

# 表層型メタンハイドレートの研究開発 2024年度 研究成果報告会 (2024/12/5)

## 上越沖及び酒田沖MH胚胎域での地盤強度調査(3) 室内土質試験とワイヤライン検層の対比



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

室内土質試験の実施状況

ワイヤライン検層との対比

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 (1)

- 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。

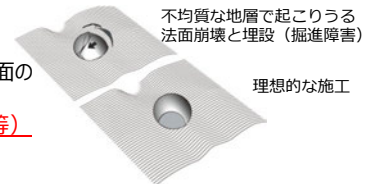
### 1) 掘削機器開発(大口径ドリル)



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

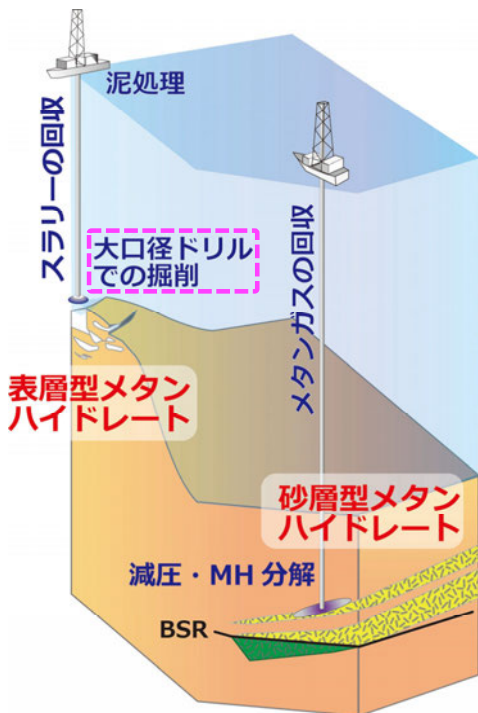
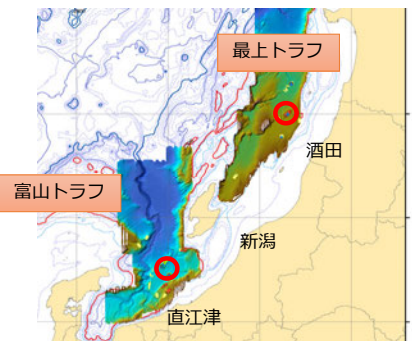
### 2) 将来のMH安定回収のための施工管理

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)



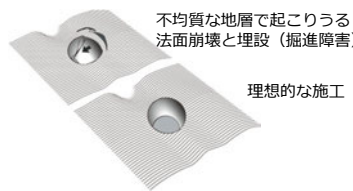
# 地盤強度調査の概要と目的（1）\_1

- 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)	-
		CK22-03C	C8007A	984 m	144 m	144 m	142.5 m (full)	-
	JK-RE	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)	-

# 地盤強度調査の概要と目的（2）

## 1) 掘削機器開発 2) 将来のMH安定回収のための施工管理



1)掘削機器の開発  
→MHの強度  
→MHを含む堆積物の強度など

2)掘削機器の運用に関わる情報  
→ MHを含む堆積物の法面安定性など

2)掘削機器の運用 ○切削クズの拡散等 堆積物組成等の情報

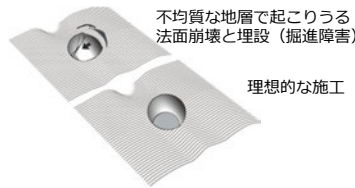
## 3) 表層型MHの生産・回収システムの設計に必要な堆積物情報

切削したMHと周辺の堆積物をスラリーで揚収する  
→切削されたMHの粒度組成  
→スラリーとなる堆積物の粒径組成・粒子比重

回収された堆積物の泥処理を行う →堆積物の液性限界、塑性限界など

## 室内土質試験の実施状況（1）

### 1) 掘削機器開発 2) 将来のMH安定回収のための施工管理



#### 1) 掘削機器の開発

- MHの強度
- MHを含む堆積物の強度など

#### 2) 掘削機器の運用に関わる情報

- MHを含む堆積物の法面安定性など

#### 室内土質試験の実施(圧密)

酒田海丘：定ひずみ：MHサイト 3層準、リファレンスサイト 4層準

上越海丘：定ひずみ：リファレンスサイト 3層準

海鷹海脚：定ひずみ：リファレンスサイト 2層準

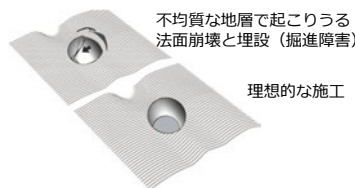
酒田海丘： $K_0$ 圧密：MHサイト 4層準、リファレンスサイト 8層準

上越海丘： $K_0$ 圧密：リファレンスサイト 6層準

海鷹海脚： $K_0$ 圧密：リファレンスサイト 4層準

## 室内土質試験の実施状況（2）

### 1) 掘削機器開発 2) 将来のMH安定回収のための施工管理



#### 1) 掘削機器の開発

- MHの強度
- MHを含む堆積物の強度など

#### 2) 掘削機器の運用に関わる情報

- MHを含む堆積物の法面安定性など

#### 船上における簡易土質試験の実施

酒田海丘：MHサイト 7層準、リファレンスサイト 56層準

上越海丘：MHサイト 15層準、リファレンスサイト 42層準

海鷹海脚：MHサイト 5層準、リファレンスサイト 34層準

#### 室内土質試験の実施

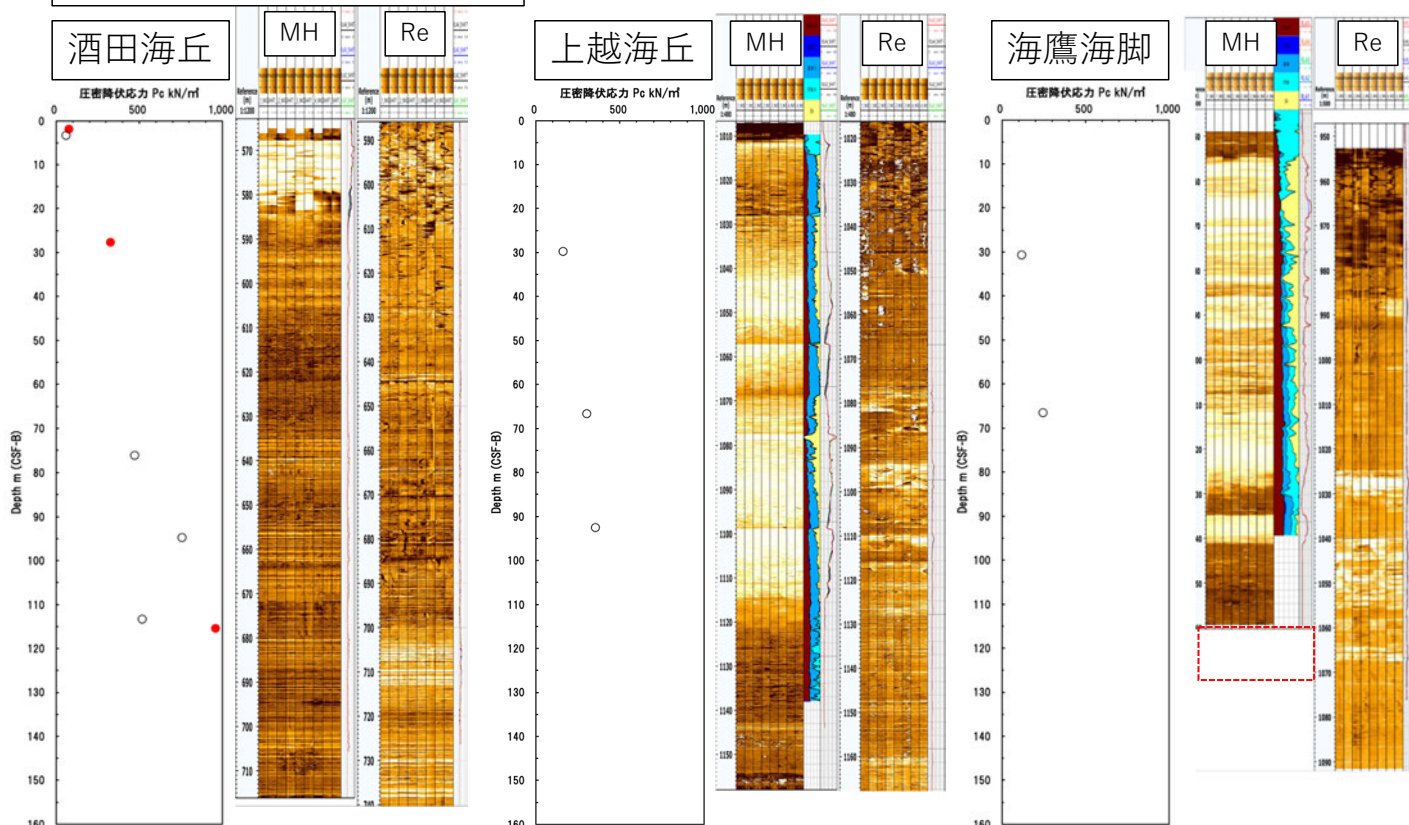
酒田海丘：CUB：MHサイト 7層準、リファレンスサイト 13層準

上越海丘：CUB：MHサイト 4層準、リファレンスサイト 5層準

海鷹海脚：CUB：MHサイト 1層準、リファレンスサイト 6層準

# 室内土質試験実施状況：結果（圧密）

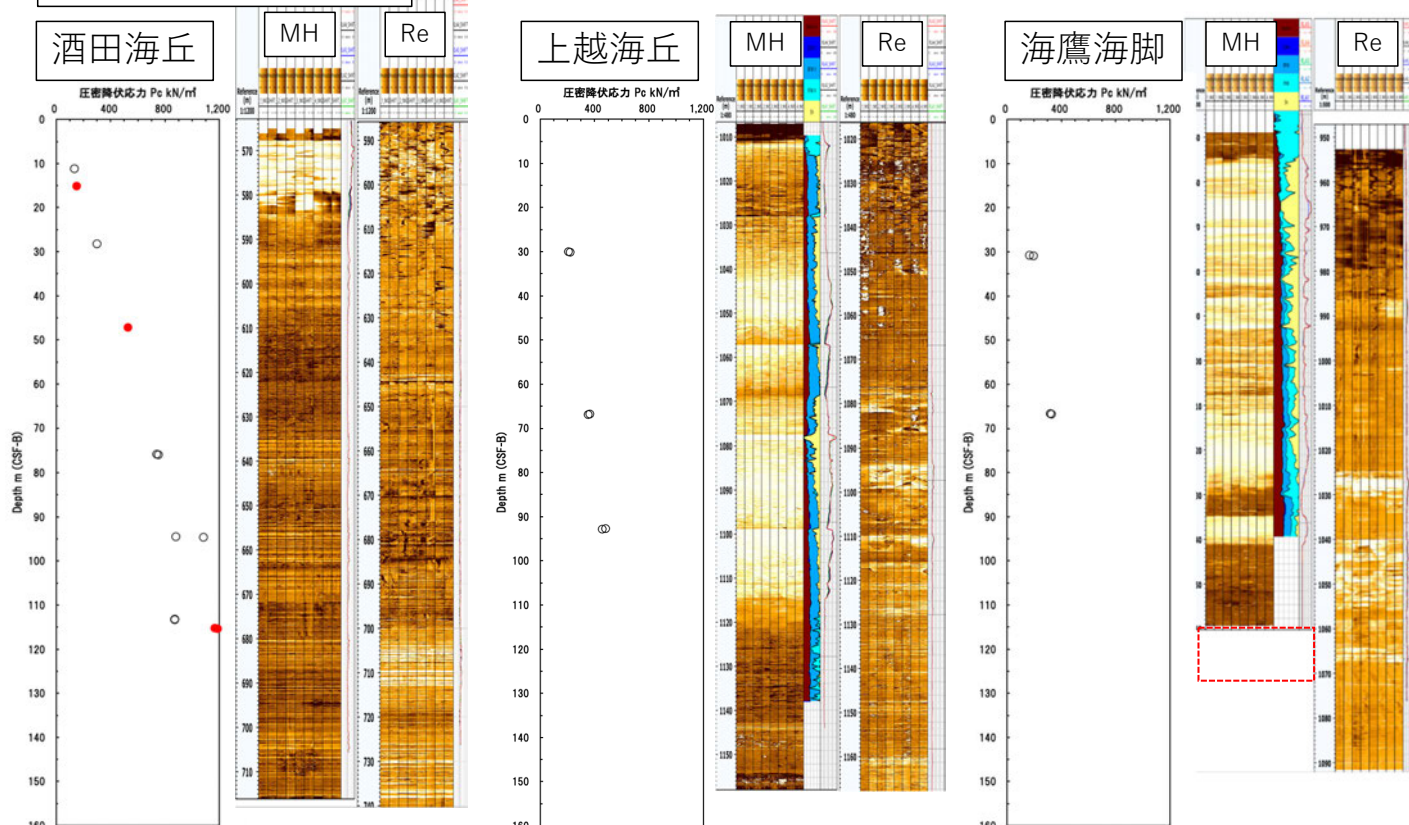
## 圧密試験結果（定ひずみ）



※1 構造を見やすくするため、MHサイトとReサイトのFMIイメージの輝度のレンジは異なる  
 ※2 泥層主体の地層から通常コアラーで試料採取を行っている

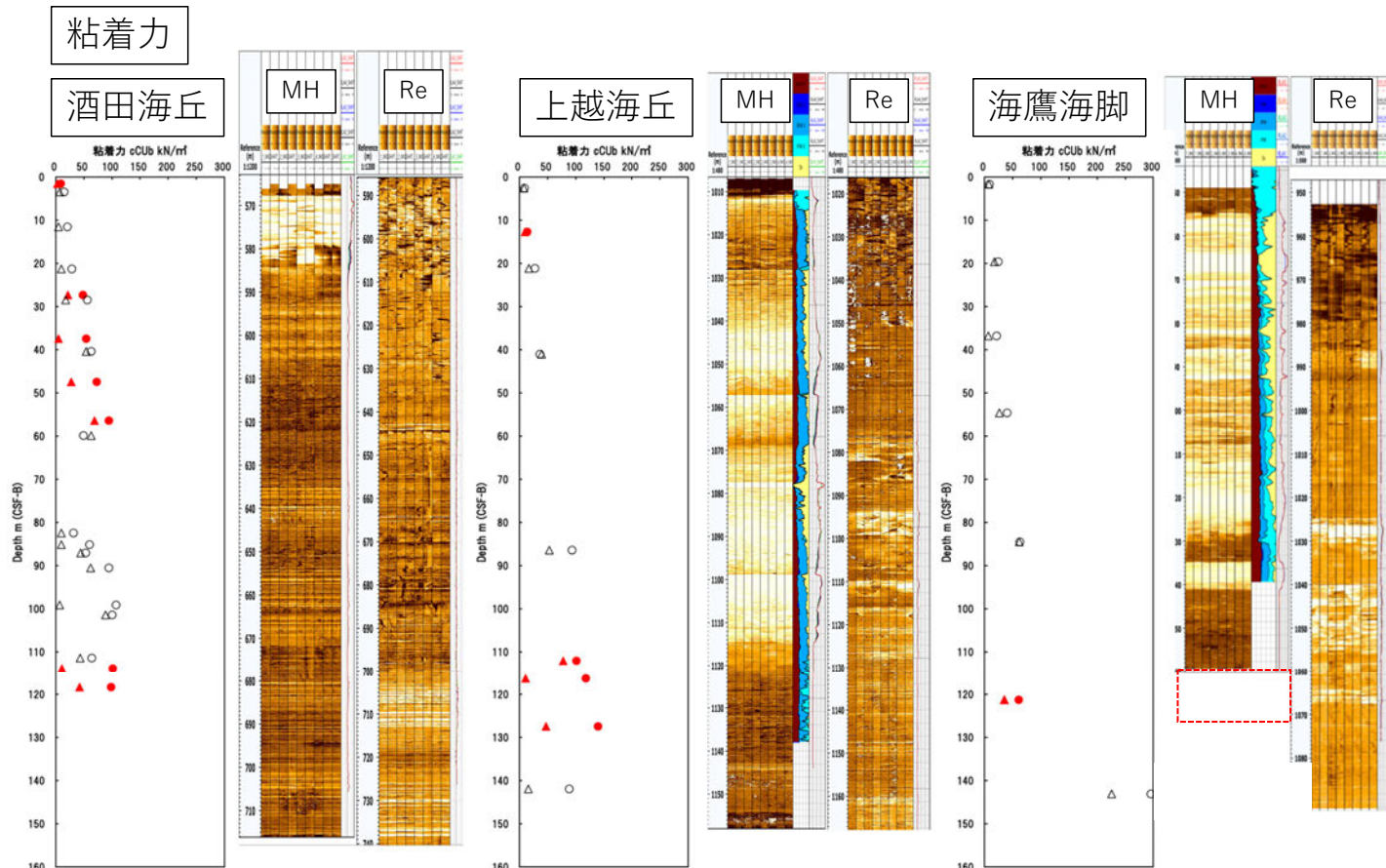
# 室内土質試験実施状況：結果（圧密）

## 圧密試験結果（ $K_0$ ）



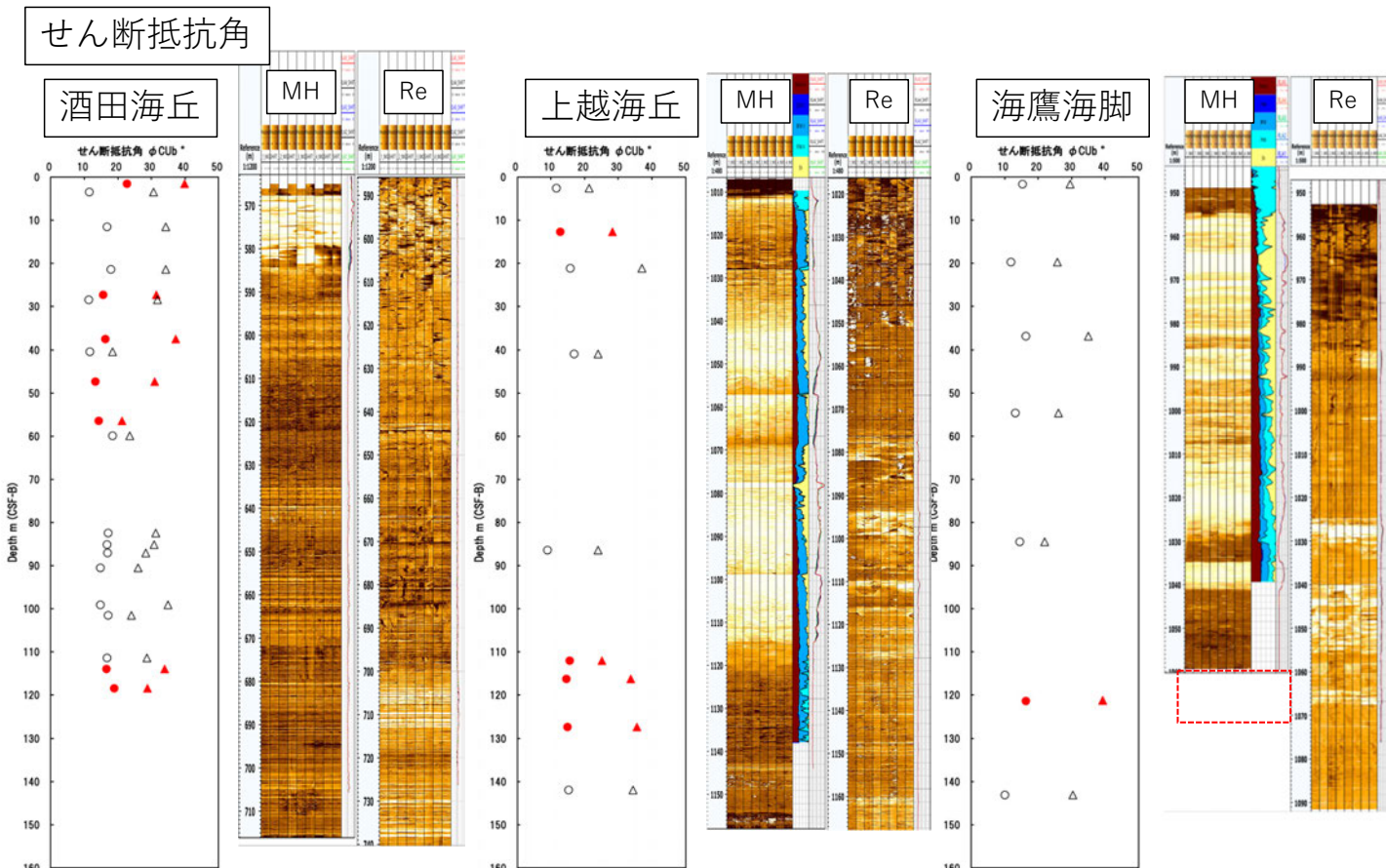
※1 構造を見やすくするため、MHサイトとReサイトのFMIイメージの輝度のレンジは異なる  
 ※2 泥層主体の地層から通常コアラーで試料採取を行っている

# 室内土質試験実施状況：結果（せん断）



※1 構造を見やすくするため、MHサイトとReサイトのFMIイメージの輝度のレンジは異なる  
 ※2 泥層主体の地層から通常コアラーで試料採取を行っている

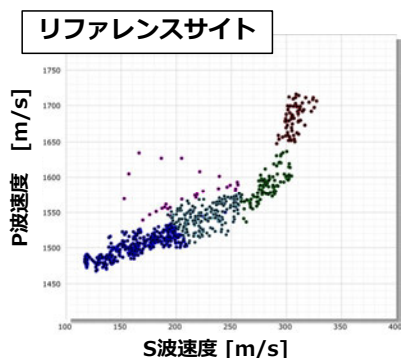
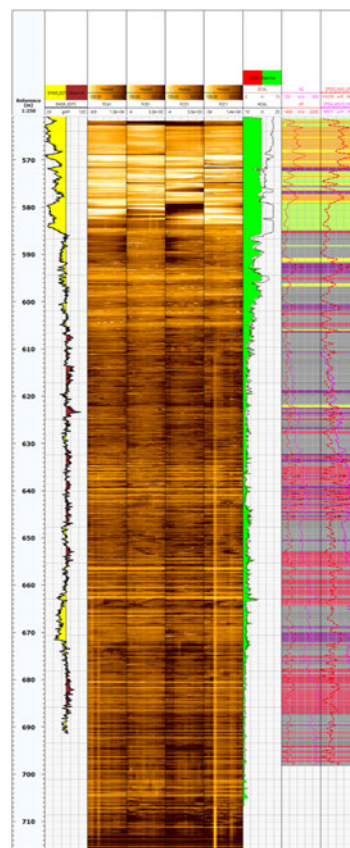
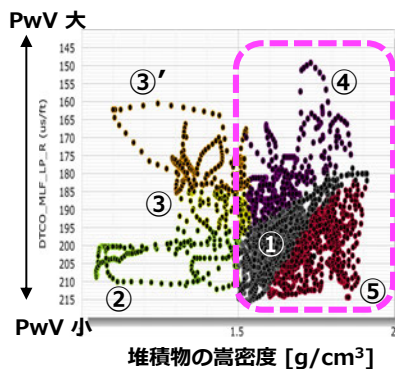
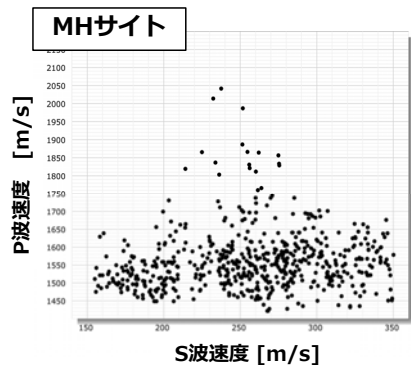
# 室内土質試験実施状況：結果（せん断）



※1 構造を見やすくするため、MHサイトとReサイトのFMIイメージの輝度のレンジは異なる  
 ※2 泥層主体の地層から通常コアラーで試料採取を行っている

# ワイヤライン検層との対比

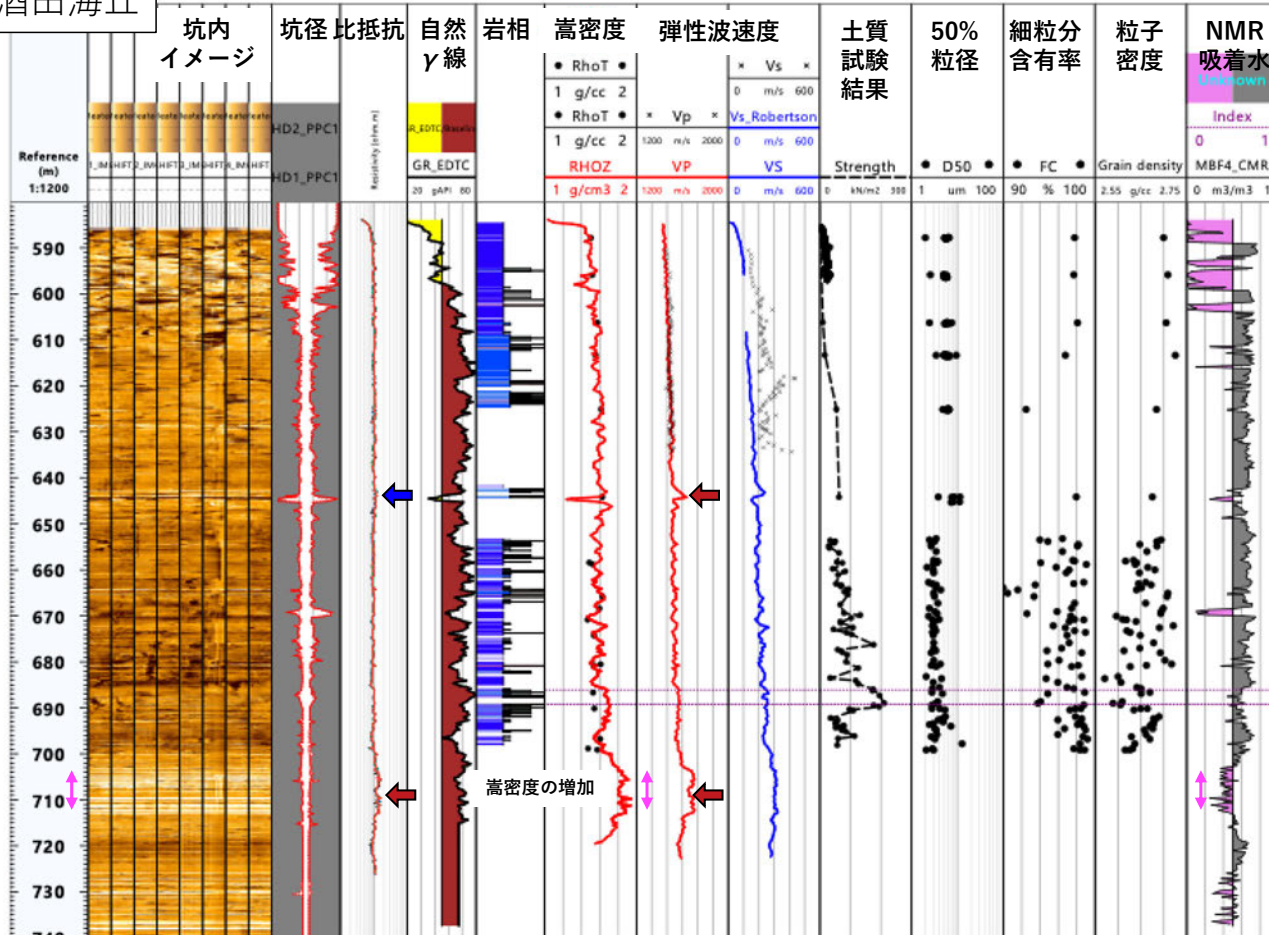
2023年度の成果報告会での報告（検層解析抜粋）



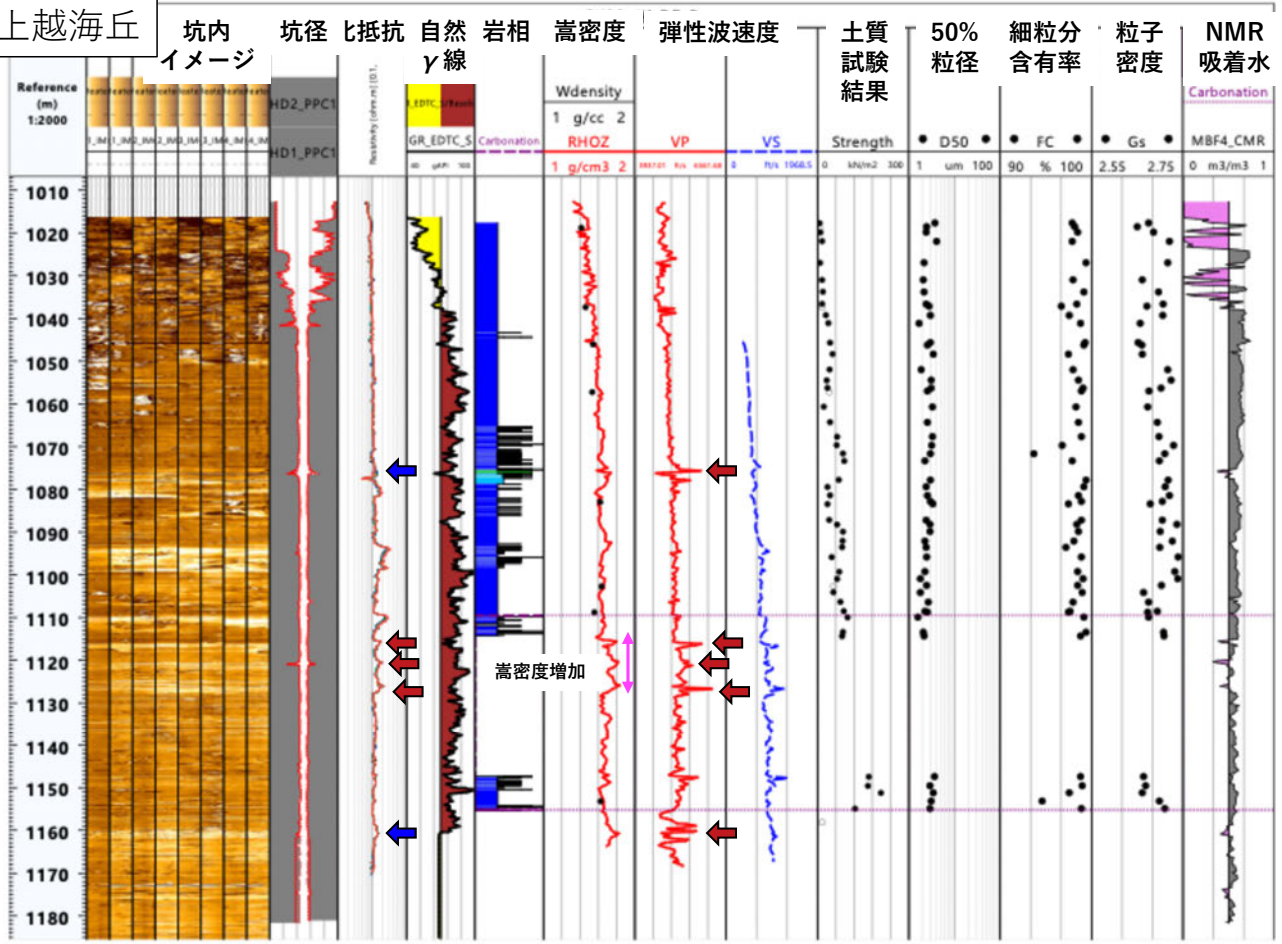
- Zonation: Zonation\_MH\_RHOZ\_DTCCO
- Normal Sediments
  - High DENS\_Low PwV
  - High DENS\_Large PwV
  - Low DENS\_Large PwV
- ① 通常の堆積物
  - ② P波速度変化せずor 低下&密度低下 → ガス含みMH層
  - ③ P波速度が微増し密度低下 → MH層
  - ③' P波速度が増加&密度低下 → MH層
  - ④ P波速度が増加&密度増加 → 炭酸塩等による膠着？
  - ⑤ P波速度は低下&密度増加 → ガス含みの泥質堆積物層

# ワイヤライン検層との対比

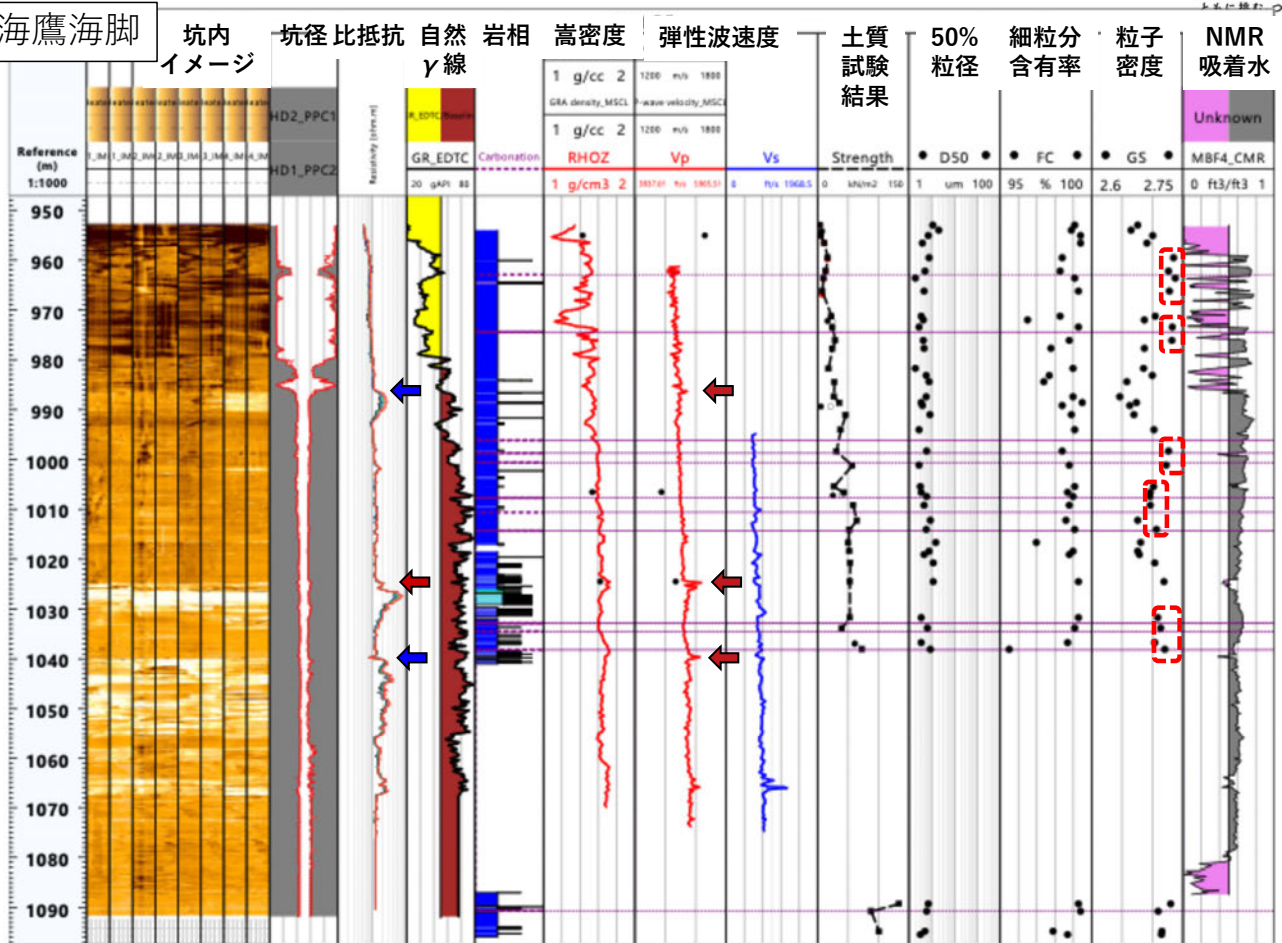
酒田海丘



上越海丘

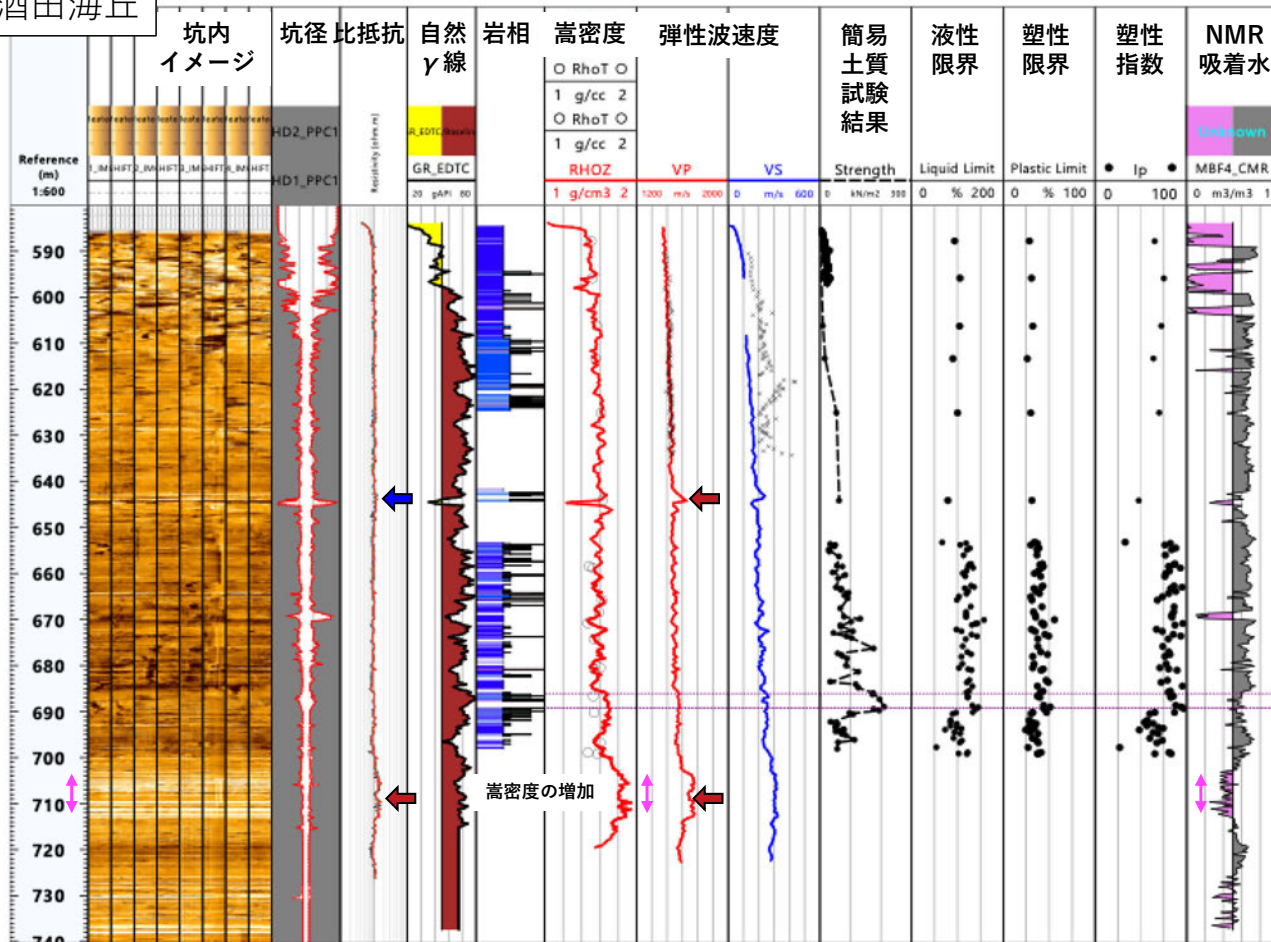


海鷹海脚

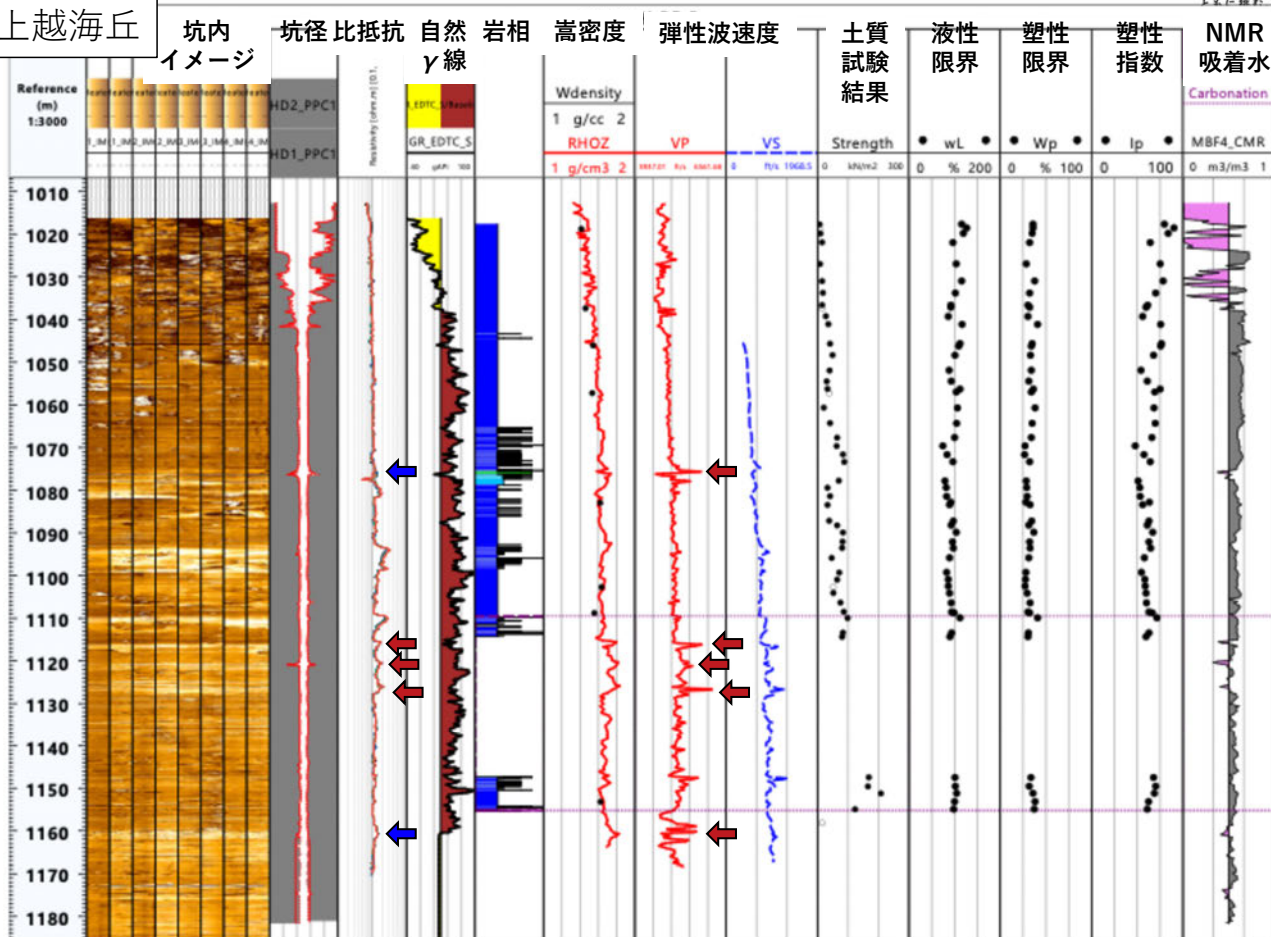




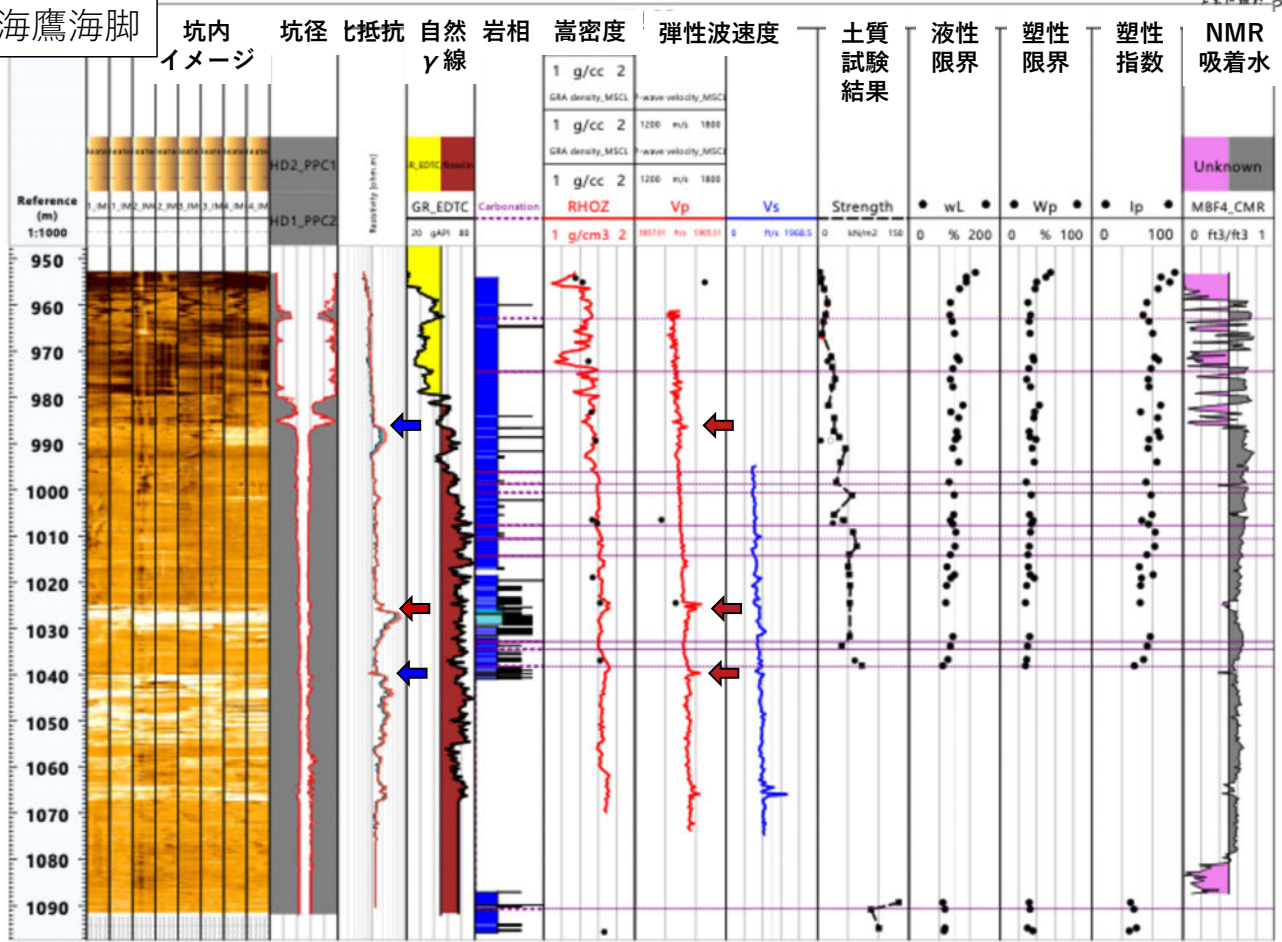
酒田海丘



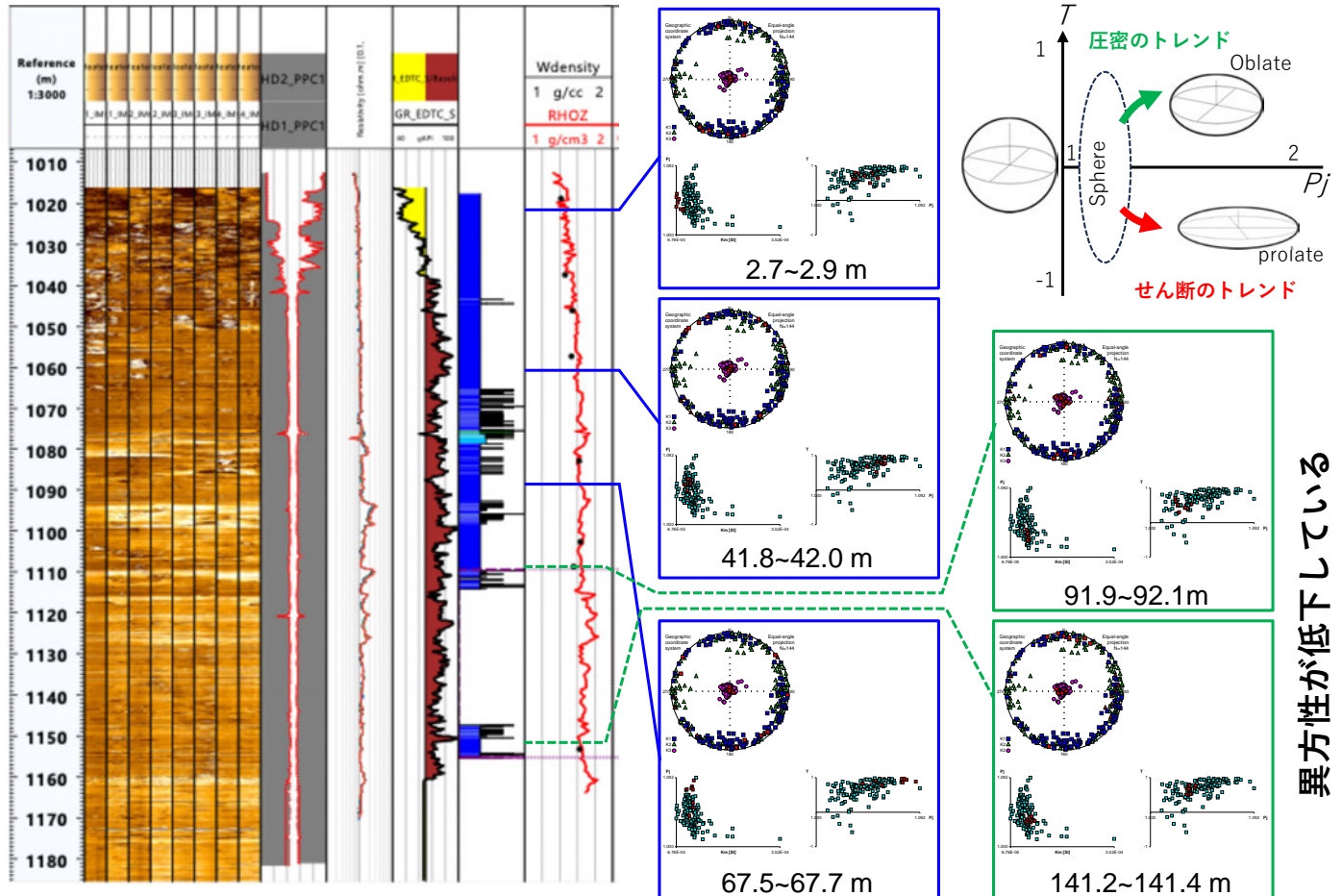
上越海丘

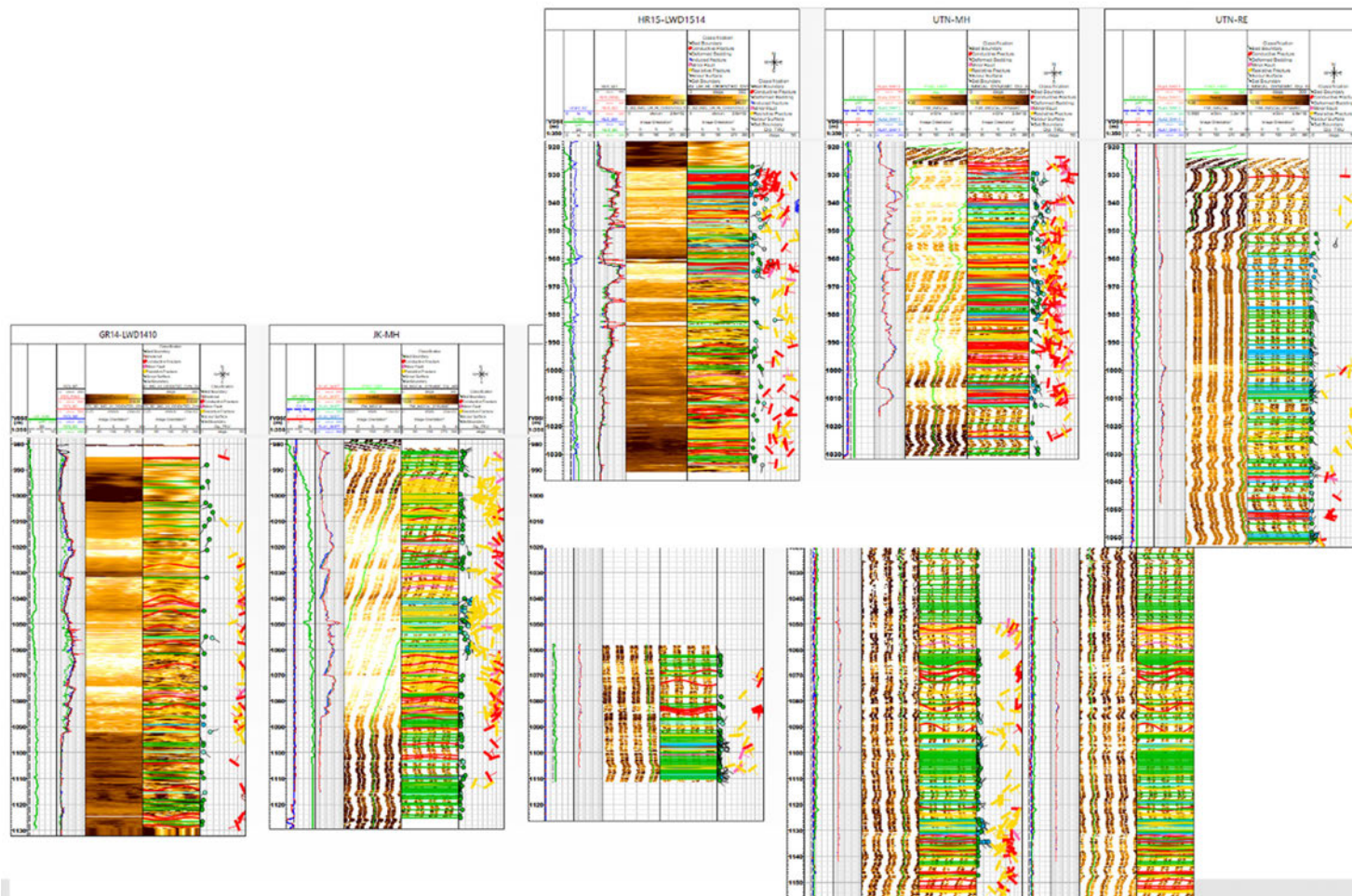


海鷹海脚



堆積物の磁化異方性からの情報





## 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検層を実施、以降の調査ではワイヤライン検層と室内土質試験を実施した。
- 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坑でワイヤライン検層を実施

## 地盤強度調査の現在のまとめ

- 2023年度にリファレンスサイトのワイヤライン検層を参考にMHサイトの地下構造を推定した
  1. メタンハイドレートの分布と胚胎状態
  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
  
- 本年度、ワイヤライン検層と室内土質試験結果対比を対比した
  - ✓ 圧密降伏応力、粘着力、せん断抵抗角について、MHサイトとリファレンスサイトにおける差異は少ない。
  - ※ コア試料は圧力コアラーではなく通常コアラーで取得している。
  
  - ✓ 検層の結果から、リファレンスサイトにおいても数層準のMH胚胎と考えられる層準を確認した。
  
  - ✓ 全サイトにおいて深度100m程度までは土被りの増加による嵩密度の変化は乏しいことを確認した。
  - ※ 酒田海丘Reサイト700-712mや上越海丘Reサイトの1113~1130mは嵩密度が高い→磁化異方性から、圧密の構造が弱化している。

## 地盤強度調査の現在のまとめ

- ✓ 酒田海丘のサイトで強度増加が確認されている685-693mの岩相がやや砂質であること、また、この層準付近において炭酸塩鉱物の含有を確認した。
  - ※ 酒田海丘や上越海丘のコア試料では粒子比重、粒径等に大きな変化はない
  - ※ 海鷹海脚のコア試料では炭酸塩鉱物がみられた深度において粒子比重が増加している（?）
  
- 海底表層付近において炭酸塩で固結した礫サイズの堆積物等がROV観測で確認されている。

生産開発の掘削の過程で、炭酸塩で固化した礫や層が破碎され、取り込まれる可能性がある。今後、揚収される掘削物の検討という観点から、礫化した炭酸塩の強度等についても検討をしていく予定。