

「はやぶさ2」カプセル回収における 固体化マリンレーダーの成果

宇宙探査オープンイノベーションフォーラム
2021/02/02

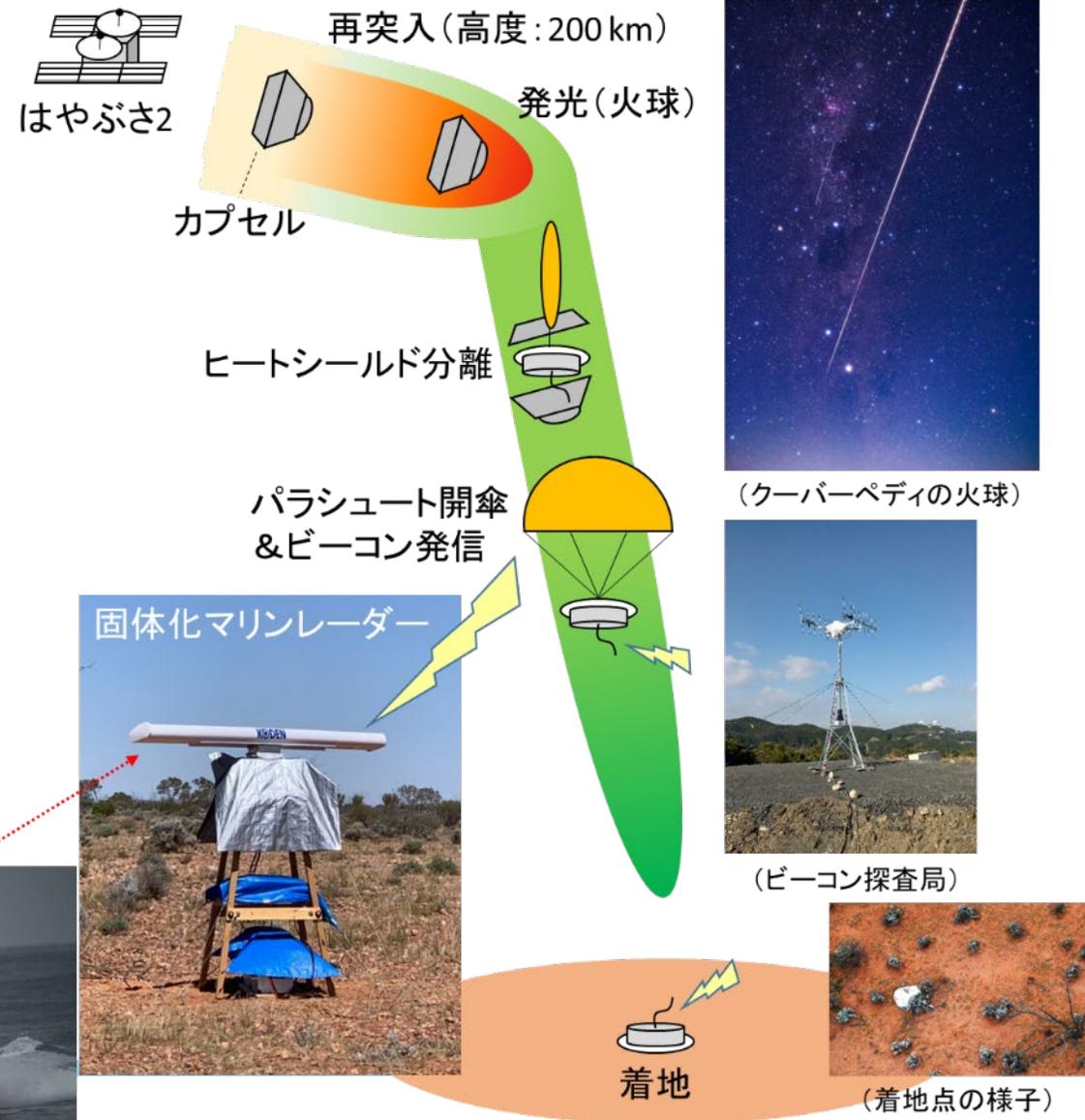
株式会社光電製作所
技術グループ開発部
林 大介

目次

1. はじめに
2. 探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発
3. 「はやぶさ2」カプセル回収ミッションの成果
4. まとめ

はじめに

- 2020年12月6日「**はやぶさ2**」により採取された小惑星リュウグウの試料を搭載した「カプセル」が地球に帰還.
- カプセル着地点推定に**JAXA宇宙探査ハブ**と、**光電製作所**で開発した「**固体化マリンレーダー**」が用いられた.
- マリンレーダーによる探索では**最大探知距離30km以上**, カプセル**着地点近傍約200mまでの追尾**に成功.
- 迅速かつ確実な回収に貢献.



目次

1. はじめに
- ➔ 2. 探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発
3. 「はやぶさ2」カプセル回収ミッションの成果
4. まとめ

探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発

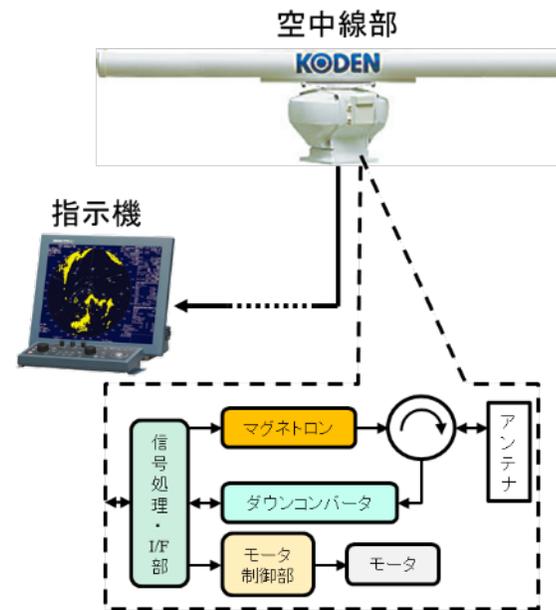
～概要～

- RFP1課題解決型テーマ。
(2016年3月～2017年3月)

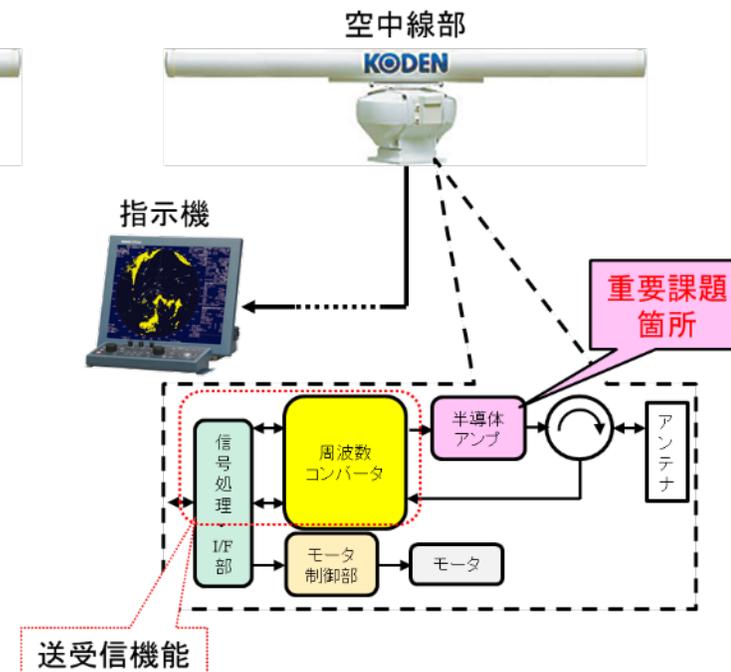
- 長寿命化によるユーザーの**維持費負担低減**と**信号品質の向上**のため、マグネトロン代わりに半導体アンプを用いたレーダー。
- 商用機として市場展開が可能な性能・価格・寸法を満たした**高出力タイプ**の**X帯固体化マリンレーダー**の開発を目的とした。

装置比較

現行装置

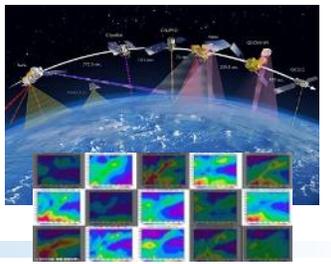
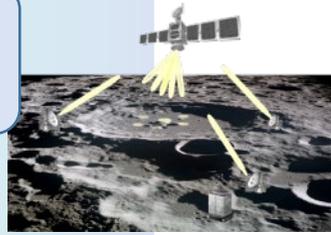
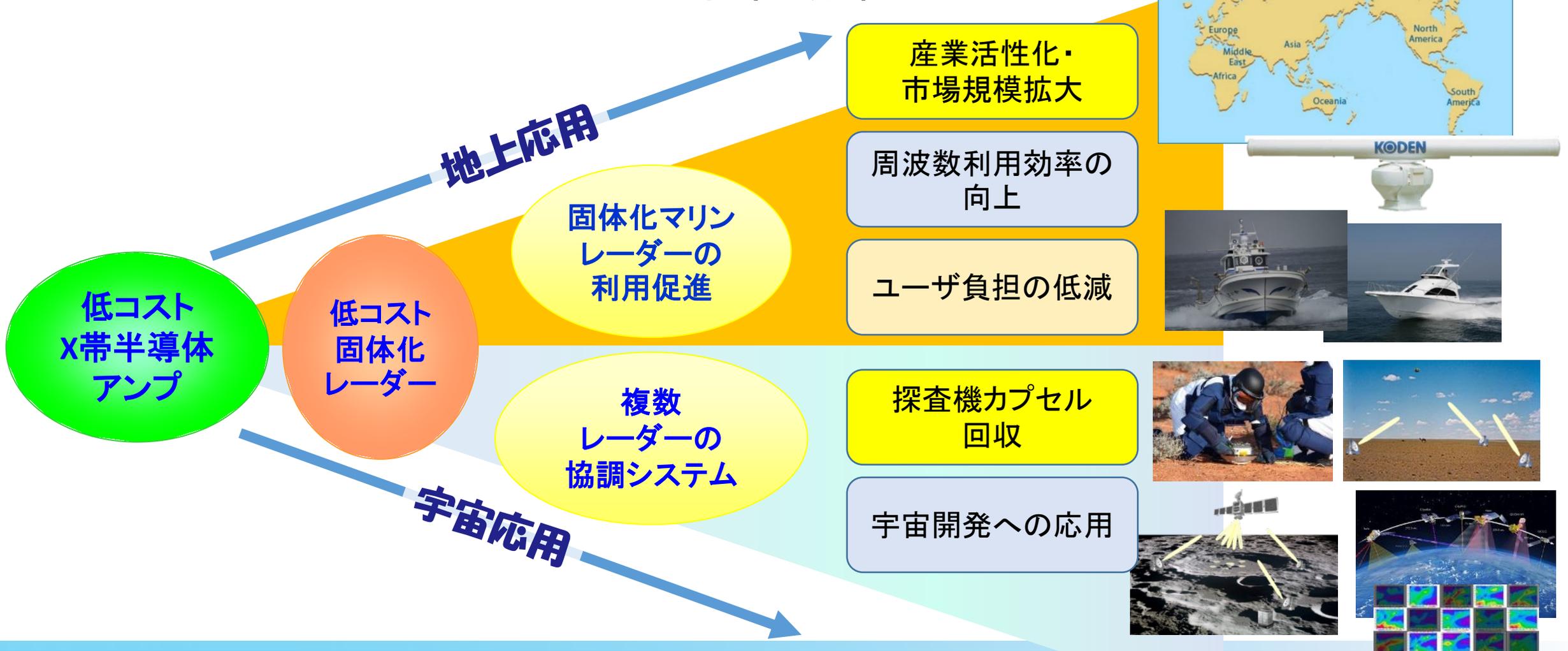


開発装置



高出力半導体アンプの小型・低コスト化が最重要課題

探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発 ～目標効果～

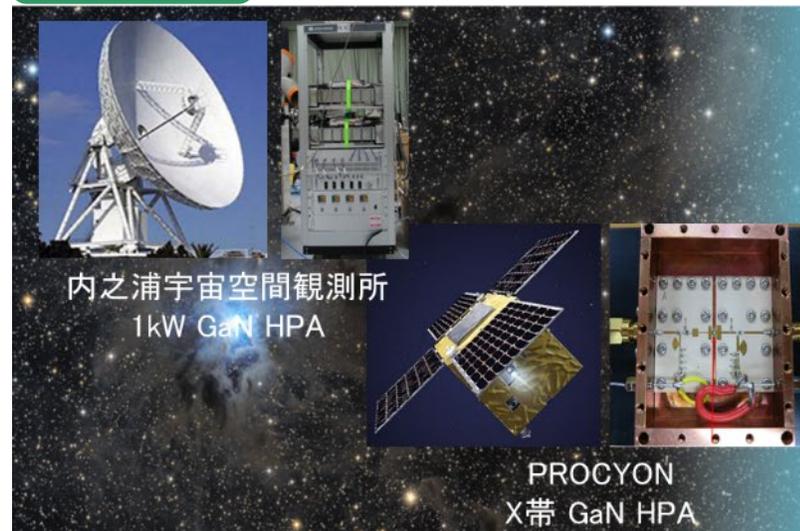


探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発

～開発への取り組み～

- **JAXA**が保有する半導体アンプの技術と**光電製作所**のセンシング機器の**技術**を融合.
- 開発体制
 - 高出力アンプ: JAXA
 - 送受信機・システム: 光電
- 光電社員を**クオアポ**でJAXAに派遣してアンプ設計技術の習得を図る.

JAXA実績



光電実績

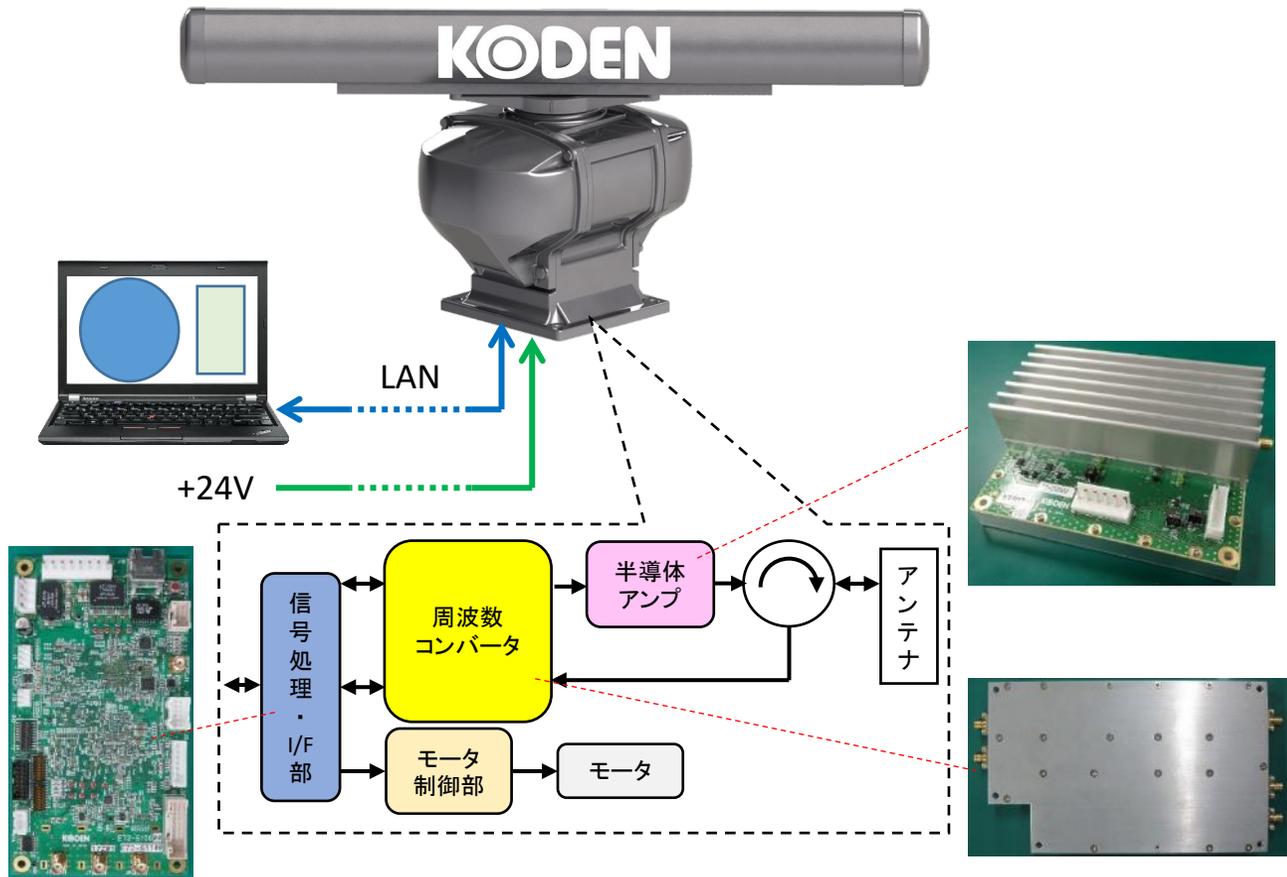


開発の経過

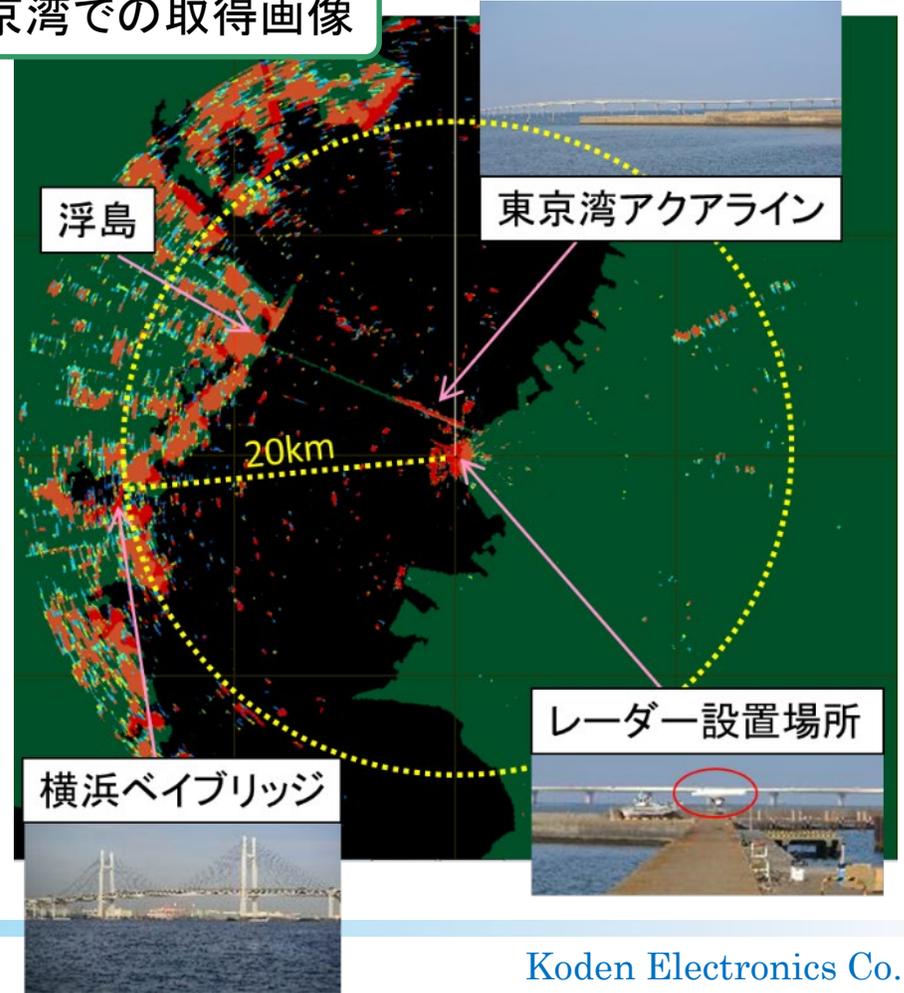


探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発 ～開発成果～

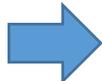
固体化マリンレーダー(展示用)



東京湾での取得画像



目次

1. はじめに
2. 探査ハブにおける固体化マリンレーダーの開発
-  3. 「はやぶさ2」カプセル回収ミッションの成果
4. まとめ

「はやぶさ2」カプセル回収ミッション ～概要～

探査ハブとの共同開発が完了したことを契機に
2018年度から「はやぶさ2」カプセル回収チームに
参加して本格的な検討を開始。

【目的】

迅速な回収のための再突入カプセル着地点推定

(科学的価値維持のために再突入後は早急な回収が必要)

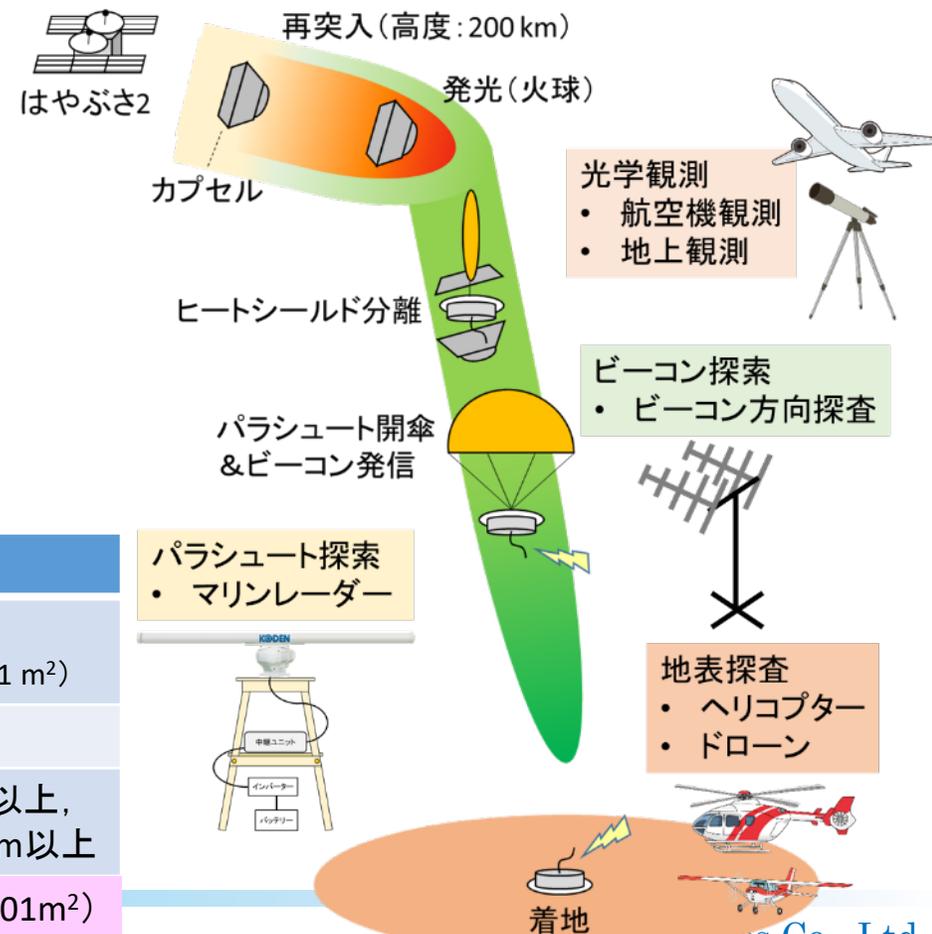
【役割】

➤ 方探システム異常時のバックアップ

➤ 搜索地点決定のためのデータ提供

(複数システムの結果から地点を決定して
ヘリコプターで搜索)

回収シナリオ



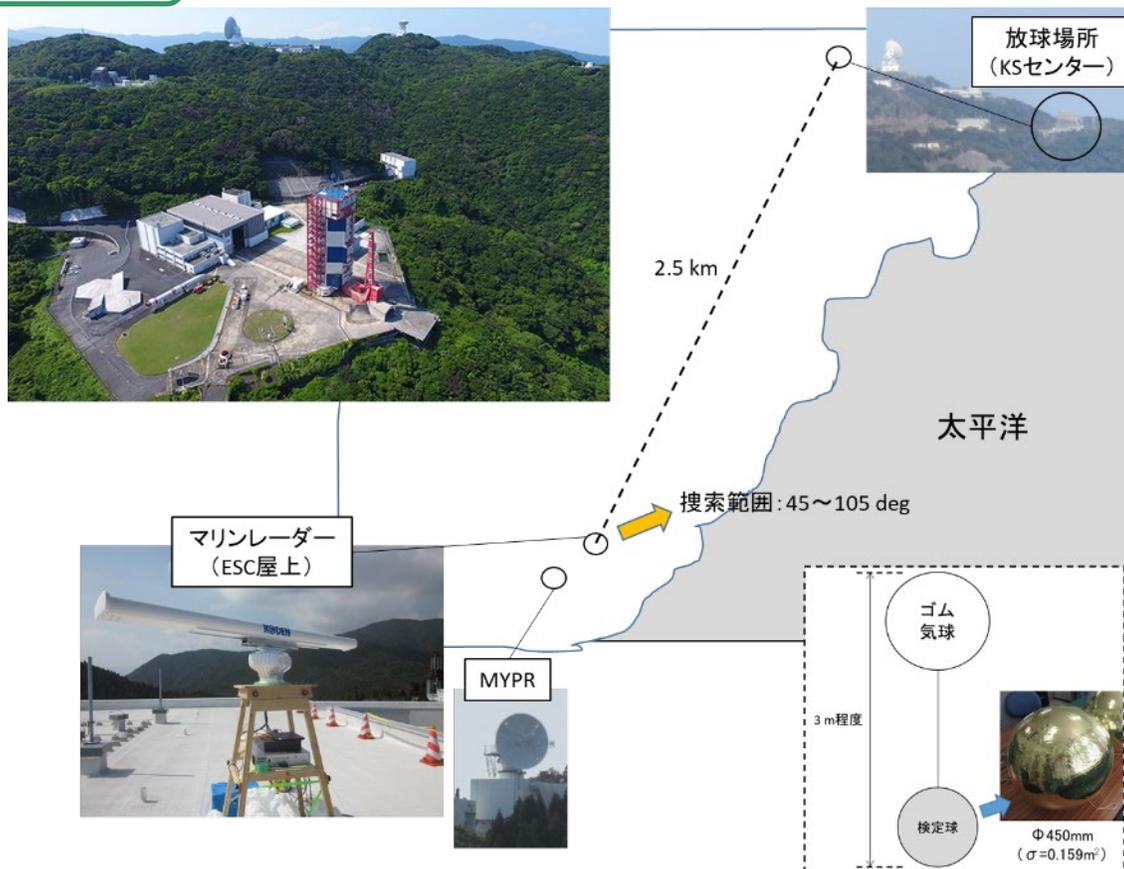
探索条件

項目	条件
レーダー 断面積	0.2~0.5m ² (カプセル: 0.01 m ²)
降下速度	6~8m/s
探索範囲	長軸: 百km以上, 短軸: 数十km以上

(人: 1.0m², 鳥: 0.01m²)

「はやぶさ2」カプセル回収ミッション ～事前準備～

USC試験 2019年2月@内之浦宇宙空間観測所



現地試験 2019年12月@ウーメラ砂漠



✓ 基本探知性能を確認

✓ 現地での電波環境・探知性能を確認

「はやぶさ2」カプセル回収ミッション ～探索計画～

- 探索範囲内に**4つのマリンレーダー**を配備。
(N1-C2, N2, N3, S2)
- マリンレーダーは**仰角方向に傾斜**を持たせ、かつ**回転速度を通常より低下**させて運用。
(他は通常のマリンレーダーと同様の仕様)
- メンバーはJAXA3名, 光電6名の**混成チーム**。
(各サイトに1名のオーストラリア国防省のエスコータ)

機材配置とメンバー



レーダー仕様

項目	代表値
周波数	9410 MHz
送信電力	400 W
パルス幅	22 μ s(Q0N)
繰り返し周波数	3000 Hz
アンテナ回転速度	1 rpm
アンテナ利得	31.4 dBi
アンテナビーム幅	水平: 0.8 deg 垂直: 23 deg
アンテナ傾斜角	15 deg

「はやぶさ2」カプセル回収ミッション ～本番準備～

【主な実施事項】

- 11/1～11/23
コロナ禍で1週間の国内自主隔離,
2週間の豪州隔離, 4回のPCR検査.
- 11/27～28
各サイトの機材設置.
(最高気温47°C)
- 11/30
ヘリコプター追尾による動作確認.
- 12/1～2
リハーサル.

機材設置の様子



～杭打ち～



～ケーブル敷設～

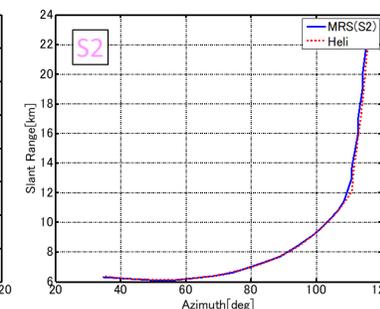
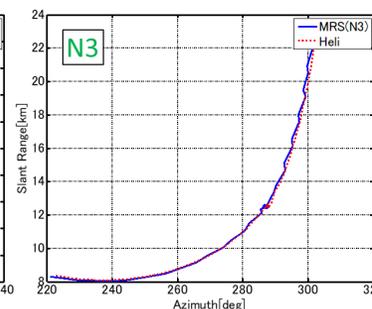
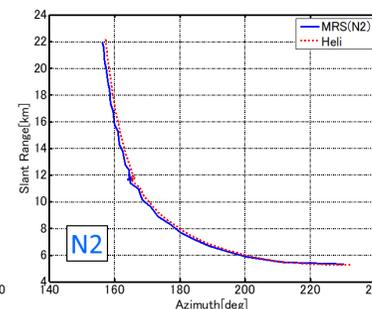
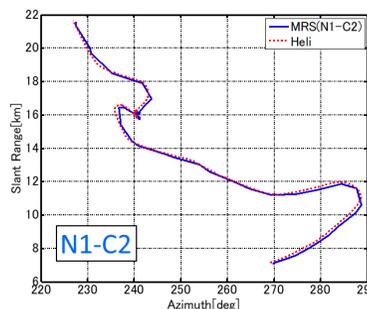


～方位角校正～



～休憩～

ヘリコプター追尾試験結果



「はやぶさ2」カプセル回収ミッション ～本番運用～

【12/6】

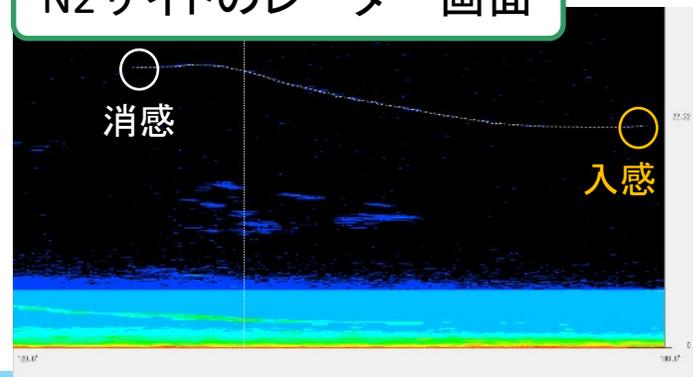
- AM 3:55 レーダー測定開始
- AM 3:59 火球発見
- AM 4:04 入感(最初の探知)
～以降カプセル追尾～
- AM 4:23 消感(最後の探知)
- AM 4:30 本部に結果連絡
- AM 4:38 へり搜索地点決定
- AM 6:17 カプセルを目視確認

再突入後, 約2時間で発見

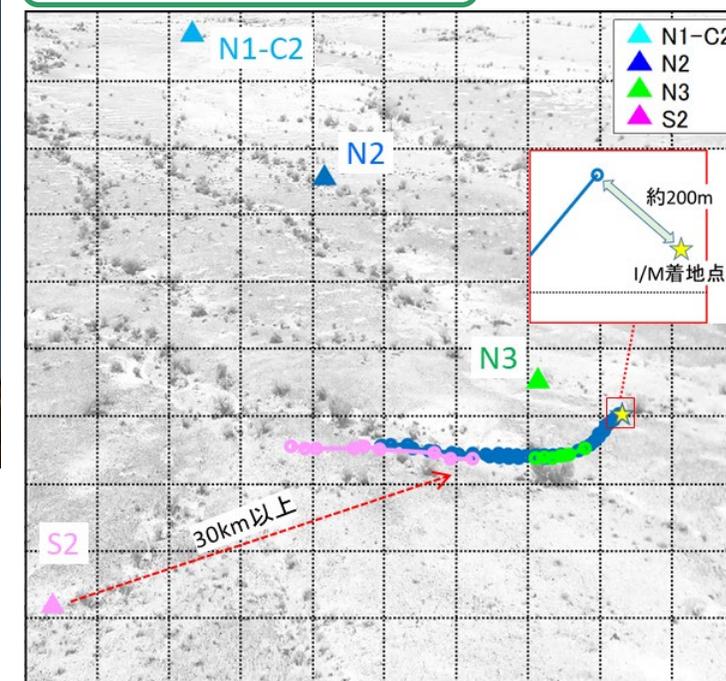
クーバーペディの火球



N2サイトのレーダー画面



全サイトの追尾結果



- ✓ 3サイトで追尾に成功.
- ✓ 最長探知距離は30km以上.
- ✓ 着地点近傍約200mまで追尾.

まとめ

- 迅速・確実なカプセル回収に貢献できたことは、今後当社の誇りになると考えます。
- 一生に一度とも言える大変貴重な機会を得ることができたのは、探査ハブでの共同研究のおかげです。この場をお借りして御礼申し上げます。

