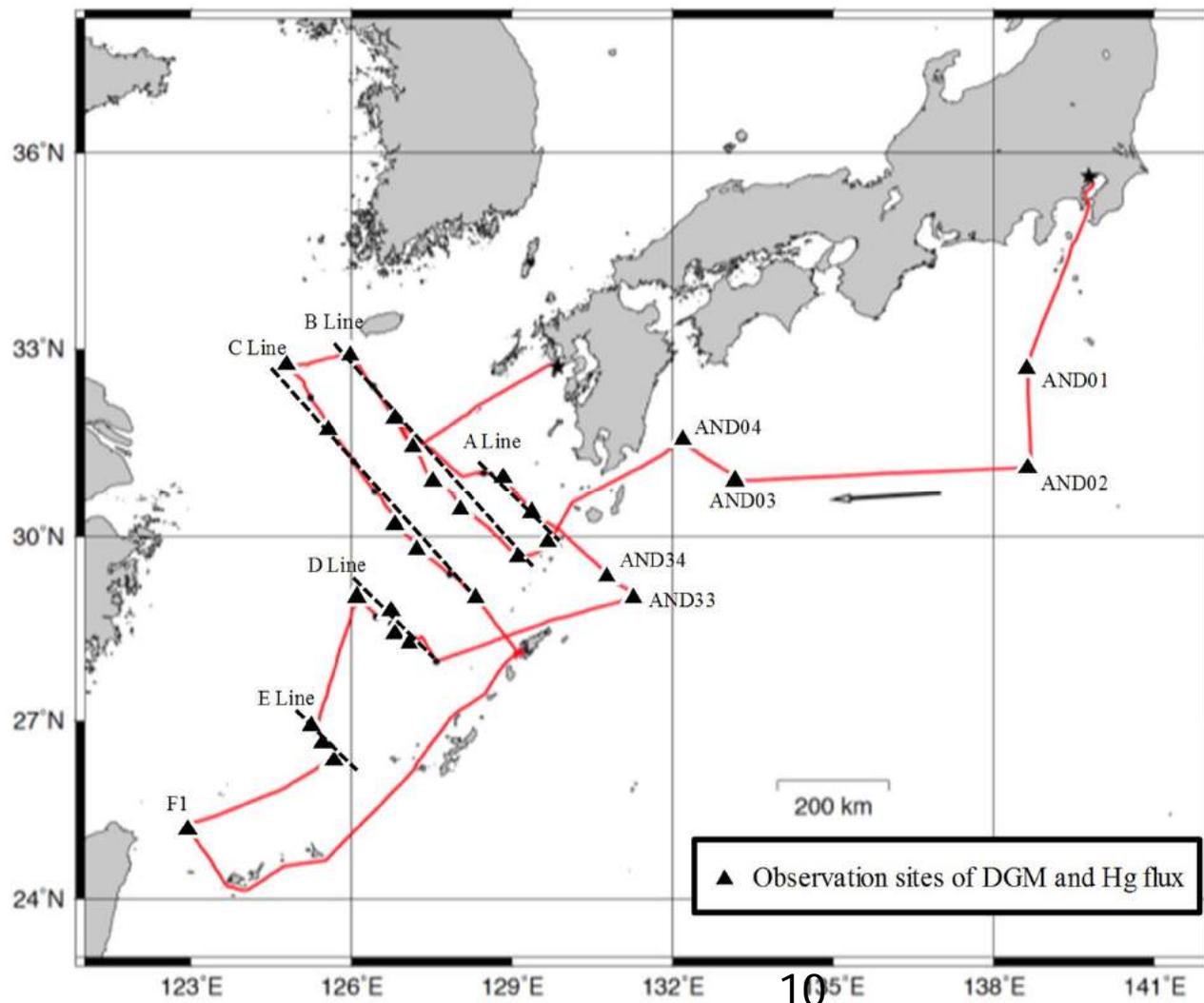
遠洋域の鉛直構造に起因する水銀動態



遠洋・沿岸海域での水銀の動態観測と解析

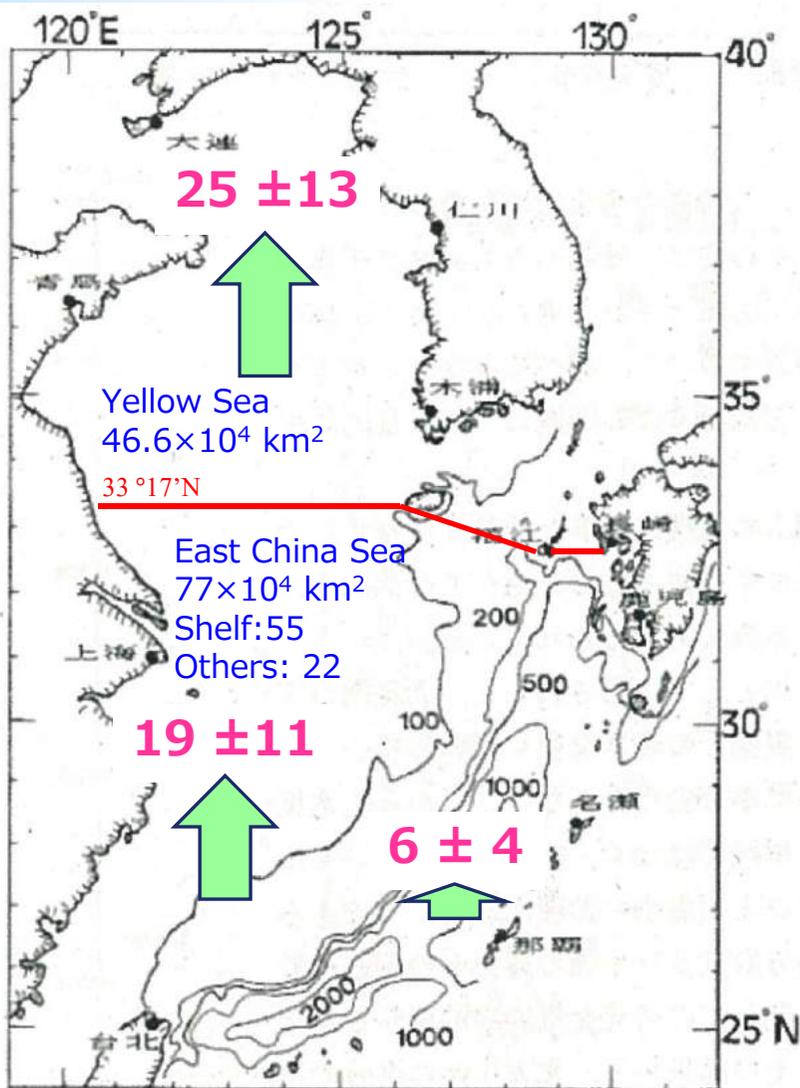


水銀フラックス調査_遠洋域 (東シナ海と太平洋)



水銀フラックス調査

- 東シナ海からの水銀放出量の推計 -



Unit: tons yr⁻¹

Hg emission flux (ng m⁻² h⁻¹)

Yellow Sea

(Ci, et al., 2011 and Ci et al., 2015)

18±12 (summer) 91days

1.1±0.9 (spring) 91days

2.5±2.1 (fall) 182 days

East China Sea (Shelf)

(Wang et al., 2016)

4.4±3.4 (summer) 182days

3.6±2.8 (fall) 182 days

East China Sea (Kuroshio current)

(This work)

3.3±2.3 (fall) 365 days

Total
50±17 tons yr⁻¹

1

海域区分

International Hydrographic Organization (1953)

Limits of Oceans and Seas, 3rd edition

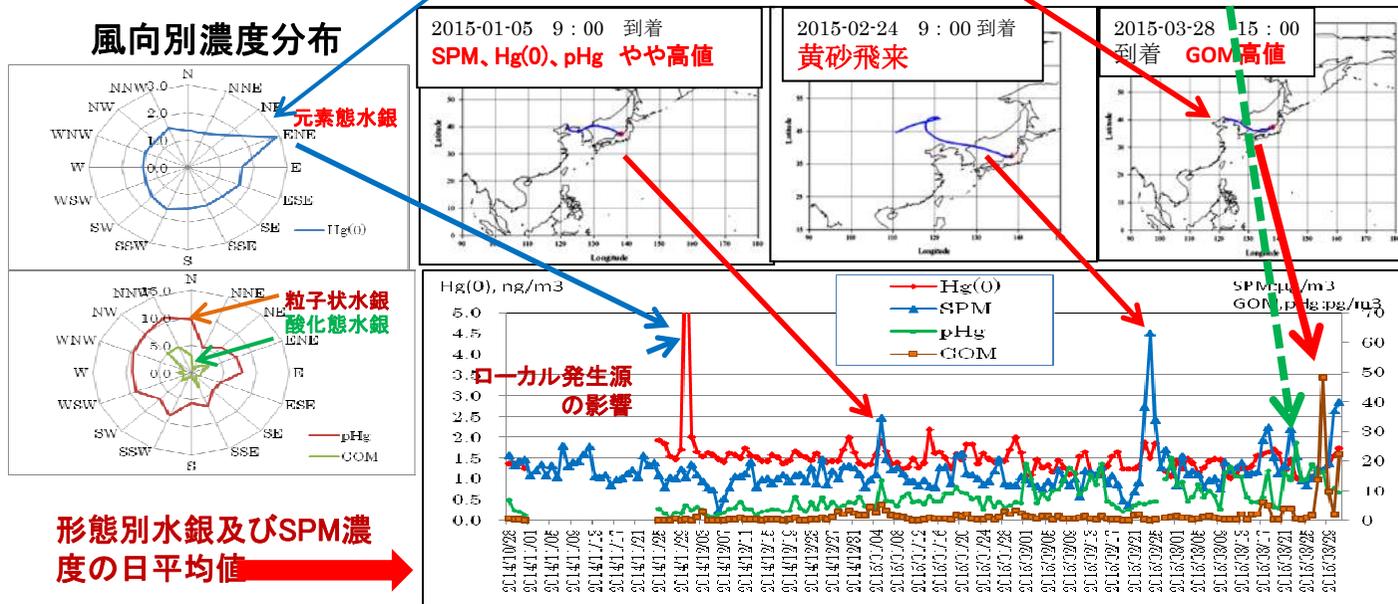
大気中水銀の連続観測によるモデル検証

2014年10月-2015年3月 大気中形態別水銀の連続観測結果

形態別水銀及びSPM濃度の日平均値

項目	ガス状元素態水銀 (Hg(0)) (ng/m ³)	酸化態水銀 (GOM)(pg/m ³)	粒子状水銀 (pHg)(pg/m ³)
平均値	1.49±0.57	1.78±4.81	7.75±4.85
最小値	0.94	0.00	0.73
最大値	7.31	48.0	26.0

後方流跡線解析結果



大気中水銀の連続観測によるモデル検証

大気中粒子状水銀 (PHg) の粒径別濃度測定

(アンダーセンサンプラーを用いた測定結果)

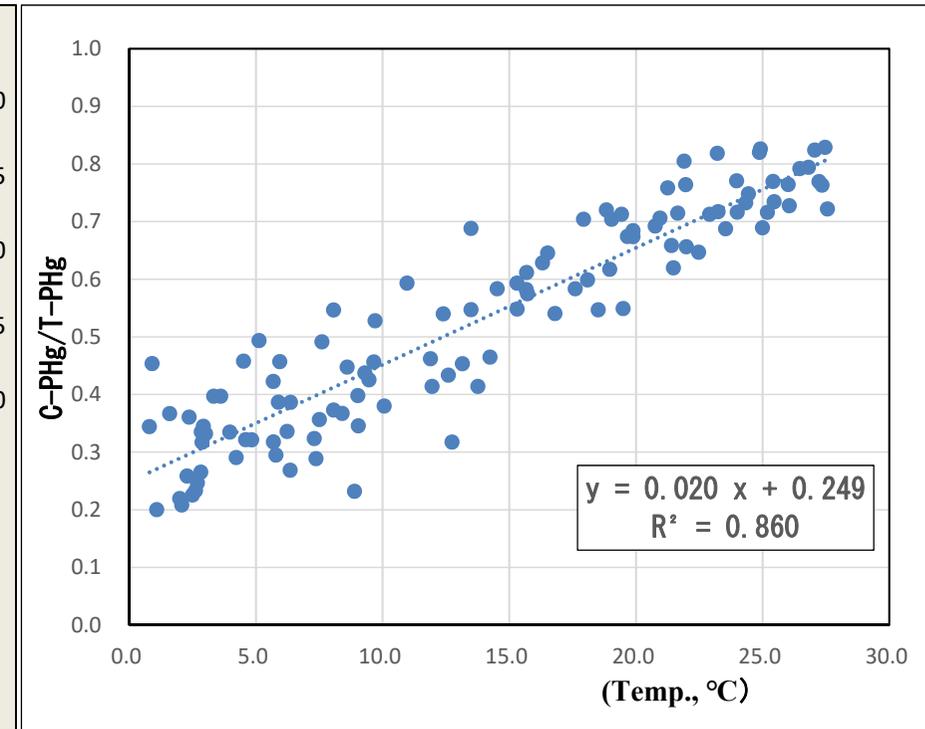
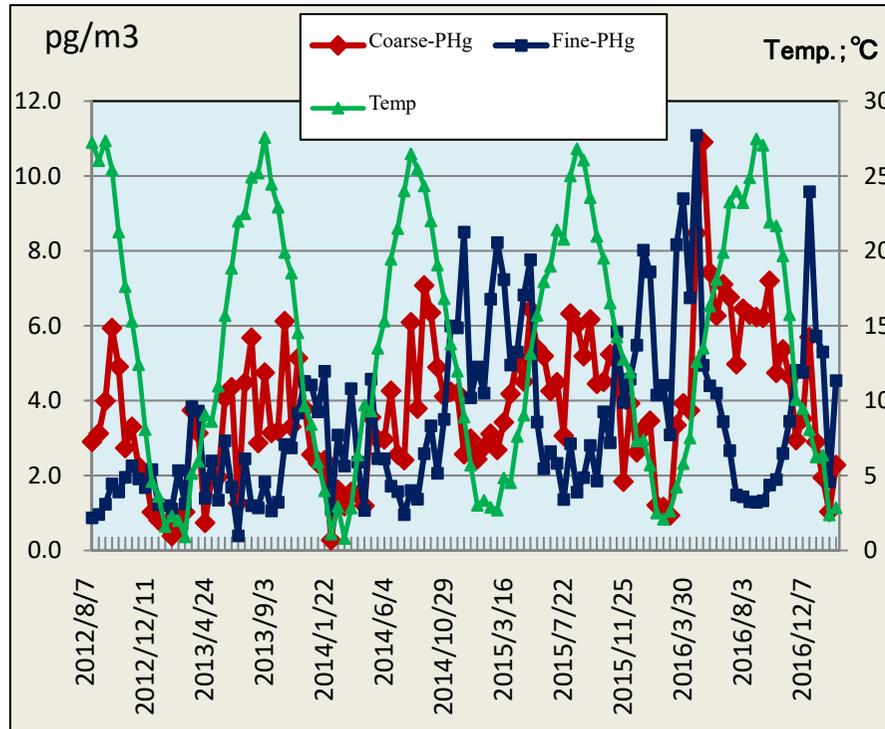
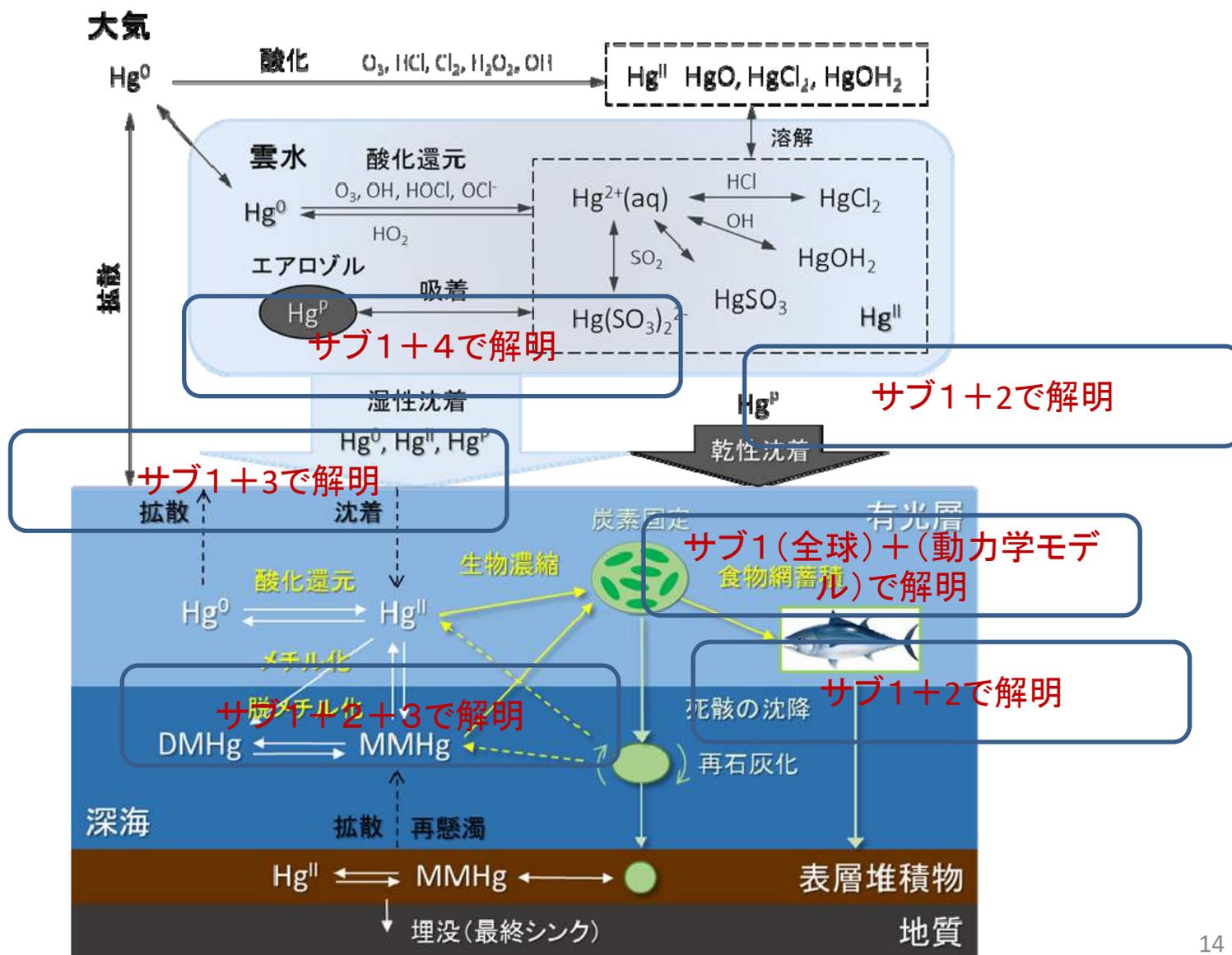


図 粒子状水銀濃度の時系列変化及び平均気温

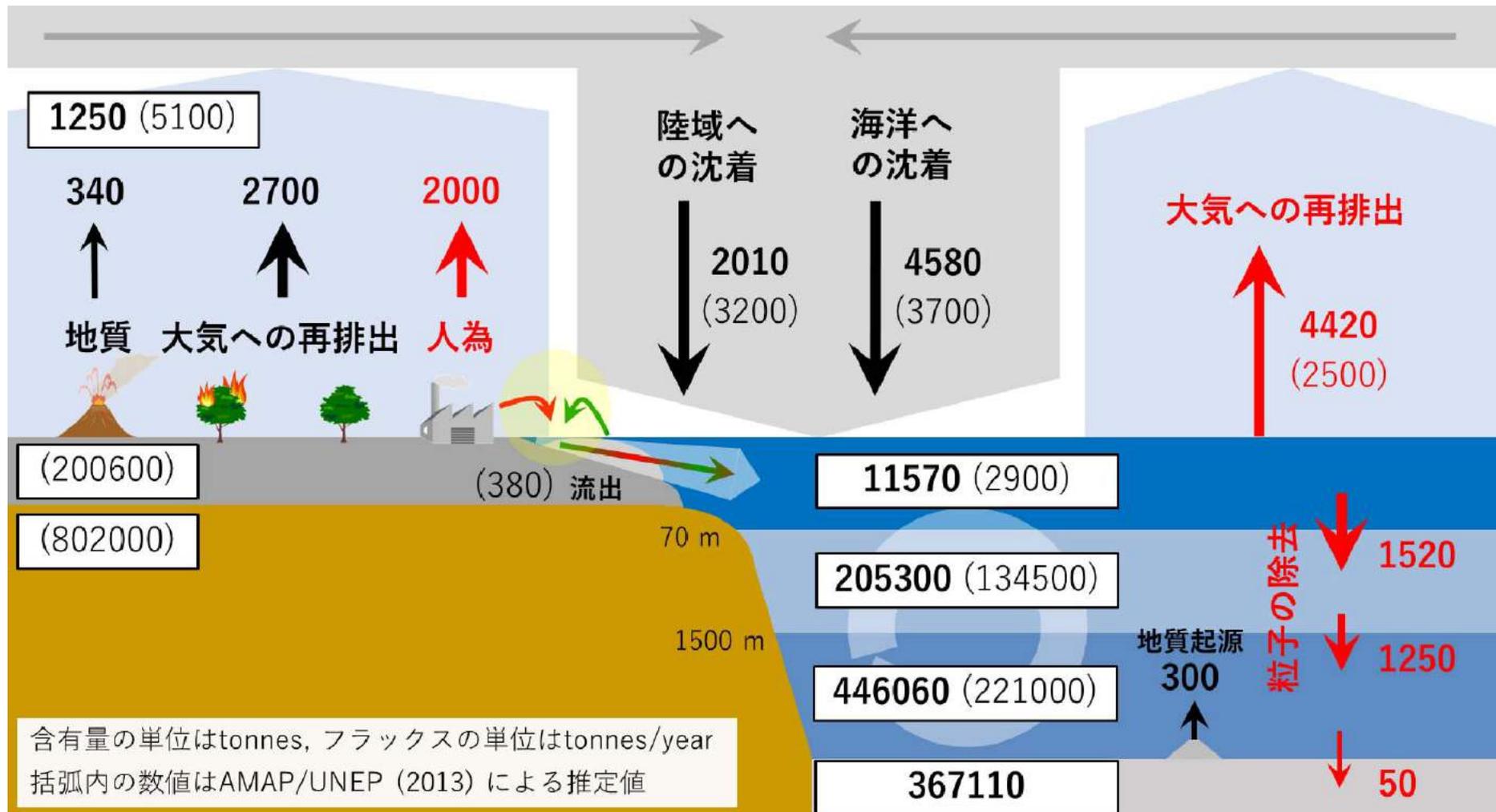
図 全粒子状水銀 (T-PHg) 中の粗大粒子状水銀 (C-PHg) 割合の気温依存性

- 粒子状水銀の (粗大粒子/全粒子) 比は明確な気温依存性が見られている。
- 乾性沈着量を推算する場合、粒子状水銀の粒径分布の気温依存性を考慮しなくてはならないことが示唆される。

研究成果



全球収支の本研究推定とAMAP/UNEPとの比較



研究の進捗、環境施策への貢献、今後の計画

まとめ

- 研究全体としての進捗
 - 水銀の全球動態を解明するモデル構築がほぼ達成された
- 環境施策への貢献
 - 遠洋環境における水銀濃度の鉛直分布と生物移行プロセスに関して理解を深める情報を提供
 - 妊婦が摂取量を制限されている大型魚類や深海魚の水銀含有量が高くなる要因に関する情報
 - 全球動態のモデル化の概成により、今後の観測計画立案、対策有効性の評価などにおいて、全球、多媒体の濃度変動を予測可能
- 今後の課題と計画
 - 大気-海洋での動態過程に不確実性が特に多い
 - 酸化還元反応、メチル化はどこでどのように？
 - 生物生産速度、沈降速度など不確実性大
 - ⇒提案中課題で特にこの部分の集中的な検討を実施したい
 - 長期的な水銀動態
 - 水銀の歴史的な排出を考えれば、100年程度のスピニングアップ計算が必要では？
 - 自然起源(主に火山、UNEPインベントリに関連しては地質由来もか)

研究成果を用いた、日本国民との科学・科学技術対話の活動(研究開始～プレゼン前日まで)

③大学・研究機関の一般公開での研究成果の講演

実施日	主催者名	シンポ名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H27.7.18	国立環境研究所	夏の大公開	つくば	約4400	「環境リスク研究センターの紹介」におけるポスター展示：水銀の全球多媒体モデルの構築と海洋生物への移行予測
H28.7.23	国立環境研究所	夏の大公開	つくば	約5200	「環境リスク・健康研究センターの紹介」におけるポスター展示：水銀の全球多媒体モデルの構築と海洋生物への移行予測 体験企画「化学物質の動きを立体的に見てみよう」：VRシステムを用いてシミュレーション結果を紹介

④一般市民を対象としたシンポジウム、博覧会、展示場での研究成果の講演・説明

実施日	主催者名	シンポ名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H27.6.19 H27.6.26	国立環境研究所	公開シンポジウム 2015	東京 大阪	約700 約300	ポスター発表：水銀の全球多媒体モデルの開発と海洋生物への移行予測
H27.11.10	環境研究機関連絡会	第13回環境研究シンポジウム	一橋講堂	約300	ポスター発表：水銀の全球モデルの構築と海洋生物への移行予測

本課題の成果に係る「査読付」論文(国際誌・国内誌)の発表

執筆者名	発行年	論文タイトル	ジャーナル名等
福崎 紀夫	審査中	大気中粒子状水銀の粒径分布の気温依存性	大気環境学会誌
Marumoto et al.	審査中	Mercury evasion fluxes from sea surfaces of the Tsushima Strait and the Kuroshio Current in the East China Sea	Geochemical Journal

他0本。 以上は全て、脚注又は謝辞に「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を記載。

本課題の成果に係る「査読付論文に準ずる成果発表」論文の発表 又は 本の出版

執筆者名	発行年	タイトル	ジャーナル・出版社名等
なし			

他0本・冊。

マスコミ発表(プレスリリース、新聞掲載、TV出演、報道機関への情報提供等)

種類	年月	概要	その他特記事項(あれば)
なし			

他0件。 以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」の掲載を情報提供先に依頼。

国内外における口頭発表(学会等)

学会等名称	年月	発表タイトル	その他特記事項 (あれば)
第24回環境化学討論会	H27.6	水銀の全球多媒体モデルの構築と地球規模の動態予測	
第25回環境化学討論会	H28.6	全球多媒体モデルを用いた水銀の海洋生物への移行予測	
第25回環境化学討論会 自由集会	H28.6	水銀の地球規模動態モデルの開発 ～水銀に関する水俣条約の有効性評価に向けて～	
第32回全国環境研究所交流シンポジウム	H29.2.16	水銀に関する水俣条約の有効性評価に向けた全球多媒体モデルの構築	
日本分析化学会第75回分析化学討論会 (2015)	H28.5	水銀同位体に認められる質量非依存性分別MIFと環境動態研究への応用	
12th International Conference on Mercury as a Global Pollutant (2015)	H28.6	Hg isotope determination for Human Hair, CRM No.13 at NIES	
第24回環境化学討論会 (2015)	H28.6	日本近海とインド洋中深層におけるメチル水銀の生成	

国内外における口頭発表(学会等)

学会等名称	年月	発表タイトル	その他特記事項(あれば)
The 12th International conference on mercury as a global pollutant (ICMGP2015)	2015.6	Mercury uptake in breeding red spotted grouper (Epinephelus akaara) and devil stinger (Inimicus japonicus)	
日本海洋学会 2016年度春季 大会	H28.3	玄界灘における海水中ガス状水銀の観測と水銀放出フラックスの推定	
日本海洋学会 2016年度春季 大会	H28.3	玄界灘における生物中総水銀濃度と窒素安定同位体比の関係	
第25回環境化学討論会	H28.6	東シナ海における海面からの水銀放出フラックスの推定	
12th International Conference on Mercury as a Global Pollutants	2015.6	Observations of Atmospheric Mercury in Kashiwazaki City in Japan during Winter	
第56回大気環境学会年会	2015.9	柏崎地域における大気中水銀の動態観測	

他9件。 以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を明示。

知的財産権

知的財産権の種類	概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
なし		

他0件。

行政ニーズに即した 環境政策への貢献事例

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
なし	

他0件。

行政ニーズに即した 今後の環境政策への貢献「見込み」

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
成果の一つである全球多媒体モデルは全球モニタリングと連携して水俣条約有効性評価において評価手法として貢献できる可能性がある。	
成果の一つである玄界灘等における海水中及び海洋生物中の水銀濃度レベルを明らかとにしたことにより、アジア大陸の人為的な水銀汚染の影響有無の評価に貢献できる可能性がある。	