

産学官との連携

産学官との連携

科学の
峰々 111

東京理科大学 工学部機械工学科 教授
株式会社SPACE WALKER 創業者 取締役CTO

よねもと こういち
米本 浩一 先生 に聞く

誰もが宇宙へ行ける
サブオービタルプレーンを
メイド・イン・ジャパンで実現へ 下



聞き手：梅垣喜通 日本科学機器協会 広報委員長
岡田康弘 日本科学機器協会 事務局長
鈴木聖実 日本科学機器協会 事務局次長
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)



取材日：2021年7月15日
(一社)日本科学機器協会 会議室

米本 浩一 先生のプロフィール

1980年 東京大学工学部機械工学専門課程修士課程)修了
1978年8月~1980年1月
ドイツ航空宇宙技術研究所DFVLR(現航空宇宙研究センターDLR)留学
1988年 工学博士(東京大学/航空宇宙工学専攻)

【職歴と研究】

1980年~2005年 川崎重工業株式会社航空宇宙カンパニー
・1980年~1986年：日本航空機開発協会次期中型旅客機YXXの研究開発
・1986年~1988年：文部省宇宙科学研究所有翼飛翔体HIMESの研究開発
(衛星応用工学系長友人研究室受託研究員)
・1988年~1997年：宇宙開発事業団宇宙往還機HOPE/HOPE-Xの研究開発
・1997年~1999年：文部省宇宙科学研究所再使用ロケット実験機RVTの研究開発
・1999年~2005年：防衛省次期固定翼哨戒機P-X及び次期輸送機C-Xの研究開発
(チーフデザイナー補佐P-X担当)

2005年~2019年 国立大学法人九州工業大学大学院工学研究院
機械工学研究系宇宙工学部門教授
2017年12月23日 株式会社SPACE WALKER 創業
(2019年CTO就任,同年東京理科大学発ベンチャーに認定)
2019年4月1日~ 現職に至る

【公的機関委員】

2012年~2021年 文部科学省宇宙開発利用部会委員
2013年~2019年 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙工学委員会委員
2014年~2021年 文部科学省国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会委員
2018年~現在 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所宇宙輸送系専門委員会委員

【賞罰】

2010年10月 独立行政法人日本学術振興会平成22年度科学研究費補助金審査委員表彰
2019年 8月 日本機械学会第28回設計工学・システム部門講演会優秀講演論文表彰
2019年12月 進化計算学会 2019年度論文表彰



サブオービタルプレーンの
初飛行実験は2025年予定

米本先生が創設した(株)SPACE WALKERが、公的機関や企業とタッグを組みながら日本の民間力で、宇宙を自由に行き来することを実現するためのパイオニアとして活動されていることを理解しました。「2025年にサブオービタルスペースプレーンの初飛行を目指している」ということでしたが、この飛行はどこで行うのでしょうか。

米本 北海道東部、十勝の南に位置している大樹町で行います。大樹町は、民間にひらかれたスペースポート(宇宙港)構想が進められている場所で、航空宇宙産業の集積地となっていくことを目指した動きが非常に活発です。もともと大樹町には、日本版スペースシャトルとも言われていた宇宙往還機(通称・HOPE)のための滑走路があります。私も研究開発や飛行実験に関わった経験があることは、先にお話した通りです。

飛行実験はこの大樹町で行う予定です。また、離陸は発射台から垂直に打ち上がるので、滑走路は着陸時にのみ使用します。垂直離陸をして、宇宙との境目である高度

100kmのカーマンラインを越えて高度120kmまで到達し、戻ってきて滑走路に水平着陸するという形です。これが科学実験のための無重量環境を提供することを目的とする無人の「風神プロジェクト」の大まかな概要となります。

滑走路は現状の長さでは十分ではないので、長さが延長されることになっています。また、離着陸場所には、機体を整備する工場も必要で、そうした準備も進められています。

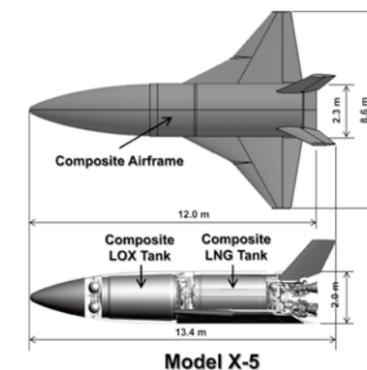
そして、これからの宇宙飛行は“機体の再使用が出来る”ことが大前提であると話してきたように、実験で打ち上げた機体も、もちろん何度も使用します。

この「風神プロジェクト」でのサブオービタルプレーンは、機体は年間50回の打ち上げで20年の設計寿命、エンジンは最低100回の総打ち上げで2年の設計寿命を目標としています。基本設計はほぼ終わり、実開発が進行しています。

打ち上げ時の総質量は約18トン、そのうち燃料は12トンとなるので、機体の大部分を占めるのが燃料タンクとなります。ちなみに、設計が確定した機体名はModel X-5と言い、これはModel-Aから始めて、改良のたびにアルファベットが進ん

でいくうちにいつの間にかXまできていて、そのXシリーズの5番目ようやく確定に至りました。

エンジンはIHIで開発されていて、3基類のエンジンが搭載されます。燃焼実験も順調に進行しています。

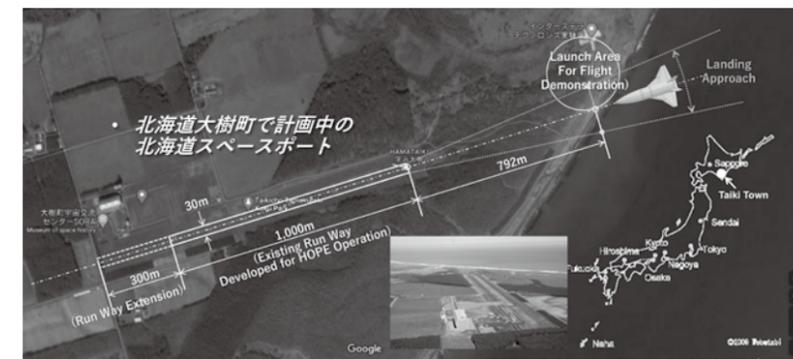


ひと口に“宇宙へ”と言っても、実現のためには様々な準備や環境が必要なわけですね。

米本 さらに、法整備も必要になりますので、サブオービタルプレーンを日本国内で運用するための働きかけに、奔走してきました。実は以前、日本の法律が整っていないことを内閣府の方に相談したところ、「では、あなたが働きかけに動いてください」といったようなことを言われ、「これも私がしなくてはいけないのか…」と、多少面食らった過去があるのです。(苦笑)。

そんなところまで先生が…と、驚きました。

米本 そこでJAXAとも相談をしながら、関係省庁の方々にも出席してもらおう形で、2018年から、法制化のための勉強会を数度に亘って行いました。そこから次第に、政治関係者にもつながりが発展し、法律の必要性への理解を促していくこと



産学官との連携

商業サブオービタル飛行の法制化

■ 商業有人サブオービタル宇宙輸送研究会 (2018年11月から2019年3月まで5回開催)

主催：(株)SPACE WALKER, PDエアロスペース(株)
事務局：一般財団法人日本宇宙フォーラム
座長：山崎直子

商業有人サブオービタル宇宙輸送について、ミッション、システムやインフラ等の技術面と法制面に関する国内外の現状と今後の動向を整理し、法制化に向けての調査研究および論点整理を実施



座長の山崎直子元宇宙飛行士と米本先生(前列中央)

■ サブオービタル飛行に関する官民協議会(内閣府宇宙開発戦略推進事務局)

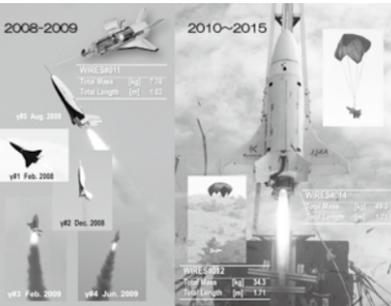
- 2019年6月26日 : 第1回官民協議会
- 2020年5月28日 : 将来課題検討WG
- 2020年7月14日 : 第2回官民協議会
- 2021年5月21日 : 将来課題検討WG
- 2021年9月1日 : 第3回官民協議会

が出来ました。そうした結果、2019年5月には、サブオービタル飛行の推進に必要な環境整備のための官民協議会を内閣府・国土交通省・JAXAなど関係省庁および関係者により編成し、必要な知見を集積していく必要性の提言が、与党である自民党からなされました。そこからは非常に動きがスピーディーになっていき、提言から一か月後には内閣府宇宙開発戦略推進事務局が主催するサブオービタル飛行に関する官民協議会が発足し、現在は色々な検討が進行しています。

法制化にはもう少し時間がかかるとは思いますが、私たちが最初の飛行を考えているタイミングまでには間に合うだろう、ということが見えてきました。

何度も飛行実験を重ねた小型有翼ロケット実験機

2025年の初飛行前に、機体を飛ばすような実験は行わないのでしょうか。



■ 自由民主党政務調査会 宇宙・海洋開発特別委員会 (2019年4月22日 宇宙総合戦略小委員会@自由民主党本部)

第五次提言 (2019年5月14日)

「防衛大綱の具体化と産業・科学における宇宙利用の拡大」

(2-2. 産業・科学における宇宙利用の拡大)

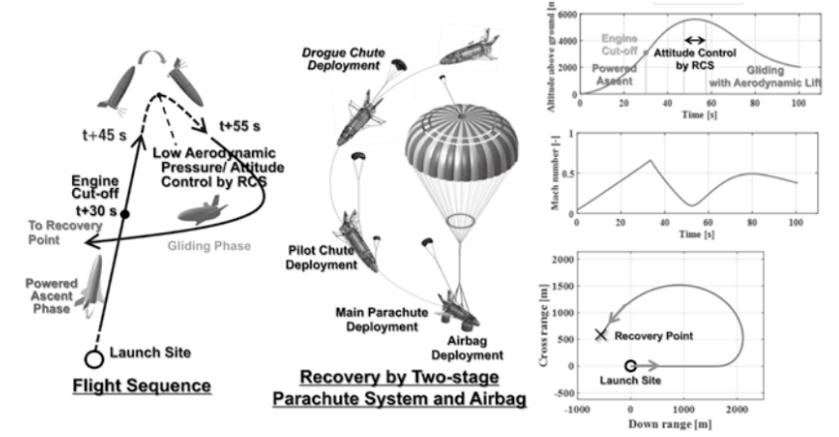
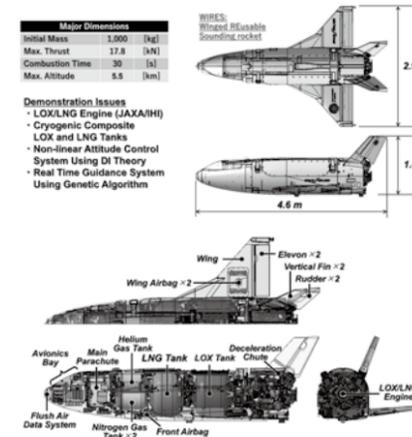
⑤産業振興に必要な法律も含めた制度整備等

・サブオービタル飛行の推進に必要な制度整備

サブオービタルの環境整備のための官民協議会を内閣府、国土交通省、JAXAなど関係省庁および関係者により編成し、米国連邦航空局 (FAA) が主導する米国を参考に、安全規制に関する知見を関係省庁の協力を得つつ早急に国土交通省に集積する

(その他)

- ・スペースデブリ除去ビジネス等
- ・スペースカルチャービジネス
- ・スペース居住ビジネス
- ・スペースポート機能の構築



2022年の冬に北海道の大樹町でヘリコプターを使った航法誘導制御系と回収系の予備試験を行います。それから2023年にIHIの兵庫県相生市の施設で機体にエンジンを積んだ状態での地上燃焼試験を行い、東京理科大学の野田キャンパスに場所を移して最終的にハードウェアインザループという総合システム試験を実施します。そして、いよいよ2024年には飛行実験場所に予定しているスウェーデンのキルナに輸出する計画です。

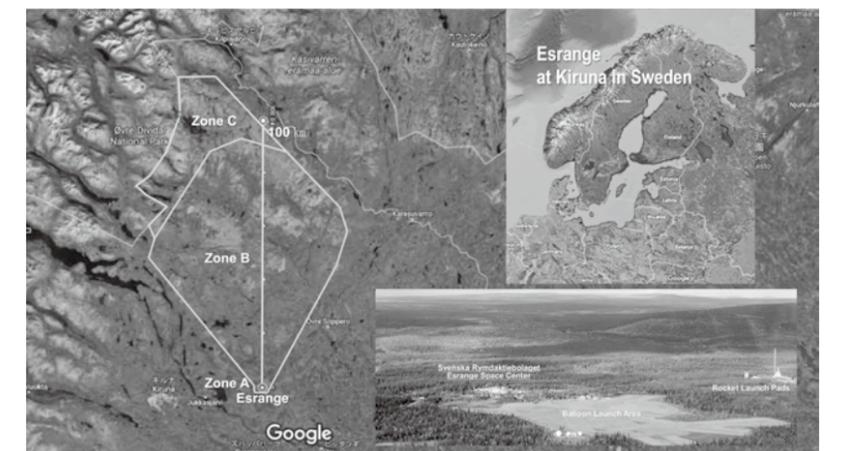
スウェーデンのキルナは、ヨーロッパにおける観測ロケットの実験の一大拠点Esrangleがあり、ここでは高度200kmから300km程度に打ち上げる実験も可能です。これほどの大拠点になっている理由として、観測ロケットの目的にはオーロラや上層大気の観測なども多く、北極圏に近いという土地柄が、とても都合良いという一因があります。

実は、当初はアメリカのカリフォルニア州モハベ砂漠で飛行実証実験を行う予定でした。しかしアメリカでは、ロケットは武器に該当するため、実際に実験で得られたデータを持ち出す際に厳しく管理されるなど、我々が望まない条件が多かったの

です。これを解決しようと、NASAに何度も行って共同研究にならないか相談したり、アメリカの南カリフォルニア大学とも交流協定を締結したりしたのですが、なかなか話が前に進みませんでした。そんな時に、ドイツ航空宇宙センターとの出会いがあったのです。ドイツ航空宇宙センターは、わざわざ九州工業大学に見学にくるくらい小型有翼ロケット実験機に関心を寄せていました。有翼ロケット実験機Wires#015の飛行実証実験に「ぜひ協力しよう」という申し出があり、計画を具体化するために2年前に最初のワークショップを開きました。それから1年半近くかけて毎月のようにワーク

ショップを開催して協力関係を協議し、東京理科大学はドイツ航空宇宙センターと覚書を調印するに至りました。こうした経緯から、実験場所をアメリカからスウェーデンに大きく舵を切ることになりました。

2024年の3月に1回目、その半年後に2回目の飛行実験を行う予定です。春と秋口の時期に飛行実験を設定しているのは、もちろんSPACE WALKERの技術スタッフも全員行きますが、学生が長期の休みをとれるからというのが理由です。ドイツ航空宇宙センター側も自らの誘導制御実証などを行いたい希望を持っているので、引き続き3~4回目の実験を行う計画です。



2024年に飛行実験を予定しているスウェーデン・キルナの観測ロケット実験拠点Esrangle

産学官との連携

世界に誇る技術として
開発と基礎研究の分野も

技術面は、研究が先行するアメリカの後を追うような形になってくるのでしょうか。

米本 決してそんなことはありません。前号でお話しましたが、世界が開発競争をしている技術課題は多々あります。

1つは、SPACE WALKERのサブオービタルプレーンにも搭載される、IHIが長年研究開発を進めてきたLOX/LNG（液体酸素／液化天然ガス）エンジンです。このエンジンは、単にサブオービタル向けというだけでなく、これから世界の宇宙旅行機が月や火星へとさらに遠距離を目指していく中で必要になるエンジンです。世界中で開発競争となっていますが、IHIは世界をリードしていく可能性は十分にあります。

次にアルミよりも比強度が高い“複合材製機体構造”そして“複合材製燃料タンク”です。言葉が少しわかり難いですが、何度も宇宙を飛行するのに最適な新しい素材で軽量

な機体、燃料タンクなどを製造する技術が望まれています。例をあげると、機体構造においては「炭素繊維強化プラスチックを用いた複雑構造への適用」、タンクにおいては「ガスバリア性に優れた液体酸素タンク」「爆発の危険性のない複合材製液体酸素タンク」などです。特に複合材製燃料タンクは、世界的にも実用化された例がありません。

イーロン・マスクのスペースX社も複合材製の推進薬タンクの開発をしたものの、理由は定かではありませんが、複合材を諦めて金属製タンクにしています。ただし本当は複合材を使いたいと思っている筈です。この分野は、SPACE WALKERと東京理科大学で研究開発を進めていて、合わせて特許も取得し、今後は飛行実験等で技術実証しながら実現を目指しています。今、鋭意小型タンクの試作を進めている段階です。私はスペースX社へ売り込みに行くこともプランとして考えています。

最後は、自律航行システムです。この分野は、九州工業大学時代にスタートして東京理科大でも長く研究を深めてきました。

自動車の分野では、イーロン・マスクがCEOであるテスラの自動運転はかなり有名です。彼のスペースX社の宇宙船、クルードラゴンのコックピットは、自動車の自動運転とよく似たものになっています。ほとんどがタッチパネル操作で、画面上のボタンを押すと国際宇宙ステーションとドッキングできるという具合です。その自動運転がうまくいかない時だけ宇宙飛行士が手動で動かすという形で、その操縦桿は、申し程度度についているといった感じです。

この自律航行は今後の宇宙輸送には欠かせない重要な分野で、東京理科大学での研究蓄積を世界に誇れる技術とすることを念頭に注力していきたいと思っています。

開発費用を単純な金額の
数字として見てはいけない

サブオービタルプレーンから、新時代の技術開発やビジネスが見えてきますね。

米本 そう言えるかもしれません。そして、失敗から立ち上がってきた



東京理科大学とJAXAの共同研究をドイツ航空宇宙センター DLRが支援する体制で飛行実験計画を推進中

産学官との連携

チャレンジの末に、今の活況があります。今年の7月に、3分間の宇宙旅行を体験してきたヴァージン・ギャラクティック社の創業者リチャード・ブランソン氏は、2014年に飛行士が命を落とすという墜落事故を起こし、窮地に立たされた過去があります。それを乗り越えての成功であり、まさに執念だと感じました。その宇宙旅行を楽しんできた映像を見ると、わずか3分間程ですが、すごく長く感じましたし、彼自身の興奮や感動も伝わってきました。

更にスペースXは、火星に行くための実験を、失敗を繰り返しながらも続けています。近々、この宇宙船を使って月を1周して戻ってくる計画が進められています。その最初の飛行に起業家の前澤友作氏も搭乗する計画です。彼のSNSを見ると「12月8日から宇宙旅行」と大きく記載されていますね。前澤氏はスペースXに大きな額を投資しているので、「我々のSPACE WALKERの方にも投資をいかがですか」と、お話に行ったことがありますが、その時は断られてしまいました。

ところで、スペースXのイーロン・マスクは、今後宇宙旅行の費用を100分の1にすると宣言しています。私の予想としても、いずれ宇宙旅行は数百万円ほどで行けるようになると思います。そうすると、今、世界一周クルーズの費用が200～300万円程と言われますが、どちらの旅行が良いかを好みで選ぶ、旅の選択肢の1つになりますよね。

宇宙へ行くことが、レジャーの選択肢の1つになるのですね。

米本 コストが下がるのは「再使

用」が前提ということをお話しましたが、航空機を例に出すと理解しやすいと思います。ボーイング787の開発費は、実は3兆円とも言われています。それに対して、現在開発中の日本のH3という使い捨て基幹ロケットの開発費は1900億円です。

なぜボーイング787はこれほどの開発費を投じられるかと言うと、離着陸回数で言えば2万回～5万回使用可能とされていて、開発費のものが十分とれるからです。私も海外に行く時など、ボーイング787に乗ってきますが、払うお金はアメリカと日本の往復でおよそ30万円ほどです。つまり、低コストというのは、実際の開発費は高くても1回の輸送費に直すと結果的に安くなる、といった状況のことを言うわけです。この理屈を知らないと、開発費の数字ばかりを見て悲観的になりがちです。

日本ではまだ“有人の宇宙飛行”という言葉に対して、事故リスクを恐れて開発費の投下を躊躇する傾向があります。このままですと、ただ世界に後れをとっていくことになるわけで、こうしたところも先を見据えて判断していくことが大切だと思います。

飛行機と宇宙輸送機
両者の開発思想の違いは

飛行機と、宇宙ロケットやサブオービタルプレーンなどの宇宙輸送機の開発、両方に携わってこられて、マインドの違いを感じたことはございますか。

米本 従来、宇宙に関するものは、ミッションを達成するための技術開発をどうやっていくかということがマイ

ンドの中心になっていますので、研究は必要な限り続けられます。

一方、飛行機の方は保守的で、何度も試して検証されたものを使うという考え方になります。顕著な例で言うと、「飛行機の場合は、開発が始まってからは研究をしてはいけない」という言い方がされます。飛行機は、既に成果が実証されたものだけを用いて成り立たせるわけです。逆に宇宙船の場合は、開発が始まってからも研究を続けます。

こうした違いが今まであったわけですが、今後の宇宙輸送に関しては、一般の方も搭乗するものになるので、飛行機の文化を取り込んでいく必要が出てきます。特に耐故障性や故障許容システム、つまり故障した時に、どのように無事に戻ってくるか、と言うバックアップに関しては、飛行機に学ぶことが大いにあるように思います。宇宙ロケットには、故障時のバックアップをどこまで追求するのかというノウハウは、ほとんど蓄積がないわけです。飛行機側から学んだものを宇宙に適した方法にして取り込んでいかなければならないと思います。

エンジニアに必要なのは
ある種の“執着心”

先生の若い頃や学生の頃のこともお聞かせいただきたいです。学問への興味や、飛行機さらには宇宙に興味を抱いたきっかけはどんなことだったのでしょうか。

米本 高校時代は本当に平凡な学生だったと思いますが、大学に入ってハンググライダーを作ったことが転機となりました。「鳥人間コンテ

産学官との連携

スト」よりも前の時代に、親友がハンググライダーを作りたいと声をかけてくれたのです。それがきっかけで航空関係、飛行機のエンジニアとして働きたいと思うようになりました。実はハンググライダーに没頭するあまり、大学の教養から専門の過程に進級する時に留年するのではないかと心配されたほどでした（笑）。しかしそうした興味関心に後押しされ、この時から猛烈に勉強するようになり、川崎重工に入社したというわけです。

宇宙への関心は、先に少し触れましたが、川崎重工に入社して6年目に宇宙科学研究所で長友信人先生と出会ってからということになります。「小学生の頃から夢を描いていた…」といったような答えを期待されることもあるのですが、実際は違います（笑）。

答えがない問題に どう答えを作り上げるか

現在取り組むサブオービタルプレーンにしても、これまで携わられた飛行機や宇宙関連の研究開発にしても、“参考にする前例がない”プロジェクトに多く関わられているように思います。そうした困難や課題を乗り越えられてきた原動力は何でしょうか。

米本 私自身、色々な事を経験して強くなってきたような気がするわけですが、1つ強く思うのは「エンジニアには執念深さ、執着心が必要だ」という事です。逆の言い方をすると、そうした強い思いがないとエンジニアはやっていけない、とすら考えます。

1980年川崎重工の現航空宇宙カンパニーに入社し、飛行機の仕事に携わって分かったことの1つに「飛行機というものは最初から正しいことだけが集まって造られているわけではない」ということでした。

先輩が残してくれた設計報告書などを技術的な財産として、その上に積み上げていくわけですが、実はそれを読んでも間違っている事もあるのです。「その当時、先輩でも間違っていたんだ！」と驚いたわけです。何が言いたいのかというと「報告書を正しいと思って鵜呑みにすると、大変危ない」ということを強く学びました。

この話は、現在の設計チームや学生にも伝えていきます。学生にとって、私は先生になりますが、「私が言っているから正しいと思込んではいけない」ということです。だから「自分で確かめなければいけない」ということです。

先生が若い研究者や学生に伝えたいことがありましたら、お聞かせください。

米本 今の学校教育は、小・中・高、さらには大学も危ない気もしますが、「答えのある問題を解く」ことに終始しがです。それは良くないと、今までの経験から思います。答えのない問題、正解のない問題に対して、“どのように答えを作っていくのかを考える”ということを、せめて大学生になったらやらなければならないと考えています。

実際、学生がゼミで自らの研究やプロジェクト会議で設計の報告を行う際に「先輩がやっていたので同じようにやっています」という事だ

けは言わないようにと、結構厳しく指導します。自分で理解して正しいことなのか、間違っているならどこを修正した方がいいのかを、説明することを求めています。というのも、ただ言われたことを鵜呑みにする事は、必ず間違いを生むことに繋がると考えているからです。

そうした“答えのない問題に自分で考えて答えを作る”ことの実験がないままに会社に入ってしまう、そこで初めて気づいて、困ってしまうという若い技術者は多いのではないかなと思います。

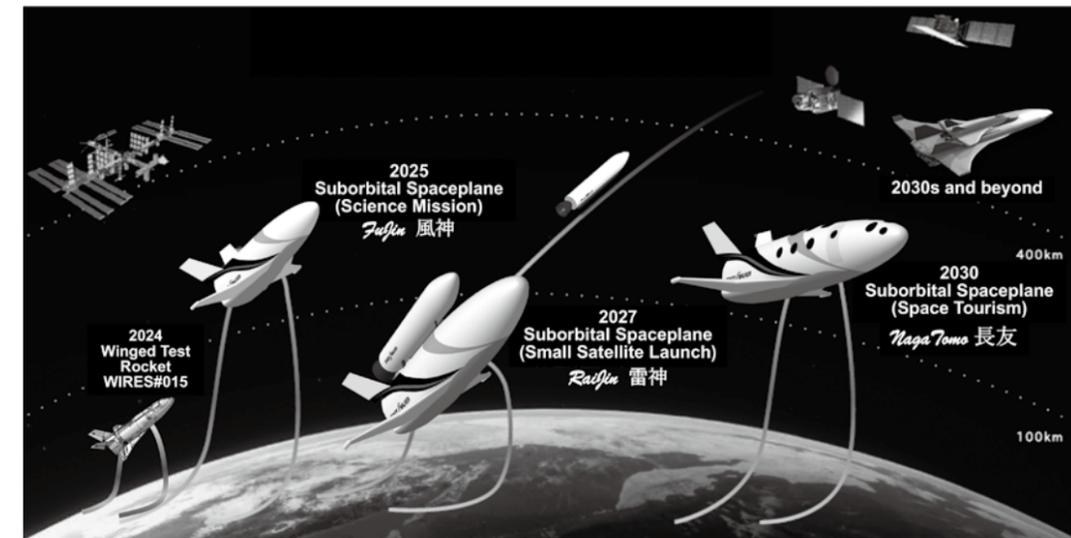
日本の理科教育については、どのようなご意見をお持ちでしょうか。

米本 もっと「多くの人間で協力して答えを作り上げる」という教育も大切にしてほしいし、そういう機会を多く作ってほしいと思っています。1人で考えることはもちろん自由です。しかし、人より秀でた答えを言いたいがために問題を1人だけで考えてしまいがちな人もいます。わかりやすく言うと、“格好いいことを言いたいので1人で考える”ということです。

それは非常に好ましくありません。考えたことをすぐに他の人に共有する、そして返ってきた他人の意見や考えをまた取り込むということが、とても良い事だと思います。それが仮に笑われたり、否定されることがあったとしても、他の人の意見、考えを取り込むというのはプラスでしかないわけです。

私も生徒に自分の間違いを指摘されます。その時は拍手して感謝をします。自分では考えつかず、気づかなかったことを教えてもらって、ありがたい！言わば“もうけた”という

産学官との連携



気持ちでいいわけです。そういった事を理科教育全体で出来ていけば、もっとよい方向に進んでいけると本当に思います。

私の父は、公務員だったのですが「聞くのは一時の恥、聞かぬは一生の恥だ」ということを何度も言っていました。年齢を重ねてくると、本当にその通りだと改めて思っています。言い方を変えると、知ったかぶりしてはいけぬし、知ったかぶりして言い訳をするのはもったいないということですよ。

分からないことは年齢や立場がどうであっても「聞く」ということで、思いのキャッチボールが出来ること

が大切だと思います。

最後に、科学機器業界に身を置く読者に対して、思うことやご意見などがありましたらお聞かせいただけますか。

米本 宇宙の事と聞いて「自分たちに関係がない遠い事だ」とは、絶対に思っていたきたくないなと思います。

宇宙に適用されている技術は、“宇宙のために”というきっかけから生まれたものではなく、普段使っている優秀な技術を探し求めていたら宇宙にピッタリだったということが実

に多いのです。ですので、決して宇宙を特別なこととさせていただきたくはなく、皆さんが作っているそれぞれの“素晴らしいもの”を、互いに宇宙で役に立つかどうかを評価していくということが大切だと思っています。逆に言うと、私もそうした場を作ったり、求めたりしなければいけないのかなと思っています。

もうそこまで宇宙旅行の夢が近づいて来ていますね。2025年「サブオービタルプレーンの初飛行実験」を楽しみにしております。



東京理科大学発ベンチャーSPACE WALKERは、
「宇宙が、みんなのものになる。」

をスローガンに、産官学民が連携して、飛行機のように宇宙を往復するサブオービタルスペースプレーンの開発と運航を目指しています。また、サブオービタルプレーンには色々な高度技術が集積します。日本が競争出来る場は多数あります!