

砂層型メタンハイドレートフォーラム 2023

# 試掘・簡易生産実験の実施報告

MH21-S研究開発コンソーシアム (MH21-S)

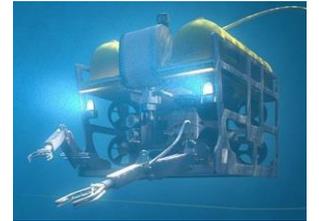
試掘作業チーム (JMH) 平田 実雄

2024年2月27日 (火)

1. 試掘・簡易生産実験の概要
2. 生産システム（概要）
3. 生産システムの変遷
4. 作業時のトラブル事例紹介、対策案
5. 生産実験概要
6. まとめ

# 1. 試掘・簡易生産実験の概要（結果）

- 目的：メタンハイドレート分解・ガス生産特性の把握と、次フェーズ海洋産出試験のための候補地を選定するためのデータ取得
  - （指標）MH層の初期生産特性を把握し、シミュレーションの生産予測で5万m<sup>3</sup>/日/坑を得る
- 計画：
  - 生産井：2本（濃集帯SM1&SM2に1本ずつ）
  - フロー日数：5日間×2本
  - 場所：志摩沖鉦区内
  - 期間：R5 5/29～8/2
- 結果：必要データが十分取得できず
  - 期間：R5 5/29～8/8（72日）作業中断：21日
  - 生産状況：SM2- 5日間のフローを実施するも低レート  
SM1- 生産パイプ内にハイドレートが生成したため生産できず
- 主なトラブル / 問題点：
  - ROV\*の度重なる故障、不調
  - 出砂対策装置の不調(目詰まり)
  - MH層内のフリーガスに起因する、生産パイプでのハイドレート生成
  - ドリルパイプ類の遺留・回収

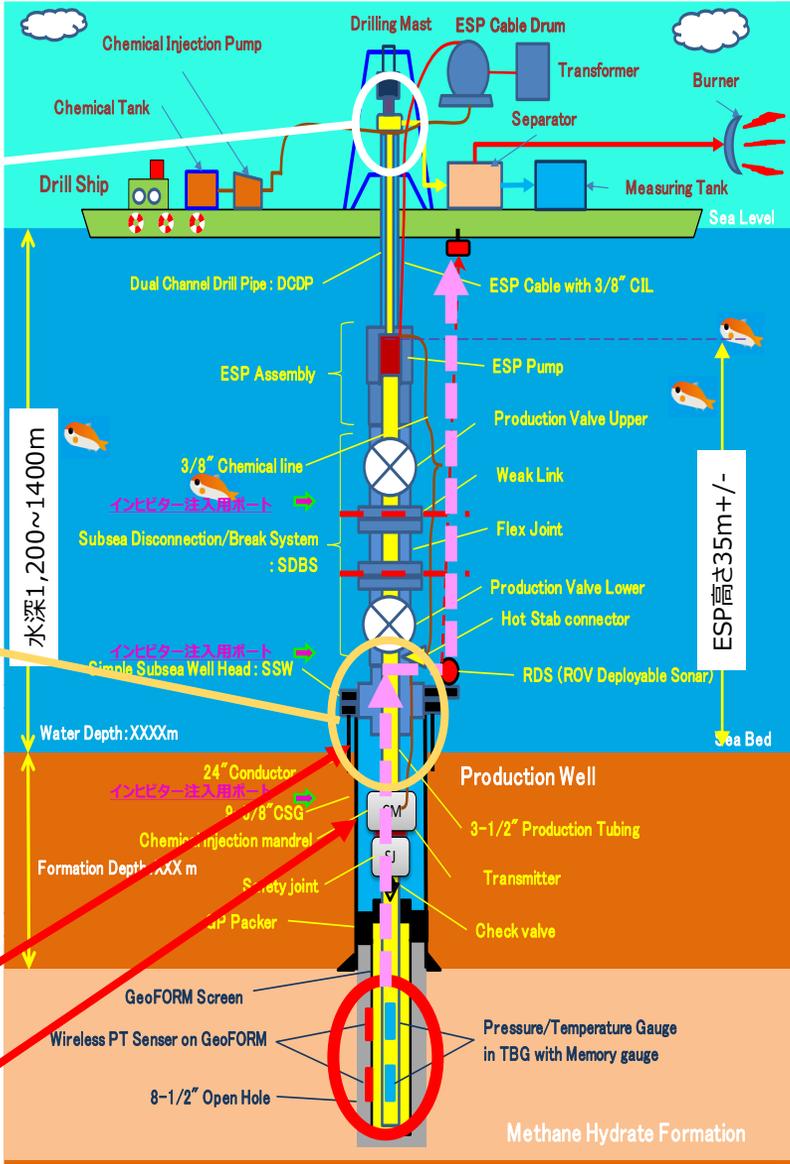
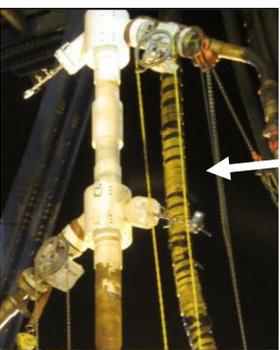


\* ROV: 無人潜水ロボット。海中の映像や情報をリアルタイムで船上に伝える。アームを備え、海中で機器設置や物品回収などの作業が可能。



	SM2	SM1
試験期間	7月8日04:00～7月13日00:40	7月22日18:00～7月23日00:15
合計フロー期間	4日20時間40分	6時間15分
目標坑底圧	5MPa	7MPa
実績最低坑底圧	約5.7MPa	約16MPa
累計生産量	ガス：442 Sm <sup>3</sup> 水：168 m <sup>3</sup> （補水量81m <sup>3</sup> 含む）	ガス：N/A 水：1.3 m <sup>3</sup>
主要イベント	GeoFORM™内外の差圧発生 ESPガスロック	掘削時にフリーガス確認（泥水で抑圧） ハイドレートによるESP周辺閉塞→計画切り離し

# 2. 生産システム (概要)



24\"/>

### 坑井情報

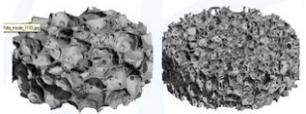
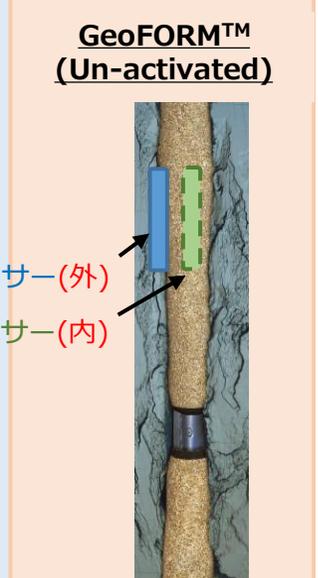
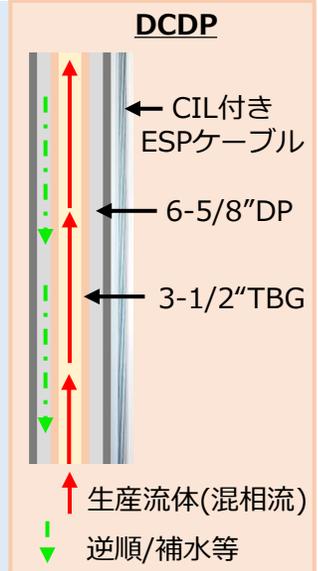
- 水深 : 約1,200m~1,400m
- 坑井深度 : 約250m~300m (海底面下)
- 仕上げ区間 : 約20m (濃集帯の一部、LWDデータ等より選定)

### 生産システム (直接減圧)

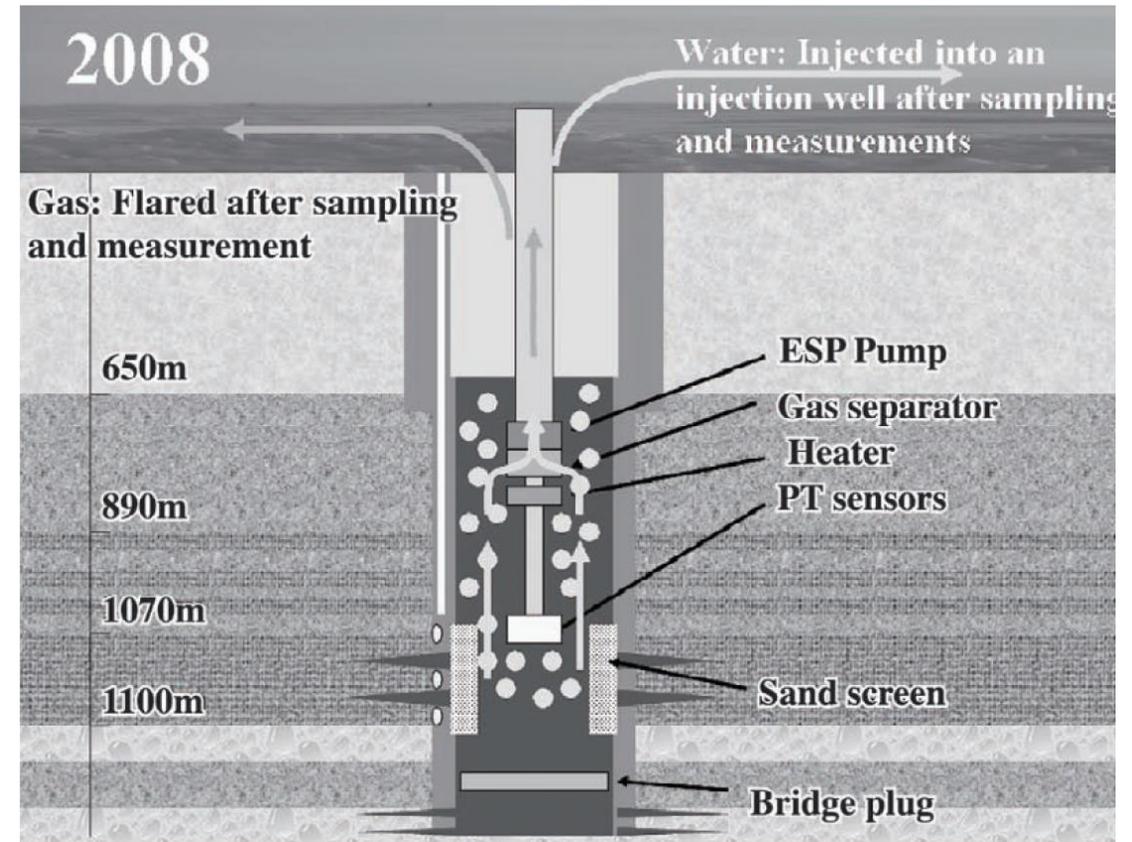
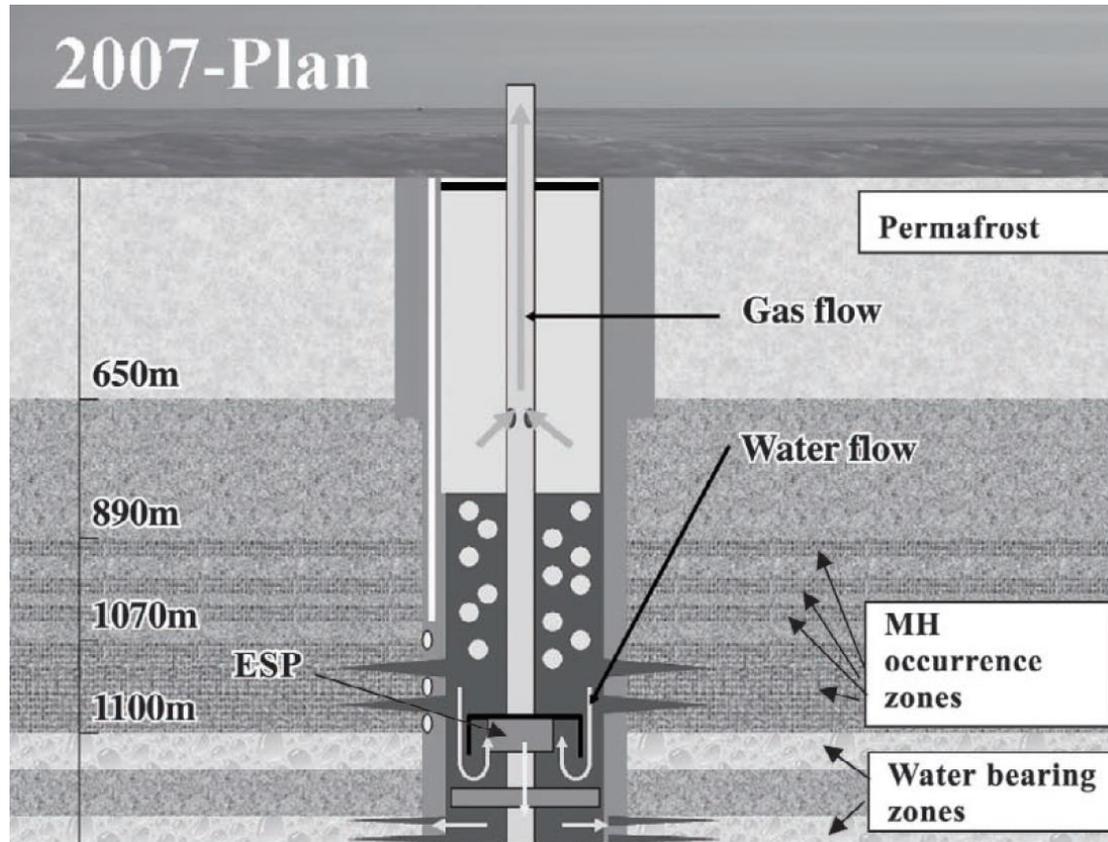
- 船上生産設備 (1トレイン、混相流)
- ライザーパイプ: デュアルパイプ (DCDP)  
6-5/8\"/>
- 減圧装置: Electric Submersible Pump (ESP)
- 海底切り離し装置 (緊急/計画):  
Subsea Disconnect / Break System (SDBS)
- 坑口装置: 24\"/>
- 出砂対策装置: GeoFORM™  
(Un-activated、8-1/2\"/>
- 再ハイドレート化防止: ケミカルインジェクション ライン  
(CIL)より インヒビターの連続注入

### 生産データモニタリング

- 生産中のデータ類 → 船上モニターでリアルタイム表示
  - 船上 : ガス・水 生産量計測
  - MH層: 温度・圧力 計測 (GF内外 x 2カ所)
- ※ データ転送 - ワイヤレス方式 (音波)



# 3. 第2回陸上産出試験 (Mallik) 1,2冬目の坑井デザイン

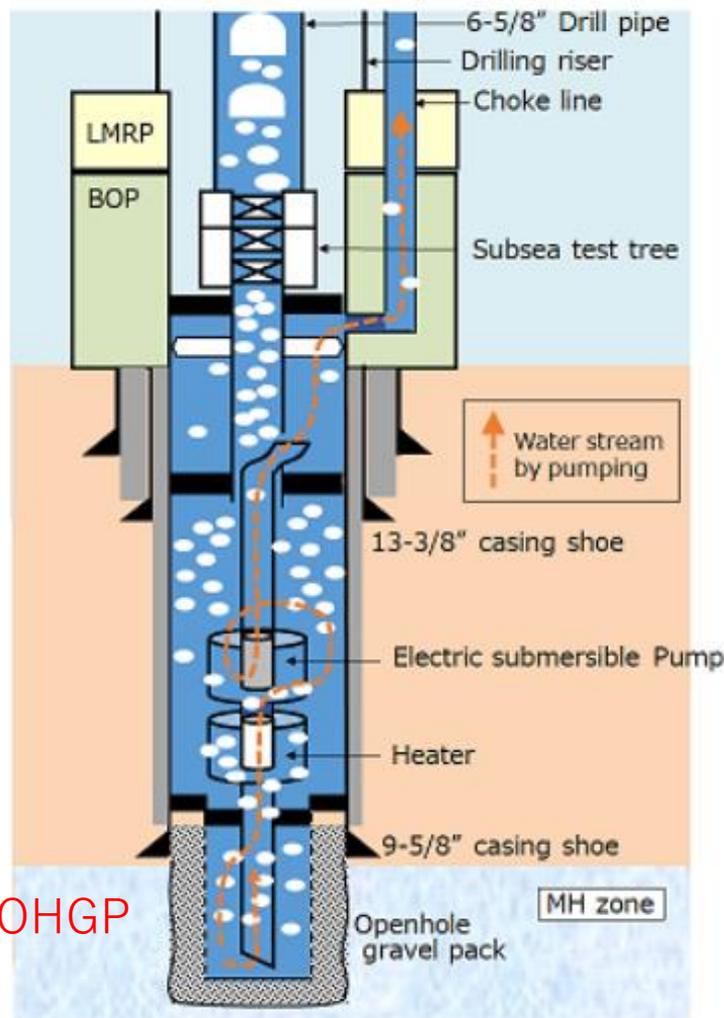


左: 第1冬試験 (2007年) [直接減圧(ESP下向き)、ガス水重力分離]

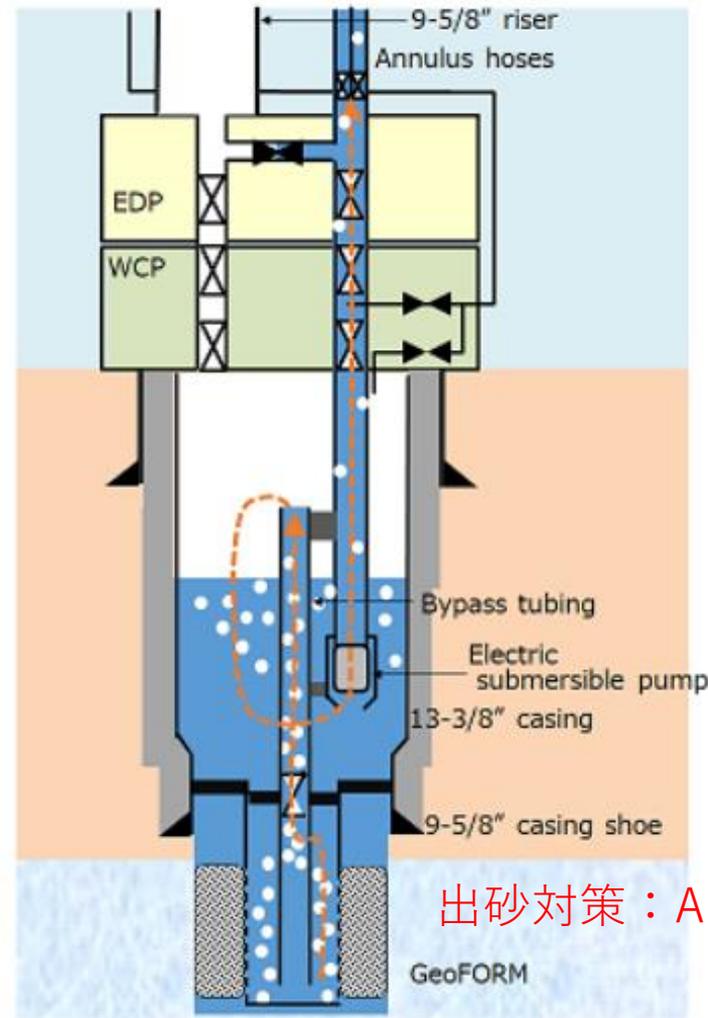
右: 第2回冬試験 (2008年) [間接減圧、ガス水重力/遠心分離]

出典: 山本 晃司 (2009): メタンハイドレートの生産手法とフィールド産出試験

# 3. 第1,2回海洋産出試験の坑井デザイン



出砂対策：OHGP



出砂対策：AGFとUGF

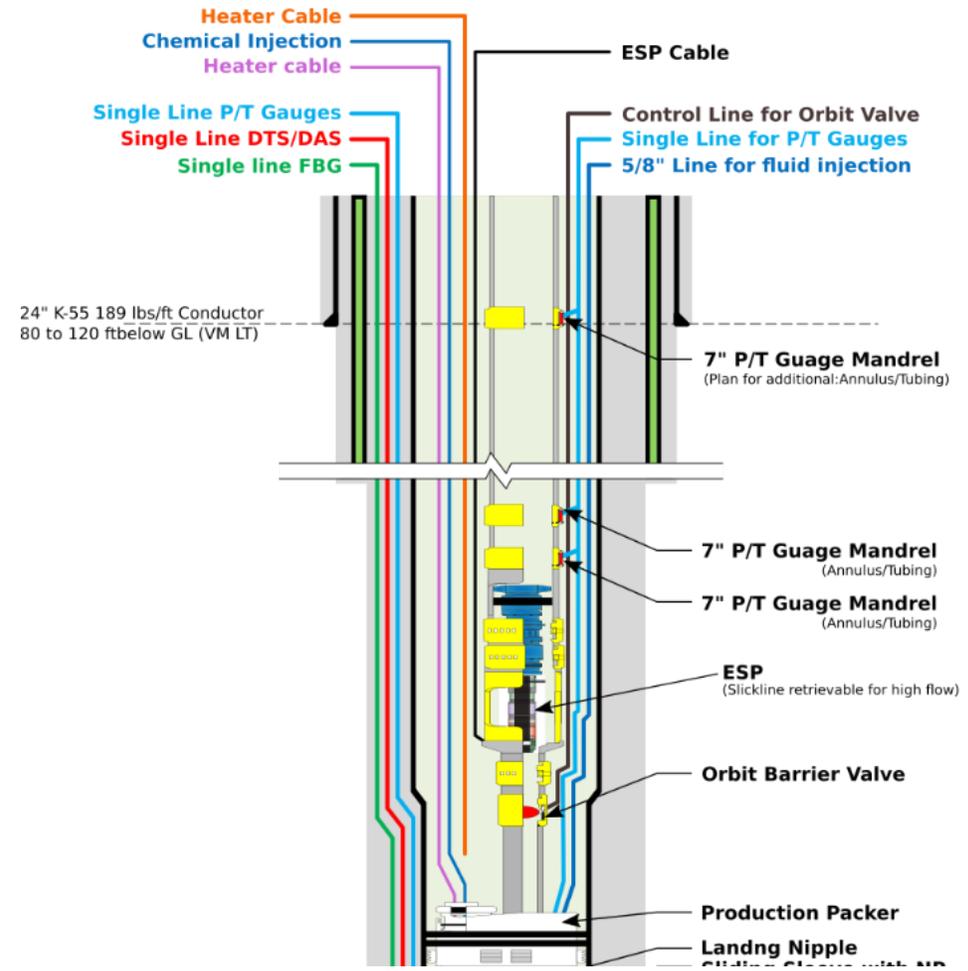
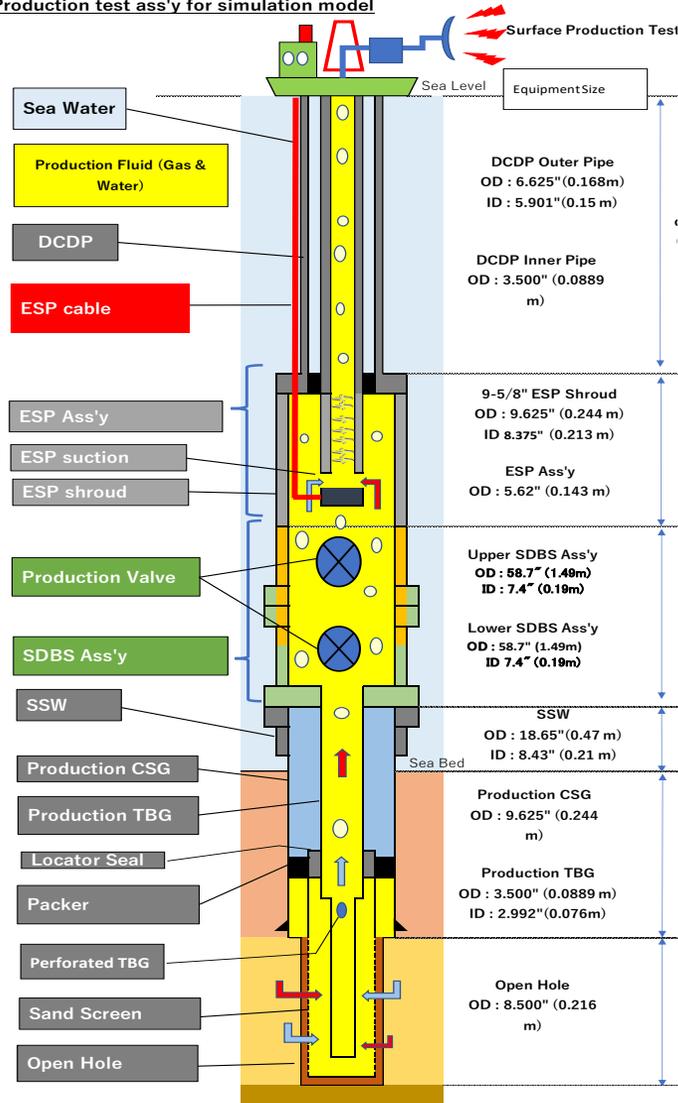
左: 第1回海産 (2013年)  
[間接減圧、ガス水遠心/重力分離]

右: 第2回海産 (2017年)  
[間接減圧、ガス水重力分離]

出典：MH21-S、フェーズ2・3 総括成果報告書

# 3. アラスカ陸上産出試験、簡易生産実験のデザイン

Production test ass'y for simulation model



右: 簡易生産実験(2023年)  
[直接減圧、ガス水分離なし]

左: アラスカ陸産(2023年)  
[間接減圧、ガス水遠心/重力分離]

出典: (2022)MHフォーラム「アラスカ陸上産出試験では何をするのか？」

### 3. 切り離し装置 (変遷)

#### ➤ 軽量・スリムなデザイン

- 第1回や第2回より、更に軽量・スリム（シンプル）化
- 最大外径1.5m: ドリルフロアで作業（揚降）可能
- 緊急切り離し以外は、ROVで操作。
- 生産流体の流出防止用バルブ2個を装備。
  - 通常のROVでの閉止、緊急時の自動閉止に対応

#### ➤ 切り離し装置 (計画時/緊急時)

- 2つのシステムを装備
  - 計画切り離し用：台風等、対策に時間を取れる時
  - 緊急切り離し用：急な船体ドリフトオフ等、対策の時間がない時

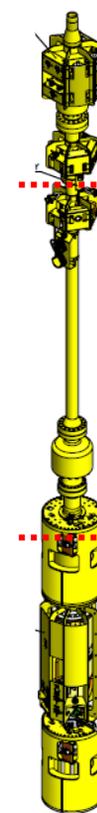
第1回



第2回



今回



上側ROVパネル  
上側安全バルブ  
緊急切り離し装置

フレックスジョイント



ROV

計画切り離し装置

下側ROVパネル  
下側安全バルブ

坑口装置コネクタ

海底面

試験名称	第1回海洋産出試験	第2回海洋産出試験	簡易生産実験
名称 (仮称)	暴噴防止装置(BOP)	改修作業用BOP	よりシンプル化したシステム
重量(ton)	約300	約80	約40
幅 x 高さ(m)	約4.5 x 14	約4 x 8	約1.5 x 23

# 3. 産出試験の生産システムと結果まとめ

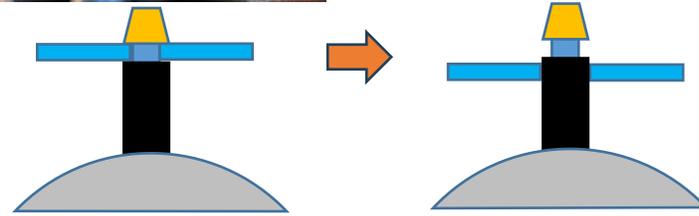
名称	第2回陸産 (1冬目)	第2回陸産 (2冬目)	アラスカ陸産	第1回海産	第2回海産	簡易生産実験
実施年(本数)	2007 (1)	2008 (1)	2023 (1+1予備)	2013 (1)	2017 (2)	2023 (2)
減圧方法	直接	間接	間接	間接	間接	直接
ガス水分離	重力 (ESP下向き)	遠心力+重力	遠心力+重力	遠心力+重力	重力	なし
生産ライン	TBG(ガス)+(水はボトムへ圧入)	CSG(水)内にTBG(ガス)	大径CSG(水)内に小径CSG(ガス)	21"ライザー内6-5/8"DP(ガス)+チョークライン(水)	9-5/8"CSG(ガス)+1.5"ホースx2(水)	2重管DP6-5/8"DP内に3-1/2"TBG(混相流)
生産結果	約12時間 砂でESP止まるまで生産	約6日生産	生産中	約6日生産後 出砂	(1)12日 途中から断続的な出砂 (2)24日 水多量で減圧進まず	(1) 4.8日低生産量 (2) 約6時間でハイドレート閉塞
出砂対策	ボトムに捨て穴(穿孔のみ)	スクリーン Mesh Rite	CSG+GP内 AGF	オープンホールグラベルパック	AGF x 1 UGF x 1	UGF x 2

AGF : Activated GeoFORM™

UGF : Un-Activated GeoFORM™

# 4. ROVの落下

発生原因①  
ラッチ機構の未接続



改善後  
(インジケータ取付)



- 作業最初のダイブ準備中にROVがデッキ上へ落下  
⇒ プレートが正確にラッチしていなかった  
ケーブル張り過ぎによる位置調整ミス → 目視でのラッチ確認

# 4. ジェットティングツールのネジ戻り

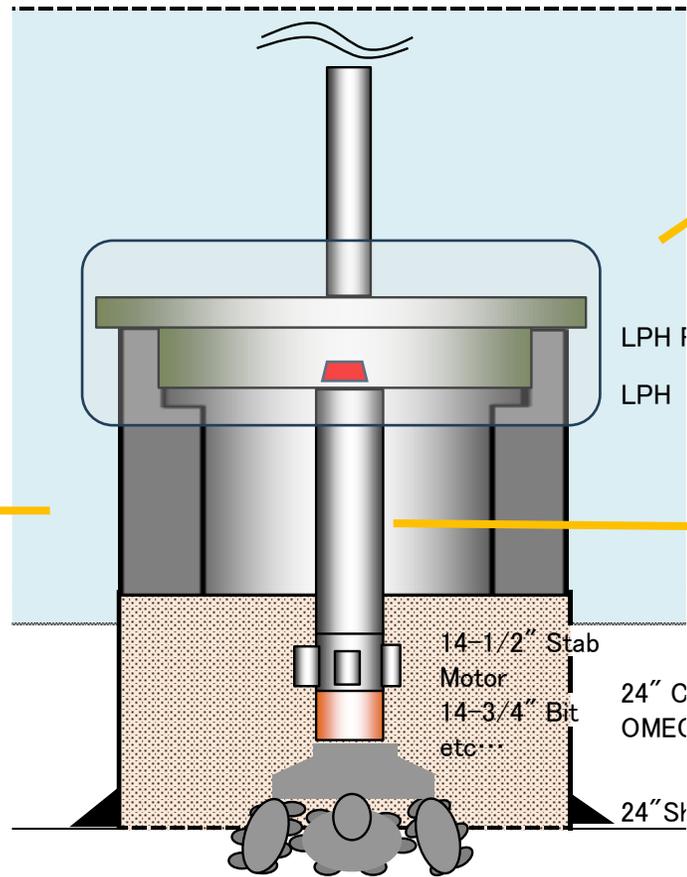
- 24"コンダクターのジェットティング作業中にインナーstringを遺留

- インナーstringのトップに弱いネジが使われていた

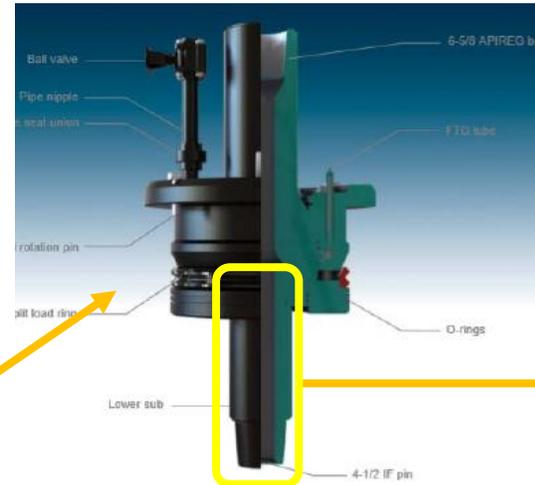
24"コンダクター  
(降管中)



24"コンダクターセット作業  
(概念図)



セッティングツール



戻ったX-Oサブ

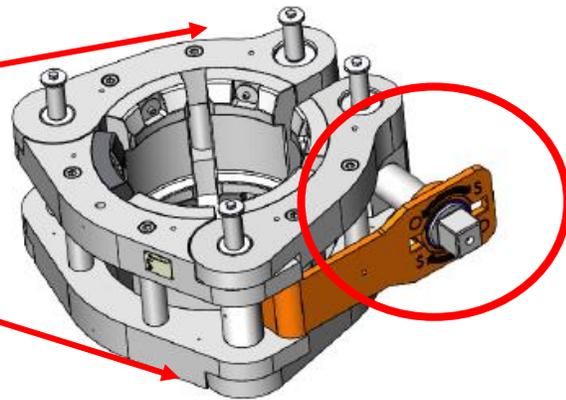


海底面に残った  
インナーstring

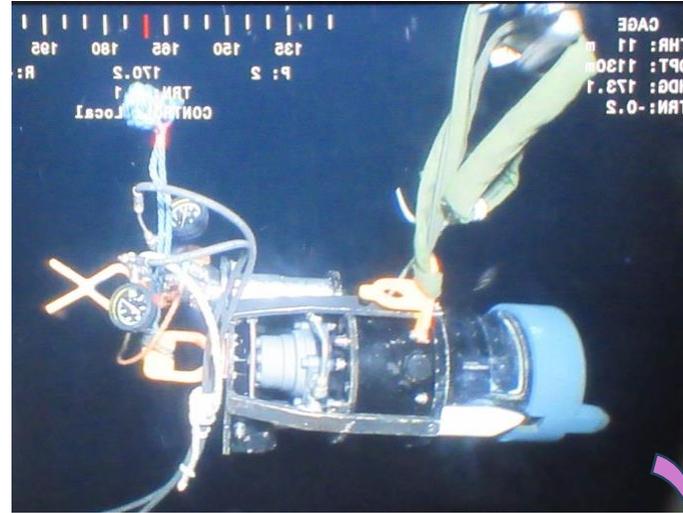
- ROVによる操作でトルクツールのソケットをSSW RTのクランプドライブにうまく入れられなかったため、ROVが掴むハンドルの交換や、ガイドの改造、ソケットのテーパ加工などを施し、トルクツールが入りやすいように改造を行った。
- 4回目のダイブでクランプコネクタの取り外し成功



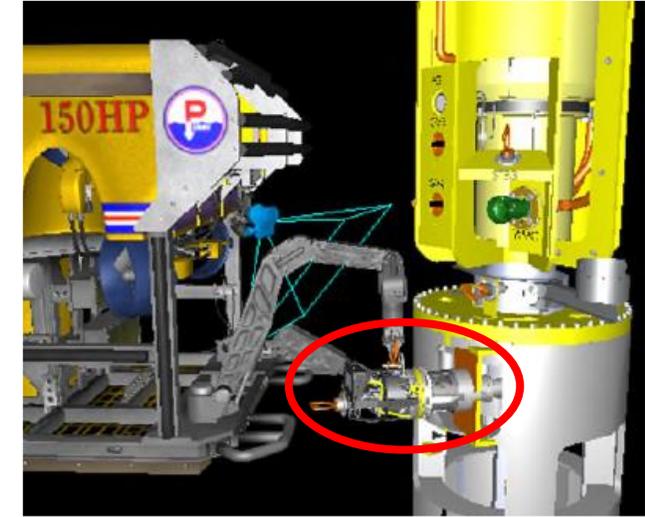
クランプコネクタ



トルクツール



3Dシミュレーション状況



先端部の加工

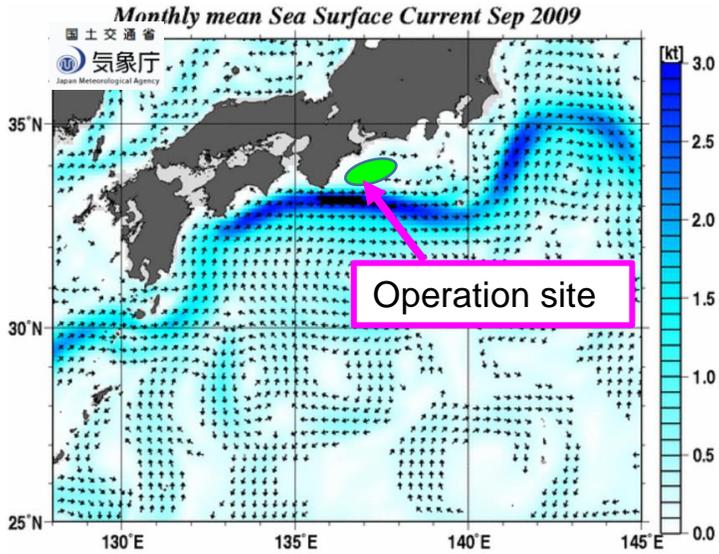


トルクツールを取付て降下  
(2回目以降)

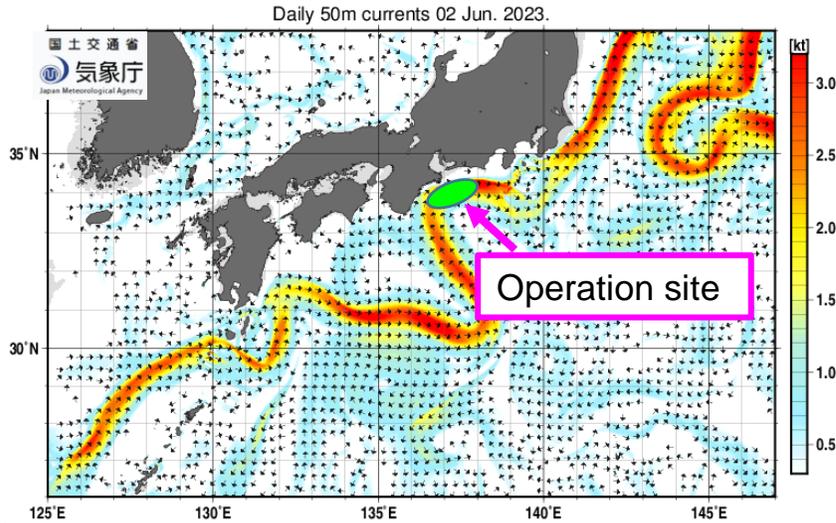


# 4. 黒潮の影響

## 黒潮 通常の流れ



## 黒潮大蛇行、現在(2023年)

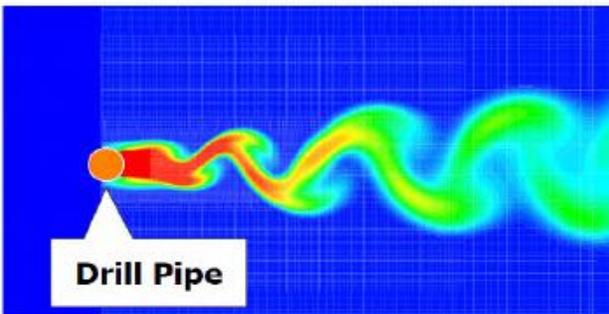


### • 振動によるトラブルの可能性

- ネジ戻り
- 温度・圧カゲージ等のダメージ

### • 対策案

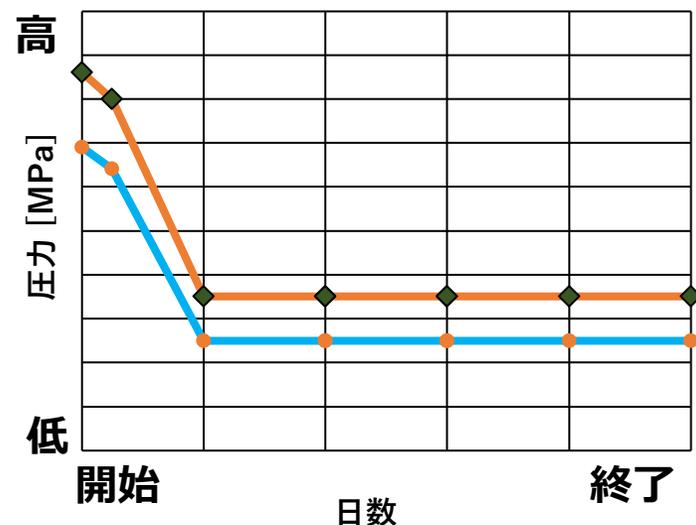
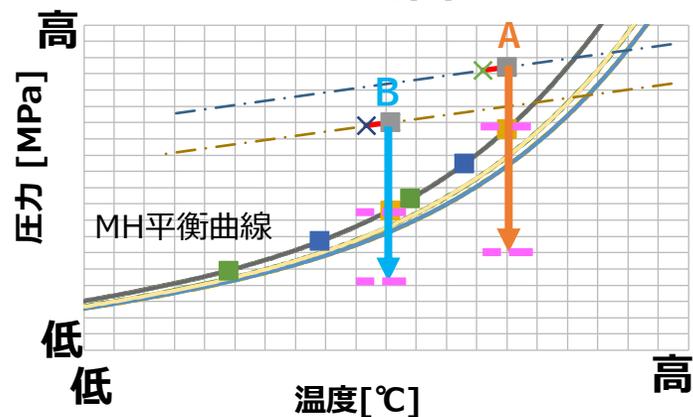
- ドリフト
- ネジの強化 (取替え・戻止め塗布)
- 編成の工夫
- パイプへのロープの取付



- 作業中のトラブルにつき、第3者評価を経て原因究明を行い、現在対策を検討中。

No.	課題	対策（現状）
(1)	ROVの落下、度重なるトラブルに対して	現状は、ROV入替え & システムを更新済み 継続的なメンテナンス方法について掘削船オーナー等と協議中
(2)	目的に合っていない機材の提供に対して (ジェットングツールの遺留、クランプトラブル等)	外注業者との情報共有やチェック項目をシステムとして管理する、仕様検討から現場調達までの間の各工程で確認すべきチェックリスト・チェック体制を作成中
(3)	潮流の影響に対して (パイプのネジ戻り、ゲージダメージ等)	これまでのVIVに関連するトラブルとその対策をレビューし、改善すべき点を整理中(弱いネジの取替や補強、VIV軽減用ロープ取付け等)
		ガスの広がりや推定し、ガス層のない場所を掘れないか検討中
(4)	メタンハイドレート層内のガス層について	メタンハイドレートを融かさずにガス流入を抑える流体を調査、実験準備中
		インヒビターや生産装置を適切に使い、フリーガスがあっても安全に生産できる手法を整理中
(5)	GeoFORM™ (坑内で膨張させる使い方) の目詰まり・硬化不足について	GeoFORM膨潤・浸透率実験準備中(@Baker) 生産データを精査し、GFの硬化状況について検討中
		出砂対策装置のスタディ結果を整理中
(6)	新しい手法について	今回の生産システム・減圧手法について問題点が無かったかを検証中
	生産システム データ送信	無線によるデータ送信時のノイズ等による障害対策を整理中

## 減圧計画



➤ 左図のようなスケジュールを目標に減圧を行い、目標に近い値まで減圧を達成。

- ✓ 生産レートは想定より低かったが、比較的安定した状態での生産データを取得。
- ✓ 低生産レートの主な原因は、出砂対策装置 (GeoFORM™) の目詰まりと推定。
  - 生産時にGeoFORMの内外で差圧が発生していた。

(更なる原因究明中)

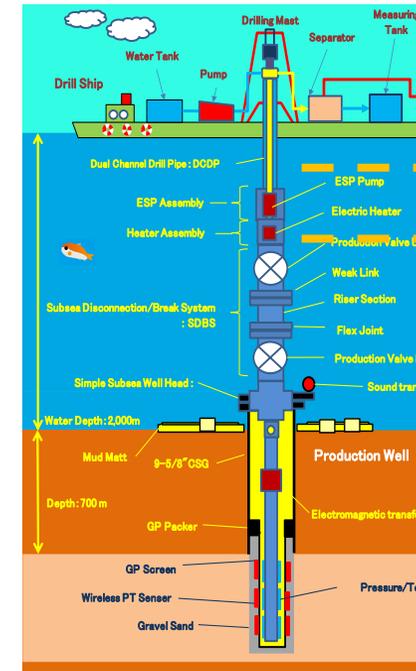
# 5. SM1における生産実験結果

## 【ガスの存在】

- ✓ メタンハイドレート層を掘削後の揚管時に、坑口から少量のガス流出を確認。降管後、泥水で停止。
- ✓ 物理検層データからメタンハイドレート層内にガスの存在を確認。
- ✓ 生産実験開始直後に、このガスがパイプ内に流入しハイドレートを生成しパイプを閉塞。

## 【ハイドレートインヒビターの適正使用範囲を超えた環境を生成】

- ✓ 適正量とされた濃度より遥かに高い濃度でインヒビターを使用していたが、適正使用範囲を超えた高圧環境を生成したため、パイプ内でのメタンハイドレート生成を抑制できず。



この辺りでハイドレート生成  
ポンプ昇圧 + 低水温  
(ESP～水深500m以深)

- 今年度、志摩沖にて2本の簡易生産実験を実施するも、目的としたデータ取得を十分果たすことはできなかった。
  - 1本目は、減圧して5日間フローするも、低レート
  - 2本目は、生産開始直後に管内にハイドレートが生成し、中止
  
- 生産システムは、これまでより軽量・シンプルなデザインとしたことで、作業効率を上げ工程短縮に貢献したものの、その一方で他のトラブルが多く生じたことから全体工程を圧迫。
  - 作業中のトラブルにつき、第3者評価を経て原因究明を行い、現在対策を検討中  
今後の海洋産出試験に資する

本資料は経済産業省の委託により実施しているメタンハイドレート研究開発事業において得られた成果に基づいています。