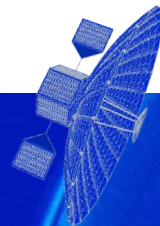


α xSC SAR衛星コンステレーションの運用概念

2022-09-02

株式会社QPS研究所 上津原正彦





institute for
Q-Shu **P**ioneers of **S**pace
ESTABLISHED IN FUKUOKA

QPS研究所について

QPS研究所は1995年から始まった
九州大学における20年以上の小型衛星研究・開発をベースとしています

QPS研究所は九州大学名誉教授と三菱重工のロケット開発者により
2005年に創業



八坂哲雄
九州大学名誉教授



桜井晃
九州大学名誉教授



松越国弘
三菱重工業(株)長崎造船所
(宇宙・防衛機器開発)



九州大学
KYUSHU UNIVERSITY

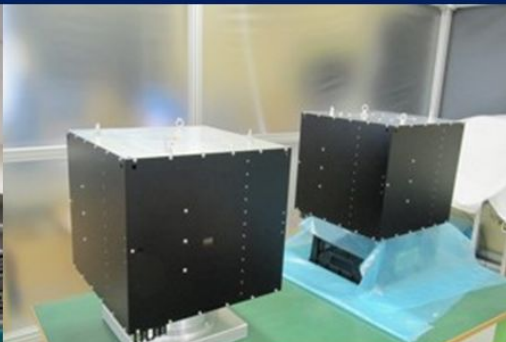


QPS研究所の技術・製品：パイオニアとして画期的な開発

小型衛星の開発・製造

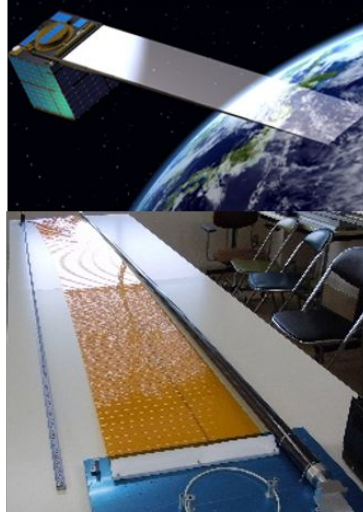


QSAT-EOS (平成26年11月6日打ち上げ成功)
九州大学



耐宇宙環境性評価用模擬衛星

軌道離脱用展開セイル



菱計装(株)と共同開発

導電性テザー



初期のJAXA導電性テザー実証実験用衛星のシステム設計や実験装置用制御装置の開発

小型衛星用伸展ブーム



伸長長 1.5m

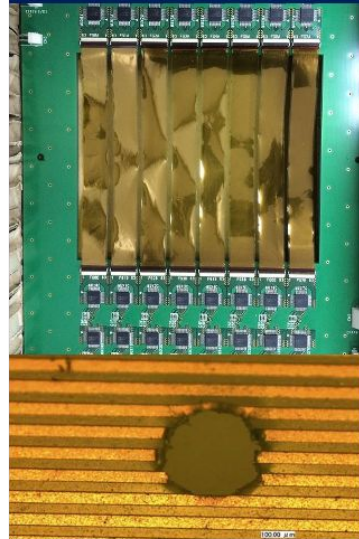
菱計装(株)がまかつと共同開発
(実用新案登録済)

非火薬式衛星分離機構



(株) 中島田鉄工所と共同開発
(特許出願済)

デブリセンサー



(株)IHIと共同開発(特許取得済)

小型人工衛星用管理基板



(株) 北斗電子と共同開発

小型人工衛星で実現したい世界

Real Time MAP



画像©2018 Google、地図データ©2018Google、ZENRIN



テーマパーク、今日混んでるかな。



テーマパーク、今日混んでるかな。
渋滞、どこまで続いているの？



テーマパーク、今日混んでるかな。
渋滞、どこまで続いているの？
紅葉がきれいならドライブ行こうか？



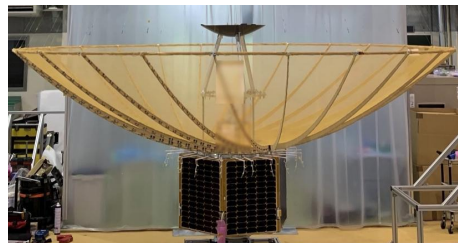
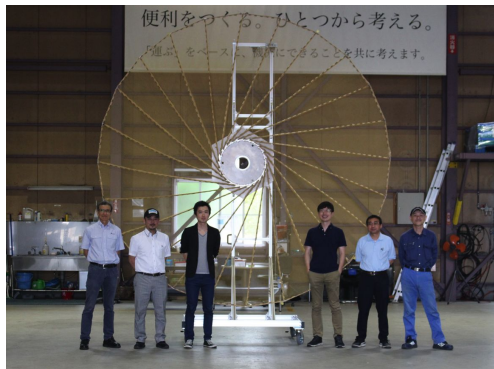
QPS研究所のソリューション

世界トップレベルの 100kg級高分解能SAR衛星を開発 (アンテナ特許出願済)

- **“SAR”** = “Synthetic Aperture Radar” (合成開口レーダー)
天候、昼夜関係なく観測が可能
- 小型 (100kg) 衛星 = 従来の**1/20の質量、1/100のコスト**
→低コスト化でき、多数の衛星を打ち上げやすくなる

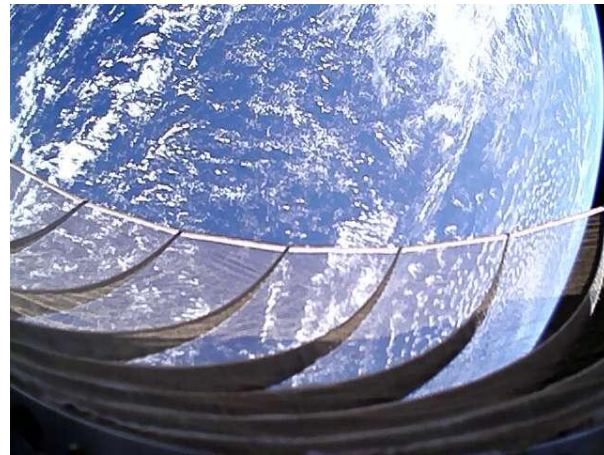
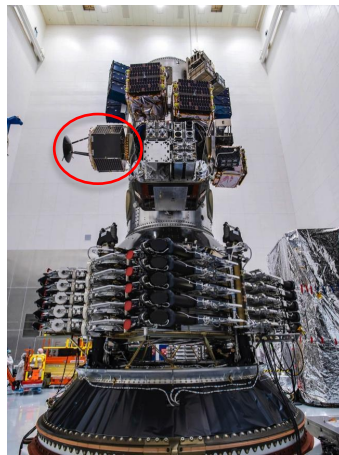
QPS研究所が開発した小型SAR衛星(QPS-SAR)

軽量(10kg級)かつ打上時に収納可能な、大型のパラボラアンテナ(直径3.6m)の開発に成功
当アンテナを搭載した2機の技術実証機(QPS-SAR1号機、2号機)を開発・打上げ、現在運用中



左の写真:
開発したパラボラアンテナとそのアンテナを搭載した
QPS-SAR1号機フライトモデル
※2019年12月にインドのPSLVロケットで高度約560kmの
円軌道(傾斜角37度)へ打上

右の写真:
QPS-SAR2号機フライトモデルがロケットに搭載されて
いる様子と、打上後に軌道上で展開した実際のアンテナ
の自撮り画像
※2021年1月にアメリカのFalcon9ロケットで高度約
520kmの太陽同期軌道(傾斜角97度)へ打上



QPS-SAR2号機で撮影した東京都
撮影日時2021年3月23日午後9時6分(日本時間)、スポットライトモードで撮影(分解能70cm)



QPS-SAR2号機で撮影した東京都

撮影日時2021年3月23日午後9時6分(日本時間)、スポットライトモードで撮影(分解能70cm)



東京ドーム付近。SARによってドームの屋根が透けて見えるため、電光掲示板まで確認できる。



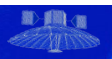
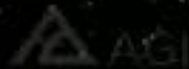


2025年以降を目標に36機の
QPS-SARを軌道に配置
(**コンステレーション**)して平
均10分間隔で地上の任意の
場所を観測可能にすることで
「準リアルタイムデータ提供
サービス」を行う

Earth Inertial Axes

2 Jan 2025 06:01:50.000

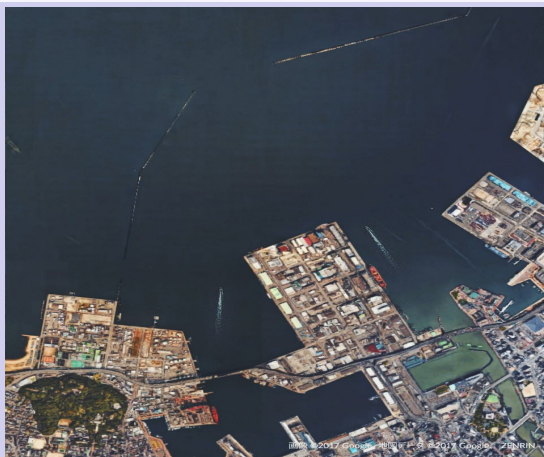
Time Step: 10.00 sec



10分間隔かつ高分解能での観測を実現する事により、
これまで見えなかった動きや変化を把握することができる。

定点観測

人・車・船・牛等の“移動体”の
動きを把握する
〈センサーの代替〉

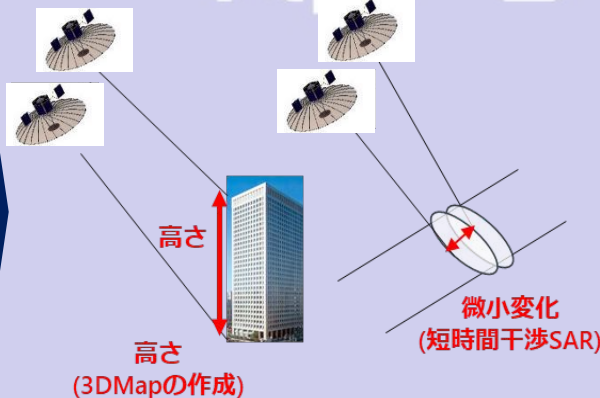


- 人の数や動きを分析(ヒートマップ等)にして、土地や建物の『真の価値』を算出
- 特定の車や船の行動を分析
- ダム等の建設の進捗状況を確認。
- 競合店舗に停まっている車の数をカウント(売れ行きを把握)。
- 店舗のカメラと連携して、街全体のセキュリティシステムを構築

微小変化抽出

時間差で同じ場所より観測することで(干渉)、観測対象で起きている『誤差』『変化』を認識する

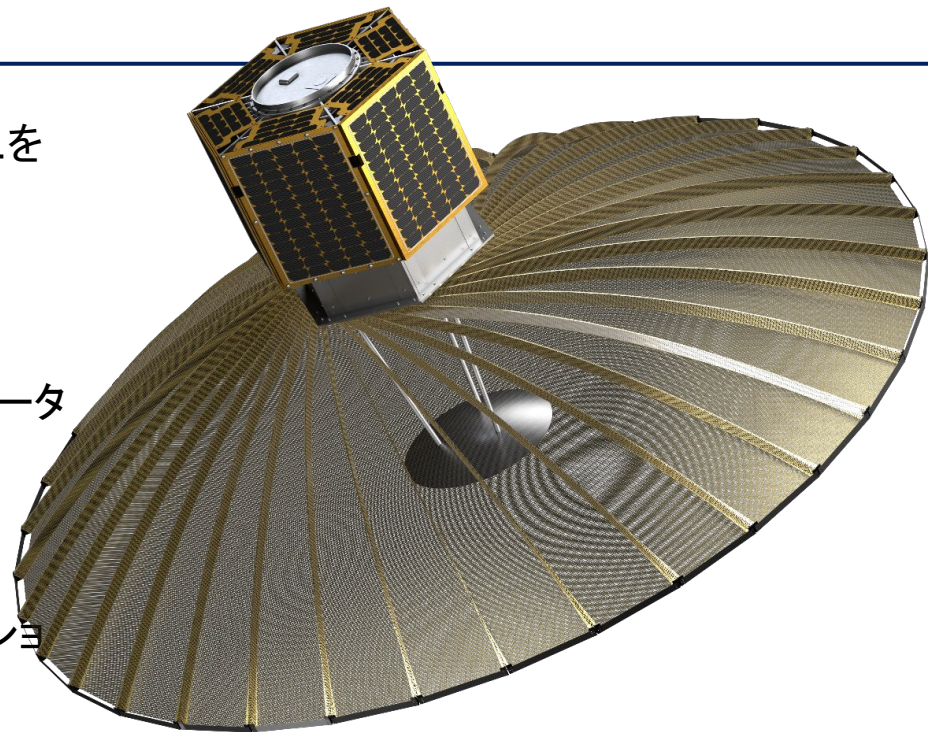
カメラの表面的な画像以上の
情報を得られる



- 線路のズレより、故障を早期発見
- ビル、住宅の傾きやズレ、反射の変化より経年劣化を検知する
- 工事現場での地盤の陥没、傾斜、材料の量、使用量を検知、測定
- 地盤のズレにより地震を予知
- 農業での適正収穫時期を判断する
- 自動運転の実現に必須である 高
頻度・高精度3Dマップを作成

QPS-SARコンステレーションを成す最初の4機(3~6号機)を製造中 間も無く打上げへ!

- 技術実証機(1・2号機)から更なる性能・機能向上を実現
 - アンテナの精度やレーダー装置を性能向上、より高精細・高画質な撮像が可能に
 - 軌道上画像化装置※を新規搭載、SAR観測データを衛星内で画像化可能に
※JAXAとアルウェットテクノロジー(株)が共同開発
 - 電気推進スラスタを新規搭載、軌道維持とミッション終了後の軌道離脱を実施



- QPS-SAR3・4号機は22年10月7日にイプシロンロケット6号機により内之浦から打上予定
- QPS-SAR5号機は23年初頭にVirgin Orbit社LauncherOneロケットにより米上空で打上予定

SAR衛星の運用フロー概要

タスキング Tasking

- 観測したい領域 (Area of Interest, AOI)を設定
- 観測スケジュール・パラメータを作成して衛星へ予約

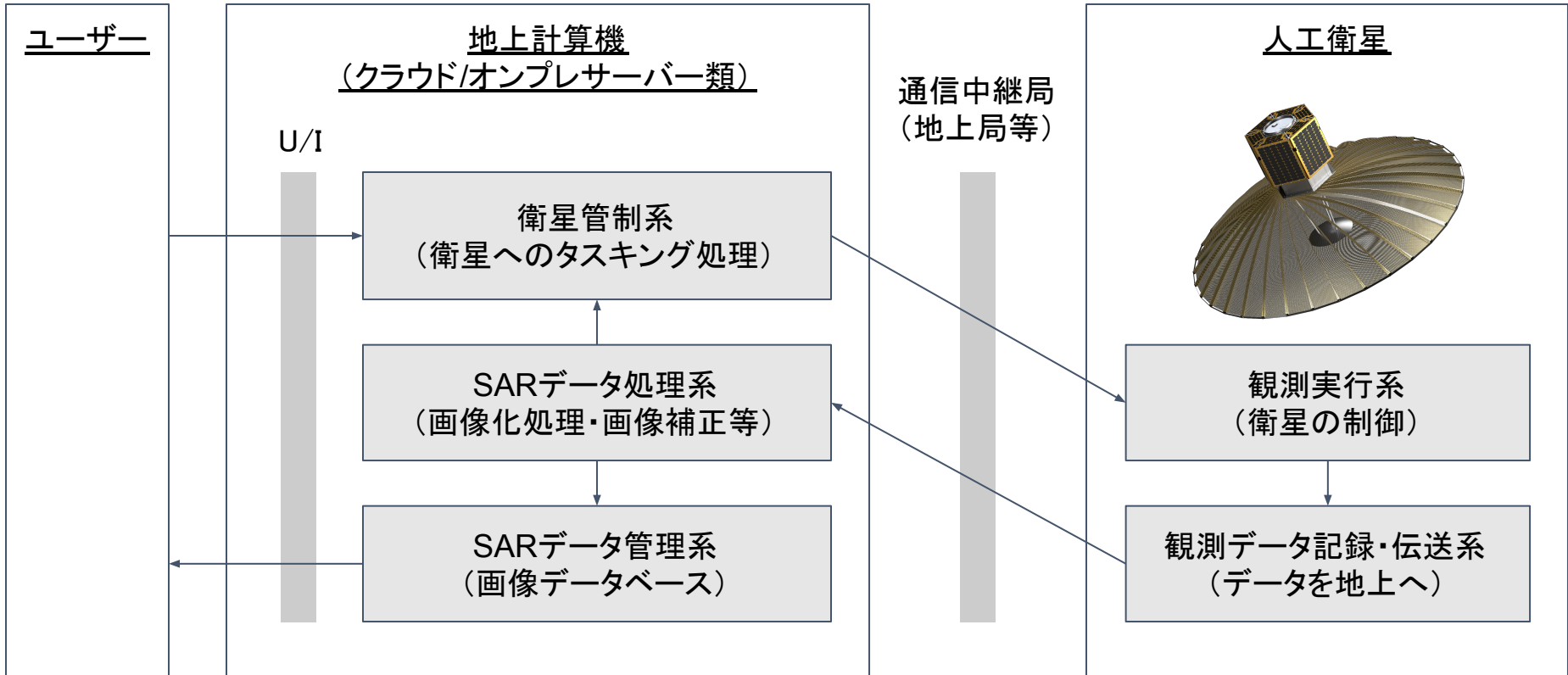
観測 Observation

- 予約された時刻・場所で観測を実施して生データ(地上からの反射波)を記録
- 生データを次の処理フローへ渡す(ダウンリンク等)

データ処理・納品 Product process&delivery

- 生データ処理(受信波形を画像化)
- 画像補正(幾何、反射強度等)や高次な情報抽出を適宜施してプロダクトとして納品

SAR衛星の運用システムの典型例



SAR衛星が行うタスク

データ処理

生データ取得(地上へ照射した電波の反射波の録波)

生データ処理(符号化、画像化等)

処理したデータを外部へ伝送(地上局等)

姿勢制御

観測姿勢への移行

観測姿勢の維持

データ伝送姿勢への移行

データ伝送姿勢の維持

メンテナンスのための姿勢制御の実施
(リアクションホイールの蓄積角運動量除去等を適宜)

軌道制御

メンテナンスのための軌道制御の実施
(高度や位相の維持・調整、他衛星・デブリとの衝突回避運用等を適宜)

運用終了時の軌道離脱(デオービット運用)

SAR衛星コンステレーション運用に関する計算負荷の最適化の方向性

