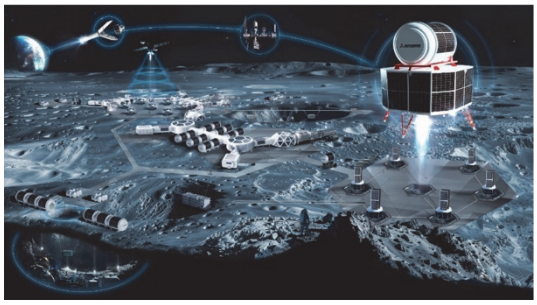
Yokohama Hardtech Hub での共創で挑む月面拠点インフラ開発

Co-Creating Effort at Yokohama Hardtech Hub for Lunar Infrastructure Development



甲斐 毅*1 Takeshi Kai
福澤 瞬*2 Shun Fukuzawa
神谷 俊宏*3 Toshihiro Kamiya
小丸 達矢*3 Tatsuya Komaru
板倉 理一*4 Riichi Itakura
高野 峯羽*5 Mineha Kono

三菱重工業株式会社は月面拠点インフラ開発に関して，オープンイノベーション拠点であるYokohama Hardtech Hub で共創の取組みを進めている。異業種を含む多様なパートナーとの連携構築のために，“Yokohama Lunar Park”環境を整備するとともに，異なる事業ドメインとのチーミングなど，ハード・ソフト両面での土台構築を行っている。実際に立命館大学やオービタルエンジニアリング社と連携，検討を進めており，共創の結節点（ハブ）として，社内外のグローバルで多様なステークホルダを巻き込みながら，月面拠点インフラの開発の推進に貢献していく。

1. はじめに

三菱重工業株式会社（以下，当社）は，ロケット輸送サービス，国際宇宙ステーション・国際宇宙探査，衛星・データ利用の3分野を中心に，さまざまな宇宙製品の開発に携わってきた。近年，国際宇宙探査の分野では，これまでの宇宙開発で培った知見や技術力の活用に加え，当社の地上インフラの製品・技術力も活用し，月面拠点インフラ開発への取組みを進めている[(1)]。当社が提案する月面拠点インフラの全体構想を図 1 に示す。地上拠点から月面拠点までの必要なシステム構成要素を体系的に記載するとともに，当社が保有する製品・技術を各要素に対してマッピングしている。多種多様な構成要素から，輸送と拠点，及びその統合運用をキー要素として識別し，“宇宙ロジスティクス”“有人拠点・活動支援”“デジタル統合運用”の 3 つを軸とした全体アーキテクチャを構築している。

図1 月面拠点インフラ全体構想

*1 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 技術部 主席チーム統括
*2 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 技術部 課長
*3 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 技術部
*4 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 製造・発射整備部
*5 技術戦略推進室 先進デザインセンター

一方，月面拠点インフラは居住空間，エネルギー供給，資源利用，輸送サービスなど，多岐にわたる要素を含むため，従来の宇宙分野の技術，製品に加えて，幅広い地上インフラの技術を活用していくことが必要不可欠である。よって，その実現は当社を含め単一の企業・団体のみで完結することはきわめて困難であり，宇宙産業，非宇宙産業関係なく多くの多種多様な企業が参画可能な，業界を跨いで連携する強いエコシステムを構築し，一丸となって取り組む必要がある。本報では，当社の Yokohama Hardtech Hub（以下，YHH）で推進する，月面拠点インフラ開発に関する共創の取組みを紹介する。

2. 共創の結節点（ハブ）の整備

YHH は当社が運営するオープンイノベーションを志向した共創拠点であり，社外のベンチャー企業や協力企業の入居に加え，社内プロジェクトも技術実証や事業仮説検証のために入居することが可能になっている。月面拠点インフラ開発のプロジェクトにおいて，当社は自社の開発活動を推進することに留まらず，多様なパートナーとの連携の結節点（ハブ）となるべく，YHH において以下の共創環境の実装を進めている。

2.1 ハード面：一気通貫の全体システム連携とその可視化

月面拠点インフラは，限られたリソースの制約下で複数の目的を達成する必要があるシステムである。したがって，単なる構成要素の寄せ集めでは適切に機能させることは困難であり，常に月面拠点インフラの最上位のミッション，ビジョンが体系的にシステム，サブシステム，コンポーネントまで一貫して実装されているかを適切に把握，確認する必要がある。また，最終的には月面という過酷な環境下で運用されるシステムであるため，ハードウェアに関しては機器単品のみならず，機器間のインタフェースなど含め各構成要素が齟齬なく組み合って動作することを確認できる環境が非常に大切である。

上記課題の解決に向けて，月面拠点インフラのコンセプトやサービスを実際の設備やシステムを用いてデモンストレーションできる“Yokohama Lunar Park”というシステムデモンストレーションエリアを準備し，運用を開始している。図 2 に全体構想の概要を示す。月面開発における 0. Mission/Objective から 1. Vision/Architecture，2. System of Systems，3. System，Sub-system / Components といった全階層が連携し，一体のシステムとして機能する様子を可視化することを目指している。

まずは，当社が取り組む研究開発の成果を活用したデモ展示などを行い，月面拠点インフラシステムの解像度を高めていくが，当社だけでなく，多様なパートナーが技術や製品を持ち寄り，ともに月面拠点インフラに関する技術要素の仮説検証や実証検証を進めていく共創の場とすることを意図している。

図2 Yokohama Lunar Park 構想

2.2 ソフト面：異なる分野・業界連携の土台の構築

実際に非宇宙企業を含めた異なる企業・団体が連携を構築していく際，技術・製品などのハード面以外に，コミュニケーションを含むソフト面でも次の 2 つの壁を乗り越える必要がある。

1 つは“業界”の壁である。開発プロセスを含めた技術面，投資方針を含めた経済面，法規制など含めた制度面，など，多くのエリアで相互理解を深めるところから始める必要がある。コミュニケーションにおいては，使用する用語の共通理解が不足しているため，初期段階で連携を効率的に進展させることが困難となることが多く，双方の歩み寄りの姿勢が極めて重要である。

もう 1 つは“企業”の壁である。同じ業界であっても，意思決定プロセスを含めた事業経営の慣行，開発プロセスとその中の優先順位，コミュニケーションを含めた組織文化，などが異なる上，特に情報共有は技術漏洩などのリスク認識が各社異なることも踏まえて，慎重な対応が必要となる。

上記課題に対し，宇宙技術と幅広いインフラシステム技術を併せ持つ当社は，自社内の異なる事業ドメインの連携：【宇宙×●●/▲▲/◆◆】を構築することで，前述の“業界”の壁を事前に取り去り，企業間の連携をスムーズにする（＝“企業”の壁のみに注力すればよい状態とする）ことが可能である。もちろん，社内の異なるドメイン間にも同様に“業界”の壁が存在し，それを克服するには両ドメインのメンバ間の歩み寄りが不可欠であることは確かである。しかし，社内連携である場合には，社外連携と比較して情報開示の敷居が低い。加えて，技術的に製品/事業エリアを跨いで横串を通す総合研究所を含む組織体制を構築しており，全社横断のチームを構築することでさらに円滑なコミュニケーションが可能となる。

具体的な事例として，電力システム分野に関しては地上インフラ向けの製品・技術である“直流マイクログリッドシステム（DCPH）”のメンバと，また宇宙ロジスティクス分野では“倉庫物流の自動化・省人化ソリューション”や“大型電動クレーン”の開発メンバとクロスドメインチームを結成し，活動を進めている。

“モノづくりを起点としてバリューチェーンの上流・下流に仕事の幅を広げると共に，仲間作りを進め，社会の変革を実現するエコシステムの結節点（ハブ）になる”は当社の全社ミッションの一つであるが，月面拠点インフラ開発においても同様に重要であり，当社が目指す姿そのものである。“企業”の壁の課題解消に対しては，やはり具体的な連携・共創を始めていくことが有効かつ必要な打ち手である。3 章でその事例を紹介する。

3. 共創の事例・ポテンシャル

3.1 学校法人立命館との連携：月面開発に関する知見共有・相互支援

学校法人立命館（所在地：京都市中京区，総長：仲谷善雄，以下，立命館大学）は，宇宙航空研究開発機構が推進する宇宙戦略基金事業“SX 研究開発拠点”に採択されている。本枠組みは，“月や火星におけるインフラ整備，建設時代の到来を見据えた月面・地下の探査・調査技術や月面における機器開発において，日本が世界を牽引する存在となることへ貢献すること”を目指すものである。実施機関としては，代表機関である立命館大学を筆頭に，産学の各団体が連携機関・協力機関として参画しており，当社も本理念に賛同し，協力機関として参画している。

当社はこれまでの宇宙開発活動から得られた経験，知見を活かし，業界全体の技術成熟度向上や，すそ野の拡大を目指し，本活動では主に月面の地質や地盤の調査に必要となる機器開発において，地上実証機等の宇宙仕様化に向けた技術支援を行う計画である。また，月・火星面環境を再現する環境模擬技術は機器の信頼性や開発の確実性を高めるための検証に不可欠で重要な技術であることから，潜在ユーザ，及び共同運用者などの多角的な視点でプラットフォーム構築に貢献していく所存であり，多くのユーザの経験やナレッジが集約され，複数の開発にわたって効果的に活用されることにも，大きな期待を寄せている。

一方，立命館大学には，月面の地質，地盤に関して詳しい理工学部 小林泰三教授から情報

や知見，及び試験，評価，実証のノウハウを提供してもらい，当社で進める月面拠点インフラに関する研究開発の推進に貢献していただいている。特にロジスティクスの主要要素の一つである月着陸機に関しては，不整地及び傾斜面への安定した着陸技術の試験検証のために 1/8 のスケールモデルでの着陸実証・検証作業を実施したが，その際，当社施設にて実際の試験環境に対して，月面模擬レゴリスによる地面条件のパラメータ設定や解析評価の考え方，月面模擬レゴリス敷設方法を指導いただいた。図 3 に試験検証環境を示す。

立命館大学が取り組む“SX 研究開発拠点”の活動は，当社が目指す共創による開発の推進と非常に近しく，連携することで双方のコミュニティ，ひいては日本の月面開発に対してよい波及効果を与えられると考えている。実際に YHH の Yokohama Lunar Park の見学を実施する中で，具体的な連携のアイデア出しや相談が始まり，上記の活動につながった。相互に学び，成長するエコシステムを共に構築することを目指し，今後も密な連携を進めていく。

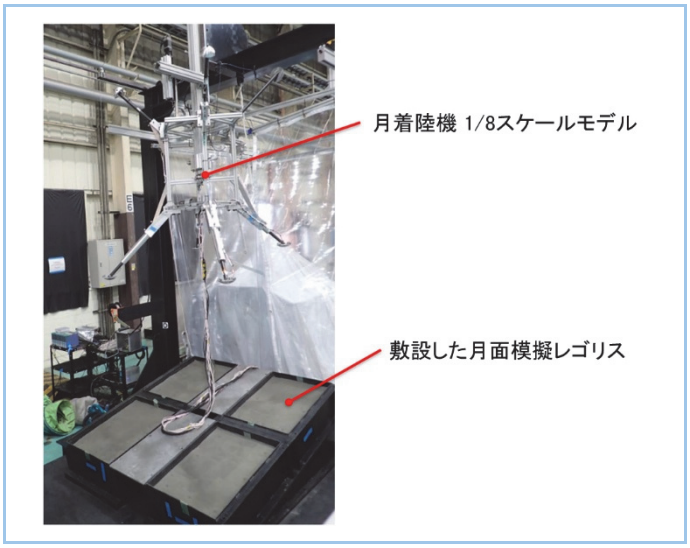


図3 着陸技術の試験検証環境

3.2 オービタルエンジニアリング社との連携：一気通貫の開発環境提供

YHH の入居企業の一つであるオービタルエンジニアリング社は，航空宇宙分野の熱構造や材料に関する技術・製品開発に加え，振動衝撃試験や熱真空試験などの環境試験を含む幅広い宇宙機器の開発・検証サービスを提供する企業である。宇宙業界において非常に多くの企業，団体が機器開発・検証の支援を受けており，当社もそのうちの一つで，これまでに小型人工衛星開発や，月面探査ローバ開発において，大小さまざまな機器の設計開発，及び試験検証の業務で支援を頂いている。

2.1 節で紹介した Yokohama Lunar Park と組み合わせることで，月面拠点インフラ開発においては，YHH という一つの共創空間内で，開発の各段階に必要な機能，環境を提供することが可能となる。これら全体のプロセスを一気通貫で提案，提供できる場所は非常に限られており，YHH を月面拠点インフラ開発の共創の場とする優位性になっている。

・コンセプト策定～システム設計：Yokohama Lunar Park
・機器の設計開発・検証　　：オービタルエンジニアリング社
・システム検証，デモ実施　　：Yokohama Lunar Park & オービタルエンジニアリング社

3.3 国際・グローバルの連携：YHH のステークホルダネットワーク活用

月面拠点インフラの開発は，米国航空宇宙局（NASA）が主導する国際宇宙探査プログラム“アルテミス計画”をはじめとする国際的な活動や枠組みとの関連も強く，国際的な連携を構築・推進していくことも非常に重要となる。本活動に関しては，国内のみならず海外のカンファレンス等での発表，PR 活動も積極的に行っており，グローバルなステークホルダとのネットワークの構築を進めている。実際に海外企業を YHH 訪問に招待し，Yokohama Lunar Park の見学をきっかけに協

業開始につながった案件もある。一気通貫の開発環境を提供可能な点は，共創の結節点（ハブ）としてグローバルな潜在パートナーに対しても非常に魅力的であることが証明された。

また，YHH は大企業・スタートアップ・アカデミア・政府関係者など，もともと産学官の多様なステークホルダが集結する場所であるが，近年はそのネットワークは非常にグローバルに広がっており海外からの訪問者も増加している。オープンイノベーションの精神を核に，幅広い地上インフラの技術を，国内外の多様なパートナーと共に月面拠点インフラへの適用・実装を目指す本プロジェクトにとって，活動を展開するのに非常に適した場所である。今後もグローバルに産学官を巻き込んでの将来ビジョンの実装を進めていく。

4. まとめ

当社の YHH で推進する月面拠点インフラ開発に関する共創の取組みに関して，背景や考え方，具体的な連携事例を交えて紹介した。立命館大学や海外パートナーとの連携事例を含め，YHH の現地，共創環境の中で，Yokohama Lunar Park による月面拠点インフラの全体システムのデモンストレーションを一緒に実施・見学しながら様々な議論をすることで連携の方向性が具体化し，実際の協業に結びつけることが可能となっている。

引き続き本活動を推進し，月面拠点インフラ開発における共創の結節点（ハブ）として，社内外のグローバルで多様なステークホルダを巻き込み，月面拠点インフラの開発の推進に貢献していく所存である。

最後に，本取組みの中で，立命館大学の小林泰三教授及び関係者の皆様には，多大なるご協力と貴重なご助言を賜りました。深く感謝申し上げます。

参考文献

(1) 福澤瞬ほか，地球低軌道及び月における有人宇宙探査へ向けた新事業の取組み，三菱重工技報，Vol62，No.4（2025）
(2) “月面探査・利用を産業化するための宇宙機器開発・人材育成拠点”を本格始動～宇宙戦略基金 SX 研究開発拠点に採択，6 月 18 日に立命館大学でキックオフミーティングを開催～，立命館大学プレスリリース，2025 年 6 月 23 日
https://www.ritsumei.ac.jp/news/detail/?id=4081