

SOCIAL INNOVATION NEWS

TOPPAN

Vol.
09

[特集]

宇宙産業イノベーション

宇宙分野における技術革新と新たな事業創出



[特集]

宇宙産業 イノベーション

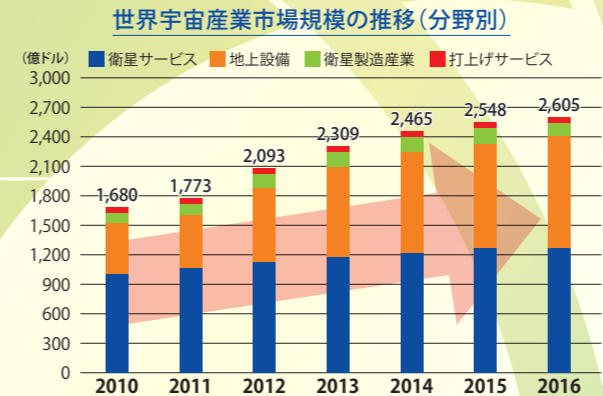
宇宙分野における技術革新と 新たな事業創出

現在、世界的に国や研究機関が主導する宇宙開発は、地球近傍から月や火星などの衛星・惑星探査活動へとシフトしつつあります。一方、技術革新の進展により、“非宇宙業界”の民間企業やベンチャー企業などが宇宙業界へ参入する動きが促進されました。2010年代から宇宙を利用した商業ベースの事業やサービスは多様化し、現在も宇宙産業の市場は急成長しています。こうした民間による宇宙利用の活発化により、地球上の人口増加、資源・エネルギー枯渇、環境汚染など多くの課題の解決策を見出すことが期待されています。

日本においても、官と民が協力し、それぞれの得意分野を生かしながら市場を形成していくためのさまざまな動きがあります。

今回、研究機関、宇宙開発機関および民間企業の先進的な取り組みを取材し、“非宇宙業界”を含めた宇宙産業の可能性を探っていきます。

■ 世界的に宇宙産業の市場規模は拡大

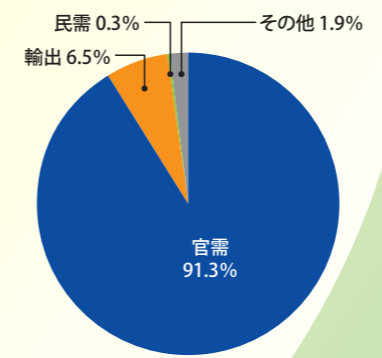


世界の宇宙産業の規模は毎年拡大しており、新規参入など活発な動きがある。今後、特に衛星サービス(通信・放送、測位、リモートセンシングなど)の分野が大きく進展することが見込まれている。

出典: State of the Satellite Industry Report 2017 (Satellite Industry Association)

■ 国内の宇宙産業市場は官需が約9割

宇宙機器産業の最終需要先における売上の構造



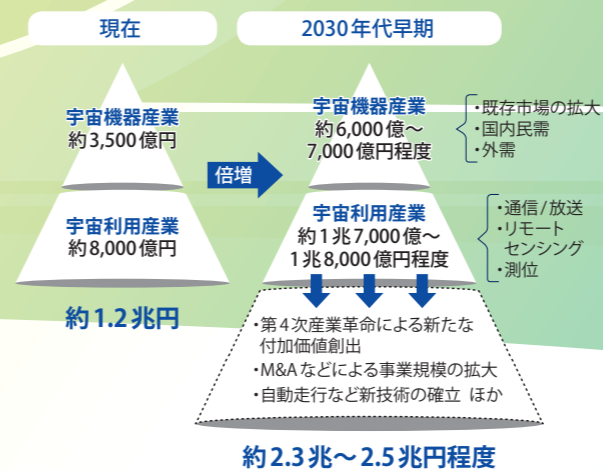
2016年度

日本では、約9割が官需となっており、極めて官需依存の強い構造となっている。

出典: 一般社団法人日本航空宇宙工業会 平成29年度「宇宙産業データブック」

■ 2030年代早期までに国内宇宙産業市場規模を倍増

日本の宇宙産業の将来目標



宇宙利用産業も含めた宇宙産業全体の市場規模について、2030年代早期までの倍増を目指し、その実現に向けた取り組みを進めている。

出典: 内閣府「海外展開戦略(宇宙)」(平成30年4月)より作成

CONTENTS

4 Interview 時代を拓く宇宙産業 宇宙産業の発展に向けて ~日本の課題とその展望~

東京大学
中須賀 真一氏



8 Interview 官民共創の宇宙産業 JAXAが目指す 新しい宇宙事業創出

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
岩本 裕之氏



12 Interview 民主導の宇宙産業 転換期を迎える宇宙産業の “現在地”と“未来”

株式会社三菱総合研究所
羽生 哲也氏



15 民間企業の宇宙事業

Interview
+
時代を拓く
宇宙産業

宇宙産業の発展に向けて ～日本の課題とその展望～



東京大学大学院 工学系研究科
航空宇宙工学専攻 教授

中須賀 真一 氏

工学博士(航空学専攻)。1988年東京大学大学院博士課程修了後、日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所勤務。1993年東京大学航空学科講師、1994年同先端科学技術研究センター助教授、1998年同航空宇宙工学専攻助教授を経て、2004年より現職。

2020年6月30日「宇宙基本計画」が閣議決定しました。

今回改訂した宇宙基本計画では、宇宙の産業や公共利用を強く打ち出しています。

長年超小型衛星の研究開発で世界をけん引し、内閣府の宇宙政策委員会の委員や基本政策部会長などを務め、宇宙基本計画の改訂にも深く携わっておられる東京大学大学院・中須賀真一教授に、日本の宇宙政策やこれからの宇宙産業の展望について伺いました。

「誰でも宇宙を利用できる」社会の実現を目指す

短期開発・低コストの 超小型衛星で宇宙利用を身近に

GPSや通信衛星、リモートセンシング衛星、気象衛星などの人工衛星は、今や我々の生活に不可欠です。また宇宙科学探査衛星は、宇宙や地球に関する謎の解明に大きな役割を果たしています。そのため、多くの国が人工衛星を打ち上げていますが、国家主導で打ち上げる人工衛星はどれも大型で開発期間は5年以上、製造コストは100億円以上に及びます。誰でも気軽に参入し、宇宙を利用できる状況にはありません。

私の研究室では、約20年間にわたり超小型衛星の研究開発を進めてきました。

超小型衛星の特長は、開発期間が2年以下と短く、製造コストも数千万～5億円以下と低コストなことです。それにより、宇宙産業への参入障壁を下げることができます。また超小型衛星だからこそ成し得ることもたくさんあります。

2003年には、私の研究室で開発した世界初の1kgの超小型衛星の打ち上げに成功しました。10cm立方で、部品の費用はわずか数百万円でした。これまで12機の超小型衛星の打ち上げに成功しており、現在も超小型衛星のさらなる性能向上を目指し、光通信技術や姿勢制御技術、軌道変更技術などさまざまな要素技術の研究開発に取り組んでいます。

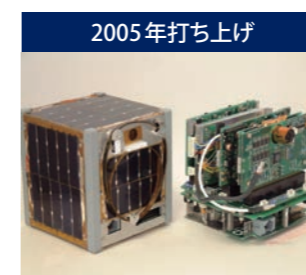
なかでも超小型衛星の特長を生かせる

技術が「フォーメーションフライト」です。これは複数の超小型衛星を連携させ、1つのミッションを成し遂げるというものです。小さな鏡を搭載した複数の超小型衛星同士が連携して光を集め、その光を望遠鏡搭載の衛星に送ることで、より遠くの天体を高解像度で観測できるようになります。またこれを地球に向ければ、静止軌道から常時地球をモニタリングして森林火災などを検知する災害監視衛星になります。

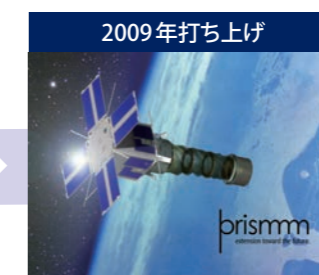
近年では火星や木星など、深宇宙を探索する超小型衛星の開発にも取り組んでいます。深宇宙に人工衛星を送るには、スイングバイ(惑星の重力を使って加速する方法)によって人工衛星を加速させる必要

東京大学の超小型衛星プログラム

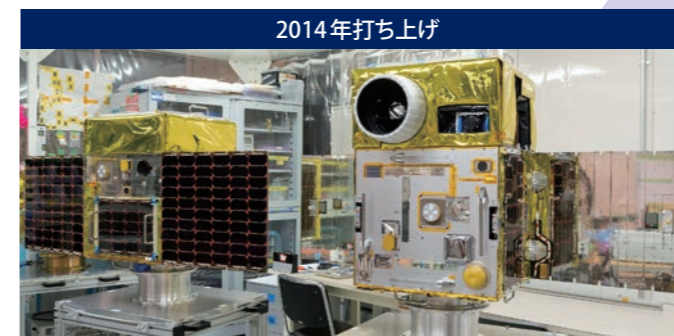
東京大学では、2003年に世界初の1kg、10cm角衛星の打ち上げに成功。以降、超小型衛星の開発・打ち上げにおいて世界をリードしており、2020年10月現在、13衛星を開発済みで、計12機の打ち上げに成功している。



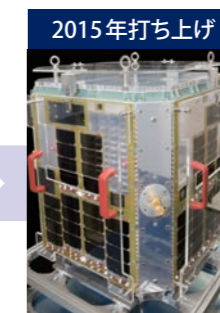
2005年打ち上げ
超小型衛星 CubeSat XI-V
(右は2号機XI-Vの中身)



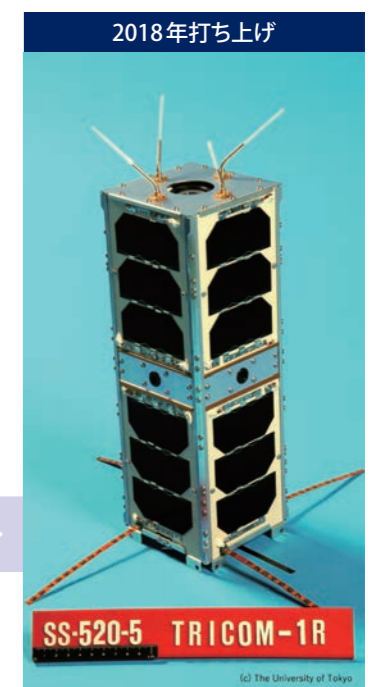
2009年打ち上げ
超小型リモートセンシング衛星
PRISM(愛称:ひとみ)



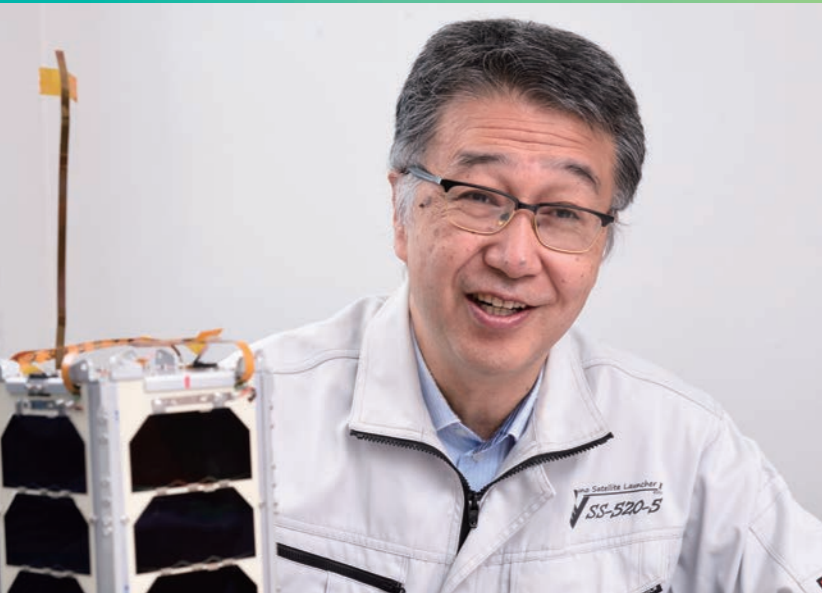
2014年打ち上げ
60kg級リモートセンシング衛星 ほどよし3号(左)、4号(右)



2015年打ち上げ
位置天文衛星
Nano-JASMINE



2018年打ち上げ
超小型衛星 TRICOM-1R(愛称:たすき)



宇宙開発では確実にできる ことだけをやるのでは、 ステップアップは見込めない

がありますが、どの軌道を使ってスイングバイさせるかなど軌道設計は非常に複雑です。コンピューターを使って軌道を割り出しているのですが、計算量が多く時間やコストがかかります。そこで、人工知能(AI)を使った軌道設計も進めています。過去の研究では、AIにより従来の1,000分の

1の計算コストで最適な軌道を割り出せるようになることもわかりました。また、ベトナムやルワンダなどこれから超小型衛星の開発を進めようとしている新興国の方々の教育と技術移転にも取り組んでいます。新興国のなかには、通信インフラが整っていない地域が少なくあり

ません。超小型衛星を通信インフラとして利用することで生活の質が劇的に向上します。このように超小型衛星を通して、より多くの人々が宇宙を利用できる社会の実現を目指しています。

産業利用を打ち出す日本の宇宙政策と実現のための課題

宇宙基本計画を策定 改訂に向けた重点項目とは

2020年6月30日に閣議決定した「宇宙基本計画」の策定に携わりました。これまで日本は、宇宙大国になることを目指してきた一方、宇宙利用にはあまり目が向けられていませんでした。今回改訂した宇宙基本計画では、宇宙の産業や公共利用を強く打ち出している点が特徴です。

宇宙基本計画の重点項目として、第一に「宇宙安全保障の強化」を掲げています。人工衛星による国家間の監視が強化されるなか、宇宙における安全保障は重要な課題です。第二が「防災」です。近年、地球温暖化に伴う異常気象により、世界各地で大規模な水害や森林火災が発生しています。今後は、人工衛星を使った地球観測により気象予報の精度を高め、迅速に災害を発見するなど、人工衛星をより積極的に防災・減災に役立てる計画です。第三が「国際宇宙探査の推進」です。小惑星探査機「はやぶさ」や「はやぶさ2」のミッションの

成功を通して日本はサンプルリターンに関する高度な技術力を世界に示しました。日本の強みである宇宙科学探査に関する技術力のさらなる向上を目指します。第四が「宇宙産業のさらなる拡大」です。私は、鉄鋼業や自動車産業に次ぐ新たな基幹産業として、宇宙産業を戦略的に発展させていきたいと考えています。それらのベースとして「海外との連携強化」も重要です。特に新興国の宇宙開発支援を通して国際貢献に取り組みます。

ベンチャー企業がリードする 日本の宇宙産業

日本の宇宙政策における最大の課題は、世界の宇宙産業の市場規模が毎年拡大しているのに対し、日本では政府の需要が大半で、民需や海外市場の取り込みは極めて限定的なことです。そのため、私も委員として参加している内閣府の宇宙政策委員会で検討している宇宙産業振興施策のほとんどは、ベンチャー企業への支援や活性化を目的とした内容です。現在のとこ

ろ、政府の年間予算3,500億円に対し、100~200億円がベンチャー企業への官民投資金額となっており、今後はこの金額を増やしていく予定です。

現在、注目されている日本のベンチャー企業には、スペースデブリ(宇宙ごみ)の除去に取り組む「アストロスケール」、史上初の民間企業による月面探査に取り組む「ispace」、私の研究室の卒業生が2008年に創設した超小型衛星サービスを提供する「アクセルスペース」などが挙げられます。また最近では、宇宙産業に投資するベンチャーキャピタルも出てきており、投資熱が高まっています。2020年度中には、アストロスケールが人工衛星「ELSA-d」を打ち上げ、地球の周回軌道上で、スペースデブリを捕獲し除去する技術の実証実験をおこなう予定です。またアクセルスペースは、地上の車を判別できる2.5mの分解能をもつ超小型衛星による地球観測サービス「AxelGlobe」を立ち上げ、衛星の機数を増やしてより頻りに地球を見られるようにするビジネスを進めており、これらの

成功を見守りたいと思います。

一方、これまで宇宙開発に携わってきた日本の大手宇宙企業の売上は、会社の売上上の1~数%程度に過ぎません。そのため宇宙産業への新たな投資には限界があ

ります。また、米国のように大手企業からベンチャー企業への人材の流動も多くはありません。さらに、日本ではオープンイノベーションが起こりにくい風潮があります。これは、宇宙分野の特徴を考えた

きに日本の大きな弱点です。宇宙分野は総合工学であり、非常に多くの要素技術を含んでいます。そのため、幅広い分野から、より多くの人材の宇宙分野への参入が望まれます。

次世代宇宙産業の発展に向けて

技術の進化を支えるのは 「失敗を恐れない」こと

これからの宇宙産業において求められる技術は、人工衛星の活用では、AIによる自律制御や深宇宙に行くための軌道設計のほか、AIを使った衛星画像の解析が期待されています。現在、人工衛星による地球のリモートセンシングがおこなわれており、センシングした衛星画像を地上で受信することで、たとえば農作物の発育状況や収穫の時期などを遠隔地から判断することができます。これまでは専門家が衛星画像を見て判断を下していました。過去の衛星画像を深層学習させることで、専門家に代わってAIが画像を解析し、適切な判断をおこなってくれるようになります。

近い将来、超小型衛星が大量生産される時代が訪れると見込んでいます。そのため、人工衛星開発を含めて宇宙分野でもデジタルトランスフォーメーションが求められます。まずは人工衛星の設計、開発時の地上試験をすべてコンピューターでシミュレーションできるようにしたいと考えています。それにより、開発のさらなる効率化とコストの大幅な削減が図れます。また人工衛星の動きを高精度でシミュレーションできることで、温度差の激しい深宇宙の環境下での人工衛星の動作などをあらかじめ確認できるようになり、信頼性と成功率が向上します。

また、仮想現実(VR)技術にも期待しています。宇宙旅行はハードルが非常に高く、誰でも行けるというものではありません。しかし、今やバーチャルの世界でアバターを介して宇宙旅行を楽しめる時代が

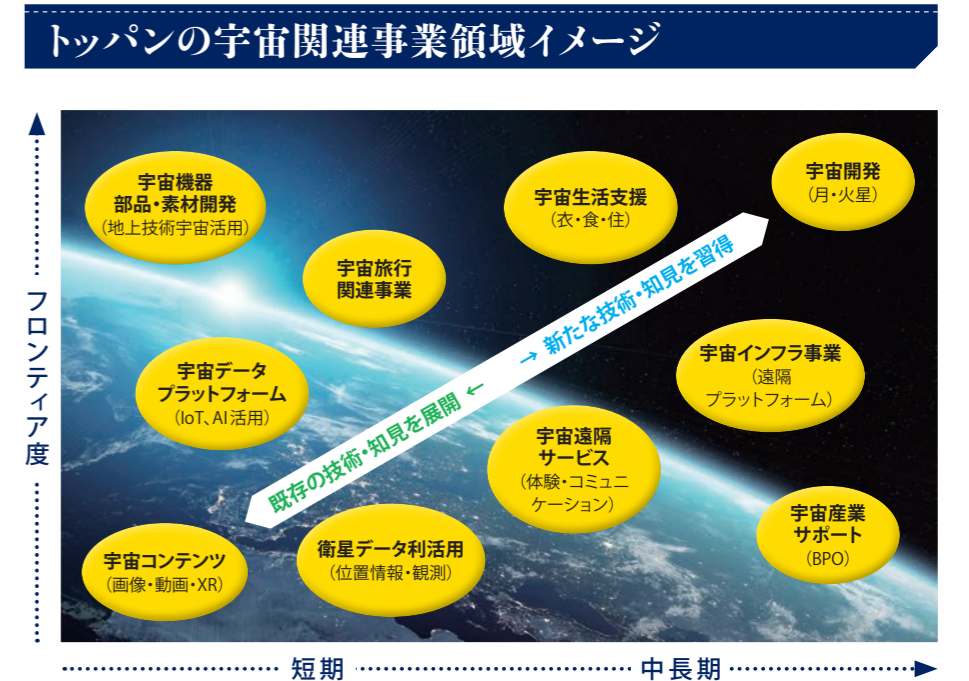
そこまできています。その際に求められるのは、没入感です。VRに加え、無重量を疑似体験できれば、すごい産業になるのではないかと考えています。これらの分野に関し、トッパンさんの参入も非常に期待しています。

今後さらに、通信衛星を使った遠隔医療も進むものと思われます。離島など通信インフラが十分整備されていない地域で遠隔医療をおこなう場合、通信機器の新設だけでなく、アクセスルートが複雑になると通信の遅延が大きな問題となります。それに対し、通信衛星を使うことで、通信距離は長くなっても簡単にシンプルなアクセスルートとなり遅延が軽減され、安心して遠隔医療を受けることができるようになります。

現在「スペースプレーン」と呼ばれる、打ち上げ設備が不要で、離着陸、大気圏離

脱・突入が可能な宇宙船の研究開発が進行中です。スペースプレーンが開発されれば、世界中を2時間弱で移動できるようになります。それにより、新たな輸送ビジネスが誕生することでしょう。

今回、宇宙基本計画の改訂にあたり、私が最も強調させていただいたのは「失敗を恐れない」ということです。宇宙開発は確実にできることだけをやっていただけでは、ステップアップは見込めません。今後は失敗を恐れずに、高い目標に向かって果敢に挑戦することが肝要です。日本の企業の方々には、そうした心意気で次世代宇宙産業をけん引して行ってほしいと願っています。近い将来、宇宙利用が当たり前の世界になることでしょう。そういう日が1日も早く訪れるように、私自身も超小型衛星の研究開発に加え、人材育成、国際貢献に尽力していきます。





国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
新事業促進部長

岩本 裕之 氏

1991年にJAXAの前身であるNASDAへ入社。宇宙ステーションの民間利用促進、宇宙産業競争力強化などを担当し、産業連携センター新産業グループ長、衛星利用推進センターミッション企画室長などを経て、2018年より現職。官民共創による宇宙ビジネスの創出に挑戦している。

JAXAが目指す 新しい宇宙事業創出



宇宙開発といえば、ロケットや人工衛星の開発を思い浮かべる人が多いでしょう。

しかし、最近は宇宙開発の幅がどんどん広がっています。その原動力となっているのが民間企業による宇宙開発です。

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、民間企業との連携をさらに強め、宇宙産業の幅を広げようとしています。民間企業との協力によって、これからの宇宙開発はどのように進んでいくのでしょうか。JAXA新事業促進部長の岩本裕之氏に話を伺いました。

大きく変わりつつある宇宙を取り巻く環境

活発になってきた 民間宇宙開発

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、宇宙開発事業団(NASDA)、宇宙科学研究所(ISAS)、航空宇宙技術研究所(NAL)が2003年に統合して誕生した研究開発機関で、日本政府の宇宙政策や宇宙開発利用を技術面で支えています。

宇宙開発は、人類の未来を切り拓く大切

な取り組みで、1950年代から積極的に取り組まれてきましたが、実施するには多額の費用が必要になります。またロケットの打ち上げなどには、常に失敗のリスクがあり、20世紀は各国の政府が中心となって進めてきたのです。

21世紀に入り、その構図が変化してきました。技術の進展によって電子部品などが小型化して、低コストで性能のいい小型人工衛星をつくることのできるよう

なりました。大学や民間企業が人工衛星の開発にも取り組むようになりました。

アメリカではイーロン・マスク氏の「SpaceX」などがアメリカ航空宇宙局(NASA)の依頼を受けて、国際宇宙ステーション(ISS)への無人補給船を製造、運用するなど、民間企業が活躍しています。日本でも40社ほどの宇宙ベンチャー企業が立ち上がり、民間企業による宇宙開発が活発になっています。

そのような状況もあり、2018年から始まったJAXAの第4期中期計画(7ヵ年)では、宇宙産業振興の支援をより重視してい

ます。さらに、2020年6月に策定された「宇宙基本計画」でも、宇宙産業を育て、イノベーションや経済成長につなげようと

しています。

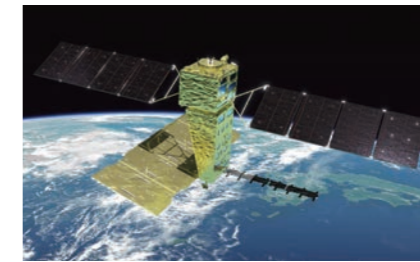
JAXAの事業内容

人類の活動領域を広げる



- 地上と宇宙を結ぶ輸送システムの開発・運用
- 航空技術の研究
- 基礎技術基盤の研究

地球を見守る／暮らしを支える



- 人工衛星による宇宙利用
- 人工衛星の追跡
- 宇宙ゴミ(スペースデブリ)対策

宇宙と生命の謎に迫る

- 宇宙科学の研究
- 国際宇宙探査

宇宙環境を利用し暮らしに役立てる

- 有人宇宙活動／宇宙環境の利用
- 国際協力
- 広報活動
- 教育支援活動
- 産業振興

©JAXA

官民共創による新しい事業の創出

宇宙産業の 市場規模を2倍に

現在、日本の宇宙産業の市場規模は年間約1.2兆円です。私たち新事業促進部は、宇宙産業の裾野を広げていき、2030年代の早期には現在の2倍の2.4兆円程度に育てていきたいと考えています。

市場規模を大きくするには、宇宙ビジネスを展開するプレーヤーを増やしていく必要があります。そこで、私たちは「JAXA宇宙イノベーションパートナーシップ(J-SPARC)」という研究開発プログラムを始めました。J-SPARCでは、宇宙ビジネスを展開する意思のある民間企業とJAXAが人や資金などを持ち寄り、対等な立場で技術開発や実証実験などを進めていきます。

このプログラムを通して、企業には新規事業の立ち上げによる収益の増加が見込まれ、JAXAには国のプロジェクトだけでは得られない新しい技術の種を手に入れられるというメリットがあります。この取り組みによって、新しい事業が増えていくことで、宇宙ビジネスの規模が拡大するだけでなく、世界中の人たちの生活を、便

利で快適にしていくことになります。「共創しよう。宇宙は、世界を変えられる。」というキャッチフレーズには、たくさんの企業とともに、宇宙から新しい世界をつつていくという決意が込められています。

民間企業と対等に 新しい事業を開発

JAXAが民間企業とビジネスをする場合、これまではJAXAの研究開発により得られた既存技術などを利用することがほとんどでした。しかしJ-SPARCでは、事業を考える段階から話し合い、ビジネスのアイデアを温めていきます。そして事業計画をつくり、事業や技術の実現性をともに考え、実証試験へと進んでいきます。

企業からの関心も高く、これまで250件以上の問い合わせをいただき、現在までに合計30ほどのプロジェクトを立ち上げています。もちろん、小型ロケット開発や小型衛星開発など、宇宙開発系のベンチャー企業と一緒に立ち上げたものもありますが、これまで宇宙と関わりのなかった企業と一緒に始めたものもあります。

そのなかのひとつが、ANAホールディングスを中心とする「AVATAR X Program」

です。AVATAR Xでは、アバターと呼ばれる遠隔ロボットを軸に事業開発をおこなっていきます。アバターを遠隔操作することで、あたかも自分がそこにいるような体験をすることが出来ます。現在ISSやJAXAの地上施設で、アバターを利用した遠隔見学・体験・活動の実証実験をおこなっています。

宇宙開発では、これまでは実際に人が宇宙に行くか、無人でおこなうかの2つの選択肢しかありませんでした。しかし、そこにアバターが入ることによって、人が行かなくても同じような作業や行動ができる可能性が出てきました。地上においても、アバターを使うことで、人が近寄れない危険な場所などでの作業をすることが出来ます。宇宙でも地上でも、同時にイノベーションを起こせる画期的な技術なので、J-SPARCの事業で発展させていければと思います。

新しい企業が 参加しやすい仕組みづくり

また、インターネット企業のグリーと月周回衛星「かぐや」の観測データを活用して共同製作してきた仮想現実(VR)での学

習コンテンツが、「ありえなLAB」として事業化にこぎ着けました。さらに、宇宙ベンチャー企業の「Space BD」などと宇宙飛行士の訓練方法を活用した次世代型教育事業の開発も始めています。

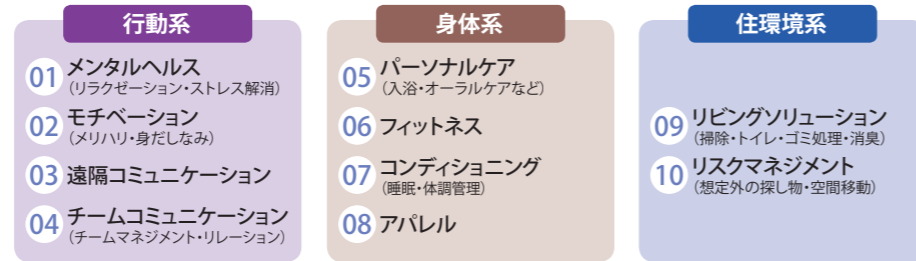
このほかにも、これまでの宇宙ビジネスではほとんど考えられてこなかった、暮らしやヘルスケア分野の研究開発やビジネスを創出するために「THINK SPACE LIFE」プラットフォームを始動させました。将来たくさんの人たちが宇宙に行くようになる世界が実現すると、宇宙でも生活の質の向上が求められます。

宇宙開発でも、生活と直結する分野の取り組みができるようになったことで、よりたくさんの企業が参加しやすくなってきたと思います。実際、THINK SPACE LIFEには、ワコール、JTなど、宇宙とはあまり関わりのなかった企業が参加しています。

また、J-SPARCの活動の一環として、

THINK SPACE LIFE

宇宙生活の課題から宇宙と地上双方の暮らしをより良くするためのビジネス共創プラットフォーム。企業などに対しインキュベーション機能や、産学官連携促進のためのコミュニティ機能を提供する。現在、宇宙生活から10のカテゴリーが導き出されており、さまざまな取り組みが進んでいる。



三井不動産と協力して東京・日本橋に「X-NIHONBASHI」という宇宙ビジネス拠点を運営しています。企業、NPO、官公庁、大学など、さまざまな立場の人たちが集まり、交流できる場となっているので、ここでの出会いを通して、宇宙ビジネスに参加する人が増えて欲しいですし、新たな宇宙ビジネスが生まれたいと思います。

日本でも2010年代に入ってから宇宙ビジネスが注目されるようになりました。この頃は、私自身も民間宇宙開発の時代が

来たと思っていたのですが、その多くは小型ロケットや小型衛星といった、ものづくりが中心でした。現在はそこからさらに進み、宇宙を舞台にどのようなサービスを展開するのか、より具体的なビジネスを考える人たちが増えてきたように思います。皆さん、新しいビジネスやイノベーションが生まれる期待感をもって、宇宙ビジネスにチャレンジしているのではないのでしょうか。

官民共創の“新しい宇宙開発”が拓く未来

月面開発も民間企業と協力

NASAは、宇宙飛行士を再び月面に送る「アルテミス計画」を進めています。この計画では、2024年までに宇宙飛行士による月面探査の再開を第1段階の目標としていますが、その後は月面にさまざまなインフラを整備して、継続的な活動をしていくことを目指しています。これからは月での活動が活発になり、注目を集めるようになるでしょう。

日本もJAXAを中心にアルテミス計画への参画を表明していますが、新しい月探査には、民間企業もたくさん関わってくるでしょう。たとえば、JAXAはすでにトヨタ自動車と一緒に月面でのモビリティとして有人圧ローバ「LUNAR CRUISER（ルナ・クルーザー）」を共同開発しています。

月の探査が進めば、月でのビジネスも活発になってきます。日本には、月の資源開発を目指すベンチャー企業の「ispace」をはじめ、月でのビジネスを考えている企業がたくさん存在します。それらの企業と協力することで、月ビジネスの花が開くようになるはず。そのあたりのことを新事業促進部でもしっかりと進めていこうと考えています。

えています。

宇宙技術が当たり前に使われる世の中へ

宇宙開発が進むことで、将来は宇宙飛行士だけでなく、たくさんの人たちが宇宙に行ける時代がやって来ます。しかし、宇宙ビジネスは宇宙に行く人たちだけを対象にしているわけではありません。宇宙ビジネスは地球上の人たちの生活も便利にしてくれます。

その代表例はスマートフォンです。私たちが毎日持ち歩いているスマートフォンは、地球の周囲を回る人工衛星とやり取りをすることで、自分がいる位置を正確に表

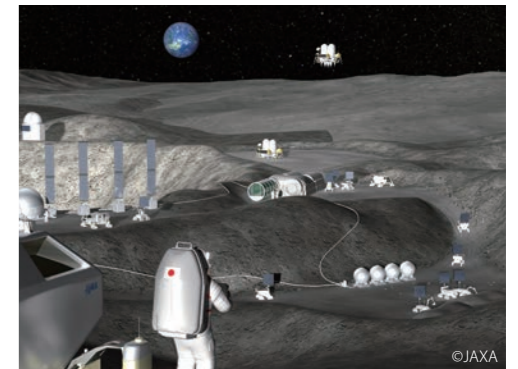
示してくれますし、その技術をもとに目的地までのルートを教えてください。

このように、宇宙ビジネスが拡大していくことで、私たちの生活はますます便利で快適なものになってくると思います。私たちは、スマートフォンを操作するとき、人工衛星のことを意識することはあまりありません。これから宇宙ビジネスが広がっていけば、宇宙は当たり前のものとなり、意識することは少なくなるでしょう。将来、海外旅行に行くような感覚で宇宙に行ける時代が来れば、宇宙が特別ではなく、誰もが自然に宇宙の技術やサービスを使っている世の中になればいいと考えています。

JAXAが挑む月探査計画

2020年、JAXAはNASAが主導する有人月面探査計画「アルテミス」への参画を正式に表明。10月には、日本を含む8カ国が月面探査における国際的な枠組みである「アルテミス合意」に署名をした。アルテミス計画は2024年に実施予定。人類を55年ぶりに月へ送り込み、その後は火星への到達を目標としている。

アルテミス計画では、JAXAとトヨタ自動車共同開発中の月面でのモビリティ・有人圧ローバ「LUNAR CRUISER（ルナ・クルーザー）」などの技術協力を予定している。そのほか月周回軌道上に、有人探査の玄関口となる有人宇宙ステーション「ゲートウェイ」の構築も検討されている。日本は、ゲートウェイの居住や物資補給手段の機能提供を予定している。



J-SPARCで取り組む主な事業テーマ

J-SPARCでは、衛星利用により「地上の社会課題を解決する」、個人向けの「宇宙を楽しむ」サービス、新たな領域を切り拓き「人間の活動領域を広げる」という3つの事業テーマを軸に、民間事業者とともにさまざまなプロジェクトに取り組んでいる。



事業化や技術の獲得を目指したプロジェクト		事業化の促進に資する活動など	
宇宙感動体験事業	ソニー/東京大学	宇宙食料マーケット創出活動	SPACE FOODSPHERE
宇宙メディア事業	バスキョール/スカパーJSAT	暮らし・ヘルスケア分野のマーケット創出活動「THINK SPACE LIFE」	JAXAほか
小型SAR（レーダー）衛星によるソリューション事業	Synspective	宇宙領域における新産業創造の促進活動「X-NIHONBASHI」	三井不動産
宇宙飛行士訓練方法を活用した次世代型教育事業	Space BD/増進会ホールディングス		
アバター（遠隔存在技術）を活用した事業	ANAホールディングス		

トッパン、宇宙利用共創プログラムに参画

トッパンは、ANAホールディングスとJAXAが始動する共創プログラム「AVATAR X」と連携し、遠隔体験技術を活用した新たな宇宙開発・利用の創出を目指します。

AVATAR Xの始動にあたり、各事業分野におけるコミュニティの形成、事業計画などの検討を推進する目的で「AVATAR Xコンソーシアム」が発足（活動期間2018/9～2020/3）。トッパンは、このコンソーシアムの中核メンバーとして参画し、トッパンがもつloA（※1）関連技術や高精細画像処理技術を活用し、ANAホールディングス、JAXAをはじめ、産官学のメンバーと連携しながら、AVATAR（分身ロボット）技術を活用した新たな宇宙関連の遠隔サービスについて共同で検討をおこなっています。

「loA 仮想テレポーテーション」による宇宙探査体験の実証デモについて

AVATAR（分身ロボット）と「loA 仮想テレポーテーション」技術を活用し、宇宙でのさまざまな活動を、地上から遠隔で見学・体験できる技術開発を検討中です。具体的には、宇宙にいるAVATARを地上の体験者が操作。AVATARの4K+広角レンズ搭載カメラの映像を地上に伝送し、実際の宇宙での作業を地上で体験可能なシステムと環境の構築を予定しています。コンソーシアムでの活動成果をもとに、宇宙探査や観光、コミュニケーションなどの新たな遠隔サービスの創出を目指します。



AVATAR（分身ロボット）



地上でのOLED大型伝送ルーム

※1 Internet of Abilities：東京大学の暦本純一氏により提唱された未来社会基盤で、人間とテクノロジー・AIが一体化し、時間や空間の制約を超え相互に能力を強化すること。

Interview
+
民主導の
宇宙産業



株式会社三菱総合研究所

株式会社三菱総合研究所
ポリシー・コンサルティング部門
統括室長

羽生 哲也 氏

1991年、株式会社三菱総合研究所に入社。宇宙分野における政策・産業動向などに関する調査研究・コンサルティングに多数携わる。2016年に株式会社ispaceの袴田武史CEOらと、月の経済圏成立の可能性などを探る「フロンティアビジネス研究会」を創設。



“現在地”と“未来”
転換期を迎える宇宙産業の

官から民へ——。今、宇宙産業はその軸足が大きく移り変わろうとしています。

宇宙政策や宇宙開発は現在どういった状況にあるのか。この先どのような未来を迎えようとしているのか。

三菱総合研究所の羽生哲也氏に、宇宙産業の概況と潮流、さらに民間主導の宇宙(月)ビジネス創出の取り組みである「フロンティアビジネス研究会」について伺いました。

宇宙政策は官主導から民主導へ

かつて宇宙開発は
“国”の事業だった

宇宙開発は、古くはアポロ計画の時代から、国が安全を担保する、あるいは産業競争力を強化するといったことのために国が投資していました。

なぜなら、宇宙産業は経済合理性を実現することが困難な産業だからです。たとえば投資回収のライフサイクルが長かつ

たり、気象衛星に対して私たちが直接利用料を支払っていないように、受益者が直接対価を支払うビジネスモデルになっていなかったりします。宇宙開発は公共性が高く、国が税金を投入して進めていたのです。

状況が変わり始めたのが2000年前後です。この頃から関連技術のコモディティ化により投資リスクが下がり、投資家や民間企業の動きが活性化しました。そのときにアメリカは民間企業を育てる方向に舵を

切りました。以前は国が衛星やロケットを開発し打ち上げていましたが、民間が作ったものを国が買い取る施策が変わってきました。要するに、宇宙開発の手段を商業的に調達するようになったのです。国家予算が次々と市場に入り出したため、ロケットや衛星を製造していた大企業に加え、これまで宇宙産業に携わってこなかった“非宇宙業界”の企業も積極的に参入し始めました。特にこの10年間は、IT企業出身者

による「SpaceX」や「Blue Origin」をはじめとするベンチャー企業が参入し、一気に敷居が下がった印象があります。

日本はこうした流れに少し乗り遅れていました。まずはこうした動きの受け皿となる国内の宇宙産業を育てようと、サービスを提供してくれる企業やベンチャー企業の育成に力を入れ始めたのが、ここ数年の動きです。先日発表された2021年度の国家予算の概算要求では、宇宙分野は前年比で大幅な増額要求がされたほか、今年6月に閣議決定がなされた「宇宙基本計

画」では、民間活動をさらに活性化していく方針がしっかりと示されています。

また、現在、世界中で注目されているトピックは通信衛星です。従来の静止衛星と違い、近年は地上より約350kmから約1,000kmの高さの低軌道に数千機から数万機の小型衛星を打ち上げ、通信網を構築する動きが活発化しています。たとえば新興国などの第三国の通信インフラを構築することは、地政学的にも大きな意味があるでしょう。特にアメリカと中国が熾烈な開発競争を繰り広げています。

また活動圏を地球から宇宙へ広げようという動きも出てきており、アメリカ航空宇宙局(NASA)が2024年に月面への初の女性宇宙飛行士派遣などを指す「アルテミス計画」を正式に発動させ、軸足を月やそのほかの星へと移し始めています。これは、地球周辺については民間資本の自立した活動が主導権を握る可能性があるという国家の判断があるのでしょう。日本はまだそこまでいたっていませんが、いずれ軸足を移していくことは間違いないと思います。

「DX化」が進む日本の宇宙産業

第二次産業から第三次産業へ
宇宙利用の幅が拡大

日本国内における宇宙産業というと、以前は製造業が中心でした。ロケットや人工衛星を作る。あるいは衛星から飛んでくる電波を受信する地上システムを構築する。いわゆる“ものづくり”の第二次産業でした。ところが宇宙産業は今、従来の第二次産業から、第三次産業中心へと移り始めています。具体的には、データ利用を中心とする情報産業の一部として組み込まれようとしています。

そのひとつが衛星からの地球観測データ活用です。これをいろいろな情報産業のなかで生かそうという動きが活発化しており、そのための土台作りを国が推進しています。

現在日本政府は、大量にアーカイブしてきた地球観測データをオープンデータ化し、皆さんに使ってもらおうとしています。ただ単にデータをオープンにするだけではありません。ビッグデータを分析し、誰でも使いやすいように加工したうえで提供したり、加工するために必要な解析環境を提供する取り組みを始めています。それが衛星データプラットフォーム「Tellus(テールス)」です。現在このプラットフォームを活用し、地球観測データを

使ったビジネスについて、さまざまな企業が検討しています。

地球観測データは、これまで公共分野で広く使われていました。一番わかりやすいのが災害対策です。広範囲に災害が起きたときの全体状況を把握する際に、衛星画像が活用されています。このほか台風の進路予測など、天気予報にも気象衛星のデータが使われています。

もうひとつ忘れてはならないのが日本版測位衛星です。私たちがこれまで利用し

てきたGPSは、アメリカ国防総省が開発したものです。同盟国とはいえ、これを利用し続けるのは不安なところがあり、自前のものを用意しようと国が整備したのが準天頂衛星「みちびき」です。従来よりも精度が高く、高層ビルによる電波の反射がある場所でも誤差が少ない。そのため公共利用だけでなく、高速道路の新しい課金システムの構築や自動運転、ドローン配送などさまざまな分野での活用が検討されています。

■ 広がる人工衛星サービス/衛星データの活用事例

衛星画像などの地球観測データや測位データ(位置情報)を利用することで、幅広い分野における新たなビジネスの創出につながる。

農林・水産	効率的な農業情報管理システムや漁場探査システムの運用など。
防災・災害監視	道路や避難所などの情報共有、被災地の観測による被害状況の把握。
エネルギー・資源	油や天然ガスなどの資源探査、オイル漏れの検知、施設管理など。
建設・インフラ	建造物の3Dデータ化、地質・建造物の安全性評価、道路状況の把握や管理など。
気象・環境	気候変動への対策強化、不法投棄監視システムの運用など。
地理情報	衛星画像による写真地図の作成、珊瑚礁のマッピングなど。
その他	高い安全性と快適性をそなえる自動運転走行やドローンの自律的な長距離飛行など。

“非宇宙業界”の参入で活気づく宇宙産業

数年で一気に増えた
宇宙を目指す“非宇宙”企業

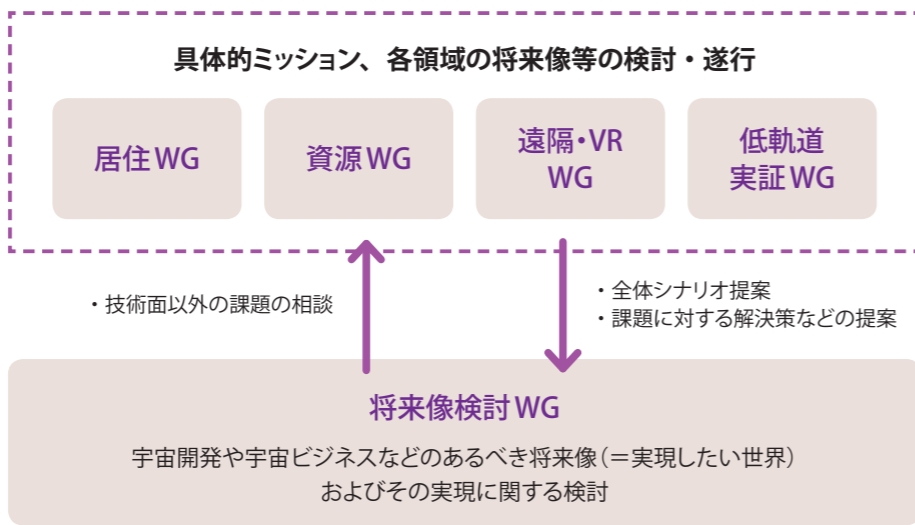
ここ数年“非宇宙業界”の参入が増えています。参入企業は、IT企業、デベロッパ、コンテンツ企業、商社、ファンドなど業種も多種多様です。参入目的はさまざまですが、宇宙産業に参入していることで“未来を見据えた企業”としてイメージを良くすることもできるでしょう。そうした“非財務価値”を感じている企業は少なくありません。ANAホールディングスでは「AVATAR」（ロボティクス、AI、VRなどを用いた遠隔操作可能な分身ロボット）を宇宙開発に活用しようと力を入れています。これも短期的な財務価値以外の価値を感じているのだと思います。

VRやAVATARなどの遠隔技術は、宇宙に関連するサービスの産業化を図るうえで、とても重要です。月面開発では人を現地に送るのはまだまだ難しい。そのときに“月面VR”などを活用し「現地に行きたい」というニーズを満たし臨場感を高めることができれば、ビジネスモデルとして十分成立するでしょう。また開発自体も、最初はロボットなどでおこなうと思いますが、地球上からコントロールするときに遠隔技術は必ず必要になります。

“月ビジネス”を
民間主導で創出する

海外ではすでに始まっている月資源開

■フロンティアビジネス研究会ワーキンググループ(WG)



発などの計画を、日本国内で進めようと、宇宙スタートアップ企業 ispace とともに取り組んでいるのが「フロンティアビジネス研究会」です。

もともと ispace・CEOの袴田武史氏とは、宇宙開発について議論をするさまざまな機会があったのですが、そのなかで月面開発に向けた日本の遅れが議題にあがるようになりました。そこで民間ベースで月資源利用に向けた動きを活性化しようと、自主勉強会としてフロンティアビジネス研究会を始めました。“月および月近傍空間のビジネスエコシステム創造”を目指し、2016年から活動しています。

ispaceと手分けして宇宙業界、“非宇宙業界”の企業に声がけし、当初は10社ほどからスタート。現在約30社に参加いただいています。研究会では政府への働き

かけやシンポジウムを開催するほか、「居住」「資源」「遠隔・VR」「低軌道実証」「将来像検討」のワーキンググループにわかれ、構想検討などを実施。過去のワーキンググループのなかには宇宙航空研究開発機構(JAXA)と組み、実際にビジネス化に向かっている取り組みもあります。

トッパンさんには「居住」と「遠隔・VR」そして「将来像検討」に参加いただいています。特に「遠隔・VR」では、2025年大阪・関西万博での展示アイデア募集に対し、研究会として宇宙体験企画案をまとめていただくなど、新たな視点での宇宙業界参入に大変期待しています。

今後フロンティアビジネス研究会は、10年、20年、30年先に日本がきちんと月面開発の国際チームの一員であることを目指し、歩みを進めていければと思います。

フロンティアビジネス研究会による公開シンポジウム開催

フロンティアビジネス研究会のこれまでの活動成果と今後のビジョンを、民間企業や政府・研究機関関係者などへ周知する目的で、2019年12月に公開シンポジウム「宇宙開発の未来共創2019宇宙、未来から日常へ」が開催されました。

第1部では「フロンティアビジネス研究会の活動成果とビジョン」の報告や「宇宙資源ビジネスの最新動向」の講演、パネルディスカッション「2040年の月面生活とは」を実施。第2部では、「宇宙資源ビジネスに関する法制度の最新状況」の講演につづ

き、パネルディスカッション「宇宙資源ビジネスに必要なことは？」で活発な議論が展開されました。非常に注目されている分野のため、企業、研究機関、官公庁から約150名が参加。トッパンも第1部のパネルディスカッションにて今後の期待や可能性を述べました。

開催概要

- 主催：株式会社三菱総合研究所 株式会社 ispace

プログラム

- 第1部：フロンティアビジネス研究会の活動と成果
- 第2部：月・Cis-lunarにおける宇宙資源ビジネス実現に向けて



ミサワホーム × 宇宙 有人月面基地建設に向けた取り組み



JAXAが、宇宙探査に関わる研究分野で民間との共創を目指す取り組み「宇宙探査イノベーションハブ」。2017年にミサワホーム、ミサワホーム総合研究所、国立極地研究所の「持続可能な新たな住宅システムの構築」の提案が採択され、JAXAとの共同研究プロジェクト「かぐやプロジェクト」がスタートしました。地上における未来志向の住宅や月面などの有人拠点への技術応用を目指しており、技術検証のための「南極移動基地ユニット」の計画が進んでいます。

南極で培った技術を月面へ

ミサワホームは約半世紀にわたり、極地研究所を通じて南極に36棟の居住空間の建設を担ってきました。南極にある昭和基地は、最低気温マイナス45℃、風速60m/秒。日本のもうひとつの拠点であるドームふじ基地は、標高3,810mで最低気温はマイナス79℃を記録したこともある地球上でも最も過酷な環境のひとつ。そこで培った技術は、宇宙空間の有人拠点に求められる技術要素にも通じると考えられます。

2020年、南極での実証実験開始

2019年11月、「南極移動基地ユニット」が南極昭和基地に向けて出航。2020年1月には昭和基地へ到着し、5月には昭和基地の一角で住居ユニットの連結作業が完了しました。これから将来的に月や火星などの住居施設としての利用を目指し、南極という厳しい環境下でさまざまなデータ取得のための実証実験がおこなわれます。「南極移動基地ユニット」は、“高断熱設計”をはじめとする数々の先進テクノロジーが導入された居住空間ユニットです。厳しい寒さにも耐え、組み立てしやすいのが特徴。今回の実証実験では、以下の3つを検証する計画です。

- ① 建造物の柔軟な拡張・縮小の検証
現場における連結の際の施工の簡易性や、施工器具、作業支援センサーの実効性について検証。
- ② センサーを用いたモニタリングの検証
温湿度・CO₂検知、火災検知などをセンサーでモニタリングし、居住空間の安全性・快適性などを検証。
- ③ エネルギー利用最適化の検証
太陽光発電と集熱蓄熱システムなどにより、内部の暖房エネルギーの利用最適化を実施し、極地環境における効果を検証。



南極移動基地ユニット ©ミサワホーム株式会社 2020年度グッドデザイン賞「グッドデザイン・ベスト100」受賞

ミサワホーム株式会社について
ミサワホームは、1967年、高度経済成長期の真只中に創業。人口が増え、一般的な木造住宅をつくれれば売れる時代であっても、次の時代を見据えた住まいづくりを追求し続けてきました。すでに世の中にある技術やデザインをまねるのではなく、常に“あたらしい”を開発し続けるハウスメーカーです。

avatarin × 宇宙 宇宙でのアバター技術活用に向けた取り組み



アバターは、視覚や聴覚、触覚が完全に同期することで「その場にいる」というリアルな体験を可能にする技術です。ANAホールディングス発のグループ内初めてのスタートアップとして始まったavatarinは、アバターを社会インフラ化することで移動の概念を変え、地球規模の社会課題を解決することを目標に据えています。2019年にはアバターロボット「newme(ニューミー)」を開発。PCやタブレット端末を使った遠隔操作が可能で、ショッピングや打ち合わせ、技術指導などの事業での活用が期待されています。

AVATAR Xの取り組み

2018年、今後の宇宙関連市場の大幅な拡大を見据えてANAホールディングスとJAXAとの共創プログラム「AVATAR X Program」が始動しました。アバター技術を活用し、宇宙空間における建設事業やホテルなどの運用、宇宙空間におけるエンターテインメントなどの新しい宇宙関連事業の立ち上げを目指しています。

2020年11月、JAXAとの実証実験を実施

遠隔テクノロジーを体験できるイベント「AVATAR X space avatar 宇宙を身近に感じよう」が実施されました。地上400km上空を秒速8kmで周回する国際宇宙ステーション(ISS)日本実験棟「きぼう」に設置されたアバター「space avatar」を使い、世界で初めて一般の方が街なかから操作する技術実証や、「newme」による遠隔地からJAXA施設内を自由に見学するツアーの実証がおこなわれました。

- ① space avatar 操作体験
会場からISSに設置された「space avatar」へコマンドを送り、アバターを操作する技術実証。地上から手元のコントローラーを直接操作し、リアルタイムで「きぼう」船内から宇宙や地球を眺める体験を提供。
- ② 「newme」による筑波宇宙センター遠隔見学ツアー
アバター技術を活用して、遠隔地からJAXA施設内を自由に見学するツアーの実証を会場およびオンラインで実施。筑波宇宙センターに設置されたアバターロボット「newme」を専門家ガイドの説明を聞きながら遠隔操作することで、室内を自由に移動しながらの見学体験を提供。



「きぼう」に設置されたアバター「space avatar」 遠隔操作体験の様子

avatarin 株式会社について
「アバターを、すべての人の、新しい能力にすることで、人類のあらゆる可能性を広げていく。」というミッションを掲げ、2020年4月1日にANAホールディングス発の初めてのスタートアップとして設立されました。アバターロボット普及のためのさまざまなイベントやコラボレーションを通じて、幅広い企業や専門家とともに、新たな高付加価値サービスやビジネスモデルの構築を進めています。

JAXA種子島宇宙センター遠隔見学ツアーを実証

JAXA特別協力IoA仮想テレポーテーション技術を用いた遠隔見学体験

トッパンは、VRやアバター、人間拡張技術などの最先端遠隔技術を用いた新たな宇宙開発・利用関連事業の創出を目指し、JAXA特別協力のもと「IoANeck™」を用いた遠隔によるJAXA施設見学をおこなう事業実証を実施しました。

「IoANeck™」は、トッパンのIoA仮想テレポーテーション技術を用いた遠隔地にいる人と体験を共有できるウェアラブルデバイスです。今回の実証では、専門家ガイドによ

るJAXA種子島宇宙センターの遠隔見学ツアーの様子を、都内の体験会場で映像と音声で配信しました。

トッパンは、宇宙分野での遠隔コミュニケーション事業創出の一環で、2018年10月よりAVATAR Xコンソーシアムのメンバーとして活動しており、その成果をもとに本ツアーにおいて、IoA仮想テレポーテーションの有用性を実証しました。



●トッパンの「IoA仮想テレポーテーション」の取り組みについて

IoA (Internet of Abilities: 能力のネットワーク) は東京大学大学院情報学環 暦本純一教授により提唱された未来社会基盤で、人間とテクノロジー・AIが一体化し、時間や空間の制約を超えて相互に能力を強化することを実現します。トッパンは、暦本教授との共同研究の成果をもとに「IoA仮想テレポーテーション」の

開発をおこない、2019年4月より企業向けにサービスを開始しています。「IoA仮想テレポーテーション」は、遠隔観光体験、遠隔教育、不動産の遠隔内見などへの活用が期待できます。

※仮想テレポーテーション®はトッパンの登録商標です。

「SHUN GATE」で地域製品の販売を支援する実証を開始

オンラインカタログギフト「地域のおくりもの」を開発

トッパンでは、日本の食文化の情報を国内外に発信するWebサイト「SHUN GATE」を2014年より運営しています。運営で培ってきた取材ノウハウや地域の生産者・事業者とのネットワークを活かし、2020年11月26日より地域製品の販売支援の実証を開始しました。

この実証では、「SHUN GATE」で紹介する地域産品や生産者の動画・取材記事を連動させた「地域のおくりもの Supported by

SHUN GATE」を、株式会社ギフトパッドが運営するオンラインギフト販売プラットフォーム「Gift Pad」内に設置。地域ごとのオンラインカタログギフトを制作します。商品情報だけでなく、人、モノ、場所などの地域資源の魅力や伝えながら、地域産品の販売を支援します。

この取り組みにより、一般消費者と中小規模で流通する地域産品が出合う場を創出し、これまでイベント出展など一過性のものに

なっていた地域や地域産品のPR活動に、継続的な販路を付加することで、持続的な販売収益向上とブランド力向上を目指します。



「地域のおくりもの Supported by SHUN GATE」のイメージ



詳細はこちらをご覧ください。
<https://shun-gate.com/areastory/>



取り組み事例や本冊子のバックナンバーなどは、こちらでお読みいただけます。

<https://www.toppan.co.jp/biz/social/>

●編集後記

この冊子を制作するにあたり、取材や制作にご協力いただいた方々に深くお礼を申し上げます。

Vol.9テーマ「宇宙産業イノベーション」について

今までは「宇宙」と聞くと、大抵の人は関係ない、限られた人しか行けないどこか遠い場所というイメージがありました。ところが宇宙は身近になりつつあり、アイデア次第で、宇宙を活用したビジネスを生み出せる未来が近づいて来ています。そんな宇宙産業イノベーションを今回のテーマとしました。

●SOCIAL INNOVATION NEWSとは

「SOCIAL INNOVATION NEWS」とは、トッパンのソーシャルイノベーションに関する取り組みについてご紹介している冊子です。

少子高齢化、地方創生、環境保護、地域コミュニティの再生など、社会課題に対する革新的な解決方法や未来への新しい取り組みについての情報を発信します。社会課題解決のきっかけとなり、より良い社会の基盤づくりに貢献して参ります。

※本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

SOCIAL INNOVATION NEWS Vol.9

発行/凸版印刷株式会社 情報コミュニケーション事業本部 ソーシャルイノベーション事業部

〒112-8531 東京都文京区水道1-3-3

発行責任者/伊藤順 2020年12月発行

お問い合わせ/sobc_news@toppan.co.jp