SPACE DEVELOPMENT FORUM EXECUTIVE COMMITTEE

SDF ANNUAL REPORT

2019

SDF
SPACE Development Forum

「宇宙開発フォーラム実行委員会2019報告書」について

宇宙開発フォーラム実行委員会は本年より「宇宙開発フォーラム」を開催するだけでなく、
実際に手を動かす実践的な「プロジェクト」も行う団体へと変わりました。

「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するイベントです。
本年度はThe students' point of viewをテーマに、9月14日（土）・9月15日（日）の二日間にわたり
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、ワークショップ・パネルディスカッションのプログラムを実施したほか、
ポスターセッション・レセプションなど、フォーラムに参加された方同士の交流を目的としたプログラムも
併せて行いました。

本報告書には「宇宙開発フォーラム2019」で行われたプログラムの内容や
参加者の皆さまにご協力いただいたアンケートの結果、ならびにプロジェクト活動の紹介を
掲載しております。

最後に、本フォーラム開催、プロジェクト活動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。

代表　｜　船井 翔
編集　｜　田原 芳基　金丸 宙
デザイン｜　船井 翔　丹司 尊　中川 颯太
　　宮本 烈　青井 七海　古山 寧々
写真　｜　石橋 拓真　山中 泰貴

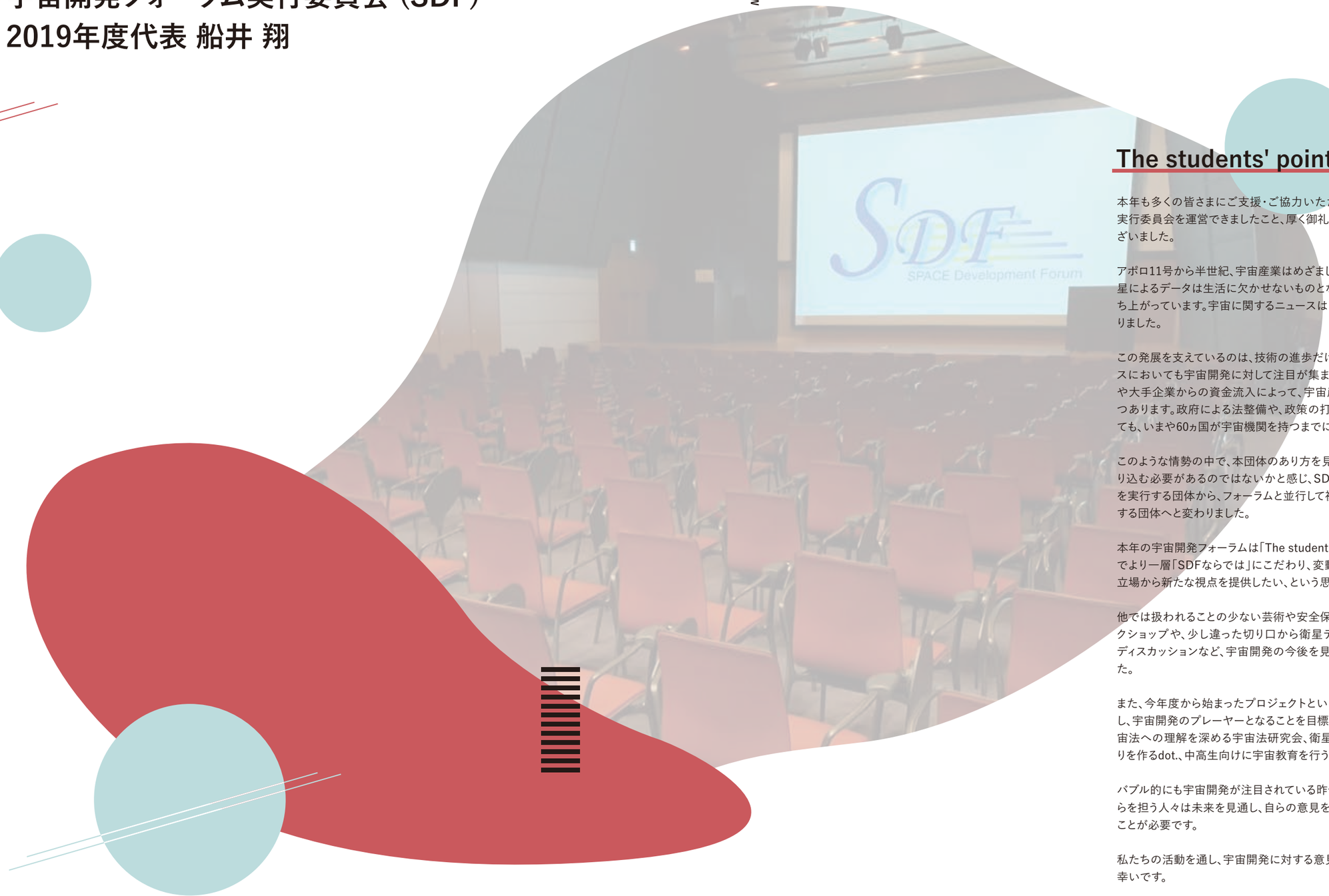
本書の一部または全部の複写・転載を禁ず
2020年 2月 発行

CONTENTS

報告書概要 01
代表挨拶 03
Panel Discussion1 宇宙機開発とシステムズエンジニアリング 05
パネリスト
狼 嘉彰 様
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 顧問
大谷 崇 様
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
人事部 人事課 主任
加藤 秀樹 様
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所 宇宙科学推進部
Poster Session 11
Workshop1 今、知ってほしい宇宙と安全保障の話 17
講師　橋本 靖明 様
防衛省 防衛研究所 政策研究部長
Panel Discussion2 衛星データビジネスの活性化に向けて 21
パネリスト
舘 和夫 様
国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構 理事補佐
坪井 俊輔 様
SAgri株式会社 代表取締役社長
永金 明日見 様
PwCコンサルティング合同会社 TMT
松浦 直人 様
さくらインターネット株式会社 フェロー
Workshop2 宇宙開発における芸術 31
講師　森 功次 様
大妻女子大学 国際センター 専任講師
慶應義塾大学 非常勤講師
企業ポスター 37
アンケート結果 39
PROJECT 41
宇宙法研究会 42
dot. 43
USE 44
団体紹介 45

代表挨拶

宇宙開発フォーラム実行委員会（SDF）
2019年度代表 船井 翔



The students' point of view

本年も多くの皆さまにご支援・ご協力いただきまして、宇宙開発フォーラム実行委員会を運営できましたこと、厚く御礼申し上げます。誠にありがとうございました。

アポロ11号から半世紀、宇宙産業はめざましい発展を遂げました。もはや衛星によるデータは生活に欠かせないものとなり、半ば日常的にロケットが打ち上がっています。宇宙に関するニュースは当時ほどの意外性を持たなくなりました。

この発展を支えているのは、技術の進歩だけではありません。近年はビジネスにおいても宇宙開発に対して注目が集まっており、ベンチャーキャピタルや大手企業からの資金流入によって、宇宙産業エコシステムが形成されつつあります。政府による法整備や、政策の打出しも進んでおり、世界的にみても、いまや60ヵ国が宇宙機関を持つまでになりました。

このような情勢の中で、本団体のあり方を見直し、学生がより宇宙開発に切り込む必要があるのではないかと感じ、SDFは本年「宇宙開発フォーラム」を実行する団体から、フォーラムと並行して複数のプロジェクトも企画・運営する団体へと変わりました。

本年の宇宙開発フォーラムは「The students' point of view」を掲げ、これまでより一層「SDFならでは」にこだわり、変動著しい宇宙開発に学生という立場から新たな視点を提供したい、という思いで企画しました。

他では扱われることの少ない芸術や安全保障といったテーマを扱ったワークショップや、少し違った切り口から衛星データビジネスに迫ったパネルディスカッションなど、宇宙開発の今後を見据えたプログラムを提供しました。

また、今年度から始まったプロジェクトという枠組みでは、実際に手を動かし、宇宙開発のプレーヤーとなることを目標に、宇宙法模擬裁判に出場し宇宙法への理解を深める宇宙法研究会、衛星データ初学者のための足がかりを作るdot.、中高生向けに宇宙教育を行うUSEの三つを実施しています。

バブル的にも宇宙開発が注目されている昨今、宇宙開発の今、そしてこれからを担う人々は未来を見通し、自らの意見を持ち、それを発信・実践していくことが必要です。

私たちの活動を通し、宇宙開発に対する意見を宇宙業界へと届けられれば幸いです。

PANEL DISCUSSION1

宇宙機開発とシステムズエンジニアリング

企画責任者：三木 晴太

狼 嘉彰 様

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 顧問

1968年東京工業大学大学院修了（工学博士）。科学技術庁航空宇宙技術研究所研究官、東京工業大学機械宇宙学科教授、慶應義塾大学システムデザイン工学科教授、同大学院システムデザインマネジメント研究科委員長を経て、現職。この間、UCLA客員研究員・アメリカ航空宇宙局（NASA）フェロー・宇宙開発事業団（NASDA）研究総監を歴任。専門は、人工衛星・大規模宇宙システムのダイナミクスと制御、システムズエンジニアリング。計測自動制御学会、日本機械学会、日本航空宇宙学会、および米IEEE、AIAA、INCOSEなどの会員。

大谷 崇 様

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
人事部 人事課 主任

宇宙航空研究開発機構（JAXA）入社後、宇宙機の誘導制御系の研究開発・小型衛星プロジェクト（SDS-4）でのシステム設計・欧州宇宙機関（ESA）SE部門への留学・チーフエンジニア室にて機構全体のSE/PMのプロセス・方法論の策定等に携わる。現在、JAXA人事部人事課にて技術系人事を担当。2011年計測自動制御学会学会賞技術賞、2012年JAXA業績表彰理事長賞、日本機械学会宇宙工学部門スペースフロンティア賞、2016年国際宇宙航行連盟（IAF）Young Space Leader Award受賞。

加藤 秀樹 様

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所 宇宙科学推進部

東京都立科学技術大学大学院修士課程修了。自動車会社勤務を経て、2002年にNASDAへ入社。H-IIAプロジェクトでロケット開発から民間移管までを、安全・信頼性推進部で衛星系業務を担当。2013年より宇宙科学ミッション（工学・探査・天文）でのシステムズエンジニアリングを進めながら、ソーラー電力セイル探査機ミッション検討、SS520-5号機プロジェクトを実施。専門は推進・燃焼工学。

PANEL DISCUSSION1

システムを「期間内に」「決められたコストで」「必要な品質を満たすように」実現する手法であるシステムズエンジニアリング（SE）は、2000年代前半の連続したミッションの失敗を発端に、JAXAに取り入れられてきました。しかし、JAXA内で主に宇宙探査を行ってきた宇宙科学研究所（ISAS）では、SEの適用において多くの課題があります。本企画では、パネリストの方々にJAXAにおけるSE導入の歴史的経緯を当事者の視点で語っていただき、ISASにおける現状の課題を分析していただきました。さらにこれらの内容を踏まえ、ISASに適したより良いSEの活用の仕方を議論いたしました。

はじめに

司会：
システムズエンジニアリング（SE）と聞くと、どのようなものを思い浮かべるでしょうか。こちら（図1）は、皆さまに参加登録の際に答えていただいたアンケートの結果です。SEについて概要を説明できるほど理解している方は、学生で14%、社会人でも18%でした。このように、SEの課題の一つとして知名度、理解度の低さがあります。参加者の皆さまには、本企画を通して、SEの概要について知り、日常生活に応用できる知見を得ていただければと思います。

本企画の流れは、登壇者の皆さまにまずJAXAでの宇宙機開発におけるSE導入のいきさつを語っていただいた後、JAXAにおけるSEのあり方の今後についてディスカッションしていただく、という形となっております。

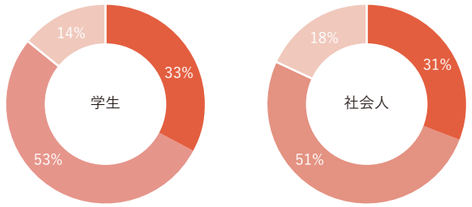


図1 SEの認知度に関するアンケート結果

導入：システムズエンジニアリングとは

司会：
でははじめに、SEとはどのようなものなのか皆さまと認識を統一したいと思います。まず、狼様にSEについてご説明いただきます。

狼様：
INCOSE（The International Council On Systems Engineering）によると、SEは「システムを成功裏に実現させるためのアプローチと手段」と定義されています。INCOSEとは、SEの推進を目的とする、システムズエンジニアのための国際的な専門組織です。

SEの役割は主に3点あります。1点目は顧客の欲しいものを明確にすることです。我々の世代ですと「お客様は神様」という有名な言葉がありますが、実際はそうではありません。顧客は自分の要求の30%程度しかシステムに伝えていないのです。そこで、顧客・ユーザー・ステークホルダー（利害関係）の三者の識別、特に利害関係者の害を受ける方の識別・分析を詳細に行うことで、顧客の要求を実現可能な製品を開発するための情報に直さなくてはいけません。2点目はエンジニアに成果物の作成手順を示すことです。3点目はコスト・納期・品質のすべてを満たしつつ、技術・ビジネス・資金のバランスを取ることです。例えば、優れた技術があってもビジネスとして成立しないもの、資金調達ができないものは成功しません。

次にSEを扱う人材についてお話しします。「木を見て森を見ず」、要するに自分の専門分野にしか取り組まない人はSEの中枢には不適格です。「木を見て森も見る」、つまり帰納的な構想・立案・提言力が非常に重要です。同時に「森を見て木も見る」、すなわち演繹的な詳細設計・分析力も重要です。これら両方を備えた「木も森も見る」ためのアプローチと手法こそがSEと言えます。

ここで、SEに関する逸話を二つほど紹介したいと思います。「オメガアルファ」という学会があり、これはレオナルド・ダ・ヴィンチの言葉に基づいています。ギリシャ語でオメガは最後、アルファは最初の文字ですが、アルファより先にオメガが来ています。つまり、終わりを考えてからプロジェクトを始めるべきだという意味です。もう一つは、To-By-Usingというツールです。プロ野球の大谷　翔平　選手は、高校時代に自分の目的、それを実現する手法、実現手段をはっきり意識した曼荼羅図（図2）を書いていました。To-By-Usingでは、三つの階層が違うものであるという意識を持つことが重要です。

体のケア	サプリメントをのむ	FSQ 90kg	インステップ改善	体幹強化	軸をぶらさない	角度をつける	上からボールをたたく	リストの強化
柔軟性	体づくり	RSQ 130kg	リリースポイントの安定	コントロール	不安をなくす	力まない	キレ	下半身主導
スタミナ	可動域	食事 夜７杯 朝３杯	下肢の強化	体を開かない	メンタルコントロールをする	ボールを前でリリース	回転数アップ	可動域
はっきりとした目標、目的をもつ	一喜一憂しない	頭は冷静に心は熱く	体づくり	コントロール	キレ	軸でまわる	下肢の強化	体重増加
ピンチに強い	メンタル	雰囲気に流されない	メンタル	ドラ１８球団	スピード160km/h	体幹強化	スピード160km/h	肩周りの強化
波をつくらない	勝利への執念	仲間を思いやる心	人間性	運	変化球	可動域	ライナーキャッチボール	ピッチングを増やす
感性	愛される人間	計画性	あいさつ	ゴミ拾い	部屋そうじ	カウントボールを増やす	フォーク完成	スライダーのキレ
思いやり	人間性	感謝	道具を大切に使う	運	審判さんへの態度	遅く落差のあるカーブ	変化球	左打者への決め球
礼儀	信頼される人間	継続力	プラス思考	応援される人間になる	本を読む	ストレートと同じフォームで投げる	ストライクからボールに投げるコントロール	奥行きをイメージ

目的 ：1
手法 ：8
実現手段 ：64

図2 大谷 翔平 選手が高校時代に作成した曼荼羅図

PANEL DISCUSSION1

司会：
SEの考え方が大谷 翔平 選手の活躍にも活かされているということですね。では、このSEの考え方はJAXAではどのように使われているのでしょうか。

大谷様：
人工衛星やロケットといった宇宙機は部品が一つひとつ違う大規模複雑システムであり、さまざまな分野の専門家が必要です。システムとは「定義された目的を成し遂げるために、相互に影響を及ぼしあう要素から構成される、まとまりや仕組みの全体」と定義されます。システムの集合体もまた、システムまたはシステムオブシステムズと定義されます。JAXAでのSEの定義は、狼先生がおっしゃったような一般的な定義と同じで、基本的な原則を意識して推進しています。

よく学生の皆様から「JAXAとメーカーの違いは何か」と尋ねられますが、このSEおよびプロジェクトマネジメント（PM）こそがJAXAのコンピテンシーであると考えています。平たく説明すると、PMとはプロジェクトをきちんと遂行すること、SEとはシステムに求められることを詳細化することです。具体的には、Vモデル（図3）のプロセスを用いて宇宙機の開発を推進しています。ミッション要求定義から始まり、システム要求にまとめ、それをサブシステムに細分化し、さらにコンポーネントに細分化して製作します。その後、コンポーネント試験、サブシステム試験、システム試験を行い、最後に運用を行うという流れになっています。これがJAXAのプロジェクトを進める上でのライフサイクル（図4）です。

最初の段階として、ミッション定義段階とよばれる、どのようなミッションをつくっていくかを検討する段階があります。そこでコンセプト概要が固まれば、ミッション定義審査（MDR：Mission Definition Review）を各部門レベルで受け、さらに経営レベルのプロジェクト準備審査にて、JAXAとしてこのミッションを遂行していくかどうかの意思決定を行います。この意思決定で許可がおりれば、プロジェクト準備段階に入ります。ここでメーカーと一緒に概念設計を行いつつ、複数のメーカーの中から委託先を選定するための評価を行い、計画を決定します。プロジェクトの計画・準備がおおよそ整った時点で、システム定義審査（SDR）およびJAXAの経営レベルでのプロジェクト移行審査を行います。プロジェクト移行審査を受けて許可がおりれば、プロジェクト実行段階になり、基本設計、詳細設計、製作・試験、打上げ、運用、最後にプロジェクト終了審査という流れになっています。

ここでJAXAが特徴的なのが、各フェーズで審査会を設けており、審査時に必要な技術レベルを定義していることです。この必要な技術レベルを技術成熟度（TRL）といい、新規技術がいかに成熟しているかを評価します。もう一つの評価基準として、ミッションコンセプト成熟度（CML）があり、X線天文衛星「ひとみ」の事故後に新しく導入されました。新しいミッションの概念がどのぐらい成熟しているのかを、ミッション定義審査（MDR）の前の段階でかなり詳細に評価します。以上がJAXAのSEの概要、基本的な考え方です。

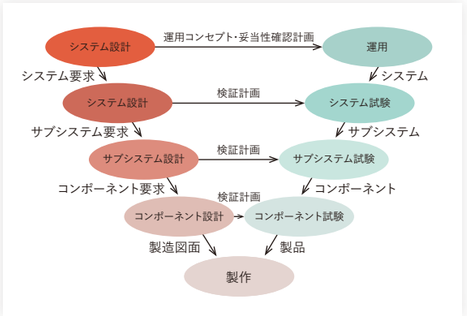


図3 Vモデル

第1部：システムズエンジニアリングの歴史

司会：
それではJAXAにSEが導入された歴史についてお聞きしたいと思います。いつ頃からどのような経緯でSEはJAXAに導入されてきたのでしょうか。

大谷様：
SEはマンハッタン計画とともにアメリカで生まれ、その後アポロ計画を通じて、大規模複雑なシステムを大人数でつくるための方法論になりました。日本では、宇宙開発事業団（NASDA）が設立された後、1970年代から1980年代にかけてロケットや人工衛星といった宇宙技術とともにSE・PMの考え方がアメリカから導入されました。1990年代にはINCOSEが設立され、SEが学問として体系化されましたが、日本において宇宙機や自動車といったものづくりの分野で、SEの更新が追いついていないことが指摘されるようになりました。同時に、1990年から2000年代初頭にかけて当時のNASDA、宇宙科学研究所（ISAS）でロケットや探査機の失敗が連続して起こりました。そこでアメリカ航空宇宙局（NASA）のゴールディン元長官に委員会を立ち上げ、宇宙機のミッションサクセスに向けた改革を進めてもらおうということになりました。

司会：
狼様はゴールディン委員会の改革の時代に、現場に携わっていらっしゃったそうですが、その当時の様子をお話しいただけますでしょうか。

狼様：
ご指摘の通り、ゴールディン委員会のとき、NASDAのまとめ役をやっておりました。結論から言いますと、ゴールディン元長官からはたった一つ、NASDAはSEの考え方が全くできていないという指摘を受けました。そこで急遽システムズエンジニアリング推進室を本社につくり、そこを中心に先ほど説明があったようなSEの展開を行いました。

また、ここで宇宙開発黎明期のアポロ計画と現在の開発環境の違いを付け加えたいと思います。かつてのアポロ計画では技術はNASAに集まっており、かつ10兆円におよぶお金を使い放題だったため、全て自分たちで進めることができました。しかし、アポロ計画が終わると多くの人々が失業し、NASAの宇宙開発はトーンダウンしました。一方、半導体などの民間企業の技術が飛躍的に発展し、NASAの技術を上回るようになりました。このような状況の中日本で1990年代の失敗があり、民間企業の技術をいかに有効に使うかに重点を置いた、アポロ時代とは全く違うアプローチが必要になったのです。

司会：
ではこのゴールディン元長官からの指摘を受け、当時JAXAではどのような変化があったのでしょうか。

大谷様：
ゴールディン委員会が立ち上がり、SEが全くできてないという指摘を受けました。具体的には、要求定義の曖昧さ、計画段階での技術検討の圧倒的不足、つまりプロジェクト立ち上げ前の初期段階での検討不足についてでした。それまでのSE・PMはプロセスが明文化されておらず、属人的だったのです。それを変えようという動きがゴールディン委員会を機に起こりました。

狼先生のお話であったように、システムズエンジニアリング推進室をつくり、JAXA内のPMのルールとプロセスを定めたり、フロントローディングの強化ということでプロジェクト立上げ前の段階の検討を強化したり、社内のSE・PMに関わる研修を充実化したりしました。その結果、2005年から2016年頃までJAXAのミッションは成果を上げ続け、SE導入は成功したと言われました。

PANEL DISCUSSION1

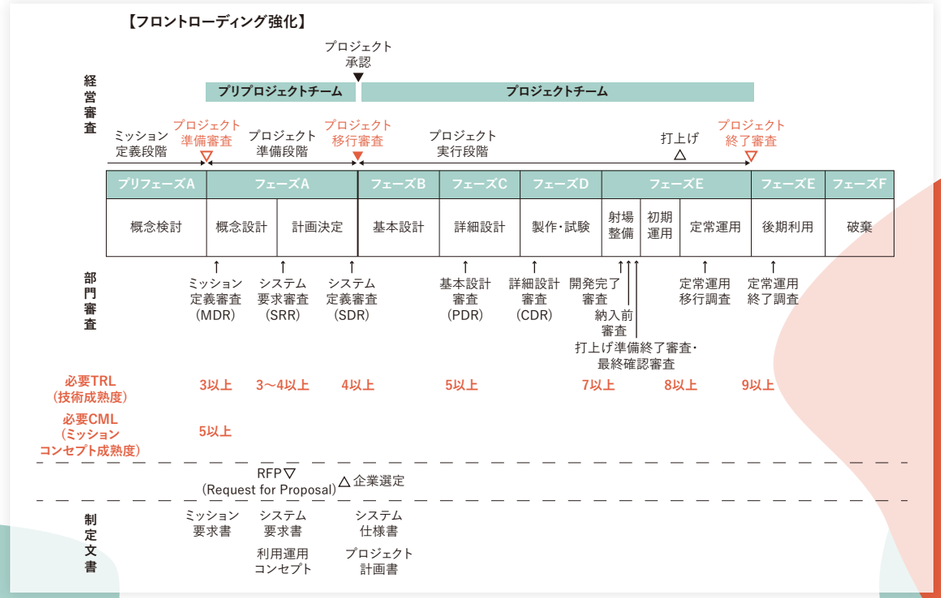


図4 JAXAの機構プロジェクトにおけるライフサイクル

しかし、2016年に「ひとみ」の事故が起きてしまい、もう一度SE・PMを見直す必要に迫られました。そのための改革として、プロジェクトについてそれまでJAXAとメーカーの責任分担や役割分担に不明瞭な点があったため、区分けを明確にし、基本設計以降はメーカーが責任を持って進めていく体制を構築しました。

また、もう一つ細かい話になりますが、メーカーがプロジェクト実行段階の基本設計以降を担えるレベルまでプロジェクト・技術を成熟させられているかを確認できるよう、調達マネジメントプロセスを改革し強化しました。加えて、プロジェクトチームがつくられる以前のミッション定義段階やミッション探求段階において新しいプロセスをつくり、プロジェクトとミッションのコンセプトを固めていく過程を強化しました。

司会：
「ひとみ」の事故がSE・PMの改革の大きな転機になっているようですが、「ひとみ」についてお話しいただけますでしょうか。また、この事故にはどのような原因があげられているのでしょうか。

加藤様：
「ひとみ」の事故の話の前に、ISASの位置づけを少しお話しします。JAXA全体で約1,500名の職員がいる中で、ISASには約200名の職員がいます。ISASでの研究は、宇宙物理・天文、探査、それらを先導するための工学に大きく分けられます。このような幅広い専門分野の中で研究者自身がミッションを立ち上げる点や、理学が大きく関わる研究が行われている点が特徴的です。

次に「ひとみ」の事故原因についてです。通常「ひとみ」が異常事態に入った場合、人工衛星を守るためにセーフホールドというスピンをかけて安定させるモードに入ります。しかし事故の際、スピンを指示するパラメーター設定が間違っており、また間違った数値をインプットしたときにそれを検証する仕組みもなかったため、人工衛星が過回転になってしまったことがこの事故の直接の原因です。表面上は単純ですが、実際にはいくつかの複雑な要因が絡んでいます。この事故の報告書の中から重要な点をお話しします。

ミッションシステム要求書では、「ひとみ」で調査したいことに関する記述に偏っており、より良い観測条件を確保する要求は詳細でしたが、安全・信頼性に関する要求はあまり書かれていませんでした。背後要因として、設計段階ではプロジェクト管理とサイエンス成果創出の役割分担が不明確だったことがあげられます。また運用段階でも、人工衛星の大規模化・複雑高度化に対して少数精鋭の人材では対応しきれない状況になっていたにも関わらず、運用準備の重要性が過小評価され、安全な運用よりも観測が優先されました。

この失敗に基づいた改革として、大谷さんのお話にあったようなメーカーとの責任分担の明確化の他に、プロジェクトマネージャーとプリンシパルインベスティゲーターの分担がなされました。プロジェクトマネージャーは計画をきちんと遂行するために責任を持つ人であり、プリンシパルインベスティゲーターは最終的なサイエンス成果に責任を持つ人です。

この二つの役職が兼任されていたため、ミッションに対する視点が偏ってしまっていました。宇宙機が複雑になる中で、ISASは科学要求とせめぎ合いながらプロジェクトを確実に実施し、科学要求立案、先導的技術開発に注力していかなくてはなりません。今、「はやぶさ2」が素晴らしい成果を出していますが、その中でどのような点を今後に活かせるか分析することが重要です。

司会：
ISASでは、天文や探査などの科学的なミッションを達成するために探査機や人工衛星をつくりますが、「ひとみ」の事故では、科学的な目的を達成するための部分が重視されすぎてミッションを確実に成功させるための部分が軽視されてしまったのですね。大谷様、先ほど「ひとみ」の事故後の改革でCMLという概念が出てきましたが、もう少し詳しく説明していただけますか。

PANEL DISCUSSION1

大谷様：
加藤さんからご説明いただいた通り、「ひとみ」の事故後、JAXA全体で宇宙機を確実に仕上げ、プロジェクトを確実に進める対策を進めてまいりました。しかし、それだけでは不十分だと感じています。なぜなら近年、新しいプロジェクト・ミッションがシリーズ衛星の後継ミッションしか出てきていないという問題意識があるからです。例えば、「いぶき2、3」「だいち4、5」「はやぶさ1、2」などです。これだけでは日本の宇宙開発は先細りしてしまうという強い危機感を持ちました。

そこで、プロジェクト準備段階より前の段階において、斬新なミッション、プロジェクトを生み出していくための仕組みとプロセスを強化しようということになりました。そのときに重要になるのが先ほどのCMLという概念で、ミッションがいかに練られているかを評価する指標です。

例えば、CML1では実現性・コスト・リスクを無視し、1〜2行程度でミッション・プロジェクトの大目的・意義・独自性を表現することが求められます。CML2、3と次第にミッションコンセプトを明確にすることが求められ、最終的なCML5のレベルではミッション要求書が完成し、その根拠が明確になっていることが求められます。そしてプロジェクト準備段階の開始前に、MDRにおいてCML5を達成しているかが評価されます。CMLはNASAのジェット推進研究所（JPL）から導入した概念であり、加藤さんがいらっしゃるISASの方では、より詳細化して適用しています。

司会：
日本の宇宙開発の未来のために新しいミッションをつくっていかなくてはならないという危機感のもと、CMLが運用されているのですね。それでは、新しいミッションはどのようにつくられているのでしょうか。

加藤様：
ISASは研究者がミッションを立ち上げるため、公募という形式をとっています。公募提案書を出すことで応募するのですが、所定のフォーマットに従い、かなり細かく意図、目的、意義、さらにスケジュール、コストについて検討し記載することが求められます。このように、初期検討で厳しく要求事項を整理することで、ミッションの質が担保できるようになります。

司会：
エンジニアと研究者、両者の力によりミッションはつくられるのですね。

第2部：現在と今後のシステムズエンジニアリング

司会：
第1部ではこれまでのSEの歴史についてお話ししてきましたが、第2部では、これからのSEについて、現在どのような状況なのか、今後どのようになっていくのかということについて議論していきたいと思います。まず、現在はどのようにミッションを進めているのでしょうか。

加藤様：
先ほど大谷さんから新しいミッション創出のための改革のお話がありましたが、このプロセスもISASが独自で自分たちの手法に合うように詳細化して、ルールを決めています。特に、JAXA共通のプロセスよりもかなり早期に計画を明確化し、システムの整合性や計画の妥当性が確認できるため、コストオーバーランの防止やリスクの早期発見が可能になっています。

しかし、プロジェクトが立ち上がる確証のない段階から、構造的な面から軌道設計までかなり詳細な検討を行うため、作業量が膨大であり人手が足りていないという課題があります。また、SEに対する意識を全員が統一できているわけではないので、そういった人々をもっと巻き込んでいかなくてはいけません。一方でSEの導入により、事務系の人や途中でチームに合流する人など、チームメンバー以外との連携がとりやすくなったという利点もあります。

司会：
人手不足が課題というお話でしたが、プロジェクトごとに進め方を変えることで、リソースを削減できるのではないかと思いました。いかがでしょうか。

大谷様：
JAXAの中では予算により機構プロジェクト、研究開発プロジェクトの二つにプロジェクトレベルを分けています。機構プロジェクトは資金規模が50億円以上のプロジェクトで、ほとんどがロケットや衛星、探査機になります。研究開発プロジェクトは資金規模が20億円以上のもので、主に航空部門など大規模な研究開発を行うプロジェクトです。これらのJAXA全体で推進するプロジェクトとは別に、部門内プロジェクトというカテゴリーがあります。このカテゴリーでは、中規模程度のプロジェクトを各事業部門の裁量で進めることができます。NASAも同様に、1,000億円以上のプロジェクトをカテゴリー1に、250億円から1,000億円のレベルをカテゴリー2に、250億円未満のものをカテゴリー3に分けています。

次に、ESAの例を示します。ESAの中ではハンズオンアプローチとハンズオフアプローチという2種類の進め方があります。前者はESAが直接メーカーの作業に対して指示をするという形です。主に探査ミッションや有人ミッションはこの手法がとられています。後者は、メーカーが主体的に進めるプロジェクトで、ロケット開発などに使われています。プロジェクトの新規性や難易度に合わせてアプローチの仕方を変えているのがESAの特徴なので、JAXAでも参考にできるのではないかと思っています。

さらに、小型衛星に対するSE適用についてお話しします。JAXAで大規模プロジェクトを進める場合、多くの審査会があり、フェーズも細かく分けられていますが、小型衛星のプロジェクトの場合にはスピードが求められます。審査会・フェーズを統合して、より効率的に進めなくてはいけません。また、開発手法も従来のSEのプロセスであるVモデルを適用しつつも、サブシステムやコンポーネントに細かく分けて試験・検証するのではなく、システムレベルでの開発・試験に重点を置いた進め方を実施していたこともあります。

このように、JAXAのプロジェクトをその特質や規模に応じてもう少し細かくカテゴライズできるのではないか、そうした方が効率的ではないかと考えています。ただ、どのカテゴリーであっても、SEとPMのエッセンスの部分は実践できていないとプロジェクトを確実に仕上げることは難しいので、そこは中々悩ましいところかなと思っています。

司会：
小型衛星へのSE適用のお話がありましたが、近年大学で小型衛星を開発する研究室が増えてきていると思います。大学での小型衛星開発にSEを適用することは可能なのでしょうか。

PANEL DISCUSSION1

狼様：
可能というよりも、SEの考え方・手法を取り入れるべきだと思います。SEの専門家にただちになれという意味ではありません。自分のやっていることを俯瞰し、プロセスの意義や方向性を常に考え、議論しながら進めることが重要です。小型衛星を開発している方々にも、初歩的でいいので基本的な考え方を学び、訓練する機会を与えるべきだと思っています。

司会：
まさに大谷選手の「目的から考える」ということでしょうか。

狼様：
そうですね。目的は与えられていることが多いと思いますが、それでもその中で自分なりに目的を設定し、それを実現するためにはどのようなアプローチをとれば良いかという、俯瞰した見方をすることが重要です。自分がプロジェクトマネージャーだったらどうするかという視点を持つことが必要だと思います。

司会：
JAXAでは宇宙機が複雑化する流れの中で、SE自体はどのように対応しているのでしょうか。

大谷様：
SE自体も進化・進歩しています。本日は伝統的なSEの話をしましたが、それはいわゆる文書ベースのSEと呼ばれているものです。それに対して、2010年代から世界中でモデル中心のSE、モデルベースドシステムズエンジニアリング（MBSE）が注目されています。MBSEにより、例えば5年、10年要していた大規模プロジェクトが2、3年でできるようになるのではないかといわれています。実際、NASAのJPLやゴダート宇宙飛行センターでは、文書中心のシステム開発からモデル中心のシステム開発に移行していて、MBSEの研究開発に膨大なリソースを投じています。JAXAでもここに力を入れていかないと日本の宇宙開発は取り残されるという強い危機感をもって、MBSEの研究開発を進めています。

司会：
ここまで小型衛星・宇宙機におけるSEについてかなり専門的なところまでお話ししてきましたが、狼様がおっしゃったようにSEは基本的な考え方・アプローチだということが根底にあると思います。その基本的な考え方は宇宙分野以外にも応用できるのでしょうか。

狼様：
もちろん他の分野にも応用可能です。ものづくりの中心である理工系の分野のみならず、社会科学系や人文科学系の分野にも応用可能です。しかし、SEの実践のためには、膨大な資料を読み込んだり、記述したりすることが求められます。このようなハードルの高さを下げる手法として、最近の動向はMBSEに移りつつあります。MBSEの場合チャートが多く図が中心ですので、エッセンスが分かりやすく示されます。

では、SEが使われている宇宙以外の分野の例を二つご紹介します。一つ目は、自動車産業です。自動車産業は電気自動車と自動運転技術の登場によって、より大規模複雑なシステムを開発する必要に迫られたため、SEが活用される非常に大きな分野になりました。もう一つは、人間の筋骨格系の研究です。この研究には、神経内科の医者、セラピスト、歯医者が取り組んでいますが、多分野の専門家が協働する際にもSEは有効です。このような例により、あらゆるものにSEが適用可能ということがお分かりいただけたのではないでしょうか。

司会：
筋骨格系の研究にまでSEは適用できるのですね。それでは最後に、パネリストの皆さまにお一人ずつメッセージを頂きたいと思います。

大谷様：
本日はSEというテーマで何だか難しそうだと感じたかもしれませんが、本当に基本的な考え方で、どの分野でも必要になってくる、どの分野でも活用できるものだと思います。学生の皆さまには研究や勉学に活かしていただければと考えています。もし社会人の皆さまでまだSEを適用したことがないという方がいらっしゃいましたら、ぜひ皆さまの各々の組織・部署でSEを適用していただきたいと思います。そうすることでより良い製品を生み出すことにつながるのではないでしょうか。

加藤様：
SDFのホームページの中で、「文科系と理科系が出会うとき」という言葉があったので、そのことについてお話しします。先ほどの狼先生の「木も森も見る」という考え方に強く共感しました。例えば文系の方、中でも法律系だと自分の専門の法律はあるかもしれませんが、憲法や国際法など全体を理解する思考のプロセスはおそらく同じではないでしょうか。

また、皆さまはこれから進む世界で、自分自身が周りに影響を与えるような「木」になり、それぞれ多様な、実りのある「木」になるのだと思います。そういった中で全体と共に自分も強くなり、新しい道を切り拓いていってください。

狼様：
皆さまご存知のSpaceX社は、本年30回ロケットを打ち上げ、全て成功しています。また、第1段ロケットを着陸させ、再利用することにも成功しました。実は、最初に第1段ロケットを回収したロケットのメインのペイロードは日本のスカパーの人工衛星でした。また、第1段ロケットの着陸は非常に難しく、3回ほど失敗していますが、日本人エンジニアの担当した制御技術によってついに成功することができました。つまりSpaceX社の一事例だけ見ても、日本のさまざまな能力が隠されているのです。

JAXAでは新しいプロジェクトをつくらなくてはいけないということが問題になっていますが、国だけでなく民間でもさまざまなプロジェクトがつくられようとしています。このような状況下なので、サイエンスの方と同じくらいエンジニアリングの方にも頑張ってほしいと期待しています。そうすることで、宇宙に関係のある方が活躍する場が広がり、さらに活発な宇宙活動になるのではないかと思います。

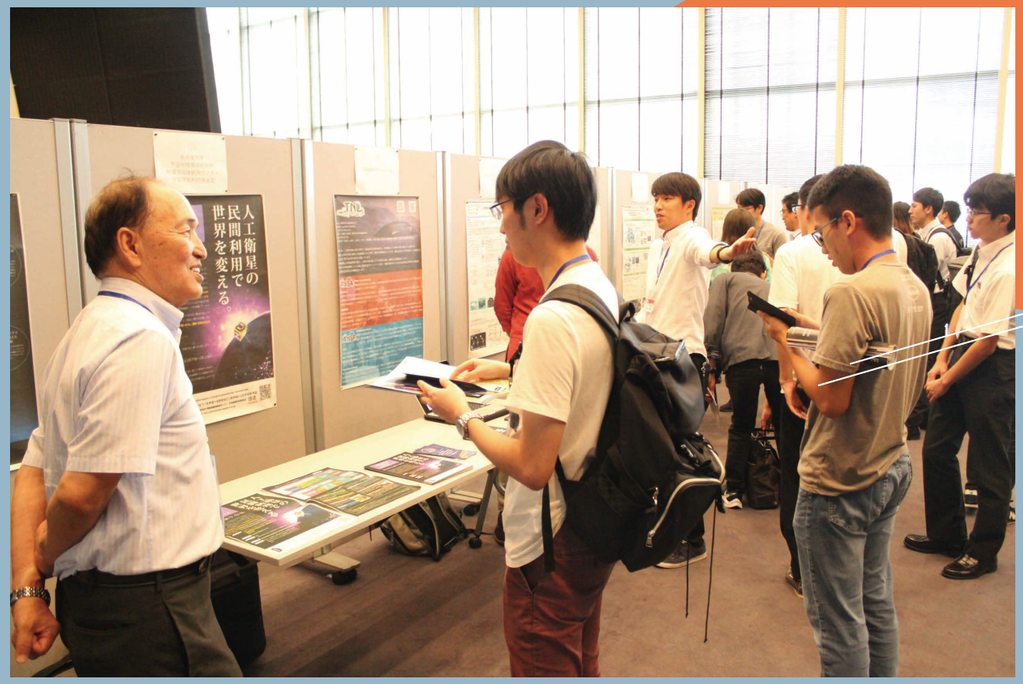
司会：
登壇者の皆さまがおっしゃったように、SEの導入により、宇宙機の開発環境は大きく変わってきました。そして現在、環境に合わせたSEを柔軟に使っていくことが求められています。狼様、加藤様もおっしゃった通り、SEは宇宙分野以外にも導入されようとしており、文理関係なくSEに関わる人が増えようとしています。本企画が、より多くの人がSEについて考えるきっかけとなれば幸いです。

POSTER SESSION

企画責任者：門脇 瑞斗

本企画では、宇宙開発に携わっている大学や大学院の研究室や宇宙開発に関する活動をしている学生団体をお招きし、日頃の活動内容を発信する場を提供しました。SDFが「宇宙を学び、宇宙を志す人々のハブ」として、今後「宇宙」という共通項を持った人々がつながり、交流がより活発になることを目指しました。

はじめに、参加団体の代表者から活動内容、研究内容などについて簡単な紹介をしていただいた後、各ブースで団体ごとに詳細な説明をしていただき、最後は参加者全員での交流の時間としました。 参加者同士が話すきっかけを設けることで、参加者同士の交流を活発化させたり、発表内容の理解を深めたりできるようにしました。これにより、新しい出会いや興味の発見につながると同時に、専門を問わず意見交換ができる場となりました。

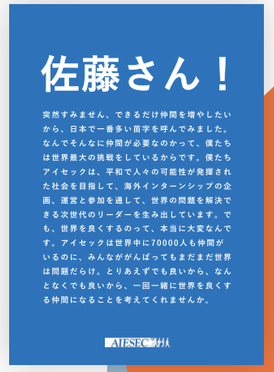


参加団体紹介（敬称略）

特定非営利活動法人 アイセック・ジャパン

アイセック明治大学委員会は「平和で人々の可能性が最大限発揮された社会」の実現を目指し、海外インターンシップの運営を主幹事業としている“世界最大級の学生団体”アイセックの日本、明治大学支部です。

アイセックの世界126の国と地域の支部のネットワークを生かし、明治大学委員会のみで過去に100件の海外インターンシップの実績があります。



宇宙建築学サークル TNL

宇宙建築学サークルTNLは「人類が宇宙に暮らす時代」の創造を志す学生が集まり、宇宙建築という未開の分野に挑戦している団体です。建築学科だけに限らず、機械工学、航空宇宙工学、物理学、経済学などさまざまな分野を専攻している学生が、九州から北海道に至るまで全国から参加しています。

本年はTNLとして国際コンペティションMars City Designに作品を出品し、ファイナリストに選ばれました。8月末にはNASAのジョンソン宇宙センターで開かれたイベントにて、その作品に関するプレゼンを行いました。

宇宙広報団体 TELSTAR

宇宙広報団体TELSTARは「宇宙産業を日本の基幹産業にする」という理念を掲げ、活動しています。進路選択の重要な時期にいる中高生をメインターゲットとして、宇宙フリーマガジンTELSTARの発行を中心に、WEB・SNSによる情報発信やイベントなどの広報活動を推進しています。

宇宙開発における技術的な分野だけでなく、他分野においても宇宙に興味を持った専門家を育成する「きっかけ」を提供していきます。

POSTER SESSION

宇宙就活実行委員会

「宇宙関係の仕事をしたい」
宇宙が好きな人であれば一度は考えたことがあるのではないでしょうか。私たち宇宙就活実行委員会は、そのような人に向けて「宇宙就活」という業界研究セミナーを開催している学生団体です。

本イベントは、宇宙の有識者をお招きした講演会やグループディスカッション、宇宙関連業務を行っている企業様をお呼びした合同企業説明会などを行います。私たちは、参加者の皆さまに「働く場として宇宙を考える」機会をご提供できるよう、日々活動を続けていきます。

九州工業大学超小型衛星試験センター（ポスター出展のみ）

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、その中で人工衛星および搭載機器が要求仕様通りに動くことを確認する必要があります。

その中でも超小型衛星試験センターでは、今後急速に需要が拡大すると予想される超小型衛星に特化した試験を一元的に実施できる設備を保有しており、国内外の大学・企業からの衛星試験を行っています。

Challengers Of Rocket Engineering（CORE）

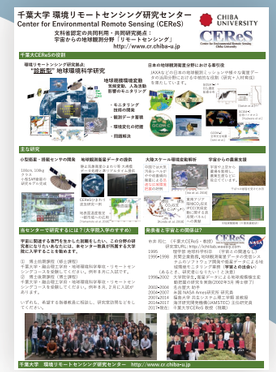
COREは関東圏のさまざまな大学から学生が集まり、主にハイブリッドロケットの製作・打上げを行うインターカレッジの学生団体です。 ロケット開発を通して、ロケットの設計製作に必要な技術や知識に加え、プロジェクトマネジメント、システムズエンジニアリングなど、さまざまなことを学べる実践的なものづくりをできる場として2007年から活動を続けています。機体班・電装班・燃焼班・エンジン班で協力して日々開発に取り組んでいます。

学生の皆さん、一緒にロケットに夢をのせてみませんか。

千葉大学 環境リモートセンシング技術センター

本センターは、「環境リモートセンシング」を扱う文科省認定の全国共同利用共同研究拠点であり、宇宙からの地球観測などを含むリモートセンシング研究を遂行しています。扱う研究分野は、センサ開発・大気環境・陸面環境など多岐にわたり、グローバルでの重要性を念頭に、気候変動や人為的環境改変などの地球環境問題を扱っています。

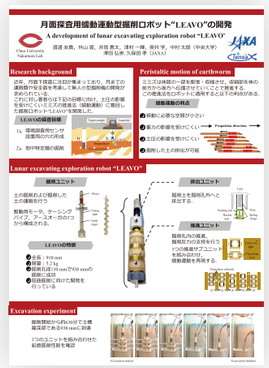
本発表では、本センターと宇宙（宇宙開発・宇宙産業・宇宙利用）との関係、どのような最新技術を用いて研究に取り組んでいるか、本センターが主導する研究がどのように社会などに役立っているか、学生の将来のキャリアパスなどについて紹介したいと思います。



中央大学 理工学部 精密機械工学科・精密工学専攻
バイオメカトロニクス研究室 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“生物や生体の持つ動きの柔軟さ”や“目的に最適な動き方”に着目し、「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」をテーマとした研究を行っています。

宇宙開発フォーラム2019では、研究をしているテーマの中でも、特に宇宙開発に関係する“ミミズの推進法を応用した月の地中探査用掘削ロボット”について紹介します。



筑波大学 構造エネルギー工学専攻 宇宙開発工学域「結」プロジェクト

私たち「筑波大学『結』プロジェクト」は、超小型衛星の開発と運用を行っている団体です。2011年の発足以降、2機の超小型衛星を開発してきました。2号機「ITF-2」は2017年1月に国際宇宙ステーションから放出され、2019年1月6日の大気圏再突入まで運用が続けられました。現在は3機目「ITF-3」の開発を行っています。

特別な知識・技術の有無に関わらず、より多くの方々に楽しんでいただける人工衛星の開発を目指して活動しています。

POSTER SESSION

東京工業大学 工学院機械系 松永研究室（ポスター出展のみ）

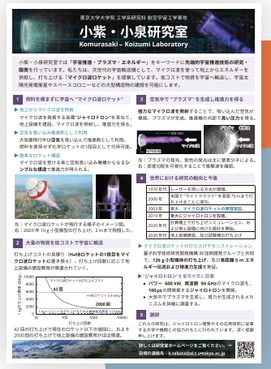
東京工業大学松永研究室では1999年より衛星開発に取り組み、現在までに世界初のCubeSatであるCUTE-Iを初めとして4機の打上げに成功しています。

現在、JAXA主導の革新的衛星技術実証1号機に搭載され今年1月に打ち上げられた、ニューラルネットワークを用いた革新的地球センサ・スタートラッカDLASの運用、革新的なアクチュエータの技術実証として革新的衛星技術実証2号機に採択された可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」の開発を行っています。

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端的技術の研究・開発を行っています。宇宙太陽光発電衛星などの大型構造物の建設には、現在の化学ロケットに代わる、低価格で打ち上げられる宇宙輸送システムが必要です。

そこで私たちは、電磁ビームにより供給されるエネルギーを用いて飛行するマイクロ波ロケットやレーザー推進機を提案しています。



東北大学ロケット製作・打上サークル FROM THE EARTH

東北大学FROM THE EARTHです。「大気圏突破」「すべてのひとに夢と感動を」を活動理念にハイブリッドロケット・CanSatの製作やロケット・科学教室の開催を中心に活動しています。毎年3月に伊豆大島、8月に秋田県能代市でハイブリッドロケットの打上げとCanSatの投下実験を行っています。また、宮城県内で科学教室やペットボトルロケット教室を開催し、子供たちに科学・宇宙の面白さを伝えています。

今回はCanSat teamが参加し、CanSatについてご紹介し、学生の宇宙開発についての知見をシェアします。

POSTER SESSION

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（ナフト）は、2012年に宇宙への好奇心が旺盛な名古屋大学の学生が集まって発足された名古屋大学の公認サークルです。

「宇宙を身近に ～ Link Space ～」をモットーにハイブリッドロケット開発やスペースバルーンによる成層圏撮影、CanSatや宇宙エレベーターのクライマー開発などをする宇宙開発活動と宇宙教育活動の二つを軸として六つのプロジェクトに分かれて活動をしています。

名古屋大学 宇宙地球環境研究所 附属飛翔体観測センター 宇宙開発利用推進室

名古屋大学博士課程教育リーディングプログラム「フロンティア宇宙開拓リーダー養成プログラム」では、「宇宙」を基軸として最先端の知見や技術を俯瞰的視野で統合し産業にも活かす国際的リーダーを次世代産業に輩出することを目指しています。

日本の宇宙産業の健全な発展には、民間の宇宙利用が不可欠であり、超小型衛星を活用できる人材を育成することが肝要です。これからの宇宙時代（第四次産業革命、Society5.0）に向けての宇宙利用の潜在的ニーズを掘り起こす人材育成を実施し、宇宙利用のすそ野拡大に寄与します。文系・理系を問わず大学院生・大学生・高等専門学校生を対象に短期間で宇宙利用リテラシーを習得できる「民間における宇宙利用コース」を提供しています。

終わりに

宇宙と接点を持って活動している日本全国の団体・研究室の方が一堂に会するのは、このポスターセッションの大きな特徴です。参加団体の皆さまには、関東圏にとどまらず東北地方や東海地方を含むさまざまな地域から足を運んでいただきました。また、各団体の宇宙との関わり方も、工学的アプローチ、人材・広報的アプローチ、大学・大学院としての学術的アプローチなど、多種多様でした。ポスターセッション中は、参加団体の方と参加者の皆さまの議論が盛り上がり、会場はとても賑やかでした。皆さまにとって、とても有意義な時間となったのではないかと思います。

これからの宇宙開発は、さまざまな業界に横断して発展していくことが予想されます。このような状況の中で学生が意見を発信することで、宇宙開発に新たな刺激を提供することができると考えています。SDFが開催するポスターセッションが、刺激を提供し、より多くの視点から宇宙開発について議論できるきっかけとなれば幸いです。

WORKSHOP1

今、知ってほしい宇宙と安全保障の話

企画責任者：宮原 健太朗

冷戦時代、アメリカとソ連は熾烈な技術開発競争を行っていました。その終結から数十年が経つ現在、例えば一昨年にアメリカ大統領のトランプ氏が「宇宙軍」を創設すると発言したように、大国では再び宇宙空間の軍事利用が積極的に行われようとしています。しかし日本では、安全保障のための宇宙空間利用は探査・商用のための利用に比べ目を向けられることが少ないのではないでしょうか。

そこで本企画を通して、宇宙と安全保障の関係について理解を深め、考えていただく機会を提供しました。

橋本 靖明 様

防衛省 防衛研究所 政策研究部長

金沢大学法文学部、慶應義塾大学大学院卒、ユトレヒト大学客員研究員（オランダ政府奨学生）、法学修士、博士候補（ライデン大学）。専門は国際法（宇宙法・海洋法・サイバー法・安全保障法制など）。富士通株式会社を経て防衛研究所入所。助手、所員、主任研究官、研究調整官、研究室長等を経て現職。その間、宇宙政策委員、国際宇宙法学会理事等を務める。

企画のねらい

平成30年12月に、わが国の安全保障政策の指針となる「平成31年度以降に係る防衛計画の大綱」（以下、30大綱）が閣議決定されました。これは平成25年に制定された「平成26年度以降に係る防衛計画の大綱」（以下、25大綱）と比べ、明らかに宇宙・サイバー・電磁波領域を重視したものになっています。例えば25大綱では、「死活的に重要」という単語は大規模災害などへの対応に一度用いられていただけでしたが、30大綱では宇宙・サイバー・電磁波領域に対し2回も用いられています。このことからもわかるように、技術革新に伴い安全保障上、宇宙空間が極めて重要な場所となりつつありますが、宇宙を目指す学生にはこの現状があまり伝わっていないように感じます。そこで、そのような学生に対し宇宙安全保障について考える機会を提供するために、本企画を行いました。

本企画は大きく分けて、グループワーク1・講師講演1・グループワーク2・講師講演2の四つで構成されています（図1）。グループワーク1では、宇宙技術の安全保障利用についてさまざまな考え方があることを知り、その是非を考えていただくために、「宇宙技術を安全保障に利用するべきか」をテーマに参加者の皆さまにディベートを行っていただきました。講師講演1では、世界的に宇宙技術の安全保障利用に注目が集まる中、日本がどのようにその利用を進めていったのかをお話しいただきました。グループワーク2では、講師講演1の内容と宇宙安全保障に関し日本が国際社会の中で置かれている状況をもとに、これから日本が優先的に対処していくべき脅威とその対策を考えていただきました。最後に講師講演2では、今後の日本の宇宙安全保障政策のあり方や展望についてお話しいただきました。

グループワーク1	講師講演1	グループワーク2	講師講演2
宇宙技術を安全保障に利用するべきか	宇宙安全保障の歴史と現状	これから日本はどのような宇宙安全保障政策を取るべきか	宇宙安全保障を考えるために

図1 本企画の構成

グループワーク1

かつて、わが国は宇宙利用を平和目的に限定し、宇宙技術の安全保障利用は通信分野での利用など、民間事業者と同程度のことしかできませんでした。しかし1998年、北朝鮮がテポドン1号を発射したことをきっかけに、日本は事実上の軍事偵察衛星である情報収集衛星の保有に踏み切りました。

グループワーク1では1998年当時の時代設定で、実際の新聞記事や宇宙の平和利用に関する法律などの資料を用い、日本は情報収集衛星を導入するべきかについてディベートを行っていただきました。ディベートを通じて、宇宙技術の安全保障利用に対するさまざまな考え方に触れていただき、その是非について自分の考えを持っていただけたのではないかと思います。

ワーク内容

参加者の皆さまには、賛成派・反対派に分かれ、図2の流れに沿ってディベートを行っていただきました。第二反駁の発表の後、ディベートの勝敗を決定させました。法律、国際関係やコストに関する観点などから、配布資料からどれだけ情報を抽出できていたかを全班共通の評価基準としました。

結果・考察

勝利を収めたのは、賛成派が3班、反対派が3班で、引き分けが１班でした。勝敗にかかわらず、さまざまな観点から議論が展開され、宇宙技術を安全保障分野に利用することの是非を考えていただくという目的を果たすことができたと思います。

資料読み込み 8分	立論 7分	賛成派発表 3分	反対派発表 3分
第一反駁考察 4分	第一反駁発表 各2分	第二反駁考察 4分	第二反駁発表 各2分

図2 ディベートの流れ

賛成派の例		反対派の例
テポドンショックで日本の脆弱性が浮き彫りになったので決議を変えるべき	法律	日本の平和主義的態度から、簡単に決議を変えるべきではない
他国だけに頼っていてはいけない	国際関係	衛星所有により周辺国との関係が悪化する
日本が衛星を保有していないと軍事的均衡が保たれない	軍事的影響	宇宙空間での軍拡競争に陥る可能性がある

図3 グループワーク1の結果

講師講演1

講師の橋本様に、宇宙技術を軍事利用する世界の流れの中で、日本がどのように安全保障分野での宇宙利用を進めていったのかをお話しいただきました。

宇宙開発と安全保障

宇宙開発と安全保障の結びつきの始まりは、第一次世界大戦後にまでさかのぼります。第一次世界大戦で敗戦国となったドイツでは、宇宙旅行に関する研究が世界に先駆けて行われました。民間団体である宇宙旅行協会の会長に就任したオーベルトは、後にロケット産業を牽引することになるフォン・ブラウンらとともにロケットの開発に取りかかりました。開発を進める中、資金不足に悩む彼らに援助を持ちかけたのは、長距離の大砲としてミサイルを開発したいと目論んでいたドイツ陸軍でした。フォン・ブラウンらは戦時中、命の危機を感じながらも研究開発を進め、世界初の弾道ミサイルであるV-2ロケットの開発に成功しました。

その後フォン・ブラウンらは第二次世界大戦終結を前に、ドイツの敗戦を悟りアメリカに逃亡しましたが、そのままドイツに残った開発者もおり、彼らは戦後ソ連へ連れて行かれることとなりました。これによりドイツのロケット開発技術はアメリカ、ソ連へと伝わりました。当時世界は冷戦状態であり、これが米ソの宇宙開発競争の幕開けとなりました。世界は資本主義陣営の西側諸国と社会主義陣営の東側諸国に二分され、米ソは費用に糸目をつけることなく宇宙開発を進めていきました。

当時の日本はアメリカから技術提供を受けてロケットの開発を進めていましたが、日本国憲法第9条を受け宇宙開発を非軍事利用しか認めない姿勢をとっていたため、安全保障に宇宙を利用することはありませんでした。しかし世界的には、第一次世界大戦後から軍事目的の宇宙開発がなされていたのです。

現在の宇宙安全保障利用

冷戦前はロケット開発などが宇宙技術の軍事利用の中心でしたが、現在の宇宙技術の安全保障利用は、ミサイルが発射されたことを探知し迎撃するミサイル防衛と、宇宙を利用した情報・通信ネットワークにより情報共有や意思決定を迅速化するネットワーク・セントリック・ウォーフェアの2種類が中心です。ミサイル防衛では、ミサイルの発射炎を観測する早期警戒衛星により、弾道ミサイルの発射を探知します。これまで日本でもその導入が審議されてきましたが、主な観測対象となる北朝鮮などの国と日本の距離が近いことから、発射を探知しても迎撃が間に合わない可能性が高い上、導入に相当な時間を要するため導入には至っていません。

ネットワーク・セントリック・ウォーフェアでは、偵察衛星や測位衛星などの人工衛星がネットワークの必須要素として組み込まれます。例えば偵察衛星は地表の写真や動画を撮影し、脅威となる対象を観測することができ、デジタルグローブ社が提供した北朝鮮のムスダンリのロケット射場を映した写真では、ミサイルの全長及び直径、タンクの燃料量が観測されました。その他にも、イランのウラン濃縮工場を写した写真では地下工場を建設する様子が観測され、それに対しアメリカはサイバー攻撃を行い、核開発を遅らせたという事例もあります。

しかし、スペースデブリや衛星を攻撃する兵器によってネットワークの一部を担う人工衛星が破損されると、ネットワークを利用できなくなるという懸念があります。そこで、スペースデブリの観測や、他の人工衛星との接近解析を行う宇宙状況監視（SSA）が必要となってきます。

冷戦期、“侵略的でなければ宇宙空間の軍事的利用は可能”とする非侵略利用がスタンダードであった世界情勢の中、“一切の軍事的利用を排除”する非軍事利用を原則としていた日本は特異な存在でした。しかし徐々に、一般的に使われているものについては軍事利用をしても構わないのではないか、という一般化論が浮上します。そこで2008年、宇宙基本法が与野党共同で提出され、制定に至りました。この法で重要なのは、憲法だけでなく国際法にも従いながら宇宙開発を行うことが定められた、すなわち非侵略的軍事行為が認められたことです。また、国際の平和と安全、日本の安全保障に資するものとして宇宙開発を行うことも明記されました。これによって日本の宇宙安全保障利用は、グローバルスタンダード（非侵略）に方針を転換しました。

グループワーク2

近年、安全保障分野における宇宙利用は、世界的に変化の時を迎えています。そのような変化の中で、日本も宇宙安全保障のあり方を考えなければならないと考えます。

グループワーク2では、日本や諸外国の宇宙安全保障政策や昨今の宇宙環境の状況、衛星への攻撃などに関する資料をもとに、今後10年ほどでわが国の安全保障上最大の脅威になると考えられるものを班ごとに選んでいただきました。さらに、脅威が引き起こすであろう被害とその対策を考えていただきました。

結果・考察

結果は図4のようになりました。安全保障上の脅威としては、他国からの衛星攻撃や人工衛星同士の衝突など、近年小型化や低コスト化などにより各国で急速に普及が進む人工衛星に関連するものが多くあげられました。それに伴い、被害としては衛星データや外交に関連するものが多く見られました。

例えば衛星データの改ざんに関しては、改ざんによる被害に対応するためのコスト面の問題や、責任の所在の不明確さへの懸念、日常生活や経済面への支障をあげる班もありました。これらの対策として最も多くあげられていたのは、国際協力の推進でした。現在著しく発展する安全保障分野での宇宙利用に対して、国際的枠組みとしての条約は十分とはいえません。また、人工衛星を所有していない宇宙開発途上国との軍事的不均衡も問題視されています。

グループワーク2では、宇宙安全保障を巡る日本および諸外国の政策や技術開発の現状などを多角的に分析していただくことで、我が国がこれから宇宙安全保障政策にどのように取り組んでいくべきかについて考えていただくことができました。

WORKSHOP1

SPACE SECURITY

	脅威	被害	対策
1班	衛星攻撃	・人工衛星の機能不全 ・経済へのダメージ ・修復コスト ・自己防衛力の低下 ・外交関係の悪化	・衛星監視システムの構築 ・国際条約などの枠組みの構築 ・バックアップ衛星の打上げ ・人工衛星の迅速な修復システムの整備 ・緊急時に他国の人工衛星を使える制度の構築
2班	サイバー攻撃	・宇宙データの改ざん ・情報共有手段の喪失 ・金融システムの破綻	・ホワイトハッカーの育成 ・バックアップ衛星の打上げ ・国際社会との連携強化 ・法整備による抑止力の強化 ・違反国に罰金を課す制度の構築 ・衛星修復技術の開発 ・人工衛星利用に関するガイドラインの制定
3班	人工衛星同士の衝突	・衛星通信サービスの停止 ・宇宙ミッションの失敗 ・回避するためのエネルギー消費に伴う人工衛星の寿命の短期化 ・賠償責任の所在が不明確なので外交関係が悪化する	・人工衛星に自動ブレーキ機能を搭載 ・衝突を防ぐため、人工衛星同士を避ける方向を定めた規定や対策マニュアルの作成 ・保険制度の構築 ・第一発見国が世界に通知し、話し合いの場を設ける制度をつくる
4班	スペースデブリの増大	・人工衛星が破壊される可能性が高まる ・それに伴い人工衛星の既存および新規の運用が制限される	・国際機関を作り、統一された法の下で開発を進める ・デブリ回収技術への投資、技術のオープン&フリー化
5班	衛星攻撃手段の拡大	・気象や通信、科学などの分野で国民生活に影響が生じる ・外交関係の悪化 ・デブリの増加	・抑止力の保持 ・人工衛星のサイバー、セキュリティ上の問題に対処できる人材の育成 ・攻撃を受けた際のバックアップとして助けを求めることができる体制を構築させておく
6班	地上局へのジャミングとスプーフィング	・情報の書き換え ・地上局の無効化 ・人工衛星のデブリ化 ・人工衛星の乗っ取り ・株価の変動など経済面やGPSなど日常生活面への支障	・仮想空間から離れたところに情報を置く ・ダミー衛星の打上げ ・ジャミング対策同盟やジャミング禁止令などの枠組みの構築
7班	静止軌道上での核ミサイル爆発	・人工衛星の機能停止 ・それに伴うデブリの増加	・別高度にある人工衛星を使って機能をカバーする ・静止軌道よりも100km上の軌道をデブリの墓場とする

図4 グループワーク2の結果

講師講演2

グループワーク2を受けて、今後日本が宇宙安全保障分野においてどのような行動をとっていく必要があるのかについてお話しいただきました。

日本の宇宙安全保障を考えるために

ここでは、今後日本の宇宙安全保障を考えていく上で大切だと思うことについて三つお話します。一つ目は、他の国や地域との協力関係を築きつつ、他に依存しない能力を維持することです。国の安全を保障するためには、人工衛星などを利用し続けられる必要があります。例えば日本の衛星が被害を受けた際、他国が自分たちの衛星を使ってもよいと手を差し伸べたり、逆の場合は日本が衛星の機能を提供したりするなどして、お互い支えあうべきです。ただ、他国に依存し過ぎることは危険なので、注意が必要です。

二つ目は、そもそも攻撃させない方法を考えることです。安全保障を考える際、被害を受けた後の対応や被害を減らすことばかりに注目してしまうことが多いですが、被害を受ける前に攻撃をさせないという視点も重要です。私はその一つの方法として、相互依存関係を構築していくことが有効であると考えています。相互依存関係を構築できれば、相手国との関係性が悪化しても戦争が開始されることはありません。

逆に相互依存関係にない例として、冷戦中のアメリカと旧ソ連があげられます。アメリカは資本主義国、旧ソ連は社会主義国であり、米ソ間で経済圏が分かれていました。つまり、当時は相手国の経済圏を攻撃したとしても自国の経済圏の受ける被害は小さかったため、いつミサイルを撃ち合う関係になってもおかしくない状況でした。攻撃を受けた後だけではなく、受けないようにする対策を考えることも重要なのです。

三つ目は、国の安全は宇宙によってのみ確保されるものではないと自覚することです。宇宙安全保障というテーマで考えると、安全保障を宇宙で完結させようとしてしまいがちですが、グループワーク2の発表では、宇宙のみで話した班と宇宙+バックアップという形で宇宙以外のことも考えた班がありました。私は後者が正しい方向であると考えています。宇宙は安全を確保するための最適なツールなのかを考えることも、重要なポイントです。

本日のグループワーク2では5～10年という短いスパンの中での脅威とその対策について考えていただいたため、おのずと脅威の種類が限定されました。是非今後は20～30年などの長いスパンにおいても考えていただきたいです。20～30年後には日本とその周辺国との関係もかなり変化しているでしょうし、日本が新しい衛星を打ち上げている可能性もあります。宇宙空間や技術のキャパシティはどれくらいなのか、また、その中で日本独自の宇宙開発はどのくらいできるのか、これはプライドや技術的優位性、金銭の面から総合的に考えていただけたらと思います。

本日の議論は大変面白いものになったのではないかと感じております。これからも、宇宙の安全保障分野への利用という問題をぜひ頭の片隅に留めておいてください。

PANEL DISCUSSION2

衛星データビジネスの活性化に向けて

企画責任者：友藤 彰紀

昨今、欧米を中心に衛星データを活用したビジネスが盛り上がりを見せています。その盛上がりに一役買っているのが、衛星データのオープン&フリー化とよばれる動きです。日本においても昨年、民間の衛星データをオープン&フリー化することが決定しました。その中心的な取組みとして、2018年2月から衛星データプラットフォームTellusの運用が開始され、それに伴いビジネス活性化を狙ったさまざまな取組みがなされているものの、当初期待されたほどデータ利用が進んでいないのが現状であり、日本の衛星データビジネスはまだ手探り状態にあります。本企画では、日本の衛星データビジネスの課題と今後の展開を専門家の方々をお招きして政策・ビジネス・技術の視点から議論しました。

舘 和夫 様

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 理事補佐

東京工業大学大学院修士課程修了。宇宙開発事業団（NASDA）入社後、地球観測衛星データ解析研究、衛星搭載センサ（レーダ高度計・レーダ散乱計・マイクロ波放射計）の研究開発、地球観測プラットフォーム技術衛星の計画管理に従事するとともに、情報技術を活用した研究開発業務の高度化に従事し、宇宙利用ミッション本部事業推進部長、セキュリティ・情報化推進部長、技術参与の後、2018年より現職。

ハイテク・メディア・小売・商社・電力など幅広い業界に対して戦略立案からデジタルソリューションの提供まで幅広いサービスを提供。特に新規ビジネス開発の領域にてクライアントの革新的な事業への挑戦を幅広くサポート。PwCでは宇宙ビジネスチームを立ち上げ、先行するグローバルの知見を活用し、衛星データ利活用を中心とした宇宙ビジネスの開拓に注力。

永金 明日見 様

PwCコンサルティング合同会社 TMT

坪井 俊輔 様

SAgri株式会社 代表取締役社長

横浜国立大学理工学部に入学後、在学中に株式会社うちゅうを設立。民間初、宇宙教育を起点とした教育事業を立ち上げる。また、農業分野にテクノロジーをもって世界の食料問題を解決すべく、人工衛星の観測データを基に農地管理や収穫予測を行う農地管理アプリ「SAgri（サグリ）」を開発。SAgri株式会社を設立し、代表取締役に就任。
MakersUniversity 1期生、DMMアカデミー 1期生であり、第3回日本アントレプレナー大賞を受賞。Get in the Ring Osaka、Singularity 2019 GIC共に優勝。

JAXAにおいて、人工衛星の追跡管制や開発業務を経て、衛星データの解析研究や衛星プロジェクトの企画立案業務など20年近く地球観測関連業務に従事するとともに、予算・人事などの管理部門にも携わる。地球観測研究センター長、新事業促進部長などを経て、2019年7月末で退職。8月よりさくらインターネットにおいて、宇宙データプラットフォームTellus事業に関する助言、提案ならびに情報を発信中。

松浦 直人 様

さくらインターネット株式会社 フェロー

※本企画ではライブアンケートサービスSlidoを用い、
参加者の方から企画中に随時質問を募集しました。

PANEL DISCUSSION2

BUSINESS SATELLITE DATA

はじめに

司会：
昨今、衛星データの解像度の向上に加え、AIやビックデータとの親和性の高さから、衛星データビジネスは非常に注目を集めています。しかし、欧米と比べ、日本での利用はまだまだ浸透しているとは言えません。本日は、日本の衛星データビジネスが抱える課題に焦点を当てて議論していきたいと思います。

こちら（図1）は、皆さまに参加登録の際に答えていただいたアンケートの結果です。昨年度、日本において衛星データがオープン&フリー化されたことを知っている方は、56%でした。この結果について舘様はどのように思われますか。

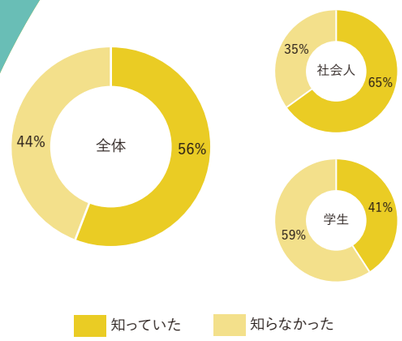


図1 政府衛星データのオープン&フリー化の
認知度に関するアンケート結果

舘様：
この結果は私からすると多少の誤解があると思っています。なぜなら、JAXAは六つの地球観測衛星を持っていますが、一つを除き残りの人工衛星は最初からオープン&フリー化されているからです。そのような中で、なぜ今になってオープン&フリー化が注目されているかを説明したいと思います。

主に気象予報や研究に利用される、分解能が1kmほどの地球観測衛星データは、その目的からして国民誰もが使えるようにしておく必要があるため、税金を使いオープン&フリー化されてきました。このような地球観測衛星は、例えば2,800kmの観測幅があり、その場合一日で地球全体を観測できます。一方で、観測幅を10kmまで小さくして、分解能を0.5～1mまで上げた衛星データは、商業利用としてのニーズが高まっています。ここまでの分解能になると、特定の人が所有している畑や森林を観測することができ、その人だけのためにデータが取得可能です。この場合、そのデータの利用者が費用を負担するべきという話になります。ただ、5mほどの畑などを詳細に判別できない程度の分解能でも、商業利用は期待できます。そのためJAXAでは、民間における衛星産業化を促進するために、分解能5mを閾値として、それ以上に粗い衛星データをオープン&フリー化しています。

司会：
JAXAでは最初から研究利用などでオープン&フリー化に取り組んできたというお話でした。SAgriの坪井様は実際にオープン&フリー化された衛星データを利用したビジネスを行っているということですが、どのようなビジネスを展開されているのでしょうか。

坪井様：
私たちSAgriは、農家向けに衛星データを活用して農業を最適化するアプリケーションを配信しています。そのような取組みを進めていくためには農地を登録する必要がありますが、農林水産省・産業技術総合研究所はこれを手作業で行っています。そこで私たちはオープン&フリー化された衛星データを使うことで、農地の区画化を自動で行うことに成功しました。また、衛星データから取れる情報として、私たちは土壌についてのデータに注目しています。通常土壌診断の際は、土を採取して化学性や腐食に関わるpHを分析します。しかし、1分析当たり3,000～15,000円かかり、インドなど貧困地域の農家は高価な分析費用を払うことができません。そこで、衛星データを用いて安い費用で土のポテンシャルを測定することで、農家の負担を減らせるようになります。

司会：
SAgriの事業は、昨年日本でも始まった商業利用での衛星データのオープン&フリー化によってどのように変わりましたか。

坪井様：
やはり事業を行いやすくはなりました。ただ、商業目的の衛星データのオープン&フリー化は、欧米が先行していて、日本はまだこれからだと思っています。日本では2019年2月に、経済産業省からオープン&フリー化のための環境整備事業を委託されたさくらインターネット株式会社が、衛星データを集約させるプラットフォームTellusをリリースしたので、衛星データの活用が進むことを期待しています。Tellus以前に日本でもオープン&フリー化の取組みはありましたがあまり広がらなかったので、いかに普及させるかがTellusの今後の課題だと考えています。

司会：
今お話に出てきましたTellusとはどのようなものなのかを、さくらインターネット株式会社の松浦様よりご説明いただきたいと思います。

松浦様：
Tellusとは、データセンター事業などを手掛けるさくらインターネット株式会社が、これからの衛星データビジネスに可能性を感じて手掛けた衛星データプラットフォームです。これまでの衛星データは、複数のサイトから入手しなければならないこと、個人の環境では処理が難しいほど容量が大きいこと、高額であったことの三つが問題でした。この状況を打開し、一つのプラットフォーム上でデータが入手でき、クラウドで処理することもでき、衛星データが無料で利用できるという理想像を実現するためにTellusを構築しています。

加えて、xData Alliance（図2）という異業種連携組織をつくり、Tellus利用の推進を促す活動も行っています。現在までのTellusの利用者数は12,000人を超えており、多くの業界の方が利用しています。中でも、営業職の方や弁護士の方など、エンジニアでなくても意欲のある方が利用されることもあります。

PANEL DISCUSSION2

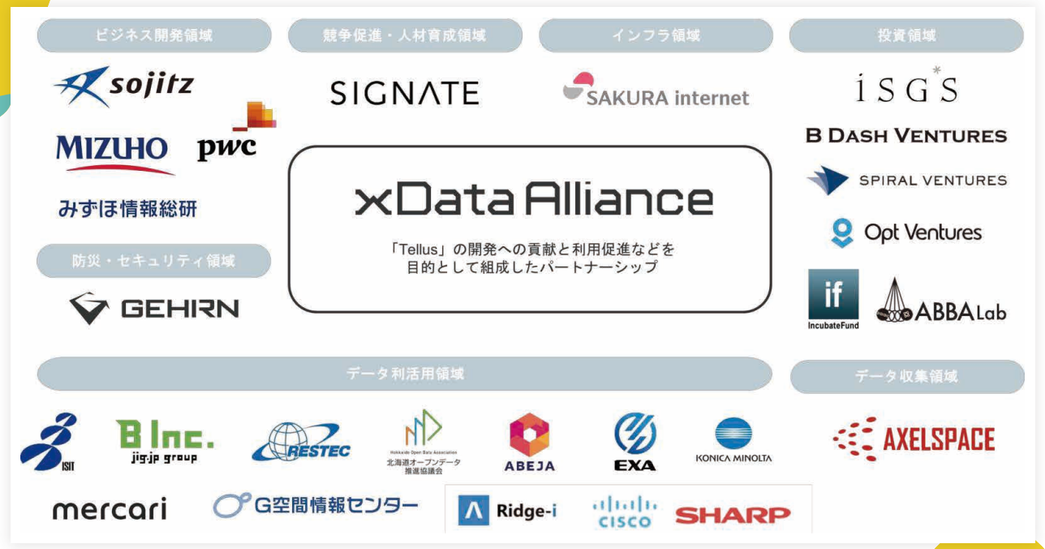


図2 xData Alliance

司会：
衛星データの利用促進のため、xData Allianceを組織されているとのことですが、今年の4月にはPwCも加わられたそうです。PwCはxData Allianceの中でどのような役割を担われているのでしょうか。

永金様：
私たちはxData Allianceの中で、ビジネス開発を担っています。Tellusによって簡単に衛星データが利用できるようになりましたが、多くの企業でその具体的な使い道が見えていません。そこでクライアントの課題解決の方法の一つとして、海外の事例紹介などを通し衛星データを提案しています。

坪井さんのおっしゃった通り、海外の方がオープン&フリー化は進んでいます。ヨーロッパの人工衛星Sentinelシリーズの衛星データを提供するプラットフォームであるCopernicusに、PwCは立ち上げ当初から10年間アドバイザーとして関わってきました。ただ、ヨーロッパでも多くのベンチャー企業が立ち上がり、衛星データ利用の方法が確立されてきたのはここ数年で、10年前から衛星データ利用が盛んだったわけではありません。ヨーロッパで10年かかったプロセスを日本で短縮して実現させることが、PwCが果たすべき役割だと考えています。

世間一般には衛星データを知らない人が多く、一時点の光学写真の解析がイメージされがちです。しかし、広域の衛星写真をオープン&フリー化によって安価に入手し、複数枚を重ね合わせて変化を観測できるようになったことに、衛星データの持つ魅力があります。このような魅力をより一層浸透させていきたいと思っています。

司会：
PwCは、さまざまな業界における衛星データ利用を促進する役割を担われているということですね。では、現在衛星データの利用が多いのはどのような業界なのでしょうか。

松浦様：
xData Allianceに加盟している企業を始めとして、宇宙業界に属していない企業もTellusで衛星データの利用を始めています。また、宇宙法に携わっている弁護士の方が、宇宙業界で実際に何ができるのかを自分で試してみたいと思っていたところ、Tellusによって衛星データがオープン&フリーになったので利用してみたという話も聞きました。そういった場を提供できたので、Tellusを始めてよかったと思いました。

司会：
一見関わりがなさそうな弁護士の方も利用されているように、Tellusが利用される領域が広がってきているのですね。坪井様はなにがきっかけで、SAgriという事業を始められたのでしょうか。

坪井様：
私はもともと株式会社うちゅうという会社を立ち上げ、宇宙教育活動を行っていました。活動の一環として、アフリカのルワンダで教育をしていた際に、多くの子どもたちが夢を持ちながらも小学校卒業と同時に親の農業の手伝いをせざるを得ない状況を目の当たりにしました。そのとき、教育というツールでは子どもたちの夢を叶えきれないと実感し、初めて農業からのアプローチを考え始めました。農業の問題をドローンやIoTで解決しようという企業は多いですが、ハードウェアを伴いコストがかかるため、衛星データという選択肢に着目しました。衛星データは、解像度が粗いという弱点はあるものの、回帰性があり地球上のいろいろな地域をドローンより広域に撮影できるため、世界中で25億人いる農家に何らかの貢献ができるのではと考えたのが、SAgriをはじめたきっかけです。

もう一つのきっかけとして、大きいことをしてみようと思ったというのがあります。日本国内でも農林水産省や文部科学省、総務省などから案件を受けて衛星データを活用し、地域ごとにアプリケーションを展開する企業は十数年前からありました。しかし衛星データを利用する国内企業には、GoogleやAppleのように世界に進出する企業がなかったので、Tellusが公募を開始したことをきっかけに創業しました。

PANEL DISCUSSION2

司会：
ご自身が課題に感じていたことを解決する手段として、衛星データを利用したというお話でした。これに対して、JAXAでは衛星データ利用を目的として捉えて推進していると思います。JAXAでは、どのような衛星データの利用事例があるのでしょうか。

舘様：
JAXAでの衛星データの利用事例をご紹介する前に、実はJAXAもTellusを支援していることをお伝えしておきます。農業・林業に従事している人は、衛星データそのものではなく、例えば作付面積や森林の枯れ具合などのような衛星データから得られた情報がほしいのです。これらの情報さえ入手できれば、1シーン8万円の衛星データを買う必要はないため、プラットフォーム上の衛星データから得た情報を利用してもらい、実費を支払ってもらうモデルのTellusを支援しています。

次に、JAXAの人工衛星「しきさい」についてご紹介します。この人工衛星から得られるデータの中には、魚群の移動と密接に関係する海面温度があります。この衛星データを一般社団法人 漁業情報サービスセンターは漁業者が魚群の位置を推測できるよう加工し、サービスとして提供しています。また、ビジネスとして非常に上手くいった例として、陸域観測技術衛星「だいち」の衛星データを使った全球陸域対象の高精度な3D地図があります。「だいち」が前方、直下、後方の三つのカメラで収集した分解能2.5mのデータで、世界の5mの3Dモデルを作成しています。これは例えば、風力発電所の設置候補選択の際や、世界保健機関（WHO）がアフリカの河川の流路を推定しポリオの発生源を検証する際に使用されました。

これからの利用に期待している事例もあります。合成開口レーダのデータを十数枚重ねることで土地が隆起または沈下している箇所をmmオーダーで推定可能になります。これにより例えば、従来は人間が実際に測量することで特定していた堤防の補修箇所を、効率よく特定できるようになります。このように、今後の衛星データ利用が次々と生まれることを期待しています。

司会：
舘様にはJAXAの衛星データを使った事例をご紹介いただきましたが、利用が進んでいるといわれている海外では、どのような事例があるのでしょうか。

永金様：
例えば、人工衛星からわかるデータの一つである夜間光を使ったビジネスがあります。夜間にどれだけ電気がつくかというデータは経済規模の指標になるため、アフリカなどまだ経済の実態があまりわかっていない地域で、金融機関や投資家に利用されています。また、中国では工業指数が四半期に一度出ますが、実態に伴っていないケースがあり、この場合も経済実態がよくわかりません。金融業界では、経済実態をリアルタイムに捉えるために、光学衛星によって工業化が進んでいるコンクリートや機材の波長を見分け、数値化するという会社も現れています。

また、欧州、例えばイタリアでの区画整理にも衛星データが使われています。イタリアは京都のように規制が多く、歴史あるものを残しつつ、区画を整理していかなければなりませんが、衛星データは近代化の要件を満たす都市全体の計画を考える材料としてうってつけなのです。

他にも鉄道会社での利用事例があります。欧州では日本以上に土砂崩れの被害が深刻で、かつ線路上の土砂を撤去する費用を行政ではなく鉄道会社が負担しなければなりません。そこで、SAR衛星（合成開口レーダ衛星）によって線路の周りで地滑りが起きるリスクを検知し、評価するという取組みが進められています。また、地下鉄を掘るとき、安全性には気を付けるものの、地下に空洞ができるためどうしても崩落の危険があります。そこで、上に建つビルをSAR衛星で観測してその沈下を計測し、安全対策を講じる基準にしています。

さらに、風力発電などのクリーンエネルギー分野でも衛星データを用いて、どこにどの程度風が吹くのかという予測モデルをつくっています。これは風力発電会社にとって有益な情報ですが、加えて欧州では電力マーケットが発達しているため、投資家に対して情報を売るビジネスも成り立っています。

衛星データの課題

司会：
それでは、衛星データの課題についてのお話に移っていきます。日本では海外に比べ、衛星データをうまく利用した事例が少ない印象があります。なぜ日本では衛星データ利用が流行らないのでしょうか。それぞれの立場からお話しいただきたいと思います。

永金様：
日本では、流行らないというより、まず衛星データの存在が広く認識されていないのが問題だと思っています。存在が広く浸透すれば、日本でも衛星データの利用がすぐに始まるでしょう。

松浦様：
JAXAでは衛星データがほとんどオープン&フリー化されており、できることはやり尽くしたと思っています。それでも、衛星データについて全く知らない人も多い状況です。その理由は、人がほしいと思う情報になっていないからに尽きます。データがほしいと思ったタイミングで人工衛星がその地域を映していなかったり、スマートフォンでみられるような形になってなかったりなど、いくつかのギャップポイントがあるのです。それを埋められるのが、Tellusのようなプラットフォームだと考え、さくらインターネットでその構築に携わることにしました。

坪井様：
実際に衛星データを利用する立場からすると、Tellusは時間と場所を指定すると画像が返ってくる状況で、まだ開発途中という印象があります。これが、バンド帯といわれる波長データとして取得できるようになると、解析が一気に進むようになると思います。また、日本ではTellusにユーザー登録したものの、一度使った後アカウント凍結状態のユーザーが多いという問題もあります。この問題は、Tellusには圧倒的な可能性が秘められている一方、手触り感が少ないからかと思います。

私自身が株式会社うちゅうから独立した際に、農業分野での衛星データの活用は既に事業化されており私が始める必要はないかもしれないと考えたものの、そのようなベンチャー企業は日本では1社もありませんでした。近年では漁業分野でいうとウミトロンという会社が出てきていますが、今までの宇宙ベンチャーにはロケットや衛星をつくる企業が多く、なおかつメディアの露出も多かったので、どうしてもデータ利用促進に傾かず残念に思っています。これからは衛星データを活用した産業が伸びる時代なので、ベンチャー企業が増えていってほしいです。そこはTellusやJAXAの取組み次第だと考えています。

司会：
では、ベンチャー企業であるSAgriの取組みをPwCはどのように見ているのでしょうか。

永金様：
坪井様がおっしゃったことは肝だと思っていて、衛星データ利用の担い手となる企業が少ないのが現状です。衛星データは、それ単体ではほとんど成り立たず、何かと掛け合わせて初めて新しい価値が得られるものです。そこで何と組み合わせればいいかは、やってみないとわからないため、トライアンドエラーが必要になります。ただ、1社でトライアンドエラーを繰り返すのは限界があるので、海外では多くのベンチャー企業がトライアンドエラーを行うことによって、ビジネスとして成り立つものがわかるようになってきています。

そういった意味で、日本にベンチャー企業が非常に少ないのは大きな課題だと思います。また、トライアンドエラーの過程でベンチャー企業と大企業が一体となって研究開発ができるように、共存関係をしっかり築くことも重要です。それをもとにして、大企業のビジネスもどんどん変わっていくのです。

司会：
ビッグデータの解析や利用にはさまざまなコストがかかるため、大企業が比較的取り組みやすいと思いますが、Tellusはどのような層をターゲットにしているのでしょうか。

松浦様：
Tellusは大企業や中小企業といった括りではなく、これまであまり宇宙に携わってこなかった企業をターゲットにしています。衛星データを利用しようと話を進めていけばいくほど、地上のデータや統計データなどと組み合わせることが多くなります。そうなると、JAXAの手の及ぶ範疇ではなくなりますが、Tellus上ではさまざまなデータを組み合わせて利用することができるのです。

司会：
最後に舘様が現在感じられている課題はなんでしょうか。

舘様：
私は、二つ課題があると思っています。一つは、JAXAと事業者をつなぐ仲介人の存在です。先ほど紹介した事例も、JAXAのパートナーとなる事業者がおり、その仲介を担う人がいます。永金さんがおっしゃったように、その仲介人となるのががベンチャー企業であり、ベンチャー企業が多くあると事業の成功事例が増えることにつながります。そして、その仲介人には農業・林業・水産業、建設業界などそれぞれの業界の知識が必要であり、これはJAXAではできないことです。

GOOD	BAD
そもそもダウンロードに時間がかかりすぎているところがあったので、どこでも使えるのは非常によい。	搭載されているデータが一部でまだ少ないため、他のプラットフォームや自分が今まで使ってきた環境をつい使ってしまうところがある。
Tellusがきっかけで、数ある課題解決方法の一つの選択肢として衛星データというものも考えるようになった。	自分のデータも事前にアップロードして持ち運べるようになると、Tellus上にあるほかのデータとのマッシュアップも考えられてよい。
衛星データという可能性のありそうな未知の領域に挑戦してみて、気軽に出店できる機能が搭載されるのは楽しみ。	提供されているデータの扱いができない。 マニュアルなどがなく、使い方がよくわからない。
中の人や興味のある人が集まって、少人数で相談ができるような会があるのは、これからビジネスを検討したいと思っている身としてはありがたい。	OSのビューワとしての機能とAPIの連携がシームレスでなく、工夫が必要。地点のデータ検索ができず、データを一つひとつ目で探すのが大変。
Pythonに対応しているのは、やりやすい。	GIS的にデータを処理する際ローカルに落とせない。OSが高機能になるか、ローカルに乗せた後に戻す際にはダウンロードできるなど制限を緩和してほしい。
気軽にどんな環境からでも試すことができるようになっているのは、ありがたい。	機械学習をするのに十分な、同地点のデータを探すのが大変。タイルがバラバラなので、まったく同じ範囲の画像を検索できない。
ローカルでは処理時間が結構かかるので、Tellusを利用した方が速い。	

図3 Tellusユーザーの声

PANEL DISCUSSION2

もう一つはどうビジネスにしていくかについてです。例えば水田の作付面積のデータだと、日本では約90%という高い精度のデータが要求されますが、これは衛星データでは対応できません。一方、アジアの中にはそこまでの精度は要求されないところもあります。ここに衛星データのビジネスが生まれるチャンスがあるのです。先ほど紹介した3D地図も同様で、日本では国土地理院に行けば高精度な地図があるため衛星データは売れませんが、海外でビジネスをすればうまくいくことがあります。衛星データを用いた技術を日本で実証し、それを海外でビジネスに活かすというビジネスモデルの方がうまくいくのではないかと思いますが、そのようなモデルを持つ企業が日本には少ないのです。

司会：
日本で技術を実証し、海外で事業を展開しているのが、まさに坪井様ですね。

坪井様：
そうですね。私が海外と比較して感じるのは、日本は責任感がある一方で、イノベーションが起きづらい国だということです。例えばシンガポールでは、結果が保証されていなくても事業に対して多めに予算がつき、失敗が許されます。一方日本では、衛星データを活用した新規事業の公募なども税金を使っているケースが多く、ある程度成果が保証されているところにしか予算がつきません。

日本のこの仕組みは確実性があるという長所もありますが、ベンチャー企業が参入しづらい要因にもなっています。この問題をベンチャーキャピタルという外部資本が入ることで緩和していますが、特に宇宙産業はお金がかかる分野なので難しさを感じています。先日もH-IIBロケットの失敗が取り上げられていましたが、日本人の国民性ゆえに責任をどうとるかという話になることが多いです。しかしベンチャー企業としては、失敗してもそれを次につなげさせてくれる環境をつくってほしいと思います。これは衛星データ利用においても同様です。

司会：
ベンチャー企業の話に関連して、Slidoから一つ質問を取り上げたいと思います。
『近年衛星データを扱うベンチャー企業が増えつつありますが、その中で企業はどのような差別化をすることが必要でしょうか。』

坪井様：
ベンチャー企業は資本が限られているので、まだ大企業がカバーできていない領域にピンポイントで攻めることが大事だと思っています。私たちは土壌診断を行っていますが、その中でも腐食という指標に絞っています。ただ、指標を絞っても競合他社は現れます。私たちでいえば、S-Booster2018で三つの賞を獲得した株式会社天地人も土壌に目を付けていますし、xData Alliance に加わっている株式会社メルカリも衛星データの活用において、鋭く指標を分析していて脅威に感じています。競合他社の中でいかに勝ち抜くかというところは、戦略を練っていくしかありません。

司会：
永金様にマネタイズについてお話いただければと思います。

永金様：
重要なのは、誰が、どこでお金を取るのかだと思います。人は価値のあるものにお金を払います。しかし、例えば個人情報に値段をはっきりとつけられないように、データは価値を評価しづらいものです。そこで、データを用いた体験などデータによって得られるものの価値を明確に定義していくことが必要になってくると思います。それにあたって、そのデータを取り扱うステークホルダーを整理することが重要です。最終的にどのようなステークホルダーが登場し、それぞれが何をするのか、それによって何が実現できるのかを認識できていなければいけないのです。

PANEL DISCUSSION2

理想の日本社会

司会：
これまで日本の衛星データビジネスが抱える課題について議論していただきましたが、続いて、それぞれの登壇者の方が描く5～10年後の理想の日本社会についてお話いただこうと思います。

坪井様：
日本は今のままの状態を続けると、タイやインドなど他のアジア圏の国々に確実に追い抜かれ、将来的には日本が発展途上国としてみられてしまうのではないかと思っています。そうならないために今後いかに国力を維持するかが重要になってくると考えています。アメリカ、中国、インドには、非上場企業で評価額1,000億円を超えているユニコーン企業はたくさんありますが、日本にはほとんどありません。ベンチャー企業という立場から挑戦していくためには、日本の市場だけ見ていてもどうしようもないのです。海外の圧倒的に大きい市場に進出し、世界の中でいかに勝ち抜くかというところを考える必要があります。

個人的な要求としては、今の日本は途上国に比べて恵まれているので、自分自身のやりたいことを明確に持って、突き進める状況をつくってほしいです。日本人は集団行動を重んじる国民性のため、出る杭は打たれるケースが多いと思いますが、海外のように尖った人を支援できる仕組みをつくれないのかと感じています。

舘様：
私が描く理想は、人工衛星がほとんど意識されることなく日常生活に根付き、人々の役に立っていることです。例えば、気象観測衛星「ひまわり」を日常生活で意識することはあまりないと思いますが、そのように人工衛星が人々の生活あるいはビジネスに欠くことのできないものになってほしいです。現在でも一部はそうなっていますが、まだまだ足りない部分があるのではないかと感じています。

永金様：
このまま日本が成長していくことを考えるとき、地球規模の社会課題を解決する中でプレゼンスを発揮することを重要視すべきだと思います。日本での報道を見聞きすると日本の将来を悲観的にみてしまうことも少なくないでしょうが、世界からみると日本の技術力に対する期待値は高いのです。東南アジアなどが成長している中、さまざまな課題を解決することで存在感を示していくこと、それがひいては日本国内にも良い影響を与えるのではないでしょうか。

私は日本が自国の技術や経験を使って、地球規模の問題を解決していけるような国になってほしいです。目先のビジネスだけでなく、そういった地球規模のところに立ち返ることによって、最終的には日本の成長という局所的なところに戻ってくることが理想だと思います。

松浦様：
私は20年以上地球観測に関わる仕事を通して衛星データを見てきましたが、実は一度も衛星データを購入したことがありません。その時点で現状の衛星データのレベルを推して知るべしなのですが、少なくとも5年後には私が衛星データを購入する、もしくは無償でもスマートフォンで何らかのサービス提供を受けることが私の理想です。例えば、雨雲レーダーの動きは「ひまわり」の情報を使ってサービスが提供されています。このように、衛星データを組み合わせて何らかの情報が簡単に手に入り、できればその端にTellusのマークがあると最高ですね。

理想へのアプローチ

司会：
続きまして、理想の社会に向けて組織の一員としてあるいは個人として、今後どのようなアプローチをしていくのかを語っていただければと思います。

坪井様：
先ほど理想の日本社会では、日本が海外に対し勝ち抜くこと、人のやりたいことを支援する仕組みが必要だと言いました。やりたいことを支援するという部分の例をあげると、インドには総労働人口の56%である2億6,300万人ほどの農家がいますが、農業がやりたいからやっているのではなく、親が農地を持っているからなどという使命感でやっている人が多いのです。そうではなく、自分自身のやりたいことを突き詰めたときに一つの選択肢として農業があり、それを選択して農家になる、という状況であってほしいと思っています。そのために、私は海外で事業を始めました。

一つ目は、アジアのシリコンバレーといわれるインドのバンガロールに、「Sagri Bengaluru Private Limited」という会社をつくり、データ型農業のさらに手前の部分のサポートを行っています。農家が農業協同組合からお金を借りる際の金利は、日本では1～2%ほどですが、インドの農村地域では30～50%と非常に高くなっています。また、世界の農家のうち75%が金融機関からのマイクロファイナンス、つまり貧困者向けの小口の融資や貯蓄などのサービスを求めていますが、それを受けられていないというデータもあります。

そこで、私たちは衛星データを活用して農地のスコアリングを行い、その状況を打破しようとしています。具体的には、農地の土壌や植生を数値化し、そこでの収穫量を予測します。これにより金融機関は収穫の潜在性に応じて融資が可能になり、貸倒れのリスクを減らすことができますし、農家も適切な金利で素早く融資を受けられるようになります。

図4 金融機関と農家のニーズのマッチング

PANEL DISCUSSION2

二つ目は、データ型農業です。これは今日本の地方でも問題になっていますが、IoTやドローンなど選択肢が数多くあり、どれを使えばいいかわからないという状況があります。それをサポートし、農地をデータ化することで、経験に依存した農業をなくしていく事業です。最終的には、アメリカで行われているような測位情報を利用した自動化によって、深夜であっても無人で農作業を行えるという状況をつくりたいと思っています。

舘様：
理想に向けて私たちが開発していて、来年度の打ち上げを目指している人工衛星を二つご紹介します（図5）。一つ目は現在稼働している陸域観測技術衛星2号「だいち2号（ALOS-2）」の後継機にあたる、先進レーダ衛星ALOS-4です。従来50kmだった観測幅が、200kmと4倍になったのが特徴です。これだけの幅をもった合成開口レーダは世の中にはなく、九州全体が1回で撮りきれてしまうほどです。また、1年間に20回以上の衛星データを重ね合わせることができ、時系列解析をより頻繁に行うことができるというメリットもあります。

二つ目は、先進光学衛星ALOS-3です。この人工衛星の分解能は0.8m、観測幅は70kmです。これほどの分解能でこの観測幅を持つものは世界に類を見ません。分解能が1mをきると、車や家など人の生活に密接に関わるものが見分けられるようになります。また、姿勢を動かすことができるため、例えば南海トラフ地震が起きた場合には予定を変更して太平洋側を撮る、ということができるような設計になっています。

これらの優れた人工衛星によって得られた衛星データを、いかに安く提供できるかという問題はありますが、衛星データ利用の常識を変えていきたいと思っています。

永金様：
私たちはコンサルティングサービスを提供する立場として、クライアントや社会のニーズを把握し、衛星データを始めとして宇宙をどのように活用するかを考えています。先ほど衛星データの新しい価値を見出すにはトライアンドエラーが必要であるという話をしましたが、新規ビジネスの開発を通してまさにトライをしているのが現状です。新しいビジネスが起こる環境やタイミングをお客様に寄り添ってつくっていく、それがひいては理想につながっていくと考えています。

松浦様：
ユーザーがほしい情報を手に入れようとしても、衛星データやコンピュータ環境を自分で手に入れなくてはならず、また衛星データをビジネスにしようとしても、どこに持っていけばいいのかわからないというのが現状です。それをTellusを利用すると衛星データが手に入り、開発ができ、なおかつ店も開ける、というようにワンストップで衛星データビジネスが行える状態にしたいと思っています。

さくらインターネットとしては、来年度で経済産業省からの委託は終了するので、現在は衛星データの使いやすい環境を維持した上で、ビジネスとしてどう回していくかを検討している段階です。また、現在は日本の企業をターゲットにしていますが、今後は少なくともアジア地域の衛星データのハブになれるようにサービス展開をしていきたいと思っています。今、日本を中心に展開しているのは、揃えている衛星データが日本中心だからというだけで、リソースを投入して衛星データを充実させれば、海外展開は十分可能だと考えています。さらに、ログインする度に新しいものがないと、ユーザーに訪れてもらえないので、コンピュータ環境や衛星データをどんどんアップグレードしていくことも予定しています。

最後に、Tellusとは少し離れますが一つお話ししたいと思います。何度か話に出ていますが、衛星データビジネスはヨーロッパがかなり先行しています。以前欧州宇宙機関（ESA）の会合に行った際、200人ほどのブローカーがいて、自国のベンチャー企業やニーズについて非常にアグレッシブに情報交換をしていました。日本にもそのようなブローカーが出てくると、ユーザーがほしい情報にたどり着けるスピードが速くなるのではないかと思います。

メッセージ

司会：
それでは、会場の皆さまに向けてメッセージをいただければと思います。

舘様：
JAXAが行っている衛星データの利用は、新しい技術が生まれないと進んでいかないので、ビジネスという観点も含め、ぜひ新しいことに挑戦してほしいと思います。宇宙は一つの題材に過ぎないので、いろいろなことに挑戦をしてほしいですね。

坪井様：
起業家という立場から話をすると、やりたいことがあるならどんどん挑戦をしてほしいです。グローバルに活躍している企業家はとても少なく、インドのバンガロールではスタートアップは2社しかありませんし、日本も同様に危機的状況です。出る杭の話をしましたが、打たれてしまうのが日本の国民性だと自覚した上で世界で戦っていかなければなりません。ただ、日本は豊かで恵まれているのでまだ間に合うとは思っています。自分自身のやりたいことを決めるのは自分ですから、果敢に挑戦してほしいです。文句を言ってくる人がいたら、歯向かってもいいと思います。その上でもし衛星データに興味があれば、ぜひTellusなどを使ってサービスをつくってみて、世の中の課題解決につなげてほしいです。

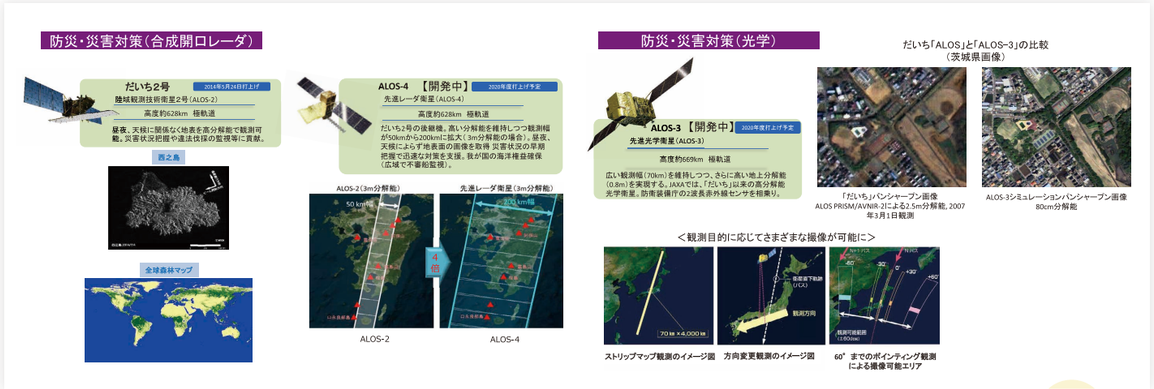


図5 JAXAが開発・運用中の地球観測衛星

©JAXA

PANEL DISCUSSION2

永金様：
私は宇宙だけではなく、さまざまなイノベーション関連のコンサルティングを行っていますが、イノベーションの重大な要素として無邪気さが必要なのかなと感じています。日本人は責任感が強く真面目ですが、無邪気さがほとんどありません。宇宙が好きという無邪気な気持ちを、社会に全面に押し出してもいいのではないかと思っています。また、私は最もイノベーションを起こす可能性があるのは、宇宙分野であると考えています。衛星データの可能性はまだまだ広がっていくと思いますので、皆さまと一緒に衛星データビジネスを盛り上げていきたいです。

松浦様：
現在、私たちはTellusで扱っている大容量のデータをビックデータにしようとしています。それにあたり必要なビックデータの解析ができる人材が不足していますが、技術系ではなくても挑戦できる域に達してきています。昔に比べ、簡単にデータの処理や解析ができるようになってきているので、理系文系の垣根なくトライできるようになるとビジネスチャンスが生まれると思います。

質疑応答

司会：
最後に、質問をいくつか紹介したいと思います。
『衛星データ活用を見据えて、大学などで人工衛星を製作する人に求めることはありますか。』

松浦様：
衛星データを使う側からお答えすると、何をターゲットにするかで変わってくると思います。今はたくさんのCubeSatがつくられていて、宇宙空間での動作や地球の写真の撮影など事例も多いですが、それはそれで価値はあるもののそのままではビジネスにはつながりません。人工衛星をつくることに重点を置く場合と、ビジネスにしたい場合とを区別して考えるといいと思います。例えば、日本の人工衛星で夜間光が撮れるものはないので、夜間光をみる人工衛星をターゲットにするとビジネスにつながってくるかもしれません。

司会：
それでは次の質問も見てみましょう。
『今まで聞いたことがある中で、ユニークな衛星データ利用例にはどのようなものがありますか。』

永金様：
まだ実現されてないもので面白いものを紹介します。昨今VRが登場するなど、ゲーム世界でどんどんリアルが求められるようになってきています。例えば、グレートバリアリーフやグランドキャニオンなどの場所の情報を衛星データから捉え、リアルに近い仮想空間をつくり、そこでプレイヤーにゲーム体験をしてもらうというアイデアがありました。

また、これを発展させて地球観測衛星が取得した地球のデータを使い、仮想空間にもう一つの地球をつくってしまう、地球デジタルツインというアイデアも面白いと思っています。これを使えば、ある企業が自社のビジネスをすることによって、周囲にどのような影響がでるかをシミュレーションすることができるようになるかもしれません。現段階ではこれを実現できるような、莫大なデータ量を処理可能できるコンピュータが存在しないので不可能ですが、技術が発達していけば、意外と私が生きている間に可能になるのではないかと期待しています。

司会：
最後に一つ見てみましょう。
『衛星データがテロやプライバシーの侵害などの犯罪につながるケースがあると思いますが、どのような対策をしていますか。』

舘様：
この問題意識は当然あります。先ほど分解能が高い人工衛星の話をしましたが、衛星データをしっかり管理しないと、どこかの国が勝手に使ってしまうかもしれません。そこで、政府はリモートセンシング法という法律をつくり、分解能が約3m以下の衛星データについては保管方法や提供先について決まりを設けています。JAXAもこの法律に基づき衛星データを管理しています。

司会：
質疑応答は以上です。本日はありがとうございました。

WORKSHOP2

宇宙開発における芸術

企画責任者：丹司 尊

現代社会において芸術の創造性は一定の注目を得ていますが、宇宙開発において芸術という観点が意識されることはめったにありません。一方で、宇宙旅行や月面基地の計画が現実味を帯び、宇宙において「生存」だけでなく「生活」を意識する必要性がでてきました。宇宙開発が新たな局面を迎える今、芸術のもつ力を芸術家だけでなく、官民問わず宇宙開発に携わる全員が認識しなくてはいけないのではないでしょうか。

本企画では、宇宙開発において芸術という観点がどのような価値をもつのかを考える機会を提供しました。

森 功次 様

大妻女子大学 国際センター 専任講師
慶應義塾大学 非常勤講師

1981年福岡生まれ。東京大学大学院人文社会系研究科（美学芸術学）博士課程単位取得退学。日本学術振興会特別研究員を経て、現職。博士（文学）。
主な著作・論文に、『ワードマップ現代現象学』（新曜社、2017年、共著）。主な訳書にロバート・ステッカー『分析美学入門』（勁草書房、2013年）、ノエル・キャロル『批評について：芸術批評の哲学』（勁草書房、2017年）など。

※本企画では芸術作品として写真や映像作品も含め、現代芸術を中心に扱いました。

企画のねらい

1968年にアポロ8号が撮影した「地球の出」から半世紀、2008年に国際宇宙ステーション（ISS）で芸術実験が行われたり、2017年から種子島で宇宙芸術祭が開催されたりと、宇宙開発と芸術の関わりの歴史は決して短いものではありません。しかし、宇宙開発を考えるにあたって芸術を意識することはほとんどないのではないでしょうか。近年では、技術の進歩に伴い開発が進み、宇宙での生活や宇宙旅行が意識されはじめるなど宇宙開発が新たなフェーズに移ってきています。そのような中で、芸術も現代の宇宙開発においてどのような意味や役割を持つのかを考える時期にあると考えます。

本企画では、宇宙と芸術の関わりについてのセミナーや芸術の力を感じていただくグループワークなどを行い、「宇宙開発に芸術は必要か」を参加者の皆さまに考えていただきました。

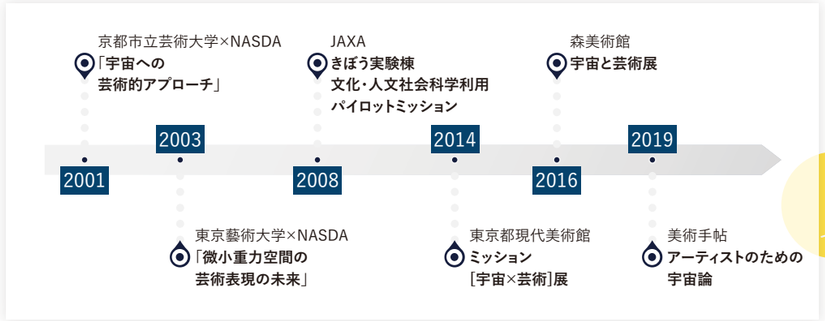


図1

セミナー1

宇宙開発と芸術の関わり

宇宙開発に関する芸術の先駆けとして、1968年にアポロ8号から撮影された「地球の出」や、1990年にボイジャー1号が地球から60億km彼方で撮影した「Pale Blue Dot」があげられます。これらは地球を初めて外側の視点から見たものであったこともあり、多くの人々の宇宙観を変化させ、心を動かしました。次第に宇宙芸術というジャンルが確立されはじめると、1989年に科学者のロジャー・マリーナにより宇宙芸術の網羅的な定義がなされ、その後、初めて地球外で作品を展示した彫刻家であるアーサー・ウッズにより再定義が行われました。

図2 地球の出　©NASA

ロジャー・マリーナによる定義

- 宇宙開発（探査）を通して得られる知覚経験を利用した美術
- 宇宙探査を通して発展した、心理学的・哲学的な新しい概念を表現する芸術
- 地球から見た宇宙の芸術
- 宇宙から見る地球に関する芸術
- 宇宙で体験する宇宙空間（宇宙船内外）での芸術
- 宇宙建築、インテリアや家具デザインなどの応用美術
- 宇宙活動により作られた新技術と材料を利用する美術

図3

日本における宇宙開発と芸術の関わり

宇宙での人文社会科学的実験は日本が主導的に行ってきました。ISSきぼう実験棟での人文社会科学利用の一環として、どの分野の実験を行うかが網羅的に検討された後芸術が選ばれ、2003年には東京藝術大学や京都市立芸術大学と宇宙開発事業団（NASDA）が共同研究を行いました。例えば、京都市立芸術大学とNASDAの共同実験では「心の場」と題した宇宙空間の模擬体験装置の制作が行われました。

2008年からはISSきぼう実験棟で「きぼう実験棟 文化・人文社会科学利用パイロットミッション」が始まりました。その目的は、宇宙開発を自然科学と人文社会科学の両面から捉え、なぜ宇宙に行くのかといった根源的な問いを考えることでした。パイロットミッションは第1期に10テーマ、第2期に8テーマが行われ、地球が水の惑星であることを直観的に理解できるよう、球状になった水面に墨流しを行った墨流し水球絵画の制作などが行われました。

また、2014年には多摩美術大学と東京大学により芸術衛星ARTSATが打ち上げられました。この衛星は、管制局からのコマンドによって音声や音楽、写真や詩のアルゴリズミックな制作を行うものでした。他にも、日本で宇宙をテーマにした美術展や芸術祭が行われたり、2019年10月号の「美術手帖」のテーマとしても「宇宙と芸術」が選ばれたりしました。

アーサー・ウッズによる定義

- 宇宙用のハードウェアや宇宙飛行を描いた芸術
- 宇宙空間で実現するためにデザインされた芸術
- 宇宙から見た地上の芸術
- 宇宙でつくられる芸術
- 宇宙での生活のためにデザインされた芸術
- ロケット発射装置や衛星のような宇宙のハードウェアに取り付けられた芸術
- 宇宙技術や材料によって実現した芸術
- 宇宙または模擬微小重力環境におけるパフォーマンスアート

図4

WORKSHOP2

SPACE×ART

講師講演1

講師の森様に、現代芸術の潮流とこれまでの宇宙開発における芸術の傾向についてお話しいただきました。

宇宙開発の推進とアート

まず、宇宙開発の推進にアートは利用できるかについてお話しします。アートは、宇宙開発の推進に宣伝という観点で大いに役立ってきました。宇宙もしくは宇宙飛行士を描く作品は、宇宙の魅力を伝えることで人々の関心を集め、宇宙開発に資金を投資させる原動力になってきました。近年宇宙開発の宣布に役に立った最たる例はおそらく「宇宙兄弟」ですが、映画を含め他の媒体でも宇宙に目を向けさせた作品は数多くあります。

芸術による「プロパガンダ」の力

こうした作品は人々の価値観に影響を与え、行動やお金の使い方を変えるという意味で、ある種のプロパガンダであるといえます。宇宙開発には莫大な資金投入が欠かせませんが、地球上にさまざまな問題がある中でそれを正当化するには、十分な根拠が必要です。公的資金の投入には世間の共感や納得が必要ですが、そのような世論を促す点において芸術は優れているため、アメリカやロシアの宇宙開発には芸術が大いに利用されてきました。これは戦時中に芸術が世論誘導に使われたのと全く同じ構図です。

現に近年では、宇宙倫理学という分野が立ち上がり、宇宙開発の倫理的な正当性が議論されています。そこではアートなどを通じた宇宙の美化が宇宙開発を倫理的に正当化できるかについて、しばしば懐疑的な意見が出されています。もちろん、アートを用いたプロパガンダにも失敗する可能性もあります。プロパガンダや宇宙の美化に失敗したとき、どのような悪影響が出るのかということにも目を向ける必要があると思います。

現代芸術の風潮

近年芸術以外の分野から、芸術の利用法が注目を集めています。その一つの潮流は、芸術とそれにまつわるスキルがビジネスに役立つといった、ビジネス書の流行に現れています。アートの利用法がこのように注目される理由の一つとしては、20世紀以降の現代芸術の潮流であるデュシャンの「便器」などのコンセプチュアル・アートや愛知トリエンナーレの「表現の不自由展」に展示された作品のような、特定の問題に関して答えを出さず人々に「考えさせる作品」が増えていることがあげられます。

図5「WEEE Man」　©RSA

グループワーク1

講師講演でお話しいただいたように、宇宙開発において芸術は主にプロパガンダの目的で使われてきました。これは、「こういう世界に住みたい」「こういう未来を実現したい」と思わせる、芸術の持つ「理想を表現する力」が利用されたといえます。一方で、現代芸術においては「問題提起の力」を利用して何らかのテーマについて考えさせる作品が増えているようです。

グループワーク1では芸術のもつ「問題提起の力」を実感していただきました。各班一つの芸術作品を鑑賞し、その作品がどのような問題を提起しているのかを考えた後、異なる作品を鑑賞した他班と、作品が提起する問題について意見を発表しあっていただきました。

ワーク内容

参加者の皆さまには、宇宙とは関係のない2種類の芸術作品の読解きを行っていただきました。一つはテレビや掃除機などの電化製品の廃棄物から人の形をしたものがつくられている「WEEE Man」(図5)、もう一つは白い牛の体の一部が食品サンプルからできている「Beef or Beef」です。

参加者は、まず班内の二人でペアをつくって作品を鑑賞し、その作品から感じとったことを付箋に書き起こして共有しました。次に、出た意見をヒントに作品がどのような問題を提起しているかを読み取り、最後は各ペアで読み取ったことを班全体で発表しました。その後、もう一方の作品を鑑賞した他班と、自班で出た意見を互いに共有しあいました。

結果・考察

「WEEE Man」に対して各班が読み取ったメッセージには、電化製品でつくられていることから「行き過ぎた技術による人類の抱えるリスク、技術の発展によって生まれる人類の悲しみや苦悩を表しているのではないか」といったネガティブなものや、上を向いていることから「技術の更なる発展に希望を抱いているのではないか」といったポジティブなものがありました。

「Beef or Beef」から各班が読み取ったメッセージは、牛の体の一部しか食品サンプルになっておらず、しかもその食品サンプルが全て食べかけであることから「人類がいかに資源を無駄遣いしているかを表現している」といったものや、牛が白く料理にのみ色がついていることから「料理にしか興味がなく、犠牲になっている家畜に目が行っていない人間のエゴを表現している」といったものがありました。

このように一人ひとりが独自の視点で芸術作品を読み解いた結果を共有することで、同じ箇所について読み解きをしても自分とは異なったメッセージの受け取り方があることを感じていただき、一人で読み解くときには気づけないようなメッセージやその作品が提起している問題を読み解くこともできました。このグループワークを通じて参加者の皆さまには、芸術の持つ「問題提起の力」を実感していただけたと思います。

WORKSHOP2

SPACE×ART

グループワーク2

グループワーク2では、宇宙開発において芸術のもつ「問題提起の力」はどのように作用するのかを体験していただきました。参加者の皆さまには、実際に宇宙で生活することをイメージした後、宇宙に関連した芸術作品の読解きをしていただきました。

ワーク内容

まず、宇宙での生活をイメージするため、資源開発員や惑星間の物資輸送業者といった宇宙特有の役職から、医者や会社員、大学院生など私たちの生活に身近な役職までを割り振り、それぞれの役職になりきって架空の惑星基地での一日のスケジュールを作成していただきました。その後、作成したスケジュールをもとに、宇宙で生活する上ではどのような問題が生じるかを考える時間をとりました。

次に、宇宙コロニーのような広い空間にある、砂浜に似た場所に、子供が一人で座っている芸術作品をグループワーク1と同じように読み解いた後、その作品から感じ取ったことを付箋に書き起こして共有していただきました。その後、書き起こしたことをヒントに宇宙で生活する上で生じる問題点を出し、惑星基地でのスケジュールを書くときに出た問題点で関連するものがあれば結び付けていただきました。

結果・考察

例えば、「医者」という役職を与えられた方の作成したスケジュールは図6のようになり、問題点として「薬や医療器具が手に入りにくい」という医者だから感じるものや、「閉鎖環境のため娯楽が不足している」「言語など文化の多様性があるため、共同生活においてストレスがある」といったものが出ました。また、他の方からは「宇宙食の賞味期限や残数を気にしなければいけない」といった意見や、「ビールを飲みたい」といった宇宙における生活を快適にする上での指摘がありました。

宇宙に関連した芸術作品に対しては、「地球との距離感を考え、物資の供給が難しい」というスケジュールを書いた時点で出た問題点との関連づけや、「青空という単語が存在しなくなるなど文化が大きく変わる」「体内時計が狂い、今の人類と違う生活になる」といった新たな意見が出ました。

グループワーク2の目的は、宇宙を題材にした芸術作品から「問題提起の力」を感じていただくことでした。はじめに役職を与えスケジュールを考えていただくことで、具体性が増して宇宙での生活をよりイメージしやすくなり、宇宙で生活する上での問題点を考えることができました。またその後の芸術作品の読解きでは、前半のフェーズではなかった宇宙での生活を意識した問題点が多くあげられ、参加者の皆さまには宇宙開発の分野でも芸術の持つ「問題提起の力」が発揮されることを体感していただけたと思います。

一日のスケジュール	
6:00	起床
6:00〜8:00	朝食など
8:00〜9:00	運動
9:00〜12:00	診療所で診察
12:00〜13:00	昼休み
13:00〜17:00	診療所で診察
17:00〜18:00	運動
18:00〜20:00	夕食
20:00〜22:00	くつろぐ
22:00	就寝

図6

セミナー2

芸術の持つ力

グループワーク1とグループワーク2で感じていただいたのは、芸術の持つ「問題提起の力」であり、これは芸術の持つ力の一つに過ぎません。芸術には他にも、図7に示すような力があると考えます。

芸術の持つ力

- 理想を表現する力
- 問題提起の力
- コミュニケーションを生む力
- 個人のアイデンティティに即した意見を促す力
- 価値観を相対化する力
- 学習させる力
- ボーダーレスに伝える力

図7

このうちの一つに「コミュニケーションを生む力」があります。これは、芸術作品を前にすることで鑑賞者同士のコミュニケーションが生まれるというものであり、芸術祭で多くの人の親交が深まるのはこの力によるものです。他には「個人のアイデンティティに即した意見を促す力」があります。近代の宗教画や神話画などとは異なり、現代芸術において作品の解釈は鑑賞者に依存する傾向があります。作品を鑑賞するときに個人が抱く思いは、その人の立場や国籍、ジェンダーなどのバックグラウンドに根ざしたものです。芸術にはこのように「個人のアイデンティティに即した意見を促す力」があると考えられます。

その他にも、これまでとは違った視点から物事をみられるようになる「価値観を相対化させる力」や、前提知識が必要となる作品を解釈することを通してモチーフへの知識がつくという「学習させる力」、国籍や文化を問わずに何かを伝えることのできる「ボーダーレスに伝える力」などがあると考えます。

宇宙開発における芸術の力

宇宙開発は今、「生存」から「生活」のフェーズに移りつつあります。めざましく発展する宇宙開発の中で、SpaceX社が火星に自給自足可能な都市を建設する計画のために再利用可能なロケットを開発するなど、宇宙旅行や月・火星移住が現実味を帯びてきているのです。それにより、これまでのようにただ生命を維持するだけではなく、快適性の確保や人間らしく過ごせる環境が重視されるようになります。今までにないほど多くの人が宇宙に進出することで独自の文化が発展し、芸術の力を利用する機会は間違いなく増えるでしょう。

WORKSHOP2

SPACE×ART

講師講演2

芸術の力に注目が集まることがある一方で、芸術に対する期待感に警鐘を鳴らす意見もあります。アートは万能なのか、アートから得たアイデアはどのように扱えばいいのかといったことをお話しいただきました。

アートは本当に役に立つのか

宇宙開発をする人たちにとってアートは役に立つのでしょうか。近年、アートはビジネスに役立つといった内容の本が多く出版されています。このような本で語られる典型的なものとしては、芸術にはクリエイティビティや発想させる力、感情に訴える力があり、これらはビジネスにも役に立つというものです。こういうとアートは便利なもののように感じますが、アートの良い部分を取り上げているにすぎないという見方もあります。

アートにもさまざまなものがあり、あらゆる作品が問題を解決できたり、クリエイティブであったりするわけではありません。そのような意味で、アートから得られるメリットは確約されておらず、コストパフォーマンスが良いとは必ずしもいえません。むしろ大半の芸術作品は歴史に残らない駄作なのです。他のものよりもアートを用いるべきであるという結論を出すには、まだ少し検討が必要だと思います。

芸術とクリエイティビティ

芸術は、クリエイティビティと結びつけられることが多いですが、クリエイティビティが芸術作品の最終評価軸になるわけでありません。現代芸術ではその評価軸はある程度重要なものになっているとはいえ、芸術の伝統を広くみるとクリエイティビティという評価軸が出てきたのは近年のことです。大事なのは、ただ新しいものをつくることではありません。その先、つまりその新しさは特定の分野でどのような意義があるかをきちんと評価できることです。どのような作品であれ、その要所を適切におさえ、意義や価値を適切に判断することが必要です。

まとめ

2018年の9月、株式会社ZOZOの前澤 前社長がアメリカのSpaceX社による月旅行に参加するというニュースは、人々を驚かせました。また、Amazon社の創業者であるジェフ・ベゾス氏が率いる宇宙ベンチャーBlue Origin社や、ロシアの民間企業コスモコース社など、多くの企業が宇宙旅行に乗り出しはじめ、もはや宇宙に行けるのは宇宙飛行士だけではないという時代に差し掛かっています。未だ人類は地球以外の惑星での生活を始めていないため、宇宙で起こりうる問題は想像に頼る部分が出てくると考えられます。

しかし、問題を想像だけで対処するには限界があります。ここで芸術作品の「問題提起の力」を使うことで、今まで考えられていた問題点を再確認するだけでなく、想像しただけでは考えられなかった新たな問題がみえるようになったり、問題を解決するきっかけになったりすることが期待されます。このように芸術作品による「問題提起の力」は宇宙開発の大きな助けになり、その促進に役立てることができるのではないでしょうか。

本ワークショップ全体を通じて、芸術の持つ力について学んでいただきました。宇宙開発における芸術の必要性を考えた上で芸術を取り入れないことと、そもそも芸術が選択肢にないことは大きく異なります。本企画が宇宙開発における芸術のあり方を考えるきっかけとなったのであれば幸いです。

WORKSHOP2
SPACE×ART

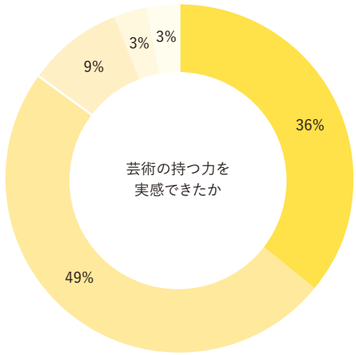
アンケート

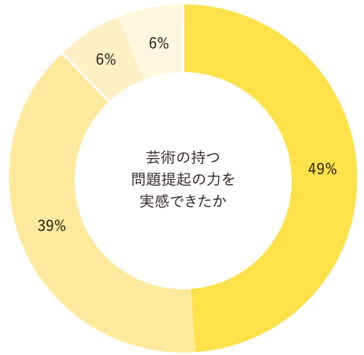
本企画の達成度を評価するため、参加者の皆さまにアンケートに回答していただきました。

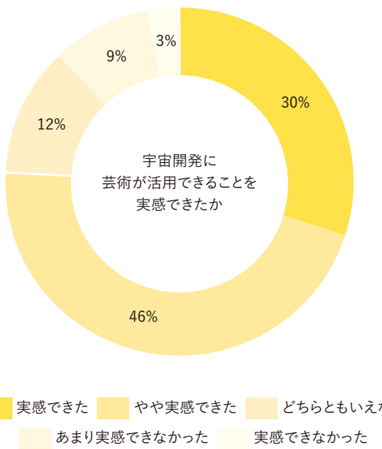
「芸術の持つ力を実感できましたか?」という問いに対して、「実感できた」「やや実感できた」と回答された方は85%、「今後、宇宙開発に芸術は必要であると思いますか?」という問いに対して、「とてもそう思う」「ややそう思う」と回答された方は78%という結果になりました。

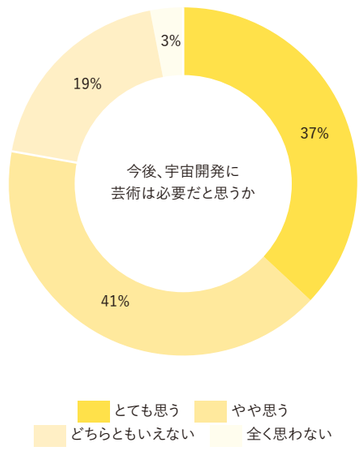
また、自由解答欄の「なぜ宇宙開発に芸術が必要だと思いますか?」に対しては、「文化利用は日本の宇宙開発のフロンティアであるから」「芸術を用いることで大衆に宇宙開発をより発信することができるから」といった回答をいただきました。

このアンケート結果より、本企画をきっかけに、宇宙開発に芸術が活用できるかについて考えていただけたのではないかと思います。









2019-ANNUAL REPORT

企業ポスター

会場のホワイエにて、SDFの活動をご支援いただいた特別協賛団体・協賛団体のポスターを掲示しました。
プログラム間の休憩時間には、参加者の皆さまがポスターの前で盛んに交流している姿が見られました。

株式会社IHI

スカパーJSAT株式会社

株式会社sorae

デロイトトーマツ コンサルティング
合同会社

株式会社放送衛星システム

日本衛星ビジネス協会

一般社団法人日本航空宇宙工業会

一般財団法人
宇宙システム開発利用推進機構

さくらインターネット株式会社

株式会社サンライズ

株式会社パスコ

三菱重工業株式会社

三菱電機株式会社

SPACE DEVELOPMENT FORUM EXECUTIVE COMMITTEE

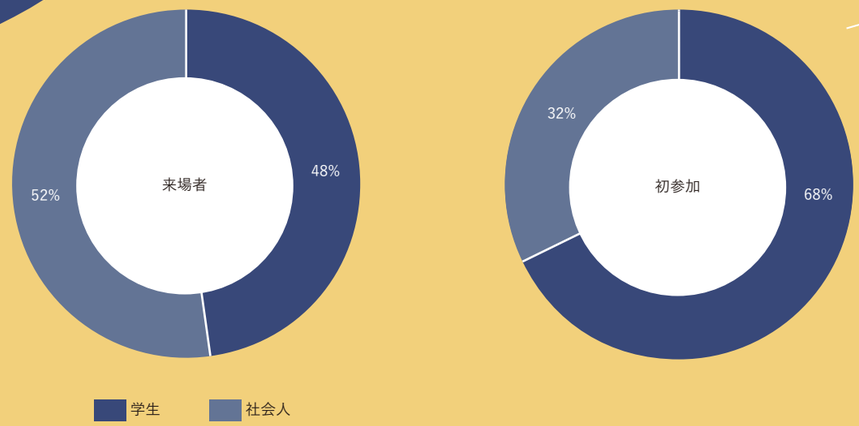
アンケート結果

9月14日、15日の2日間にわたり開催された「宇宙開発フォーラム2019」には、延べ180名の方にご参加いただき、そのうち87名の方にアンケートへご回答いただきました。

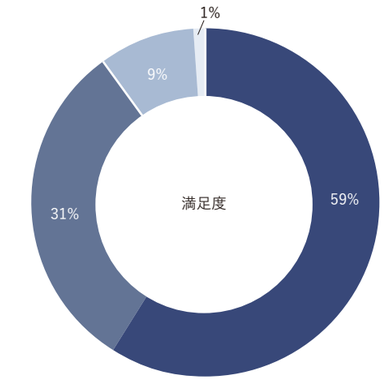
本年度の参加者の割合は学生の方が48%、社会人の方が52%となり、例年と比べて社会人の方にも多くご参加いただきました。学生の方の専攻は、工学や理学の他にも法学や経済学、社会学などで、文理を超えた幅広い専攻の方々にご参加いただくことができました。
また、今回は芸術をはじめとしたこれまでにないテーマを扱ったこともあり、参加者の方のうち68%が初参加の方と、数多くの新規層を取り込めました。

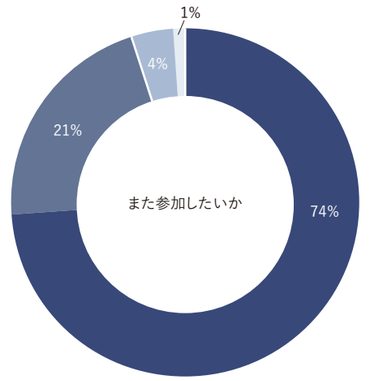
次に、フォーラム全体への満足度に関する質問には、90%の方から「大変満足している」「満足している」とご回答いただきました。
さらに、「またフォーラムに参加したいと思いますか?」という質問に対しては、95%の方から「思う」「やや思う」とご回答をいただきました。

以上の結果から、本フォーラムは多くの参加者の皆さまに有意義な時間を提供することができたのではないかと思います。
また、今年度のテーマである「The students' point of view」にあるように、参加者の皆さまに新たな"視点"を提供することができたと考えております。



アンケート結果





参加者の皆さまからのご意見（一部抜粋）

参加者の皆さまからのご意見を一部ご紹介させていただきます。

Panel Discussion1「宇宙機開発とシステムズエンジニアリング」
・専門性を持ちながらも、俯瞰的な視点も必要だということが分かった。
・システムズエンジニアリングはもっと広く多職種に広まるべきコンセプトだと感じた。

Workshop1「今、知ってほしい宇宙と安全保障の話」
・文理問わず、幅広い年代の方々と宇宙に関わる議題について討論でき、知見が深まった。
・学生だけのイベントでないところが、参加者の多様性を生み出していて、白熱した討論ができた。

Poster Session
・様々な団体の方と会話できる良い機会だった。

Panel Discussion2「衛星データビジネスの活性化に向けて」
・パネリストの方々が各分野の代表から選出されており、知らなかった情報を色々と知ることができたのでとても楽しめた。

Workshop2「宇宙開発における芸術」
・趣向が凝らされていて飽きずに楽しく参加できた。

以上のご意見からうかがえるように、各プログラムともご好評をいただきました。

本フォーラムを通して、皆さまにこれからの宇宙開発について考えていただくことができたのではないかと思います。今後もメンバーの持つ宇宙開発への考えを発信していきたいと考えております。

皆さまからいただいたご意見を参考に、より良いフォーラムを開催することができるよう、メンバー一同努力してまいります。今回掲載することができなかったご意見も含め、アンケートにご協力いただきました皆さまに心より御礼申し上げます。

PROJECT

プロジェクトは2019年から新たに始動した、SDFの活動形態の一つです。

本団体は設立から17年が経ち、その間にもSDFを取り巻く環境は大きく変化しました。17年前日本では、法整備はほとんど行われず、またGXロケットの開発中止、三機関統合などのいざこざの中、政策として日本の宇宙開発の明確なビジョンを示せずにいました。それから現在にかけて、法律面では2008年に宇宙基本法、2016年に宇宙活動法、衛星リモートセンシング法が制定され、他にもさまざまな法整備の気運が高まっています。政策面では、2017年に「宇宙産業ビジョン2030」が制定され、日本における宇宙開発のビジョンがはっきりと打ち出されており、ビジネス面でもさまざまなベンチャー企業が事業を開始しています。このような変化を背景に、SDFで活動を行うメンバーには、自らの手でより実践的・専門的・対外的な活動を行っていきたいという思いが芽生えるようになりました。

そこでプロジェクトという形態を用い、宇宙開発フォーラムで参加者の皆さまに問題提起を行うだけでなく、幅広い企画を実行することとなりました。
現在は、「宇宙法研究会」「dot.」「USE」の3チームが活動しています。この報告書では、各プロジェクトの活動をご紹介します。

宇宙法研究会

dot.

USE
UNIT OF SPACE EDUCATION

宇宙法研究会

概要

現在、陸・海・空に続く「第4の戦場」とも称される宇宙空間の開発は、東西冷戦のさなか不十分な法規制のもとで際限なく行われていました。それに対して国際社会の不安が高まったことを背景に、1960年代から70年代にかけて宇宙条約、宇宙救助返還協定、宇宙損害責任条約、宇宙物体登録条約、月協定といういわゆる国連宇宙諸条約が制定されました。

近年、宇宙開発は国家だけでなく民間企業でも行われるようになってきています。宇宙産業のさらなる拡大が見込まれる中、有人宇宙旅行や宇宙資源開発などの条約制定当時は想定されていなかったようなビジネスが展開されようとしています。その他にもスペースデブリや宇宙安全保障など、これまでの国連宇宙諸条約だけでは対処しきれない問題が数多く出てきており、世界的に国連決議などのソフト・ローや各国国内法を充実させる必要性が高まっています。しかし、その整備は宇宙技術の開発の速さに追い付いておらず、法整備の未熟さが宇宙開発の阻害要因になっているという現状があります。

このように、宇宙開発を進めていくにあたって、法整備を充実させることは不可欠です。そのためには、法律を単に法的視点からみるだけでなく、理系的視点からも捉える必要があるのではないかと私たちは考えています。

そこで、宇宙法研究会は
①宇宙開発のさらなる発展のために、
　将来を担う学生として宇宙法に関する知見を得ること
②理系的視点ももつSDFの強みを生かし、
　宇宙法の運用に関する議論において新たな切り口を生み出すこと
の二つを目的として活動しています。

活動内容

上記二つの目的を達成するために、私たちは日本で唯一理系学部生も含めたチームを構成し、宇宙法模擬裁判に出場しています。また、宇宙法やその他国際法の勉強会も定期的に行っています。

宇宙法模擬裁判とは、架空国家間の宇宙開発に関わる事件をめぐる紛争の解決を委任された国際司法裁判所を想定し、原告・被告双方の立場から宇宙法やその他国際法に基づき論証を行い、勝敗を決定するものです。その勝敗は主に裁判官役に提出される書面と法廷での弁論によって決定されます。過去5年の大会実績は、以下の通りです。

2017年	JAXA賞
2016年	総合優勝、原告最優秀書面
2014年	総合優勝、弁論最優秀書面、JAXA賞、 原告最優秀書面、被告最優秀書面

昨年度の大会では、月面における基地建設や資源開発、宇宙船の爆発損害をめぐる問題が出題され、普段の活動の成果を発揮することができました。今年度は大会での総合優勝を果たすべく、活動を行っています。

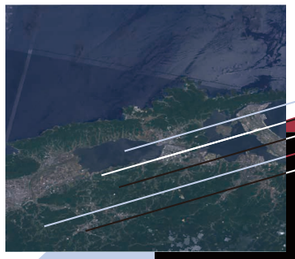
PROJECT SATELLITE DATA

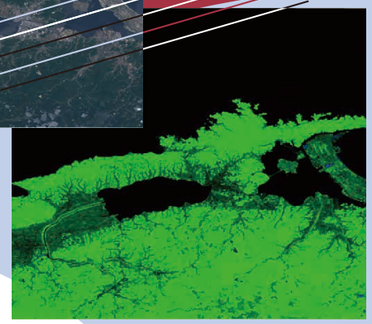
dot.

概要

近年、宇宙産業のさらなる拡大を目指し、Tellusなどの衛星データ利用プラットフォームが整備され、一般の方でも衛星データを容易に扱えるようになりました。しかし、衛星データを用いてソリューション開発をする事業者はいまだにあまり多くありません。その原因としては、衛星データを扱える人材が少ないこと、初学者には衛星データの利用の敷居が高く感じられることなどが挙げられます。

dot.は、初学者が衛星データを利活用するための道標となるよう、誰でも気軽に衛星データを勉強できる教材を発信することを目標としたプロジェクトです。また、衛星データの利活用をプロジェクトメンバー自身が実践することで、技術力を向上させるだけでなく、プレイヤーとしてのマインドを養うことを目指しています。本年度は、プロジェクトメンバーのほとんどがプログラミング初学者であったため、衛星データを扱うための基礎的な勉強が主な活動となりました。





活動内容

本年度は、担当者が計4回のチュートリアルを作成し、プロジェクト内で実施しました。チュートリアルでは、衛星データ利用プラットフォームGoogle Earth Engineを用いて、主にPythonによる衛星データの操作を学びました。それぞれの達成目標と内容は以下の通りです。

	目標	内容
第1回	衛星データとは何かをイメージする	人が認識する自然光の色合いで表現された True Colorと呼ばれる衛星画像の作成
第2回	Google Earth Engine APIを 利用できる環境を整える	特定の波長に対する電磁波の反射率を 利用した雲と雪の識別
第3回	衛星データの観測バンドについて理解し、 情報を抽出する	観測バンドの特徴を利用した 雲と雪の識別
第4回	他のライブラリを用いて、 Google Earth Engineのデータを解析する	Pythonで多用される、numpyやmatplotlibなどの ライブラリを用いた操作性の向上

PROJECT SPACE EDUCATION

USE

概要

宇宙開発には文系・理系を問わず、幅広い関わり方があります。また、宇宙開発によって培われた技術や人工衛星によって得られたデータは災害対策、農林水産業などさまざまな分野の課題解決やビジネスに利用されています。しかし多くの中高生はそのことを知らず、宇宙開発といえば航空宇宙工学と考え、将来の選択肢を狭めてしまうことがあるという問題意識がありました。

そこで、まだ進路が確定していない中高生を対象にワークショップを行い、幅広い宇宙開発への関わり方や宇宙の活用の仕方を知ってもらうことで、中高生の視野を広げたり、宇宙開発に今まで興味を持っていなかった人にも関心を持ってもらえたりするのではないかという考えから、USE（Unit of Space Education）の活動が始まりました。

USEは中高生を対象に
①宇宙利用に興味を持ってもらうこと
②宇宙開発の意義を知ってもらうこと
③宇宙開発への関わり方が多種多様であることから
　自分の将来像に幅を持ってもらうこと
の三つを目的とした宇宙教育活動を行うプロジェクトです。

活動内容は、中・高等学校や学習塾での宇宙開発・利用を題材としたワークショップイベント「スペースゼミ」の開催です。

実績

2019年3月6日	都内中高一貫校にて他団体との合同イベントで ワークショップ実施
2019年7月21日	学習塾にて第1回スペースゼミ 開催
2019年11月23日 24日	東京大学にてスペースゼミ@駒場祭 開催

活動レポート

第1回スペースゼミでは、グループワーク1「宇宙から社会を考えよう！」とグループワーク2「小型ロケットベンチャーをつくろう！」で構成されるワークショップを行いました。グループワーク1では、主にアフリカで問題となっているマラリアをテーマに、衛星データを用いて人や蚊の多い場所を予想し、マラリアの感染リスクを評価する方法について議論していただきました。一見宇宙とは関係なさそうな分野における課題解決にも、宇宙技術は役に立つことを実感していただけたと思います。グループワーク2では、小型ロケットベンチャー企業の社長としてどのような専門性を持つ人を雇うかを議論し、宇宙開発には文系・理系を問わず幅広い関わり方があることを実感していただきました。

参加者の声

「私は理系とはいえず、宇宙開発に興味はあっても私には合わないのではないかと考えていた。しかしワークショップを通して、今は私も自分の得意な分野で宇宙開発に携われたらいいなと思った。」
「宇宙技術がさまざまな分野に使われていて身近に感じた。」

ABOUT SDF

Organization

宇宙開発フォーラム実行委員会（SDF）

SPACE Development Forum Executive Committee

Mission

宇宙開発の未来を担う人材を生み出し、つなげる

Activity

SDFは、宇宙開発における文理融合を実現するために
学際的な視点から幅広く活動を展開する学生団体です。
SDFでは多様な専攻のメンバーが、宇宙開発フォーラムの企画・運営と
プロジェクトの運用など、宇宙開発に関する様々な活動を行っています。

History

2002年　団体設立
2003年　宇宙開発フォーラム 初開催
2016年　国際航空宇宙展（JA2016）出展
2018年　15周年イベント 開催
2019年　宇宙開発フォーラム2019 開催

Recruitment

SDFでは、常時学生メンバーを募集しています。
活動に興味のある方は、下記お問い合わせフォームよりお気軽にご連絡ください。
E-mail info@sdfec.org
URL　https://www.sdfec.org/

2019-ANNUAL REPORT

SPACE DEVELOPMENT FORUM EXECUTIVE COMMITTEE

宇宙開発フォーラム2019 支援団体

後援団体

内閣府

外務省
Ministry of Foreign Affairs of Japan

文部科学省

経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

JAXA

JSF 一般財団法人
日本宇宙フォーラム

宇宙開発フォーラム実行委員会 2019年支援団体

特別協賛団体

IHI
Realize your dreams

スカパーJSAT

BSAT 株式放送衛星システム
BROADCASTING SATELLITE SYSTEM CORPORATION

協賛団体

Jspacesystems

SAKURA internet

SUNRISE

sorae
宇宙へのポータルサイト

Deloitte.
デロイト トーマツ

SSPI 日本衛星ビジネス協会
Space and Satellite Professionals International Japan

SJAC 一般社団法人
日本航空宇宙工業会

PASCO
Surveying the Earth to Create the Future

三菱重工

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

協力団体

IHI AeroSpace

うちゅう
うちゅうにむちゅう

Orchestrating a brighter world
NEC

Marubeni Aerospace

RESTEC
一般財団法人 リモート・センシング技術センター
Remote Sensing Technology Center of Japan