

# 衛星量子通信における可搬型光地上局の研究開発

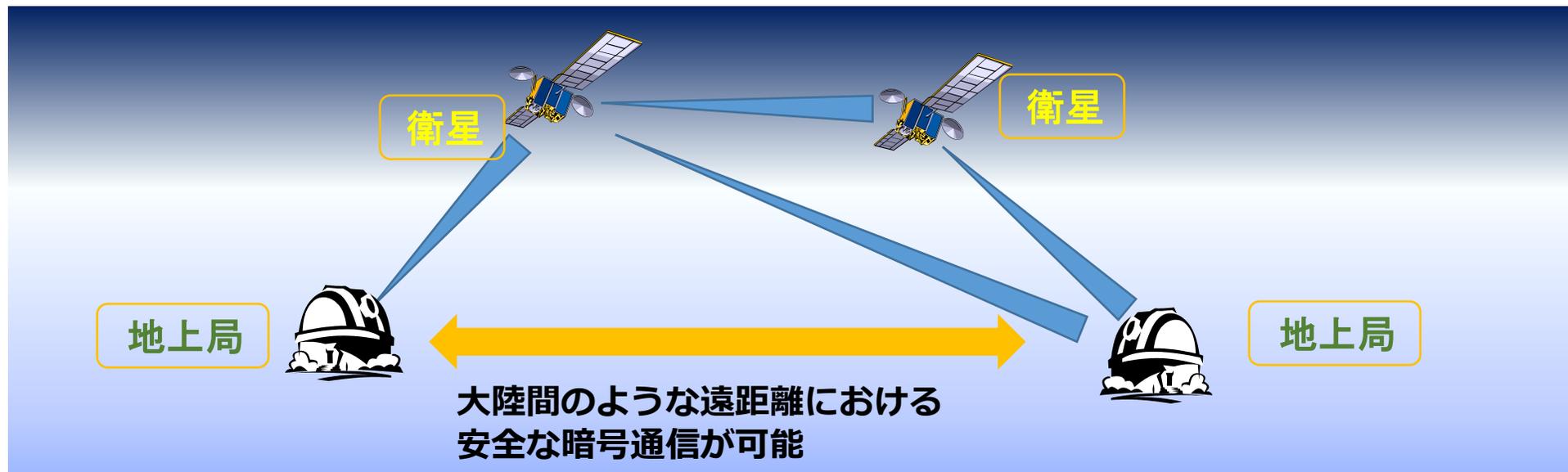
ワイヤレスネットワーク総合研究センター  
宇宙通信研究室  
**齊藤 嘉彦**

## 講演概要

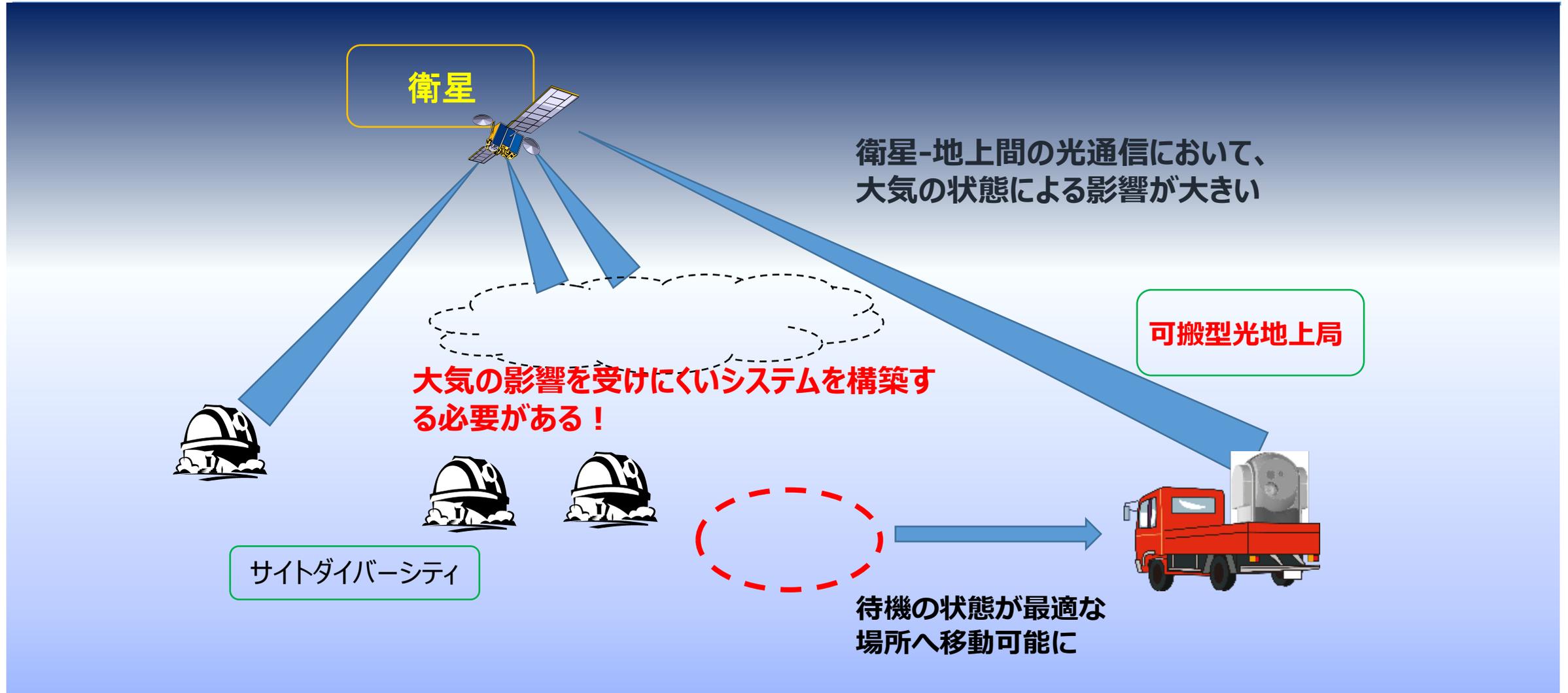
- 量子通信と衛星地上間光通信
- 可搬型光地上局とは？～その有用性と概要～
- 可搬型光地上局の開発
- 今後の展開

# 量子通信における衛星-地上間光通信

- 衛星地上間光通信の特徴
  - 衛星を中継することで遠距離での通信が可能
  - RFの帯域に比べて指向性が高い
  - **遠距離における量子暗号通信との親和性が良い**

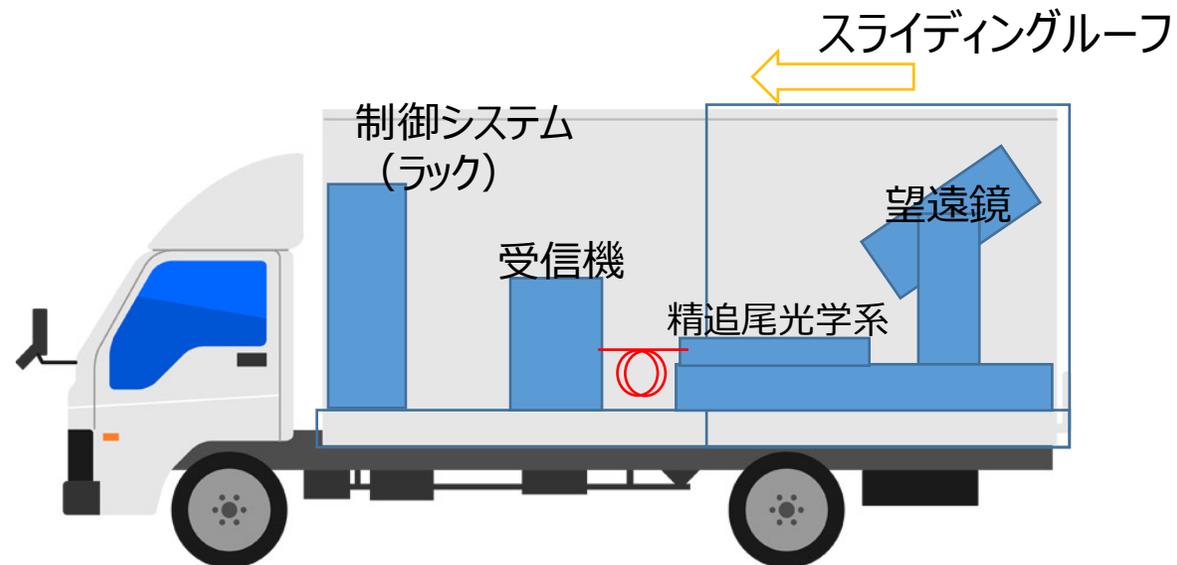


# 可搬型光地上局のメリット



# 可搬型光地上局の概要

- 可搬型光地上局としての研究要素
  - 車両一体型の望遠鏡での追尾能力実証
  - 可搬型による衛星-地上間光通信における気象条件緩和の効果検証



- 移動天文台を参考にする
- 運搬中の振動対策、地上局として展開する場所での固定には独自の工夫を行う
- 平成30年度に**車両部分**、令和1年度は**望遠鏡製造とその車両搭載**を行い基地局の基本的な部分を完成させた

# 可搬型光地上局用車両の特徴

## ■ 車両仕様

日本国内の公道で到達可能な場所で光地上局を展開可能であること  
→ 中型車両免許で運転可能な総重量8トンのトラックとする

## ■ 免震機構

➤ 移動中に機器類を保護するための免震構造として「総輪エアサス車」のトラックとし、さらに免震床、免震台を用意する



## ■ コンテナ部専用エアコン

外部からの電源供給により機器類保護のため常時運用

## ■ 屋根構造

視野を確保するために3方向に視野を確保可能なスライディングルーフの方式を採用

## ■ 固定機構

油圧式のジャッキが4か所についており、望遠鏡の土台を水平に調整する機能も兼ねている



免震床には望遠鏡と精追尾光学系が設置される

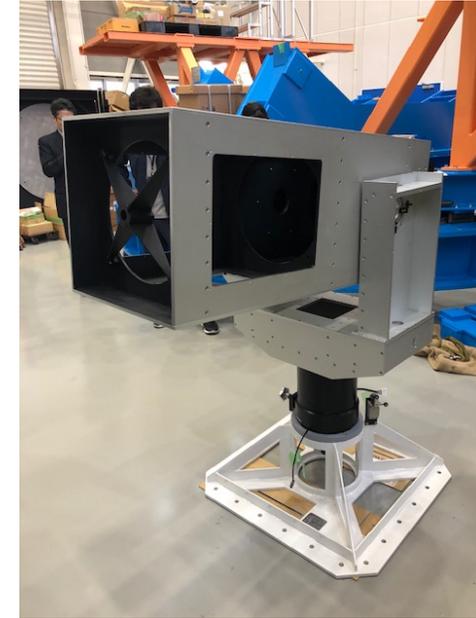
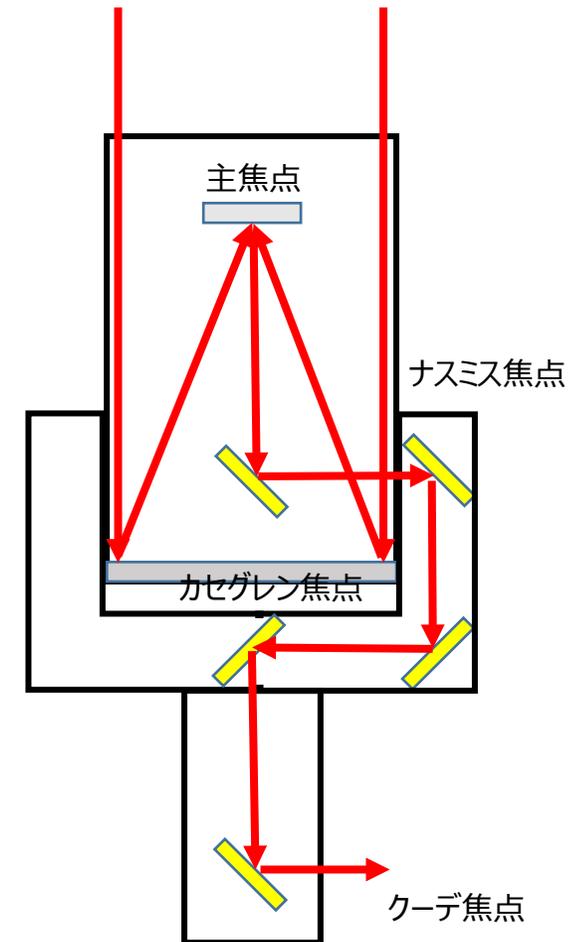


免震台には受信器が設置される



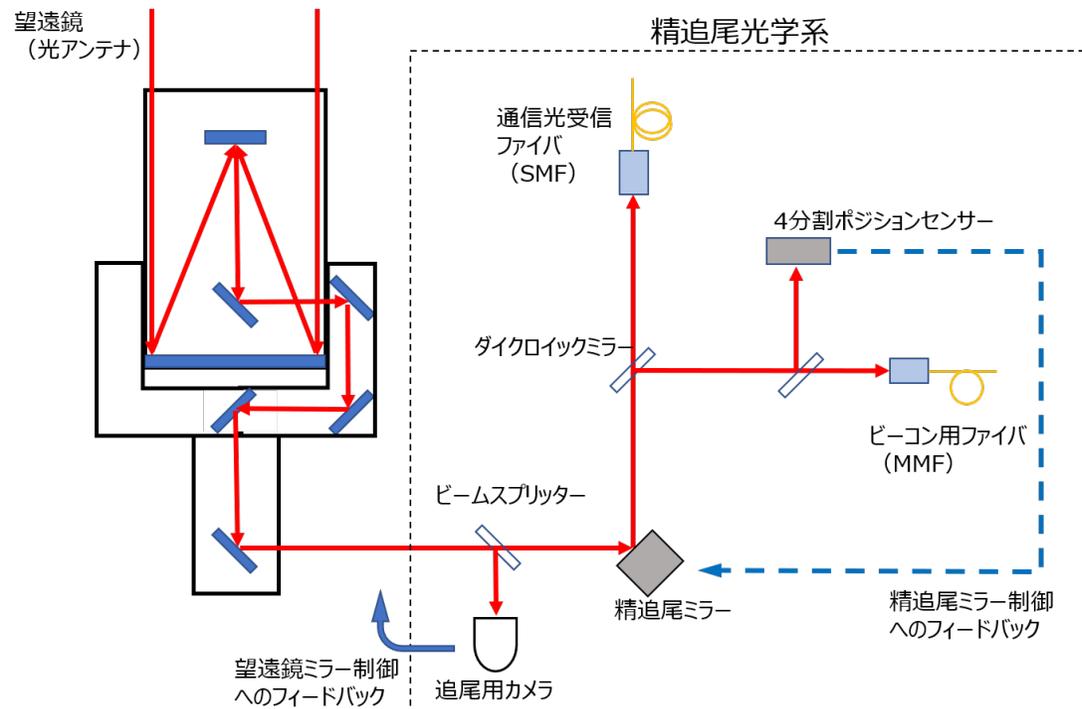
# 搭載望遠鏡の仕様

- **望遠鏡の形式:**  
安定したクーデ焦点を使うために反射望遠鏡の形式に
- **口径:**  
車両搭載が可能な口径として35cmを採用
- **鏡材:**  
主鏡と副鏡は石英ガラスにアルミコーティング  
それ以外の鏡は金メッキ
- **架台:**  
車両の向きに依存しない経緯台方式
- **焦点位置:**  
クーデビームパスを使用  
ただし調整用の目的でナスミス焦点、カセグレン焦点が使用可
- **追尾速度:**  
国際宇宙ステーションを追尾するために十分な性能として2deg/sec 以上を確保



## 初期性能確認

- 星を使ったポインティング解析により天球座標と可搬型光地上局の方向との対応付けを行う  
指向精度は  **$38.4\mu\text{rad}(\text{rms})$**   
→ 望遠鏡の粗追尾系視野は $1\text{mrad}$ であり、対象の捕捉には充分
- 低軌道衛星を軌道要素予測に基づき追尾試験  
➤  **$71.2\mu\text{rad}$  (pp値)** の追尾精度を得る
- 精追尾光学系の開発  
➤ 最終的に受信器に光を送るためのファイバーに入射させるための機構を構築



# 将来に向けての取り組み

## 近い将来

- 精追尾光学系により通信光をファイバーに入射する実験
- 耐振動性などの調査
- 運搬中による振動をモニターし機器類が受ける影響を調査

## より先の将来

- 現在の8トントラックの姿はゴールではなく、今後、小型化をしていくための実証機器
- それ以外にもより運用のしやすいシステムにするためのデータ取得をする

## まとめ

- 量子暗号通信において衛星地上間光通信は遠距離での暗号鍵配送のために有用である
- その衛星地上間光通信の可能性を広げるために可搬型光地上局の開発を行う
- 令和2年春に可搬型光地上局が完成。性能試験を行っている
- 今後は精追尾光学系の製造を終えて通信光をファイバーに入射する試験を行う
- 実験結果は今後のより運用しやすいシステムの研究開発に提供される