海底着座型調査機器を用いた簡易海洋地盤調査

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

Kisojiban

目次

1. 概要
2. CPT（Cone Penetration Test）とは
3. 海底着座型調査機器
4. 調査事例

1.概要

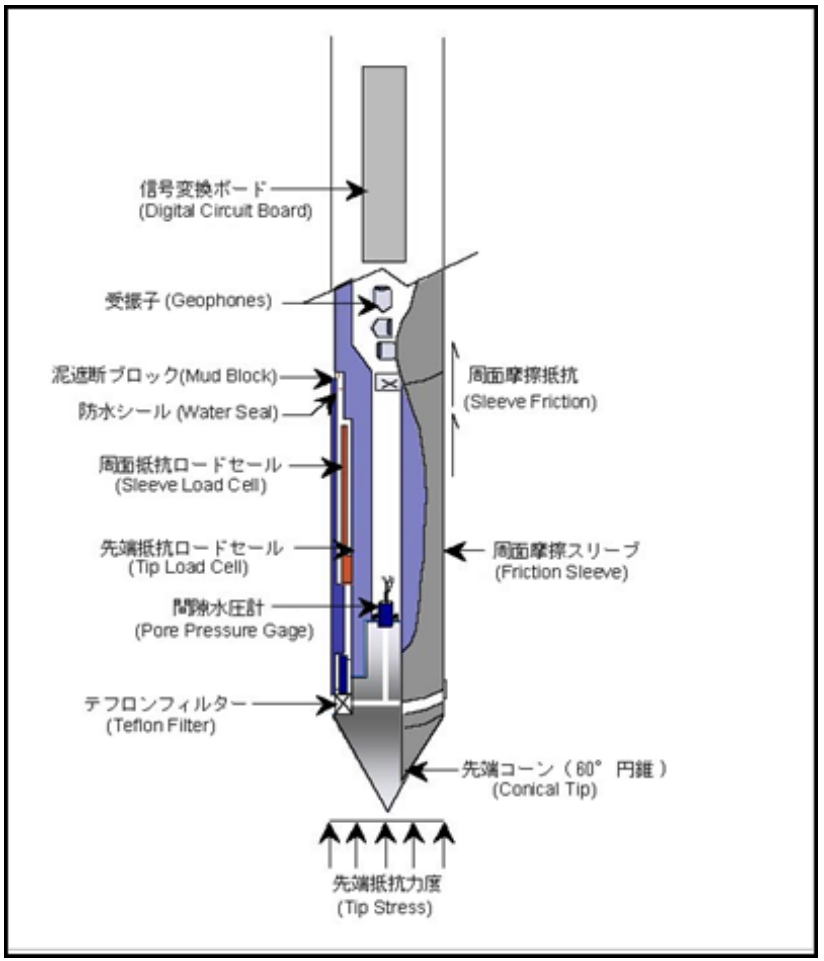
近年、洋上風力発電に代表されるような大水深・多数地点における海上地盤調査の必要性が急増している。しかし海上ボーリング調査では、海象条件によって調査可能時期が限定されたり、水深に対応可能な水上足場が必要となるなど、厳しい仮設・工程条件が要求される。そのためボーリング調査を補完でき、短期間に多数地点を調査できる調査技術が必要となってきている。今回紹介する技術は陸上調査で実績のあるCPTと、海底着座型調査機器を組み合わせることで、上記のニーズを満たすことができるものである。

2. CPT(Cone Penetration Test)とは

- 国際規格（ISO/FDIS22476）、国内では地盤工学会基準（JGS1435-2012）に基づいた試験法
- 直径36mmのコーンを地中に連続的に挿入し、コーン先端の貫入抵抗・周面摩擦・間隙水圧を測定する
- 測定は2cm／秒の速度で連続的に押し込んで行うので調査時間が短く、事前準備や撤収時間を除いて、30mの調査が30分程度で実施できる。
- 測定結果から土質・N値・細粒分含有率・強度などが推定できる

2. CPT(Cone Penetration Test)とは

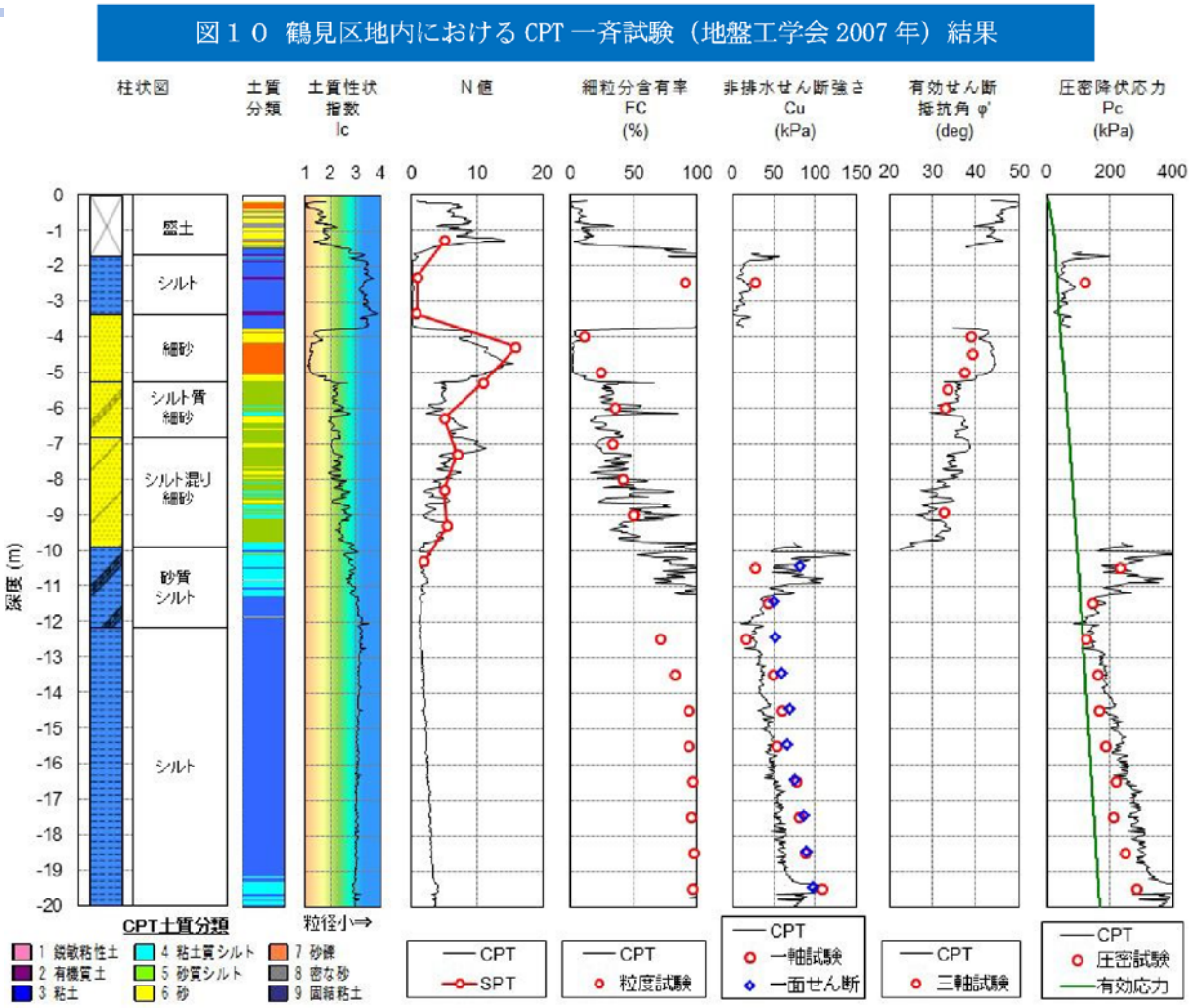
- 先端抵抗・周面摩擦はロードセルで、水圧は間隙水圧計で連続的に測定される。このため地層把握の精度が高い（測定結果は2cm単位の平均データとして処理する）。
- 測定データは有線通信、無線通信、音響通信などで地上のPCに保存される。
- その他、傾斜角・温度・弾性波速度を測定するセンサーを搭載したコーンもある。
- 硬質な地盤は突破できない。



コーンの構造

2. CPT(Cone Penetration Test)とは

- CPT結果から推定される土質や物性値は、ボーリング調査結果や土質試験結果に概ね整合する
- CPTは連続測定で測定ピッチが細かいので、小さな地層変化をとらえることができる。



CPTとボーリング結果の比較

3. 海底着座型調査機器

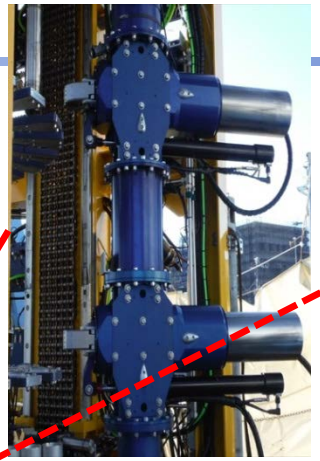
3,000m級海底設置型掘削装置Unicorn-1 （CELLULA ROBOTICS製）

高さ／長さ／幅	4.85m／2.35m／2.35m
機材搭載重量	13t
最大運用水深	3,000m
最大掘削能力	65m
最大着地可能傾斜	30°
掘削工法	ワイヤーライン工法
ドリルツール径	Hサイズ
コア径／コア長	61.1mm／1,500mm

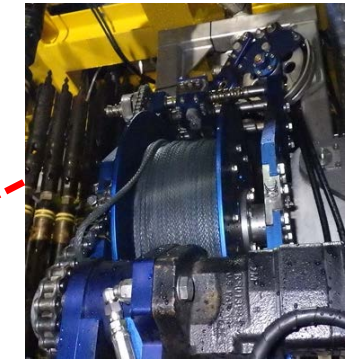
Unicorn-1

方位制御スラスター

マッドタンク



ツールアーム



ワイヤーライン

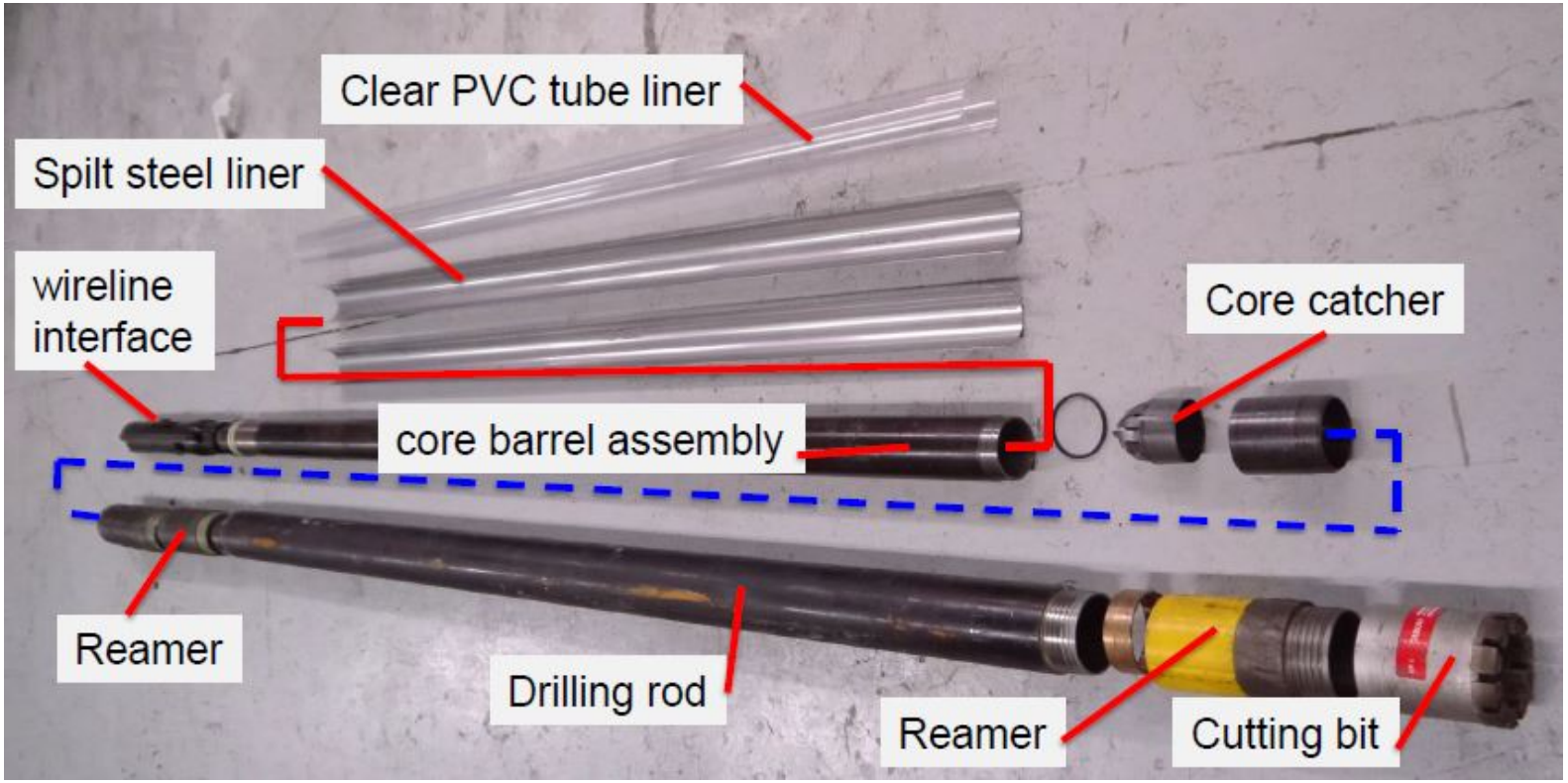
レベル調整ドリルレグ

カルーセル

オーバーショット

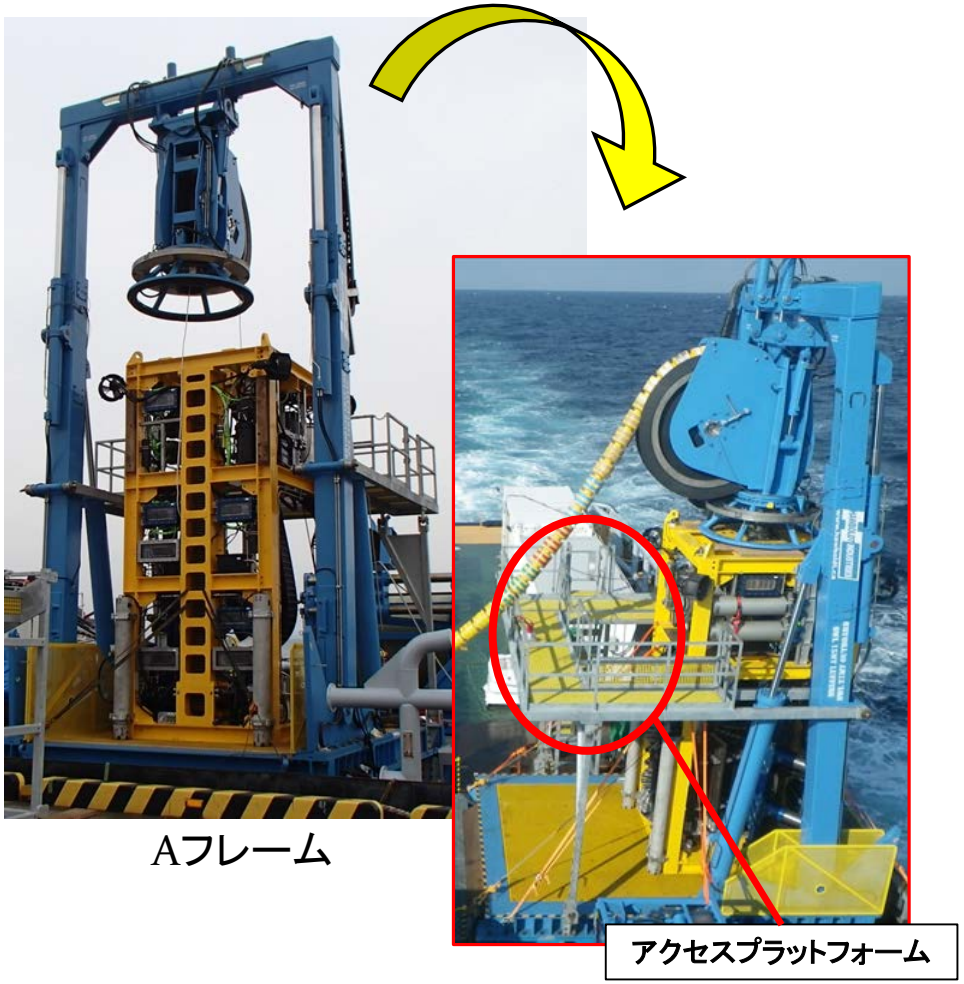
掘削・サンプリングツールス

- **H-size example**



投入揚収装置

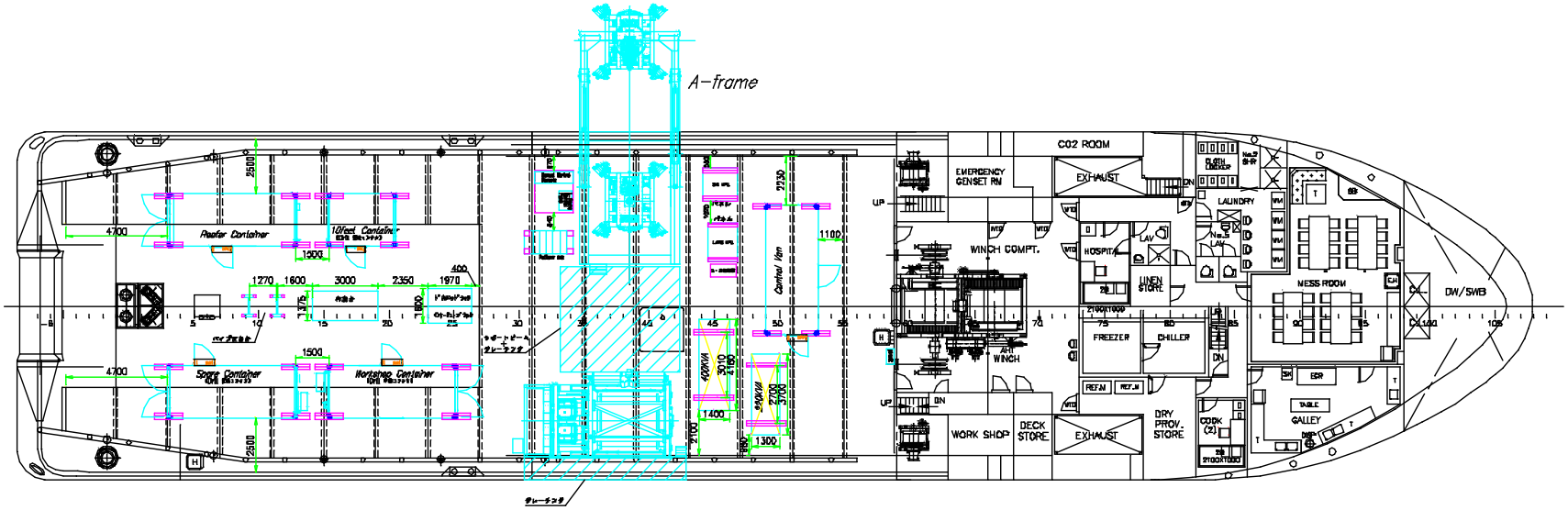
AHCウインチ



Aフレーム

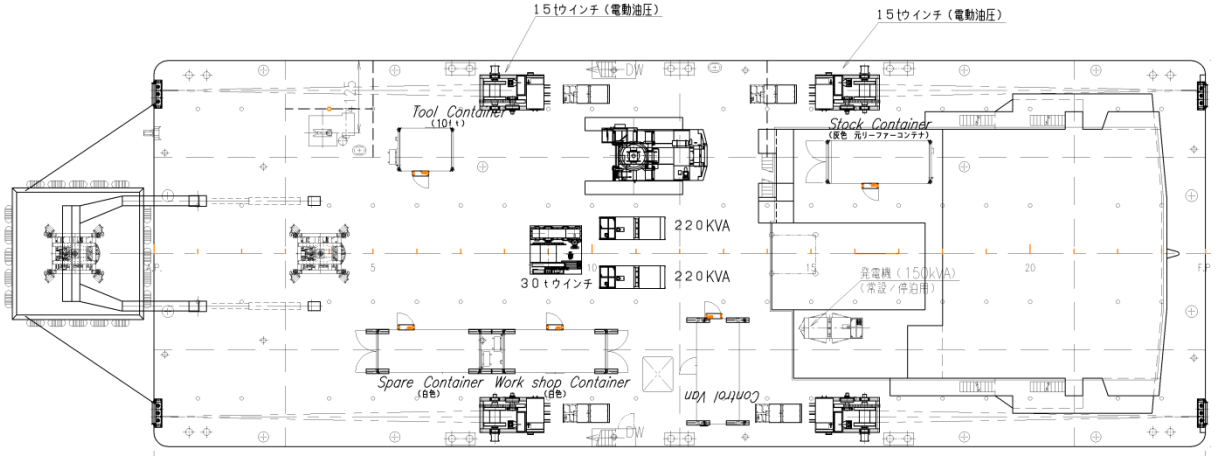
使用船舶

母船	新潮丸
長さ／幅／深さ	70.70m／16.0m／6.8m
総トン数	2,096t
甲板面積	513m²
自動船位保持装置	DUAL DPS



使用船舶（台船）

作業台船	伊良湖
長さ／幅／深さ	60.0m／22.0m／3.6m



デッキレイアウト

Aフレーム
ドリル本体
スペアバン
ワークショップ
Aフレームに連結
された作業足場
ヒブコン付き
ウィンチ
操縦室
発電機

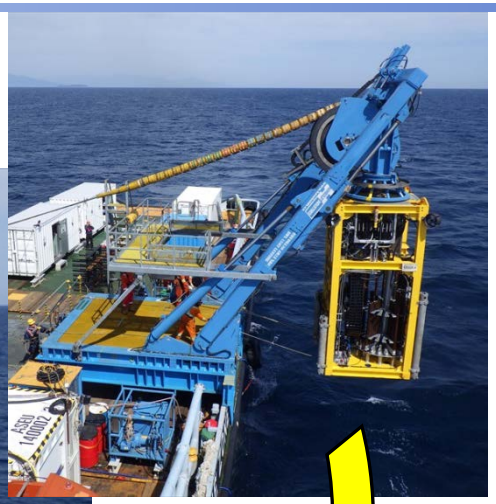
投入作業

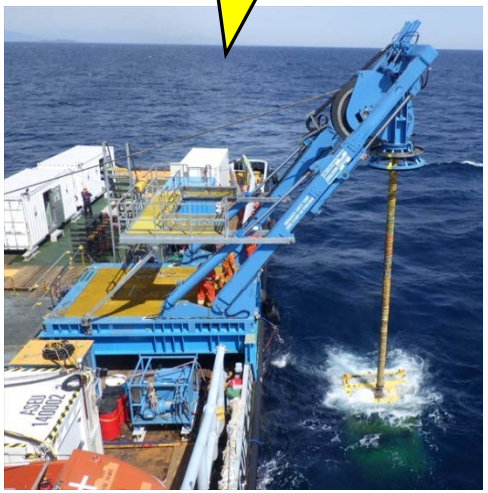
・ウインチ及びA フレームは
船体中央付近に艤装

・調査地点座標はGPSによって管理

・調査地点標高はユニコーンに搭載した
水圧計と潮位表より算出

・作業限界：
有義波高　2.0m
平均風速　10m/s



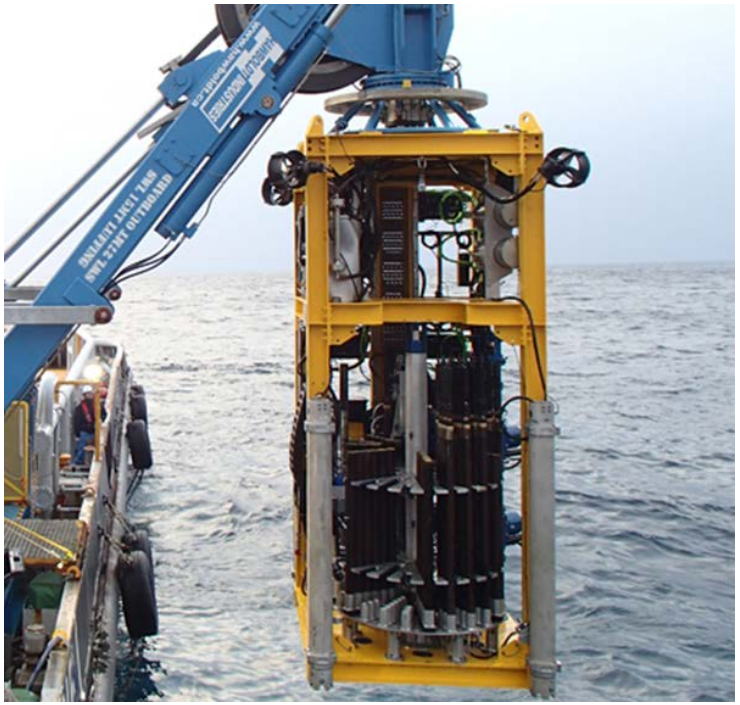


調査対象地盤による脚の選定

比較的ソフトな堆積層

斜度15度まで対応可

急峻で平坦ではない地盤



斜度30度まで対応可

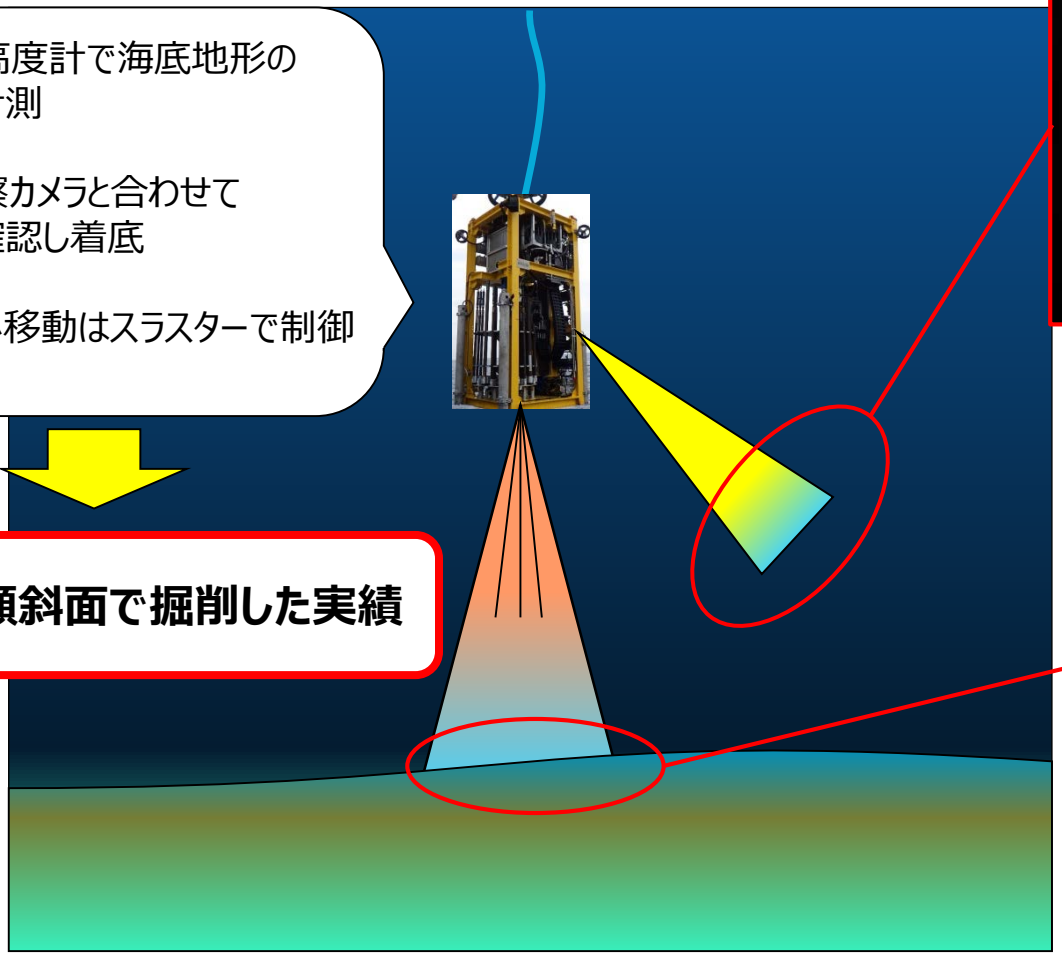
Unicorn-1の着底操作

・超音波高度計で海底地形の
凹凸を計測

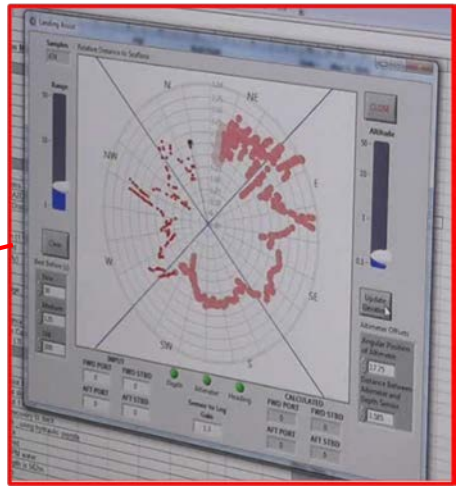
・海底観察カメラと合わせて
状況を確認し着底

・方向や小移動はスラスターで制御

25°の傾斜面で掘削した実績



海底観察カメラによる確認



超音波高度計による計測

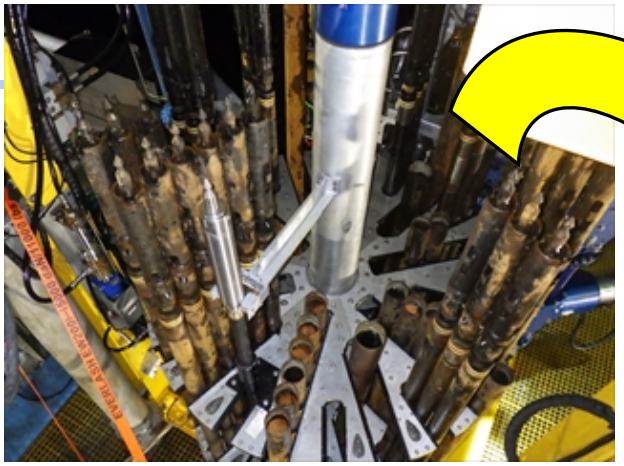
掘削・CPT

・カルーセルに装填されたドリルツールをツールアームにより取出し

・スイベルヘッドへ接続、継足しを行いながら掘り進む

・オーバーショットによりインナーチューブを回収し、ツールアームでカルーセルに収納

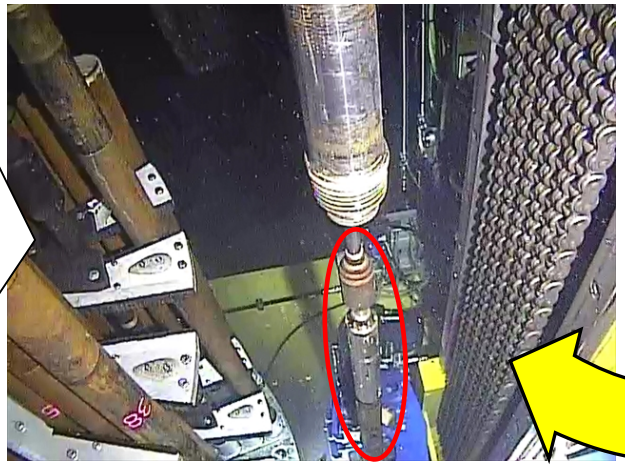
・CPTはスイベルヘッドにCPTロッドを接続してスイベルヘッドで押して貫入させる



カルーセルに充填されたドリルツール

ツールアームにより取り出し

スイベルヘッドへ接続・掘削

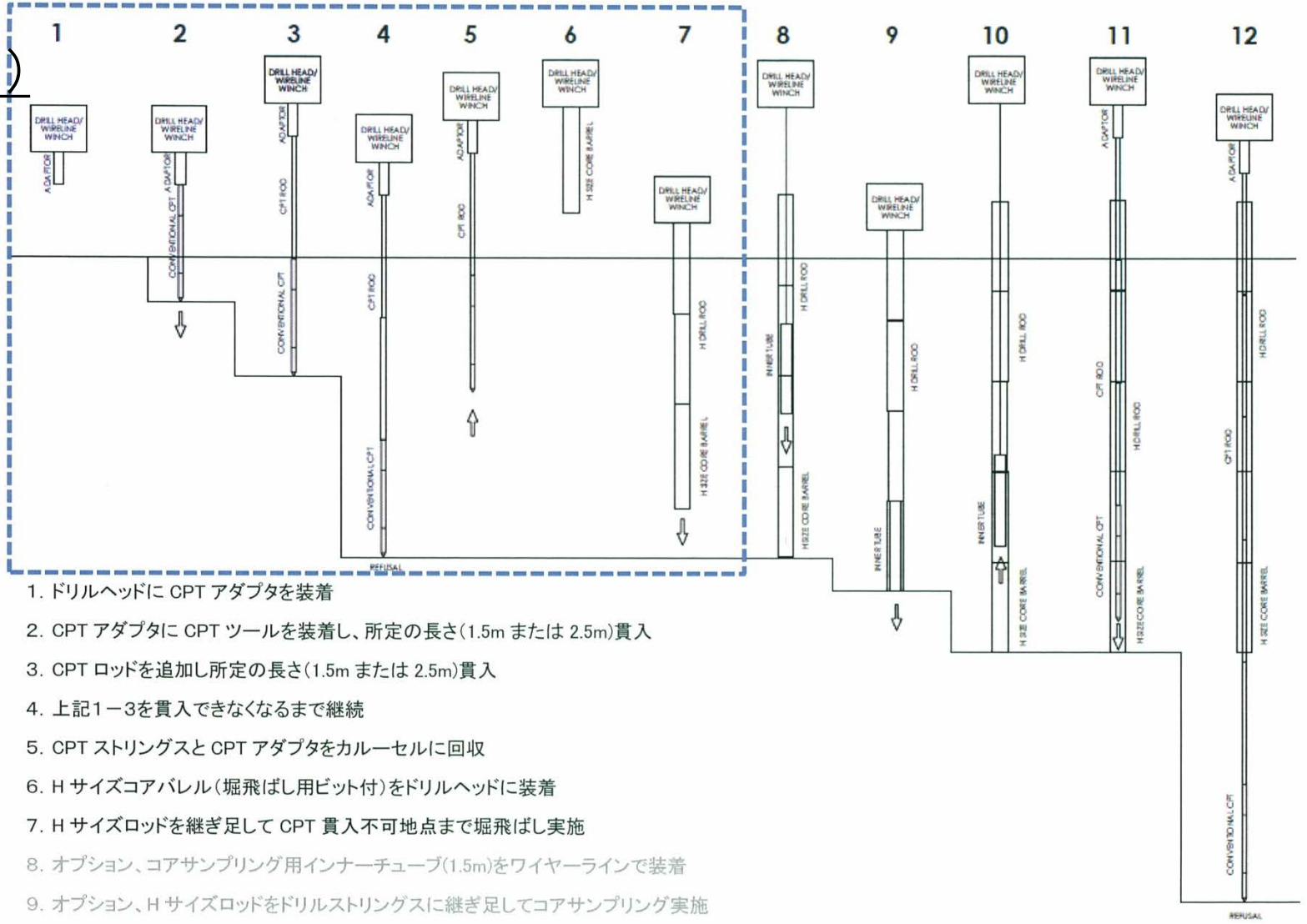


オーバーショットにてインナーチューブ回収

掘削

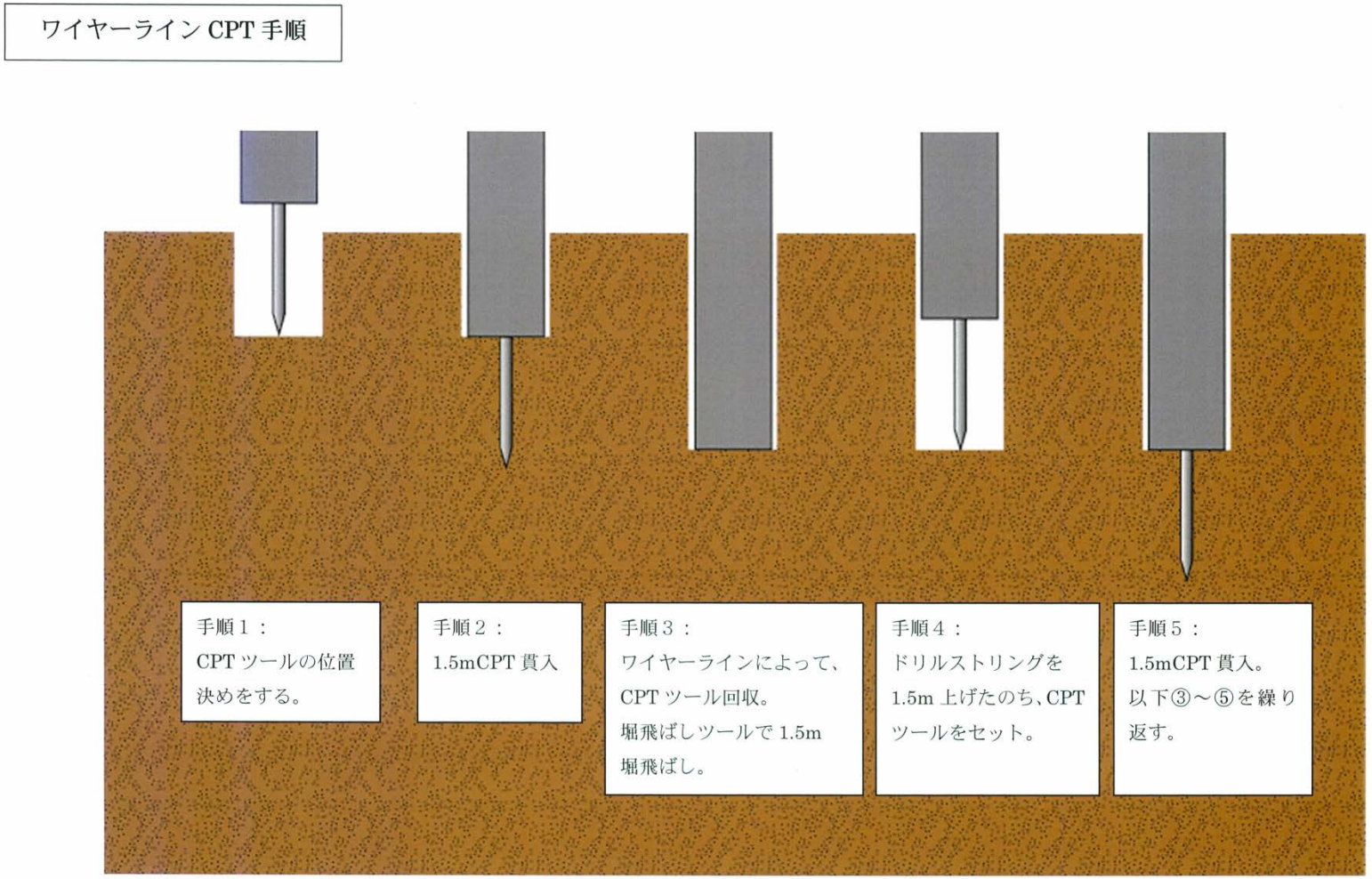
CPT手順（ロッド方式）

Rod 方式 CPT 手順



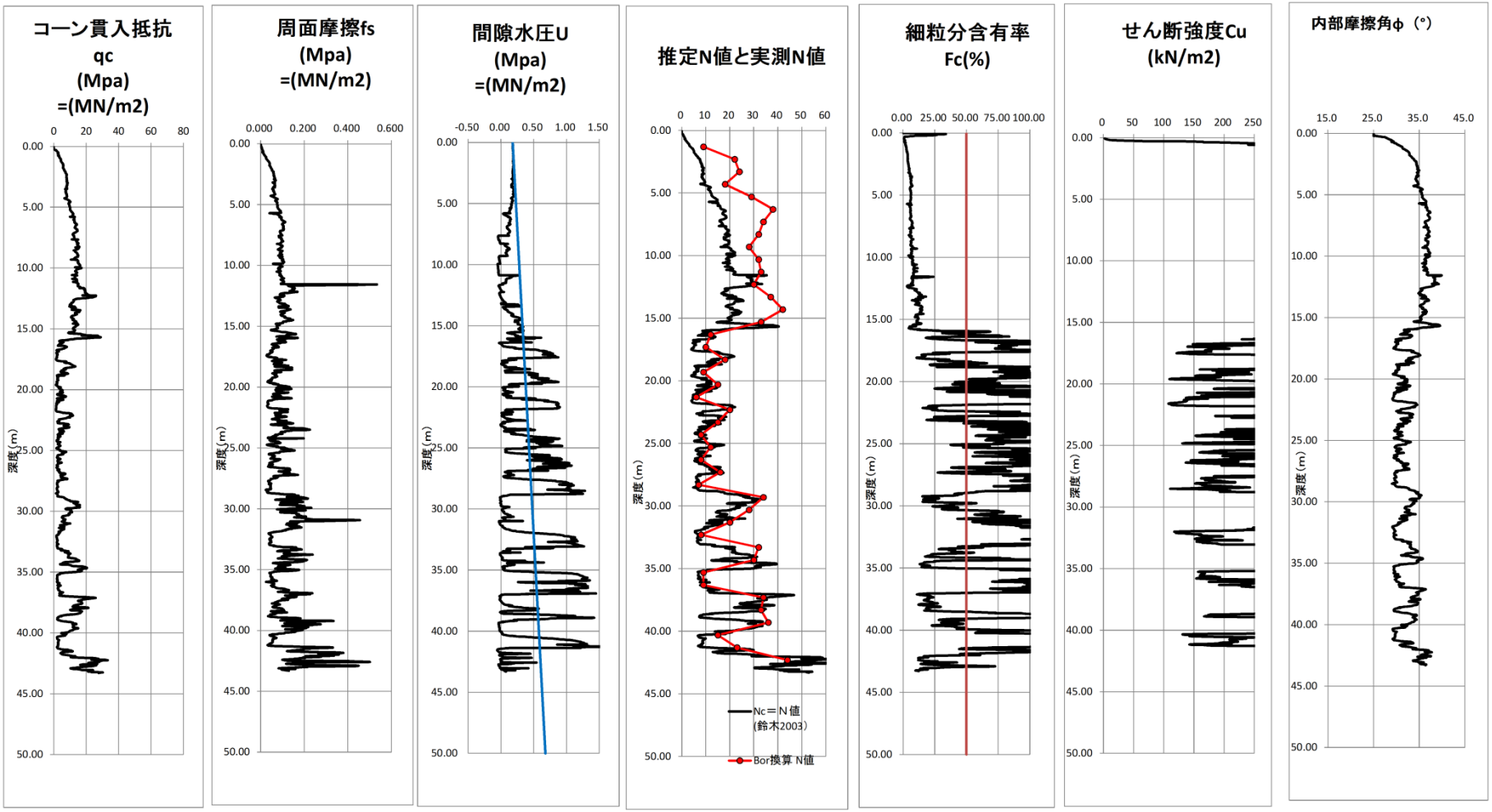
1. ドリルヘッドに CPT アダプタを装着
2. CPT アダプタに CPT ツールを装着し、所定の長さ(1.5m または 2.5m)貫入
3. CPT ロッドを追加し所定の長さ(1.5m または 2.5m)貫入
4. 上記1－3を貫入できなくなるまで継続
5. CPT ストリングスと CPT アダプタをカルーセルに回収
6. H サイズコアバレル(堀飛ばし用ビット付)をドリルヘッドに装着
7. H サイズロッドを継ぎ足して CPT 貫入不可地点まで堀飛ばし実施
8. オプション、コアサンプリング用インナーチューブ(1.5m)をワイヤーラインで装着
9. オプション、H サイズロッドをドリルストリングスに継ぎ足してコアサンプリング実施
10. オプション、ワイヤーライン使用してインナーチューブ(コア)をカルーセルに回収
11. CPT アダプタをドリルヘッドに装着し、CPT ロッドを継ぎ足して 9. のコアバレル到達地点から CPT 再開
12. CPT 貫入できなくなるまで継続
13. 要求深度まで、5-12 を繰り返し

CPT手順（ワイヤーライン方式）



4. 調査事例

水深18mの海底地盤における調査事例



御静聴ありがとうございました

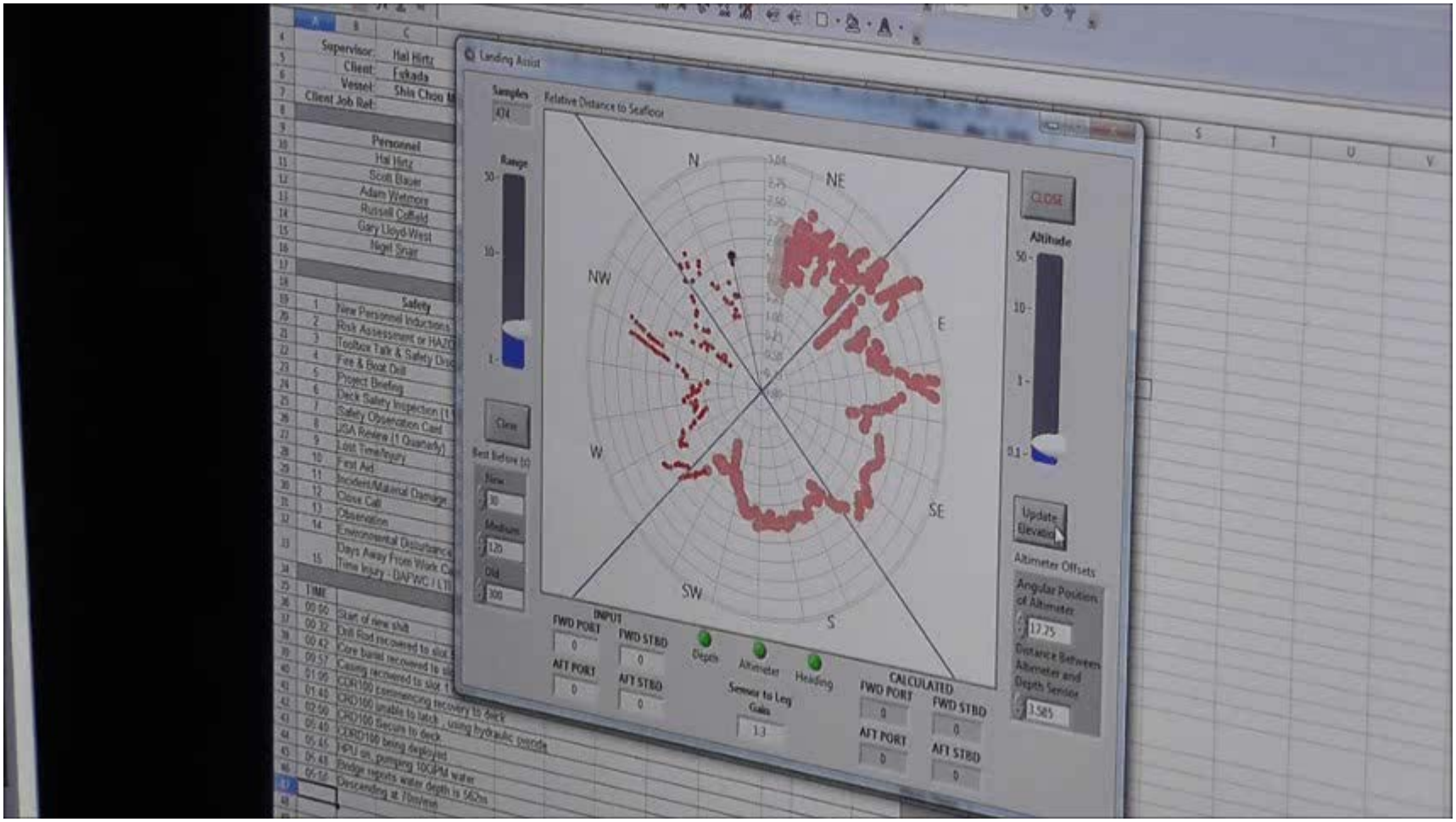
参考資料

Unicorn-1詳細仕様

国内では弊社のみが
民需用海底着座型ドリル
を保有

Item	Spec.
最大運用水深	3,000m
大きさ(高さ、幅、長さ) 重量	4.85m•2.35m•2.35m 空中重量13.5t
最大掘削長	65m
調整式脚部	油圧制御脚×4 傾斜**30°**まで対応可能　昨年**実績25°** ソフト地盤用脚は傾斜15°まで対応可能
測位関係機器	高度計、精密水圧計 ジャイロコンパス、カメラ&ライト
操作 & 自動操作	ツールアーム、ロッド取出し、格納 無視界状況でも操作可能
掘削方法	ワイヤーライン工法（通常工法も可）
掘削器具	1.5m Hサイズツール, 直径61mm　コアサンプル
押し込み/引き揚げ力	12,000kg/10,197kg
オプション	直径　150mm まで可能 CPT　（120m、10&15cm2 ｺｰﾝ、2cm/1秒、100kNﾌﾟｯｼｭ、リアルタイムデータ送信） DHT(Down Hole Tool)　装備可能 懸濁度、磁化率、温度等計測可能
投入揚収装置	動的動揺補正装置付きウィンチ（±2.0m、8sec）

超音波高度計による計測



着底：海底観察カメラによる確認

試験海域

1. 伊豆門脇崎沖

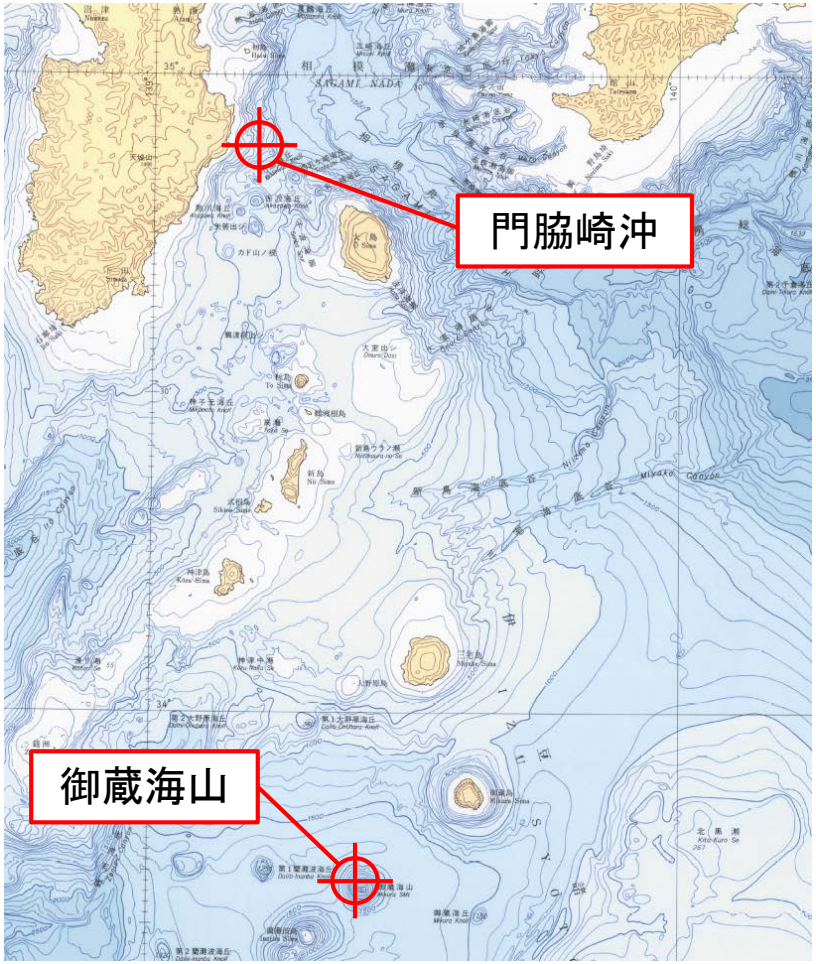
主目的　機器動作確認

水深　　約900m

2. 御蔵海山

主目的　熱水鉱床掘削

水深　　約750m



コア採取状況

御蔵海山　16FS-BMS005-MK02　0m~7.5m

比較的岩質

浅

深

深

コア採取状況

御蔵海山　16FS-BMS005-MK02　7.5m~15m

礫質
＋
火山灰質

浅

深

深

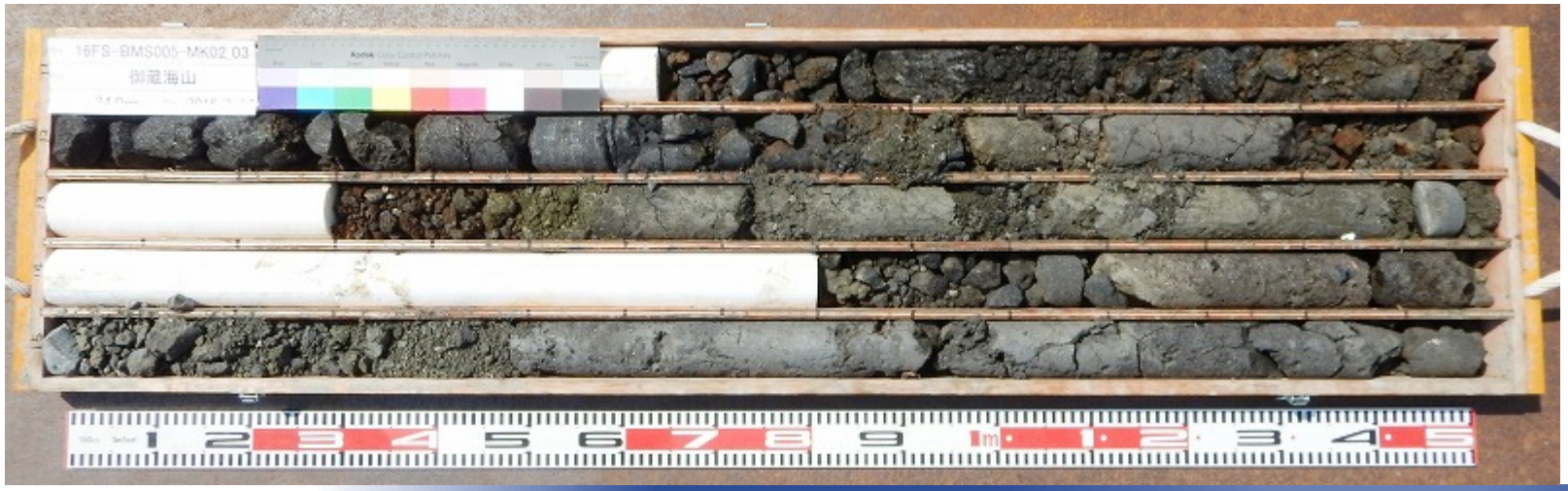
コア採取状況

御蔵海山　16FS-BMS005-MK02　15m~22.5m

大部分が
火山灰質

浅

深



深

コア採取状況

御蔵海山　16FS-BMS005-MK02　22.5m~24m

岩質
＋
火山灰質

投入開始時刻	18:00
着底時刻	18:58
掘削開始時刻	19:28
掘削終了時刻	05:40
離底開始時刻	09:53
揚収時刻	10:05

ロッド15本目接続後、DHTを使用するが荒天の為、作業中断し、揚収。

浅 → 深