国立高専連携衛星KOSEN-1のための
高専地上局ネットワーク活用の試み

徳光　政弘（米子高専）、高田　拓（高知高専）、
中谷　淳（岐阜高専）、浅井　文男（AMSAT-NA）、
今井　一雅（高知高専）

2020年2月14日

This document is provided by JAXA.

発表内容

- 目的
- KOSEN-1の紹介
- 地上局ネットワーク構築の試み
- 衛星可視時間のシミュレーション検証
- 今後の課題

This document is provided by JAXA.

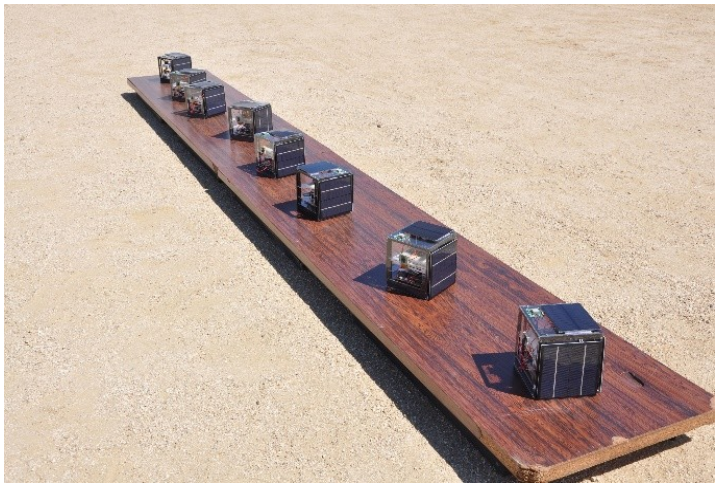
目的

- 国立高専連携衛星KOSEN-1の運用へ向けて、全国10高専と愛知工科大学による地上局ネットワークの構築を進めている。
- 多地点受信の可視時間をシミュレーションで検証をする。

This document is provided by JAXA.

高専スペース連携

- 宇宙工学に関心がある全国高専の教職員で構成されるコミュニティ（世話人　高知高専　今井一雅氏）
- 有志の教員で宇宙工学に興味がある学生を募り、毎年新居浜市で高専スペースキャンプを開催している



モデルキューブサットの開発競技



参加者の写真

This document is provided by JAXA.

学生が開発したモデルキューブサットの例

- 2Uサイズ
- オンボードコンピュータ、各種センサを搭載
- 動作に必要なプログラムの雛形も用意



This document is provided by JAXA.

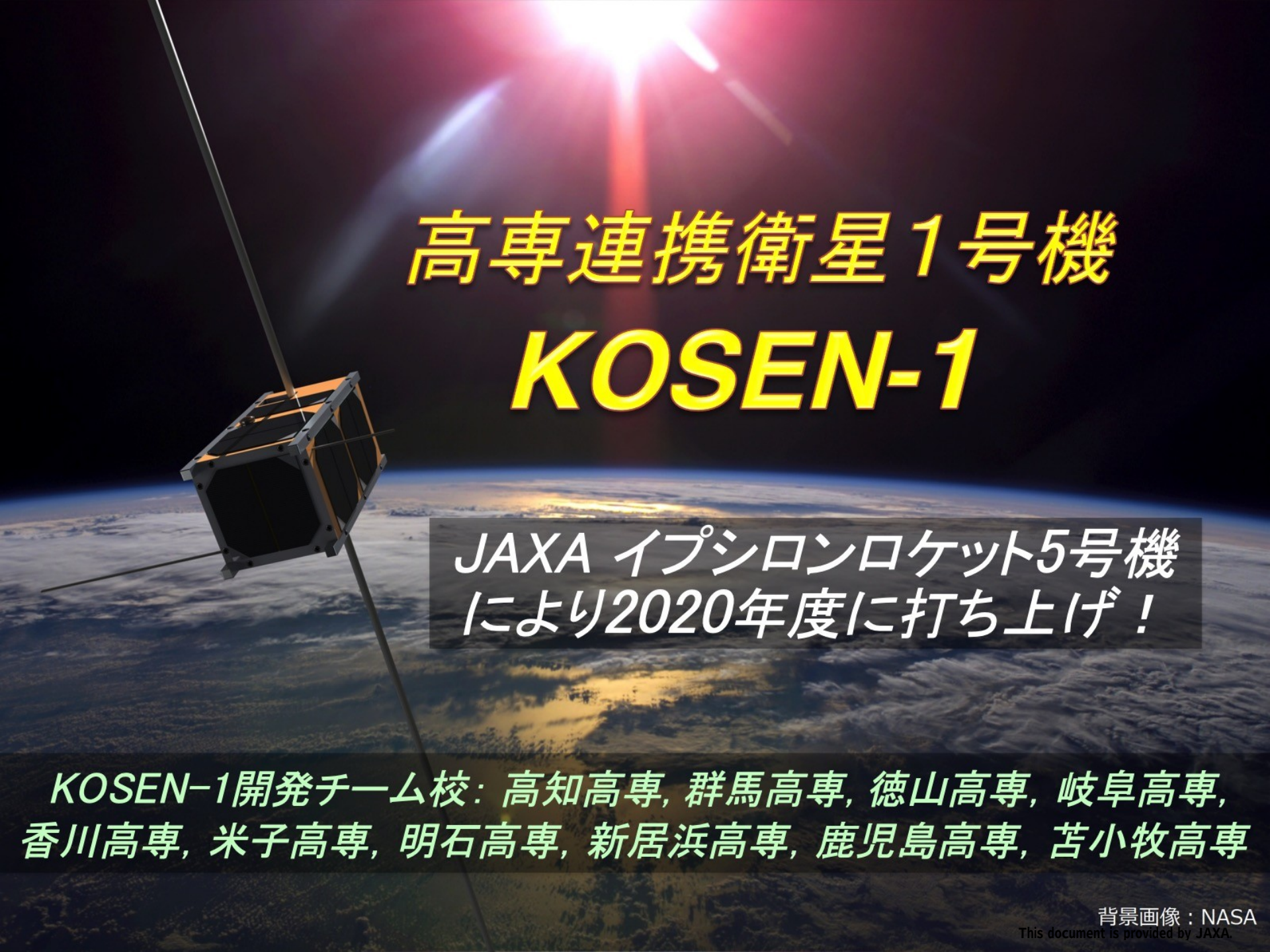
国立高専連携衛星KOSEN-1

- 革新的衛星技術実証2号機に採択
- 高知高専　今井　一雅　氏がリーダー
- 高知高専･群馬高専を中心に開発し、通信系、地上局系、データ解析等を全国高専で分担





This document is provided by JAXA.



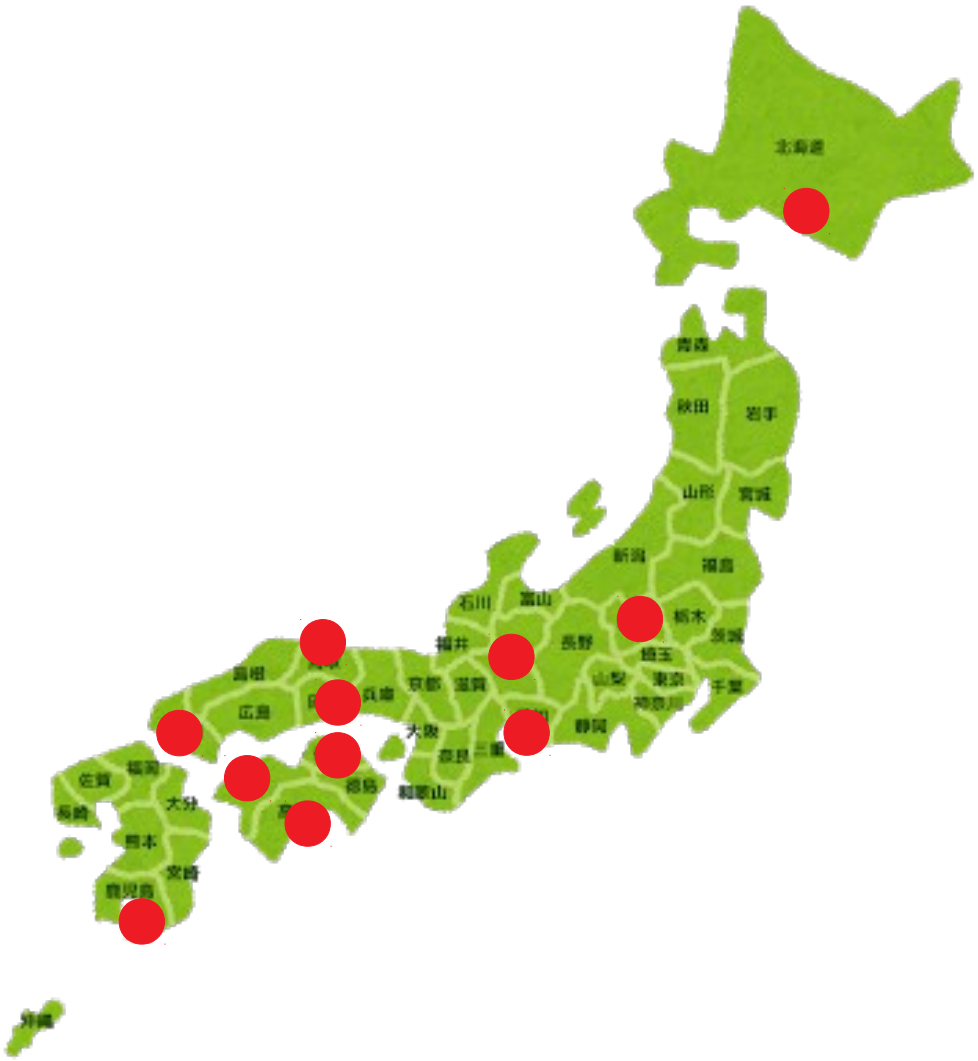
This document is provided by JAXA.

主なミッション内容

- Raspberry Piのマイコンボードの技術実証
- 木星電波観測用アンテナの展開技術の実証
- 高精度姿勢制御技術の実証

This document is provided by JAXA.

地上局ネットワークの構築へ向けて



- 苫小牧高専
- 群馬高専
- 岐阜高専
- 愛知工科大学
- 明石高専
- 香川高専（高松キャンパス）
- 高知高専
- 徳山高専
- 新居浜高専
- 米子高専
- 鹿児島高専

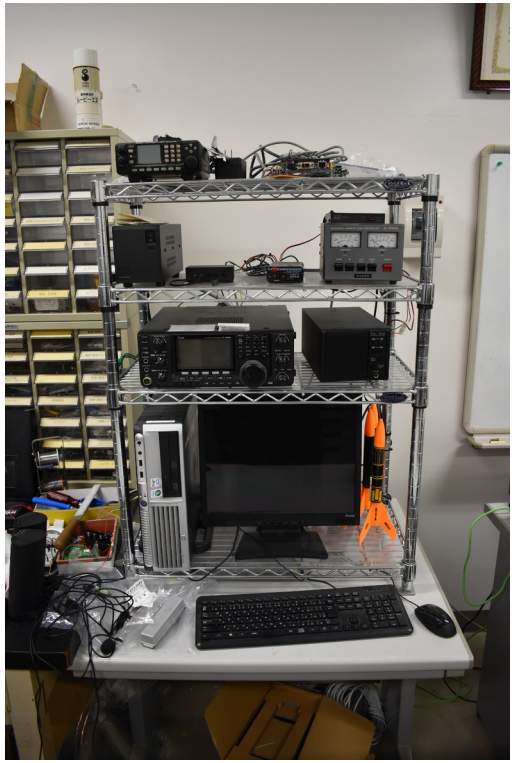
This document is provided by JAXA.

各高専の無線設備

- 各高専にほぼ同一の設備を整備している







This document is provided by JAXA.

検証内容

- 人工衛星の軌道計算ソフトウェアを使って、全国11拠点で衛星の可視時間を調べる
- 軌道計算ソフトウェア「PREDICT」を使用

This document is provided by JAXA.

PREDICT

- コマンドラインベースのソフトウェア
- 人工衛星の追尾に使われている
- SGP4アルゴリズムを採用

PREDICT - A Satellite Tracking/Orbital Prediction Program
https://www.qsl.net/kd2bd/predict.html

This document is provided by JAXA.

検証方法

- 日本大学のNEXUS (FO-99)を選定
  - 太陽同期準回帰軌道
  - 高度500km
- 2019年に公開された軌道要素ファイルを使って、1週間を一区切りにしてシミュレーション

This document is provided by JAXA.

パスの定義

- 11拠点の中でいずれかの地点で衛星が可視範囲にある一連のつながり
- 仰角0度以上を可視範囲とする。



This document is provided by JAXA.

各地点の内訳（抜粋）

地点	鹿児島	高知	米子	岐阜	愛知	群馬	苫小牧	全体
可視時間	425.9	435.9	447.3	447.4	443.2	452.9	501.7	661.2
標準偏差	264.1	264.1	257.9	257.5	260.0	254.3	216.4	201.7
回数	1486	1520	1558	1568	1548	1582	1756	1925

単独の地点（平均）との比較

- 有効なパスの回数　1.23倍
- 衛星可視時間　1.48倍

This document is provided by JAXA.

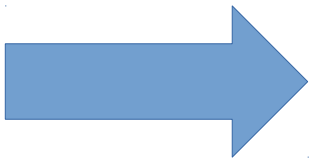
データ伝送量の例

単独の地点（平均）との比較
- 有効なパスの回数　1.23倍
- 衛星可視時間　1.48倍

計算例
12分間（720秒）の可視範囲で70%の時間を9600bpsのダウンリンクに当てた場合

単独の場合
4.84MB/パス

1日1回受信
で180日運用



単独の場合
870MB

多地点の場合
7.16MB/パス

多地点の場合
1585MB

This document is provided by JAXA.

11拠点の活用方法

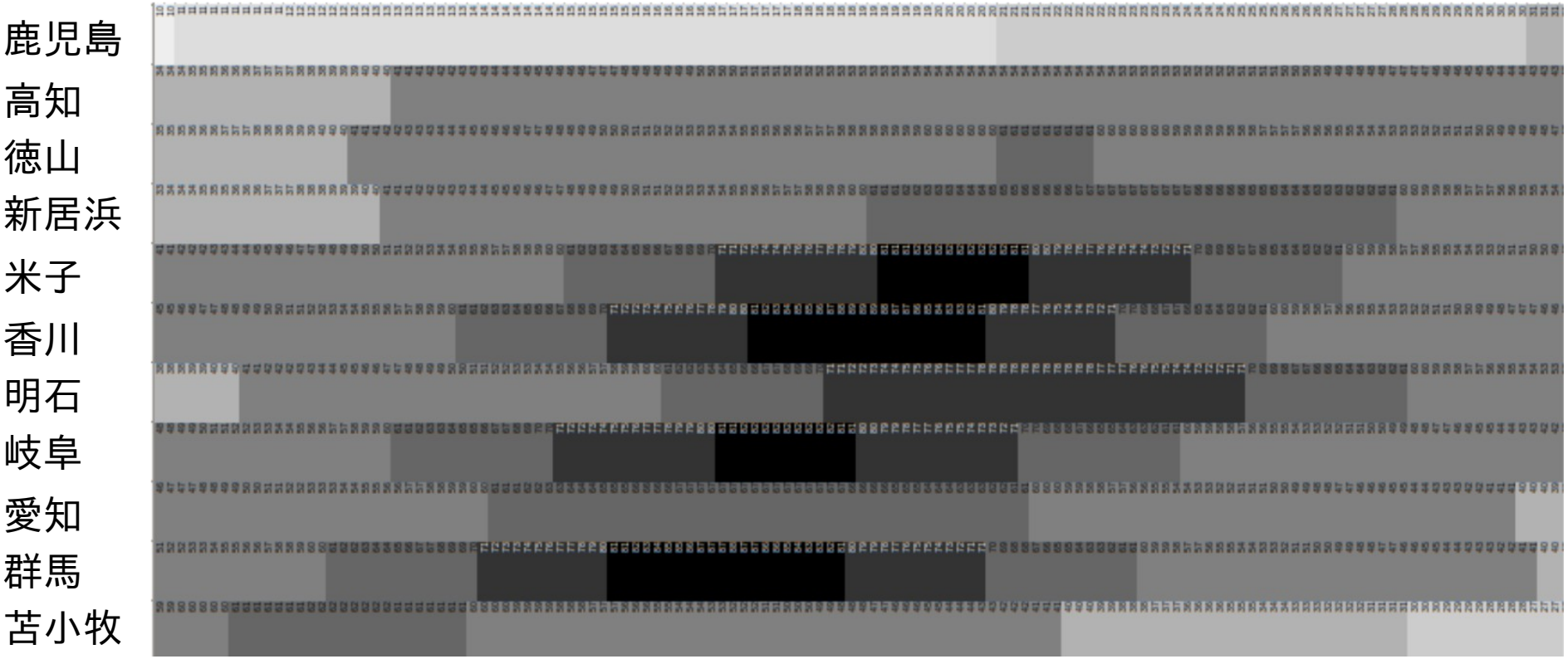
- パスごとに少なくとも3～4拠点
- バックアップの拠点も用意可能
- 拠点数を活かした無理のない運用計画

地点	鹿児島	高知	米子	岐阜	愛知	群馬	苫小牧	全体
可視時間	425.9	435.9	447.3	447.4	443.2	452.9	501.7	661.2
標準偏差	264.1	264.1	257.9	257.5	260.0	254.3	216.4	201.7
回数	1486	1520	1558	1568	1548	1582	1756	1925

This document is provided by JAXA.

追尾時の仰角視覚化の例

運用スケジュールの検討材料に活用



色が濃いほど仰角が高い

This document is provided by JAXA.

まとめ

- 全国10高専と愛知工科大学を中心に、KOSEN-1運用へ向けて地上局ネットワークの構築
- 11拠点の衛星可視時間をシミュレーション
  - 有効なパスの回数　1.23倍
  - 衛星可視時間　1.48倍
- 地上局ネットワークの構築へ向けた各種ソフトウェアの開発

This document is provided by JAXA.