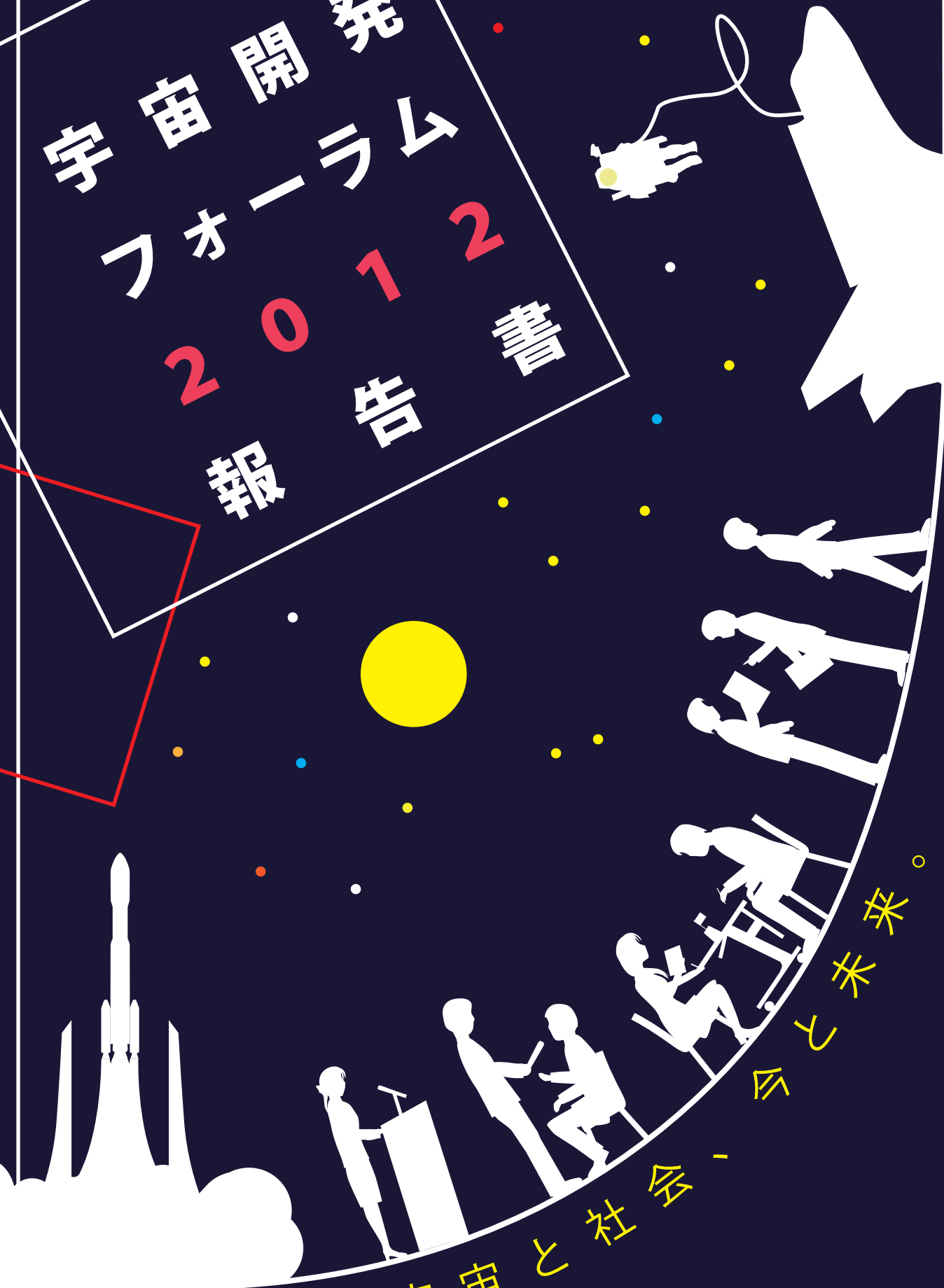


宇宙開発
フォーラム
2012
報告書



宇宙と社会、今と未来。

SDF
SPACE Development Forum

10th
sdf 10th anniversary
2002-2012

2012.9.15.Sat~16.Sun 東京大学武田ホール
SPACE DEVELOPMENT FORUM 2012 REPORT

「宇宙開発フォーラム2012報告書」作成にあたって

「宇宙開発フォーラム2012」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です。

本年度は「宇宙と社会、今と未来。」をキャッチフレーズに
9月15日（土）、16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しました。
本フォーラムでは、講師講演、ワークショップ、パネルディスカッション
といった参加型シンポジウム形式のプログラムを実施した他
ポスターセッションやレセプションなど、フォーラムに参加した方同士の
交流・ネットワーク構築を目的としたプログラムも併せて行いました。

本報告書では、宇宙開発フォーラム実行委員会（以下SDF）や
本フォーラムで行われたプログラムの内容を中心に紹介しています。
また、最後には参加者の皆さまからいただいたご感想と
アンケート結果も掲載しております。

なお本報告書の作成を含むSDFの活動は、SDFが独自に行っている
ものであり、SDF以外の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。

SEMINAR

01 アジアにおける宇宙開発活動と日本の取組み 06

川井 孝之 様 (Takayuki KAWAI)
 (独) 宇宙航空研究開発機構 宇宙利用ミッション本部 衛星利用推進センター
 ミッション企画室 室長
 (講演時) (独) 宇宙航空研究開発機構 国際部 国際課長

02 宇宙ビジネスのファイナンス 10

小塚 莊一郎 様 (Souichirou KOZUKA)
 学習院大学 法学部 教授

WORKSHOP

03 宇宙産業における国際標準化戦略 14

永島 敬一郎 様 (Keiichiro EISHIMA)
 東京海上日動火災保険株式会社 航空保険部 宇宙保険室 技術顧問

04 スペースデブリと宇宙法 20

内富 素子 様 (Motoko UCHITOMI)
 (独) 宇宙航空研究開発機構 総務部 法務課 副課長 国際部 国際課 兼務
 東京大学 公共政策大学院 非常勤講師

PANEL DISCUSSION

05 有人宇宙開発の意義と未来 26

パネリスト

井上 友貴 様 (Tomotaka INOUE)
 内閣府 宇宙戦略室 参事官補佐

坂本 規博 様 (Norihiro SAKAMOTO)
 東京財団 研究員

三宅 正純 様 (Masazumi MIYAKE)
 (独) 宇宙航空研究開発機構
 有人宇宙環境利用ミッション本部
 国際宇宙ステーションプログラムマネージャ

コーディネーター

吉岡 奈紗 (Nasa YOSHIOKA)
 宇宙開発フォーラム実行委員会 (SDF) 代表
 東京理科大学 理学部 応用化学科 3年

| | |
|-----------|----|
| 報告書概要 | 02 |
| 代表あいさつ | 04 |
| ポスターセッション | 35 |
| アンケート結果 | 40 |

| | | |
|-----------------|--|--|
| Publisher | | Nasa YOSHIOKA |
| Editor in Chief | | Ayano MURATA |
| Senior Editor | | Yuta UEKI |
| Writers | | Keita IMORI Moe KITAMURA Shohei OGAWA Shoichi YOKOYAMA Suguru SAITO Takumi NAKANO |
| Proofreaders | | Asako YANO Yoshito TSUJIMOTO Yui KUWAHARA |
| Art Director | | Kagenori KUBOTA |
| Photographers | | Kohei AIUCHI Kosuke KINUMATSU Yoshitaka KINUMATSU |
| Designers | | Atsushi ONAGI Maho KAMIKURA Masato HARIKAE |
| Other Crew | | Akihiro OGAYA Hitomi FURUYA Hiyori KOGURE Ichijiro YAMAMOTO Kazuki SASAKI Maho HANAOKI Mariko MIKI Ryo HIRASAWA Shizusa HISAKAWA Taishi KANEDA Toshihiro MATSUGUMA |

本書の一部あるいは全部の複製・複製、転記・転載を禁ず。

内容についてのお問い合わせ

宇宙開発フォーラム実行委員会 (SDF)
 E-mail : info@sdfec.org
 URL : http://www.sdfec.org/
 SDFについての詳しい紹介は42、43ページをご覧ください。



宇宙と社会、今と未来。

SPACE DEVELOPMENT FORUM 2012

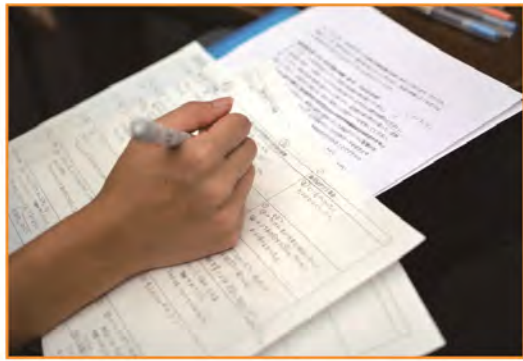
SAT 15TH, SUN 16TH SEPTEMBER TAKEDA Building; THE UNIVERSITY OF TOKYO



代表あいさつ

吉岡 奈紗 (Nasa YOSHIOKA)

宇宙開発フォーラム実行委員会 (SDF) 代表
東京理科大学 理学部 応用化学科 3年



宇宙基本計画が策定されてから3年、宇宙基本法が成立してから4年
 が経ち、今年新たに宇宙戦略室が設立されました。国策として行っ
 ている日本の宇宙開発は、今まさに、激動の時代を迎えています。その
 ような時代に必要とされるのは、現状を冷静に認識し分析する力、何
 が問題であるのかを発見する力、そして発見した問題を解決していく
 力です。私たち宇宙開発フォーラム実行委員会（SDF）は「文理融
 合」というコンセプトの下、文科系・理科系という枠にとらわれず現
 状をさまざまな側面から見つめ、学生ならではの柔軟な発想を以て、
 現代の宇宙開発の諸問題に対する解決のヒントを模索しております。
 日々の成果を社会へ発信すると同時に、参加者の皆さまと一緒に宇宙
 開発に対する考察を深めていく場を提供したいという思いの下、9月15
 日（土）と16日（日）の2日間にわたり「宇宙開発フォーラム2012」を
 開催致しました。

「宇宙と社会、今と未来。」

この言葉が本フォーラムのキャッチフレーズです。宇宙がより身近
 になりつつある今、宇宙開発が今後さらなる発展を遂げるために、社
 会における宇宙開発は一体どのような姿であるべきなのか、そして両
 者のつながりはどう変わっていくべきなのか。このような想いを込め
 て各コンテンツを作成致しました。

SDFは本年度で10年目という節目の年を迎えます。10周年を迎えら
 れたのもご支援・ご協力をいただきました講師の皆さま、企業・団体
 の皆さま、ポスターを出展していただいた研究室・学生団体の皆さま
 まで、そして当日ご来場いただいた参加者の皆さまのおかげです。この
 場を借りて厚く御礼申し上げます。皆さまへの感謝の気持ちを忘れず
 に、これからも学生ならではの自由な発想を積極的に発信していく団
 体でありたいと思います。



「アジアにおける宇宙開発活動と日本の取組み」

近年、宇宙分野における新興国の発言力が増していることを背景に、宇宙開発をめぐる国家間の関係はかつてないほど複雑な様相を呈しています。本講演では現在の宇宙開発がどのような枠組みで進められているのか、宇宙基本計画を題材に基礎からレクチャーしていただきました。

さらに、世界第二の経済大国となり影響力を増す中国やその中国に続かんとするアジアの新興国がどのような宇宙活動を行っているのか、そして、日本がそうした国にどのような働きかけをしているのかについてもご講演いただきました。

川井 孝之 様 (Takayuki KAWADA)

(独) 宇宙航空研究開発機構 宇宙利用ミッション本部
衛星利用推進センター ミッション企画室 室長
(講演時) (独) 宇宙航空研究開発機構 国際部 国際課長

慶應義塾大学法学部法律学科卒。
日産自動車 (株) 宇宙航空事業部 [現 (株) IIIエアロスペース]、
日商岩井 (株) [現双日 (株)] 宇宙航空機本部を経て
宇宙開発事業団 [現宇宙航空研究開発機構] に入社。

皆さまにとって宇宙開発といえばアメリカのNASAなどが印象深いと思いますが、現在の私の仕事は実はアジアに関することが非常に増えてきています。今日は、宇宙開発においてなぜアジアとの結びつきが重要なのか、また、現在アジアで行われていること、特に中国の宇宙開発について触れ、さらに、日本がアジアに対して行っていることを、日本がリードする取組みである「アジア太平洋地域宇宙機関会議 (以下APRSAF)」とそこから生まれた宇宙協力プロジェクトを中心に紹介します。

宇宙開発におけるアジアの重要性

まず、なぜ宇宙開発において日本とアジアとの関係は重要なのでしょうか。2008年に制定された宇宙基本法は、日本で初めて宇宙開発の推進体制を定めた法律です。同法第6条には、宇宙開発利用に関する国際協力、外交などを積極的に推進するとあります。2009年には宇宙基本計画が作成され、そこにも「宇宙外交の推進」についての記載があります。つまり、日本の宇宙開発には国際協力、外交とのかかわりが不可欠だとはっきりと打ち出しているのです。また、同計画には、具体的にアジアとの関係や途上国との2国間関係に関する方針についても記されています。このように、日本は国を挙げてアジアと協力しながら宇宙開発に取り組もうとしていることが分かります。

アジアの国々の宇宙開発活動

次に、アジア地域における日本以外の国の宇宙開発活動を紹介します。近年アジア全体の宇宙開発は非常に活発化しているといえます。この背景として、経済発展に伴う衛星の社会的ニーズの高まりや、技術進歩によって、衛星を低コストで調達・利用できるようになったことが挙げられます。それでは、以下で各国の状況について紹介していきます。

インドネシアには国立航空宇宙研究所（LAPAN）があります。通信衛星をはじめとする衛星の運用やロケットの開発を行っており、日本は地球観測データ利用で長年協力しています。宇宙開発の体制もしっかりしており、研究技術省という機関もあります。

インドには宇宙省（DOS）、その傘下にインド宇宙研究機関（ISRO）があります。さらに、この傘下には衛星センターやリモートセンシングセンターなどもあります。通信・放送や気象、災害監視、月や火星の探査、そしてロシアとの協力による有人宇宙活動にも意欲的に取り組んでいます。またISROで開発したロケットや衛星を外部に輸出する民間企業があり、官民一体となって活動しています。

韓国には韓国航空宇宙研究所（KARI）があり、多目的観測衛星の開発などを行っています。ロケットや有人宇宙開発ではロシアと協力して取り組んでいます。

シンガポールには現時点で宇宙機関は存在せず、自国で地球観測衛星を持つ話はありませんが、シンガポール国立大学のリモートセンシングセンターで海外から衛星データを導入して活動しています。

タイでは国家地理情報宇宙技術開発機関（GISTDA）が最も活発に活動しています。2008年

には地球観測衛星「THEOS」を打ち上げ、2015年にも「THEOS-2」打ち上げの計画があります。また、APRSAFにも積極的に参加しています。

フィリピンは科学技術省宇宙技術応用委員会が中心となっていますが、あまり目立った活動はしていません。気象衛星や通信衛星などは海外のデータを用いています。

ベトナムでは数年前に宇宙技術研究所（STI）が創設されました。通信衛星をアメリカから購入し、2012年5月には2号機を打ち上げました。フランスからODAによる地球観測衛星の支援を受けており、日本も宇宙関連で初のODAによる供与を決定致しました。このODA事業では「宇宙センターの建設」「地球観測衛星2基の製造と打ち上げ」「技術者教育」の3事業をセットにした総合的支援をし、数年の内に1号機が打ち上がる見込みです。また、ベトナムは津波や洪水の被害があるため、早期警戒システムの構築に強い関心を持っています。そのため、国家として衛星を運用していくための国立衛星センター（VNSC）が設立されました。主な宇宙開発活動は、ベトナム科学技術院（VAST）傘下の宇宙技術研究所（STI）での宇宙技術の研究開発や、天然資源環境省傘下の国立リモートセンシングセンターでのリモートセンシング技術の開発と利用です。



マレーシアの宇宙開発・利用は非常に進んでおり、マレーシア宇宙庁（ANGKASA）やリモートセンシング庁（RSM）が主導しています。通信衛星「MEASAT」を自国で運用しており、2003年には韓国企業の協力で地球観測衛星を打ち上げ、現在2号機を開発中です。外国の衛星データの利用の他にも、国内産業で生産能力を持つために、技術移転による小型衛星の開発も行っています。体制としては、科学技術革新省（MOSTI）を中心に科学技術政策が推進されており、この下にマレーシア宇宙庁や政府系企業のATSB社などが置かれています。

中国の宇宙開発活動

中国は宇宙大国として日本を追い抜くレベルであり、2011年末には宇宙開発に関する白書「2011年中国的航天」にて、宇宙開発に関する政策を発表しました。そこでは、宇宙開発は国家全体の発展戦略の一部であり、新しい発展の機会とされています。また、中国が主導するアジア太平洋宇宙協力機構（以下APSCO）ではアジア太平洋地域で協力していこうという姿勢が見られます。

この白書では宇宙開発の目的として、地球と宇宙に対する認識の拡大、宇宙空間の平和利用、人類文明と社会の進歩促進、全人類に幸福をもたらすという四つを挙げています。宇宙開発の発展のための政策として、宇宙科学技術におけるイノベーション能

力の構築や、衛星応用産業あるいは宇宙科学技術産業など、非常に多くの分野の方策を国として進めています。また、中国では、特に有人宇宙飛行や月探査など、宇宙開発は「総合力」を示す重要な目印であるとされています。

中国における具体的な活動として、まず地球観測衛星は、1970年代から回収型多目的衛星シリーズを実施し、その後合成開口レーダー衛星を含むリモートセンシング衛星シリーズを13号機まで打ち上げました。資源衛星や海洋衛星など、地球観測衛星の中でもさまざまな分野を網羅して進めています。航行測位は独自のシステムを持っており、北斗（Beidou）衛星はすでに試験運用サービスを開始しています。2012年末までに16機を打ち上げるによりアジア太平洋地域への航行測位サービスを開始し、2020年までに全世界をカバーする35機体制を目指しています。

有人宇宙活動では、宇宙船を軌道で運用し帰還することにすでに成功しており、現在は船外活動およびドッキングを行う段階に入っています。最終的には独自の宇宙基地を運用することを目指しています。月探査では月周回軌道に衛星を送る段階を終え、これを月に着陸させることが2013年に行われる予定です。当面の最終目標は2017年にサンプルリターンをすることです。月探査には非常に多くの予算が注ぎ込まれており、中国では、有人宇宙活動と並ぶ大規模なプロジェクトとなっています。





日本の対アジア宇宙協力とAPRSAF

最後に、日本の対アジアへの宇宙協力の現状について紹介していきます。地球観測分野では衛星データの提供、能力開発への貢献を、通信・測位分野では超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)による実験の協力、準天頂衛星「みちびき」を利用した実証実験が進行中です。地球観測分野では、特にタイ、インドネシアと地球観測データの提供やキャパシティビルディングの協力などを長年行っています。「きずな」は、アジア向けのアンテナを持っており、アジアとの共同実験や「きずな」を使った防災データの伝送など、アジアに対して通信分野への貢献も進めています。

また、APRSAFを通じた宇宙機関とのネットワーク維持を行っています。1993年以来、2011年までに18回の年次会合が開催されました。ワーキンググループ(以下WG)の通年活動として、宇宙環境の利用、宇宙教育の普及、地球観測、通信衛星の応用という四つのテーマを扱う分科会を置き、情報交換やプロジェクトの立上げなどを行っています。地球観測では、センチネルアジアという災害管理を行うプロジェクトや、地球環境の監視を行うSAFEというプロジェクトを立ち上げました。以上の2点が、これまで主に会議の場であったAPRSAFを、実際に社会に貢献する活動として世界でも高く評価される契機をつくりました。

センチネルアジアが行われるようになった背景は、アジアが災害多発地域であることです。アジアでの災害数は世界の37%とはいえ、被害額は47%、死者の数は51%、被災者の数は88%と、被害が大変大きい地域であるといえます。そのため、災害発生

時の緊急観測は非常に大きな役割を果たしているといえます。具体的には、災害時の緊急観測による迅速なデータやアーカイブの提供によって災害前後の比較などをしており、現在、日本、タイ、インド、韓国、台湾が提供する衛星データが解析・分析され各国の防災機関に提供されています。一つの衛星では足りない部分を他の衛星でカバーしており、東日本大震災の際には日本も海外の衛星に助けられました。

さらに、このAPRSAFと似たような活動として、先述した中国が主導するAPSCOがあります。ここにはバングラデシュ、イラン、タイ、パキスタン、モンゴル、バレー、トルコが参加しており、条約を結び進めているため資金負担などの独自の義務が存在します。両者の違いとしては、APRSAFは非常に緩やかでフォーラムのような組織であり、規約がありません。また、プロジェクトは関心のある宇宙機関からの提案によるものです。一方、APSCOには専任の人が数名おり、条約を結んだ8カ国のみがGDPの比率に応じて予算を拠出します。また、プロジェクトには義務プロジェクトと選択プロジェクトが存在します。

本講演では、日本とアジアとの関係が重要な理由やアジア地域における宇宙開発活動について詳しく見ていき、最後にAPRSAF、特にセンチネルアジアについてまとめました。JAXAとしても先進国との伝統的な協力を保ちつつ、やはりアジアとの協力も欠かせないと考えています。■



「宇宙ビジネスのファイナンス」

国から民間へ宇宙開発の主役が移りつつある今、資金調達の問題は宇宙産業の発展にとって避けて通れません。

今後、宇宙ビジネスの裾野がアメリカやロシア、ヨーロッパから世界各地へ広がっていくにあたり、宇宙産業においてもファイナンスの有用性が高まっています。

本年3月に採択されたケープタウン条約宇宙資産議定書は宇宙ビジネスの資金供給を拡大するための国際的枠組みをつくる画期的なものでした。本講演では、草案時から長年その制定に携わって来られた小塚 莊一郎 様をお招きして資金調達の観点から宇宙開発についてご講演いただきました。

小塚 莊一郎 様 (Souichirou KOZUKA)

学習院大学 法学部 教授

平成4年東京大学法学部卒業。平成19年東京大学より博士（法学）の学位取得。平成4年東京大学助手。平成7年千葉大学法経済学部助教授。

平成10年上智大学法学部助教授。平成17年上智大学法科大学院教授。

平成22年学習院大学法学部教授。

私は理科系の方とお付き合いすると、法律の世界との違いをいつも感じます。法律の学会ではパワーポイントすら使う人が少ないということは、理科系の方には信じ難いでしょう。10年ほど前、海外で「科学者はlaw of the nature、法学者はlaw of the societyを扱う。」といわれたことがあります。また、数年前には、ある宇宙法の大会で、海外の法律の先生が理科系の方に「今後宇宙法の世界では新しいエキサイティングな問題が起きますか。」と意地悪な質問をしたところ、「そういうことを言う法律家は宇宙に打ち上げてやる。」とうまい切り替えしをされていました。どうも宇宙と法律は、お互いどこか通じ合っていないところがあります。しかし、これから宇宙の産業化、民間ビジネスとしての宇宙活動が発展するにあたって法律、とりわけビジネス法の役割は大きくなるのです。

ビジネスこそが世界を豊かにする鍵

今回の講演では、事前に配布した問題を参加者の皆さまと一緒に考えていきながら、話を進めていきます。（右側記載の問題をご覧ください）

問題のような話が持ち上がった場合、従来の発想では「これは日本の衛星を売り、日本が打上げ委託を獲得するビジネスチャンスかもしれない。また、南の島国のためにもなるはずであるから、国際協力として話を進めよう。」となるところです。しかし、この話は一見美談のようですが、実はとても上から目線ではないでしょうか。産業の論理で考えると、まるで発想が違います。たとえば、ホテルの観光客にインターネットを使いたいという要望があった場合、ホテル間の競争力に差が出てくるため、インターネットをつなぐ必要があります。また、この衛星は政府や学校など公的なところでも使えるのであれば、儲かる可能性があるかもしれません。そして、いざビジネスとしてやるならば、収支損益の分析や会社の設立、資金調達先…と、さまざまなことを考える必要が出てきます。

こういった話をすると、結局お金だけの話なのかと捉えられてしまうようです。しかし本当にそうでしょうか。世界でしばしば問題になる飢餓ですが、これは実は無償の援助がつくっているという話があります。どうということかという、同情によって集まったお金で先進国が無料で食料を配ると、もともと先進国と比べて生産性の低い途上国の農業は到底太刀打ちできません。そうすると職を失った農民が都会に出ていくようになり、都会での仕事もないため失業率は増加し、治安が悪化します。私はビジネス化こそが世界の隅々まで豊かになっていく鍵だと思うのです。宇宙の分野でも同じことがいえます。

事業計画を考えてみる

さて、問題に戻ります。もし自分が海外派遣されたら、どのような事業計画を立てるか考えてみましょう。

まず、収支計算をする必要があります。どういったコストがかかるでしょうか。第一に、衛星を買うためのコストがかかります。また、地上局をつくるためのコストもかかります。その時ノウハウを何も持っていなければ外部の機関に協力を仰ぐ必要がありますが、これにもコストがかかります。人を雇う

「Southern Wave Project」計画

本講演では、事前にパンフレットに問題を掲載し、参加者の皆さまにも一緒に考えていただきました。

南太平洋のX国が、周辺国と共同して商用通信衛星を打ち上げるという計画「Southern Wave Project」を打ち出した。X国の周囲は島国ばかりで、主要産業は漁業と観光である。通信衛星の用途としては、①X国および周辺国の政府による公的な通信（電話・FAX・インターネット。災害情報・気象情報の伝達のための非常時の通信を含む）、②国民の教育水準向上のための通信教育用回線、③観光客によるインターネット回線の利用、④操業中の漁船の通信、⑤付近上空を飛行する航空機の機内無線LANなどが考えられる。

計画では、民間の株式会社Southern Wave Pty Ltd社を設立し、同社が通信衛星の所有・運用を行うことになっている。①および②の公益性が認められ、アジア開発銀行が支援することを決定したが、X国の意図としては、地元（周辺地域）の資産家による出資を受けて、名実ともに「X国の衛星」といえるような形態をとりたいと考えている。とはいえ、衛星運用のノウハウが乏しいので、既存の衛星運用会社にも協力を仰ぎ、運営の支援を受ける必要があるというのが、専門家の見解である。

わが国は、この計画を官民挙げて支援することとなった。そこで、海外協力銀行が融資を行う他、SDFに所属する学生Aさんを現地に派遣して、プロジェクトリーダーとして活動させることになった。本講演では、Aさんが、どのような事業計画を立てたらよいかを考えます。次のようなステップで考えると分かりやすいと思いますので、参加者の皆さまも、次のクエスチョン（特に最初の方の問い）を考えてみてください。

- 問1 プロジェクトを進めていくにあたって、どのような費用が想定されますか。
- 問2 資金調達先は、どこが考えられますか。
- 問3 具体的な検討事項（四つ）について、考えてみてください。
- (1) 資金調達の際にどのような問題が起こるか。
 - (2) 事業計画について、どう理解を得るべきか。
 - (3) 既存の衛星事業者との関係はどうするべきか。
 - (4) 出資と融資の使い分けはどうするべきか。
- 問4 その他、Aさんはどのような問題について考えるべきでしょうか。

コストもかかります。衛星を打ち上げるためのロケットも必要です。ビジネスでは、「失敗して悔しい」では済まないため、保険の話も欠かせません。万が一打上げが失敗した時に被害者を保証する賠償責任保険や、自国が保有している衛星に問題が起こった時のための衛星保険があります。これらも必要なコストです。そして運用では、人材を揃える必要があります。大手のオペレーターに委託するか、最終的に自立するためのノウハウ移転を求めるかということも検討しなければなりません。また、国際協力の場合では出てこない発想が、突然の故障の場合です。万が一壊れた場合は近くの衛星でカバーするという契約をつくるなど、バックアップ体制を構築する必要があります。顧客が増えた時、クレーム対応も考えなければなりません。

次に、資金の調達先についても考える必要があります。銀行に借りる、地元の資産家や政府、隣国、大手オペレーターにも株主になってもらう、株式公開などがあります。銀行からお金を借りるとなれば、公的な教育・金融機関が融資をしてくれるでしょう。しかし、融資額が大きい案件では一つの銀行が100%の資金を出すことはないため、今回のように非常に大規模な計画では複数の銀行が集まり「銀行団」として貸付をしてくれることになります。この中には、長い目で見てゆっくり育てていくつもりのところもあれば、潰してさっさとお金を回収しようというところもあり、銀行団全体の意思をどう決定するか、考えなければなりません。さらに、株式と同じように、債券を市場に売って借入する社債という方法もあります。これは貸付のため、会社のリスクが低いことを積極的に説明する必要があります。そのためリスクの内容・抑え方も入念に考えなければなりません。問2、3の問題の意味は以上のようなことでした。

ビジネスのリスク

それでは、リスクにはどのようなものがあるでしょうか。まず、宇宙開発の場合に非常に多いのは、納期の遅れや製造途中で会社の倒産、打上げの失敗などの技術リスクです。納期が遅れる場合、金利は膨らんでいくものの収益ゼロが続くため、銀行側からするとリスクが大きくなります。この技術リスクに対しては、保険や保証という形で対応します。まず、保険では、新しい衛星を発注しもう一度打ち上げるための保険金をかけます。しかし、この工程はまたさらなる1年もの月日がかかるため、保険があっても大きなリスクです。次に保証ですが、たとえば銀行は、衛星メーカーが納期を守ることを保証して、遅れた時には保証金を受け取ることができるようにします。しかし、もしも衛星が納期までに納入された場合はすでに払った保証料が払い損になりますので、これも考えどころです。

次に、思ったよりユーザーが少なかった場合の事業リスクです。これに対しては、あらかじめ、確実な数年先の利益を推定しユーザーと契約して融資を受けることや、最悪の場合事業計画変更も考えられます。また、ユーザーがホテルの場合であれば、政府や他国にも使ってもらうこともできます。最近、ホテルのそばに巨大ショッピングモールをつくるのがよくありますが、当初の予定と違いホテル側が客層を変更すると、ショッピングモール側にも影響が出てきます。この時トラブルを防ぐために、事前にさまざまなことを考慮してすべて契約でカバーする必要があります。同じことが衛星の世界にもいえます。たとえば、この衛星のトランスポンダーはこれに使い、他のトランスポンダーはこれに使い、万が一使われない場合は近くのテレビ放送にも使う、アンテナの向きや衛星の角度はこうする、というようにすべて契約に書く必要があります。

また、経営リスクや政治リスクなども考えられます。これらには、株主や銀行が経営に介入できる権利を契約の中にも書いたり、衛星やその使用状況を担保にしたりすることで対応することができます。以上のすべてを契約、会社の計画などに書き込み、最終的に資金調達契約ができあがります。





『宇宙ビジネス』という世界

株主や銀行から資金を調達し、一方で衛星メーカーに衛星の発注や打上げ委託、保険も含めて契約をする。そして、ユーザーの利用契約についてもあらかじめ見通しを持って、場合によっては保証をつけます。このようにさまざまな関係者間の利害対立を考慮し調整して、最終的には同意させ、契約条項に落とし込んでつくる、これをプロジェクトファイナンスといいます。宇宙ビジネスというのはこういう世界です。国の宇宙開発とは全く違う、このような世界が、これから増えていきます。

ケープタウン条約宇宙資産議定書の意義

そして、ここで最後の添え物として担保が登場します。ここに私と宇宙との最初で最大の接点がありました。そもそも衛星は担保にとれるのでしょうか。現在の法律の下では、衛星やロケットは動産ですから、抵当権はつきません。それでは困るので、家と同じようにこの抵当権をつけようというのが、ケープタウン条約宇宙資産議定書の発想でした。世界で共通の登記簿をつくり、オンラインで24時間365日世界のどこからでも登記ができる仕組みにし、世界中から衛星に抵当権をつけられるようにします。つくりはじめて10年、ようやく本年2012年3月に採択されました。当分は動き出しませんがすでに枠組みはできました。これは非常に大きな意義を持ってい

ます。まず、宇宙法の分野では30年ぶりとなる条約であり、同時に、これは宇宙分野の初めてのビジネス法条約です。月協定以来、制度づくりはできないと思われていたところ、宇宙活動のビジネス化が起きました。この結果、過去の宇宙法とは全く違う世界ができたのです。

これは各国の国内法にも影響を与えます。現在は、法律上どの国でもロケットや衛星に抵当権はつかないため、これから国内法の中でもそうすべきだという機運が出てくると期待されます。つまり、宇宙活動のビジネス化に法律が追いつこうとしています。法律家は宇宙とは関係ないと思われるかもしれませんが、それなりに頑張っています。

日本を宇宙ファイナンスの中心地に

最後に、日本を宇宙ファイナンスの中心地にしたという私の夢を述べます。私は衛星への抵当権の登記所を日本に誘致したいと思っています。日本に置くことで、日本のユーザーの利益が考えられることはもちろん、日本に宇宙ファイナンスに強い銀行員、弁護士、会計士、技術会社が集まってくる。そうすれば、日本は世界の宇宙ビジネス、宇宙ファイナンスの中心地となり、世界の宇宙ビジネスをリードしていくことができます。

その時には日本の宇宙産業の下支えをしていく世代になっているであろう、ここに集まった皆さまの活躍の場が少しでも広がるよう、日本に誘致するというのが私の任務です。■



「宇宙産業における国際標準化戦略」

日本の宇宙産業拡大のツールとしての国際標準化

グローバル化の進展とともに企業活動の国際化はますます進み、それに伴って国際規格や知的財産をビジネスの場に活用する取組みが加速しています。こうした取組みは新興国が続々と宇宙活動に参入しつつある現在、宇宙産業にも応用が可能ではないでしょうか。本WSでは、宇宙産業・宇宙利用における国際標準化戦略をテーマに据えて、宇宙分野におけるこれらの戦略の有効性と今後とるべき方策について検討しました。

講師 永島 敬一郎 様 (Keiichiro EISHIMA)

東京海上日動火災保険株式会社
航空保険部 宇宙保険室 技術顧問

1974年4月三菱電機入社以来鎌倉製作所で人工衛星の開発に従事。この間、地球観測衛星（みどり1号）のプロマネ、鎌倉製作所技師長、技術顧問などに携わった。2012年4月から現職。
なお、2004年から宇宙関係の国際標準化活動の国内委員会の委員長を務め国際会議のコンビナー（議長役）も兼ねている。

本WSは参加者の皆さまに宇宙産業におけるビジネスに資する国際標準化戦略の在り方を考えていただくため、以下の①セミナー1、②ディスカッション、③セミナー2の三つのフェーズに分けて進行しました。なお、参加者の皆さまには国際標準化機構（以下ISO）で国際標準化活動を行う「技術・交渉エキスパート」を目指す、各国の国際標準化推進機関の新人職員として、WSに臨んでいただきました。

1. 国際標準化とビジネス

このフェーズでは、新人職員のための講習会として、国際標準に関する基本的な事柄やビジネスへの活かし方などについて、セミナー形式で以下のように紹介しました。

国際標準とは、製品の品質、性能、寸法、各種試験方法など、各国ごとに異なるさまざまな規格を世界で統一する、国際的な取決めであり、今日では企業が国ごとの制度上の違いを超えてビジネスを展開する上で不可欠の要件となりつつあります。またWTO/TBT協定により、国際規格を基礎とした国内規格の策定、政府事業に対する国際規格の採用が事実上義務づけられているため、国内での企業活動に対する影響も大きいといえます。国際標準は1948年に発足し、現在164ヵ国が参加するISOにおいて議論・発行が行われます。

ISOでの国際標準化は従来、国ごとに異なる製品・サービスの互換性確保が主な目的でしたが、近年では社会・経済のグローバル化、ネットワーク化に伴い、自国の企業と連携しながら自国産業に有利な国際規格の提案・制定、あるいは不利な規格発行阻止などの取組みが行われるようになってきました。本WSでは国際標準化をビジネスの源泉とする戦略の一つ「オープン・クローズ戦略」に着目しました。

オープン・クローズ戦略は、自社の製品について、独自の優れた技術を用いるなど、その製品のコアとなる部品と、コア部品以外の周辺部品に分類します。製品のコア部品は、特許を取得するなどしてクローズとし、追随

他社の模倣を防止します。コア部品以外の周辺部品については国際標準規格とするなど、他社に技術を公開してその部品や規格を幅広く利用してもらいます。自国の周辺部品を国際標準として定め、他社が製造・利用できるようにして市場拡大を目指し、限定された競争範囲において自国の周辺部分と親和性の高いコア部分をクローズとすることで、拡大した市場でシェア拡大を目指すという戦略です。

2.1. ディスカッション

ディスカッションフェーズでは以下のように設定した事例に基づき、参加者の皆さまにオープン・クローズ戦略という考え方に照らした上で、国際標準化を目指すべきかどうかを考えていただきました。今回扱ったのは、「大型静止衛星用2液式スラスタ」と、「超小型衛星用リチウムイオンバッテリー」の2製品です。オープン・クローズ戦略においては、まず製品について秘匿するコア部品と公開可能な周辺部品に分類し、その上で国際標準化を目指す必要があります。また、自社製品と競合する規格の国際標準化を目指す他社の存在も考慮する必要があるため、自社製品が国際市場でシェアを獲得しているな

ど、すでに一定程度の国際競争力を持っている必要があると考えられます。さらにオープン・クローズ戦略では、国際標準化に成功した後についても検討しなければなりません。他社がコア部品でない周辺部品市場に参入し、製品のコストダウンにより市場拡大を目指すため、当該製品市場が今後拡大する見込みの高いものを優先すべきと考えられます。以上のことから、国際標準化を推進する条件として、本WSでは次の三つを挙げました。

- ① オープン・クローズ戦略が可能
- ② 当該製品が国際競争力を持っている
- ③ 当該製品の市場が今後拡大する余地がある

これら三つの条件をすべて満たしている場合に限り、国際標準化を目指すことが可能であるとしました。参加者の皆さまには2製品それぞれについて、市場予想、国際競争力、オープン・クローズ戦略の可否を資料から読み取り、グループ内で自由に意見を交わしていただきました。オープン・クローズ戦略については、製品一つにつき部品を四つ設定し、四つの部品を開示可能なオープン領域と、競争力を持ち秘匿化すべきクローズ領域にそれぞれ分類することで判断していただきました。

Kay社はGerda国内で宇宙関係の事業を行う電気機器メーカーであり、長年大型衛星用機器の研究開発を進めGerda国の宇宙機関へ提供するなどし、また超小型衛星用機器、宇宙関連民生品の分野においても地上民生品を宇宙用に転用するなどして競争力のある製品を持つ。Kay社は海外への事業展開も見据えながら国際競争力を持つ以下の製品について国際標準化を目指すことを検討している。

製品① 大型静止衛星用2液式スラスタ

・ オープン・クローズ戦略

部品A：この部品はGerda国の得意とする精密機械技術を用いており、他国と比べ、高い性能を実現している。

部品B：この部品はスラスタの構成部品の中でも特に高い技術力が求められる部分であり、世界各国が高い品質を求めて技術開発している。Gerda国も多くの研究開発費を投じ、独自の技術により他国の製品と差別化を図っている。

部品C：この部品は長年の研究によって開発された独自の材料を用いている。

部品D：この部品はGerda国独自のもので、他国への技術流出は避けたい。

・ 製品の国際競争力

Kay社のスラスタはトップレベルの比推力（燃費のよさ）を誇り、現在世界で60%のシェアを獲得している。

・ 市場予想

各国の政府によって打ち上げられてきたが、現在では各国とも放送・通信衛星需要が満たされつつあり、また衛星自体の高寿命化によって大型静止衛星の市場は10年ほど前から停滞している。今後は寿命を迎えた既存の衛星を置き換えるため年間15機程度の規模となると予想される。

製品② 超小型衛星用リチウムイオンバッテリー

*市場予想

超小型衛星は大学などの研究機関利用からスタートしたが、製造費・打上げ費が安価であり、地上民生品を多く利用して手軽に製造・利用が可能であるため、現在では各国政府機関、企業で広く利用され始めている。

*製品の国際競争力

Kay社はスマートフォンなど、小型携帯端末搭載型リチウムイオンバッテリー市場で世界をリードしており、宇宙分野では後発ではあるものの、地上品を転用した超小型衛星用バッテリーで高性能・低コストを武器に先行他社への攻勢を強めている。

*オープン・クローズ戦略

部品A：この部品の製造は比較的容易に可能である。高度な先進技術を持っていない国でも開発できるため、新興国で安価に生産し、逆輸入している。

部品B：この部品は最近開発された新しい技術を用いていることで、Gerda国独自の優れた部品として世界中から注目を浴びている。

部品C：この部品は部品Bと組み合わせて使用するが、技術としては簡単に製造できる。

部品D：この部品の仕様は、近年急速にグローバルに浸透し、多くの企業が製造している。

2.2. 結果

ディスカッションの結果、「大型静止衛星用2液式スラスタ」は国際標準化を目指すべきではなく、「超小型衛星用リチウムイオンバッテリー」は国際標準化を目指すべきとの結論がすべてのグループで出されました。各グループとも最も議論が白熱したのはオープン・クローズ戦略が可能であるかの判断で、参加者の皆さまがそれぞれの専攻や知識を生かしながら衛星部品・技術の在り方について多様な側面から意見を述べていました。中心となった意見は次のようなものです。

*大型衛星用機器の部品は独自技術のものが多く、国際標準化のためにオープン化はできず、クローズとすべきである。

*超小型衛星用機器の部品には地上民生品を転用しているものも多く、オープン化できるものもあり、かつ国際競争力のあるクローズ領域もある。

また、次のような意見も出されました。

*大型衛星用機器は現在のシェアを維持するという面から、すべてクローズにする。

*世界各国で開発している製品は、国際標準化を行い、国際的に分業するのが効率的でよい。

さらに、設定資料からオープン・クローズ戦略以外の国際標準化戦略を適用するのがよいとの見聞もありました。

*性能の高い部品に関してもオープン化し、他社に自社規格を使ってもらうことで競争力を高める。

*自国の優れた性能を持つ製品の技術をオープン化し、世界の宇宙開発に貢献すべき。

3.1. 国際交渉ゲーム

次の国際交渉フェーズでは、参加者の皆さまには、各国の技術・交渉エキスパートとして自国の製品を国際標準規格とするための国際交渉ゲームに挑んでいただきました。宇宙関係機器についての国際標準化を取り扱う分科会、ISO/TC20/SC14の参加国として、パナコッタ国、モンブラン国、ティラミス国、パフェ国、プリン国、ミルフィーユ国の6カ国を設定し、また、標準化の提案がなされた製品として、「超小型衛星用リアクションホイール」、「超小型衛星用バッテリー」、「超小型衛星用姿勢制御用センサ」の三つを設定しました。

国際標準規格の発行の条件として、参加国の3分の2以上（4カ国以上）の賛成が必要であるとし、パン

| | ①を満たすか | ②を満たすか | ③を満たすか | 国際標準化を目指すか |
|--------------------|--------|--------|--------|------------|
| 大型静止衛星用2液式スラスタ | 3 / 8班 | 8 / 8班 | 1 / 8班 | 0 / 8班 |
| 超小型衛星用リチウムイオンバッテリー | 8 / 8班 | 8 / 8班 | 8 / 8班 | 8 / 8班 |

*ディスカッションの結果、8班中2班は結論を出すことができませんでした。



ナコッタ国とモンブラン国がリアクションホイールの標準化を、ティラミス国とパフェ国がバッテリーの標準化を、プリン国とミルフィーユ国が姿勢制御用センサの標準化を目指しているという状況を設定しました。各国はそれぞれの製品について、国内シェアや以下に説明する交渉カードを鑑みながらいずれかの規格に賛成することとし、実際のISOでの規格策定にも数年を要することを反映して、本WSでも予備投票を2回経た後最終投票を行い、国際標準規格が決まることとしました。

交渉カードとして、「バーター取引」、「技術協力」という2点を用意しました。「バーター取引」とは、相手の規格に賛成する代わりに自国の規格に賛成してもらう取引であり、「技術協力」とは、自国製品のうちオープン化して標準化を目指す部品に関して他国が容易に製造・利用できるよう技術的な協力をし、他国の賛成を得るものです。技術協力に関しては、1ヵ国のみが可能であり、オープン化している部品が多ければ多いほど協力できる部品の数も多く、また協力する部品が多ければ多いほど相手国に与えるポイントと自国の負担するコストが大きくなります。

また、予備投票が行われるごとに、国際情勢の変化に伴うシェアの変動を起し、参加者の皆さまにはその度に新たな状況下で交渉ゲームを行っていただきました。各製品について国際標準規格がつけられると、ある国がその国際標準規格以外の規格を使用していた場合、そのシェアの分だけ再開発のコストがかかることとしました。ゲームの勝敗は、国際標準化成功による利益と、交渉カードの使用によるポイントおよびコスト、さらに再開発のコストによって決定しました。

3.2. 結果

国際交渉フェーズでは、8グループ中7グループにおいて投票によっていくつかの国際標準規格が発行され、交渉の際のコストなどにより国際標準化に成功した国の中で優勝国が決まりました。第6グループでは交渉が白熱し、他国が利益を上げることを防ぐため各国が調整してすべての規格が不成立となりました。また、アンケートにて「国際交渉の中で最も重視したこと」について伺ったところ、84%の方が自国の利益の最大化を挙げたのに対し、9%の方が他国が利益を上げることを第一に考えた、どの国も納得できるように考えた、などの回答もありました。

4. 宇宙産業における国際標準化戦略

ディスカッション結果を発表した後、宇宙産業における国際標準化の特徴として次のような内容を紹介しました。宇宙産業には、人工衛星やロケットなどを製造する「宇宙機器産業」、通信放送衛星などの宇宙インフラを利用してサービスを提供する「宇宙利用サービス産業」、GPSを利用したカーナビゲーションシステムや衛星放送受信用のアンテナなどの機器を製造する「宇宙関連民生機器産業」、宇宙利用サービス産業が提供するサービスを利用することで自らの事業を効率化、差別化し事業を行う「ユーザー利用産業群」の四つの領域があります。ディスカッションテーマの大型衛星用機器、超小型衛星用機器は「宇宙機器産業」に分類されますが、本WSでは超小型衛星用機器に、地上民生品を転用している、製造数が非常に多い、製造利用コストが安価であるなど「宇宙関連民生機器産業」「ユーザー利用産業群」にみられるような特徴も設定しています。

大型衛星用機器をはじめ、「宇宙機器産業」における国際標準化にはいくつかの制約があると考えられます。まず1点目として、大型衛星用機器やロケット部品市場が消費者向けではなく、製造数が限られている点です。そのため国際標準化が成功しても市場が拡大しない可能性があります。また、非常に高度な技術を使用しているため、国際標準として技術公開をしても、高い技術力を持つ先進国しか参入できず、コスト競争が起こらないという可能性もあり

ます。2点目に、衛星機器が多くの部品において高い技術レベルと品質が求められるため、技術公開が必要となるオープン化が難しい場合が考えられます。さらに3点目として各国の宇宙機関や企業に独自の規格がそれぞれ存在しており、国際標準を策定する必要性が比較的低いという点も考慮する必要があります。ただし、リチウムイオンバッテリーのように比較的新しく開発された技術、製品については国際的な枠組みをつくらうという取組みができると考えられます。

一方で超小型衛星用機器については、民生品が転用され得るなど、大型衛星ほど高い技術・信頼性が求められるわけではないことから、標準化による新規参入者の増加とそれによるコストダウン、市場拡大が十分望めるのではないかと考えました。さらに宇宙関連民生機器産業、ユーザー利用産業群に関しても超小型衛星用部品と同様、国際標準化戦略を目指す余地が大きいのではないかとすることも考えられます。以上のことから、宇宙産業において国際標準化を特に目指す領域としては

- ・ 宇宙利用分野、宇宙関係民生品の分野
- ・ 新しいコンポーネント、システム

が挙げられると考えました。■

講師講演



東京海上日動火災保険株式会社
航空保険部 宇宙保険室 技術顧問
永島 敬一郎 様

国際標準は、自らつくることが重要です

これまで日本の宇宙開発では新しい技術を開発することが重視され、国際標準化活動への取組みは自

発的になかなか進められてきませんでした。欧米の既存の標準技術に従うという環境に慣れてしまい、日本独自の技術を国際標準として海外へ進出させることの重要性を、十分に認識されていないことが原因であると思われます。今後は信頼性向上・貿易促進のために、自国技術の国際標準化に積極的に取り組む必要があります。

具体的には、日本の得意な技術分野、日本の宇宙活動に必要な分野、世界の宇宙利用の底上げに役立つ分野、将来発展する技術分野を中心として、これらの要素が多く含まれる機器などの標準化を優先的に推進していくべきだと考えています。現在、日本のISOに対する国際標準化提案は、JAXAの設計標準と経済産業省からの委託案件をまとめたものであり、貿易の拡大や宇宙産業の拡大、品質・信頼性の向上を目指しています。しかし、現状では宇宙関係機器の国内市場規模は比較的小さく、また、世界市場における国際競争力も確立したと言えるレベルではないため、これらの提案を確実に推進するためには産官学の英知の結集が不可欠でしょう。

宇宙分野における標準化活動

宇宙分野の国際標準化は、ISOにおいて航空機・宇宙機器を取り扱うTC20（専門委員会）の中のSC13およびSC14（分科委員会）で議論されており、SC13は通信規格に関わる標準化、SC14は通信以外の宇宙システム全般（利用に必要な地上機器も含む）について取り扱っています。私はSC14の中に設けられた七つのWGのうち、設計エンジニアリングをテーマとするWG1のコンビナ（国際議長）を2004年より務めております。WG1のフレームワークとしてはアプリケーション、システムエンジニアリング、電気関係、ソフトウェア、通信制御などがあり、今年は15件の国際標準を発行することを目指しています。

宇宙分野の国際標準化では従来、スペースセグメントの標準化について議論してきましたが、現在はスペースセグメントと地上セグメントとを結びつける部分についても標準化の機運が高まっているといえます。WG1においては航空管制、精密農業、列車の自動運行など、宇宙と地上を結びつけるような、地上のユーザーのニーズに即した宇宙の標準化を進めていこうと動いています。また、衛星を利用した地上のアプリケーションとしては、災害マネジメン



ト、交通マネジメント、遠隔医療に関して実際に国際標準化を行うための活動をしており、この他にもエネルギーマネジメント、環境マネジメント、水資源、食糧マネジメント、遠隔教育といった分野への展開ができると考えています。

課題解決型の宇宙利用

2013年より衛星打上げが開始されるO3Bというプロジェクトがあります。これはアフリカや南アメリカなどの海底ケーブル網が充実していない地域の人々に対し、衛星を利用した高速インターネット網を提供しようという計画で、プロジェクトが進めば世界中で30億以上の人々が衛星経由で結ばれることになります。海底ケーブル網が行き届かず、多くの人々が高速インターネットによる利便性を享受できていないという世界規模の課題に対して、衛星を用いた解決策を提供したこの計画に、私は非常に注目しています。これ以外にも、環境問題や自然災害、紛争・テロなどの国境を越えた人的災害、増加を続けるスペースデブリなど国際的な取組みが求められている課題は数多くあり、課題解決型の宇宙利用、特に衛星を利用したサービスのビジネスモデル創出が今後ますます重要になると思います。こうしたビジネスの成立要件として、低コスト・高品質・短納期を安定して提供できることが肝要であるので、これらを実現するための衛星利用技術を検討する必要があります。

コンビナとしての国際標準化活動

WG1のコンビナとなる以前には、国際標準の重要性・必要性をあまり認識していませんでした。国内の衛星プロジェクトに携わった際には、プロジェクトの要求事項が実にたくさんあるため、それを理解することで精一杯であり、目先のこと、そのプロジェクトに直結するものしか考えていませんでした

が、その結果、ある技術的な問題に関してすでに持っている知識をプロジェクトに十分に生かすことができませんでした。たとえば、帯電放電の防御のためには何をすればよいのかということを経験に基づき文書化していますので、それを設計に取り入れるべきであったと後悔したことがありました。常日頃から一つのプロジェクトの要求だけでなく、同じ領域の外部の標準についても注目していく方が、全体として確実に、そして早く開発が進むといえます。

左上の写真はブラジルのサンパウロで本年2012年5月に行われた会議の様子です。ISOの国際会議はこのようなコの字型で行われ、みんな平等であることを表し、全員が意見を言い合える雰囲気で行われています。

つづいて右上はWG1の写真です。約20人強の参加メンバーで3日間、最初は一堂に会して議論し、その後専門家と数人のグループに分かれます。国際会議に出席する方は各分野のエキスパートであるため、彼らとの会話の中では公式の場では聞けない話なども親密に伺うことができ、非常に良い経験になりました。この間に得た最も重要なことは、12カ国から出席している委員たちと情報交換ができるようになったことです。

最後に、衛星利用分野に関連する標準化活動に関して、これからの期待と想いを述べたいと思います。貿易促進のための衛星技術を用いたアプリケーションの国際標準づくりと、それを通じた世界規模の人的ネットワークづくり（専門家の最善の知恵を広く収集し普及させること）、さらには国際標準を利用して品質と信頼性を確保した上で、高いレベルでの競争、あるいは性能測定法などを統一化したフェアな競争の促進が期待できます。最終的に、経済的な活動に優位に立つ、国益重視という視点はもちろんですが、人類の日常生活の向上に役に立つようにという視点がないとビジネスとして成り立たないのではないかと、私は考えています。■



「スペースデブリと宇宙法」

近年、宇宙機や宇宙船に甚大な被害をもたらすスペースデブリ（宇宙ごみ）の増大が問題となっています。

回収が難しいスペースデブリ対策においては各国が協調して排出量を減らすことが何よりも重要でありその際にはルール（宇宙法）の制定が重要となってきます。

本WSでは、スペースデブリ削減の条約交渉を体験していただくことを通じて、スペースデブリをめぐる宇宙法とその課題について参加者の皆さまとともに検討しました。

講師 内富 素子様 (Motoko UCHITOMI)

(独) 宇宙航空研究開発機構 総務部 法務課 副課長 国際部 国際課 兼務
東京大学 公共政策大学院 非常勤講師

1994年3月東京大学法学部卒業。

1994年4月旧宇宙開発事業団 (NASDA) 入社 (企画室)。

1997年7月外務省国際科学協力室出向。

1999年9月オランダライデン大学留学 (国際法修士)。

宇宙環境利用本部、産学官連携部を経て、2012年6月より現職。

本日はスペースデブリの現状と宇宙諸条約との関係、その規制体制、関連する各文書の概要、そして今後の課題についてお話しします。10年ほど前はまた世界的にデブリに対する問題意識が薄く、産業界への負担などから国際会議でもなかなか前に進まない時期が続いていました。それが今日、中国の衛星破壊実験やデブリ同士の衝突などによるデブリ量の急速かつ大幅な増加によって、無関心ではいられない問題として広く認識されるようになりました。国連でも規制のガイドラインを策定するなど、この問題に対して技術的・法的な対応が迫られてきています。

スペースデブリと法規制の現状

まず、デブリに関する法規制についてお話しします。宇宙関係条約は基本的に国連宇宙空間平和利用委員会 (UNCOPUOS) でつくられたもので、これらは内容的に古い部分もあり、現在のデブリ問題をとらえきれていません。しかし、UNCOPUOSはコンセンサス方式であるため、各国の利害を調整して条約を改定するのは難しく、それゆえ義務規定のないガイドラインを制定するという話にならざるを得ないのです。

では、この宇宙関連条約がデブリとどう関係するのでしょうか。宇宙条約第9条はとりわけデブリに関係する条項として注目を集めています。同条には、「宇宙空間の有害な汚染 (harmful contamination) の導入から生ずる環境の悪化を避ける」という一文がありますが、ここでいう「contamination」がデブリを対象とするのか否かをめぐって議論が進められています。現在、この条項がコンセンサスとしてデブリに適用されるとされてはいませんが、危機意識の高まりに伴いデブリにも当てはまるのではないかとこの声も大きくなりつつあります。

さらに、宇宙損害責任条約では損害責任について細かく定めていますが、宇宙損害責任条約がどの程度デブリによる損害に適用されるかについても国際的なコンセンサスはありません。しかし、デブリが急激に増加してい

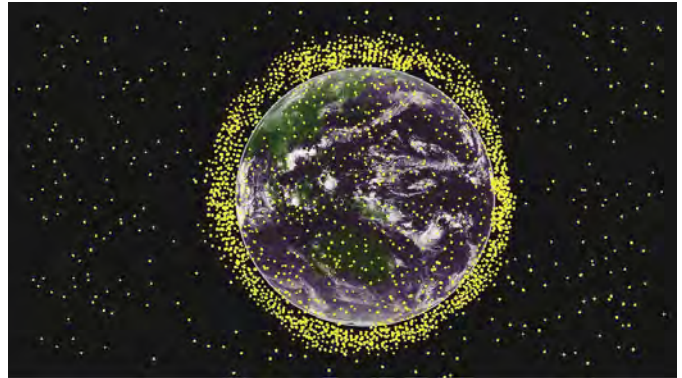
る現在の危機的状況や世界的な関心の高まりを鑑みれば、デブリにも宇宙条約第9条の汚染禁止条項や宇宙損害賠償条約が適用されるという解釈が広まっていく可能性はあるでしょう。

また、国内法によってもデブリ規制が行われています。アメリカでは国内企業にデブリの排出量削減を義務づけており、衛星打上げなどに際してデブリ削減の基準を守ることを業者の認可要件としています。こういったデブリ削減目標を事業の許認可まで落とし込む作業は、日本では宇宙活動法でこれからつくっていくという状況です。

ソフトローという解決策

次に、現在あるスキームを紹介します。基本的に宇宙機関間の国際的なスペースデブリ調整委員会（以下IADC）でガイドラインができたところが国際的なスキームとしてのスタートとされています。はじめにデブリを自主規制するガイドラインを作成したのはNASAですが、日本でもNASDAがNASAのすぐ後、世界で2番目に制定しています。実際に宇宙開発を行っている宇宙機関が情報交換をした後、最終的にIADCとしてのデブリガイドラインが策定されました。しかし、これはIADCに参加している宇宙機関にしか適用なかったため、国連に持ち込まれ、国連加盟国を対象としたガイドラインがつけられることとなりました。この二つのガイドラインをベースラインとして、現在ではデブリという問題を越えて宇宙活動を持続可能（sustainable）なものにするための国際行動規範をつくらうという話が、EUを中心に進んでいます。こういったデブリ問題は宇宙空間の平和利用といった言葉だけでは語りきれない部分があり、安全保障との密接な関係に注目しなければなりません。宇宙空間における軍兵器の配備については、宇宙条約により核実験や大量破壊兵器の配備が禁止されていますが、通常兵器などに関してはまだ議論が進んでおらず、宇宙兵器の防止には辿り着いていません。宇宙兵器の禁止の代替案として宇宙空間における状況認識を透明化・共有し、相互監視を行うという概念もできつつあり、こうした考え方がデブリについても当てはめられ、国連やEUで議論されています。

それでは、IADCでつくられたデブリガイドラインを国連に持ち込んだ経緯はどのようなものだったの



でしょうか。各国の宇宙機関がデブリ対策の基準をつくる中、IADCで共通的なガイドラインがつけられたことによって、この枠組みを各国の政府レベルで広げようという動きが起きました。これが日本のイニシアティブで国連へ持ち込まれて2007年に国連としてのガイドラインが策定され、各国政府にデブリ対策に対する一定の責任が生まれました。このガイドラインにはリオービットやデオービットなど具体的な規定がありますが、その実現にはどうしてもコストがかかってしまい、産業界からの反発もあります。そもそも、この国連のガイドラインは条約ではなく、慣習法化や、慣習法として認められなくてもソフトローとして一定の効力をもつことを目指すものです。UNCOPUOSはコンセンサスを原則としているため、各国の利害が対立して条約がつかれない状況の下でとられた法的拘束力のない手段であり、産業界へ十分配慮しつつ、各国が協力してガイドラインの具体化を進める必要があります。最近ではUNCOPUOSの科学技術小委員会の下に「宇宙活動の長期的持続可能性」作業部会が設置され、デブリ問題に止まらない宇宙状況認識、途上国への配慮など、宇宙活動を長期的に持続可能な形で行うための幅広い内容を含むガイドラインを検討しています。

また、EUのイニシアティブによる、安全保障分野も含む持続可能（sustainable）な宇宙活動のためのガイドラインを目的とした国際行動規範の策定には、アメリカや日本も賛同し、EUの枠を超えて多国間で会合が開かれています。これも法的拘束力があると産業の負担になるので、国連のガイドラインと同様、批准しても法的拘束力がないことを前提とした上で、各国間で交渉が進められています。具体的には、宇宙物体の破壊の自制、衛星衝突回避のための通報・協議のメカニズムといった、宇宙活動国間

の透明性向上や信頼醸成のための規定が挙げられます。さらに、宇宙交通管理という概念の下、宇宙空間において宇宙物体の安全性を確保するための規則やシステムを構築することを目的とした国際的な動き、あるいはISOの中にデブリ問題に対応するWGを設置し、国際規格を設けることでWTO加盟国にデブリ対策を求めるといった動きもあります。

今後の課題

最後に今後の課題についてご紹介します。デブリに対する認識はここ十数年で大きく変わりつつあり、今後もデブリ対策は世界的な緊急課題であるという観点から法解釈も変わっていくでしょう。産業界としても、できれば負担は受け入れたくはないが、国際世論の高まりから規制を受け入れざるを得ないという段階まできています。しかし、デブリ対策への取組みは宇宙開発の競争力に大きな影響を与えてしまうため、産業界の声を聴きながら綿密な調整を行い、国際的にバランスのとれた規制となるように交渉していくことが求められます。

デブリ低減をどのように実現していくことが現実的なのか、国際戦略上妥当なのか、そして産業発展にどんな影響を与えるのかといったことをよく考え、日本が率先してリーダーシップをとり、国際競争力を確保しつつ国際貢献に資するルールにすることが非常に重要です。■



I.はじめに

ご講演にもあった通り、デブリガイドラインを中心とする自主的な規制という形で、各国はデブリ低減に取り組んでいます。国連諸条約を成立させたUNCOPUOSでは1979年に採択された月協定以降、新たな条約は成立していません。また、各国が連携して策定作業を進めている国際行動規範は、法的拘束力を持たないと見られており、実際にデブリ削減の条約を策定することはかなり難しいといえます。

それでもなお、本WSでデブリ削減の条約を扱ったのは、現在の自主規制中心の法規制のままでは、いずれ不十分になる可能性があると考えたからです。たとえば、将来新たな国が宇宙開発に参加する際、このような自主規制という形でデブリ対策を行うとは限りません。また、もし地球温暖化問題のように排出量を規制するのであれば、条約という形をとるのが一般的です。デブリ問題が深刻になっている現状を考えれば、デブリ削減の条約がいずれ必要になるのではないのでしょうか。

それでは、どうすればデブリ削減の条約をつくるのか、ここで、環境保護を目的とした条約の制定過程を参考にしたいと思います。なぜなら、デブリによって宇宙環境が汚染され、多くの国が悪影響を



被っていると捉えれば、デブリを国際的な環境問題として考えることも可能だと考えたからです。

今回は気候変動枠組条約に着目します。地球温暖化問題とデブリ問題は、問題の根本原因を回収するのが難しいため、排出量を減らすことが不可欠であるという点で共通しています。しかし、排出量の削減には非常にコストがかかり、産業界をはじめ各方面からの批判も想定できます。そのような中で、CO₂の排出を規制する条約を結ぶことができた最大の要因は、「各国の危機意識」でした。1980年代から気候変動問題に関する認識が科学者の間で広がり、1985年のフィラハ国際会議では地球温暖化の可能性について一定の合意が得られました。つづいて1987年に開かれたベラジオ国際会議では、気候変動問題に対する危機意識が科学者と政策決定者との間で共有され、次第に国際条約策定への政治的な機運が高まりました。その結果、1992年に気候変動枠組条約が制定されたのです。

このように、気候変動枠組条約の制定では「各国の危機意識」が鍵になりました。では、これはデブリ問題においても当てはまるのでしょうか。これについて検証するため、本WSでは現実の世界よりも各国のデブリの危機意識が高い状況を設定し、参加者の皆さまに各国の代表になりきり条約交渉ゲームを行っていただきました。

II. ケース説明

本WSでは、デブリに関する条約制定の難しさと、そのために必要な危機意識について理解していただくことを目的に、国際会議の場を設定し、デブリ削減の条約が制定されるまでの過程を体験していただきました。国際会議にはアメリカ、日本、ロシア、中国、ブラジル、ベネズエラの6カ国を模したワシントン国、トーキョー国、モスクワ国、ペキン国、サンパウロ国、カラカス国を設定し、参加者の皆さま

には各国の代表者として他国と条約制定に向けた交渉をしていただきました。各班における議長はSDFメンバーが務めました。

本WSにおいて、デブリに関する条約の内容は、三つの論点ごとにオプションを選択して決定されます。論点と条約のオプションは以下の通りです。

論点 (a) デブリ削減

- 1 デブリ削減を義務付ける
- 2 デブリ削減を先進国だけに義務付ける
(先進国=ワシントン国、トーキョー国、モスクワ国、ペキン国)
- 3 デブリ削減をする努力をすべきとの規定を入れる

論点 (b) 意図的破壊

- 1 宇宙物体の意図的破壊を完全に禁止する規定を入れる
- 2 宇宙物体の意図的破壊を行わないよう努力するという規定を入れる
- 3 宇宙物体の意図的破壊に関する規定を一切入れない

論点 (c) デブリ基金

- 1 各国のデブリ排出量（打ち上げ回数で代用する）に応じて資金を拠出させる
- 2 先進国に共通で一定金額を拠出させる
- 3 デブリ基金に関する規定を一切入れない



| | 中間議長案 | | | 最終議長案 | | | 勝者 |
|----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-----------------|
| | (a) | (b) | (c) | (a) | (b) | (c) | |
| 1班 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | カラカス国 |
| 2班 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | サンパウロ国 |
| 3班 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | モスクワ国 |
| 4班 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | モスクワ国 |
| 5班 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | カラカス国 |
| 6班 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | (条約不成立) |
| 7班 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | カラカス国 |
| 8班 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | サンパウロ国 カラカス国 |

国際会議では、各国が希望するオプションを選択した条約案を持ち寄って、それをもとに議長が議長案を作成し、最終的にその議長案に対する賛否の決をとることにより条約制定の可否を決定しました。なお、成立の条件は5ヵ国以上の賛成と決めました。

また、オプション選択の際の指針として、自国の利益を表す国益ポイントというものを設定しました。条約が制定された際に国益ポイントの最も高い国を勝者とする事で、どのような内容の条約が自国にもっとも利益となるかについて、参加者の皆さまに考えていただきました。

前半の全体交渉パートでは、各論点について6ヵ国全体での議論の場を設定しました。はじめに、自国に関する情報や各国の宇宙開発状況、デブリ対策の状況を把握した上で、条約案を検討していただきました。

ここでは自国の利益を優先させることだけを考え、いかに他国を自国の条約案に近づけるかに焦点を当て、全体で交渉していただきました。全体交渉の後、中間採決として、話し合い後の各国の立場を改めて表明する機会を設けました。このように、各国の利害が対立している状況では、それほど話し合いが進まず、また時間がかかるのかという点から、条約制定の難しさを感じていただけたのでは

ないかと思います。

以上の前半パートのような、各国が自らの利益だけを主張している状況では、デブリ削減のための条約は制定されません。そこで、後半の個別交渉パートにおいてはデブリの問題がより一層深刻になった世界を想定することで、各国がデブリへの危機意識の高まりを受け、条約制定に向けて努力する必要性があることを強調しました。ここでは、自国の利益と条約の成立のどちらを優先させるべきかを考えつつ、妥協点や他国との交渉手段（技術支援や資金援助など）についても考慮して、交渉をしていただきました。個別交渉で交渉手段を用いると、その分自国に負担コストが発生し、あるいは逆に自国が利益を受ける場合があることを踏まえ、それを反映するため国益ポイントにも影響が出ることとしました。このように、コストを払ってでも条約制定のために他国の妥協を促すという体験から、自国の利益と全体の利益との利害調整も去ることながら、条約成立に向けて一人ひとりが危機意識を持つことの重要性を認識していただきました。最後に、個別交渉での議論を反映させた各国の条約案をもとに、議長が最終条約案を提示し、最終採決で条約制定の可否を決定しました。

III.結果

結果は左の表の通りです。それぞれの論点およびオプションの番号はケース説明の表に対応しています。

中間採決では、7班を除くすべての班で5カ国以上の賛成が得られず、議長案は否決されました。最終採決では、6班を除くすべての班で議長案が可決され、条約成立となりました。班ごとに最終的な国益ポイントが最も高かった国を勝者としました。

IV.分析

今回、8班中7班ときわめて多くの班で条約が成立しました。しかし、法的拘束力のない法規制が成立したとしても現状とそれほど変わりません。その観点から考えると、2班・3班は妥協の結果、それほどデブリの増加量を抑えられない条約となってしまいましたが、2・3・6班以外（6班は条約不成立）では法的拘束力のある条約を締結することができました。

今回多くの班でデブリ削減の条約が成立した背景には、多少自国が不利になっても妥協をする国が非常に多かったということが挙げられます。はじめに意見表明をした段階では各国がとる条約案は全く異なるものでしたが、最終的には各国が妥協して条約成立にまで至りました。この際、交渉材料を使用してでも条約を制定しようとする国が多数存在しました。これは、自国の損得と将来の宇宙環境とを比較

して、参加者の皆さまは将来の宇宙環境の方により重きを置いたからであると考えられます。その理由は主に、

- ① 架空の国であったため、自国の利益を追求する度合いが小さかったこと
- ② 架空の国の状況が現実よりもかなり単純化されていたこと
- ③ 参加者の皆さまのデブリ問題に対する危機意識が高かったこと

の三つが考えられます。約3人に1人の参加者の方が①②のような見解をとっていたことから、これらが条約成立に寄与したといえるでしょう。（アンケート結果より）。それだけではなく、③もまた大きな影響を与えたと考えられます。条約に参加しないという選択も可能な状況下で、交渉材料を使うことで自分が不利になろうとも条約を制定させようとする行動は、①②だけでは説明しきれません。これは、自ら進んで重い義務を負うような条約案をつくらうとする参加者が一定数いたことからも裏づけられます。

以上より、デブリ問題に対する危機意識が高まれば、各国が妥協し実効性のある条約が成立する可能性があると考えられます。

V.おわりに

本WSの最後に、どうすればデブリ削減のための条約を制定することできるのか、参加者の皆さまのご意見を伺いました。その中でも特に多かったのが「各国が歩み寄るべきである」という意見でした。実際にはこれは非常に難しいものではないでしょうか。今回各国の妥協の末条約を成立させることができたように、各国がデブリ問題に対し真剣な目を向け、より強い危機感を感じれば可能になるのではないでしょうか。アンケートでは「世間の関心を得ることが必要ではないか」「一般へ知識を普及させるべきだ」との回答もいただきました。

デブリ問題は一朝一夕で解決できるものではありません。そして対策が遅れば遅れるほど被害が甚大になり、またそれに必要なコストも増大します。そのため、少しでも早いデブリ削減の条約成立が望まれます。たとえ対策の効果が目に見えて分かるのが遠い未来でも、解決を先延ばしにしていっていいわけではなく、私たち一人ひとりが今この問題について危機感を持つことが必要なのです。■



有人宇宙開発の歴史と

国際宇宙ステーションの概要

05

SDF2012代表 吉岡奈紗

有人宇

SDF

SDF
SPACE DEVELOPMENT

PANEL DISCUSSION



有人宇宙開発の

I: 「井上 友貴 様」

S: 「坂本 規博 様」

M: 「三宅 正純 様」

Y: 「吉岡 奈紗 代表」

Y: 本日は「有人宇宙開発の意義と未来」をテーマにし、有人宇宙開発はなぜ行われているのかという疑問に迫っていきたく

思います。小さい頃から有人宇宙開発に興味関心を持っていた私にとって、有人宇宙開発というのは「職業」であり「現実的なもの」でした。しかし周囲の人間は有人宇宙開発を「夢」や「希望」といった類のものとして「夢」と言われ続けているのでしょうか。本日は国際宇宙ステーション（以下ISS）を軸として、有人宇宙開発の意義、そして未来のプロジェクトについて議論していこうと思います。まずパネリストの皆

さまに自己紹介および今のお仕事に就くことになった経緯についてご紹介いただきます。

パネリスト自己紹介

I: 内閣府宇宙戦略室の井上と申します。宇宙戦略室と私の経歴について簡単に説明致しますと、2008年に制定された宇宙基本法は、宇宙政策の大きな転換点となるとともに、日本の宇宙政策の政府の推進体制を1年を目途に見直すことを規定してありまし

宇宙開発の歴史と
国際宇宙ステーション

皆さまは有人宇宙開発にどのようなイメージをお持ちでしょうか。あらゆる人々に夢を与え、宇宙へのロマンをかき立てる有人宇宙開発ですが、同時にあらゆる叡智を結集した国家プロジェクトとしての側面もあります。このことは我が国においても例外ではなく、宇宙開発の更なる発展を目的として策定された宇宙基本計画においても、有人宇宙開発は多くの頁が割かれています。

では、有人宇宙開発は国家の政策上どのような位置づけにあるのでしょうか。本パネルディスカッションでは、有人宇宙開発の現場や宇宙政策の立案に携わる方をお招きし、有人宇宙開発を進めていく上での課題や今後の展望についてお聞きしました。



パネリスト

井上 友貴 様

内閣府 宇宙戦略室 参事官補佐

坂本 規博 様

東京財団 研究員

三宅 正純 様

(独) 宇宙航空研究開発機構

有人宇宙環境利用ミッション本部

国際宇宙ステーションプログラムマネージャ

コーディネーター

吉岡 奈紗

宇宙開発フォーラム実行委員会 (SDF) 代表



意義と未来

た。その推進体制の見直しに至ったのは本年の6月であり、実際に内閣府の宇宙戦略室という形で宇宙戦略の司令塔をつくる法律が施行されたのが本年の7月です。私は経済産業省に入省後、現在は内閣府に向向という形で政策に携わっています。

S: 坂本と申します。私は最初三井海洋開発で12年間石油掘削船の設計・製造に携わっていました。その後日産自動車に入社し、12年間固体燃料ロケットの設計や宇宙ステーション機器の設計に従事しました。

さらに日本航空宇宙工業会に12年間在籍し、宇宙産業の政策立案や宇宙産業データブックなどの宇宙産業統計資料作成に携わり、2年前からは東京財団で宇宙や海洋・防衛防災関係の政策を行政府や立法府に提言しています。

M: 三宅と申します。現在JAXAでISS計画のプログラムマネージャとして、主に世界15カ国が参加するISSの運用・利用に関する国際調整を行っています。私は、約30年前に日本がISSに参加するか否かの議論が

行われていた頃から有人宇宙開発に携わってきました。その間、ワシントンとヒューストンに7年ほど駐在して有人宇宙開発の最先端の状況を目撃してきたこともあり、今日は、有人宇宙開発の最前線のお話ができればと思っています。

ISSの成果評価

Y: それではまず、ISSの評価から話を伺っていきます。パネリストの皆さまの立場からは、ISS計画の成し遂げた成果はどのよ

パネリスト紹介



内閣府 宇宙戦略室 参事官補佐

井上 友貴 様

1998年東京大学工学部卒業。2000年東京大学工学系研究科修士課程修了。同年通商産業省入省（現経済産業省）。情報政策、貿易政策、製造産業政策および通商政策等を担当の後、2007年米国留学。2009年ハーバード大学公共政策大学院修士課程修了。同年経済産業省製造産業局宇宙産業室室長補佐。2011年内閣官房宇宙開発戦略本部事務局参事官補佐。2012年7月内閣府宇宙戦略室参事官補佐。



東京財団 研究員

坂本 規博 様

1976年4月、三井海洋開発にて石油掘削船、海洋構造物の開発。1988年7月、日産自動車宇宙航空事業部にて固体ロケット、宇宙ステーション機器実験装置、防衛システム製品の開発。1999年7月、日本航空宇宙工業会技術部長として宇宙産業政策の提言、宇宙産業データブックの作成、宇宙基本法の制定に貢献。2011年4月、東京財団研究員（現職）として宇宙／海洋／安全保障政策の研究、立法／行政府への提案。



(独) 宇宙航空研究開発機構

有人宇宙環境利用ミッション本部

国際宇宙ステーションプログラムマネージャ

三宅 正純 様

1982年4月宇宙開発事業団（現（独）宇宙航空研究開発機構）に入社。1998年より、日本宇宙実験棟「きぼう」の開発運用利用業務に従事。特に、約3年半、JAXAヒューストン駐在員事務所長として、国際宇宙ステーション計画の国際調整を行う傍ら、米国有人宇宙開発の現状を調査してきた。2012年7月より、現職。

うに評価できるのでしょうか。

I: 私からは主に国際政治および経済的な観点からの評価についてご説明します。宇宙事業には莫大な費用がかかる上、安全保障に直結する側面もあるため、各国は重要な国家戦略として議論を重ねています。そのため、政治的意図も含め、ISSをはじめとする宇宙事業は多角的な側面から検討されるべきです。

まず国際政治の観点から考えていきます。例としてNASAのISSにおける政治的意図を検討してみましょう。軍事を扱わないNASAが第一に考えたことは、米国内での予算の確保が非常に困難であったため、国際協力プログラムとして各国に費用を分担させることです。第二にNASAが優位性を持っていた有人技術での宇宙開発を行うことで、西側諸国のリーダーとしての存在感を示したかったということ。第三に、欧州と日本が独自の宇宙開発を行わないよう、ISS計画という場でアメリカがこれらの国々の宇宙開発を監視できるようにするという意図もありました。このように宇宙開発というのは夢やロマンだけで語れるものではなく、時に他国を出し抜いてでも自国の存続・繁栄に資する手段を講じるという国際政治の舞台でもあります。

では日本の有人宇宙開発の場合はどのような政治的意図があったのでしょうか。1980年代にNASAからISS計画への参加を打診された際、宇宙開発委員会ではISS計画に参加する目的として以下のものを挙げました。①有人技術も含む高度技術の獲得、②次世代科学や技術開発の促進、③宇宙活動範囲の拡大または国際協力の貢献、および④実用化の促進です。これらの決定にあたり当時の日本国内で論点となっていたのは主に、①技術の自主開発をどのように行うのか、②平和主義を遵守し宇宙の軍事利用に巻き込まれないようにする、という2点です。こう見る限りでは国際政治的な観点からは、NASAや他の参加国と比べ消極的な考えにとどまっていたように思えます。

次に経済的な観点からの評価ですが、有人宇宙開発は投資効率という観点からすると極めて低いと言わざるを得ません。それでも日本が投資してきたのは、国家の威信やソフトパワー的な利益、あるいは背景となる日米協力などに理由を求めることができるでしょう。

ISSを通して日本はドッキング技術や人間が宇宙で生きていくための技術などを得てきましたが、これらは人間が宇宙で活動する前提での技術であるため、地上に暮らす多くの人々にとってその成果のほとんどが生かされないという点で、そもそも成果として評価できるかどうか慎重な検討が必要です。

もう1点考えられるのが、公共事業や産業機能維持のための投資としての評価です。日本がこれまでISSに投資してきた額は約7,500億円であり、今後も年間約400億円の予算を投じる見込みです。日本の年間宇宙予算が約3,000億円という中では、ISS関連予算は情報収集衛星に次ぎ2番目に大きな規模の事業で、宇宙産業の基盤の維持や公共事業としての側面が強いことが窺えます。しかし、公共投資に関しては需要の創出や得られた成果のスピンオフなどの形でのリターンがない限り、投資効果があるとはいえません。確かに、H-IIA、H-IIBやHTVの開発・打上げ、ISSに関する派生製品が宇宙産業の基盤維持に貢献している点は認められますが、公共投資の観点からは道路整備やダム建設と比して効果的であるとは言い難く、通信放送や地球観測といったすでに民間の市場が確立した分野に投資した方が、産業の発展というより多くの成果が期待できるでしょう。

S: 私は日本における有人宇宙開発の位置づけとISSとの関係から評価してみたいと思います。まず、日本の有人宇宙開発の位置付けについてですが、宇宙基本計画では「世界をリードする先端的な研究開発を推進する」としており、そこには「ISS計画」と「有人宇宙開発を視野に入れたロボットによる月探査」の2つが盛り込まれています。前者では、「2016年以降の運用延長については、それまでの利用成果や将来の有人宇宙計画、諸外国の状況を総合的に勘案して判断する」とされ、後者では「長期的にロボットと有人の連携を視野に入れて推進する」とあります。

次にISS計画の意義として、①最先端技術力の蓄積、②国益の確保および国際プレゼンスの向上、そして③国民の夢という3点が挙げられています。

それでは、①最先端技術力の蓄積から見ていきましょう。まずハードウェア面では、H-IIBやHTV、日本モジュール(JEM)、宇宙実験装置の設計技術は有人宇宙開発があったからこそ獲得できたものであり、十分な成果は出ていると考えられます。次にソフトウェア面では、日本人の器用さを活かしたロボットアームの操作など日本人宇宙飛行士が世界的に評価される活躍をしていることも周知の通りです。そ



して、安全設計管理技術の獲得も大きな成果です。ISS以前の段階でも信頼性管理、品質管理、コンフィギュレーション管理という三つの管理技術を有していましたが、ISSのプロジェクトでさらに安全設計管理技術を習得することができました。ただ、ISSの日本モジュール(JEM)の実験装置を用いた各種実験のアウトプットとなるとあまり成果がなかったように感じます。②国益やプレゼンスの向上に関しては、世界が日本の宇宙技術のレベルを高く評価していることを鑑みると、一定の成果を上げることができたと思います。③国民の夢については受け取る人によっても違うので何とも言えないというのが正直なところです。

M: ISSを通じて我々が得てきた成果について整理するところから私は始めたいと思います。まず、ISSとは何かという部分ですが、地上では実施できないさまざまな実験研究を行う有人宇宙活動の拠点となっており、これを完成させるまでには多岐に渡る非常に複雑で高度な技術調整を国際間で行ってきました。その結果、日本は計画通り日本実験棟「きぼう」を完成させて運用を開始し、さらに3回の輸送機「こうのとり」を打ち上げ、ISSへの物資輸送の面でも大きく貢献しています。この貢献に応じて、日本は、ISSからの電力などの資源について、12.8%分の利用権を有し、約1年に1回の割合で日本人宇宙飛行士の6ヵ月間の滞在機会を得ています。また、「きぼう」は、決して日本のためだけに運用されているわけではなく、アメリカやカナダが49.6%の権利を有し利用しています。運用

開始から5年経った現在でも不具合がほとんどなく、参加各国からも「きぼう」を利用したいとの要望が来るなど、その能力や機能を余すところなく発揮していると自負しております。このことは、「きぼう」「こうのとり」の開発・運用の経験を通じて、日本の技術者、宇宙飛行士は多くのノウハウを習得し、他の参加国に勝るとも劣らない技術レベルに到達したことを物語っています。

こうした実績も踏まえ、日本はISSを通じ、ISS計画参加時に掲げた四つの目標のうち、「高度技術の習得」「次世代科学や技術の促進」「国際貢献」という三つの点で十分な成果を得たと考えております。残る「宇宙環境利用の実用化」という目標にはまだまだ克服すべき課題が少なくないものの、日本が主導している高タンパク質結晶成長実験により、宇宙空間を利用した創薬は近いうちに製品化の目途がつくといわれております。解決すべき課題は、宇宙空間への物資輸送に莫大なコストがかかることです。これは有人宇宙開発のみならず宇宙開発全体に関係する大きな課題ですが、ISSはその運用コストの約3分の2が輸送コストになっており、このコストを下げないことには宇宙環境利用は採算がとれないという見方もあります。

ISSには宇宙開発に関わるあらゆる最先端技術が有人・無人の区別なく集約されています。技術開発というものは、一度途切れると長年にわたり営々と積み上げた蓄積のすべてが無に帰してしまうものです。ISSについて議論する際にも、このことは肝に銘じるべきだと思います。

Y: 宇宙空間での活動を拡大させるための技術開発の成果は各方面から評価が高いようです。しかし、経済的な視点、国際的政治的な視点、技術的な視点における評価のポイントはそれぞれ全く異なったように感じました。その点に関して、井上様と坂本様はどうお考えでしょうか。

I: 日本の技術力の高さがISSの場で証明されたことは高く評価されるべきだと思います。そのことを踏まえて、この培った技術をどう使うかが次のポイントとなると考えます。ISSを安全につくり運用するというのは、あくまで人間が宇宙に行くことを前提にした話です。たとえば宇宙で実験する際、すべて無人で行えば有人向けの安全技術は不要ですし、実験機材への制約など、有人であることの弊害もあります。人が宇宙に行くこと自体に感銘を受けるといった発想そのものも含め、人間が宇宙空間で活動する理由は考える必要があります。これは、最終的に納税者へ利益を還元しなければならぬことを考えると必要不可欠な議論です。

S: ハード面ソフト面では多大な利益を上げてきたものの、現状では未だに実験の成果が出ていないというのが私の認識です。しかも、今後ISSが在る間（2020年まで）に、ハードウェア、ソフトウェア、実験面においてこれまでと同等の成果が出るかどうかは別の話です。成果を出すことは非常に困難であると考えられるが、国際的制約によりISSを2020年までは運用するならば、我が国の知恵を結集してその期間いかにISSを使うかを考えることが重要だと思います。

Y: ISS計画への参加で蓄積した技術に対する評価のポイントについて、各立場によって見解の相違があったように思います。ISSの成果については国際政治的観点も考慮して評価すべきだというご意見が出ましたが、三宅さんはこの点に関していかがでしょうか。

M: ISSはさまざまな最先端技術を獲得し共有する場でもあるというのが関係者の共通見解です。最近ではまた新たな動きとして、ISSでの成果を人類社会の将来にどう

還元するかという議論が行われており、以下の三つの柱を国際間で合意して活動を進めています。

一つ目の柱としては「災害監視」が挙げられます。地球観測衛星があるのになぜISSで行うのかと考える方もいると思います。ここには宇宙飛行士の目という、地球観測衛星とは違う視点で災害の様子をタイムリーに世の中に伝えることに価値を置いています。二つ目は「宇宙医学」です。皆さまご存知のように、人間が宇宙空間に長期滞在するとさまざまな弊害が生じます。そのため再び地上で生活を送るにあたってはリハビリを行う必要に迫られますが、それらを通じて得られたデータは医療介護その他の技術へフィードバックができるため、ISSと医学の連携する動きが増えています。三つ目は「教育」です。ISS建設に投じた労力や国際協力を経て得た成果を将来の宇宙開発に携わる人材へと教育の現場で受け継いでいく必要があります。

これら三つの柱に基づいていろいろな協力・プロモーションを行っていくために、JAXAも災害監視用カメラや医学データを提供するなど協力を行っています。このように一国の利益を超えた国際貢献が今大きく進んでいます。

I: これまでに培ったISSでの成果や技術を他分野にも応用するといった視点は確かに今後大切です。また世界全体の利益となることに予算を投じることは先進国としての責務でもあります。しかし、宇宙政策全体を俯瞰する立場から申し上げますと、年間3,000億円の有限な宇宙予算から国際協力のために約15%を充てるという規模の妥当性は議論されるべきテーマです。

また、科学技術の評価という視点があります。一般に科学技術は評価が非常に難しいため、ISSの技術を宇宙政策の中で適切に評価を下すことが大切になります。その評価基準は、今後の宇宙の利用拡大に資するか、日本が宇宙活動を自律的に行うための能力を確保することができるかという2点に集約されるでしょう。かつて日本は技術の獲得自体を大きな目標としていましたが、現在では世界でも一級の宇宙技術を持つに至りました。したがって、この技術をいかに国民の利益となる宇宙利用の拡大につなげるべきか、どうすれば他国に頼らず

宇宙開発を行う能力を維持できるのかが評価の視点になると思います。

M: 我々としてもISSに投じる年間400億円という金額の重さを日々感じながら仕事をしており、コスト削減は最優先事項としています。

利用分野についても、他分野との協力も進めていければと思います。ただ、技術者として有人か無人を分けて考える発想は全くありません。有人と無人のそれぞれの特徴をバランスよく組み合わせ、未来の課題を解決していくことが重要だと考えております。

日本が有人宇宙開発に乗り出してから約30年、これだけの技術を獲得するために費やした7,500億円という投資にはさまざまな意見があるでしょう。しかし、ゼロから有人宇宙技術をスタートさせ、今日、米口に続く技術レベルと国際社会における地位を得られたことは、とても大きな投資効果であったと思っています。

ISS計画をめぐる各国の動向

Y: ここまではISSが成し遂げた成果とその評価を軸に議論を行ってまいりました。一口にISSと言ってもさまざまな観点から評価が可能であり、総合的に捉える必要があることがお分かりいただけたかと思えます。ここからはISS計画の将来について話を伺ってまいります。



M：ISS計画は2020年まで運用を継続することが決まっており、さらに2028年まで運用できないかという技術的な検討も行っています。

また、国際宇宙探査プログラム (ISECG) という、将来の宇宙探査を国家間共同で行うグループが2007年にでき、日本も参加しています。そこでは無人探査も含め国際協力によって効率のいい宇宙探査の方法について議論しており、有人による月、小惑星、火星探査の話を進めています。

各国の状況ですが、まず、NASAは従来別々だった探査とISSの部局を一つに統合し、有人宇宙探査を本格的に推進する方向へ明確に舵を切っています。ISSへの輸送手段については、民間会社の輸送サービスを利用することでコストダウンを図り、NASA自身は月や火星に関するミッション (有人カプセル「Orion/オリオン」) と大型ロケットの「Space Launch System (SLS) 計画」を行うという役割分担を図っています。ISSの利用促進に関しては、アメリカの実験機器の半分をNASA以外の民間や研究機関が主体的に使えるような体制をとっています。この体制が、小型衛星や創業などに関するベンチャー企業が主体的にISSを利用する動きを後押ししているのではないのでしょうか。

次にロシアですが、実は一番有人宇宙探査には積極的です。ISSに新たな実験モジュールを設置して将来の探査に役立てよ

うとしていますし、さらに月面宇宙基地の建設を計画しており、地上の閉鎖環境を使って、長期滞在によって宇宙飛行士に起こり得るさまざまな問題を解決するための医学データを取得する実験を進めています。

欧州は自身でISSを利用した宇宙探査技術を実証・検討しつつ、ロシアやアメリカとの連携を検討する立場にあります。特にアメリカが開発を進めているオリオンへの技術協力による連携を模索しております。

中国に関しては独自の路線で宇宙ステーションや有人の探査機をつくっており、何兆円という膨大な予算に後押しされて非常に着実に有人宇宙開発を行っているようです。インドも月への無人探査機を上げていますし、有人も目指しています。このように、各国ともポストISSを見据えた動きが加速しています。

これらを総括すると、今までISSで培われたものをどのように生かし、長期滞在のために必要な技術をいかに獲得していくかが重要になってきます。そしてもう一つ重要なのは、今後のミッションとその目的を明確に示すことです。そのため運用が予定されている2020年まではISSをベースに技術獲得を目指しつつ、2015年頃から次の5年でなすべきこととしてミッションや目的について議論を深めていく必要があります。

日本はISS計画を通じて独自の宇宙船の開発が夢ではなく、具体的な目標になりました。現在は「有人宇宙技術開発ロードマップ」を制定し、ISSで培った技術に何を加えれば独自の宇宙船ができるだけの技術レベルに達せるかを明確にし、短期、長期の目標を明確にしています。こうした有人宇宙技術を、いかに実証し獲得していくべきかという部分で、ISSという環境は必須となっています。国際間での協議の場においては、このような技術実証計画を共通の目標として設定することで初めて日本も対等なパートナーとして関わっていけると考えています。

日本のISS計画のこれから

Y：ISSの運用終了も見据えた長期的なプランを持つことが重要とお話でしたが、で

は今後、日本の宇宙開発はどのようなビジョンのもとに進めていくべきなのでしょう。

S：ポストISS計画を考える際に問題となってくるのは未来が読めないという点です。そこで私からは2050年の日本の社会はどうなっているかを展望した上で、有人宇宙開発に求められる社会的ニーズを検討してみたいと思います。国家戦略の見地から見ると、まず21世紀に日本が生き残るために考慮すべき課題は、世界的なエネルギーや食糧、資源の争奪、全地球的な環境の保全、国家の安全と国民の安心、少子高齢化などだと考えます。2点目として日本が国益を維持するための国の安全確保、国民の生活の向上、国際プレゼンスの向上、日本再興が挙げられます。

現在の予想では2050年、世界ではエコカーの販売台数が大幅に伸びて、再生可能エネルギーが普及するとされています。また日本ではロボット産業などが大きく成長する一方、さらに高齢化が進んで人口も減少すると予想されています。

これらの予測の下にシンクタンクの視点から考えますと、今後は将来の社会のニーズに合うプロジェクトを推進していくべきだと思います。具体的には宇宙エレベーターが挙げられます。宇宙旅行や宇宙太陽光発電所などは将来宇宙利用の代表例ですが、これらは単独で行っても採算がとれません。しかし、中間駅をいくつか設けた宇宙エレベーターをつくれれば、安価な輸送手段が構築できます。静止軌道まで宇宙太陽光発電所を組み立てる資材を送れ、高度400kmの静止軌道で途中下車すれば宇宙観光が楽しめるため、各プロジェクトを実現可能なものとするができるかもしれません。ただ、技術的な課題が山積しておりすぐには実現できないのが難点です。

I：政策担当としてはお二方のお話に加えやはりコスト面の話をせざるを得ません。宇宙事業といえども国家戦略の範疇であり、有限な資源で最大のパフォーマンスをあげる手段を検討する必要があります。国際協調や将来社会のニーズを満たすという目標設定は適当なのだと思います。ただ国家政策として実行に移す際には、現実的な話として身の丈にあった規模のプロジェクトに



落とし込まなければなりません。

M: 我々もコストの面は非常に厳しく見ております。当面、ISS計画の現在の枠組みの中での最大の成果がどれだけ得られるか考えつつコスト削減に努めていこうと考えています。ただ、「きぼう」は非常に多機能な実験室であり、「こうのとりのり」という高い信頼性を持つ輸送機も持っています。そのため我々としてはこの二つをキーとして次のステップを考えていきたいと思っています。これらにかけたコストの大小は皆さまにもご判断いただきたいと思いますが、重要なのは今までに培った技術は明日止めてしまうとゼロに戻ってしまうということです。これだけは避けねばなりません。我々はこのような問題、それからコスト面などを考慮しながら将来の計画を見ていきます。

新しい宇宙基本計画について

Y: それでは今までの議論を踏まえ、現在作成中である新しい宇宙基本計画はどのように検討されるべきでしょうか。

I: 現在宇宙基本計画を見直している中で大きなポイントは、限られた資源をいかに有効に使うかという点であり、そのためにプロジェクトに優先順位をつけて実行していくということにあります。その優先順位の基準としては、利用の拡大に資しているのか、日本の自律性の確保に資しているのかという2点です。これらの観点が日本はISS計画やポストISS計画をどう考えていくにあたり根本となると考えています。

S: 宇宙開発における計画のフローは、国家の目標としての「国家戦略」が大本にあり、その下に長期的戦略としての「宇宙戦略」、より具体的な短期的戦略である「宇宙政策」、実際の政策実施としての「宇宙プログラム」があるという構造になっています。これに対応するように、「国家戦略」に対しては宇宙基本法が、「宇宙政策」には宇宙基本計画が、「宇宙プログラム」にはJAXAの中期計画などがあります。しかし、実は中間の「宇宙戦略」に対応するものはありません。そのため長期的な戦略についてのメッセージ性が弱くなる

ばかりか、民間企業も宇宙事業に向けた長期的設備投資・人材育成に取り組むことができないという事態を招いています。

さて、新しい宇宙基本計画では、ポストISSを睨んだISSにおける有益な実験（宇宙太陽光発電の送受電試験、また日本の得意分野である宇宙ロボットを使った宇宙構造物の組立て試験）を取り入れていただきたいと考えています。もう一つ視野に入れるべきなのは、基本計画の対象である10年間で宇宙旅行をできるだけ推進させることです。これは将来への技術研究の蓄積を目的としています。つまり、宇宙空間へ低コストで大量輸送が可能な手段の研究として、近い将来必ず実現する宇宙旅行から最新の輸送技術を習得すべきだということです。具体的には、観光分野と連携して弾道飛行のスペースポートを日本国内に誘致し、日本はまず機体製造にパーツサプライヤーとして参画し技術を習得するということが考えられるでしょう。

M: 我々開発機関では、将来は独自の有人宇宙船を開発する段階まで技術レベルを上げていくという目標を持っています。そのため、単に技術開発だけではなく、国家でしかできないミッション、宇宙開発の総決算といえるミッションを宇宙基本計画には入れていくべきであると考えており、それはやはり有人探査だと思っています。逆にこのような目標が設定されることで将来のコストについてもより正確に見積もりができるのではないかと考えています。ですからぜひそのような国家レベルの方針を立てていただきたいですし、我々も当然そのために働きたいと考えております。

学生へのメッセージ

Y: それでは、最後に将来を担う学生へのメッセージをお願いします。

I: 私は行政官として、宇宙の安全保障利用の解禁や研究開発主導であった宇宙プロジェクトを利用主導型に移すといった、日本の宇宙政策の大きな転換点に立ち会うことができました。そこでは、宇宙を「夢」ではなく「現実」として捕らえようといった言葉が、宇宙政策転換のキーワードでありました。

既存の体制や考え方を変えていく時には非常に多くの摩擦があります。しかし、時代や環境の変化を察知してそれに柔軟に対応していくための勇気や知恵を、今日お集まりいただいた学生の皆さまには培っていただきたいと思います。

S: 日本は人口減少・少子高齢化が進むことにより2050年にはロボット技術が介護など身近なところで活用され、また、宇宙開発では、宇宙太陽光発電所、宇宙エレベーターや宇宙ロボット、宇宙ゼネコンなどが出てくる時代となります。このような未来を生き抜くことになる皆さまには、次の成功の方程式を送りたいと思います。「①目標は実現する。②継続は力なり。③本物は消えない（一つでいいからまずは本物になる）。④日本を動かし世界を動かす。」そして重要なことは「反対されても安易に旗を降ろさないこと」です。「勇気を持ち／リスクを恐れず／世界一に挑戦する（Stay Ambitious／Stay Foolish／Stay Hungry）」という気持ちを持って挑戦していただきたいと思います。

M: 私は今、世界各国のさまざまな分野の方々と対等に、ISSやこれからの有人宇宙開発の議論をさせてもらっていることを大きな幸せを感じています。これから有人宇宙には、航空宇宙分野以外の分野も関わってきます。皆さまには、自分にしかできない分野を見つけ、そこでとにかく世界一を目指していただきたいです。そしてこの日本に生まれたことを誇りにできるような仕事をしてほしいと思います。そしてぜひ、この中から将来一緒に日本の未来を担う仕事をしてくれる人が出て来てくれればうれしいと思っています。

Y: 本日は、改めてあらゆる立場から多角的な視点をもって、有人宇宙開発を考えることが必要だと再認識しました。中には厳しい意見もありましたが、有人宇宙開発を積極的に人類のために使っていこうという点では共通していたと思います。これからもより深く「今」の有人宇宙開発について考え、よりよい社会の「未来」を目指していければと思います。本日は誠にありがとうございました。

アンケート内容

【講演前アンケート】

- 問1「有人宇宙開発で連想される言葉は何ですか。」／自由回答
- 問2「有人宇宙開発は将来どのような方向性を持つべきだと考えますか。」／番号選択
- ①技術研究に宇宙を有効活用する ②一大プロジェクトを打ち立てる
- ③縮小して宇宙分野の他のプロジェクトに予算を使う
- ④縮小して他の公共事業に予算を使う ⑤その他
- 問3「問2の理由をお答えください。」／自由回答

【講演後アンケート】

- 問4「有人宇宙開発は将来どのような方向性を持つべきだと考えますか。」／番号選択
- ①技術研究に宇宙を有効活用する ②一大プロジェクトを打ち立てる
- ③縮小して宇宙分野の他のプロジェクトに予算を使う
- ④縮小して他の公共事業に予算を使う ⑤その他
- 問5「問4の理由をお答えください。」／自由回答

アンケート

パネルディスカッションでは、講演前と講演後にアンケートを行いました。その結果をここに報告させていただきます。

まず、それぞれの質問と選択肢を以下に記載致しました。なお、問1から問3に関しては講演前に、問4と問5に関しては講演後にお答えいただきました。アンケートは無記名で行っております。今回、52名の参加者の皆さまにアンケートへのご協力をいただきました。ご協力、誠にありがとうございました。

本アンケートでは、まず問1で参加者の皆さまの有人宇宙開発に対するイメージをお聞きすることによって、宇宙開発にある程度の関心を持っている方が今まで有人宇宙開発をどのように見ていたかを明らかにしていこうという意図があります。ここでは有人宇宙開発が夢だと思われていたのか、それとも現実味のある事業として捉えられていたのか確認したいと考えておりました。次に問2、問4でパネルディスカッションを通して参加者の皆さまが将来の有人宇宙開発にどのような期待を持っているのか、また、講演の前後で参加者の皆さまにどのような意識の変化があったのかということを明らかにしていこうという意図があります。問3と問5に関しては問2と問4の補足となります。

結果

それでは、アンケートの回答結果をご紹介します。まず、参加者の皆さまの有人宇宙開発に対するイメージを幾つかご紹介致します。一番多かったご意見は「ISS」となりました。また、「アポロ」「スペースシャトル」「NASA」というようにアメリカを連想させるような言葉が上位を占める結果となりました。

次に、問2と問4の回答結果をご紹介します。p.34の図1をご参照ください。まず問2では、②を選んだ方が最も多く、この理由としては以下のようなものがありました。

* 一大プロジェクトを立ち上げることによって国民の注目を引いて有人宇宙開発への理解を促すべきであると考えから
* 日本の国力をアピールするツールに使えと思ったから

次に、①を選んだ方が最も多く、理由としては以下のようなものがありました。

* 人類が将来他の惑星へ進出するためには基礎研究が必要であるから
* できることを着実に各国が協力して国際プロジェクトとして行えばよいと思ったから

また、それ以外にも、⑤を選んだ方のご意見として、「他分野とのバランスを今までよりもっと深く考察すべきである」といったものがありました。

次に、問4においても②を選んだ方が最も多いという結果となりました。その理由としては以下のようなものがありました。

* 何故行う必要が有るのかを考える必要があるが、税金を使っている以上、国民の関心を反対や賛成意見を含めて集めるために一大プロジェクトをするのがよいと思ったから

* コストの面で非常に大きな問題はありますが、それを踏まえた上でやはり一大プロジェクトを打ち立てていかなければ、今後の宇宙開発の停滞や、今まで築き上げてきた技術を失ってしまうことにつながるから
次に多かった回答は問2と同じく①になりました。その理由としては以下のようなものがありました。

* 講演を聞いて、単に宇宙開発を推進するだけではいけないと分かった。有人宇宙開発をすすめるためには、お金になるビジネスとして利用していかなければならないので、まずはそのために基礎研究を行い、それを有効活用するような計画を打ち立てる必要があると思ったから

* 有人宇宙開発でなければならぬものと、そうでないものを明確にし、有効な部分でのみ有人宇宙開発をやるべきだと思う
それ以外にも、⑤を選んだ方のご意見として、有人の打上げは他国任せなところがある上、ISSも他国との関係を保つために行っているという側面も強い気がするの
で、小規模の予算なりに有人や無人に関わ

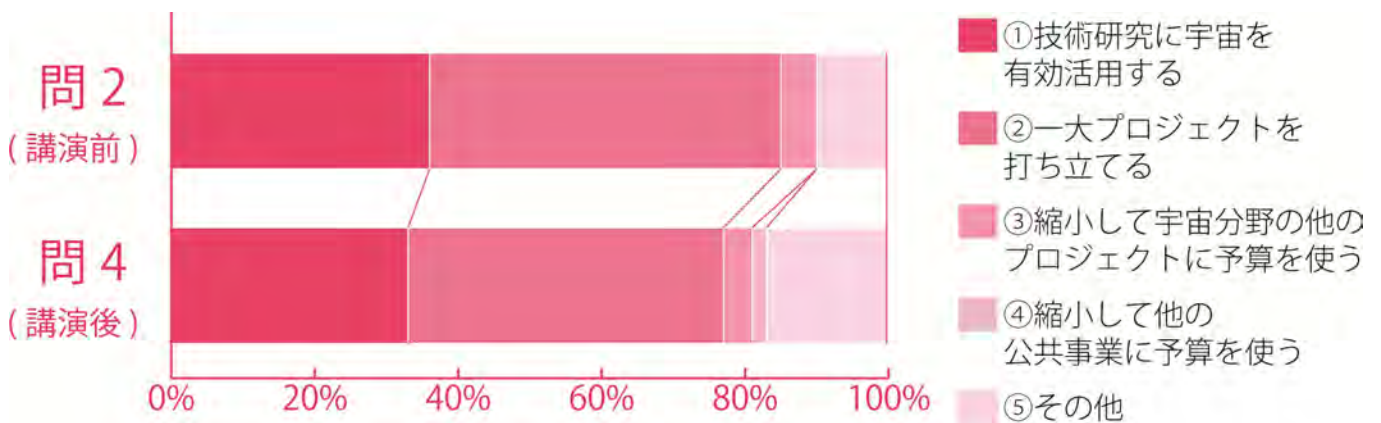


図1 講演前後の回答の変化

らない日本独自のビジョンが必要であると思う、といったものがありました。また、③を選んだ方のご意見として、資金面から考えても、有人の打上げにかかるコストを縮小して他の宇宙のプロジェクトに予算を使うべきだと思つたご意見がありました。

さて、このアンケートはパネルディスカッションの前後に実施致しましたが、前後で参加者の皆さまの考えにどのような変化があったのか、まとめてみました。図2をご参照ください。

講演の前後で、一部の方がご意見を変えていらっしゃいます。一番多くみられた変化は「②一大プロジェクトを打ち立てる」から「①技術研究に宇宙を有効活用する」というもので、そのように変えられた方は5名でした。次に多かったのは先ほどの逆の変化で3名でした。また、「①技術研究に宇宙を有効活用する」から「③または④縮小する」とご意見を変えられた方が数名いらっしゃいました。

| | | | |
|------|---------------------------|----|----------|
| 1位 | ②→② (15人) | 4位 | ⑤→⑤ (4人) |
| 2位 | ①→① (10人) | 5位 | ①→② (3人) |
| 3位 | ②→① (5人) | 6位 | ③→② (2人) |
| 以下同数 | ②→⑤ ③→① ①→③ ①→④ ①→⑤ (各1人) | | |

図2 回答の変化の動き

考察

まず、問1の回答結果から判断するに、参加者の皆さまの多くは、有人宇宙開発という言葉から主にアメリカを連想されているようです。また、日本に関しては「毛利元宇宙飛行士」「向井宇宙飛行士」との回答が多かったことから、「日本の有人宇宙開発は宇宙飛行士」という方程式があると感じました。かたや夢という言葉はあまりみられなかったことから、参加者の皆さまにとって、有人宇宙開発は夢よりも現実に近い側面の方が強いのではないかと考えました。

次に、問2と問4では、パネルディスカッションの効果と有人宇宙開発の将来への期待を明らかにしました。技術を向上させていきたい立場であっても予算縮小について考えたり、またその逆もあつたりと、パネルディスカッションを通じて、参加者の皆さまにさまざまな視点を提供できたのでは

ないかと思つます。一方で、大半の方は意見が変わらなかつたということを見ると、もう少し議論を深めるべきであつたのかもしれない。また、有人宇宙開発そのものをすべきでないというご意見はなく、今後何らかの形で有人宇宙開発が発展していければとのご意見が多数でした。

以上のアンケート結果から判断するに、今後は予算や社会との兼ね合いを考え未来のことを見据えて今までの技術を有効に利用していけるような計画を打ち立てていくことが期待されているのではないのでしょうか。■

スカパーJSAT株式会社様



株式会社
放送衛星システム様



日本衛星ビジネス協会は、宇宙開発フォーラムの活動を応援しています。

人類初の人工衛星スタートアップから上げられて約半世紀。衛星通信、衛星放送、気象観測、探査、観光など、1億の衛星は私たちの暮らしを支えている重要な存在です。国際競争の激しい宇宙空間の分野で日本のリーダーシップを発揮していくためには、高い技術力、国家の宇宙政策、企業がビジネスモデルを確立させることが不可欠です。専門知識を揃えて学生が一堂に会し、宇宙開発をテーマにしたフォーラムを開催するのは大きな意義を感じています。これから宇宙分野の将来を共に語り、日本の宇宙開発や衛星ビジネスを支える人材が育つことを期待しています。

日本衛星ビジネス協会 会長 市川 卓

| 沿革 | 活動内容 |
|--|--|
| 日本衛星ビジネス協会は1985年に前身「SPPI (Society of Satellite Professionals International) 国際衛星専門家協会」を設立し、衛星の設計・開発メーカー、衛星オペレーター、衛星放送会社、ソフトウェア開発、衛星機器メーカー等衛星分野の第一線で活躍する企業及び個人の交流・情報交換の場を提供しています。 | 1. 衛星実用者・実業家の関係 衛星利用の現状、今後の展望等に関する衛星実用者同士の関係強化の場を提供しています。 【2011年度講演会】 衛星利用実用者「衛星利用実用者の現状」の報告と質疑応答 【2012年度講演会】 衛星利用実用者「衛星利用実用者の現状」の報告と質疑応答 2. 宇宙開発・衛星分野の人材育成と支援 衛星分野にキャリアアップの機会、発展、成長の機会を提供し支援しています。衛星実用者や衛星実業家のイベントに学生の参加を奨励しているほか、衛星フォーラム等への協賛を積極的に行っています。 |

SSPI 日本衛星ビジネス協会
Society of Satellite Professionals International
http://www.sspj-tokyo.org/

日本衛星ビジネス協会様

Interview with RESTECKERS

地球の今を、あなたに伝えます

RESTECKERS 気象・リモートセンシング技術センター
http://www.resteckers.jp/

一般財団法人
リモート・センシング
技術センター様

AXELSPACE
Space with Space

宇宙は「使」の時代

「スポーツ、アリの時代の時代から50年、これまでの人間のフロアにあり続けた宇宙が、変わる時となっています。超小型衛星「アクセルスペース」の登場する新しいワールドに入り、宇宙はもうあなたのものです。低価格、短時間による衛星の打ち上げ、高高度・無量測環境、制約少なく、地上では観測できないようなデータを取得した新しいサービスも、アクセルスペースはお客様と一緒に創り上げています。超小型衛星による宇宙のビジネス利用は、もう盛りだくさんです。

アクセルスペース株式会社
〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1
TEL: 03-5571-4400
Contact: 03(646)14000 FAX: 03(646)14000
Website: www.axelspace.co.jp

株式会社
アクセルスペース様

ウェザーニューズは常に革新的な取り組みで、新しい気象情報サービスの形を創造します。

株式会社ウェザーニューズ
http://www.weathernews.com/#/talent/recruiting/recruiting/

株式会社
ウェザーニューズ様

Empowered by Innovation. NEC

Advanced small standard satellite system NEXTAR
NEC's next generation satellite series can handle a variety of missions.

Application
Satellite Remote Sensing is more cost-effective than Aircraft Remote Sensing due to Wide-area Coverage, Persistence, and Continuity.

Panchromatic/Multi-Spectral Sensor
Advanced High Resolution Panchromatic Sensor
Ground Sample Distance: 4.2m

SAR (Synthetic Aperture Radar) Sensor
Resolution: 10m
Mass: 10kg
Power: 10W

Hyper-Spectral Sensor
Resolution: 10m
Mass: 10kg
Power: 10W

Excellent Adaptability to Various Missions
NEC's small satellite is designed so that optional components such as software packages and loads can be added or replaced. Health like a computer is also.

日本電気株式会社様

ポスター

01

ISFJ

日本政策学生会議

ISFJ日本政策学生会議は「学生の政策提言による望ましい社会の実現」を理念としている非営利の学生団体です。

学生による時代感覚を踏まえた政策立案の支援と政策の実現に向けた場の提供をし、「よりよい日本の姿を探り、つくる」ことを実現できるよう私たちは日々活動をしています。



私たち秋田大学学生宇宙プロジェクトではハイブリッドロケット、缶サットの研究・開発を行っています。メンバーは機械工学科や材料工学科、情報工学科などさまざまな分野の学生が集まり、それぞれの専門を生かした活動をしています。

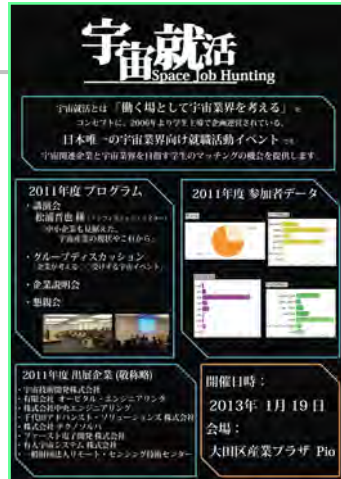
昨年度は学生団体で初となる海に向かってロケットを打ち上げ、ロケットの回収に成功しました。本年は高度1km以上を目指し活動しています。

02

秋田大学 学生宇宙プロジェクト ASSP

03

宇宙就活2012 実行委員会



宇宙就活とは「働く場として宇宙業界を考える」をコンセプトとし、宇宙業界に関わる企業を集めた、国内で唯一の学生を対象とした企業説明会です。企業説明会の他にも、宇宙業界に知識のある方をお招きした講演会、実際に働いている方のお話を伺える機会なども設けています。皆さまが宇宙で働くことを真剣に考えるためのよい機会になるように、実行委員全員で励んでいます。本年度の宇宙就活は2013年1月19日開催予定です。

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の導入・整備を進めており、本年度5月にJAXAから打ち上げられた高電圧技術実証衛星「鳳凰弐号」を含む各大学・企業からの衛星試験を行っています。

04

九州工業大学 超小型衛星試験センター



05

学生のためのビジネスコンテスト KING2012 実行委員会



「学生のためのビジネスコンテストKING」は日本で初めてビジネスコンテストを開催した団体です。そんなKINGの17代目にあたるKING2012は日本で初めてイノベーションをテーマとしたイノベーションコンテストを開催致しました。

06

STeLA Japan



STeLAは、科学技術分野における国際的なリーダーシップ教育およびネットワーク構築を目的とした国際組織です。毎年理科系の大学生・院生を対象としたリーダーシップフォーラムを提供しており、本年度は東京にてフォーラムを開催しました。フォーラムでは参加者のリーダーシップ育成を目的とし、MIT Leadership Centerの協力を得て開発した講義やロールプレイなどのリーダーシップ教育科学技術が関わる国際的な問題「Natural Disasters」をテーマとした講演・見学・議論、参加者混成チームで、3日かけて一つの課題に取り組み、議論を繰り返しながら国際問題に対する解決策を提示するグループプロジェクトなどのプログラムを実施しました。

07

筑波大学 宇宙技術プロジェクト STEP



筑波大学宇宙技術プロジェクト (STEP) は、2006年5月に筑波大学の工学を専攻にする学生有志を中心とし、設立されました。STEPでは、技術者になるためのトレーニングの場として、ロケットや人工衛星といった宇宙に関する技術を題材にしたものづくりを中心とした活動を展開しています。

08

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 TSRP



私たち東海大学チャレンジセンター学生ロケット (TSRP) は、学生の手で小型ハイブリッドロケットを製造しており、今回展示したロケットは、本年度2月に北海道の大樹町で実際に打ち上げたロケットです。また、学生自身が設計や製作、運営を行っている火を使わずに分離する「不知火」といった独自の無火薬式分離機構やロケットエンジン、共通計器の実物も展示しております。

09

東京大学 サイエンスコミュニケーション サークル CAST



私たち東大CASTは、滝川洋二先生のゼミの受講者が中心となって立ち上げた団体です。五月祭・駒場祭での科学イベントの開催や、小学校などへの出張理科教室をはじめ、科学の面白さを多くの人に伝えようと活動しています。本年度は新しい試みとして、大学生の科学系団体が共同でサイエンスリンクというイベントを実施され、私たち東大CASTも参加しました。サイエンスコミュニケーション活動は、年々拡大されています。



10

東京大学 小紫研究室

(東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 小紫研究室)



宇宙への次世代物資輸送としてのマイクロ波推進の原理と現状について紹介します。マイクロ波推進は、地上から供給されるマイクロ波でロケットの推力を得る推進方式です。パルスドネーションの利用で簡素な構造にでき、空気の利用で搭載燃料を大幅に削減し、高価なマイクロ波発振源は地上に設置するため維持・再利用できます。これらによって、打上げ費用を大幅に低減できると期待されています。

現状ではkg級の推力が得られており、今後kg級推進機の打上げが予定されています。



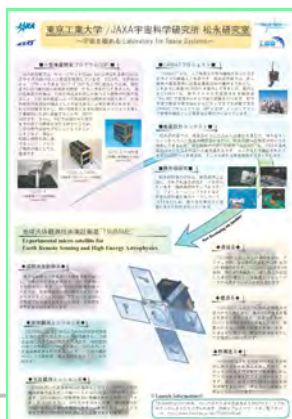
従来の枠組みにとらわれず、新しいアイデアで小さなもの(1kgの超小型衛星)から大きなもの(1kmサイズのふろしき衛星)まで、革新的な宇宙システムの研究開発を目指している研究室です。すでに3機(XHV、XI-V、PRISM)の打上げ運用に成功、4機目のNano-JASMINEを開発中です。

超小型衛星の分野では世界をリードしており、超小型衛星の実用に向けた技術開発と利用開拓を精力的に進めています。また宇宙システムをより効果的に動作させるための制御工学や人工知能などの研究も行っています。

11

東京大学 中須賀研究室

(東京大学航空宇宙工学専攻 中須賀研究室)



JAXA宇宙科学研究所/東京工業大学松永研究室では、「CubeSat」と呼ばれる10cm立方サイズの超小型人工衛星を開発しています。現在までに、世界初のCubeSatである「CUTE-1」を含む3機の超小型人工衛星の打上げに成功しており、現在は理工学分野で最先端のミッションを遂行する超小型人工衛星「TSUBAME」を開発中です。

ポスター展示では、松永研究室の衛星開発プロジェクトの概要と、現在開発中のTSUBAMEの最新情報について説明しています。

12

東京工業大学 松永研究室

(東京工業大学大学院理工学研究科機械宇宙システム専攻 松永研究室)

本団体ではSPROUT及びNEXUS、二つの衛星プロジェクトを実施しています。SPROUTは大きさ20cm立方、重量6.7kgの本学2機目の超小型人工衛星です。このプロジェクトでは窒素ガスによりインフレーターチューブを膨らませ薄膜を展開します。SPROUTは平成25年度H-IIAロケット相乗り副衛星に内定しており、現在EM機の開発中です。NEXUSは大きさ10cm立方、重量1.5kgを想定したSEEDS、SPROUTに続く人工衛星です。このプロジェクトは、日本アマチュア衛星通信協会(JAMSAT)と日本大学で共同開発を行っています。

13

日本大学 宮崎研究室

(日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 宮崎研究室)



Noti'sは「宇宙好きに宇宙を知ってもらい、宇宙を舞台に活発に行動する人を増やす」ということをコンセプトに、宇宙6分野全てで活動している学生団体です。今年の3月に設立し、今は文理問わず15名のメンバーが所属しています。

活動内容は、宇宙産業シンポジウムや宇宙酔など交流を通して宇宙を知ってもらう活動と、勉強会やインタビューなどで培った知識をレポートにまとめてアウトプットする活動の大きく分けて二つあります。

14

Noti's



15

大学宇宙工学 コンソーシアム 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。

16

大学宇宙工学 コンソーシアム 学生組織 UNISON

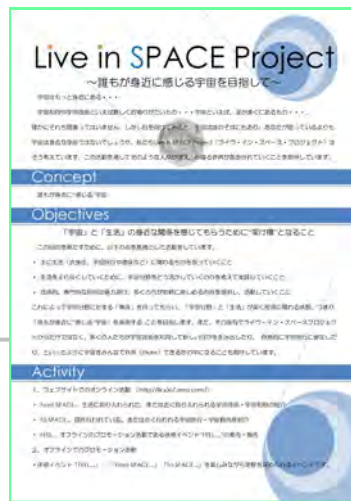
UNISON (UNISEC Student Organization) は、大学宇宙工学コンソーシアム (UNISEC) の学生会員による組織です。超小型衛星やCanSat、小型ロケットなどの開発を行っている団体が集まり、情報交換や共同開発、各種イベントの運営などを行っています。

また、広報活動や各種勉強会もしております。50に及ぶ団体が参加している全国的組織ならではの活動についてご紹介致します。



17

Live in SPACE Project



皆さまは「宇宙開発」=「フィクション」だと思いませんか? 実は私たちの生活と多くの接点があります。私たちは「宇宙」と「身近な生活」との意外な関係を紹介し、多くの人に発信しています。毎年、企業からの協力をいただき、ショッピングセンターで多くの人々に、宇宙をより身近に感じてもらうイベントを主催しています。多くの人々に「宇宙が身近な存在である」ことを知っていただけるように、私たちは日々活動を行っています。



18

宇宙開発フォーラム 実行委員会 SDF

ポスターセッションとは、SDFと関わりのある団体様からポスターや冊子などの展示物をご出展いただき、日々の活動についてご説明いただくプログラムです。各団体様やその活動について知っていただくことにより、専門以外の分野への意欲や関心に基づく、学生間や学生・企業間の新たなネットワークをつくり出すことを目的としています。

本年度も宇宙開発に携わる機関や企業、大学研究室、宇宙工学系、社会科学系の学生団体など、非常に多くの団体様にご協力いただきました。

来場者アンケート

宇宙開発フォーラム2012
来場者数開催2日間計

214名

回答者数

104名

「宇宙開発フォーラム2012」には2日間で延べ214名の方にお越しいただきました。その内、104名の方にアンケートにご協力いただき、その結果をここにご報告させていただきます。

まず、参加者の皆さまのご所属は、学生が68%、社会人が32%でした。その内、学生は高校生から大学院生まで幅広い年齢層の方にご参加いただきました。

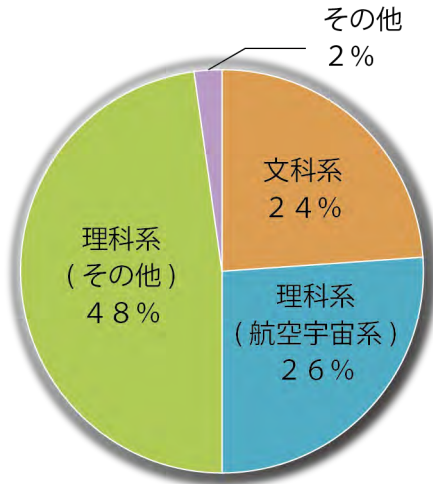
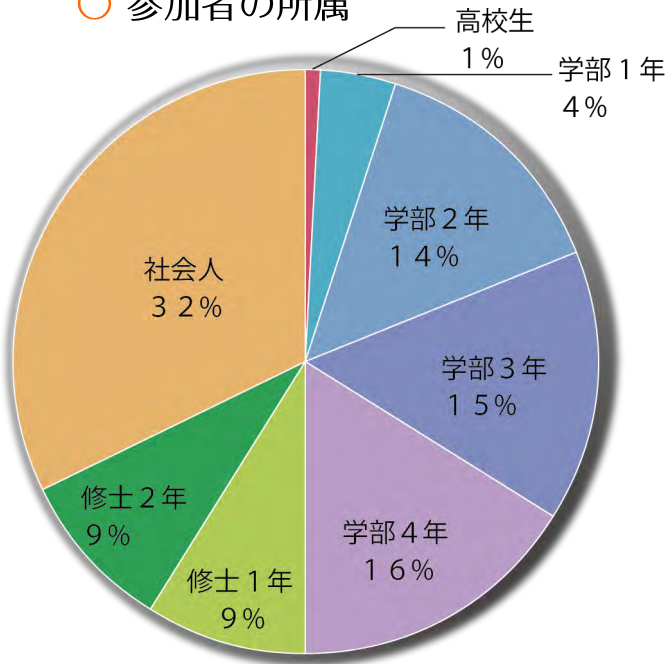
また、学生のうち文科系の方が24%、理科系の方が74%でした。理科系といっても、航空宇宙系以外の方にも多くお越しいただきました。文科系の方にも関心を持っていただくことができ、参加者の皆さまは普段知り合うことのないさまざまな分野の方と親睦を深めることができたのではないのでしょうか。本フォーラムを、参加者の皆さま同士の交流・ネットワーク構築の場にするという試みが成功したと思われまます。

次に、本フォーラムに参加し「新たな知識が得られたか」という質問には、98%の方に「大いに得られた」「得られた」とご回答いただきました。また、「新たな価値観を得られたか」との質問には、「大いに得られた」「得られた」と回答された方が併せて97%いらっしゃいました。これはさまざまなコンテンツにより、普段考えることのない視点から宇宙開発を捉える機会を提供できたといえる結果だと考えております。

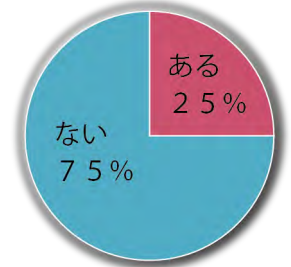
さらに、過去宇宙開発フォーラムに参加したことがあるか伺ったところ、25%の方が過去に参加したことがあると回答され、中には今年で6回目の参加だという方もいらっしゃいました。私たちが活動をつづけ、今年で10周年を迎えられたのは、このように毎年ご参加していただいている皆さまの支えもあってこそだと実感し、誠に感謝しております。また、初めて参加していただいた方が多くいらっしゃるのも、私たちの活動の広がりを感じることができ、非常に嬉しい限りです。今後もより多くの皆さまに楽しんでいただけるようフォーラム運営を行ってまいります。

最後に、「宇宙開発フォーラムにまた参加したいと思いませんか」という質問に対して

○ 参加者の所属



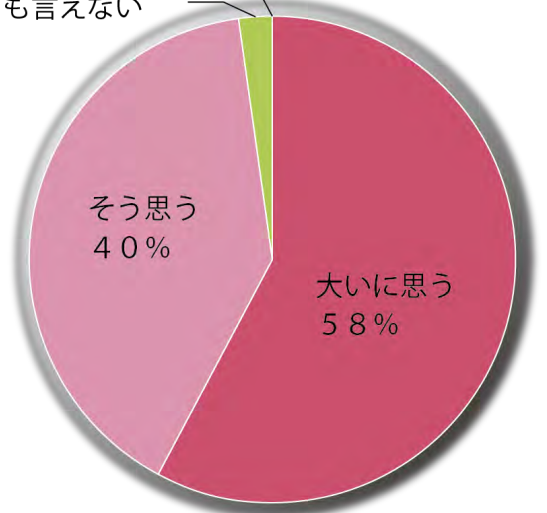
○ 過去宇宙開発フォーラムに参加したことがあるか



○ 参加者の専攻

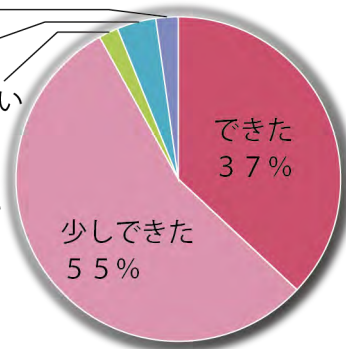
○ 新たな知識は得られたか

あまり思わない・思わない 0%
 どちらとも言えない 2%



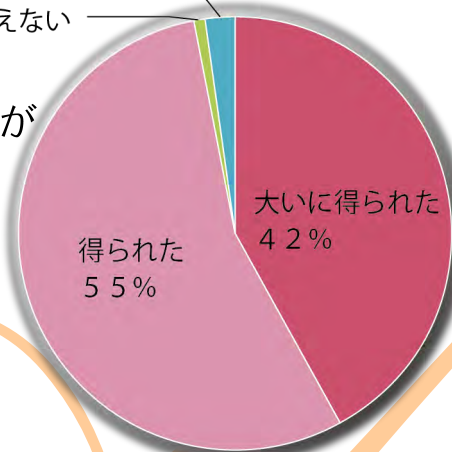
○ 異なる分野の方々と交流できたか

できなかった 2%
 あまりできなかった 4%
 どちらとも言えない 2%

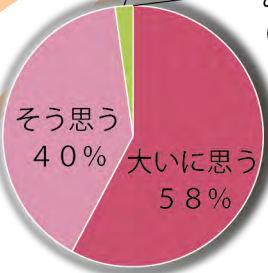


○ 新たな価値観が得られたか

あまり得られなかった 2%
 どちらとも言えない 1%



どちらとも言えない 2%
 あまり思わない・思わない 0%



○ また参加したいと思うか

「大いに思う」「そう思う」と回答された方が併せて98%いらっしゃいました。これは多くの方が本フォーラムに満足していただいたことを示していると思われま。同時に、これからの本フォーラムに対する期待の高さも示していると考えられます。この結果をしっかりと受け止め、参加者の皆さまのご期待に添えるよう努力していきます。

参加者の意見 (一部抜粋)

- * 普段交流のない方とお話できて勉強になりました。
- * 大変意義のある活動だと思いますので、全国的に広がって欲しいと思います。期待しています。
- * 刺激的なプログラムで楽しかったです。

支援団体・企業一覧

〈後援〉



外務省



経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry



〈特別協賛企業〉



〈協賛企業〉



Empowered by Innovation



〈協力企業〉

