

＜砂層型メタンハイドレートの研究開発＞

アラスカにおける陸上産出試験の計画 および目標について

2020年12月8日

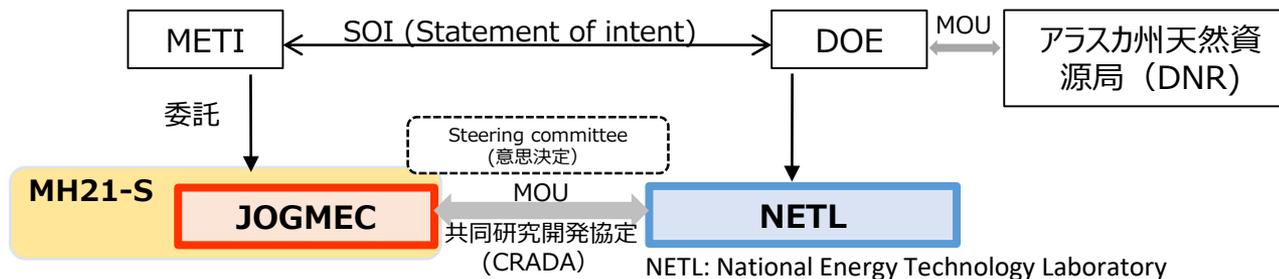
MH21-S 研究開発コンソーシアム

内容

1. アラスカ陸上産出試験の背景
2. アラスカ陸上産出試験の位置づけ
3. フェーズ4の目標とアラスカ陸上産出試験の目的
4. 当初の試験計画
5. 開発実施検討会委員より頂いた意見
6. 変更後の試験計画
7. 陸上産出試験に向けた進捗状況
8. 今後のスケジュール
9. アラスカ陸上産出試験の目標

1. アラスカ陸上産出試験の背景

- ◆ 2008年、METI-米国エネルギー省(DOE)の覚書 (SOI) : 政府間でメタハイの共同研究実施を
取り決め。
- ◆ 2013年、DOEとアラスカ州天然資源局 (DNR) がアラスカ州におけるメタンハイドレート研究に関する
覚書(MOU)を締結。
- ◆ **2014年、JOGMECとDOE傘下の国立エネルギー技術研究所 (NETL) が長期陸上産出試験
を目指したMOUを締結** (現在のMOU有効期限 : 2023年3月末)
- ◆ 日米協力して、試験実施適地検討のための地震探査データ解析、試験候補地の選定、層序試錐
井掘削などを実施。



JOGMECとNETLのMOUの調印式

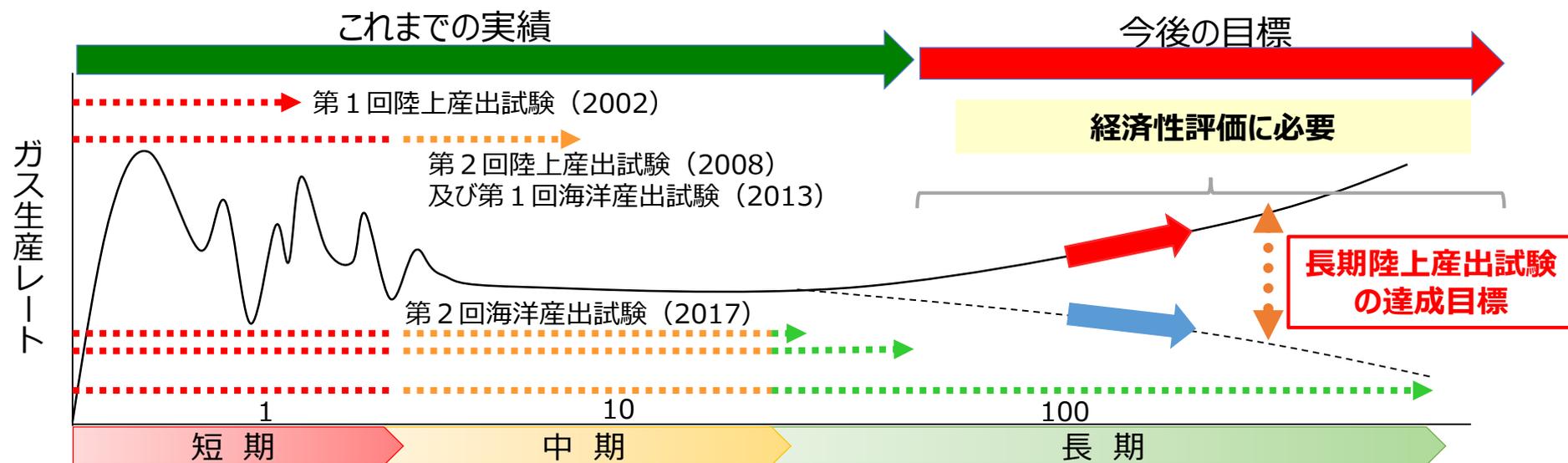


日米共同の技術会議

2. アラスカ陸上産出試験の位置づけ

現状：

- ◆ 第2回海洋産出試験において**数週間程度の連続生産を実現**⇒MH分解範囲は坑井周辺に限られ、**長期的な傾向は未確認**。
- ◆ 将来の商業化のためには、少なくとも**1年程度の生産**で**長期生産挙動を見極める**必要がある。



- ✓ 単純で制御された条件下で長期産出試験を実現→**長期生産挙動のデータを取得**
- ✓ 安定生産阻害要因などの**技術的課題の解決策の検証**、**長期生産に伴う課題の抽出**を行うこと。
- ✓ 取得したデータの解析、長期産出試験にて見いだされた事象などを**次フェーズ海洋産出試験と商業化に活かすことを目指す**。

3. フェーズ4の目標とアラスカ長期陸上産出試験の目的

アラスカ長期陸上産出試験の目的

- ① 長期生産挙動のデータを取得（長期挙動の把握）
- ② 生産阻害要因などの技術的課題の解決策の検証
- ③ 長期生産に伴う課題の抽出
- ④ メタンハイドレートを世界で初めてエネルギー源として利用

具体的な目標（評価基準）

- ✓ 何を達成する必要があるか
- ✓ どの様にフェーズ4の目標に繋げていくか

貯留層評価、生産システム改良、
有望濃集帯の抽出に向けた海洋調査 等

Science & Operation Plan

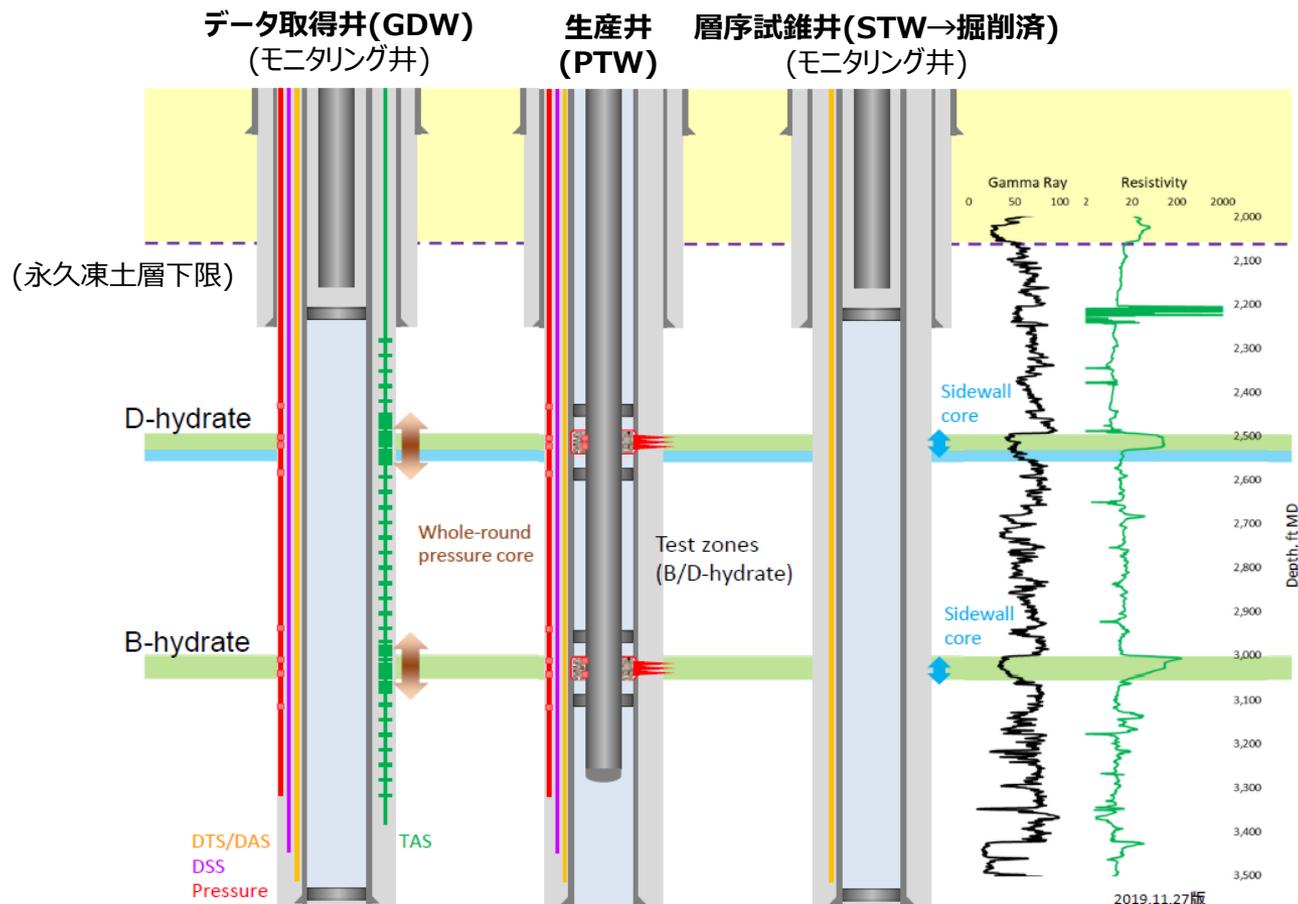
- ✓ どのような科学的目的の下、どのようなデータを取得し、どのような解析をするか。
- ✓ どのようなオペレーションを行うか。
→日米共通の認識・理解の下、実際の産出試験を行うべく協力して現在策定中

砂層型MHプロジェクト「フェーズ4：生産技術の開発」の目標

- 生産挙動予測の信頼性向上
- (日本周辺海域の有望濃集帯において)1坑井あたりの生産レート(5万m³/日)が見込めることを示す
- 海洋で数か月程度の連続生産が可能な技術の見込みを得る

4. 当初の試験計画

- ◆ 生産井(PTW)1坑、モニタリング井2坑(STW, GDW)の計3坑による計画。
- ◆ PTWはMH胚胎層(B層、D層)を両方とも仕上げ、いずれからも生産可能にする。
- ◆ 1年程度生産を継続し、長期生産挙動データを取得することが最大の目標。



5. 開発実施検討会委員より頂いた意見

① 生産井の本数について

- 生産井が1坑だけでは、何らかのトラブルが起こった際には試験終了を余儀なくされる可能性もありリスクが高いのでは。
- 可能であれば、シンプルな仕上げの生産井を複数準備して試験すべきでは。

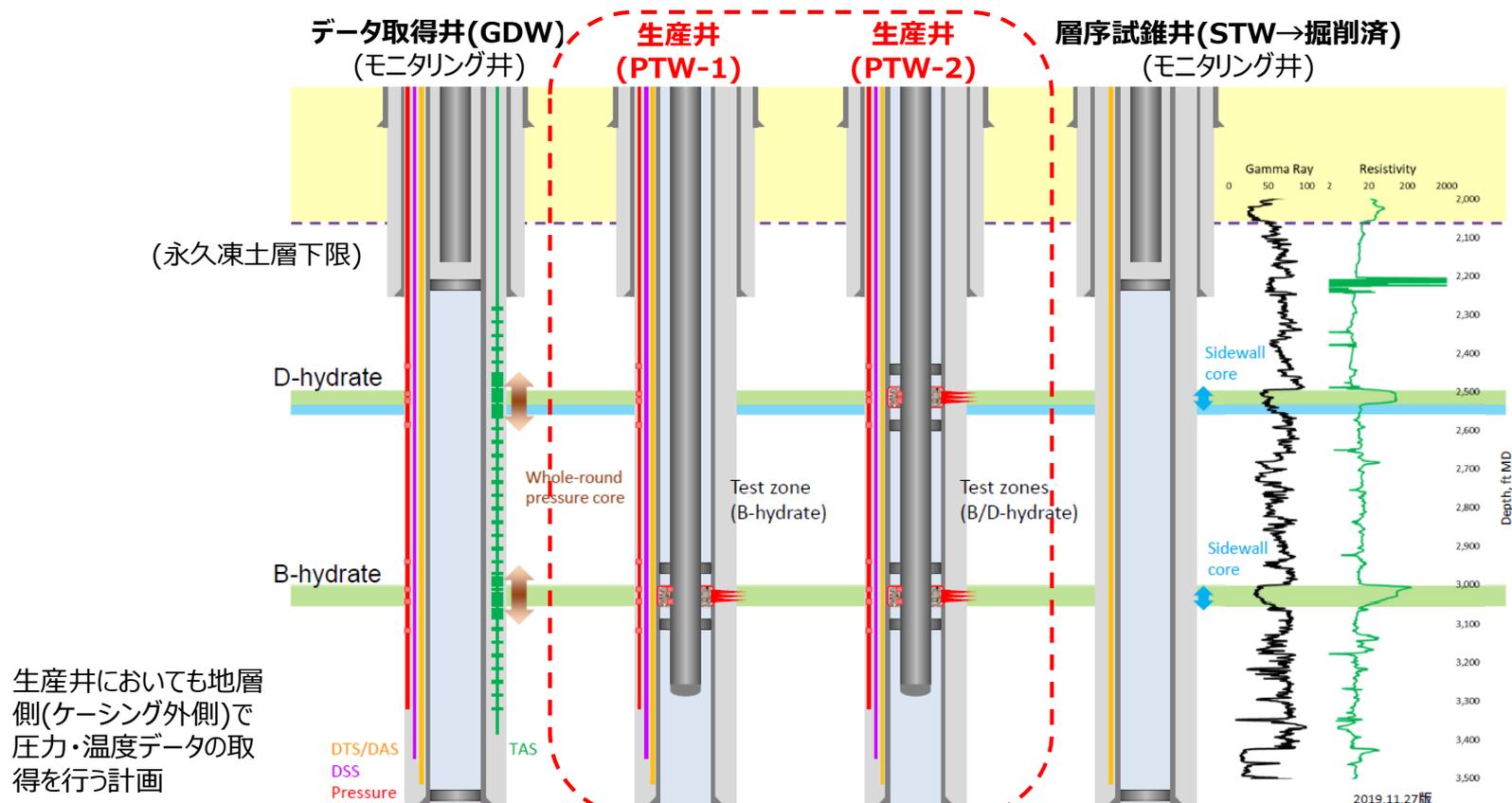
② ガスの生産レートについて

- 産業界の興味を惹くためにも、将来の商業化に期待が持てるような(ある程度大きな)生産レートでガスを生産する必要があるのではないか。(短期間しかそのレートが持続しないにしても、インパクトを与えることはできる)
⇒将来のビジネスになるかも知れないとの関心が集まれば、技術開発は加速化される。

➡ これらの意見を反映させるべく試験計画の変更を実施

6. 変更後の試験計画 (1/2)

- ◆ **生産井を1坑追加**して2坑井とし、最初に生産するPTW-1は主要ターゲットのB層のみ仕上げ、PTW-2はB層及びD層両方で試験できるように設計（但し、2坑井の同時生産はしない）。
- ◆ モニタリング井による分解モニタリング（温度・圧力・ひずみ）を実施。
- ◆ MH濃集状況、断層位置等を考慮して坑井を配置（既存の坑井基地から傾斜井を掘削）。



6. 変更後の試験計画 (2/2)

“Step 1”

【長期連続生産】

目標：長期産出挙動データの取得

- 生産井・モニタリング井のデータを継続的に計測、解析
- 安定生産阻害要因が存在するかどうか検討

坑井周辺の安定生産阻害要因など、当該仕上げ区間で対処可能と判断した場合

対策技術を適用

対策技術を施しても解決せず

貯留層の性質に起因する安定生産阻害要因があると判断した場合

【層・坑井を変えて生産】

目標：

- 技術課題の解決策の検証
- 貯留層特性の違いによる生産挙動の違いの評価

【層・坑井を変えて生産】

目標：貯留層特性の違いによる生産挙動の違いの評価

“Step 2” 【生産レート最大化のための取組】

目標：生産量増大技術のトライアル

7. 陸上産出試験に向けた進捗状況 (1/4)

(1) 層序試錐井掘削

- 2018年12月に層序試錐井(Stratigraphic Test Well: STW)を掘削
- 当初の想定通り、2層(B層、D層)においてMHの胚胎を確認
⇒2019年5月に開催された日米Steering Committee会議にて、産出試験の詳細計画策定作業及びオペレータ選定作業に移行することを承認。

(2) データ取得作業

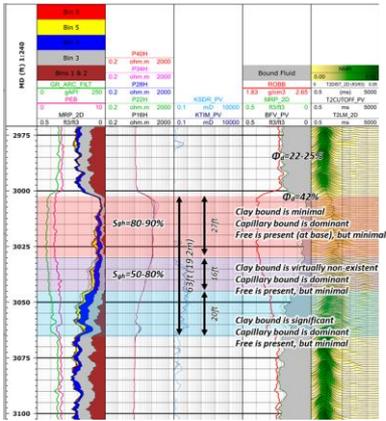
- STWに設置した光ファイバー式温度センサ(DTS: Distributed Temperature Sensing)を用いた地層温度データ取得作業を現在も継続中。
- 2019年3月にSTWに設置した光ファイバー式音響センサ(DAS: Distributed Acoustic Sensing)を受振機とした地震探査 (DAS-VSP)を実施。
⇒通常の地震探査では見えないような断層を把握でき、坑井位置の検討等に活用。
- 坑井基地周辺の地表面変位データの取得作業を継続的に実施中。
⇒地表面(標高)の季節変動を把握。産出試験実施時の地表面変位測定のためのベースラインデータに。

(3) 貯留層評価作業

- 試験対象エリアの2次元地質/貯留層モデルを作成し生産予測シミュレーションを実施。
⇒予測されるガス/水の生産量をベースに地上試験設備等を設計。
- 3次元地質/貯留層モデルを用いたシミュレーションスタディ(不均質性、断層を考慮した感度解析)を継続中。

7. 陸上産出試験に向けた進捗状況【補足】

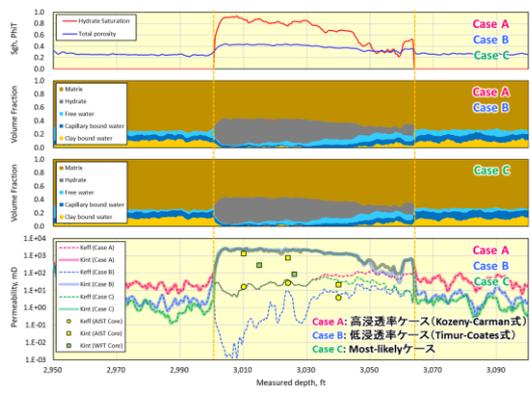
貯留層評価



検層データ
コアデータ

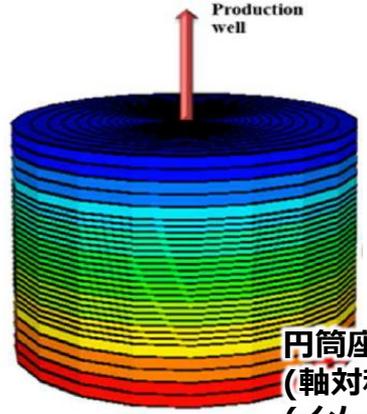


貯留層モデリング

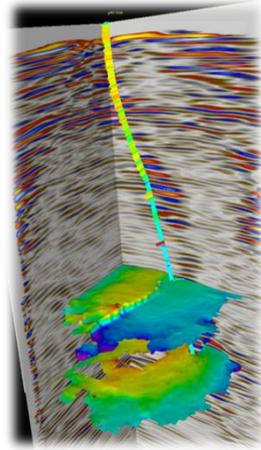


坑井地質モデル

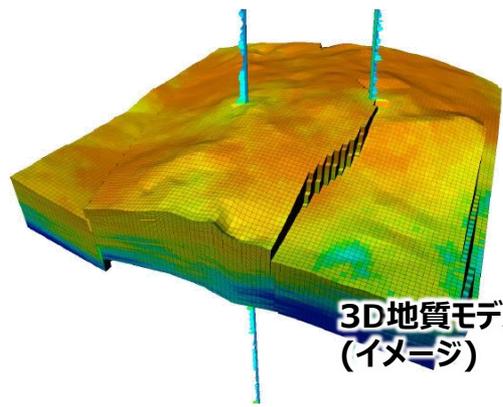
シミュレーション



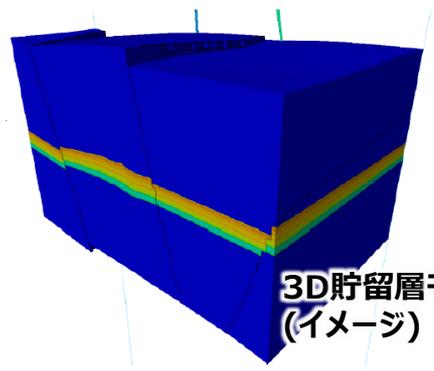
円筒座標系
(軸対称)モデル
(イメージ)



地震探査データ
・ Surface seismic
・ DAS-VSP



3D地質モデル
(イメージ)



3D貯留層モデル
(イメージ)

米国(NETL/USGS)各担当者との技術協議

7. 陸上産出試験に向けた進捗状況 (2/4)

(4) 各種技術検討作業

① 坑井計画、仕上げ計画

- 予想されるMH濃集状況、断層の位置等を考慮し、坑跡、坑底位置等を検討。
- 減圧するためのポンプ、出砂対策装置、フローライン、生産施設内での再ハイドレート化防止のための坑内ヒーター等の検討。

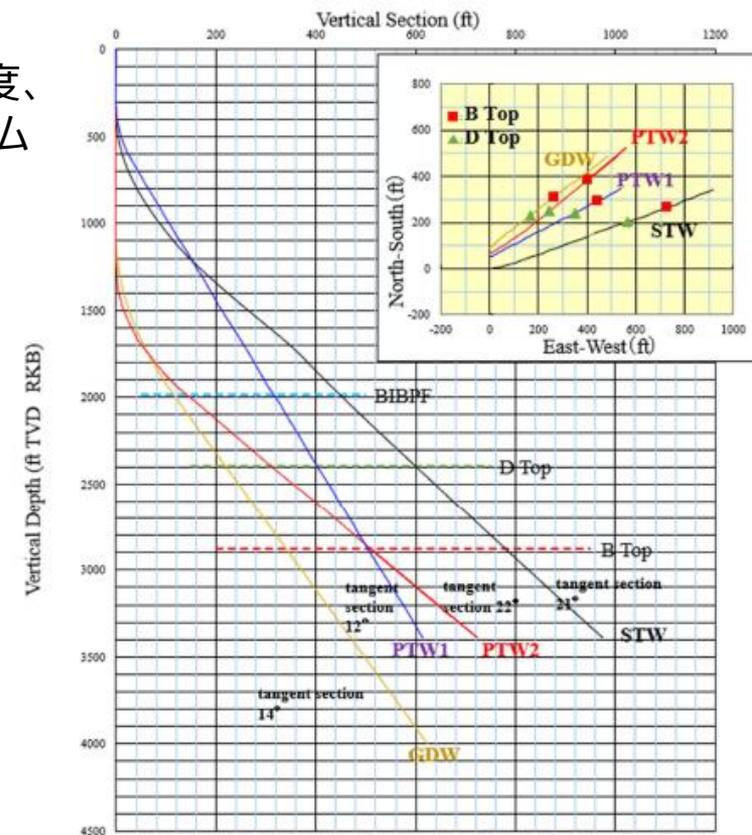
坑跡計画 (preliminary)

② モニタリング計画

- モニタリング井および生産井で計測できる各種データ(温度、圧力、ひずみ)、生産量データ等を遠隔モニタリングシステムを介して日米双方のパートナーに送信することを計画中。

測定データ	手法	モニタリング井		生産井*	
		STW	GDW	PTW-1	PTW-2
温度 Temperature	DTS (光ファイバーセンサ、連続的)	✓	✓	✓	✓
	RTD (比抵抗センサ、非連続)		✓		
音響 Acoustic	DAS (光ファイバーセンサ)	✓	✓	✓	✓
圧力 Pressure	CSG外側 (地層側圧力)		✓	✓	✓
	CSG内側 (坑内圧力)			✓	✓
ひずみ Strain	FBG (光ファイバーセンサ)		✓	✓	✓

*生産していない方の生産井もモニタリング井として使用。

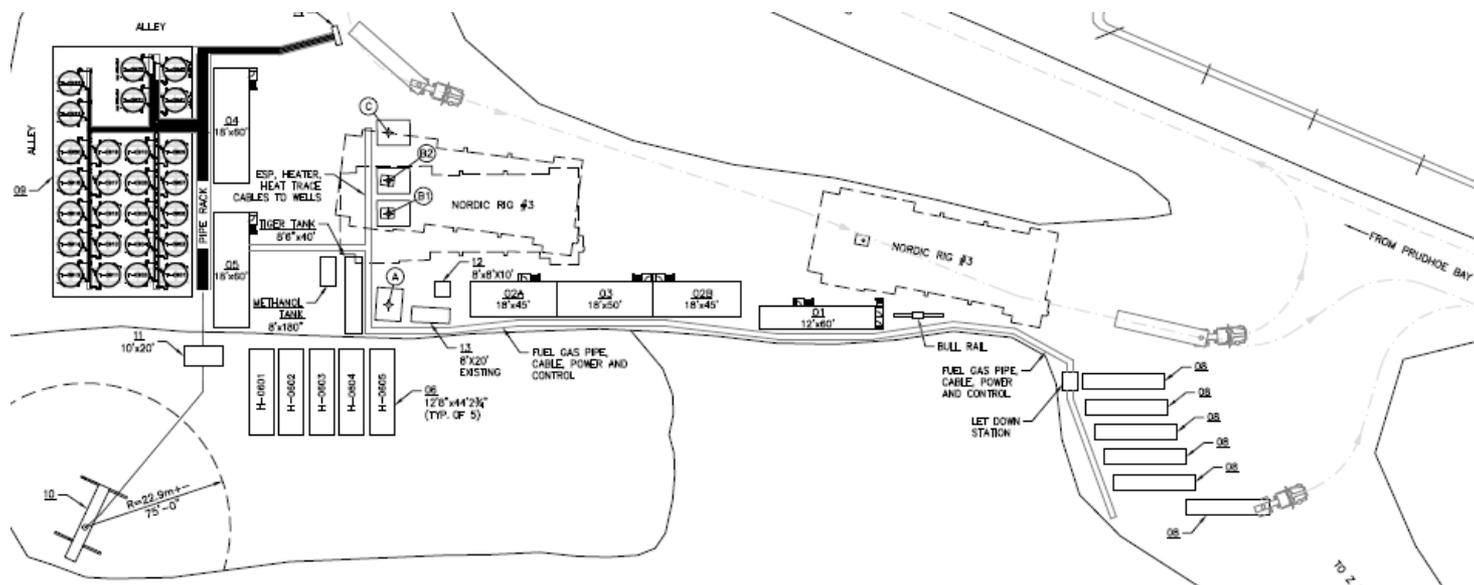


7. 陸上産出試験に向けた進捗状況 (3/4)

(4) 各種技術検討作業

③ 地上試験設備計画

- 周辺の既存油田設備への繋ぎ込み等を前提としない独立型(standalone)の設備。
- 想定最大水生産量4,500バレル/日×2日分の貯水能力を持つタンクヤードを設ける計画。
- 産出した水・砂はトラックにより処理設備まで搬出。
⇒できる限り水処理量を減らすため、蒸発器(Evaporator)を設置予定。
- 生産ガスは基本的に自家消費(発電機、蒸発器、等)により有効活用する計画。



7. 陸上産出試験に向けた進捗状況 (4/4)

(5) 試験実施計画策定作業

- 各種技術検討結果および目標を達成するために必要なデータを踏まえ、試験実施計画策定作業を実施中。
- 米側とも協力し（認識の共有化をはかり）“Science and Operation Plan”として纏める計画。

(6) オペレータ選定作業

- 実際の現場作業(坑井掘削作業、試験設備の設置、産出試験の操業、廃坑作業、等)を担う第三者オペレータ(Third Party Operator: TPO)を選定する作業を実施中。
⇒TPO：当該地域(アラスカ州North Slope)での経験が豊富で現地の事情にも精通していることが必須条件。
- JOGMEC-NETL-TPOの3者契約が制度上困難であるため、TPOが担う作業範囲(≒費用負担)を日本側、米国側に便宜的に分割し、それぞれが同一のTPOと契約するスキーム。
- 現在は、JOGMECが公募に基づき業者を選定するための内部プロセス進行中。
⇒12月末～1月上旬に契約締結見込み。その後NETLが同一のTPOと随意契約。

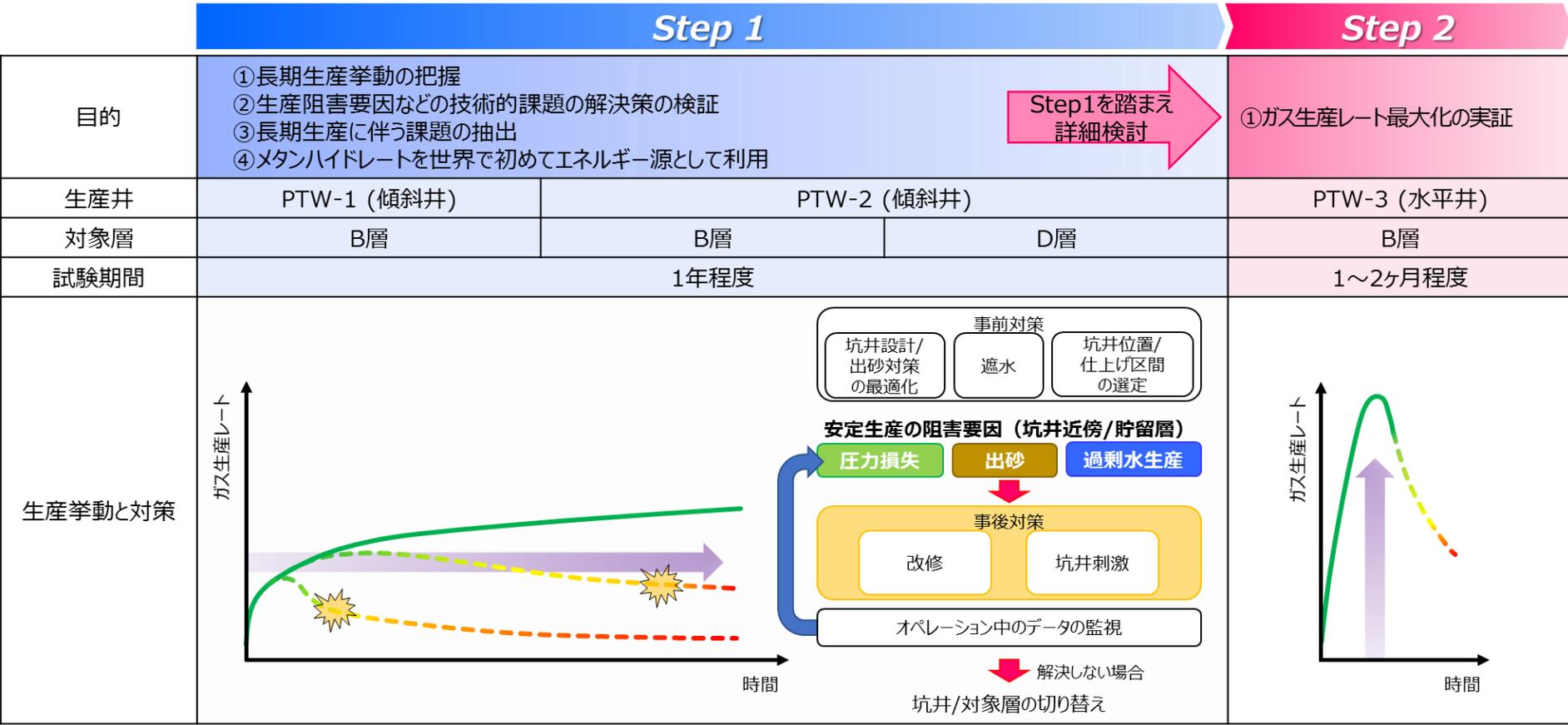
8. 今後のスケジュール

【現在想定している作業スケジュール】

- ◆ 2020年12月末～1月上旬：
第三者オペレータ(TPO)と契約締結（日本側）
- ◆ 2021年1月：
TPOにより最終実施計画策定作業開始
- ◆ 2021年3Q～4Q：
残りの3坑井（GDW/PTW-1/PTW-2）掘削・仕上げ作業実施
- ◆ 2021年4Q：
地上試験設備設置、コミッショニング(試運転)等
- ◆ 2022年1Q：ガス生産開始

9. アラスカ陸上産出試験の目標 (1/2)

■ 長期陸上産出試験の全体イメージ



9. アラスカ陸上産出試験の目標 (2/2)

Step 1

Step 2

<p>目的</p>	<p>① 長期生産挙動の把握 ② 生産阻害要因などの技術的課題の解決策の検証 ③ 長期生産に伴う課題の抽出 ④ メタンハイドレートを世界で初めてエネルギー源として利用</p>	<p>① ガス生産レート最大化の実証</p>
<p>目標 (評価基準)</p>	<p>安定的なガス生産を数ヶ月程度継続 (予測としては平均数千m³/日) (B層の場合) ※生産レートはMallikとIgnik Sikumiの実績に基づく</p> <p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯留層特性に係るデータが取得され、初期状態が評価されている。 所定の坑底圧まで下げ、減圧が維持されている。(最終的な坑底圧は2~3MPaを目指す。) MH層特有の貯留層応答の解釈に資するデータ(温度、圧力、ひずみ、飽和率、浸透率変化、等)が生産井および観測井で取得されている。 試験結果をモデル(シミュレーション)で再現することを通じて、流動のみでなく長期生産に伴うMH特有の熱の移動やジオメカニクス的な(地層変形、浸透率変化等の)挙動の理解を深め、評価する。 <p>②</p> <ul style="list-style-type: none"> ガス生産レートが減退した場合には、試験中データから原因が推定され、対策を講じることでガス生産を継続できることが示されている。 出水対策を試みて、その効果が検証されている。 <p>④</p> <ul style="list-style-type: none"> 生産ガスが有効に活用されている。 	<p>ガス生産レート：平均1万m³/日を1~2週間程度継続 ※インパクトのある生産レート(ステップ1の3~5倍くらい?)</p> <ul style="list-style-type: none"> ステップ1と同程度の処理能力を有する生産設備の範囲内で、坑底圧を最大限下げ、<u>ガス生産レートの最大化が試みられている。</u> 分解が進んでいる生産区間を把握できている。 垂直井(傾斜井)と比較し、<u>水平井の有効性が検証されている。</u>

