

＜講演録＞
グリーンコロニー・プロジェクト
—ミッション&機器開発について—
Green Colony Project
—Mission & Equipment Development—

宮地佑輔*

Yusuke Miyachi

I. はじめに

本講演では、三菱重工が中心となって進めてきたグリーンコロニー・プロジェクト（以下、GCP）のミッションと機器の開発について紹介する。

まず自己紹介、会社紹介となるが、所属は宇宙事業部の製造・発射整備部計画課ということで、H3 ロケットや無人の宇宙船（HTV-X）の生産管理、2025 年 11 月から宇宙実験が始まった宇宙で人類初の日本酒を作ろうというプロジェクトや、GCP のプロジェクト管理を担当している。

弊社はロケット以外にも様々な宇宙のものづくりをやっている。例えば国際宇宙ステーション（以下、ISS）の実験棟「きぼう」や、その中で使っている実験機器、また探査機器なども製造している。2025 年 10 月には、ISS への輸送機である HTV-X（当社は全体システムと与圧部の製造を担当）が ISS への初の輸送に成功した。その他、小型衛星や衛星に使う推進系の機器を製造したり、輸送系の将来プログラムとして、使い捨てではなく再利用できるロケットの開発を行っている。

弊社は、宇宙、そしてその先の月や、そのさらに先を目指していこうという理念を掲げており、今後も人類の活動領域を広げるためにものづくりという観点から貢献させていただきたいと考えている。

GCP を立ち上げるにあたり、2021 年に社員たちでウェブ飲み会を行った際、ざっくばらんに宇宙で何ができるかということ話を話した。その中で、宇宙世紀で描かれているのはどんな未来なのかという話題になり、「人類がコロニーで自立して生活できている未来」というのが宇宙世紀なのではないかという方向性がみえた。そういう未来を実現するためには、コロニーの建造、人間が住める環境の確保、重力・無重力の問題解決、宇宙で自給自足をする、などの課題を解決していかなければならない、という結論になった。

* 三菱重工業株式会社

この抽出された課題の中で本講演では宇宙での自給自足にフォーカスして紹介する。例えば宇宙でお寿司が食べたいとなると、米・魚・ワサビを宇宙で育てる技術を確立させる必要があり、酢や醤油などの醸造も宇宙の無重力環境でしなければならない。これは現在の技術では難しく、実現するためには多くの宇宙実験を重ねていくことが必要である。宇宙実験を増加させていくべく、自分達のものづくりの経験を生かして、宇宙実験がやりやすい環境を整備してはどうかと考えガンダムオープンイノベーション (GOI) に採択され活動を展開してきた。

II. 小さなコロニーの実現

上述の通り我々は宇宙世紀に向けた取り組みというキーワードからコロニーに住むという未来を想定した。ここから、コロニーの環境を再現した実験環境の整備が必要であると考えた。この実験環境を「小さなコロニー」と命名し、人工的に重力をコントロールできる環境における実験が容易にできる検討を実施した。

「小さなコロニー」のコンセプトは二点ある。一点目として環境制御能力を重視した。幅広い宇宙実験のニーズに対応できる装置であることが求められるため、重力や温湿度をコントロールができる必要がある。二点目としては使いやすさを意識した。宇宙実験を行うにあたり、宇宙に関する経験の浅いライトユーザーでも簡便に使いこなすことができる装置にする必要がある。このためには、敷居が高くなる特殊な仕様ではなく、地上で広く使われている規格が適用できることが望ましいと考えた。

課題の一点目、環境制御能力という課題について検討した際に、幅広く、重力や温湿度をコントロールできるものを一から開発すると、相当なコストがかかることが予想された。そこで ISS の中に設置されている細胞培養装置追加実験エリア (以下、CBEF-L) というインキュベーターを活用することとした。この設備では環境制御と人工重力の設定等が可能である。人工重力発生のメカニズムとしては、内部のターンテーブルが回ることによって、ターンテーブルに取り付けた実験装置に遠心力をかけることができるという機能を持っており、遠心力の強さによって、微小重力 (μG)、月面重力 ($1/6G$)、火星重力 ($1/3G$) などの重力環境を幅広く再現する機能がある。この機器には、電源や通信インフラも備わっており、温湿度や CO2 制御といった環境コントロールもできる機能が備わっていたので、これを発展させていけば我々の目標に近づけると考えた。

課題の二点目、ユーザフレンドリな装置に向けた検討について述べる。CBEF-L は、コネクタ等の規格が地上の汎用仕様には対応していないため、実験をするためには特殊なインターフェースを有した製品でないと実験できないということが課題であると識別した。ユーザーにとってのハードルを下げるために、適切なアタッチメントを開発・取付けることで、地上の汎用規格のものでも実験可能となり、使いやすさが向上すると考え汎用アタッチメントを開発した。我々はこのアタッチメントをインターフェースユニット (以下、IF ユニッ

ト)と名付け、モックアップ製作、実機の製造を経て、ISS の CBEF-L の地上設備と組み合わせて性能確認試験を行い、無事合格というところまで来た。これにより、宇宙実験環境の改善というところは目処がたったと考えている。

Ⅲ. 軌道上イネ栽培実験の検討・開発

続いて、宇宙実験を想定した検討としてのイネの栽培実験について紹介する。この宇宙実験環境を用いて何を実験しようか、ということを考える中で、GOI の共創パートナーと連携を進めてきた。その中で、宇宙世紀の矛と盾チームが、プラズマで植物栽培を促進するというプロジェクトを進めていたため、これを宇宙環境でやろうということで、宇宙実験のコーディネートを進めてきた。プラズマの力で植物の栽培を促進することは、植物に必要な肥料が少なく済むことになる。これは物を届けるのにコストが大きくかかる宇宙においては重要なことである。例えば NASA の公式価格では 1 キロのものをもっていくために約 500 万円かかると言われている。また宇宙にもっていくものはできるだけ少なく、軽くすることは宇宙での自給自足の観点からも望ましい。

そうした経緯から、宇宙世紀の矛と盾チームの東北大学 東谷篤志先生の協力を得て、様々な地上要素実験を行ってきた。例えば、①普通の水、②プラズマを照射した水、③化学肥料を溶かした水でそれぞれイネを栽培すると、②は③と同等かつ①よりも良く育つことが確認できており、化学肥料地上から宇宙へ持っていかずとも、プラズマの力で植物栽培を促進できる可能性を強く感じさせた。

また、ISS 内ではプラズマを発生させることは技術面、安全面の課題から困難であるため、地上でプラズマを照射した種子や水を弊社のロケットで打ち上げて ISS まで運び、軌道上で宇宙飛行士に水やりなどをしてもらった上で実験を行うということを企画した。この実験では、CBEF-L を用いて一部のイネに遠心力をかけ月面重力下で栽培を行うとともに、別のイネは無重力下での栽培を行う計画である。実験後のイネは地上で回収し、詳細に分析を行う計画を立てている。この一連のプロジェクトの計画は、JAXA とも協議の上で策定していった。

こうしてプロジェクトとして形が決まったという中で、続いてそれに使う実験装置の開発にも弊社は取り組んでいる。まずは地上試験モデルとして、同じく GOI の共創パートナーであるアスラテック社に実験装置の製造を依頼した。この装置では、自動で給水できる機能を持たせつつ、光源を定期的にオンオフできる機能をもたせることで昼夜を再現できるようにする。また、毎日宇宙飛行士に確認してもらうのは難しいので、内蔵カメラで撮影したデータを送ってもらう機能をもたせることで、簡易に確認・記録ができるようにすることも計画している。

IV. おわりに

以上が、我々の GCP の概要である。これまでの活動の中で IF ユニットは完成しており、それを使った実際の実験については、ミッション計画の策定が完了し、実験機器の開発を現在進めているところである。

三菱重工は、これからも宇宙のものづくりを通じて、人類の宇宙活動の発展を強く願っている。それだけの力をこれまで積み重ねてきているので、これからも宇宙世紀実現に向けて努力してまいりたい。