# 新・宇宙ビジネス創造と日本産業界の挑戦
## 多様な業界を巻き込むイノベーション

佐藤将史

八亀彰吾

CONTENTS

Ⅰ　世界的な新しい宇宙ビジネスの潮流
Ⅱ　新・宇宙ビジネスの業界構造
Ⅲ　既往領域の再編と新領域の誕生
Ⅳ　新・宇宙ビジネス振興を支えるプラットフォーム
Ⅴ　日本産業界による宇宙への新たな挑戦

**要 約**

1　わが国では、2015年１月の改定宇宙基本計画の公表に続き、16年には宇宙二法（宇宙活動法、衛星リモートセンシング法）が閣議決定されるなど、宇宙の商用化を後押しする法整備が急速に進んでいる。一方、欧米では早くから宇宙産業関連の法整備が進んでおり、新しい企業･事業の創出が相次ぐなど、大きな業界再編が進んでいる。

2　政府主導できたこれまでの宇宙産業とは異なり、新しい宇宙産業では、企業が自ら宇宙開発を行い、サービスを提供する。その主役として、宇宙系のベンチャー企業や情報通信・自動車などの非宇宙系業界からの宇宙分野参入も相次いでおり、多種多様な企業を巻き込んだオープンイノベーションが進む。

3　業界再編を通じ、再利用型ロケットや超小型衛星などが、既存事業の低コスト化や利便性向上、新しいサービス事業の実現を推進している。さらに、小惑星・月・火星での資源探査を目指す新産業が、欧米を中心に生まれている。

4　新しい産業変革は、エンジェル投資家やベンチャーキャピタル、賞金レースといった民間ファイナンスの仕組みや、政府や大企業による産業振興やベンチャー育成の取り組みによって支えられている。欧米では、これらの仕組み・取り組みが日本に先行して活性化している。

5　日本の産業界が宇宙分野で世界的シェアを獲得していくためには、政府主導の宇宙開発に加え、政府・大企業・ベンチャーらが連携したエコシステムを、他業種や海外の企業・市場を含めて形成するための取り組み推進が不可欠である。

## Ⅰ 世界的な新しい宇宙ビジネスの潮流

日本の宇宙ビジネスは、現在、大きな岐路に立たされている。これまでわが国の宇宙開発といえば、宇宙航空研究開発機構（JAXA）を中心とした国主導の事業であり、民間企業はそれに関連する官需ビジネスを行うのが主であった。しかし、これから日本の宇宙開発は、民間主導によるビジネス振興に向けて大きく動いていくことになる。

### 1 宇宙ビジネスを促進する日本の法整備

わが国の宇宙関連法については、2008年５月に、「科学技術」「産業振興」「安全保障」の三本柱からなる総合的国家戦略として、「宇宙基本法」が制定された。また基本法を受けて、2013年１月に「宇宙基本計画」が策定され、わが国の宇宙政策の方向性として、それまでの研究開発中心の宇宙開発から、より利活用に重点を置くものへと転換が図られた。

「宇宙基本計画」は、２年後の2015年１月に、国家安全保障[注1]および、宇宙分野への産業界の投資拡大を見込んで、産業基盤強化の施策に重点を置いたものとして、さらなる改定がなされた。

近年の日本の宇宙政策における最重要テーマの一つは宇宙産業振興であり、先の改定を受け、産業振興を目的とした、通称「宇宙二法」と呼ばれる二つの法案、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律案（通称「宇宙活動法」）」と「衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保に関する法律案（通称「衛星リモートセンシング法」）」が、2016年３月に閣議決定され、国会に提出された。

これらの法整備によって、今後、民間企業によるロケット製造・打ち上げや衛星製造・運用などの事業が拡大していくことが期待されている（表１）。

### 2 先行する欧米の法整備と宇宙ビジネス

「宇宙先進国」である欧米では、早くから宇宙産業振興に資する法整備が進んでいた。

米国は1984年[注2]以来、「商業打ち上げ」「リモートセンシング」など、項目ごとに個別の法整備を進めてきた。2015年11月には、バラック・オバマ大統領が、「商業宇宙打ち上げ」「商業リモートセンシング」「宇宙商務

表1　日本の宇宙関連法整備の動向

| 名称 | 概要 | 公表時期 |
|---|---|---|
| 宇宙基本法 | 「科学技術」「産業振興」「安全保障」の三本柱からなる総合的国家戦略 | 2008年5月 |
| 宇宙基本計画 | 上記基本法を踏まえた基本計画。研究開発中心の宇宙開発から、より利活用に重点を置くものへの転換を重視 | 2013年1月（2015年1月改定） |
| 宇宙活動法（法案） | 民間企業によるロケット製造や打ち上げ、衛星の運用などの事業に関する許可制度や審査などに関する法案 | 2016年3月（閣議決定） |
| 衛星リモートセンシング法（法案） | 商用リモートセンシング衛星が撮像した画像の管理・運用の枠組みに関する法案 | 2016年3月（閣議決定） |

表2　主要国の宇宙活動法整備の動向

| 国・地域 | 公表時期 |
|---|---|
| ノルウェー | 1969年 |
| スウェーデン | 1982年 |
| 米国 | 1984年以降複数 |
| 英国 | 1986年 |
| ロシア | 1993年以降複数 |
| 南アフリカ | 1993年 |
| ウクライナ | 1996年 |
| オーストラリア | 1998年 |
| ブラジル | 2001年 |
| 中国 | 2002年 |
| ベルギー | 2005年 |
| カナダ注 | 2005年 |
| 韓国 | 2005年 |
| ドイツ注 | 2007年 |
| フランス | 2008年 |
| オランダ | 2013年 |

注）カナダ、ドイツのみ、宇宙活動法相当のものではなく、リモートセンシング画像に関する法制度
出所）慶應義塾大学宇宙法センター Webサイト（http://space-law.keio.ac.jp/pdfdb/）より作成

局」「宇宙資源探査およびその利用」の4項目からなる新宇宙活動法「Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship（SPACE）Act of 2015」に署名をした。この新法により、従来のロケットや衛星などの地球周回軌道にかかわる事業に加えて、今後は、小惑星や月などの天体、宇宙空間で発見された非生物資源の商用利用が認められることとなった。

欧州においても、英国、フランス、ドイツ、オランダ、ロシア、スウェーデンなどの各国において、宇宙活動法に相当する法律が、日本に先駆けて制定されている（表2）。

このように、欧米では宇宙産業新興の法整備がきっかけとなり、民間企業注3が多数宇宙産業に参入してきている。

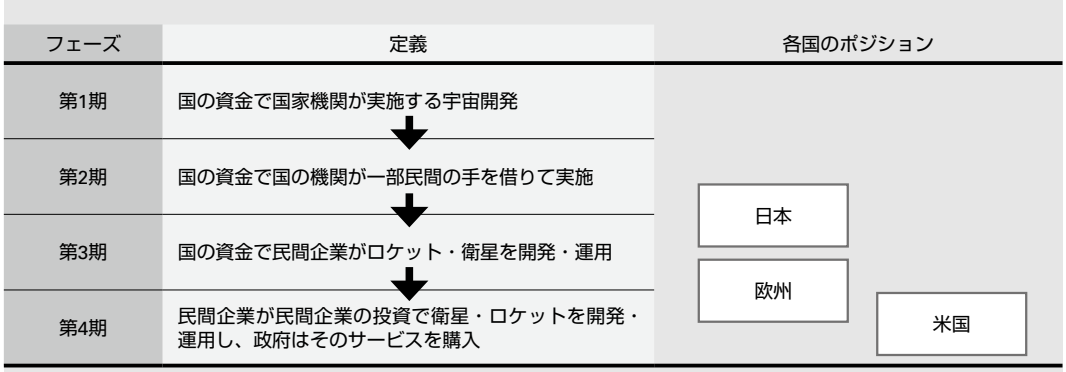
宇宙産業の段階において、各国の状況を比較すると、新企業・新産業の創出段階にある米国が最も先進的である（図1）。米国では、民間企業が自らの資金で宇宙開発を行い、政府がそのサービスを購入する段階にある。欧州は、米国を追うトレンドにあるが、政府主導と民間主導がバランスよく共存している。日本は、それらを追う形となっている。

## Ⅱ　新・宇宙ビジネスの業界構造

### 1　変わる政府の宇宙開発・拡大する宇宙ビジネス領域

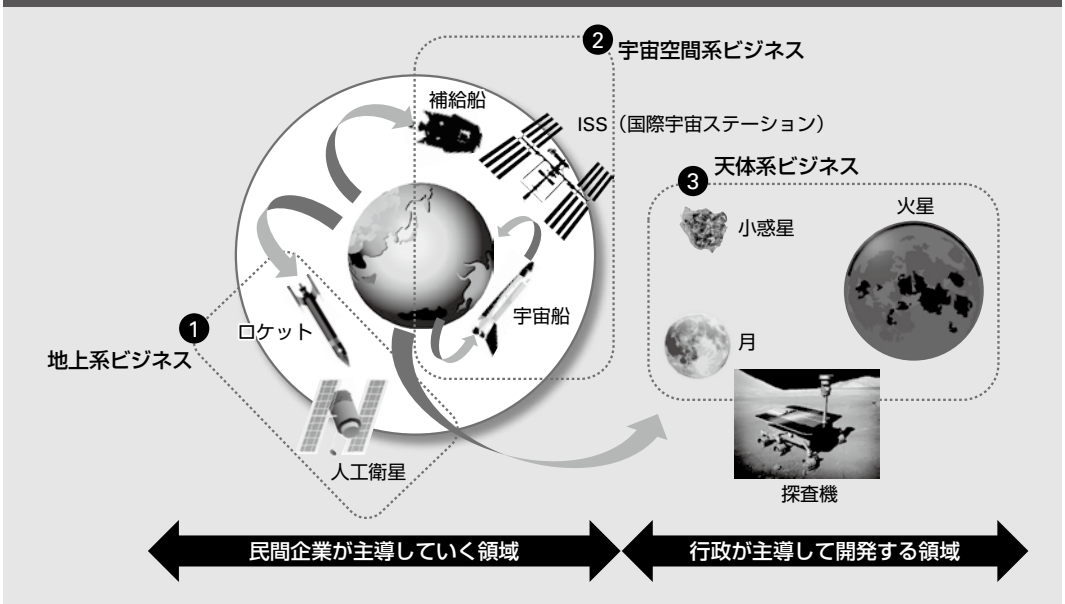
宇宙開発および利用は、大きく分けて、①地上系ビジネス（地球周回軌道上の人工衛星

図1　宇宙産業のフェーズシフト




出所）内閣府「S-NET準備会合」における中須賀真一教授（東京大学）発表資料より作成

図2　宇宙開発・利用の構造と今後の官民の役割




の利活用と、そのためのロケット製造・打ち上げ)、②宇宙空間系ビジネス（国際宇宙ステーション関連事業や宇宙旅行など、宇宙空間での活動)、③天体系ビジネス（小惑星や月、火星を舞台とした、資源探査や人類の移住）に大別される（図２)。

ロケットと衛星を中心とした地上系ビジネスにおいては、これまで政府主導の宇宙開発に関与して成長を遂げた企業が複数あり、現在では企業主導でビジネスが展開されている領域が多い。欧米では、この領域における行政の役割として、もはや宇宙開発を主導する立場ではなく、企業の育成や支援といった産業振興を行うことに重きが置かれ始めている。

一方で、宇宙空間系や天体系の領域については、現在、政府主導の宇宙開発によって当該領域の開拓が進められている段階にある。この領域に従事する企業は、地上系に比べて少ないものの、今後の宇宙開発の進展によって参入企業数が増えていくことが期待される。宇宙空間系の宇宙開発については、国際宇宙ステーション（ISS）関連の事業を中心に、政府主導の宇宙開発に一定の進捗が見られ、産業振興への移行が、現実的なものになりつつある。しかし、天体系については、月や火星、小惑星にかかわる宇宙開発に、大きな進捗や成果がない状況にあり、いまだに政府が主導して宇宙開発を牽引していくことが重要である。

## 2　新・宇宙ビジネスを牽引するプレイヤー

政府主導の宇宙開発から企業主導の宇宙ビジネスへと移行し、宇宙産業が発展していく中で近年、「newspace」と呼ばれる[注4]潮流が、世界的に注目されてきている。「legacy space」と呼ばれる既往の宇宙ビジネスと比較したnewspaceの特徴として、これまでlegacy spaceの主領域であった地上系ビジネ

表3　宇宙ビジネスに参画する企業分類

| 企業属性 | | newspaceビジネス | legacy spaceビジネス |
|---|---|---|---|
| 宇宙系 | 大企業 | ・ベンチャーとの事業提携などによるオープンイノベーションで新規分野を事業開拓<br>例）エアバス、ボーイング、Ball Aerospaceなど | ・大型のロケット・衛星の製造、打ち上げを中心とした地上系ビジネスの高度化・効率化<br>例）Lockheed Martin、Thales Alenia Space、三菱電機など |
| | ベンチャー | ・地上系・宇宙空間系・天体系すべてに参入<br>・政府・大企業との連携など、実施体制も多様<br>例 ）SpaceX社、OneWeb、Made in Space、Deep Space Industriesなど | |
| 非宇宙系 | 大企業 | ・技術提供や共同開発による宇宙系企業との提携<br>・投資や広告による宇宙系企業への資金提供<br>例）アウディ、トヨタ自動車、三井物産、KDDIなど | |
| | ベンチャー | ・自ら主導し宇宙事業へ新規参入<br>・宇宙系企業への投資や技術提供・共同開発<br>例）グーグル、Facebookなど | |

スに、超小型衛星などの新技術による新産業創出をもたらしつつあるほか、宇宙空間・天体といった領域にも、早々に民間企業が参入している。

newspaceの新しい宇宙ビジネスに参画する企業の種類は、宇宙関連事業を主事業とするする宇宙系企業と、それ以外の事業を主とする非宇宙系企業に大別される。

今、世界で起きている宇宙ビジネスの潮流は、これらの企業の中でも、宇宙系ベンチャーの勃興と非宇宙系大企業の参入に依る所が大きい（表３）。

### （1） 宇宙系ベンチャーの勃興

宇宙系企業は、宇宙系大企業と宇宙系ベンチャーからなる。大企業は、地上系ビジネスを中心とした、既往のlegacy space領域に事業基盤を持ちつつ、新規事業領域の開拓を狙う。一方でベンチャーは、地上系・宇宙空間系・天体系とあらゆる領域に各社が参入し、事業の成長・拡大を目指す。

2016年１月にThe Tauri Groupが公開した「Start-Up Space」によれば、2000年から15年までの間に宇宙ベンチャーが80社強設立されている[注5]。しかし、これは、エンジェル投資家やベンチャーキャピタルから受けた投資情報を公開している企業に限定した数である。特に近年は、毎年数十社ペースで新しい企業が創業されていると考えられる。

近年活躍する宇宙系ベンチャーは、2000年前後に創業した企業が中心となっている。その背景として、これまで宇宙に特化した技術開発が高コストの要因となっていた宇宙業界において、情報通信技術を中心とした非宇宙分野の安価な技術を転用できるようになったことが、ベンチャー参入を促したものと見られる[注6]。

宇宙ベンチャーの創業者は、政府や宇宙系大企業で経験を積んだ後に起業した宇宙系スピンオフ起業家のほかに、他業界でのキャリアを積んだ後に起業した非宇宙系起業家がいる。キャリアチェンジの際には、ビジネススクールやアクセラレーターの起業プログラムなどを経由して起業するケースも、多く見ら

表4　主要な宇宙系ベンチャーの創設者

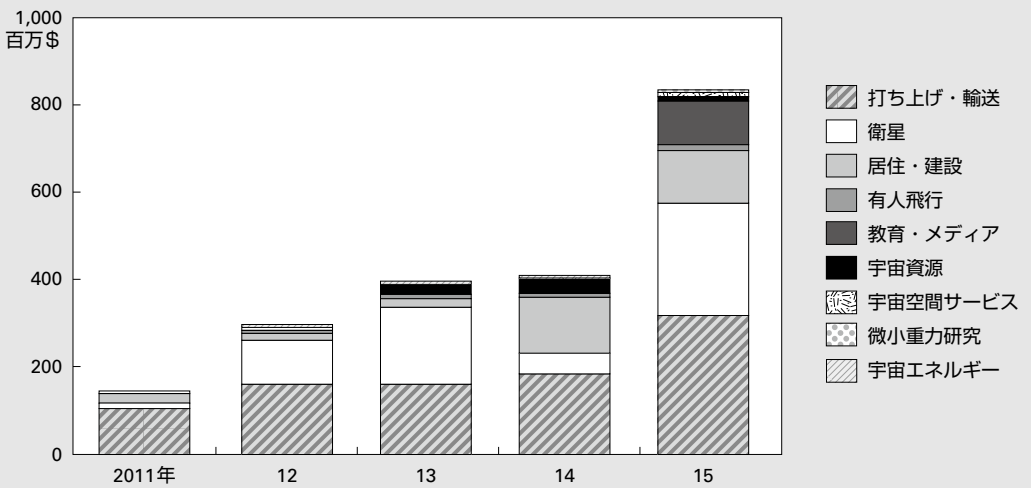
| 事業領域 | | 企業名 | 創業者 | 主な経歴 | 特徴 |
|---|---|---|---|---|---|
| 地上系 | ロケット製造・打ち上げ | SpaceX社 | イーロン・マスク | PayPal創業<br>テスラモーターズ社創業 | 非宇宙系のバックグラウンドを持つ人材（起業家やMBA保有者など）の活躍が目立つ |
| | | Blue Origin社 | ジェフ・ベゾス | アマゾン・ドット・コム創業 | |
| | 衛星製造・運用 | OneWeb社 | Greg Wyler | Terracom創業<br>O3b Networks創業 | |
| | | Spire Global社 | Peter Platzer | ハーバード大学MBA<br>国際宇宙大学出身<br>NASA AMESセンター出身 | |
| 宇宙空間系 | ISS利用 | NanoRacks社 | Jeffrey Manberら | ロシアの宇宙関連機関の要職を歴任 | 宇宙系のバックグラウンドを持つ人材が中心的に活躍 |
| | | Made in Space社 | Aaron Kemmerら | Singularity University出身 | |
| 天体系 | 資源探査 | Deep Space Industries社 | Rick Tumlinsonら | 国際宇宙大学出身<br>Space Frontier Foundation共同創設 | |
| | | Planetary Resources社 | Peter Diamandisら | 国際宇宙大学創設<br>XPRIZE Foundation創設 | |

出所）各社Webサイト、CrunchBaseなどのベンチャーデータベースより作成

れる。

非宇宙系起業家の中には、IT企業などで大きな成功を収めた富裕層の著名経営者（ビリオネア）も含まれることが、特徴的である。テスラモーターズ社などの創設者として著名なイーロン・マスク氏によって創業されたSpaceX社や、アマゾン・ドット・コム創業者のジェフ・ベゾス氏が創業したBlue Origin社は、ともに再利用型ロケットの製造および打ち上げ事業で注目される、宇宙ベンチャーの代表格であり、ビリオネアに率いられる宇宙系ベンチャーの典型例である。このような企業は、ベンチャーとしては恵まれた経営基盤や資金源を活かして、政府や大企業

図3　宇宙ベンチャーの分類と投資額




出所）Space Angels Network（http://spaceangelsnetwork.com/2016/01/21/2015-an-epic-year-for-the-space-industry/）より引用

にとってもハードルの高い事業や新技術に挑むことができるため、社会的な注目度、露出度が高い。

宇宙系ベンチャーのもう一つの特徴は、参入領域があらゆる分野に分散していることである。特に、これまでは政府主導の領域と見られてきた宇宙空間・天体の領域を、ビジネスの対象とするベンチャーが複数生まれ、投資を受けて成長を続けていることは、革新的な出来事である（図３）。

宇宙系ベンチャーの大半は欧米を拠点としており、その数は100社以上ともいわれている[注7]。一方で、わが国の宇宙ベンチャーは現状で10社前後であるが、今後も創業が相次ぐことが期待されている。

### （2） 加速する「他業種から宇宙へ」

newspaceのもう一つの潮流は、非宇宙系企業の参入である。他業種の企業が、それぞれが持つ資金や技術などの経営リソースを活かして宇宙関連事業に関与することは、これまでの産業界ではほとんど見られなかった新しい動きである。

非宇宙系企業に共通する大きな傾向は、多くの取り組みにおいて、宇宙系ベンチャーとの連携を重視している点にある。企業間連携によるオープンイノベーションから、新しい事業の実現を目指す方向性が示されている（表５）。

#### ①非宇宙系大企業が宇宙ビジネスに参入

ここでも、主体は大企業とベンチャーに大別される。まず、大企業による宇宙産業への参入が近年相次いでおり、中でも通信・自動車業界が目立っている。米国Qualcomm社は、コカ・コーラなどと共に、OneWeb社が推進する衛星コンステレーション計画への出資を行っている。ドイツでは、月面探査を目的とした賞金レースGoogle Lunar XPRIZEに参加中の多国籍混成チームPart Time Scientistsに

表5　非宇宙系企業の主な参入事例

| 参入タイプ | 企業名 | 主要分野 | 概要 |
|---|---|---|---|
| 自主事業 | グーグル | 通信 | 衛星ベンチャーの買収・事業展開、SpaceX社の衛星コンステレーション計画への出資、月面賞金レースへの出資など |
| | Facebook社 | 通信 | 衛星コンステレーション計画 |
| 投資 | コカ・コーラ | 飲料 | OneWebの衛星コンステレーション計画への出資 |
| | Qualcomm社 | 通信 | |
| | 三井物産 | 商社 | 衛星ベンチャーのアクセルスペースへの出資 |
| | 伊藤忠 | 商社 | |
| | ウェザーニュース | 情報サービス | |
| 研究開発 | KDDI | 通信 | Google Lunar XPRIZE参加チームへの技術提供・共同開発 |
| | アウディ | 自動車 | |
| | スズキ | 自動車 | |
| | トヨタ自動車 | 自動車 | 衛星通信技術を活用した次世代自動車の開発 |
| | キヤノン電子 | 電気・電子 | 自社発の衛星システムの開発 |
| | ユーグレナ | ライフサイエンス | ISSにおける物質循環システムの共同研究 |

対し、アウディがスポンサー契約を結ぶとともに、四輪駆動技術の提供を行っている。

日本においても、KDDIとスズキが、共に、同じくGoogle Lunar XPRIZE参加の日本代表チームHAKUTO[注8]に対し、スポンサー契約を結ぶとともに、それぞれ通信技術と駆動技術の共同開発を行うことが、2016年に入って発表された。またトヨタ自動車は、米国の宇宙ベンチャーKymeta社[注9]と共同で開発した、衛星通信技術を用いた燃料電池自動車「MIRAI」を16年に発表した[注10]。

**②非宇宙系ベンチャーは自ら宇宙ビジネスを開拓**

一方、非宇宙系ベンチャーによる宇宙業界参入については、ベンチャーの中でも、大企業と肩を並べるまでに成長した「メガ・ベンチャー」による宇宙業界参入が特徴的である。

グーグルは、小型衛星ベンチャーのSkybox Imaging社[注11]を2014年に買収し、既に衛星画像提供事業を開始しているほか、15年にはSpaceX社の進める衛星インターネット事業に対して10億ドルの資金提供を行っている。また、XPRIZE Foundationと提携する形で、前述のGoogle Lunar XPRIZEへの資金提供を行い、月面開発および関連ベンチャー育成への関心も示しており、当社の宇宙分野への関与は多岐に渡る。

Facebook社は、マーク・ザッカーバーグCEOの強力なリーダーシップの下、小型インターネット衛星4000機を地球周回軌道に打ち上げる「Internet.org構想」を13年に発表、その一環として、16年以降にEutelsat Communications社と共同でアフリカ地域向けのインターネット衛星を開発・打ち上げる計画を、15年に公表している。

日本のメガ・ベンチャーでは、ユーグレナ社が九州大学と連携して、国際宇宙ステーション（ISS：International Space Station）の日本モジュール「きぼう」においてJAXAが行う実験プロジェクトに参加し、宇宙空間における物質循環の研究開発を行うことを15年に公表した[注12]。

## Ⅲ 既往領域の再編と新領域の誕生

### 1 新技術・低コスト化により変わる打ち上げ・衛星ビジネス

#### （1） 高頻度打ち上げが実現する輸送系

新しい宇宙ビジネスが加速的に発展を遂げている背景には、打ち上げ技術の進化による打ち上げコスト低下に対する期待の高まりがある。前述したSpaceX社のロケットであるFalcon9は、これまで1機当たり100億円前後した打ち上げ価格を約62億円（6200万ドル）まで下げることに成功し、近年の商用打ち上げ市場で大きなシェアを獲得している。

また、SpaceX社とBlue Origin社はさらなる打ち上げコストの削減のために、打ち上げたロケットの一部を回収し再使用する「再使用型ロケット」の開発を進めている。これまで使い捨てであったロケットを打ち上げ後に回収し、複数回使用することで従来の打ち上げコストの大幅カットが可能であると考えられている。SpaceX社は2016年5月に通信衛星を上空3万6000kmの静止軌道に投入後にロケットの回収に成功している。またBlue Origin社も高度100km強に打ち上げたロケットの回収に成功しており、両社とも実用化に向けた技術開発を着実に進めている。

さらに、近年新たな打ち上げ技術として注目されている小型ロケットについて紹介する。後述する小型衛星および超小型衛星の打ち上げ需要拡大を受けて、これらの衛星の打ち上げに特化した小型ロケットの開発に注目が集まっている。代表的な企業には米国Firefly Space Systems社、Virgin Galactic社、Rocket Lab社などが存在する。これらの企業は500kg未満の小型・超小型衛星を低軌道（高度500km程度）に打ち上げることに特化した小型のロケットの開発を行っている。各社とも、開発・製造コストの安い小型衛星や超小型衛星のニーズ増加に対応した安価な打ち上げを実現すべく開発を進めており、日本においても北海道の大樹町に拠点を置くインターステラテクノロジズ社が小型ロケットの開発を進めている。

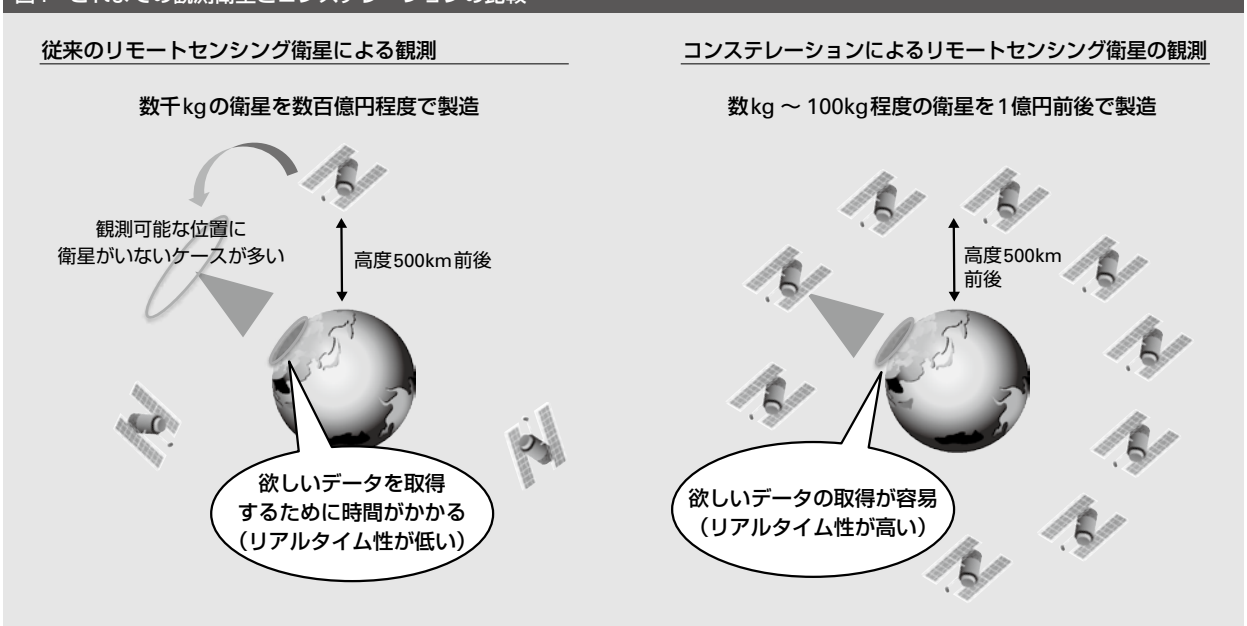
### （2） 使いやすく身近になる衛星系

#### ①衛星コンステレーションにより利便性が大きく向上

ロケットにおける技術革新や新たなサービスの導入が進む一方で、人工衛星においても商用利用を中心とした新たな技術開発や新たなサービスに注目が集まっている。中でも注目されているのが小型・超小型衛星を中心にした衛星コンステレーションの構築である。これまで１機数百億円する大型で高性能な衛星を使った地球観測や衛星通信が主流であったが、近年は、商用利用に注目が集まる中、コスト削減や観測頻度の向上などのニーズが高まっており、安価な小型・超小型衛星を複数機活用した衛星コンステレーションによる地球観測や衛星通信の利用に注目が集まっている。

観測衛星ではこれまで１機数百億円を超えるハイスペックな衛星を１機ないし２～３機整備して地球観測を行ってきた。そのため画像１枚当たりの価格が高額になることや、撮像を行いたいタイミングに衛星が対象物上空にいないことが多く、ユーザーにデータが提供されるまでのリアルタイム性などが大きな課題となってきた。近年技術の進歩により、これまでよりも安価に衛星を製造できるよう

図4　これまでの観測衛星とコンステレーションの比較



になったことや、前述した打ち上げコストの低下を受けて、１機数千万～数億円の小型・超小型衛星を複数整備して観測を行うビジネスモデルに注目が集まっている（図４）。

通信衛星の分野においても、複数の通信衛星を利用したコンステレーションに注目が集まっている。これまで利用されてきた１機数百億円の通信衛星を高度約３万6000kmの静止軌道に投入し、特定の地域の衛星通信を行うというビジネスモデルから、低軌道に複数機の衛星を配置し（数十～数百機）、全球的な衛星通信網の構築を目指す企業が現れている。

これら通信衛星のコンステレーション構築は1990年代にも登場し、Iridium社やOrbcomm社が構築を行った。しかし当時の技術では十分な低コスト化ができなかったことや通信速度が遅すぎたことなどが原因で、成功に至らなかった。

しかし近年の技術進化に伴い、低コスト化および通信速度の飛躍的向上を背景に、再度注目が集まっている（図５）。

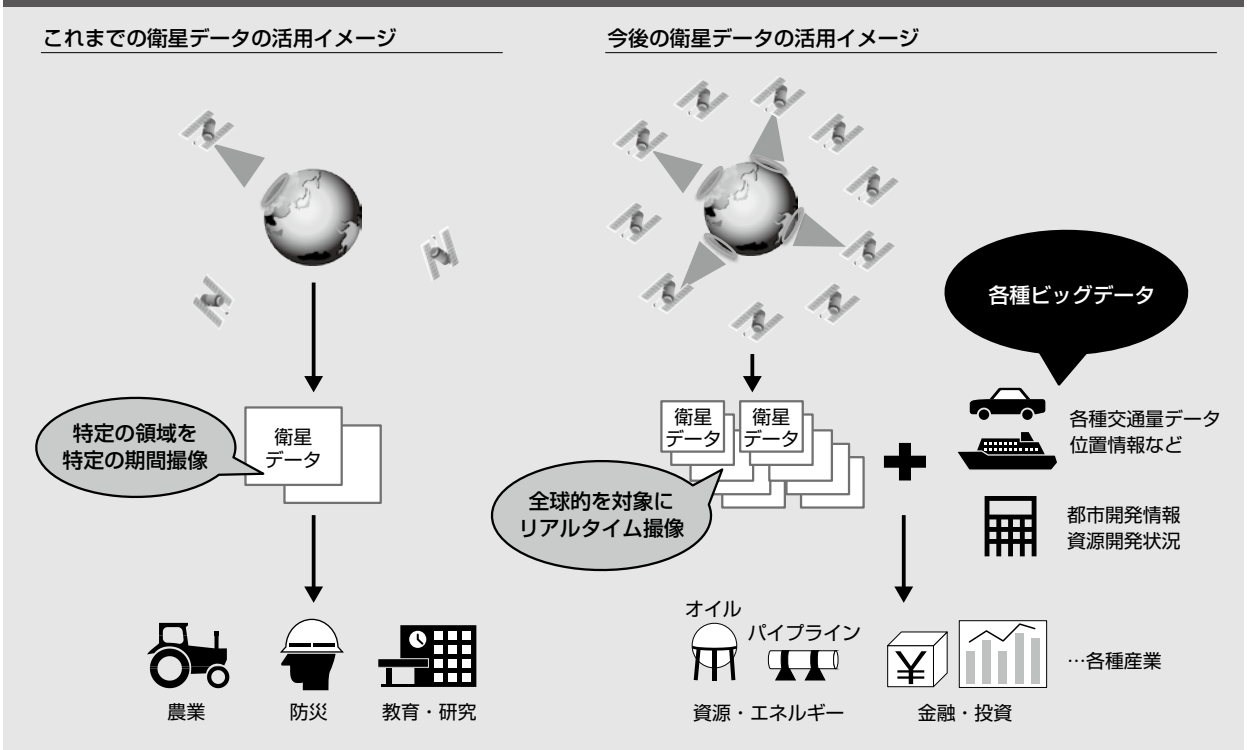
**②衛星画像×ビッグデータ解析がビジネスを牽引**

これら小型・超小型衛星を活用したコンステレーション構築においては、とりわけ観測衛星に対する注目度が高く、多くのベンチャーが参入し、既存の大企業もベンチャーへの投資、買収、提携などが進んでいる。前述したグーグル傘下のTerra Bella社（旧Skybox Imaging社）は、これまでに約160万ドル（約160億円）の資金調達に成功したほか、BlackBridge社のRapidEyeを買収した米国ベンチャーのPlanet Labs社[注13]や、ボーイングやIBMと提携をしているカナダのベンチャーであるNorthStar Space Data社など、小型・超小型衛星のコンステレーション構築を計画する数多くのベンチャーが誕生している。

これらの小型・超小型衛星のコンステレーション構築を目指す企業が数多く誕生していることから、低コストで数多くのデータが利用できる環境が整いつつある。このような状況下で、衛星画像提供ビジネスはビッグデータの一部となり、ほかの各種情報と組み合わ

図5　これまでの通信衛星とコンステレーションの比較

図6　これまでと今後の衛星データ利活用のあり方の比較




せることで付加価値の高いサービスを提供するビジネスへと変化しつつある。

近年ではこれら衛星データの充実や低コスト化を背景に、自らは衛星を所有しないものの、衛星データを活用したデータ分析やアプリケーションを提供するベンチャーも登場している。

米国Mapbox社やOrbital Insight社がその代表例である。Mapbox社は、各種企業が提供する衛星データや無料で公開されている衛星データとその他の位置情報などを組み合わせたアプリケーションの提供を行っている。Orbital Insight社も自社で衛星を保有していないものの、外部の衛星データを活用してさまざまなデータ分析・サービス提供を行っており、たとえば自動車の交通経路や駐車場の空き状況を衛星画像から分析している。リアルタイム性が高く、かつ特定の領域に対応した小売向け交通量データなどのマーケット情報を分析し、金融機関、投資会社などにサービス提供を行っている。さらに世界のオイル貯蔵タンクの衛星画像から、タンク内のオイルの貯蔵量を分析し、世界的なオイル貯蔵インデックスを作成しマーケット情報の提供を行っている。

衛星の画像データが安く簡易に入手可能となったことや、ビッグデータの解析技術が向上していることを受けて、これまでの画像販売ビジネスから、ほかのオープンデータやビッグデータ解析技術と組み合わせた新たなサービスが展開され始めている（図6）。

今後も数多くの衛星データが低コストで高頻度に利用できるようになることが考えられ、幅広い産業で衛星データを活用したデー

タ分析やアプリケーション・サービスが発展していくと考えられる。

## 2　ビジネスの場となる宇宙ステーション

宇宙空間系のビジネス振興を支えているのは、ISSである。特に米国において、ISSは政府主導の研究開発の場から、民間企業が利用するビジネス施設へと移行する途中にある。

ISSでは、微小重力下で行うさまざまな活動の可能性を模索するための研究開発活動を、政府機関や民間企業が行っている。その環境をビジネスの舞台として、事業を営むベンチャーが、近年生まれている。

2010年創業のMade in Space社は、微小重力下で利用可能な3Dプリンターを開発・製造する宇宙ベンチャーである。当社の3Dプリンターは地上から送信されたデータに従い、衛星部品や各種機材、工具などをISS内で製造（3Dプリンティング）することができる。

今後、米国を中心にISSが商業利用のために開放されることを想定し、Made in Space社は民間需要増を見込んでいる。当社は14年以降、アメリカ航空宇宙局（NASA）を顧客としてISSに3Dプリンターを設置していたが、16年にはAdditive Manufacturing Facilityという、完全商用向けの3DプリンターのISS内設置を開始、NASAが関与しない形での民間企業向けサービスを開始した。

同様に、ISSの環境を活用したビジネスを行うのが、09年創業の、米国NanoRacks社である。当社は、ISS内の施設・設備の利用サービスを展開している。NASAとの契約により、ISSの米国モジュール内のいくつかの施設・設備はNanoRacks社にリースされており、当社はISSの利用を希望する各国宇宙機関や企業を相手に、施設や設備の提供サービスを行う。代表的なサービスの一つは超小型衛星の放出であり、ISS内の日本モジュール「きぼう」と連携し、「きぼう」の一部設備を利用して宇宙空間に各機関の超小型衛星を放出するサービスを実施している。今後は、Made in Space社と連携して、衛星製造から放出までを一貫してISS内で行っていくことで、企業向けサービスの拡充を目指している。

さらに、独自に商用宇宙ステーションを開発する動きもある。Bigelow Aerospace社は、1999年にホテル・チェーンBudget Suites of Americaの創業者であったロバート・ビゲロー氏によって創業された、宇宙空間での生存環境をテーマに、宇宙ステーションのモジュール開発を主とするベンチャーである。創業以来、当社はISSのモジュール開発・提供をNASAに対して行ってきたが、同時に、自社主導による商用宇宙ステーションの開発を進めている。

## 3　宇宙ビジネスは天体へと拡大

長らく地上系ビジネスの宇宙開発に重点が置かれてきたわが国においては、宇宙空間や小惑星、天体に関するビジネスを民間企業主導で行うことについて、非現実的な夢物語のように受け止められがちであるが、欧米では、政府および民間企業が資金を動かし実事業として取り組んでいる。

### （1）エネルギー問題に一石を投じる資源探査ビジネス

宇宙ビジネス分野の国際的な投資家団体で

あるSpace Angels Networkによれば、これまでロケットや衛星関連といった地上系ビジネスに従事するベンチャーが主な投資対象だった中で、過去数年間で新規産業として最も目立った動きを見せているものの一つが、この資源探査ビジネスである。

欧米では、宇宙資源探査が新しい産業を創出し国力の源泉になると捉え、政府主導で法整備が進んでいる。前述の通り、米国はSPACE Act of 2015により資源探査ビジネス振興に踏み切った。ルクセンブルクは、「SpaceResources.lu」と呼ばれる宇宙資源探査の国家基本計画を16年２月に発表、同年６月には、同国に拠点を置く宇宙ベンチャーに対して資金援助の枠組みを設けることを発表している。米国のDeep Space Industries社およびPlanetary Resources社は、ルクセンブルクの招致を受け現地拠点設立を決めている。

日本企業でこの領域に挑むのは、資源探査ビジネスベンチャーのispace社である。同社は、前述のGoogle Lunar XPRIZEに参加チームの日本代表「HAKUTO」の、基幹企業であり、上記レース終了後も、小惑星と月を目標に、資源探査ビジネスの拡大を狙っている。

### （2） 人類のフロンティア拡大を目指すビジネス

現在は、月や小惑星の探査が現実の目標として上がってきたところであるが、人類の活動領域の拡大を目指し活動する民間企業・団体があり、この先の動向が注目される。

SpaceX社は、現在は衛星軌道やISSへの輸送サービスが主力事業であるが、イーロン・マスクCEOは「最終目標は人類の火星移住」と公言、天体領域でのビジネス展開を目指しており、地上系、宇宙空間系のビジネスで培った技術と経験を、将来的には天体系ビジネスに活かす方針を打ち出している。

オランダの民間非営利団体Mars Oneは、自社主導の火星移住計画を公表、世界中から数千人の応募者を募り、選抜された人員を2026年に火星に送り込むプロジェクトを計画中である。

## Ⅳ 新・宇宙ビジネス振興を支えるプラットフォーム

ここまでに紹介してきた通り、現在世界の宇宙産業は大きな転換期にあり、民間が先導する数多くのビジネスが誕生しつつある。これら民間による宇宙ビジネスの飛躍的な発展には、それらを下支えする数多くの支援機能が存在する。

表６に宇宙ビジネスの振興を支える各種支援機能を例示する。

個人、民間企業、政府機関、国際機関、各種団体などにより数多くの支援機能が存在し、資金調達、業界内外におけるネットワーキング、起業支援、人材育成などの多面的な支援により近年の新たな宇宙ビジネスが支えられている。

### １ 資金流動を活性化する主体・取り組み

第一に、新たな宇宙ビジネスを生むベンチャー企業の創出や成長に対する投資が非常に活発になっている。宇宙ベンチャーへの投資の代表例として、グーグル、フィデリティによるSpaceX社への1000億円を超える投資、

表6　宇宙ビジネスを支える支援機能

| 宇宙ビジネスを支える支援機能の例 | ①地上系ビジネス | ②宇宙空間系ビジネス | ③天体系ビジネス |
|---|---|---|---|
| エンジェル投資家、VC・CVCによる投資 | エンジェル投資家やSpace Angels Networkによる投資、グーグル、Qualcomm社らの大手企業による投資　など | | |
| ビジネスコンテスト賞金レース | | | XPRIZE Foundationによる賞金レース　など |
| 政府による支援 | 米国・NASAによる各種支援プログラム　など | | |
| インキュベーション支援 | ESAによるBusiness Incubation Center（BIC）の設置　など | | |
| 教育支援 | International Space University（ISU）やSingularity Universityによる宇宙ビジネス人材の育成　など | | |
| 大手企業との連携大手企業による買収 | エアバス、ボーイング、Ball Aerospace社、Space Systems Loral社らの既存の宇宙系大企業とベンチャー企業との提携や、グーグルによる宇宙ベンチャーの買収　など | | |
| 各種業界団体によるネットワーキング支援 | Space Angels Network、Space Frontier Foundation、Space Foundation、Space Newsらによるイベントの開催や各種情報発信　など | | |

大手通信・半導体事業者Qualcomm社および英国Virgin GroupによるOneWeb社への出資（出資額は非公開）などが挙げられる。また前述した超小型衛星の製造および画像販売を行うベンチャー企業Planet Labs社も2010年の設立以来、約200億円の資金調達に成功している。その他10億円単位の資金調達に成功している宇宙ベンチャーも複数社存在する。

日本においても、小型衛星の宇宙ベンチャーであるアクセルスペース社が15年に約18億円の資金調達に成功、また宇宙デブリ除去ビジネスを目指すアストロスケール社が15年に約９億円、16年に約40億円の資金調達に成功している。

宇宙ベンチャーへの投資が加速している要因の一つに、Space Angels Networkに代表される、大企業や投資家とベンチャーらを結び付けるコミュニティの存在が挙げられる。

これらベンチャーキャピタルや大企業からの投資額が大きくなる一方で、NASAは、独自に宇宙産業振興のために、民間の技術力向上を促す多くのプログラムを実施している。NASAの実施する各種支援プログラムは表７の通りである。NASAは積極的に民間の技術レベルの向上を促し、自らが開発された技術・サービスの購入者になることで産業振興を促している。

## 2　新産業の土台として重要な育成機関やコミュニティの活動

ベンチャーキャピタルや大企業による投資

表7　NASAによる支援プログラムの例

| プログラムの例 | 概要 |
|---|---|
| 商用軌道輸送サービス（COTS） | • 国際宇宙ステーション（ISS）への貨物輸送に向けた宇宙船に関する民間の能力開発支援プログラム<br>• SpaceX社とOrbital Sciences社が選定され、SpaceX社は、2010年に打ち上げロケット「Falcon9」に搭載した宇宙機「Dragon」の打ち上げデモ実験を成功させた |
| 商業物資輸送サービス（CRS） | • COTSでの技術開発を受けて、民間宇宙輸送機メーカーおよび宇宙物資輸送サービス提供会社として宇宙輸送事業を展開させ、ISSなどへの輸送サービスを購入するプログラム<br>• COTSに続きSpaceX社とOrbital Sciences社が選定され、NASAは両社から2016年末まで長期的なサービス購入を行っている |
| 商業クルー開発（CCDev） | • ISSへの人員輸送を目的とし、商業有人輸送に関するシステム概念開発、技術開発などを行うプログラム<br>• 段階的な選考の結果ボーイングとSpaceX社の輸送機が選定された |
| ベンチャークラス打ち上げサービス（VCLS） | • 次世代の商用衛星として期待されている超小型衛星の打ち上げを行う、小型ロケットの実用化、商用化を促進することを目的としたプログラム<br>• Rocket Lab、Firefly Space systems、Virgin Galactic3社が支援対象に選定され、各社と5億円前後の契約が結ばれた |

出所）NASA Webサイトより作成

や政府機関による支援プログラムのほかにも、宇宙ビジネスの発展を支援するさまざまな取り組みが存在する。

たとえば欧州宇宙機関（ESA）は欧州各地にBusiness Incubation Center（BIC）を設立し、宇宙ベンチャーの創出や育成支援を行っている。これまでにフランス、ドイツ、英国、イタリア、スペイン、ポルトガル、スウェーデンなどに拠点を開設し、欧州全体の宇宙ビジネスの活性化を図っている。BICでは年間130社以上を支援しており、これまでに400社以上のベンチャーを支援している。

また将来の宇宙ビジネスを担う人材を育成する動きも活発になっており、宇宙関連の人材教育に特化したInternational Space University（ISU）が有名である。また2008年にNASA、Google、ISU、XPRIZE Foundationなどのイノベーションを牽引する団体が中心となり、Singularity Universityを設立し、各種最先端技術に関する教育・研究を行っており、宇宙分野に関してもNASAのAmes研究所などと協力し人材育成に注力している。

その他各種関連団体が主催する宇宙関連イベントが存在し、ベンチャーと大企業、宇宙関連企業と非宇宙関連企業とのネットワーキングおよび国際的なコミュニティ形成の場として機能している。代表的なイベントにSpace Frontier Foundationの主催するNewSpace ConferenceやInformation Forecastの主催するSpace 2.0が存在し、さらにSpace Foundationなどの非営利組織によるシンポジウムの開催や各種ネットワーキング機会の提供など、宇宙ビジネスを盛り上げるさまざまな取り組みが存在する。

## V　日本産業界による宇宙への新たな挑戦

2015年度は、わが国における、新しい宇宙産業の夜明けと呼べる事柄が相次いだ。本稿

の冒頭に紹介した宇宙二法に加えて、当時の内閣府宇宙戦略室[注14]は、宇宙分野での新産業・サービス創出に関心を持つ企業・個人・団体などを対象とした「スペース・ニューエコノミー創造ネットワーク（通称、S-NET）」を創設した。さらに、内閣府共催の下、民間発の取り組みとして、日本で初めて宇宙ベンチャーに特化したビジネス・カンファレンスとして「SPACETIDE 2015」が都内で開催され、筆者も企画委員としてこれに参画した。

このように宇宙産業拡大の新しい流れが起きている中、わが国の宇宙産業として、欧米に追随し、かつ市場を獲得していくためには、以下の３つの方針を押さえた宇宙産業のビジョンを、国として描いていくことが必要である。

①日本としての宇宙産業のあり方の共有
②グローバル×オープンイノベーションの促進
③プレイヤーの育成・支援の枠組み

## 1　日本としての宇宙産業のあり方の共有

わが国として、どのような体制で宇宙産業振興に取り組んでいくべきか。本稿でも述べてきたように、宇宙開発は官民の役割分担が不可欠であり、宇宙産業振興の先にある社会の姿について、官民各主体が共通認識および一定の共通目標を持つことは、効率的・効果的な連携や役割分担の推進のために重要である。

しかし、現在起きている業界再編は、グローバルかつ複雑なものになっており、個々の捉え方や認識がばらつくことで、官民各主体の間で共通認識を持つことが一層困難になっている。

そのような中で、わが国にもnewspaceの潮流は生じており、宇宙系ベンチャーだけでも多様な企業が近年相次いで創業されている（表８）。

今後、宇宙産業の振興を推進していき、これらの企業が、世界でより高いシェアを獲得していくためには、政府および産業界のマクロな視点で、宇宙産業の将来的な意義や社会的価値を描く必要があるであろう[注15]（図７）。

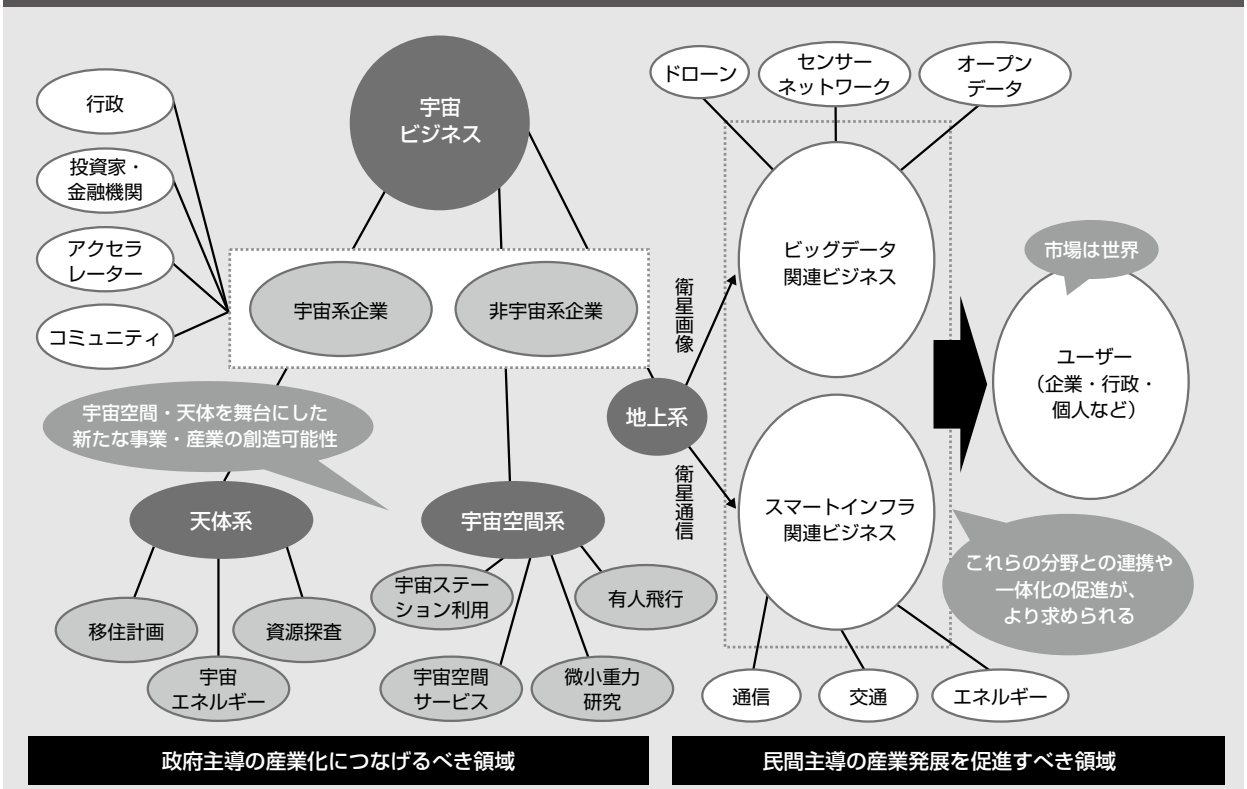
### （1）官を手離れし、民主導と多産業連携の重要性が高まる地上系

宇宙産業の価値について共通認識が持ち難

表8　わが国の主な宇宙ベンチャー

| 事業領域 | | 企業名 | 創業年 |
|---|---|---|---|
| 地上系 | ロケット（製造・打ち上げ） | インターステラテクノロジズ社 | 2013年 |
| | 衛星（製造・運用・データ利用） | アストロスケール社 | 2013年 |
| | | アクセルスペース社 | 2008年 |
| | | スペースシフト社 | 2009年 |
| | | ALE社 | 2011年 |
| | | QPS研究所 | 2005年 |
| 宇宙空間系 | 有人飛行 | PDエアロスペース社 | 2007年 |
| 天体系 | 資源探査 | ispace社 | 2013年 |

図7　今後の宇宙産業の姿




い大きな理由として、サービスのエンドユーザー像をイメージし難いことが挙げられる。この点で、当面は衛星コンステレーションの発展に伴い、地上系ビジネスが中心的な役割を担うことになるであろう。エンドユーザーにとって、衛星関連サービスが普及する最大の意味は、データ・通信関連ビジネスにおけるリソースがより多様化・強化されることである。

ビッグデータやインフラ構築にかかわる業界・行政・個人などのエンドユーザーが、衛星画像や衛星通信をより簡便に利活用できるようになることで受ける恩恵は大きく、欧米の非宇宙系企業が宇宙分野に参入している背景はここにある。地上系ビジネスの振興においては、ビッグデータやインフラ関連業界との連携や一体化の重要性がより高まっていくであろう。

また、地上系に関しては、研究開発としての宇宙開発の位置づけが薄れ、産業のフィールドとしての色彩が強まっていくことから、この領域での行政主導の宇宙開発プロジェクトはトーンを薄め、射場や地球周回軌道を民間に開放し、行政はそれを後方支援していくスタンスが現実的かつ重要となるであろう。

### (2)　官の手離れを目標としつつも、官が当面牽引すべき宇宙空間系・天体系

一方で、宇宙空間系や天体系については、特に米国と比して、地上系ほど産業の土壌が育っておらず、関連企業が非常に少ないのが日本の現状である。これらの領域は、宇宙基

本計画において言及こそされてきたが、実際の宇宙産業関連政策は地上系ビジネス振興に重きが置かれ、大きな進展が見られないできた。

しかし、地上系において欧米企業を中心とした激しい競争が行われ、いわゆる「レッド・オーシャン」の様相を呈しつつあることや、米国やルクセンブルクの政策動向に鑑みると、わが国としても、宇宙空間・天体系のビジネスが持つ新産業創出と「ブルー・オーシャン」の可能性・価値について、本格的に検討することが重要となる。宇宙空間系であればISSの商用利用に向けた開放、天体系であれば企業と連携した深宇宙探査など、この領域では、地上系以上に政府が関与することの必要性が高く、具体性のある政策の立案が求められる。

## 2 グローバル×オープンイノベーションの促進

近年の業界再編の潮流から得られる大きな示唆の一つは、業界や企業の種別や国籍を超えた、多様な連携による新規事業・サービスの実現である。本稿で挙げた代表例の多くは、宇宙・非宇宙、大企業・ベンチャー、自国・他国の枠を超えたオープンイノベーションによって推進されている。

### (1) 業界や大企業・ベンチャーの枠を超えた連携

わが国でも、宇宙分野におけるオープンイノベーションの重要性に対する認識は産業界に広まりつつあり、S-NETや、非宇宙系大企業による業界参入事例が増えていることはその証左といえる。今後は、それをさらに加速していくための取り組みが重要となる。

宇宙系企業でいえば、欧米で生じているように、大企業とベンチャーの連携が必要である。日本がこれまで培ってきた、JAXAおよび宇宙系の大企業[注16]の知見・実績と、新しい宇宙系ベンチャーの取り組みが、事業提携や共同開発などの形で結びつくことで、新事業・サービス実現の可能性が高まるであろう。

また、非宇宙系企業の参入を促進することも重要である。宇宙を、ビジネス拡大のための研究開発の場やインフラとして利用し、新事業・サービスを創出する流れを促進するための政策・産業の取り組みが、宇宙産業の一層の拡大を後押しする。前述のトヨタ自動車のMIRAIは、その好例の一つである。

### (2) 「オール・ジャパン」偏重からの脱却と国際連携・海外展開の重要性

さらに、グローバルな連携は今後一層重要となる。宇宙は冷戦時代から現在もなお、国防や外交と大きくかかわる分野だけに、特に国籍を超えた連携は容易ではない。しかし、国境にとらわれない地球規模、宇宙規模の事業を営む以上、一つの国で閉じたビジネス体制を組むことは現実的ではない。国益重視のバランス感覚は必要ではあるものの、日本産業が陥りがちな「オール・ジャパン」偏重からは、脱却が必要であろう。

宇宙デブリ[注17]の回収ビジネスという、ユニークな事業を行う日系ベンチャーのアストロスケール社は、創業当初より本拠地をシンガポールに置く。創業者の岡田光信氏は、当地を拠点に、世界中の投資家や顧客、ビジネスパートナーとのネットワーキングを行って

いる。宇宙ベンチャーには、ispace社やアクセルスペース社なども含め、社員の国籍は多様、海外でのカンファレンスに積極的に登壇しネットワークを開拓するなどの共通項が見られるが、今後はアストロスケール社のような、個社レベルで国を超えた拠点進出、事業展開を前提とする企業が増えていくことが重要となり、そのためにはこれを後押しする仕組みや支援が重要であろう。

## 3 プレイヤーの育成・支援の枠組み

日本の宇宙産業の市場規模・予算は米国の10分の１程度であり、同レベルの重厚長大な宇宙開発を一朝一夕で行うことはできない。しかし、限られた資源の中で将来のための投資を行うことは重要である。特に、newspaceの重要な担い手の一つとなる宇宙系ベンチャーや、今後の宇宙産業の変革を担う個人の、実践的な育成や挑戦の場を設けることは、実現可能と考えられる、極めて重要な取り組みである。

### (1) 実践的な企業育成の枠組みの必要性

米国では、NASAがベンチャーも参画できる各種調達制度を設計し、ベンチャーに商機を与えている。SpaceX社は、これらの制度を活用して成長を続けた企業の代表例であり、それに続く宇宙系ベンチャーは数多い。

欧州では、コンテストを兼ねたESA主導の衛星関連ベンチャーの育成制度が確立している。

日本においても、JAXAが産業振興の事業を実施しているが、今後は、これまでJAXAや大企業が担ってきた事業の一部をベンチャーに発注するような、実践的な育成の枠組みの検討・実施が重要である。

### (2) 宇宙ビジネス人材育成の機関・取り組みが必要

欧米のnewspaceを牽引している人材には、MBA取得者や起業プログラム経験者が多いが、これは宇宙産業においてもビジネス・スキルが重要であると同時に、前述の通り、グローバルなビジネス展開をしていく上で、国際的なコミュニティに所属していることが効果的という側面もある。

わが国においては、従来の宇宙関連教育の課題として、技術者に対して、技術の社会実装スキルをどのように育てていくか、という論点が議論の中心としてあり、教育拠点が大学の工学系部門に置かれることが一般的であった。

今後は、欧米のトレンドに倣い、既往の流れに加え、宇宙分野のビジネス人材や起業家を育成するために、社会人に重きを置き、ビジネススクールやアクセラレータープログラムを提供する、経営学や起業トレーニングのカリキュラムを基盤とし、かつ大学の枠にとらわれない教育機関や制度の拡充も求められる。新規の機関創出だけではなく、既往のビジネススクールや公共政策大学院などとの連携も、実現のための効率的な手段であろう。このような取り組みが普及することで、ベンチャー創業をはじめとしたキャリアの多様化と人材の多様化や、大企業からのスピンオフ促進、宇宙ビジネスコミュニティの形成などが期待できる。

2015年に迎えた日本の宇宙産業の夜明け

は、今後数年間、大きな産業再編・拡大の動きとなっていくことが期待される。本稿が、その一助となり、この流れが将来的に続いていけば、幸いである。

**注**

1 2013年12月に策定された「国家安全保障戦略」に示された、新たな安全保障政策を十分に反映することが目的
2 最初の宇宙活動関連法として、この年に商業宇宙打ち上げ法（Commercial Space Launch Activities）を制定した
3 ボーイング社、エアバス社、Lockheed Martin社など
4 newspaceの用法には明確な定義はない。企業分類で宇宙ベンチャーを指す場合と、事業分類で新しい形式の宇宙ビジネスを指す場合があるが、本稿では後者の事業分類上の意味合いで用いる
5 The Tauri Group「Start-Up Space」(2016)
6 例として、SpaceX社は技術スペックについて、原則非公開であるものの、基本方針の一つとして、既往技術の活用による低コスト化の追求を挙げている
7 2015年の米国の主な宇宙ベンチャー関連イベント（NewSpace Conference、Space 2.0、Space Technology & Investment Forum）に登壇した比較的著名なベンチャーだけでも、約60社を確認済み
8 HAKUTOは後述するispace社の他、東北大学やプロボノ（ボランティア）メンバーによるアライアンス組織である
9 ビル・ゲイツ氏らから出資を受ける衛星通信技術に特化したベンチャー
10 2016年北米国際自動車ショー（デトロイト）にて
11 2016年にTerra Bellaに社名変更
12「宇宙空間におけるミドリムシによる物質循環サイクルの実現可能性検証」
13 2015年に地理空間ビジネスを展開するドイツのBlackBridge社を買収し、同社が有する観測衛星RapidEye（５機）を取得した
14 2016年度より宇宙開発戦略推進事務局に改称
15 このような状況の中、わが国では、内閣府を中心として「宇宙産業ビジョン（仮称)」を策定する動きがある
16 三菱重工業、IHI、三菱電機、NEC、富士通など
17 衛星などの廃棄や破損により宇宙空間に出る宇宙ごみ

**著者**

佐藤将史（さとうまさし）
社会システムコンサルティング部上級コンサルタント
専門は科学技術・イノベーション、宇宙ビジネス、産学連携、ベンチャー経営、新事業創出に関する政策・ビジネス全般

八亀彰吾（やかめしょうご）
社会システムコンサルティング部副主任コンサルタント
専門は宇宙ビジネスを中心とする産業政策および、産業インフラとしてのビジネスイベント（MICE)、産学連携、産業クラスターなどに関する政策立案