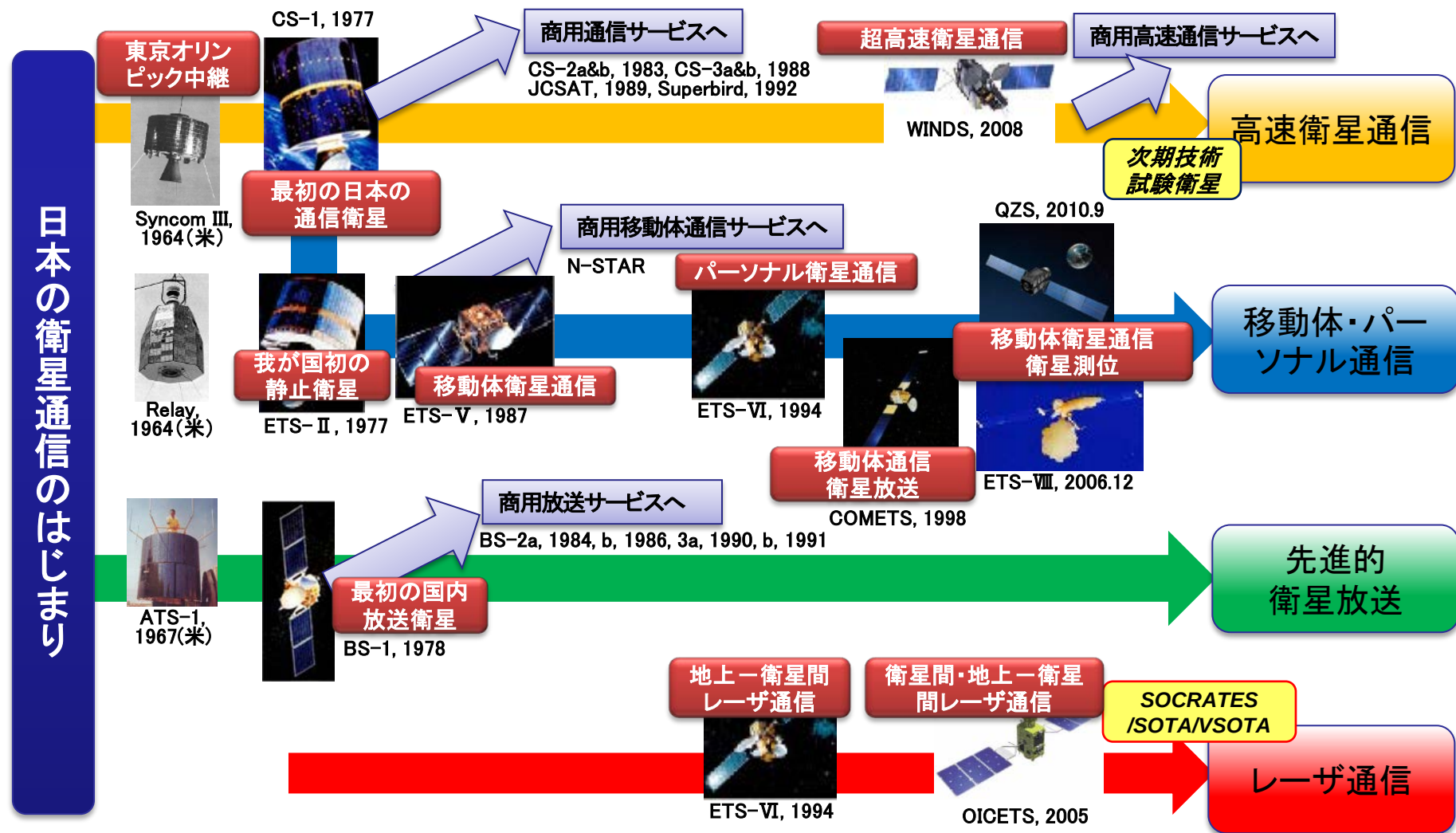
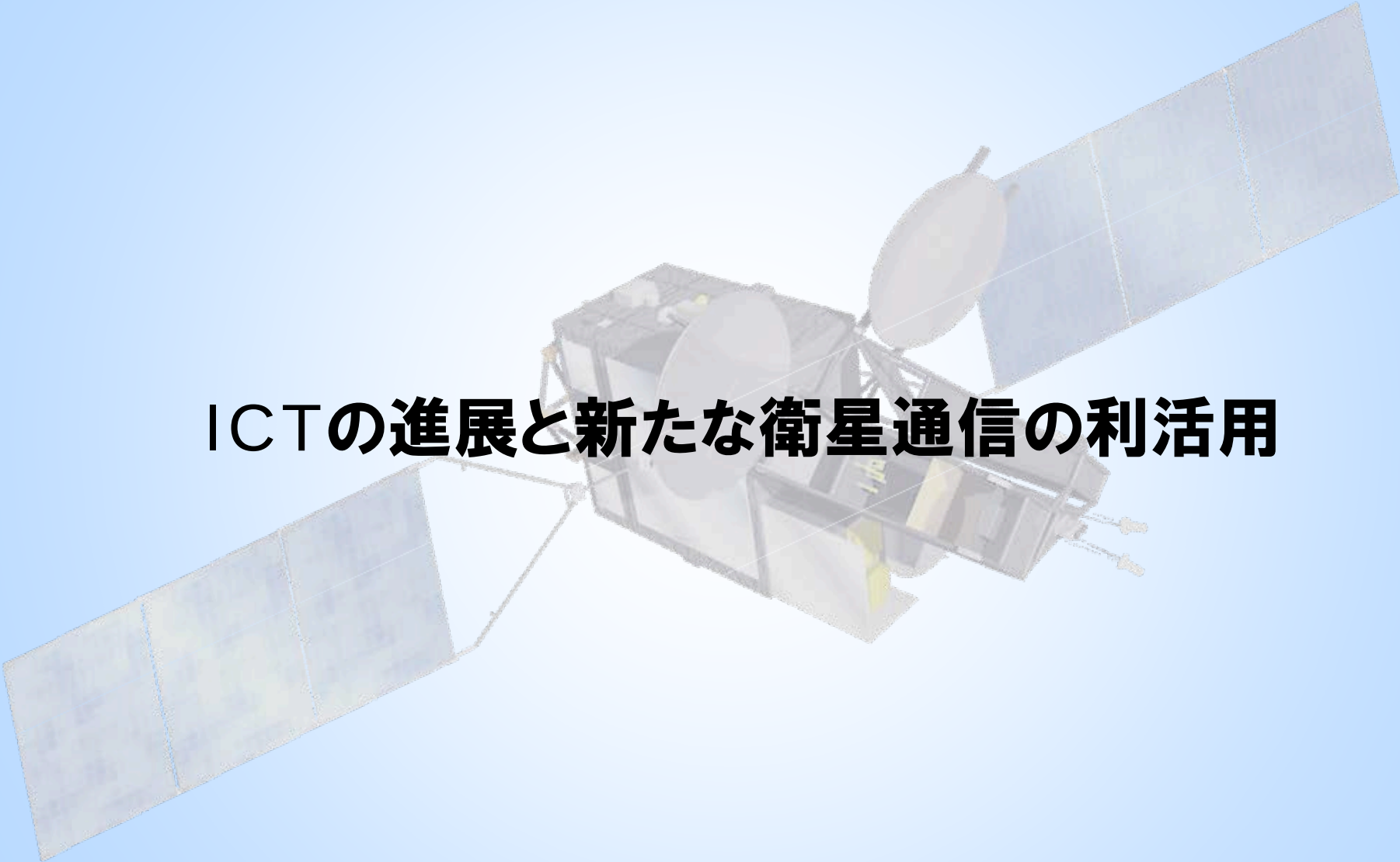


新時代を迎える 衛星通信の利活用と技術開発

国立研究開発法人 情報通信研究機構
ワイヤレスネットワーク総合研究センター



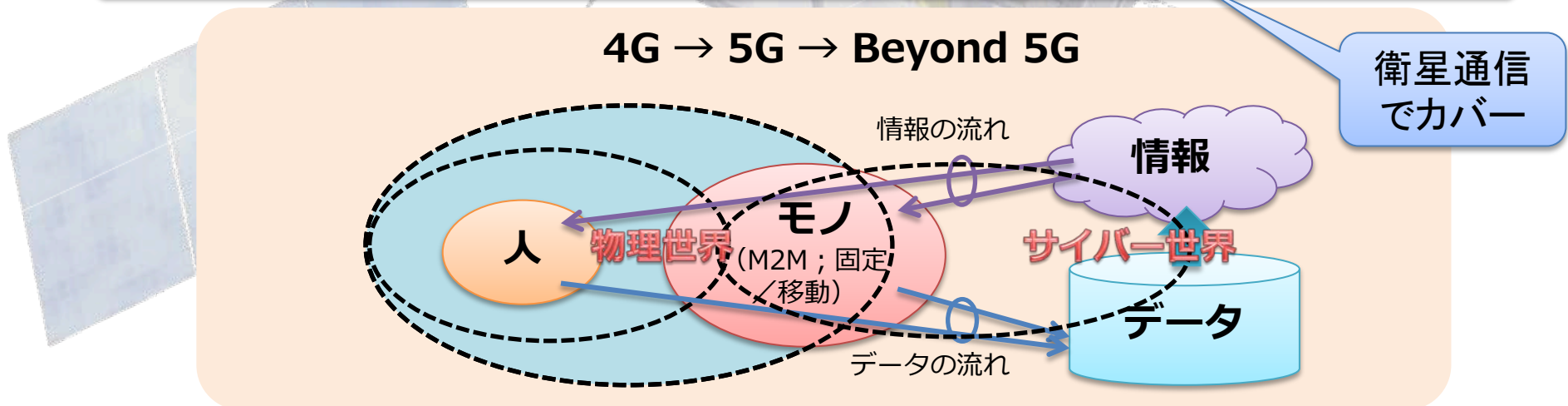
※ 上記のイラスト入りの衛星は全てNICTが開発、実験実施に主体的に関与(Symcom-III, Relay, ATS-1を除く)



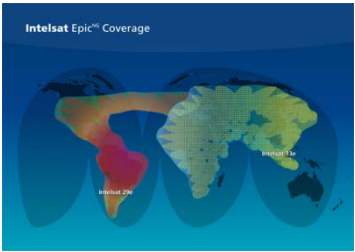
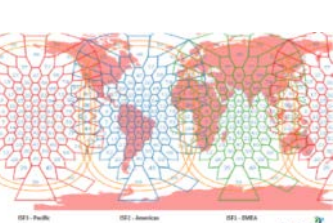
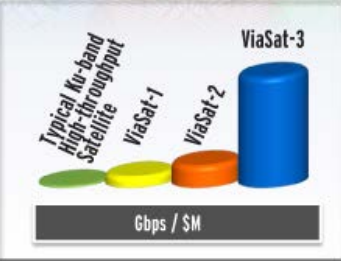
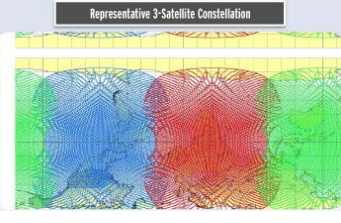
ICTの進展と新たな衛星通信の利活用

- 5G: 多様なサービスに適応する多様な技術が混在(統合、連携)
 - 拡張LTE、WiFi、ミリ波LAN、光空間伝送網、etc
- IoT/IoEの急速な進展
 - 「人與人」を繋ぐネットワークから、「人」「モノ」「サイバー世界」を繋ぐネットワークへ
 - センシング情報の収集・伝達
 - ビッグデータやAI等によって創造された価値情報の伝達

人の居住域はもちろん、人のいない地域、海上(+海中)、上空、宇宙まで



- ハイスループット衛星(HTS)によるサービスコストの低廉化が進展

Epic (事業者: Intelsat)	Inmarsat-5 (事業者: Inmarsat)	O3b (事業者: O3b Networks)	KA-SAT (事業者: Eutelsat)	Viasat-3 (事業者: VIASAT)
概要: 既存の送受信機を活用できるオープン・アーキテクチャー方式を採用、インテルサット29e、同33eの2機を、2015年から2016年にかけて打ち上げる計画。 ビーム数: 10 周波数: C, Ku, (Ka) キャパシティ: 25~60Gbps 伝送速度: eXConnectサービス ・Downlink: 40~160 Mbps ・Uplink: 1~4 Mbps 打上: 2016年1月27日(I-29e) 用途: 航空機等移動体  	概要: 全世界を3機でグローバルにカバーしKa帯衛星通信サービスを実施、2015年8月から3機体制でフルサービスの予定 ビーム数: 89ビーム/1機 キャパシティ: 50Gbps 伝送速度: Maritimeサービス ・Downlink: 50Mbps(60cm) ・Uplink: 5Mbps(60cm) 打上: 2015年8月28日に3機体制 用途: 航空機、船舶、車載、固定  	概要: 新興国市場への3G/WiMAXワイヤレスサービスを提供 ビーム数: 10可動ビーム/1機 キャパシティ: 84Gbps(8機構成) 伝送速度: 大型船舶用の例 ・Downlink: 350Mbps(2.2m) ・Uplink: 150Mbps(2.2m) 打上: 2014年12月18日に12機を打上げ、現在軌道上運用中 用途: 船舶、固定  	概要: 欧州で最初のKaバンドマルチビーム衛星で、衛星ブロードバンド通信サービスをtoowayサービスとして提供 ビーム数: 82ビーム/1機 キャパシティ: 70Gbps 伝送速度: toowayサービスの例 ・Downlink: 10.24Mbps(max) ・Uplink: 4.096Mbps(max) 打上: 2010年12月26日 用途: 航空機、固定、車載  	概要: 衛星3機で全地球をカバーし、Kaバンドで地上系および移動体(航空機、船舶)の衛星ブロードバンドサービスを提供 ビーム数: 1000ビーム/1機 キャパシティ: 1Tbps 伝送速度: exedeサービス例 ・Downlink: 20Mbps(75cm) ・Uplink: 10 Mbps(75cm) 打上: Viasat-1は2011年10月19日、Viasat-2は2016年、Viasat-3は2019、2020、2021年 用途: 航空機、固定、車載  

出典: 各社Webサイト等より

■ OneWeb^{*1}

- 648機のLEO(高度1,200km)衛星群システム
- 初号機は2018年に打ち上げ計画
- 衛星製造はAirbus Defense and Space社とのJV: OneWeb Satellite社
- Intelsat, EchoStar, Virgin, Coca-Cola等が出資

■ SpaceX LEO Constellation^{*2}

- 4,425機のLEO(高度1,150km)衛星群システム
 - 800機打ち上げ後、初期サービス開始予定
- ITU-RにはKu, Ka-bandでファイリング
- 2016.11にFCC申請

■ ViaSat^{*3}

- 静止衛星の他、24機のMEO(高度8,200km)衛星によるシステムを計画

■ O3b^{*3}

- O3bI: MEO(高度8,062km)衛星16機による高緯度地域へのサービス計画
- O3bN: 赤道上空24機衛星による新周波数帯サービス

■ その他

- Boeing: 2,956機 / V-Band / 5Gサービス
- Facebook: UAVプラットフォーム”Aquila” / 光リンク(10Gbps)
- Google: バルーン型プラットフォーム”Loon” 10,000機 / CNESが協力



(Space News on 29-Jun-'15)

*1: <http://oneweb.world>

*2: <http://spacenews.com/spacex-opening-seattle-plant-to-build-4000-broadband-satellites/>

*3: <http://spacenews.com/viasat-and-o3b-now-distant-neighbors-eye-confrontation-in-medium-earth-orbit/>

海洋での利用

沖、海底、未開拓地域で
海洋資源調査

ドローンを利用した
海洋のデータ収集

海難事故の
迅速な対応

GPSブイで津波を
早期検出

珊瑚の乱獲を防ぐ

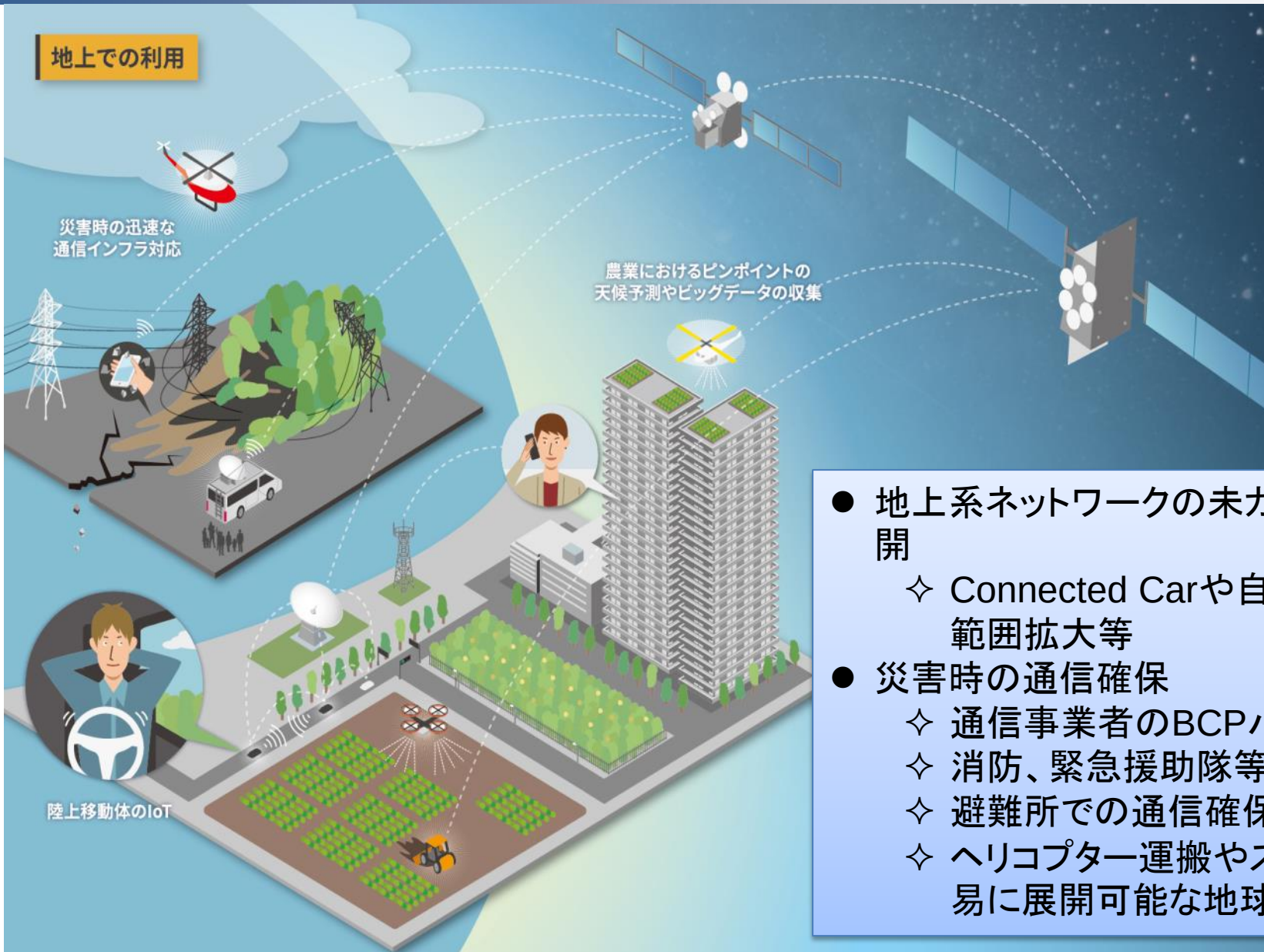
ドローンを利用した
離島のデータ収集

シーレーンの交通整理

レジャーでの活用

- 海洋資源調査のためのブロードバンド通信
 - ◇ 貴重資源の自律的確保
- 海洋環境モニタリング(水温、水質、波、海洋風など)
 - ◇ 環境保護や、IoTとしての活用
- 津波・巨大波(Freak wave)監視・警報
 - ◇ 海洋災害の被害縮小
- 貨物船モニタリング・制御
 - ◇ 船員不足の解消や自律航行船の実現
- シーレーンの交通整理
 - ◇ 航行の安全確保と効率的運行
- 船員、乗船客へのブロードバンドサービスやレジャーでの活用





- 地上系ネットワークの未カバーエリアへの展開
 - ◇ Connected Carや自動運転車の移動範囲拡大等
- 災害時の通信確保
 - ◇ 通信事業者のBCPバックホール
 - ◇ 消防、緊急援助隊等の通信確保
 - ◇ 避難所での通信確保
 - ◇ ヘリコプター運搬やスーツケース型で容易に展開可能な地球局

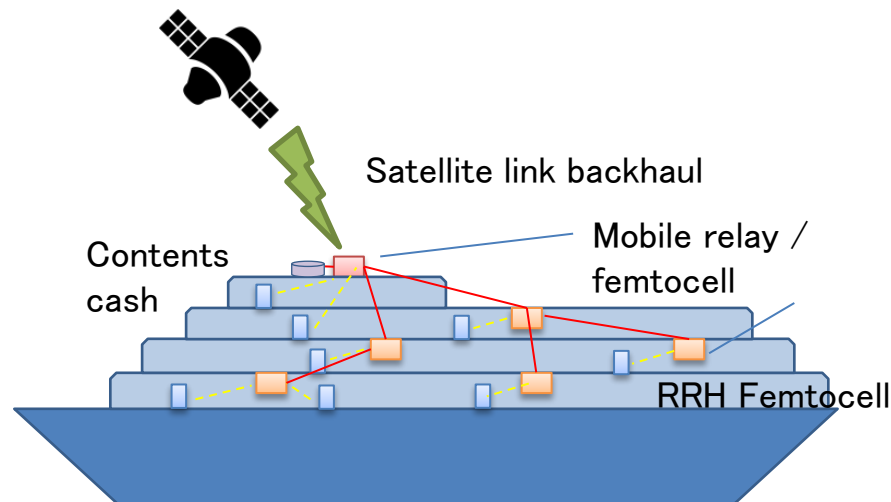
衛星利用や 深宇宙での利用

- 衛星リモートセンシングのための大容量ダウンリンク
 - ◇ ハイパースペクトルセンシングや高精度センシングデータなど、多種多様なセンシングで、環境モニタリングやIoTとして利活用
- 惑星、小惑星等の資源調査等のための通信
- 深宇宙探査のための通信ネットワーク
 - ◇ 教育や科学分野への活用



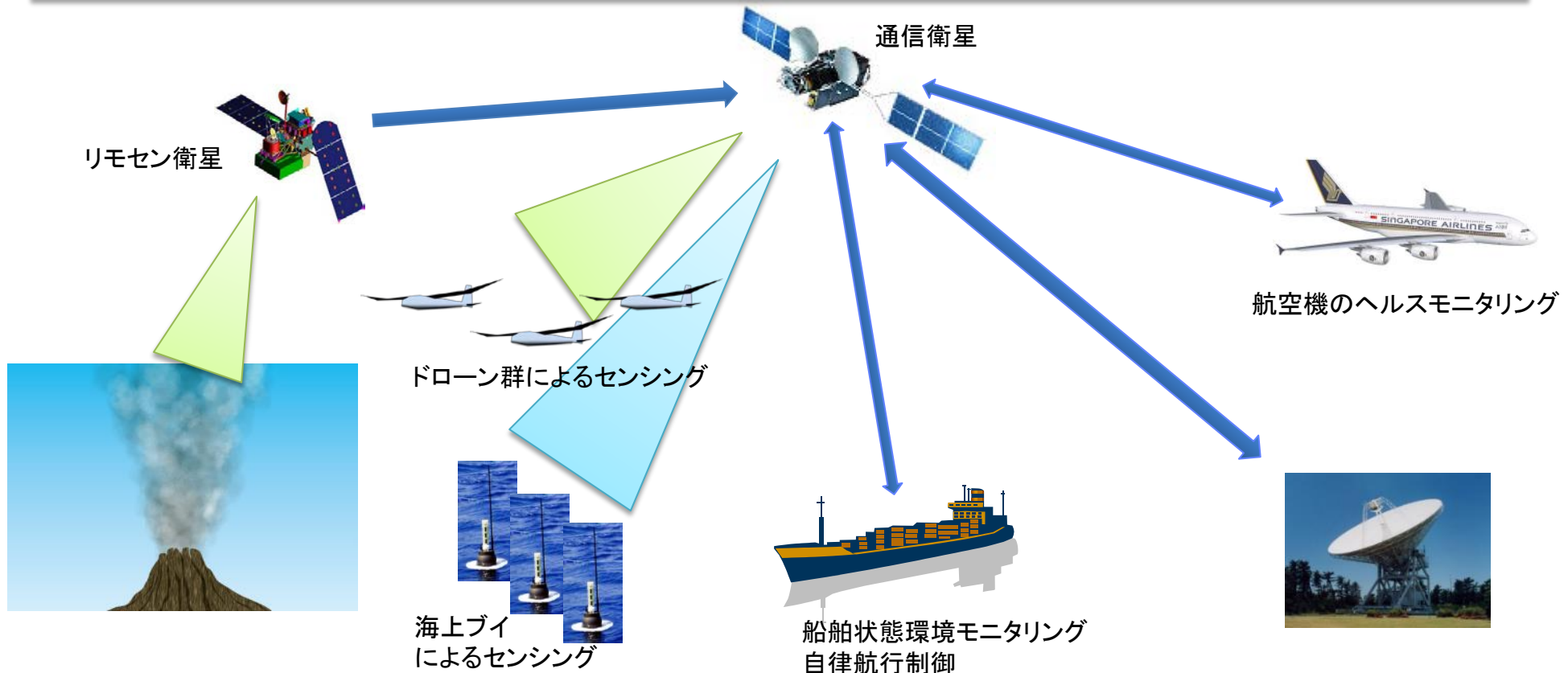
- 衛星により5Gのカバレッジを拡張（島嶼部、移動体など）
- レイテンシやQoEを改善しつつ、マルチメディアデータ伝送を担う
- 衛星バックホールの利用や、地上通信の輻輳回避のために衛星通信を用いるなど、地上系通信の負担を軽減する
- 衛星通信と地上系通信を統合し、通信の復元力(resilience)を高める (災害時通信確保等)
- SDN技術を用いて、仮想ネットワークを統合する
- 各システム間の周波数の利用効率を高める

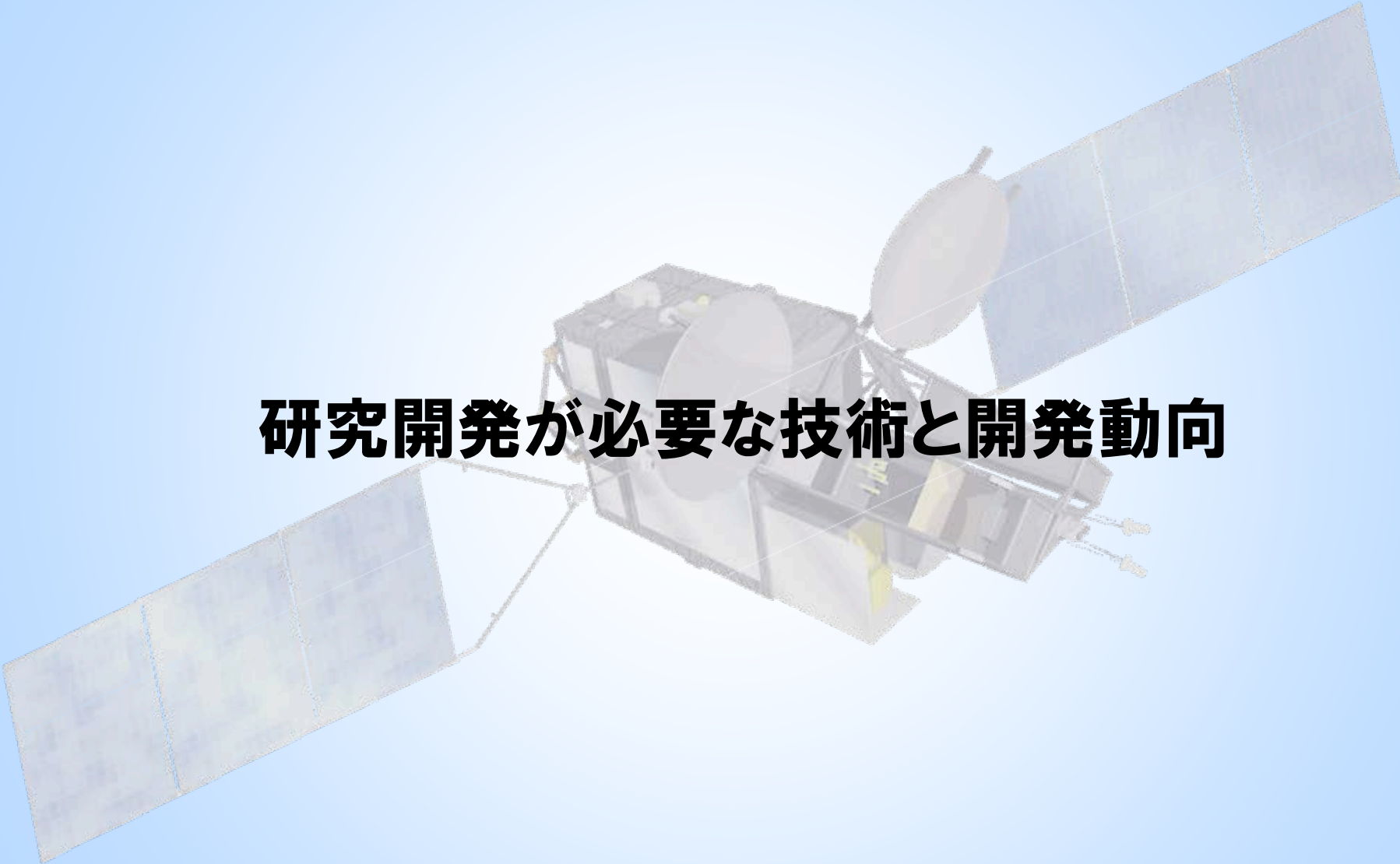
出展: "NetWorld2020's-SatCom WG The role of satellites in 5G", Ver.5



モバイルヘムトセルを用いた船舶への5Gネットワーク展開

- 地上系ネットワークでカバーできない場所に展開されたセンサーからのデータ収集
 - 海上(ブイ、船舶等)、空中(航空機、バルーン、ドローン、UAV等)、山岳地帯、島嶼部、砂漠などに展開されたセンシングノード
- 地上系ネットワークでカバーできない場所に存在するノード・機器等への制御信号伝送
 - ドローン・UAV群、自律航行船、航空機等
- リモートセンシング衛星からのデータ伝送
 - リモセン衛星からの直接伝送、通信衛星(データ中継衛星)経由の中継伝送





研究開発が必要な技術と開発動向

広範な海洋域に分散する多数のセンサからのアップリンク収容技術

【電力リソースの乏しい分散センサーからのアップリンク確保】

- 衛星側G/Tの増大と広域カバレッジの両立
- 多元接続方式
- 帯域制御技術等

関連技術情報:P.16～P.18

広範な海洋域・空域を対象とするブロードバンド通信技術

【海洋資源調査等では大容量データ伝送が必要: U/Lで10Mbps以上】

- 衛星G/T、EIRPの増大と広域カバレッジの両立
- 地球局のEIRP増大力
- 多元接続方式、帯域制御方式等

関連技術情報:P.18

無人航空機(UAV)用衛星通信技術

【技術開発と同時に国際標準化、制度化が急務】

- 周波数共用技術(Ku, Ka含む)
- 小型軽量 & 低プロファイルアンテナ等の地球局技術等

関連技術情報:P.19

高精度リモートセンシング用大容量伝送技術

- 数十Gbpsクラスの衛星間中継技術
- 大容量フィーダリンク技術(光、RF)
- 光宇宙通信技術とネットワーク化されたサイトダイバシティ技術等

関連技術情報:P.20～P.21

惑星、小惑星帯を対象とした超遠距離通信技術

- 高出力光宇宙通信技術、光中継衛星技術等

5G技術の衛星通信応用*1

- モバイルフェムトセル
 - 船舶・航空機等への衛星(5G)NW展開
- Massive MIMO*2技術の衛星搭載アンテナへの応用
 - マルチビーム制御方式の高度化、軽量化、小型化の可能性
- 高効率多元接続技術(NOMA*3, Filtered OFDM*4等)
 - 広域カバレッジでの同期条件の緩和等の可能性

*1:三浦周 他, “5G モバイルネットワークにおける衛星通信の役割に関する調査研究,” 信学技報, SAT2015-19, RCS 2015-141, pp. 47-52, Aug. 2015

*2:須山聡, 小原辰徳, シンキュン, 奥村幸彦, “高周波数帯ハイブリッドビームフォーミングを用いた超高速Massive MIMO におけるアナログビームフォーマ構成の検討,” 2015 信学総大, no. B-5-105, 滋賀県草津市, Mar. 2015

*3: Y. Saito, Y. Kishiyama, A. Benjebbour, T. Nakamura, A. Li, and K. Higuchi, “Non-orthogonal multiple access (NOMA) for cellular future radio access,” Proc. IEEE VTC-Spring’ 13, Sept. 2013

*4: J. Li, K. Kearney, E. Bala, and R. Yang, “A resource block based filtered OFDM scheme and performance comparison,” 20th International Conference on Telecommunications, Casablanca, Morocco, May2013.

衛星搭載トランスポンダーの技術革新

- 要求に応じた柔軟なマルチビーム形成技術
 - 広帯域デジタルビームフォーミング技術
- オンボードプロセッシングによる周波数/電力利用効率の飛躍的向上
 - デジタルチャネライザによる周波数利用効率向上
 - オンボードスイッチ(ルーティング)による回線利用効率向上
- 光衛星通信技術の実用化
 - 超大容量回線の実現
 - 小型軽量なブロードバンド中継機の実現と
- Massive MIMO^{*2}技術の衛星搭載アンテナへの応用
 - マルチビーム制御方式の高度化、軽量化、小型化

関連技術情報:P.22~P.23

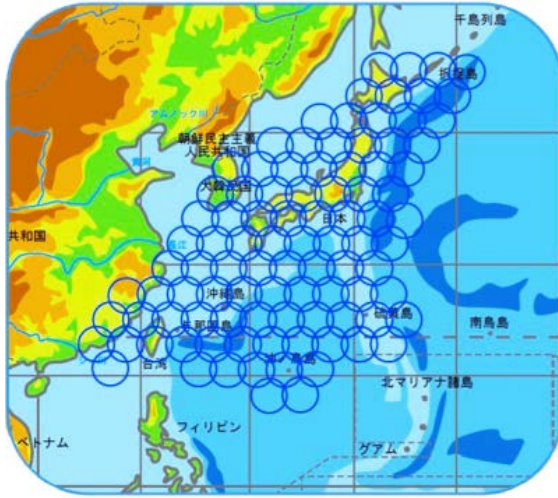
競争力のある次世代通信衛星技術の確保:
Super High Throughput Satellite (SHTS), 第2世代
LEOメガコンステレーションの
キーテクノロジー

小型・軽量・低消費電力・低コスト化

地球局/ネットワーク技術の技術革新^{*1}

- 多様な衛星ネットワークと地上系ネットワークを統合したネットワーキング技術
 - 光衛星リンクと電波(RF)リンクのクロスストラップ
 - 光衛星回線のサイトダイバーシティネットワーク
 - 5Gネットワークと衛星ネットワークの統合的運用
- センサーノード用超小型軽量地球局技術
- 移動体(船舶・航空機・車両)用小型軽量ブロードバンド地球局

衛星通信システムの利
活用の促進
ユーザ端末における競
争力確保



STICS構想における主な技術開発項目

- ・ デジタルビームフォーマー(DBF)
- ・ チャネライザ
- ・ 高利得大型反射鏡アンテナ

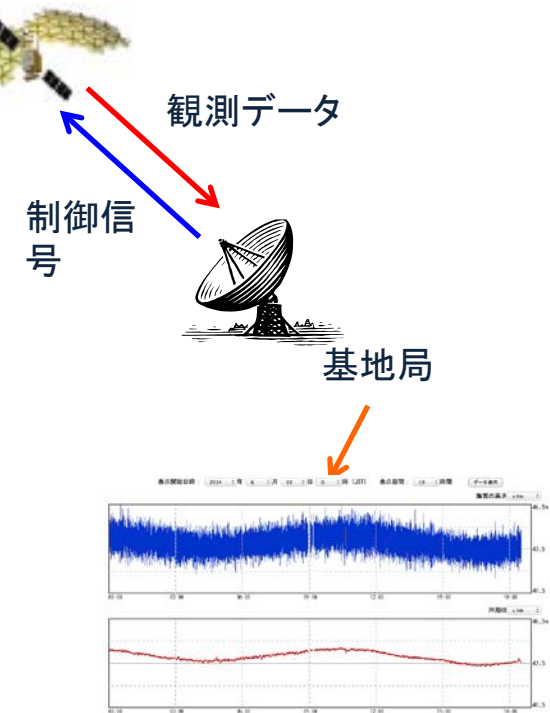
(総務省電波利用料プロジェクトとしてNICTが実施)

STICS構想で検討された超マルチビームアンテナ*1(日本のEEZをカバー)

*1: 辻宏之(NICT) 他, “衛星／地上共用携帯電話システムの開発と現状,” 信学技報, SAT2013-18, AP 2013-56, pp. 41-46, July 2013



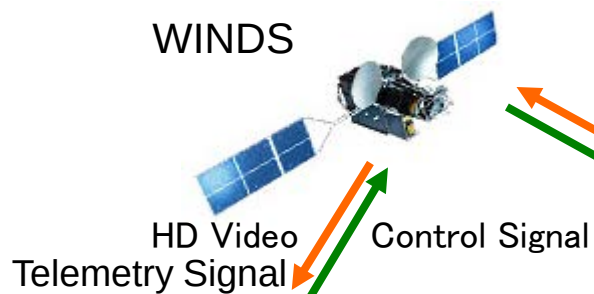
黒潮牧場16号ブイ
センサ実験地球局



ETS-VIIIを用いたGPS津波計センサー実証実験 (2013-2014)*2

*2: 山本伸一(NICT) 他, “技術試験衛星VIII 型(ETS-VIII)を用いた海上ブイからのデータ伝送実験—津波の早期検出を目指して—,” 信学技報, SAT2014-26, pp. 5-10, Aug. 2014

- ◆ 日本は世界第6位のEEZ保有
- ◆ EEZ内でレアアース等の貴重な資源の存在を確認
- ◆ 広域の海洋資源調査に海洋ブロードバンドが有効



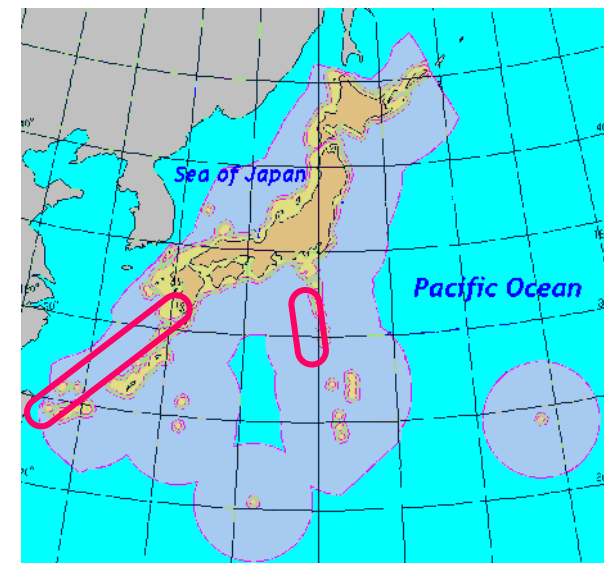
遠隔制御潜水船「おとひめ」の遠隔制御実験に世界で初めて成功
(NICT/JAMSTEC, 2013/10)



車載地球局



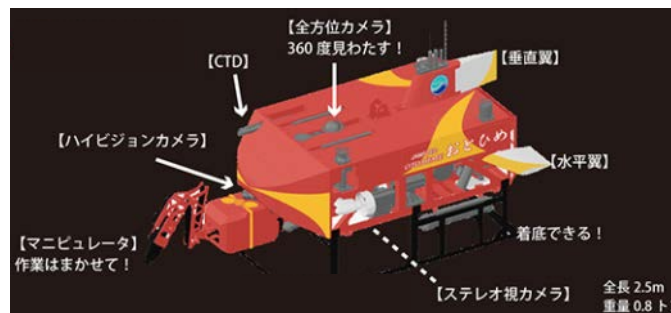
海洋調査船「かいよう」©JAMSTEC



日本の排他的経済海域
(Courtesy by JAMSTEC)

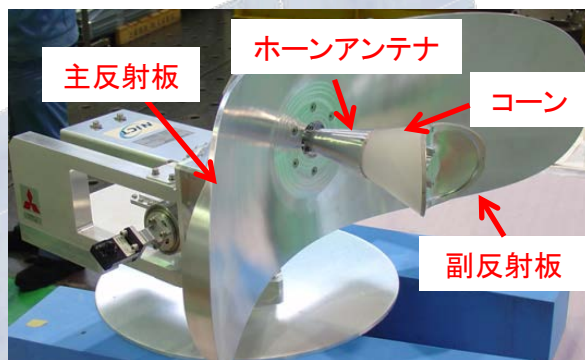


陸上の研究所から遠隔操作



AUV/ROV「おとひめ」©JAMSTEC

- 海外衛星通信事業者のサービスイン
 - Inmarsat-5 (Global eXpress) (U/L: 5Mbps, D/L: 50Mbps, w/60cm ϕ ANT)
 - O3b (U/L:120Mbps, D/L: 350Mbps, w/2.2m ϕ ANT)
- 船舶/海上無人中継器(ASV)用地球局開発プロジェクト
 - 総務省「海洋資源調査のための次世代衛星通信技術に関する研究開発」
 - 調査船用小型地球局 (U/L:10Mbps, w/80cm ϕ ANT)
 - SIP「次世代海洋資源調査技術」
 - 海上無人中継器(ASV)用超小型地球局 (U/L: $\approx$ 5Mbps w/54cm ϕ ANT)
- 車両／航空機用低プロファイルアンテナ



総務省プロジェクトでNICTが開発したWINDS用航空機搭載アンテナ^{*1}

^{*1}: 総務省電波利用料「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」による



Kymeta社 Flat Pannel & S/W-based Antenna (Kymeta社HPより)



Toyota Satellite Connected Car^{*2}

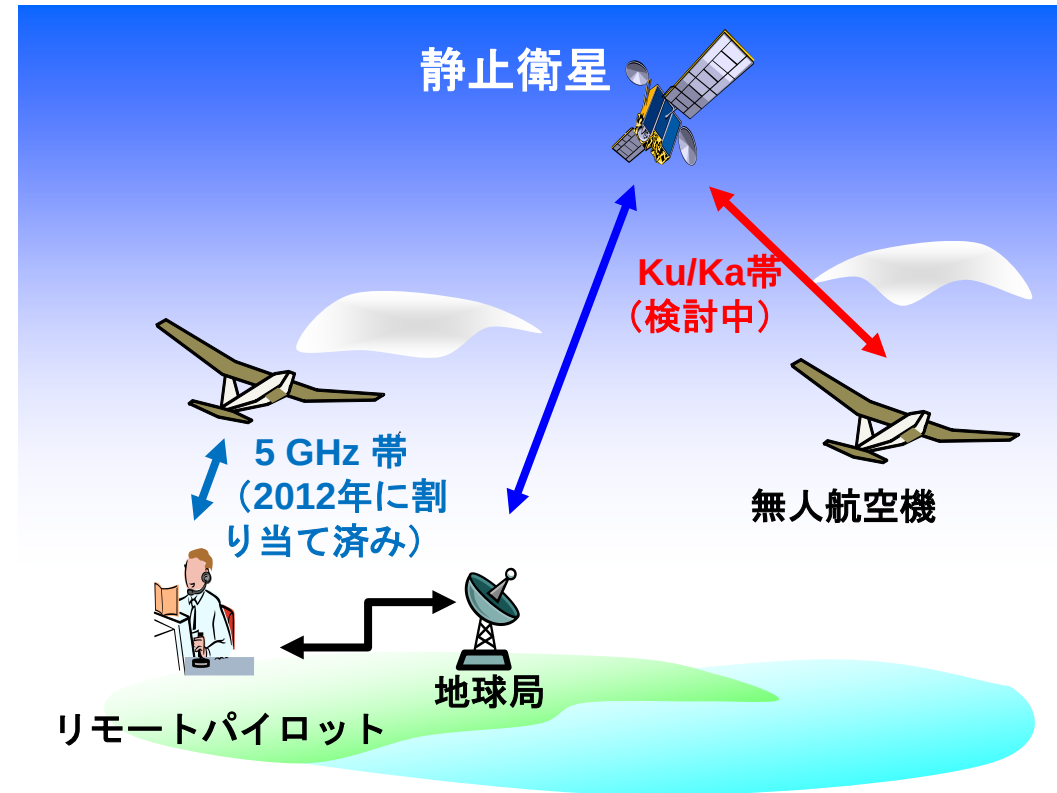
^{*2}
<http://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/10892487/>



総務省プロジェクトでNICTが開発中の調査船用小型地球局 (完成イメージ)

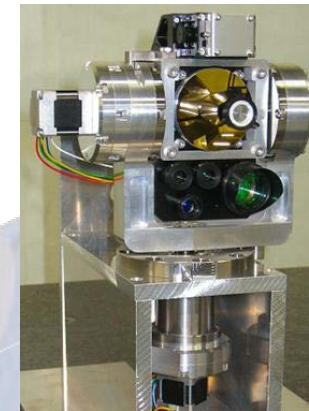


- 無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)を世界規模で運用するための検討が国連機関等で検討中
 - 国際電気通信連合(ITU)
 - ・ 無人航空機に利用する周波数割り当てを検討
 - 国際民間航空機関(ICAO)
 - ・ 無人航空機の運航方法を検討
- 近距離の制御には全世界で5GHz帯の電波の利用が決定済み
- 海上や遠距離での制御は衛星を利用
 - 周波数や運用方法は現在検討中



■ NICTにおける軌道上実証

- 静止軌道高度のETS-VIと地上局間で、1Mbps双方向通信に成功(1994)
- LEO衛星OICETSと地上局間で、U/L: 2Mbps, D/L: 50Mbps双方向通信に成功(2006)^{*1}
- LEO超小型衛星SOCRATES搭載SOTAと地上局間で、10Mbps双方向通信成功(2014)^{*2}



SOTA光学系と電気系

小型衛星への光通信活用が加速

NICTの開発した光通信機器(SOTA)の50kg級小型衛星での宇宙実証により、超小型衛星へ利用する動きが活発化、LEOのメガコンステレーションへ波及しつつある。

光通信の新ビジネスの可能性

SOTAの運用中に、ベンチャー企業から光通信をユーザに利用させる衛星サービスをSOTAを用いて立ち上げたい旨の話があった。今後も、このような様々な形態の新ビジネスが期待される。

小型衛星ベンチャーへ光通信が展開できる枠組みの創成

小型衛星における大容量データ伝送の課題を解決するため、光通信機器をさらに高速化・小型化する技術開発が必要。国内小型衛星ベンチャー等を巻き込んだコンソーシアムを形成し、打ち上げ手段の確保や、技術実証ができる協賛スキームを形成し、日本として競争力をもって推進する体制の構築が望まれる。



■ 海外の動向

- NFIRE(米)とTerraSAR-X(独)が5.6Gbps衛星間通信に成功(2008)
- NASA/LADEE衛星が月周回軌道と地上で622Mbps伝送に成功(2015)^{*3}

*1: T. Jono, et al, "Overview of the inter-orbit, and the orbit-to-ground lasercom demonstration by OICETS," Proc. SPIE, vol.6457, pp. 645702-1-645702-10, 2007

*2: 秋岡眞樹, 他, "超小型衛星SOCRATES ミッションについて," 第57 回宇科連講演集, no. JSASS-2013-4001, 2013

*3: <http://www.nasa.gov/ladee>

衛星・地上間において10Gbpsクラスの光フィードリンクを実現するための光通信装置

特長

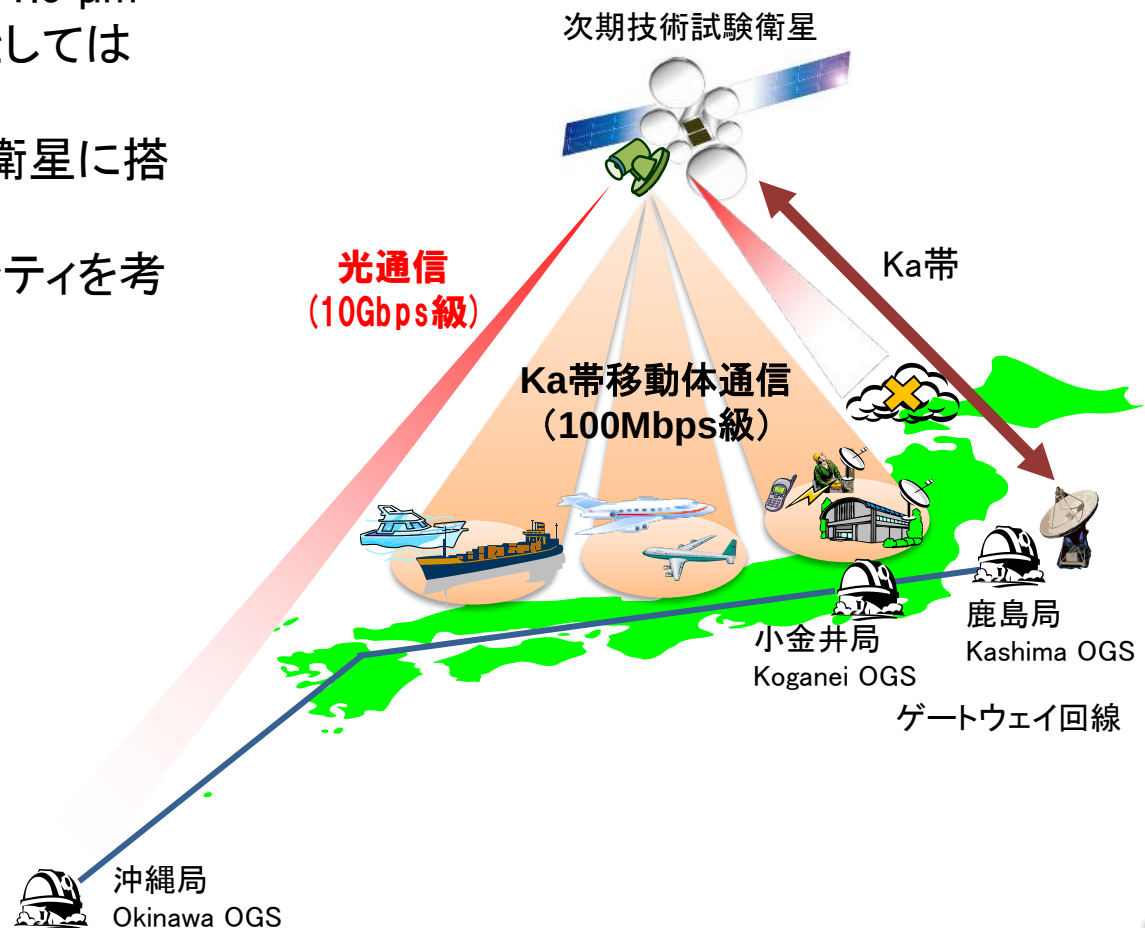
- 通信速度: 10Gbpsクラス、利用波長: 1.5 μm
- 宇宙環境に耐えられる光通信機器としては世界最速
- 2021年に打ち上げの次期技術試験衛星に搭載を予定
- 天候に左右さにくいサイトダイバーシティを考慮した地上局を検討中

HTS/SHTSにおける超大容量フィードリンクの実現

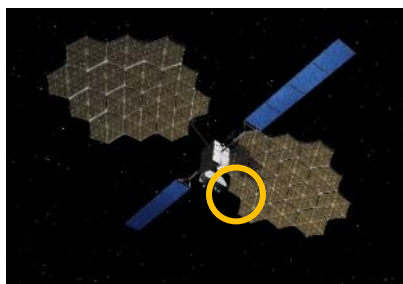
今後需要の増大が見込まれる航空機ブロードバンドサービスや、海洋資源調査等のための膨大なデータ伝送に必要な超大容量フィードリンクを提供可能となる。

高精細衛星リモセンデータ伝送の実現

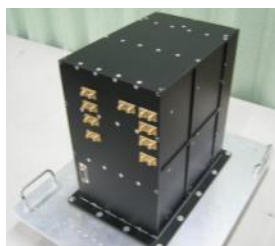
高精細化が進む衛星リモセンでは取得データが膨大となるため、そのダウンリンクの超大容量化が必須。数十Gbpsのダウンリンクを提供可能な唯一の手段



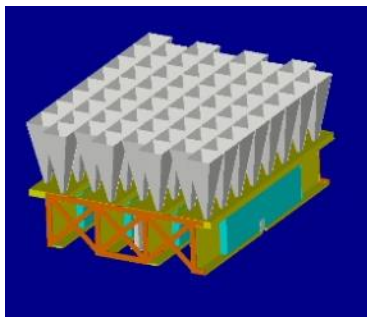
- 衛星通信のキー技術は、フェーズドアレイアンテナとマルチビーム形成技術
- NICTが技術試験衛星等で実証：国内宇宙産業の技術力向上に寄与
- LEOメガコンステレーションへの展開の可能性：次世代衛星通信の戦略



【ETS-VIII】アナログビーム形成回路＋アレイアンテナ(2.5GHz)



デジタルビーム形成回路＋アレイアンテナ試作(2GHz、100ビーム級)



【WINDS】アクティブフェーズドアレイアンテナ(20-30GHz)



デジタルビーム形成回路



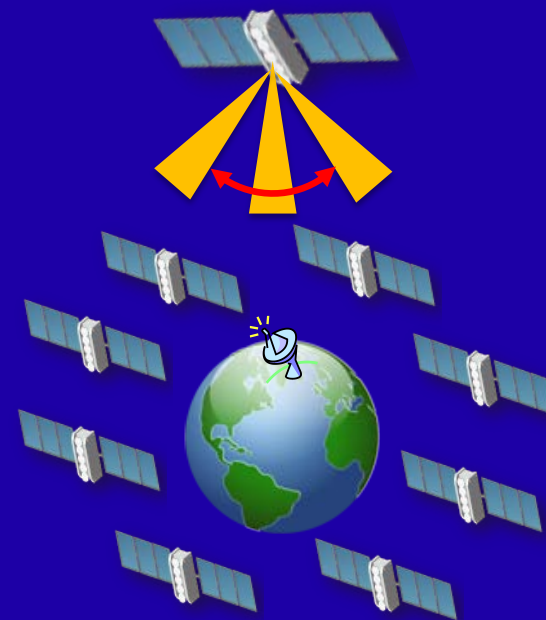
フェーズドアレイアンテナ

デジタルビーム形成回路＋アレイアンテナ試作(20-30GHz)

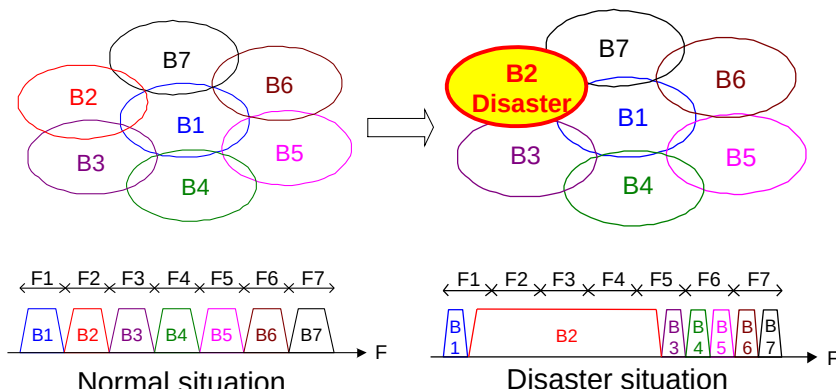
NICTの衛星用フェーズドアレイアンテナ技術の実績

メガコンステヘ向けたフレキシブルビームへの展開

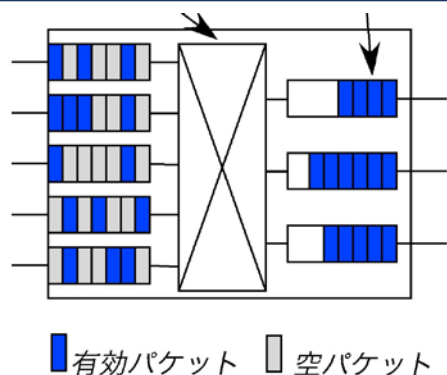
小型衛星が衛星姿勢を振らずにアンテナの指向追尾が可能。メガコンステレーションヘ向けたキー技術となる。



- HTSから SHTSへ: 飛躍的な周波数／電力利用効率の向上が必要
- マルチビーム衛星: ビーム間接続の効率化に必須の技術
- NICTがWINDS等で実証: 国内宇宙産業の技術力向上に寄与



デジタルチャネライザによる周波数利用効率向上



有効パケットのみを効率的に
ダウンリンクに割り当て可能



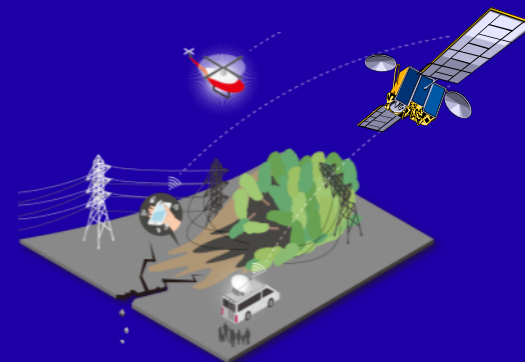
WINDS搭載オン
ボードスイッチ(交換
能力2.4Gbps)

オンボードスイッチによる回線利用効率の向上

超マルチビームSHTSへの展開

ビーム間接続の高效率化、制限された周波数帯域・電力を最大限利用を可能とすることで、衛星通信の超大容量化を実現。
LEOメガコンステレーションのネットワーク制御にも効果的。

災害時等に迅速な通信インフラを確保
トラフィックが集中する被災地と救援実施機関本部等に優先的に通信容量を割り当て可能。



既存の衛星通信での課題解決に必要な技術開発を実施し、非常時、海洋、航空を含む宇宙空間に100Mbps級のブロードバンド通信を可能とする衛星通信システムの技術実証と競争力の確保を目指す

平成33年の打上げを目指し、総務省、文科省、NICT、JAXAがプロジェクトに着手



【参考】次期技術試験衛星に関する検討会 報告書、2015.4

ユースケース

航空機
(乗客サービス/
ヘルスマonitoring)



船舶
(インターネット
/運行管理)



無人機
(運行管理/
データ伝送)



災害時通信



4G/5G
衛星バックホール

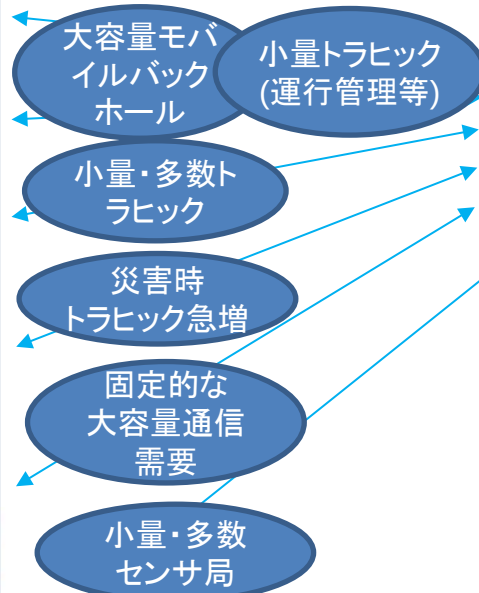


センシング/
モニタリング



①5G/IoT時代の衛星通信は単一の通信サービスではなく、伝送速度、ユーザ局の種類や量、アプリケーションの種類が多様に混在。

ユーザリンク



③IoT端末群を收容し適切に運用制御するための地上システムを含むIoTサービスの実証的な環境を整備することで衛星5G/IoTサービスの創出に向けた技術検証が可能。

衛星システム

次世代HTS衛星



周波数フレキシビリティ
可動・可変ビーム
フィードリンク切替

TT&C
制御回線

フィード
リンク

②こうした種々のIoT端末からの通信需要を地上通信網と連携して收容できる次世代の衛星通信システムの実現には、衛星通信ネットワーク全体の効率的な運用制御技術(高効率ネットワーク運用技術)の確立が必要。

高効率なネットワーク
運用技術により種々
のIoT通信需要を收容



研究開発のイメージ

HTS:ハイスループット衛星
TT&C:テレメトリ、トラッキング、コマンド系

まとめ

- 5Gの到来、IoTの著しい進展など、ICT環境は変革の時代
- 世界ではHTSの出現、非静止衛星群やUAV群等による新たなシステム計画など、これまでにない変革が進展中
- 従来以上に、衛星通信の利活用が効果的な応用分野は広範に存在する
 - IoT, 5Gの中での衛星通信の役割はこれまで以上に大きい
 - それぞれの利活用形態に応じた技術課題も多いが、研究開発は進みつつある
- 次世代の衛星通信技術の研究開発により、SHTSや第2世代LEOメガコンステレーションでの競争力確保が重要
- 我が国も技術開発と国際競争力の確保のため、新たな取り組みが期待されている

参考

超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)

- ・NICT/JAXA共同開発
- ・2008年2月23日打上で運用中
- ・マルチビームアンテナにより、日本本土の大部分とアジア主要都市をカバー
- ・電子走査ビームアンテナにより、アジア・太平洋全域をカバーし、離島や海洋域でもブロードバンド通信が可能

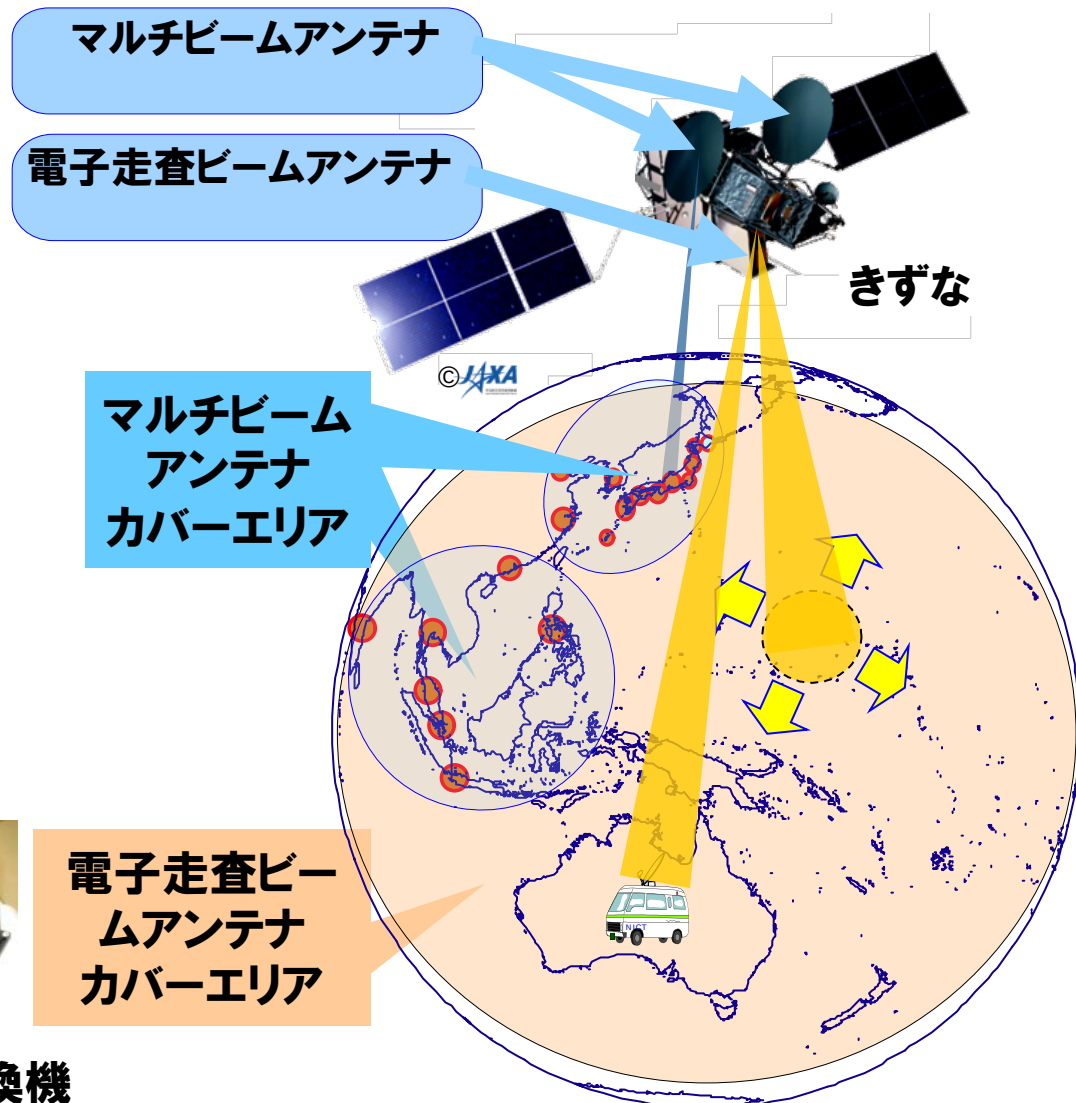
NICTの開発した機器

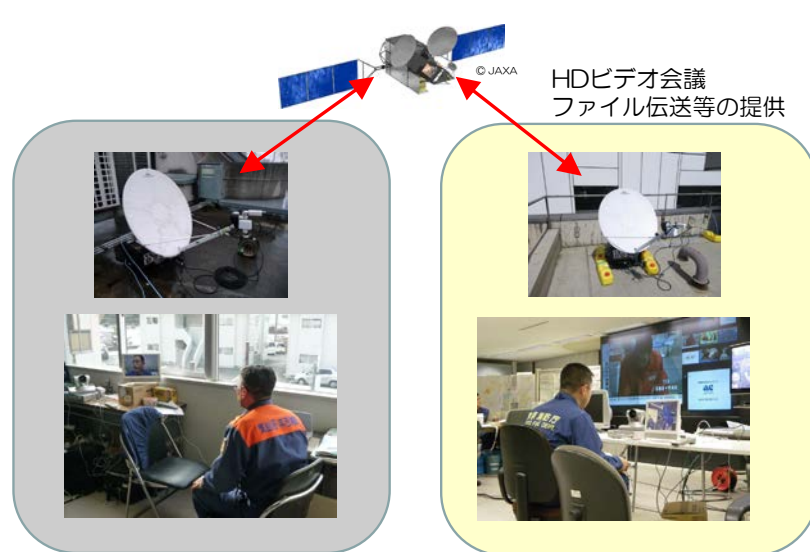


変復調器

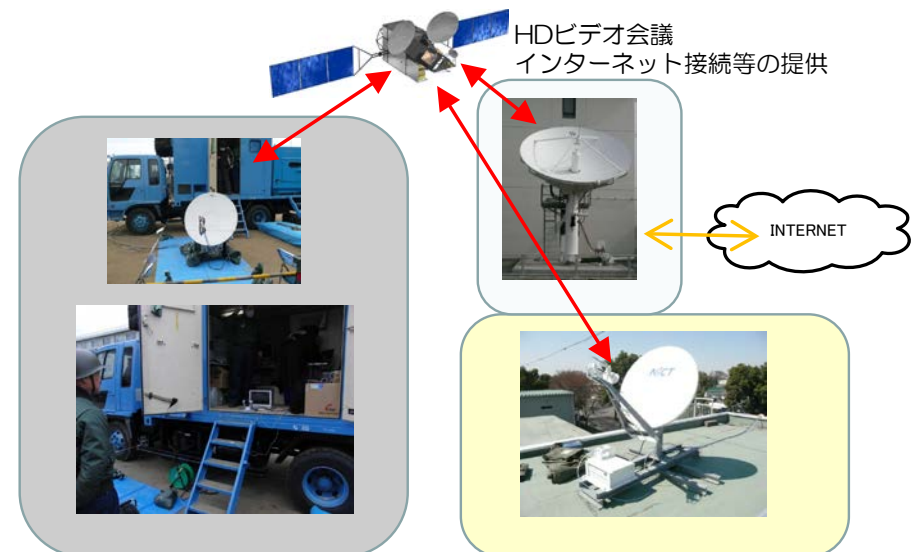


衛星搭載交換機





【東日本大震災】2011年3月15日～19日
(1) 東京消防庁の要請に基づく支援

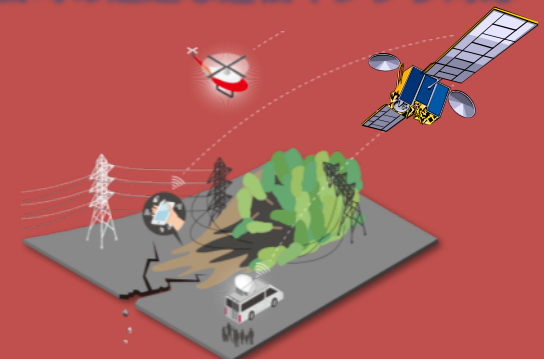


【東日本大震災】2011年3月20日～4月5日
(2) 航空自衛隊の要請に基づく支援



アクセスポイント (AP)
【熊本地震】2016年4月19日～20日 (3) 応急ネットワーク支援派遣 (高森町)

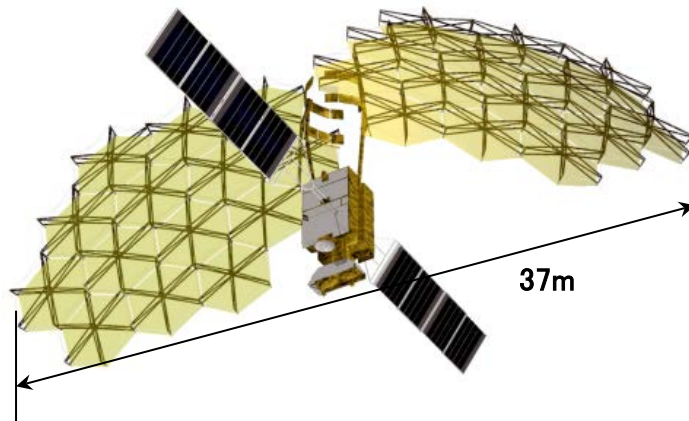
災害時の迅速な通信インフラ対応



小型の仮設基地局による臨時回線の確保や無人ヘリによる対応が可能に。通信事業者のBCPバックホールの形成で、将来の災害対応を迅速に。

技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(ETS-VIII)

2006年12月18日打ち上げ 2017年1月10日停波・運用終了



NICTが開発した機器

きく8号搭載機器技術



1000ch級音声通信用 搭載交換機



高速パケット通信用 搭載交換機

S帯フェーズド
アレー給電部

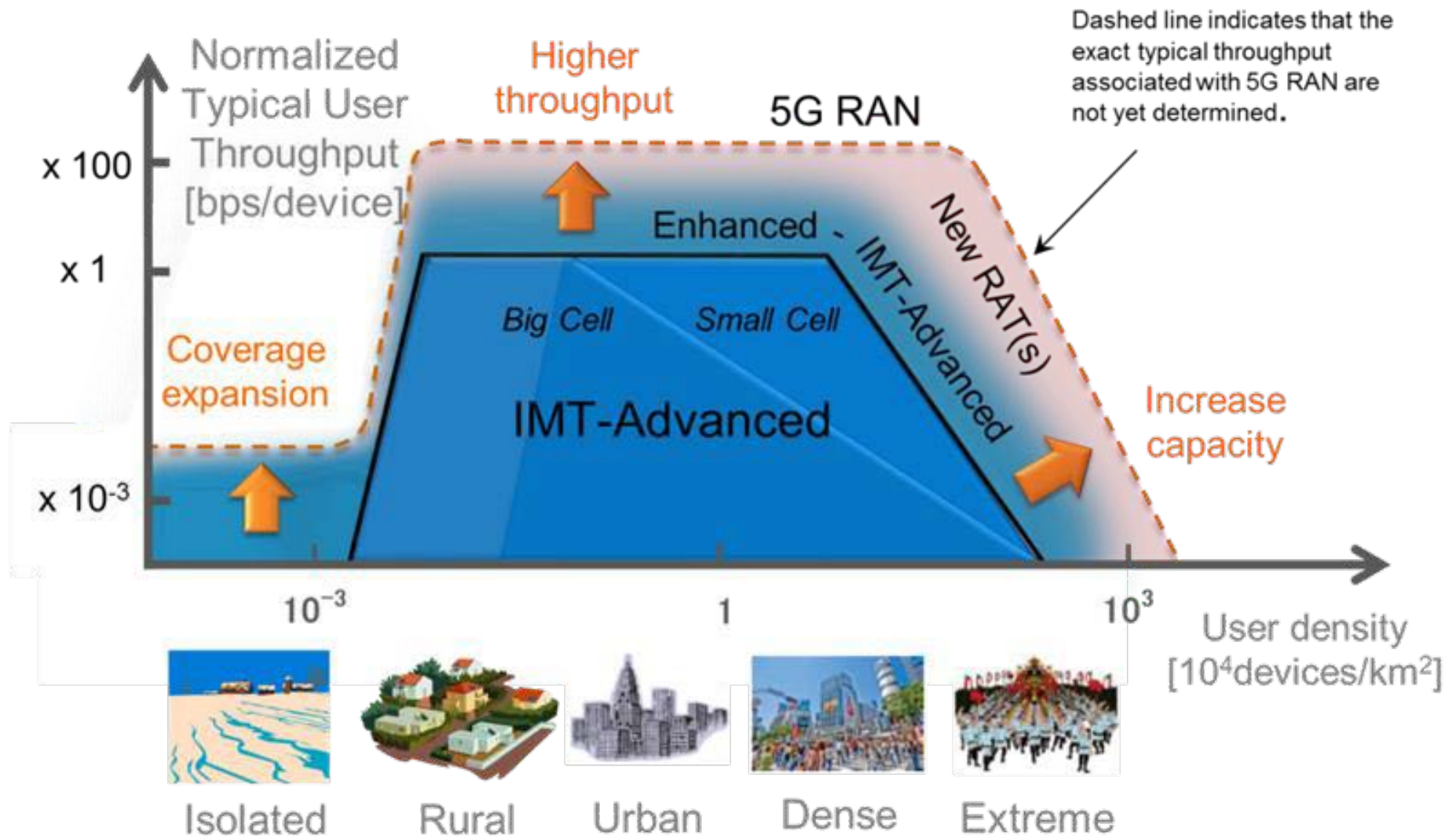
きく8号小型地球局技術

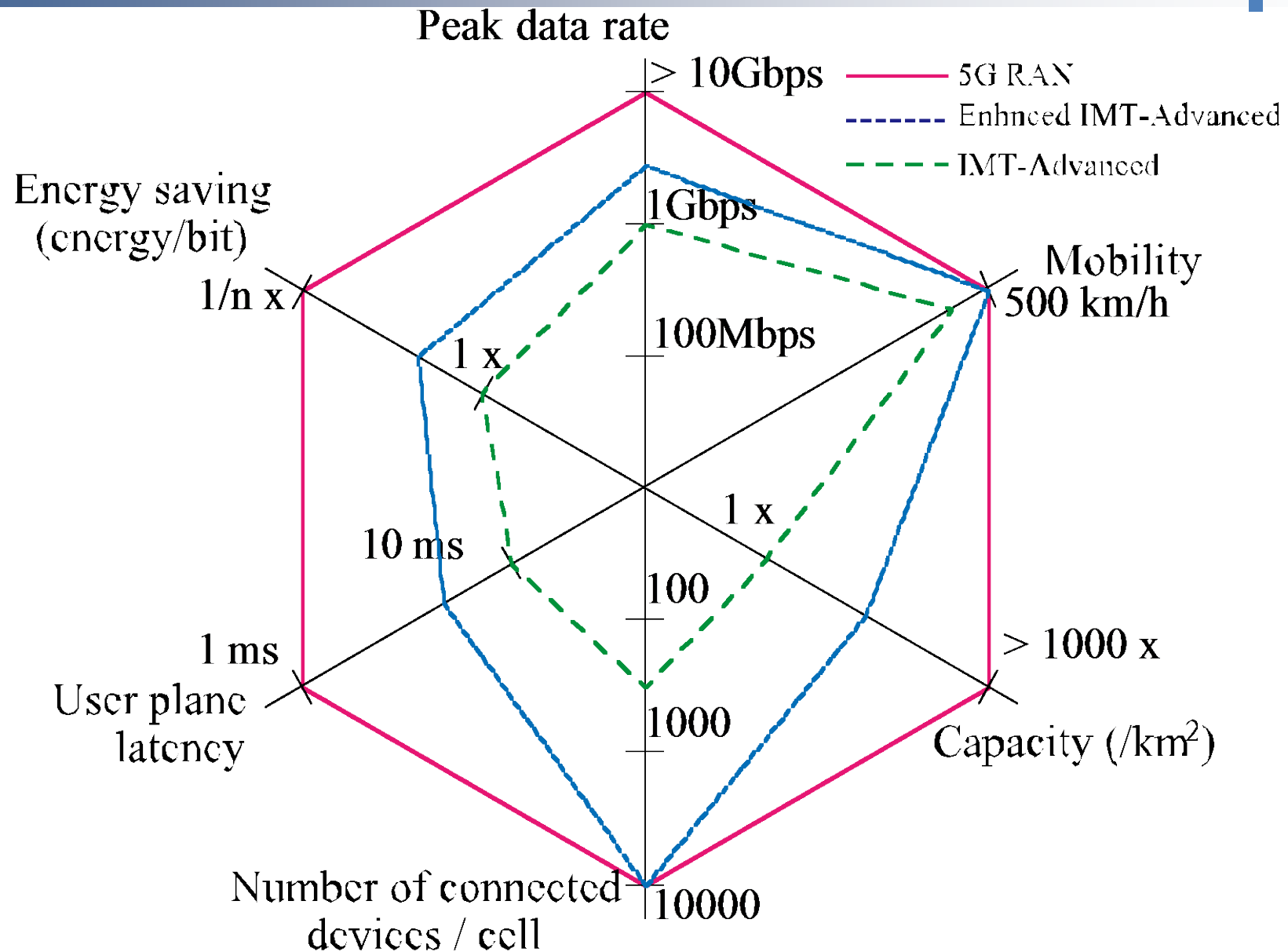


車載局用APAA

音声通信用携
帯端末

親局用パラボラアンテナ





出展: "Mobile communications systems for 2020 and beyond," Whitepaper of ARIB 2020 and Beyond AdHoc Group, Ver. 1.0.0, Oct. 2014.

■ Boeing Vバンド衛星星座コンステレーション構想

➤ 第1段階: 1,396機

(軌道傾斜角 45° x 35面 + 55° x 6面)

➤ 第2段階: 1,560機

(軌道傾斜角 55° x 12面 + 88° x 21面)

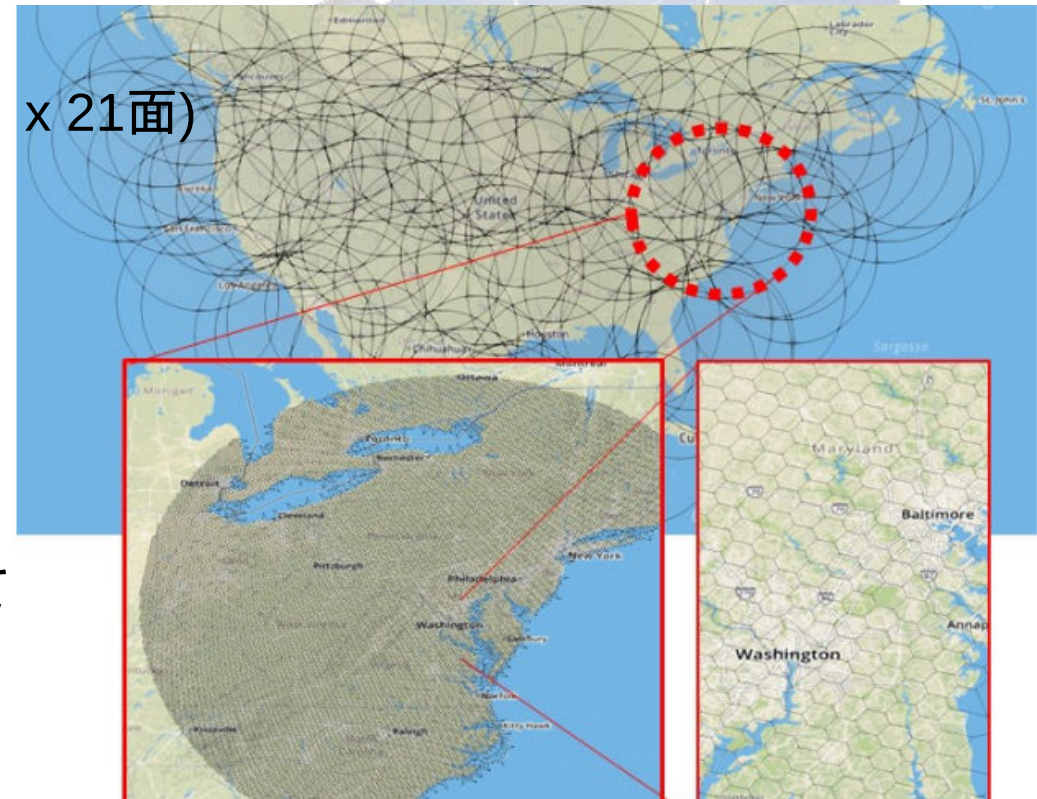
※ 軌道傾斜角 88° の軌道高度のみ1,000km、他は1,200km

➤ 5G移動通信と同じVバンドの使用を計画(FCC申請)

➤ セルサイズ: 8 ~ 11 km

➤ 各セルに5GHz帯域を割り当て

➤ Cバンドについても言及



■ FacebookのUAV型プラットフォームプロジェクト

- “Aquila”: B-737の主翼程度の大きさ、プリウスの1/3程度の重さのHALE-UAVプラットフォームを開発^{*1}
- レーザーによる通信システム採用予定: 10 Gbps
- 遠隔地や通信インフラの乏しい地域にサービス提供



(New York Daily News on 30-Aug-'15)

■ Google “Loon”プロジェクト^{*2}

- バルーン型プラットフォーム10,000機のシステム
- 高度 18 ~ 20 km
- バルーン製造にはCNESが協力

^{*1}: <http://www.theguardian.com/technology/2015/jul/31/facebook-finishes-aquila-solar-powered-internet-drone-with-span-of-a-boeing-737>

^{*2}: <https://www.google.com/loon/>