

砂層型メタンハイドレートフォーラム 2024

メタンハイドレート貯留層の 物理探査モニタリング

MH21-S研究開発コンソーシアム (MH21-S)

貯留層評価チーム (JOGMEC) 小林 稔明

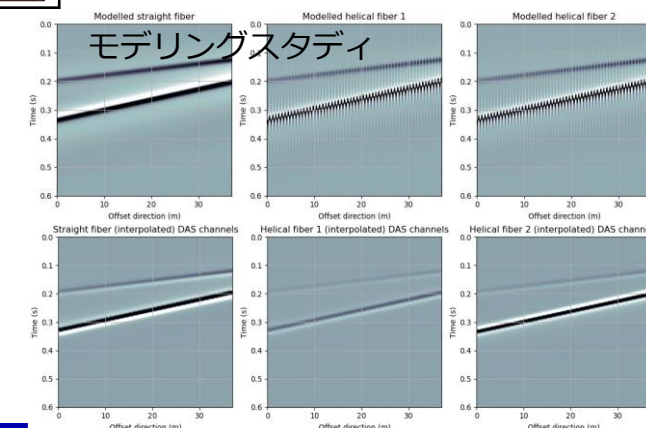
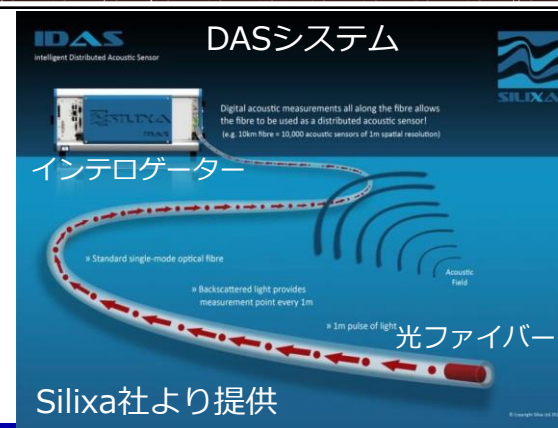
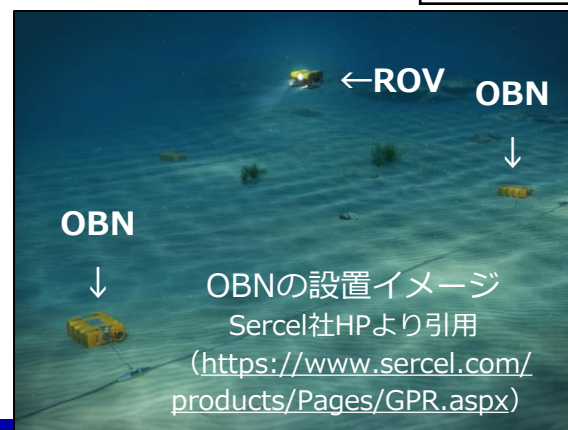
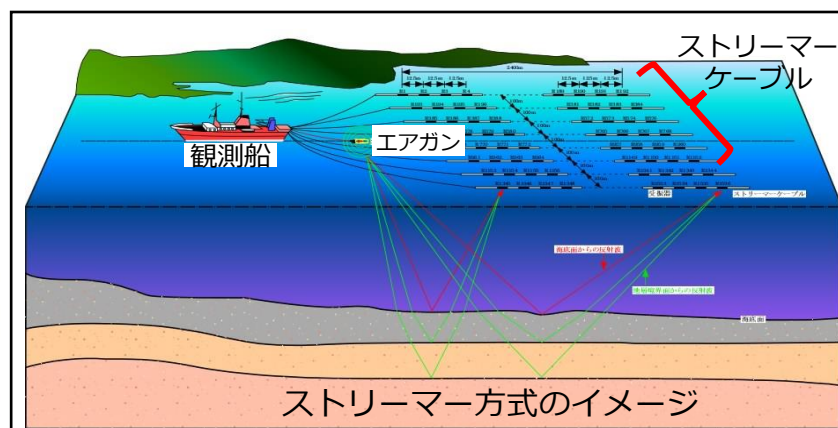
2024年12月4日 (水)

報告内容

1. 経緯
2. OBC方式による物理探査モニタリング
3. 将来の海洋産出試験における物理探査モニタリング
4. 陸域での検証データの取得
5. まとめ

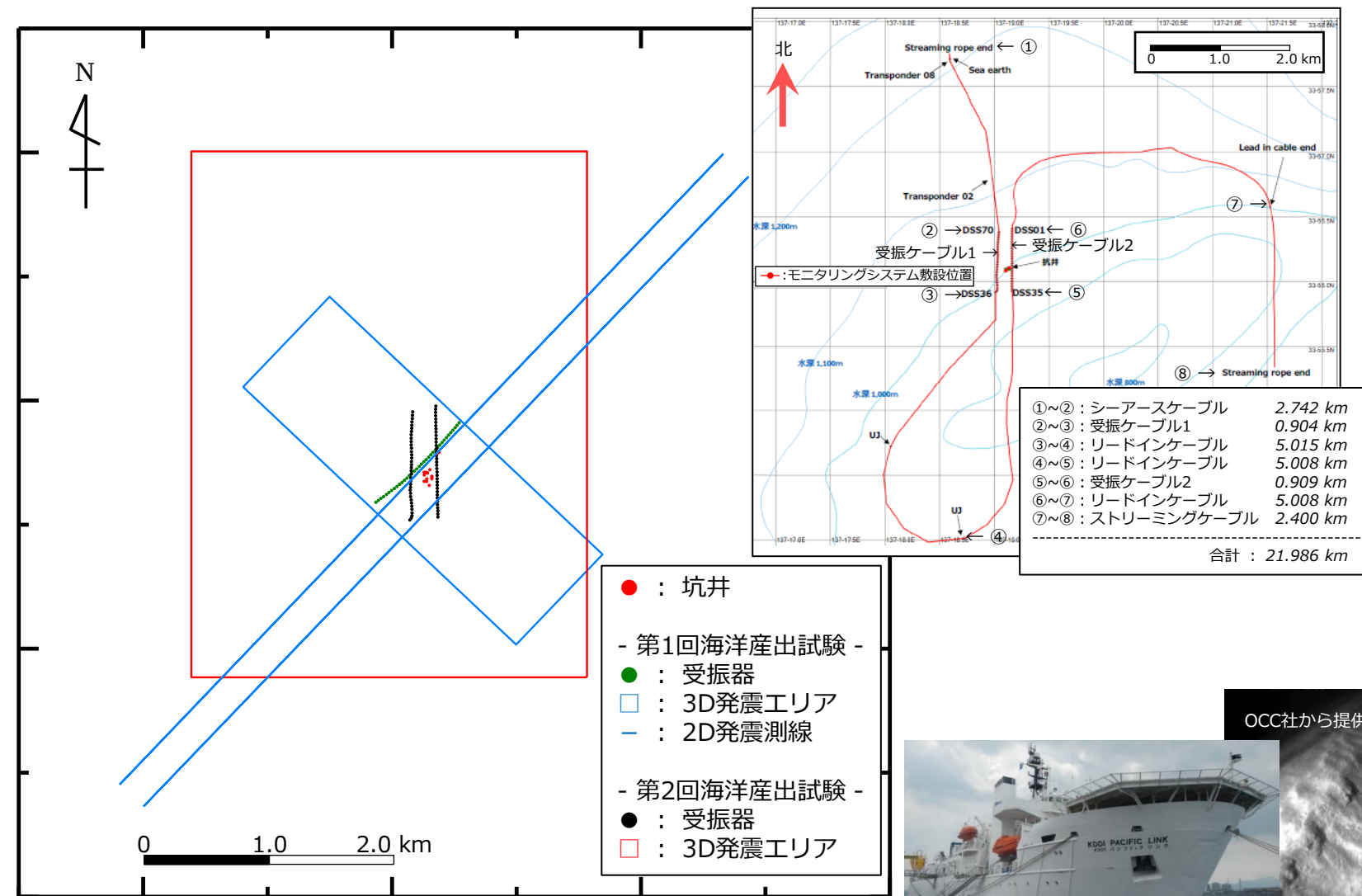
1. 経緯

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
8月：ガス生産試験前データ取得 3月：ガス生産試験	4月：ガス生産試験後1回目データ取得 8月：ガス生産試験後2回目データ取得			8月：ガス生産試験前データ取得	4月：ガス生産試験 10月：ガス生産試験後1回目データ取得	7月：ガス生産試験後2回目データ取得	取得データレビュー	各手法の検討	DASの技術動向調査		DASモデリングスタディ 陸上実証試験	DASモデリングスタディ



2. OBC方式による物理探査モニタリング

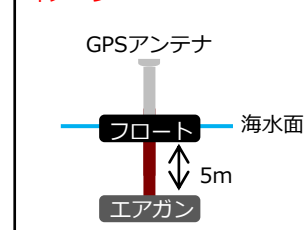
第1回/第2回海洋産出試験(2013年/2017年)においてOBC方式によるタイムラプス地震探査データを取得した。



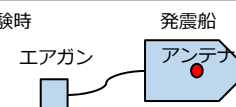
測定仕様

	第1回	第2回
受振器	36台	70台
受振測線	1測線	35台×2測線
受振測線間隔	—	200m
受振点間隔	26.5m	26.5m
発震点間隔	26.5m 13.25m(S1測線)	26.5m
発震測線間隔	118m	106m
発震測線	115点×10測線	121点×41測線(東西測線) 161点×31測線(南北測線)
総発震点数	1797点	9952点

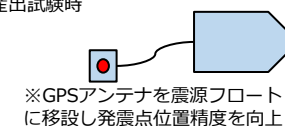
イメージ



第1回海洋産出試験時



第2回海洋産出試験時



OCC社から提供



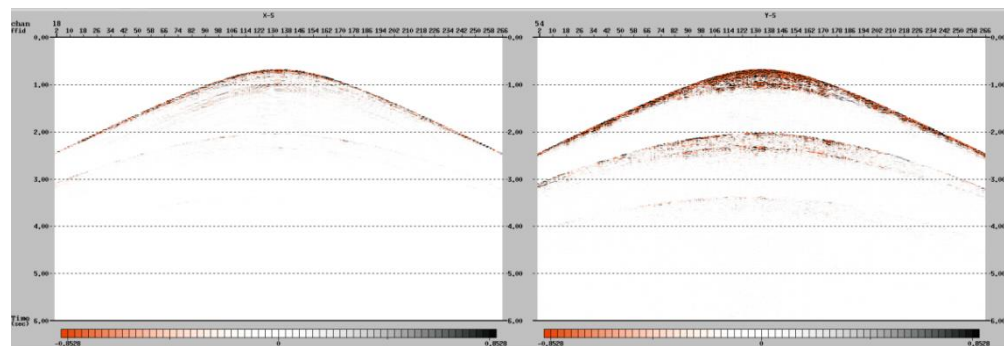
ケーブル敷設船 (KDDI Pacific Link)

JGI社から提供



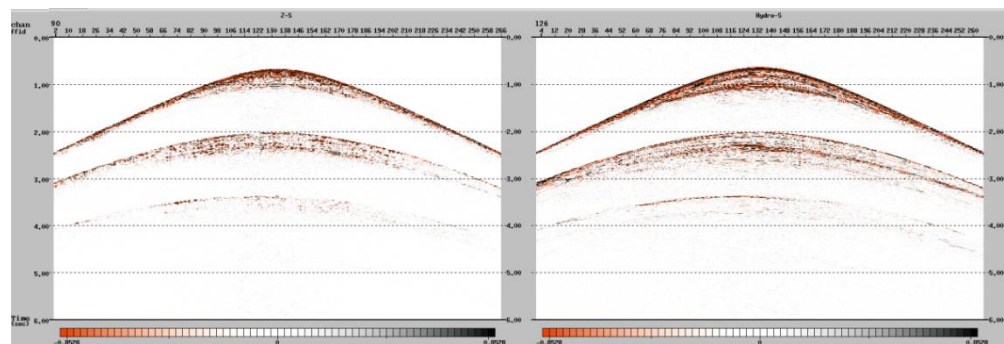
震源 (エアガン)

2. OBC方式による物理探査モニタリング



加速度計X成分

加速度計Y成分



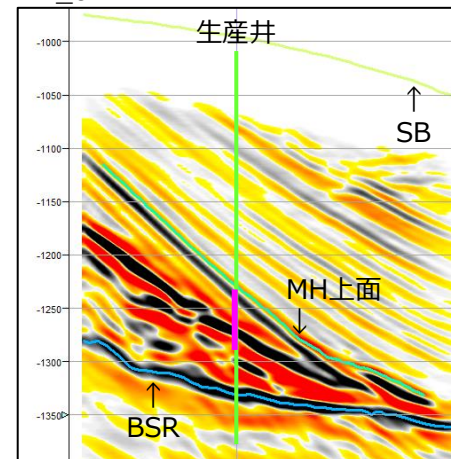
加速度計Z成分

ハイドロフォン

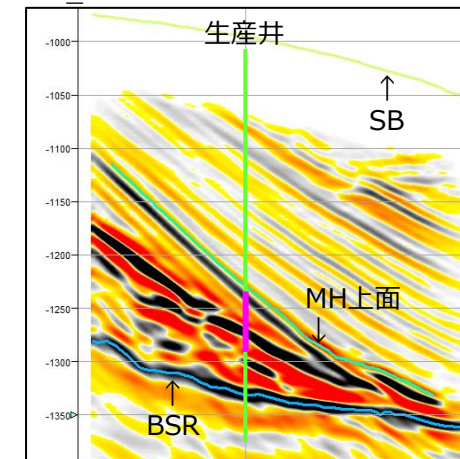
取得データ例

PSDM処理断面

M2_0

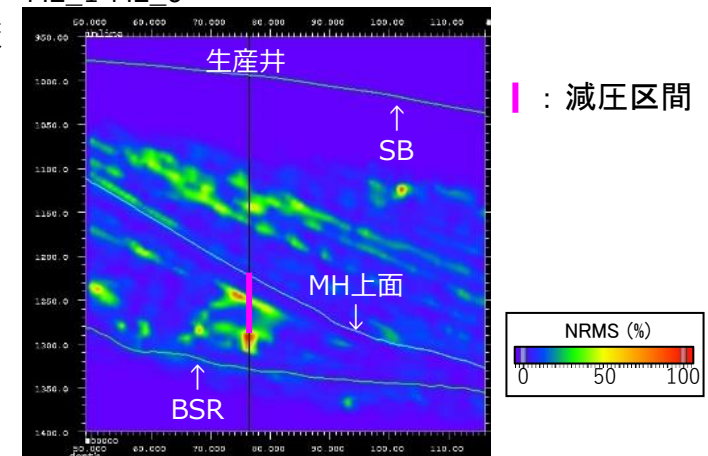


M2_1



M2_1-M2_0

NRMS断面比較



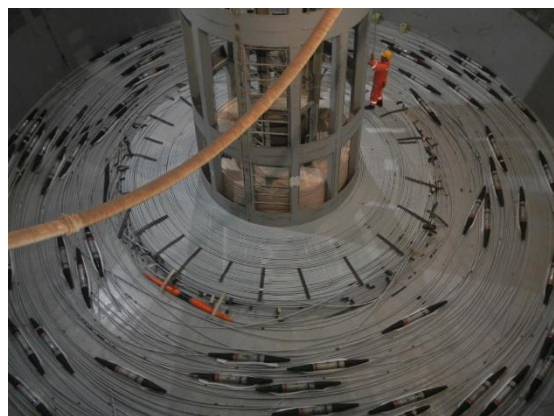
NRMS(Normalized Root Mean Square) :

モニタリング記録の再現性指標。

NRMS値 = 0の場合、比較する対象が完全に一致していることを示す。
再現性が良好とされるNRMS値は30%以下とされる(Johnston,2013)。

3. 将来の海洋産出試験における物理探査モニタリング

OBC方式、OBN方式、DAS方式、ストリーマー方式を比較検討し、DAS方式を候補とした。

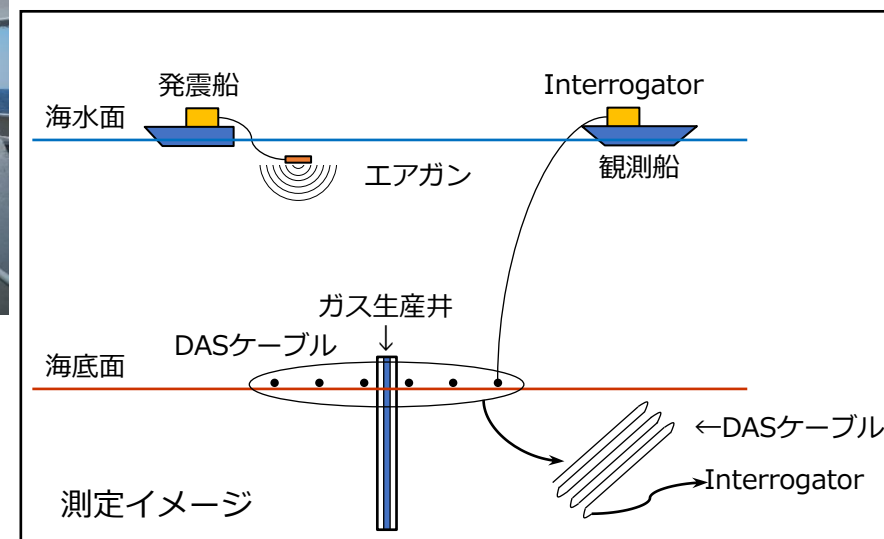
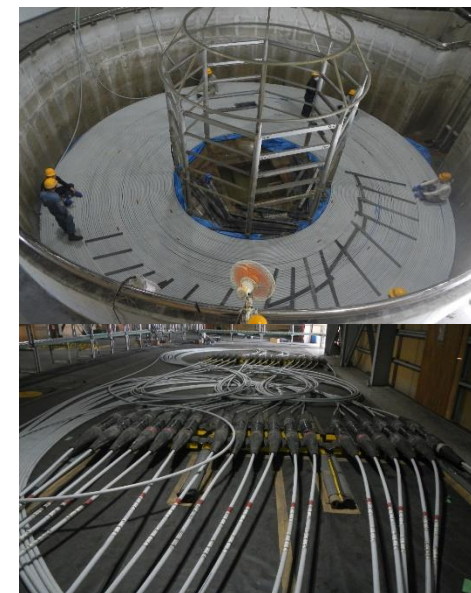


DASケーブル

ガス生産井

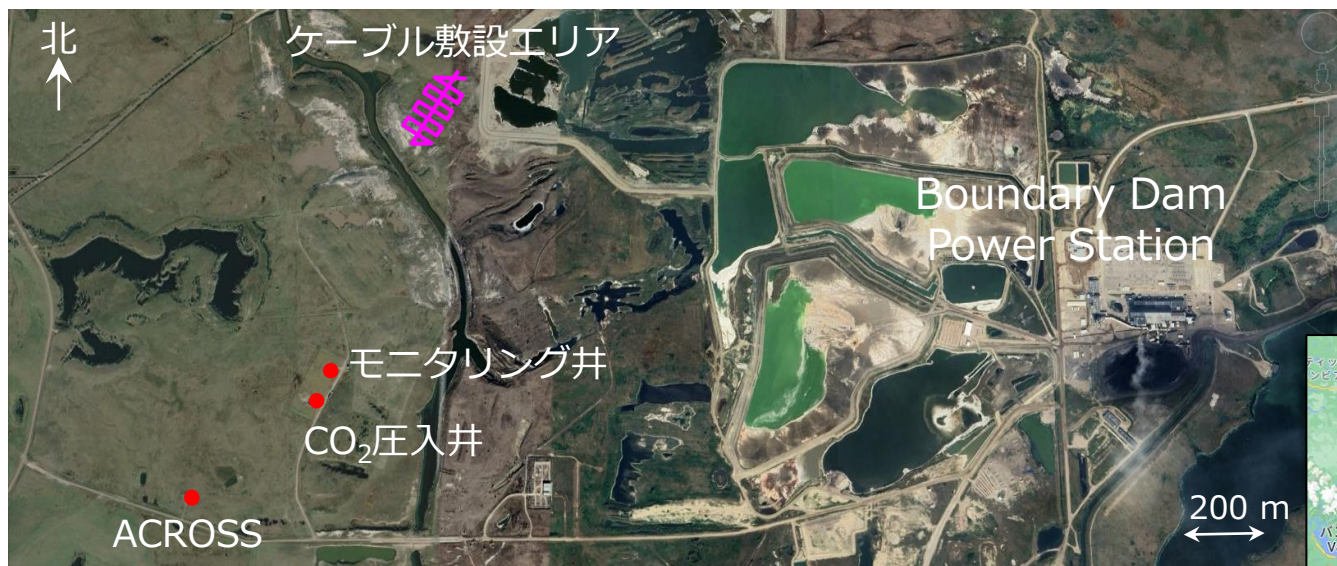
Interrogator (データ収録装置)

Surface-DAS方式イメージ



4. 陸域での検証データの取得

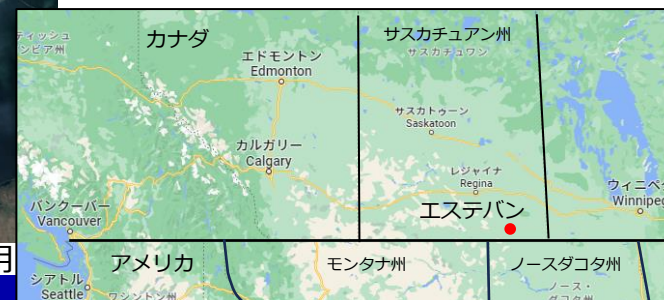
- ✓ 3成分データ取得可能性を検証する目的で、カナダ・サスカチュアン州エステバンにあるBoundary Dam Power Station 敷地内のAquistore CCSサイトにおいてデータ取得を実施した。
- ✓ 調査地ではCO₂の継続的な圧入が行われ、CO₂の貯留モニタリングが行われている。
- ✓ DASケーブルを90度で交差させることにより、交点での3成分データ取得の可能性を検討する。
- ✓ 取得データの検証のため、3成分地震計を交点近傍に設置した。
- ✓ 震源はACROSS(Accurately Controlled Routinely Operated Signal Source)及び火薬を使用した。



Google Earth (Google 社)より引用



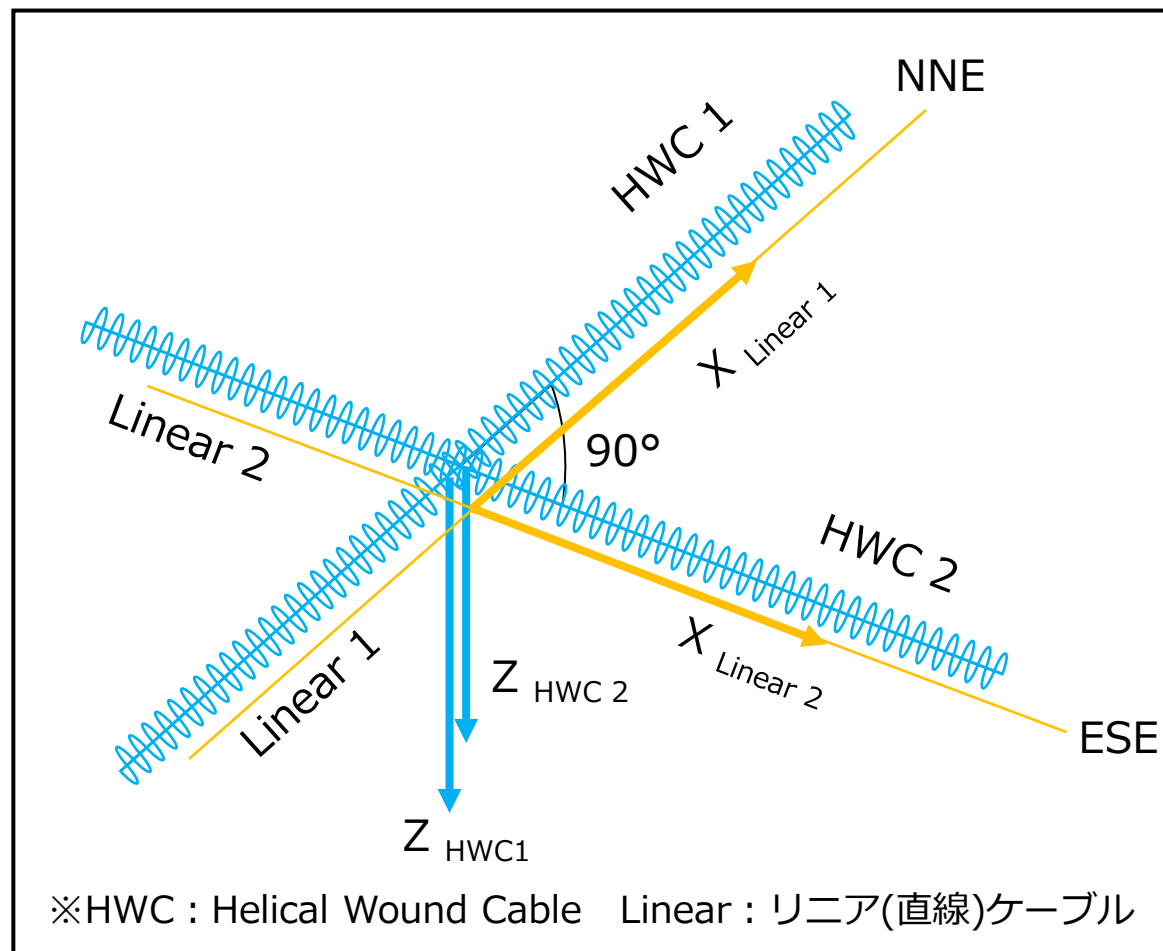
ケーブル敷設エリア



Google Map (Google 社)より引用

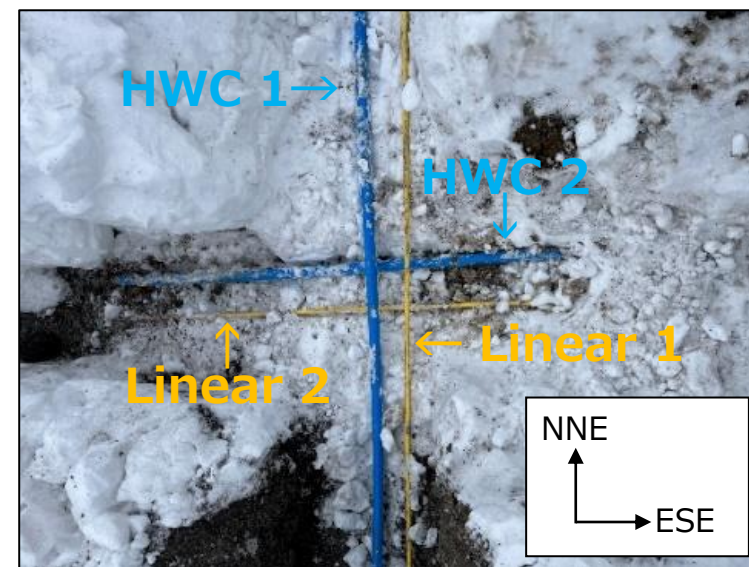
4. 陸域での検証データの取得

3成分データ取得



3成分データ取得の概念

- ✓ Linear 1 は NNEの水平動に感度。
- ✓ Linear 2 は ESEの水平動に感度。
- ✓ HWC 1 と HWC 2 は水平動に加え上下動にも感度。
- ✓ HWCとリニアケーブルのデータを解析することで、水平動と上下動を抽出できる可能性。
- ✓ 交点近傍に設置した3成分地震計データと比較することで、DASデータを検証する。

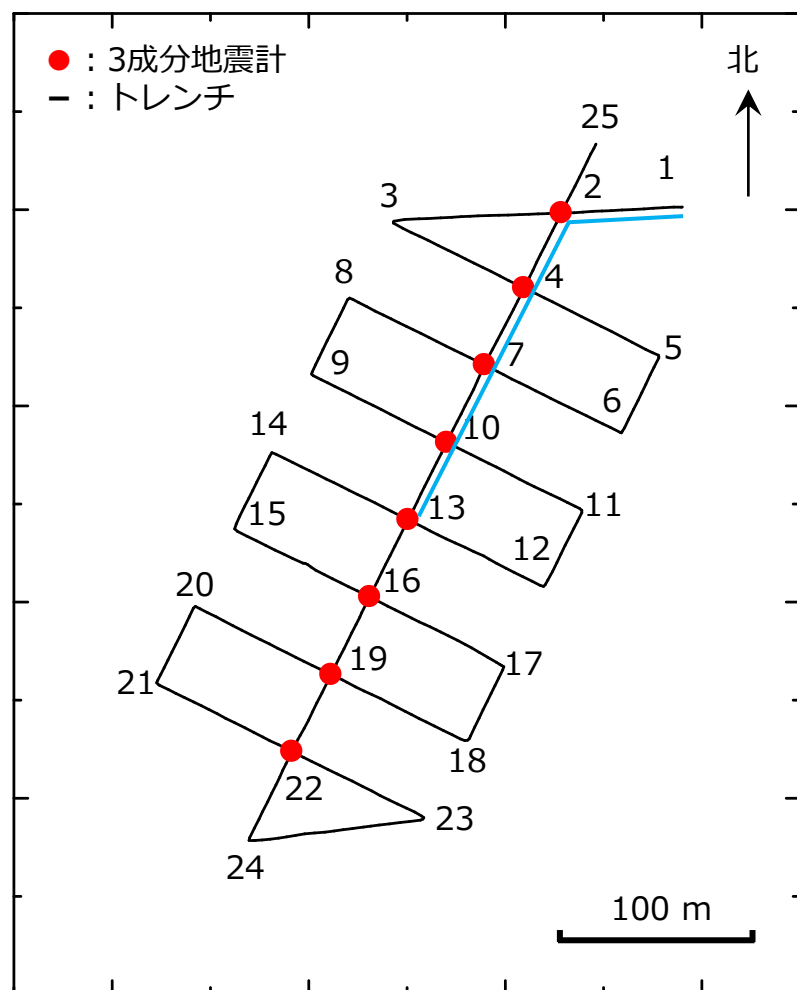


DASケーブルの交点

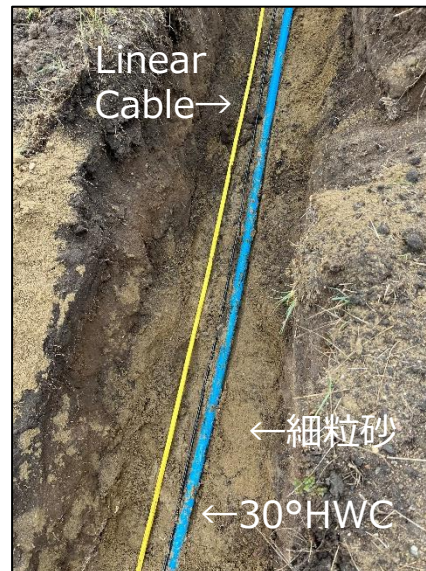
4. 陸域での検証データの取得

ケーブル敷設

- ✓ DASケーブル設置に先立ち、長さ2.0km、幅50cm、深さ50cmのトレンチを掘削。
- ✓ DASケーブルを鋭角な礫や冬季の凍結による断線から守るため、DASケーブルを細粒の砂に埋まるように設置。
- ✓ 30°HWC及びLinear Cable(2.0km)は1から番号に沿って25まで敷設。
- ✓ 60°HWC及びLinear Cable(250m)は1→2→4→7→10→13に敷設。



トレンチレイアウト



ケーブル敷設



砂のフィリング

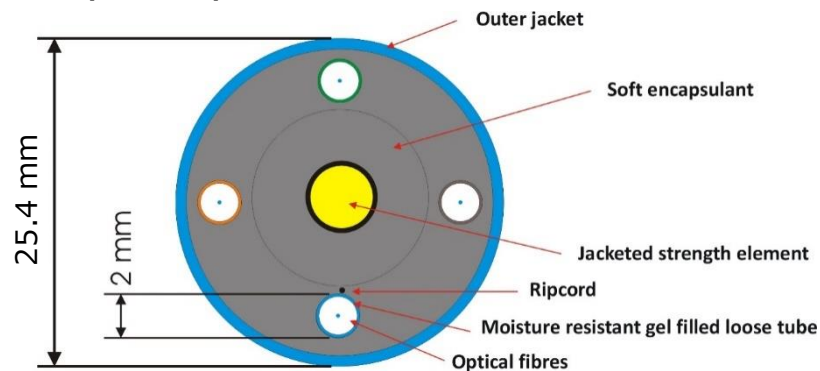


トレンチコーナー

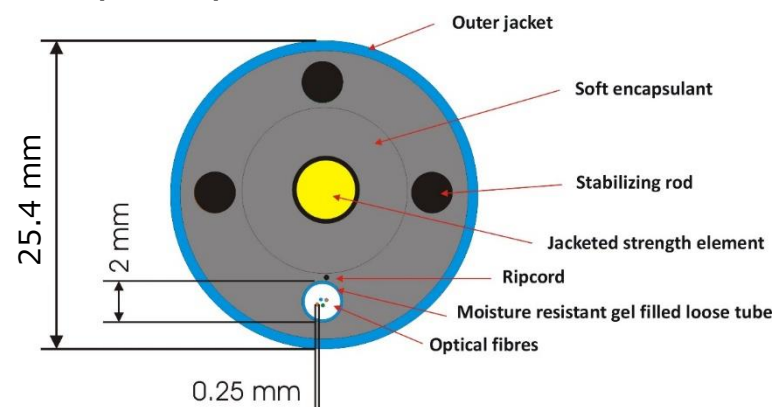
4. 陸域での検証データの取得

敷設ケーブル

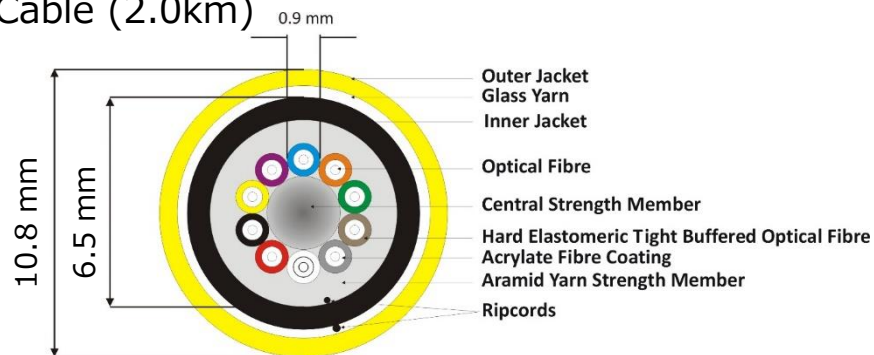
30°HWC (2.0km)



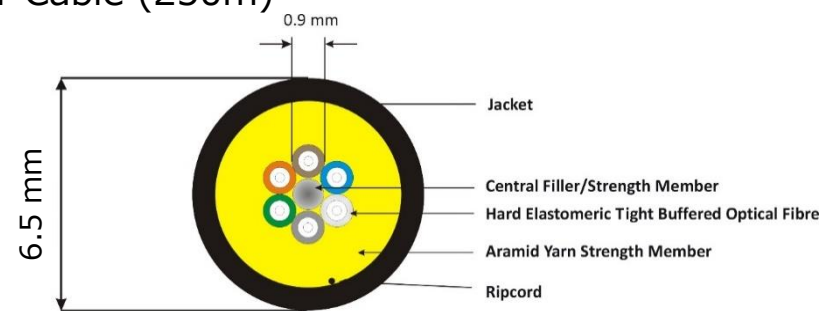
60°HWC (250m)



Linear Cable (2.0km)



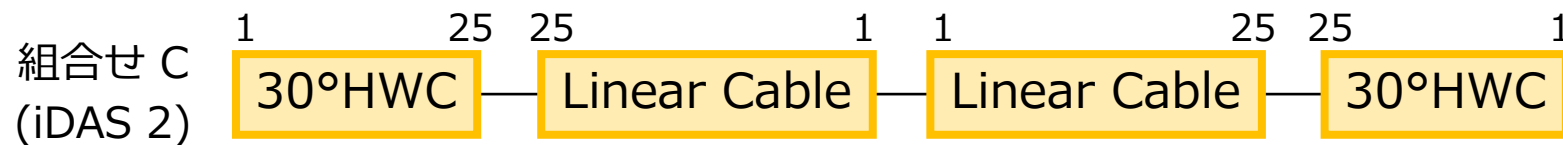
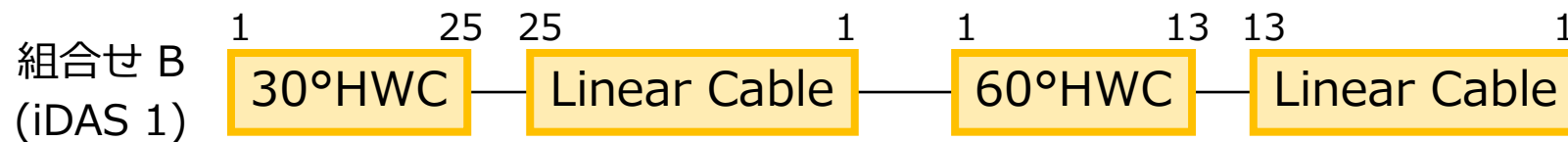
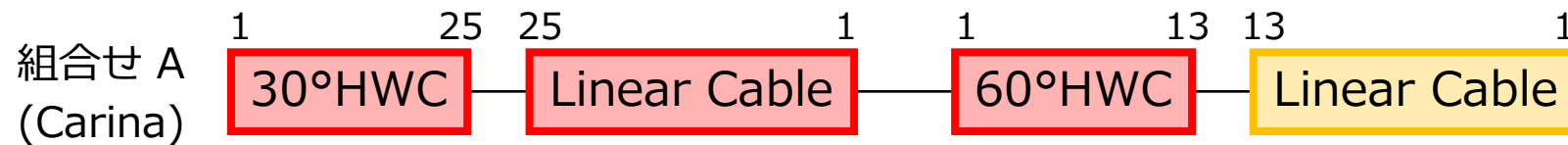
Linear Cable (250m)



Silixa社から提供

4. 陸域での検証データの取得

ケーブル接続



ファイバーの種類

■ : エンジニアリングファイバー(EF)

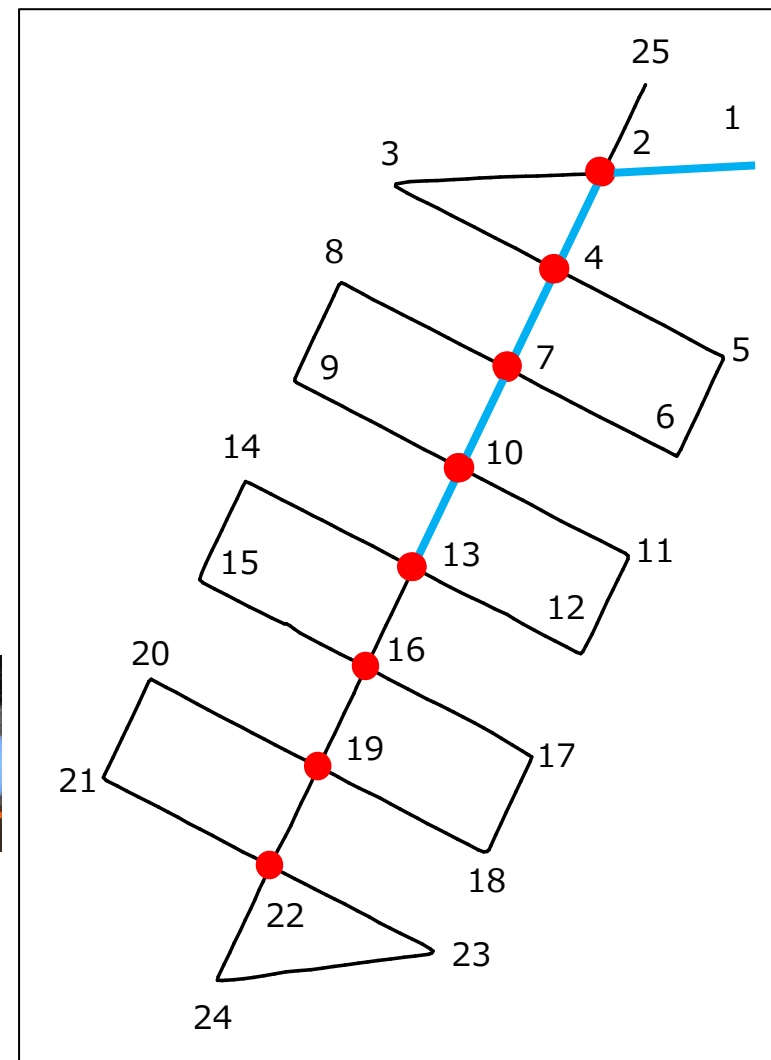
■ : シングルモードファイバー(SMF)



ジャンクションボックス
(No.1及びNo.25)



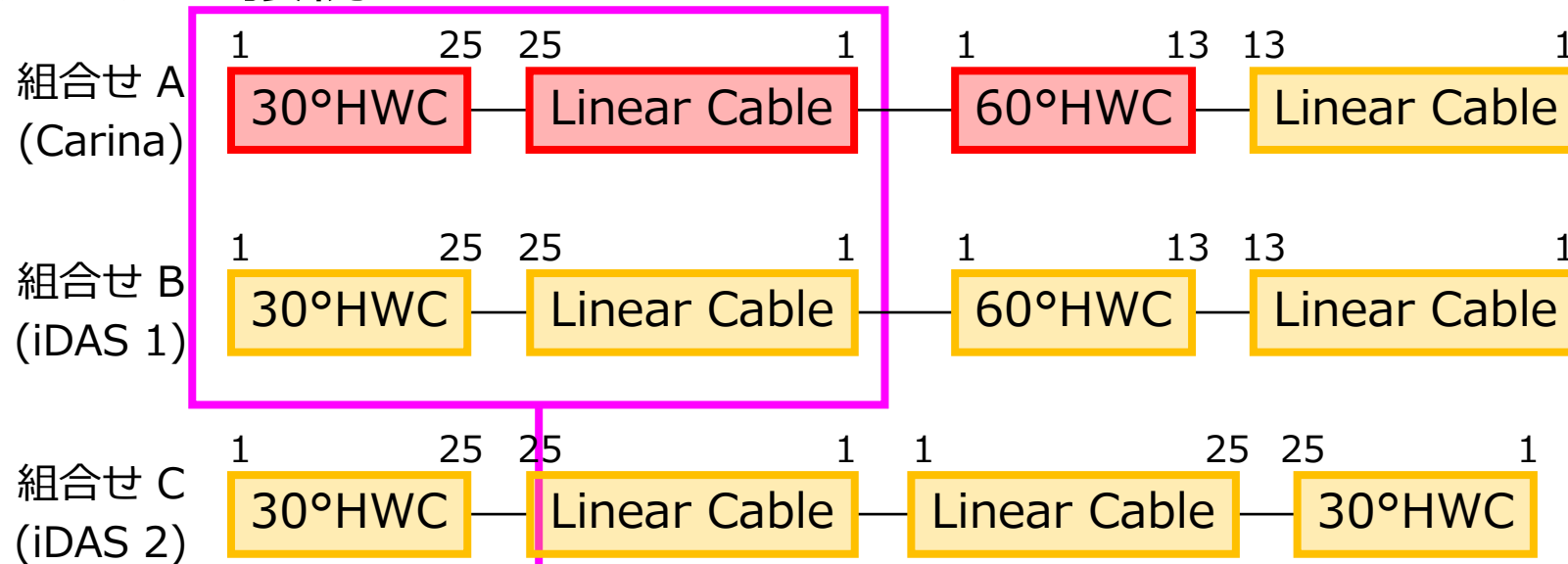
COYOTE LCC Enclosure
(No.13)
60°HWCとLinear Cable
の接続



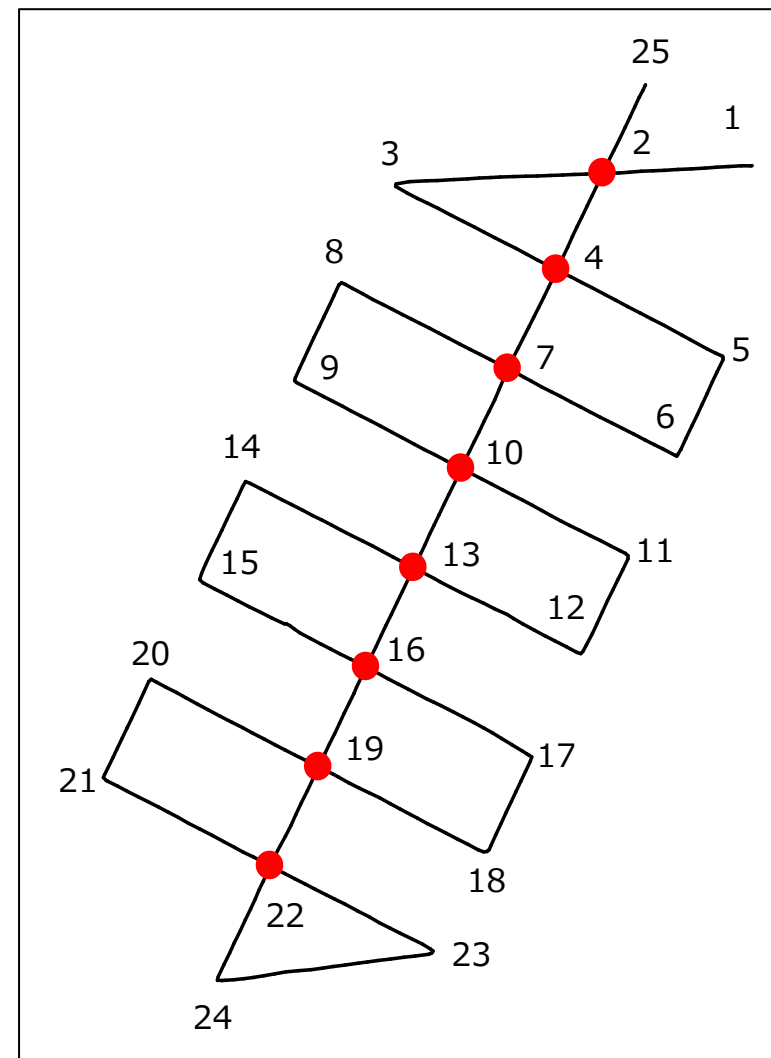
ケーブル敷設レイアウト

4. 陸域での検証データの取得

ケーブル接続

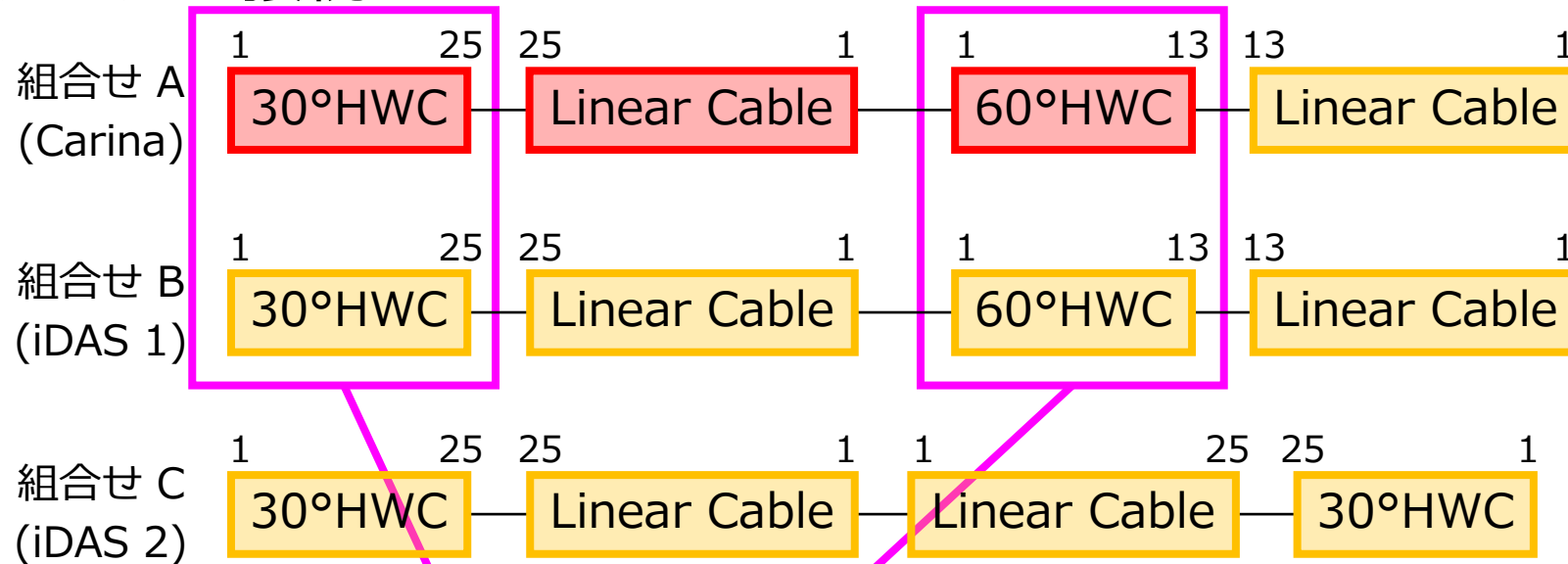


- ✓ 直線区間のヘリカルケーブルとリニアケーブルの比較検証
- ✓ 直線区間のEFとSMFの比較検証
- ✓ 交点における3成分の検証

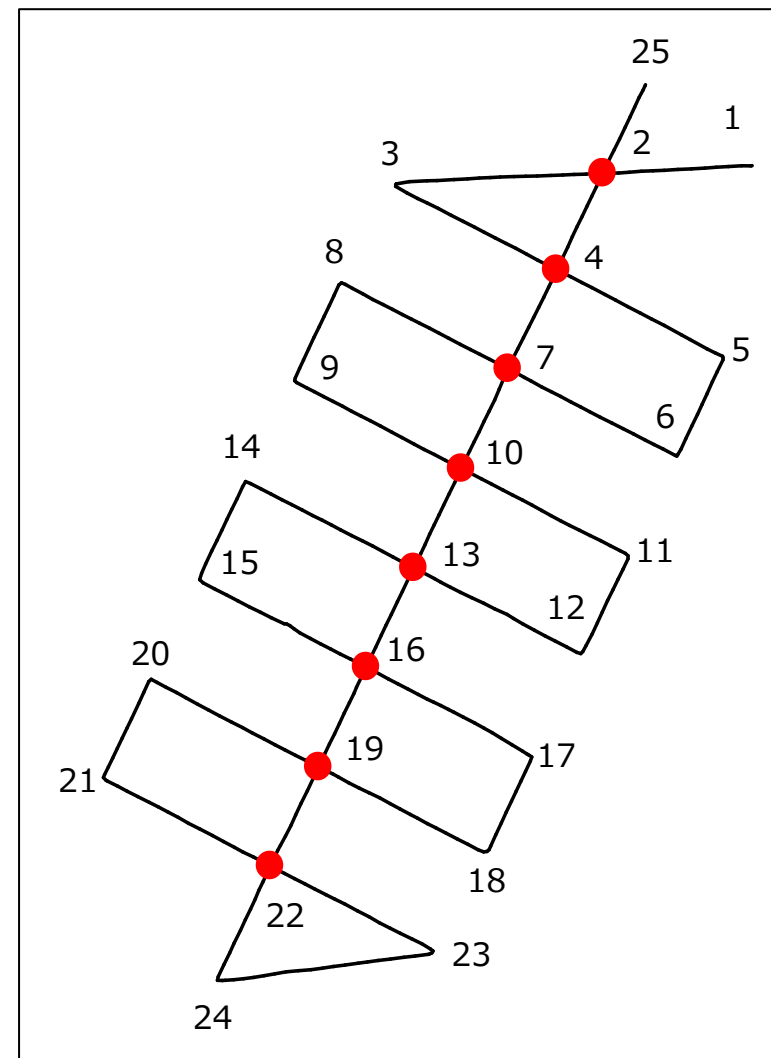


4. 陸域での検証データの取得

ケーブル接続

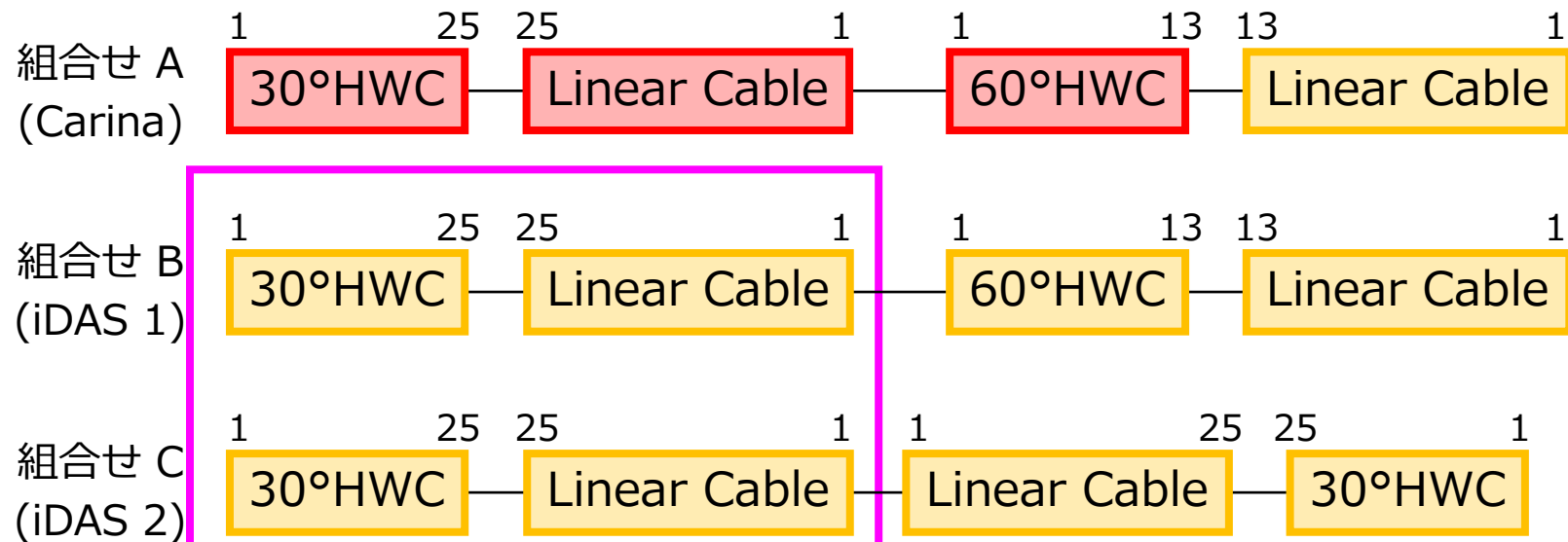


30°と60°のピッチ角の違いの検証

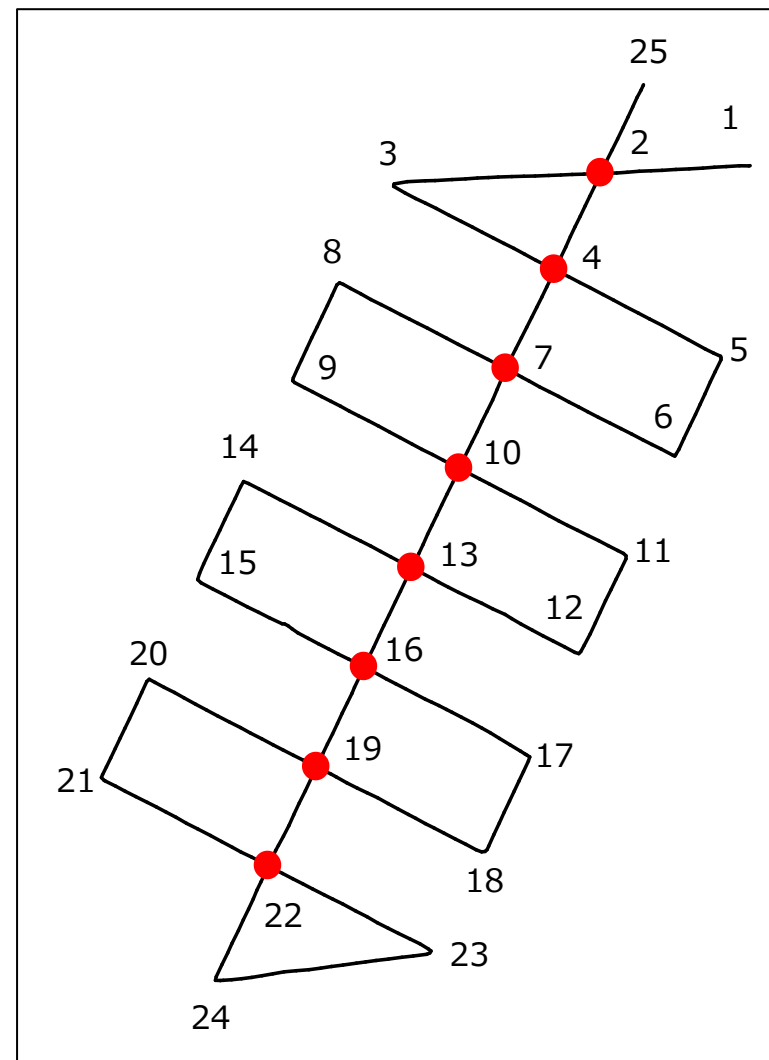


4. 陸域での検証データの取得

ケーブル接続

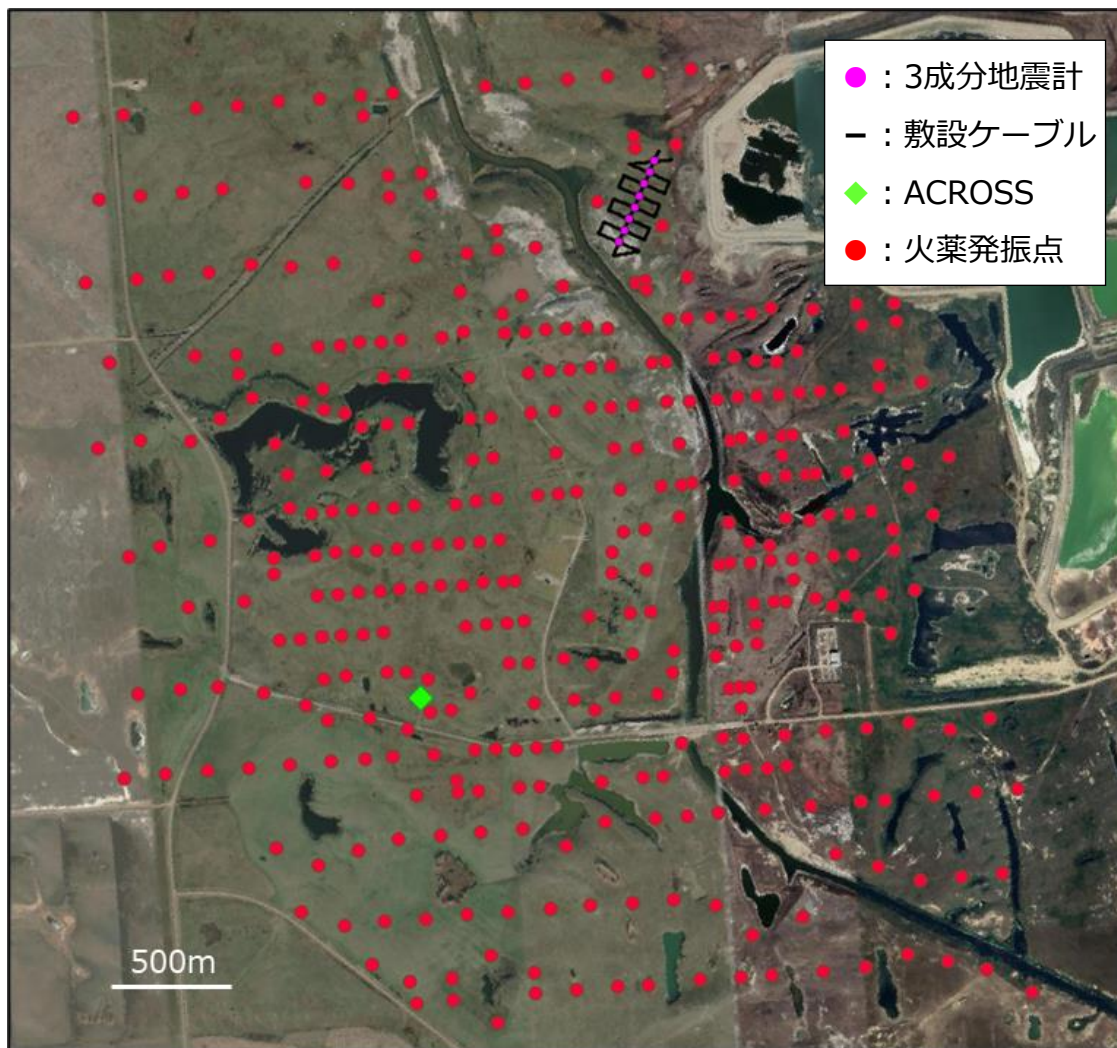


スタック効果によるSN比の比較



4. 陸域での検証データの取得

データ取得

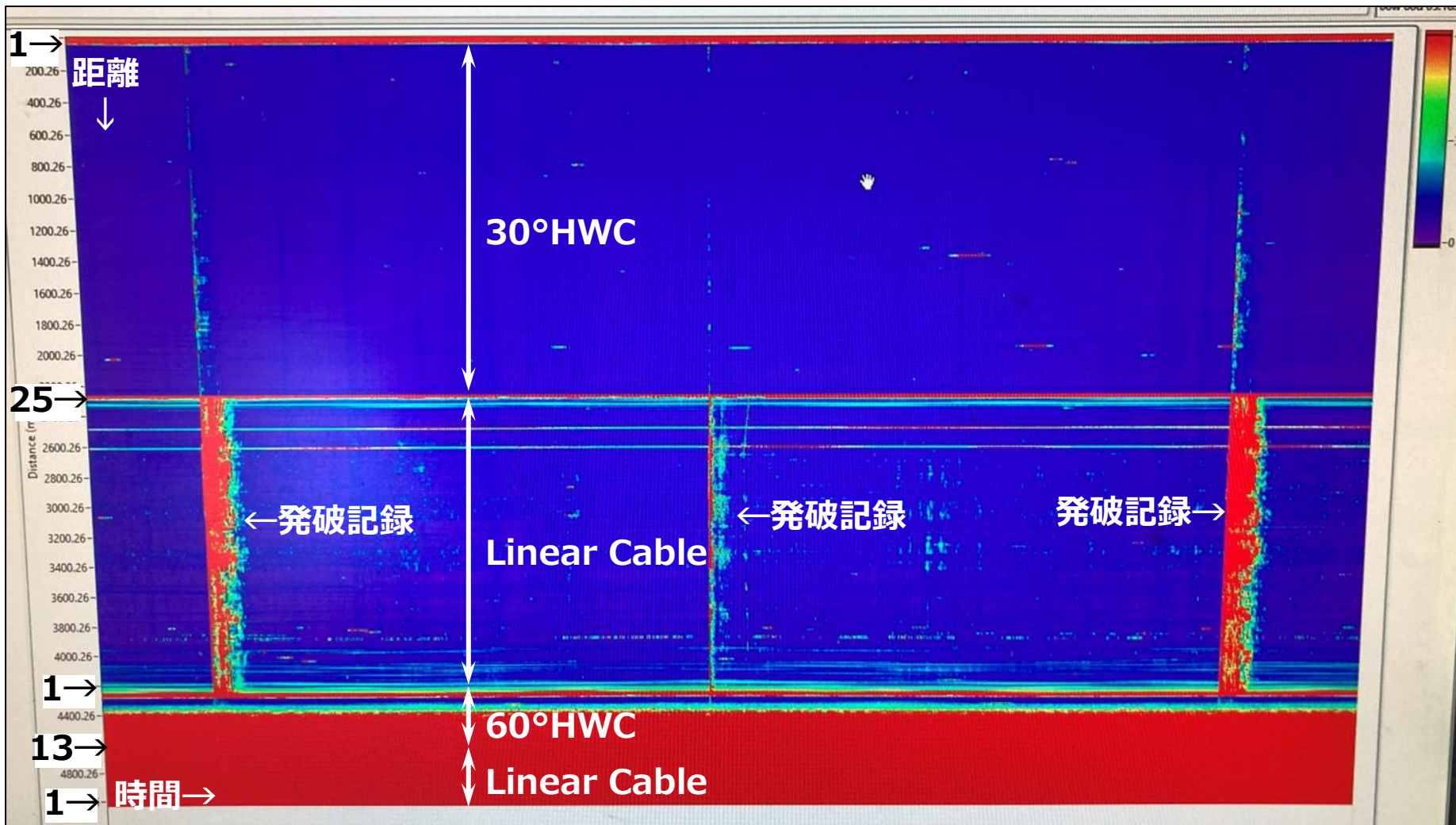


Google Earth (Google 社)より引用

- ✓ 火薬震源による発震は2日間の昼間に実施し、390点で発振。
- ✓ ACROSSによる発震は10日間連続で実施。
- ✓ ACROSSを停止した後、引き続き24時間の環境ノイズ(Ambient Noise)データを取得。

4. 陸域での検証データの取得

データ取得

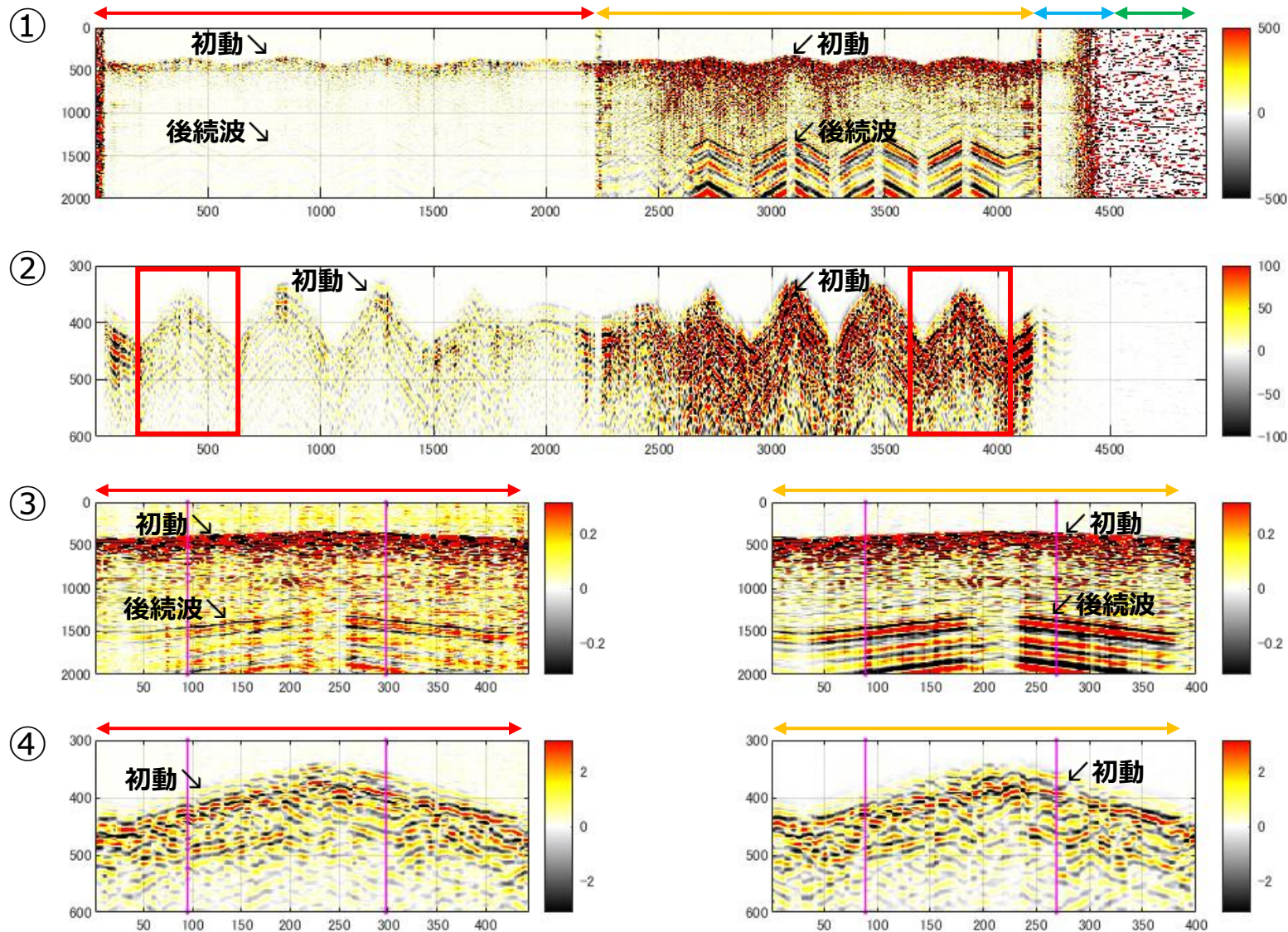
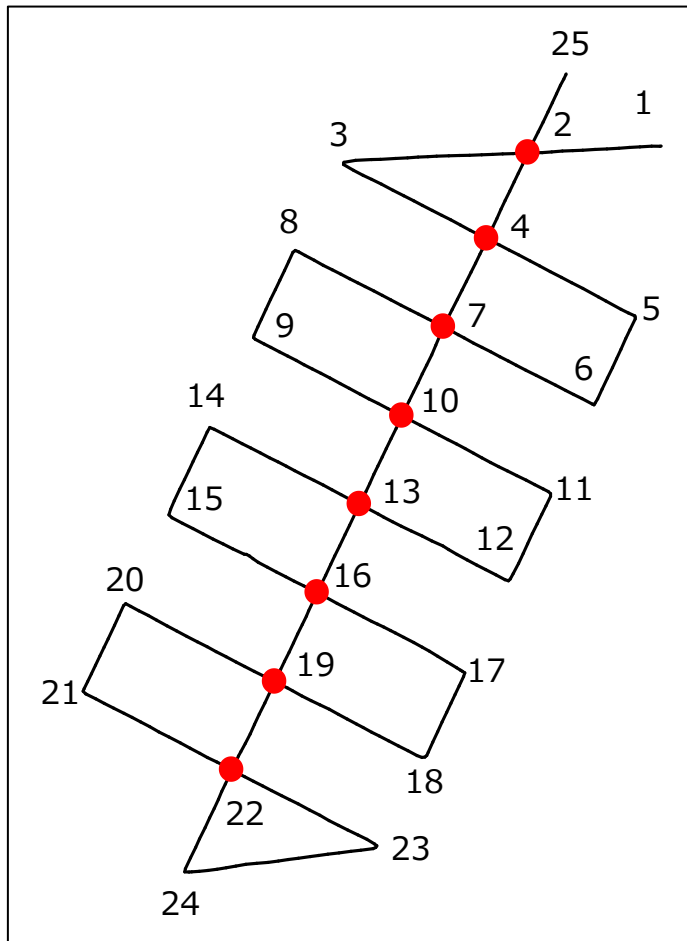


- ✓ 60°HWCは約50mで減衰。
- ✓ 60°HWCの50m以降と Linear Cableはデータ取得できず(ノイズ記録)。
- ✓ 減衰の原因は、ケーブルの製造プロセス。

取得データQCモニター

4. 陸域での検証データの取得

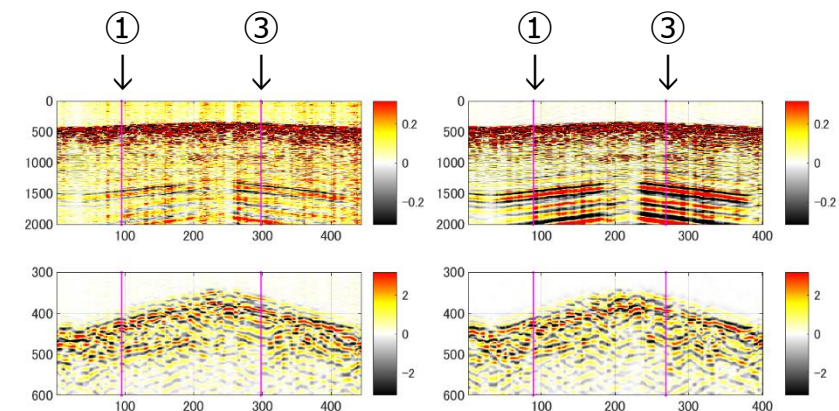
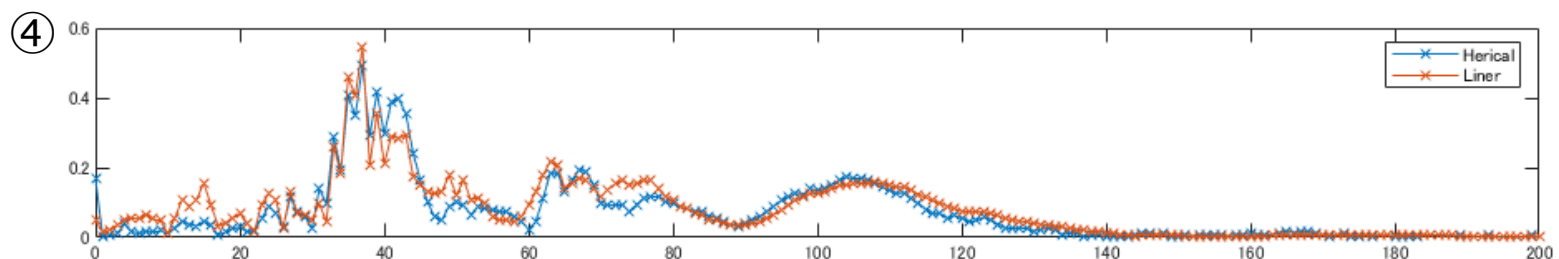
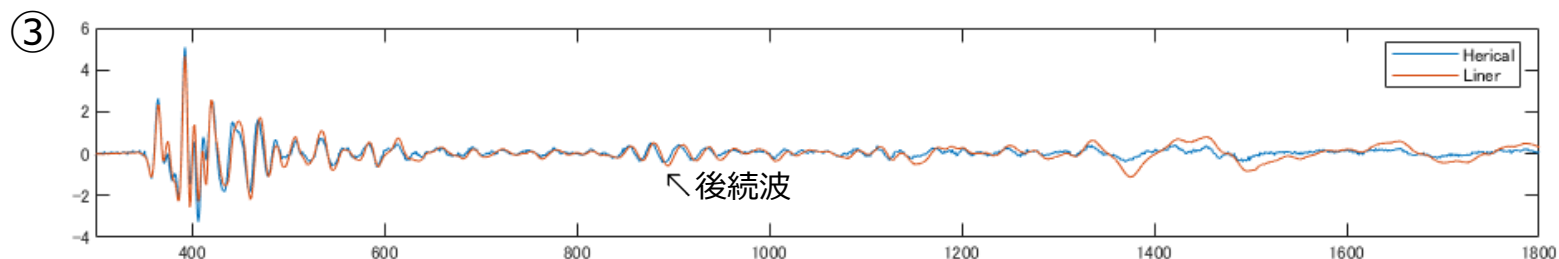
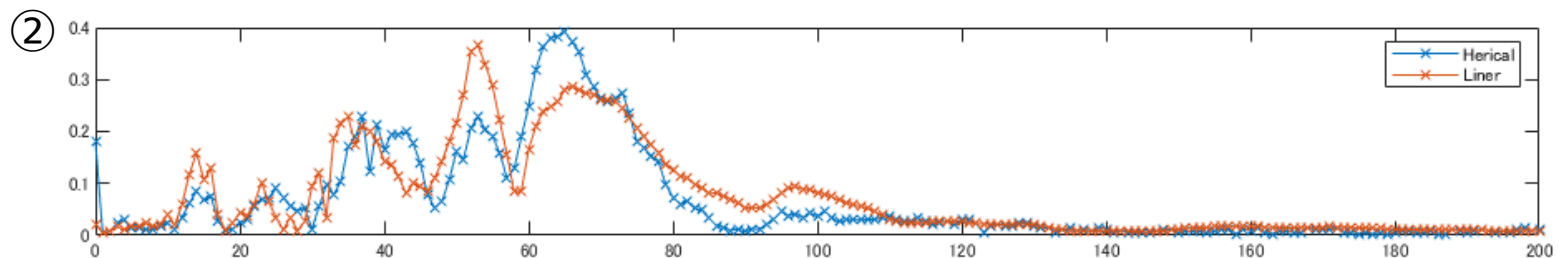
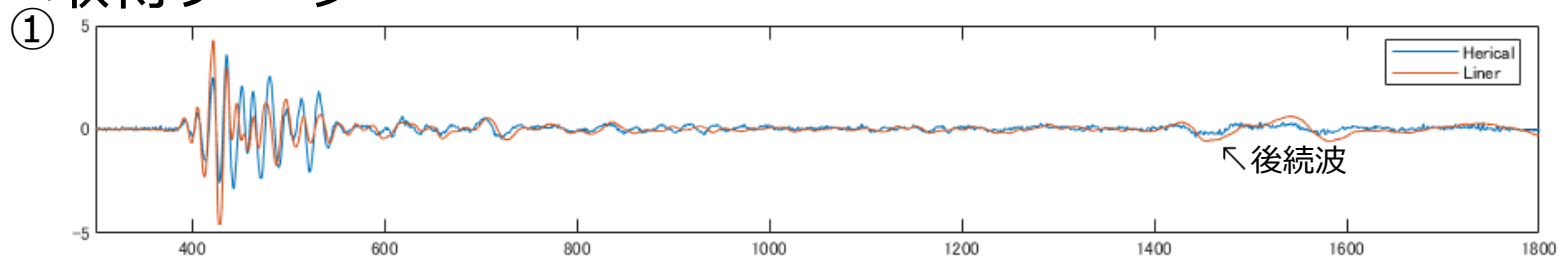
取得データ



↔ 30°HWC ↔ Linear Cable ↔ 60°HWC ↔ Linear Cable

4. 陸域での検証データの取得

取得データ



5. まとめ

- ✓ 第1回及び第2回海洋産出試験において取得したOBCデータの検証及び技術動向調査、各方式の比較検討を通し、将来の海洋産出試験に向けてDAS方式による物理探査モニタリングを検討する方針とした。
- ✓ DAS方式による3成分データ取得の可否を検証するためのモデリングスタディを実施し、理論的に3成分応答が得られることが分かった。
- ✓ 陸上においてDAS方式による実証試験を実施した。
- ✓ 陸上で取得したDASデータと従来型受振器データとの比較を行い、DASデータの品質及び特性を検証中である。
- ✓ 陸上では、今後断続的にデータを取得し、DASの長期的なデータ取得精度についても検証する。
- ✓ モデリングスタディを継続し、最終的には複数のファイバーを1本のケーブルに組み込んだ海域用DASケーブルを製作する。

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います。

