

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 (2024/2/29)

「資源開発に向けた表層型メタンハイドレート賦存域の  
地盤強度調査」 – 酒田沖・上越沖での掘削調査 –



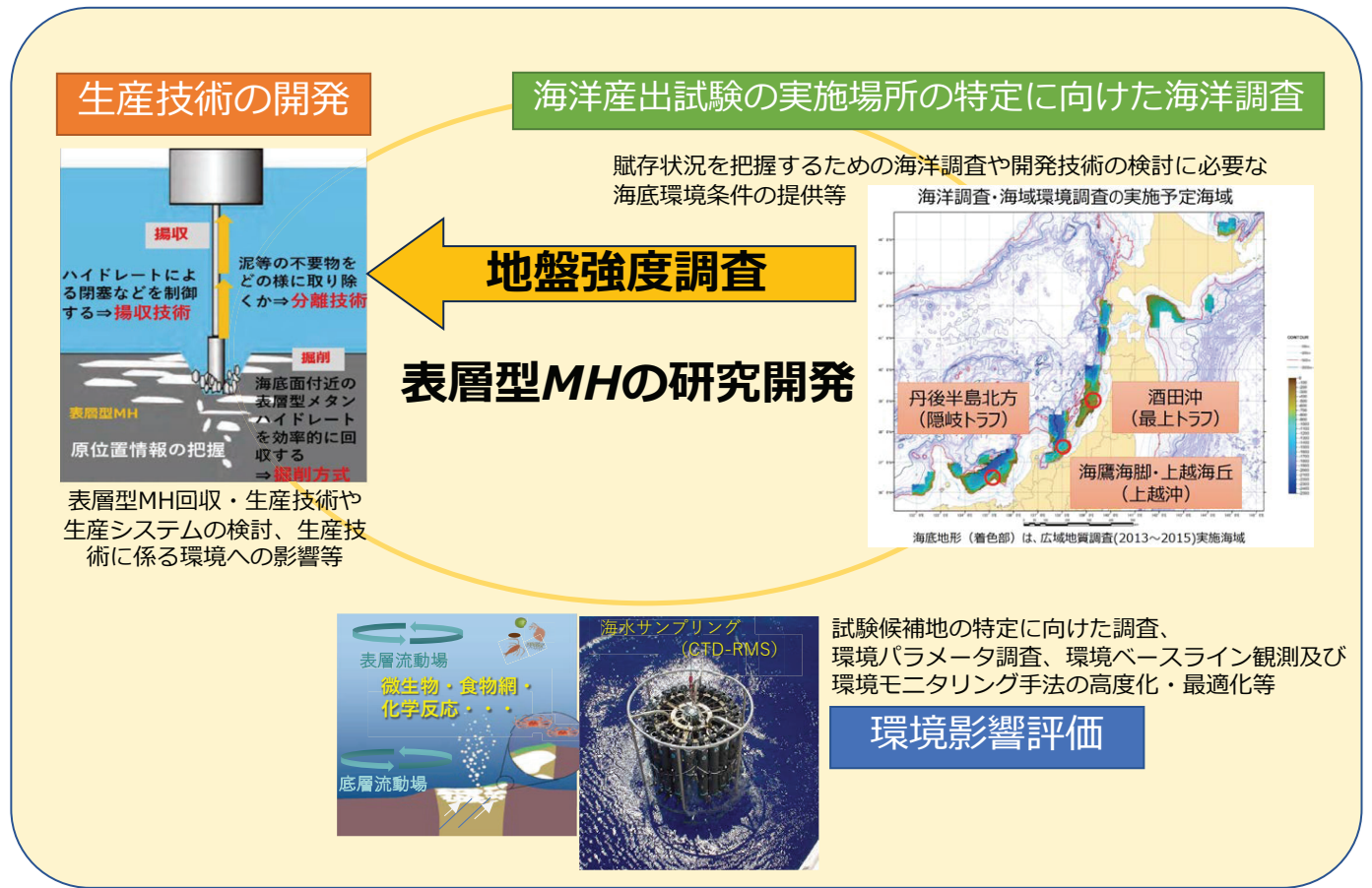
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施いたしました。  
関係各位に対し、謝意を表します。

産業技術総合研究所  
エネルギープロセス研究部門  
地圏資源環境研究部門

鈴木 清史  
佐藤 幹夫

<本日の内容>

- 表層型メタンハイドレートの開発に向けた取組
- 地盤強度調査の概要と目的
- 地盤強度調査の実施概況
  - 掘削点一覧
  - 掘削・試料採取概要
  - 船上計測・解析・試験
  - CPTとPS検層の比較
  - 室内土質試験とワイヤライン (WL) 検層
- ワイヤライン検層実施種目
- ワイヤライン検層結果
  - 上越海丘 (2022-2023)
  - 海鷹海脚 (2022)
  - 酒田海丘 (2023)
- ワイヤライン検層結果の解析と解釈
  - 酒田海丘リファレンスサイト
  - 酒田海丘メタンハイドレートサイト
- 地盤強度調査の現在のまとめ



## 地盤強度調査の概要と目的

- 回収・生産技術の研究開発の最大化を図るために**必要不可欠な情報** (胚胎層の深度と連続性、地盤強度、環境影響等) を取得するために**海洋調査や海域環境調査**を実施。

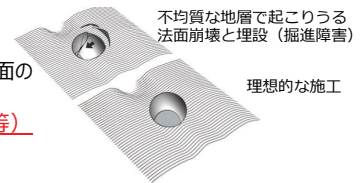
### 1) 掘削機器開発(大口径ドリル)



掘削機器の設計のために**MHが含まれる地層の強度等の情報**が必要

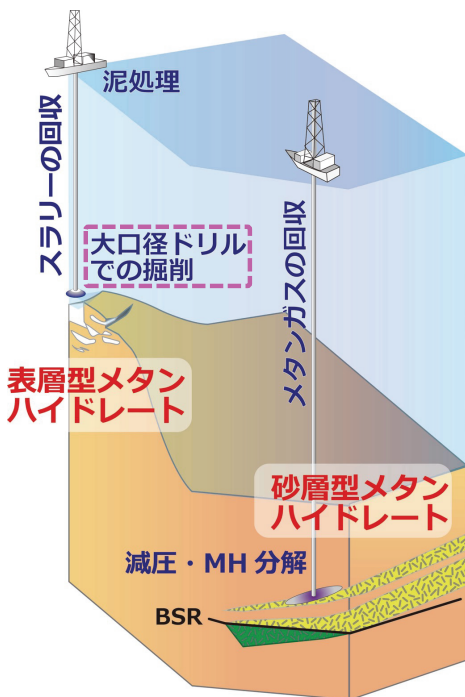
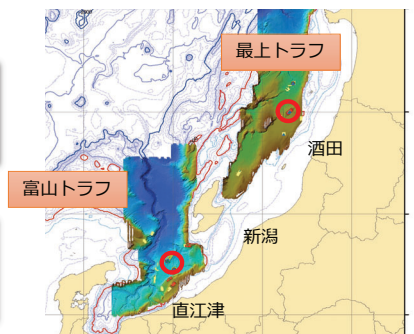
### 2) 将来のMH安定回収のための施工管理

MHを安定に回収するためには、掘削坑の壁面や法面の安定性についての検討が必要不可欠  
→MH貯留層の**不均質な地層の情報 (地盤強度等)**



### ■ 海底地盤強度調査の実施海域

酒田沖 (酒田海丘) 上越沖 (上越海丘, 海鷹海脚)



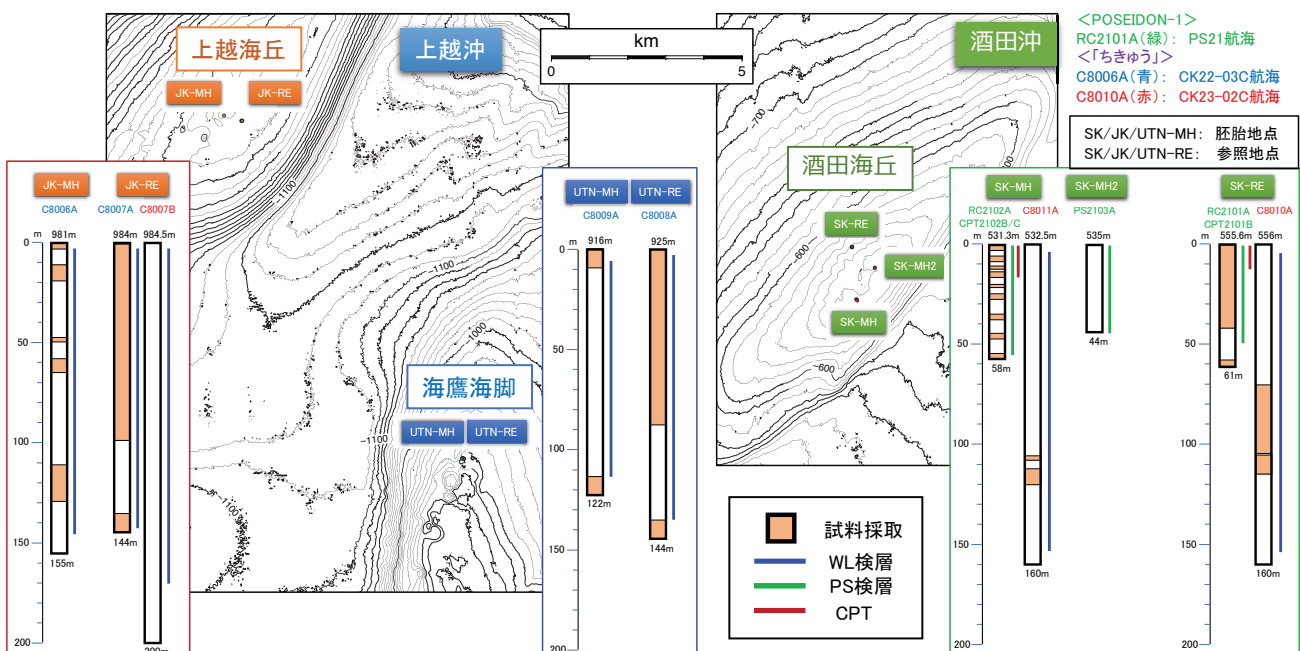
# 地盤強度調査の実施概況（1）掘削点一覧

- 2021年：酒田沖：原位置コーン貫入試験（CPT）、PS検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2022年：上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2023年：酒田沖及び上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- その他：掘削影響事前・事後調査（2022年上越沖（上越海丘）及び2023年の酒田沖）

海域	Site	Cruise	Hole	Water Depth	T.D.	Coring	Logging	CPT
酒田海丘	SK-MH	PS21	RC2102A/CPT2102	531.3 m	58 m	~58 m	55.7 m (PS)	16.8m
		CK23-02C	C8011A, (C8011B, C)	532.5 m	160 m	106~120 m	152.6 m (full)	-
	SK-MH2	PS21	PS2103A	535 m	44 m	-	43.8 m (PS)	-
	SK-RE	PS21	RC2101A/CPT2101	555.6 m	61 m	~61 m	49.5 m (PS)	12m
CK23-02C		C8010A	556.0 m	160 m	70~114 m	153.5m (Run1,2)	-	
上越海丘	JK-MH	CK22-03C	C8006A	981 m	155 m	155 m	145.5 m (full)	-
	JK-RE	CK22-03C	C8007A	984 m	144 m	144 m	142.5 m (full)	-
		CK23-02C	C8007B	984.5 m	200 m	-	170 m (full)	-
海鷹海脚	UTN-MH	CK22-03C	C8009A	916 m	122 m	122 m	113.5 m (full)	-
	UTN-RE	CK22-03C	C8008A	925 m	144 m	144 m	135.5 m (full)	-

# 地盤強度調査の実施概況（2）掘削・試料採取概要

- 2021年：酒田沖：原位置コーン貫入試験（CPT）、PS検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2022年：上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2023年：酒田沖及び上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- その他：掘削影響事前・事後調査（2022年上越沖（上越海丘）及び2023年の酒田沖）



## 地盤強度調査の実施概況（3）船上計測・解析・試験

- 2021年：酒田沖：原位置コーン貫入試験（CPT）、PS検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2022年：上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2023年：酒田沖及び上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- その他：掘削影響事前・事後調査（2022年上越沖（上越海丘）及び2023年の酒田沖）

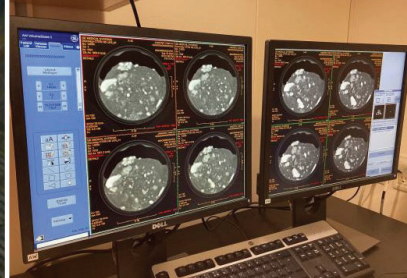
CPTツール先端



PS検層ツール



コアのCT画像（断面）



ベーン剪断試験



コア処理



室内土質試験



## 地盤強度調査の実施概況（4）CPTとPS検層の比較

- 2021年：酒田沖：原位置コーン貫入試験（CPT）、PS検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2022年：上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2023年：酒田沖及び上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- その他：掘削影響事前・事後調査（2022年上越沖（上越海丘）及び2023年の酒田沖）

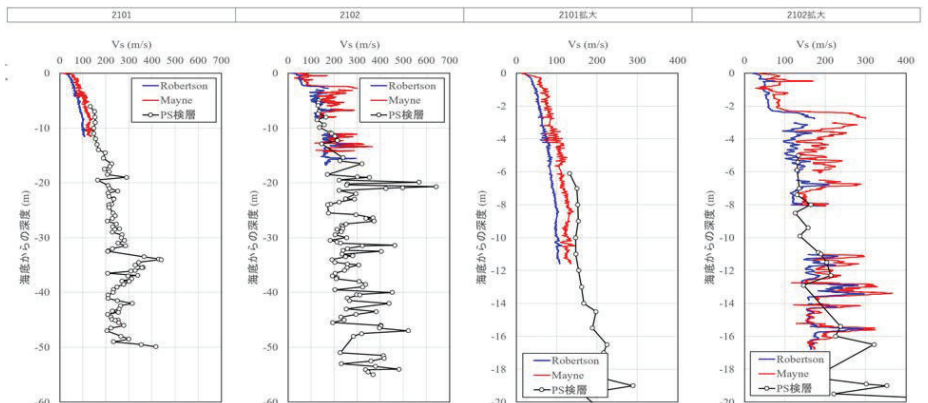
CPTツール先端



PS検層ツール



### CPT結果とPS検層解析の比較



初年度の酒田沖では、海底面にSeabedフレームを設置、船上からCPTツールを用いて原位置での貫入試験を実施した。

【結果】MH層と見られる貫入抵抗が高い層に度々阻害され、計測が度々妨げられた。一方、CPTの結果とPS検層の結果は良い整合を示したため、次年度から原位置の測定ではなくワイヤライン検層に注力することにした。

## 地盤強度調査の実施概況（5）室内土質試験とWL検層

- 2021年：酒田沖：原位置コーン貫入試験（CPT）、PS検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2022年：上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- 2023年：酒田沖及び上越沖：ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- その他：掘削影響事前・事後調査（2022年上越沖（上越海丘）及び2023年の酒田沖）

### 地盤強度の評価手法

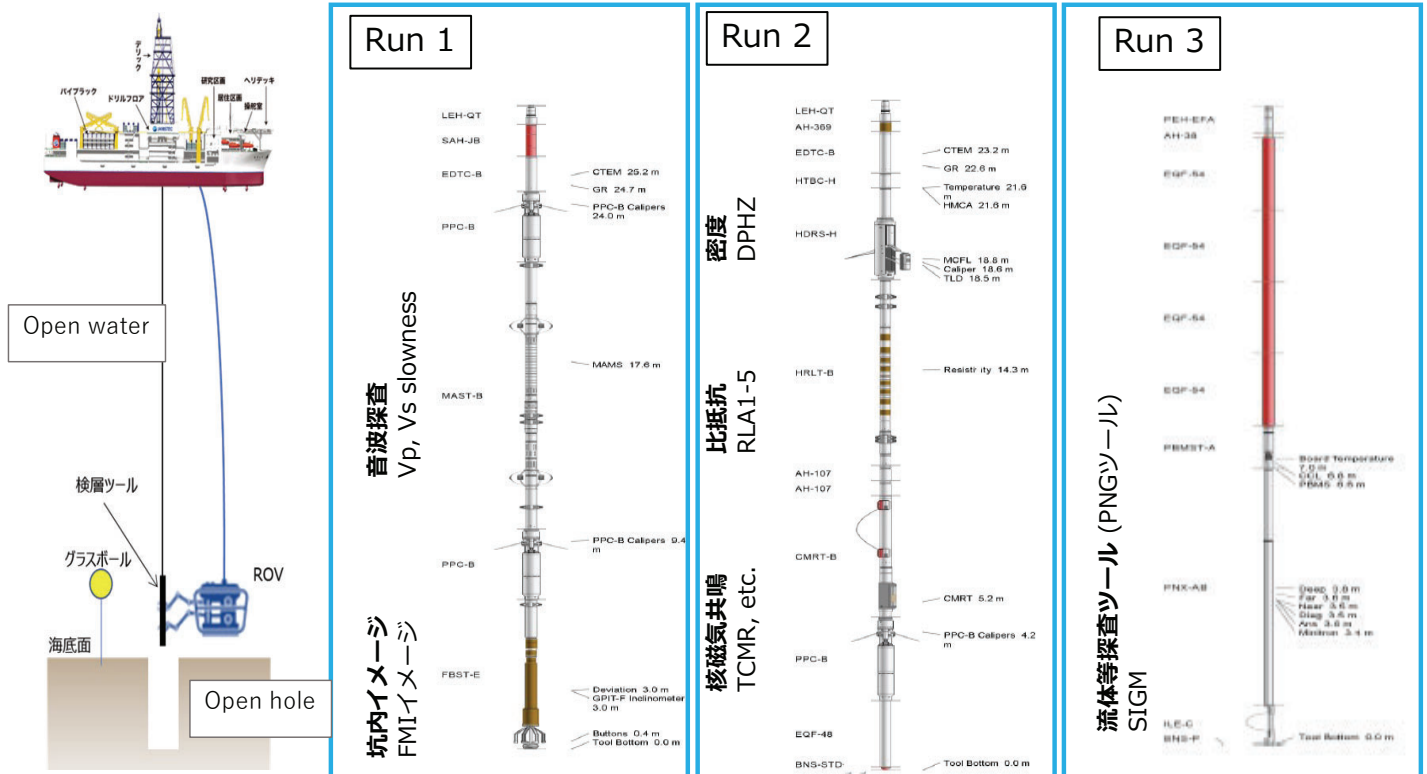
- ・ CPT（直接）：現場計測が困難 → WL検層で代替
- ・ 土質試験（船上，下船後）：試料採取区間のみ（不連続データ）
- ・ ワイヤライン（WL）検層：連続データが取得可能  
（ただし直接強度が計測できるわけではない）

- ◆ ワイヤライン検層で取得した連続データを基礎データとして用いる  
→ 計算等により地盤強度に関する情報を推定・取得
- ◆ 室内土質試験結果との照合によりWL検層からの推定値を検証

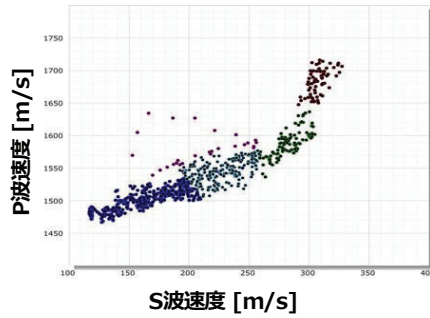
次のスライドから、ワイヤライン検層の実施種目と結果を示す

## 海底地盤強度調査のワイヤライン（WL）検層実施種目

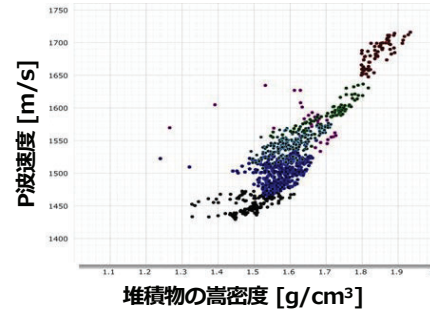
- ・ 地質試料（コア）採取後の掘削坑を用いWL検層を実施、地層情報を取得  
Open water /Open holeで実施



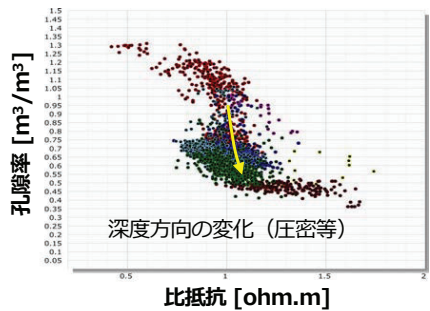
## 検層で得られたデータからMH貯留層を解析



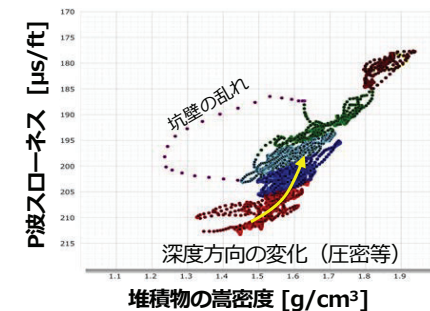
P-S波速度の相関で屈曲が見られる。約700mBRT付近から相関が変化する



取得できなかったS波速度のデータがあるためP波速度と嵩密度でそれぞれの領域を確認



深度方向の変化（圧密等）  
堆積物の比抵抗は1[ohm,m]付近で安定



深度方向の変化（圧密等）  
P波スローネスと嵩密度で領域を分けし解析

これらの結果・傾向を、室内土質試験結果と比較し、堆積物物性の情報を整理

## 地盤強度調査の現在のまとめ

- 2021-2023年度に酒田沖及び上越沖において海底地盤強度調査を行った。
- 2021年度に実施した酒田海丘でのCPTとPS検層結果の相関が良かったことから、以降の調査をワイヤライン検層と室内土質試験を主としたものに変更した。
- 海底地盤強度調査として、最終的に8坑からのコア試料の取得、3坑でのPS検層、7坑でのフルセットでのワイヤライン検層を実施

※ワイヤライン検層では3地点（酒田海丘、上越海丘、海鷹海脚）で、MHサイトとリファレンスサイトのセットでデータを取得、解析実施中。

- リファレンスサイトでの検層結果から検層各項目の相関を把握し、室内土質試験結果との比較を実施中
- リファレンスサイトの結果を参考にMHサイトの地下構造を解析中
  1. メタンハイドレート分布と胚胎状態
  2. 炭酸塩の存在する深度の検討
  3. ガス含み堆積物の存在する領域の検討