

「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」  
（平成7年9月25日付け電気通信技術審議会諮問第 82 号）  
のうち  
「小型衛星から構成される衛星コンステレーション  
による衛星通信システムの技術的条件」  
の検討開始について

平成 29 年 5 月 19 日  
衛星通信システム委員会

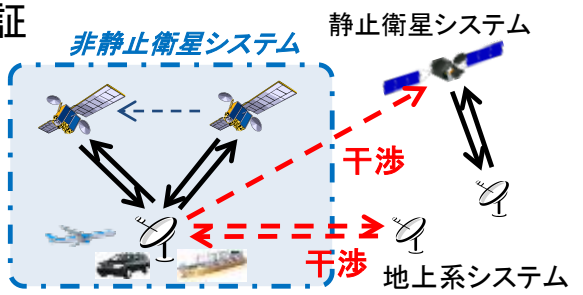
# 「小型衛星から構成される衛星コンステレーションによる衛星通信システムの技術的条件」の検討開始について

## 概要

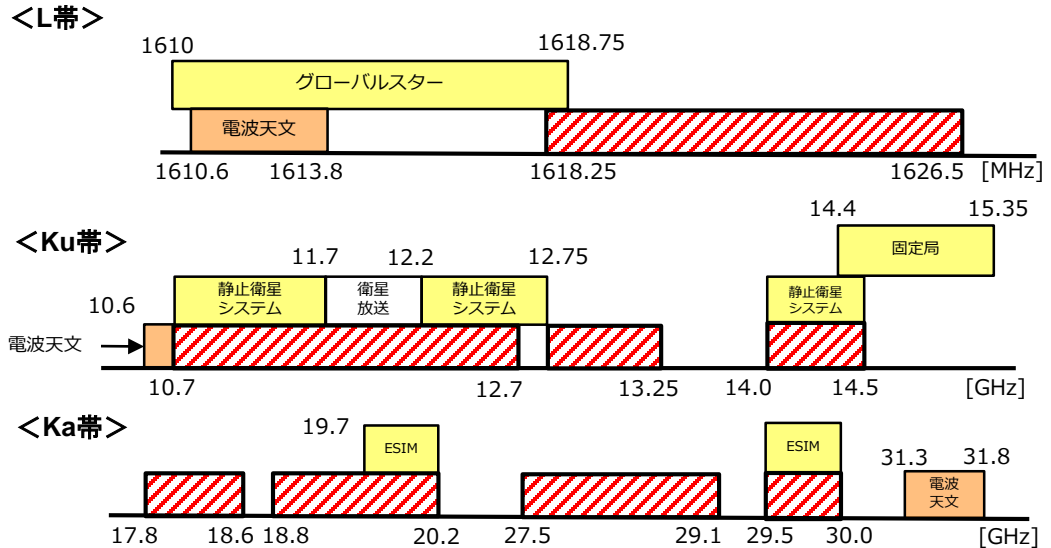
- 衛星搭載機器の小型軽量化や衛星打上げ費用の低廉化により、小型の人工衛星の実用化が比較的容易になった。
- 中・低軌道に打ち上げた多数の小型衛星を連携させて一体的に運用する「衛星コンステレーション」を構築し、極域を含めた世界全域を対象に、緊急時・平時を問わず、ビジネス用途の高信頼・高速大容量通信など多様なサービスを提供することが可能となった。
- L帯を用いた既存の衛星オペレータによる現行衛星の高度化計画に加え、Ku帯、Ka帯及びV帯を用いた新興衛星オペレータによる新たな計画も進んでいる。
- これらの衛星コンステレーションによる新たな通信サービスは、早ければ平成30年から順次開始される予定であり、我が国でもこれらのサービスを導入可能とするための検討を開始する。

## 主な検討項目

- 隣接するシステムとの共用条件の検討  
電波天文、固定局等の地上系システムとの与・被干渉
- 静止衛星システムとの共用条件の検討  
衛星追尾技術、捕捉技術、ハンドオーバー技術等の検証



我が国で早期にサービス開始が想定されるシステムの使用周波数



# 衛星コンステレーションによる新たな通信サービスの主な利用シーン

伝送速度の向上等により多様なアプリケーションが期待されている。

## 高品質通話、ビデオ会議



## HDビデオ伝送



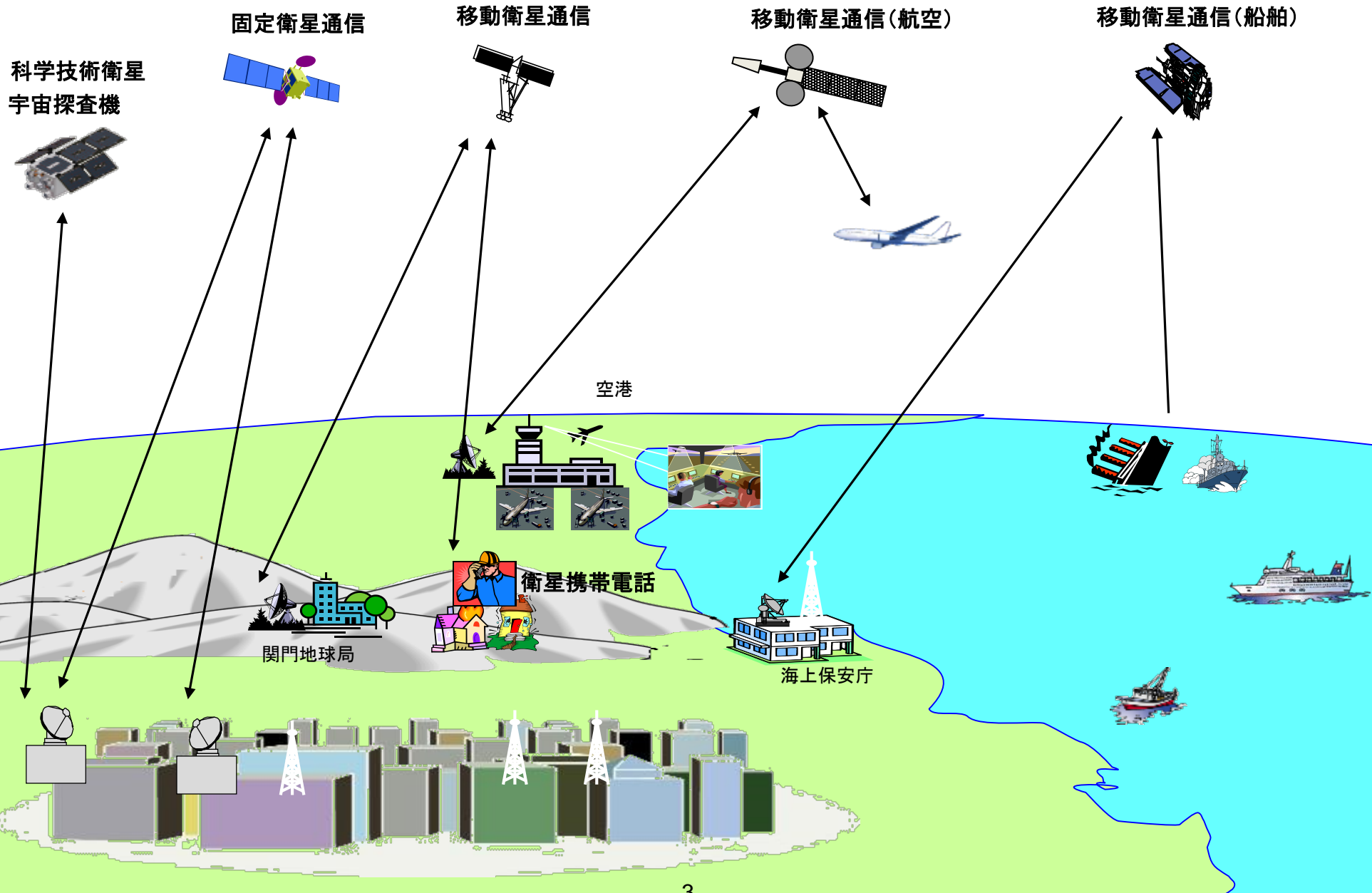
## 遠隔医療



## 航空データ記録ストリーミング



# 衛星通信の全体イメージ



# 移動衛星通信システムの現状

静止衛星軌道や非静止衛星軌道の通信衛星を利用して、移動体に設置した無線局(地球局)から人工衛星を経由し、他の無線局(地球局)との通信を行う。

## (静止軌道衛星系)

- インマルサット(D、BGAN、GPS) (1982年～)

全世界的な移動体向けの移動衛星通信システム。日本では、KDDI、JSATモバイル他がサービス提供中。



BGAN型



GPS型

- ワイドスター(1996年～)

NTTドコモのN-STAR衛星により、地上系デジタル携帯電話サービスのエリア補完等を目的にサービス開始。エリアは領土及び概ね200海里内。



- スラヤ(2013年～)

UAEのスラヤ衛星による衛星携帯電話サービス。日本では、ソフトバンク、日本デジコムがサービス提供中。

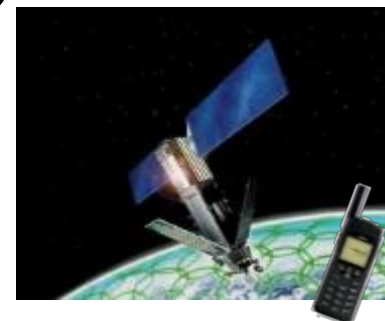


スラヤ

各画像の出典: 各社Webサイト

## (非静止軌道衛星系)

- イリジウム(2005年～)  
66機の非静止衛星群による、衛星携帯電話、データ通信等のサービス。日本では、KDDI他がサービス提供中。



- オーブコム(1993年～)  
27機の非静止衛星群による、低速データ通信等のサービス。国内では、オーブコムジャパンがサービス提供中。



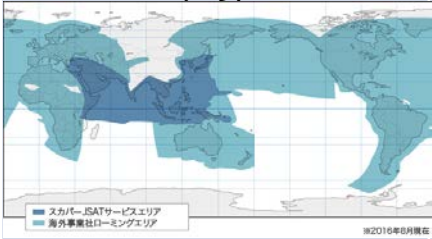

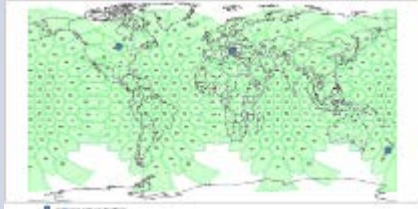
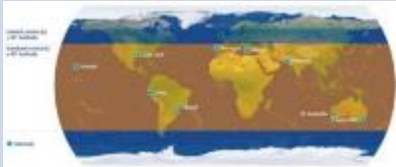
## 【移動衛星オペレータの売上規模(2012)】

	オペレータ	衛星数(周波数)	売上(US\$ in millions)
1	Inmarsat	10 (L-band)	1,338
2	Iridium	66 (L-band)	384
3	Thuraya	3 (L-band)	約200
4	Globalstar	8+24 (S/L-band)	76
5	Orbcom	27+2 (VHF他)	64



# 船舶向けサービス(業務用、乗務員インターネット等)

船舶から陸上への画像を含む業務用データ伝送(船舶情報、貨物情報等)、安全・省エネ運航のための気象・海象情報伝送、ブロードバンドインターネット接続等に使用。

衛星事業者	Intelsat、Eutelsat、JSAT等(Ku帯ESV)	Telenor	Inmarsat	O3b
プロバイダ	KVH、MarLink等	—	MarLink、NSSL Global等	O3b
主な使用衛星	各種衛星(静止軌道)	Thor-7(静止軌道)	Inmarsat-5(静止軌道)	O3b(非静止軌道(中軌道))
使用周波数	Ku帯	Ka帯	Ka帯	Ka帯
通信速度(船舶向け)	500kbps～数Mbps程度	数10Mbps	50Mbps	350Mbps
カバレッジ	世界 	欧州周辺 	世界 	世界(低中緯度地域) ※現在の船舶サービスはカリブ海中心 



出典: 日本無線社Webサイト



出典: Intellian社Webサイト

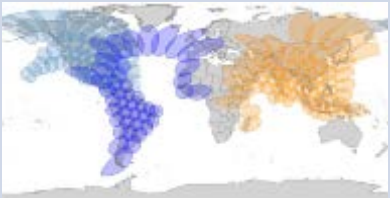
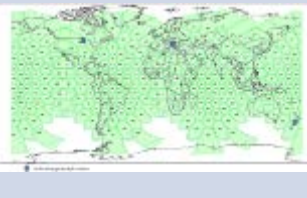




出典: O3b Networks社Webサイト



# 航空機向けサービス(機内インターネット)

機内に整備されたWi-Fiを介してインターネットに接続し、Webサイトの閲覧やSNSの利用、映像・音楽の視聴等に使用。

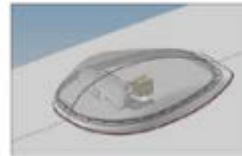
衛星事業者	Intelsat、SES、JSAT等	Inmarsat	Viasat	Eutelsat	Hughes(計画中)
プロバイダ	Panasonic Avionics、gogo、Row44	Globecom等	Viasat	Eutelsat	Global Eagle Entertainment
主な使用衛星	EPIC、SESシリーズ等	Inmarsat-5	Viasat-1(,-2)	Kasat	Jupiter-2
使用周波数	Ku帯	Ka帯	Ka帯	Ka帯	Ka帯
通信速度(航空機向け)	40~80Mbps	50Mbps	70~100Mbps	100Mbps	200Mbps
カバレッジ	世界 	世界 	北米(~大西洋) 	欧州 	米国 —



出典: Inmarsat Aviation Overview社 Webサイト



出典: Inmarsat Aviation Overview社 Webサイト



今後、電子走査型平面アンテナが導入  
※総務省では、H29年度よりKa帯の航空機搭載 APAAの研究開発を実施予定



出典: Kymeta社Webサイト

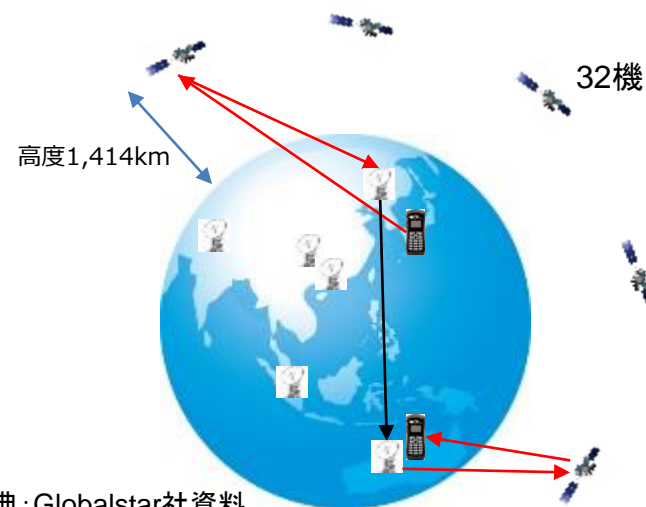


出典: Phasor社Webサイト

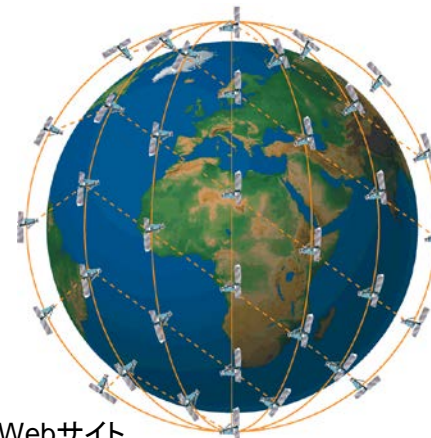
近年、多数の衛星を打ち上げ、これらを一体として連携・運用して通信や測位等のサービスを提供する「衛星コンステレーション」が活発化。

- 中軌道(高度約2,000km~約36,000km)、低軌道(高度約2,000km以下)における大規模な衛星コンステレーションが複数計画。赤道に加え、傾斜軌道、極軌道により極域を含めたグローバルカバレッジを予定。
- 従来利用されていたL帯、S帯ではなく、Ku帯以上の高い周波数帯域を利用するのが近年の特徴。
- 通信速度としては、数10Mbps~1Gbps程度の高速サービスを提供。加えて、静止軌道に比べ低遅延のサービス提供が可能に(低軌道:20~30msec、中軌道:150msec)。
- 一部システムでは、静止衛星システムとの連携も計画。中軌道衛星-静止衛星間の通信ネットワーク構築も検討。

## Globalstar 衛星通信システムの仕組み



## Iridium-Nextコンステレーションのイメージ



出典: Iridium社Webサイト



# 主な非静止衛星コンステレーションの動向：MEO ※高度約2,000km～約36,000km

事業者名	O3b	Viasat	Boeing (Ka帯)
衛星機数	O3bN <sup>1</sup> :24機、O3bI <sup>2</sup> :12機	24機	3コンステレーション、計60機
軌道高度	O3bN: 約8,400km O3bI: 約8062km	約8200km	27,355 -4,422km ※楕円軌道
製造者	Thales Alenia Space	N/A	Boeing
利用周波数帯	Ka帯	Ka帯 V帯	Ka帯
レイテンシ	150ms以下	150ms	N/A
スループット	1.6Gbps per beam/ 84Gbps per 8 satellite	N/A	N/A
通信速度	バックホール向け: 1Gbps 船舶向け: 350Mbps	N/A	D/L: 最低25Mbps U/L: 最低3Mbps
日本でのサービス展開予定	未定 ※O3bNによるサービスは日本国外において提供中	未定	未定

1. 赤道上の周回軌道を利用したMEO衛星コンステレーション
2. 軌道傾斜角76度の2つの軌道を利用したMEO衛星コンステレーション

# 主な非静止衛星コンステレーションの動向:LEO

※高度約2,000km以下

事業者名	OneWeb	SpaceX	LeoSat	Iridium (Iridium-Next)	Boeing(V帯)
衛星機数	882機	4425機以上	120-140機	66機	1396-2956機
軌道高度	約1200km	約1150km	約1400km	約780km	軌道により異なるが、約1200kmまたは約1000km
製造者	Airbus Defence & Space	SpaceX	Thales Alenia Space	Thales Alenia Space	Boeing
利用周波数帯	Ku帯 Ka帯	Ku帯 Ka帯	Ka帯	L帯 Ka帯	V帯
レイテンシ	30ms以下	25-35ms	20ms以下	N/A	N/A
スループット	7.5 Gbps per satellite	17-23 Gbps per satellite	1.6 Gbps per link	N/A	N/A
通信速度	D/L: 50Mbps U/L: 25Mbps	1 Gbps per user	1.2 Gbps	D/L: 最大1.5Mbps U/L: 最大512kbps	D/L: 最低25Mbps U/L: 最低3Mbps
日本でのサービス展開予定	未定 ※当該衛星システムのサービス開始は2020年頃を計画	未定 ※当該衛星システムのサービス開始は2020年頃を計画	未定 ※当該衛星システムのサービス開始は2020年頃を計画	未定 ※衛星は2018年にリリース配備完了予定	未定