

国土交通省が進める 宇宙建設革新プロジェクトの取組

国土交通省 大臣官房 参事官（イノベーション）グループ 施工企画室

1. はじめに

令和6年1月20日、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が小型月着陸実証機（SLIM）を高精度で月面に着陸させ、地球との通信を確立したことは、記憶に新しいところです（1月25日公表）。

近年、変化する安全保障環境下における宇宙空間の利用の加速や経済・社会の宇宙システムへの依存度の高まりといったことから、官民における宇宙利用探査に向けた活動が活性化しており、今後も取組の拡大が予想されています。

国土交通省では、自然災害により被災した公共土木施設を復旧するための災害復旧事業において

遠隔施工技術（無人化施工技術等）を積極的に活用していることから、これらの経験や知見を宇宙開発・利用に活用できるのではないかと考えています。

そこで文部科学省と連携して、令和3年度から宇宙政策委員会により創設された「宇宙開発利用加速化戦略プログラム」（以下、「スターダストプログラム」という）の一環として、自動・遠隔施工技術を月面拠点建設に応用することで宇宙開発・利用に寄与するとともに、さらには地上の事業へ波及することを目的に、「宇宙無人建設革新技術開発（宇宙建設革新プロジェクト）」として取り組むこととしました（図-1）。

また、令和5年6月に内閣府が公表した我が国の宇宙政策の基本方針を定める「宇宙基本計画」では、今後の月面における持続的な有人活用の一



図-1 宇宙建設革新プロジェクト（イメージ）

環として「無人建設」が位置付けられています。

本稿では、これまでの宇宙建設革新プロジェクトにおける取組について報告します。

2. 地上における自動・遠隔施工技術

地形・地質・気象等といった環境特性により、我が国は外国に比べて自然災害が多く、「災害大国」と言われています。

自然災害により被災した公共土木施設を復旧するための災害復旧事業においては、迅速かつ適切な応急復旧に加え、二次災害の防止も非常に重要と考えています。そこで、安全な場所から建設機械を遠隔操作して作業を行う「遠隔施工（無人化施工）」を活用してきました（図－2）。

また、今後人口が減少したとしても、国民の生活基盤である社会資本の整備・維持管理を適切に実施し、安全・安心な国土の保全、経済活動の基盤となる施設整備といった国民サービスを持続的に提供していけるよう、施工現場の省人化と生産性向上、多様な人材が安全に働ける環境の整備が求められています。国土交通省ではこのような課題解決のため、建設機械施工の自動・遠隔施工技術の活用・普及促進に向けて取り組んでいます。

3. 宇宙建設革新プロジェクト

前述のとおり、自動・遠隔施工技術は、地上と月面では環境条件等は異なるものの、技術開発に

おいては共通する要素が多く、5カ年間の技術開発研究を推進することで、将来的に月面等での建設活動で応用することを視野に入れた無人建設の推進とともに、地上の建設事業においても自動・遠隔施工技術の基盤技術としての確立が期待されます。

(1) プロジェクトの選定・開始

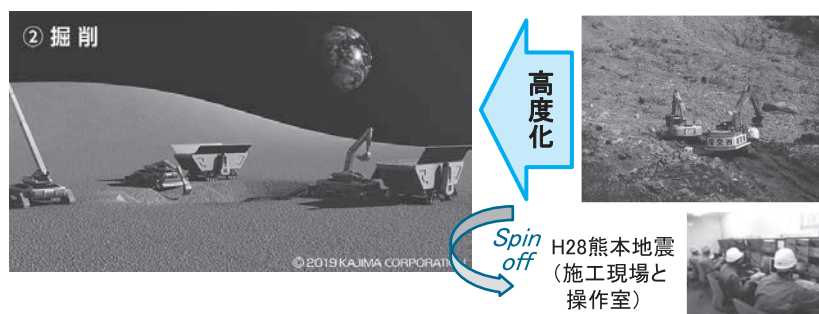
宇宙建設革新プロジェクトは、宇宙政策委員会 衛星開発・実証小委員会第8回会合（令和3年7月開催）において、スターダストプログラムに係る戦略プロジェクトとして選定されました。事業期間は5年程度とし、令和3年度から令和7年度までの実施を計画しています（図－3）。

また、上記選定を受け、月面開発等の宇宙開発に資する建設技術はもちろんのこと、地上での建設事業における発展を考慮し、優先度の高い技術開発を推進することを目的として、「無人建設革新技術開発推進協議会」*を令和3年7月に設置しました。協議会は主に優先的に開発すべき技術に係る審議、技術研究開発の推進方策に係る審議を実施するものとしています。

※当協議会は令和5年度からは「宇宙を目指す建設革新会議」に改称し、現在この名称で活動しています。

(2) プロジェクトにおける研究開発の推進

協議会設置後の令和3年8月には、本プロジェクトで推進する技術研究開発に係る実現可能性検証（F/S：1年度間）と技術研究開発（R&D：最長5年度間）に係る提案の公募を、民間企業や大学等研究機関を対象に開始しました。



図－2 月面施工イメージと地上の遠隔施工

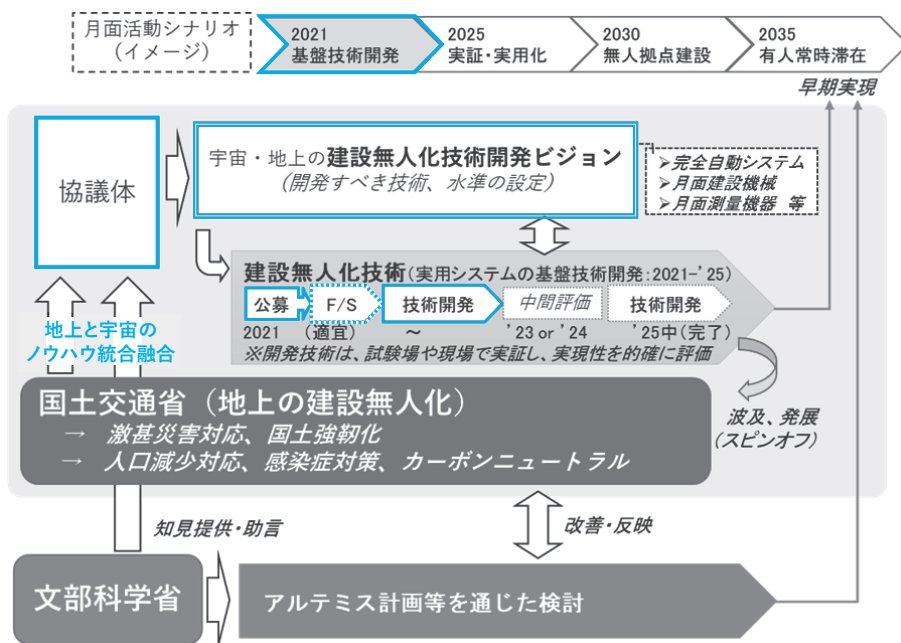


図-3 プロジェクト全体像 (宇宙無人建設革新技術開発)

技術研究開発テーマは三つ設定し、それぞれ「技術Ⅰ：無人建設（自動化，遠隔化）に係る技術」，「技術Ⅱ：月面で使用する建材の製造に係る技術」，「技術Ⅲ：月面における簡易施設の建設に係る技術」としました。

各年度の評価・審査を経て，令和5年度末時点です。と取り組んでいる技術研究開発は表-1のとおりです。

また，各実施者の技術研究開発が進むにつれて，各技術研究開発間での連携や共通化・標準化

表-1 令和5年度 研究開発一覧 (宇宙無人建設革新技術開発)

研究開発実施者 (〇代表者，共同実施者)	技術研究開発名称
〇鹿島建設 宇宙航空研究開発機構，芝浦工業大学	建設環境に適応する自律遠隔施工技術の開発-次世代施工システムの宇宙適用
〇清水建設 ボッシュエンジニアリング	自律施工のための環境認識基盤システムの開発及び自律施工の実証
〇大成建設 パナソニックアドバンストテクノロジー	月面適応のための SLAM 自動運転技術の開発
〇有人宇宙システム	トータル月面建設システムのモデル構築
〇小松製作所	デジタルツイン技術を活用した，月面環境に適応する建設機械実現のための研究開発
〇立命館大学 芝浦工業大学，東京大学大学院，横浜国立大学，港湾空港技術研究所，アジア航測，基礎地盤コンサルタンツ，ソイルアンドロックエンジニアリング	月面の3次元地質地盤図を作成するための測量・地盤調査法
〇熊谷組 住友林業，光洋機械産業，加藤製作所，工学院大学	索道技術を利用した災害対応運搬技術の開発
〇技研製作所	回転切削圧入の施工データを利用した，月面建設の合理的な設計施工プロセスの提案と評価
〇大林組 名古屋工業大学，レーザー技術総合研究所	月資源を用いた拠点基地建設材料の製造と施工方法の技術開発
〇清水建設 太陽工業，東京理科大学	月面インフレータブル居住モジュールの地上実証モデル構築
〇大林組 宇宙航空研究開発機構，室蘭工業大学，サカセ・アドテック	月面における展開構造物の要件定義および無人設営検討の技術開発
〇東京大学 九州大学，宇宙航空研究開発機構	月の縦孔での滞在開始用ベースキャンプの最小形態と展開着床機構の開発

が必要な技術・項目等が生じてきたことから、「宇宙を目指す建設革新会議」の下部組織として関係する実施者が参画するWGを設置し、情報や意見の交換を行うこととしました。

WGには、建設する開発拠点などを設定し無人施工プロセスを検討する「月面無人施工プロセスWG」、自律移動や自律施工における目標などを検討する「自律施工WG」、そして月面居住モジュールの無人施工（組立・アSEMBル）などを検討する「居住モジュール無人施工WG」の三つがあります。

各WGやプロジェクト全体会議を通じて、個々の研究開発や事業全体を推進するとともに、他のスターダストプログラムも含めた月面開発プロセス全体の中での宇宙無人建設革新技術開発の位置付けや方向性の検討を進める方針です。

加えて、スターダストプログラムに参画している省庁間（内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、農林水産省）で、研究開発した技術の相互利用についても図ることとしています。

(3) 遠隔施工等実演会

宇宙建設革新プロジェクトと関連して、「遠隔施工等実演会」を国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人土木研究所が保有する建設DX実験フィールド（茨城県つくば市）で開催しています。

これはプロジェクトで取り組む各技術研究の概要を紹介するとともに、さらなる技術開発を促進するため、将来的な宇宙開発に資する遠隔施工等の革新的施工技術の実演・展示を通じ、そのノウ

ハウの共有、技術の普及、技術力の向上、さらなる技術開発の促進を図ることを目的としています（写真－1）。

令和5年11月の実演会では、技術研究12議題の紹介とともに、20技術（遠隔施工技術4件、長距離遠隔施工技術5件、遠隔施工技術（バーチャル）3件、映像・通信制御技術3件、電動建機2件、革新的施工技術3件）の実演・展示を行い、2日間で延べ600名以上が現地で参加、450名以上が配信を視聴しました。

4. おわりに

宇宙無人建設革新技術開発は令和6年度で4年目となり、技術研究において重要な局面を迎えます。引き続き、将来的に月面等での建設活動に発展し得ることを視野に入れつつ、地上での建設事業における基盤技術としての確立を目指すとともに、各技術研究間の連携や検討・議論を通じて、産学官一体となって技術の開発を進めていく考えです。

【参考文献】

- 1) 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、小型月着陸実証機（SLIM）の月面着陸の結果・成果等について
https://www.jaxa.jp/press/2024/01/20240125-1_j.html
- 2) 内閣府、宇宙基本計画(令和5年6月13日閣議決定)
<https://www8.cao.go.jp/space/plan/keikaku.html>



写真－1 遠隔施工等実演会の様子