

NEDO先導研究 VIPワークショップ2026

伊豆小笠原・沖縄海域等の海底熱水を利用した
石油代替資源創成に向けた基盤技術開発

2026/07/27

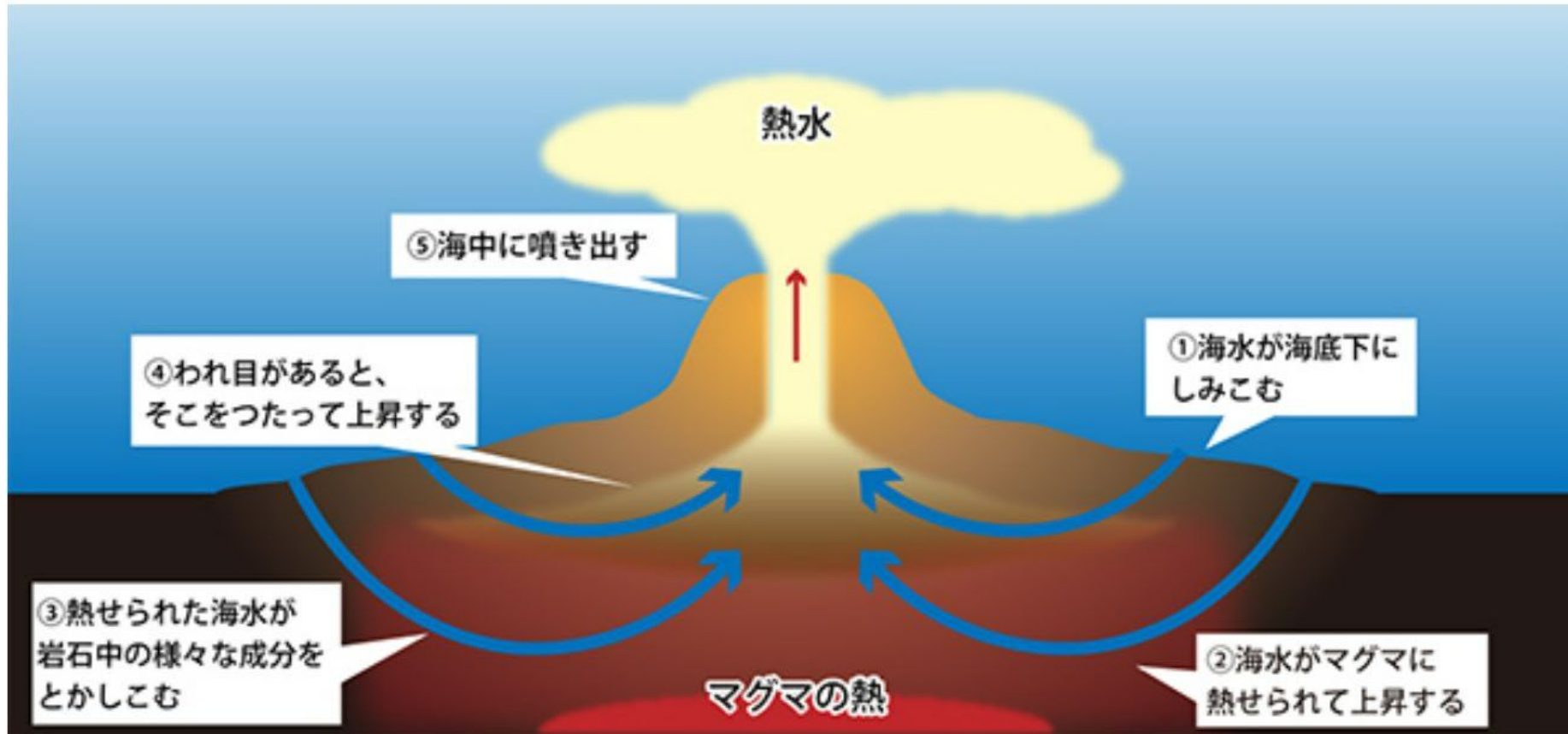
船舶技術ユニット 技術分析研究所

主任研究員 中林岳也



1

海底熱水とは？ ～海底熱水鉱床／国産の鉱物資源としての検討～



熱水噴出孔（2013年9月3日 JAMSTEC プレスリリースより）



写真1: 東青ヶ島鉱床で確認された
高温（約 260 度）の熱水を噴出するマウンド



写真2: 東青ヶ島鉱床から採取した鉱石
(銅 1.3%、鉛 15.9%、亜鉛 24.2%、金 37.6 グラム／トン、銀 2,160
グラム／トン)

平成30年12月27日 JOGMEC NEWS RELEASEより

海底熱水→エネルギー資源としての検討へ ～海底地熱資源の評価と有望海域の抽出～

1

熱水資源量を評価

米国地質調査所（USGS）の容積法を基に、キュリー一点深度・重力基盤解析を反映



2

伊豆小笠原海域 全体でTW級

地熱資源量として膨大な値を確認



3

沖縄海域 全体でTW級

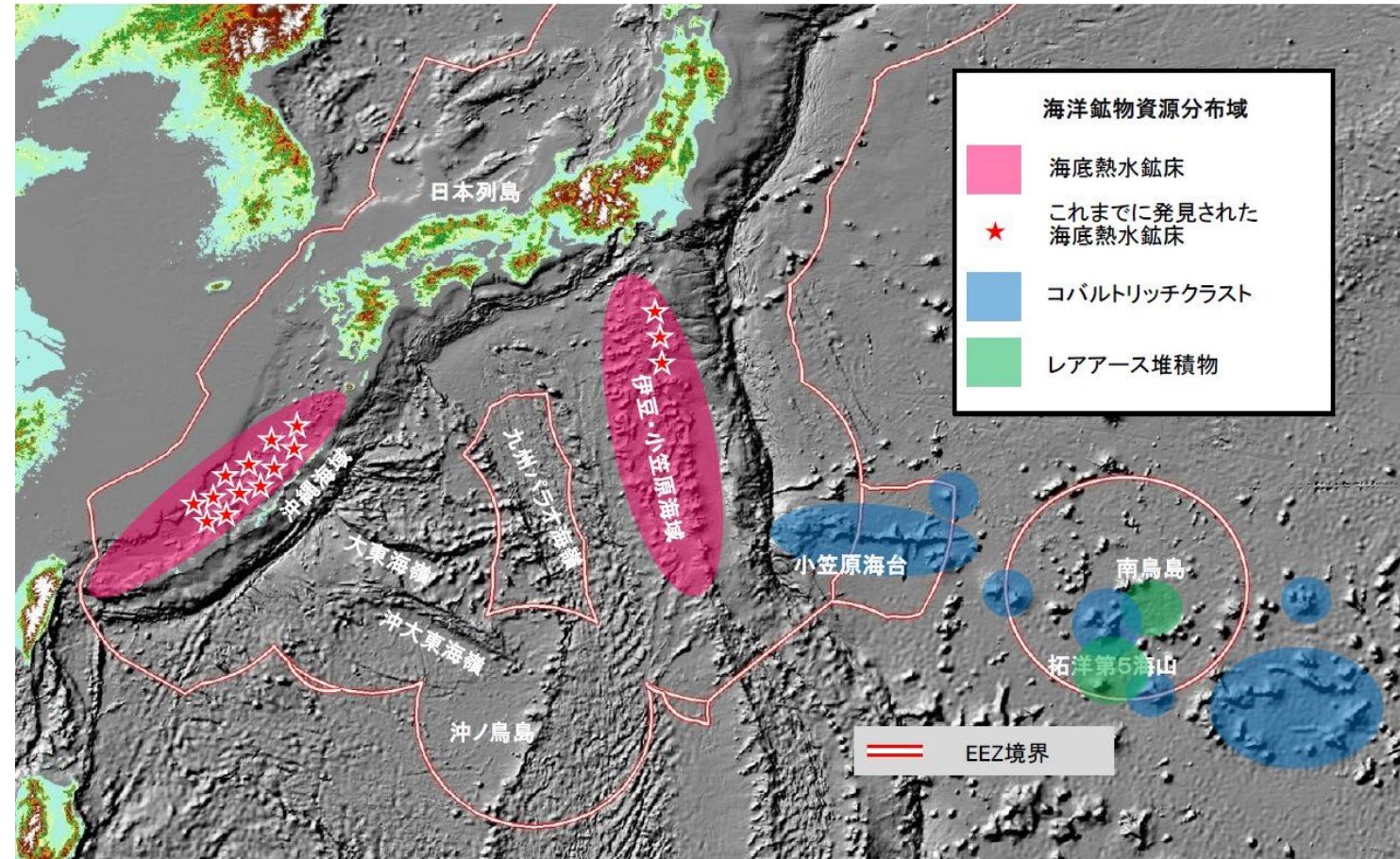
地熱資源量として膨大な値を確認



4

有望海域を抽出

東京都 東青ヶ島カルデラ（約2 GW）
沖縄県 伊平屋北海丘（約28 GW）

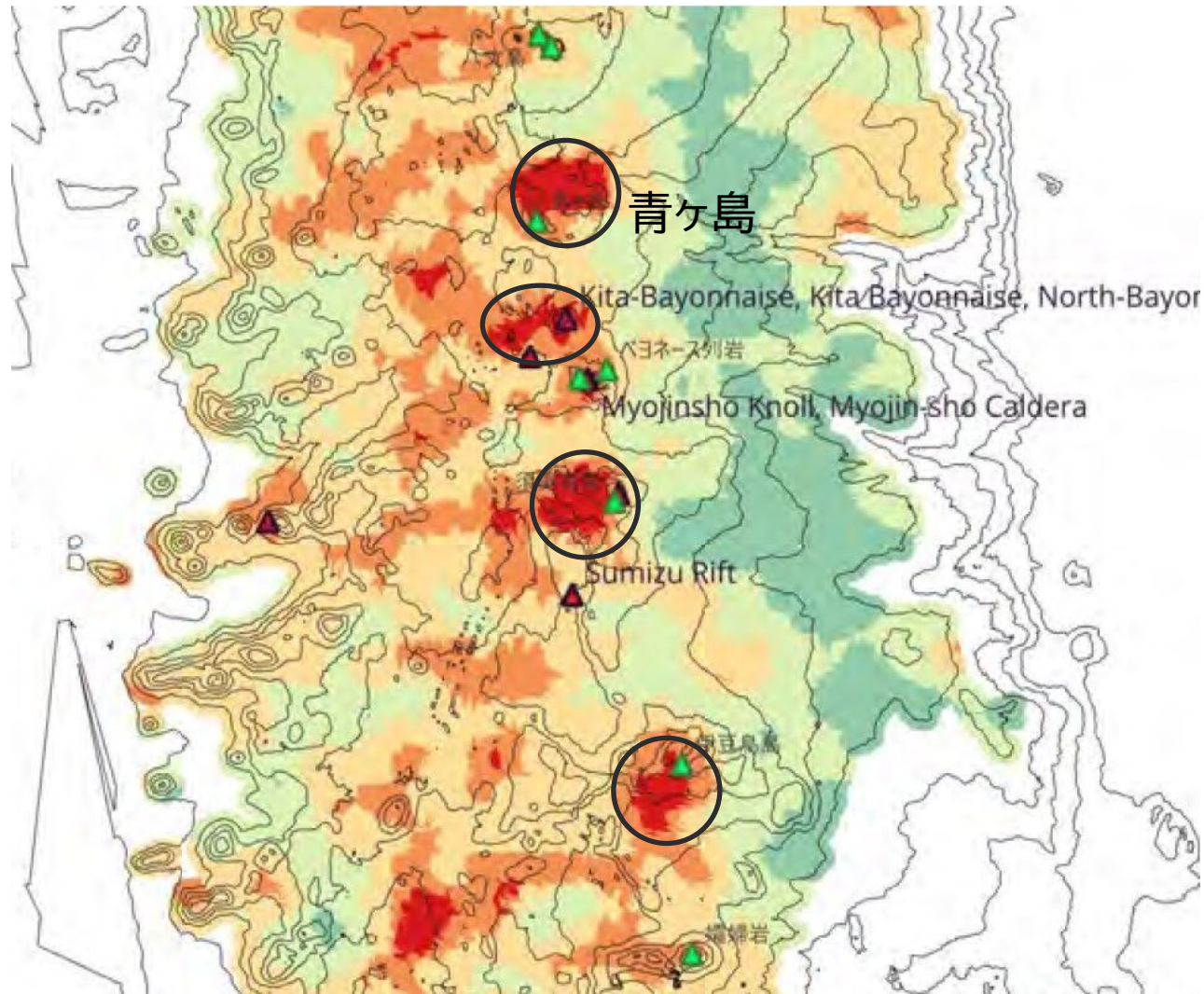


日本周辺の主な海洋鉱物資源の分布

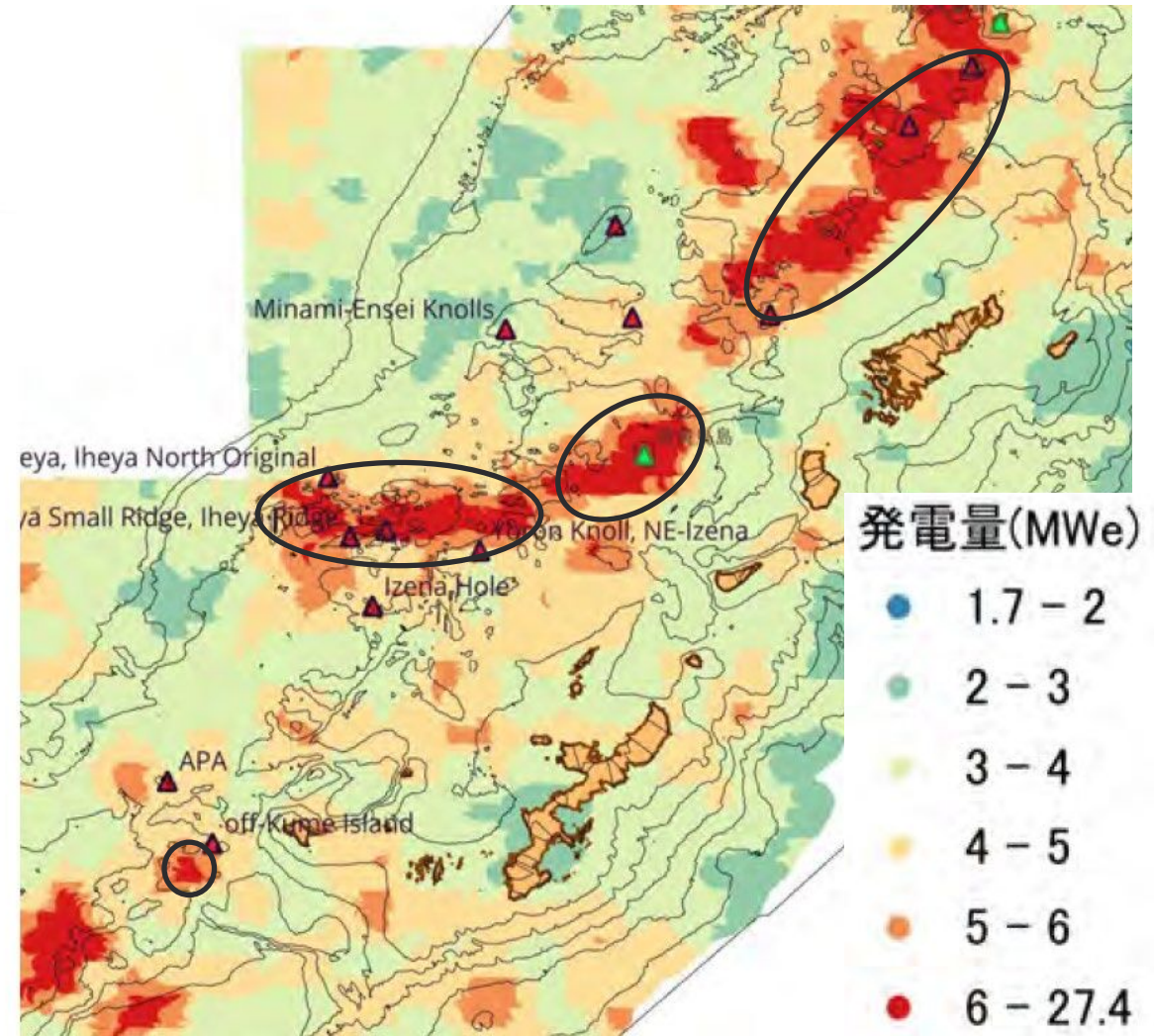
（令和5年11月 資源エネルギー庁 海底熱水鉱床開発計画総合評価報告書より）

※容積法の計算：発電量(MWe)＝貯留層の熱量(J)×熱回収率0.175×発電効率0.1051÷発電時間30年

海底熱水→エネルギー資源としての検討へ ～海域別の発電ポテンシャル～



容積法による伊豆小笠原海域の発電ポテンシャル



容積法による沖縄海域の発電ポテンシャル

海底熱水→エネルギー資源としての検討へ ～伊平屋北海丘の地質調査と人工熱水噴出孔～

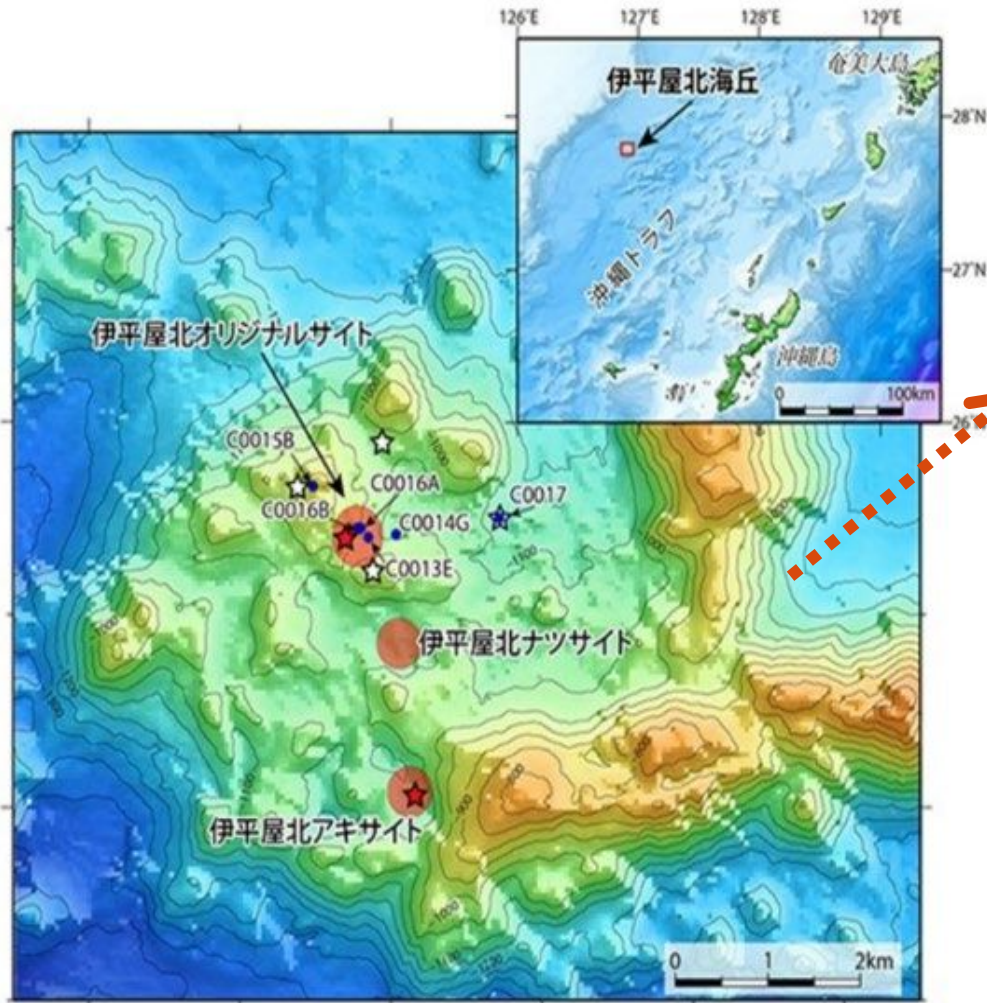
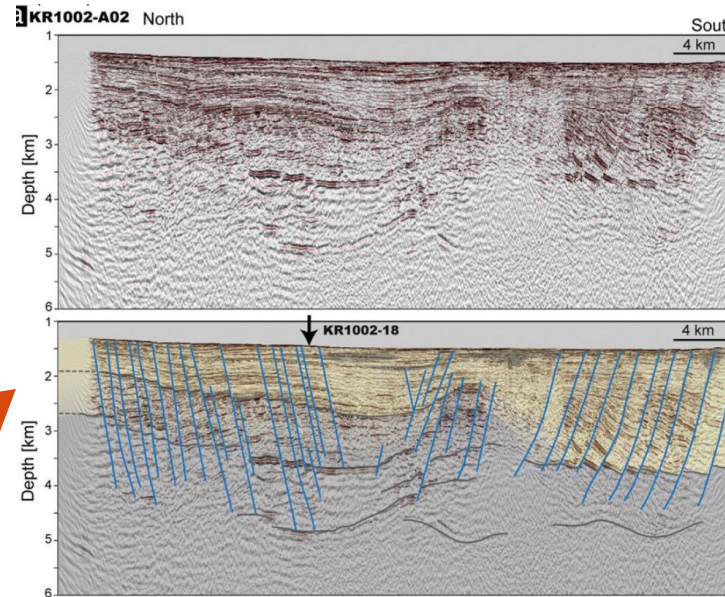
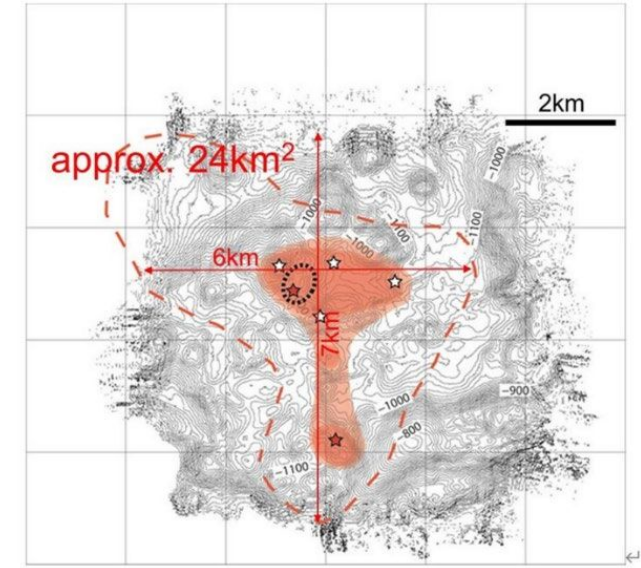


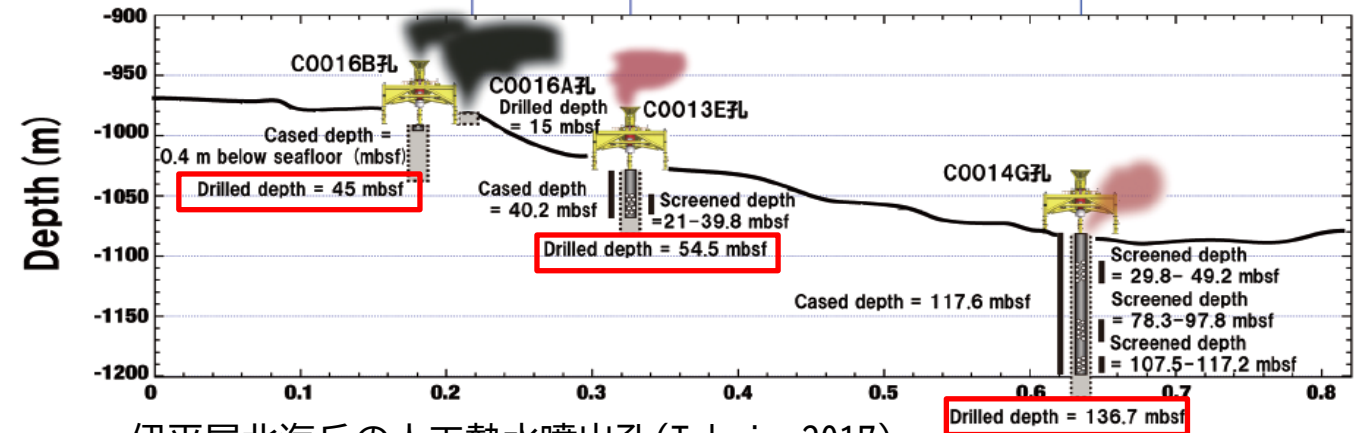
図 3 伊平屋北海丘の掘削地点。赤の星印は、掘削同時検層とコア試料採取の双方を行った地点。中空の星印は、掘削同時検層のみを行った地点。青丸は、IODP による科学掘削調査が実施された地点(C0013E, C0014G, C0015B, C0016A, C0016B, C0017) 出典 (http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20140726/)



反射法地震探査による伊平屋北海丘の地層断面図 (Tsuji et al., 2012)



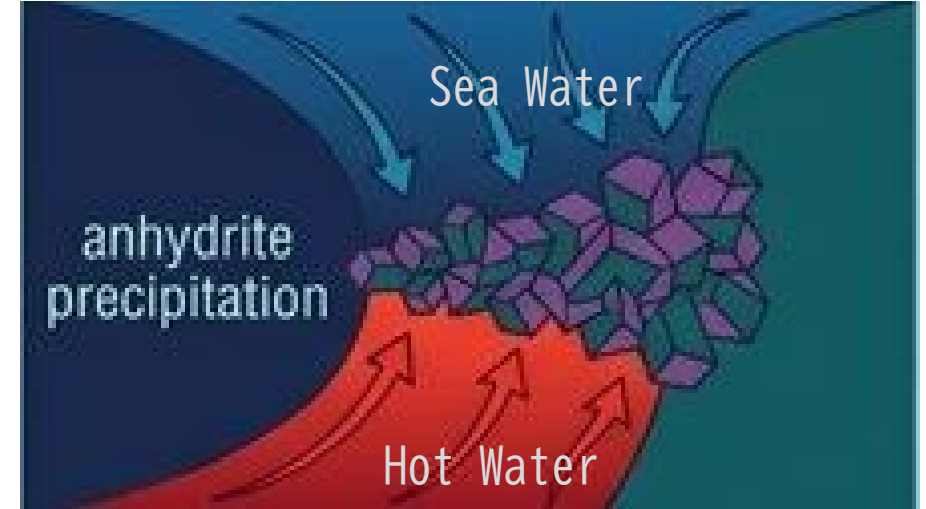
伊平屋北海丘の熱水貯留層の広がり (Matsuoka, Osato, 2021)



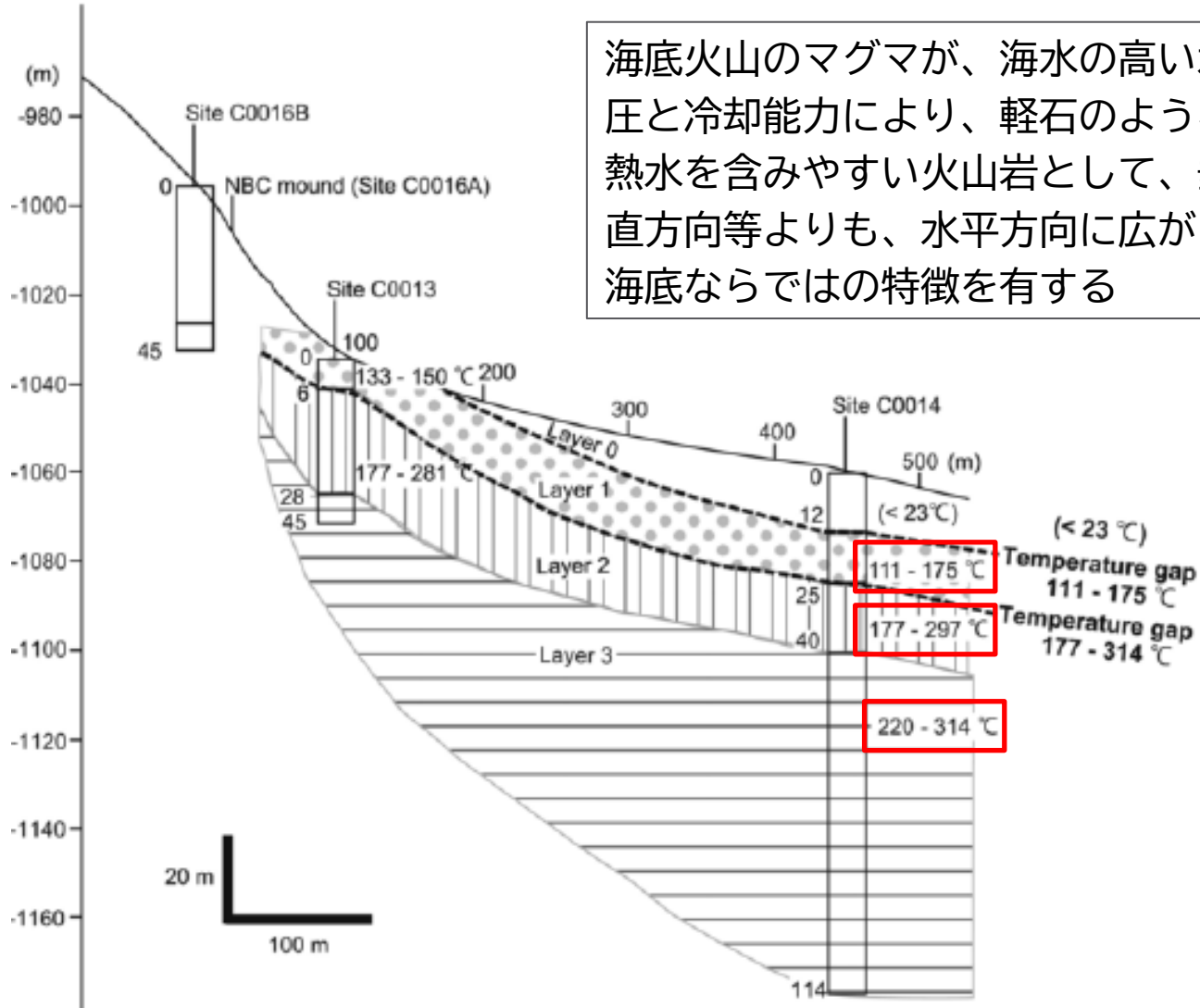
伊平屋北海丘の人工熱水噴出孔(Takai, 2017)

海底熱水→エネルギー資源としての検討へ ～陸域とは異なる海底の熱水貯留層～

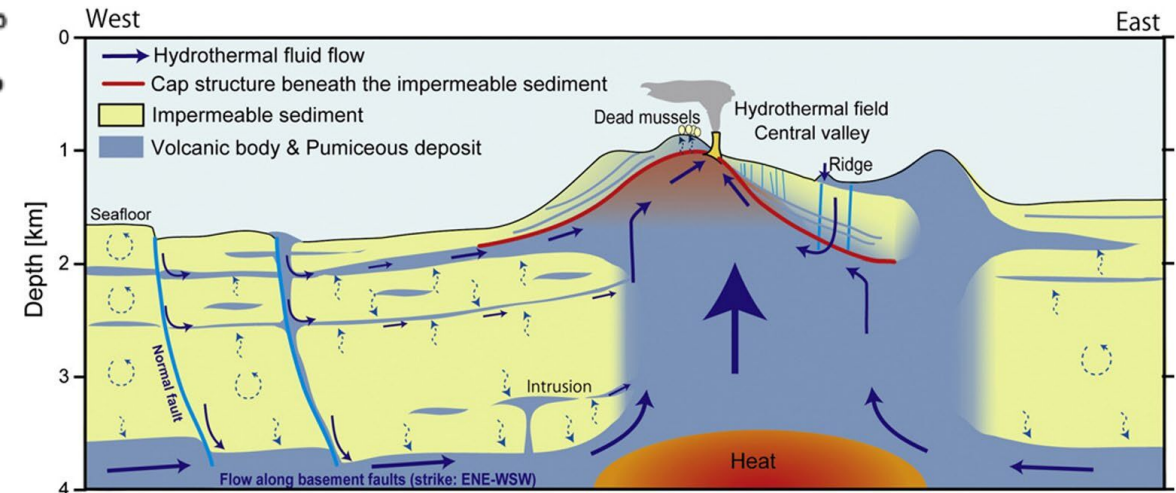
海底火山のマグマが、海水の高い水圧と冷却能力により、軽石のような熱水を含みやすい火山岩として、垂直方向等よりも、水平方向に広がる海底ならではの特徴を有する



キャップロックの形成モデル



伊平屋北海域の海底下温度構造 (Miyoshi et al., 2019)



伊平屋北海域の熱水循環 (Tsuji et al., 2012)

海底熱水→エネルギー資源としての検討へ ～陸域とは異なる海底の熱水貯留層～

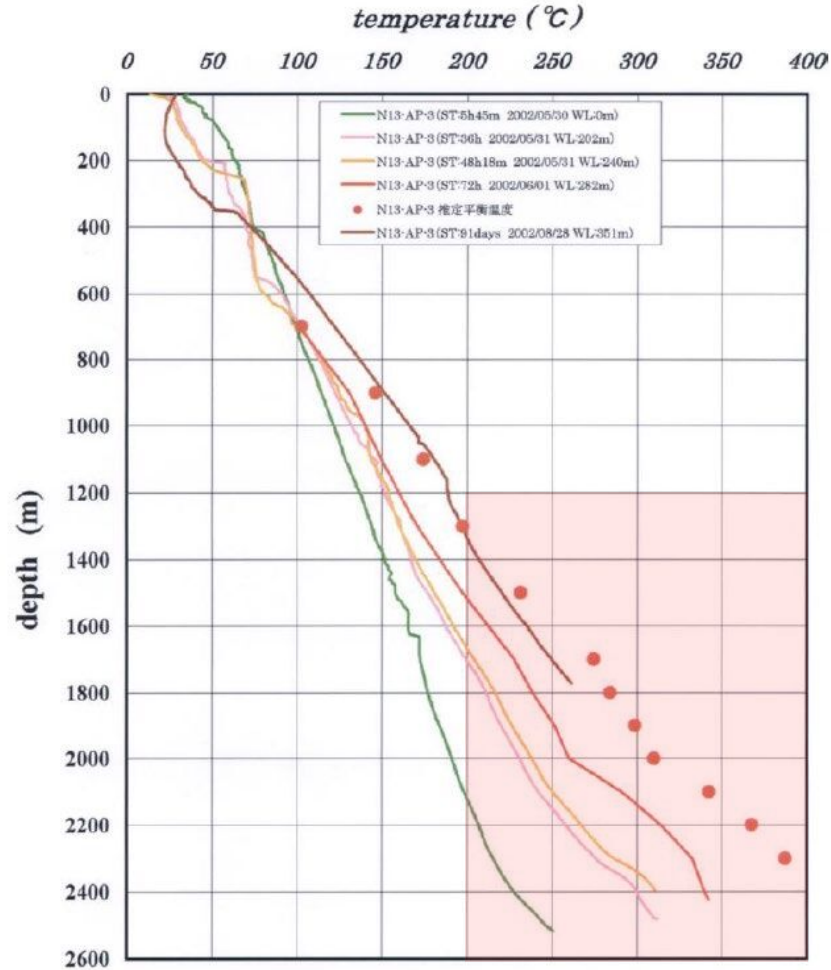
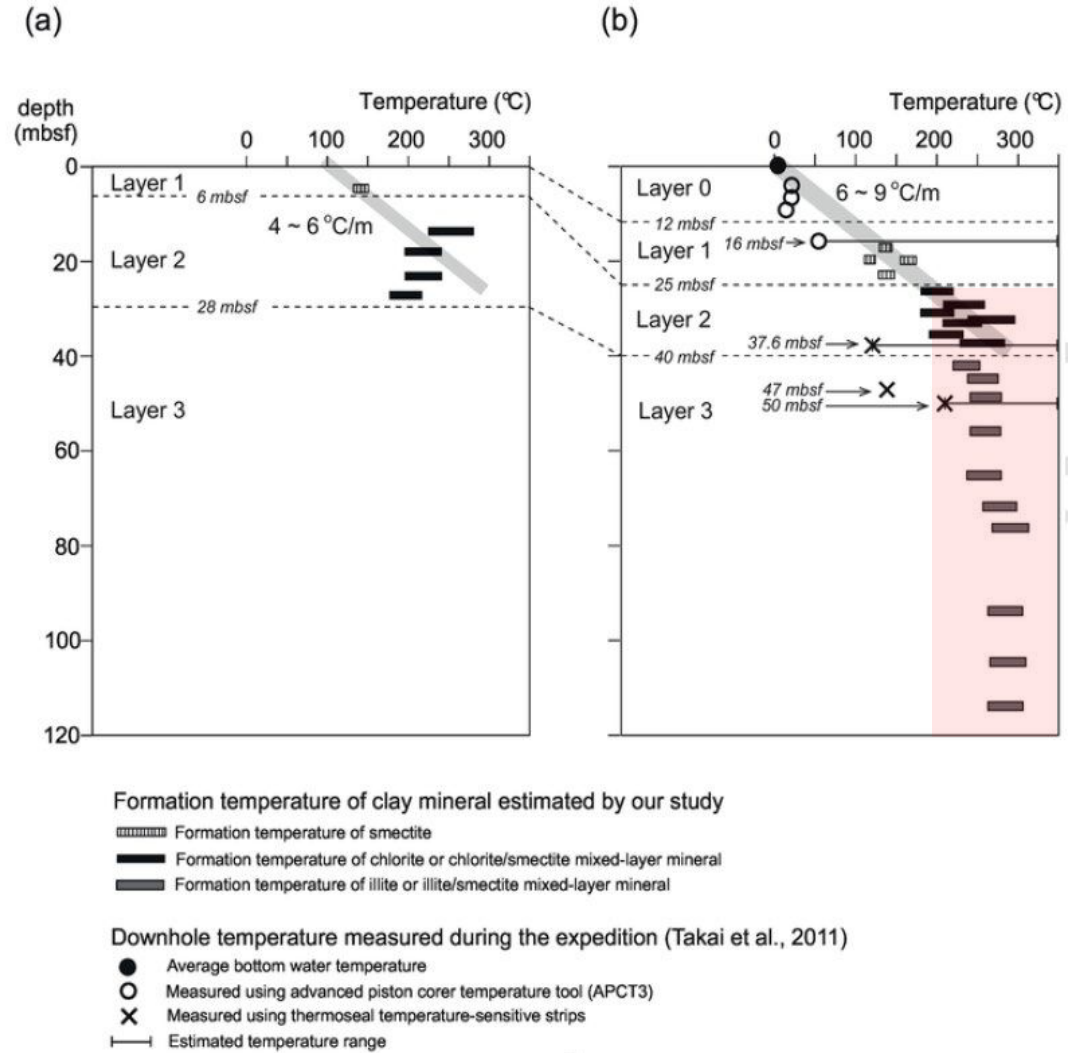


図 1-4-4 N13-AP-3：温度検層結果
(NEDO, 2004b)

八幡平における地下温度勾配



伊平屋北海域における海底下の温度勾配(Miyoshi et al., 2019)

2

海底熱水→エネルギー資源としての検討へ ～東青ヶ島カルデラの発電ポテンシャル～

1 東青ヶ島カルデラ（海底火山）

東京都青ヶ島の東 約12kmの海底に存在



2 240～280℃の熱水噴出孔あり

海底火山に伴う高温の熱水活動



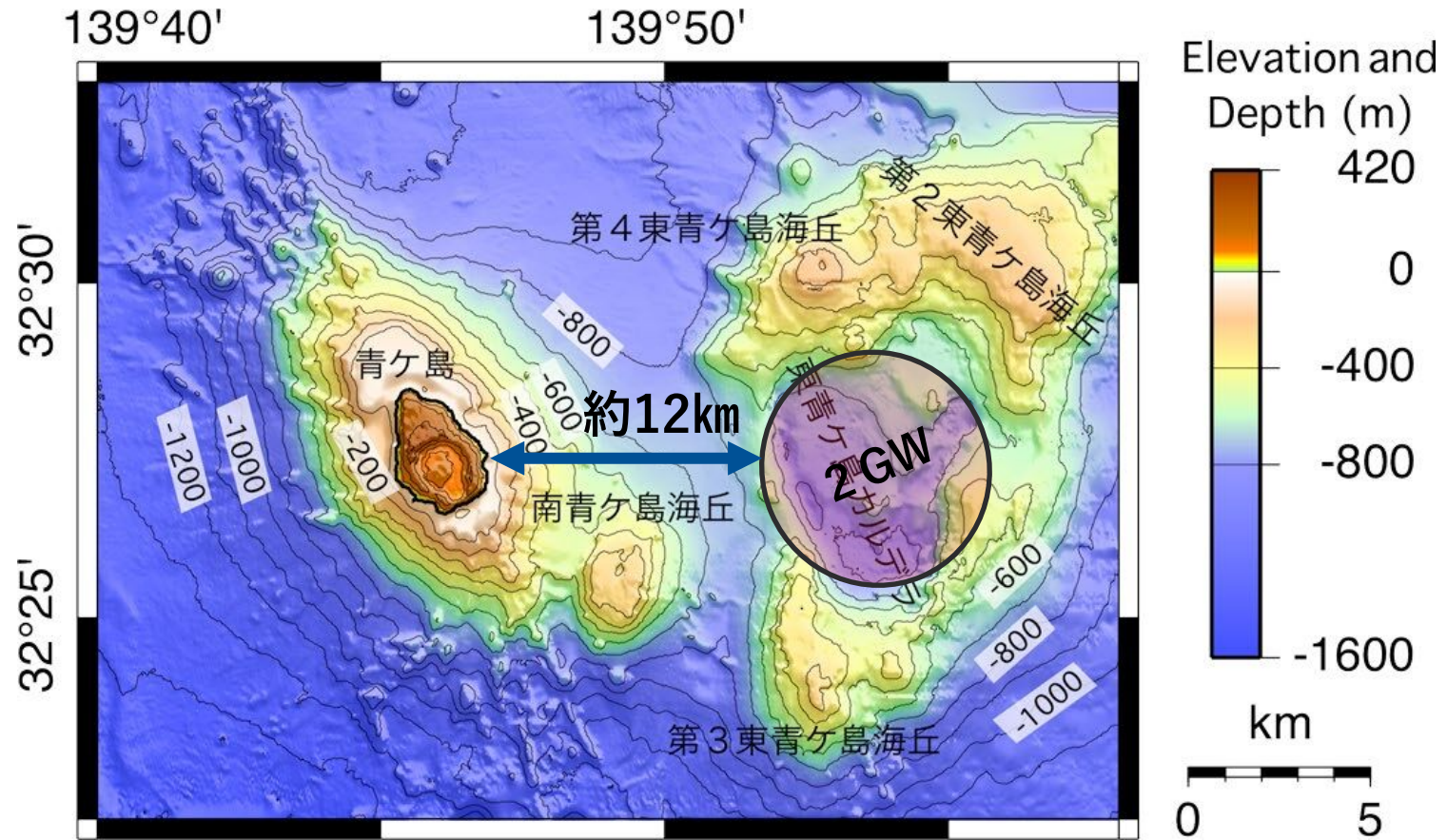
3 発電ポテンシャル 約2 GW

海底熱水を活用した発電の可能性



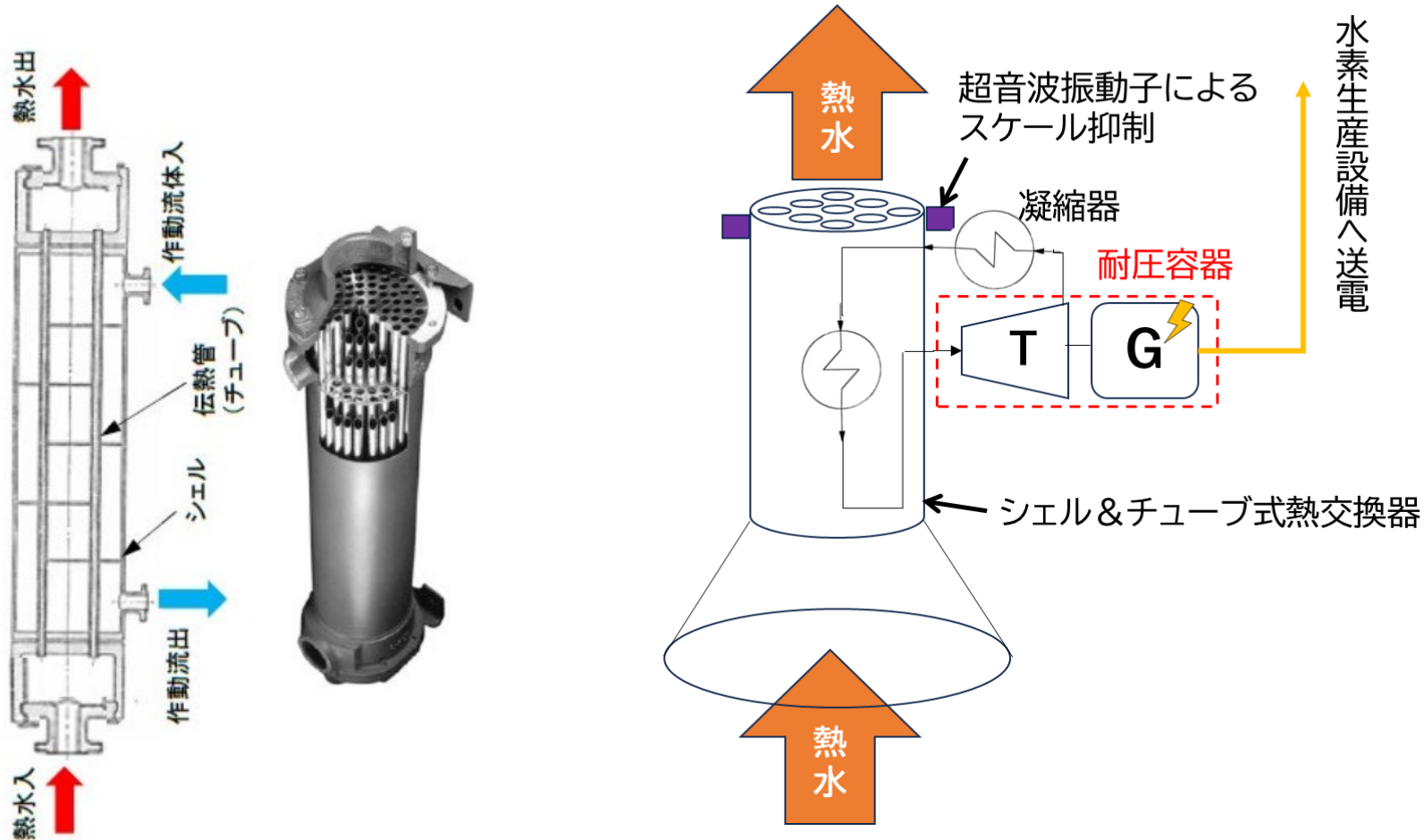
4 詳細な地質調査の実施に期待

伊平屋北海丘のような調査を青ヶ島でも！



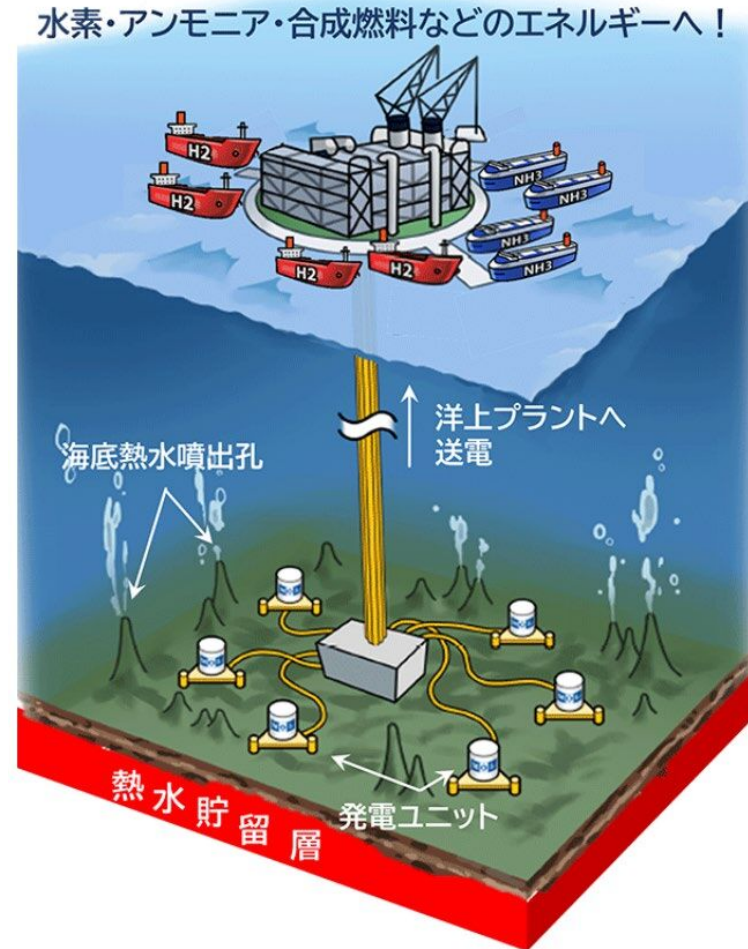
東青ヶ島カルデラ（海上保安庁「火山データベース」に加筆）

バイナリー式による海底地熱発電 ～発電システムの構成とイメージ～



シェル&チューブ型熱交換器

天然の熱水噴出孔を利用したバイナリー発電システムのイメージ図



海底地熱発電による代替石油資源利活用のイメージ図

3

バイナリー式による海底地熱発電 ～バイナリー式海底地熱発電の優位性～

1

高効率で発電可能

熱水温度230～300℃以上／冷却水温度5℃（豊富な冷却源）

2

掘削なしでも発電可能

「今そこにある熱水」を使える

3

掘削深度は陸域より小さい(掘削する場合)

陸域地熱と異なり、還元井が必要ない

4

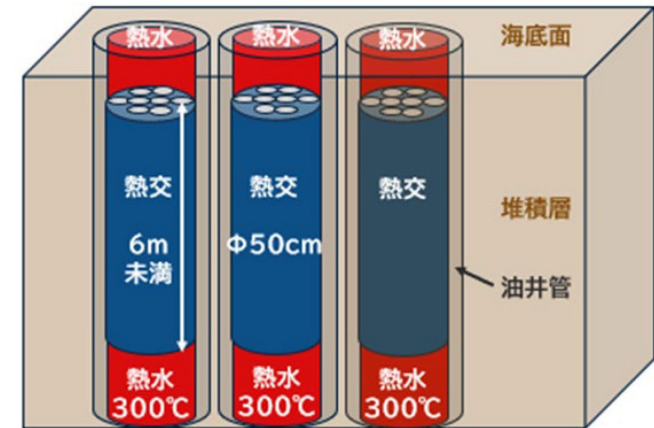
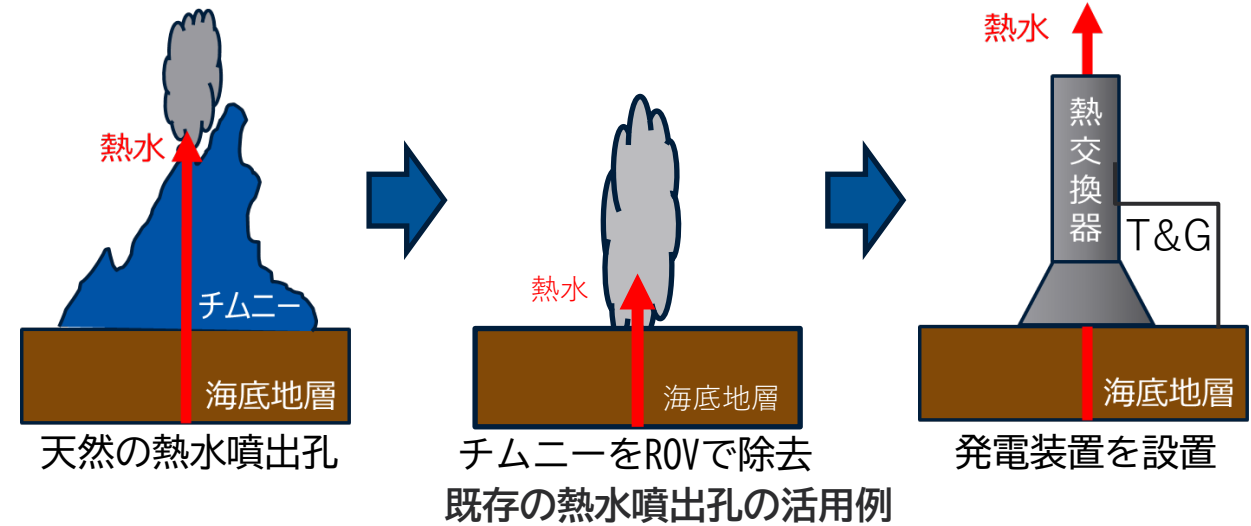
天候に左右されず24時間安定的に稼働

5

豊富な発電ポテンシャル

6

燃料供給を通じて漁業者と協調可能



掘削による熱交換器の設置イメージ

海底地熱発電による石油代替資源の生産（最終的なターゲットは船用燃料です）

※まず高付加価値の素材・化学品で採算性を確立し、量産・コスト低減を進めつつ船用燃料へ展開する段階的アプローチ

海底地熱20MW級発電装置あたりの水素・アンモニア・合成燃料供給価格等 試算結果

	供給価格（概算）	供給可能量（概算）	備考
水素	約180～230円/Nm ³ 程度 水素基本戦略の水素供給コスト →2050年までに20円/Nm ³	約3,500t/年	SOECシステムの大型化が前提
			目標の10倍程度の価格
			洋上スペースステーションからの低緯度ロケット打上げ 用水素燃料等
アンモニア	約18.2万円/t ～約22.2万円/t	約20,000t/年	アンモニアは農業用化学肥料等、薄利多売のコモディティであり、規模の経済が必要
合成燃料 (FT合成反応物)	約 1,197円/L	約4,600t/年	一般燃料の10倍程度だが、初期段階のコストを吸収しうる化学製品あり
			CO ₂ を石炭火力発電から調達すれば、電気料金の低減とカーボンリサイクル促進を両立できる
			廃棄物処分場からのCO ₂ ガスはバイオマス由来（国家戦略技術／バイオモノづくり）

海底地熱発電による石油代替資源の生産（最終的なターゲットは船用燃料です）

FT合成反応物には硫黄や重金属が原理的に含まれない(未反応物として排出) → 高品質素材の生産から事業化する

カテゴリ	代表的な製品例	主な用途・特徴	付加価値水準
e-ケミカル (半導体・電子材料)	高純度炭素源ガス (メタン、エチレン等)	【半導体製造】 SiCウェハのエピタキシャル成長やCVDプロセスにおける炭素源。	極めて高い ppb単位の品質管理 ↓ 数万円/kgの 高付加価値
	高純度パラフィン系溶剤 (ヘキサン、ヘプタン等)	【半導体製造】 フォトレジストの希釈剤（シンナー）や、ウェハ表面の精密洗浄液。	
	特殊ポリマー原料 (低級オレフィン由来)	【半導体製造】 チップを保護する高純度な封止樹脂や層間絶縁膜などのベース素材。	
	精製ワックス	【半導体製造】 CMP工程におけるスラリーの保護添加剤。 ウェハ薄化・搬送工程での仮固定用接着剤基材。	
化粧品・ヘルスケア原料	合成ワックス マイクロクリスタリンワックス代替	リップクリーム、ヘアワックス、乳液などの基材。 皮膚刺激の原因となるアロマ（芳香族）成分や不純物を含まない。	極めて高い
	高純度スクワラン代替品	高級化粧品における保湿成分。 深海サメ肝油等天然由来に替わる持続可能な高機能素材。	
高機能潤滑油・特殊溶剤	高機能ベースオイル	硫黄分ゼロ、極めて高い粘度指数を持つ合成潤滑油基油。	高い
	食品機械用潤滑油	万が一食品に触れても安全なH1グレード潤滑油のベースオイル。 無色透明・無臭。	
化成品・サステナブル素材	e-アパレル用繊維 (PE・PP繊維など)	カーボンニュートラルな合成ガスから作られる「CO ₂ 由来の衣服」。 環境意識の高いアパレルブランド向けの高付加価値素材。	中～高 環境プレミアム付与
	食品グレードワックス・包装材	CO ₂ バターや食品パッケージ用の高品質プラスチックフィルム等。	

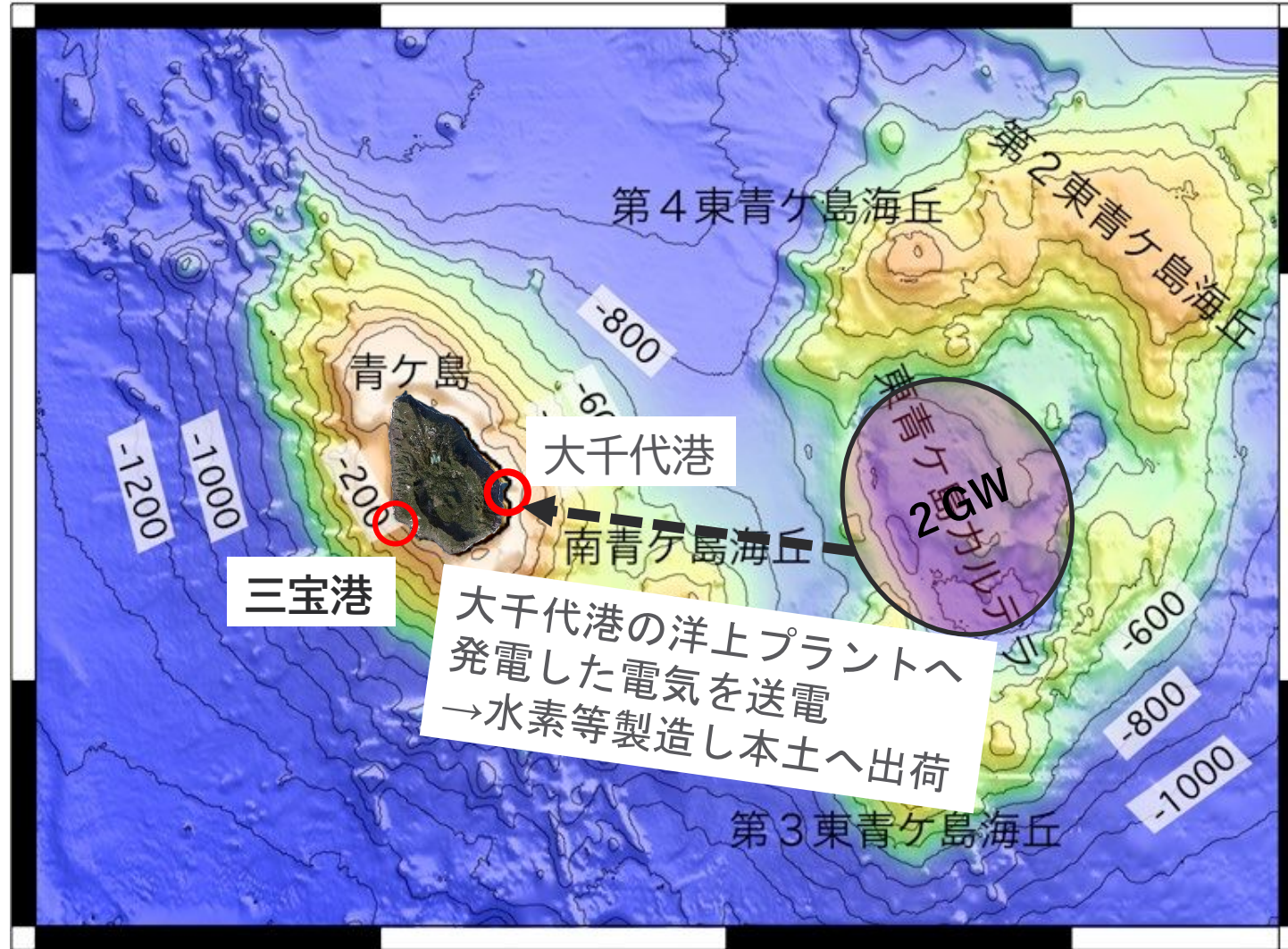
5

東青ヶ島カルデラ 海底地熱カーボンリサイクルモデル

- 1 大千代港に洋上プラントを係留（係留コスト減）
- 2 東青ヶ島カルデラから海底ケーブルで送電（島内需要へ一部供給）
- 3 本土からCO₂を運搬
- 4 青ヶ島で水素等の戦略物質を生産
- 5 「青ヶ島ブランド」として本土へ出荷
- 6 FPSOに理解醸成・見学資源としての可能性



使用中止となっている大千代港
(Wikipediaより)



海底地熱発電の産業基盤としての可能性

何故、海底地熱なのか？

1 水素は電力を化学エネルギーへ変換するため、製造・貯蔵・再利用の過程で大きなエネルギーロスを伴う



アルカリ電解
システム効率
60～70%

▲30～40%



SOEC電解
電解効率
65～85%

▲15～35%



FT合成
製造効率
32～45%

▲55～68%

2 設備利用率15%の太陽光・30%の洋上風力で回収するのは困難（これらは系統用電源との位置付けが合理的）

3 陸上／温泉と競合せず、膨大なエネルギーと高稼働率が期待できる海底地熱は、有力な国産エネルギー源

単なる気候変動対策としての脱炭素に留まらず、
【産業用】化学素材としての戦略的基盤に！

7 今後の研究開発で実施したいこと

1. 東青ヶ島カルデラ等の地熱構造調査

反射法地震探査

→キャップロックの構造と断裂構造の詳細を把握

重力解析

→地質基盤構造を把握

地殻熱流量計測

→海底下の温度勾配の把握

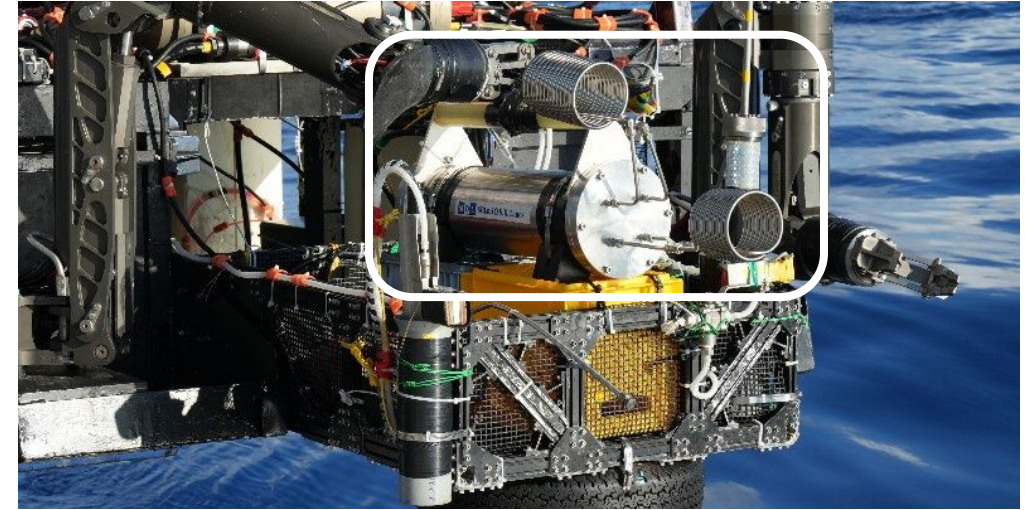
2. 発電装置の深海対応技術開発

現状TRL：3（技術コンセプトの確認、要素技術の構想）

→予備実験を中部沖縄トラフの深海で実施、技術課題を抽出した。

研究開発実施内容 → **フィジカルAI自動制御式 海底地熱発電装置の開発**

- ・ システム全体の設計・検証
- ・ 深海環境における耐圧設計および均圧化技術開発
- ・ 超音波振動子等によるスケール対策の実証試験
- ・ 2相流体による直接接触熱交換器の研究開発
- ・ 洋上プラントに設置可能なDirect FTプラントの小型化技術の開発

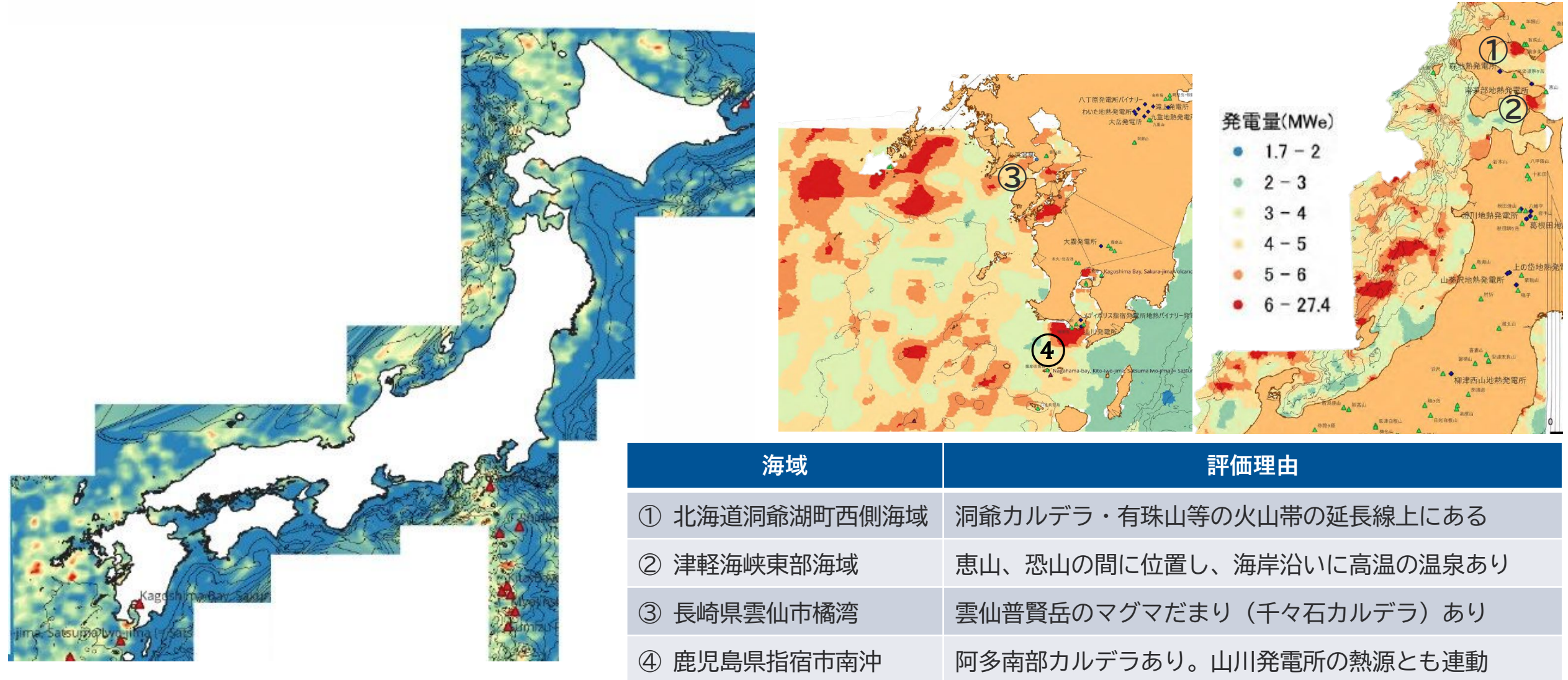


実海域試験で使用したバイナリー実証機（白枠内）



【Q&A用参考資料】 国内海域の発電ポテンシャルマップ（伊豆小笠原・沖縄除く）

※ 熱水活動が確認されているわけではなく、詳細な調査が必要であることに注意が必要



【Q&A用参考資料】 関連法令・規則などについて

国土交通省 海事局 海洋・環境政策課／検査測度課へのヒアリング→**海底熱水は法律的にはエアポケットの状態**

法規	内容
船舶安全法	浮体式の場合、推進機関を有する場合や陸から20マイルを超えて航行する場合、適用あり。
鉱山保安法	海洋に設置される海洋掘採施設やパイプラインの保安については、鉱山保安法が適用される。但し、海底油田からの石油の自噴に対する措置等が主眼なため、海底熱水への適用は不明。
電気事業法	ランキンサイクルのバイナリー発電設備には、保安の監督を行うボイラー・タービン主任技術者の選任が義務付けられる。但し、深海底での発電であるため、経産省の産業保安安全Gの電力安全課に確認が必要。
高圧ガス保安法	製造・貯蔵等開始から3年間は経産大臣が許可・検査を実施(水素社会推進法)
IBCコード	船舶からの有害液体物質の排出を規制する国際バルクケミカルコードのこと。有害液体物質の有害性に応じた事前処理方法および排出海域・排出方法が定められている。
IGCコード	液化ガスのばら積み輸送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則のこと。設計基準、構造配置、搭載設備・艙装等に関する規則。洋上プラントには適用されると思うが、船級に確認が必要。
危険物船舶運送及び貯蔵規則	船舶安全法に基づく規則で、危険物を運送・貯蔵する船舶に対する規制がある。GTLの貯蔵には適用があると思われる。
海洋汚染防止法	具体的な排出基準は施行令や施行規則に。設備等の技術基準については船級に確認が必要。
再エネ海域利用法	環境影響評価法の手続の代わりに環境大臣の調査。現状では洋上風力のみに適用される。

【Q&A用参考資料】 環境影響・生態系への配慮とSIP調査技術プロトコルの活用

SIP(内閣府主導)で整備された「海底熱水鉱床 調査技術プロトコル(環境影響評価編)」を積極活用し、開発期間・コストを抑えつつ環境影響を最小化する。

1. 国の資産としての位置づけ

内閣府主導のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)でJAMSTEC・JOGMEC等が策定・公開。国費で整備された共通基盤であり、民間が積極的に有効活用できる。

2. 体系化された調査プロトコル

概査→精査に至る手順と、環境ベースライン調査から長期モニタリングまでの手法が体系化。ゼロから調査手法を開発する必要がなく、着手を大幅に前倒しできる。

3. 開発期間・コストの削減

プロトコル準拠により調査の手戻りを回避。環境調査は一見コスト増だが、開発到達までの時間短縮に直結し、事業全体の効率化に寄与する。

4. 戦略的環境アセスメント

早期段階からの環境ベースライン調査を前提とし、鉱区設定や保全策の最適化に活用。既存噴出孔の活用等で海底の改変を最小化する。

5. 国際標準・国際機関との整合

プロトコルの手法はISO国際規格化やISA(国際海底機構)の環境ガイドラインにも反映。国際的な信頼性を確保し、海外展開や制度対応で優位に立てる。

6. 本事業での活用方針

本プロトコルに準拠したベースライン調査・モニタリングを実施し、化学合成生態系(チューブワーム等の脆弱な群集)に配慮しつつ、漁業者・地元と調整して進める。