

＜砂層型メタンハイドレートの研究開発＞

アラスカ陸上産出試験プロジェクト進捗状況について

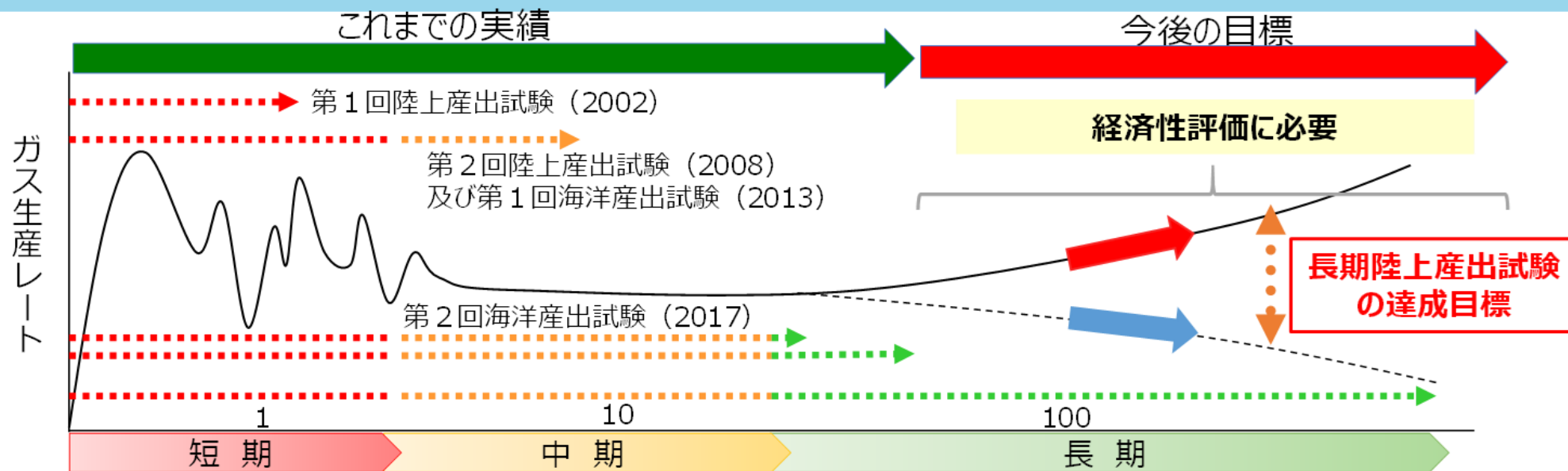
MH21-S研究開発コンソーシアム（MH21-S）

2023年1月13日

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。



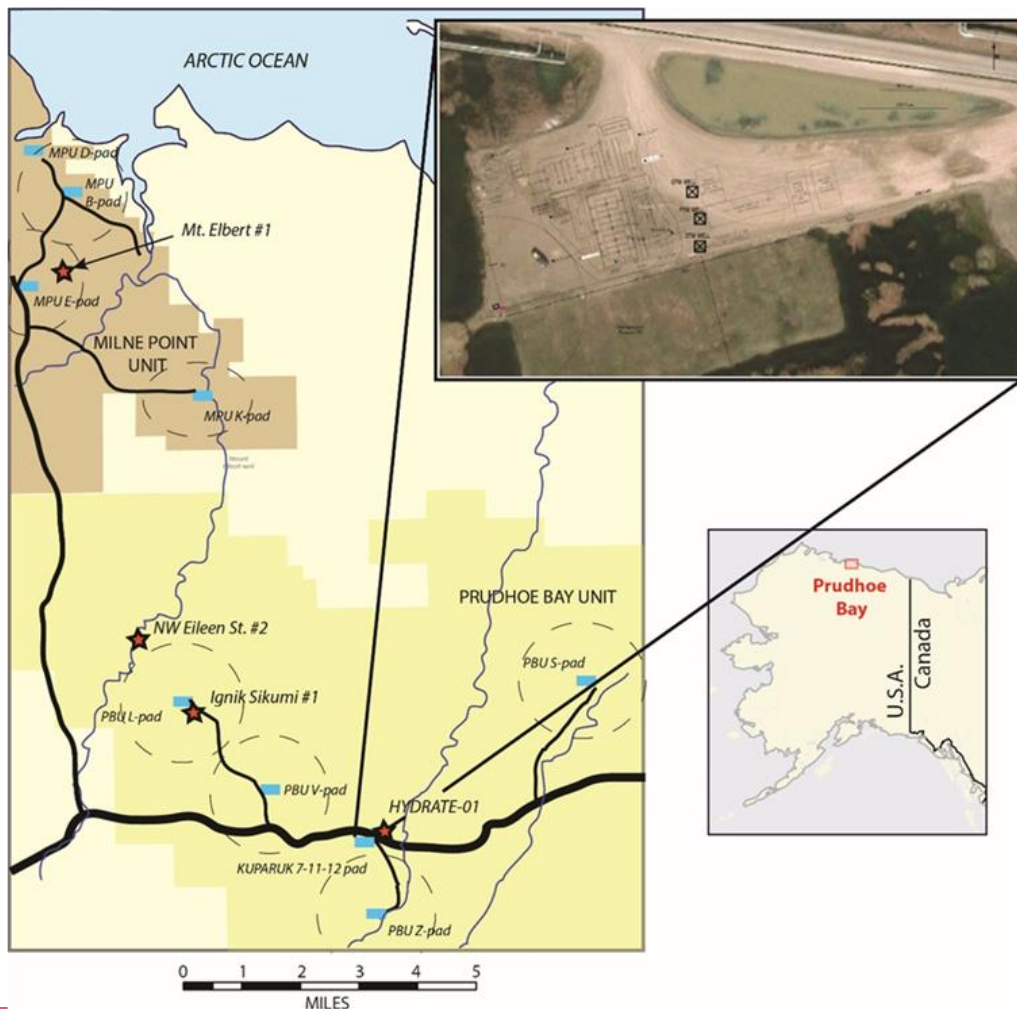
- ✓ 単純で制御された条件下で長期産出試験を実現→**長期生産挙動のデータを取得**
- ✓ 安定生産阻害要因などの**技術的課題の解決策の検証**、**長期生産に伴う課題の抽出**を行うこと。
- ✓ 取得したデータの解析、長期産出試験にて見いだされた事象などを**次フェーズ海洋産出試験と商業化に活かすことを目指す**。

【参考】アラスカ長期陸上産出試験サイト

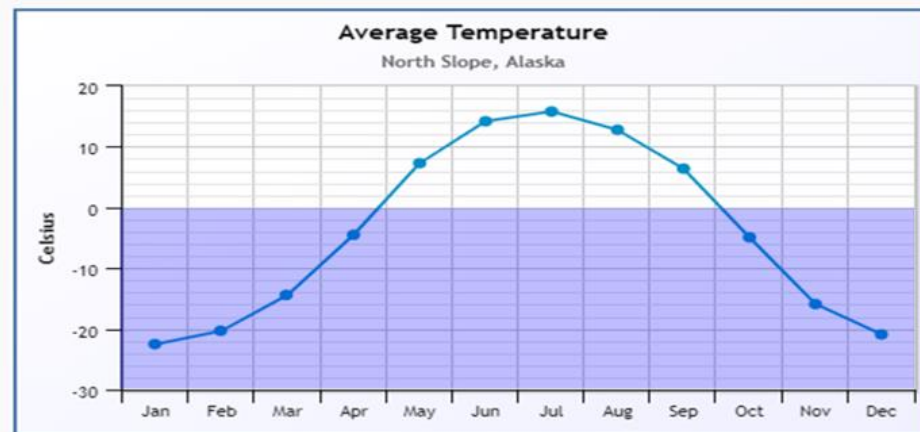
【対象エリア】

アラスカ州ノーススロープ

プルドーベイ鉦区(Prudhoe Bay Unit: PBU) KUPARUK7-11-12坑井基地及び周辺エリア



- 坑井基地は幹線道路(Spine Rd.)に面しており、砂利も敷かれていて通年で作業可。



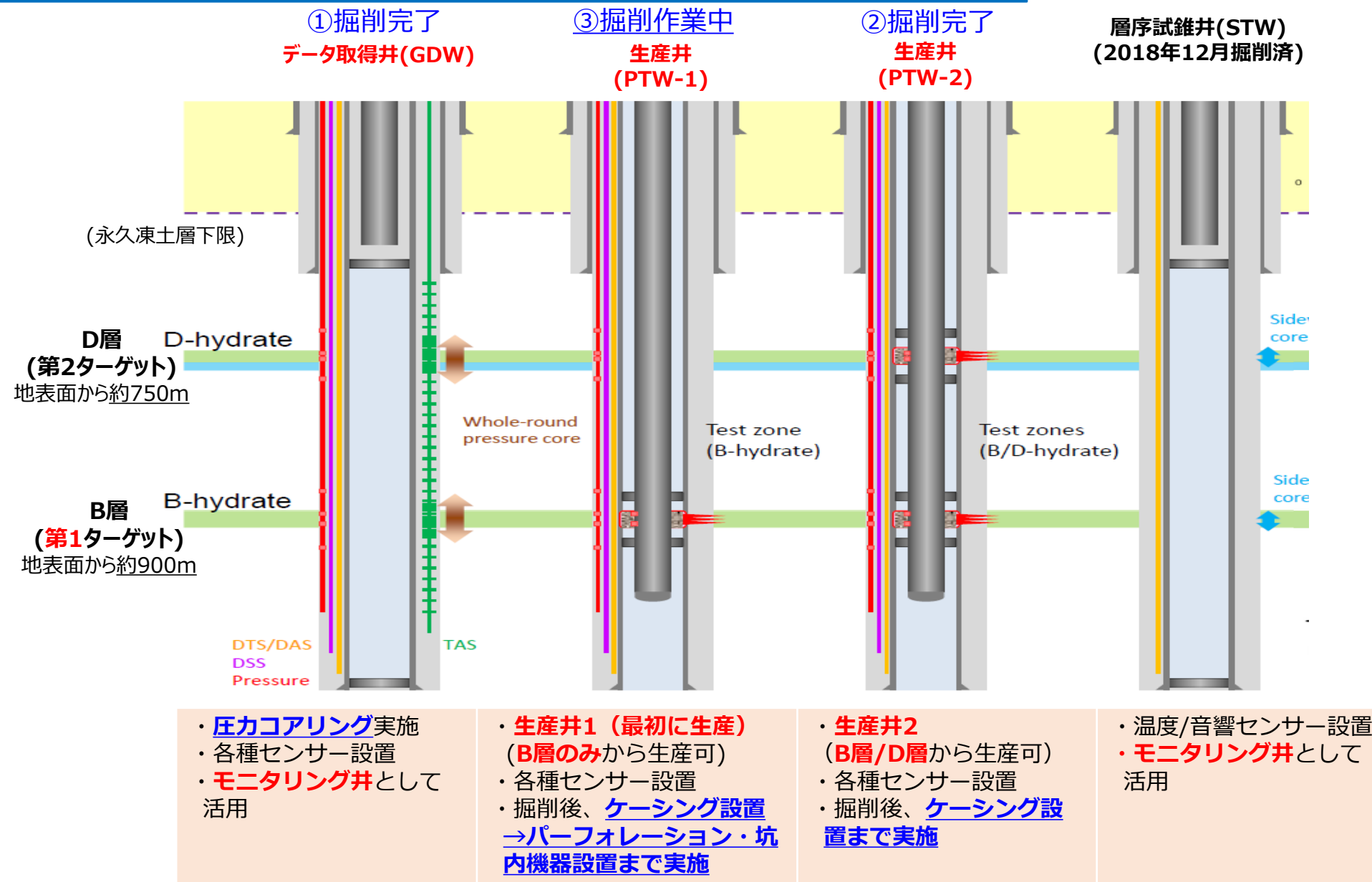
アラスカ・ノーススロープの平均気温(°C)

* PBU鉦区権者 (Working Interest Owners: WIOs)

- ExxonMobil Alaska Production
- ConocoPhillips Alaska
- **Hilcorp North Slope(オペレータ)***
- Chevron USA

*2020/7/1にBPはアラスカ上流資産をHilcorpに売却
(2020/12/18に中流資産売却完了を発表)

坑井計画概要



1. プロジェクト進捗状況概要

■ 前回(第39回開発実施検討会(令和4年6月23日開催))以降の主な進捗

(1) 鉦区使用契約の締結

- ✓ 現地作業開始のためには①PBU鉦区権者と作業実施者(産出試験オペレータ：AES 社)間で鉦区使用契約を締結、②アラスカ州天然資源局(DNR)の承認、が不可欠
- ✓ PBU鉦区オペレータ(Hilcorp社)とAES社間での協議・調整に時間を要していたが、**令和4年8月に鉦区使用契約締結**、直後に**DNRの承認を取得** ⇒ **本格的な現地作業が実施可能に**

(2) 実施計画策定作業 (継続実施)

- ✓ 掘削計画に関して“**Drill Well On Paper(*)**”を実施 (令和4年7月)
 - (*) 掘削関係者が机上で掘削実施計画を通して確認する作業→作業上の問題点やリスクを洗い出し安全・円滑な作業実施を目指す。
- ✓ 設備設置工事計画 → 掘削作業との同時作業実施により工事期間短縮を目指す方針
- ✓ 試運転及び産出試験実施計画策定作業

(3) 現地作業

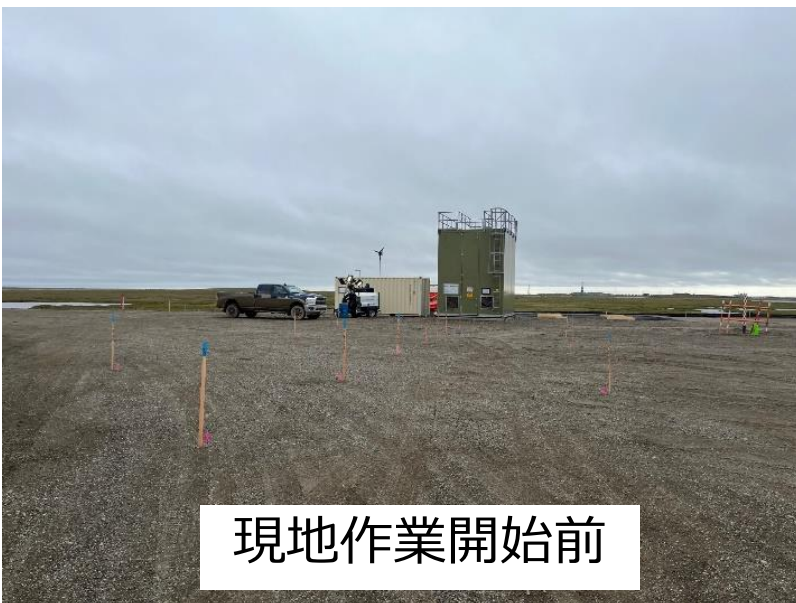
- ✓ 掘削事前作業
 - 坑井基地(Well Pad)の整地作業、Sprung Structure(大型テント状断熱構造物)の設置等を実施
- ✓ 坑井掘削作業
 - データ取得井(GDW)掘削開始(令和4年10月9日)** → **作業完了(11月20日)** → **生産井(PTW-2)掘削開始(11月24日)** → **作業完了(12月22日)** → **生産井(PTW-1)掘削開始(12月28日)**、作業中

新型コロナ、インフレ、円安等厳しい環境下、日米協力の下、産出試験の早期開始を目指し鋭意作業進行中。

2. 掘削事前準備作業

(1) 事前作業

- ✓ 掘削場所（7-11-12坑井基地）の整地等を実施



3. GDW掘削作業

(1) GDW(*) (データ取得井) 掘削作業

(*)GDW: Geo Data Wellの略

- ✓ **寒冷地仕様のリグ**
遮風壁・暖房によりリグフロアーの温度維持。
- ✓ **泥水冷却装置(Mud Chiller)の利用**
泥水冷却装置により、温度を下げた泥水を循環させることで永久凍土層及びMH層の融解を防ぐ。
- ✓ **掘削クルー生活用のキャンプ設営**
坑井基地は狭いため、近く(車で5分程度の距離)にクルー生活用のキャンプを設営。
- ✓ **GDW掘削における重要作業**
 - **圧力コア(*)取得**
D/B層 合計24コア ⇒ 高品質コア取得完了
(全体コア回収率89%、B層のみのコア回収率は98%)
(*)地下に存在している状態でコアサンプルを取得し、浸透率・MHの飽和率等を分析、生産挙動の理解に資する。
 - **センサーケーブルの設置**
温度・圧力・ひずみの各データを測定、それらの解析を通し生産に伴う物性の変化を把握するため複数のケーブルを設置。⇒ いずれも断線等なく設置完了

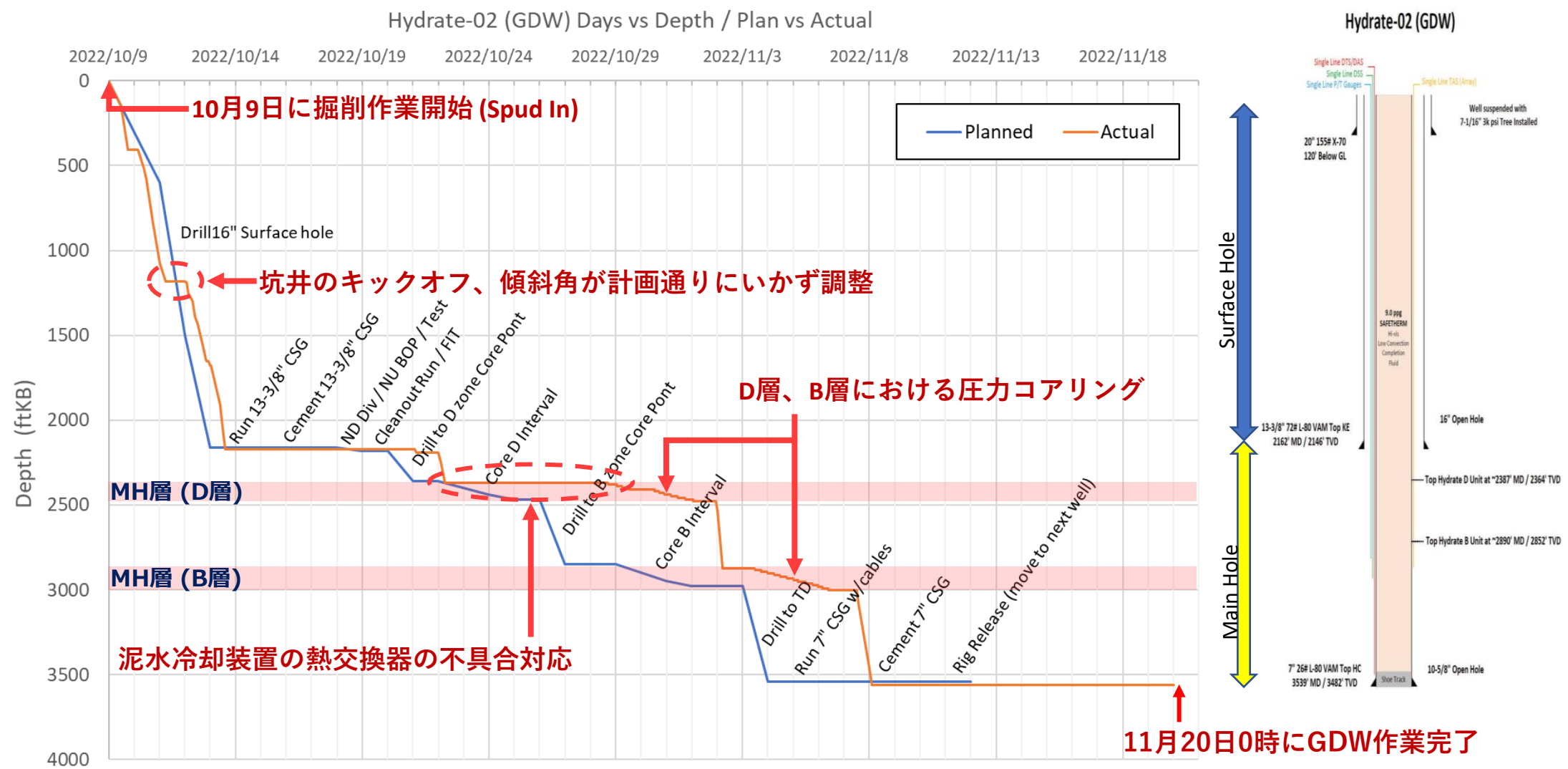


掘削リグの掘削場所への移動

3. GDW掘削作業

(2) GDW掘削作業概要

掘削開始：10月9日
掘削終了：11月20日



3. GDW掘削作業

(3) 泥水冷却装置における熱交換器の不具合



- 熱交換器には、多数のプレート(右の写真)が配置されている。
- この一部がエロージョンによるピンホールでリーク、本来は熱交換器内で冷媒と泥水が分離されているべきものが混ざった状態となっているのを確認。



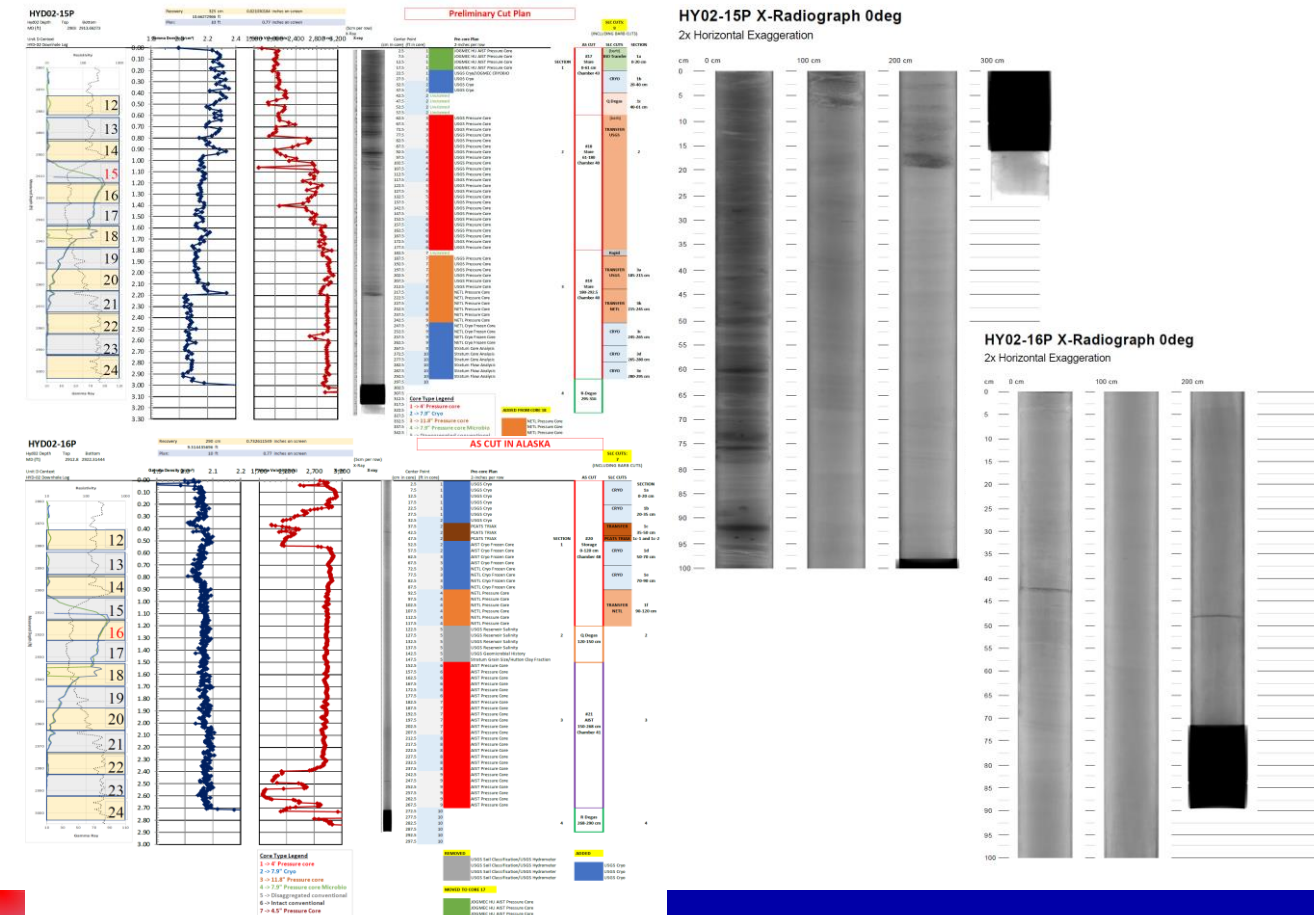
- 人海戦術でプレートを1枚1枚洗浄チェックし、不具合のあるプレートを取り外す作業を実施。
- 泥水流量が大きくなりすぎないように留意しながら運転、その後はトラブルは発生していない。

3. GDW掘削作業

(4) 圧力コアリング

D層にて11本、B層にて13本、**合計24本のコアを取得**

D層の平均回収率：78% B層の平均回収率：98.5%
全区間平均回収率：89%



CORE TOP MD (ft)	MD bottom (ft)	MD advance (ft)		No.		Coring Comments	Targets Comments	curated length ft	Recovery (%)	Recovery Pressure PSI	Recovery Pressure Bar	curated length* (m)	Results Comments
-	2,369.0	2,369.0	DRILL										
2,369.0	2,379.0	10.0	HPTC	1	P	fitted with basket and rabbit catcher/Testing coring parameters	Unit E Shale Seal	8.06	81%	2200	152	2.46	Good core, high pressure, laminated core. Unit E
2,379.0	2,389.0	10.0	HPTC	2	P	fitted with basket and rabbit	Unit E Shale Seal	10.00	100%	2150	148	3.05	Good core, high pressure, laminated core. Unit E
2,389.0	2,399.0	10.0	HPTC	3	P	fitted with basket and rabbit distinct change in properties after 1st 2 ft	Unit D - Transition Shale Seal GH Sand? @ MD 2390?	3.44	34%	2250	155	1.05	Shorter core, high pressure, excellent laminated stick of core. Probably Unit E?
2,399.0	2,409.0	10.0	HPTC	4	P	fitted with basket and rabbit formation material in BHA - POOH	Unit D1 GH Sand?	4.69	47%	2300	159	1.43	Short core, high pressure, excellent laminated stick of core. Probably Unit D1
2,409.0	2,419.0	10.0	HPTC	5	P	fitted with basket and slip catcher Note WOB @ 2408.8ft	Unit D1 GH Sand?	10.1	101%	2200	152	3.08	Excellent long core - GH sand Unit D1
2,419.0	2,429.0	10.0	HPTC	6	P	fitted with basket and slip catcher Hard zone - then v soft.	Unit D Water Bearing Sand/Shale?	7.61	76%	2150	148	2.32	Liner broken. Core X rayed and depressurised in PCATS. Small amounts of GH in Autoclave Unit D
2,429.0	2,439.3	10.3	HPTC	7	P	fitted with basket and flapper catcher. Slight over core Note WOB @ 2428.7ft	Unit D Water Bearing Sand/Shale?	10.3	100%	2210	152	3.14	Long high quality core including below GH zone. Unit D
2,439.3	2,449.5	10.2	HPTC	8	P	Basket and flapper catcher. Slight over core Note WOB @ 2439.1ft	Unit D Water Bearing Sand/Shale?	4.66	46%	2090	144	1.42	shorter core. Good quality Unit D
2,449.5	2,459.5	10.0	HPTC	9	P	Basket and flapper catcher.	Unit D Water Bearing Sand/Shale?	9.74	97%	2150	148	2.97	Long high quality core including ~10 cm sample from bottom of autoclave Unit D
2,459.5	2,469.5	10.0	HPTC	10	P	Basket and slip catcher.	Unit D Shale	8.46	85%	2150	148	2.58	Long high quality core including ~6 cm sample from bottom of autoclave Unit D
2,469.5	2,479.6	10.1	HPTC	11	P	Basket and slip catcher.	Unit D Shale	9.22	91%	2100	145	2.81	Long high quality core including ~10 cm sample from bottom of autoclave Unit D
			DRILL										
2,873.0	2,883.0	10.0	HPTC	12	P	Basket and slip catcher.	Unit C Shale Seal	8.79	88%	2200	152	2.68	Long high quality core Unit C above GH
2,883.0	2,893.1	10.1	HPTC	13	P	Basket and slip catcher.	Unit C Shale Seal	11.09	110%	2225	153	3.38	Long high quality core Unit C above GH
2,893.1	2,903.0	9.9	HPTC	14	P	Basket and slip catcher. Estimated Top of GH Sand	Unit C - Transition Shale Seal GH Sand?	10.5	106%	2200	152	3.20	Long high quality core Unit C above GH
2,903.0	2,912.8	9.8	HPTC	15	P	Basket and slip catcher.	Unit B GH Sand?	10.65	109%	2090	144	3.25	Long high quality core Transition core Unit C to GH Unit B
2,912.8	2,922.6	9.8	HPTC	16	P	Basket and slip catcher.	Unit B GH Sand?	9.51	97%	2150	148	2.90	Long high quality GH sand core Unit B
2,922.6	2,933.5	10.9	HPTC	17	P	Basket and slip catcher.	Unit B GH Sand?	9.81	90%	2300	159	2.99	Long high quality GH sandy core Unit B
2,933.5	2,943.5	10.0	HPTC	18	P	Basket and slip catcher.	Unit B GH Sand/Shale?	6.73	67%	2170	150	2.05	Long high quality GH sandy core Unit B
2,943.5	2,953.0	9.5	HPTC	19	P	Basket and flapper	Unit B GH Sand/Shale?	9.51	100%	2200	152	2.90	Long high quality GH sandy core Unit B
2,953.0	2,963.0	10.0	HPTC	20	P	Basket and flapper	Unit B Shale	10.27	103%	2200	152	3.13	Long high quality laminated core Unit B
2,963.0	2,973.0	10.0	HPTC	21	P	Basket and flapper	Unit B Shale	10.59	106%	2150	148	3.23	Long high quality laminated core Unit B
2,973.0	2,983.0	10.0	HPTC	22	P	Basket and flapper	Unit B GH ?	10.27	103%	2000	138	3.13	Long high quality laminated core Unit B
2,983.0	2,993.1	10.1	HPTC	23	P	Basket and flapper	Unit B GH ?	9.58	95%	2200	152	2.92	Long high quality laminated core Unit B
2,993.1	3,003.0	9.9	HPTC	24	P	Basket and flapper	Unit B GH ?	10.59	107%	2200	152	3.23	Long high quality laminated core Unit B
		240.6					TOTALS TO DATE	214.17	89%	100% Cores at High Pressure Recovery		65.30	

key

P

DRILL

P-HPTC

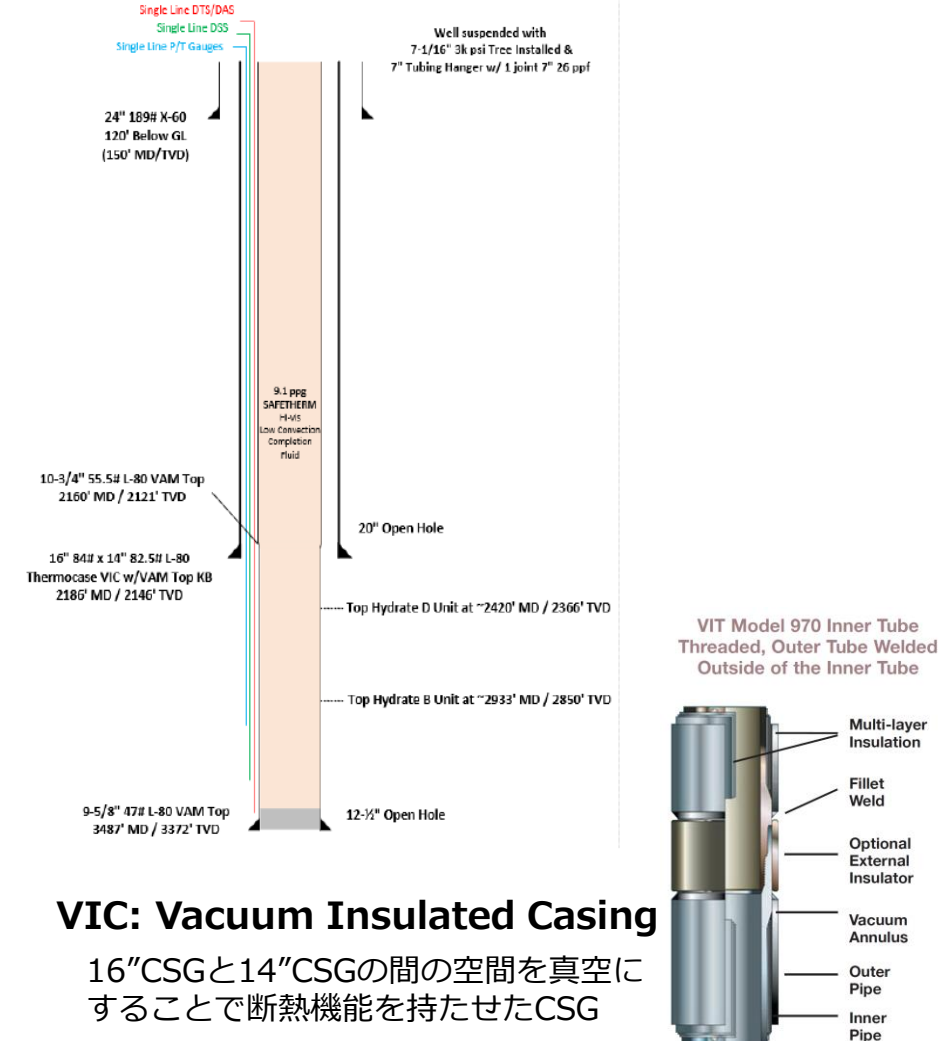
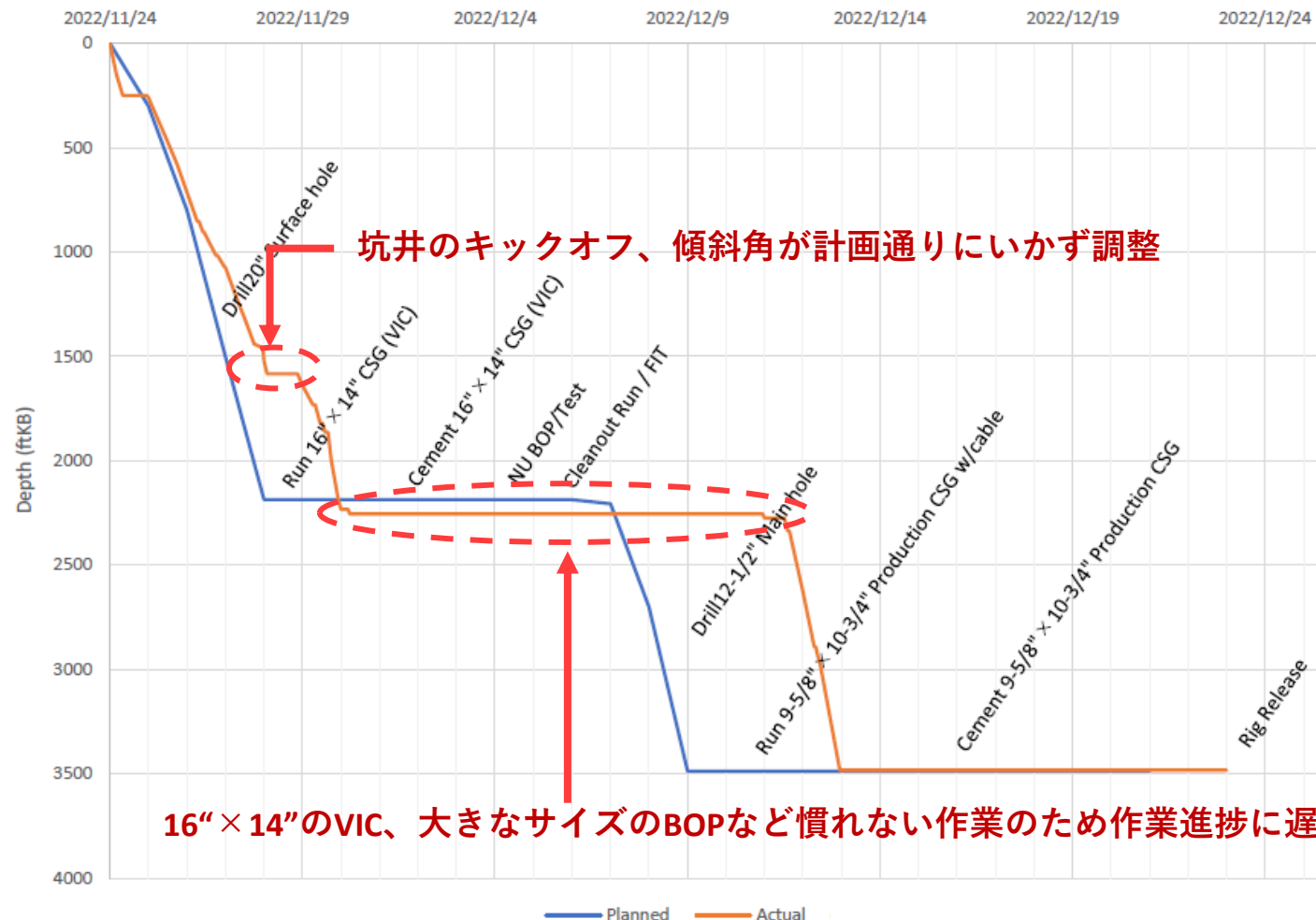
D - Drill Interval

4. PTW-2掘削作業

(1) PTW-2掘削作業概要

掘削開始：11月24日
掘削終了：12月22日

Hydrate-P2(PTW-2) Days vs Depth / Plan vs Actual



4. PTW-2掘削作業

(2) 坑跡への影響



新品の状態のビット



揚管し確認した際のビット

PTW-2のサーフェスホールにて、傾斜掘りが思うようにいかず確認のために揚管した際のビットは、写真のようにひどく摩耗した状態であった。

途中掘削時のリグの異常な振動なども報告されており、地層の影響を受けている可能性が指摘されている。

5. PTW-1掘削作業現状

(1) 掘削スケジュール

掘削開始：12月28日

掘削作業完了予定：2023年2月初旬

(2) 現状（現地1月4日時点）

✓ パイロットホールの掘削完了

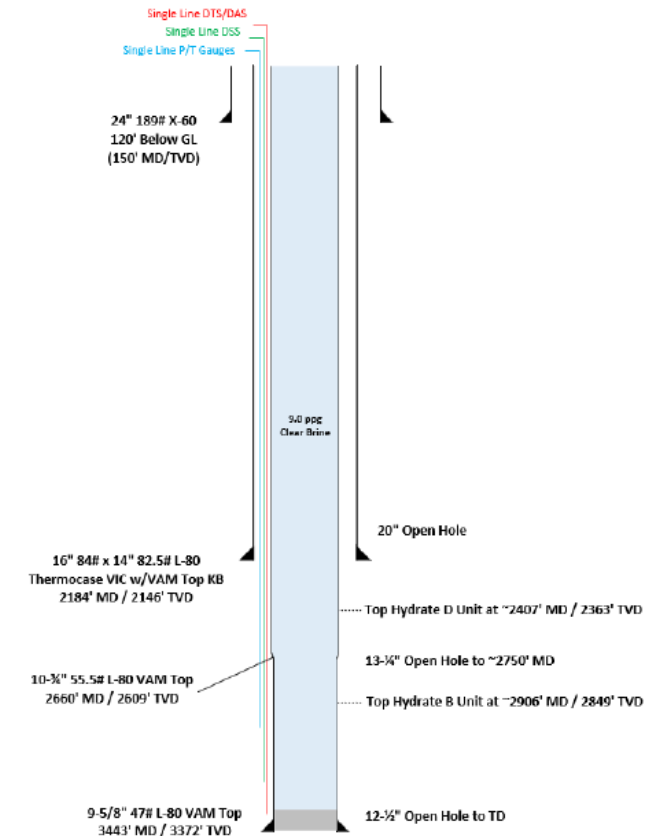
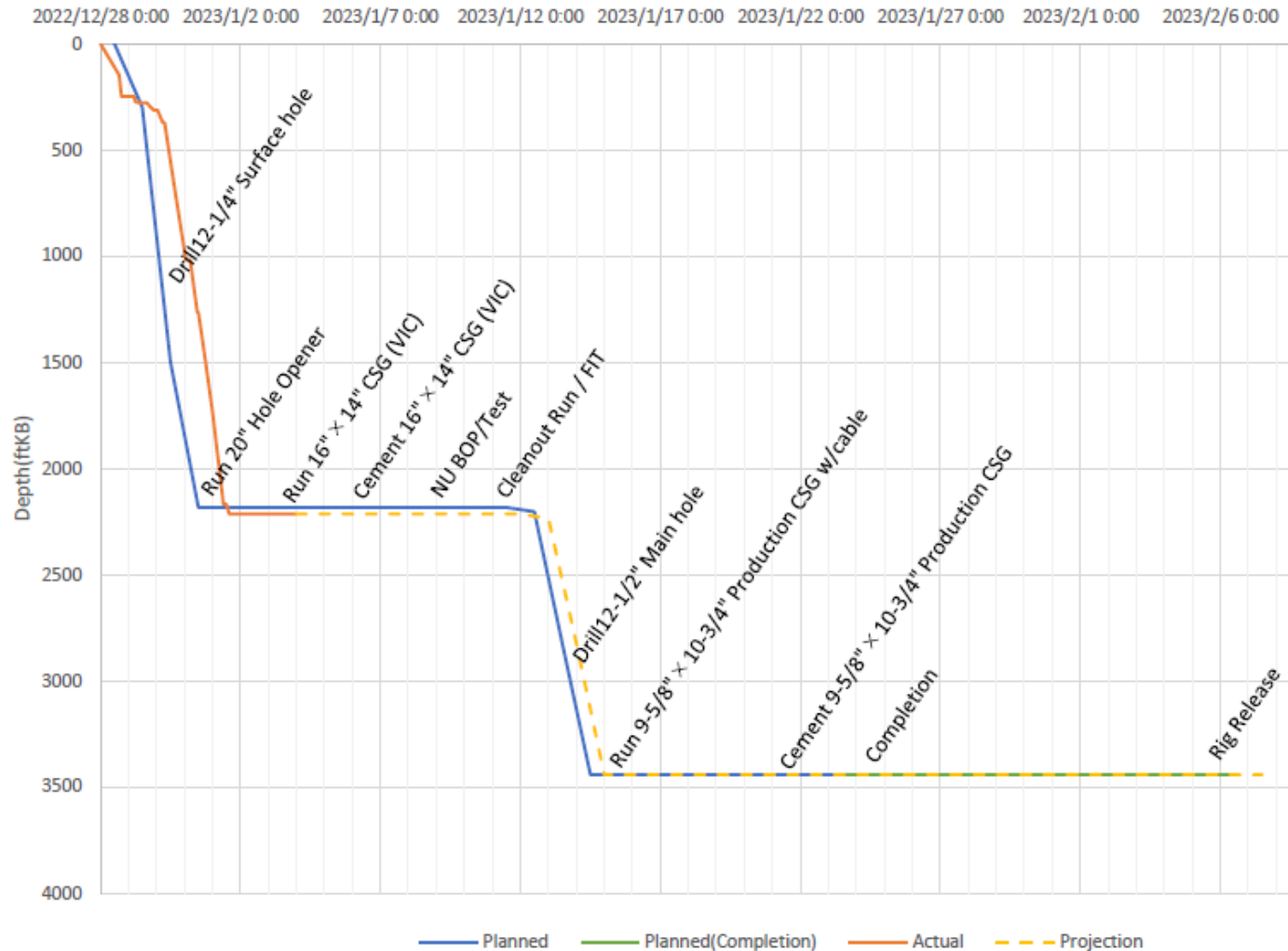
GDW/PTW-2掘削にて、傾斜掘りのための角度をうまく得られなかった教訓から改善策を検討。まず12-1/4"のパイロットホールを掘削・傾斜角を得た上で拡張する手法をMH21-Sがオペレータに提案、オペレータはこれを採用。

⇒ この手法により傾斜角は予定どおり得られ、スケジュール遅延を避けることができ、計画坑跡どおりとなっていることが確認できている。

✓ 拡張作業実施中。

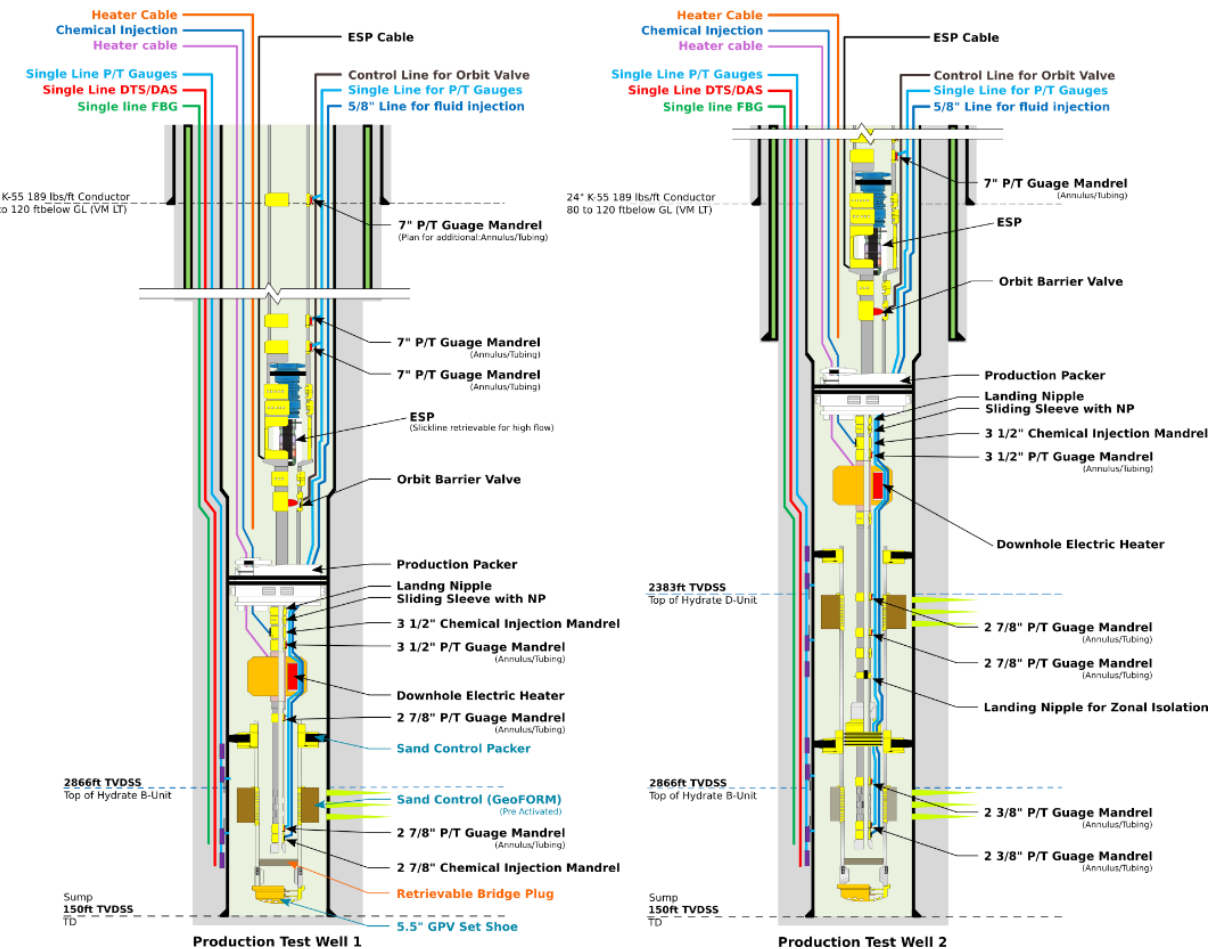
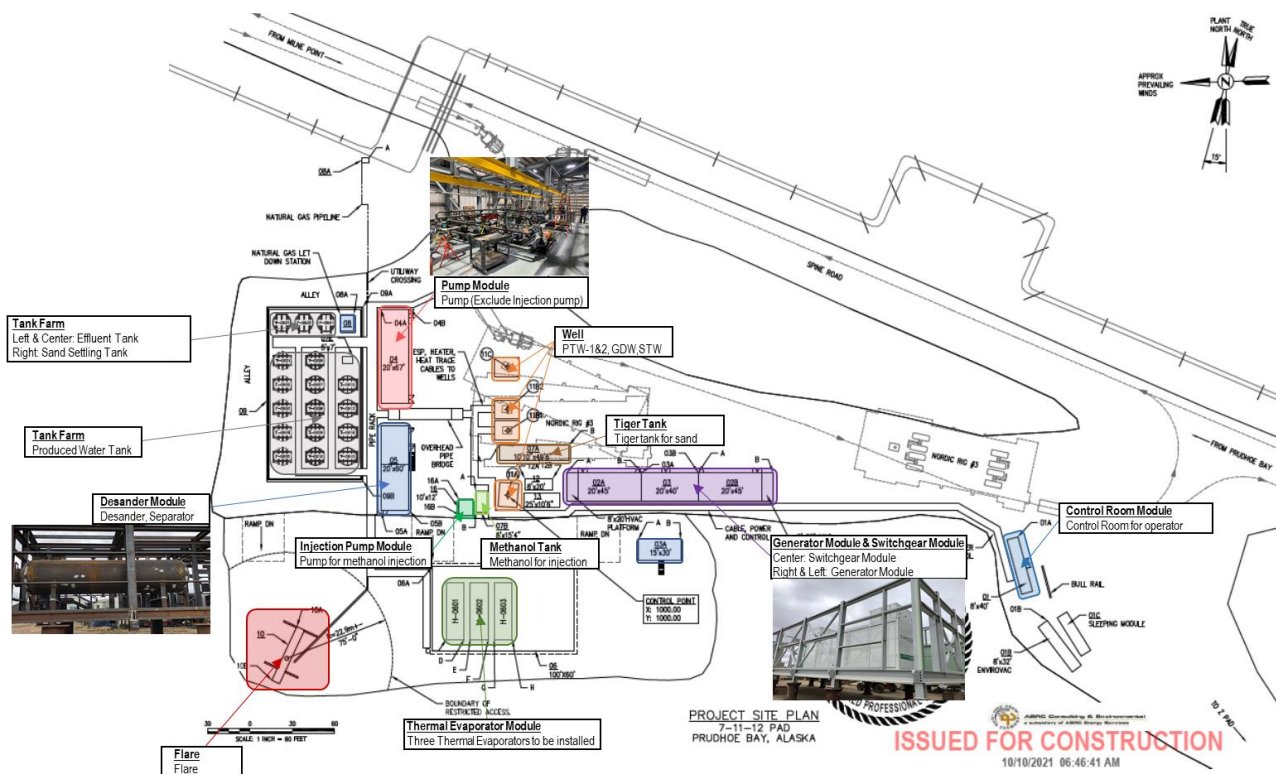
✓ PTW-1掘削作業概要

Hydrate-P1(PTW-1) Days vs Depth / Plan vs Actual

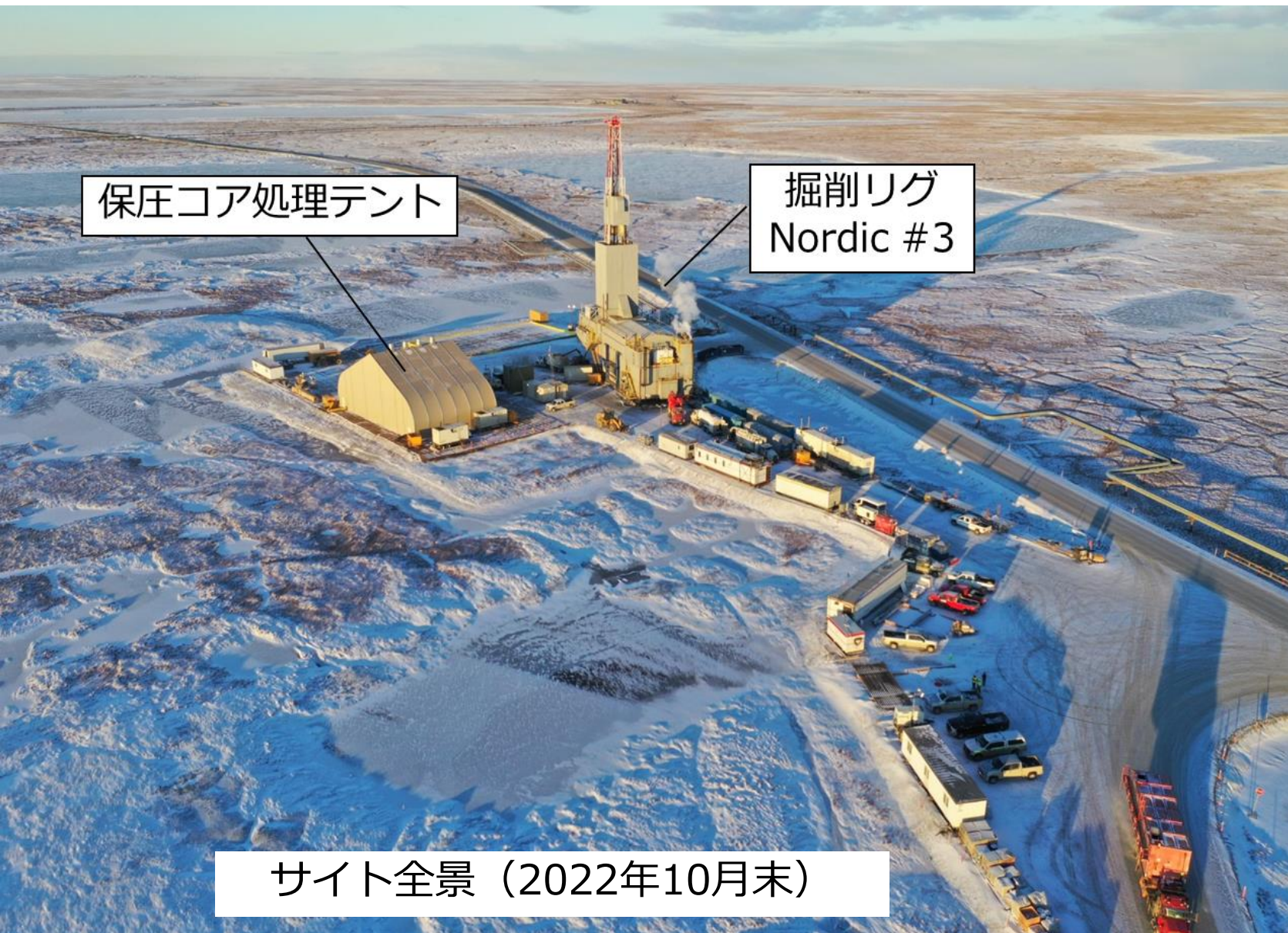


6. 今後の作業見込み

- ✓ 圧力コアの分析作業：2022年12月以降継続
- ✓ 2023年2月頃：掘削作業完了
- ✓ ～2023年4月頃：地上試験設備設置工事・試運転
- ✓ 2023年4月頃 産出試験開始



7.現場作業状況





センサーケーブルの設置作業



ドリルフロア作業状況



リグ夜景

センサーケーブルの設置作業
狭いドリルフロアに多くのクルー・スプーラ等が
設置されているため、関係者以外は立ち入り禁止



約 4 日間の掘削期間を 1 分にまとめた動画です。



TLC200 PRO 2022/10/28 13:48:26

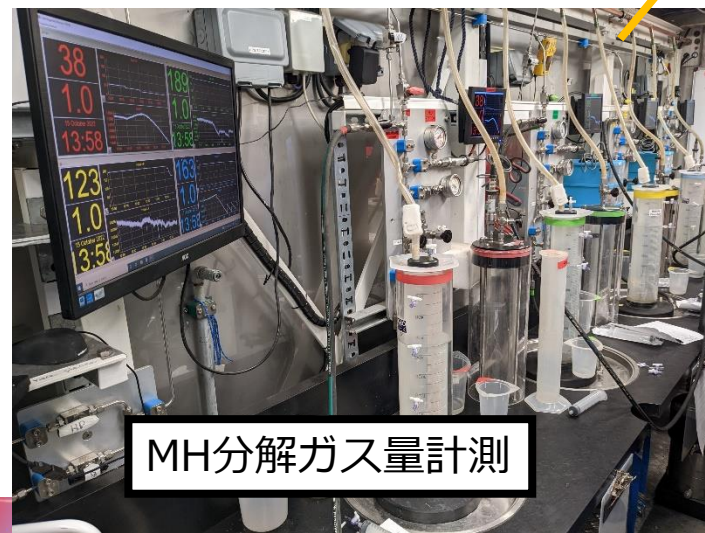
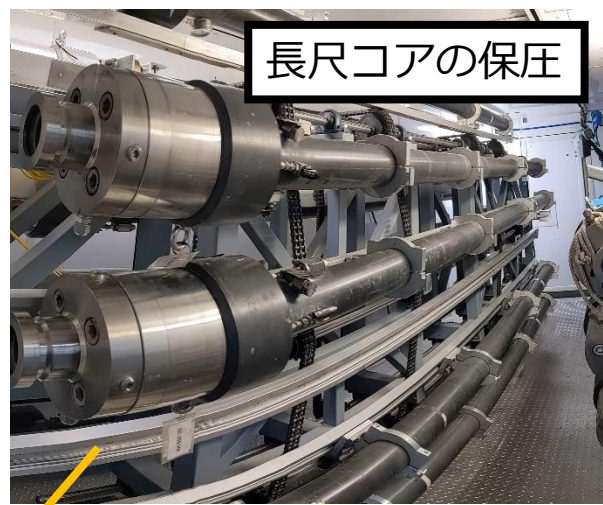
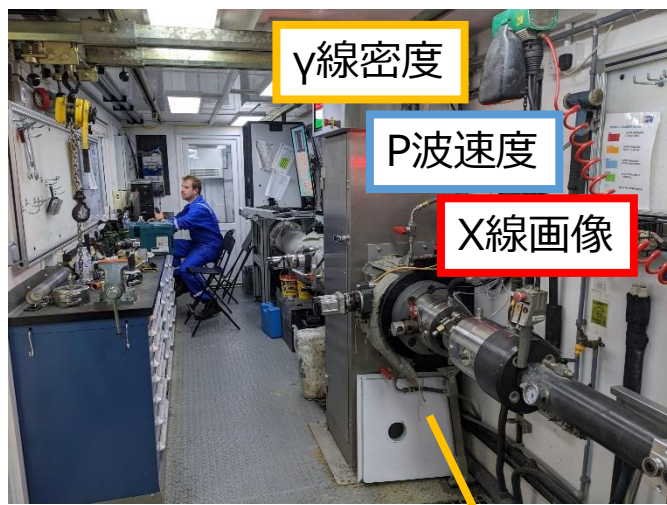
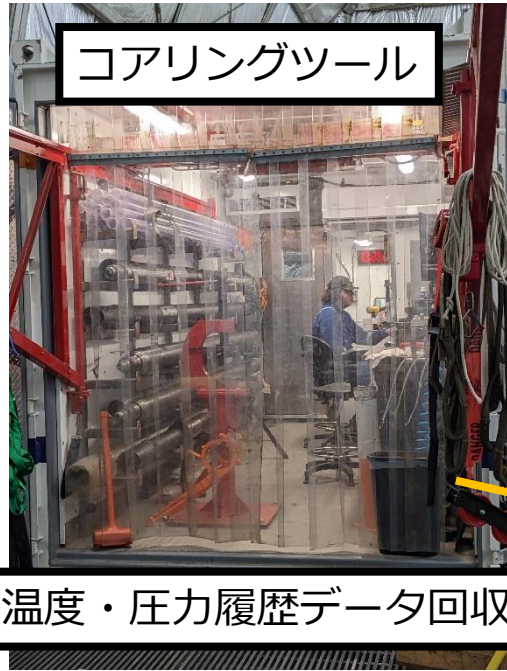
圧力コアオペレーション・現場分析作業等について



圧力コアオペレーション・
現場分析
日米ジョイントチーム
MH21-S・
USGS・Geotek

圧力コア現場分析状況等 テント(Sprung Structure)内の様子







保圧コアが入ったインナーバーレルをPCATSへ
PCATS: Pressure Core Analysis and Transfer System



回収したコアの移動（掘削リグ→テント）

PCATS(Pressure Core Analysis and Transfer System)

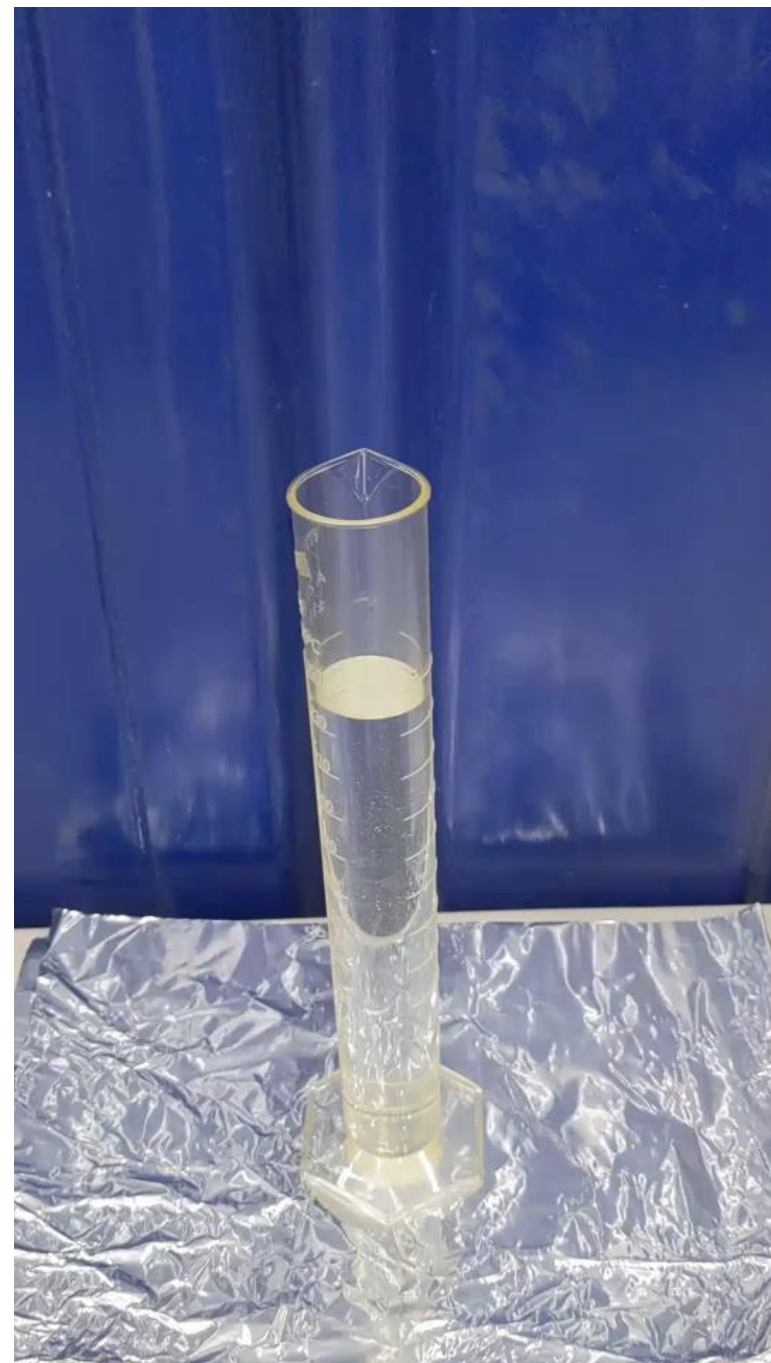
減圧後取り出したサンプルの
保存処理及びガス組成分析



採取コアの一部を減
圧し、ガス量を測定

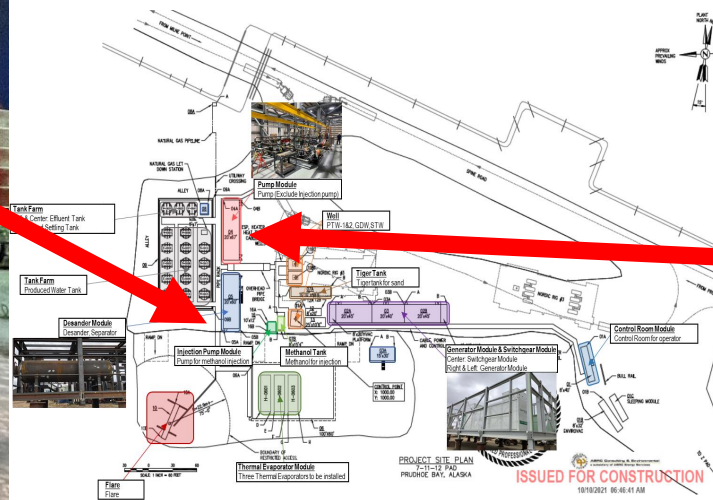


B層のメタンハイドレート堆積土



産出試験開始を早期に達成するための同時並行作業

PTW-2掘削完了後、PTW-1坑口へのリグ移動の時間を利用し、Module 5（Desander module）（写真左）とModule 4（Pump Module）（写真右）を設置。掘削作業と並行し、配管・ケーブリング作業等を実施する。





オーロラ

Nordic #3