

衛星通信サービス及び宇宙資源探査の 動向について

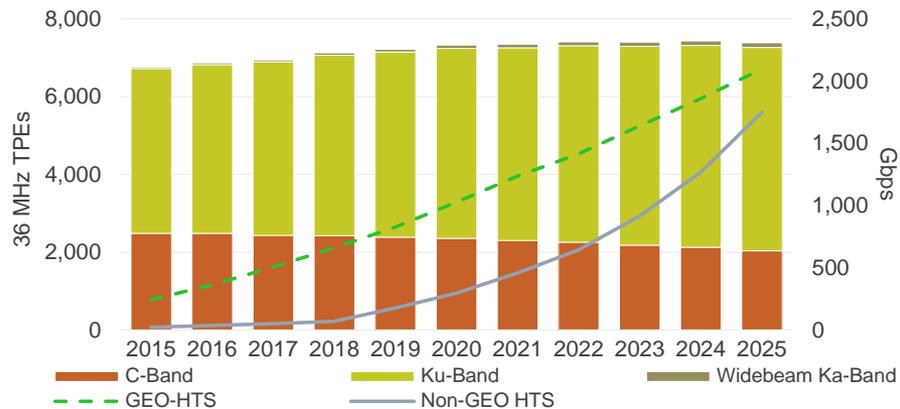
事務局

衛星通信サービスの利用動向について

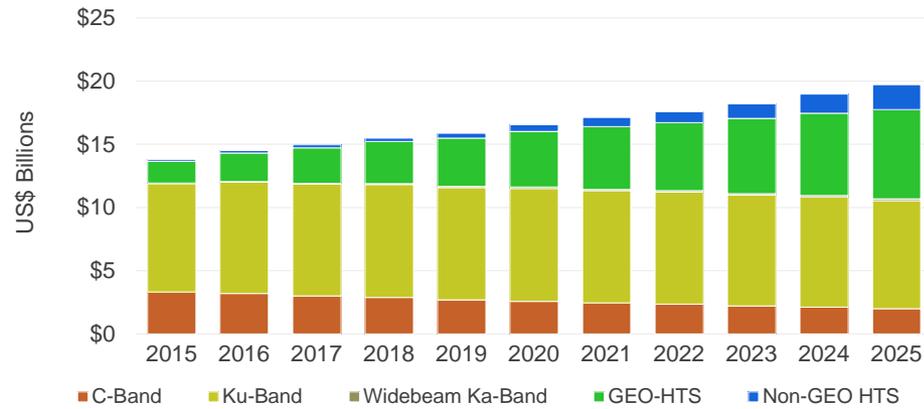
世界の衛星通信サービス需要の現状と予測

- 世界の衛星通信容量の将来需要は、静止衛星が提供する従来サービスについてはほぼ横ばい、静止衛星、周回衛星が提供する新たなハイスループット衛星通信サービスの通信容量については、需要の拡大を予測。
- 収益については、ハイスループット衛星による競争でビット単価が低下するも、世界全体としては拡大を予測。
- ハイスループット衛星サービスで想定される主な用途は、企業向け、消費者向けのブロードバンドやデータ通信等。

通信衛星サービスの種別	主なアプリケーション	2015年のマーケットリーダー
C帯衛星通信サービス	ビデオ配信、企業データ通信	<ul style="list-style-type: none"> • Intelsat • SES • Eutelsat
Ku帯衛星通信サービス	衛星放送、ビデオ配信 企業データ通信	
ワイドビームKa帯衛星通信サービス	企業データ通信 政府／軍用サービス	
静止衛星によるハイスループット衛星通信サービス	ブロードバンドアクセス 商用移動通信サービス	<ul style="list-style-type: none"> • Echostar • Viasat • Thaicom • Eutelsat
周回衛星によるハイスループット衛星通信サービス	消費者向けブロードバンド 企業データ通信	<ul style="list-style-type: none"> • O3b (100%)



世界の通信衛星のトランスポンダ・通信容量の需要予測



世界の通信衛星の収益予測

出典: "Global Satellite Capacity Supply and Demand, 13th Edition", July 2016, Northern Sky Research

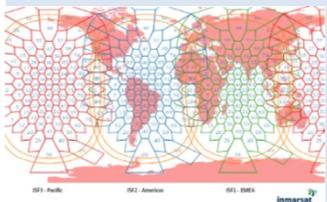
ハイスループット衛星通信サービスの動向

- 現状では、1Mbps未満の伝送容量(特に船舶の場合、256kbps程度が多い)
- 近年打上げ・計画中のシステムは、伝送容量拡大を目指し、逼迫しているKu帯からKa帯に移行。

Inmarsat-5 (事業者: Inmarsat)

全世界を3機でカバーしKa帯衛星通信サービスを実現。2015年8月から3機体制でフルサービス予定。

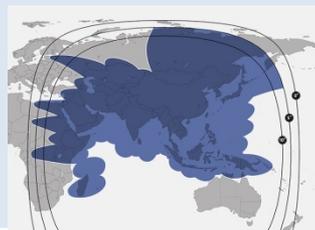
- ・ビーム数: 89
- ・キャパシティ: 50Gbps
- ・打上: 2013年12月8日(1号機)
- ・用途: 航空機、船舶、固定等
- ・製造者: ボーイング(米)



SES12 (事業者: SES)

SESはKa帯サービス導入では遅れをとったものの、2017年以降、4機のHTS衛星(SES12~)を打ち上げ予定。これらは、Ku帯とKa帯を併用するハイブリッド衛星であり、電気推進機構も搭載。

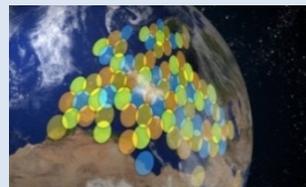
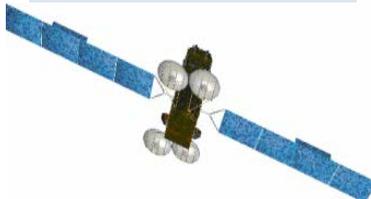
- ・ビーム数: 76
- ・キャパシティ: 14Gbps
- ・打上: 2017年末打上げ予定
- ・用途: 船舶、固定等
- ・製造者: エアバス(仏)



KA-SAT (事業者: Eutelsat)

欧州初の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提供。

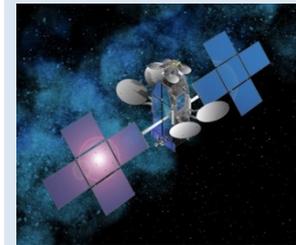
- ・ビーム数: 82
- ・キャパシティ: 70Gbps
- ・打上: 2010年12月26日
- ・用途: 航空機、固定、車載
- ・製造者: アストリアム(仏)



ViaSAT-1 (事業者: VIASAT)

米国サンディエゴに本社を置き、米国向け衛星ブロードバンドサービスを提供。

- ・ビーム数: 56
- ・キャパシティ: 140Gbps
- ・打上: 2011年10月19日
- ・用途: 航空機、固定、車載
- ・製造者: SSL(米)



Epic29e (事業者: Intelsat)

航空機ブロードバンドサービス向けとして、インテルサット29e、33eの2機を、2015年から2016年にかけて打ち上げ。

- ・ビーム数: 10
- ・キャパシティ: 25~60Gbps
- ・打上: 2016年1月
- ・用途: 航空機
- ・製造者: ボーイング(米)



O3b

- ◆ インターネットアクセスのない30億人も含め全世界に通信環境を整備することを目的として2007年に設立。2010年にはSES、Google等から12億ドルを調達。2016年8月にSESが完全子会社化。
- ◆ 赤道上の中軌道(8200km)で運用される12機のコンステレーション衛星により、2014年からサービス提供開始。
- ◆ 2017年~18年に8機の追加打上げを予定。さらにFCCに対して、新規衛星として、O3bNと呼ばれる利用周波数帯を拡張した衛星24機と、O3bIと呼ばれる高緯度領域に対応する衛星16機に関する申請を提出。



OneWeb

- ◆ 低軌道周回衛星を648機配備することを計画。2018年より衛星を打ち上げ、2019年以降順次サービス開始予定。
- ◆ これまでAirbus等から5億ドルを調達していたが、2016年12月に新たに12億ドルを調達。このうち、ソフトバンクが10億ドルを出資。



Space X

- ◆ 2016年11月、FCCに対して、1150kmの低軌道における4425機の衛星コンステレーション計画の申請を提出。
- ◆ Ku帯、Ka帯を用いて1Gbpsのブロードバンド接続サービスを提供する計画。
- ◆ 整備費は約100億ドルを想定。

Telesat

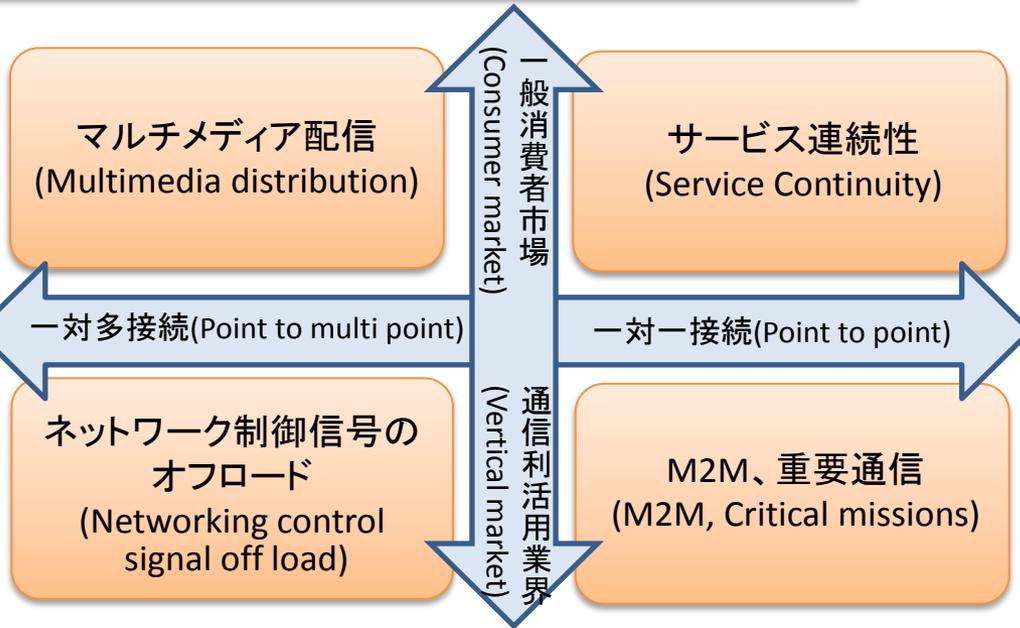
- ◆ 2016年11月、FCCに対して、1000km~1200kmの低軌道における117機の衛星コンステレーション計画を申請していることを発表。

Viasat

- ◆ 2016年11月、FCCに対して、8200kmの中期道における24機の衛星コンステレーション計画を申請していることを発表。
- ◆ 同社のKa帯の静止軌道衛星サービスの補完を目的とする。

- 欧州委員会が主導している欧州技術プラットフォームであるNetWorld2020の衛星通信部会(SatCom WG)は、2014年7月、将来の5Gネットワークにおける衛星通信の役割に関する報告書(第5版)を作成。

5Gサービスにおける衛星通信の想定ユースケース



- ①マルチメディア配信**
映像、音声、大容量メディア、ファイル等の大容量コンテンツを複数端末向けに同時配信
- ②サービス連続性**
遠隔地や船舶、航空機、列車内においても、都市部と同様に安定して5Gサービスを提供
- ③ネットワーク制御信号のオフロード**
多数の5Gの小セル基地局の運用に必要なネットワーク制御信号を衛星通信のマクロセルで収容
- ④M2M**
遠隔地の車、家、機械等の監視データ、輸送コンテナの追跡データ等のIoTデータを衛星経由での収集
- ⑤重要通信**
人的・自然災害時の公共安全、緊急通信サービスの提供、電気、ガス、水道、鉄道等公共インフラ向け通信の提供

5G展開に通信衛星が貢献すべき重要分野

想定されるユースケースに基づき、5Gの展開において衛星通信が貢献すべき重要分野を以下のとおり整理。

- ◆ 5Gネットワークのカバレッジの拡大
- ◆ 5Gの遅延とサービス品質の向上を目的としたネットワークエッジへのマルチメディア配信
- ◆ 衛星バックホール回線利用と衛星経由のトラフィック制御による地上系ネットワークのオフロード
- ◆ 衛星と地上ネットワークの統合による通信回線の強靱性の提供
- ◆ SDN (Software Defined Network) を用いた仮想化ネットワークの統合
- ◆ システム間の周波数利用効率の向上

- ESA(欧州宇宙機関)は、ARTESプログラム(注)下において、衛星分野のM2M/IoTソリューションの調査、検討や関連する製品開発への取組を開始。

(注)ARTES (Advanced Research in Telecommunications System) :

世界の衛星通信市場における参加国の能力と競争力の維持強化を目的として、ESA TIA (Telecommunications and Integrated Applications)が実施する衛星通信に関する産業支援プログラム。

衛星M2M/IoT用衛星端末開発のためのメーカースペース

- ◆ ARTES AT (Advanced Technology)の枠組みにおいて、2016年7月～9月、M2M/IoT衛星通信のためのメーカースペース(製造業の起業家を支援するために設けられる共同の設計、製造の場)に関する入札公示を実施(予算:50万ユーロ)。
- ◆ 本取組においては、多様なM2M/IoTアプリケーションのための低レートデータ衛星通信技術等に関する12のプロトタイプハードウェアの開発が提案されている。

2017年に計画されているM2M/IoT関連の開発品

以下の開発品について、50～75%をESAが負担するファンディングを提供

- モジュラーフォンの衛星通信用モジュール
- M2M/IoT通信用アンテナ
- 衛星環境下でのM2M/IoTプロトコルのテストベッド
- リモートLTE-M1/LTE-NB1セルにおける衛星バックホールのプロトタイプ
- 将来のコアネットワークとM2M/IoT衛星ネットワークの統合に関するスタディ
- 衛星M2M技術に関するライブ・デモンストレーション:50万ユーロ
 - 軌道上の衛星を利用したM2Mプロトコルの評価
 - ターミナルの改良 等
- 衛星と地上ネットワークが統合した5Gネットワークの大規模リアルタイム実証:150万ユーロ

衛星経由のIoTサービスの現状

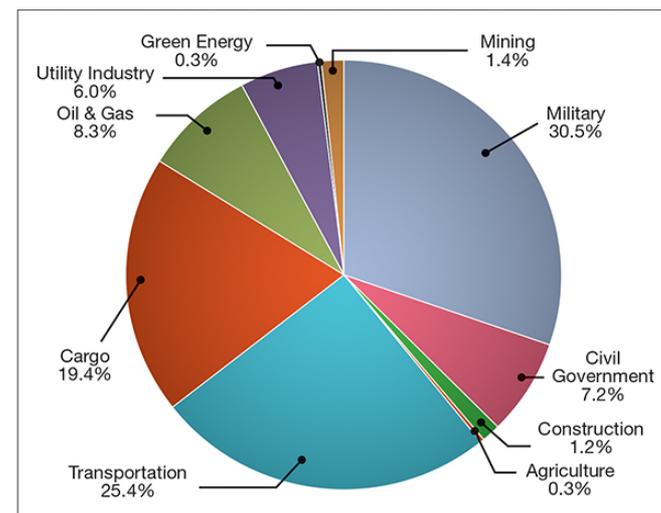
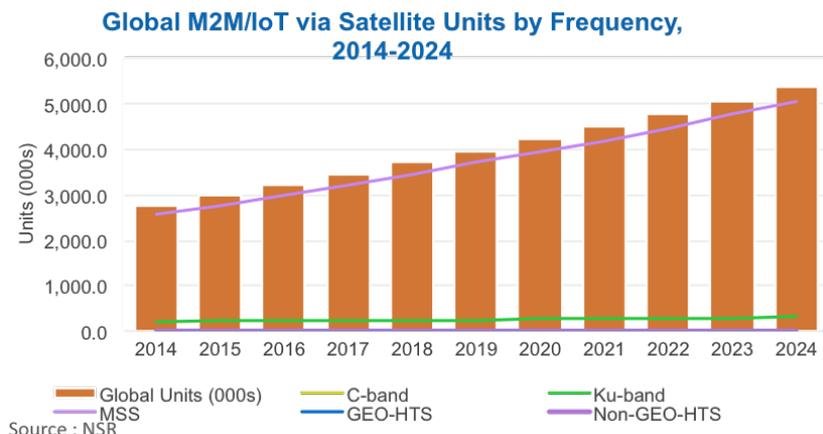
- 現状のIoTサービスにおいて、地上系ネットワークと比較すると、衛星通信が果たしている役割は、必ずしも大きくない。
- 現在の衛星経由のM2M/IoTサービスでは、L帯およびKu帯を用いたシステムが主流。
- L帯でM2Mサービスを提供しているインマルサットBGANの例としては、航海用電子海図、油田、鉄道、道路等のインフラ監視、スマートメーター、気象環境モニタリングなど。
- Ku帯は航空機、コネクティッドカー、石油&ガス、ユーティリティ、グリーンエネルギーアプリケーション等、主としてデータ伝送量が大きい分野で使用。



インマルサットBGAN M2M端末の例

衛星経由のIoTサービスの市場予測

- 世界の衛星経由のM2M / IoTの市場は、2025年に衛星IoT/M2Mターミナル数は596万個、市場規模は25億ドルに達し、市場規模は2015年の倍以上となると予測。
- アプリケーション別では、2023年における収益別では軍用の割合が最も高く、次いで商用の輸送及び貨物分野でシェアが高くなることを予測。



- 米国のアンテナメーカーのカイメタ社は、移動体に搭載可能な衛星通信用平面アンテナの実用化に向け、各社との提携、共同研究開発を発表（2013年：インマルサット、2015年：ハネウエル、2016年：Panasonic Avionicsなど）
- 2015年12月、カイメタ社は、カイメタ社製の平面アンテナを車の屋根に搭載し、高速走行時の動作テストに成功したことを発表。両社は、インテルサットのEpic衛星とカイメタ社のKu帯の平面アンテナを使うことにより、コネクテッドカーへの通信インフラ構築を目指している。
- 2016年1月、トヨタとカイメタ社は、共同研究開発により、カイメタ平面アンテナを搭載した「MIRAI」の走行実験車を発表。



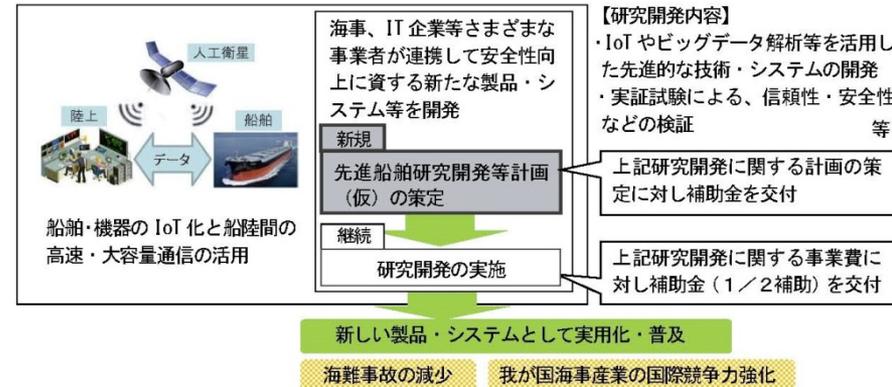
www.kymetacorp.com



船舶のIoT化に関する国内外の取組

国土交通省の取組

- 国土交通省は、海上ブロードバンド通信の発展を背景に、船舶・船舶機器のインターネット化(IoT)やビッグデータ解析を活用し、船舶の安全性向上を実現する先進的な船舶・船舶機器やシステムの研究開発から導入を促進。
- このための法的な枠組みを整備し、研究開発に関する計画の策定を支援(定額補助)するとともに、研究開発の実施を支援(補助率上限1/2)することにより、船舶の運航段階における生産性革命(i-Shipping)を推進。
- 平成29年度概算要求額は、486百万円の内数。



出典：平成29年度国土交通省概算要求案

船舶自動航行に関するフィンランド政府、ロールスロイスの取組

- フィンランド政府は、世界初の無人の船舶自動航行システムを実現と、2025年までに新たなビジネス・エコシステムの形成のための包括的プロジェクトを立ち上げ。英国ロールスロイスやICT企業等、約60社と提携。
- 運輸通信省が無人航行試験の海域調査や試験運行環境の提供などを担当し、フィンランド技術庁が自律的運航のエコシステムの発展に必要な技術革新プロジェクトへの資金提供を担当。
- 英国ロールスロイスは、2016年6月に開催された“Autonomous Ship Technology Symposium 2016”において、地上の管制施設から遠隔操作で同時に複数の商用船を航行させる計画を発表。
- 同社は、フィンランドにおいて、様々な運行・気象条件に対応するセンサーの試験を行い、船舶自動走行に必要な模擬通信システムを開発。今後10年以内の船舶自動走行の実現を見込んでいる。



出典：Rolls-Royce Brochure “Ship Intelligence”

出典：フィンランド大使館プレスリリース(2016年10月4日)、Rolls-Royce プレスリリース(2016年6月21日)

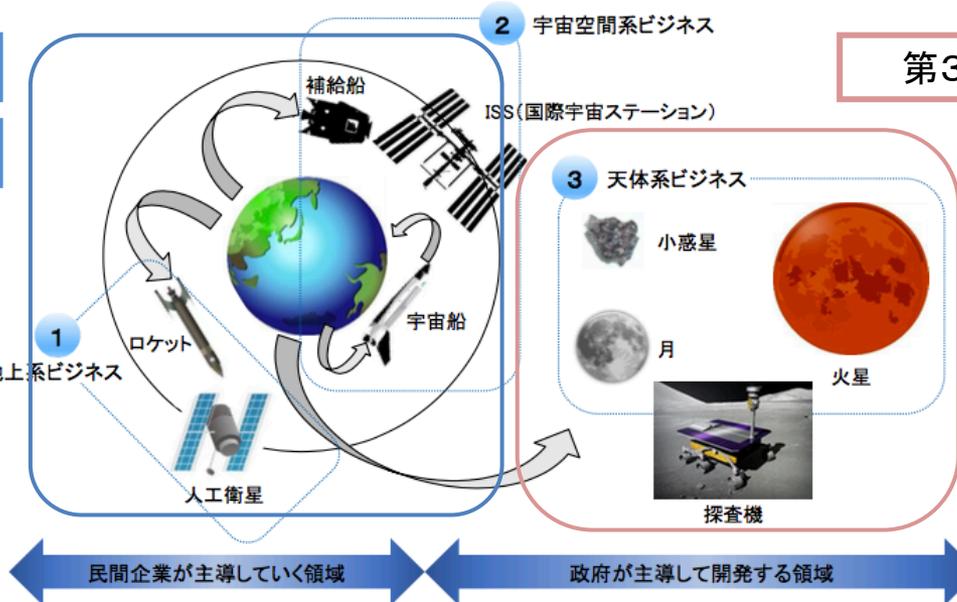
宇宙資源探査の動向について

宇宙開発利用構造における官民の役割

第2回宇宙リモセン

第3回衛星通信

- ◆ 通信衛星やリモートセンシング衛星の開発・打上・運用と、それらのデータを利活用する地上産業。
- ◆ 既にビジネス化が進んでいる領域であり、年間2000億ドル以上と言われる宇宙産業市場は、現時点では、ほぼここに集中。



第3回 宇宙資源探査

出典:佐藤将史(野村総研) NRI public management review(2016) より事務局作成

宇宙資源探査ビジネスの将来動向

月面開発や火星探査など、これまで政府機関が科学的知見目的で国家プロジェクトとして実施してきた分野であるが、月資源探査を皮切りにビジネスとして民間企業の参入が活発化。衛星の運用、宇宙輸送、宇宙拠点運用などの数の増大でエネルギー需要が高まる中、燃料などを地球から宇宙に運び上げるとコストは膨大に。他方で、宇宙で獲得したエネルギー源を宇宙で使用する場合、月からの宇宙内移動及び輸送のための燃料輸送コストは地球からの燃料輸送コストの約100分の1という試算。水資源は、電気分解により水素を生成し液体燃料エンジン燃料、燃料電池等の形でエネルギー源として使用可能。宇宙資源開発に必要となる打上ロケット、深宇宙探査機、着陸船、ロボット、センシング等の技術が徐々に確立されつつあり、それがこういった宇宙資源開発の近い将来の現実性を技術的に裏打ち。

宇宙資源探査に関する国連の検討状況

- 宇宙条約第二条は、月その他の天体の国家による所有等を禁じているものの、天然資源の採掘は明確に否定していないため、宇宙における天然資源の採掘は認められるとの解釈が可能。
- このような状況を受け、目標天体への着陸、資源所在領域の占有、資源の掘削方法などの宇宙資源開発活動、それらを監督する機関などの点について、国際的枠組の議論が開始。
- 2016年4月、ウィーンで開催された国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)法律小委員会では、ベルギーの提案により、「宇宙資源探査及び利用のために考えられる法的枠組みに関する意見交換」が2017年の議題として採択。
- また、同月にオランダライデン大学等によるコンソーシアムの主催によりハーグ宇宙資源ガバナンス・ワーキンググループが発足し、国際機関、各国政府、研究機関、事業会社が参加。

諸外国の取組

(1) 米国

- 2015年11月 新宇宙活動法「Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship(SPACE)Act of 2015」成立。「商業宇宙打ち上げ」「商業リモートセンシング」「宇宙商務局」「宇宙資源探査およびその利用」の4項目。商業宇宙資源開発を認めた世界初の法律。
- 同法では、月、小惑星その他の天体及び宇宙空間上の水、ミネラルを含む非生物資源の採取に商業的に従事している米国市民に対し、米国が負う国際的な義務等に抵触せずに獲得された当該資源についての占有、所有、輸送、利用及び販売を認めている。2016年に米国政府から提出された報告書では月面探査や小惑星の資源採掘活動等を米国連邦航空局(FAA)が統括すべきと記述。

(2) ルクセンブルク

- 2016年2月、自国を宇宙資源探査及び利用の分野での欧州の中心地とする旨の政策を発表。宇宙資源開発ビジネスを標榜する複数の企業への資金供与を含む支援を公表。米国を含む他国との共同での法的枠組構築を模索することを表明。

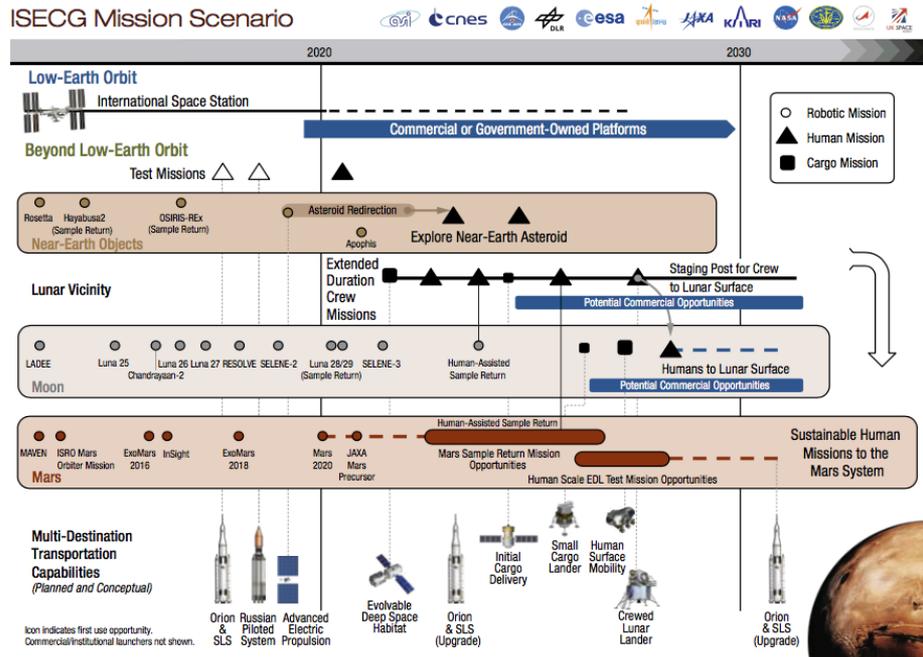
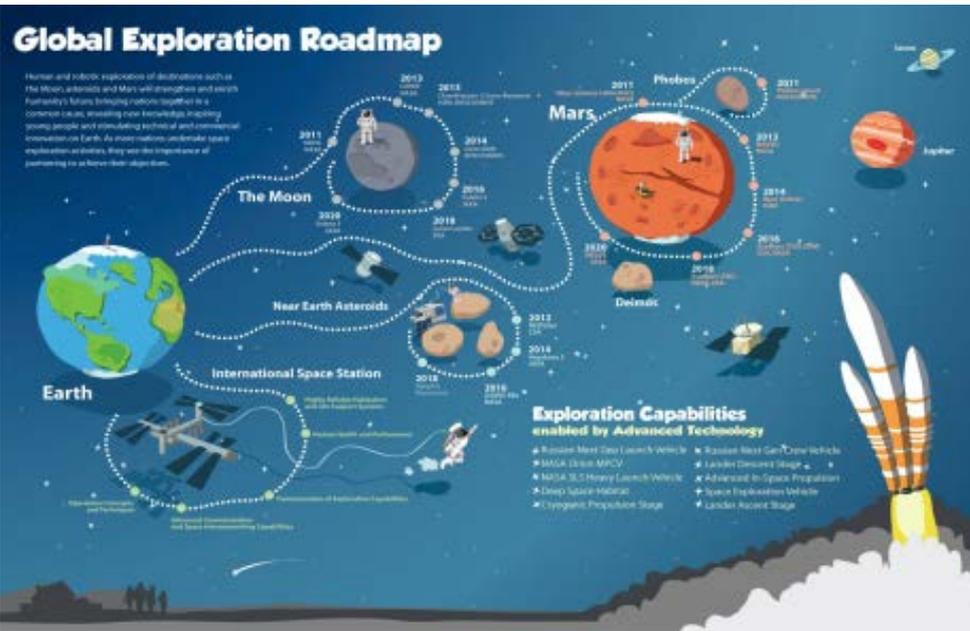
(3) アラブ首長国連邦

- 宇宙探査及び宇宙資源開発を含む宇宙空間における商業活動についての法制化に着手したことを表明。

宇宙資源探査の取組状況

政府関連宇宙機関の取組

- JAXA、NASA、ESAなど世界の宇宙14機関が参加するISECC(国際宇宙探査協働グループ)は、2030年の有人火星探査実現に向けた国際宇宙探査ロードマップを策定



主な民間企業など

- 米国
Deep Space Industries 社、 Planetary Resources社など
- 日本
ispace
- Google Lunar X prize 参画16チーム
Team SpaceIL(イスラエル), Moon Express(USA), Synergy Moon(多国籍)
TeamIndus(インド), HAKUTO(日本), Astrobotic(USA), Team Italia(イタリア),
STELLAR(多国籍), Independence-X(マレーシア), Omega Envoy(USA)
Euroluna(多国籍) Part-Time Scientists(ドイツ) Team Puli(ハンガリー)
SpaceMETA(ブラジル) Plan B(カナダ) AngelicvM(チリ)

1 衛星通信分野

- ◆ 5G、IoTにおいて衛星通信サービスが果たすべき役割、利用シーン
- ◆ 5Gの要求条件(大容量、低遅延、同時多数接続等)を実現する上で、衛星通信に求められる技術開発課題

など

2 宇宙資源探査分野

- ◆ 宇宙資源探査の実現に向けて、ICTが果たすべき役割や技術開発課題(例:月・惑星間通信技術、小型センサー技術等)
- ◆ 我が国の強み、弱みを踏まえた、宇宙資源探査分野における我が国のビジネス戦略、技術開発戦略(リソースを集中すべき事項/他国との連携を推進すべき事項等)

など