

(第 164) 神奈川研究会議事メモ

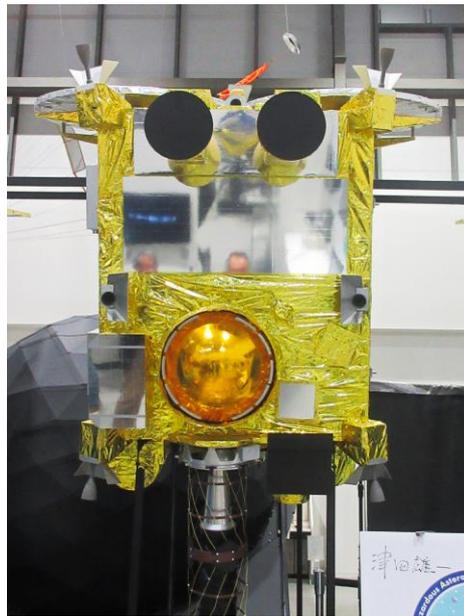
開催日	2025 年 4 月 9 日 (水)	出席者	山崎博・宮本公明・神田稔久
時間	12 時 30 分～14 時 30 分	敬称略	ゲスト中尾眞
場所	J A X A 相模原キャンパス		
技術課題	宇宙科学研究本部宇宙科学探査交流棟見学		
内容	<ul style="list-style-type: none">・日本の宇宙科学開発は、1955 年の糸川博士によるペンシルロケットの開発成功から始まった。・1970 年の人工衛星「おおすみ」の成功により、日本は世界で 4 番目の人工衛星打ち上げ国となった。・2003 年、宇宙航空研究開発機構 (J A X A) が誕生した。・2005 年、小惑星探査機「はやぶさ」が世界初の小惑星イトカワからのサンプルリターンに成功した。・2020 年 12 月に、「はやぶさ 2」のカプセルが、小惑星リュウグウから衝突装置により採取した地下物質を持ち帰った。・その後、月に行った S L I M が、世界初の月ピンポイント着陸に成功した。・現在、水星に向かっている「みお」は、逆スイングバイにより水星に減速接近し、2026 年には水星を回る軌道に入る予定である。・さらに、2026 年には、火星の衛星に行く「MMX」が打ち上げ予定で、世界初の火星衛星サンプルリターンを目指している。		
参加者			

展示物



糸川博士の業績を紹介する展示

M3(右)とM5(左)ロケットの実物展示



はやぶさ2のカプセル



月探査機「SLIM」

<p>参加者からのコメント</p>	<p>JAXA(宇宙航空研究開発機構)の相模原キャンパスを見学した。ここは、JAXA のうち宇宙科学研究所が主で、宇宙探査衛星の開発、打上げ(内之浦)、運用を行っており、実用衛星を開発、打上げ(種子島)、運用を行う筑波宇宙センターと分担していることを初めて知った。最近の話題は、りゅうぐうからサンプルリターンを果たした「はやぶさ2」とピンポイント月着陸を成功させたSLIMで、種々の展示を解説いただいた。はやぶさ2のサンプルカプセルの展示はよくこれで帰ってこれたなと感心するくらい小さなものであった。これらのプロジェクトが、過去の実績を足場にして、あらたな挑戦をするという、工学の進歩のステップそのものであることに納得した。(宮本公明)</p> <p>色々な興味深い展示がありました。中でもイカロスという所に興味を持ちました。イカロスとは太陽光による14mの幅を持つ帆です。説明員からは、“太陽の電磁波”により、0.1gの力が発生しており、宇宙空間を移動できると言われましたが、理解できませんでした。原理についてChatGPTに聞いてみました。</p> <p>ChatGPTの答え→「イカロス(IKAROS)」は、JAXA(宇宙航空研究開発機構)が開発した世界初の太陽帆(ソーラーセイル)を実証した宇宙機です。正式には「Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun」といいます。</p> <p>イカロスの特徴：帆の大きさ：対角線で約20メートル(幅としては約14メートル)の正方形の帆を広げる構造になっています。</p> <p>推進方法：太陽光(光の粒=フォトン)の圧力を受けて加速する「太陽帆航行」を世界で初めて実証しました。</p> <p>打ち上げ：2010年5月21日、H-IIAロケット17号機によって打ち上げられました。</p> <p>目的：惑星間空間での太陽帆の展開・航行技術の実証。</p> <p>太陽光(光子)の圧力によって推進する点がポイントです。</p> <p>?追加質問：光子エネルギーは電磁波ということですが、光子は質量を持たないのに力を与える機構がわかりません。光子についてもう少し教えてください。</p> <p>ChatGPT→素晴らしい質問です！光子が質量を持たないのに力(運動量)を与えられるというのは、量子力学と相対性理論が交差するところで、とても面白い話なんです。</p> <p>👉 光子(Photon)とは？</p> <p>光子とは、光や他の電磁波を構成する**最小単位(量子)**です。</p> <p>質量はゼロですが、エネルギーと運動量(モーメント)を持っています。</p> <p>光子は光の波動的な性質と粒子的な性質(粒子と波の二重性)を持ち合わせています。</p>
-------------------	---

参加者からのコメント

質量がないのに力を与えられる理由：. 光子はエネルギーと運動量を持つ

アインシュタインの有名な式： $E=hf$

- E はエネルギー
- h はプランク定数
- f は周波数

そして光の速度を c とすると、運動量 (p) はこうなります： $p= E/c = hf/c$ となり、質量がゼロでも、エネルギーがあるために運動量を持つのです！

なぜ太陽帆が動くの？

太陽から飛んできた光子が帆に衝突して反射または吸収されると、運動量が変わります。

運動量が変わると、それを受け止めた物体（帆）に反作用の力がかかる（ニュートンの第3法則）。

この小さな力を、広い面積の帆で大量に受けることで、少しずつ宇宙機が加速していくのです。これはブラックホールの形成と関係している現象だそうです。

太陽帆は「宇宙の風車」

イメージ的には、風ではなく「光の風」を受けて動く、巨大で超軽量の帆やヨットのようなものですね。
(中尾真)

久しぶりの JAXA (宇宙航空研究開発機構) の相模原キャンパスの見学でしたが、春休み直後の平日にも関わらずそれなりの見学者数で、日本人の宇宙開発への関心の高さを感じました。そしてこの要因の一つが、あの劇的な「はやぶさ2」のサンプルリターンにあると思いました。

高校の先輩である糸川さんの、敗戦後10年の1955年の小さなロケットの開発から、15年と言う短期間で世界で4番目となる人工衛星の打ち上げ成功は、限られた予算や知識・技術・人員での苦労が想像されるが、当時のプロジェクトマネジメントがどのようなものであったかを知りたくなった。

JAXA が成し遂げた数々の世界一、そして最先端のスイングバイ・イオンエンジン・ソーラーセイル等の用語、それらを解説の方から聞きながら、久しぶりに夢が膨らむ思いを感じることができた。かつて蓮舫議員が「1番で無ければだめですか」と言う質問したことがあります、やはり1番になることは重要だと思いました。(全てに1番になる必要はないと思いますが・・・)

宇宙開発の先頭を走っていたアメリカは、トランプになって NASA の予算を半減すると言いはじめました。確かに、今日必要なパンや米も大切ですが、一方で、明日を創る教育・科学技術開発もまた大切で、その両立をいかに図るかが問われていると思います。
(神田稔久)

<p>参加者からのコメント</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◇ JAXA 相模原キャンパスは、前から一度見学したいと思っていました。宇宙科学探査交流棟の屋外には、「M-3SII」と「M-V-2」の M 型 3 段ロケットの原寸機が展示されていました。「M-3SII」 ロケットは、1985 年に打ち上げられたロケットの原寸模型とのことで、間近に見るとその大きさに圧倒されました。 ◇ この「M-3SII」は、ハレー彗星の探査として「さきがけ」「すいせい」の探査機の打ち上げ、更に「ぎんが」「あけぼの」「ひてん」「ようこう」「あすか」といった探査機を打ち上げにも使われ大活躍しました。 ◇ 「M-V ロケット」は「M-3SII」の能力を高めた後継機で、実物展示とのことでした。一般的にロケットは打ち上げてしまうと回収するのは困難で、実物展示と言うのは珍しいのですが、このロケットに関しては偶然にも打ち上げようとしていた探査機が完成しなかったのが実物展示に回されたということでした。 ◇ 宇宙科学探査交流棟の内部には、「M-V ロケット」の先端部分の実物が展示されており、軽量化のために炭素繊維を用いた CFRP 製のモーターケースなどを実際に手で触ることも出来ました。このほか、ロケットから衛星を分離する際、工夫を凝らしたマルチバンド分離方式継手の切り離しは、局所の爆薬の爆発力を利用して瞬時に行われるとの説明でした。 ◇ このバンドのボルトを爆薬で切断する方式は非常に大きな衝撃が発生するため、イプシロンロケットの 3 号機からは「低衝撃型衛星分離機構」を採用し、爆薬を使わず機械的にバンドの結合をゆっくりと外すことで、衝撃を小さく抑える方式となりました。 ◇ 「イプシロン S」は、JAXA と IHI エアロスペースが開発中の固体燃料式の小型ロケットで、2013 年から運用されている日本の主力ロケット「イプシロン」を改良した全長およそ 27 メートルの 3 段式のロケットで、世界で需要が高まる衛星打ち上げビジネスへの参入を目指しています。 ◇ しかしながら、「イプシロン S」は、2023 年 7 月に秋田県の能代ロケット実験場で初号機の燃焼試験が行われ爆発を起こしました。点火装置の金属部品が溶けて機体内部に飛び散り、断熱材を損傷したことが原因で爆発したようです。 ◇ 更に、2024 年 11 月 26 日、鹿児島県の種子島宇宙センターで行われた「イプシロン S」の燃焼試験で爆発が発生しました。「イプシロン S」は衛星打ち上げビジネスへの参入を目指していますが、燃焼試験での爆発は前年に続いて 2 回目で、今後の打ち上げ計画への影響は避けられない見通しとなっています。 ◇ 宇宙科学探査交流棟の展示場には、直径 900m の小惑星リュウグウを探査し、その物質を採取し地球に持ち帰ることに成功した小惑星探査機「はやぶさ 2」の実寸模型が展示されていましたが、本体の大きさは 1m×1.6m×1.25m で様々な機器類がコンパクトに搭載されていました。小惑星リュウグウの表面に直径 15m の人エクレータを生成してサンプル物質を採取する装置が付いていましたが、その機械構造と作動原理は大変興味深いものでした。 ◇ この「はやぶさ 2」の持ち帰った物質の分析から、化学式が決定できたものが 2 万種を超え、これらの有機分子には 20 種類程度のアミノ酸、ニコチン酸等が含まれているとのことです。今後、更に分析が進んで、太陽系の起源と進化、生命の原材料などの謎の解明に迫ることを期待します。(山崎 博)
-------------------	---

幹事会 報告	<ul style="list-style-type: none"> ・総会での投票準備は IT 山本氏と進める(4/12 現在賛成票数を充足) ・安全講習会は OSHA PSM (米国労働安全庁プロセス安全管理則)について取り上げる
今後の 予定	<ul style="list-style-type: none"> 5月 山崎氏 リモート方式 6月 猪股氏 リアル方式 7月 西村氏 リモート方式 8月 宮本氏 リモート方式 9月 大谷氏 リモート方式 10月 見学会 11月 神田氏 リモート方式 12月 持田氏 リアル方式
次回日程	<ul style="list-style-type: none"> 1. 日時 2025年5月13(火) 15時~17時 2. 課題 山崎氏提供 3. 方式 Zoomによるリモート方式
次々回 日程	<ul style="list-style-type: none"> 1. 日時 2025年6月10(火) 15時~17時 2. 課題 猪股氏提供 3. 方式 かながわ県民センター