

# 欧州における宇宙通信事業の動向

平成 28 年 1 月

国立研究開発法人 情報通信研究機構  
(欧州連携センター)

# 目次

はじめに.....	3
全体の要約.....	5
General Summary .....	8
第一部 欧州の衛星通信運用事業者による高周波帯を利用した衛星通信事業及び衛星通信システムの研究開発の動向.....	10
第一章 SES 社.....	10
第一節 SES 社の組織概要.....	10
第二節 SES 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況.....	10
第三節 SES 社の提供サービスの概要.....	10
第四節 欧州宇宙機関との提携研究開発動向: ELECTRA.....	11
第五節 その他の最新動向.....	12
第二章 O3B ネットワーク社.....	12
第一節 O3B ネットワーク社の組織概要.....	12
第二節 O3B 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況.....	12
第三節 O3B 社の提供サービスの概要.....	12
第四節 その他の最新動向.....	13
第三章 EUTELSAT 社.....	13
第一節 EUTELSAT 社の組織概要.....	13
第二節 EUTELSAT 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況.....	14
第三節 EUTELSAT 社の提供サービスの概要.....	14
第四節 欧州宇宙機関との提携研究開発動向: QUANTUM .....	14
第五節 その他の最新動向.....	15
ヒアリング調査メモ / EUTELSAT .....	15
第四章 INMARSAT 社.....	19
第一節 INMARSAT 社の組織概要.....	19
第二節 INMARSAT 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況.....	19
第三節 INMARSAT 社の提供サービスの概要.....	19
第四節 欧州宇宙機関との提携研究開発動向: IRIS・ICE .....	20
第五節 その他の最新動向.....	21
第五章 IBC2015 における欧州宇宙通信事業動向.....	22
第二部 欧州における宇宙ベンチャー企業の動向.....	27
第一章 宇宙インターネット事業の一般動向.....	27
第二章 OneWeb の宇宙インターネット事業の最新動向 .....	28
第一節 OneWeb の概要 .....	28
第二節 OneWeb の最新動向 .....	29

## はじめに

本報告書は、欧州における宇宙通信事業の動向について記す。調査内容は、1) 欧州における宇宙通信事業における高周波数帯 (Ka バンド又はさらに高い周波数帯) を利用する衛星通信事業と衛星通信システムの研究開発動向と、2) 欧州における宇宙ベンチャー企業の動向である。

### 調査内容

#### 1) 欧州における宇宙通信事業による高周波数帯を利用した衛星通信事業と衛星通信システムの研究開発動向

現在、利用可能な周波数のひっ迫した状況を改善するために、Ka バンド以上を利用する衛星通信技術への関心が世界的に高まっている。欧州の衛星通信事業者 (SES 社、O3B 社、EUTELSAT 社、IMMARSAT 社) の事業概要及び研究開発の動向を調査する。

#### 2) 欧州における宇宙ベンチャー企業の動向

地球全地域に衛星通信を使ってブロードバンド網を整備する宇宙インターネット構想が具体化しつつある。欧州では、OneWeb 社 (英国チャンネル諸島登録) が欧州企業エアバス社と協定し、合同ベンチャー企業を設立して、マイクロ通信衛星の設計と製作にあたることが決定している。

### 調査方法

本調査では、インターネット及び公刊物、報道記事等を精査するとともに、インタビュー調査、そして、イベント視察調査を行った。

1) の調査内容に関しては、a) 2015 年 9 月 11~15 日に渡って、オランダ・アムステルダムで開催された IBC 2015 (衛星通信を含めたメディア・放送部門の欧州における大型見本市) を視察し、欧州の主な衛星通信事業者の展示ブースを視察し、ついで、b) 仏 EUTELSAT 社を訪問し、同社の KA-SAT 衛星、Ka バンドの利用状況、QUANTUM 衛星について質問して、同社の研究開発動向について情報収集した。

なお、本報告書では、情報を入手したウェブサイトの URL を参考のため注に載せているが、これらの記事はウェブサイト管理運営者の判断で随時移動、修正、削除される可能性がある。従って、本報告書の発表後、注に記された URL から情報源となった記事にアクセスできないことがありうることを、ここで前もって注記しておきたい。



## 全体の要約

以下に、本報告書全体の要約を記す（より詳しい情報については報告書本文をご覧ください）。

### 第一部 欧州の衛星通信運用事業者による高周波帯（特に Ka バンド）を利用した衛星通信事業及び衛星通信システムの研究開発の動向

#### **SES 社 (1985 年設立 / 本社：ルクセンブルク)**

- ・ SES 社が運用している通信衛星は 53 機（静止衛星）である。
- ・ 2017 年末までに打ち上げ予定の衛星が 7 機あるが、そのうち 3 機が HTS 衛星である（通信衛星名称：SES-12、SES-14、SES-15）。これら HTS 衛星は Ku バンドを利用し、3 機で地球全体をカバーする予定である。
- ・ SES 社は O3B ネットワーク社の株式を 45% 保有している。

#### **O3B ネットワーク社 (2007 年設立 / 本社：英国チャンネル諸島・ジャージー島)**

- ・ 2005 年、グレッグ・ワイラー氏（OneWeb 創設者）は、アフリカのルワンダ国全土に電話網を展開することを着想し、2007 年にグーグル社等の投資者とともに O3B 社を創設した。同社は、ルワンダ国のような遠隔地域、発展途上地域、政情の不安定な地域に高速ブロードバンド接続サービスを提供することを目標にし、産業パートナーとともに、中軌道衛星（MEO）のコンステレーションを設計し、開発した。
- ・ O3B 社は、Ka バンドを利用する HTS 衛星 12 機を運用している。
- ・ O3B 社は、地上 8062km に位置する中軌道衛星を運用し、世界最高レベルの低遅延時間（150 ミリ秒以下）を実現している。

#### **EUTELSAT 社 (1977 年設立 / 本社：フランス)**

- ・ EUTELSAT 社は、全部で 38 の通信衛星を運用している。
- ・ EUTELSAT 社は、近年、KA-SAT（Ka バンドを利用する HTS 衛星：2010 年 12 月打ち上げ）、EUTELSAT 25B（Ku バンドと Ka バンドを利用するが HTS 衛星ではない：2013 年 8 月打ち上げ）、EUTELSAT 3B（C バンド、Ku バンド、Ka バンドを利用する HTS 衛星：2014 年 5 月打ち上げ）を運用している。今後、同社は、EUTELSAT 36C（Ku バンドを利用する HTS 衛星）、EUTELSAT 65W（Ku バンドと C バンドを利用する HTS 衛星）と BB4A（BroadBand For Africa：HTS 衛星）を、それぞれ 2015 年 12 月、2016 年、2019 年に打ち上げる予定である。
- ・ 2015 年 7 月、EUTELSAT 社は、ESA の ARTES プログラム 33 のもと、欧州宇宙機関 (ESA) 及びエアバス・ディフェンス&スペース社と PPP 契約 (Public Private Partnership) を締結し、QUANTUM プロジェクトを実施している。QUANTUM は、軌道上でカバー範囲、帯域幅、電力、周波数設定を顧客の要求に応じて変更できるソフトウェアベースの通信衛星である。QUANTUM 衛星の打ち上げは 2018 年あるいは 2019 年の予定である。
- ・ 2015 年 10 月、EUTELSAT 社はフェイスブック社及びスペースコム社と提携して、衛星通信を利用したブロードバンド接続サービスをアフリカ諸国（14 か国）へ提供するプログラムを開始している。

### **INMARSAT 社 (1979 年設立 / 本社 : 英国)**

- ・ INMARSAT 社は、Global Xpress という Ka バンドを利用する HTS 衛星を運用している。
- ・ 第 1 機の Global Xpress I-5 F1 は 2013 年末、第 2 機の Global Xpress I-5 F2 は 2015 年 2 月、第 3 機の Global Xpress I-5 F3 は 2015 年 8 月末に打ち上げられた。現在、Global Xpress I-5 F1 は商用サービスを提供している。第 2 機と第 3 機は 2015 年中に商用サービスを提供予定である。

### 第二部 欧州における宇宙ベンチャー企業の動向

- ・ OneWeb の創設者であるグレッグ・ワイラー氏は、2007 年に米グーグル社等から投資を受け、O3B 社を設立したが、後に O3B 社を退社し、2012 年に Worldvu 社 (OneWeb は同社の商標) を設立している。
- ・ OneWeb は、2018 年までに 648 機 (予備も含めて 900 機 : 1 機約 50 万ドル) のマイクロ通信衛星 (1 機の重量が 150 キログラム以下) を打ち上げる予定である。
- ・ OneWeb は、中軌道衛星 (MEO) ではなく、低軌道衛星 (LEO) を運用する (低軌道衛星は、地上 1200km を運行し、O3B 社の中軌道衛星よりもさらに地上に近い軌道を運行する)。
- ・ OneWeb は、静止衛星と干渉を起こさないように、同社が開発したプログレッシブピッチ (Progressive Pitch) 技術を利用する (通信衛星を段々とわずかに傾ける技術)。
- ・ OneWeb は、Ku バンドを利用して、世界中で衛星通信サービスを提供するために必要な周波数使用权を保持している。
- ・ OneWeb の利用ケースは、ブロードバンド接続サービスが提供されていない地域、自然災害地や難民キャンプでのデータ通信やモビリティ向けのサービス (航空機など) である。
- ・ OneWeb の小型端末は、自動車両の上部に設置可能であり、200m 圏内をカバーできる。
- ・ OneWeb のマイクロ通信衛星は、エアバス・ディフェンス&スペース社が製造する。



## General Summary

This is a general summary of the “Report on the R&D situation of space communication technologies in Europe”. See the text of the report for more information.

### Part 1 the satellite communication business using high frequency bands (especially Ka-band) and the trends of the satellite communication R&D of European satellite communication operators

#### *SES (Luxemburg, founded in 1985)*

- SES operates all in all 53 geostationary satellites .
- By the end of 2017, SES will launch 7 satellites, including three high throughput satellites (HTS), SES-12, SES-14 and SES-15. These HTS using Ku-band will provide the global coverage.
- SES owns 45% of O3b Networks.

#### *O3b Networks (Jersey, The Channel Islands, UK, founded in 2007)*

- In 2005, Greg Wyler, founder of OneWeb, conceived a project to provide a nationwide telephone service in Rwanda. In 2007, he and a small group of investors including Google founded O3b Networks. O3b and its industrial partners developed a Medium-Earth-Orbit (MEO) constellation to provide a high-speed broadband connectivity for remote, under-developed and unstable regions such as Rwanda.
- O3b operates twelve HTS using Ka-band.
- O3b’s Medium-Earth-Orbit (MEO) satellites operate 8,062km away from Earth. As a result, data transmission time is reduced to less than 150 milliseconds.

#### *EUTELSAT (France, founded in 1977)*

- EUTELSAT operates all in all 38 communications satellites
- EUTELSAT operates KA-SAT (HTS using Ka-band, launched in December 2010), EUTELSAT 25B (using Ku and Ka-band, launched in August 2013. It’s not HTS) and EUTELSAT 3B (HTS using C, Ku and Ka-band, launched in May 2014). It will launch EUTELSAT 36C (HTS using Ku-band) in December 2015, EUTELSAT 65W (HTS using Ku and C band) in 2016 and BB4A (BroadBand For Africa : HTS) in 2019.
- In July 2015, through the ARTES programme 33 of The European Space Agency (ESA), EUTELSAT enter into a public-private partnership (PPP) with ESA and Airbus Defence & Space, to implement the QUANTUM project. EUTELSAT QUANTUM is a new software-defined class of satellite which should offer once in orbit some flexibility in terms of coverage, bandwidth, power and frequency configurability. EUTELSAT QUANTUM will be launched in 2018 or 2019.
- In October 2015, EUTELSAT, Facebook and Spacecom have partnereed together on the satellite initiative to get more Africans online (14 African countries).

#### *INMARSAT (UK, founded in 1979)*

- INMARSAT operates an HTS, called Global Xpress, using Ka-band.
- The first Global Xpress satellite, I-5 F1, was launched in December 2013, the second, I-5 F2, in February 2015 and the third, I-5 F2, on 28 August 2015. The Global Xpress satellite, I-5 F1, started commercial service in July 2014. The second and the third are to deliver commercial service by the end of 2015.

## Part 2 The trends of space start-up companies in Europe

### ***Oneweb***

- Greg Wyler, founder of OneWeb, founded O3b (registered in The Channel Islands) with investment from several companies like Google in 2007, and then, he quit O3b to found Worldvu (Oneweb is the trade name of Worldvu) in 2012.
- OneWeb will launch 648 micro satellites (of less than 150 kilograms) by 2018. 900 satellites will be constructed, the rest of the spacecraft being spareparts. Each satellite will be produced for around \$500,000.
- OneWeb operates LEO (Low-Earth-Orbit) satellite instead of MEO (Medium-Earth-Orbit) satellite. LEO satellite orbits at approximately 1.200 kilometers, closer to the Earth than O3b's MEO satellites.
- In order to avoid interference with the geosynchronous (GEO) satellites, OneWeb developed a technology called "Progressive Pitch", which gradually and slightly tilts the satellites.
- OneWeb secures a right for using the Ku-band and operating the LEO satellites all over the world.
- OneWeb aims to provide broadband communication service to the rural areas, to the areas in emergency situation, man-made or natural disasters, and mobility services (airplanes etc.).
- OneWeb's small terminal can be mounted onto the top of any vehicle, providing a 200 m coverage.
- OneWeb has partnered with Airbus Defence and Space for designing and manufacturing the micro satellites.

## 第一部 欧州の衛星通信運用事業者による高周波帯を利用した衛星通信事業及び衛星通信システムの研究開発の動向

欧州には大手衛星通信事業者の多くが本拠地を持ち、世界規模で事業を行っている。欧州の宇宙通信事業者による高周波数帯（Ka バンド以上）を利用した衛星通信事業及び衛星通信システムの研究開発動向を調べるために、SES 社（ルクセンブルグ）、O3B 社（英国チャンネル諸島登録）、EUTELSAT 社（フランス）、IMMARSAT 社（英国）の組織概要、通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況、提供サービスの概要、欧州宇宙機関（ESA）との提携研究開発の動向、そして、その他の最新動向について記す。

### 第一章 SES 社

#### 第一節 SES 社の組織概要

- ・ SES 社<sup>1</sup>は 1985 年に創設され、ルクセンブルクに本社を持つ。
- ・ 設立当初の名称は、欧州衛星企業（Société Européenne des Satellites）である。
- ・ 衛星放送の他、都市部外地域でのブロードバンドアクセス、モビリティ・政府・公共機関向けなど、多くのサービスを提供している。
- ・ O3B ネットワーク社の株式を 45%保有している。

#### 第二節 SES 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況

- ・ SES 社が現在運用している通信衛星は 53 機（静止衛星）であり<sup>7</sup>、世界中の 99%の人口をカバーしている。
- ・ 2017 年末までに打ち上げ予定の衛星が 7 機あるが、そのうち 3 機が HTS 衛星である（HTS 通信衛星名称：SES-12、SES-14、SES-15）<sup>8</sup>。これら 3 機とも 2017 年に打ち上げ予定である。これらの HTS 衛星は Ku バンドを利用し、3 機で地球全体をカバーする予定である。
- ・ SES の従来の静止衛星、2017 年に打ち上げ予定の HTS 衛星、O3B 社の中軌道衛星（HTS 衛星）を組み合わせ、衛星通信サービスを提供する予定である。

#### 第三節 SES 社の提供サービスの概要

##### 提供サービス分野・内容と主な顧客例

##### **衛星放送サービス**

- ・ 主な顧客例：Magticom（グルジア）、Platco Digital（南アフリカ）、ASTRA（独）、BBC（英）、MediaScape（フィリピン）、On Digital Media（南アフリカ）、Orange TV（フランス）、TIBA（アルゼンチン）、TNTSAT（フランス）、SIS LIVE（英国）、HD+（ドイツ）

##### **データ通信サービス（遠隔地、エネルギー施設など）**

- ・ 主な顧客例：
  - － Stallion Oilfield サービス社（米） / 油田及びガス田向け

<sup>1</sup> <http://www.ses.com/4232583/en>

- パートナー・イン・ヘルス (ハイチ) / 医療施設向け
- StarSat インターナショナル (アルバニア) / 陸上通信網が展開されていない地域向け
- VTI/VNPT (ベトナム) / ネットワークオペレーションセンターと地上通信センターの設立
- YahSat (アラブ首長国連邦) / 地上通信センターの設立

#### モビリティ (海事・航空・鉄道など)

- ・ 主な顧客例：
  - NSSL グローバル (英) / 海事向け
  - Digitalia (伊) / 再生エネルギー産出施設向け
  - KVH (米) / 海事向け
  - iWayAfrica / アフリカ南西部のサブサハラ地域向け

#### 政府 (社会福祉・外交施設、軍事、公的機関、自然災害時・人道支援組織向けサービス)

- ・ 主な顧客例：
  - 国民独立選挙委員会 (ブルキナファソ)
  - EGNOS / 欧州静止衛星航法システム
  - NATO / 地上監視システム
  - 米政府 / 空軍向け
  - SSVC / 英軍及びその家族への放送サービス
  - ルクセンブルク外務省及び市民保護省、世界フードプログラムの emergency.lu / 自然災害、人道支援向け
  - 国際極地基金 / 南極開拓

#### 第四節 欧州宇宙機関との提携研究開発動向：ELECTRA

- ・ 2013年10月、SES社はELECTRAプロジェクトで、欧州宇宙機関(ESA)及び通信衛星の設計・開発事業者である独 OHB 社<sup>2</sup>と、官民パートナーシップ(Public Private Partnership: PPP)協定を締結している<sup>3</sup>。
- ・ ELECTRAプロジェクトは、静止衛星軌道への到達と軌道保持のため、従来の化学推進システムではなく、電化推進システムを利用する小型全電化プラットフォームを開発する。電化推進システムによって、3トン以下の通信衛星を開発することが可能になり、打ち上げに、小型発射機を使い、コストを下げる事が可能になる。
- ・ ELECTRAプロジェクトで開発される通信衛星の発射時期は、2017年に予定されている。

<sup>2</sup> <https://www.ohb-system.de/main-company.html>

<sup>3</sup> ELECTRAプロジェクトは、ESAの「電気通信システム先端研究(Advanced Research in Telecommunications Systems: ARTES)」の「33-パートナー」において支援されているプロジェクトの一つである。「33-パートナー」は、衛星通信に係る革新的な製品とシステムの開発をPPPによって実現することを目標とする。

[http://m.esa.int/fire/ESA\\_in\\_your\\_country/Luxembourg/L\\_ESA\\_fait\\_progresser\\_les\\_satellites\\_de\\_telecommunications\\_tout\\_electriques](http://m.esa.int/fire/ESA_in_your_country/Luxembourg/L_ESA_fait_progresser_les_satellites_de_telecommunications_tout_electriques)

[http://m.esa.int/Our\\_Activities/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/ARTES/ARTES\\_programme\\_overview](http://m.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/ARTES/ARTES_programme_overview)

<https://artes.esa.int/artes-33>

## 第五節 その他の最新動向

- 2015年9月、SES社は自社のKuバンドを利用する静止衛星とO3B社のKaバンドを利用する中軌道衛星（HTS衛星）を一緒に組み合わせ、運用する予定であることをSESホワイトペーパーで発表している<sup>4</sup>。Kaバンドは雨に弱いので、雨が降った場合、Kaバンドのスポットビームの代わりに、Kuバンドを利用することができる。

## 第二章 O3B ネットワーク社

### 第一節 O3B ネットワーク社の組織概要

#### 基本概要

- O3B ネットワーク社（以下、O3B社とする）<sup>5</sup>は、英国王室属領チャンネル諸島のジャージー島に本拠地を持つ。
- O3B社への投資者には、ルクセンブルグ・SES社（45%）、米グーグル社、英リバティ・グローバル社が含まれる。
- 電気通信事業者、インターネットサービスプロバイダ（ISP）、企業、政府・官庁向けに衛星通信網サービスを提供する。

#### 設立背景

- 2005年、OneWebの創設者であるグレッグ・ワイラー氏は、アフリカのルワンダ国全土に電話網を展開することを着想し、2007年にグーグル社等の投資者とともにO3B社を創設した。同社は、ルワンダ国のような遠隔地域、発展途上地域、政情の不安定な地域に高速ブロードバンド接続サービスを提供するために、産業パートナーとともに、中軌道衛星のコンステレーションを設計し、開発した。中軌道衛星は、静止衛星よりも地球に近い距離を運行し、低コストで高いスループットを提供できる。
- O3B社設立のために、13億米ドルが調達された。

### 第二節 O3B社の通信衛星の運用状況及びKaバンドの利用状況

- Kaバンドを利用するHTS衛星12機を運用している。
- 通信衛星はタレス・アレニアスペース社によって開発された。
- 地上8062kmに位置する中軌道衛星を運用し、世界最高レベルの低遅延時間（150ミリ秒以下）を実現している<sup>6</sup>。

### 第三節 O3B社の提供サービスの概要

#### 提供サービス内容と名称

- O3B トランク：電気通信事業者、ISP、ネットワークプロバイダ向け通信サービス

<sup>4</sup> <http://www.ses.com/4233325/news/2015/21561034>

<http://read.uberflip.com/i/570274-ses-wp-geo-meo>

<sup>5</sup> <http://www.o3bnetworks.com>

<sup>6</sup> <http://www.o3bnetworks.com/latency-throughput/>

- O3B セル：移動通信事業者向けバックホール接続
- O3B エネルギー：海底油田等、エネルギー事業者向け通信サービス
- O3B マリタイム：海事向け通信サービス
- O3B ガバメント：政府・官庁、人道支援組織、国際平和維持・支援活動組織向け通信サービス

## 顧客例

現在、40 の顧客がいる<sup>7</sup>。

### O3B トランク

- UNITECH (パプアニューギニア)：オーストラリアとニュージーランド外で、南太平洋で唯一の技術系の大学
- OFIS (コンゴ共和国)：ICT ソリューション企業
- SKYNET (コロンビア)：アマゾン地域向けの電気通信事業者
- ASTCA (米サモア島)：通信インフラ事業者
- Our Telekom (ソロモン諸島)：電気通信事業者
- FSMTC (ミクロネシア連邦)：公共電気通信事業者
- パラオ・テレコム (パラオ共和国)：電気通信事業者
- ティモール・テレコム (東ティモール)：電気通信事業者
- RAGASAT (コンゴ民主共和国)：ISP
- DIGICEL グループ (パプアニューギニア)：太平洋向けの移動通信事業者
- RCS コミュニケーション (南スーダン)：ICT 企業
- パラオ国立通信企業 (パラオ共和国)：公共電気通信事業者
- ノーフォーク・テレコム (オーストラリア・ノーフォーク島)：電気通信事業者
- GALFSAT (マダガスカル)：電気通信事業者

### O3B エネルギー

- MEOSAT (南イラク)：通信インフラ事業者

### O3B マリタイム

- RCCL (カリブ海)：世界最大の旅客船を持つ旅客船事業者

## 第四節 その他の最新動向

- O3B 社は、2015 年 6 月に IEEE から周波数新興技術賞を得ている<sup>8</sup>。同賞は幅広い商用アプリケーションによって、最も利益を生む潜在性を持つ技術に与えられている。

## 第 4 章 EUTELSAT 社

### 第一節 EUTELSAT 社の組織概要

- EUTELSAT 社は、欧州宇宙機関 (ESA) により発注された通信衛星を運用するために 1977 年に設立された。

<sup>7</sup> <http://www.o3bnetworks.com/customers/>

<sup>8</sup> <https://www.o3bnetworks.com/o3b-networks-named-winner-of-ieee-spectrum-emerging-technology-award/>

- ・ 設立当初の名称は、欧州電気通信衛星機関（EUropean Telecommunication Satellite Organization）である。
- ・ 設立当初は政府間組織であったが、2001年に民営化され、現在フランスに本社を持つ。

## 第二節 EUTELSAT 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況

- ・ EUTELSAT 社は、現在38の衛星通信を運用しており、世界150国をカバーしている<sup>9</sup>。特に欧州、中東、アフリカでの事業に力を入れている。
- ・ 現在、EUTELSAT 社は、Ka バンドを利用する HTS を1機運用している（名称：KA-SAT）。KA-SAT は、欧州初の Ka バンドを利用する衛星であり、欧州と地中海地域をカバーしている<sup>10</sup>。
- ・ EUTELSAT 社は、2019年までに新たに7機の打ち上げを予定している（衛星名称：EUTELSAT 9B、EUTELSAT 36C、EUTELSAT 117 WEST B、EUTELSAT 65 West A、EUTELSAT 172B、EUTELSAT QUANTUM、BB4A）<sup>11</sup>。

## 第三節 EUTELSAT 社の提供サービスの概要

### 提供サービス内容

- ・ 衛星放送とデータ通信のサービスを提供している。
- ・ ブロードバンドインターネットアクセスサービス（アフリカとラテンアメリカ）、油田・ガス田向けのサービス、海事・鉄道・航空向けのサービス、政府向けサービスを提供している。
- ・ KA-SAT（Ka バンドを利用する HTS 衛星）によるブロードバンドインターネットアクセスサービスは、tooway という名称で提供されている（伝送速度：下り 22Mbps・上がり 6Mbps）

## 第四節 欧州宇宙機関との提携研究開発動向：QUANTUM

- ・ 2015年7月、EUTELSAT 社は、ESA 及びエアバス・ディフェンス&スペース社と、ESA の ARTES 「33- パートナー」のもと、PPP 契約を締結し、QUANTUM プロジェクトを開始している（2015年7月の発表）<sup>12</sup>。QUANTUM 衛星は、2018年あるいは2019年に打ち上げ予定である。
- ・ 同プロジェクトで開発される通信衛星 QUANTUM は、エアバス・ディフェンス&スペース社によって英国内で開発され、EUTELSAT 社によって運用される。QUANTUM 衛星は、軌道上でカバー範囲、帯域幅、電力、周波数設定を顧客の要求に応じて変更し、また軌道位置を変更できる世界初のソフトウェアベースの通信衛星である<sup>13</sup>。

<sup>9</sup> <http://www.EUTELSAT.com/en/satellites/find-your-satellite.html>

<sup>10</sup> <http://www.EUTELSAT.com/en/satellites/the-fleet/EUTELSAT-KA-SAT.html>

<sup>11</sup> EUTELSAT 社の Ka-band を利用する通信衛星の運用状況については、本章末に収録した EUTELSAT 社とのヒアリング調査メモを参考のこと。

<http://www.EUTELSAT.com/en/satellites/future-satellites.html>

<sup>12</sup> [http://m.esa.int/Our\\_Activities/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/QUANTUM](http://m.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/QUANTUM)

<sup>13</sup> EUTELSAT QUANTUM 衛星の研究開発については、本章末に収録した EUTELSAT 社とのヒアリング調査メモを参考のこと。

## 第五節 その他の最新動向

- 2015年10月、EUTELSAT社はフェイスブック社及びスペースコム社（キプロス）と提携して、衛星通信を利用したインターネット接続サービスをアフリカ諸国（14か国）へ提供するプログラムを発表している<sup>14</sup>。
- この複数年協定では、スペースコム社の静止衛星 AMOS-6 を共同利用して、現在インターネットがもたらす経済・社会的な利点を享受できないサブサハラアフリカ諸国の人々へ、インターネットアクセスサービスを提供する。AMOS-6衛星は、Kaバンドを利用して、西アフリカ、東アフリカ、南アフリカ地域をカバーする。サービスの開始は、2016年後半期を予定している。
- EUTELSAT社は、すでにKuバンドを利用する衛星通信網をアフリカへ整備しており、フェイスブック社との提携により、同社のアフリカでの事業を強化する予定である。例えば、フェイスブック社との提携発表の1か月前、2015年9月に、仏衛星テレビ放送事業者 CANAL+の子会社である CANAL+Overseas は、EUTELSAT社と提携し、アフリカ諸国へテレビ放送事業を展開することを決定している。
- フェイスブック社は、インターネットアクセスがない地域にインターネットを提供することを目標とする「Internet.org」<sup>15</sup>というイニシアチブを2013年より実行しており、EUTELSAT社との提携はその一環である。
- フェイスブック社がEUTELSAT社をパートナーとして選んだ理由は、EUTELSAT社がアフリカで事業を積極的に実施していること、Kaバンドを利用し、インターネットアクセスサービスを提供している KA-SAT 衛星を運用していることなどが挙げられる。
- 今後、EUTELSAT社とフェイスブック社は、対象となるアフリカ各14か国でインターネットプロバイダを選択する予定である。

### ~~イベント~~ EUTELSAT

- ・ 日程：平成27年11月30日（月）午前10時～
- ・ 場所：先方事務所（フランス・パリ）
- ・ 先方：EUTELSAT 開発・イノベーション局 未来衛星システム責任者：ヘクトル・フェネック氏<sup>16</sup>

### ヒアリングの概要

#### **EUTELSAT の KA-SAT について**

- ・ KA-SAT（2010年12月打ち上げ）は、Kaバンドを利用する HTS 衛星である。KA-SATの全容量は90Gb/sで、82のスポットビームを持つ。
- ・ 現在、KA-SATは、特にブロードバンド接続サービスを提供しているが、テレビ放送と SNG（Satellite News Gathering：自動あるいは手動で調整する小型地球局アンテナを利用した放送番組素材収集サービス）にも利用できる<sup>17</sup>。

<sup>14</sup>

<http://news.EUTELSAT.com/pressreleases/EUTELSAT-and-facebook-to-partner-on-satellite-initiative-to-get-more-africans-online-1228638>

<sup>15</sup> <https://internet.org>

<sup>16</sup> ヘクトル・フェネック氏の業績については以下を参考のこと。

<http://dblp.uni-trier.de/pers/hd/f/Fenech:Hector>

・ KA-SAT 以前は、衛星運用事業者は通信サービス（通信容量）、サービス事業者は各種サービスを提供しており、衛星通信のインフラストラクチャ全体が強く垂直統合されていた。だが、KA-SAT では、通信衛星からゲートウェイ、コントロールセンター、提供サービスまで、すべての構成要素を全体的に統合する仕方で設計されている。このように全体を統合することによって、コストを下げることが可能になった。EUTELSAT は通信サービスも提供しており、衛星運用事業者であるだけでなく、サービス事業者でもある<sup>18</sup>。

・ Ka バンドは、Ku バンドよりも、雨や雪などの天候の影響を受けやすい。そのため、KA-SAT には、DVB-S2 の ACM（Adaptive Coding and Modulation：適応型符号変調方式）技術を利用している。この技術により、衛星通信が行われる天候・地理条件に合わせて、衛星の資源を有効利用することが可能になる。ACM には2つの長所がある。第一に、ACM によって、天候・地理条件に合わせ、MODCOD<sup>19</sup>を変化させて、資源の利用を調整することができる（静的最適化）。第二に、ACM によって、MODCOD を変化させても、ほとんど時間的に遅れがないので、通信に問題がない（動的最適化）。この技術は標準化されているので、Ku バンドにも利用されているが、過去には Ku バンドには必要がなかったため、利用されていなかった。

・ ACM 技術のほか、KA-SAT には、UPC 技術（Uplink Power Control：天候条件に合わせて、地球局の送信電力を制御する）、ALC 技術（Automatic Level Control：天候条件に合わせて、自動的に電力を調節し、電気信号を安定させる）も利用している。

・ 以上、3つの技術の他に、KA-SAT には、サイトダイバーシティ技術（Site diversity）が利用できる。KA-SAT は、衛星通信システムを運用するのに、通常8つのゲートウェイを利用するが、実際には10のゲートウェイを持つので、天候条件によって、あるゲートウェイの性能が低下したならば、他のゲートウェイに切り替え、降雨減衰に対応できる。

・ EUTELSAT では、ブロードバンド接続サービス、テレビ放送サービス、SNG サービスのほか、モビリティ向けサービス（特に列車、船舶）も提供している。航空機向けのサービスも Viasat の技術を利用して提供できるが<sup>20</sup>、航空機向けの端末は列車や船舶向けの端末よりも性能が良くなく、サービス価格が高くなってしまいうという問題がある。

#### **EUTELSAT のKa バンドを利用する通信衛星の運用状況 (KA-SAT 以外)**

・ EUTELSAT 13A（2002年打ち上げ）は、KA-SAT に先行されて運用され、初めてK バンドを利用する衛星であった。

・ EUTELSAT 25B（2013年8月打ち上げ）は、Ku バンドと Ka バンドを利用する衛星である。HTS 衛星ではないが、非常に多くの Ka バンドの容量を持つ（異なるペイロードを4つ持つが、そのうち3つが Ka バンド向けである）。

・ EUTELSAT 3B（2014年5月打ち上げ）は、C バンド、Ku バンド、Ka バンドを利用する HTS 衛星である。同衛星は小型のマルチスポットビームのシステムを搭載しており、

---

<sup>17</sup> EUTELSAT の SNG サービスについては以下のウェブサイトも参考のこと。

<http://EUTELSATbroadband.com/market-sectors/media/>

<http://news.EUTELSAT.com/pressreleases/sis-live-si-signs-distribution-agreement-for-EUTELSAT-broadband-s-newspotter-satellite-news-gathering-service-1222810>

<sup>18</sup> EUTELSAT は、Tooway という同社の完全子会社を通して、KA-SAT により、ブロードバンド接続サービスを提供している。

<http://www.tooway.com>

<sup>19</sup> Modulation and Coding rate のこと。

<sup>20</sup> <http://www.EUTELSAT.com/en/services/data/mobility/air-access.html>

マイクロ HTS 衛星とも呼ぶことができる。同衛星は、大きなフレキシビリティを持ち、カバー地域、周波数、出力を変更できる。

- ・ EUTELSAT 36C (2015 年 12 月打ち上げ予定) は、Ku バンドを利用する HTS 衛星であり、11Gbit/s の容量を持つ。同衛星は、EUTELSAT と RSCC (ロシア衛星通信企業) が提携して利用する予定である。
- ・ EUTELSAT 65W (2016 年打ち上げ予定) は、Ku バンドと C バンドを利用する HTS 衛星であり、35Gbit/s の容量を持つ。同衛星はラテンアメリカ地域をカバー予定である。
- ・ BB4A (BroadBand For Africa : 2019 年打ち上げ予定) は、アフリカ諸国をカバーする HTS 衛星であり、75Gbit/s の容量を持つ。

#### EUTELSAT の将来的な通信衛星事業と研究開発の動向について

- ・ 2015 年 10 月、EUTELSAT は米フェイスブック社と提携し、アフリカ諸国へブロードバンド接続サービスを提供することを決定している。EUTELSAT とフェイスブック社は、2016 年末に打ち上げ予定である AMOS-6 (Space.com 社の開発)<sup>21</sup>を共同利用する予定である。EUTELSAT の BB4A もアフリカ諸国向けの通信衛星であるが、フェイスブックとのプロジェクトとは関係がない。
- ・ EUTELSAT は、Ka バンド以上の帯域、Q バンド、W バンド、光を利用する研究も実施している。光は、理論的に利用可能だが、サイトダイバーシティ技術をより必要とするので、実際に商用化するにはコストの問題がある。
- ・ 衛星通信を利用した新しいサービスとしては、モビリティ (航空、船舶、列車) 向けのサービスを挙げることができる。現在、乗客は航空機が離陸すると、携帯端末による通信を停止しなければならないが、衛星通信によって、通信を続けることができるようになるだろう。船舶についても同様である。
- ・ EUTELSAT は、すでに、WINS<sup>22</sup>という合同ベンチャー企業を創設しており、クルーズ客船、フェリー、貨物船向けに GSM の携帯電話サービスを提供している (乗船客とクルーの通信向け)。
- ・ IoT 分野は非常に多様であり、衛星通信だけがソリューションではないが、衛星通信も利用可能である。例えば、衛星通信による貨物列車の車両の追跡、陸上と海上を合わせたコンテナの追跡システム (通信衛星がコンテナと直接通信しなくとも、通信衛星がコンテナと船舶間の通信を可能にする) が考えられる。
- ・ EUTELSAT は、TV 放送やモビリティ向けのサービスなど、幅広いサービスを提供する傾向にあるが、たとえば、英 INMARSAT は TV 放送サービスを提供していないなど、事業者の専門性や経営戦略により提供サービスは異なる。
- ・ 5G 網において、衛星通信は通信事業者のバックホール向けに利用可能であるが、問題はコストが大きくなることである。5G 網では、より大容量を必要とするアプリケーションがより多く利用されるようになり、衛星通信への要求もさらに大きくなる。コストを抑えつつ、通信容量を増加させることが通信事業者の課題となる。

<sup>21</sup> <http://www.amos-spacecom.com/content.cfm?page=amos-6>

<sup>22</sup> <http://www.winssystems.com>

## EUTELSAT QUANTUM について

- ・ ESA の ARTES (アルテス : Advanced Research in Telecommunications Systems) プログラム 33 は、PPP (パブリック・プライベート・パートナーシップ) に捧げられており、ESA からこの枠組みで QUANTUM の研究開発に助成されている。ESA からの助成は部分的なもので (特に、システムのフレキシビリティに係る研究に対する研究開発費のみ)、残りの費用は (衛星の製造と打ち上げにかかる費用)、EUTELSAT が自前で用意している。衛星の製造に非常に多くの費用がかかるので、ESA の助成は多いわけではない。詳しい数字ではないが、ESA の助成は全体の 30 パーセント以下のはずである。
- ・ ESA の ARTES プログラムは、EU のホライズン 2020 と同様に研究開発助成を行っているが、宇宙・航空部門における通信の研究に特化されている。ARTES プログラムは、欧州産業の発展を促進しており、非常に重要である。同プログラムがなければ、企業は研究開発への投資をためらってしまうかもしれないからである。
- ・ ESA と EUTELSAT には、それぞれ QUANTUM 研究開発チームが置かれ、開発と費用支払いについて協議しながら、プロジェクトを推進している。
- ・ ESA の開発サポートシステムは、日本政府から支援を受けている通信衛星 WINDS のケースと似ていると思う。QUANTUM と WINDS の違いは、QUANTUM は商用向けである一方で、WINDS は研究や実験に利用されていることであると思う。
- ・ QUANTUM プロジェクトは、2015 年に開始され、2018 年か 2019 年に終了予定である。
- ・ QUANTUM は、静止衛星 (GEO) であり、Ku バンドを利用する。
- ・ QUANTUM は、HTS 衛星であるが、必ずしも HTS 衛星として利用しなくても良い。後から、小型 HTS 衛星として、再設定することも可能である。
- ・ QUANTUM は、Ku バンドで、国際電気通信連合 (ITU) の全地域をカバーでき、どの地域でも QUANTUM を利用できる。
- ・ QUANTUM の長所は、利用者の要求に応じて、軌道上で、周波数、カバー地域、出力を柔軟に変更でき、衛星の資源を効率的な仕方で利用できることである。ブロードビームとスポットビームの変更も可能である。
- ・ QUANTUM のペイロードは 4 つに区分される (アップリンク設定、周波数管理、出力調整、ダウンリンク設定)。従来は、この 4 つの機能は固定されているが、QUANTUM ではソフトウェアによってフレキシブルに設定可能である。このフレキシビリティの実現が研究開発の課題である。
- ・ QUANTUM は PC に比較可能である。PC では、ユーザがソフトウェアによって機能を好きなように決定できるが、QUANTUM でも機能がソフトウェアによってコントロールされるからである。ソフトウェアがフレキシブルペイロードの鍵である。QUANTUM のフレキシブルペイロードを、ソフトウェア・デファインド・ペイロードと呼ぶこともある。
- ・ QUANTUM に利用されている技術の一つ一つには、高いリスクを伴う研究開発はされていない。QUANTUM の新しさはそれらの技術を組み合わせて一つのセットにすることにある。
- ・ EUTELSAT は、QUANTUM を 1 機注文したが、その後量産することもできる。第 1 機は非常に一般性が高いので、QUANTUM を量産した場合、どの軌道でも利用できる。
- ・ 顧客は、QUANTUM がカバーする地域と性能のカタログを見て、ビジネスケースの必要に応じて、衛星の機能やアプリケーションを決定する。

- ・ QUANTUM は、1機で地球全体をカバーすることも可能だが、そのような使い方は QUANTUM に適していない。QUANTUM には、市場の要求にダイナミックに応じて、出力などを変更して利用するビジネスケースが向いている。
- ・ QUANTUM が提供するサービスは、主にデータサービスである。広い地域の TV 放送は、QUANTUM に適しているとは言えない(逆に、狭い地域の TV 放送に向いている)。TV 放送には、基本的にペイロードのフレキシビリティは必要ないので、QUANTUM を使う必要はないと思う。船舶などのモビリティサービスには、QUANTUM は向いている。ビジネスケースに合わせて、QUANTUM の資源を設定し、また後から再設定することもできるからである。

#### MEO 衛星と LEO 衛星を利用する衛星通信事業について

- ・ EUTELSAT では、中軌道衛星 (MEO) と低軌道衛星 (LEO) の研究は実施しているが、プロジェクトとして開発しているわけではない。

### 第四章 INMARSAT 社

#### 第一節 INMARSAT 社の組織概要

- ・ INMARSAT 社は、1979 年に国際海事機関によって設立され、元は国際機関であったが、1999 年に民営化され、現在は英国の民間企業である<sup>23</sup>。
- ・ INMARSAT 社創設の目的は、船舶へ陸上との通信サービスを提供することであったが、現在はより広く、政府、航空、石油・ガス企業、炭鉱、建築、人道支援組織などに衛星通信サービスを提供している (衛星放送サービスは提供していない)。

#### 第二節 INMARSAT 社の通信衛星の運用状況及び Ka バンドの利用状況

- ・ INMARSAT 社の第五世代通信衛星 INMARSAT-5 は、Ka バンドを利用する HTS 衛星である。
- ・ 第 1 機の Global Xpress I-5 F1 を 2013 年末、第 2 機の Global Xpress I-5 F2 を 2015 年 2 月、第 3 機の Global Xpress I-5 F3 を 2015 年 8 月末に打ち上げた。現在、Global Xpress I-5 F1 が運用されており、世界で初めて地球全体をカバーしている。第 2 機と第 3 機は 2015 年末までに商用サービスを提供予定である。だが第 3 機の商用サービス開始は、2016 年 2 月にずれ込む可能性もある。
- ・ 現在、第 4 機 (INMARSAT I-5 F4) の製造が米ボーイング社によって進められている<sup>24</sup>。
- ・ 第 6 世代の通信衛星は、L バンドを利用する衛星通信の開発が検討されている。

#### 第三節 INMARSAT 社の提供サービスの概要

##### 提供サービス分野

- ・ INMARSAT マリタイム (海事) : 貨物船、旅客船、漁船

<sup>23</sup> <http://www.INMARSAT.com>

<sup>24</sup> <http://www.INMARSAT.com/service/global-xpress/>

- ・ INMARSAT US ガバメント (米政府) : 米国防・諜報機関、米国内治安組織、政府組織 (非軍事)、災害・テロ救援組織
- ・ INMARSAT グローバルガバメント (全世界の政府及び軍事機関) : 救急隊、災害時などの緊急事態対応組織、国境管理組織 (海上の国境を含む)
- ・ INMARSAT エンタープライズ (陸上通信が展開されていない地域でのサービス) : 医療、教育、電力分配インフラストラクチャの管理及びモニタリング (M2M)、メディア、油田・ガス田、鉄鋼・炭鉱業、人道支援組織、建築、銀行・金融、輸送トラック
- ・ INMARSAT アビエーション (航空) : 貨物機、旅客機 (衛星を利用した航空機乗客向けインターネット接続サービス)

#### 第四節 欧州宇宙機関との提携研究開発動向: IRIS・ICE

現在、INMARSAT 社は欧州宇宙機関 (ESA) と、IRIS と ICE という 2 つの PPP 契約を結び、研究開発を実施している。

##### IRIS

- ・ 2014 年 11 月、ESA は INMARSAT 社と PPP 契約を締結し、IRIS プロジェクト<sup>25</sup>を開始している。「ARTES-10」で支援されている IRIS プロジェクトは、衛星通信ベースの次世代航空交通管理システムを開発する。IRIS は、現在 EU 及び欧州航空航法安全機構 (EUROCONTROL)、欧州航空産業界が推進している SESAR (Single European Sky ATM Research) プログラム<sup>26</sup>を補完する役割を持つ。IRIS プロジェクトは、2018 年までに、4 次元の飛行経路コントロール向けの陸空通信技術を供給する。この技術は、航空機の緯度、経度、高度、時間を正確に示し、航空機により正確な追跡とより効果的な交通管理を可能にする。また、航空機の操縦士にも同情報が衛星通信によって供給される。2028 年までに、IRIS は地球全体の航空空間において、4D 経路管理を実現する予定である。

##### ICE

- ・ ICE<sup>27</sup>は、「ARTES 33-パートナー」<sup>28</sup>の一部であり、2015 年 7 月に、INMARSAT 社と ESA との間で PPP 契約が締結された。ICE は、INMARSAT の Ka バンド及び L バンドを利用する衛星システムの通信能力、製品、サービスを改善及び拡張し、市場拡大を可能にする革新的な技術とアプローチを開発して、移動衛星通信サービスの幅を拡大することを目指す。INMARSAT 社はエアバス社と提携し、システムの設計を行い、また、スイスの Ruag 社が光技術の設計を主導する。
- ・ ICE は、衛星軌道、陸上、航空施設を高速で接続する光通信の改善も含む。
- ・ ICE は、標準化されたインターフェイスを備えたオープンアーキテクチャを備え、新しい製品とサービスの創造を刺激し、アプリケーション開発者が簡単に開発作業に取りかかれる。

<sup>25</sup> [http://m.esa.int/Our\\_Activities/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/Iris](http://m.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/Iris)

<sup>26</sup> <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar/>

<sup>27</sup> [http://m.esa.int/Our\\_Activities/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/ICE](http://m.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/ICE)

<sup>28</sup> <https://artes.esa.int/artes-33>

ARTES 33-パートナーは、欧州の衛星通信産業との PPP を通して、技術革新的な製品とシステムを市場にもたらすことを目標とするプログラムである。

- ・ ICE プロジェクトの目的は二つある。第一に、次の目標を実現する衛星通信と陸上向けのシステムと技術を定義し、特定する。
  - 衛星通信のスループットとカバー率を高めること
  - 小型で低価格の端末を設計すること
  - 様々な機器に搭載可能なモジュラー部品を開発すること
  - 自動交通システムから環境モニタリングまで、関連アプリケーションの商用化を最大限推進すること
- ・ 第二に、2017 年から、陸上と衛星インフラストラクチャを利用するユーザーアプリケーションとサービス向けの衛星通信アプローチを開発し、実行する。

## 第五節 その他の最新動向

### M2M とモノのインターネット戦略

- ・ 2015 年 9 月、INMARSAT 社は、米ラスベガスで開催された CTIA スーパーモビリティ 2015 の際に、M2M とモノのインターネットの新戦略を発表している<sup>29</sup>。今後、INMARSAT 社は積極的に付加価値再販業者（Value Added Reseller : VAR）と提携して、2 種類の衛星通信を利用した M2M とモノのインターネット接続サービスを提供していく予定である。
- ・ 第一のサービス、IsatData Pro<sup>30</sup>は、データ通信量が少ないコンテナやガスのフロー計測データ等のモニタリングや追跡向けのサービスである。第二のサービス、BGAN M2M は無人の遠隔地におけるデータ通信量が多いリアルタイムの監視システムや大容量データの計測向けサービスである。

### 欧州航空ネットワーク

- ・ 2015 年 9 月、INMARSAT 社はドイツテレコムと提携して、ドイツテレコムの LTE ベースの陸上通信網と INMARSAT 社の衛星通信網を結合させ、シームレスな欧州航空ネットワーク（European Aviation Network）<sup>31</sup>の展開計画を発表している<sup>32</sup>。このサービスによって、乗客は航空機の離陸以前には LTE 網に接続し、離陸後、航空機が高度 1 万フィートに到達した時点で、衛星通信に自動的に切り替わり、空の上でも高速インターネット接続サービスを楽しむことができる。航空機は、衛星通信向けの端末と陸上移動通信向けの端末双方を装備する。欧州航空ネットワークのために、INMARSAT 社は、航空機へ移動衛星サービスを提供するために設計された S バンド通信衛星を利用する。
- ・ 2015 年 10 月、独ルフトハンザ航空は、2016 年から乗客に INMARSAT 社の Global Xpress（Ka バンドを利用する HTS 通信衛星）によるインターネット接続サービスを提供することを決定しており、150 機の航空機が Global Xpress 向けの端末を装備し、2016 年夏に試験使用を行う<sup>33</sup>。また、ルフトハンザ社は、2017 年から INMARSAT 社とドイツテレコムの欧州航空ネットワークの実証実験に参加する予定である。

<sup>29</sup>

<http://www.INMARSAT.com/press-release/INMARSAT-introduces-the-internet-of-everywhere-a-new-vision-for-extending-the-reach-of-the-internet-of-things/>

<sup>30</sup> <http://www.INMARSAT.com/service/isatdata-pro/>

<sup>31</sup> <http://www.INMARSAT.com/european-aviation-network/>

<sup>32</sup> <http://www.INMARSAT.com/press-release/deutsche-telekom-and-INMARSAT-partner-to-deliver-european-aviation-network/>

<sup>33</sup>

<http://www.INMARSAT.com/press-release/INMARSAT-and-lufthansa-group-sign-ten-year-contract-for-the-provision-of-inflight-connectivity-services/>

## 第3 C2015は欧州

欧州の主要な衛星通信事業者の研究開発及び最新サービスの動向を調査するために、IBC2015(視察期間:2015年9月11日(金)~12日(土))の事業者展示ブース(SES社、EUTELSAT社、INMARSAT社、HISPASAT社、AVANTI communication社、Telnor社)を視察し、事業内容などについて質問した。以下にその回答を記す。

☆IBCとは?: 毎年9月オランダの首都アムステルダムで開催される放送及びマルチメディア関連の技術やサービス、機器などの展示会。元来、放送(Broadcasting)に焦点を当てた展示会であったが、現在は放送以外の分野の組織も参加している。

### 1) SES社及びO3B社

- ・ SES社はルクセンブルクに本社を持つ。
- ・ SES社が現在運用している通信衛星は53機である<sup>34</sup>。
- ・ これから2017年末までに打ち上げ予定の衛星が7機あるが、そのうち3機がHTS衛星である(3機とも2017年に打ち上げ予定)。これらのHTS衛星はKuバンドを利用し、3機で地球全体をカバーする。
- ・ 衛星放送の他、都市部外地域でのブロードバンドアクセス、航空・海事・政府・公共機関向けサービスなど、多くのサービスを提供している。
- ・ SES社は英O3B社を傘下に持つ(45%所有)。
- ・ 現在O3B社はKaバンドを利用するHTS衛星12機を運用し、世界最高レベルの低レイテンシの衛星通信網を実現している。
- ・ SES社は地上約3万6000kmに位置するGEO(Geosynchronous satellite)を運用しており、O3B社は地上約8000kmに位置するMEO(Medium Earth Orbit)を運用している。MEOは地上アンテナを二つ用いて、低レイテンシを実現している(GEOは地上アンテナひとつ)。
- ・ 今後の予定では、SES社とO3B社のKuバンドとKaバンドを利用するHTS衛星と一緒に組み合わせて、運用する予定である。Kaバンドは雨に弱いので、雨が降った場合、Kaバンドのスポットビームの代わりに、Kuバンドを利用する。
- ・ Kaバンドの長所の一つとして、地上に設置する端末が小型化することが挙げられる。短所は雨に弱いことである。

### 2) EUTELSAT社

- ・ EUTELSAT社はフランスに本社を持つ。
- ・ 現在、38の衛星通信を運用している<sup>35</sup>。
- ・ 現在、Kaバンドを利用するHTSを1機運用している(名称:Ka-sat)<sup>36</sup>。欧州初のKaバンドを利用する衛星である。

<sup>34</sup> SES社のウェブサイトも参考のこと。

<http://www.ses.com/4627900/satellite-fleet>

<sup>35</sup> EUTELSAT社のウェブサイトも参考のこと。

<http://www.EUTELSAT.com/fr/satellites/flotte/EUTELSAT-KA-SAT.html>

<sup>36</sup> <http://www.EUTELSAT.com/en/satellites/the-fleet/EUTELSAT-3B.html>

- ・ EUTELSAT 社の EUTELSAT-3B は、Ku バンド、C バンドに加えて、Ka バンドも利用できる HTS 衛星であり、すでに打ち上げられている。だが、展示ブースで話を聞いた EUTELSAT 社員によれば、商用サービスは開始されていない。
- ・ 2017 年までに新たに 6 機の打ち上げを予定している。そのうち 3 機が HTS 衛星である。
- ・ 主な顧客はテレコム事業者（例：スイスコム）、ブロードバンド事業者（例：中東の都市部外地域など）である。衛星放送の他、航空・海事・政府向けにもサービスを提供している。高速列車は 4G などとの競争があるため、展開が不透明である。近年は、SNG サービス（Satellite News Gathering）にも注目している。
- ・ 新型の利用サービスとして、IoT を考えている。SIGFOX 社の IoT サービスに注目している<sup>37</sup>。
- ・ Ka バンドの利点は、通信容量を増大することができることである。
- ・ 5G との親和性についてはまだよくわからない。

### 3) INMARSAT 社

- ・ INMARSAT 社は、元は国際機関であったが、現在は英国の民間企業である（1999 年に民営化）<sup>38</sup>。
- ・ 現在、Ka バンドを利用する 1 機の HTS 衛星（名称：GLOBAL Xpress）を運用しており、地球全体をカバーしている（世界初）。第 1 機（Global Xpress I-5 F1）を 2013 年末、第 2 機（Global Xpress I-5 F2）を 2015 年 2 月、第 3 機（Global Xpress I-5 F3）を 2015 年 8 月末に打ち上げた。第 2 機は 2015 年内中に、第 3 機は 2015 年末に商用サービスを提供予定である。だが第 3 機の商用サービス開始は、2016 年 2 月にずれ込む可能性もある。
- ・ GLOBAL Xpress の陸上端末は非常に小型化されている。固定型端末のほか、携帯型端末があり、後者はスーツケース 2 個分に収まる。陸上端末には自動調節機能がつくものがある。

写真：Global Xpress 向け携帯型陸上端末 EXPLORER 5075（スーツケース 2 個に収納可能）

<sup>37</sup> 仏 SIGFOX 社は、IoT 向けの通信網事業者である。

<http://www.sigfox.com/en/#/about>

<sup>38</sup> INMARSAT 社のウェブサイトも参考のこと。

<http://www.INMARSAT.com>



出典：IBC2015 で撮影

- ・ Kaバンドを利用する端末のほか、Lバンドを利用する携帯型陸上端末 BGAHDR710もある。この端末によって、4Mbps の伝送速度で生放送も可能である。以上の端末のほか、自動車の上部に設置する端末もある。
- ・ GLOBAL Xpress は、一機の価格は弾むが、通信容量が大きいいため、利用費用が少なくてすむ（数百万円から数十万円へ）。これにより、衛星通信の利用形態が広がり、個人ジャーナリストでの利用も可能になる。
- ・ 顧客は、主に軍事関係（米軍など）、NGO・国連（自然災害関連など）である。米ワシントン DC 市にも従業員が配置されている。
- ・ Global Xpress は第 5 世代の INMARSAT 衛星であり、第 6 世代については L バンドを利用する衛星通信の開発が検討されている。
- ・ GEO は 2 秒遅れ、場所によってはつながりにくいが、音質は良い。
- ・ 2015 年 5 月、ネパールのカトマンズで地震があったときに、世界中の放送局から要望があり、Global Xpress のスポットビームの角度を変えことがある。同地震の際には、BBC が Global Xpress のサービスを利用した。

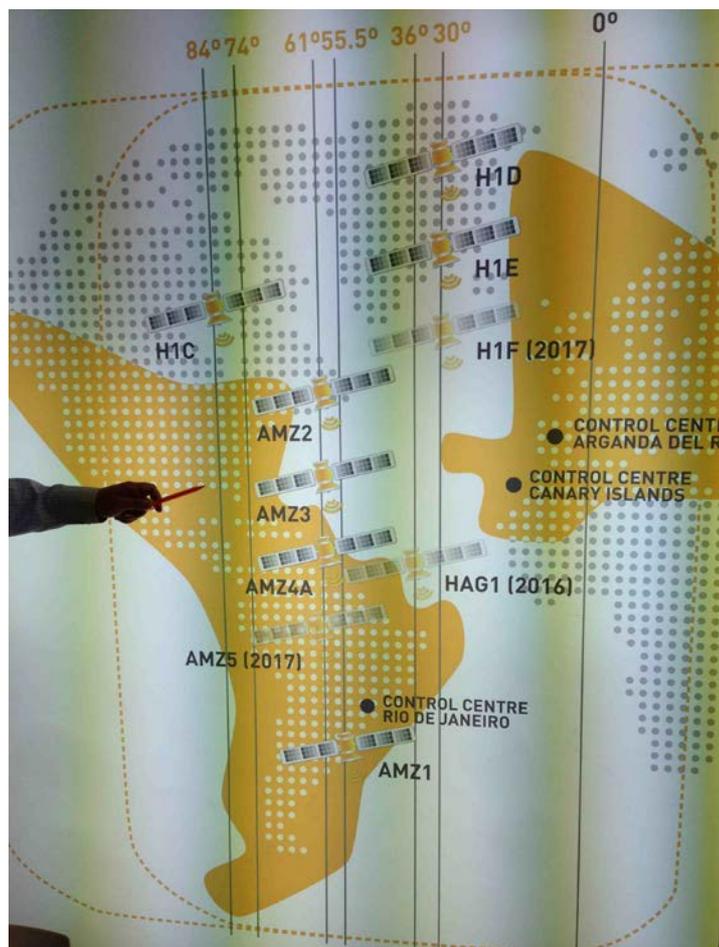
#### 4) HISPASAT 社

- ・ HISPASAT 社は、1992 年に設立されたスペイン企業である<sup>39</sup>。
- ・ Ku バンド、C バンドを利用して、通信衛星 HISPASAT シリーズで北米と欧州西部を、通信衛星 Amazonas シリーズで南米をカバーしている。

<sup>39</sup> HISPASAT 社のウェブサイトも参考のこと。

<http://www.HISPASAT.com>

写真: HISPASAT 社の衛星通信カバー図



出典: IBC2015 で撮影

- ・ Ka バンドを利用する HTS 衛星に関しては、現在、1 機 (AMAZONAS3:AMZ3) を運用している (Ku バンド、C バンド、Ka バンドの利用)。
- ・ 今後、2017 年までに Ka バンドを利用する HTS 衛星 3 機を打ち上げ予定である (HISPASAT AG1: HAG1/2016 年、HISPASAT 1F: H1F/2017 年、Amazonas 5: AMZ5/2017 年)。
- ・ HAG1 は ESA の支援のもと開発が進められている。
- ・ 熱帯雨林地域での衛星通信サービスの需要が多い。
- ・ 高速列車向けの利用を検討している。
- ・ Ka バンドの利点は、通信キャパシティが大きく、コストが安くすむことである (4 倍)。だが、熱帯雨林地域では雨が多く降るので、Ka バンドの利点は減少する。
- ・ 価格面以外で、技術的な観点から見ると、Ka バンドは Ku バンドと変わらない。
- ・ ビジネスモデルとしては、1) 電気通信事業者と放送事業者へのサービスの販売と 2) 小売りがあある。2) については、特に都市部外での企業や政府が顧客である。

#### 5) Avanti Communication 社

- ・ Avanti は英国に本社を持つ<sup>40</sup>。
- ・ 顧客は電気通信事業者、企業、政府である。

<sup>40</sup> Avanti 社のウェブサイトも参考のこと。

<http://www.avantiplc.com>

- ・ Ka バンドの長所はより多くの通信キャパシティがあることである。
- ・ Ka バンドの短所は雨に弱い点であるが、最新の Uplink Power Control によって降雨減衰を改善できる。また、ACM によって、スループットを向上させることができる。
- ・ 現在、Ka バンドを利用する HTS 衛星 2 機、Hylas1 (欧州をカバー) と Hylas 2 (欧州、中東<sup>41</sup>、東アフリカをカバー) を運用している。
- ・ 今後のプロジェクトとしては、Hylas 3 (ギニア湾付近のアフリカ国をカバー) と Hylas4 (サハラ以南のアフリカ国全体をカバー) をそれぞれ 2016 年と 2017 年に打ち上げ予定である。
- ・ Hylas 3 は ESA の支援のもとで開発されている。
- ・ Hylas シリーズの他、通信衛星 Artemis が、S バンド、L バンドの他、Ka バンドを利用する。同衛星は地上とだけでなく、他の衛星と通信できる。
- ・ 英国政府の主導で、Avanti は他の英国企業とともに、衛星通信を利用した女子小学生向け教育プログラム (IMLANGO プロジェクト) をアフリカのケニアで提供することを決定している。

#### 6) Telenor 社

- ・ Telenor 社はノルウェイに本拠地を持つ<sup>42</sup>。
- ・ 同社は通信衛星 Thor シリーズを運用しており、Thor 7 は Ka バンドを利用する HTS 衛星である<sup>43</sup>。
- ・ Thor7 は、26 のスポットビームを持ち、主な利用サービスは海事向けである。
- ・ Thor 7 がカバーする地域は、主に欧州と中東 (固定ビーム)、そして、北海 (操作可能なビーム) である。
- ・ 現在すでに Thor 7 衛星は打ち上げられており、2015 年内にサービス提供開始予定である。
- ・ Ka バンドの長所は、大容量通信が可能になり、低コストになることである。
- ・ 顧客は Ka バンドと Ku バンドの違いに関して興味を持たない。

<sup>41</sup> トルコ、アフガニスタンなど

<sup>42</sup> Telenor 社のウェブサイトも参考のこと。

<http://www.telenorsat.com>

<sup>43</sup> <http://www.telenorsat.com/satellites-teleports/satellite-fleet/thor-7-ka-band-steerable/>

## 第二部 欧州における宇宙ベンチャー企業の動向

地球全地域に衛星通信を使って通信網を整備する宇宙インターネット構想が具体化しつつある。衛星通信は遅延（レイテンシ）の問題で、リアルタイムの利用には不向きであると言われていたが、低軌道衛星（Low Earth Orbit : LEO）によりこの問題を解決できると考えられている。静止衛星（Geostationary orbit）が地上3万6000キロメートルを運行するのに対して、低軌道衛星は地上1200kmを運行するので、通信の遅延が少ない。だが、低軌道衛星の地上カバー部分は広範囲に至らないため、低軌道衛星を運用するためには、通信衛星を量産し、打ち上げる必要があり、通信衛星の製造及び打ち上げ費用が多分に膨らむという問題点がある。

報告書第二部では、第一章で、世界全体での宇宙インターネット事業の動向を概観し、第二章で、欧州企業である OneWeb の最新動向について記す。

### 最新動向

・ 現在、注目すべき大規模な宇宙インターネット網整備の計画を発表しているのは、英国チャンネル諸島に企業登録している OneWeb（OneWeb は Worldvu 社の商標）と米スペース X 社である。両社とも、低軌道衛星を利用した高速インターネット網の展開計画を発表している。両社の他、米 LeoSat 社<sup>44</sup>、米 Planet Labs 社、米 KYMETA 社、米 SPIRE 社なども、低軌道衛星のコンステレーションを利用した衛星通信の事業を計画している。

・ 製造業者に関しては、エアバス・ディフェンス&スペース社、タレス・アレニアスペース社（仏タレス社と伊 Finmeccanica 社の合同ベンチャー）といった欧州の衛星通信製造業者が、それぞれ OneWeb と LeoSat 社と提携し、小型通信衛星を製造し、供給する予定である。

・ 2015年7月、欧州宇宙機関（ESA）が低軌道衛星を利用し、地球全体を衛星通信網でカバーする研究開発を、「ARTES 3-4 メガコンステレーション」の枠組みで支援することを発表しており、今後の動向が注目されている。

・ 以上の他、米フェイスブック社も衛星通信へ強い関心を示しており、2015年10月に EUTELSAT 社と、アフリカ諸国へ衛星通信網を展開する協定を締結している<sup>45</sup>。今後、豊富な資金を持つ同社が宇宙インターネット事業に参入する可能性もあり得る。

<sup>44</sup> LeoSat 社は、タレス・アレニアスペース社（仏タレス社と伊 Finmeccanica 社の合同ベンチャー）と提携しており、Ka バンドを利用する LEO 衛星を 80 から 120 機を製作し、2018 年から打ち上げる予定である。

<sup>45</sup>

<http://news.EUTELSAT.com/pressreleases/EUTELSAT-and-facebook-to-partner-on-satellite-initiative-to-get-more-africans-online-1228638>

## ~~OneWeb~~宇宙インターネット事業の概要

### 第一節 OneWeb の概要

#### 設立背景

・ OneWeb の創設者であるグレッグ・ワイラー氏は、2007 年に米グーグル社などから投資を受け、O3B 社（英国チャンネル諸島に企業登録）を設立したが、後に、O3B 社を退社し、2012 年に Worldvu 社（OneWeb は同社の商標）を設立している。

#### 理事会及びパートナー

・ OneWeb 社の理事会 (Board) の構成員：グレッグ・ワイラー氏（創設者・元 CEO<sup>46</sup>）、米クアルコム社、英ヴァージングループ、欧エアバス社、印バーティ社 (Bharti Entreprises)

・ OneWeb 社への投資組織：印バーティ社、メキシコ・Salinas グループ、ルクセンブルク・Intelsat、米 HUGHES、欧エアバスグループ、米コココーラ社、米クアルコム社、英ヴァージングループ社

#### 予算

・ 5 億ドルを提携企業から調達（2015 年 6 月の発表）

#### OneWeb の目標

・ OneWeb の目的は、世界中の人々にインターネットアクセスを提供することである。OneWeb によって、「教育」（知識の享受）、「創造」（アイデアの自由な流れが人々を結びつけ、雇用を創造し、経済を成長させる）、「救援」（自然災害等の緊急事態において、通信能力が生命を救う）、「平等」（全ての人と同じ利点を享受する）が可能になる。

#### OneWeb の提供するソリューション

・ 2018 年に 648 機（予備も含めて 900 機：1 機約 50 万ドル）のマイクロ通信衛星を配置する

・ 地球により近い通信衛星を運行する（中軌道衛星ではなく、低軌道衛星の運用：低軌道衛星は、地上 1200km を運行し、O3B 社の中軌道衛星よりもさらに地上に近い軌道を運行する）<sup>47</sup>

・ 論理的に連動する通信衛星が地球全体をカバー

・ 低コストの小型ユーザー端末によって衛星通信の他、LTE、3G、WiFi を使った通信を可能にする

---

<sup>46</sup> 2015 年 10 月、OneWeb の CEO に、OneWeb 創設者のグレッグ・ワイラー氏に代わって、マチュー・オコネル氏が指名されている。

<sup>47</sup> OneWeb の通信網については、クアルコム社のウェブページも参考のこと。

<https://www.qualcomm.com/news/onq/2015/08/26/connecting-unconnected-qualcomm-and-oneweb-developing-global-network-ext-end>

<https://www.qualcomm.com/documents/qualcomm-and-oneweb>

## OneWeb の利用ケース

- ・ 自然災害地や難民キャンプ
- ・ モビリティ（貨物、航空機など）
- ・ 救援隊、人道支援部隊、医療従事者（移動可能な通信基地局：基地局は自動車両の上部に設置可能であり、200m 圏内をカバーする）
- ・ 現在インターネット接続がない地域（ユーザー端末を通して、家、学校、医療施設など）： OneWeb は地上移動通信事業者の通信網に取って代わるのではなくて、それを延長する。OneWeb は地上移動通信事業者が通信網を展開していない都市部外地域で、OneWeb が開発する 3GPP 標準と互換性があるスモールセル端末によって、通信網を展開する。OneWeb のパートナー事業者は OneWeb の通信インフラストラクチャを利用して、顧客に通信サービスを提供できる。OneWeb の通信網は、すべてのインターネットサービスプロバイダ、通信事業者がいかなる規制環境でも利用できる。

## OneWeb の技術

- ・ 小型通信衛星の開発：より少ない部品・より軽量・より簡単な製作・より低コストの打ち上げ（1機の重量が 150 キログラム以下）
- ・ 高速通信を可能にする小型ユーザー端末：WiFi、LTE、3G、2G と一緒に機能することが可能
- ・ プログレッシブピッチ（Progressive Pitch）技術：静止衛星と干渉を起こさないように、通信衛星を段々とわずかに傾ける技術

## 第二節 OneWeb の最新動向

### OneWeb 社とスペース X 社の比較

- ・ OneWeb 創設者のグレッグ・ワイラー氏は、衛星通信を利用したインターネット接続にかかるプロジェクトのため、2013年に米グーグル社に入社しているが、翌年2014年には退社している。グーグル社退社後、米スペース X 社のイーロン・ムスク氏と密接な関係を持った時期もあるが、現在は競争関係にある。
- ・ OneWeb は、2015年に英ヴァージン社、米クアルコム社、ルクセンブルク・INTELSAT 社、米コカコーラ社等が投資を決定し、5億ドルを調達しているが、他方で、同じく2015年、スペース X 社に米グーグル社とフィデリティ社は10億ドルを出資することを決定している（これにより、グーグル社とフィデリティ社はスペース X 社の10%の株式を取得）<sup>39</sup>。こうして、OneWeb はスペース X 社と比べて、資金面で不利であると考えられている<sup>48</sup>。また、グレッグ・ワイラー氏は、OneWeb のファーストステージで20億ドルが必要であると見積もっている。
- ・ OneWeb は、静止衛星ではない通信衛星（non-geostationary satellite）を運用して地球全体を Ku バンドでカバーするために必要な周波数を使用できるという点では、スペース X 社よりも有利であると考えられている。この周波数帯は、世界電気通信連合（ITU）にグローバルな衛星通信向けとして認められた帯域で、OneWeb のワイラー氏は周波数使用権を取得していた<sup>49</sup>。現在、同周波数使用権を持たない他の企業が同種の事業を展開することは困難である。同使用権は、静止衛星と周波数干渉を起こさないという条件で利用できる。

<sup>48</sup> <http://www.nbcnews.com/science/space/how-onewebs-satellite-internet-could-weather-future-disasters-n324606>

<sup>49</sup> OneWeb が所有する周波数使用権については、OneWeb のウェブサイト及び報道記事を参考のこと。

## OneWeb の提携動向

- ・ 2015年6月、OneWeb はマイクロ通信衛星の開発のために、欧エアバスグループ傘下のエアバス・ディフェンス&スペース社と合同ベンチャーを設立することを発表している<sup>48</sup>。エアバス・ディフェンス&スペース社は、通信衛星を製造し、OneWeb の通信網の展開を推進する予定である。エアバス・ディフェンス&スペース社は、エアバスグループの本拠地、フランスのトゥールーズ市で、OneWeb の最初のマイクロ通信衛星 10機を製造し、その後、アメリカの専用施設で残り全ての衛星を製造する予定である。また、エアバスグループの子会社であるアリアンヌスペース社が、OneWeb の通信衛星発射事業者として選ばれている。

- ・ 2015年6月、OneWeb は、INTELSAT 社（ルクセンブルク）と商業協定を提携している<sup>50</sup>。INTELSAT 社は、OneWeb の低軌道衛星のプラットフォームを同社の静止衛星を補完するために利用予定であり、OneWeb へ2500万ドル出資することを決定している。また、OneWeb と INTELSAT 社は、静止衛星と低軌道衛星のハイブリッドなユーザー端末を協力して開発する予定である。

---

<http://oneweb.world>

<http://spacenews.com/virgin-qualcomm-invest-in-global-satellite-internet-plan/>

<http://aviationweek.com/space/spacex-oneweb-unveil-rival-broadband-constellation-plans>