

砂層型メタンハイドレートフォーラム 2022

試掘・簡易生産実験では何をするのか？
～簡易生産実験概要～

MH21-S研究開発コンソーシアム (MH21-S)

試掘チーム (JMH) 岸 恵一

2022年12月7日 (水)

目次

1. 試掘・簡易生産実験の目的・位置づけ・概要
2. 試掘井の基本計画
3. 生産システムとモニタリング計画
4. 過去の海洋産出試験との生産システム比較
5. 今後の予定

試掘・簡易生産実験の目的・位置づけ

①次フェーズ海洋産出試験実施濃集帯選定に資する情報の取得

- 事前調査井データに加えて試掘井の情報も追加されることでMH濃集帯の不均質性(側方変化)の評価が可能に。
⇒より多くの情報に基づき、濃集帯の原始資源量が100億 m^3 以上を満たすと評価される(フェーズ4の目標)とともに、次フェーズ海洋産出試験実施候補地点の抽出に資する。

②メタンハイドレート分解・ガス生産の特性の把握

- 試掘による初期貯留層性状の把握に加えて、簡易生産実験を通じてMH分解並びにガス生産特性を把握する
⇒アラスカ陸上産出試験にて得られるデータ等も踏まえ、モデルによる生産予測(シミュレーション)により、将来の生産にて1坑の生産レート5万 m^3 /日の見込みが得られる(フェーズ4の目標)かを評価する。

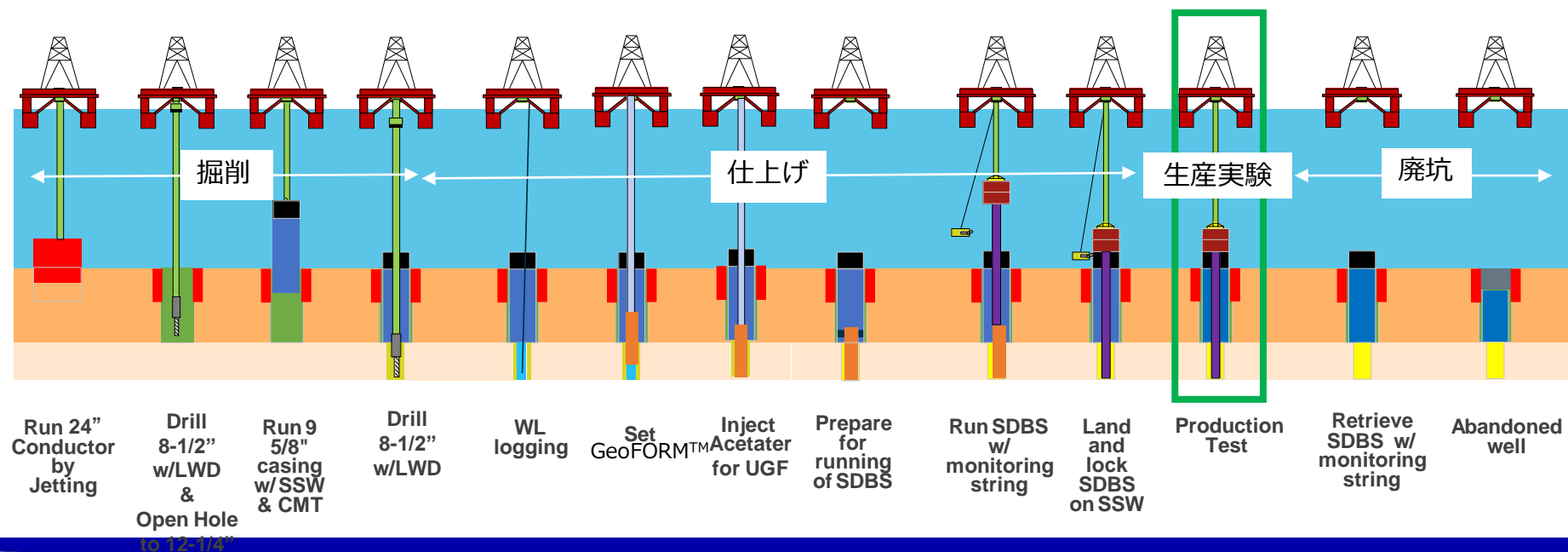
第39回メタンハイドレート開発実施検討会(2022年6月23日開催)資料3より

試掘・簡易生産実験の概要

- 試掘井 2 本に対して減圧法を用いてメタンガスの生産能力を確認。
- 減圧方式は、シンプルな水中ポンプ(ESP)による直接減圧。
- 生産手順は、MH層が分解範囲に入るよう減圧を開始、生産挙動を見ながら減圧度を上げていく。
- 生産期間は、1 坑井あたり最大 5 日間。
- MH層、防砂対策装置の外／内側へ温度圧力センサーを設置し、坑内温度圧力のモニタリング & 内外の差圧よりスキンの影響を定量評価。
- 生産中の再ハイドレート化対策は、TBG内に再ハイドレート生成時間を遅らせるインヒビターを連続注入。
- 第1回・2回海産試験の経験や在庫品、また既存デザインを有効に使うことで、コンパクトで簡易な実験を実現する。

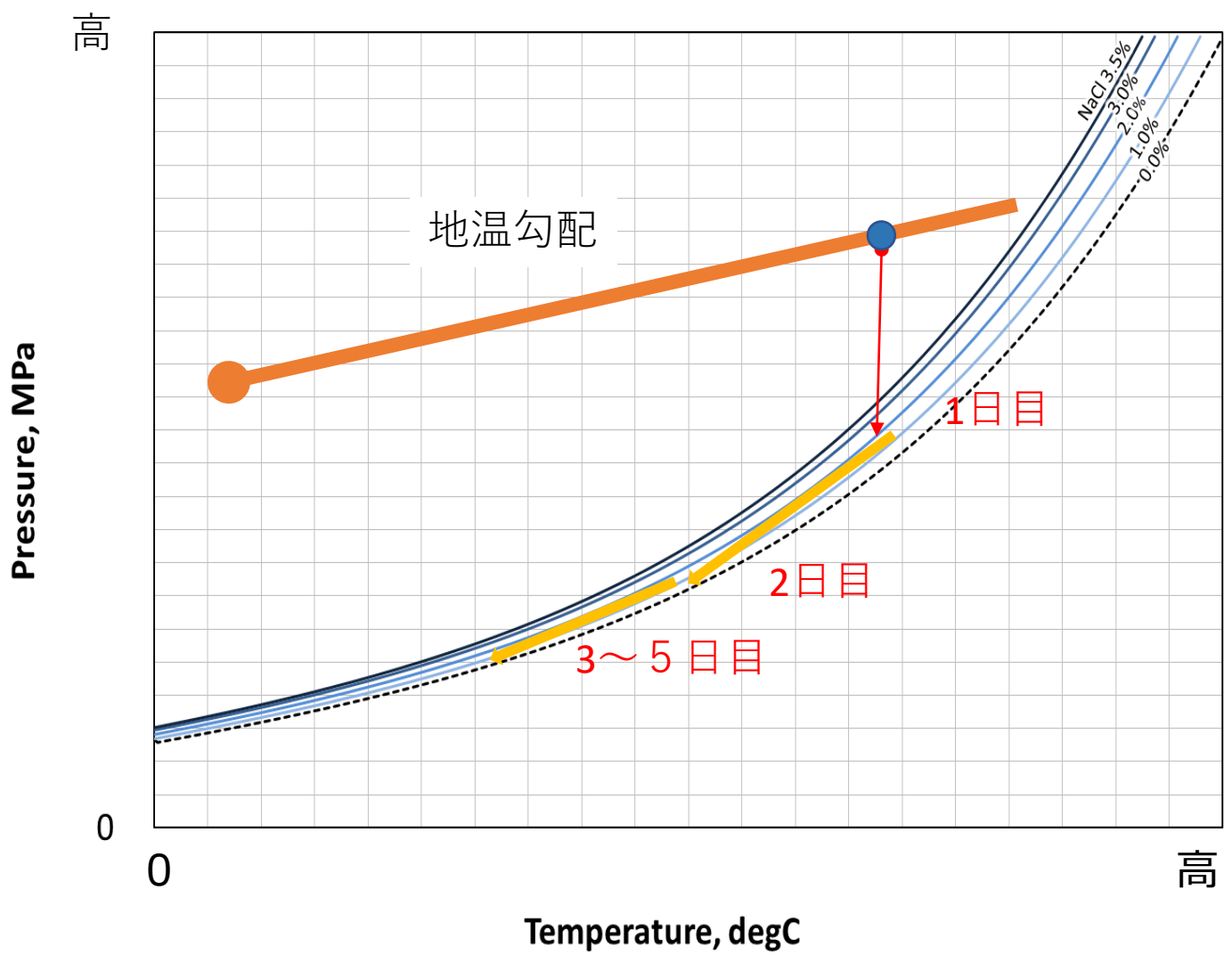
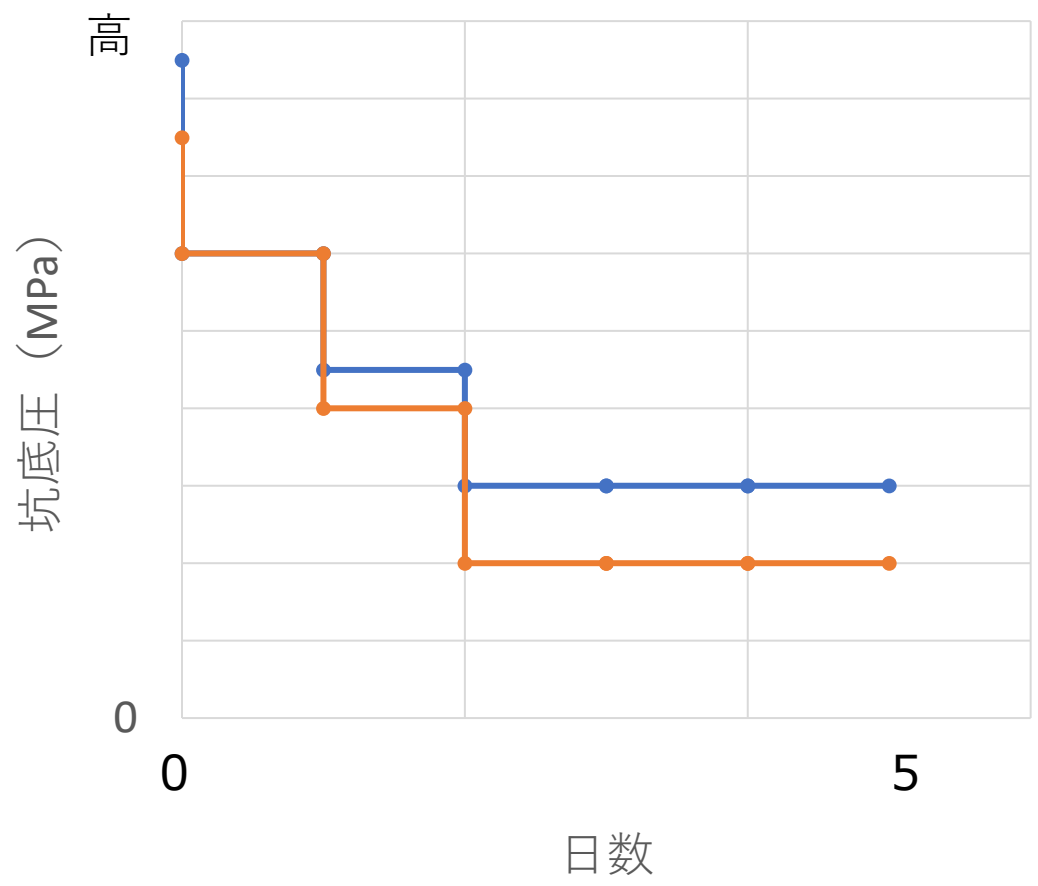
試掘井の基本計画

- 本数 : 2本 (垂直井) 既存の高評価調査井の近傍 (検討中)
- 水深 : 約1,200m~1,400m
- 坑井深度 : 約300m~450m (海底面下)
- 仕上げ区間 : 約20m (濃集帯の一部、LWDデータより選定)
- 作業手順 : バッチ方式 (掘削2坑→仕上げ2坑→生産廃坑2坑)
- 生産実験日程 : 2023年5月後半~7月 (約2カ月間)
- 作業船 : ちきゅう (JAMSTEC所有)

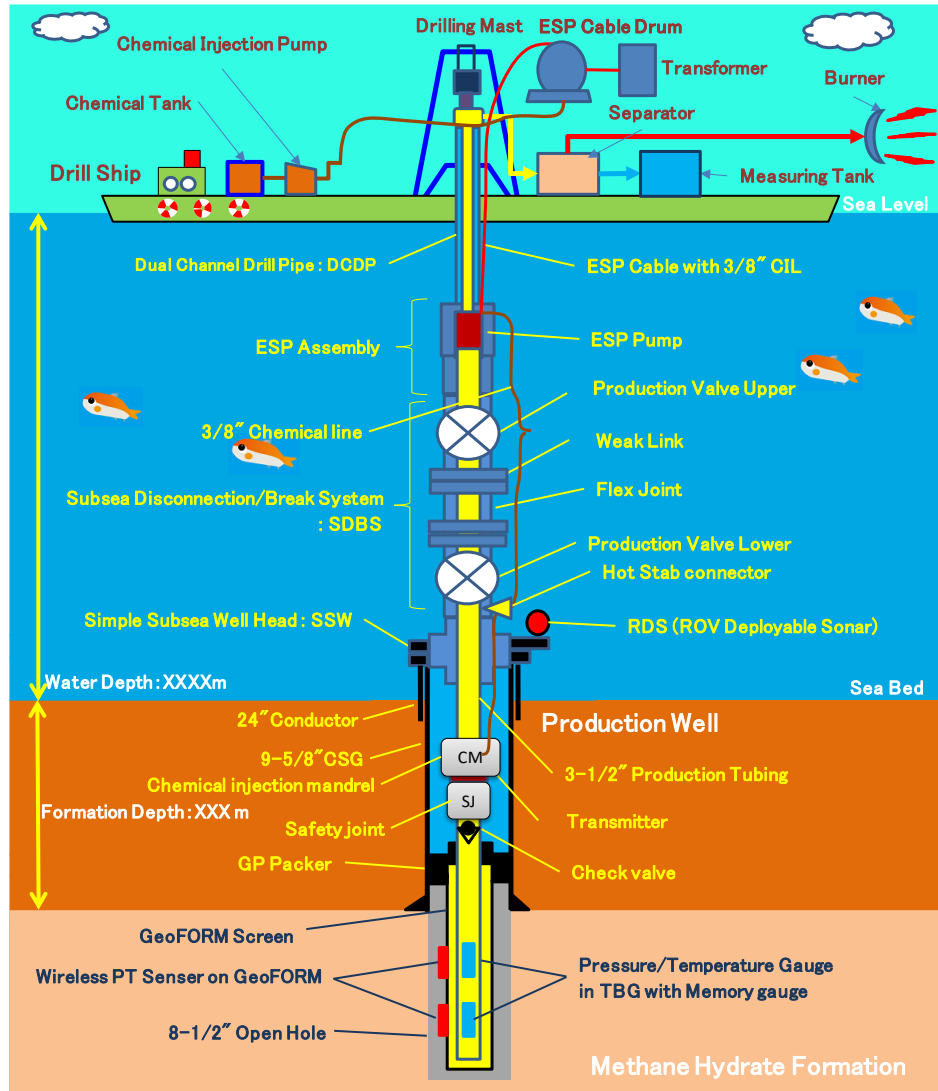


MH平衡曲線と減圧法による生産計画案

➤ 段階的に減圧 (例)



生産システムとモニタリング計画（概要）

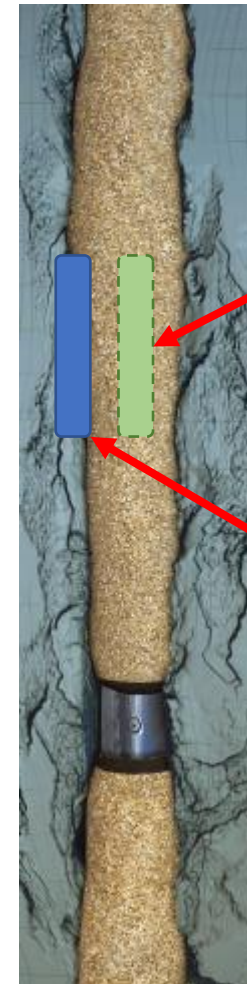


- 船上生産設備（1トレイン）
- 生産データモニタリング：温度、圧力、ガス／水流量等→船上モニターでリアルタイム表示
 - 船上：ガス・水量計測
 - MH層：坑内外温度圧力計測
- ライザーパイプ（デュアルパイプ）
6-5/8" x 3-1/2" Dual Channel Drill Pipe(DCDP)
- 減圧装置：Electric Submersible Pump (ESP)
- 海底切り離し装置：
Subsea Disconnect / Break System (SDBS)
- 生産TBG：3-1/2"(CSG内), 2-3/8"(GF内)
- 防砂対策装置：GeoFORM™ (Un-activated)

©Baker Hughes社

坑内システム 1（防砂対策装置、温度圧力計測）

- ▶ 防砂対策装置には、第2回海洋産出試験と同様、膨潤式防砂対策装置（Un-Activated GeoFORM™）を採用。
 - ▶ 複数の防砂対策装置を比較し選択。
 - ▶ 坑内で膨潤させることで坑壁との間隔を狭め、砂の流動を抑制。
- ▶ 同深度のGeoFORM™外側／内側へ温度圧力センサーをセット（2か所 x 計4セット）
 - ▶ 生産中、MH層内の温度圧力をモニタリング
 - ▶ 内外差圧により、砂によるスキン形成度合いを定量的に評価。
 - ▶ データの船上への転送にはワイヤレス方式を採用し、ケーブル短絡リスクを低減。



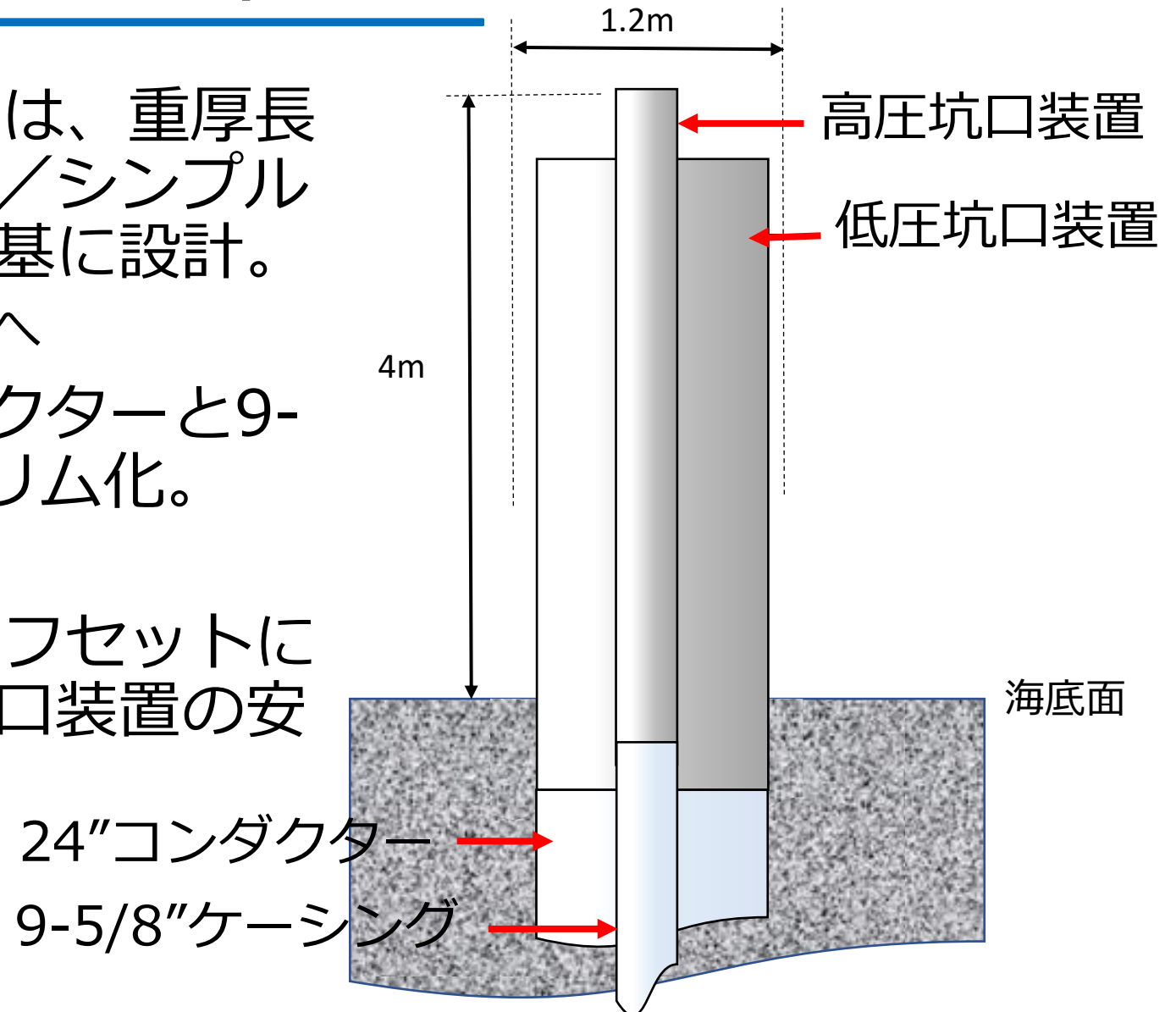
GeoFORM™ 内
温度圧力センサー

GeoFORM™ 外側
温度圧力センサー

Un-activated
GeoFORM™

生産システム2（坑口装置）

- 既存の油ガス井用坑口装置は、重厚長大でコスト高のため、小型／シンプル化したものを、既存装置を基に設計。
 - 通常装置サイズ 36" → 24"へ
- ケーシングは、24"コンダクターと9-5/8"ケーシングの2枚にスリム化。
 - 作業時間、セメント量削減
- ライザー解析によりリグオフセットによる応力限界を予測し、坑口装置の安全性を確認。

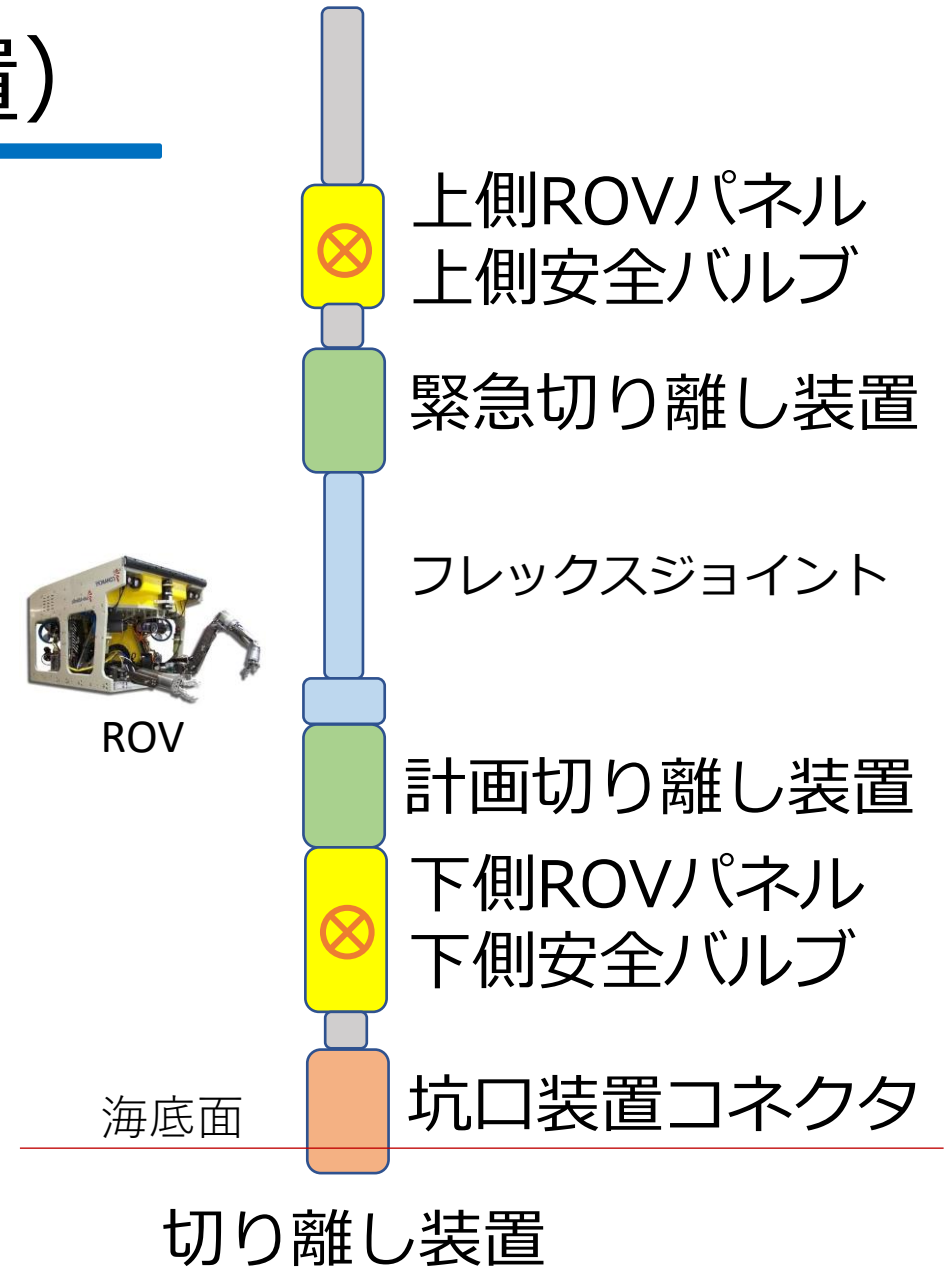


生産システム3（切り離し装置）

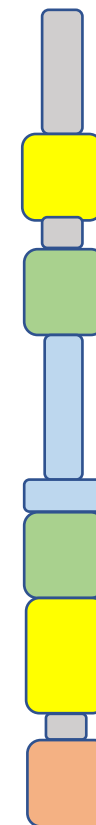
- 海洋BOP(第1回)やワークオーバーライザー(第2回)に比べ、軽量・シンプルな切り離し装置を、既存装置を基に設計。
 - 全高約23m、外径59"、重量約40トン
 - 緊急切り離し以外は、ROVで操作。
 - 最大外径を59"に抑え、掘削編成同様ドリルフロアからの降下・回収が可能。
 - 作業時間の大幅短縮
- リグ退避システムは、台風等、対策に時間を取れる時の**計画切り離し**、急な船体ドリフトオフ等、対策の時間がない時の**緊急切り離し**の両方に対応。
 - 生産流体の流出防止用バルブ2個を装備。



ROV



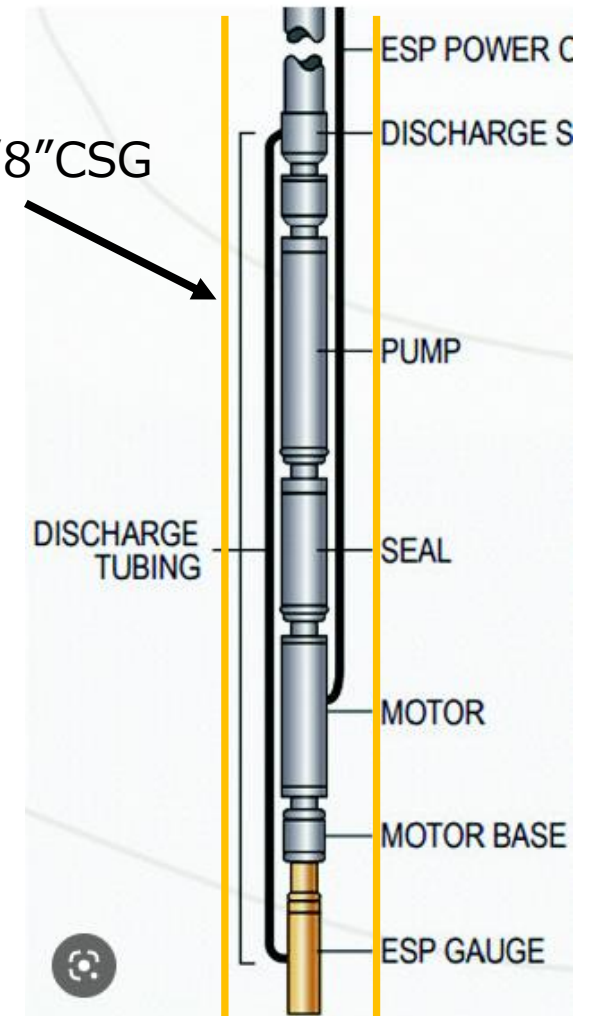
切り離し装置の比較



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（予定）
名称	防噴防止装置(BOP)	改修作業用切り離しシステム	シンプル化した切り離し装置
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

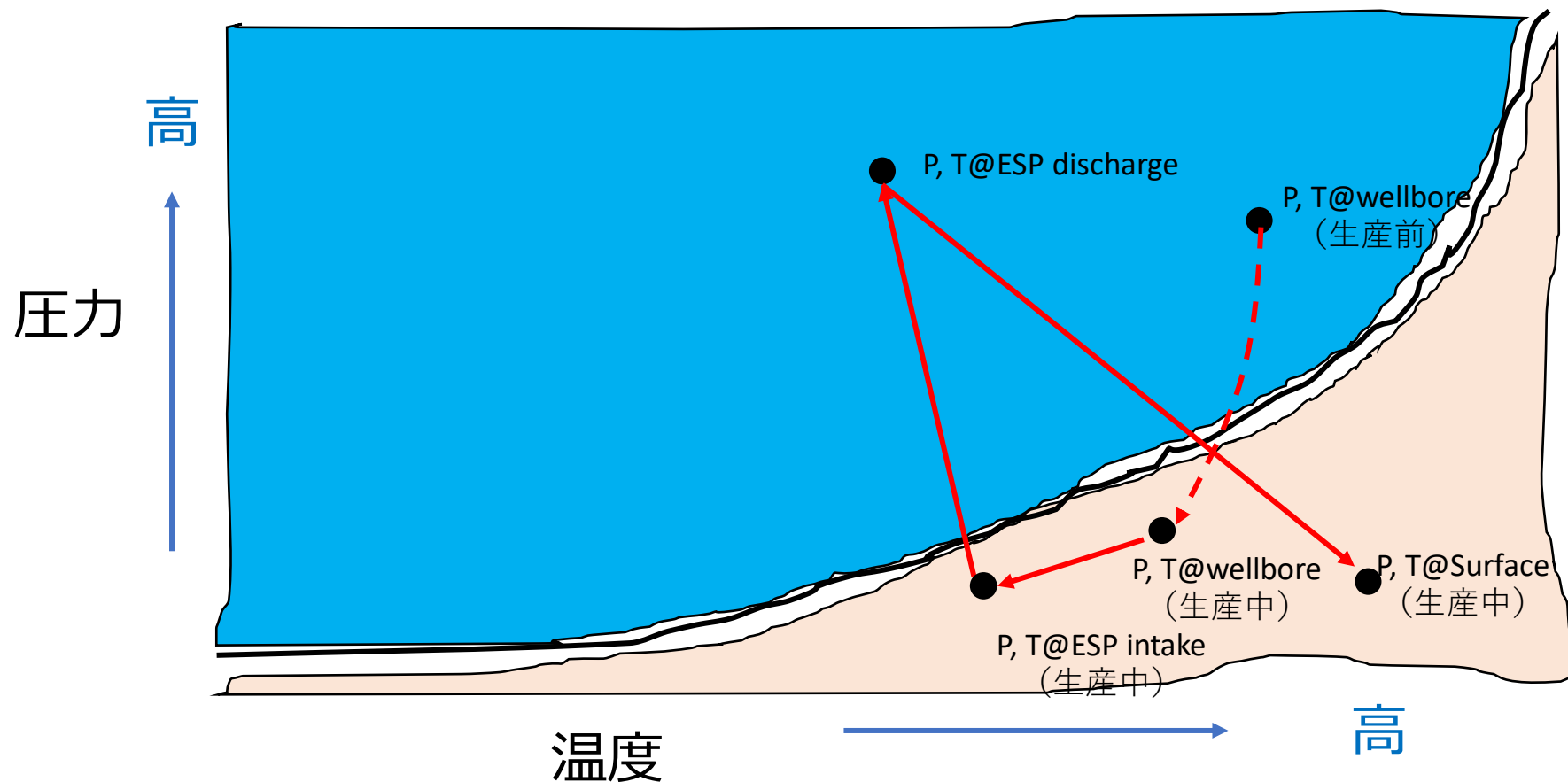
生産システム4（人工採油ポンプ(ESP)）

- 生産はESPによるシンプルな混相流（直接減圧）
- ESP設置位置は坑口装置より上（9-5/8"CSG内）
 - システムシンプル化
 - 予測水生産量によりポンプ能力決定
- 生産量コントロール（主にESP速度）は、船上データ（ガス・水生産量）、ESPデータ（インテーク圧力、ディスチャージ圧力、環境温度）、GeoFORM™内外データ（坑底温度圧力）から、減圧度や再ハイドレート化を判断しながら実施
 - 例：ガス水比が高くガスロック兆候発生時は、ESPの回転数減、またはアニュラス補水



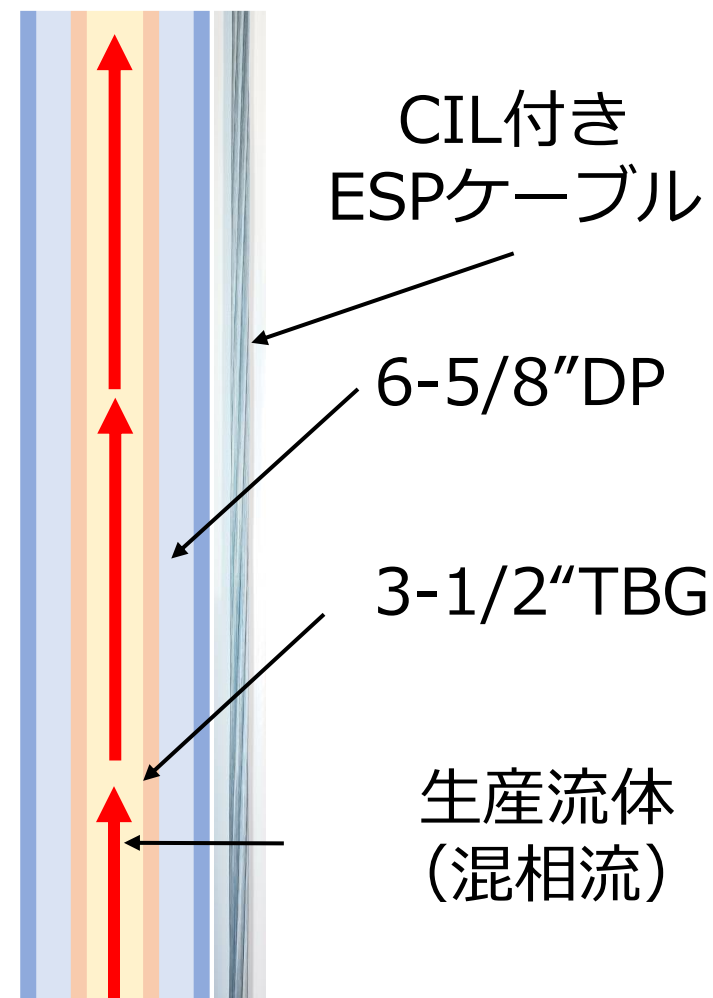
船上モニタリング画面 (案)

- MH平衡曲線上に坑底、ESPインテーク/ディスチャージ、船上の各温度圧力データをリアルタイムで画面表示し、生産制御やインヒビター圧入の指針とする方針。



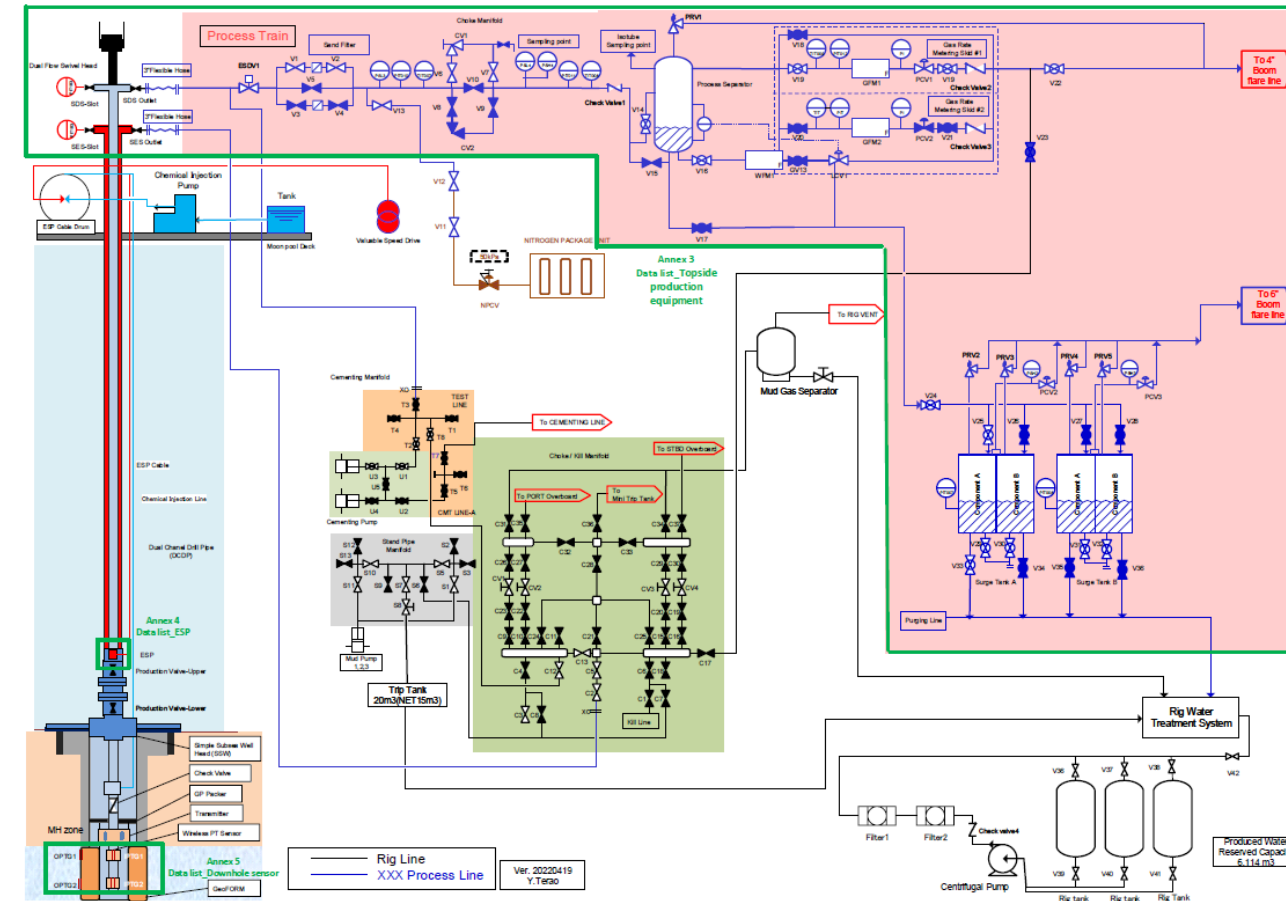
生産システム 5 (ライザーパイプ、インヒビター注入)

- ▶ 生産用ライザーパイプは、6-5/8"ドリルパイプ(DP)内に3-1/2"TBGを設置した2重管構造のパイプ(DCDP)を採用。
 - ▶ TBG内：生産流体用、アニュラス：緊急用（補水等）。
 - ▶ 接続は通常のドリルパイプと同様1回で完了。
- ▶ 3/8"ケミカルインジェクションライン(CIL)が入ったESPパワーケーブルをライザーパイプ側面に取付け。
 - ▶ インヒビターはCILを通し、船上またはROVからインジェクション可能。



生産システム 6 (船上生産設備)

- 1トレインの船上生産設備を準備し、ガスはバーナーブームで燃焼。
- 生産水はインヒビター等混入のため、陸上へ運んで処理。



生産システム、過去の海洋産出試験との比較（その1）

目標：作業時間短縮、軽量シンプル化、作業リスク低減

試験名称 (実施年)	第1回海洋産出試験 (2013)	第2回海洋産出試験 (2017)	簡易生産実験 (2023) (予定)
リグ	ちきゅう	ちきゅう	ちきゅう
船上生産設備	2トレイン (ガス/水)	2トレイン (ガス/水)	1トレイン (混相流)
ライザーパイプ	21"掘削ライザー、 6-5/8"DP (ガス)、 チョークライン (水)	9-5/8"CSGライザー (ガス) 1.5"x 2 ホース (水)	6-5/8" x 3-1/2" 2重管ライザー

過去の海洋産出試験との生産システム比較（その2）

試験名称 (実施年)	第1回海洋産出 試験 (2013)	第2回海洋産出 試験 (2017)	簡易生産実験 (2023) (予定)
減圧装置 (設置場所)	ESP (坑内)	ESP (坑内)	ESP (海底面上)
減圧度 (MPa)	13→5.6	13→8	±14→?
設計上のガス/水生産量 (m ³ /d)	100,000 / 500	100,000 / 500	50,000 / 250
ガス/水生産量実績 (m ³ /d)	約20,000/ 150~200	3,000~15,000/ 100~500	?
ガス水分離方式	坑内重力分離	坑内重力分離	坑内・海底では分離せず
防砂対策装置	オープンホール グラベルパック	Activated及び Un- Activated GeoFORM™	Un-Activated GeoFORM™ のみ
坑内温度圧力計測 (センサー数/坑井)	有線 (5)	有線 (8)	ワイヤレス (4)

今後の予定

- 簡易生産実験の準備・実施（来年度5月後半 開始予定）
 - 装置類の製造・調達、詳細な生産計画の策定等
 - これまでの経験を活かし、トラブルや事故なく成功させるオペレーション計画の立案と実施。

- 実験結果を他のチームへフィードバックし、シミュレーションや濃集帯評価、次フェーズの生産システム検討等に資する。

謝辞

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おります。