

表層型メタンハイドレートの研究開発 2023年度 研究成果報告会

ー表層型メタンハイドレート賦存海域における 環境影響予測モデルー

令和6年2月29日

(株)サイエンスアンドテクノロジー 林 正能

本日の発表

- 環境影響予測モデル開発研究の背景
- 海域環境特性の把握
- 想定されるメタン湧出域生態系への環境影響シナリオ
- 開発中のメタン湧出域生態系モデル
- 試算結果
- メタン湧出域生態系モデルの現況再現に向けて

■表層型メタンハイドレートの開発における将来の環境影響評価を見据えて、海域環境（主に生態系）の変化を予測する手法（数値モデル）の開発を目指す

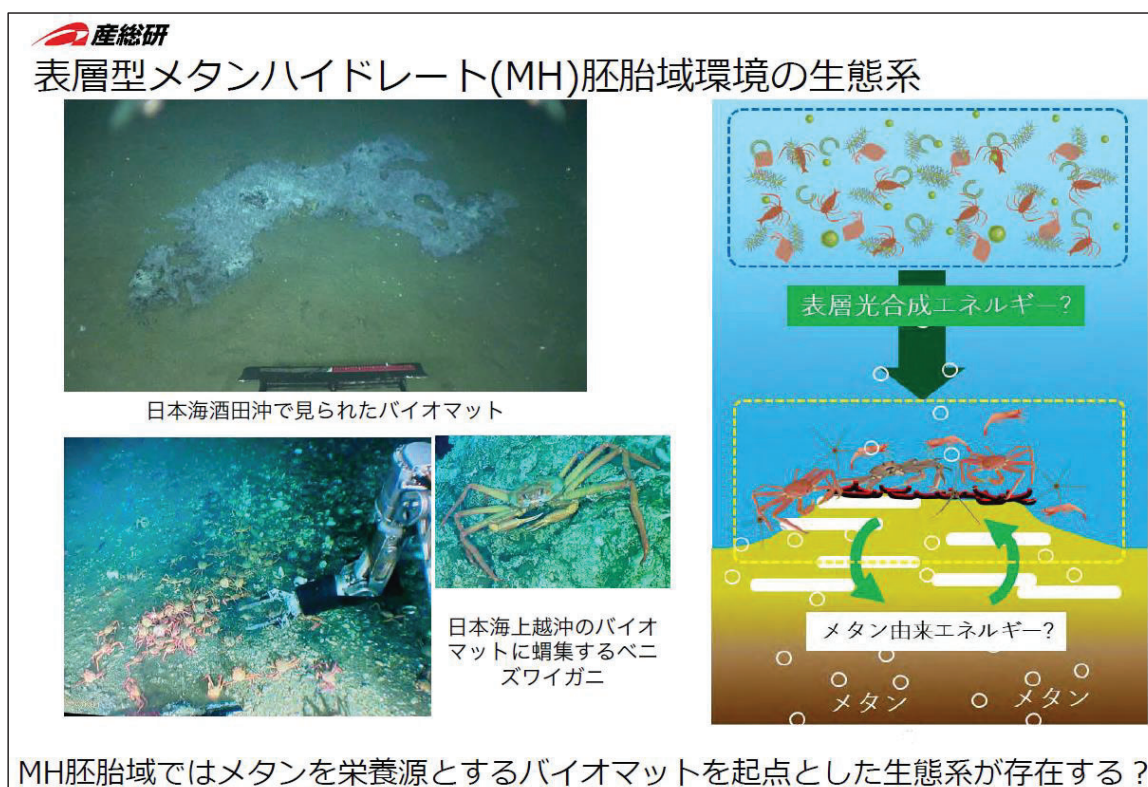


引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度 研究成果報告会 資料1「2022年度の取り組みについて」p.3

3

海域環境特性の把握 特徴的な生物

■表層型メタンハイドレート胚胎域においてはバクテリアマット（イオウ酸化菌：化学合成生態系の一次生産者）および蠕集するベントスが確認されている ⇒生物のエネルギー源は？

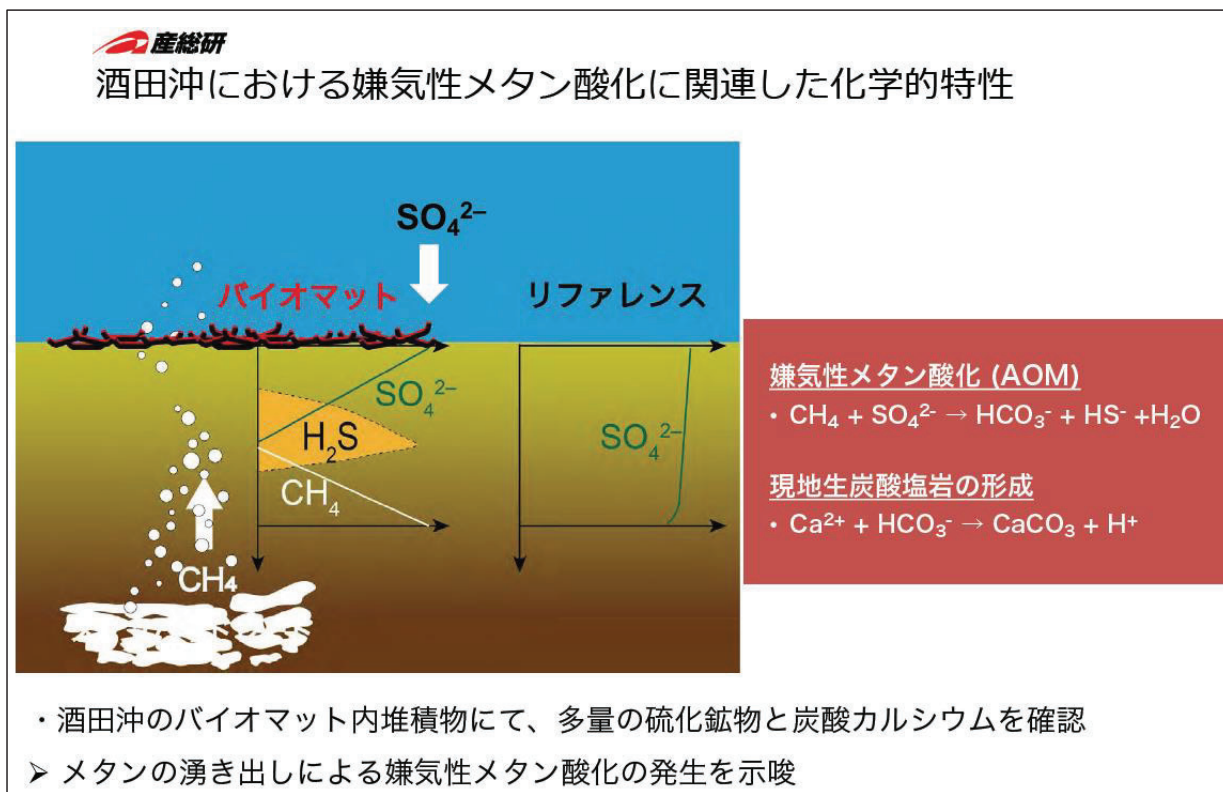


引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：表層型メタンハイドレートの研究開発 2021年度 一般成果報告会 資料10「酒田沖メタンハイドレート胚胎域における生物地球化学的物質循環」

4

海域環境特性の把握 バクテリアマット内の化学特性：嫌気性メタン酸化

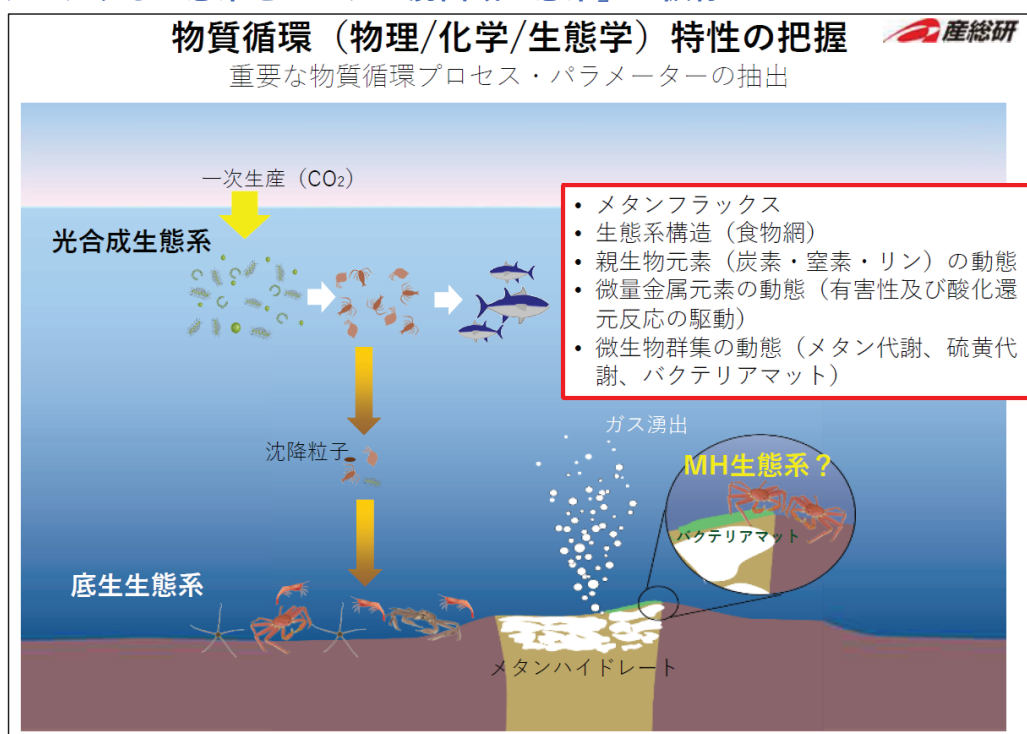
■バクテリアマット下の堆積層内では、嫌気性条件下でメタン酸化（硫酸還元）及び炭酸カルシウム形成が生じることが示唆されている ⇒バクテリアマットのエネルギー源は硫化水素(HS⁻)？



引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：表層型メタンハイドレートの研究開発 2021年度 一般成果報告会 資料10「酒田沖メタンハイドレート胚胎域における生物地球化学的物質循環」

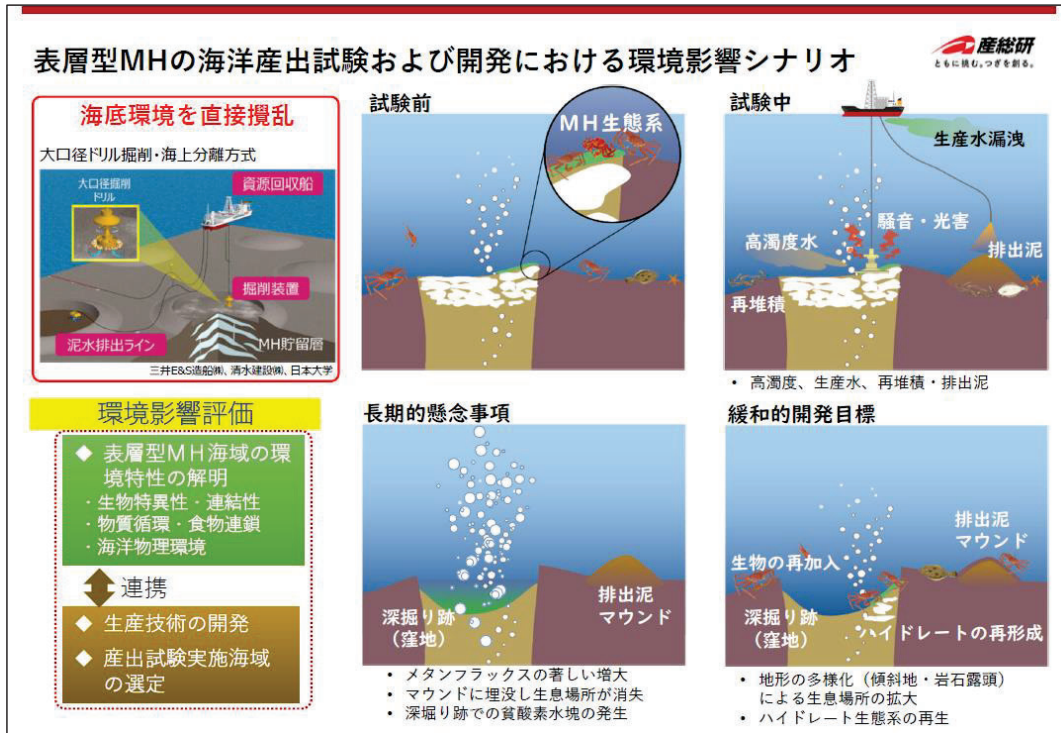
海域環境特性の把握 生態系構造：3つの生態系がリンク

■海域環境調査により当該海域は、植物プランクトンを中心とした「光合成生態系」、沈降粒子を餌とする底生生物を中心とした「底生生態系」、メタン由来をエネルギー源とするバクテリアマットを中心とした「メタンハイドレート (MH) 生態系」がリンクしている可能性が示唆 ⇒3つがリンクする生態系を「メタン湧出域生態系」と仮称



引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：表層型メタンハイドレートの研究開発 2019年度 一般成果報告会 「環境影響評価」

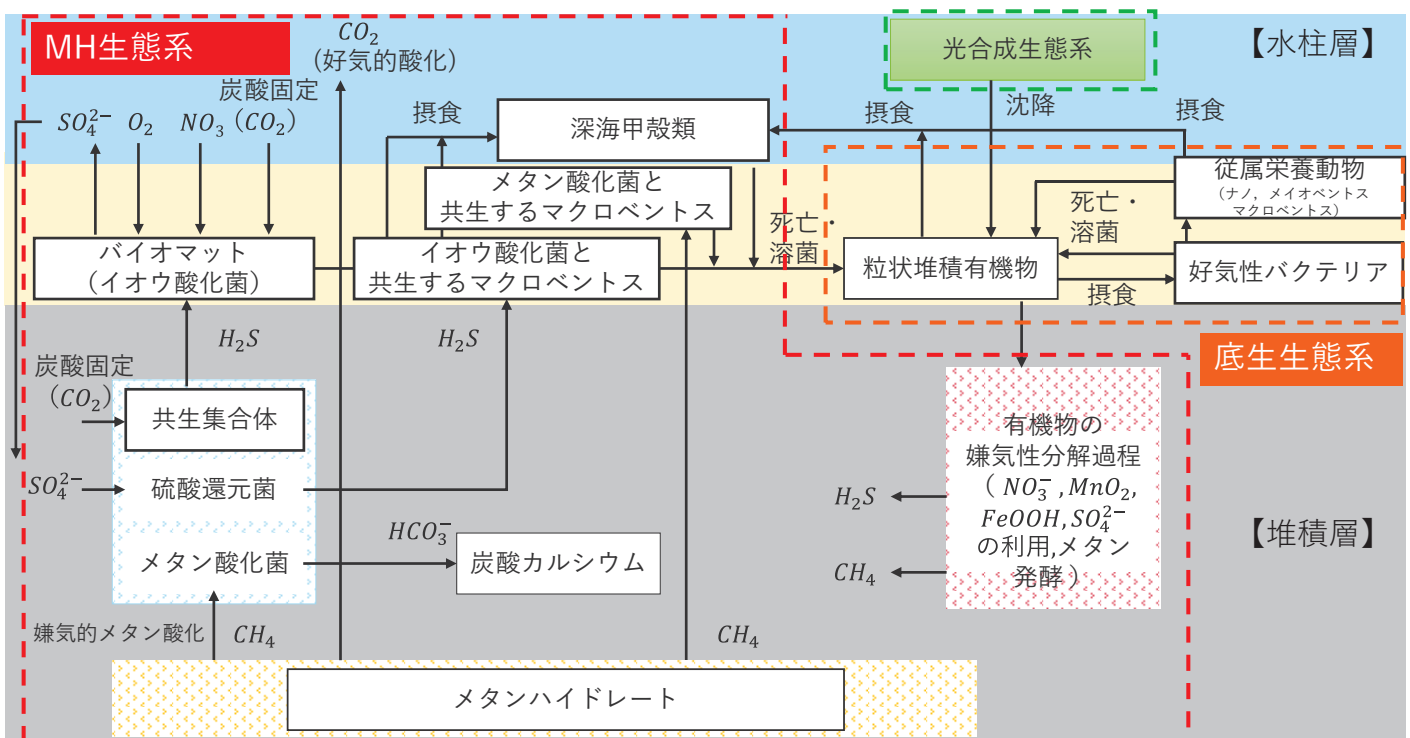
■回収・生産技術が海底環境を直接擾乱。メタンフラックス変化、生産水漏洩、排出泥マウンド形成、高濁度プルーム発生などにより、メタン湧出域生態系が影響を受ける可能性が想定



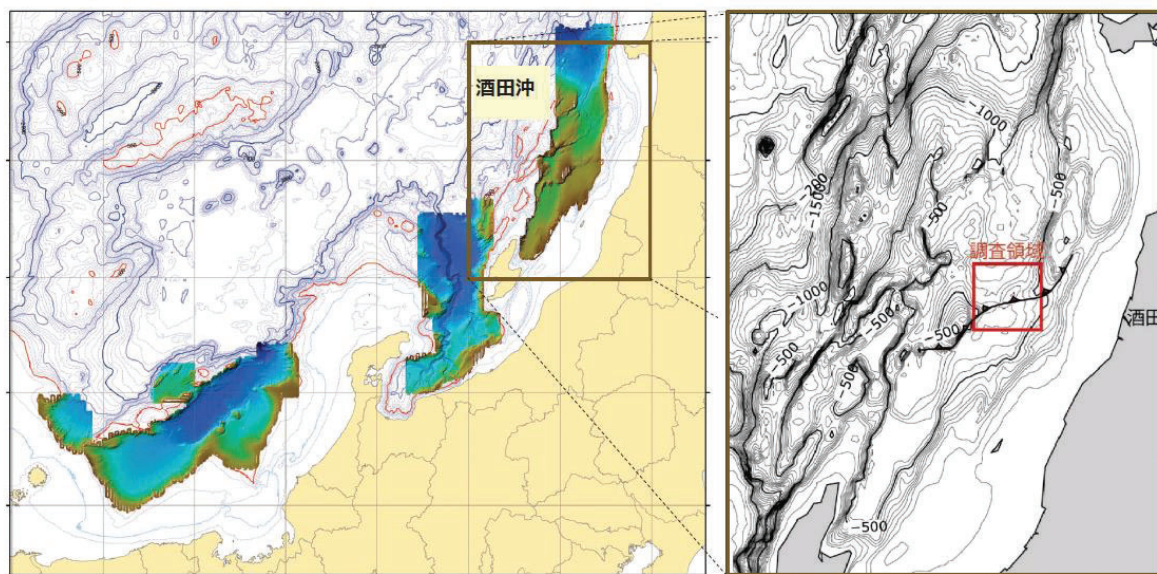
引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所: 表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度 研究成果報告会 資料8「環境影響評価の概要と進捗」

開発中のメタン湧出域生態系モデル 概略図

■イオウ酸化菌など代表的な生物群集の動態、生物要素間の物質(炭素、窒素、リン、マンガン、鉄、硫黄)の流れや、堆積物表層-水柱間の物質交換を考慮した数値モデルを設計



はじめに 調査海域 最上トラフ(山形県酒田沖)

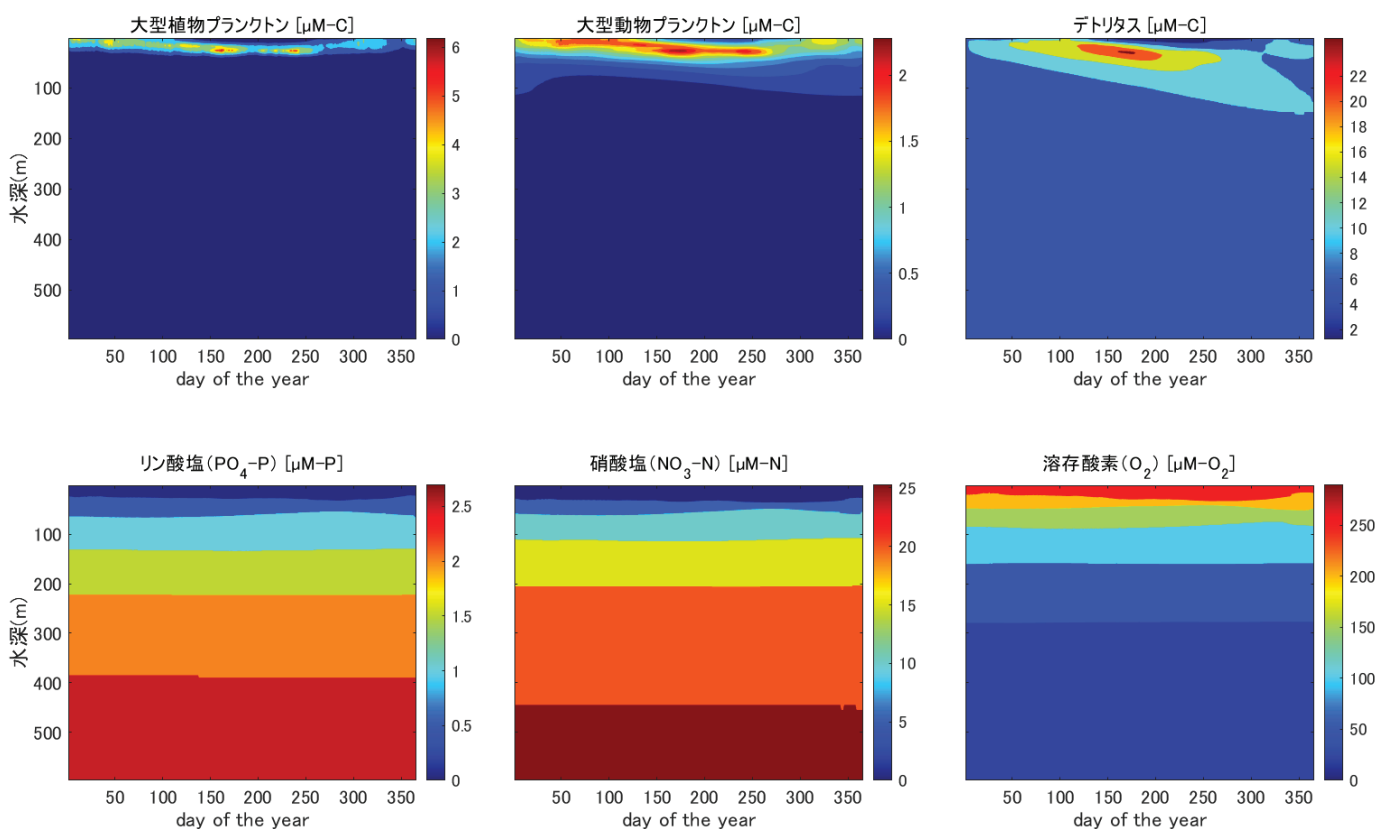


活構造は岡村ほか（1998）を参照

酒田沖のバクテリアマット内外（鉛直1次元）を対象として試算を実施

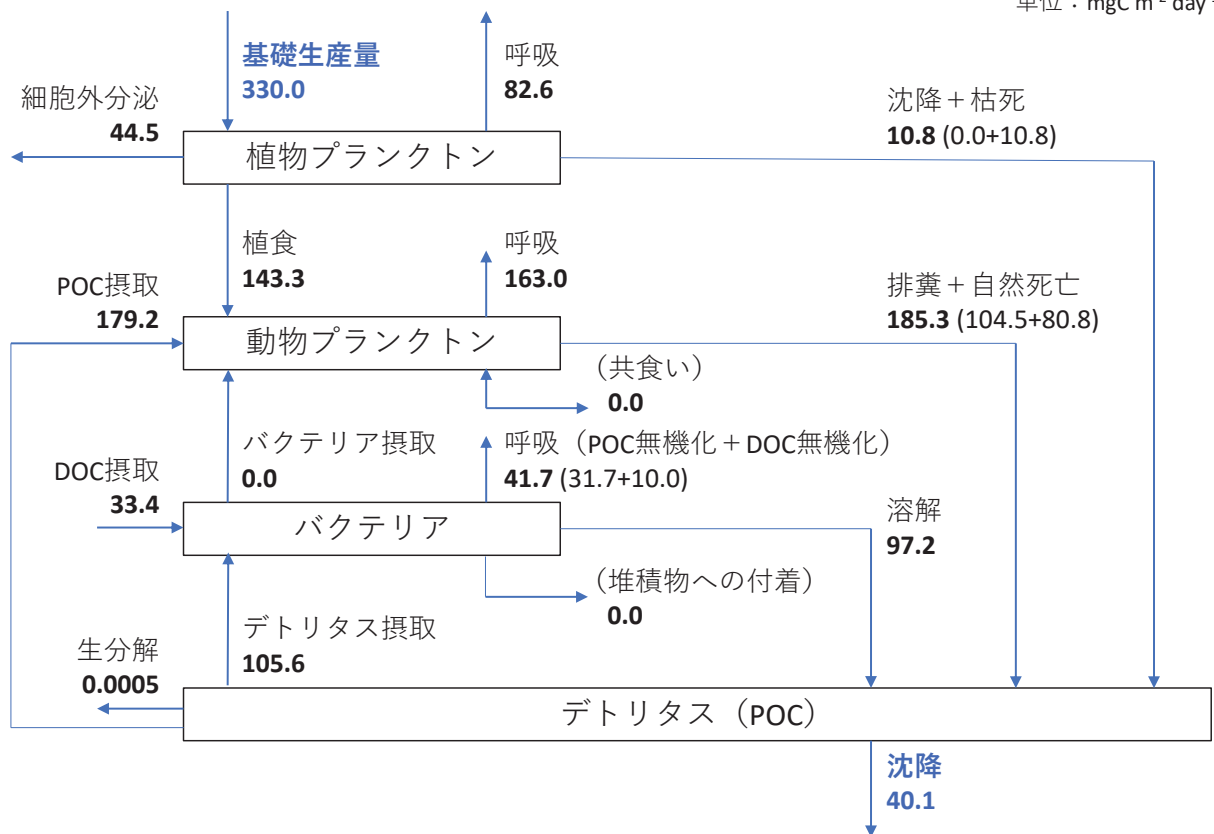
引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度 研究成果報告会 資料5「物理探査データの再解析及び統合処理 -山形県酒田沖 酒田海丘（仮称）海域-」

光合成生態系の時間応答確認 例：動植物プランクトン、デトリタス等



光合成生態系における炭素循環の応答確認 例：基礎生産量など

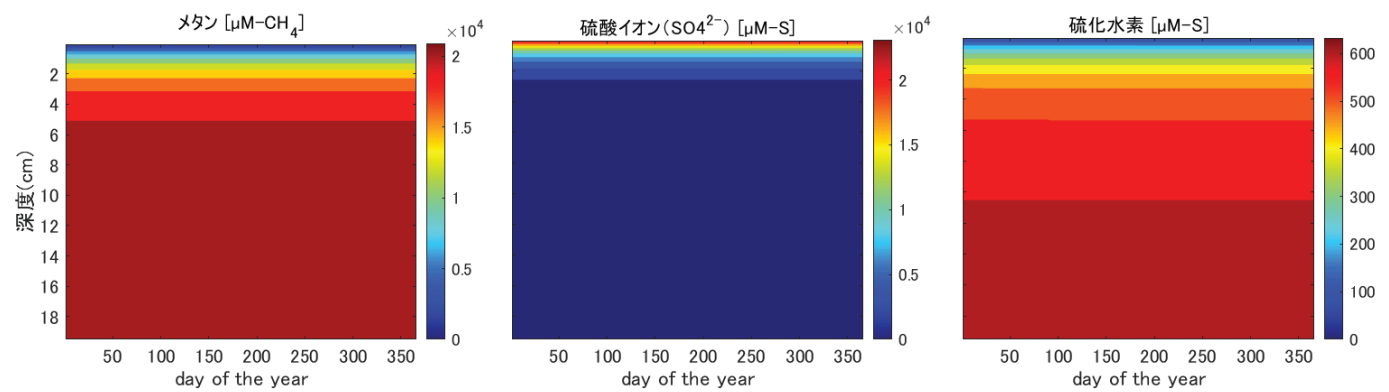
単位：mgC m⁻² day⁻¹



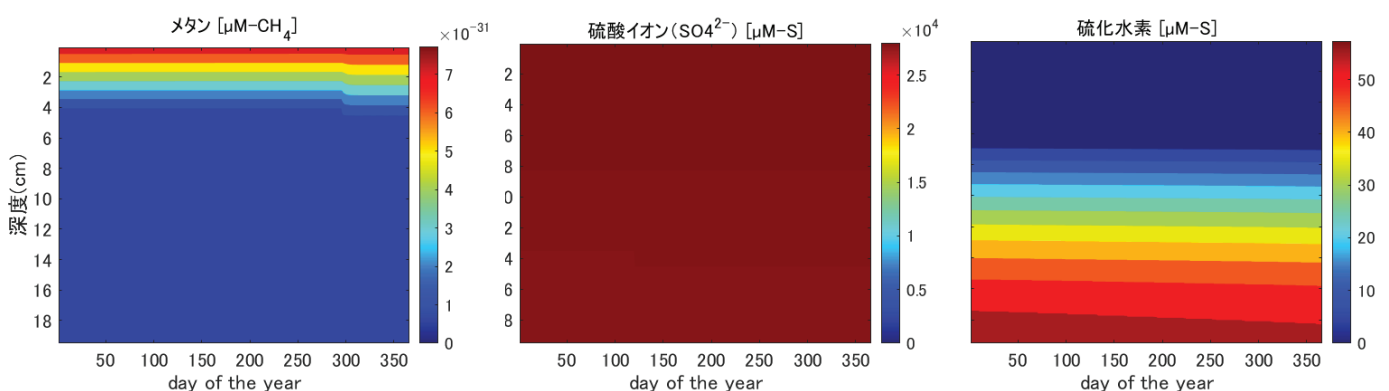
11

堆積層内の時間応答確認 例：メタン、硫酸イオン、硫化水素

【バクテリアマット内】



【バクテリアマット外】

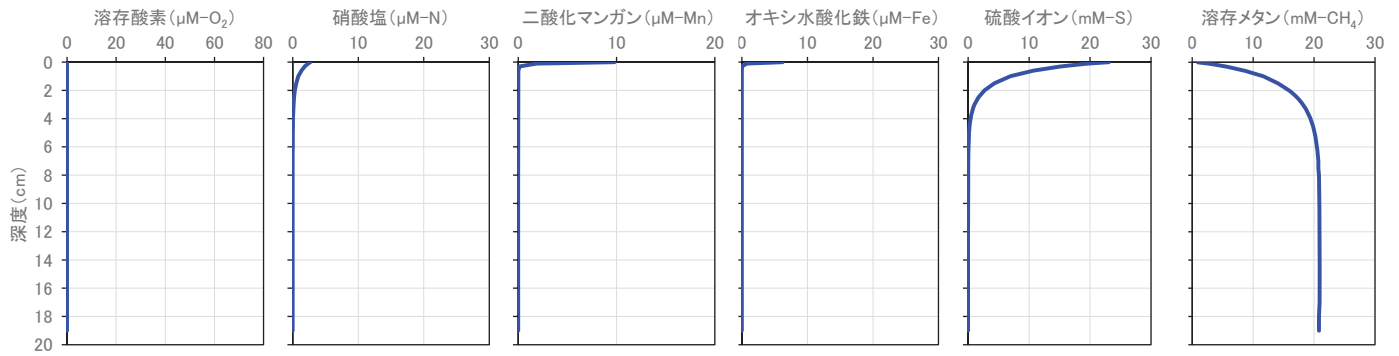


12

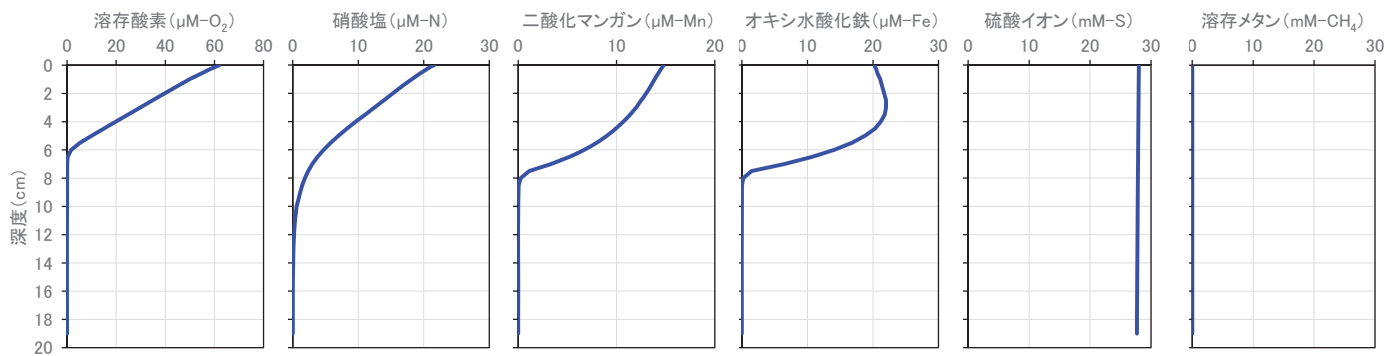
堆積層における化学過程の応答確認 有機物の分解過程

【バクテリアマット内】

$\mu\text{M} = \mu\text{mol L}^{-1}$
 $\text{mM} = \text{mmol L}^{-1}$



【バクテリアマット外】

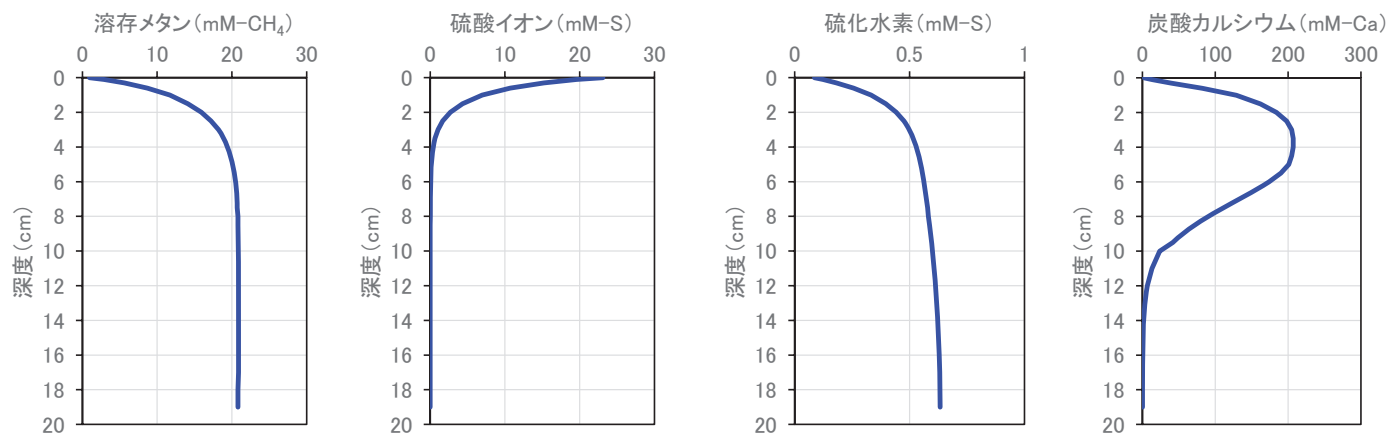


13

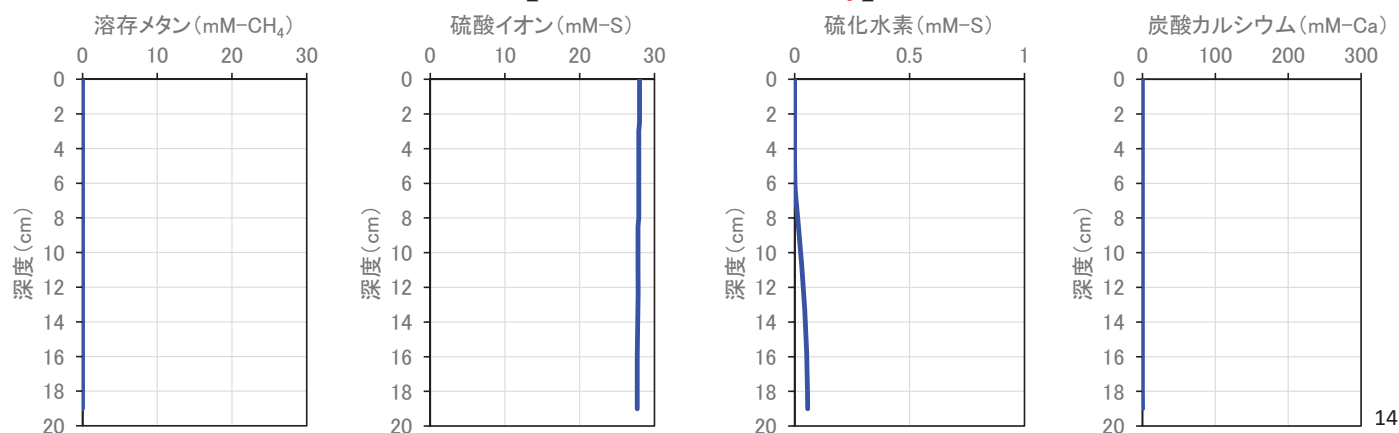
堆積層における生物化学過程の応答確認 嫌気性メタン酸化

【バクテリアマット内】

$\text{mM} = \text{mmol L}^{-1}$



【バクテリアマット外】

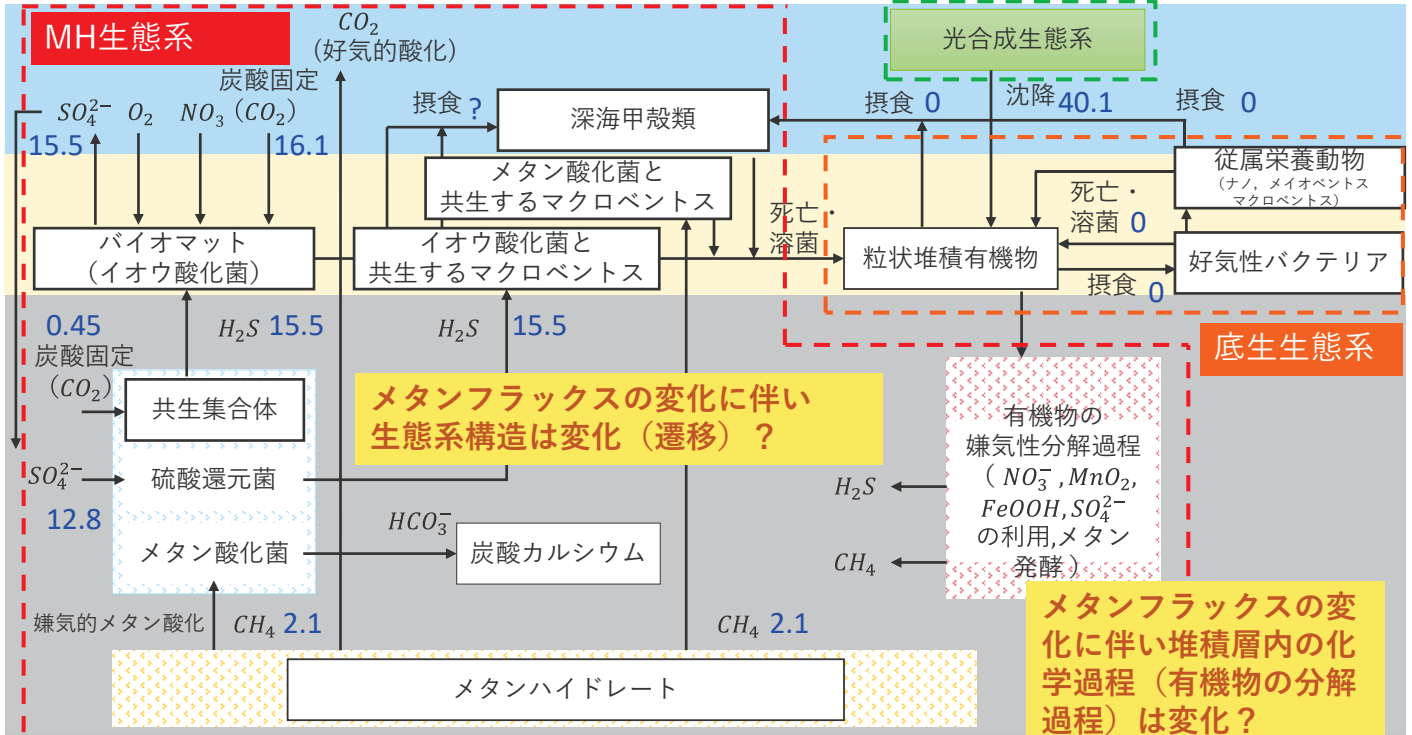


14

メタン湧出域生態系の物質循環の応答確認 メタン, イオウ, 炭素

■事業前のメタン湧出域生態系の物質循環を把握
 ⇒環境影響シナリオで想定される環境の変化を定量的に解析可能

生産水の漏洩により光合成生態系（基礎生産量など）は変化？



単位：mg・m⁻²・day⁻¹

15

メタン湧出域生態系モデルの現況再現に向けて 海域環境調査の利用

■環境影響シナリオで想定される環境の変化を定量的に解析するためには、メタン湧出域生態系モデルが現況再現可能であることの実証が必要

海洋調査（海底の状況等の把握）について

- 海底地盤強度調査を、2021年度に酒田沖、2022年度に上越沖で実施。取得したコーン貫入試験（CPT；酒田沖のみ）、地質試料採取（→室内土質試験）、ワイヤライン検層（酒田沖ではPS検層のみ）のデータを解析中。
- 海底現場状況調査のための長期観測を、酒田沖で2020～2021年度に、上越沖で2022～2023年度に実施。

⑩ 海底地盤強度調査

酒田沖（2021年度）
上越沖（2022年度）

POSEIDON-1（酒田沖） ちきゅう（上越沖）
掘削調査船

佐藤・鈴木報告

原位置CPTの例

掘削調査船
ワイヤーで吊り下げ
海底に台を設置（計測終了後回収）
海底
一定速度でさし込み

⑨ 海底現場状況調査

酒田沖（2020～2021年度）、上越沖（2022～2023年度）

ROV母船（新世丸） ROV（はくよう3000）

セシメントラップ

沈降粒子を採取

CTD 濁度計 溶存酸素計

CTD：塩分濃度、水温、圧力を計測
濁度計：濁水の濁りを計測
溶存酸素計：溶存酸素濃度を計測

流流速速計

海底面から数十cmまでの高さの流況と流速を計測

シーバージメータ

海中濁度計

海底面から湧出する気体の流速を計

水温計

水温を計測

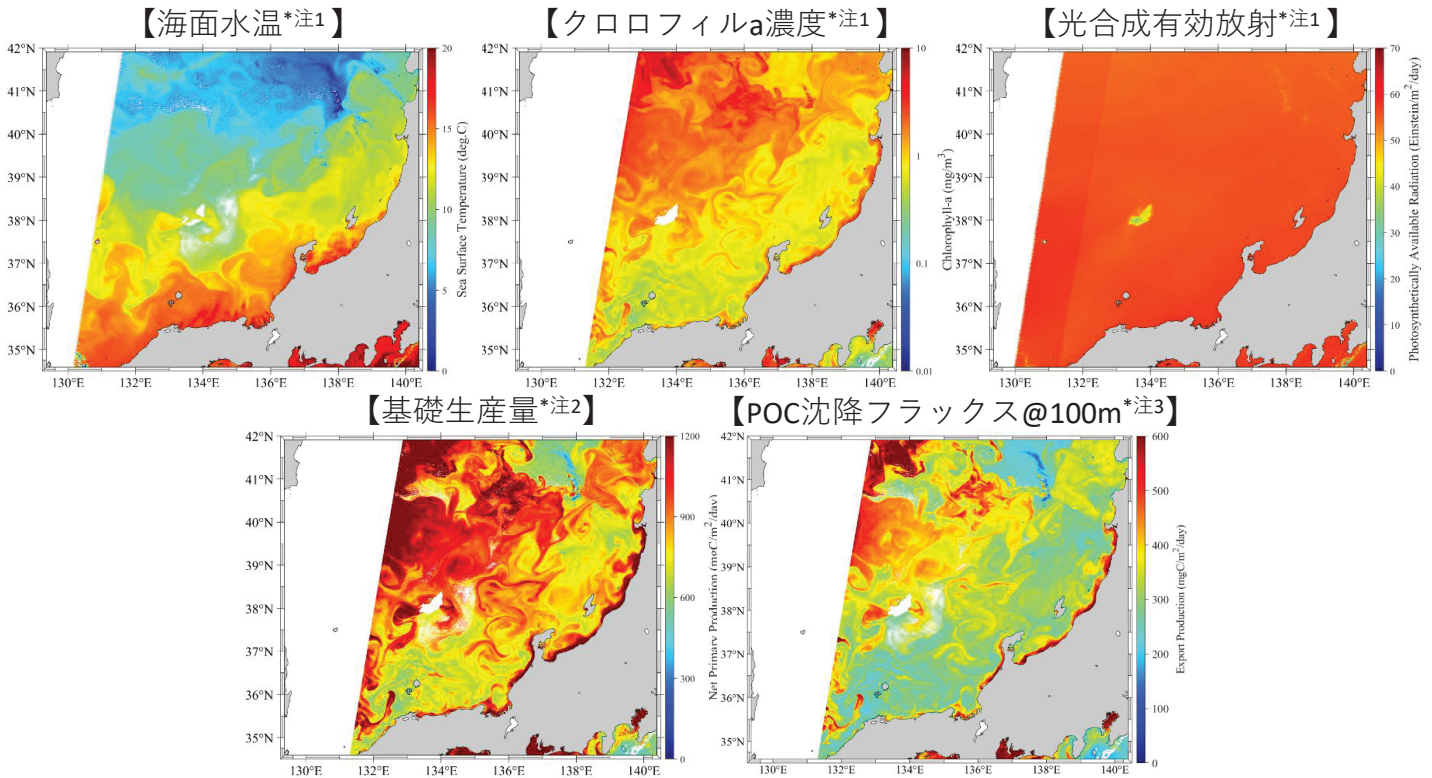
無人潜水機（ROV）で設置・回収

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 12 <第39回メタンハイドレート開発実施検討会（2022.6.3）資料5を更新>

引用) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度 研究成果報告会 資料4「海洋調査の概要と進捗」

メタン湧出域生態系モデルの現況再現に向けて 衛星データの利用

- 衛星データ（海面水温など）は長期間のアーカイブが日別単位で公開
 - ⇒公開データから基礎生産量やPOC沈降フラックスを算出
 - ⇒メタン湧出域生態系モデルの時間応答（季節変化）の現況再現検証に利用可能

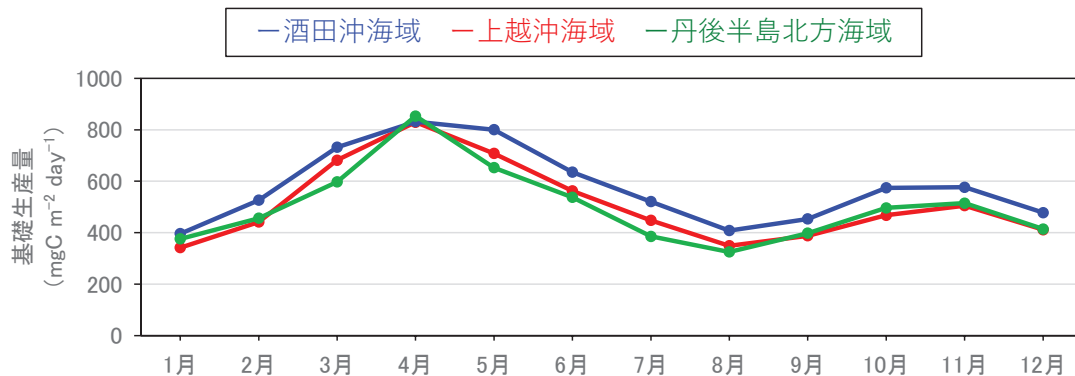
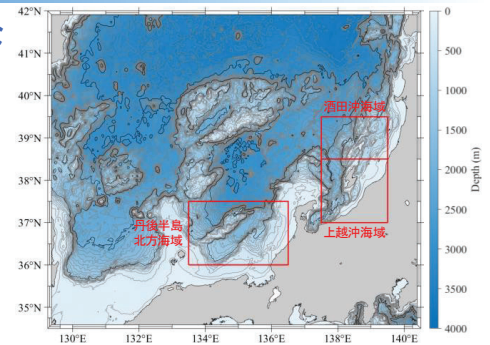


注1) 人工衛星GCOM-C/SGLIのDailyデータを基に作図（2018年4月29日：宇宙航空研究開発機構（JAXA）提供）
 注2) Kameda and Ishizaka（2005）の式を基に作図。注3) Jönsson et al.（2023）の式を基に作図。

17

メタン湧出域生態系モデルの現況再現に向けて 衛星データの解析例

- 酒田沖海域、上越沖海域、丹後半島北方海域における平年の基礎生産量を算出
 - ⇒春季・秋季ブルームが確認。今後、数値モデルと比較検証（POC沈降フラックスについても同様に解析予定）
- 衛星データは環境ベースライン観測にも有用



人工衛星Aqua/MODISによる基礎生産量の季節変化
 21年間（2002～2023年）の月別平均

18

謝辞

■本研究発表の成果は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施されました

ご清聴ありがとうございました