

SPACE Development Forum Report 2016



Contents

報告書概要	02
代表挨拶	04
Seminar	日本の火星探査の展望 06
	【講師】 藤田 和央 様 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第二研究ユニット 研究領域リーダー
Workshop 01	宇宙事業産業化に向けた官民の取組み 12
	【講師】 宇治 勝 様 一般社団法人 日本航空宇宙工業会 技術部 部長(宇宙担当)
Special Session	特別セッション 20
Workshop 02	宇宙利用推進と地理空間情報の活用 24
	【講師】 柴崎 亮介 様 東京大学 空間情報科学研究センター 教授
Panel Discussion	リモートセンシングから見る日本の宇宙利用の展望 32
	【パネリスト】 岩崎 晃 様 東京大学 大学院工学系研究科 教授 高山 久信 様 一般財団法人 宇宙システム開発利用推進機構 戦略企画室長 兼 宇宙産業本部副本部長・宇宙ビジネスコーディネーター 向井田 明 様 一般財団法人 リモート・センシング技術センター ソリューション事業部 部長 【コーディネーター】 細谷 周平 宇宙開発フォーラム実行委員会 代表
Poster Session	ポスターセッション 44
来場者アンケート結果	52
SDFメンバー一覧	54
団体概要	55

「宇宙開発フォーラム2016報告書」作成にあたり

「宇宙開発フォーラム」は、幅広い視野から宇宙開発の現状とその課題を見つめ、将来の宇宙開発について考えていく場を提供することを目的としているイベントです。

本年度は「人から人へ 想いを宇宙(そら)へ」をキャッチフレーズに、9月17日(土)・9月18日(日)の2日間にわたり、東京大学 武田先端知ビル 武田ホールにて開催いたしました。

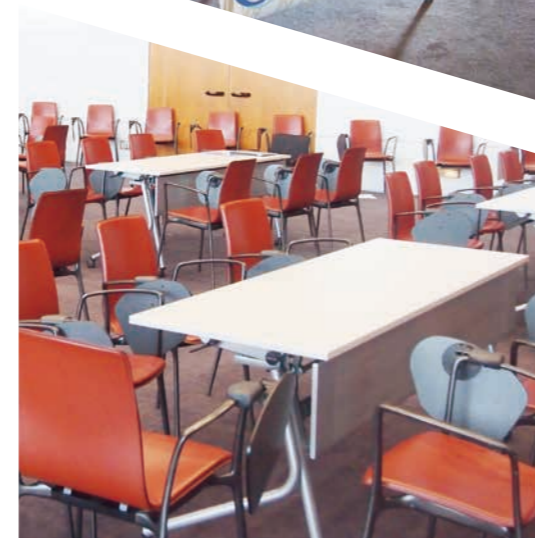
本フォーラムでは、セミナー・ワークショップ・パネルディスカッションといったプログラムを実施したほか、特別セッション・ポスターセッション・レセプションなど、フォーラムに参加された方同士の交流を目的としたプログラムもあわせて行いました。

本報告書は「宇宙開発フォーラム2016」で行われたプログラムの内容や参加者の皆さまからいただいたアンケートの結果を掲載しております。

最後に、本フォーラム開催および報告書作成にご協力いただいた皆さまに厚く御礼申し上げます。

なお、本報告書の作成を含む宇宙開発フォーラム実行委員会(SDF)の活動はSDFが独自に行っているものであり、特定の外部組織の意向が反映されたものではありません。

本書の一部または全部の複写・転載を禁ず
2016年 11月 発行



代表挨拶

「人から人へ ^{そら} 想いを宇宙へ」

宇宙開発フォーラム実行委員会(SDF) 2016年度 代表
千葉大学 理学部 3年 細谷 周平

本年度も多くの皆さまのご協力の下、宇宙開発フォーラム2016を盛況のうちに終えることができました。ご支援いただきました多くの団体・企業様、そして参加者の皆さまに厚く御礼申し上げます。

本フォーラムでは、「利用という観点から宇宙開発の成果をいかに社会に還元するか」というテーマを設定しました。そして、「学生ならではの視点から宇宙開発の課題を考察し、その未来について議論する」という理念はそのままに、さまざまな立場の方による自由な議論や交流を目指した新プログラムの採用など、既存の枠組みにとらわれない新たな挑戦をすることができたと考えております。

1日目には、火星探査の今後を扱ったセミナー、宇宙産業における国と民間の関わり方について考察したワークショップにより、学術や技術開発といった視点から宇宙開発について考える機会を提供しました。2日目には、1日目のプログラムを受け、まず新プログラムである特別セッションにて、今後の日本の宇宙開発のあり方について考えていただきました。その後、本フォーラムのメインテーマである「利用」に軸を移し、ワークショップでは宇宙開発利用に関する具体的方策について参加者の皆さまに議論していただきました。最後のパネルディスカッションでは、両日のプログラムで得られた知見を踏まえて、専門家の皆さまによる議論により、本フォーラムのテーマについてさらに高い見識を得ていただいたのではないかと思います。

本フォーラムが参加者の皆さまに有意義な時間を提供し、本報告書を含め宇宙開発の未来をつくるための一助となればこれ以上の喜びはありません。今後とも宇宙開発フォーラム実行委員会をよろしくお願いいたします。

平成28年 11月吉日



なり、国際宇宙ステーション（ISS）への参加国を中心に国際宇宙探査協働グループ（ISECG）がつけられ、議論が進められています。ISECGでは、まず地球近傍で有人・無人探査を行うことが構想されています。具体的には、現在運用中のISSを利用して、将来火星有人探査を行うために必要な技術実証のミッションを行うことが計画されています。

次に、火星探査を行う意義について、一般的意義および日本としての意義という二つの側面からお話しします。一般的意義として、ま

火星探査を行う意義

そうした国際的な枠組みの中で火星有人探査が計画されている一方で、中国やインドといった新興国も火星探査に乗り出している。これらの国々は、ISECGのような国際的な枠組みにとられない独自の開発を進めており、中国による月への無人探査機着陸や、インドによる火星への無人探査機の周回飛行などは既に行われています。今後においても、中国は火星周回機とローバーを併せて打ち上げるとい非常に挑戦的な試みを発表しており、また、インドも2回目の火星周回飛行を計画していることに加え、それを支える大型ロケットの開発も行っています。このように、新興国においても火星探査に対する意識は高まっています。

ず一つは知の拡大があげられます。未知の部分が多い火星を探索するため、人類は火星を目指すべきだという根源的な考え方があります。もう一つは、生存圏・活動領域の拡大です。過去に大航海時代がそうであったように、人類が未知の世界へ足を踏み入れてその活動圏を広げてゆくことは、生命の持つ根源的な特性といえるでしょう。そして、人類の生存圏・活動領域を宇宙に拡大していくにあたっては、地球上とは異なった環境を探索する必要があります。日本が国際的な火星有人探査に参加する意義として三つあげられます。一つ目は、科学技術立国としての国際的な地位の維持です。2030年以降の火星有人探査において重要な役割を担うことで、これまでISS計画で培ってきた自国の国際的プレゼンスの維持・向上を図るということです。二つ目は、地政学的、つまり安全保障につながる観点からも、日本は火星有人探査に主要参加国として関わるべきであるという考えです。

日本が火星探査を行う意義について参加者からの意見

本企画では、日本が火星探査を行う意義について、参加者の皆さま同士で意見を交換する時間を設けました。ここでは、その際出た意見を二つご紹介します。

- 国際的な火星有人探査には参加するべきだと考えています。将来、国家間で宇宙における資源競争が起こるでしょう。日本が宇宙資源競争において有利な立場を獲得するためにも、国際的な火星探査に参加することは推進されるべきだと考えます。
- 資金面を考慮すると、日本が国際的な火星有人探査に参加する必要はないと考えます。ただ、日本が火星有人探査に参加する国々に技術力で劣ってしまうリスクを考慮した上で参加するのであれば、十分に意義があるのではないのでしょうか。

日本の火星探査の展望



近年宇宙先進国の間では、火星有人探査を目指す流れがあります。火星有人探査においては、資金的に国際協力が不可欠となります。2017年に日本で開催される国際宇宙探査フォーラム(ISEF)までに、国際火星探査での日本の立場を明確にする必要があります。本企画では、特に学生の皆さまに火星有人・無人探査(本文中は、「火星探査」とする。)について知っていただくことで、日本の火星探査に関わることを将来の選択肢の一つとして考えていただければと思います。日本が火星探査を行う意義や今後行っていくべきことについて紹介しました。

◆ 講師紹介

藤田 和央 様

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
研究開発部門 第二研究ユニット 研究領域リーダー

1995年3月、東京大学 工学系研究科 航空宇宙工学博士課程 修了(博士・工学)。同4月より日本学術振興会 特別研究員。同10月より文部省 宇宙科学研究所 助手。2003年10月より独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 主任研究員。2004年10月より東京大学 大学院新領域創成科学研究科 准教授(客員)。2008年10月より独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 主幹研究員。2012年4月より静岡大学 客員教授。2013年4月より東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授(客員)。



世界の火星探査

火星探査は、月面探査など他の宇宙探査と同様に、冷戦下におけるロシア(旧ソ連)とアメリカの競争によって黎明期を迎えました。現在では各国で火星有人探査に向けた研究が進められており、特にアメリカは、2030年以降の火星に人を送って基地をつくり永続的な環境を整えることを構想しています。しかし、火星有人探査をアメリカ単独で行うことは、技術的には可能だとしても、資金的には大変難しいと考えられます。それは、東西陣営の対立下において安全保障や国威発揚といった側面のみを重視した宇宙開発を行える、もしくは行わなければならない時代は終わり、現在の宇宙開発では産業振興などその他の側面にも十分に注視して予算を分配する必要があるためです。

そこで、火星有人探査の一つの国だけではなく国際的な枠組みの中で行うことが目指されるように

近年の新興国の宇宙探査分野における成果からもわかるように、宇宙探査は急速に新しい競争の場となつていきます。宇宙条約などの規定により月その他の天体を含む宇宙空間の領有は認められていません。しかし利用は規制されておらず、各国の宇宙探査の結果として実質的な先占につながる排他的な利用が行われる可能性もあります。そこで、グローバル・コミュニケーションとしての宇宙空間のガバナンス・ルールの策定・整備が必要になります。その際は当然、活動実績を有する国の発言力が大きくなることが予想されます。このような背景からも、日本は火星有人探査に加わる必要性が考えられます。そして三つ目に、国民への知の還元によってもたらされる効果があります。「はやぶさ」のように日本が世界初の技術の実証などに成功すれば、日本国民全体が湧き、誇りに思うでしょう。

実績を有しているかというのが第一に問われ、またその技術分野を研究したいという研究者がその国に豊富に存在するかどうかといった観点も、判断基準になると考えられます。このように各分野における技術分担がなされることから、日本はあらかじめどの分野を担当したいかなどを戦略的に決めておき、たとえ二番煎じであってもその技術を獲得することが重要となります。火星無人着陸探査を一度実施すれば、将来の国際協働による火星有人探査において、日本は有人技術以外の技術分野においてほぼ全て実績を有したことになります、どの技術分野でも分担する権利を得ることになります。それにより各国の技術分担の議論の際に交渉の余地が生じ、火星有人探査において日本が有利な立場に立つことができます。火星無人着陸探査の実績がなければ、火星までの輸送系や、今後月で技術獲得すると想定されている着陸機といった分野しか担当できず、日本が火星有人探査において参加できる分



日本の火星探査の展望

それでは実際に宇宙航空研究開発機構(JAXA)で現在計画されていることについてお話しします。JAXAは、基本的にはISECGの火星探査に関するプログラムに賛同しつつ、月圏と火星圏のミッションの二つを考えています。月圏については、

Smart Lander for Investigating Moon(SLIM)という、小型探査機による高精度月面着陸の技術実

野は狭くなってしまっています。そして、日本はこれまで重力天体へ探査機を着陸させた実績がなく、火星有人探査に関わるために必要な信頼を十分に得ることができていないというのが現状です。また、月着陸探査における実績のみでも不十分です。なぜなら、月と火星は重力、大気の有無、そして表面の環境などが本質的に異なるため、月で使える技術を展開させれば火星で使えるというものではなく、技術開発の初期段階から火星を想定した研究を行わなければならないからです。そのため、日本が将来の火星有人探査に主要参加国として関わるためには、火星無人着陸探査による技術獲得が不可欠であると考えます。

日本の火星探査へ向けた課題

ここまで日本の火星探査の展望についてお話ししてきましたが、最後に、そうした動きのなかで直面する日本の火星探査へ向けた課

証のミッションが提案されています。その後、SLIMに続く中規模な月探査や月近傍の国際ミッションに協力することで、少しずつ国際的な火星有人探査へ参加するために必要な技術を獲得していきます。火星圏については、Martian Moons Explorer(MMX)という、世界で初めて火星の衛星に着陸し火星圏からサンプルを採取するミッションが構想されています。MMXでは現在日本が持っているサンプルリターンなどの技術を最大限発展させることが目指されています。

しかし、今後日本がISECGによる国際的な火星有人探査に主要参加国として関わるためには、重力天体への探査機着陸と表面探査を成功させ、世界から実績を認められていなければなりません。国際協働による火星有人探査では、ローバーや着陸機、推進系などさまざまな分野において各国の技術分担が行われます。各国がそれぞれ自国の担当する分野を検討する際には、その国がその技術の

題について、現状を踏まえながらお話ししていきたいと思えます。



第一に、宇宙科学・探査分野での厳しい予算制約です。科学ミッションは、一つにつき予算が約300億円である中型ミッションと、予算が150億円である小型ミッション、そして小規模ミッションから構成されています。中型ミッションは、概ね10年間に3回、小型ミッションは、概ね10年間に5回実施されます。逆に、中型ミッションにおいては10年間でおよそ900億円、小型ミッションにおいては10年間でおよそ750億円、といったように、現在の日本の宇宙科学・探査分野はある程度予算の組み方が決まっているのです。もし火星無人探査を提案する場合、中型ミッションとしての採用を目指すことになる予想されますが、中型ミッションには既に天文観測や他の探査も含めて多数の候補が提案されています。そのため、宇宙科学・探査に関するミッション間における予算獲得に向けた熾烈な争いの中で、残り少ない予算の枠に火星無人探査プロジェクトを滑り込ませな

ればならないことが課題としてあげられます。その解決策として近年検討されているのが、探査機を小型低コスト化して、より機会が多い小型ミッションとして実施することです。

第二に、周辺環境の変化です。「はやぶさ」のように、世界初の工学技術を実現しようとエンジンが牽引していた過去もありましたが求められています。しかし、日本において火星探査の実績がないということも原因となり、「こういう探査ミッションをやりたい！」という理学側の要望が弱い、言い換えると、多くの提案の中から競争の結果として質の高い科学観測計画が選択されるといふプロセスが十分機能していないように思われます。そうした現状を踏まえ、理学研究者の人材不足が課題としてあげられます。今後日本でも、惑星探査に携わる若い理学研究者やそれを目指す学生の育成が進み、彼らに自国の火星探

査を牽引してもらいたいと考えます。



第三に、日本の大学機関と

JAXAなどの研究機関との連携が期待通りに進んでいないという点があげられます。火星探査につながる理学研究に関して、JAXAだけでは人員が不足しているため、大学機関と連携をとることが望ましいと考えられます。しかし、研究機関と大学機関では研究期間の取り方が違うために研究の時間軸が合わず、共同研究で期待する成果を期待する期限までに獲得するのが難しいという現状があります。理学的成果を重視した火星無人探査を計画するには、こうした研究体制の見直しも必要ではないでしょうか。JAXAなどの研究機関には実務に直結したものを開発する必要があるのに対し、大学機関ではより遠くのゴールや高い成果を目指して中長期的な研究を行う傾向が高いようです。研究を指揮するプロジェクトマネージャーには、両者の長所をうまく組み合わせて連携を図り、効率的に実用化に向けた研究を行うことが求められます。

おわりに

今後、日本は国際協働による火星有人探査に向け、火星無人着陸探査によって獲得できる技術はもちろん、評価の高い「はやぶさ」のイオンエンジンによる航行技術、またISS計画で培った高精度ランデブー技術に加え、

SLIMによる微小重力天体への着陸技術などを将来的に売り込んでいくことになる予想されます。惑星探査は、理学研究者や工学研究者だけではなく、政治や経済など、さまざまな立場の人が協力しないと実現できません。行政のバックアップや国民のご理解とご支援も求められます。より多くの皆さまにご興味を持っていただき、プロジェクト実現に向けて是非ご協力いただければと考えています。



表1 各プロジェクトの説明

①空中発射システムの研究プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 航空機からロケットを発射し超小型衛星を打ち上げるシステム 打上げの柔軟性や低コスト化が期待 技術が未確立 民が製造し、超小型衛星の打上げ受注の獲得を目指す
②次期地球観測衛星の開発プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 詳細な災害状況把握を目指す 商用データ利用において、他の先進国の市場競争力が高い 技術的には民で扱える 衛星の運用と衛星から得られるデータの販売を民が行い、市場開拓を目指す
③次期大型基幹ロケットの開発プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 他国に頼らない打上げを可能にするためのロケット 年間約20~30機の商用打上げ市場が見込まれる 他国と同程度の市場競争力が期待される 技術力を持つ民間企業が存在する 民が製造し、衛星打上げ受注獲得を目指す

三つのプロジェクト(表1参照)の中から、事業移管に適するものを選択していただきました。具体的には、事業移管に適しているプロジェクトとはどのようなものかという観点を考え列挙していただいた上で、それぞれの観点とプロジェクトを照らし合わせ、一つの観点を満たしているか評価することで、移管に適したプロジェクトを一つ選定していただきました。

結果・分析

第1フェーズでは、全8班とも②次期地球観測衛星の開発プロジェクトを選択しました。この選択に至るまでの各班の観点(表2参照)を振り返ると、各班が重視していたのは主に「市場」に関する観点と「技術」に関する観点です。市場に関する観点では、そのプロジェクトにはそもそも市場が存在しているのか、需要があるのか、その市場の将来性、高い成長率が見込めるのかといった点が重視されていました。また、きよみず国の製品が市場での競争力や優位性を持つか、参入障壁の大小はどうかといった観点をあげた班もありましたが、市場の存在や将来性をあげた班よりは少ないという結果になりました。一方、技術に関する観点では、製造や運用ノウハウを持ち移管先となりうる企業が存在するか、技術が企業にとって高度過ぎないか、民に製造や運用を独自に行えるだけの技術があるかなどの観点があげられました。

表2 各班の観点

	市場	技術
1班	<ul style="list-style-type: none"> 需要はあるのか 儲かるのか 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的なハードルはあるか
2班	<ul style="list-style-type: none"> 市場の安定性があるか 市場の発展性があるか 	<ul style="list-style-type: none"> コストは高いか 技術はあるか
3班	<ul style="list-style-type: none"> 市場の成功率は高いか 	<ul style="list-style-type: none"> ノウハウがあるか 成功の見込みがあるか
4班	<ul style="list-style-type: none"> 市場の安定性があるか 市場規模は大きい 	<ul style="list-style-type: none"> 国の実績があるか 民間の技術力があるか
5班	<ul style="list-style-type: none"> 民間が利益確保できるか 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的な実現可能性はあるか
6班	<ul style="list-style-type: none"> 市場規模は大きい 優位性は高いか 	<ul style="list-style-type: none"> 実現性は高いか
7班	<ul style="list-style-type: none"> 価格競争力はあるか 産業のすそ野は広い 投資リスクは低い 	<ul style="list-style-type: none"> 国の歴史的な信頼性はあるか
8班	<ul style="list-style-type: none"> 今後の成長性は大きい 世界で勝てるか 	<ul style="list-style-type: none"> 技術が確立しているか 移管可能な企業はあるか

宇宙事業産業化に向けた官民の取組み

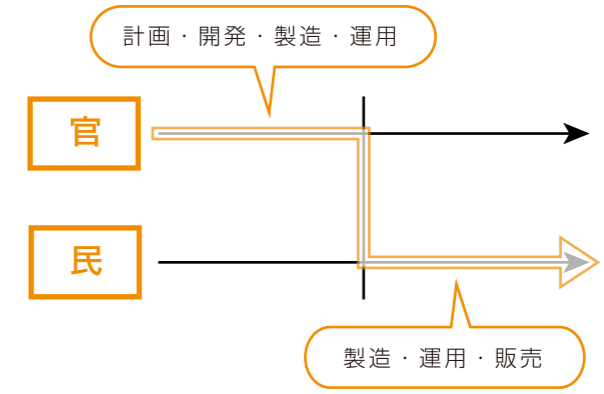


一般に宇宙開発事業は、産業育成などの観点から、官主導の高度な研究開発により技術を確立させた後に事業化されます。そして、民間が事業を引き継ぎ、国際競争力強化に向けたコスト削減や品質向上など、産業化に向けた努力が重ねられます。また、更なる国際競争力向上のためには、市場を見据えた計画の策定が重視されます。本企画では、宇宙事業の商業化・産業化を見据えた上での民間移管に関わる計画のあり方について、参加者の皆さまに議論していただきました。

はじめに

本ワークショップ(以下、WSとする)では、宇宙開発において中心となる二つの主体「官」と「民」を取り上げ、そしてそれらをつなぐ取組みの一つとして「事業移管」をテーマとして扱いました。

事業移管は、図1に示すように、事業の計画・開発を官主導で行い官が製造・運用をある程度行い事業として成立させたあと、民間企業が事業を引き継ぎ製造・運用・販売を担っていく一連の流れで行われます。事業移管は、官の事業のうち民ができることは民に任せ、限られた宇宙関係予算の中で官がより先進的な研究に注力できるようにすることや、民が事業を行うことによって産業競争力を強化することを目指し行われます。本WSでは、この事業移管をゲームとして二つのフェーズにモデル化し、移管する事業の選定から移管後に競争力をどのようにつけていくかといった議論をしていただきました。第1フェーズでは



「官」の立場から、第2フェーズでは「民」の立場から、参加者の皆さまに宇宙事業の商業化を進めるための「事業移管」を考えていただくゲームを作成しました。

図1 事業移管の流れ

第1フェーズ ケース説明

第1フェーズでは、参加者の皆さまに仮想国きよみず国の宇宙庁官民連携事業計画部のメンバー、つまり官の立場の下、官の事業のスリム化や産業競争力向上を目的として、官主導で進められている

あげられた観点を大別すると、移管の際に重視すべき観点は「市場の存在」と「技術の陳腐化」という二つにまとめられます。官は事業移管後、民が独自で事業を継続していくことを望みます。事業を継続するためには、収益をあげることができる市場が存在することと、技術が陳腐化しており、事業継続ができる技術的ノウハウを民が持っていることを考慮しなければなりません。表2(13ページ)に示す通り、参加者の皆さまにはこれらの重要な二つの観点を理解していただくことができました。

第1フェーズにおいて、多くの班では市場の成長性が重視され、地球観測衛星が事業移管に適したプロジェクトとして選ばれました。しかし、本WS上のプロジェクト説明では、地球観測衛星は自ら市場開拓を行う必要があり、民が事業を継続できる可能性はあまり高くないことが読み取れます。一方、大型基幹ロケットは他国とほぼ対等な市場競争力が見込め、民間が技術開拓を行うことが可能



であると考えられていました。もちろん、将来の産業育成のために市場開拓を進めることは重要です。しかし事業移管の際にはそれだけではなく、市場獲得の確実性、民による事業の継続性を加味することも重要ではないでしょうか。

第2フェーズ ケース説明

第2フェーズは、実際に事業移管が行われたH-IIAロケットをモデルとし、第1フェーズとは逆に民の立場で事業移管を考えるゲームを行いました。参加者の皆さまには、官から基幹ロケット事業を移管されたSDF社の社員の立場で、ペイロード(搭載可能な衛星重量)の変更・値下げ額・サービスの三つのパラメータを変化させ、年間4機以上の基幹ロケットの打上げ受注獲得を目指していただきました。ここでは、民が行うことのできる製品の性能変更・値下げ・販売のためのサービス戦略を三つのパラメータとしてゲームに落とし込んでいます。官が性能や価格を定めたロケットが移管されたという設定のため、ゲームの市場ニーズに完全には合わないロケットをどのように売っていくか、参加者の皆さまは頭を悩ませていました。

結果・分析

結果として、最終的にはどの班も目標受注数を達成できませんでした。この原因は、ゲームの設定資料に書かれた官と民のスタンスの違いであると考えられます。宇宙開発において、官は国にとっての必要性や利益を重視し事業を行います。例として技術検証や科学探査を目的とした「はやぶさ」のプロジェクトや、外交関係のための国際宇宙ステーション(ISS)などがあげられます。一方、民は収益拡大を目的とし事業を行います。具体的には、通信衛星のシェア拡大を目指した国際競争力向上のための開発があげられます。官の立場では、税金を使用し政策的に重要な宇宙事業を行うため、高い成功率が求められます。したがって、事業移管に際しては市場で競争していくことへの意識が不可欠であるものの、官の立場からは信頼性を犠牲にしてまで市場の変化に対応するための性能変更のリスクをとることは難しいと考えられます。このため、設定資

料にあったように、官が市場変化に対応することが難しかったということが起きてしまったのです。一方、民は収益をあげることが目的としています。そのため、市場のニーズや競争に非常に敏感で、利益をあげるためにはコストダウンや改良といった変化のリスクを取らざるを得ないという状況になっています。また、本WS終了後に実施したアンケートで、「事業移管で官と民はそれぞれどのような方向性を目指すと思いますか」という問いに対して、官が「目指す方向性としては、「信頼性」や「国内産業基盤維持」などがあげられ、民が目指す方向性としては、「収益の確保」や「市場の開拓」などがあげられました。

終わりに

第2フェーズでの受注獲得の失敗、また官と民のスタンスの違いを踏まえて、宇宙事業の商業化を目指すためには、官と民が計画・開発段階から協力して事業

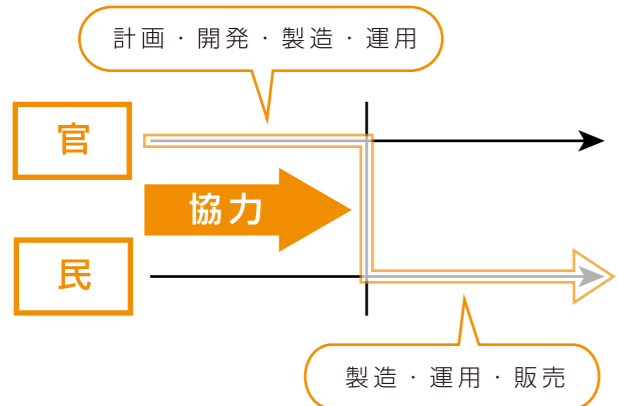


図2 事業移管の理想の流れ

を進め、事業として安定した後には民だけで事業を引き継いでいくという移管のあり方が理想だと考えます(図2)。またアンケートでは、開発当初から市場を意識して開発ができる、官と民が協力することで国益も考慮しつつ営業利益を追求できるといった、この理想のメリットがあげられていたことから、参加者の皆さまに理想像への理解を示していただけたいと考えます。

この理想像の開発体制に非常に近いのは、新型基幹ロケットH3ではないでしょうか。H3は開発当初から官民が協力し、開発途中の市場変化にも柔軟に対応していることとする姿勢で取組みを進めています。しかし、近年低価格な競合の出現など状況が目まぐるしく変化しているため、将来の競争への見通しはまだまだ不明瞭です。そのような中でも、開発体制の面からは、図1(12ページ)に示される官主導の開発の後に民が引き継いでいく体制のH-IIAよりも、図2に示される官と民が当初から協力し開発などを行う体制に近いH3のほうが確実に進歩し、宇宙事業の商業化に向けて着実に進んでいるといえるでしょう。この理想の開発体制にいつそう近づけていくためにも、良い官民の関係性や今後の事業移管のあり方についてさらに議論されていくことを望みます。





ここで昨今の世界情勢から宇宙利用のあり方を見直すことで、日本でも安全保障面での適切かつ積極的な衛星の運用を行うと同時に、国内需要の増加にも寄与することが望ましいという考えもあります。

講師講演 宇治 勝 様



一般社団法人 日本航空宇宙工業会 技術部 部長 (宇宙担当)

日本の宇宙機器産業の現状

まず、日本の宇宙産業の規模についてお話ししたいと思います。日本の宇宙機器とその関連産業の総売上は2014年では年間8.2兆円となっています。その内訳を以下にご説明します。宇宙機器産業(衛星・ロケット・地上施設など)が3554億円、宇宙利用サービス産業(衛星通信・放送などの宇宙インフラを利用するサービス)は約8000億円、宇宙関連民生機器産業(カーナビ・衛星携帯電話端末など)は約1.6兆円、そしてユーザー産業群(サービス産業からのサービスと民生機器を購入・利用する事業)は約5.5兆円となっています。

次にここであげた中から、宇宙機器産業の3554億円という数字に焦点を当てて話を進めたいと思います。宇宙機器産業の売上額を日本と欧米とで比較してみましよう。2014年には、欧州の宇宙機器産業の売上は約1兆円、アメリカでは約5兆円となっ

ています。この数字だけを見て、日本に比べてアメリカや欧州の宇宙機器産業が桁違いに大規模であることがわかると思います。

また参考に日本の宇宙機器産業の売上推移を述べたいと思います。上で述べた通り現在の総売上は3554億円ですが、1990年代後半から2000年代初頭までの5年程度は4000億円に届く勢いが続いています。これは当時ITバブルの真っ只中であり、世界中で通信衛星などインフラへの投資が盛んだったことが大きな要因であったと考えられます。その後、2004年に一旦2000億円ほどに落ち込んでしまいましたが、2008年に定められた宇宙基本法の影響もあり、現在まで10年ほどかけて徐々に回復してきました。

日本の宇宙産業の課題

上で述べたように、日本の宇宙機器産業は欧米と比べて小規模なものとなっています。そしてこれ

には二つの原因があげられます。一つ目は、産業の競争力が乏しいことです。日本国内で運用されている商用の通信・放送衛星のほとんどがBoeing社・Lockheed Martin社・Space Systems/Loral社製などのアメリカ製であるという現状は象徴的です。それらの衛星は低価格であるのに加えて豊富な実績を持つため、通信・放送事業者が信頼して衛星を調達できるというのが競争力につながっています。もちろん日本にも、三菱電機株式会社などの企業はありますが、それらの製造する衛星が運用されているケースは非常に稀となってしまうのです。

二つ目は、宇宙機器の国内需要が低いことです。衛星を保有する多くの国々では、1957年以降に打ち上げてきた全衛星のうち、一定の割合を軍事情報用の衛星(偵察・軍事通信衛星)が占めているという現状があります。例えば、ロシアは約70%、アメリカは約50%となっています。一方で日本は数字上0%となっています。そ

日本のロケット事業の商業化・民間移管

本WSのテーマである、日本の基幹ロケットの商業化・民間移管についてお話しします。1990年7月にさまざまな民間企業からの出資によって、H-II、H-IIAロケットを使用して打上げサービスを行う株式会社ロケットシステムが設立されました。それから6年後には、アメリカのHughes社(現Boeing社)から20機、Space Systems/Loral社から10機の衛星打上げ契約を受注しました。順調に受注を獲得し事業は軌道に乗るかと思われたのですが、1998年と1999年にH-IIロケットの打上げが連続して失敗したことにより、これらの商業打上げの契約はキャンセルされてしまいました。

2001年には低価格化が図られたH-IIAロケット1号機の打上げが成功しましたが、その後商業打上げの新規受注は容易には獲得できませんでした。そのような敵

しい状況を受けて2006年に株式会社ロケットシステム社は解散し、この基幹ロケットの打上げサービスは三菱重工株式会社に引き継がれることとなりました。その後の三菱重工株式会社はGCOM-W1「しずく」に相乗りする形で韓国の衛星KOMPSAT-3の打上げを行い、2015年にはカナダの商業衛星TelesatTVを打ち上げ、その後新たに2機の受注を獲得したというのが現状となっています。



そして現在、2020年以降の打上げに向けて次期基幹ロケットH3の開発が進められています。これまでの反省を踏まえて、開発段階から商業打上げの受注を見据えた開発体制が生まれ、価格競争力強化はもとより市場のニーズに可能な限り対応できるよう必死の努力がなされている最中となっています。

アメリカのロケット事業

一方アメリカでは、ベンチャー企業によるロケット開発が近年盛んに行われています。ここでは、その代表格であるSpaceX社について設立時までさかのぼって見ていきたいと思います。SpaceX社の設立は今から14年前の2002年です。2003年から2004年には、即応型宇宙システム(ORS)構想の一環として、米国



の研究機関DARPA(国防高等研究計画局)が低価格・即応の小型衛星打上げを目指したFALCON(Force Application and Launch from Continental United States)計画により、8億12億円の契約を獲得しロケット開発を進めました。この計画では他に、AirLaunch LLC社・Lockheed Martin社・Microcosm社が契約を獲得しました。その後2006年の3月、2007年の3月、2008年の8月と初号機から連続して3回の打上げ失敗が続きましたが、2008年9月に4号機目で初めてFalcon1の打上げに成功しました。実はSpaceX社のCEOイーロン・マスク氏は、この時点までに100億円以上の自己資金を投入したといわれています。2008年の12月には、商業的にISSに物資を補給するということを目的としたCOTS(Commercial Orbital Transportation Services)計画により、米航空宇宙局(NASA)と計12回の

ISSへの物資補給で約1600億円という内容の契約を交わし、Falcon9とDragon宇宙船の開発を順調に進め、2010年6月にはFalcon9初号機の打上げが成功しました。現在でもFalcon9の開発は継続中ですが、たいへん興味深い点は、この契約を交わした時点ではまだFalcon9初号機の成功も果たしていない開発段階であったということです。

さらに、民間企業の有人宇宙船によるISSへの人員輸送を目指すCDEV(Commercial Crew Development)計画のもと、現在はISSに物資補給をしているDragon宇宙船を有人輸送可能にする技術開発に、2011年4月には約75億円、2012年8月には約45億円、また最低1回宇宙飛行士を安全にISSに送り込むという計画には約2600億円で、契約を交わしてきました。

以上で見たように、SpaceX社のようなベンチャー企業がロケット事業を軌道に乗せることについては創業者の自己資金投資が重要

であることは容易に想像できるかと思えます。その上でさらに、

FALCON計画やCOTS・CDEV計画の例をあげたことからわかるように、NASAのようないわゆる官の立場から、民間企業の技術開発を上手に誘導しつつ必要な手段を自国内で確保することを目指した、段階的かつ戦略的な計画を打ち出すことが必要なのです。

またよく知られているように、SpaceX社は一度打上げに使われた第一段ロケットを垂直着陸機能により回収し、再燃焼するという試験を行いました。一方、同様にアメリカのベンチャー企業であるBlue Origin社もロケットの再使用試験を盛んに行っています。こちらは高度約100kmまで上昇したのち降下・着陸し、そのロケットを再度打ち上げることに成功しています。Blue Origin社のNew Shepardというロケットは、同じ機体で2015年11月と2016年1月、4月にも飛行し2016

年の6月には、3回目の再使用による4回目の飛行成功を遂げたのです。

いずれのロケットも目指しているのは価格競争力の強化という点で、このようにロケットの再使用が行われると打上げ費用が、予想では現在の水準から約30%も下がるといわれています。ベンチャー企業の性格でもある開発の素早さや高い柔軟性を売りとするロケットがプレゼンスを高める中で、HIIAはもろろんのこと、現在開発段階であるH3にとって将来的に大きな脅威となる可能性が極めて高いのです。

まとめ

我が国日本の宇宙機器産業の総売上げ・従業員数は近年共に微増傾向にあります。しかし、この売上げの多くは未だ官需に依存しているのが現状です。そのため今後日本の宇宙産業を維持し発展を加速させるためには、民需の拡大、そして国際競争力の強化に伴う輸

出の拡大を目指す必要があると考えられます。

また、SpaceX社の目覚ましい発展に見られたように、官による適切な誘導(FALCON計画やCOTS・CDEV計画など)は今後の宇宙産業においてさらに重要性を増すことでしょう。このことを認識し、日本においても官と民が協力し宇宙産業を活性化させる戦略的な方策を考えていく必要があるのです。



企画概要

本企画は、主に三つのラウンドとそれを受けての参加者へ向けた一つの問いかけにより構成しました。それぞれのラウンドでは、あるテーマについて議論をしていたら、ラウンドごとに班員の入替えを行ったことで、より多くの方と意見交換をしていただきました。また、自由に書き込みをしていただく模造紙を用意し、議論の内容を可視化することで班員の入替えの際の共有に役立てていただきました。

まず第1ラウンドでは、第2・3ラウンドでの議論を活性化するための準備という目的も兼ねて「みなさんが思う、宇宙開発の役割とは」というテーマについて話し合っていました。

次に第2ラウンドでは、班の約半数の方に別の班へ移動していただき、班員の入替えを行いました。その後、第1ラウンドでどういった議論が行われたのかについて班の中で共有する時間を設け、



それを踏まえて「今後日本の宇宙開発はどうあるべきか」というテーマについて話し合っていました。

第3ラウンドでは、参加者の皆さまには第1ラウンドの班に戻っていただき、第2ラウンドと同様、前の班での話し合いの内容を共有した後、再度「今後日本の宇宙開発はどうあるべきか」というテーマについて話し合っていました。

最後に、参加者の皆さまに「今後日本の宇宙開発は何を重要視していくべきか」という問いかけを行い、これまでの議論を踏まえての参加者一人ひとりの意見をふせんに記入していただきました。

会場の様子

当日は、一班4人で計8班をつくり、それぞれの班で学生と社会人を交えて議論を行っていただきました。また、その後の議論の参考とすることを目的に、第1ラウンドで用いた模造紙をテーブル脇のついたてに貼っていただきました。

実際の話し合いでは、第1ラウンドのはじめから学生・社会人双方より、さまざまな意見が寄せられ自由に意見交換をしている様子が見られました。続く第2・3ラウンドでは、席を立ち他班のものも含めて第1ラウンドの結果である模造紙をご覧になり話し合いの参考にしていく方が多く、第1ラウンドの議論がその後の議論の



活性化を促していたように感じられました。また、それぞれの意見に対して質問をしあったり、意見と意見をつなぎ合わせたりするなど、ラウンドを重ねるごとに参加者が主体的にテーマについて議論を深めていく姿が多く見受けられました。

Special Session 特別セッション



はじめに

宇宙開発により得られた成果を社会に還元することが求められる今、宇宙開発に対するさらなる国民からの理解を得ることが必要となってきています。しかしながら、さまざまな役割が求められる現在の宇宙開発において、今後日本は何を重視し、どう進んでいくべきなのか。これらについて私たちが主体的な議論を交わす場は少ないのではないのでしょうか。

宇宙開発フォーラムにおける新たな取組みとして、今年度の「特別セッション」ではセミナーやワークショッププログラムとは異なり、日本の宇宙開発の意義や今後あるべき姿といったテーマについて、自由な議論を通じて参加者の皆さまに考察していただく場を提供することを目的として企画しました。

また、参加者の皆さまが互いに親睦を深めやすい環境をつくり、未来を担う学生や最前線で活躍する社会人などによる分け隔てない



議論を通じて、今年度私たちが重視している「さまざまな立場の方による交流」の促進を目指しました。

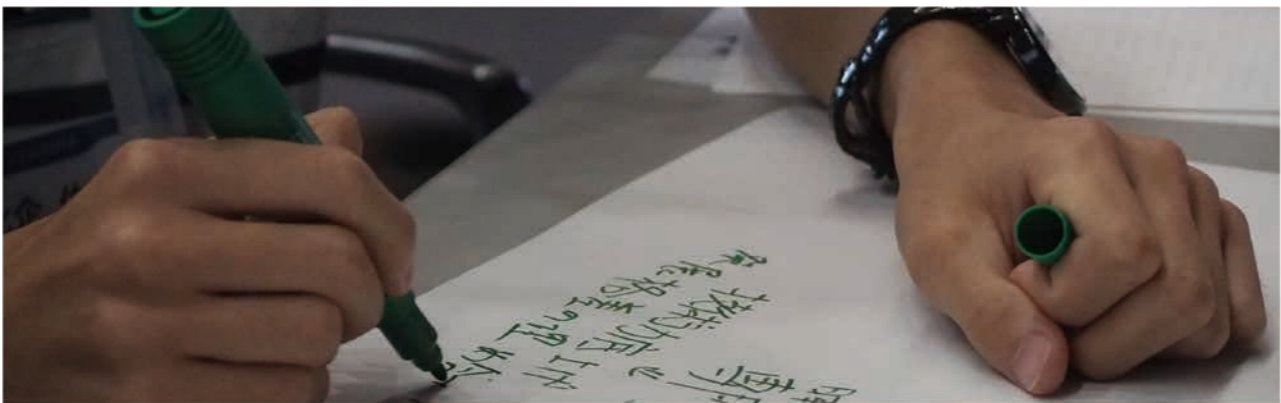
結果

最後に行った「今後日本の宇宙開発は何を重要視していくべきか」という問いかけに対しては、参加者の皆さまからさまざまな意見をいただくことができました。

もっとも多かった意見は「教育」や「国際協力」に関するものでした。これらの意見はそれぞれ独立したのではなく、「国内はもちろん、国際協力の一貫として国外の人材育成も行う」といったような、双方を組み合わせての意見が数多く見受けられました。

具体的には、「次世代の宇宙開発を担う人材育成のために宇宙教育を推進していくべき」、「発展途上国に対し人材育成という分野から国際協力を行うことで日本のプレゼンス向上につなげていくべき」という意見がありました。

● **実際の意見(一部抜粋)**
日本の持つ技術を発展途上国へ輸出し、それにより相手国内で日本への国民感情を向上させること



● 重視すべきは発展途上国への輸出だと思うが、今は人材教育面で他国に遅れている印象があり、日本とのつながりの強い人材を増やす努力をするべきでは

● 日本の大学がアジアの途上国と協同して超小型衛星を開発し、技術輸出や人材育成を行うことで途上国の発展の一助となると同時に日本を売り込むことができる



前述の意見に加え、民間企業の関わり方や宇宙開発に関わる体制、宇宙開発利用の推進、さらには長期的な計画といった視点からの意見もありました。まず、民間企業の関わり方や宇宙開発に関わる組織体制については、「官と民間での役割分担の明確化や、関係性の変化が必要なのでは」という意見がありました。次に、宇宙開発利用の推進に関しては、「宇宙開発分野に携わる人たちだけではなく、他分野の専門家なども交えて宇宙開発について議論するべきでは」との意見がありました。そして、長期的な計画については、「外交や産業における利益を得るためにも長期的な計画が必要である」とのことでした。これらに関しては、日本の独自性が共通のキーワードとしてあげられていました。

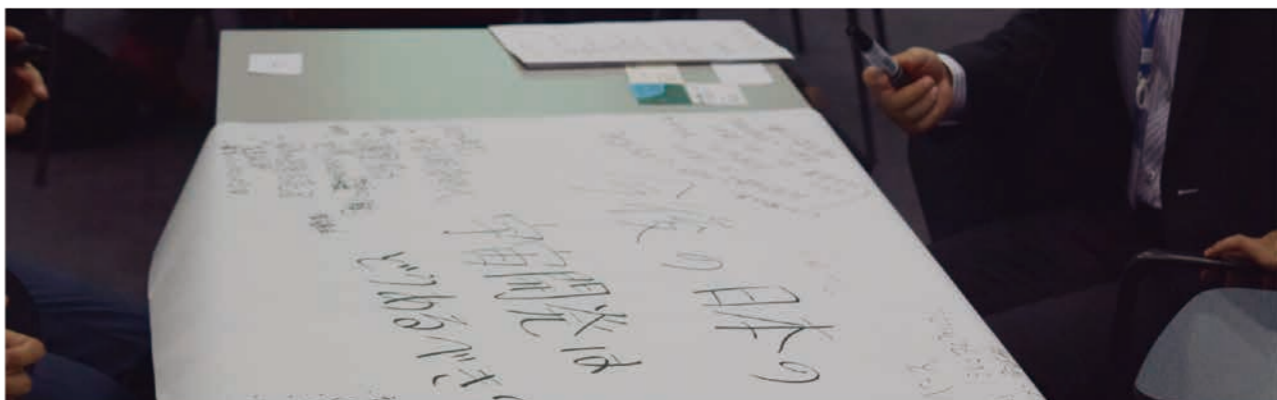
● **実際の意見(一部抜粋)**
宇宙開発にあたり、あらかじめこういった情報を提供するか、ユーザー側の専門家も初めから交えて開発を行うべき

一方、これまでの意見と比較すると、「学術や研究開発に注力をしていくべきである」という意見は多くはありませんでした。しかしながら、これらの意見をあげた皆さまは、「将来必要とされることや民間ではなく国だからこそできることは学術・研究開発ではないか」という意見でした。これらの意見には共通して、「利用という側面が注目をされているが、今のうちに基礎研究をしっかりやっておかなければ、今後、生かすべき技術を得ることができなくなってしまう」という懸念があったように感じられました。

● **実際の意見(一部抜粋)**
今のうちに日本独自の基礎研究をしなければ、将来生かすべき技術を得られない。利用は民間に移管し、国の機関は開発を行うべきでは



以上のように、参加者の皆さまからは多様な意見を得ることができました。学生・社会人を同じ班に配しつつも、どの班でも多くの



おわりに

どの班でも終始議論は盛り上がりを見せており、時間が足りない、もっと話したいという声もあがっていました。本企画終了後には、会場外のホワイエにてポスターセッションプログラムの展示の脇に模造紙を貼り出したことで、プログラムの時間内だけで議論を完結させず、その後の時間も含めて参加者の皆さまの交流につながる事ができました。

さまざまな立場の参加者同士が議論をすることにより、宇宙開発の方向性には多くの可能性があるということをごささまに感じていただけたと考えています。本企画で扱った議題は、宇宙開発を語る上で欠かすことのできないものであるにもかかわらず、普段はなかなか意見が交わされることのないテーマなのではないでしょうか。本企画が、参加者の皆さまに宇宙開発について今一度見つめ直す契機を提供できたのであれば幸いです。

Workshop02

宇宙利用推進と
地理空間情報の活用

宇宙基本計画からも読み取れるように、近年の宇宙開発では宇宙システムの利活用が重要視されてきています。その中心となる衛星リモートセンシングデータと衛星測位情報は、より広い概念である地理空間情報に分類されます。現在、情報通信技術の発達が著しく、今後地理空間情報の利用はさらに加速し、巨大な産業に成長していくと言われています。そこで本企画では、産業創出という観点から、地理空間情報流通推進のための施策を参加者の皆さまに議論していただきました。

企画背景・ねらい

平成28年4月に閣議決定された宇宙基本計画には、「民生分野における宇宙利用の推進」が「我が国宇宙政策の目標」の一つとして掲げられています。これによると、日本の宇宙開発においては、その成果を国民生活の向上に役立てること、また宇宙システムにより得られるデータを用いた新たな産業・サービスを創出することが求められています。「民生分野における宇宙利用の推進」に向けて活用が期待されている宇宙システムに、測位衛星や地球観測衛星があります。これらの衛星は「位置情報とそれに関連する情報からなる情報」と定義されるG空間情報（地理空間情報）と深く関係しています。なぜならば、測位衛星はさまざまな受信機に位置情報を与えるものであり、地球観測衛星により得られる情報はG空間情報に分類されるからです。

G空間情報は、個々の情報を別々に利用するよりも、関連する

情報を組み合わせる利用するほうが課題解決やサービス創出に対してより有用であるという性質を持っていきます。これを踏まえ、本ワークショップ（以下、WSとする）では私たちの生活をより豊かにするために、G空間情報を集約しその利用を促進させることを目指す機関であり、今年度の本格稼働が予定されている「G空間情報センター」に注目しました。そして、G空間情報利用をいかに促進させるかを参加者の皆さまと考えることを目的としました。



本WSでは、次の二つの場合におけるサービス考案の際に、G空間情報に関するデータ（以下、データとする）を用いたサービスを行う事業者（以下、サービス事業者とする）が選択するデータとその提供源を比較するものとしました。

○ G空間情報センターのようなデータを集約する機関を用いる場合。すなわちデータを所有し、販売している企業（以下、データ提供者とする）が各々で異なるデータを所有している場合

● G空間情報センターのようなデータを集約する機関を用いる場合。すなわちデータ提供者が所有しているデータがある機関に集約されていて、その機関がデータを代理販売している場合

具体的な手法としては、次のようなケースでグループワークを行いました。

ケース説明

第1フェーズ

第1フェーズでは、現実の世界をモデル化したデータ売買の商談ゲームを行いました。このフェーズを通して、G空間情報利用の際の、「データが散り散りに存在して利用しにくい」という問題を実感していただくことが目的でした。

ゲームの班は6名で構成され、そのうち3名にはデータ提供者（売り手）、残りの3名にはサービス事業者（買い手）となっていました。データ提供者の3名には、それぞれA社、B社、C社のいずれかの営業部の一員として、自社の販売する数種類のデータの概要とその値段をまとめた資料をもとにデータを販売していただきました。サービス事業者の3名には、それぞれ要望の異なる三つの事業の担当者となっていました。顧客の要望を満足させるサービスのために必要なデータを購入するための商談に臨んでいただきました。顧客とその要望には、次の三つを

設定しました。

- ① 稲畑市
バリアフリー観光ナビ作成
- ② 芽賀根町農業協同組合
牧草地管理システム作成
- ③ 麵屋細家
ラーメン屋商圏分析マップ作成

なお、このフェーズでは、サービス事業者はデータ提供者3社のうち2社としか商談できない設定にしました。これは、現実世界の「サービス事業者は、すべてのデータ提供者・データそのものを把握することはできない」ということを表現しています。

第2フェーズ

第2フェーズでは、参加者全員にサービス事業者となっていたらき、G空間情報センターをモデルとした「地理空間情報ターミナル」がある状況のもと、第1フェーズと同じ予算内で、サービスを考案するために必要なデータの選択と、具体的なサービスの考案をしていただきました。

こちらも班は6名で構成され、1名の方に顧客要望担当、その他5名の方にデータ担当となっていました。顧客要望担当には顧客がどんな目的を持っているか、どんなデータが必要としているかといった要望を調査した資料を用意しました。この要望内容は第1フェーズでサービス事業者が顧客から受けた要望と同じものになっています。データ担当のうち3名には、第1フェーズに出たデータ提供者のデータを、残り2名にはそれ以外のデータ提供者のデータ（以下、その他データとする）についての資料を用意しました。



表 第1フェーズで購入したデータと第2フェーズで購入したデータの比較

※第1フェーズで商談先とならなかった企業の部分に斜線を引いています。

	第1フェーズ			第2フェーズ						
	A社	B社	C社	A社	B社	C社	その他			
1班 麺屋細家	/			時間商圏 データ	地価 データベース	詳細地図 (地方版)	商圏統計 データ			
2班 麺屋細家				歩行者向け 地図データ	時間商圏 データ	詳細地図 (都道府県版)	地価 データベース	都市計画 データベース	商圏統計 データ	
3班 稲畑市 <small>*第1フェーズのみ 予算オーバー</small>				3D都市 データ	道路網マップ (地方版)	詳細地図 (地方版)	歩行者向け 地図データ	3D都市 データ	詳細地図 (都道府県版)	電話番号 データ
4班 麺屋細家				地籍図	道路網マップ (地方版)	国勢調査 (統計バック)	時間商圏 データ	道路網マップ (都道府県版)	詳細地図 (地方版)	駅別乗降者 総数図
5班 麺屋細家				時間商圏 データ	都市計画 データベース	住所特定 データ	時間商圏 データ	国勢調査 (平晴15年)	詳細地図 (地方版)	商業統計 データ
6班 麺屋細家				都市計画 データベース	時間商圏 データ	道路網マップ (地方版)	地籍図	地価 データベース	詳細地図 (地方版)	駅別乗降者 総数図
7班 麺屋細家				国勢調査 (平晴5年&10年)	道路網マップ (地方版)	詳細地図 (地方版)	時間商圏 データ	国勢調査 (平晴15年)		駅別乗降者 総数図
							商業統計 データ			

「平晴」とは、ゲーム上の年号です。

結果・考察

第1・2フェーズの両方で扱った顧客からの要望に対して、第2フェーズでは第1フェーズと比べて、7班全てがより多くのデータ提供者のデータを用いてサービスを考案しました。さらに、第2フェーズでは、7班中5班が3社全てのデータ提供者のデータとその他データを使いサービスを考案しました。27ページの表は、第1・2フェーズの両方で扱った顧客要望に対して購入したデータとその提供者を示したものです。

この結果から、第1フェーズは商談不可能であった企業のデータも、各顧客の要望を満足させるために重要なデータであったことがわかります。そして、より多くの選択肢からのデータ選択が可能であった第2フェーズで考案されたサービスは、第1フェーズでのそれと比較し、顧客の要望を満足させやすいものになったと考えられます。さらに本WSで実施したアンケートの結果、参加者の83%が

「地理空間情報ターミナルが、G空間情報の活用を推進する機関として有効であると感じた」と回答しました。ゲームではデータ数が限られていましたが、現実の世界ではデータは無数に存在しています。そして、サービス創出のためには、複数のデータを組み合わせる必要があります。あるサービスに最適なデータ選択を行うためには、無数に存在するデータのすべてをある程度把握している必要があるでしょう。しかし、無数のデータを把握するために、データを所有しているすべての企業または団体から詳細を確認することは不可能です。これでは、サービス事業者にとってデータは利用したい状況にあり、G空間情報の利用は十分に促進されないのではないのでしょうか。このようなことは、G空間情報センターのような、さまざまなデータを集約する機関があれば解決することが可能であると考えられます。

さらに、アンケートの自由記述欄に、「G空間情報センターは



データを集約するだけでなく、データベースの活用方法や利用サイクルの構築についてもアドバイスできればより良いのでは」という旨の意見が一部の参加者から得られました。

このようにG空間情報センターの役割としては、データを集約するだけではなく、集約されたデータをいかに利用させやすくするかを検討していくことも重要になるのではないのでしょうか。

本WSの最後に、G空間情報センターが今後私たちの生活をどう豊かにしてくれるのか、その展望を柴崎様にご講演いただきま



らは、優良船として高価で買い取るという仕組みや、提出のない船からの買上げは無効というような制度を成立させることが考えられます。こうした制度設計により、水産学者が資源量の想定をすることが可能になり、生態系を壊さずに維持・管理ができるようになると考えます。個々のデータを組み合わせることにより、付加価値が付き1+1が2よりも大きくなるのです。

データビジネスを考えるとときに重要な事は、ほとんどの企業の場合、事業を通じてデータの取得が可能であっても、データを外部に販売すること自体は本業としていないということ。例えば、携帯電話会社は本業の一つとしてGPSによる位置情報を用いたサービスを行っています。仮に取得した個別の位置情報を外部の企業に販売して100億円の利益を見込めるデータ販売ビジネスが可能だとしても、このビジネスに対してプライバシーの侵害を指摘されるようなことがあれば、携帯電話サービスの利用者は減少するでしょう。1兆円規模のビジネスを行う携帯電話事業では、利用者が少し減少しただけで100億円程度の損失があるかもしれません。このままでは100億円程度の利益があっても同額の損をすることになるので、ビジネスとして成立しません。そうした場合には、携帯電話からの位置情報によるプ

ラには、船舶の例があげられます。国際船では特に、自動船舶識別装置(AIS)を用いて、位置・進路・目的地などの船舶情報を常に発信しながら航行する事が義務付けられています。かつては受信アンテナが沿岸部にしかなかったため、沿岸からしか船の位置を測ることができませんでした。しかし、現在は衛星により沿岸から遠く離れた海上でも船の位置を測ることができます。Googleは、AISによるデータを用いて、海産資源の保護のために漁船のデータを管理しています。これを「Global Fishing Watch」といい、船の国籍や種類、何を釣る船なのか、また個別の船の軌跡を辿るなど、航行中に発信されている全てのデータを利用して、どこで網を投げどのように操業しているのかを全て見ることが可能です。これらのデータに漁獲量のデータが加わると、海産資源の保護も大きく進みます。漁獲量データを取得する手段として、漁獲量のデータをきちんとして提出している漁船が



講師講演 柴崎 亮介 様

東京大学 空間情報科学研究センター 教授

宇宙から見る G空間データ

2016年11月に本格稼働を予定しているG空間情報センター設立の背景の一つに、宇宙インフラの進歩があります。宇宙空間を利用することの長所として、地上で何か起きた際にはすぐに現地の画像を取得できることがあります。

宇宙インフラを用いたサービスの例として、バンコクのタクシーのモニタリングがあります。バンコクのタクシー企業は3〜5秒おきにGPSによりタクシーの位置データを取得し、各タクシーを監視しています。その際、良いドライバーの識別や不要な燃料の消費抑制、タクシーを私用しているなど不審な動きの発見などを行っています。タクシーから取得するデータには、利用客の乗車地と降車地のデータも含まれており、これらを組み合わせることで将来的にはより効果的な運行が可能になります。

益なデータ、例えば、ある交差点を1時間に何台の車が通過したかというような情報を作成するシステムを、携帯電話事業者自身が運営し、事業者内部でプライバシー侵害の懸念がないように処理したデータを外部に提供して役立ててもらおうという方法があります。もちろん、携帯電話事業者がそのようなノウハウを持たない場合はほとんどなので、その場合には、たとえばG空間情報センターがそうしたデータ加工システムを提供することが考えられます。さらに、オペレーションやメンテナンスも必要であればG空間情報センター側が引き受けます。その代わり、公益的な目的にはG空間情報センターがそのデータを使用することができるという取り決めをするなどが考えられます。



さて、データの重要性について、いくつか例をあげたいと思います。一つ目の例は、コンピュータ囲碁プログラムであるAlphaGoです。AlphaGoが強くなった理由として、AI技術の進歩とともにもう一つ重要なものがあります。それが学習データです。特に囲碁や将棋は重要な棋譜のデータが公開されていることが非常に重要です。二つ目の例は、ニューヨークにおける犯罪抑制に関する取組みです。ニューヨークでは過去に起こった犯罪の発生場所が記録されており、その統計結果を基に、犯罪の集中するホットスポットに多くの警官を配置し取締りを強化すると犯罪が著しく減少しました。これは、犯罪は貧困層に多いため貧困対策をすれば犯罪は減少するという考えや、薬物が犯罪を助長するため薬物取締りを強化すると犯罪は減少するという従来までの犯罪学の考え方を覆す革新的な事例でした。ニューヨークが収めたこの成功にもやはり犯罪がどのような状況で、どこで発生して

今後のG空間情報センターの動き

今は大学の研究所や企業から費用を集めてNPOのようなものをつくり、政府からも援助を受けています。中立的な組織としてデータ提供者から信用を得ることを大切にし、価値を創出するためにデータを取得する知恵を集めなくてはなりません。まずは課題や改善点を得るためにも実際にセンターを動かしてみる必要があるのです。

いるかというデータが体系的に整備されていることが重要になってきます。例えば、Googleや大学でもデータライニングのツールを公開していることから見ても、ツールからだけではサービスは生まれず、データそのものが必要ということがわかります。また、データの入手先には、実は企業以外にも自治体や個別の市民がいます。自治体や市民からデータを受け取ることができれば、そのデータで新しいビジネスを提案できます。しかし、自治体や市民からデータを受け取るとは容易ではありません。

そのため、いかにデータを集約するのが課題となってきます。データ集約のアプローチとして、主にデータ提供者からの信用をどのように得るのか、また、集まったデータをどのように外部で利用させるかという点があげられます。前者の課題については、無償でG空間情報センターが作成したシステムを提供した上で、安全であることを示すためにシステムに

具体的な動きとしては、観光事業のために観光イベントに参加した人の流動や駅利用者数といったデータを集約したマップを、リアルタイムで提供することを検討しています。ビジネス以外の分野でも、データを流通させるだけではなく、ボランティアベースの協力も得て、社会的なネットワーク組織にしていくな必要があると考えています。例えば、社会課題の解決を図る大学の研究者を取り込んだラボや、災害対応時に自治体や民間企業と協力する仕組み自体をつくることあげられます。同時に国連とも協議を重ね、アフリカのエボラ、モザンビークの道路計画、バングラデシュの災害対応など、まずはソフトウェアツールレベルから支援し、国際問題にも取り組んでいきたいと思っています。

さまざまな理由によって、世の中に存在するデータの利用が円滑に進まない状況の中、データ収集や新たなサービス提案のために、実際にそのデータを集めた後、ど

関するソースコードの監査を受け入れることで信用を得て解決する予定です。信用を得ることで後者の課題である外部の利用も促せると考えています。このように、集まったデータが外部でさまざまなに利用されるべきであるというのが、G空間情報センターの基本的な考え方はです。



のように利用するのかを考える必要があります。データを集めて、いかに1+1を3にするか4にするか。まだ始動前のため個別の対応にならざるを得ないところもあります。この仕組みをどうやってつくっていくべきかということを考えています。

※2016年9月18日現在の情報です。



Panel Discussion

リモートセンシングから見る日本の宇宙利用の展望

社会課題の解決や産業振興としての側面が重視されるようになった日本の宇宙開発において、宇宙システムの利活用のあり方に対しさまざまな検討がなされる中、リモートセンシング分野はより注目を集めています。リモートセンシングとは、人工衛星に搭載したセンサーによって地球を観測することであり、公共利用や産業振興としての役割が期待されています。そこで本企画では、リモートセンシングという観点から、日本の宇宙政策は今後どのような方向性をとるべきなのか、専門家の方を交えて議論していただきました。

◆ パネリスト紹介



岩崎 晃 様
 東京大学 大学院工学系研究科 教授

東京大学 航空学科卒。通産省 電子技術総合研究所(現 産業技術総合研究所)を経て、2004年から母校に。微小重力実験・地球観測などの宇宙利用研究に従事する。ASTER(1999年～)・かぐや(2007～2009年)・ほどよし(2011～2015年)などのプロジェクトに参画。現在は、ハイパースペクトルセンサの軌道上実証のプロジェクトリーダー。



高山 久信 様
 一般財団法人 宇宙システム開発利用推進機構 戦略企画室長
 兼 宇宙産業本部副本部長・宇宙ビジネスコーディネーター

三菱電機株式会社にて、衛星通信用アンテナ開発を担当後、事業本部にて政府系地上システムから宇宙システムなどの提案・契約、事業戦略や企画活動に従事。三菱プレジジョン株式会社 防衛・宇宙営業本部副本部長を経て、2015年10月から現財団にて対外連携・企画担当。携わったプロジェクト総額は、7000億円超。宇宙開発関連機関・企業から非宇宙関連企業まで幅広い人的ネットワークを保有。また小学校での宇宙教室や宇宙を切り口とした講演などでも活動。



向井田 明 様
 一般財団法人 リモート・センシング技術センター ソリューション事業部 部長

1993年4月、東海大学 海洋学研究課修了後、RESTECに入社。ERS-1/SARを用いた北極海での流水移動ベクトル算出、およびTRMM後継観測シミュレーションに携わる。1995年からADEOS/OCTS・AVNIR・NSCAT及びADEOS-2/GLIの校正検証業務に従事した。2004年からALOS搭載の光学センサーPRISM・AVNIR-2の校正作業に従事する。また、京都炭素観測計画データ セットの作成、高精度土地被服分類図の作成、JAXA-GISTDA共同研究支援に関わる。現在、ソリューション事業部長として、リモートセンシングデータを使ったソリューション提供の推進と市場開拓にあたっている。

本パネルディスカッションでは、日本の宇宙開発の戦略と課題をテーマに、リモートセンシングという分野から考察いたしました。はじめに、リモートセンシングとはそもそも何なのか。次に、ハード・ソフトという二つの側面からの課題と、今が必要とされているのか。最後に、リモートセンシングという分野から見た、日本の宇宙開発の戦略や、そのための組織といった点をきっかけに、宇宙利用の展望について示唆をいただきました。

司会…まず、リモートセンシングとは何か、なぜ今リモートセンシングが注目されているのか、これまでのリモートセンシングの利用の実例などについて、お話しいただきたいと思います。

岩崎様…衛星から地球を観測するために、静止軌道および極軌道という2種類の軌道を使っています。

す。一つ目の静止軌道には、気象観測衛星「ひまわり」などの衛星があり、台風などを見る上で非常に役に立ちます。二つ目の極軌道は比較的低い軌道であり、約90分で地球を一周してしまいます。今出てくる衛星の大部分はこの極軌道の高さを飛んでいる衛星になると思います。これら二つの軌道の高さは実におよそ60倍も違います。

では、リモートセンシングを日本語に直すとどういう意味かというと、「遠隔探査」です。実際には飛行機や衛星といったプラットフォームから観測することを指します。これらは地球全域を一つの測定装置で観測できるため、整合性のとれたデータが取れます。衛星の場合、非常に高いところから広域を観測でき、何回もその場所に戻ってくるため、周期的に特定の場所を観測できます。例えば、MODISというセンサの観測幅は2300kmほどであり、一日で地球をほぼ全面見ることができず。逆に、Landsatという衛星は、

一度に180kmほどの幅しか見ることができず、16日かけて地球を観測することになります。

こういったリモートセンシング衛星は、もともととは研究として行われていたことが、現在は社会の役に立つということが非常に求められています。例えば震災の時、光学センサであれば、地震前・地震後どこまで津波が来たのかわかります。マイクロ波センサであれば、震源から地球が大きく同心円状に変形するなどにより、地面が何cmくらいずれたか、ということを見ることが出来ます。ほかにもアマゾンの森林伐採やメキシコ湾の重油流出など、さまざまなものを見ることが出来るため、私は地球観測衛星というのは広域の問題解決ツールだと思っています。



高山様…私たちは研究開発というより、産業振興という観点から宇宙開発に関わっており、センサ開発からデータ提供まで一貫して行っています。資源環境分野では、ASTERというセンサの運



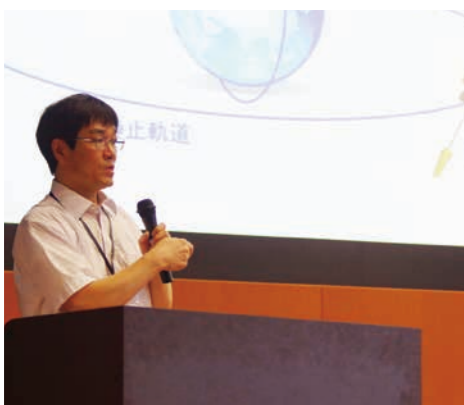
雲の下を見ることができません。そこで2009年から、雲を透過するPALSARを搭載した「だいち」を使いだしたことで、一気に伐採される面積が狭くなりました。これは実は、使っているレーダーがLバンドのSARであり、日本の国の基幹技術とも言ってもいいくらいオリジナリティにあふれる技術です。このような成功例が国内外でたくさん出てくることや、日本の高い技術力を利用して国際協力が進むことを期待しています。

司会…これまで、岩崎様のお話から、かつて研究開発を中心として行われていたリモートセンシングが、その特徴を生かして災害対策といった公共利用としての側面が広がってきているというお話をいただきました。また、高山様のお話からは、ASTERの例を通して、得られたデータのように扱うのか、どういったデータと組み合わせる利用しているのか、という視点が重要であるということがわかりました。さらに、向井田様からは、ブラジルの森林伐採といった例をいただくことによって、国際協力といった観点からハードという側面もリモートセンシングを語る上では非常に重要であることが感じられました。

それでは続きまして、ハード・ソフトといった二つの側面から見て、リモートセンシング分野には、こういった課題が存在するののかといった点について、お話をいただきたいと思います。

岩崎様…まず、今の日本のリモートセンシング衛星がどのように開発されているか、ということについてお話をしたいと思います。そのためには、日本のリモートセンシング衛星というのはどうあるべきか、ということを議論する場が必要で、今年の夏に、宇宙政策委員会より平成28年度の中間取りまとめというものが出しましたので、その中でリモートセンシング分野のうちどのようなところが議論になっているかということを簡単に説明させていただきます。

はじめに、「利用ニーズのプロジェクトへの反映」(工程表38)というものがありますが、例えばブラジルの森林伐採の話でも、リモートセンシングのデータを使いたいという要求がありました。しかし、ハードがまずあってこんなことができる提示するのではなく、ユーザーが求めているものを叶えるハードウェア開発につなげていく、という分析機能を考えようとしています。そしてそれは、日本の中を見ているだけでは不十



分であり、世界も見つつ調査をしていく必要があるというのが一つのポイントになっています。

次に、先進光学衛星・先進レーダー衛星というものが、政策ですから、ものづくりだけではなく、どういう関係省庁がデータに興味を持ってくれるかということも非常に重要な観点となります。もう一つ、世の中ではリモセン法と言われているものがあります。先ほど高精細なデータの話がありました。そのようなデータをどう扱うかということから議論していくということです。

一つは、火山噴火の際に排出される有毒ガスである二酸化硫黄を解析して、普通にカメラで撮ったような画像として見ることができません。単純な可視光では、煙しか見えないものが、ASTERの熱赤外線センサ(TIR)で見た上で、三つのバンドから二酸化硫黄の濃度解析をすることによって、どういう方向に出ているかがわかります。これにより、どのように避難をすればよいか分かる、といった使い方ができます。こういったデータをどう使うのかというのはこれからの課題だと思います。

次に、森林火災の例をあげます。火山の例と同様に、上から可視光で見ると煙だらけです。しかしながら、短波長赤外線センサ(SWIR)からは400℃以上の、煙の下で現在燃え盛っているところがわかります。また、熱赤外線センサ(TIR)からは100℃くらいからの温度分布を観ることができ、すなわちだいたい鎮火しているところがわかります。



リアルタイムあるいは、リアルタイムに近い形でこういった情報が得られることにより、どこから救助あるいは消火活動ができるのか、といったことがわかります。このように、単純な可視光での画像だけではなく、そこに入っているデータをどう使うかということがこれから大事になってきますし、それをどう他のデータと組み合わせるかを考えることも大事になってきます。

向井田様…WorldViewという衛星を例に紹介いたします。これは現在WorldView-3まで打ち上がっているのですが、そのうちWorldView-2は空間分解能が50cmほどであり、車一個一個が見えるほどの詳細なデータを得ることができ、WorldView-3になると、これが30cmほどにまで向上しています。

一方、「しずく」という衛星を例に取ると、これは空間分解能が数十kmほどしかありません。しかし、細かいところが見えない代わりに、雪の深さや海面の水温、土壌がどれくらい湿っているか、といったさまざまな情報が得られます。これのもう一つ特徴的な点は、1日で世界の大部分を観測することができるということです。

このように、細かく見える衛星と、ざっくりだけれどもいろいろな情報が見える衛星というものがあります。もちろん、細かくいろいろな情報が得られる衛星があれば良いと思われるでしょうが、空間分解能・観測幅・観測頻度・ス

ペクトル分解能といったものすべての性能を高めると、データ量が膨大になり地上にデータを届けることができなくなります。そのため、高分解能を持つ衛星と広く世界を観測できる衛星の二つに分けるというのが現状では一般的です。

では、こういった衛星を使いどのようなことがわかるのかというと、例えばマイクロ波という波長帯を使うことにより森林と森林ではないところに分けた、森林/非森林マップをつくることができます。これを時系列ごとに比較することにより、伐採の広がり具合がわかります。

例えばブラジルでは、違法伐採による森林破壊が問題となっており、ブラジル政府は、2004年に光学センサを用いた対策を始めました。すると、あつという間に違法伐採の面積が少なくなりました。しかしブラジルには雨季と乾季があり、2008年になると雨季に雲に紛れて森林を伐採する人たちが出てきたものの、衛星だと



司会・岩崎様からは、さまざまなハードのお話をいただきました。それを受け、向井田様からは、大型・小型衛星それぞれにメリットがあり、それらを組み合わせデータを取っていくことが効率的なのではないか、といったお話をいただきました。それでは続いて、データの扱いというソフトの観点を中心にお話を頂きたいと思っております。

高山様最近、ASNA RO・2をベトナムが採用することが内定したという記事が出ておりました。今回数百億円の受注が決まったということですが、このASNA RO・2は官と民が協力してつくり上げたものです。先ほどの向井田さんのお話にもありましたが、ベトナムは雲が多いところですが、ASNA RO・2というのはその雲の下を見ることができ電波によるセンサを積んだ衛星です。こういったものがインフラとしてどんどん利用され、価値を上げていただければ、もっと日本の衛星も売れるのではないかと思っております。

ところで、日本の宇宙計画に関する工程表のお話があったように国の衛星計画は出しましたが、そこで得られた衛星観測データをどう扱うかということが、実はこの工程表には入っていません。つまり、取得したデータを公共データとして流すことやデータプラットフォームの整備といったことが一言も入っていません。衛星をつ

くるところまではいいいのですが、地球観測システムとして衛星観測データ提供までを総合したインフラとして考えられてはいないので、このあたり、特にヨーロッパでは、コペルニクスという計画があり、2034年まで継続してESAがインフラとして、原則フリーでデータを公開することが、ヨーロッパ全体の政策として確定しています。したがって、EU域内のサービスをする方々は、データを得ることができるとい前提で、農業・漁業などの、さまざまな分野で活用しています。データを利用したサービスを行っている企業は、400社とも、1000社とも言われており、さらに増えています。

逆に言えば、日本はまだ、衛星データがインフラとして公開されるという形になっていないため、衛星観測データをデータとして利用するサービスが広まっておらず、この利活用拡大のための施策をどうするか今後の課題なのではないかと思っております。



最後に、その他リモートセンシング衛星(工程表11・12)になります。多くの衛星がその他に入っており、その中には、先ほどあげられていた「しずく」のほか、ASNA ROなどいろいろな衛星が含まれています。こういったものが議論の対象となっています。

これらを反映した工程表において、先進光学衛星・先進レーダー衛星といった比較的详细に観測できる衛星や「ひまわり」、さらには温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」といった衛星については、継続的に計画があることがわかります。

一方、その他リモートセンシング衛星(工程表11・12)に関しては、長期的・継続的な計画がありません。本来、宇宙政策を考える上では、これらについても長期ビジョンに立って考えなければいけないのですが、まだ目処がついていないというところが問題になっているところですね。

リモートセンシング衛星には多くの種類があり、それぞれセンサ



や分解能が異なるなど、いろいろな目的を達成するにはいろいろな衛星が必要になります。

しかしこれらの中でも、後継機がきちんと約束されているものと、その後の目処が心配な衛星というものに分かれています。これらをどうするかというのはいろいろ考えていかなければいけないことになるのかもしれない。日本はこれからこういうハードをどうしていくか、またはそのハードから得られたデータをどうソフトで解決していくかを考えることが必要になってくるのではないかと思われま

向井田様岩崎先生のお話でもご紹介があったように、実は使える衛星というのはたくさんあります。皆さんほとんどがユーザーの立場かと思いますが、困った場合、日本の衛星に限らずともフリーでデータが使える衛星というのも実は沢山あるのです。これらをさらに使えるようなプラットフォームや、衛星を増やしていけばいいなと思っております。また、今月には地球観測衛星は世界で14機も打ち上がります。

これらの背景から、皆さんが使えるハードウェアやデータはますます増えていく状況にあります。その中で先ほど岩崎先生があげられたのは、日本が手掛ける大きな衛星であり、これらはコストがかかります。一方、小さい衛星は比較的安く打ち上げることができるため、大きな衛星は要らないのではないかと声をあげます。しかし実はそうではありません。小さな衛星にはいろいろな意味で制限があり、その制約の中でしっかりと観測をしなければなら

せん。だからこそ、そこにご本尊となるような大きい衛星から得られたデータが存在すれば、小さな衛星からも正しく見えているのかを確認できます。

時間をかけて開発した大きい衛星でしっかりデータを押さえておいて、そこに小さい衛星がどんどん寄り添いリファレンスして、データを配備していくというのが、実は一番コストパフォーマンスが良く、ユーザーにとっても使い勝手が良い方向に向かうのではないかと思っております。ですから、地球観測系、環境観測系といった大きな衛星は、おそらく国で大きな予算を付けなければならぬ衛星でしょうし、逆に小さい衛星というのは、敷居の低い衛星としてさらにデータが使えるような環境の下、ベンチャー企業などの力で大きな衛星にきちんと寄り添って計画され、そこからビジネスが回っていく、こういったことが、これからのハードウェアに対して持っている期待です。



司会…ここまで、ヨーロッパの事例なども交えましてオープンフリーといったソフト面での可能性などについてあげられました。しかしながら、日本はどういった戦略をとっていくか、またこれらの戦略をどのような立場の人、組織が定めていくべきなのか、という点が重要になると考えます。以上の点について岩崎様からお話をいただければと思います。



岩崎様…大型衛星は、国でつくるのと1機あたり非常に価格が高く、議会の承認を得るだけでも大変です。さらに衛星というのは、1機だけで世の中の事象全てを解決することができるとはありません。先ほどあげられた、コペルニクスという計画の今までと画期的に違う点は、細かく見える衛星や分解能が粗く広く見える衛星をセットとして、社会の課題を解決するという、プロジェクトの一步上、プログラムというレベルでつくり出した点です。

岩崎様…それは中々難しい問題です。というのもリモートセンシングを理解していただくというのは中々時間がかかります。そして、うまく説明しきれず、その衛星が何の役に立っているのか、を提示することができないと政策的にも認めてもらえません。ある衛星について主体的となつて進めるという省庁が現れてくれないという問題があります。EUが成功した理由として、EU全体として考えたということがあげられます。日本では、必ず各省庁で別々に計画を行い、各省庁の予算が大体決まっているという点が省庁の利害対立の問題の根本にあると思っております。例えば「ひまわり」の担当省庁である気象庁は、これだけでもう予算は精一杯であるとおっしゃっています。そう考えると、省庁間での調整やうまくまとめていく組織として、内閣府がやってくれると良いのではないかなと思います。

そうすると、国として政策に取り入れて衛星を使ってくれるよう

おそらく、ヨーロッパという非常に広い地域を共通のデータとして一気に見ることを目的としています。そのため、ヨーロッパがずっと抱えてきたさまざまな問題を解決するために、およそ6種類くらいの衛星を用意しています。そして、一面素の大きさが10mほどのデータはすべてオープンフリーとなつていきます。さらに分解能の高いデータはヨーロッパのいろいろな会社から高い価格で買うことになりす。ただ、データが無料で得られるようになるというのはいろいろ面白い効果があるのではないかなと思います。データのオープンフリー化というのが、どう社会に生きてくるのかということについて向井田さんにお聞きしたいと思います。

向井田様…岩崎先生がご説明されたコペルニクスというのは、EUとして解決しなければならぬ課題にいわゆるEUという大きな政府主導で取り組むということです。が、実はねらいがもう一つあると

私は思っています。データのオープンフリーを政府主導で行うということは、税金がかかっているという事です。開発費に何百億というお金をかけ、そのデータを売り、お金を回収する。こういったモデルのほうがシンプルであるように思えます。

しかし、これをフリーにしたというのには、データを無料で使ってもらうことにより、産業を興してもらうほうが、時間はかかりますが、戻りは多い。そういったロジックのもとに成り立っているといわれています。

材料費が高いと、ベンチャー企業などには可能性がなくなってしまう。オープンフリーが可能になると、アプリケーションをつくる側、ソリューションを提供する側からすると、材料費が無料になります。つまり、小さい会社でも知恵があれば、サービスが興せるようになるということです。

そして世の中に役立つものが出ていきそれにユーザーは対価としてお金を支払うという、この2重になる、そういったやり方があると思います。ただし日本はヨーロッパのように広い国ではないため、もう少し工夫が必要です。そうはいえども日本は海の面積でいえば、世界6位なのです。そういった条件まで含めて、なかでできるかもしれないという希望はあります。

それでは、日本としてどういった取り組みを行っていくか、その一つの例えとして、日本のマイクロ波センサーがあげられます。台風がフィリピンに向かって行き、高潮でかなり大きな被害が出てきてしまった事件がありました。こういったときに、世界各国があげている衛星から得られたデータを全部まとめあげ、そこで得られたデータが世界中にリアルタイムに更新情報として出てくるというのは、非常に社会的なサービスであり、世界に対して日本が世界にきちんと貢献していく国だ、と示す上で役に立っていると思います。

ただ、現在の工程表ですと、今飛んでいる衛星が壊れたら、す

構造、3重構造を回すためには、元の材料費が限りなく安い必要があります。これが政府主導でオープンフリーを行うもう一つのねらいだと思えます。

一方で、それでもヨーロッパの国々が想定していたよりも、まだ産業が活性化していないとは聞きますが、凄くチャレンジングで私たちに夢を与えてくれるような取り組みなのではないかと思っております。



ぐ使える後継機はないということになってしまいます。もちろん、世界的にいろいろな衛星を打ち上げてくれればそれを使うこともできるのですが、精度は落ちてしまいます。



構造、3重構造を回すためには、元の材料費が限りなく安い必要があります。これが政府主導でオープンフリーを行うもう一つのねらいだと思えます。

一方で、それでもヨーロッパの国々が想定していたよりも、まだ産業が活性化していないとは聞きますが、凄くチャレンジングで私たちに夢を与えてくれるような取り組みなのではないかと思っております。



ろであると考えています。ヨーロッパのように中間にいる非営利の団体が、いろいろな意見を企業やユーザーから聞き、政府に対する提言活動を行っていくということが、日本でも必要であると考えております。私たちのような団体も今後はより産業化に軸足を移して、そういった活動を数字的にも整理して、公開し、提案していくと考えています。

一方で、内閣府が中心となったSINETという活動が動いています。今年の3月にスタートしますが、簡単に言えば、宇宙分野やそれ以外の企業の方々のネットワークワーキングの場をつくるということが出来上がっています。しかしまだ完全には動いていないというのが現状です。お見合いをする場所となるものはつくりましたが、その後の実際のプロジェクトや具体的な事業を創出するための役割をどうするかが課題となっています。こういった官、民の連携や民間での事業創出のために具体的に前に進めることができないかと考えて、私どもが提案し、創設したのが、宇宙ビジネスコートという新たな事業化をお手伝いするプラットフォームです。サイトへのアクセスフリーでAPIとしてデータ等を提供し、スタートアップのお手伝いや宇宙技術や衛星観測データ等のことについて知りたいたいという人に対してサービスをさせて頂きたいと考えています。やはり宇宙開発に関する技術や宇

宙利用というものが、これまで一般の方々にほとんど知られていないという現実があると感じており、宇宙関連分野以外の方々、一般の方々などいろいろな方に情報を発信していくことが重要であると考えております。

向井 様・高山さんから宇宙がどれだけの国民に知られていないかという話になったので、数値的に宇宙がどれくらいビジネスとして成り立っているのかというお話をしたいと思います。宇宙といいますが、通信・測位・画像とおよそ三つの産業があります。例えば、ロケットを使って打ち上げることや、衛星をつくること、さらにはデータを利用するということも入る、通信が1400億USDドルです。測位が600億ドルです。そして画像は50億ドルです。さみしいですね。実は我々はこの50億ドルの中にいるわけです。

では、その50億ドルの中で、データが年間どれくらい売れるのかという16億ドルです。そして



さらに細かく見ていくと、10億ドルが国防に使われています。そして残りの6億ドルの部分が、我々が主に携わるところです。このように非常に少ないです。この非常に少ないことをネガティブに捉えるか、ポジティブに捉えるかというところではあると思いますが、まだまだ多くの方が利用の可能性に気づいていない、いわゆる「ブルーオーシャン」であると私は思っています。

もう一つ参考にすべきはアメリカです。アメリカはすでにオープンフリーのためにLandSatという衛星を使っています。そもそもこれを打ち上げた当初は、結構高い値段でデータを売っていました。しかし、2008年からこれをオープンフリーにしたところデータを使う人が変わりました。オープンフリーにすることにより、どういった良いことがあるかと、企業がどんどん使うことができるといえます。ただ、このデータには、お金持ちのIT企業が飛びついてくる傾向にあり、こういったフリーのデータを自分で集めてサービスをやっていきます。このように、世界各国でリモートセンシングデータを売るか、無料にしていこうかなど悩まれた時期もあったかと思いますが、非常に細かく見えるもの以外は無料にしまおうという方向性を強く感じています。

ここではアメリカを例としましたが、日本にアメリカと同じような企業があるわけではありませ



ん。ヨーロッパであれば、アメリカと同じような企業がないのであればEUがデータを持つ、といったことが考えられます。それは国によっていろいろと決めていかなければいけませんし、政策としてオリジナリティを考えていかないと、日本としてのシステムは成り立たないと思っています。

高山 様・日本としてのシステムが大事だと思っています。アメリカは確かに進んでいます。軍すなわち安全保障分野での予算が大きい国です。ヨーロッパのコペルニクスのように政府と民間の役割をある程度明確にして、データを利用してサービスを展開し、産業を拡大しようという動きがあることから、ヨーロッパのほうが、日本のモデルになるのではないかと調べています。

ヨーロッパの調査会社の数年前の試算なのですが、現在の市場規模が約10億ユーロになっていると調査されており、これが2030年頃には、およそ年成長率7%から8%くらいで、約30億ユーロまで広がっていくだろうと予想されています。ヨーロッパはコペルニクスプログラムを中心に、いろいろなサービスが生まれています。

そして実際、これを国の施策レベルとして動かしているかという点、単純にリモートセンシングという分野だけではなく、いろいろな

分野・業界を取りまとめるような、政府と企業の間に入る中間の非営利団体が40〜50団体くらいまとまっていて、それぞれからEUや政府に対して政策・施策提言を行っています。例えば、EARS&Cという地球観測データや地理空間情報サービス企業をまとめている団体が存在します。先ほども言いましたが、このような団体がヨーロッパには50団体ほどあり、そこが、企業がサービスを前提とした施策を政府に対して提言します。それを受けてEUやEU加盟各国の政府の中で優先順位を決め、それをESAにインフラとしてつくらせるといった流れができています。

つまりヨーロッパの場合には、提言や戦略といったものは、最終的に下からあがってくるのです。一方日本では、これだったらできるだろうというように、政府の委員会などの組織で方針を決めているというケースが非常に多いのです。この辺りが、日本として政策や施策策定での足りていないとこ



そして、今日の日本のベンチャー企業には、衛星をつくり、打ち上げる、オペレーションするといったものが非常に多く、データを利用してビジネスをするという企業はヨーロッパよりもずっと少ないという現状です。「データがタダになりません。敵がいまません」ここがねらい所だと考えています。

その中で、今一番形として使われているという状況にあるのが農業です。農業というと、日本では水稲です。そしてアジアの国ほとんどが水稲に依存しています。

そこで、タイの例を紹介すると、タイの研究機関とJAXAが技術協力に基づき共同研究を行いました。

ここではSARのデータを使い、夜や曇り空でも、田んぼの状況をしっかりと把握できます。タイの農業においては、ある田んぼでは田植えをしているが、その隣の田んぼでは稲刈りをしていたり、さらに隣は田んぼではなくサトウキビ畑であったり、もう少し先にはキャッサバ畑があったり、とい

質疑応答

質問者..ヨーロッパのコベルニクス計画のご紹介を頂きましたが、日本独自でそういったものをつくっていく必要があるのでしょうか。

高山様..大きく二つに分けてお話しします。一つ目として、産業振興、産業のすそ野の拡大という点からみれば、コベルニクス計画のような何十億もかかるプログラムと同じようなものをこれから日本で持つことはナンセンスだと実は思っています。現在ある国内外のシステムやこれから国や民間が整備しようとしているシステムを総合的に利用し、無料公開されているデータを含めて、いかに利用してサービスと展開する企業を増やしていくことではないでしょうか。

二つ目は、宇宙利用の進め方であると考えています。日本がどういう宇宙関連技術を持っているのか、どういうデータを持っているのか、どのようなところに使えそうかということなどは、ほとんど知られていないというのが正直なところなので、さまざまな機関での利用研究の情報や衛星観測データをどのように出し、事業を創造する枠組み構築をどう進めるかということだと思います。



岩崎様..少し補足をいたしますと、ヨーロッパのコベルニクスはCバンドという5ギガヘルツくらいの電磁波を使っています。そして今日出てきたLバンドというのもちよつと波長が長いですが、これは重ならないようにつくっており、相補的なのです。日本もそういうことは考えているため、コンテンツを交換するというやり方もあると思います。そういうことで、政策として踏み込む必要があるのではないかと考えています。



うようにものすごく雑多です。そのため、どこにどれくらいの面積の田んぼがあるかということがわかりません。そういう状況の中で国としての生産能力はしっかり把握したいわけなので、まず面積がどれくらいあるのかを衛星で見ます。そして面積がわかったら、そこでどれくらいお米がとれるかを算出したくなります。そのためには気象情報や水稲の生育モデルといったものを動かして、単位面積当たりで、どれくらい取れそうな条件であったか、という数値を出します。そうすると後は面積×単位面積当たりの収穫量で、タイ全体でこれくらい収穫量がありませ、ということをおさえることができます。

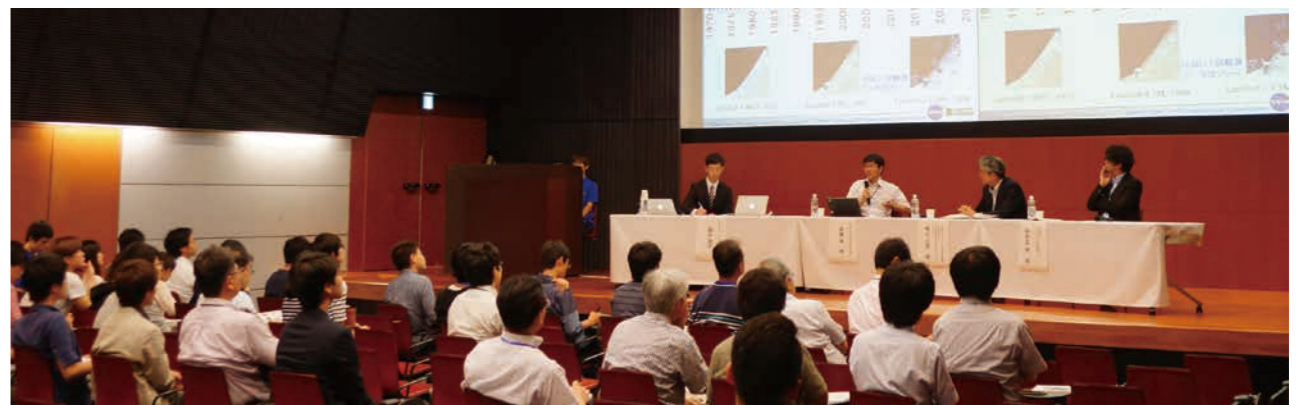
これをもし分解能が細かい衛星により、高い観測頻度で撮ることができれば、国全体でなく、自分の畑やある県などといった単位で農業の把握や予測をすることができ、今年あまり収穫量が良くなさそうだから、こういうやり方に変えてみよう、などもできます。それが結果的に生産量増加につながるのではないのでしょうか。

これはとても基礎的な例ですが、実は衛星を使っている行程は非常に少なく、最初のところではほんの少し出てくるだけです。後は生育モデルや気象情報です。そういったいろいろなデータや解析技術が合わさっていき、そこに衛星は少しだけお手伝いしていく。これくらいのほうがアプリケーションとしては役に立ちます。つまり、使っている側は衛星を使っているかどうかはわからなくていいけれど、何か役立つものが出てきて、実はそこに衛星がある。そのような形をとるようなビジネスがこれからどんどん増えてくるのではないかと思っています。

おわりに

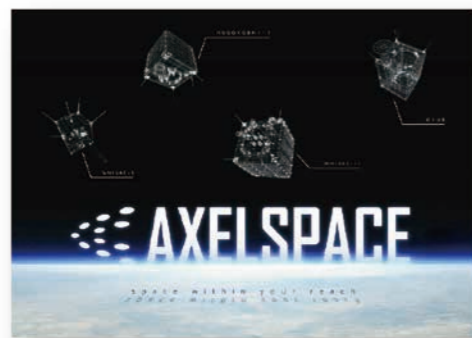
本パネルディスカッションを通じて、リモートセンシングという視点から、日本の宇宙開発全体にさまざまな課題があることがわかりました。それらの解決のためには、日本としてどういった戦略をとるのか、またその戦略を誰が体系的に定めるのか、といった点について今後さらに議論をしていく必要があるのではないのでしょうか。

本パネルディスカッションが、日本の宇宙開発の戦略や課題について、さらなる活発な議論の契機となれば幸いです。





株式会社 ispace



株式会社 アクセルスペース



株式会社 ウェザーニューズ



Poster Session ポスターセッション

宇宙開発に関わりのある機関・大学研究室・宇宙工学系や社会科学系の学生団体の方々にポスターや冊子などの展示をしていただき、各団体の代表者の方々に日々の活動について発表していただきました。日本あるいは海外で行われているさまざまな活動を皆さまに知っていただくことで、積極的な宇宙開発への関わりを促すことを目的としていました。



キヤノン電子株式会社



株式会社 サンライズ



日本衛星ビジネス協会



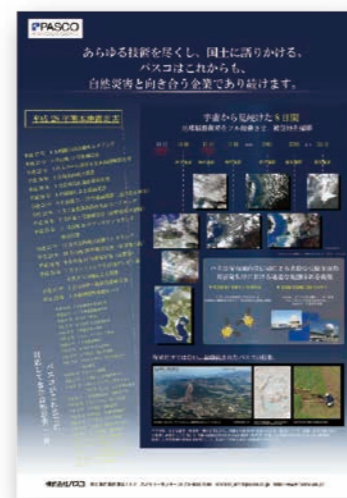
スカパー JSAT 株式会社



株式会社 放送衛星システム



一般社団法人 日本航空宇宙工業会



株式会社 パスコ



三菱電機株式会社



デロイトトーマツ コンサルティング 合同会社

高知工科大学 KUT Rocket Project

高知工科大学KUTRocket Project、通称：KRPです。KRPはハイブリッドロケットやCanSatの製作を主な活動としています。小学生を対象としたモデルロケット製作・打上げイベントなども行っています。また、今年の10月には本学敷地内においてハイブリッドロケット用エンジンの燃焼実験も行う予定です。今回、ポスターでは第12回能代宇宙イベント用に設計したローバーの紹介をさせていただきます。興味を持ってくださった方はTwitter、HPなどもありますので気軽にお問い合わせください。



千葉大学環境リモートセンシング研究センター (CEReS)

千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)は、全国共同利用施設として1995年に設立されました。CEReSでは人工衛星による観測などリモートセンシング(遠隔計測)の技術を用いて地球環境に関するさまざまな研究を行っています。当センターでは、リモートセンシング研究のアジアのハブとしての役割を担う一方、学部・大学院学生に対してリモートセンシング技術の教育および研究指導を行っています。



京都大学 宇宙総合学研究ユニット

京都大学・宇宙総合学研究ユニットは、宇宙と多様な学問が融合した「宇宙総合学」を開拓する分野横断型組織です。2016年度より日本人初の宇宙船外活動を経験した土井隆雄 特定教授が着任し、有人宇宙計画研究を強力に推進しています。宇宙倫理学・歴史文献天文学・宇宙人文学・宇宙生物学など、既存の学問体系にとらわれない多数の萌芽的研究とともに、国際的リーダーとして活躍し得る「宇宙人材」の育成に取り組んでいます。



千葉工業大学 SPARK

本団体は、液体燃料(亜酸化窒素)と固体燃料(樹脂)を使用したハイブリッドロケットというロケットの設計・製作・打上げ実験を行う千葉工業大学の学生で構成される団体です。毎年11月と3月に実施される伊豆大島共同打上げ実験に参加し、年間2機のロケットの打上げ実験を行っています。本年度は能代宇宙イベントに初めて見学に行きました。現在は、11月の打上げ実験に向けて団体として4機目のロケットの設計と製作をしています。

九州工業大学 宇宙環境技術ラボラトリー

九州工業大学・宇宙環境技術ラボラトリーでは宇宙環境に関するさまざまな試験を行っています。宇宙環境試験では宇宙と同じ環境をつくり、その中で衛星および搭載機器が要求仕様通りに動くことを確認する必要があります。その中でも超小型衛星試験センターでは今後急速に需要が拡大すると予想される超小型衛星に特化した試験を一元的に実施できる設備を保有しており、国内・海外の大学・企業の衛星試験を行っています。



中央大学 バイオメカトロニクス研究室

バイオメカトロニクス研究室(中村研究室)では、生物や生体のもつ“柔軟さ”や“目的に適した動き方”に着目し、これを規範としたロボットの開発をテーマに日々研究を行っています。本フォーラムでは、その中で特に宇宙開発に関係する二つのロボット“ミミズの蠕動運動を応用した月の地中探査用掘削ロボット”と、同じく“蠕動による腸の搬送・混合能力に着目した搬送装置を用いたロケットの固体推進薬の連続製法”について紹介しました。



Live in SPACE Project

私たちLive in SPACE Projectは「誰もが身近に“感じる”宇宙」をコンセプトに活動しています。毎年多くのイベントでさまざまな世代や立場の方に宇宙の魅力を伝えるべく活動していますが、その集大成が年に一度開催されるFEELというイベントです。このイベントでは普段あまり宇宙を意識しない方たちに宇宙をさまざまな形で体験していただくことで宇宙の面白さ、そして意外な近さを知っていただいています。



高校生・大学生による 宇宙学生団体 SPICA

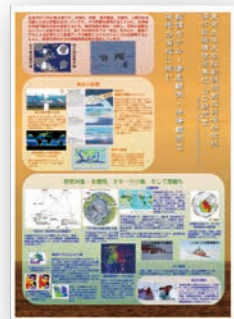
高校生・大学生による宇宙学生団体SPICAは宇宙に対し熱い思いを持った学生により組織された団体です。「将来の宇宙は自分の手で切り拓いていく」を目標に、多くの人に宇宙の魅力を知ってもらい、興味を持ってもらうための「発信力」と、自らの興味のあることを深める企画や勉強会をゼロから立ち上げる「創造力」を養います。昨年は宇宙飛行士の山崎直子さんによる講演会、今年は小中学生対象の水ロケット教室・星空観測会を開催しました。





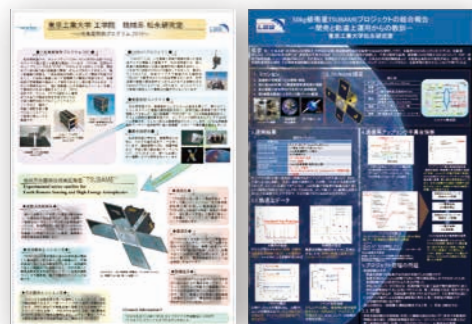
特定非営利活動法人 大学宇宙工学 コンソーシアム (University Space Engineering Consortium:UNISEC)

大学宇宙工学コンソーシアム(University Space Engineering Consortium,UNISEC)は、大学・高専学生による手作り衛星(超小型衛星)やロケットなど宇宙工学の分野で、実践的な教育活動の実現を支援することを目的とする特定非営利活動法人(NPO)です。2003年にNPO法人として認定され、より効果的・継続的な活動を精力的に行っております。



東京大学大学院 新領域創成科学研究科 海洋技術環境学専攻 山口研究室

私たちは、数値モデルやデータ解析により海氷の変動の様子を把握し、将来を予測する研究を行っています。最近、海氷の減少の顕著な北極海の海氷変動予測と航路利用の研究に力を入れています。人工衛星による観測を利用して海氷域のメカニズムを明らかにするとともに、海氷予測に役立っています。



東京工業大学工学院 機械系 松永研究室

松永研究室の展覧ポスターでは、2014年に打ち上げられた超小型衛星「TSUBAME」の総括、また本研究室でこれまでに開発を行ってきた超小型衛星の紹介を行いました。本研究室では現在、形状可変姿勢制御とよばれる新しい姿勢制御方式を取り入れた超小型衛星「ひばり」の概念設計、2017年に打上げ予定である小型実証衛星第1号機に搭載されるコンポーネントの開発を行っています。



東京工業大学ロケットサークル CREATE

東京工業大学ロケットサークルCREATEです。現在は男女20人弱でロケット製作・打上げ・運用に励んでいます。本フォーラムではCREATEで実際に打ち上げたロケットと、今年度の能代宇宙イベントに向けたポスターを展示いたしました。機体はCFRP構造とGFRP構造を併用しており、それぞれの特性を活かしています。さらにCFRPを使用しているボディチューブは自作しています。CREATEで製作している汎用基板SABも搭載しました。またエンジンはハイブリッドエンジンを使用しています。

名古屋大学 宇宙開発チーム NAFT

名古屋大学宇宙開発チームNAFTは「宇宙をより身近に」を団体の理念として掲げ、2012年に結成された、技術開発と宇宙教育活動を行う名古屋大学公認団体です。活動を通してメンバー自身の宇宙に関する知識を深め、技術力を高めるとともに、広く一般の方に宇宙の魅力を伝えていくことを目指しています。今年度はスペースバルーン・ハイブリッドロケット・宇宙教育を中心に積極的に活動しています。



ネコビデオ ビジュアル ソリューションズ (NVS)

NVSは宇宙ファン有志によるインターネットライブ中継団体です。既存報道媒体の編集、集約された情報だけではなく、オリジナルの情報にリアルタイムにアクセスしたいという声の下、種子島・内之浦を中心としたロケット打上げ、科学・教育イベント、記者会見、シンポジウムのライブ配信を行っています。これまでの最大の成果はオーストラリアからの「はやぶさのカプセルリエントリ」の生中継。通信環境の悪い所や、屋外配信など、特殊環境での配信実績があります。



芝浦衛星チームS.S.T.

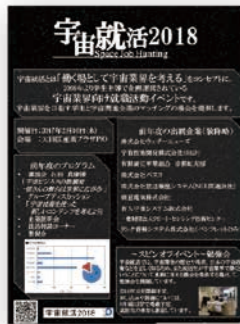
芝浦衛星チームは「大学や研究室主導ではなく、初の学生サークルの手で人工衛星を開発して運用すること」を目標として設立された、宇宙に関わるものづくりを行う団体です。現在は、当初の目標を目指す人工衛星班、小さなマシンを自律制御させてミッションを達成するCanSat班、自分達で小型のロケットを製作し打ち上げるハイブリッドロケット班、将来の宇宙エレベーターを構想し模索していく宇宙エレベーター班の四つの班に分かれ日々活動しています。



東海大学 チャレンジセンター学生ロケットプロジェクト

私たち東海大学チャレンジセンター学生ロケットプロジェクト(Tokai Student Rocket Project: TSRP)は、ハイブリッドロケットの開発を行いながら、学生の社会性の育成にも力を入れて活動しています。現在開発中のH-42号機の目標は「学生団体初の音速突破」。ロケット全体の包括的な軽量化と、TSRP史上最強のハイブリッドロケットエンジンを搭載することにより、日本学生団体初の音速突破を目指します。



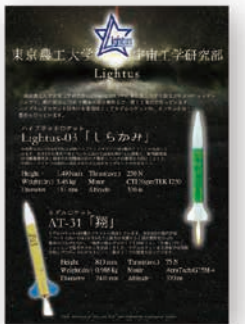


宇宙就活実行委員会

「働く場として宇宙を考える」をコンセプトとしてイベントの企画・運営を行っている学生団体です。宇宙関連企業のみを集めた国内で唯一の就活イベント「宇宙就活」を主催しています。文理問わず、全国の大学生によって運営されています。2016年3月には「宇宙就活2017」を開催しました。詳細はHP→「宇宙就活」で検索！

東京農工大学 宇宙工学研究部 Lightus

東京農工大学宇宙工学研究部Lightus(ライタス)は平成26年に設立された比較的新しいロケットサークルです。部員19名で東京農工大学小金井キャンパスにて活動しており、主に能代宇宙イベントや伊豆大島共同打上げ実験に向けたハイブリッドロケットやモデルロケットの機体設計・製作、カンサットの製作を行っています。新規団体である私たちは、今後さまざまな可能性に挑戦しながら宇宙を目指して活動を行っていきます。



ultra Light Space Systems Project (LSSP)

ultra Light Space Systems Project(LSSP)は2010年度より活動を開始し、新たな宇宙利用につながるミッションを超軽量、高収納、低コストに実現するため、インフレーター構造を利用した探査機の製作を中心に活動を行っています。現在は探査ローバのホイール部分と探査飛行機の翼部分に、インフレーター構造を応用した探査機を三つの班に別れ、ハード・ソフトの両面から開発しています。主に風洞実験や走行実験を行い、日々性能の向上を目指しています。

筑波大学 宇宙技術プロジェクト

筑波大学宇宙技術プロジェクト(略称STEP)は宇宙を題材としたものづくりを行っている学生団体である。当団体は今年8月、秋田県能代市にて催される第12回能代宇宙イベントでハイブリッドロケットの運用を行った。ロケットには飛行機型の缶サットが搭載されている。海に向かって打ち上げられたロケットは空中で缶サットとロケットのパラシュートを放出し、海に着水する。放出された缶サットは自律制御によって陸地を目指す。



宇宙建築学サークル TNラボ

当団体は「宇宙建築」を志す学生のコミュニティです。「『宇宙に暮らす』を実現する」という理念の下、宇宙建築という視点から宇宙を考えるとともに、さまざまな分野との関わりの中で宇宙空間での暮らしについて考察を行っています。代表的な活動としては、「宇宙建築賞」という宇宙建築に関するさまざまなテーマのアイデアコンペを毎年開催しております。これらは近い将来、宇宙建築実現への先駆けとなることを期待して開催しているものです。



宇宙広報団体 TELSTAR

宇宙広報団体TELSTARは宇宙産業を日本の基幹産業にするという理念を下に活動しています。理念達成のため、進路選択の重要な時期である中高生をメインターゲットとして、宇宙フリーマガジンTELSTARの発行を中心に、ウェブサイト・SNSによる情報発信やイベントなどの広報活動を推進しています。フリーマガジンはこれまでに13号、累計8.7万部を発行してきました。宇宙開発における技術的な分野だけでなく、他分野においても宇宙に興味を持った専門家を育成するきっかけを提供したいという思いから、理科系・文科系などを問わず広い分野について取り扱っています。



参加者の皆さまからのご意見(一部抜粋)

参加者の皆さまに、各日で最も印象に残ったプログラムをお選びいただきました。それに合わせて選んだ理由や感想をそれぞれ伺いました。

セミナー「日本の火星探査の展望」

- 火星探査についての詳細な知識などを聞くことができた。

ワークショップ1「宇宙事業産業化に向けた官民の取組み」

- 議論を通して学生と社会人の意見の違いを知ることができた。
- 宇宙産業における官民それぞれの苦悩を理解することができた。

特別セッション

- さまざまな角度から宇宙開発について議論することができた。

ワークショップ2「宇宙利用推進と地理空間情報の活用」

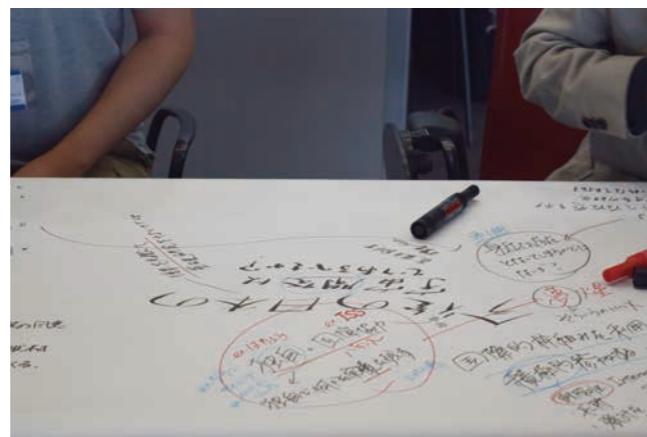
- 文理や出身関係なく入り込めるつくりになっていて楽しめた。
- 実際にサービスの提案や交渉を行うことで、分かりやすくG空間利用について学べた。

パネルディスカッション「リモートセンシングから見る日本の宇宙利用の展望」

- 専門外だったが具体例の多い丁寧な内容だったので楽しめた。

以上のご意見から窺えるように各プログラムともご好評をいただきました。また、学生と社会人によるディスカッションや、文理の隔たりのない内容が好評の要因となっていることから、今後のフォーラムでも参加者の皆さまの立場によらず、幅広い分野・年齢の方に参加していただける内容を目指していきたいと思っております。

今回掲載することができなかつたご意見も含め、皆さまのご意見を参考にし、宇宙開発フォーラムの質をより高めることができるよう、メンバー一同努力してまいります。アンケートにご協力いただきました皆さまに心より御礼申し上げます。ありがとうございました。



来場者アンケート結果



宇宙開発フォーラム2016
参加者数 2日間合計

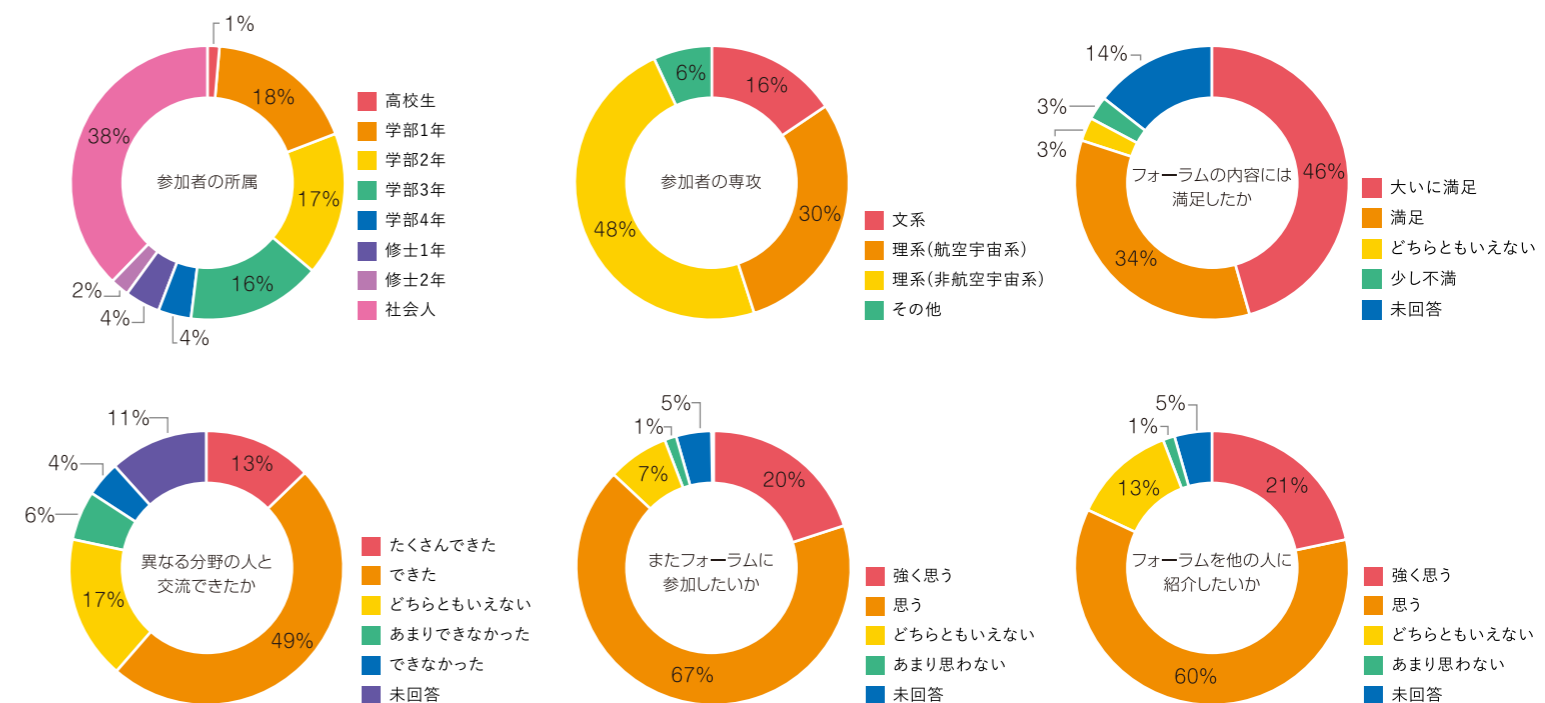
アンケート回答者数

延べ161名

70名

参加者の皆さまに所属を伺ったところ、62%が学生、38%が社会人と例年に比べて学生の比率が高くなりました。また、学生の方に文科系・理科系のどちらかを伺ったところ、文科系が16%、理科系(航空宇宙系)が30%、理科系(非航空宇宙系)が48%という結果となりました。今年もSDFのテーマである文理融合が実践できたと言えるのではないのでしょうか。

「異なる分野の方との交流ができたか」という質問に対して、61%の方に「たくさんできた」「できた」というご回答をいただきました。「またフォーラムに参加したいか」という質問に対しては、87%の方から「強く思う」「思う」というご回答をいただきました。さらに、「本フォーラムを他の方に紹介してもらえる可能性はあるか」という質問に対して、81%の方から「大いにある」「ある」というご回答をいただきました。以上のことから、本フォーラムは多くの参加者の皆さまに有意義な時間を提供することができたのではないかと思います。また、「本フォーラムを通じてどの程度満足いただけたか」という質問に対して、80%の方から「大いに満足」「満足」とのご回答をいただけたことから、参加者の皆様に満足いただけるフォーラムになったといえるのではないのでしょうか。





団体名：宇宙開発フォーラム実行委員会
略称：SDF(SPACE Development Forum Executive Committee)

設立：2002年 11月

活動趣旨

宇宙の「利用」への関心が高まりつつある今日、宇宙開発においては科学技術だけでなく法律・政策・ビジネスなどの幅広い分野からのアプローチが不可欠であり、文科系・理科系という枠に捉われない多角的な視点や思考が求められています。

SDFでは、参加型シンポジウム「宇宙開発フォーラム」の開催を中心とし、さまざまな分野を専門とする学生・社会人同士のネットワークを広げ、宇宙開発に対する意義や諸問題についての学際的な考察を深める場を提供しています。

2016年の活動

毎週土曜日に、国立オリンピック記念青少年総合センターにおいて事務ミーティング・勉強会を行っています。勉強会では、宇宙開発に関わる法律・政策・ビジネス・技術など多彩な分野を取り扱っています。また、社会の第一線で活躍されている方々へのヒアリングや企業への見学会などのフィールドワーク活動も行っています。3月には宇宙開発に関する国家間トラブルを宇宙条約などの国際法に基づいて解決する「第11回宇宙法模擬裁判日本大会」にも参加しました。また、9月には「宇宙開発フォーラム2016」を開催し、多くの方にお越しいただきました。



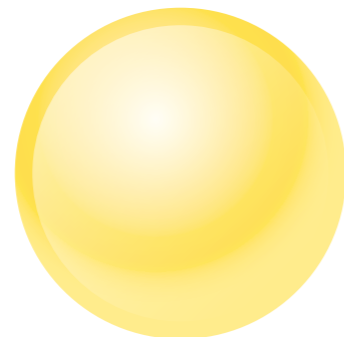
E-mail: info@sdfec.org

公式Webサイト: <http://www.sdfec.org/>

Facebook: <https://www.facebook.com/sdfec/>

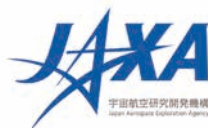
Twitter: @SDF_2016

SPACE
Development
Forum
Executive
Committee



宇宙開発フォーラム2016 支援団体

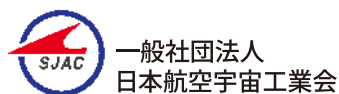
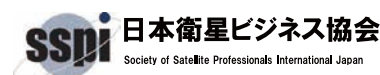
後援団体



特別協賛団体



協賛団体



協力団体

