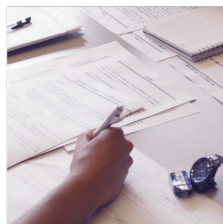
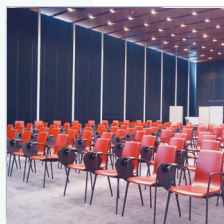
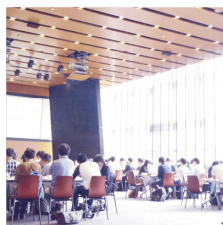
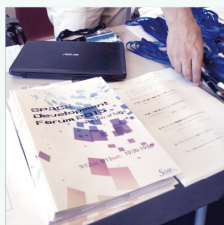


報告書

宇宙開発フォーラム2015



SPACE Development
Forum 2015 Report

Contents

報告書概要	2
代表挨拶	4
Seminar 01 宇宙を「伝える」	6
株式会社 東京ドーム 宇宙ミュージアム部 TeNQ 支配人 眞崎 恵理子 様	
Seminar 02 宇宙開発における日本の科学技術政策	12
内閣府 宇宙戦略室 参事官 内丸 幸喜 様	
Workshop 01 宇宙利用と国際協力	18
【講演】慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 准教授 神武 直彦 様	
Workshop 02 宇宙システムの部品調達方法	26
【講演】一般社団法人 日本航空宇宙工業会 技術部 部長(宇宙担当) 大和 昌夫 様	
Panel Discussion スペースデブリ除去事業の展望	34
【パネリスト】 石田 真康 様 (A.T.カーニー株式会社 プリンシパル) 大塚 聡子 様 (日本電気株式会社[NEC] 宇宙システム事業部 プロジェクト推進部 /慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科) 竹内 悠 様 (国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構[JAXA] 第一宇宙技術部門 事業推進部 主査) 【コーディネーター】 山口 叶子(慶應義塾大学 法学部 法律学科 2年)	
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2015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「この一瞬を、宇宙の明日へ」をキャッチフレーズに、9月12日(土)・9月13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、講演・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、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2015」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。

STAFF

Publisher 浅野 弘久
Editors in Chief 細谷 周平 内田 実佑
Designers 反町 京子 篠原 香里 佐俣 宏明
Editor 倉地 祐輔
Writers 三吉 香留菜 都築 則彦 水野 雄貴 浅野 弘久 山口 叶子

本書の一部または全部の複写・転載を禁ず
2015年 12月 発行

代表挨拶

「この一瞬を、宇宙の明日へ」

首都大学東京 システムデザイン学部
航空宇宙システム工学コース 3年
浅野 弘久

文理融合を掲げた宇宙開発フォーラム(SDF)は、2003年から今年で13回目の開催を迎え、無事盛況のうちに幕を閉じることができました。ご後援・ご協賛をいただいております組織・企業様をはじめ、多くの関係者の皆さまに、心より御礼申し上げます。

人々の浪漫の追求や競争を経て発展してきた宇宙開発は、近年「開発から利用へ」と大きく舵を切り、研究成果を社会に還元する方向性を打ち出しています。さらに、今年1月に策定された新宇宙基本計画では、宇宙利用の中でも特に安全保障の側面が強調されていることが伺えます。

このような情勢の中で、これからの宇宙開発を担う私たちに必要とされている力は、問題を正確に捉え、その問題を総合的に解決する力なのではないかと思えます。そのためには、技術だけでは語ることはできない宇宙開発について、政策・法律・ビジネスといった文科系的なアプローチから考察することが重要なのではないのでしょうか。

「宇宙開発フォーラム2015」のキャッチフレーズ

「この一瞬を、宇宙の明日へ」

には、私たちの考えを社会へ発信していき、将来の宇宙開発につなげていきたいという願いを込めています。過日のフォーラム、そして本報告書を通して、この願いが広く多くの皆さまに伝われば幸いです。

宇宙開発が発展し続ける限り、宇宙開発に課題はあり続けます。私たち宇宙開発フォーラム実行委員会は、その課題を真摯に見つめ、いかにして解決していくべきかを考えてく所存です。宇宙開発の発展とともに成長していく宇宙開発フォーラム実行委員会を今後ともよろしく願いいたします。

平成27年11月吉日



©NASA

◆講師紹介

株式会社 東京ドーム
宇宙ミュージアム部 TeNQ 支配人
眞崎 恵理子 様

1997年(株)東京ドーム入社、2001年東京ドームシティ再開発プロジェクトチームに異動し、ラクーアのスパ施設を担当、開業後はショップ&レストラン販促担当。2007年開発室に異動し、パラシュートランド再開発としてフードコートGO-FUNの開発を担当。2011年～宇宙ミュージアムTeNQの構想・企画段階から関わり、運営部門の宇宙ミュージアム部に移り2014年開業、2015年8月より現職。



宇宙を「伝える」

美しい星空の写真や宇宙飛行士のニュースなど、宇宙に関するトピックは身近なものとなっていますが、科学探査や宇宙開発の歴史について深く知る機会はいまだ十分でなく、壁を感じる人も少なくありません。

本企画では、民間商業アミューズメント施設の特徴・役割や、宇宙に関わる団体・人々の中での今後の展望などについて講演していただきました。

日本人宇宙飛行士の活躍や天体現象のニュースなど、宇宙に関する話題は昨今一層身近なものとなっています。それらによって喚起された宇宙に対する興味をいかに宇宙開発への興味につなげ、宇宙開発に関心を持つ人を増やすかは、日本の宇宙開発のさらなる発展を考える上で重要です。

また、どのように興味を持ってもらい、わかりやすく伝えるかという視点は、宇宙開発に携わる者だけでなく、宇宙開発以外の分野に携わる方々にとっても関わりのあるものではないでしょうか。

そこで本企画では、エンタテインメント施設の立場から、その取組みや一見難しいテーマとして捉えられがちな宇宙開発の分野について展示する上での興味の引き出し方、わかりやすい伝え方、およびその工夫についてご講演いただきました。

TeNQ誕生の背景とわが国

「私たちは、人とひととのふれあいを通してお客様と『感動』を共有し、豊かな社会の実現に貢献します」。これが私ども株式会社東京ドームの経営理念で

施設を表しながら、「Thank you」に近い響きを持たせることで親しみを込めています。TeN(テン)には天体の「天」、展示や展開の「展」、ポイントの「点」、QはQuest(探究・冒険の旅)・Question(問)、心はキュート・好奇心・研究の「究」、球体の「球」といった意味を込めています。施設全体のポジショニングとしては、20代後半から30代の女性を中心に、男性も女性も楽しめるよう、ユーモアや温かみがあり、専門性と大衆性を併せ持ったカジュアルでシンブルな都会的イメージを設定しています。

TeNQのコンセプトは「宇宙を『感動』する」。漠然として捉えにくい宇宙を、「感動」をきっかけに身近なものとして親しんでもらうことを目指しています。知らなかったことに驚いたり、新たな自分の興味を発見したりすることが「感動」を生みます。そして、宇宙を身近なものとして共感することがその「感動」を増幅するのです。現在、何事も誰かと共有したいという潮流があるため、共感できるものにするというのは重要なキーワードとして意識しています。私たちはこの「感動」を提供するために、来

す。この理念に則りながら、東京ドームのブランド拡張と新たなレジャーシーンの創造を目指して「宇宙を感動するアミューズアム」というコンセプトでTeNQを設立しました。「アミューズアム」は、楽しませる「AMUSE」と文化教養施設である「MUSEUM」を合わせた造語です。

近年の日本人宇宙飛行士の活躍、金環日食や流星群といった天体現象が世間をにぎわすなど、「宇宙」は話題に事欠かない普遍的なテーマであり、漫画や映画などで取り上げられることも少なくありません。こうした話題の継続性を持つ宇宙を施設のテーマとして取り上げると共に、TeNQはお子様からシニアまで幅広い層が参加しやすく、不況時にもニーズが落ちない文化教養要素を持つミュージアム業態をとっています。そして、いつ訪れても新しい驚きのあるアミューズアムであるよう、最先端の研究や多方面の情報を取り入れるために、宇宙航空研究開発機構(JAXA)や東京大学のような外部の専門家とも協力して、展示演出を施しミュージアムテクノロジーを生かした展示を行っています。

「宇宙ミュージアムTeNQ」という名前は宇宙に関するものを展示・展開する場者の感情をどのように盛り上げるかというマインドストーリーを設定しています。

科学館との差異と、共感・感動をよぶ仕掛け

TeNQは宇宙を題材としたレジャー施設であるため、既存のいわゆる「科学館」との差別化を強く意識しています。具体的には、来場者の感情をどのように盛り上げるかというマインドストーリー、公的教育施設では語ることの難しい科学の最先端の展示、エンタテインメントとして誰にも楽しんでいただくという意識の3点です。

第一のマインドストーリーの構成についてご説明します。はじめに「エンタランス」で新鮮な気持ちや期待を持っていただき、その後「トンネルO」を通じて心をリセットしていただきます。この「トンネルO」は暗い無機質な空間で、警戒しつつも先に期待して進んでいく導入路です。そして、「はじまりの部屋」でのプロジェクト・マッピングを駆使したプレショーで驚きを感じていただきます。ここで一旦既成概念を崩して驚きを感じていただくことで、つづくメイ

いても、このような人の姿をさらに出していきたく考えています。

また、宇宙に関係する方々の言葉には、熱い言葉や励ましになる言葉が多くあります。宇宙に携わる方々のお話だけでも興味深く、たとえ難しい話であっても、そのような方々から聞くことで興味を持つことも非常に多いのではないのでしょうか。TeNQでは、こういった人の姿やバックストーリーというものをさらに押し出していきたいと思っています。それに加え、館内の一つひとつのコンテンツにも、裏テーマやバックストーリーを込めるように作成しています。

また、科学館とは異なり民間常設商業施設として収益をあげる必要があります。それを支えるものとして、リピートしていただく要素と長年利用され得る絶対数とこの二つのポイントをあげてご説明します。

「体感」「参加性」「可変性」の三つの要素があげられます。まず「体感」について、知識を得るためという目的であれば、一度その知識を獲得した後に再び施設に行くことは多くないかもしれませんが、体感できることに対しては何度も足を運ぶものです。TeNQでは、感動す

る・キレイなものを見る・スリルを感じる・癒される・リフレッシュするなどの体感の要素を込めて、「はじまりの部屋」と「シアター宙」のエリアを計画しました。次に「参加性」とは、スポーツやゲームのように結果が異なる・得点を競う・自分の表現をしていくなどの要素を指します。これらは「イマジネーション」エリア内の体験型コンテンツに込められています。最後の「可変性」については、企画展や映像コンテンツの更新で対応しています。

長年利用され得る絶対数を支える要素は二つあります。それは普遍的なテーマであることとコアなファン層が存在することです。この二つの要素を兼ね備えているということもあり、私たちは宇宙を施設のテーマとして設定しました。

東京大学・JAXA・国立天文台などとの関係性

これまでご紹介した常設展示以外にも、さまざまなコンテンツを東京大学・JAXA・国立天文台などと協力してつくっています。まず、TeNQと東京大学が協力関係にあることよって、学術とエンタテインメントの今までにないコ

ンショーである「シアター宙」での施設内最大の感動が増幅されます。そして、心が高揚した状態でポストショー、すなわちその後につづくエリアのさまざまな展示を見て刺激を受けていただきます。プレショーやメインショーにて関係する映像を見たこと・心が高揚していることにより、普段学術的なものを敬遠しがちな人にも「サイエンス」エリアに興味を持っていただければと考えています。つづく「イマジネーション」エリアでは宇宙にまつわる多様なコンテンツ、雑学なども自分と結びつけて感じられるようなコンテンツを用意しています。最後に体験を言葉に置き換えたり、写真を撮ったり買い物をしたりして思い出を持ち帰っていたとき、TeNQから帰る時には、「感動したな、いい気分だな、また来たいな、宇宙に興味がわいたな、誰かに話したいな」という気持ちを持っていただけるような構成にしています。

第二に科学の最先端の展示についてご説明します。教育施設など公的な展示では、教科書のように定説になっていることしか展示できないといった制約がありますが、TeNQの「サイエンス」エリアでは、研究者自らが映像や情報を更新するシステムにより、1ヵ月後には覆っ

ラボレーションを可能としています。その一つが2015年5月から常設している火星研究プロジェクトです。このプロジェクトは、実際に研究者が行っている作業を体験してもらうというものです。探査機などから得られる火星の膨大なデータを参加者が見比べ、ダークパッチとやらガスなどが出現した痕跡であるといわれており、火星がまだ活動しているという証明の鍵になります。もしかすると、参加者の体験が大きな発見につながるかもしれません。

また、講演会もいくつか開催しており、「はやぶさ2」打上げ記念講演、TeNQ1周年記念講演「NASA・JAXAが目指す小惑星探査」、「ステイプ・スクワイヤーズ博士とサイエンスを語る会」などがあります。3番目の「ステイプ・スクワイヤーズ博士とサイエンスを語る会」に関しては、火星に水があったことを証明した方として知られているスクワイヤーズ博士と、自由に質疑応答をする機会を設けることができました。このようにTeNQでは、第一線で活躍されている世界的な科学者と触れ合う機会も実現しています。

さらにTeNQでは、宇宙を身近に感じていただくような取組みも行っています。以前には「はやぶさ2」の打上げや、「つづ」とり「5号機打上げとキャプチャ(把持)のライブ中継を行いました。この取組みは、宇宙時事を目の当たりにすることで、宇宙をより身近に感じられるようにするということを意識して行っています。

また、宇宙兄弟展の2015年7月1日〜11月3日開催の企画展のために、国立天文台の長谷川哲夫先生をはじめ、JAXAの研究者や技術者、宇宙飛行士の訓練官の方にもインタビュを行いました。これらのインタビュは、宇宙に関わる方の魅力や仕事内容を伝えることのできる、非常に素敵なインタビュとなりました。

夏休みには、子供向けに天体望遠鏡を工作するワークショップを行いました。工作した望遠鏡は、月のクレーターや土星の環も見ることができます。楽しく体験するだけでなく、自分で製作した望遠鏡で今夜月を見てみようと思ってもらい、宇宙に興味を持つきっかけとなれば良いと考えています。

各エリアの構成と特徴

エントランス	普通の部屋のような空間に宇宙関連書籍や地球儀・模型などがディスプレイされ、宇宙への興味をわきたたせる空間。
トンネル0	空間の広がりを感じさせる音響演出を備えた、心をリセットし次への期待を高めるための導入路。
はじまりの部屋	古代から現代に至る人々の宇宙への憧れ・畏怖・挑戦といった想いをプロジェクション・マッピングで表現するエリア。
シアター宙(ソラ)	かつて見上げていた宇宙から今や地球や惑星を眺められるという視点の変遷を表し、施設一番の感動を与える。宇宙飛行士が地球を見て世界観が変わるというオーバービューエフェクトも意識してつくられた直径11m、4K超の円形スクリーン。
サイエンス	東京大学総合研究博物館との産学連携に支えられ、「プロセスのミュージアム」として研究者の実際の姿を見せながら、宇宙研究の最新情報が展示エリアに発信されている。本物の研究データが使われたギミックのある展示。
イマジネーション	自分事にする何事にも興味を持てるという視点から生まれ、主体的に宇宙を味わってもらおう。参加性・操作性のある遊びコンテンツや、アートや映像を眺めながら休めるレストスペースを備えたエリア。
企画展示室	タイムリーなトピックスやサブカルチャーをTeNQらしい切り口で取り上げるスペース。
つながる場所	TeNQで体験した宇宙への好奇心やワクワク感を記憶に定着させる場所。来場者に身近になった宇宙を心に留め、宇宙と自分とのつながりを感じる場所。
TeNQ宇宙ストア	宇宙に関する、自分の新たな興味を発見するセレクトショップ。

ているかもしれないことのような、仮説段階にあり今まさに最先端で議論されている研究も数多く展示しています。また、答えを探すだけでなく、「あなたならどのように考える?」という視点を大切に展示も行っていきます。

最後に、「エンタテインメント」として伝える」という点も一般的な科学館と異なります。「シアター宙」の映像では、宇宙に詳しい方から見ても著しくおかしいと思われることのないよう検証を行いつつも、エンタテインメント性を重視し、何の知識がなくても感覚的に誰もが楽しめるような演出を行っています。また、同じ内容であっても内装の違いによって受ける印象や満足度は異なります。そのためターゲット層に好まれるような内装や演出など、空間づくりにおいてはさまざまな要素が混在しつつも調和しているような心地よさを重視しています。

TeNQには感動をよぶ仕掛けが数多くあります。人は、人の姿やバックストーリーに共感し感動を覚えます。例えば、探査機「はやぶさ2」も、多くの人の支えにより大きなトラブルを乗り越え帰還したという背景があり、その背後にある人間ドラマに共感し、大きな話題につながったのだと思います。TeNQにお

エンタテインメントができる

ここからは私個人の想いを中心に、エンタテインメント業に関わる一人としてお話をさせていただきます。エンタテインメントの仕事はもちろん好きでしたが、改めてエンタテインメントの意義を強く感じ、エンタテインメントの仕事を誇らしく思ったきっかけがありました。

私は2011年3月の東日本大震災を職場で迎えました。当時私はその夏開業予定のエリアの開発を行っていました。職場でもしばらくの間は照明が制限され、テレビをつけても公共放送やニュースばかりで本当に心が塞ぎました。そのような時、オープンしたばかりの商業施設へ出かけたところ、そこには新しいお店もリラックスできる空間もあり、ワクワクする気持ちを味わうことができたのです。そして、そういったワクワクする気持ち希望となり、塞いだ心を癒すことができるのだと実感しました。その実感を原動力に、私たちも再開発事業の一つであるパラシユートランドをその夏にオープンすることができました。また、東京ドームシティにおいても震災時はアトラクションが休止していましたが、再

開しメリーゴーランドの明かりが灯って観覧車が動き出したその時、私は非常に感動し涙が出そうになりました。あるだけで心がほっとする、明るくなるということに、エンタテインメントが持つ力を感じました。

エンタテインメントだからこそできることが必ずあると、私は信じています。エンタテインメントは楽しみながら多くの人に参加してもらうことができ、興味を喚起し、窓口を広げることができるという力を持っています。生活必需品ではないため、ともすると余計なものとして扱われることもあるかもしれませんが、楽しみがあるから人は心から笑うことができ、健康に希望を持って生きていられるのだと思います。私は現在もエンタテインメントの会社に勤め、施設の立上げから運営まで携わっています。最初はただの紙に書かれた企画書が、目的やコンセプトを多くの人と共有し図面になり、建物ができ、運営が始まり、お客様がいらして、それぞれの方の思い出になる。本当に魔法のように不思議なことだと思っています。

今担当しているTeNQも、新しいエンタテインメントとしてさまざまな挑戦を続けてきましたが、常設施設として定

着し、より多くの方に価値を提供して一人ひとりの生活が豊かになるよう、多くの方の協力を得て努めていきたいと思えます。まだ始まったばかりですが、宇宙という無限のテーマ、無限の可能性の下、さまざまなことを試してさらに成長し、魅力ある施設にしていきたいと考えております。

質疑応答

Q 「シアター宙」の上映番組は他の技術者たちと一緒につくったと思います。その技術者たちと東京ドーム側の制作スタッフの意見の相違もあったかと思えます。そういった点での苦労はありましたか。

A メインの施設をつくる時、今までにない映像ショーを持ちたいということ「シアター宙」を企画しました。普通の映画のスクリーンやプラネタリウムなど、常設施設において見上げるものはありますが、見下ろすものはなく、見下ろすというのは、宇宙に出て行って宇宙から地球や惑星を見られるようになった、そういった視点の変化も表しています。

円形というのも端を感じさせないので、無限の宇宙を表すのに合っていると考えています。施設づくりにおいて、大きなコンセプトではそれほど意見の相違はありませんでしたが、上映する番組をつくる際には、論理的なストーリー構築というよりもむしろ情緒に訴えたい、郷愁感を出したい、冒険心や探検心に訴えたい、もっと心を揺さぶらせたいなど、細かい演出手法の違いはありました。

Q 宇宙のコアなファンは確かにいますが、数は少ないと思います。宇宙という一見難しいテーマを扱う中で、どのような基準や考え方で20代30代女性という新たなターゲット層を設定したのでしょうか。

A 宇宙というテーマは昔からありますから、何かちょっとしたきっかけがあれば皆が興味を持つ可能性があります。年間約35万人の方をよぶ常設施設をつくるにあたり、「コアなファンだけではなく幅広い方に来ていただきたい」という前提があり、20代30代の女性が来やすい所は誰にとっても来やすい場所になると考えたのです。そこで、例えば今までに見た

ことのない映像や、何か新しい変わったエンタテインメントをご提供することで、ライトな層に「それならちょっと一回行ってみようかな」と思わせるきっかけをつくり、またそういった方も足を運びやすいよう、内装は都会的なデザインに設えるなどしました。ただし、宇宙ファンの方がいらっしやってもがっかりすることのないように、例えば「サイエンス」エリアのように学術、知識の面でも満足できるようなエリアも用意するなど、展示のバランスには注意しています。



Q 設計・開発段階における理科系の専門家と、文科系で宇宙との関わりが少なかった東京ドームシティの方との間のコミュニケーションにおいて難しかった点はありますか。また、どのようにして乗り越えましたか。

A 私たちエンタテインメントに携わる者と学術的な専門家の方々とは、バックグラウンドにかなりの違いがあるため、最初はどうしても噛み合いませんでした。特に、「サイエンス」エリアには膨大な量の情報があるため、例えば、タイトルを読み進んでいくと概要が理解でき、中タイトルやさらに小さな字で書かれた文章を読んでいくことに研究の奥深い世界を感じられるというような工夫をしましたが、ここにも展示の文字の細かさなどの考えのずれがありました。しかし、何事も最初から完全に意見が一致することはないでしょう。コンセプトなど背骨となるようなものをまず共有すれば、その後細かい相違が生まれたとしても、お互いが話し合う中で根本に立ち戻り合意に落ち着いていけるのではないのでしょうか。

◆講師紹介

内閣府 宇宙戦略室 参事官
内丸 幸喜 様

京都大学工学部卒業、東北大学工学研究科博士課程単位取得退学。昭和62年、科学技術庁入庁。ライフサイエンス、IT、宇宙開発、国際協力、産学官連携・R&Dベンチャー文化や安全・安心に資する科学技術の企画、研究開発評価政策等の業務に従事。この間、通産省(東アジア通商政策)、郵政省(地域情報化)、内閣府(科技政策)、理化学研究所の業務も経験。その後、文部科学省計画官、東北大学教授、基礎基盤研究課長、基礎研究振興課長、(独)科学技術振興機構経営企画部長等、文部科学省研究開発局開発企画課長を経て、平成26年10月より現職。



宇宙開発における日本の科学技術政策

日本の宇宙政策の指針となる宇宙基本計画は今年1月に改定され、安全保障と宇宙利用を重視する姿勢を明確化しました。これに伴い、かつて宇宙開発の本流であった宇宙科学探査が軽視されているのではないかとの声があがっています。一方、政策関係者の中には「宇宙科学は軽視されていない」という方もいます。そこで、本企画では、宇宙科学の中でも特に探査の分野を取り上げ、宇宙政策の中での宇宙科学の実情と今後の方向性について講演していただきました。

今年1月に改定された宇宙基本計画(日本の宇宙開発の指針を示す計画)では、宇宙科学・探査分野の記述は宇宙安全保障や宇宙民生利用分野の記述に比べ、一見抽象的ともとれる表現がなされています。これに対し、宇宙科学・探査の分野が軽視されてしまっているのではないかとの声があがっています。こうした状況を踏まえ、本企画では、前半では科学技術・学術政策の枠組みについて、後半では、今回宇宙基本計画をつくる際に、議論となった宇宙科学・探査の抱える問題と解決策、そして今後の展望について紹介したいと思います。

科学技術・学術政策について

まず、「科学技術・学術政策」という表記についてですが、実はこの表記自体に大きな意味が存在します。科学技術政策と学術政策は、共に扱われることの多い分野ですが、両者を混同してはいけません。なぜならこの二つは、一見行っていることは類似していますが、科学技術政策は社会課題などを解決することを目指しているのに対し、学術政策は研究者の自由な発想を支援することを旨とする、といったように政策としての目標が異なるからです。目標が異なると評価の方法も異なるので、一体的な視点の中でもそこは区別する必要があります。そのため、科学技術と学術の間を「・」で結ぶ表記を取っているのです。

ここからは少し概念的に、研究のアプローチの方法についてご紹介いたします。研究開発にはボトムアップ型とトップダウン型の二つのアプローチがあります。両者を説明する喩えとして、私は、前者を「熱帯雨林型」、後者を「ピラミッド型」と呼んでいます(図1参照)。

熱帯雨林型のアプローチとは、自由な発想で新しいものをつくりあげていく、または新しい技術を検証していくアプローチのことです。誰かに決められた研究を行うのではなく、研究者が自由に研究を展開していくことで、今まで誰も知らなかったような新しい技術の発見が期待されます。一方、ピラミッド型のアプローチとは、何年後に成果を出そうとする際に、必要な要素を洗い出し、ロードマップを立てて進捗管理をしながら進めていくアプローチのことで、ゴールを設定した上で進めていくという特徴があります。こちらは、今まさに国や各企業、団体が直面している課題の解決に必要な

2つの研究開発のアプローチ

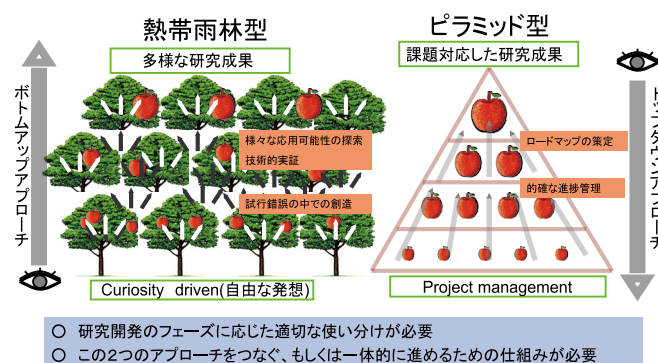


図1

います。そのため、両者をどのようにしてうまく組み合わせていくか、ということが重要になってきます。

ここまでの内容を、政策体系の観点からご紹介いたします(14ページ図2、3参照)。科学技術・学術政策の最終的なゴールとして、知的価値・経済的価値・社会的価値の三つの価値が存在します。これらの価値をいかに創出していくかが、日本の政策にとって非常に重要です。経済的価値とは、良い技術が良い製品を

成果を、設定期日までにきちんと手に入れることが期待されます。どちらの研究、実験を通して成果をまとめていくという意味では同じかもしれませんが、アプローチが全く異なっています。しかし、この二つが同時に用いられないかということ、そのようなことはありません。この二つのアプローチをどのように組み合わせを進めていくかということが、広い意味での科学技術・学術政策の大きなテーマとなっています。熱帯雨林型のアプローチでは果実としてさまざまな興味深い研究成果が出てきますが、手入れをせずに放っておくと、ジャングルのようにどこに何があるかわからない状態になってしまいます。このアプローチでは、知の体系化という作業を常に行わなくてはなりません。知の体系化とは、どこで誰がどのような研究を行い、どのような成果を出しているのかを網羅的・体系的に把握することです。つまり、手入れをしなければせっかくの豊かな恵みも全く使えなくなってしまうということになります。一方ピラミッド型のアプローチでは、ある一定の期間においてはすばらしい構造物のように成果が出てきますが、しばらくするとアイデアが干からびて新しいものが出てこなくなってしまう

生み、それをもとに良い利益をあげていくことができるといったものです。社会的価値とは、経済的には利益にならなくとも、社会にとって大事な技術となるものです。広く捉えると、いわゆる安全保障のようなものも入ってきます。知的価値とは、研究成果の論文としての価値に加え、その発見が社会を大きく動かし得るものです。例えば、現在地球の温暖化が世界的に非常に大きな問題となっていますが、これは1950年代から始まったハウイのマウン・ロア山や南極などでの観測によりわかったことであり、この発見が現在大きく社会を動かしています。

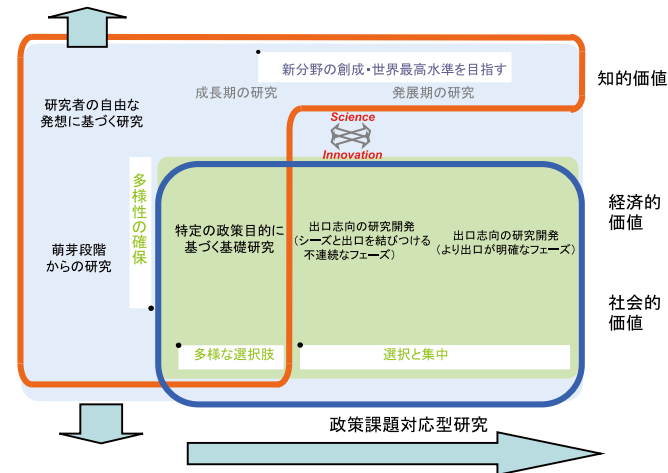


図2

学術研究は基本的に自由な発想のポトムアップのアプローチを進めていきます。それだけではなく、科学技術研究のようなトップダウンのアプローチも一部組み合わせながら進めていくことが重要です。以上が、宇宙科学・探査の政策的な位置づけを説明するための基本的な状況となっています。

宇宙基本計画と宇宙科学・探査

宇宙基本計画を今回策定するにあたって、いくつか大きなポイントがありました。一点目は安全保障が宇宙空間を舞台に非常に大きな問題になってきているという点、二点目は産業界の投資の予見可能性を高めることが大きな課題になってきているという点、三点目は日本として取らねばならない点です。二点目と三点目には密接なつながりがあるのですが、この二つの点をいかに明確化していくかということが今回の宇宙基本計画の大きな課題になっていました。

これら三つの価値をうまく実現していくためには、研究をどのように進めていくかという点が大きな課題となっています。研究の進め方の流れとしては以下の通りです。まず、現場の研究者たちが自由な発想で研究をすることによって研究全体の多様性や継続性を確保していくという自由発想研究の考え方や、多種多様な研究の中心の場である大学などを世界中の研究者にとって魅力あるものとしていくという考え方の二つが原点になります。つまり、多様性の苗床として価値につながるような源をいかに豊かにしているか、ここが政策過程の最初の段階になります。

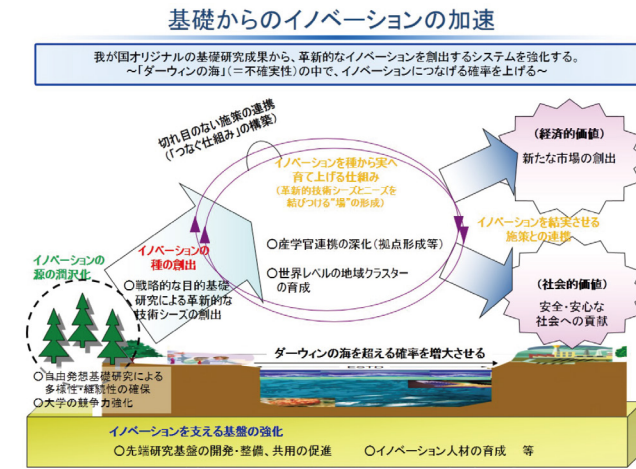


図3

このように、今回の宇宙基本計画についてもう一つ紹介しておきたいものが「工程表」です。そもそも宇宙基本計画は、「本文」と「工程表」の2部構成となっています。そのうち、工程表とは、具体的にどのような衛星をいつ打ち上げるのかを示したものです。工程表の役割としては、例えば20年先を見越して10年間の計画をつくるといった場合に、毎年工程表を改定することによって、順次決まったものから明確化していくことがあります。

このような考え方の下に、衛星の打上げ時期と基数を明確にしました。これについては、反対する部局も政府内にあり、厳しい調整がありました。他の宇宙分野では、何年度までにどのような衛星を打

ります。次に、そこから生まれたものから革新的な技術シーズを創出していくという目的基礎研究の段階があります。さらに、基礎研究で生まれた成果を価値へとつなげていくためには産学官が連携していくような場が必要であり、特に近年では拠点形成としてさまざまな大学や研究所、場合によっては地域クラスターという形で地域を丸ごと取り込もうという動きがあります。そして、研究の成果を経済的な価値や社会的な価値と結びつけていく際には、上記の場において事業を所管する関係各省が現場の状況をしっかりと踏まえ、さまざまな施策を実施し基礎研究から価値の実現までを切れ目なくつないでいくような仕組みをつくっていくことが重要です。このように、いかにして基礎研究の成果を生み出し価値につなげていくかという科学技術イノベーションが国全体の重要政策として進められようとしています。しかし、残念ながら大学などで生まれた基礎研究の成果は、経済的・社会的に結びつくまでにダーウインの海とよばれる市場競争の中で失われてしまうことが多いのが現実です。そして、基礎研究から本場に新しいものを生み出してそれらを育てていき、成果を社会に定着させるためには、基礎研究成

4. (2) ① ix) 宇宙科学・探査及び有人宇宙活動

年度	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)	平成33年度 (2021年度)	平成34年度 (2022年度)	平成35年度 (2023年度)	平成36年度 (2024年度)	平成37年度 (2025年度)
はやぶさ2の運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
X線天文衛星 (ASTRO-H) 運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
戦略的中型1	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
水星探査計画 (BepiColombo) 運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
ジオスペース探査衛星 (ERG) 運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
公募型小型1	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
公募型小型2	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
公募型小型3	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
公募型小型4	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用
多様な小規模プロジェクトの着実な実行、人材の育成	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用	運用

※トムアップを基本としてAXAの宇宙科学+投資ロードマップを参考にしつつ、今後も一定規模の資金を確保し、推進する。
 ※太陽系探査科学分野については、ポトムアップの探査だけでなく、プログラム化された探査も進める
 ※以上すべて文部科学省

図4





Seminar 02

ボトムアップを前提としながらも、宇宙開発の見通しを良くするためにトップダウン形式である程度の打上げ計画を策定する、いわゆるプログラム化が検討されています。

公募型小型計画と戦略的中型計画については現在選定中ですが、すでに決まっているものもあるので、そちらについて詳しくご紹介します。

まず、公募型小型計画については S L I M (Smart Lander for Investigating Moon: 小型月着陸実験機) があります。これは宇宙科学研究所 (ISS) の委員会にボトムアップであがってきて選ばれたものです。これまでは月に降りる場合、ピンポイント着陸することが難しいという現状がありました。S L I M では、特にデジタルカメラなどの日本の民生技術を応用し、ピンポイントで月に着陸できる画期的な技術開発を達成しようとしています。S L I M には、今年文部科学省から新規要求として40億円が充てられています。実はこれは文部科学省の新規の科学技術・学術予算の中では二番目に大きな額となっています。

次に戦略的中型計画についてです。も

とも戦略的中型計画として考えていた太陽系探査のプログラム化について、さまざまな大学・研究機関などに意見募集をかけた結果、火星衛星からのサンプルリターン計画に決定しました。これは、小惑星探査機「はやぶさ」のように、火星衛星に正確に着陸しサンプルを持ち帰るという計画です。この計画は日本の持



っている技術をうまく組み合わせれば実現可能であるということ、実証のための経費を現在要求しています。

最後に、さまざまな小規模プロジェクトについてですが、欧州宇宙機関 (ESA) が進めている木星衛星ガニメデの探査計画に、日本も参画することが決定しています。なお、その中身についてはさまざまな案が出ており、現在検討を行っています。

今回の宇宙基本計画では、学術研究・惑星探査について、国としては今後10年間の打上げ回数のみを明確化し、中身についてはボトムアップのアプローチを生かして決定していくことになっています。現在はその中身についての議論を進めているところで、公募型小型計画として S L I M が、今年の概算要求において文部科学省の中でも最大規模と思われる要求額を獲得したという状況です。しかし、課題はたくさんあります。例えば、現在のトピックとして人材育成の課題があげられます。研究者からの自由な発想で創り上げていく、というボトムアップの性質を支えるのは人材です。これについても、宇宙開発では大規模に予算・期間がかかるという性質上、非常に

根の深い問題となっており、宇宙政策委員会が現在検討中となっています。それらの山積みの問題を解決していくためには、多様なアイデアがある研究者コミュニティの意見をしっかりとまとめることが特に重要です。

全体のまとめとしては、まずボトムアップを基本として一部トップダウンを組み合わせて、多様な新しい発見や技術開発を行うことができる研究開発体制・ルールづくりを進めることです。そして上記体制において研究者コミュニティでの議論を進めて工程表の中で確保された枠組みを着実に具体化していくことです。この二つを満たすことが現在、学術の宇宙科学・探査の分野において必要とされているといえるでしょう。

Workshop 01

宇宙利用と国際協力

【講演】

慶應義塾大学大学院
システムデザイン・マネジメント研究科 准教授
神武 直彦 様

日本で産業振興のための宇宙利用が重視されている近年、準天頂衛星システムの海外展開が注目を集めています。準天頂衛星システムとは、高精度測位や簡易メッセージ送信機能といった特長を持つ日本の衛星測位システムであり、アジア・太平洋地域上の軌道を通ることから、それらの地域での利用が検討されています。本ワークショップでは、参加者の皆さまに準天頂衛星システムの海外展開に向けた戦略を考えていただきました。

1 はじめに

宇宙利用が重要視されている近年、準天頂衛星システムが一段と注目を集めています。準天頂衛星システムとは、現在内閣府が中心になり開発を進めている日本の衛星測位システムのことで、衛星測位システムは、人工衛星から時刻の情報を載せた信号を送信することで、衛星と受信機との距離を測定し、受信者に対してその位置や正確な時刻などの情報を提供します。

現在、日本ではカーナビゲーションやスマートフォンなどのナビゲーション機能など、アメリカの衛星測位システムである全地球測位システム(以下、「GPS」とする。)が、広く利用されています。準天頂衛星システムは、GPS単体での測位では正確な位置情報を安定的に得られなかった都市部や山岳地域でも、より精度の高い安定した測位を実現させると期待されています。このようなGPSを補完する準天頂衛星システムの機能を用いて、衛星測位サービスの提供が計画されています。

このほかにも準天頂衛星システムには、GPS補強機能(以下、「補強機能」とする。)やメッセージ機能があります。補強機能は、数十メートル程度の測位精度をもつGPSによる測位の誤差を補正する機能で、サブメータ級測位補強とセンチメータ級測位補強に分けることができます。サブメータ級

表1 準天頂衛星システムの提供サービス

衛星測位サービス	GPS衛星と互換性のある測位信号を提供するサービス
サブメータ級測位補強サービス	サブメータ級(2~3メートル程度)の測位精度を提供するサービス
センチメータ級測位補強サービス	センチメータ級(数センチメートル程度)の高精度な測位を提供するサービス
災害・危機管理通報サービス	災害、危機管理、避難勧告などの情報を準天頂衛星経由で配信するサービス
衛星安否確認サービス	利用者が安否情報を準天頂衛星に送信し、近親者などがその情報を電子メールで受け取るサービス

「サービスの概要」一覧。準天頂衛星システム。http://qzss.go.jp/overview/services/index.html。(参照 2015-10-28)。

測位補強とは、GPSによる測位の誤差を補正する情報を信号に載せて送信することで、約2~3メートル程度の位置情報を提供するものです。センチメータ級測位補強は、全国に配置された電子基準点という設備から生成された測位補強情報を準天頂衛星経由で送信することで、数センチメートル程度の位置情報を提供するものです。そして、メッセージ機能を利用したものについては、気象庁が発表している災害情報などを配信する災害・危機管理通報サービス(以下、「災害通報サービス」とする。)と、利用者の安否情報や位置情報を近親者などに知らせることができる衛星安否確認サービスという、二つのサービスの提供が予定されており、災害対策としての利用が主に検討されているようです。

準天頂衛星は変形8の字軌道を描き、日本以外のアジア・太平洋地域上の軌道も通ること



な、準天頂衛星システムだからこそ実現できるサービスを提供し、必要があること

③④での課題を踏まえて、補強機能の利用拡大を目指した準天頂衛星システムによるサービスの展開戦略を考える。

●売込みサービスは相手国のインフラ・通信網の整備状況を考慮して、すぐに実用化できるサービスから展開していく、より高度な技術を要するサービスにつなげていくべきということ

●相手国の主要産業と競合し、雇用を奪ってしまう恐れのあるサービスは、相手国の産業界に受け入れられにくいということ

●他国の衛星測位システムでは実現できない高い測位精度を必要とするサービスや、既存インフラではできないように

2 ケース説明

今回は参加者の皆さまに、仮想国であるヒノマル国に設置されている準天頂衛星利用推進課のメンバーの立場として、補強機能を用いたサービスや災害通報サービスを売り込むことで、準天頂衛星システムの利用拡大を目指していただきました。

第1フェーズ

第1フェーズでは、まずヒノマル国や準天頂衛星システムの概要について把握していただきました。準天頂衛星システムによって技術的に可能となる新たなサービスについて取り上げ、その中でどのサービスが大きな経済効果をもたらすか、社会的な必要性が高いか、という点について議論をしていただきました。サービスについては、観光客の行動パターンの解析や、トラクターのような農業機械の自動走行などを取り上げました。

第1フェーズでの議論は、
①準天頂衛星システムで具体的に実現が期待されているサービス

②準天頂衛星システムの多分野における利用の可能性
について、参加者の皆さまに理解していただくことを目的としました。

第2フェーズ

第2フェーズでは、ヒノマル国の経済発展のため、補強機能を用いた高度な技術を要する産業の海外展開を将来的にする、という方針を設定しました。その方針の下で、ヒノマル国の南方に位置した発展途上国であるルタネシア国に対して、準天頂衛星システムを展開していくことを目標としたサービスの輸出手順やその戦略について、次の手順で考えていただきました。

①ルタネシア国の産業や社会問題に関する資料からニーズを読み取り、それに応じた準天頂衛星システムによるサービスを考える。

②準天頂衛星システムの海外展開における課題を資料から読み取り整理する。ここで読み取れる課題は次の3点である。

●補強機能をルタネシア国内に展開するためには、電子基準点などの地上設備や高精度な測位に対応した地図の整備などに多額の費用がかかること

●他国も衛星測位システムの海外展開を目指しており、市場を獲得するためには早急にルタネシア国に展開していく必要があること

●他国の衛星測位システムでは実現できない高い測位精度を必要とするサービスや、既存インフラではできないように



とから、これらの地域での利用も期待されています。日本を含めたアジア・太平洋地域では、準天頂衛星システムによってもたらされる経済効果が2020年には約4兆円にもなるとの試算もあり、将来的な準天頂衛星システムの海外展開は、日本の経済発展に大いに資すると考えられています。

準天頂衛星システムの開発の現状としては、2010年に準天頂衛星初号機「みちびき」が打ち上げられ、さらに2015年1月に発表された新宇宙基本計画では、2018年4月から4基体制での運用開始、2023年には7基体制での運用開始が予定されています。このように、準天頂衛星システムは今まさに開発が進められている段階にあり、どのように開発を進めていくべきか、どのように利用拡大を目指していくべきかを考えることは、大変意義のあることであると言えます。

考えるべきだということ

④であげられた意見を踏まえ、再度ルタネシア国へのサービス展開の戦略を考える。

3 結果

第1フェーズにおけるディスカッションの結果、参加者の皆さまから表2のようなアイデアを考察していただきました。

第2フェーズでは、ヒノマル国の経済発展のためにルタネシア国への展開を目指す産業として、農業機械の自動走行や鉱山現場での測位可能範囲の拡大を生かした効率的な資源

採掘などがあがっていました。次に、このよ

うな補強機能を用いた産業の海外展開において、早急な地上設備の整備や高精度な測位に対応した地図の整備が市場創出のために必要となる、ということから、ルタネシア国との協力関係の構築が課題として出されました。そして、このような課題を考慮し、まずは津波や洪水の情報を配信する

表2 第1フェーズであげられたアイデア

1班	自動車の自動走行を実現し、中古車は海外へ輸出する。また、ヒノマル国のオリンピックの場で海外に技術をアピールすることで海外展開につなげたい。
2班	運送業において、運送業者が荷物の現在位置を正確に把握することで紛失対策を行う。また、渋滞時でも顧客により正確な配達時間を知らせることができる。
3班	農業機械の自動走行によって、農家の後継者不足の解消につなげるとともに、夜間の農作業などにより食料自給率を向上させる。また、農作物の出荷時にその位置を追跡し、特定することで産地の安全性を証明する。
4班	災害が発生した時に避難情報を配信し、鉄道のディスプレイなどに災害情報や避難情報を表示することにより、観光などの目的で初めて訪れた土地でも適切な避難が行える。
5班	トラクターなどの農業機械の自動走行を実現させ、将来的に農業が盛んな地域に海外展開していくことで、ヒノマル国の国際プレゼンス向上につなげる。
6班	観光時に近くのお店情報を表示したり、混雑を避けた観光ルートを検索できたりするサービスを提供する。
7班	位置情報を用いて効率的に観光するための案内をする。また、災害時には効率的な避難誘導にも利用する。
8班	交通関係の輸送システムにおいて、位置情報と情報伝達の機能を向上させる。

重点的に利用することで、準天頂衛星システムは安全性の向上に利用できるという印象を与え、海外展開につなげていくといった意見も出ました。

4 分析

第1フェーズでは、農業・物流・防災といったさまざまな分野の中でも、観光における準天頂衛星システムの利用に注目した班が複数ありました。現実でも、準天頂衛星システムを用いた観光に関連するサービスの検証や、外国人観光客向けのナビゲーションサービスの検討が行われています。このように、参加者の皆さまが観光に関連するサービスに注目した理由として、多くの人が直接的に恩恵を受けることができる位置情報提供サービスは、準天頂衛星システムの必要性を国内外に広く示すことが期待できるといった点で、重要であると感じたのではないかと考えられます。

また、農業分野において農業機械の自動走行の実現に着目した班も複数ありました。これは参加者の皆さまが、準天頂衛星システムを日本の大きな社会問題の一つである、農業人口の減少や高齢化問題の解決に利用したいと考えたからではないでしょうか。実際オーストラリアでは、準天頂衛星システムを用いた農業トラクターの自動走行の実験が行われており、農業機械の自動走行に



よる農作業の効率化・軽労化が期待されています。

以上のように、補強機能による高精度測位によって、GPS単体による測位では不可能だったことが可能になります。そして、そのような高精度測位による多くの産業分野でのサービスの高度化や新サービスの創出が、実際に期待・検討されています。

第2フェーズでは、ルタネシア国への準天頂衛星システムの展開の課題として、ルタネシア国との協力的体制を築く必要があるということがあげられました。準天頂衛星システムを広く海外展開するための一つの手段として、他国の衛星測位システムより

も精度の高い位置情報を提供することが考えられます。そのためには、準天頂衛星システムに対応した電子基準点を海外において整備する必要があります。しかし、日本が海外において電子基準点を整備していくには、多額の費用がかかるため、サービスの提供を目指す相手国が独自に電子基準点を整備できるように技術提供を行うといった協力をする必要がありますのではないのでしょうか。

さらに、第2フェーズでは、災害通報サービスの海外展開を目指そうという意見を多くの班からいただきました。これには、補強機能の展開と同時に災害通報サービスをルタネシア国に提供することで、協力的体制を築くという狙いがうかがえるのではないのでしょうか。比較的災害が多く、地上インフラが未整備である地域が多いルタネシア国にとって、災害通報サービスは、ニーズに合ったサービスであると考えられます。また、災害通報サービスは地上設備などの初期投資が比較的小さく、相手国の既存産業と利害が対立しにくいいため、多くの国に受け入れられやすいサービスとなり得ます。そして、そのようなサービスを提供するために結んだ他国との協力関係によって、準天頂衛星システムの展開がより容易になるのではないのでしょうか。



5 終わりに

準天頂衛星によるサービスを海外展開する上ではさまざまな戦略が考えられます。国内でサービスの実績をあげた後に海外での利用拡大を図るという方針も取り得ますが、国内でサービス実績を積み上げている最中に、他国や大企業と同様なシステムが世界標準となってしまう、海外展開が難しくなる可能性は否定できません。そのため、まだ国内でもサービスの提供が開始されていない段階ではありますが、海外展開に向けてサービスの開

発を進めていくか検討する必要があるのではないのでしょうか。そして、相手国にとって導入のハードルが低い災害通報サービスは、サービス導入に向けて相手国と協力しやすいものではないのでしょうか。

本ワークショップでは、参加者の皆さまに災害通報サービスで配信する情報について数多くのアイデアを考えていただきました。これらのアイデアは、相手国のニーズに応じたサービスであるという点で共通しています。相手国のニーズに応じたサービスを提供していく上で、現地の防災情報を配信する機関などと連携し、相手国との間でルールづくりを進めていくことは有力な選択肢の一つになり得ます。今後日本がこのように枠組みを主導するのであれば、これまで以上に積極的な人材交流を図り、他国との協力関係を強めていくことが重要であると思えます。

準天頂衛星システムはさまざまな分野で活用できる可能性を秘めており、その利用方法について多様なアイデアが求められています。さらに、準天頂衛星システムの海外展開のためには、日本に比べてインフラが未整備であることなど、環境の違いから生じる日本国内にはない多様なニーズを発見する必要があると考えられます。だからこそ、現在準天頂衛星システムの開発や利用

拡大に直接関わっている人だけではなく、さまざまなバックグラウンドを持った人が、準天頂衛星システムの利用方法を考えていくことが大切なのではないでしょうか。本ワークショップが、国内のみならず海外における準天頂衛星システムの利用方法について考えていただく契機となれば幸いです。

世界の測位衛星と日本の準天頂衛星

現在、100基を超える測位衛星が地球上を周回しており、日本の準天頂衛星初号機「みちびき」はこのうちの一つにあたります。さらに、多数の国が衛星測位システムの開発を進めており、アメリカはGPS、ロシアはGLONASS、中国はBeiDou、ヨーロッパはGalileo、インドはIRISS、そして日本は準天頂衛星システムを開発・運用しています。各国の測位衛星の数は、日本が1基、アメリカやロシアが30基ほどとなっており、中国もすでに相当な数の測位衛星を打ち上げています。ヨーロッパやインドもこれからさらに衛星を打ち上げていく中で、日本は2020年の東京オリンピックまでに4基体制を目指し、その後は7基体制にしていくと考えています。日本の準天頂衛星システムはGPSやGalileoなどと異なり、アジア・太平洋地域のみでしかサービスを展開していないながら、各国の衛星測位システムと差別化できる機能を備えています。そのため、どのようにして世界に準天頂衛星システムの存在感を示していくかを考えることが重要となります。

たことだと思えます。準天頂衛星の測位信号に加えて防災情報を流すことで、場所に応じた、「あなたは大丈夫ですよ」「あなたは逃げた方がいいですよ」という情報を測位衛星からの信号だけで送信する仕組みが可能になります。私は、それを実践的に試していきたいと思っています。

それでは、なぜ衛星携帯電話ではなく衛星測位システムを使うのでしょうか。衛星携帯電話があれば災害時などでも通信手段を確保することができます。しかし、衛星携帯電話は価格が高く、なかなか普及に至っていません。一方、この衛星測位システムの受信機はすでに使われている携帯電話・スマートフォンのおよそ8割に入っているため、新たなデバイスを買うことなく、災害通報サービスを実現できるのです。これについては準天頂衛星とGPS衛星の信号を受信するだけで、どれだけ適切な避難行動ができるかという実験もすでに行われるなど、現在も開発が進められています。

宇宙利用と国際協力

準天頂衛星システムは、アジア・太平洋地域上を通る軌道を使用するため、日本だけでなくこれらの地域においてもサービスを提供できます。準天頂衛星システムは日本国民の税金でつくられるもので、日本国民のために使われることは重要です。しかし、例えばオーストラリア上空に準天頂衛星がある時は、日本の

情報を提供できることがわかってきます。そして、2020年には、東京で信号を受信できる測位衛星の数は現在のおよそ1.3倍になると予想されており、測位性能が向上することにより、私たちの生活が一層便利になる可能性が秘められているでしょう。現在求められているのは、このような未来がやってくることを想像して、それに対応したサービスやビジネスを考えたり、早めにルールづくりをしたりすることだと思います。

準天頂衛星における災害・危機管理通報サービス

災害・危機管理通報サービス(以下、「災害通報サービス」とする。)のシステムデザイン検討や設計は、株式会社NTTデータと空間情報を扱う株式会社パスコ、慶應義塾大学によって2009年より共同研究され、内閣府宇宙戦略室や準天頂衛星システムサービス株式会社によって実用化に向けた取り組みがなされています。もともと、準天頂衛星システムのメッセージ機能は、衛星の軌道情報やコンディションを受信機に送信し、高精度な測位に必要な情報を伝達するために使われています。しかし、それに加えて、そのメッセージの一部に災害情報を載せることにより、地上の通信網が断絶しても衛星によって情報を送ることが可能となるのではないかと、この期待から災害通報サービスが

いては、防災情報をいかに提供するかということが要件となります。そこで私は、防災情報を提供している国の機関や東南アジア諸国連合(ASEAN)の国際機関と議論を交わし、これらの機関が普段地上の通信回線で提供している情報をいただき、それを変換して準天頂衛星から配信するといった取り組みを行っています。

このように実証実験を行っていくと、さらに多くの人が準天頂衛星システムを使いたいと考えるようになります。昨年、安倍首相がオーストラリアのアボット首相と会談をし、日本のインフラを使うことでオーストラリアの課題を解決するかにあつての議論がなされました。この会議では、オーストラリアで農業や自動車、森林火災などがあがり、特に頻繁に起こる森林火災は、人命に関わる被害は小さいものの、大きな経済損失を生み出す要因となっていることが指摘されました。この森林火災の課題を解決するために、日本の準天頂衛星システムや地理情報システム(GIS)を活用するという話があがっています。オーストラリアは国土が広く、内陸部では携帯電話がつかない地域も多くありますが、測位衛星を使うことによって、全土に森林火災の情報を提供できるサービスを実施できます。こうしたサービスによって火災の発生がいち早くわかれば、人も、貴重なものや高価なものも早く避難させることが可能となります。

一方、ヨーロッパもGalileoなどの測位衛星を利用して携帯電話に情報を送るといった構想を



生まれました。

災害が起きた際、地上の通信サービスを確実に維持することは難しいことです。実際、東日本大震災においても携帯電話の接続は非常に不安定となりました。また、異なる地域にいる人に適切ではないような情報が発信されると、二次災害が生じる恐れがあります。例えば、ある震災の際に、津波の恐れは低いと予想される山間部に住んでいた方が、避難所まで避難をしようとしたところ、そのさなかに津波に襲われてしまつたということがあります。これは、位置に応じて適切な情報を送ることができれば防げ

準天頂衛星システムの海外利用

準天頂衛星システムを用いたサービスの普及を検討する際には、やはりゴールを考えなければなりません。「どこ・誰が・いつ・なぜ、使いたいのか」ということを考え、戦略や利用のシナリオを立てる必要があるでしょう。例えば、テレビやインターネットが普及している日本において、平常時に災害通報サービスを用いて天気予報を配信しても、あまり役に立たないと思います。一方で、私が仕事で関わっているミャンマーなどの国では、携帯電話もインターネットもつかず、1日に1回届けられるFAXによって初めて天気予報の情報が得られるというような地域もあります。そのような地域には、情報配信のニーズがあるはずで





合、等間隔に丁寧に植えることは簡単ではありませぬ。その結果、ヤシがうまく育たず、パーム油が採れなくなってしまうため、コスト損失につながっています。そこで、このような現状を打破するために、日本の宇宙システムによるソリューションを提供することを考え、実施しています。地球観測衛星を使うことで、3次元の地形を上から見て等間隔にプロットすることができず。そして、準天頂衛星といった測位衛星の受信機があれば、従来三人で行っていた作業を一人で簡単に済ませようになり、コスト削減や生産性の向上につながります。東京大学と慶應義塾大学が連携をし、宇宙航空研究開発機構(JAXA)から衛星データの提供を受け、農業に関するマレーシアの大企業のプロセスを改善するために共同プロジェクトを進めています。

準天頂衛星システムの課題

ここまで、準天頂衛星システムを利用することでさまざまなことが可能になると述べましたが、ウィークポイントももちろんあります。一つ目として、サービスがアジア・太平洋地域にしか提供できないことがあげられます。仮にサービスを全世界へと展開すると莫大なコストが必要になりますが、現在の日本の経済状態を見ると、衛星に費やすことができる資金は

限られています。その中で、私たちは準天頂衛星システムの海外展開を目指して他国と競争しなければなりません。

二つ目は、受信機の普及の問題です。実は、現在の衛星測位システムの受信機で準天頂衛星に対応しているものは限られています。現在、受信機のチップはアメリカのある会社が半分のシェアを持っており、そのチップをうまく準天頂衛星にも対応させることができれば、準天頂衛星を使ってビジネスができるようになりま。しかし、そのアメリカの会社にとって重要なのは、受信機チップを準天頂衛星に対応したものにすることが利益につながるかどうかであり、実際には、まだ実用段階にない準天頂衛星に対応したものにするには難しいです。具体的には、経済以外の仕組みにアプローチする、受信機チップを製造している会社に受信機を準天頂衛星に対応させたいと思わせるようなサービスをつくる、もしくは日本の企業が受信機をつくるといったことを考えなければなりません。

これからの宇宙開発に必要なこと

最後に、準天頂衛星システムは何のためにつくられたのか考えてみましょう。まずは日本国民のためです。日本の衛星だけで日本国内の位置を精度よく測る仕組みをつくることで、GPSに頼らない自律性を確保できます。もう一つは外交のためです。準天頂衛星システムを利用し海外に貢献することは、相手国との友好な関係を築けるほか、安全保障上でも非常に大事なツールとなっています。国内と海外それぞれに向けた二つの利用のあり方について、どのようなバランスをとるか是非常に大切な論点であり、ぜひその点についてさまざまな専門を持っている皆さんにも議論していただきたいと思っています。また私自身は、国内需要のみならず、国外需要も取り入れた方がよいのではないかと考えています。今年策定された新宇宙基本計画には、「宇宙外交の推進及び宇宙分野に関連する海外展開戦略の強化」との記述があります。これから宇宙業界は、内閣府を中心として世界に進出していくことを決めたということ。今までは日本のためだけの宇宙システムで良いという風潮もありましたが、今後は海外展開に向けて検討していかなければなりません。今までの延長線上でサービスをつくるのではなく、いかに新たな価値をつくっていくのかに重きを置いていく時代になったのです。

また、宇宙システムづくりに携わる人は以前



よりだいぶ増えましたが、宇宙システムを使ってサービスを提供する人が日本では圧倒的に不足しています。JAXAも2013年から「Explore to Realize」をスローガンに掲げ、いかにサービスをつくりだせるかということに重視した組織を目指しています。これからは、新しいサービスを生み出せるような人材が必要とされていくと予想しているので、ぜひそういった人材を目指してほしいと思います。内閣府が行っている宇宙開発利用大賞というものがあ。誰がどういった提案をしているのかを見ることは、そういった人材を目指す上で大変良い勉強になると思います。私が第1回の審査員を務めた時は、自分の知らないような多様なアイ

デアが出てきていました。学生の立場で、そういったことを知り、理解することは非常に大切だと思います。

ここまで述べてきたように、これからは宇宙分野に関し、さらに国際協力しなければならぬ時代になっていきます。実際にこの分野に携わっていて感じることは、国際連携をする際に「日本と一緒にやろう」といってくれる人は、もともと日本で働いていた方や、日本で学んでいた方、大好きな日本人の友達がいる方が多いということ。最後に皆さんにお伝えしたいことは、ぜひ一人一か国ずつ、仲間をつくること。そして日本の国際的なプレゼンスの確立は、いかに国際協力をしていくかということに密接に関わっている。そういったことを学生の皆さんにも考えてほしいと思います。

Workshop 02 宇宙システムの 部品調達方法

【講演】

一般社団法人 日本航空宇宙工業会
技術部 部長(宇宙担当)
大和 昌夫 様

現在、日本の宇宙開発は、宇宙活動の自立性の確保と宇宙産業基盤の維持・強化の観点から、宇宙システム(ロケットおよび人工衛星)の国際競争力の強化が課題となっています。そして、宇宙システムの開発・製造における低コスト化と短納期化は、この課題に対する重要な取組みのうちの一つです。
本ワークショップでは、宇宙用コンポーネントと部品の現状に注目しながら、日本の宇宙システムの国際競争力強化に向けた施策について、参加者の皆さまに議論していただきました。

「はつめい」

近年、世界市場での宇宙機売買や宇宙機打上げサービス競争激化のため、宇宙機・ロケットの国際競争力向上が図られており、日本でも衛星バスの標準化やパッケージ化戦略などの施策が検討・実施されています。そのような緊迫した状況の中で、宇宙用部品は、「輸入部品の長納期化」および「国際競争力のある国内部品が少なく」といった課題を抱えており、その課題解決が急がれます。「輸入部品の長納期化」とは、「ITAR(International Traffic in Arms Regulations : 国際武器取引規則)による最新高性能部品などの輸出制限強化による問題やアメリカにおける自国プログラムの優先により日本への部品納入が後回しにされるといった問題のことを指します。「国際競争力のある国内部品が少ない」とは、宇宙用部品は市場が小さいながら高信頼性が求められるため経営的に困難であり、結果他国と比較して優位に立っている国内部品が少なくなっているという問題のことです。本ワークショップ(以下、WS)では、これらの課題の中でも「輸入部品の長納期化」について参加者の皆さまに実感していただき、その解決策の一つである「部品のまとめ買い」と、それに伴う「一括調達機関の設立」について検討していただきました。「部品のまとめ買い」とは、政府の計画として打上げが予定されている複数基の衛星

の部品をまとめて調達することを指し、まとめ買いをするためには二つの要件を満たすことが必要です。第一に政府の衛星計画の見通しが立っていること、第二に複数の衛星の間に共通部品があることです。第一の要件については、新宇宙基本計画における工程表の更新頻度を高めることにより満たすことができ、また第二の要件についてもまとめ買いの対象となる部品を半導体などの EEU(Electrical Electronic and Electromechanical : 電気・電子・電気機械)部品にすることにより満たすことができます。

これらの要件は、数年前の状況と比較すると達成しやすい状況となってきたことであり、今後輸入部品の安定供給を目標にまとめ買いの施策について深い検討を進めていくことが重要となります。

本WSは、第1フェーズと第2フェーズの二つの構成にし、参加者の皆さまに

●(第1フェーズ)宇宙機・ロケットの部品調達における現状と課題について知っていただくこと

●(第2フェーズ)解決策の一つである部品のまとめ買いと一括調達機関について知っていただくこと

を目的としました。

2 ケース説明

2.1 第1フェーズ

第1フェーズでは参加者の皆さまに、仮想国であるヒノン国の衛星メーカーの社員となつていただき、設計から納入までの流れ(図1)を疑似体験することで、部品調達の現状について実感していただきました。

このフェーズは衛星開発環境の変化によってそれぞれの変化の段階で、衛星部品発注の検討を行うターン形式のグループワークになっており、ターンごとに制約された予算のもと、部品の発注先企業を選定していただきました。この選定の際、全13ターンの納期内に、官公庁向けの三つの衛星 A S A N A、R O 衛星・K I K U C H I 衛星・R E I K O U 衛星)全てを納入する必要があることを、会社からの指示として強く意識していただくことができました。

また参加者の皆さまには、二つの衛星(K I K U C H I 衛星・R E I K O U 衛星)の



図1 設計から納入までの流れ

表1 衛星部品の発注先企業の選択肢

α系	β系	γ系
A社製	D社製	F社製
B社製	E社製	G社製
C社製		H社製

*部品の種類と発注先企業の選択
本WSにおける衛星は、α系・β系・γ系の三つの系によって構成され、各衛星で系ごとの必要部品点数は異なります。系とは衛星を構成する要素のことを意味し、ここでは部品の種類の系統のことを指します。

設計が完了するまで、必要な部品点数が明らかにならないという状況でグループワークに臨んでいただきました。

衛星メーカーの立場である参加者の皆さまは、表1のようにそれぞれの系に対して発注先企業を選択することができます。本WSの場合、α系はA社B社C社の3社から、β系はD社E社の2社から、γ系はF社G社H社の3社から選択します。各社の部品には、それぞれ異なる価格・納期・故障率が設定されています。また同様に、各社の部品工場の所在地も異なっており、国内部品はヒノン国、輸入部品はミカエラ国とベウロ国という仮想国を設定しました。

また、このグループワークの条件として、取得した部品について部品試験を行わなければならないこと、およびα系・β系・γ系全ての部品が揃わないと衛星試験には臨めないこととしました。したがって、α系・β系・γ系で納期が異なる場合、衛星試験は最後に

納入された部品に合わせて行わなければならないということになります。

表2のイベントは宇宙用部品供給の現状に基づき設定しました。宇宙用部品の特徴として高信頼性要求と少量生産があげられ、これにより国内の企業が宇宙用部品の製造から撤退しています。その結果、衛星メーカーは実質的に部品の選択先が限られ、輸入部品を使わざるをえないという状況が生まれています。しかし、宇宙用部品を生産している海外メーカーは、他の海外衛星メーカーからも多く受注しているケースが多く、供給が追いつ

表2 ターン終了時に発生させたイベント

4ターン目終了後	F社納期遅延 A社撤退
5ターン目終了後	ミカエラ国輸出規制のためD・G・H社納期遅延
6ターン目終了後	E社撤退
7ターン目終了後	注文集中によりγ系部品納期遅延
9ターン目終了後	C社撤退

*ターン間のイベントの設定
輸入部品が長納期になっていることを実感していただくため、全13ターンのうち、ターンとターンの間で表2のようなイベントを発生させました。

2.2 第2フェーズ

第2フェーズでは、参加者の皆さまにヒノン国の立場になっていただき、前述したような宇宙用部品供給基盤の実情を踏まえ、この課題に対する解決策の一つである衛星部品のまとめ買いについて議論していただきました。企業は垣根を越えてまとめ買いをするためには、新たな機関が必要となります。そこで実際に検討がなされている一括調達機関の設立について、次の3点について議論していただきます。

①運営者は誰か

②運営費は誰が負担するのか

③政府の衛星計画変更時の在庫リスクは誰が負担するのか

一括調達機関とは、図2(28ページ)に示す通り衛星メーカーと部品メーカーとの間をとりもつ機関です。一括調達機関は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)のような衛星調達機関の指示を受け、企業の垣根を越えて複数の衛星の部品をまとめ買いすることができます。

②運営費について

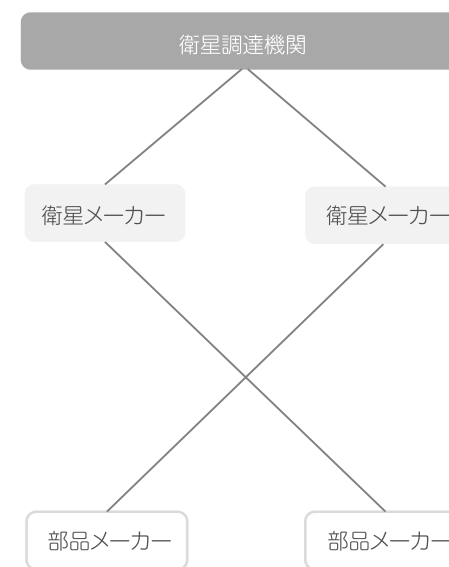
班	国/民間	理由
1班	国と民間	民間のほうが資金の使い方に自由度があり、税金負担を減らすことができる。
2班	国	大企業でないと民間では負担することが難しい。
3班	国	宇宙開発は総じて利潤を生み出すことが難しく、国の補填が必要である。
4班	民間	利益は企業である民間に流れる。国の予算を抑える。
5班	国から民間	部品課題を解決したいのは国だが、民営基盤が安定化すれば民間に任せる。
6班	国から民間	はじめから民間では経営的に困難だが、後々は効率面で民間に移行すべき。
7班	国	業務委託で効率化し、責任は明確化する必要がある。
8班	民間	コストを減らす努力をさせるためには民間に行ってもらったほうが有効。

③在庫リスクについて

班	国/民間	理由
1班	民間	資金源的には国は大きな負担ができない。
2班	国	民間企業にとっては負担額が大きく、計画変更は国の責任が強い。
3班	国	国の責任で計画変更するので、それを民間が背負う責任はない。
4班	国	国の政策、計画変更が在庫を生み出してしまうため国が責任を負うべき。
5班	国	部品の納入が遅れる理由は政府の計画変更であり、国が責任を負うべき。
6班	国	衛星の調達計画を立てているのは国で、在庫リスクは国に責任がある。
7班	国	計画変更の責任は国。残存部品の価格買い取り補償をすべき。
8班	民間	リスクを取らないと経営の効率化ができない。

表3 第2フェーズにおける各班の結果

▼従来のしくみ



▼衛星部品まとめ買い制度のしくみ

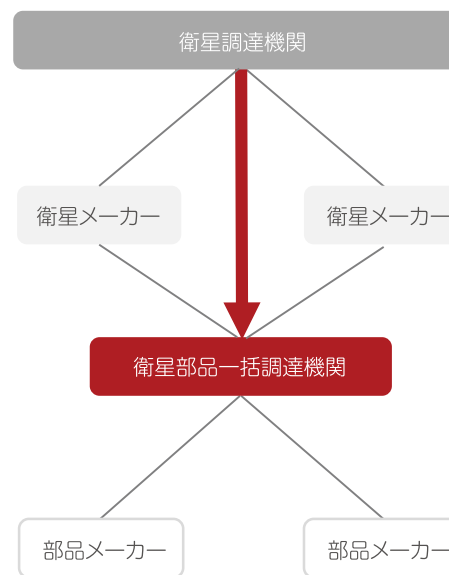


図2 衛星開発の部品調達における各機関の相関図

まとめ買いにより期待できる効果は、大きく三つあります。

一括調達機関の役割は次のように設定しました。

① 部品供給における長納期化の防止
部品を在庫として保管しておくため、長納期部品が製造工程に与える影響を抑えられる

● 部品メーカーとの納期・発注部品・価格の調整
● 部品メーカーとの一括調達契約

② 大量発注による部品品質の安定性の確保
発注数量の増加に伴い大量に部品を調達できるため、部品品質のばらつきを抑えられる

● 部品の受領・保管
● 衛星調達機関からの発注に基づく部品出荷

③ 大量発注により、部品の価格低下発注
数量の増加により、部品の価格を抑えられる

また、第2フェーズでは参加者の皆さまに
● 一括調達機関の運営効率がより高くなるようなまとめ買い制度にすることを念頭に議論を進めていただきました。さらに、議論が円滑に進むよう①の論点には、

各衛星メーカーが個々に部品調達を行っていた従来の体制とは異なり、この機関の設立によって、まとめ買いによる恩恵をより多く受けることができます。

「国と民間どちらのほうが効率的な業務遂行が期待されるか」

各衛星メーカーが個々に部品調達を行っていた従来の体制とは異なり、この機関の設立によって、まとめ買いによる恩恵をより多く受けることができます。

「国と民間どちらのほうが効率的な業務遂行が期待されるか」

②の論点には、「国が運営費を負担する際の妥当性」
③の論点には、「民間にどのような負担の大きさと妥当性」というような検討事項を提示しました。

3 結果

3.1 第1フェーズ

全8班のうち、1班・2班・4班・6班が3基の衛星全てを指定された納期内に納入することができました。一方で、衛星部品の納期の影響や故障率の影響を受けてしまったために、半数の班は納期内に全ての衛星を納入することができないという結果になりました。

4 分析

4.1 第1フェーズ

第1フェーズで全衛星を期間内に納入するためには、故障率の影響を受けない部品選択をする必要があります。故障率はある一定の確率で設定されていたので、衛星が納入できるか否かは運次第なところもありますが、結果を見ると故障率が低く設定されている部品を選択した班が、納入に成功しているように見受けられました。このことから、部品品質を担保することは納期を守る上でも重要になってくる要素であるといえます。本フェーズの目的は、輸入部品が長納期であることを意識していただくことでした。本WS終了後に実施したアンケートでは「部品調達における課題を実感できたか」という問いに対して約40%の方が「できた」、約60%の方が「まあまあできた」と回答していただき、ほぼ全ての参加者の皆さまに宇宙部品供給の問題について認識していただくことができましたといえます。

4.2 第2フェーズ

第2フェーズの分析として、三つの論点に対して議論された結果を一般社団法人 日本航空宇宙工業会(SJAC)発行の平成23年度「我国の宇宙部品供給基盤に関する調査」

3.2 第2フェーズ

各班の議論の結果は表3のようになりました。

①運営者について

班	国/民間	理由
1班	民間	値引き交渉がうまいなど、ノウハウがある。
2班	民間	部品などに関する知識が豊富にある。
3班	民間	ノウハウがあり、技術的な課題への対応が可能である。
4班	民間	既存のノウハウを生かすことができ、自由度があるため持続性が高い。
5班	民間	効率面で国が行う必然性がない。
6班	民間	民間にしたほうが取引しやすい。
7班	民間	メーカーからのフィードバックを得やすい。衛星メーカーの合併会社をつくる。
8班	民間	効率的な経営ができる。民間が調達する組織を持っている。

の報告書をもとに、SJAC主導での部品調達に関する検討会(以下、検討会)でなされた議論を参考に検討します。

論点①：運営者は国と民間のどちらが担うか

検討会では、国と比較すると部品の知識があることや価格交渉の能力が高いため民間に任せるという方針になっており、私たちもまとめ買いという事業は自立性の観点から国が率先して行うべきだという意見よりは、効率性の観点から民間が行うべきであるという意見が多くなることを想定していました。結果、本WSの議論では全班が「運営者は民間が担うべき」という結論を選択し、その理由として、「一括調達機関が行う業務を考慮して、運営効率は民間のほうが良い」という理由が多数を占めました。検討会での議論や本WSでの結果を踏まえると、運営者には民間が適しているのではないかと考えられます。



論点②：運営費は国と民間のどちらが負担するか

検討会では、運営にかかるリスクを全て民間側が負担することは困難であり、国の強力な支援が必要であると考えています。また、私たちは、民間に責任を課したほうが国の負担を減らせ、また運営が継続しやすいという理由から、「民間の負担」という選択が多数になると想定しました。しかし、WSの結果では、想定とは異なり「国の負担」「民間の負担」「国と民間両者の負担」に三分されました。「国の負担」を選択した班では、民間が負担するにはリスクが大きすぎるといった意見があり、「民間の負担」を選んだ班では、民間には自由度があり、コスト削減をする能力が優れているという意見がありました。また、「国と民間両者の負担」を選択した班では、課題を解決すべきは国であるため設立段階では積極的に国が介入し、民間でも運営が可能と判断されれば次第に民間に移行していくべきとする意見がみられました。本WSでの議論を踏まえると、最終的には民間の運営費負担が理想ではありませんが、スタートアップの時期では国の積極的な賛助が必要で、運営費は国と民間が共同して負担していくことが妥当であると考えます。

論点③：国の計画変更による余剰在庫のリスクはどちらが負担するか

検討会では、国側の事由により計画変更が生じた際に発生した余剰在庫は、直近で予定されている衛星計画への適用を国が検討し、適用不可の場合は、国がリスクを負担するべきとされています。しかし、この負担に関しては国と民間の意見調整がつかず難航しているのが実情です。この論点において私たちは、国の責任で生じた余剰在庫は、国が負担すべきという考えから「国のリスク負担」の選択が多くなると想定しました。本WSでの結果は全八班中、六つが「国のリスク負担」、二つの班が「民間のリスク負担」となりました。「国のリスク負担」を選択した班では、国による計画変更は国に責任があること、また民間企業には余剰在庫リスクの負担が大きいことが意見としてあがり、また「民間のリスク負担」を選択した班では、国は財源を確保できないこと、リスクを民間が負うことで責任が生まれ運営面でのコスト低減に努められるといった意見があがりました。本WSでの結果を踏まえると、国の財源確保という観点と民間の自助作用という観点から民間という意見もありましたが、計画変更による責任は国にあるという点が本WSの議論では重視されていたため、余剰在庫リスクは国が負担することが順当ではないかと考えられます。

講師講演

宇宙用部品供給基盤の課題と対策

大和 昌夫 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)



宇宙機器・宇宙用部品の 特徴と課題

はじめに、宇宙機器と宇宙用部品の特徴についてお話しします。宇宙機器の特徴としては、耐環境性の高さが求められるという点があります。また、宇宙機は基本的に無人・単独で軌道上を飛んでいるため、打上げ後に宇宙用部品を修理することは不可能です。そのため宇宙用部品は、振動・衝撃・轟音・真空状態・多大な温度幅・放射線など、過酷な環境への耐性が求められます。

次に宇宙用部品のうち、輸入部品の現状についてお話しします。日本の衛星やロケットは、開発・打上げ・追跡および運用を自律的に行う機能を確認するために、宇宙用部品の安定調達が必要になってきます。しかし一方で、衛星やロケットの競争力強化のためにコストを低減する必要性にも迫られて、使用する部品に占める輸入部品の割合が高くなっており、なかでも半導体関係の部品はアメリカからの輸入が非常に多くなっています。宇宙用部品の中には、EEE(Electrical Electronic and Electromechanical: 電気・電子・電気機械)部品というものがあり、このうち集積回路やトランジスタ、ダイオードなどの能動部品とよばれるものは、価格が高く通信機の性能に多大な影響を与え、そのため、安定調達の面で特に問題視されています。そのような中で、衛星・ロケットなど

5 おわりに

本WSの参加者の皆さまにご協力いただいたアンケートでは、「宇宙用部品に関することを今まで考えることがあったか」という問いに対し、75%を超える方から「いいえ」と回答いただきました。人工衛星やロケットが注目される中、あまり着目されない宇宙用部品の課題について考える契機になったかと思えます。

また本WSでは「輸入部品の長納期化」という問題に対して「まとめ買い」という解決策と「一括調達機関設立」について考察いただきました。一括調達機関設立について考える際、本WSでも議論が紛糾したことから、運営費の負担や余剰在庫リスクの負担を誰がするのかという責任の明確化が必要です。これらの点を明確にする上で、民間と国のより深い議論や綿密な調整が必要です。そのような中で本WSの結果が議論の中に組み込まれ、今後の宇宙開発の発展に寄与できれば幸いに思います。



を製造している日本のメーカーは、アメリカの輸入部品を取り扱うにあたりITAR(International Traffic in Arms Regulations: 国際武器取引規則)による最新高機能部品などの輸出制限強化・長納期化・品質低下という問題に直面しています。ITARは、アメリカ国務省が管轄している武器国際取引に関する規則のことで、武器リストに列記された国防関連の武器の輸出入を規制する規則です。これによって、宇宙用部品を含め最新高機能部品の輸出許可を取得するまでの期間が長くなってしまいました。また、基本的にアメリカの宇宙産業は防衛関係の占める割合が大きいため、自国のプログラムが優先された場合に日本の発注が後回しにされることがあります。このように長納期の問題には、輸入規制だけでなくアメリカの国内事情による供給遅延といった問題もあるのです。

宇宙用部品の課題に 対する提言

これまで述べた要因が衛星の納期に大きな影響を与えており、問題化しています。この問題に対して我々日本航空宇宙工業会(SJAC)は種々の検討を関連企業と行い、その結果をSJAC提言として以下七つの項目にまとめられています。

1. オールジャパンとしての部品戦略を策定

する委員会を設置する。また、その委員会は開発すべき宇宙機器の情報をもとに部品ロードマップを策定する。

2. 国産の宇宙機器が国際競争力を獲得できるように国が宇宙用半導体製造ラインの確保に努める。また、戦略的価値を有する宇宙用部品などの開発および宇宙での実証機会を増やす。

3. 国が積極的な衛星計画を策定することを前提に、衛星の一括発注の推進と部品のまとめ買いや保管に対して国から資金的な支援を行う。

4. 宇宙機器メーカーが共通して使用しているオールジャパンの共通部品リストを作成し、その結果をデータベース化して開示する。

5. 国内メーカーが参入しやすい環境づくりとして、国産宇宙用部品の国産衛星への使用を促進する。また、国産の地上用部品の宇宙適用を促進することを国の方針として設定する。

6. アメリカとのITARに関する制約緩和交渉、欧州との部品の相互協力を推進する。

7. 宇宙用部品のストックに対する免税や部品メーカーの宇宙部品販売に対する減税など税制上の優遇措置を行う。

これらの提言をまとめたのは数年前になりますが、部品の安定調達に関しては

SJAC関連企業を含めて実効性を検討して、関係各所へ提言を行っています。このように活動を継続的に提言していくことで、少しでも産業の発展に寄与していきたいと考えて活動しています。



欧州の状況

次に、欧州の宇宙用部品に関する状況をご紹介します。欧州においても、欧州宇宙機関(ESA)をはじめ、欧州各国の宇宙機関で産業振興のために部品の供給に関する施策がとられております。日本と同様に欧州の宇宙部品も、アメリカからの輸入比率が年々増加してきており、これに対して、アメリカからの輸入部品の比率を下げることを目指し、欧

州では二つの施策がとられました。その一つがEOC(European Component Initiation)です。EOCは2004年に各国宇宙

機関の参加を得て、欧州外の部品供給者への依存度を低減するために設立されました。具体的には、クリティカルな宇宙技術を識別し、欧州域内でこれらの部品の製造能力を開発することにより、欧州宇宙ミッションに使用される欧州製EEE部品の入手性の拡大を目指しています。もう一つの施策は、宇宙用部品のまとめ買いをする機関(以下、一括調達機関)JUGOADA(Coordinated Parts Procurement Agent)です。欧州の宇宙機関は部品の標準化と部品調達の効率化を図るため、衛星開発に必要とされるEEE部品のまとめ買いに関してCPPAを活用していくことになっています。従来の衛星開発では、各機器メーカーが独自にEEE部品の調達を行ってきました。これに対してCPPAでは、宇宙機器調達機関が機器メーカーとの衛星の契約をする際に、CPPAからのEEE部品のまとめ買いを義務付ける方式を採用しています。CPPAが実施しているまとめ買い制度はESA主導で推進されており、欧州部品を積極的に調達しています。CPPAでのまとめ買い制度では、宇宙機器調達機関などが機器メーカーに発注をかけ、そのメーカーがCPPAに調達の契約を行うこととなります。そしてCPPAは機器メーカーと直接話をして、部品メーカーと調整を

行い、まとめ買いに対応していくというような形になります。

まとめ買いの運用モデル

まとめ買いの運用モデルを紹介する前に、改めて日本の宇宙用部品の調達に関する課題を整理します。一つ目の課題は、国産部品の中でも特に半導体メーカーが宇宙産業から撤退しており、それに伴い輸入部品への依存が進んでいることです。二つ目は、アメリカからの輸入部品がITAR規制によって、品質の低下や不安定な供給状態になる恐れがあり、衛星の納期にも影響を与えているということです。これらの課題から今後取り組むべき方針として、部品の一括安定調達による衛星の短納期化、国際競争力強化への貢献、大量生産による部品品質のばらつき抑制・部品品質の向上、同一調達方法による手配部品の標準化・調達仕様の標準化、そしてそれに伴う費用対効果の向上があげられます。

次に、SJACで検討した部品のまとめ買いの運用モデルについてご紹介します。

衛星の発注者は、主に宇宙航空研究開発機構(JAXA)のような宇宙機器調達機関です。一括調達機関は、部品調達に関するノウハウなどを有する既存の民間機関を想定しており、この機関は主に、部品のまとめ買い機能や調達に伴う技術支援機能を持ちます。つまり、一括調達機関は複数の宇宙機器・宇宙



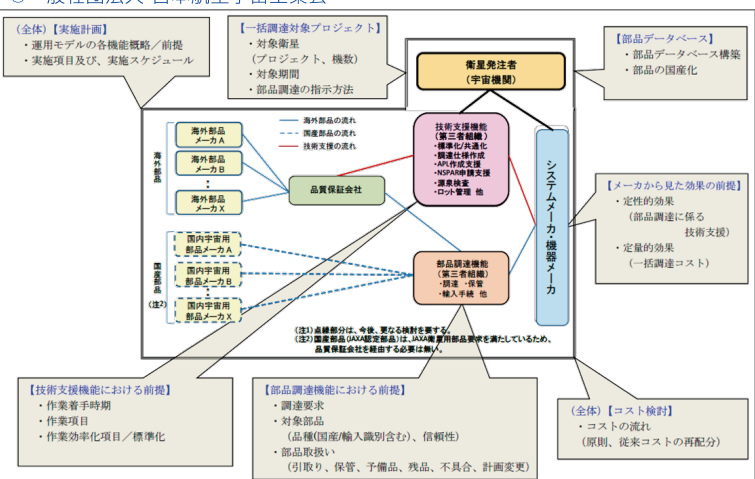
国内の宇宙メーカーが認定部品を使う限りは、品質保証会社が関与しなくて良いと考えられます。このため、直接一括調達機関に部品が届けられる仕組みになっています。また、このような仕組みを運用する前提として、私たちは衛星のプロジェクトを2年間に4基と設定し、宇宙機器調達機関がまとめ買いの指示を行うと同時に、標準部品データベースについての標準化も推進することを考えています。そして、まとめ買いの効果を出すという意味で、一括調達機関は衛星の発注が正式に決まる以前に、計画の段階で宇宙機

器調達機関からある程度の指示を受けることも前提として考えています。これらを前提として、部品調達機能・技術支援機能・品質保証機能について宇宙機器調達機関とは別に第三者機関として一括調達機関を設けることを検討した結果、ある程度効果は認められると考え、二つの提言を進めています。

まず一つ目として、まとめ買いの仕組みを継続的に活用するためには、その先の衛星開発計画を見通しタイムリーに開発計画を得られることが必要となるので、宇宙基本計画に示される人工衛星の開発利用計画の更新頻度を高める必要があるということです。

そしてもう一つは、宇宙機器調達機関の事由により調達計画に変更が生じた際には、関係機関を取りまとめる部門が主導し、関係機関と調整を行った上、希望の衛星調達への適用を担保する、また適用対象が存在しない場合には、宇宙機器調達機関による費用負担を行うということとです。この仕組みの運用には、宇宙機器調達機関による指示が前提としてあり、一括調達機関は宇宙機器調達機関からの指示を明確に受けなければなりません。これは、宇宙機器調達機関が機器メーカーを決定する前の段階で、想定される機器もまとめ買いする部品に含まれるためです。また機器メーカーも同様に、宇宙機器調達機関の指示に基づいて一括調達機関から部品を調達します。したがって、この仕組みの運用には、

【参考】衛星用共通部品の一括調達運用モデル案
©一般社団法人 日本航空宇宙工業会



日本の取組みの紹介



最後に、日本での取組みについてご紹介いたします。2015年5月11日に、宇宙政策委員会 宇宙産業・科学技術基盤部会の第3回会合が開催されました。経済産業省では、

宇宙政策委員会における議論を踏まえ、2014年の7月に民生部品・技術を活用した宇宙機器の競争力強化向上に関する研究会を立ち上げ、技術戦略の検討に着手しています。また、今年1月に策定された宇宙基本計画には、宇宙政策に関するさまざまな課題や今後の取組みについて、具体的なアプローチが記してあります。この計画で注目したいのは、将来の宇宙システムを見据え、2015年度末を目標に、宇宙用部品に関する技術戦略を策定するということが明確に記されていることです。計画通りに進めば、今年度中には、競争力のあるコンポーネントの開発、民生部品・技術の活用、輸入品を安価かつ安定的に調達するための工夫などを盛り込んだ技術戦略が策定されると思います。これからの日本の宇宙用部品・コンポーネントの方向性を国として示すものでもありますので、皆さんにもぜひご注目いただければと思います。

Panel Discussion

スペースデブリ除去事業の展望

昨今、宇宙の環境問題として「スペースデブリ(宇宙ゴミ)問題」が広く認知されてきています。1960年代から増加を続けているスペースデブリの低減に向け、各国が協力して取り組みを進めているものの、近年新たな原因により、スペースデブリはさらに急激な増加傾向にあるといわれています。もはやこの「スペースデブリ問題」は人類の宇宙活動の存続に関わるものとして一層深刻化しているのです。本企画では、この現状を踏まえ、現存するスペースデブリの除去の事業化を目指す実例を取り上げながら、パネリストの方々にスペースデブリ除去事業の課題や将来性について議論していただきました。

Panelist



石田 真康 様

A.T.カーニー株式会社 プリンシパル

経歴

東京大学工学部卒。ハイテク・IT業界、自動車業界などを中心に、10年超のコンサルティング経験。内閣府 宇宙政策委員会 宇宙民生利用部会委員。ITMediaビジネスオンラインにて「宇宙ビジネスの新潮流」を隔週連載中など、主要メディアへの執筆のほか、講演・セミナー多数。日本発の民間月面無人探査を目指すチーム「HAKUTO」のプロボノメンバー。



大塚 聡子 様

日本電気株式会社[NEC] 宇宙システム事業部 プロジェクト推進部
慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科

経歴

東京出身。大学(物理工学科)を卒業後、東芝入社。宇宙ロボット開発を担当、90年から「きぼう」のロボットアーム開発に参加、運用開始までシステム取りまとめを担当。その間一旦、東芝を退職、アメリカ(航空宇宙工学科)に留学。卒業後、東芝に復職。NECと東芝の合併会社社出向を経て、07年、NEC転籍。12年、慶應大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科博士課程に入学。宇宙ロボットの次のプロジェクトを模索中。



竹内 悠 様

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構[JAXA]
第一宇宙技術部門 事業推進部 主査

経歴

上智大学法学部卒業。一橋大学国際・公共政策大学院修了(国際・公共政策修士(専門職))。マギル大学(カナダ)航空宇宙法研究所修士課程修了(法学修士)。JAXA研究開発本部研究推進部、総務部法務課及び外務省総合外交政策局宇宙室(出向)等を経て2014年より現職。国際法学会、空法学会、アジア国際法学会日本協会、国際宇宙法学会(IISL)会員。

第一部

スペースデブリ問題の現状と対策

司会… はじめに、宇宙環境におけるスペースデブリの現状をご紹介します。「スペースデブリ」とはおよそ「宇宙空間に導入された人工物体のうち、機能を喪失したものを指します。例えば、機能を停止した衛星やその関連部品、もしくは宇宙物体の破片などがこれにあたります。宇宙空間にある宇宙物体のうち約94〜95%はスペースデブリであるのが現状であり、これらは地球の低軌道上に集中していることが観測されています。

次に、スペースデブリを急増させた代表的な原因を二つほどご紹介します。一つ目は、中国が古くからの自国の気象衛星を弾道ミサイルにより破壊した、いわゆる衛星攻撃兵器(ASAT)実験です。これにより、低軌道上のスペースデブリの数が25%程度増加たとされています。二つ目は、2009年に宇宙開発史上初めて宇宙空間で起きた人工衛星同士の衝突事故です。この事故により、新たに数百個のスペースデブリが発生し

ました。これらを含むさまざまな原因から発生したスペースデブリは、たとえ10cm以下の小さな破片であっても、十分に人工衛星を破壊する力を持っています。

また将来的には、大量に発生したスペースデブリ同士が衝突しお互いを破壊することで自己増殖していく現象、いわゆる「ケスラーシンドローム」が起こることも懸念されています。この現象が起こることによってスペースデブリが人工衛星と衝突する確率も格段にあがり、ますます危険度が高まってしまいます。このままでは生活の中で当たり前になっている情報を私たちに届けず衛星、例えば気象衛星などの地球観測衛星やGPS衛星などの測位衛星が故障・機能停止の危険にさらされ続け、現在の生活が続けられなくなるかもしれません。

ここまで宇宙環境におけるスペースデブリの現状、その深刻さについて紹介させていただきました。それでは、主に各国の宇宙機関はこうしたスペースデブリ問題に対し、どのように取り組んでいるのでしょうか。

現在の技術的側面からの対策や国際的な取り決めについての説明を竹内様からお伺いしたいと思います。

竹内様… 現在、スペースデブリを出さない努力は主に各国の宇宙機関でなされています。まず技術的な取り組みとして、ロケットや衛星の設計段階においてスペースデブリが出ない設計にする対策が講じられています。また運用終了後、低軌道においては25年以内に大気圏に再突入させ、消滅させるという努力目標があげられています。静止軌道においては運用終了時に300km程度遠方の、いわゆる墓場軌道へ自主的に退避させ、運用中の衛星の邪魔にならないようにする対策が講じられています。これに加え、本企画のテーマであるスペースデブリ除去に向けた計画としては、宇宙航空研究開発機構(JAXA)や海外の機関によって多くの計画や構想が立てられています。

また、国際的な取り組みとしては大きく二つあり、第一に宇宙状況認識(SSA)が掲げられています。アメリカで始まったこのSSAという活動によってスペースデブリの軌道・形状・数を把握することが可能になり、各国は、これらの情報に基づいて運用中の衛星をスペースデブリから回避させることができるのです。第二に国家間のルール作成への試みがあります。そもそも20世紀後半からの国際動向とし



て、国家間のルールには宇宙空間を軍備競争の場にしないための軍縮と宇宙空間を有効に活用して国際協力をするという平和利用の二つの流れが存在します。現在スペースデブリに関係のある法規制というのは、具体的に宇宙条約、国連宇宙空間平和利用委員会スペースデブリ低減ガイドライン(以下、国連スペースデブリ低減ガイドラインとする。)、宇宙活動に関する国際行動規範案(以下、国際行動規範案とする。)(の三つがあげられます。1967年に発効した宇宙条約は第9条で宇宙環境汚染を防止する義務を当事国に課していますが、現在の一般的な解釈ではここにスペースデブリは含まれていません。その上、国連スペースデブリ低減ガイドライン並びに国際行動規範案も法的な拘束力を持たないため、現時点では国際法上に法的拘束力を持つスペースデブリ規制は存在しないのです。

大塚様からご意見をいただけますでしょうか。

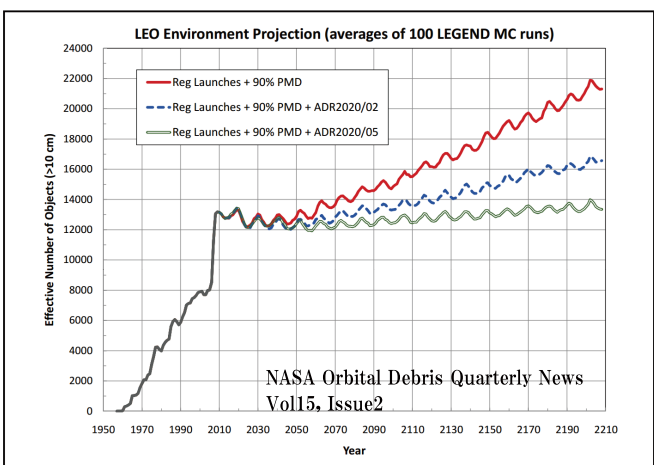
大塚様… まず、スペースデブリ除去の研究者の間で共有されている情報をここでご紹介したいと思います。グラフは、米航空宇宙局(NASA)や欧州宇宙機関(ESA)といった各国の宇宙機関が持っているスペースデブリのモデルを使って、軌道上のスペースデブリの数の推移をシミュレーションしたグラフです。

各国のモデルは微妙に違いますが、どの結果も右肩上がりです。徐々にスペースデブリの数が増えていくという結論を出しています。次にグラフ2は、NASAの解析による2020年からのスペースデブリ除去開始を条件に加えたスペースデブリ数のシミュレーション結果です。毎年モデルの見直しはされていますが、スペースデブリの数がすでに増加傾向にあることを忘れてはいません。

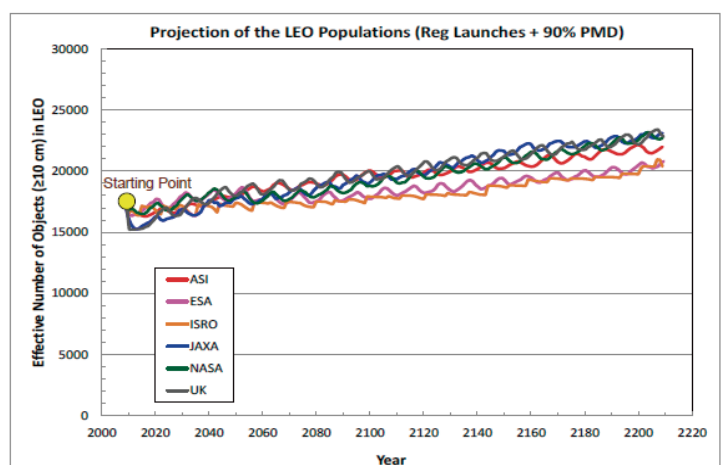
他にも注目すべき点があります。第一に、各国が宇宙開発に乗り出し、日に日に打上げの回数は増えているのにも関わらず、このシミュレーションでは現段階での打上げ基数を参考にしていくという点です。第二

に、運用を終了した衛星やロケットを軌道から離脱させることの成功確率(グラフ内のPMD: Post Mission Dispose)の90%という数値は、現段階でも達成されていないという点です。この理想的な条件に基づいてシミュレーションした結果を鑑みて、スペースデブリ除去の研究者の間では2020年から年間5個以上の大型のスペースデブリを除去しなければならぬという、非常に切羽詰まった状況である認識が共有されています。

司会… 第一部では、将来の宇宙活動存続のためにも、今すぐスペースデブリ除去に取り掛かればならぬことがわかりました。



グラフ2



IADC 13 01 Stability of the Future LEO Environment

グラフ1

第2部

スペースデブリ除去を実現するにあたってのさまざまな課題

司会… 実際にスペースデブリ除去を行う場合、どのような課題があるのでしょうか。各国ともスペースデブリの危険性を認識しつつも、なぜ一致して除去に乗り出せないのでしょうか。竹内様はこの原因をどのように考えていらっしゃいますか。

竹内様… スペースデブリ除去を行うにあたって、大きな問題は法的な問題と政治的な問題の二つです。

宇宙物体は誰かが所有権を有しています。また、宇宙条約において宇宙



物体は登録国に管轄権と管理の権限がある、ということが規定されています。これにより、スペースデブリを除去するためには誰かが持っている所有権・管轄権や管理の権限を放棄させる、あるいはそれらがすでに消滅している必要があります。しかし、現在これらの権利を消滅させる規定がないということが法的な問題の一点目です。

さらに、たとえ上記の問題を解決したとしても、スペースデブリ除去における、責任の所在に関する特別な規則がないという問題が生じます。スペースデブリの除去に失敗して運用中の衛星に衝突してしまう、あるいは何らかの妨害をしてしまうようなことが起こった場合、一般的に行方者が損害賠償責任を負う必要があります。しかし、スペースデブリを除去する過程で誤って他の衛星に接触するなどして何らかの損害を与えてしまった場合、行為者その損害に対する全ての賠償責任を負わなければならないという規則をつくってしまうと、誰もがスペースデブリ除去を実施することを敬遠するでしょう。以上の二つが法的な問題だと思います。

また、政治的な問題も大きく分けて二つあります。一つ目は安全保障上の

問題です。スペースデブリ除去技術というものは、基本的に宇宙空間の軌道を回っている物体に近づいてその物体を取り除く例えば取りついて引っ張ったり、軌道を変えたりする技術であり、それを運用中の衛星に対して適用してしまうと、武器そのものになります。そのため、各国の安全保障の関係者はスペースデブリ除去が必要だということとを認識していたとしても、政治的に敵対する国が除去技術を実現すると自国の運用中の衛星が除去されてしまうのではないかと懸念がぐくみきれません。これが原因で、各国はスペースデブリ除去に対してなかなか首を縦に振らないのです。二つ目は、資金負担の問題です。よく例えとして、スペースデブリ問題は宇宙空間における環境問題といわれます。つまり、気候変動枠組条約における京都議定書の議論と同様に、宇宙先進国だけが開発を行っていた時代に汚した宇宙空間を綺麗にするにあたって、先進国と途上国が等しく費用を負担するのは不公平だとする議論があるのです。その結果、各国は宇宙先進国のみで資金を負担するといった事態になってしまうことを恐

れています。

司会… スペースデブリ除去を行うにあたって、大きな問題として法的な問題と政治的な問題の二つがあるということがわかりました。つづいてスペースデブリ除去の技術面からは一般的にどのような難点があげられるのか、エンジニアの立場から大塚様にお伺いしたいと思います。

大塚様… 一つ目の難点として、スペースデブリは自らを全く制御していないため、それらがどういった運動状態にあるかということスペースデブリ除去衛星が検知しなければならぬということがあげられます。つづいて二つ目、制御されていないスペースデブリの運動に合わせて、除去衛星が自分の運動を制御しながら近づいていくということ。三つ目は捕獲することです。どこに重心があるのかもわからない、情報も乏しい、さらに除去衛星自身より大型のスペースデブリに対しても姿勢制御系で全てのシステムを制御し捕獲を行わなければならないという点が捕獲の難しさになります。また、四つ目の難点として、スペースデブリを地球に落とす際にも、海などの人的被害がないところに狙って落とすことを考

えなくてはならないということがあげ

られます。スペースデブリ除去を実際に行うためには、今あげた4点の技術実証が必要だと考えております。

司会… 技術的側面からみても、スペースデブリ除去に取り組むのは難しいということがわかりました。では石田様はお二人のお話を受けて、スペースデブリ除去がなかなか進まない理由をどのようにお考えになりますでしょうか。

石田様… ここまでのお二人の話から、地球温暖化問題を思い出されるのではないのでしょうか。以前「Point of No return」というキーワードが流行りましたが、その意味は「ある時までに大気中の温室効果ガスの濃度をある一定までに下げないと、もはや温暖化が止まらないところにまでいってしまい、その後いかなる対策を行っても地球温暖化問題からは逃れられない」というものです。この地球温暖化問題も、一番はじめの大きな問題は利害が全く異なる人々の間で共通認識をつくらなければいけないということでした。言葉でいうのは簡単ですが、地球温暖化問題は10年20年経った現在でも、先進国と途上国との利害調整が終

わっていません。この問題の解決にはさまざまな人のコンセンサスを得る必要がありますが、どうしても長期戦になるだろうと感じます。

また、自分がビジネスコンサルタントをしているからかもしれませんが、やはり気になるのは、スペースデブリ除去が事業としてエコノミクスが成立するのか、つまり収益がある事業になるのかという点です。スペースデブリ除去衛星の開発費や打上げ費も払わなければならぬ中で最終的にスペースデブリを一つひとつ除去していった場合に、そのコストを上回る売上げを誰が支払ってくれるのか。おそらくそれが成立しないと、最終的にリスクを取って除去を行う事業者が継続的に事業をできないので、この観点も課題の一つだと感じます。

司会… 今のお話から、スペースデブリ除去は各国の思惑が複雑に関係した国際的な問題となっているため、一致してスペースデブリ除去に取り組むことや、企業が投資できる環境をつくるのが依然として難しいのだとわかります。しかしグラフイー・2(36ページ)の通り、スペースデブリ自体は今後も増え続けるため、除去に乗り出す必要が

では、スペースデブリ除去の事業化に関しての国際的枠組みについてご研究なさっている大塚様のご意見をお伺いしたいと思います。

多国間での議論を進めるのは当然ですが、仮にこの国際的な枠組みが整わなかったとしても、国際協力は二国間でも行えます。歴史的にみても国際協力の発展は二国間の話し合いから始まっているものが多いため、まず、この二国間の話し合いを始めるということをさらに提案します。

司会… 竹内様から国際社会についての解決策として、主要国から除去に乗り出したり、二国間での協力から始め、次第に協力国を増やしたりすることで、さまざまな課題を解決していくというご提案をいただきました。それ



あることに変わりはないと感じています。こうした難しい状況の中で、どのような解決策が考えられるのか、竹内様にお伺いしたいと思います。

竹内様… 冒頭で申し上げた通り、現在スペースデブリを規制する国際法は存在しませんが、国際社会はその現状に問題意識を持ちすでに動き始めています。宇宙条約第9条の宇宙環境汚染を防止する義務の対象にスペースデブリは含まれませんが、2007年にはスペースデブリ発生を抑えることを目的とした国連スペースデブリ低減ガイドラインが採択され、2008年には国際行動規範案が公表されています。その後、現在に至っても国際社会で議論が続いており、さらに時間がかかるといわれています。法的拘束力を持たせず、「国際行動規範案にはこのような内容を盛り込むべきである」と国際社会において認識を一致させるだけでも4年以上の時間がかかっている現状を鑑みると、先ほど石田さんがおっしゃったように利害調整のフェーズでは非常に時間がかかるといえます。さらに宇宙条約や国連スペースデブリ低減ガイドラインにおける議論でもそうであったように、国際行動規範

リ除去の失敗により損害賠償責任が発生してしまう可能性があるとお話していただきました。こうしたスペースデブリ除去に踏み出しにくくなる事情から、ADR連合への加盟国が増えないのではないかとということが危惧されています。そのため、課題は多いかと思いますが、スペースデブリ除去に関する損害賠償責任をADR連合が負うということを考えています。法部門ではADR連合自体を監視することで、加盟国が正しくスペースデブリ除去を行っているかをチェックする役割を持たせています。実際にスペースデブリ除去を運営する部門では、年間5個除去する際のスペースデブリを選定する、除去実施国への対象となるスペースデブリを割り当てるなどといった調整を行います。

資金の話というのは非常に気がかりですが、ADR連合が損害賠償責任を負う仕組みであるため、ADR連合の最低限の維持費は加盟国から出してもらうことを考えています。そして、スペースデブリ除去の費用は実施国が負担します。上記の方式を選択した理由は、ADR連合への拠出金の調整、拠出金の分配の調整などの課題を回避できるから、また、スペースデブリ除去



案でも関係しているほぼ全ての宇宙活動国を取り込み、多国間で議論を行うおとししているの一層長期化するでしょう。この背景には、すでに多くのスペースデブリを出している国だけでなく、これからスペースデブリを出すことが予想される国も巻き込んだ議論が目指されていることがあげられます。もちろんその時間がかかる議論も進めていかなければならないと思いますが、他方で多国間の議論がないと全く前に進めないのが疑問です。

先ほど大塚さんがおっしゃったように大型スペースデブリを年間5個ずつ除去すれば、現在の宇宙環境を維持できるとされています。年間5個という個数は、主要な宇宙活動国が技術と資金を使い、それぞれ年間1個除去するだけで達成できる数値目標です。私は第一段階として、主要な国による除去から始めることを提案します。そして

技術を売買する競争が生まれ、スペースデブリ除去の費用全体を低減できる可能性があるからです。しかしこの提案はあくまで理想論であり、最終的な方向性としての提案です。

司会… 以上のお話を受けて、スペースデブリ除去事業を始めるにあたって「誰が主導権を握って、さまざまな取り決めを行っていくのか」ということが重要になってくるという印象を受けました。その点について皆さまからご意見をお伺いしたいと思います。

大塚様… スペースデブリ除去に関しては、誰が最初に軌道上で実施するか、ということが一つのポイントになってくると思います。確かに各国宇宙機関の中で、スペースデブリ除去の技術開発や計画が進んでいるのは事実ですが、制御されていないスペースデブリに接近し、コンタクトして落とすという純粋な意味でのスペースデブリ除去を実施した例は未だにありません。もう一つのポイントは、除去技術の実証を行った国の発言権がADR連合のような国際的な枠組みにおいて非常に大きくなっていくということです。

竹内様… 少しご質問の趣旨とずれて

しまうのですが、私は大塚さんのご提案が将来像としてはあり得る姿だとは思うものの、司会からの問いかけの内容が「誰が主導権を握るか」という政治的な点だということもあり、ADR連合は即効性という意味で難しいところだと思えます。地球温暖化における京都議定書は失敗だと学術界では評価されています。その理由として、排出削減の義務がある国と排出削減の努力義務のみがある国の二つに分けたということがあげられます。スペースデブリに関して各国の排出量を見てみると、中国、アメリカ、ロシア(旧ソ連)の国々の排出量がかなり多くなっています。しかし中国は日本の後に宇宙活動を始めた国であるということから、例えば中国が自らを宇宙新興国だと主張すると、中国より後に宇宙活動を始めた国は、先ほどの京都議定書でいうところの排出削減義務を負わない国と分類できる理屈になるわけです。この傾向は先端的な技術面でさらに先鋭化します。小型衛星の保有数に限ればアメリカが半数以上、次いで日本、ドイツという順になっています。もしこれらの国の保有する小型衛星が25年以内に大気圏へ落下せずスペースデブリ

になる、もしくは除去の対象になって

しまうと、上記の3カ国がスペースデブリ除去に関して一番義務を負うべきではないかという、政治的な議論になってしまう可能性があります。このような状況下で、石田さんがおっしゃった利害調整というフェーズに入っていくと、利害調整の段階でおそらく10年以上かかってしまうと思われまます。スペースデブリ除去が直ちに必要だということであれば、国際調整を並行して進めつつ、各国が技術開発を進めていくべきではないでしょうか。

石田様… 私は「スペースデブリ除去を誰が行うか」には三つの考え方があると思えます。一つ目は今お話があったように、これまでスペースデブリを出した人が除去すべきだという考え方はです。これから宇宙活動を始める国々からすると、なぜこれまでスペースデブリを出してきた国々の分の資金を出さなければいけないのかと思うでしょうし、これは環境問題の議論でも全く同じものがありました。その観点からいくと、アメリカとロシア(旧ソ連)、中国が資金を出しスペースデブリを処理していくことが一番シンプルな考え方だと思えます。しかし、これは現実

的には難しいかもしれません。

そこで、二つ目の考え方は、これまで打ち上げた衛星のことはこれまでのこととし、これから宇宙を使っていく主なプレーヤーが共同責任で除去を行うっていくというものです。この考え方も先ほどの3ヶ国に加え、これからさらに発展していくインドや東南アジアの国々なども巻き込んでスペースデブリ除去を行うことが求められると思えます。

三つ目の考え方として、自主的に除去に乗り出すべき主体は国だけではないというものです。これから10年、20年先の宇宙活動を考えていくと、民間企業の存在を完全に無視することはできないのではないのでしょうか。NASAは低軌道に関して長く商業活性策を取っており、次々と民間企業が参入しているのが現状です。

一つ具現化されるのかわかりませんが、現在衛星インターネット構想というものが世界を騒がせています。非常にプレゼンスの高いグローバル企業が宇宙へ参入し、何百基もの衛星を保有することになると、彼らにとってもスペースデブリの問題はエコノミクス上無視できない問題になるでしょう。また、当然その企業の社会的責任も問わ

れるようになってくるのではないかと思います。仮にADR連合のようなものができたとなると、宇宙で大規模なコンステレーションを組もうとしている民間企業もスペースデブリ除去事業に参加してやっていかなければいけないのではないのでしょうか。いずれにせよ、そういったさまざまなプレーヤーがいる中で、誰が社会的なリーダーシップを取り、コンセンサスを得ていくのか、とごうかがい問われます。

司会… 同じ問題意識を持って国際的に協力しようにも、「誰が主導権を握るのか」という問題は単純ではなく、各国、また企業の利害についてもバラバラをとらなければならぬということがわかりました。さらに法的決着だけでなく政治的な解決もなかなか容易ではないように感じます。ここまでは、スペースデブリ除去事業を行っていく上で、各国が一致して行っていく難しさについて議論していただきましたが、そのような状況下で、企業が投資できる環境をつくるという観点ではどのような取組みがあるのでしょうか。石田様、よろしくお願ひいたします。

石田様… さまざまな取組みがあるとは思いますが、冒頭でもありましたように、やはり法的なリスクと政治的なリスクというのは企業からすると最も敬遠するところだと思えます。世界で最も民間宇宙ビジネスが進んでいるアメリカでは商業宇宙打上げ法、リモートセンシング法、そしてアステロイド法(ASTERIODS: American Space Technology for Exploring Resource Opportunities in Deep Space Act of 2014)といったような法的議論が活発にされています。こうした法的議論がなぜ必要なのかというと、民間企業は当然事業をやる上で事業主としての責任範囲を明確にしたい一方で、不明瞭な法的リスクは取りたくないという共通的な認識があるからです。また、政治的なリスクが非常に高いものに対してもやはり資金を投下するというのは非常に難しいと思えます。したがって一番はじめに法的・政治的基盤が整えられるべきだと思います。

もう一点、逆説的ではありませんが、上記の状況の中でリスクを取って参入してくる企業があるかということも大事になります。スペースデブリ除去事業でいうと、現在アストロスケールと

いう企業が世界的に注目を浴びています。

過去の例をみても法の改正が行われるタイミングでは、リスクを取るプレーヤーや、それらの支援者がロビー活動などを通して尽力していることも多く、そういった取組みの結果としてマーケットがつくられていくものだと思います。法改正の議論とプレーヤーがリスクを取るといことは、同時並行で進行するものだと思いますので、こうしたことも今後このスペースデブリ除去事業の領域で必要になってくるでしょう。

司会… 第2部ではスペースデブリ除去を行うおとした時にいかに多くの課題があるか、またその解決がいかに難しいかなどを議論していただきました。その一方で、事業化に際してアストロスケールのようなベンチャー企業が手をあげるなど新たな展開も生まれています。

石田様… 再度アメリカの例をご紹介しますように思います。まず投資の観点では、現在さまざまなプレーヤーによる新しい宇宙ビジネスが行われていくという状況は、これらには大きく異なるわけではなく、これらには大きく三つの段階があるように感じます。まず、最もビジネスとして成り立っている段階として、例えば打上げマーケットがあげられます。このマーケットは明らかに政府の需要だけではなく民間の需要も出てきており、収益があがっています。次に、衛星インターネ



第3部 スペースデブリ除去に 民間企業が乗り出す ためには

司会… これらの企業が活躍し、スペースデブリ除去事業を行えるようになった未来は想像できるのか。第3部ではその可能性について議論していただきたいと思えます。それでは、宇宙ビジネス全体の事業化がどのような段階にあるのかということをお石田様にお伺いしたいと思います。

石田様… 再度アメリカの例をご紹介しますように思います。まず投資の観点では、現在さまざまなプレーヤーによる新しい宇宙ビジネスが行われていくという状況は、これらには大きく異なるわけではなく、これらには大きく三つの段階があるように感じます。まず、最もビジネスとして成り立っている段階として、例えば打上げマーケットがあげられます。このマーケットは明らかに政府の需要だけではなく民間の需要も出てきており、収益があがっています。次に、衛星インターネ

ットやリモートセンシング衛星ビジネスは、特に民間需要という意味では、アメリカでもまだそこまでビジネスがまわっていないような印象を受けます。ここでは、ベンチャーキャピタル(有望なベンチャービジネスに対し、投資を行う投資会社)による投資のフェーズは非常に進んでいるようですが、売上げの確保は今後注目すべき点であり、収益のあげ方が課題になっている段階だと感じます。最後にあげられるのは小惑星資源探査のようなエンジェル投資家(創業間もない企業に対し、資金を投資する個人投資家がお金を入れていく、最も未熟な段階です。新しい宇宙ビジネスは大きくこのような三つの段階に分かれていると思います。

司会… それでは、本企画のテーマであるスペースデブリ除去は事業としてのどのような段階にあるのでしょうか。またそれがビジネスとなり市場となるとどのような特徴を持つのでしょうか。

石田様… 現在のスペースデブリ除去事業は、投資のフェーズでいくとエンジェル投資家とベンチャーキャピタル

の方が新たに参入するという事は市場規模も広がるということです。この点に関しても期待を持っています。

司会… 最後に、石田様から企業が宇宙産業に新規参入する際のメリット・デメリットをお話していただきたいと思いますが。

石田様… 先ほども申し上げましたが、メリットはリスクを取って起業しようという勇気がある方々やそれを支持する方々が、自分らのリスクを予想できることです。それだけの法的リスクがありどれだけのリターンをあげれば、ビジネスが成立するかという見通しが良くなるのが重要です。

一方デメリットとして、法律が明確になるということは、タブーも明確になるということになり。それが厳しければ厳しいほど法律をつくるのと同じくらい必要になるのが、宇宙産業に参入する大企業や中小企業、ベンチャー企業への政策的な支援です。そして、法律と政策が両輪になってまわっていくことが理想だと考えます。

司会… 第3部ではスペースデブリ除去をはじめ、新たな分野に乗り出す企

の二方向から投資を受ける段階に位置するのではないかと思います。先ほど名前があがったアストロスケールは、2015年1月末エンジェル投資家によって日本円で約9億円のファンディングをされたと耳にしました。今後は、誰がユーザーになるのかが一番大きな課題になるのではないのでしょうか。これは、投資家と同じくらいのリスクを取るようになるであろう、一番はじめにこのマーケットでお客としてお金をつけてくれる人、いわゆるリードユーザーは誰なのかということだと思います。リードユーザーが国になるのか、それともこれから衛星を多数打ち上げ、大規模なコンステレーションを組む民間企業になるのか、これがスペースデブリ除去事業の次の課題だと感じています。



業が活躍する未来について、皆さまからお話をお伺いしました。今後日本でも宇宙活動法が制定され、産業の基盤が形成されることによって民間企業の新規参入につながる可能性が広がればと思います。

第4部 スペースデブリ除去事業の 将来性を見据えて

司会… 最終部である第4部では、まとめとしてそれぞれのお立場から今後に向けてスペースデブリ除去事業に関して意欲を示されていることや、将来の展望についてお話しいただけます。

石田様… スペースデブリ除去が宇宙ビジネスとして自立することに最も期待しており、自分も関わっていきたくて考えています。新しいプレーヤーが宇宙ビジネスに乗り出すことによつて、これまで考えられなかったビジネスモデルが生まれ、新たなテクノロジーやアイデアが出るきっかけになるのではないかと思います。また、環境問題の解決という観点で社会的意義が高

司会… 世界ではリスクを省みず自らが先頭を切って行動を起こしている企業があるなど、スペースデブリ除去事業のさまざまな可能性が見受けられます。それでは今後、日本はこのように事業に乗り出すとする企業を後押しする際にどのようなことができるのでしょうか。また、ベンチャー企業の積極的な取り組みを、法整備や産業政策にどのように活用することができるのでしょうか。まず宇宙法の専門家として、法律に関する昨今の動きについて竹内様にご紹介いただきたいと思っています。

竹内様… 先ほど石田さんのお話にもありましたように、日本の宇宙に関する法律は法的リスクが不明瞭な状態にあると思います。それを回避・担保するべく、政府内で宇宙活動法制定に向けた議論が進んでいます。主要な規定はいわゆる許認可制度というもので、法律の形は違えどもアメリカという商業宇宙打上げ法の中身に対応するような内容の構築を主眼として検討が進んでいます。従来の日本の法律では政府による宇宙活動のみが想定されていた。つまり、宇宙活動を行うにあたって、政府以外の人、例えば民間企業

まるこの分野において、日本人や日本企業がリードしていくというのは素晴らしいことだと感じます。

大塚様… これまで宇宙に関して長くエンジニアとして参画してきた立場から見ると、日本は本当に素晴らしい衛星をつくってきたにも関わらず、事業となるとうまく展開できていないことが多いと感じます。例えば、1990年代に非常に華やかだった日本の宇宙ロボット技術は次のプロジェクトにつながっていません。このように、事業が展開され継続される流れがうまくいかないことに対し、現場の人間として常にジレンマを感じてきました。その打開策として、私はスペースデブリ除去に期待しています。これをきっかけに日本の宇宙開発が再び世界に進出し誇れるものになるよう、私も少しでも努力できたらと思っています。

竹内様… 政策の転換に振り回され、従来の日本の宇宙開発はなかなか継続性を担保できていませんでした。また、日本の技術は非常に素晴らしいものであるにも関わらず、ヨーロッパの技術が標準化されたり、国内でガラバ

に何らかの許可を出すということは想定されていません。このため、民間企業が宇宙活動をしようとした時に、誰にどのような許可を取ればいいのか、どのような技術的審査が行われるのか、どこであれば打上げ射場を設置できるのか、そういったことが一切決まっていないのが現状です。しかし今後宇宙活動法が成立すれば、許認可の内容や手続きの方法が明確に提示され、企業による新規参入の予見可能性が確保されやすくなります。これが、宇宙活動法が制定されることによるメリットとなります。

司会… 日本に宇宙活動法が制定されることで、民間事業者が打上げを行う際に必要となる仕組みが明確に整備されることになるのです。つづきまして、大塚様から宇宙活動法がメーカーにもたらす影響についてお話しいただきたいと思っています。

大塚様… 宇宙活動法の中身はまだはつきりしていませんが、民間企業が宇宙活動に自由参入できる方向へ進めるものだと聞いていますので、メーカーとしては産業全体が活性化することに期待をしています。また、さまざま

「ゴス化したりしてきました。現在はまさに転換点にあると思っていますので、これらの反省を生かし、若い力によって日本が世界をリードするスペースデブリ除去技術を持ち、かつそれを国際社会でたたかき売り込むということを考えていきたいと思っています。

司会… 本日パネリストの方々には、スペースデブリ除去に乗り出す際の課題や事業化の可能性に関して、実際にスペースデブリ除去を行うための国際的枠組みを研究されている方の視点、宇宙法の専門家としての視点、新しい宇宙ビジネス事業の可能性を探るコンサルタントとしての視点という三つの異なる視点から議論していただきました。

誰もが「脅威」と感じてはいるものの、未だ多くの課題が山積みであり、初めの一步を踏みだしていくとされているスペースデブリ除去事業。現在私たちが宇宙から無意識のうちに享受しているさまざまな恩恵を守るため、また今後の宇宙活動の存続のため、本企画を通して参加者の皆さまがそれぞれのお立場からスペースデブリ問題に再度向き合うきっかけとなりました幸いです。



株式会社IHI



株式会社放送衛星システム



デロイトトーマツ コンサルティング合同会社



Poster Session



本企画では、SDFの活動にご協力いただいているさまざまな企業・学生団体からポスターや冊子などの展示物をご出展いただき、各団体の方々に日々の活動についてご説明いただきました。
 各団体の活動を知っていただくことにより、文科系・理科系を問わない学生同士、また学生と社会人との新たなネットワークをつくりだすことを目的としました。

高知工科大学 Space.Lab部 Rocket Project

私たちKUT Rocket Projectは2014年度より活動を開始した団体です。昨年度は、和歌山県で開催された第3回加太宇宙イベントで四国では初となるハイブリッドロケットの打上げ・回収に成功しました。今年度も能代、加太宇宙イベントに参加する予定です。他にも、小学生にモデルロケット教室を開くなどさまざまな活動を行っています。ポスターでは加太で打ち上げたハイブリッドロケット、能代に参加したCanSat4基の紹介をしました。

九州工業大学 宇宙環境技術ラボトリー

九州工業大学・宇宙環境技術ラボ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、各大学・企業からの衛星試験を行っています。

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、2012年に名古屋大学の宇宙好きの学生が集まり結成された大学公認団体です。団体の理念として「宇宙をもっと身近に」を掲げ、宇宙開発活動と宇宙教育活動を二つの軸として大会出場やワークショップ開催など積極的に活動を行っています。NAFTでの活動を通して、メンバー自身の宇宙の知識を深め技術力を高めると共に、広く一般の方々に宇宙の魅力を伝えていくことを目標としています。

学生団体GEIL

GEILは「学生が政策を理解し、自らの考えを政策案として発信することで、結果として学生の意見が政治に反映される社会」を目指します。夏に1週間の合宿形式で開催する政策立案コンテストは、5人1チームで官僚やコンサルタントから直接助言を受けつつ学生目線の具体的な政策案を作成します。高校生・大学生・社会人が観覧する最終日のプレゼンには各党の大物政治家が出席する他、優勝チームには賞金と官庁へ提言する機会が与えられます。

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。宇宙利用拡大に伴い発生する諸問題の解決に向け、学内外連携による萌芽的研究とともに、国際的リーダーとして活躍し得る人材育成に取り組んでいます。また、潜在的な宇宙利用者を束ねた窓口としての役割も持ち、科学コミュニケーションや芸術・文化とのコラボ企画など、宇宙と社会をつなぐ活動も行っています。

Live in SPACE Project

「宇宙」と聞いて、皆さんはどんな印象をもちますか？ロマンがあっというねー多くの人はそんな反応を返してくれます。「遠いもの」というイメージでとどまりがちな宇宙ですが、一歩踏み込んで知ろうとしてみれば、意外にも身近なところに関連性がある！私たちLive in SPACE Projectは宇宙好きの集まりとして、そのような驚きを少しでも多くの人にもってもらおうと、宇宙イベントを開いています。宇宙への興味が0→1になることを願っています。

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。リモートセンシングとは遠隔から対象物を計測する手法であり、CEReSではリモートセンシング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。我々のセンターは、日本全国のリモートセンシング研究を発展させる役割を担っており、リモートセンシング研究のアジアのハブとしての機能も持っています。

中央大学理工学部 中村研究室

バイオメカトロニクス研究室(中村研究室)では、「生物や生体の動きを規範としたロボットの開発」と「人工筋肉と機能性流体を応用したソフトロボティクス」をテーマに研究を行っています。宇宙開発フォーラム2015では、特にその中の二つの研究を紹介しました。一つは、ミミズの蠕動運動を応用した月面探査用掘削ロボットです。もう一つは、腸の混合動作を応用した蠕動運動型ポンプによるロケットの固体推進薬の混合です。

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います。

ARTSAT：衛星芸術プロジェクト

「ARTSAT：衛星芸術プロジェクト」は、衛星や宇宙機を「宇宙と地球をつなぐメディア」ととらえ、衛星そのものや、そこから得られるデータを使って、さまざまなアート作品の制作実験を展開していくプロジェクトです。プロジェクトは、多摩美術大学と東京大学のコラボレーションを軸とした多くの異分野からのメンバーによって進められています。2014年2月28日には世界初の芸術衛星INVADE-ERを打ち上げ、同年12月3日には「はやぶさ2」の相乗りで深宇宙彫刻DESPATCHが地球を脱出し、470万キロの彼方からの宇宙詩の受信に成功しました。

千葉工業大学 SPARK

SPARKは、2014年に活動を開始したハイブリッドロケットの製作・打上げ実験を行う部員7人という少人数の新規団体です。2015年3月に団体として初めてのハイブリッドロケットの打上げを伊豆大島で実施しました。現在は2015年11月の伊豆大島共同打上げ実験にて打ち上げるロケットの製作を行っており、今後は2016年3月の打上げ実験の実施やロケットガール&ボーイ養成講座のTAを行っていく予定です。

CREATE

CREATEは東京工業大学公認のロケットサークルです。年3回の打上げを中心に活動しており、ハイブリッドロケットやCanSatの製作・打上げを行っています。確実な打上げ運用や高度な技術を用いて、小型軽量の機体からユニークなミッションまで、幅広いミッションに挑戦しています。ポスターおよび実機展示という形で活動の報告をさせていただきます。

Ultra Light Space Systems Project (LSSP)

Ultra Light Space Systems Project (LSSP)は2010年度より活動を開始し、新しい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、超軽量構造物の一つであるインフレーター構造を応用した探査ローバと探査飛行機の試作をハード・ソフトの両面から行っています。現在は大学院生を含めた総員11人で、各々が知識を高めながらお互いに不足している部分を補い助け合いつつ日々活動を行っています。

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 宇宙飛行工学研究系 松永研究室

松永研究室では、これまでに世界初の超小型衛星を含めて4基の超小型衛星を学生主体で開発し、打上げを行ってきました。特に2014年に打ち上げた超小型衛星「TSUB-AME」は、独自に開発した高速姿勢制御装置を軸とした新しい地球観測技術の実証、超小型衛星を用いた本格的な宇宙観測の実現を目標としています。ポスターでは、「TSUBAME」の概要・開発過程・運用結果、またこれまで行ってきた超小型衛星に関する活動内容について発表しました。

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)では、宇宙に関する技術を題材にしたものづくりを中心に活動しています。今年の8月に秋田県能代市で打ち上げたハイブリッドロケットと、小型人工模擬衛星(CanSat)を展示しました。

宇宙フリーマガジン制作団体TELSTAR

TELSTARは、宇宙開発が日本の大きな産業の一つとなる未来に向けて、近未来の日本を担う高校生に宇宙開発の魅力を伝える活動を行っている、大学生・大学院生を中心とした学生団体です。フリーマガジンの制作を中心に、WEBメディアを利用した情報発信やイベントによる宇宙好きコミュニティの形成およびコミュニケーションの活性化を行っています。

宇宙就活実行委員会

私たち宇宙就活実行委員会は、宇宙関連企業のみを参集した日本で唯一の就職セミナーを開催する学生団体です。「働く場として宇宙を考える」を統一のコンセプトに、宇宙で働くことについて具体的に考えられるイベントを毎年開催しています。今回は「宇宙就活2017」というイベントを2016年3月下旬に開催予定です。将来、宇宙関連の仕事に就きたいと考えている方はぜひお越しください。

SPICA

学生による宇宙団体SPICAは、中高生を主な対象とし、宇宙好きの輪を広げようという目的の下、全国各地の高校生と大学生により運営をしている学生団体です。理科系・文科系問わず、さまざまな分野から宇宙について考え、また中高生などに宇宙に興味を持ってもらうきっかけをつくる場になるよう活動しています。宇宙に関するお題でリレー記事を行ったり、多くの宇宙イベントに参加したりしてきました。最近では、今年の7月に宇宙飛行士の山崎直子さんによる講演会&宇宙旅行に関するワークショップを開催しました。

東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 小紫・小泉研究室

本研究室では宇宙推進・プラズマ・エネルギーなどをキーワードに先進的な研究を行っています。惑星間運行など次世代宇宙ミッションを可能にする革新的宇宙推進システムとして、電気推進やビーミング推進の研究を行っています。またレーザーやマイクロ波を使用したプラズマ風洞・無線エネルギー伝送の研究も行っています。私たちはこれらの研究成果を有機的に組み合わせる新しい宇宙開発・宇宙利用に役に立てる研究をしています。

東京大学 現代国際法研究会

東京大学現代国際法研究会は、東京大学名誉教授の筒井若水先生のゼミを母体とする、40年以上の歴史を持つ法学部公認サークルです。現在の主な活動は、毎年数回開催される模擬裁判大会に出場することです。勉強会・OBOGとの交流会も行っています。模擬裁判で扱う問題は武力紛争・犯罪人引渡・境界紛争・宇宙活動・環境問題と幅広く、実際の裁判のように原告被告に分かれて競います。

芝浦衛星チームS.S.T.

芝浦衛星チームは2010年に設立された比較的新しい団体です。学内に航空宇宙工学系の学部学科がないという環境の中で宇宙やものづくりに興味がある学生が所属学科を問わずに集まり、自分たちで決めた目標に向かって製作活動を行っています。将来的には自分たちで人工衛星の設計・開発を行うことを目指して、基礎となる技術の習得のため、いくつかの班に分かれて活動しており、各種大会などに参加しています。

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(TSRP)

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)は、ハイブリッドロケット開発におけるミッションの策定から設計・製造・打上げ・解析のすべてを学生主体で行っている学科公認のプロジェクトです。本フォーラムでは第10回能代宇宙イベントで学生到達高度記録を更新したH-34号機の説明パネルと私たちの普段の活動の紹介パネルの2枚に加えH-34号機と私たちのロケットに搭載されている内部コンポーネントの一部を展示いたしました。

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 海洋情報基盤学分野 山口研究室

東京大学大学院新領域創成科学研究科の山口研究室では、数値モデルやデータ解析により海水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。人工衛星による観測によって、未知の海だった海水域についてさまざまなことがわかってきました。私たちは衛星観測データを有効に利用し、海水域で何が起きているかを明らかにすることを目指しています。また、最近では北極海の海水予測にも力を入れています。

■「今後の宇宙開発に期待すること」について■

- 積極的で多様な宇宙利用や、民間企業の参入
- 日本がリードしていけるような有人宇宙開発の促進
- 宇宙旅行の実現など一般民間人によるさらなる宇宙進出

宇宙開発のさらなる発展のために、民間企業の積極的な参入を今後の宇宙開発に期待している方が多いようです。また、有人宇宙開発にも力を入れてほしいというご意見も寄せられました。宇宙旅行への期待も大きいようで、総じて宇宙がより身近なものになる未来が望まれているように感じます。

■「これからのSDFに期待すること」について■

- 今後もフォーラムの開催を続けてほしい
- 多くの人に参加してもらえよう、宣伝にもっと力を入れたほうが良いのではないか
- 登壇者と参加者のコミュニケーションの機会をもっと増やしてほしい
- 社会人を交えたディスカッションも面白いのでは
- 宇宙とは文科系も理科系も関わらないと話が進まない、ということを多くの人に伝えてほしい

参加者の皆さまから、今後もフォーラムの開催を続けてほしいというご意見が多く寄せられました。また、今後のフォーラムでは、学生と社会人によるディスカッションの場をより設けることが求められているようです。

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お礼申し上げます。ありがとうございました。



アンケート結果

宇宙開発フォーラム2015
参加者数 2日間合計(延べ)

223名

アンケート回答者数

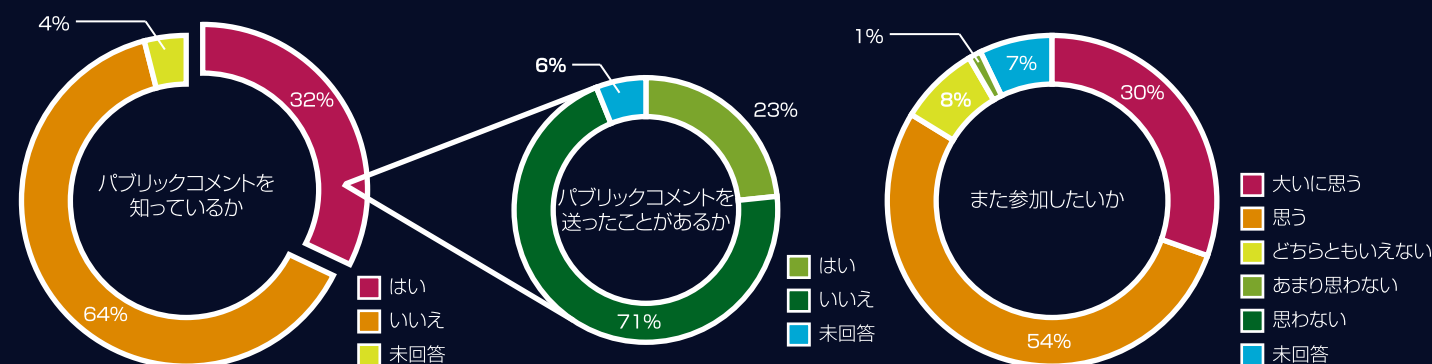
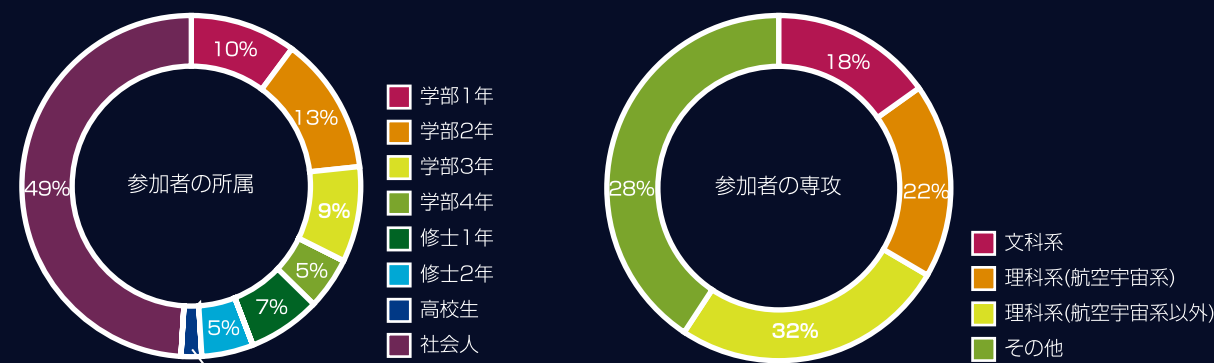
108名

2日間にわたり開催された「宇宙開発フォーラム2015」には延べ223名の方に参加していただき、そのうち108名の方にアンケートにご協力いただきました。

フォーラムにおける参加者の所属は、51%が学生、49%が社会人でした。文科系・理科系の割合は、文科系の方が18%、理科系(航空宇宙系)の方が22%、理科系(航空宇宙系以外)の方が32%という結果になりました。昨年に比べ文科系の方の比率がやや高いものの、ほぼ例年通りの比率となっており、今年も幅広い分野・専攻の方にフォーラムに参加していただきました。このことから、さまざまな立場の方に宇宙開発について考えていただく場を提供できたように思えます。

参加者の皆さまが普段からどれほど宇宙政策に関心があるのかを知るために、「パブリックコメントを知っているか」と質問したところ、32%の方から「はい」とお答えいただきました。また、「はい」とお答えいただいた方の中でも、実際にパブリックコメントを送ったことがあるという方は23%でした。この結果から推察するに、その認知度は未だ低いように見受けられます。パブリックコメントの存在は知っているにもかかわらず実際に意見を送るという方は少ないようで、パブリックコメントというものに対して敷居の高さを感じている方もいるのではないのでしょうか。

「宇宙開発フォーラム2015」については、84%の方から「来年もまた宇宙開発フォーラムに参加したい」とご回答いただきました。このことから、本フォーラムが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。





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。

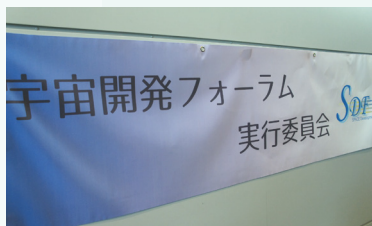
SDFでは、参加型シンポジウム「宇宙開発フォーラム」の開催を中心とし、さまざまな分野を専門とする学生・社会人同士のネットワークを広げ、宇宙開発に対する意義や諸問題についての学際的な考察を深める場を提供しています。

2015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10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2015」を開催し、多くの方にお越しいただきました。



E-mail: info@sdfec.org
URL: http://www.sdfec.org/
Twitter: @SDF_2015



SPACE
Development
Forum
Executive
Committee

宇宙開発フォーラム2015 支援団体一覧

後援団体



特別協賛企業



協賛企業



協力企業

