

米国スペース・シンポジウム2016

去る4月11日～14日に米国コロラドスプリングスで開催された第32回スペース・シンポジウムに参加する機会を得たので、その概要を報告する。

1. スペース・シンポジウム

1984年から「National Space Symposium」との名称で毎年3月～5月に米国のコロラド州コロラドスプリングス市で開催されてきた。世界的なイベントとなっていることを反映して、2014年の第30回より「Space Symposium」と名称が変更された。主催はSpace Foundation（創立1983年のNPO）である。

このスペース・シンポジウムは、「米国における宇宙の3分野（Commercial/Civil/Defense）に関する機関の長クラスが一堂に会して情報交換を行う場」と位置付けられており、米国政府関係者による政策発表、諸外国からの政策発表、パネルディスカッション、企業からの発表、技術セミナー及び企業・組織による展示が行われている。

2016年の第32回シンポジウムには33ヶ国から、1,385の企業・組織（約12,000人）が参加し、出展者は189（14ヶ国）にのぼる。これは、

世界の宇宙予算のうち約半分が米国の政府予算であり、米国は世界の宇宙活動大国であることに起因すると考えられる。また、米国の宇宙予算の約半分が安全保障関連の予算であることから、シンポジウムの内容も安全保障関係の内容が多かった。

2. 政策発表等

(1) 国際宇宙機関パネル

米国NASAをはじめとする13ヶ国の宇宙機関（欧州ESA、英UKSA、仏CNES、独DLR、日JAXA、韓KSA、等）が参加した宇宙機関のパネルが開催され、各国の宇宙政策・宇宙プロジェクトの紹介が行われた。

JAXAからは山浦雄一理事が参加し、日本の宇宙プロジェクトの紹介と新型基幹ロケット（H-3）の開発に取り組んで行くこと等を発表した。

NASAのBolden長官は、以前から伝えられているとおり火星に人類を送り込む計画を発



国際宇宙機関パネル登壇者（右端がJAXA山浦理事）

表した。ESAのWorner長官はSpace4.0として加盟国にアンケートを行った結果、ESAが行うべき優先順位1位グループとして地球観測、科学、通信があり、2位グループとして測位航法、ロボット、SSA（Space Situational Awareness：宇宙状況把握）となったと発表した。また、DLRのEhrenfreund長官はInnoSpaceと銘打ち、DLRが宇宙イノベーションや新マーケットに向けて産業界を主導する計画であることを発表した。具体的にはまず異業種間でのエキスパート会合、DLR SpaceBot CupやSpace Innovation Expoの開催を検討しているとした。

(2) 各国セミナー

Country in Focusとして、3か国（欧州、フランス、日本）の宇宙政策・宇宙プログラムに関して、より詳しく説明するセミナー時間が設定されており、日本のセミナーにはモデレータとして日本宇宙フォーラムの吉富理事とパネリスト6名の合計7名が登壇した。

- ・内閣府宇宙開発戦略事務局の守山参事官は、宇宙基本計画の概要と準天頂測位衛星プログラムが計画どおり進捗していること及びSpace New Economyを加速する予定であることを発表した。
- ・JAXA新事業促進部の松浦部長からは、

JAXAの各種地球観測衛星から得られたBig Dataを地球規模の課題解決に役立てたいとの発表があった。

- ・JETRO（ロサンゼルス）の吉村所長からは、日本の宇宙産業では衛星、ロケットの組み立てを行う大企業だけでなく中小企業（SME）が重要な技術を保有していることからSMEのプロモーションを行い、New Space Industryを育てて行く必要があるとの発表があった。
- ・MHIの小笠原副宇宙事業部長はH-3ロケットを紹介した。また、ATカーニエの石田プリンシパルは日本の宇宙ビジネスでは既存企業だけでなく新興企業も活躍してきていることを紹介した。更にAstroscaleのビジネス担当Moreele氏はデブリ回収衛星の紹介をおこなった。このセミナーは日本の宇宙政策・産業を他国に説明する良い機会となった。

(4) 安全保障パネル

各国の軍の宇宙安全保障担当者が登壇し、各国の状況と国際共同の状況を発表した。登壇者は、米国、英国、フランス、ドイツ、カナダ、オーストラリア、ニュージーランドの7か国である。オーストラリア、ニュージーランドを除く5か国は宇宙先進国であり、既に通信、偵察分野での宇宙利用は進んでい



日本セミナー登壇者

る。今後はSSAの国際協力をさらに進めて行きたいとのこと。

ニュージーランドはまだ宇宙新興国であるが、CubeSatの利用や小型ロケット開発（ニュージーランドを拠点とするRocket Lab社のElectronロケット）で宇宙への参入障壁は小さくなっているとの発表があった。

オーストラリアからは国土は広いが人口は少ないので宇宙利用が必要であること、また地理的な特徴を生かしてSSAにおける光学望遠鏡観測で協力していきたいとの発表があった。

(5) American Space Renaissance Act

オクラホマ州選出のBridenstine下院議員は米国が優秀な宇宙国家であり続けることを保証するために、このAmerican Space Renaissance Act（法律）が必要であると発表した。内容は国家安全保障、政府関係、商用関係の3つに大きく分かれている。安全保障関係では抗たん性を高め、政府関係では予算の説明責任を高めつつ火星を含めた宇宙探査を進め、商用関係では宇宙産業の確実性を高めることを目的としている。

今後、各種の意見を取り入れ、法律文書を完成させて行くとのこと。

3. 企業発表等

(1) Blue Origin社

米国のBlue Origin社のJeff Bezos社長が登壇した。Jeff Bezos氏は、アマゾンドットCOMの創業者であり、その資産を活用して宇宙会社であるBlue Origin社を2000年に設立した。

発表概要は以下の通りである。

アマゾンには21年前に従業員10名で始めたが、今では従業員は10万人になり、大きく変化した。アマゾンのキラーアプリは本の販売であるが、Blue Origin社では宇宙旅行である。この宇宙旅行はサブオービタル機のニューシェパードによって行われる。

このニューシェパードの開発では2015年11月のテスト飛行で高度100kmを超え、無事に垂直着陸回収も行われた。同じ機体を使って今年1月と3月に高度100km超えの飛行を達成し、回収にも成功している。ニューシェパードは燃料がメタンで酸化剤が液体酸素を使用する推力11万ポンドのBE-3エンジンを搭載するロケットで、ペイロードとして6人乗りのカプセルを搭載する構成である。ロケットはBE-3エンジンの再着火により垂直に陸着回収され、大きな窓が特徴となっているカプセルはパラシュート



Jeff Bezos氏 (左)



ロケットと乗員カプセル (出典: Blue Origin社)

で回収される予定である。有人宇宙飛行の商業運行は2018年に開始予定となっている。

また、2014年9月にULA社とBE-4（燃料：メタン）エンジンの共同開発で提携し、2015年4月にはULA社の次期型ロケットVulcanの第1段エンジンとしてBE-4の提供を発表した。Vulcanロケットは2019年に初号機を打上げる予定である。（報告者注記：ただしVulcanの第1段エンジンは、Aerojet Rocketdyne社のAR-1エンジン（燃料：ケロシン）もバックアップで検討されており、エンジン選択は2017年に行われる。）

「アマゾンがBlue Origin社にとって資金を提供する銀行の様な存在か？」との司会者からの問いかけにJeff Bezos社長は「Yes」と回答し、さらに弾道観光飛行だけでなく、2地点間を高速で結ぶ飛行や、ペイロードを安価に軌道投入するロケットも検討中であることを明らかにした。

(2) 宇宙輸送（ロケット）パネル

宇宙輸送に関するパネルが開催され、10社からの登壇があった。

ア) Vulcan Aerospace社（Chuck Beans社長）
空中発射のストラトランチを2020年に

打上げたい。母機は現在組み立て中の双胴機で、世界最大の航空機となる。

イ) Rocket Lab社（Peter Beck社長）

Electronロケットは燃料圧送ポンプに通常使われるターボポンプでなく電動ポンプを使用したケロシンを燃料とする液体ロケットである。機体は全コンポジットであり、ニュージーランドから打上げる計画である。

ウ) ULA社（Troy Bruno社長）

AtlasロケットとDeltaロケットを使用して106回の連続打上げに成功している。現在は新型Vulcanロケットを開発中。

エ) Aerojet Rocketdyne社（Ms. Eileen Drake社長）

ロシア製のRD-180に代わるAR-1エンジン（燃料：ケロシン）を開発中。

オ) Firefly Space Systems（Thomas Markusic社長）

Firefly *a* ロケットを開発中。このロケットはLEOに400kgのペイロードを打上げ可能。

カ) Blue Origin社（Robert Meyerson社長）

燃料にメタンを使用したBE-3とBE-4エンジンを開発中である。両エンジンはRD-180より低圧である。



宇宙輸送パネル登壇者



New Shepard (出典: BlueOrigin社)



Falcon-9 (出典: SpaceX社)



StratoLaunch (出典: Vulcan Aerospace社)



LauncherOneロケット(出典:Virgin Galactic社)

キ) Arianespace社

2016年は12機の打上げを予定している。2020年にアリアン6がデビューする。過去100回打上げに成功し、打上げ保険は最も安く、最も商業打上げの実績がある。

ク) ILS社 (Kirk Pysher社長)

プロトンで商業打上げを行っている。

ケ) SpaceX社 (Ms. Gwynne Shotwell社長)

従業員は現在5,000人。2015年12月のFalcon-9ロケット20号機によるOrbcomm Generation 2衛星打上げではロケットの第1段の陸上回収に成功した。また、このシンポジウム直前の2016年4月6日の23号機によるCRS-8打上げでは洋上回収に成功した。今後、第1段を再使用して低コスト化を図りたい。

コ) Virgin Galactic社 (George Whiteside社長)

Virgin GroupのB747を改修して空中発射の母機とし、翼の下にロケットを搭載する計画で開発中。Launcher Oneロケットは300kgのパイロードをSSOに打上げ可能である。OneWeb社の700機の小型通信衛星を打上げ予定である。

4. 技術セミナー

Technical Trackと称して、約40のプレゼンテーション(各種技術の紹介:各20分間)が行われたので、その中から2つを紹介する。

- (1) HTS (High Throughput Satellite:大容量通信衛星) に関して: ViaSat社発表要旨
通信衛星オペレータのViaSat社から、HTSにより、安価な通信が行われるようになって



衛星の通信能力・コスト比較 (出典：ViaSat社)



米軍WGS衛星とViaSat-3衛星のビームの広がり比較 (出典：ViaSat社)

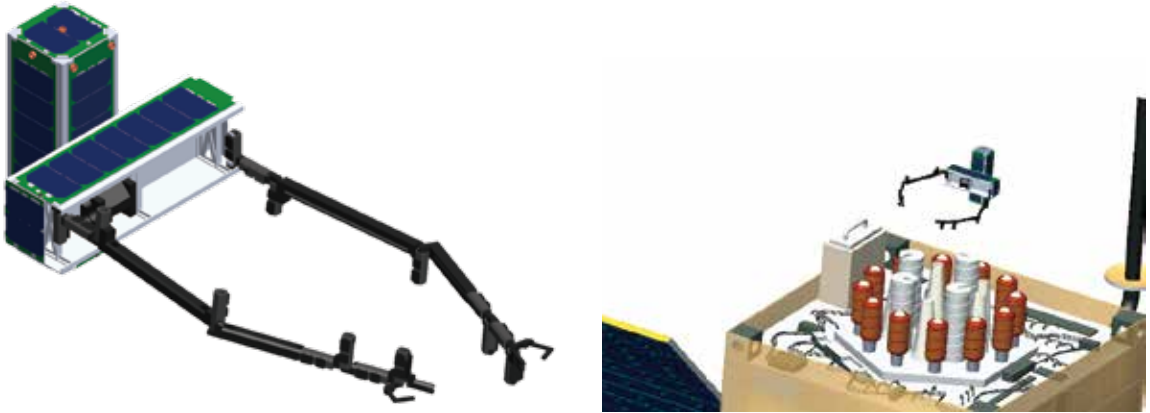
きていたとの発表があった。上図では米軍用の通信衛星AEHF (Advanced Extremely High Frequency) やWGS (Wideband Gapfiller Satellite) と比較して、ViaSat社の保有するVS-1や今後打上げ予定のVS-2 (2017年予定)、VS-3 (2019-2020年予定) は100倍から1,000倍の通信能力があるとしている。これは、より高い周波数帯域を使用するとともに、ビームを細くし、周囲への干渉を少なくして周波数の再使用を可能としているからである。

従って、一般市民は米軍よりも単価の安い通信を利用できているとしている。

(2) 超小型の故障診断・修理ロボット衛星：United States Naval Academy発表要旨

超小型 (CubeSat) の故障診断・修理ロボットの構想発表が米海軍大学より行われた。これはCubeSatの4U~6Uクラスの大きさで推進ユニットとロボットアームユニットを製作し、その2機を組み合わせる故障診断・修理ロボット：AMOD (Autonomous Mobile On-Orbit Diagnostic System) として運用する構想である。

2015年5月には推進ユニットを1.5UのサイズでNaval AcademyとGWU (George Washington University) との協力で製作したBRICSat-P (Ballistically Reinforced Communication Satellite-Prototype) がAtlas-5で打上げられた。今後、2016年にはBRICSat-Demonstratorの打上げ、2017年にはロボットアームユニットの打上げを行い、引き続き2018年には推進ユニットとロボットアームユニットを合体したAMODを打上げる予定である。低コストの修理ロボット衛星の可能性を示している。



AMOD想像図と大型衛星の修理を行うAMOD（出典：US Naval Academy）

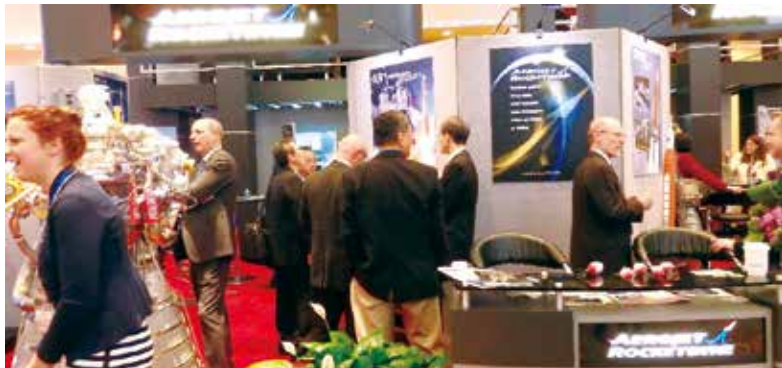
5. 展示

多くの企業、組織でブース展示を行っており、それぞれの特徴をPRするとともに、レセプションを開催して集客を図っていた。

(1) 日本

我が国からはJAXA・JETRO共同ブース出展としてNEC（衛星）、MHI（ロケット）、IHIエアロスペース（ロケット）、シンフォニアテクノロジー（アクチュエータ）、三菱プ

レシジョン（ジャイロ）、三菱レイヨン（材料）、Astroscale（デブリ除去衛星）、フルヤ金属（貴金属メッキ）、OSG（機械加工ドリル）、PARO（癒し用あざらしのぬいぐるみ）の10社が出展した。4月12日にはJapan Hour Receptionを開催し、JAXA山浦理事の参加する鏡割りやミス・SAKEによる升酒の配布も行われ、集客に貢献していた。



展示会場の様子



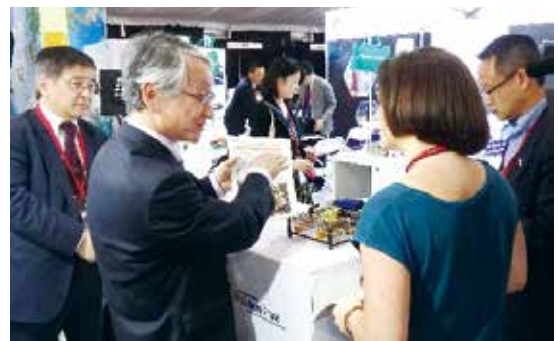
JAXA共同ブースのPRパネル



JAXA・JETRO共同ブース展示とJapan Hourの様子



癒しロボットPARO

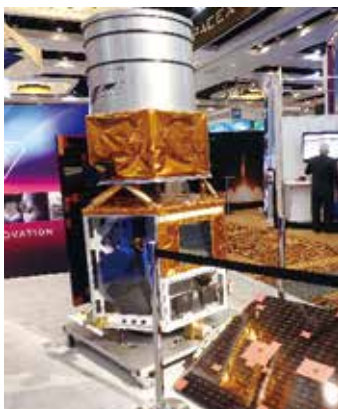


JAXAコールドガススラストの説明

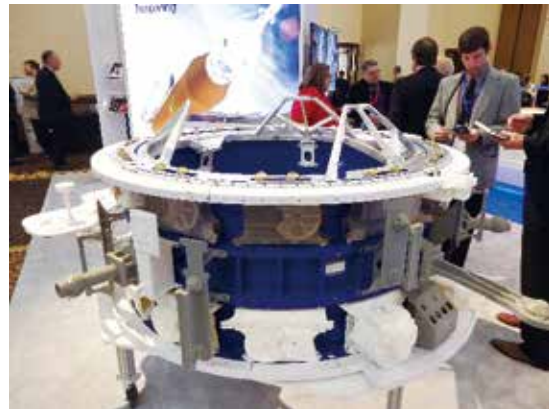
(2) Boeing社

Boeing社は多くの模型展示を行っていた。702衛星ファミリー（静止通信衛星）等の縮尺模型の他、502-Phoenix小型衛星（供給電力0.5～3kW）は実物大模型が展示されており、小型衛星分野へも力を入れていることを示し

ていた。また、SLS用宇宙船CST-100 Starlinerのドッキングメカニズムも展示されていた。このリング内径は狭いように見えるが、他の宇宙船のSoyuz等と同等であり、宇宙飛行士が通り抜けるには十分であるとのこと。



502-Phoenix小型衛星バス



Starlinerのドッキングメカニズム

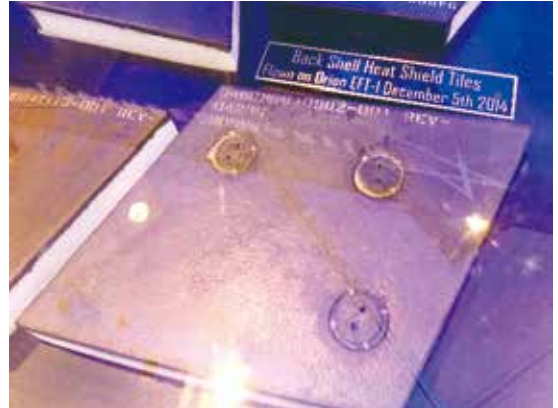
(3) Lockheed Martin社

LM社はOrion宇宙船、GPS-III、通信衛星などの模型展示に加え、2016年夏～秋に打上げが予定されているWorldView-4の模型展示が

あった。この衛星はDigitalGlobe社に納入済みであり、高精度地球観測画像の要求が大きいためから打上げが早められたものである。



WorldView-4



Orion宇宙船の耐熱タイル(2014年12月に再突入)

(4) Aerojet Rocketdyne (AR) 社

Aerojet Rocketdyne (AR) 社はロケットエンジンメーカーである。ULA社の主力ロケットAtlasロケットの第1段に使用されているロシアのRD-180エンジンの代替候補や次期Vulcanロケットの第1段エンジンの候補であ

るAR-1エンジン（Blue Origin社のBE-4エンジンと競争中）の模型、Atlas-5の第2段用RL10A-4-2エンジン（燃料：液体水素）の実機とCST 100宇宙船のアポート用エンジンの実機が展示されていた。



AR-1エンジン



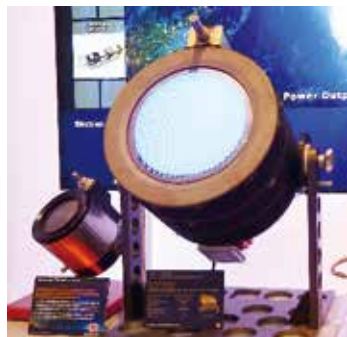
RL10A-4-2エンジン



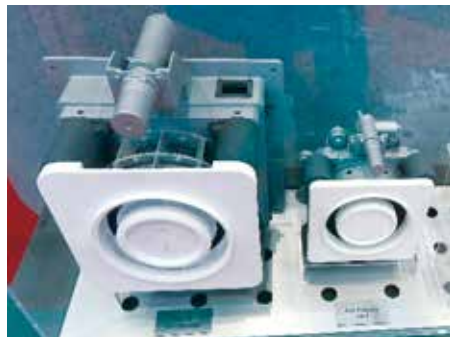
CST100アポート用エンジン



ADS社イオンスラスタ



L3社イオンスラスタ



AR社ホールスラスタ



仏ZODIAC社の衛星アンテナ



米MOOG社のCubeSat放出機構



ULA社の各種ロケット



Orbital ATK社の軌道上補給・修理衛星

(5) その他

衛星の軽量化/長寿命化につながる電気推進スラスタは複数社が展示していた。Airbus Defense & Space (ADS) 社、L3社とAerojet Rocketdyne (AR) 社が展示していた電気推進スラスタの写真を前頁に示す。またADS社のブース展示は衛星本体ではなく、衛星用化学推進スラスタなどに限定されていた。

また、フランスのZodiac Aerospace社は地上施設用のパラボラアンテナの模型を、MOOG社は増加している打上げ需要に対応するCubeSat放出機構を、ULA社は各種ロケットを、Orbital ATK社は軌道上補給・修理衛星の模型を展示していた。

6. 所感

このSpace Symposiumは宇宙分野の総合的シンポジウムであり、米国における民事・軍事・商業分野での宇宙活動（政策、技術）の現状と動向を把握することが出来た。今後もその進展を注視する必要があると感じた。また、我が国を紹介するパネルや日本企業紹介展示によって我が国の存在感も増し、宇宙産業の競争力強化に繋がるものである。この継続も重要であると考えられる。

〔(一社) 日本航空宇宙工業会 技術部 (宇宙担当) 部長 宇治 勝〕