

カバレッジ拡張



HAPSの活用・衛星MIMO・海中MIMO・
ミリ波高速移動性能実証・360km/hでの通信性能実証・
フレキシブル反射フィルム・メタサーフェスレンズ・
5G中継装置・つまむアンテナ・スマートサーフェス

産業利用への挑戦



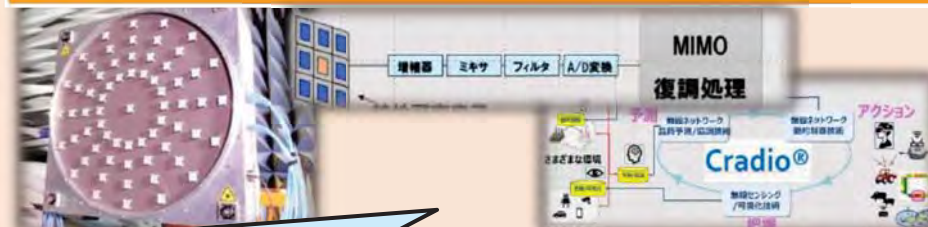
点群データを用いたエリア推定・産業機器との共存条件の
確立・実環境/実機器を用いた各種検証・URLLC実証等

テラヘルツ波の活用



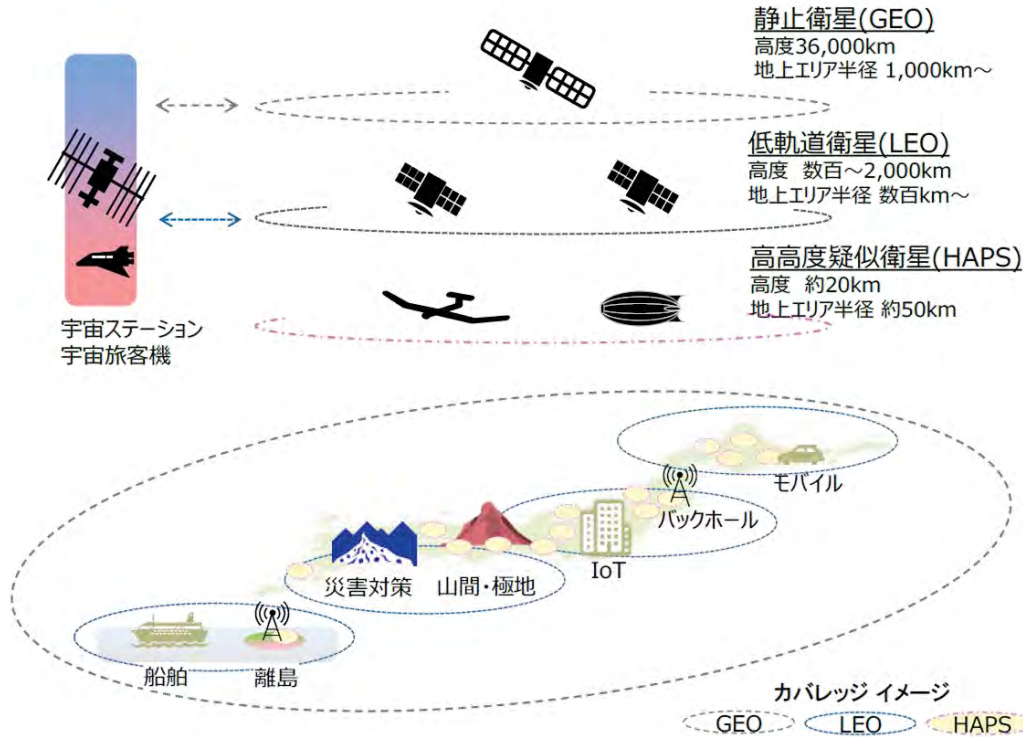
6Gシミュレータ・100G帯高出力パワーアンプ・
150G帯伝送システム・300G帯超高速IC・テラヘルツ伝
搬試験・センシングを用いた移動性能検証

未来のNW



AI For RAN・Cradio®・VM-MIMO・OAM-MIMO・
Analog-ROF・6G無線技術 (Mega-MIMO等)

衛星やHAPSを用いる空・海・宇宙へのカバレッジ拡張



➡ これまでの移動通信ネットワーク(NW)ではカバーできなかったエリアへ様々なサービスを提供することを目指す

GEO, LEO, HAPSの利用による超カバレッジ拡大

5G Evolution&6Gに向けた技術検討項目

GEO	<ul style="list-style-type: none"> 衛星の電力と周波数をマルチビーム間で最適化する Very High Throughput Satellite (VHTS)
LEO	<ul style="list-style-type: none"> MIMO等の適用による通信容量の拡大 複数衛星が協調してNWを構成する衛星コンステレーション
HAPS	<ul style="list-style-type: none"> 長距離通信に適した無線インタフェースの拡張 地上NWとの効率的な周波数有効利用方法 HAPS搭載局と地上NWの高効率な連携を実現するNW設計

往復伝搬遅延(Round-Trip Time)※

GEO	477.48ms~541.46ms
LEO (高度600kmの場合)	8.00ms~25.77ms
HAPS (高度20kmの場合)	0.267ms~1.47ms

※フィーダリンク+サービスリンクの往復伝搬遅延(伝搬遅延のみ)、通信リンクの仰角や高度にもよる(仰角は90度~10度と仮定)

(参考) 楽天モバイル(東京大学説明) 2021/2/9

スペースモバイルを推進する目的

- 国内の携帯電話事業者のカバレッジは人口カバー率約99%、面積カバー率 国土の約70%、日本全土の約30%は、まだ十分にカバレッジができていない状況

⇒ **日本全土をカバーできるブロードバンド・インフラが必要**

- 地震、台風、集中豪雨等の自然災害の増加、被害の甚大化を鑑み、災害が発生した際に安定的に提供できる通信手段の確保が急務

⇒ **一般に普及している既存端末を用いた通信手段の提供が必要**

■用途1

これまでカバレッジが実現できていない山岳地帯や離島等のエリアカバレッジを実現

非カバレッジエリア

例：山岳地帯や離島等

■用途2

災害時に基地局が損壊しても、既存端末で同様の通信手段を提供することが可能

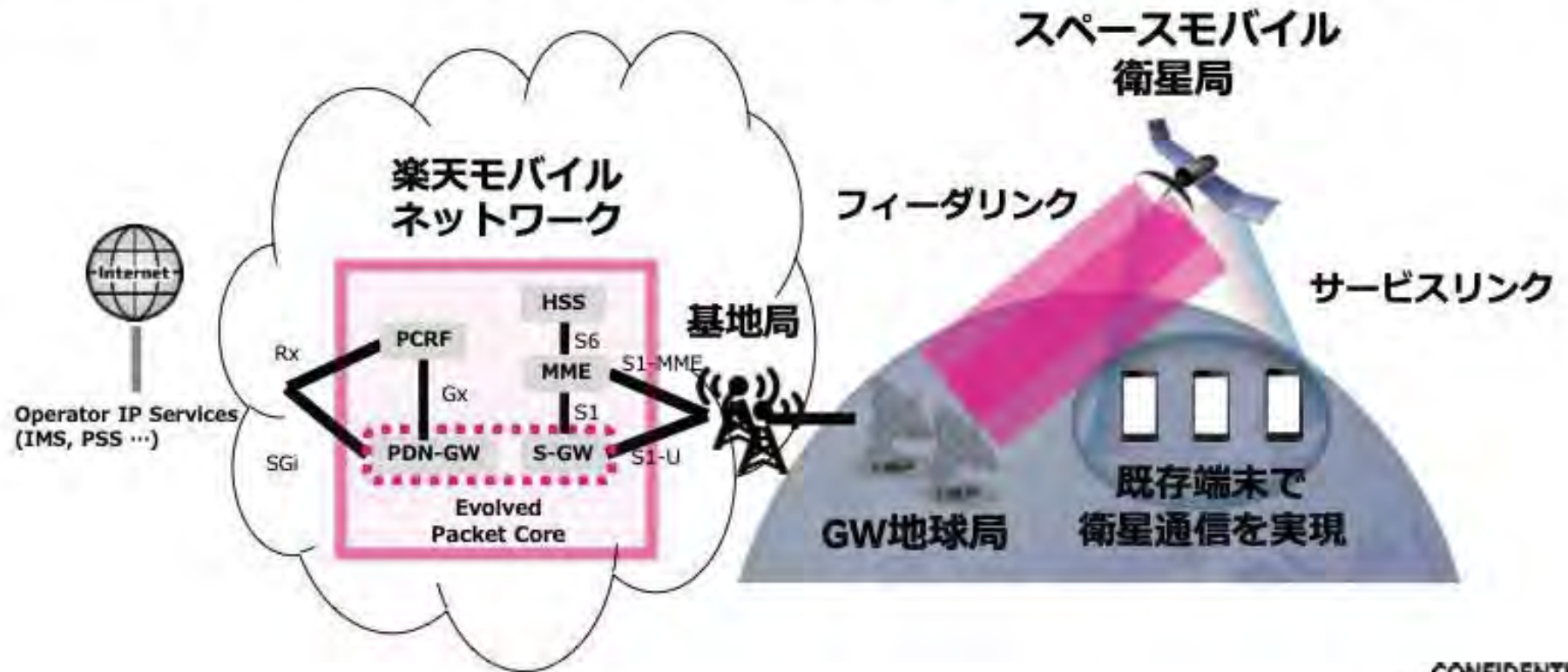
災害発生地域



(参考) 楽天モバイル(東京大学説明) 2021/2/9

システム構成

- ・ セルラートラフィックを**衛星ベントパイプ中継器**で基地局へ転送
- ・ 基地局側で衛星通信に必要な修正を行うことで**既存端末**で通信が可能



情報通信の民主化

現在、情報通信の基本的なサービスを提供する主体が多様化する
「情報通信の民主化 (Democratization)」が起こりつつあると考えられる。

“The action of making something accessible to everyone.”

つまり、情報通信の実現は全国通信事業者だけではなく、
すべての国民が主体となって基本的なサービスを提供できることを意味する
一般事業者、自治体、大学、などが最新の情報通信の運用主体となる可能性がある。

革新は「多様性」 (あらゆる観点からの考察) と
「包摂性」 (あまねく対象への考慮) から生まれる
多様性と包摂性は「多数のユースケース」から生まれる
多数のユースケースは「パーティカル(一般事業者)」から生まれる

ローカル5G:一般事業者が免許制の5G電波利用が可能になったことに大きな意義

衛星通信の民主化は可能か？ ローカル5Gとの連携

ローカル5Gの概要

- ローカル5Gは、地域や産業の個別のニーズに応じて**地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に柔軟に構築**できる5Gシステム。
一部の周波数帯で先行して**2019年12月に制度化**。

<他のシステムと比較した特徴>

- 携帯事業者の5Gサービスと異なり、
 - 携帯事業者によるエリア展開が遅れる地域において5Gシステムを**先行して構築可能**。
 - 使用用途に応じて**必要となる性能を柔軟に設定**することが可能。
 - 他の場所の通信障害や災害などの影響を受けにくい**。
- Wi-Fiと比較して、**無線局免許に基づく安定的な利用が可能**。

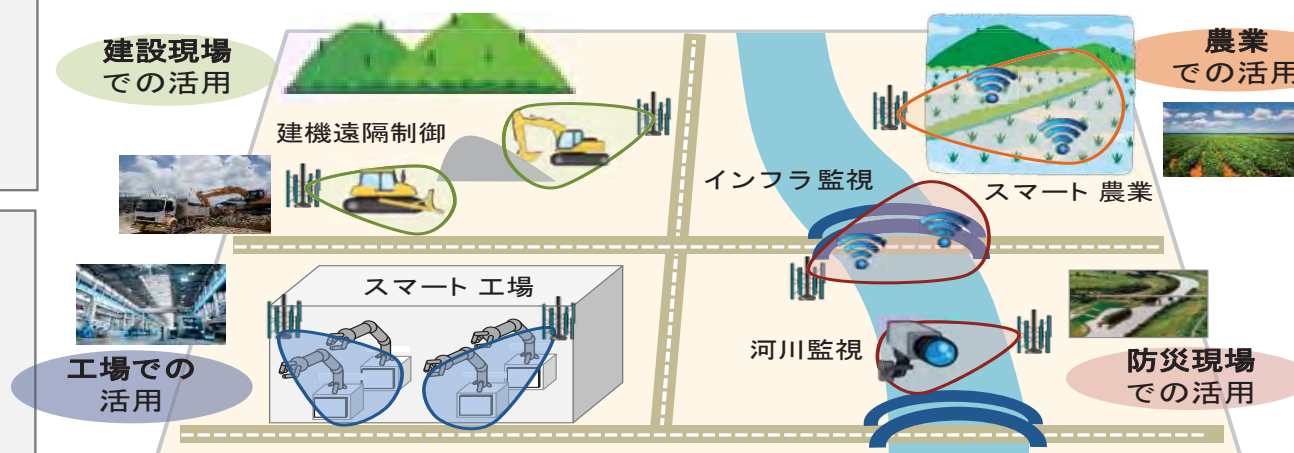
ゼネコンが建設現場で導入
建機遠隔制御



事業主が工場へ導入
スマートファクトリ



建物内や敷地内で自営の5Gネットワークとして活用



農家が農業を高度化する
自動農場管理



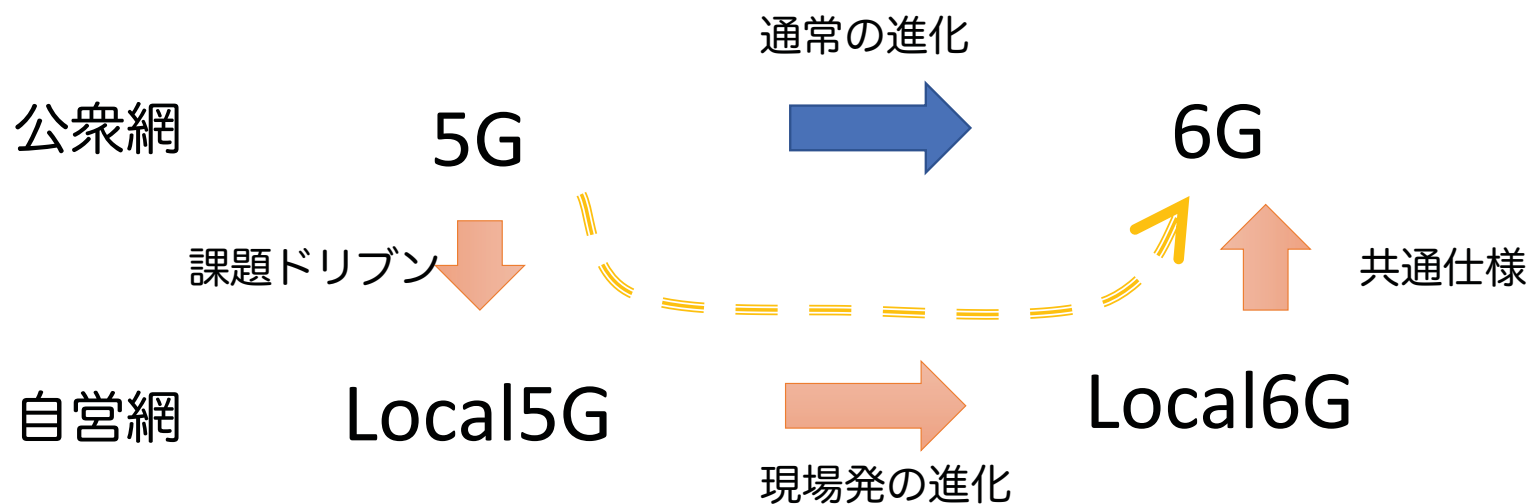
自治体等が導入
河川等の監視



センサー、4K/8K



6GはLocal6Gから始まる



「現場発の仕様が革新を起こす」

価格破壊・自営網展開キット (L5G-IAB; Local 5G-In A Box)
低消費電力基地局
衛星Local5G通信
アプリケーションスライシング
カスタムセキュリティ
AIによる運用自動化
Local5G Federation Roaming

ローカル5G基地局の低廉化・カスタム化

2020/10/30 東京都・東京大学・NTT東日本メディア発表会資料

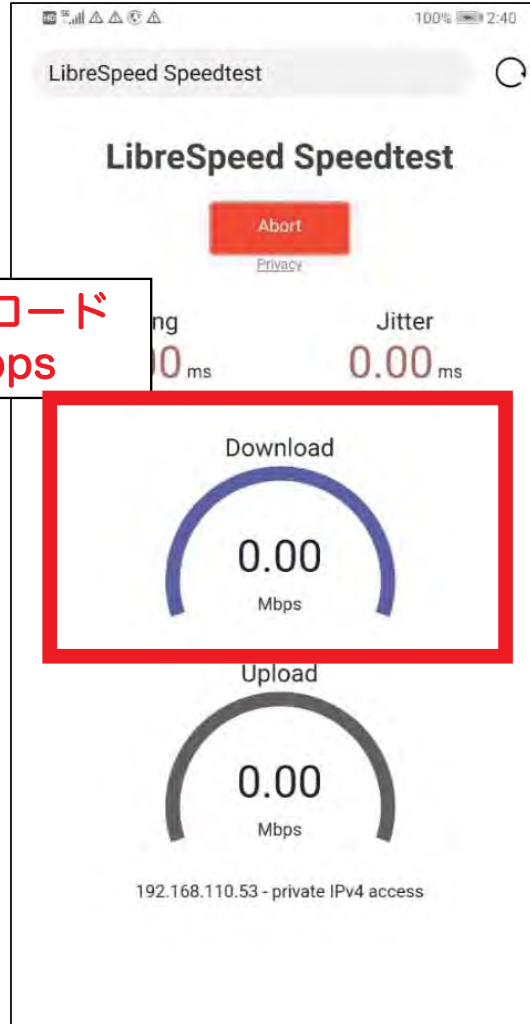
ソフトウェア5G基地局



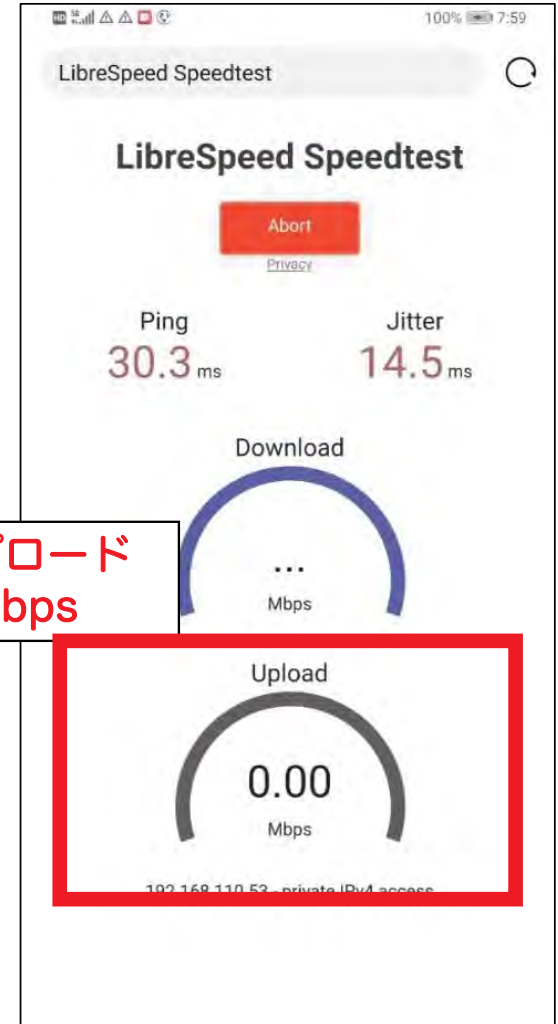
ダウンロード性能向上設定

アップロード性能向上設定

ダウンロード
543Mbps



アップロード
207Mbps



民主化のアプローチ (現場発の仕様策定)

従来のアプローチ

ホワイトペーパー
(ユースケース
課題の紙上理解)



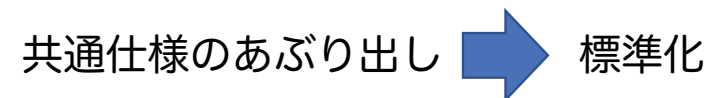
民主化のアプローチ

ユースケース
課題の実践理解



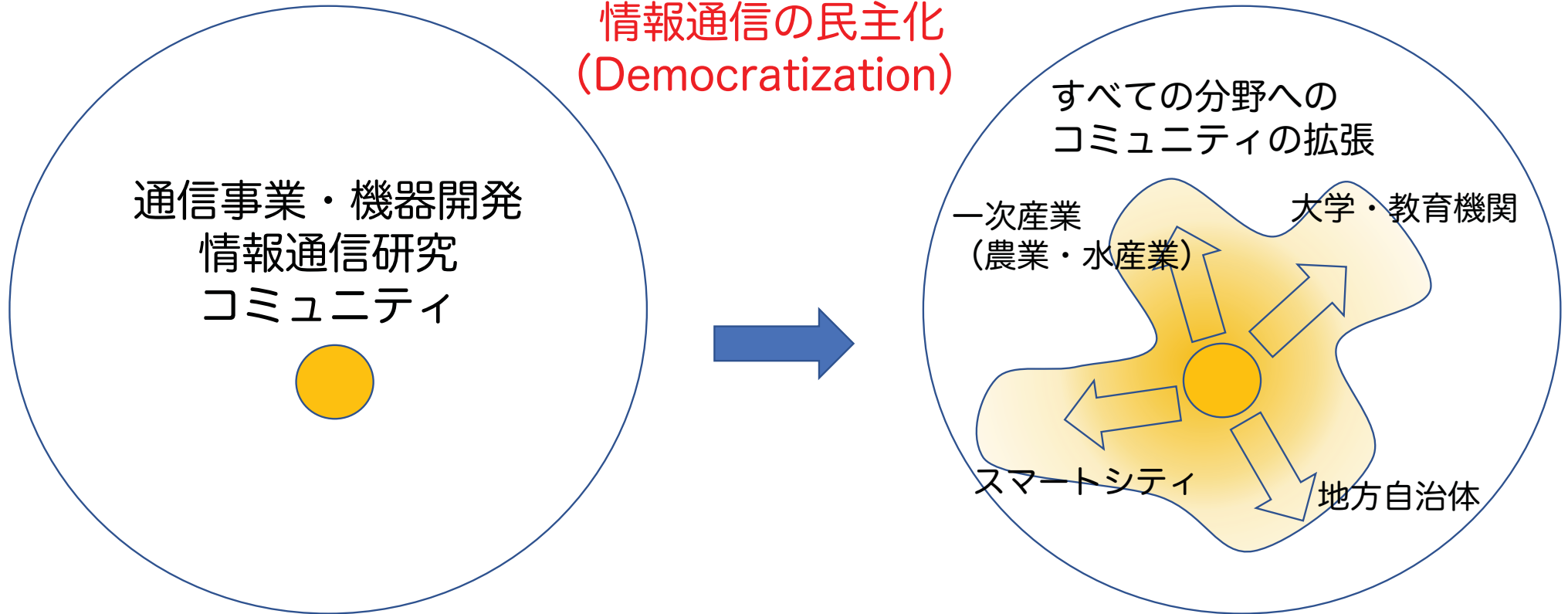
課題解決が可能な
ソリューションを作ってしまう!

課題を正確に理解する
(~50%)



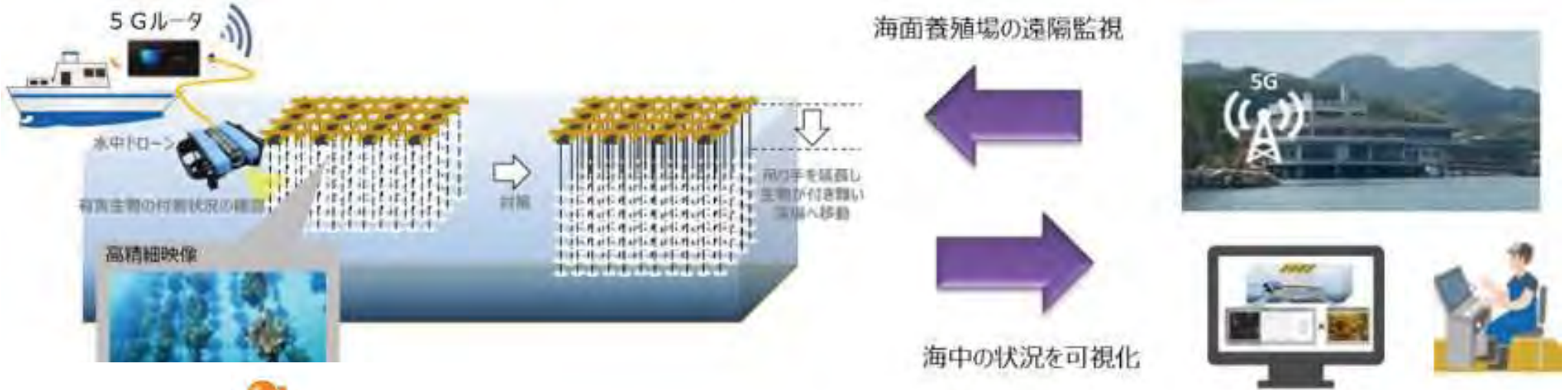
“民主化の力” The Power of Democratization

情報通信の民主化
(Democratization)

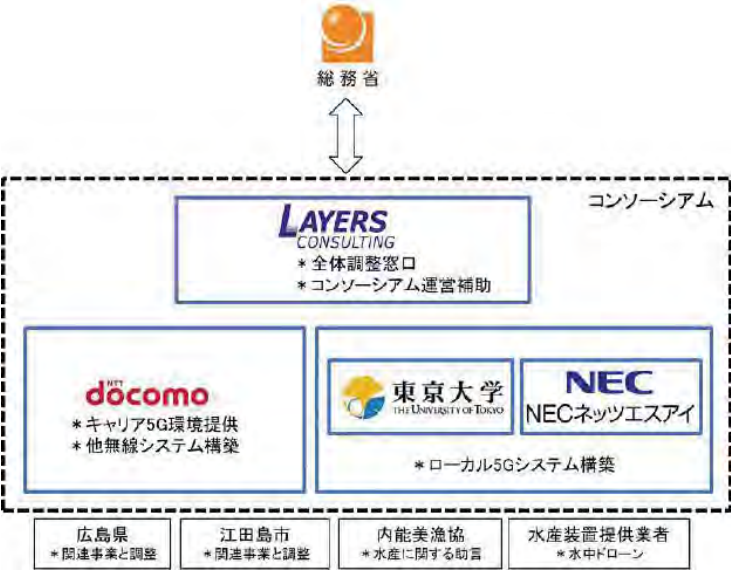


自営網周波数の拡大
すべてをオープンソースで構築
地域課題に適用可能な**カスタム化**

2020年度 ローカル5Gとキャリア5Gの一次産業（漁業）への利活用の実証事業の採択が決定



<http://www.iii.u-tokyo.ac.jp/news/2020112013080>



1 実証概要

- ①課題実証
 - (1)陸上（遠隔地）からの水中ドローンの遠隔操作と海中の状況の可視化に関する実証
 - (2)水中ドローンで取得した高精細映像と海面養殖場及びその周辺の環境データ（水温や塩分濃度等）を組み合わせた殖漁場の環境分析に関する実証
- ②技術実証

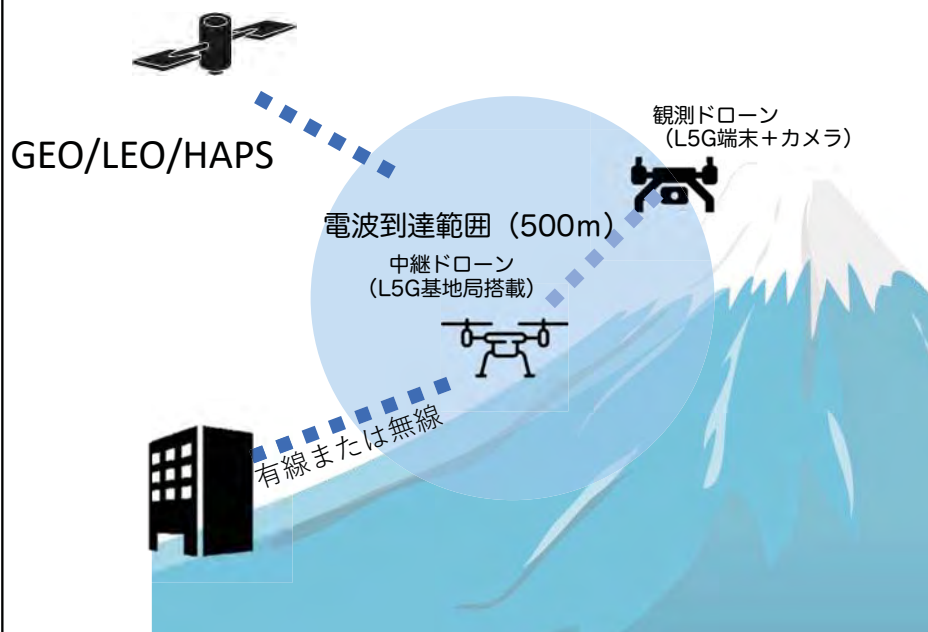
海上におけるローカル5Gの通信品質を確認し、海上におけるエリア構築について考察するとともに、ローカル5Gとキャリア5Gの共用検討を実施

水中ドローンを活用した遠隔での海中状況可視化システムにおいては、ローカル5Gを活用して水中ドローンを陸上から遠隔操作し、海中の状況を可視化することにより、「養殖する牡蠣の生育に影響を与える付着生物の状況」をリアルタイムで把握することが可能です。その結果、漁業従事者の労働環境の改善が実現し、結果として牡蠣の海面養殖における生産性の低下の歯止めにつながると期待されます

衛星・ドローン・5G・AIによる富士山落石対策に関する研究提案（案） 1/2

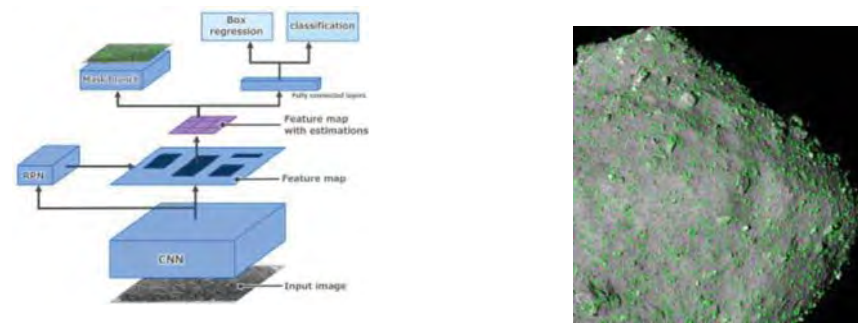
走破困難地域の遠隔監視を高精細撮像と衛星/HAPS・ローカル5G通信技術で実現

- 空中滞留型/着地型の基地局検討
- LEO/GEO/HAPSとローカル5Gの連携
- ドローン積載ローカル5G基地局の開発
- 免許制度への提案
- 崖や急峻な坂、山岳地帯の電波伝搬特性の把握



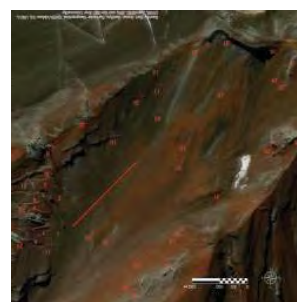
はやぶさ 2 等で実績あるAIによる物体検知・LIDAR/電波観測等を組み合わせた土砂安定性解析の実証

- 機械学習による高速物体検知
- 電波反射能による土砂状態検知

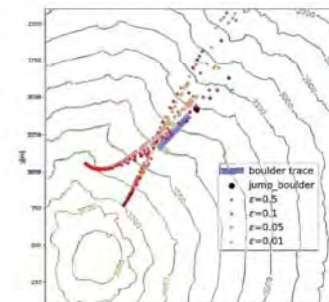


衛星リモセンと数値解析による防災工学的研究

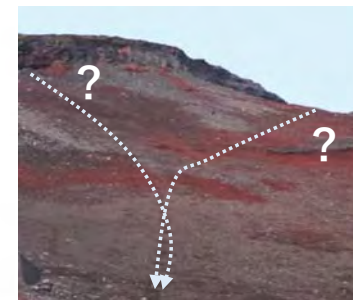
- 数値シミュレーションによる土砂移動の把握
- 岩石-地盤相互作用の理解



ドローン情報と衛星画像との融合



DEM上での数値解析

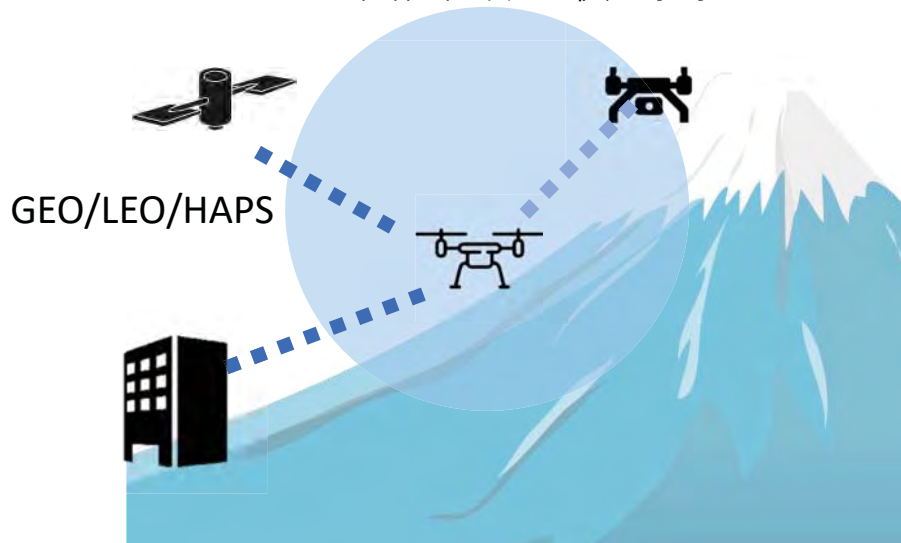


実地調査と防災工学的検討

衛星・ドローン・5G・AIによる富士山落石対策に関する研究提案（案） 2/2

技術的実証としての意義

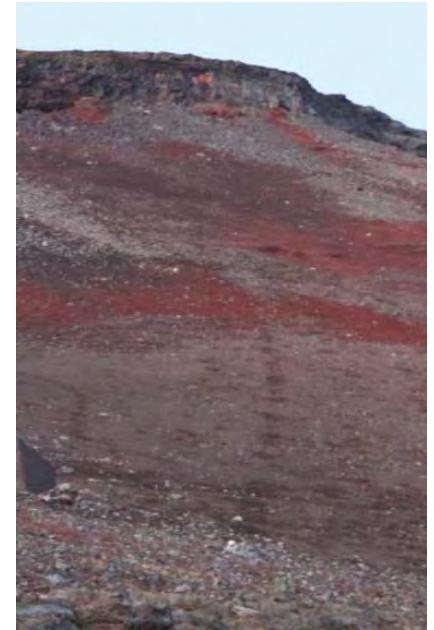
- 移動体による5G高速通信
- ローカル5Gと衛星の連携（カバレッジ拡張）
- ドローン搭載4K/8Kカメラによる高精度観測
- AIによる画像認識・状況把握



防災工学的な意義

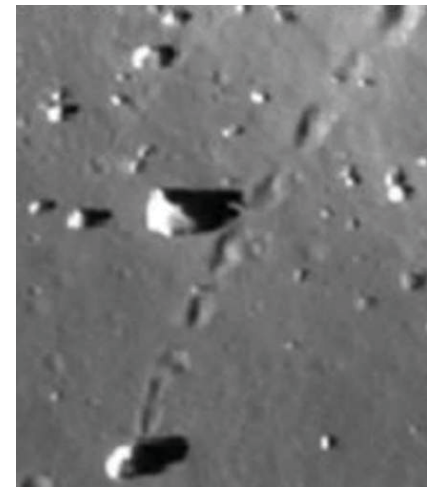
- 現況の確実な把握
- 落石可能性の予想

富士山科学研/東大で共同実施中



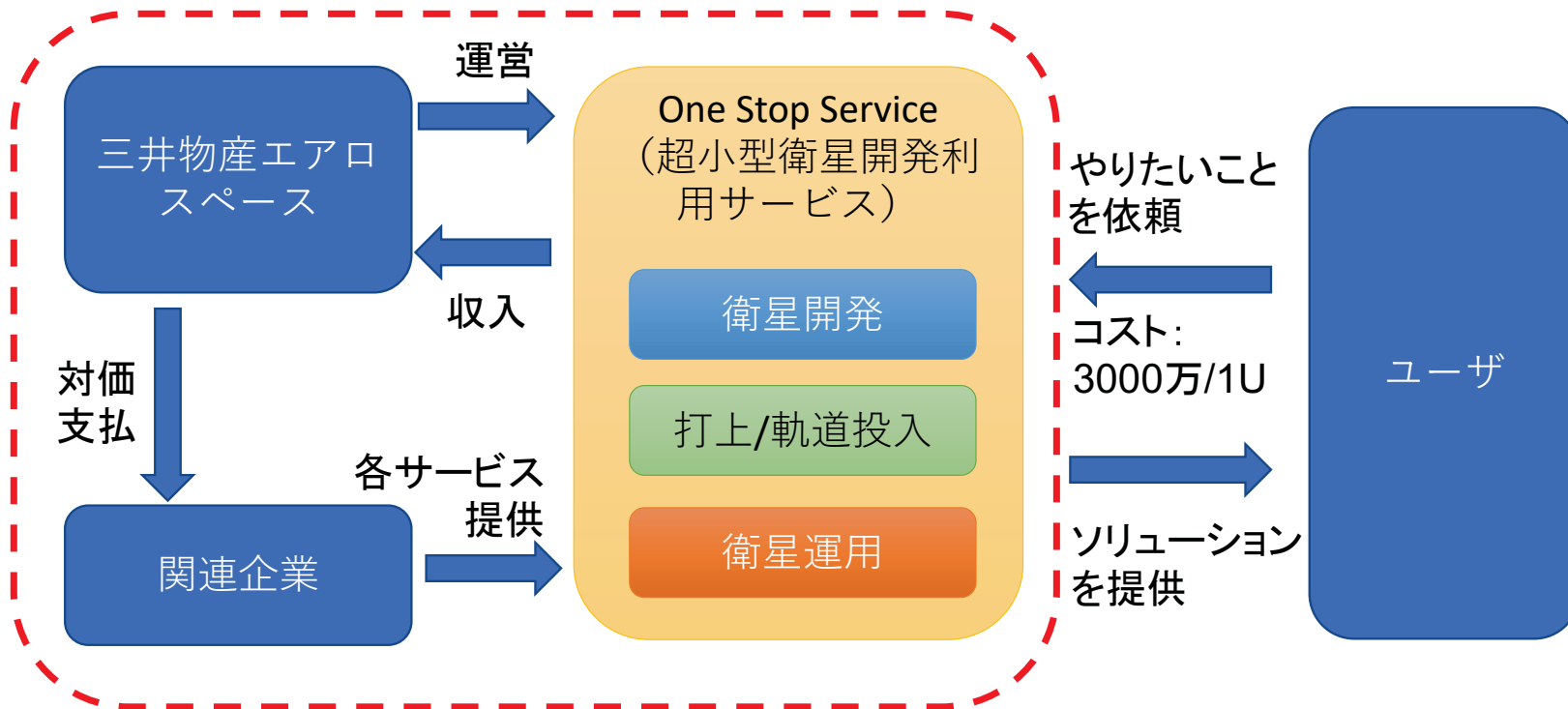
惑星科学的な興味

- 月・火星の類似地形調査
- 斜面現象の理学的理解



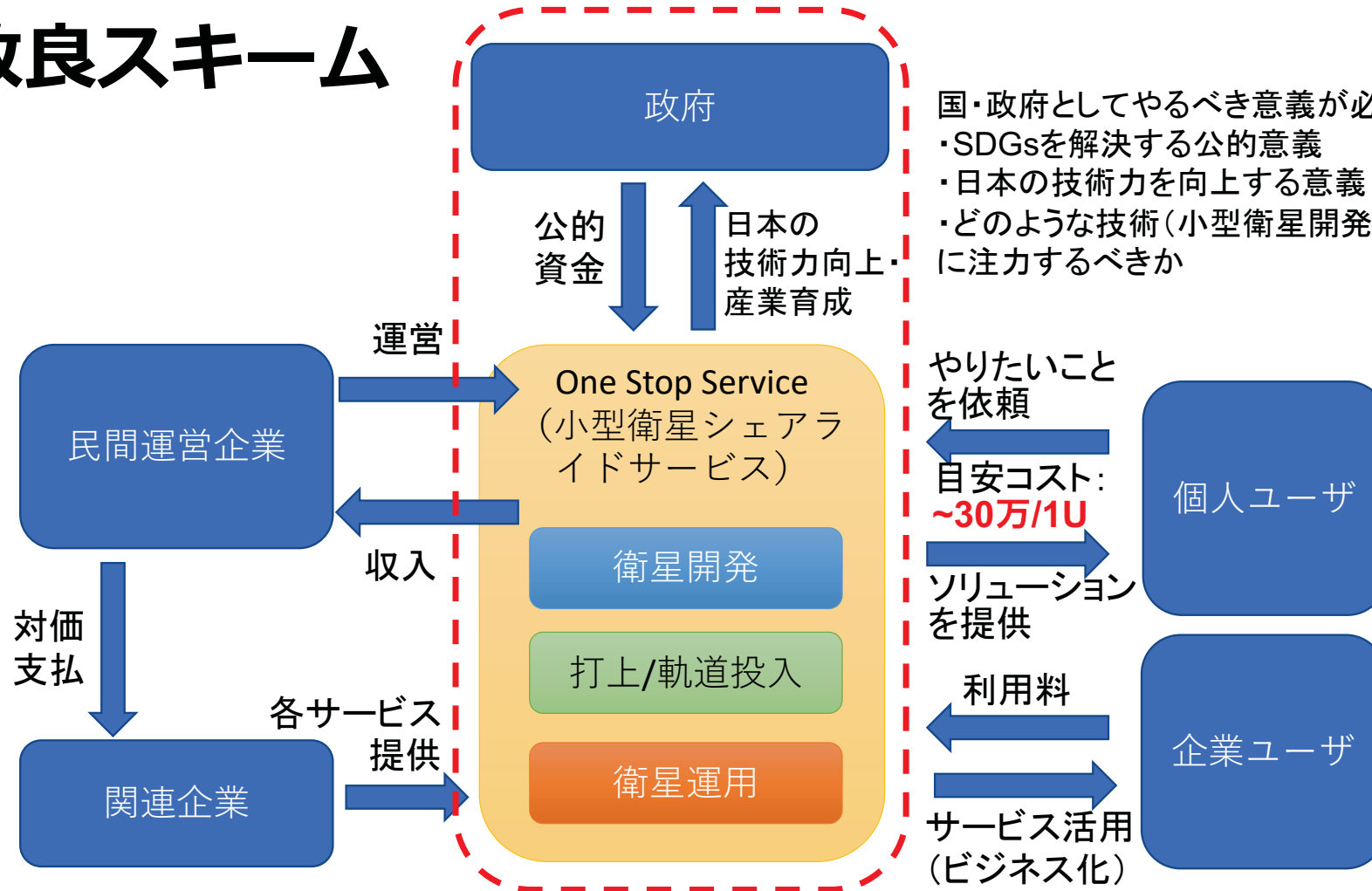
小型衛星シェアライド

現在のスキーム（例）



小型衛星シェアライド

改良スキーム



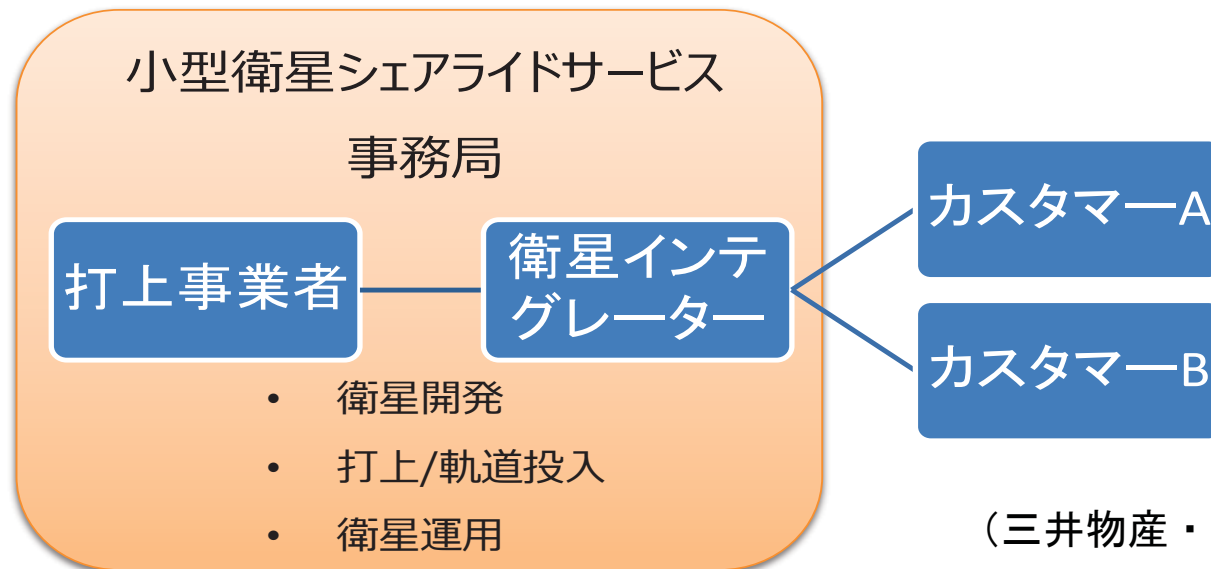
国・政府としてやるべき意義が必要

- ・SDGsを解決する公的意義
- ・日本の技術力を向上する意義
- ・どのような技術(小型衛星開発、通信インフラ開発等)に注力するべきか

小型衛星シェアライド事業のスキーム案

- 各ユーザがそれぞれ衛星を開発し打上げるとはユーザの金銭的・技術的負担が高いことから、一社当たりのコスト負担を低減するため、超小型衛星を活用した複数ユーザの相乗りプロジェクト＝シェアライド事業を展開
- フライト実績があり、コスト削減・衛星製造納期短縮が可能*な超小型衛星インテグレーターを採用した仕組みづくりが、本事業の実現性と実用性を最大化するために重要

*本邦企業の場合、周波数申請・宇宙活動法申請でスタックする可能性高く、まずは海外ベンダーの起用を想定。将来的には本邦企業の起用に進めたい



(三井物産・NICT・東京大学で議論中)

B5GのR&Dにおける公共財としての大学の役割

過去の実績

2011-2014 NICT委託研究【新世代ネットワーク】
ネットワーク仮想化・スライス技術を産学連携6社で推進

1. 新世代の情報通信技術の先導的研究

過去の実績

2. 学術界の繋がりを活用する国際連携

2016-2019 総務省委託研究【5GPagoda】
5Gスライシング技術を日欧連携産学11社で推進

現在進行中

3. 未来社会協創を実現する若手人材育成

東京大学・連携研究機構

4. 情報通信の迅速な革新推進のための民主化アプローチ

現在進行中

Local5Gの実証
Local6Gからの6G

5. キャンパス・テストベッドによる新技術の苗床

構想・予定

B5G基金を活用する研究成果の
キャンパス展開

まとめ：Beyond5G/6Gに向けた情報通信の進化

- 人間の基本的な社会活動は相互のコミュニケーションに支えられている。日常生活の平時はもちろんのこと、**被災時や緊急時の有事における1ビットのデータ（安否確認）通信**であっても情報通信の重要性は疑う余地がない。近年、移動通信が進化し、グローバルに情報通信が可能となったが、今でも、通信ができない地域や、通信ができない状況は多くある。コロナ禍でさらに情報通信の果たす役割の重要性は疑う余地がなくなっている。
- 「**万物を繋ぐ**」ことができる「**最新の高度情報通信技術**」を「**安価に**」「**高度専門知識なく**」「**自らの手で創る**」ことで「**未開拓領域**」においても情報通信の利活用のイノベーションを創出することを目指すべき。
- 万物を繋ぐコミュニケーションを完全にするために、ありとあらゆる技術を駆使して、**未開拓領域の情報通信を一つでも多く可能とする研究を推進すべき。**

6G=通信の基本に立ち返ること