

# 衛星コンステレーションに関する取組について

内閣府  
文部科学省  
経済産業省  
総務省  
防衛省

令和4年3月8日  
第13回衛星開発・実証小委員会

## 宇宙基本計画工程表（令和3年度改訂）衛星コンステレーションの記載抜粋

- 安全保障や災害対応等での有効性が期待される、高頻度観測が可能な、我が国民間事業者による小型SAR衛星コンステレーションを2025年までに構築すべく、関係省庁により複数年に亘り、利用実証を行う。これにより、衛星データの利用拡大を図るほか、民間投資による衛星開発・配備を加速する。
- 小型衛星コンステレーションに関する重要基盤技術の獲得に向け、以下の技術開発、実証の取組を進める
  - ・次世代の小型衛星コンステレーションの重要基盤技術である低軌道衛星間通信、軌道上自律制御技術等について、できる限り早期に実証衛星を打ち上げることを念頭に、我が国が先行して獲得するための取組を行う。
  - ・Beyond 5G 次世代小型衛星コンステレーション向け電波・光ハイブリッド通信技術の研究開発を推進する。
  - ・衛星通信における量子暗号技術について、2022年度までにその基盤技術の確立を図るとともに、2021年度に開始した衛星ネットワーク等によるグローバルな量子暗号通信網の実現に向けた研究開発等を推進する。また、「量子技術イノベーション戦略」や当該技術の利用が想定される安全保障分野などに関わる府省等において、早期の衛星実証・活用に向けた調整を進める。
  - ・衛星開発の短期サイクル化等の実現に向け、小型技術刷新衛星研究開発プログラムにて研究開発を推進し、2024年度に初号機を打ち上げ、実証実験を行う。
  - ・衛星コンステレーションによる革新的衛星観測ミッション共創プログラムにて、高分解能・広域観測に優れる政府の大型衛星と、観測頻度に優れる民間の小型衛星コンステレーションを組み合わせ、安保・防災等に資する、官民共同の観測衛星コンステレーションを構築するために必要な複数衛星の制御最適化等の研究開発に取り組む。
  - ・革新的衛星技術実証プログラムについて、1、2号機の経験や成果を活かし、3号機を2022年度に、4号機を2024年度に打ち上げ、革新的技術の軌道上実証実験を行う。
  - ・人工衛星等の低コスト化、高機能化、短納期化を実現するため、低価格・高性能な宇宙用部品・コンポーネントの開発及び評価等を、ニーズの高いものに重点化して取り組む。
  - ・新たに開発したコンポーネント等の実用化を加速するため、国内民間小型ロケット等を活用し、それらを組み込んだ超小型衛星の軌道上実証を実施する。また、超小型衛星コンステレーションの低コスト化・高性能化に向け、基盤技術の開発を推進するとともに、これらを搭載した超小型衛星を複数機開発し、軌道上での実証を行う。加えて、宇宙用部品開発への参入障壁やコスト源となっている各種試験について、より効率的な試験手法・試験環境の整備を行う。

年度	令和2年度 (2020年度)	令和3年度 (2021年度)	令和4年度 (2022年度)	令和5年度 (2023年度)	令和6年度 (2024年度)	令和7年度 (2025年度)	令和8年度 (2026年度)	令和9年度 (2027年度)	令和10年度 (2028年度)	令和11年度 (2029年度)	令和12年度以降	
19 衛星関連の革新的基盤技術開発	<b>衛星開発・実証プラットフォームの下での革新的基盤技術開発・実証の推進</b> [内閣府等]											
	体制構築 → 調査分析・戦略立案											
	<b>取組を推進</b>											
	<b>小型衛星コンステレーションに関する重要基盤技術の獲得に向けた取組</b> [内閣府等]											
	<b>Beyond5G次世代小型衛星コンステレーション向け通信技術開発</b> [総務省等]											
	<b>低軌道衛星間光通信、軌道上自律制御等の重要技術の獲得に向けた取組の検討</b> [内閣府等]											
	<b>量子暗号通信に関する研究開発</b> [総務省、文部科学省、防衛省等]											
	衛星-地上間における基盤技術の研究開発[総務省]											
	グローバルな量子暗号通信網の実現に向けた研究開発等[総務省]											
	<b>小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラム</b> [文部科学省等]											
	▲ 打上げ ▲ 打上げ ▲ 打上げ ▲ 打上げ											
	<b>超小型衛星を活用した宇宙用部品・コンポーネントの軌道上実証支援、試験環境整備</b> [経済産業省]											
	<b>革新的衛星技術実証プログラム</b> [文部科学省]											
	2号機 ▲ 3号機 ▲ 4号機 ▲ 5号機 ▲ 6号機 ▲ 7号機 イプシロンロケット イプシロンロケット イプシロンロケット イプシロンロケット イプシロンロケット イプシロンロケット											
	<b>宇宙光通信に関する研究開発</b> [総務省、文部科学省等]											
<b>光データ中継衛星の開発・運用</b> [文部科学省、総務省]												
▲ 打上げ												
<b>技術試験衛星(9号機)の開発</b> [総務省、文部科学省]												
衛星バス設計・製造[文部科学省] <b>衛星インテグレーション・試験</b> [総務省、文部科学省] <b>技術試験衛星(9号機)の運用・実証実験</b> [総務省、文部科学省]												
▲ 打上げ												
継続的なフォローアップ[内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省]												
<b>次期技術試験衛星(10号機)の検討等</b> [内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省]												
<b>テラヘルツ通信・センシング技術に関する研究開発</b> [総務省等]												
<b>宇宙開発利用加速化戦略プログラム(スターダストプログラム)による基盤技術開発</b> [内閣府等]												

# 衛星コンステレーション関連事業

## 各省の役割と実施中の事業

省庁名	役割	実施中の事業
内閣府	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 各省にまたがる技術開発・実証の推進等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 宇宙開発利用推進費(小型SARコンステレーションの利用拡大に向けた実証)</li> </ul>
文部科学省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 研究機関、大学を中心とする先進的、基礎的な技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 小型技術刷新衛星研究開発プログラム : 小型・超小型衛星による短期サイクルでアジャイルに開発・実証することにより衛星開発の加速化を図る</li> <li>➤ 革新的衛星技術実証プログラム : 大学や民間企業等が開発する超小型衛星等や新規要素技術の定期的な宇宙実証の機会を提供</li> <li>➤ 衛星コンステレーションによる革新的衛星観測ミッション共創プログラム(R4年度開始予定) : 複数衛星による観測データの処理システムの構築、大型衛星とコンステレーションを構築する小型衛星の能力向上</li> </ul>
経済産業省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 企業を中心とする実用化技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 汎用小型衛星バス開発事業</li> <li>➤ 小型衛星の部品・コンポーネント開発・軌道上実証事業【内閣府 推進費事業含む】</li> <li>➤ 小型衛星向け多波長センサー開発事業</li> <li>➤ リモセン衛星データ利用促進のための地域実証事業</li> </ul>
総務省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 通信・ネットワークに係る横断的技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 小型衛星コンステレーション向け電波・光ハイブリッド通信技術の研究開発</li> <li>➤ 衛星通信向け量子暗号通信技術</li> <li>➤ 衛星コンステレーションにおける量子暗号通信の実現のための光地上局テストベッド環境の整備</li> </ul>
防衛省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 安全保障のための開発・利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ミサイル防衛のための衛星コンステレーション活用検討</li> <li>➤ 衛星コンステレーションを活用した衛星通信の調査研究</li> <li>➤ 衛星コンステレーションによる移動目標の追尾のためのAI技術研究</li> </ul>

関係各省と検討中の事業

➤ 低軌道衛星間光通信等の基盤技術の獲得に向けた取組

## (内閣府) 小型SAR衛星コンステレーションの利用拡大に向けた実証

- 我が国においても、優れた技術を持つ複数の民間事業者が、安全保障や災害対応等での有効性が期待されるSAR衛星コンステレーションの構築を構想し、初号機を打上げ。
- しかしながら、現時点では衛星機数が少なく、増機に向けた更なる投資が必要。この際、行政機関が利用を拡大し、民間投資の呼び水となることが期待されている。
- このため、我が国民間事業者による小型SAR衛星コンステレーションを2025年までに構築すべく、関係省庁により複数年に亘り、利用実証を行う。これにより、衛星データの利用拡大を図るほか、民間投資による衛星開発・配備を加速する。【R3補正予算等 11億円】

### < 主要な事業者 >

会社名		QPS	Synspective	ICEYE	Capella Space	Umbra Lab
衛星イメージ						
国		日本	日本	フィンランド	米国	米国
設立		2005	2018	2012	2016	2015
初号機打上げ		2019年12月	2020年12月	2018年8月	2020年8月	2021年6月
衛星仕様	重量	100kg	100kg	85kg	100~150kg	50kg
	周波数	Xバンド	Xバンド	Xバンド	Xバンド	Xバンド
	分解能	1.8m	3m	3m	1.7m	約2m
	max分解能	0.7m	1m	1m	0.5m	0.15m
現在の機数		1	1	16	6	1(画像取得実績なし)
目標機数		40	30	当面18 (増機予定あり)	36	24
整備完了後の観測頻度		1回/10分	1回/60分	1回/180分 (18機整備時)	1回/60分	1回/数時間

# (文科省) 衛星コンステレーション関連技術開発

## 小型技術刷新衛星研究開発プログラム

464百万円 (300百万円)

我が国の実用衛星への成果適用を図るとともに、衛星利用サービスの国際競争力向上に貢献

### ● 競争力向上や新たなユーザーニーズ創出、短期開発・低コスト化への貢献を目指し、目標設定。

- ✓ 新たな衛星利用サービス構想の実現
- ✓ ソフトウェア衛星を目指したアーキテクチャ構築
- ✓ DX開発手法の浸透・効用の顕在化

### ● 事業者との対話も踏まえ、4つの研究課題を設定。様々な実証機会を活用すべく事業者等と提案・調整を行う。

(1) コンステレーション事業の観測能力拡大と地球観測サービスの価値向上

① エッジコンピューティング、② オンボード処理能力の拡張、③ 熱制御デバイス技術

(2) 小型衛星コンステレーション事業の多種多様なミッションへの対応力向上とデリバリータイムの縮減

(3) 新たな民生事業及び事業者の発掘

(4) 宇宙システム開発のデジタル化

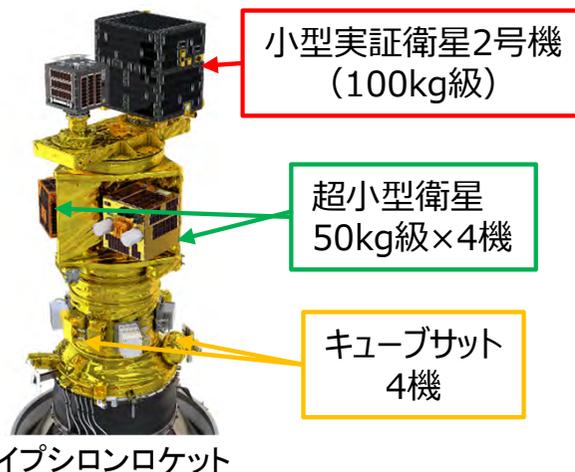
### ● DX研究会・コンソーシアムを3月に発足予定。DX施策と事業者のマッチング、施策の具体化・DX開発の実現とノウハウの獲得

## 革新的衛星技術実証プログラム

1,999百万円 (1,989百万円)

我が国の科学技術・産業基盤の維持・強化やイノベーション創出に貢献

### ■ 小型・超小型の人工衛星を活用したミッションや新規要素技術の軌道上実証機会の提供



● **2号機** : R3年11月打上げ (小型実証衛星2号機(6つの実証テーマを搭載)と4機の超小型衛星・4機のキューブサット)。小型実証衛星2号機はR4年2月に**定常運用へ移行**。

● **3号機** : R2年度に搭載テーマを公募・選定 (小型実証衛星3号機(7つの実証テーマを搭載)と3機の超小型衛星・5機のキューブサット) し、設計・製造を実施中。**R4年度打上げ予定**。

## 衛星コンステレーションによる革新的衛星観測ミッション共創プログラム (R4年度開始予定)

金額は、令和4年度政府予算案 (令和3年度当初予算額)

150百万円 (新規)

複数衛星で構築されるコンステレーションを活用した革新的な観測ミッションの創出を目指す

### 【官民の共創活動】

● 大型/小型衛星の効率的な連携を目指し、民間企業が有する**開発上の課題**や**リスク**に加え、それらに対する**JAXAへの期待**をヒアリング。

● そのヒアリングの結果を通して**コンステレーション関連企業のニーズ**を踏まえ、主に以下の3項目に関連する**研究開発テーマを設定**。

① 既存観測技術の性能向上

② コンステレーションの相互補完及び連携とその運用の効率化

③ コンステレーションを構築する小型衛星の能力向上・最適化設計

● R4年度は、以下を検討する。

- ✓ 複数の衛星データの相互利用技術
- ✓ 小型衛星の観測幅を向上させるアンテナ要素技術
- ✓ センサの小型化



# (経産省) 小型衛星の部品・コンポーネント開発支援の状況

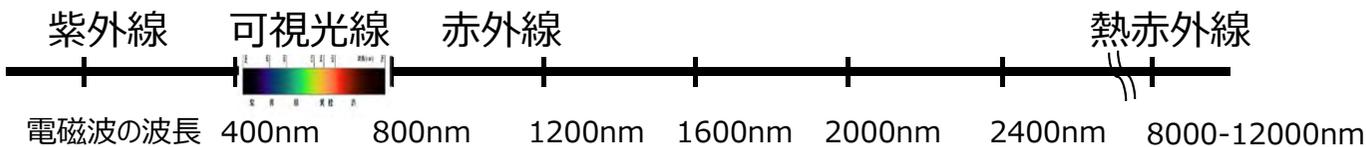
- 以下の通り、汎用小型衛星バス及び基盤となる部品・コンポーネントの開発支援を実施中。

		6U-12U (10-30kg程度)	100kg級
汎用小型衛星バス		● アークエッジスペース (METI予算 R3-7)	● アクセルスペース (METI予算 R3-7)
衛星バスの部品・コンポーネント	姿勢制御系 (ADCSユニット) 高解像度化や 衛星間光通信等に寄与	● アークエッジスペース (内閣府推進費 R3-5)	
	スタートラッカー	● ジェネシア、東工大、東北大 (内閣府推進費 R3-5)	
	リアクション ホイール	● シナノケンシ (METI予算 -R3)	
	推進系 フォーメーション維持、ミッションの高度化、 長寿命化等に寄与	● Pale Blue (内閣府推進費 R3-5)	
	電源系 SARの高解像度化等につながる 高電圧化、QCD向上等に寄与	● 日本フューテック (METI予算 R3)	● NEC (内閣府推進費 R3-4)

※補助・委託期間については現在の想定。

# (経産省) 大型と小型の多波長衛星の連携による多波長データの利用開拓のイメージ

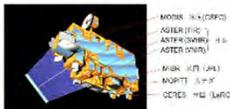
- 大型多波長センサー（HISUI等）は、撮像範囲は広いが、撮像頻度等が不足。小型衛星と組み合わせることで撮像頻度等を補完するコンステレーションを組めれば、様々な産業用途が開拓可能。



## <大型>

### ASTER (406kg)

・1999年度に米国衛星で運用開始



3バンド

1バンド

5バンド

5バンド

### HISUI (550kg)

・2020年度にISSで運用開始



400nm

185バンド

2500nm

ポストHISUI (必要性や時期を含め検討中)

## <小型・超小型>

### 100kg級汎用衛星バス

・2021年度から開発支援中



R3補正開発候補センサー例:LVFハイパーカメラ ※任意の波長を選択可能



### 6U汎用衛星バス

・2021年度から開発支援中



R3補正開発候補センサー例:LCTFマルチバンドカメラ ※任意の波長を選択可能



時間分解能（頻度）や機動力が高い。  
 なお、分光は光子数の確保が困難であり、姿勢を安定させ露光時間を長くするため、高度な姿勢制御系技術を開発支援中。

様々な放射量校正  
 (オンボード校正、代替校正、相互校正、月校正)によりデータ品質を維持。

頻度等補完

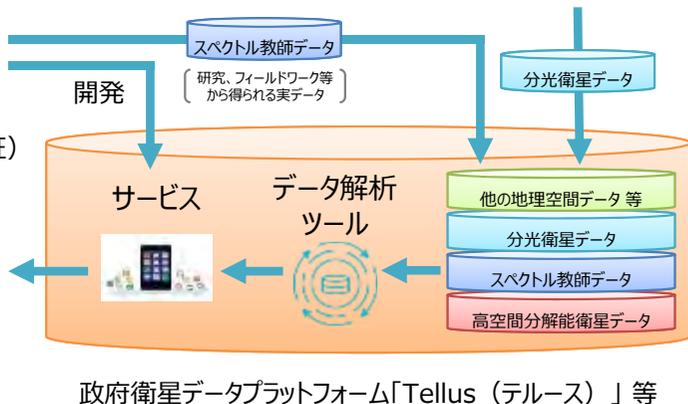
同期観測による放射量校正



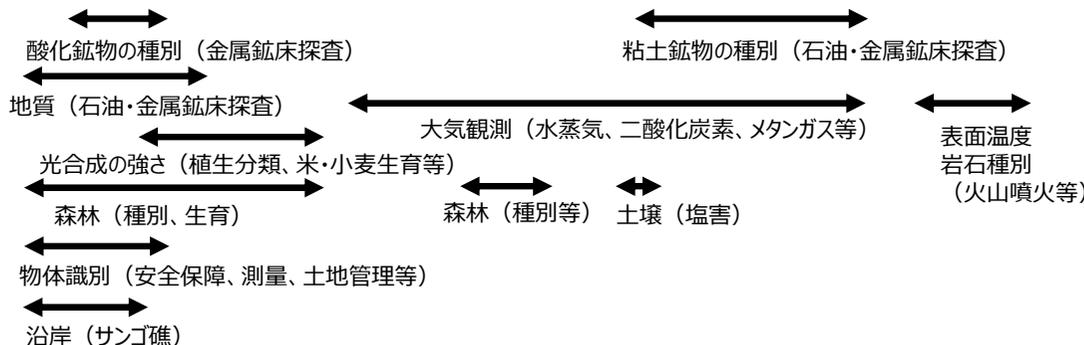
各分野の研究者・企業等  
 (HISUIデータ等で利用実証)



各分野のユーザ



## <波長帯に応じて得られる情報の例>



# (経産省) 衛星データ利用促進のための地域実証事業

- 国内の複数地域を選定し、当該地域で撮像した様々な衛星データを調達・Tellusに搭載。
- 当該地域において、地方公共団体等のニーズを踏まえ、社会課題解決のための衛星データを利用したビジネスの実証支援を行い成功事例を創出するとともに、他の地方公共団体等への横展開を図る。

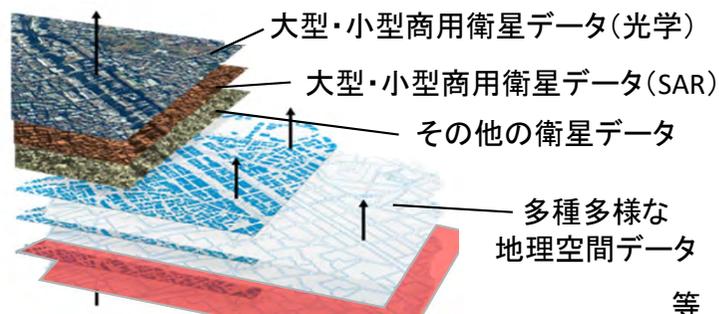
実証地域の例  
(検討中)



衛星事業者

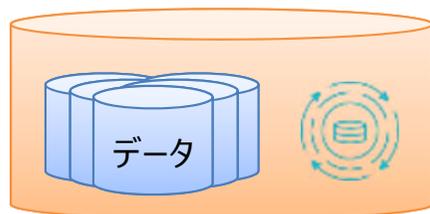


## ①複数地域で衛星データをTellus上に調達

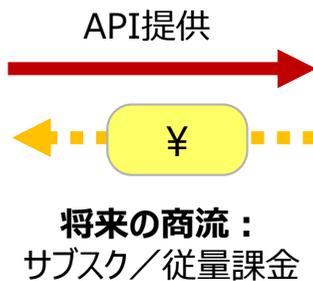


衛星データの  
搭載・API化

衛星データプラットフォーム



ソリューション開発事業者



## ②当該地域でのソリューション開発実証

- 公募で選定した補助対象事業者（15社程度）はTellusに搭載した衛星データを無料で利用可能
- また、補助対象以外の事業者であっても、衛星データの継続的な利用が見込まれる事業計画を事前に提出し、審査を通過した者（100社等上限あり）に対しては、衛星データの無料利用を可能とする（特殊なマルチライセンス契約を行う）

地元ユーザ



# (総務省)衛星通信における量子暗号技術の研究開発(H30~R4)

- 近年の世界的な宇宙分野における人工衛星の産業利用に向けた活動の活発化により、今後一層の衛星利用の需要拡大が見込まれる状況。
- 他方、衛星通信に対するサイバー攻撃が脅威となりつつあり、安全な衛星通信ネットワークの構築を可能とする高秘匿な衛星通信技術の確立が急務。
- 小型衛星にも搭載可能であり、盗聴や改ざんが極めて困難な衛星通信を実現する量子暗号技術の開発を平成30年度より開始。本研究成果を活かした衛星ビジネスや移動通信ネットワーク等の事業化を目指す。

## 事業期間

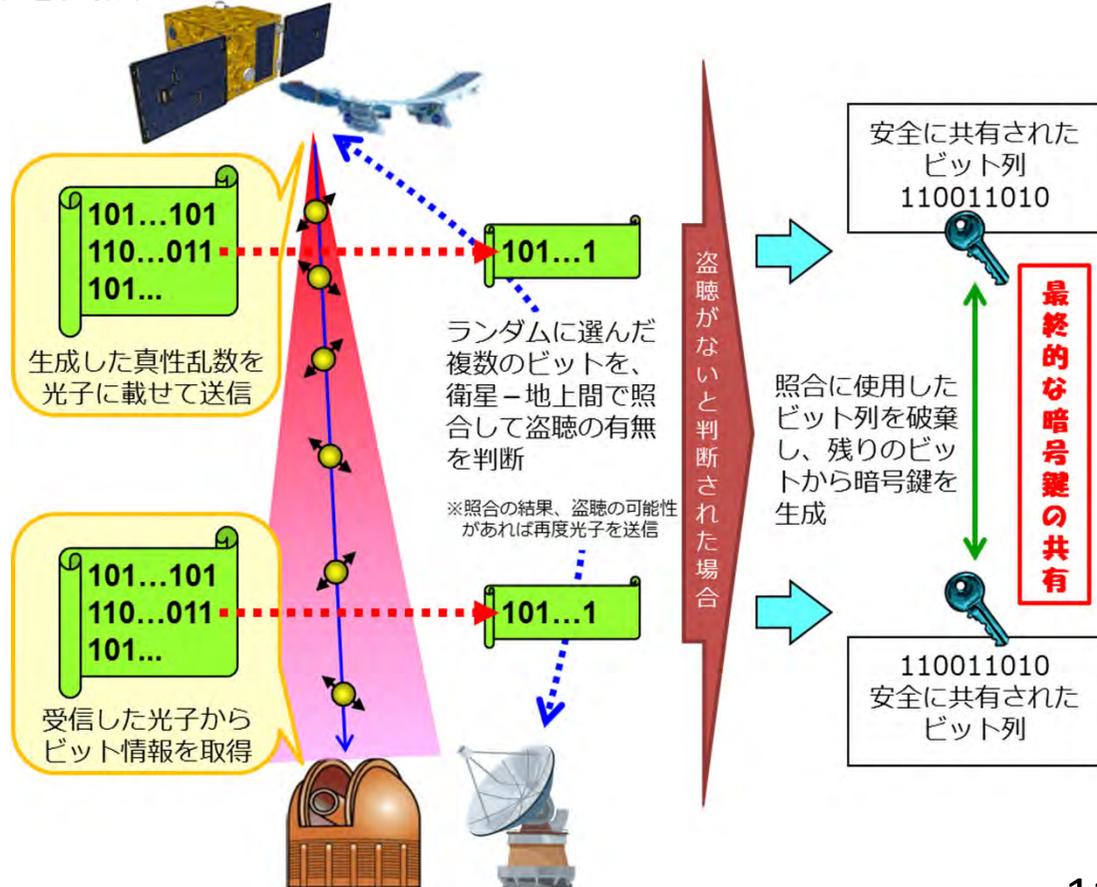
平成30年度～令和4年度 [令和3年度予算額:500百万円、令和2年度予算額:356百万円、令和元年度予算額:356百万円、平成30年度予算額:310百万円]

## 令和3年度補正予算

480百万円(国際宇宙ステーション(ISS)上での実証を目指す)

## 研究開発内容

- ① 小型衛星にも搭載可能な量子暗号通信技術の開発
- ② 光地上局の高感度受信技術の開発
- ③ 空間光通信・高精度捕捉追尾技術の開発
- ④ インテグレーション・ISSによる実証実験



研究開発委託

民間企業等

- ・NESTRA
- ・NICT
- ・東京大学
- ・ソニー
- ・スカパーJSAT

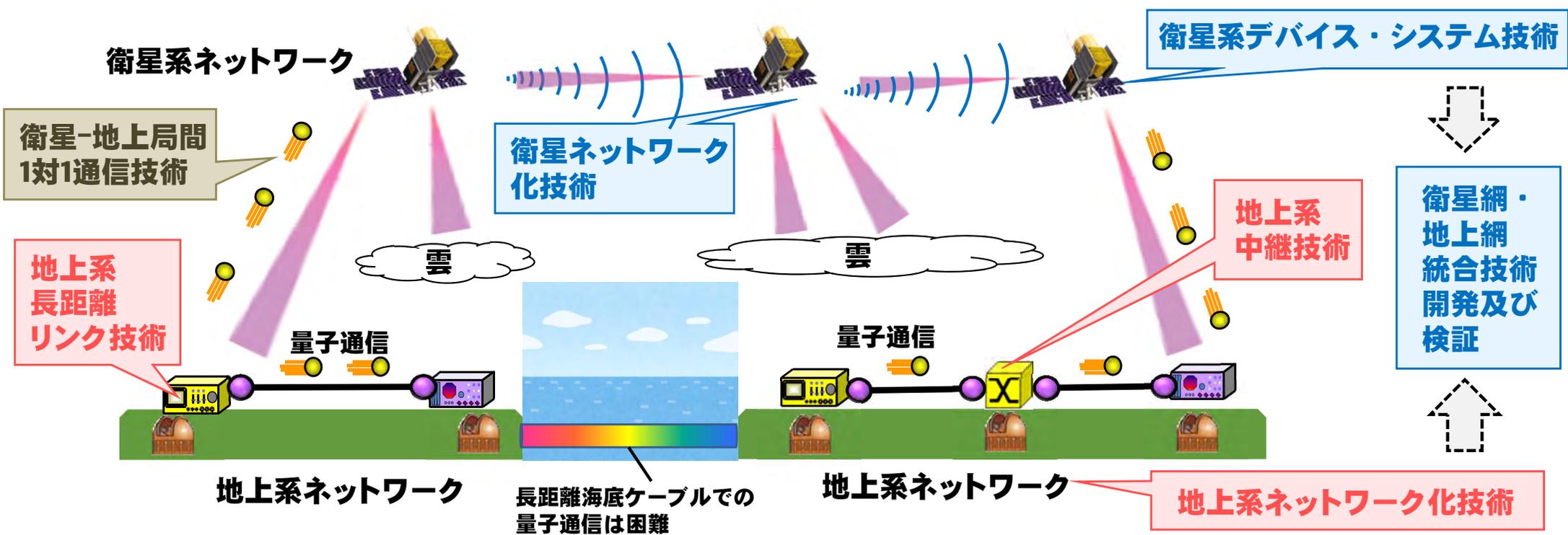
# グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発(R3~R7)

- 近年の量子コンピュータ研究の加速化により、実用的な量子コンピュータが実現されることで、現代暗号の安全性が破綻することが懸念されている。
- 量子コンピュータ時代においても、国家間や国内重要機関間で機密情報を安全にやりとり可能とするため、総務省では、距離に依らない堅牢な量子暗号通信網の技術を確立するための研究開発を実施。

「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」(地上系開発)  
 (令和4年度予算(案): 12.5億円、令和3年度予算額: 14.5億円)、令和2年度~令和6年度

「グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号通信の研究開発」  
 (令和4年度予算(案): 15.0億円、令和3年度予算額: 15.0億円、令和3年度~令和7年度)  
 →長距離の2地点間において衛星経由で暗号通信を行うための技術を開発し、地上系ネットワークと統合する  
 (開発した衛星系システム及び地上系システムを用いた実証を予定)

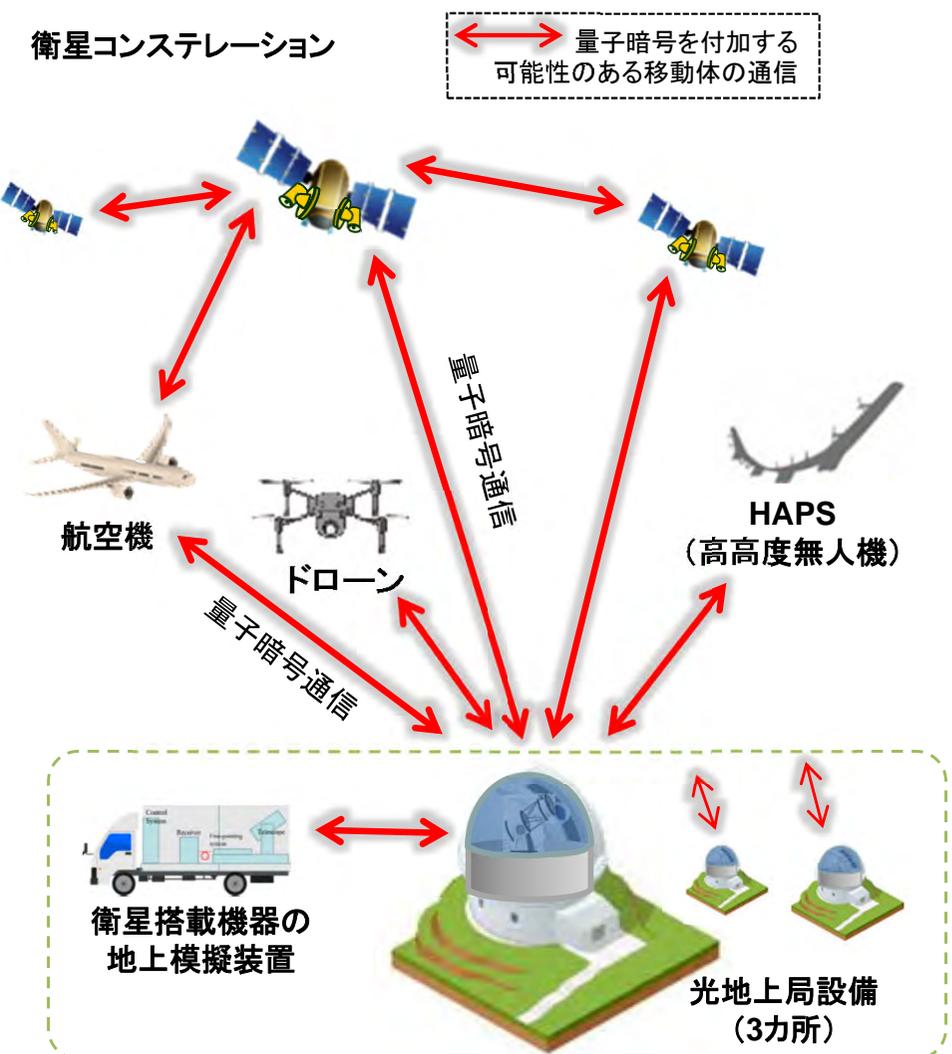
「衛星通信における量子暗号技術の研究開発」  
 (令和3年度補正予算: 4.8億円、令和3年度予算額: 5.0億円、平成30年度~令和4年度)  
 →衛星と地上(1地点)との間で暗号通信を行う装置の開発  
 (国際宇宙ステーション(ISS)上での実証を予定)



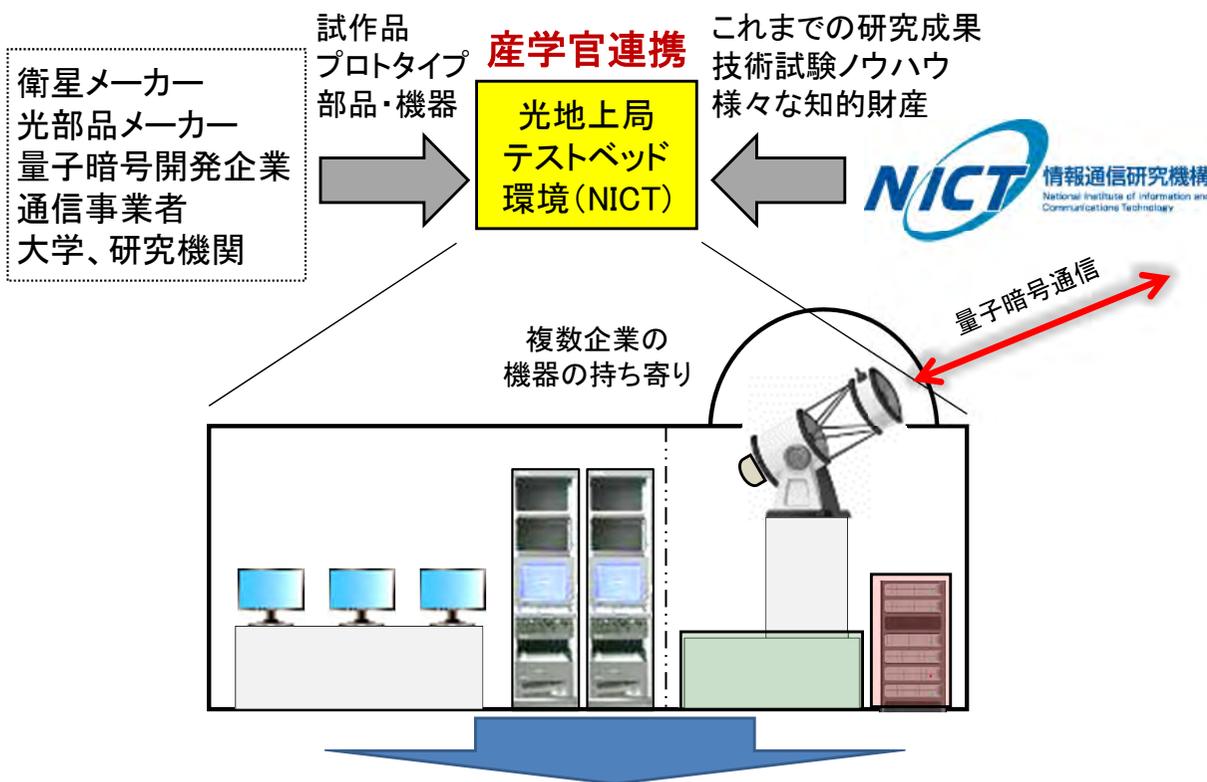
# (総務省)衛星コンステレーションにおける量子暗号通信の実現のための光地上局テストベッド環境の整備

経済安全保障を確保・強化するために不可欠となる衛星コンステレーション※における量子暗号通信について、その早期の実用化を促進するため、光地上局システムが抱える技術課題を産学官連携によって解決するためのテストベッド環境を国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)に整備する。

※多数の衛星を一体的に運用し、一つの機能やサービスを提供するもの。



光地上局テストベッド環境(イメージ)



■ 技術課題を解決する共同研究、実証試験、国際標準化、知的財産創出

→ 衛星コンステレーションにおける量子暗号通信の早期の実用化  
→ 極めて安全なサイバー空間の実現

光地上局システムが抱える技術課題を産学官連携によって解決(イメージ)

所要額 令和3年度補正予算：50.5億円

# (防衛省) 小型コンステ関連施策

- ✓ 防衛省では、小型衛星コンステレーション施策として、令和4年度以降、ミサイル防衛のための衛星コンステレーション活用の検討、衛星コンステレーションを活用した衛星通信の調査研究、衛星コンステレーションによる移動目標の追尾のためのAI技術に係る研究を実施する予定
- ✓ 加えて、衛星コンステレーションの活用のために必要な技術について、関係省庁やJAXA等の関係機関と連携して検討を行う

## 防衛省の小型コンステ関連施策

### 【ミサイル防衛のための衛星コンステレーション活用の検討】

衛星コンステレーションによるHGV探知・追尾に係る調査研究【令和3年度予算：2億円、令和4年度予算案：3億円】

- 赤外線観測衛星を多数配置した衛星コンステレーションにより、HGV等を宇宙から探知・追尾するシステムについて、調査研究を実施
- ※ HGV：極超音速滑空兵器（Hypersonic Glide Vehicle）

### 【衛星コンステレーションを活用した衛星通信の調査研究】

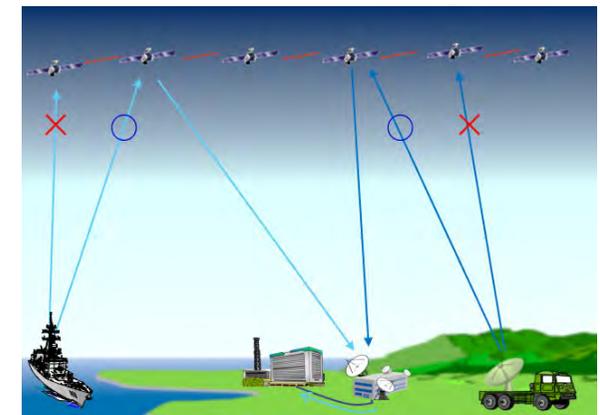
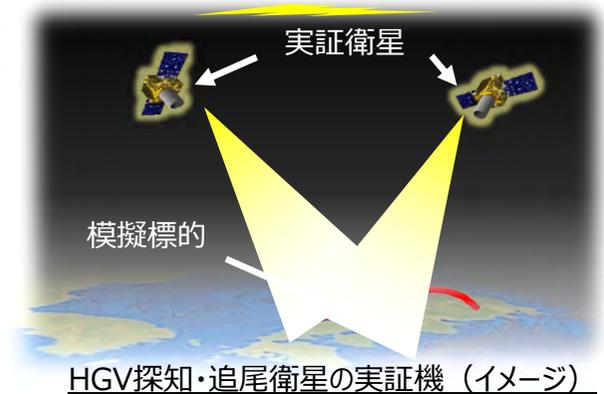
衛星コンステレーションを活用した衛星通信の実証を伴う調査研究【令和4年度予算案：1億円】

- 衛星コンステレーションによる通信回線を用いて陸・海・空における運用の場面を想定した実証実験を行うことにより、衛星通信網の抗たん性や有用性等を分析・評価

### 【衛星コンステレーションによる移動目標の追尾のためのAI技術に係る研究】

衛星コンステレーションによる移動目標の追尾のためのAI技術に係る研究【令和4年度予算案：1億円】

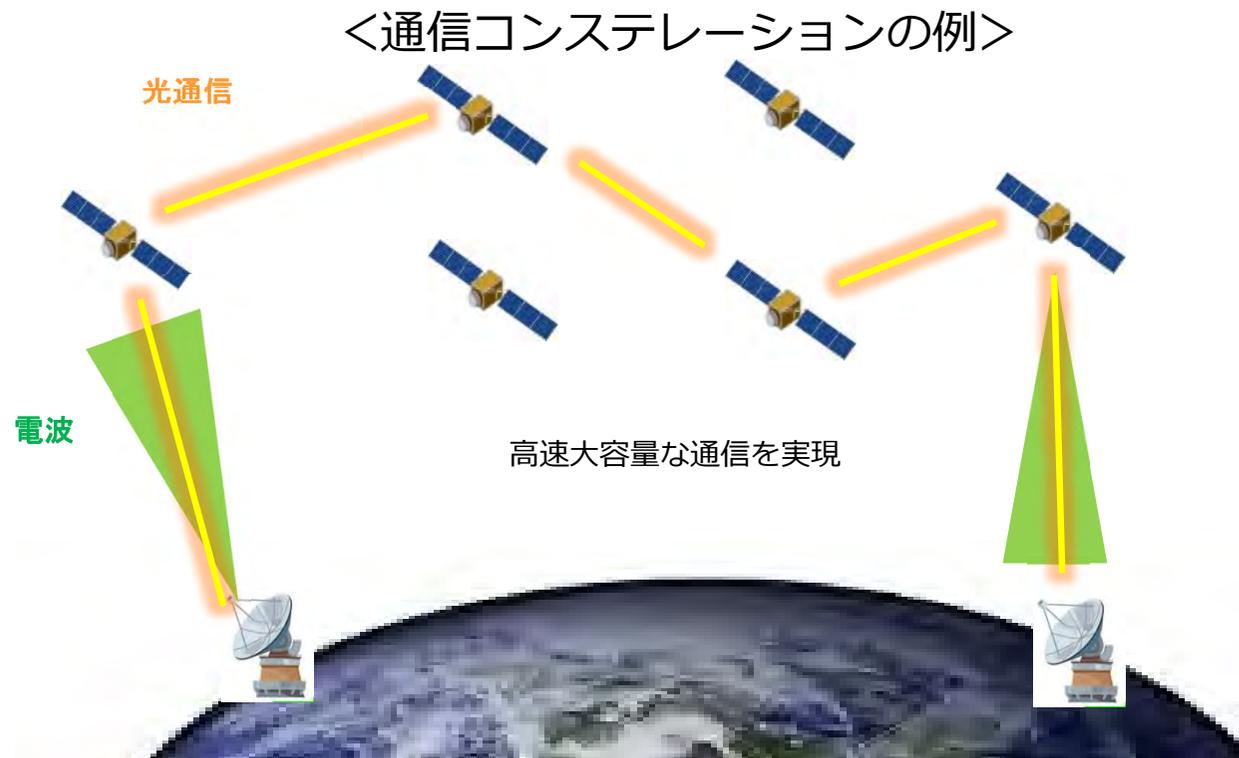
- 衛星コンステレーションで複数の移動目標を自動かつ高頻度に位置予測し、追尾等を可能とするAI技術に関する研究を実施



衛星コンステレーションを活用した衛星通信の実証 (イメージ)

## 【関係省庁検討中】低軌道衛星間光通信等の基盤技術の獲得に向けた取組

- 今後、衛星コンステレーションを、安全保障や防災などの様々なニーズに応え、一層有効に活用していくためには、扱うデータ量やその速度を向上し、即応性を高めることが重要。
- その実現には、コンステレーション衛星間で光通信ネットワークを構築し、これを前提として軌道上での自律運用、データ処理といった対応を行っていくことが必要。
- 低軌道衛星間光通信、軌道上自律制御といった重要基盤技術について、我が国が先行して獲得するため、できる限り早期の実証衛星打ち上げを念頭に、プロジェクトの具体化に向けて検討を進めている。



衛星間光通信により、地上インフラに頼らず、高速大容量な通信を実現