

2024年3月22日（金）
【第2回】月面建設技術シンポジウム

国土交通省における 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
企画専門官 矢野 公久

0. はじめに
1. スターダストプログラム
2. 宇宙建設革新プロジェクトの取組
3. (参考) 他省庁等における取組
4. おわりに

0. はじめに

1. スターダストプログラム
2. 宇宙建設革新プロジェクトにおける取組
3. (参考) 他省庁等における取組
4. おわりに

宇宙建設革新プロジェクト (イメージ)



100年をつくる会社 Today's Work, Tomorrow's Heritage

鹿島 SHMZ BOSCH Invented for life KOMATSU R RITSUMEIKI 住友林業 KYC KATO 工学院大学 KOGAKUIN UNIVERSITY GIKEN

Today's Work, Tomorrow's Heritage SHMZ 太陽工業株式会社 OBAYASHI JAXA 大成建設 Panasonic

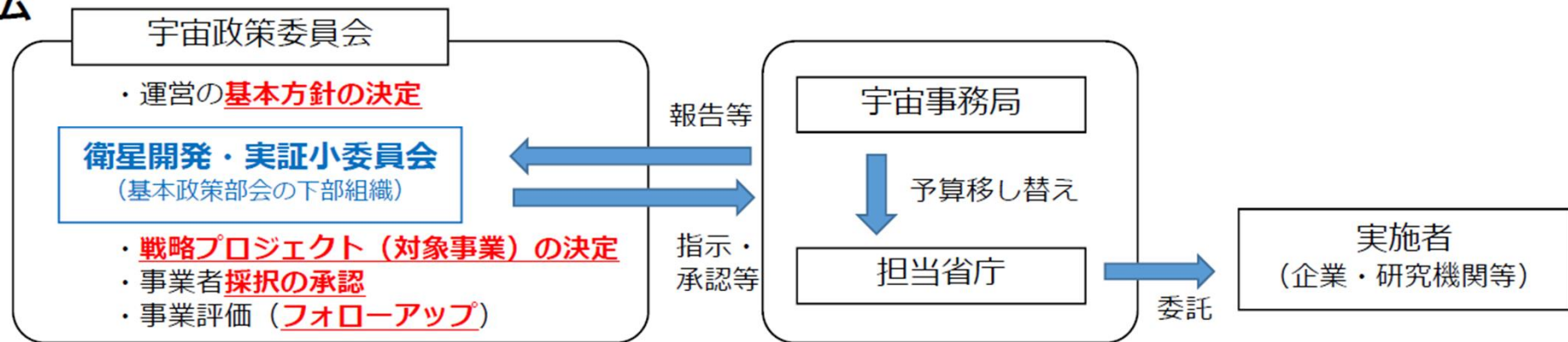
OBAYASHI IIT JAMSS

0. はじめに
- 1. スターダストプログラム**
2. 宇宙建設革新プロジェクトにおける取組
3. (参考) 他省庁等における取組
4. おわりに

宇宙開発利用推進費【70億円（R2補正57億円／R3当初13億円）】

- 月面開発、衛星基盤技術の強化など、**各省の縦割りを排し、連携して取り組むべき研究開発プロジェクト**を推進する新規予算として、宇宙開発利用推進費（補正57億円、当初13億円）を計上。
- 当該予算を原資として、「**宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）**」を創設。**衛星開発・実証小委員会において対象となる戦略プロジェクトを選定**し、内閣府に一括計上した予算を各省移し替えて執行。

○スキーム



○基本方針のポイント

◆ 戦略プロジェクト選定の視点

- 視点①：安全保障や経済成長などの観点から、自立性を維持・確保する上での優先度が高い
- 視点②：官民の共通基盤として活用が期待される技術、又は、月面開発など様々な要素技術の結集・発展が必要な技術
- 視点③：縦割りの打破、各省連携が必要

(出典)内閣府 宇宙政策委員会 第92回会合 資料2

基本方針（案）の概要

- ・目的、PJ選定の視点、小委員会の役割などプログラム運営の基本的事項を定める。

1. 基本的な考え方

◆ プログラムの目的

◆ プロジェクト選定の視点

視点①：安全保障や経済成長などの観点から、我が国の宇宙活動の自立性を維持・確保するために、戦略的に取り組むべき優先度の高い技術開発であること

視点②：官民の多様な利用ニーズを踏まえた共通基盤として活用が期待される技術、又は、月面開発など地上で蓄積のある様々な分野の要素技術を結集・発展することが必要な技術の開発であること

視点③：関係省庁が縦割りを打破し、連携して取り組むことが必要な技術開発であること

2. スキーム

◆ 戦略プロジェクトの選定 : 小委員会が行う。廃止、追加を含めた不断の見直し。

◆ 予算の移し替え : 主担当省庁と連携省庁を決定。宇宙事務局から主担当省庁に移し替えて執行。

◆ 実施者の選定 : 各省が公募（安保理由等で公募しない場合は各省ルールで）。採択は小委員会の承認。

◆ プロジェクト評価 : 小委員会の指示により、少なくとも年1回報告。プロジェクト終了後も報告。

3. その他

◆ 審議体制

・スターダストプログラムの推進に必要な調査審議は、小委員会が担当。

・必要に応じ、外部有識者も審議に参加。

・基本政策部会は、小委員会に対して必要な報告を求め、指示をする。

◆ 研究開発成果の扱い : PJ終了後も府省連携して政策課題に取り組む。知財等の適切管理・活用を推進。

- 「宇宙無人建設革新技術開発」は令和3年度に選定。
- 令和3年度から令和7年度まで（5カ年）の事業として実施。

宇宙開発利用加速化戦略プログラムに係る戦略プロジェクトの選定について

令和3年7月5日
衛星開発・実証小委員会

「宇宙開発利用加速化戦略プログラムの執行に関する基本方針」（令和3年1月29日宇宙政策委員会決定）に基づき、宇宙開発利用推進費により実施する戦略プロジェクト及びその配分額等を、次のとおり定める。

配分額：10.7億円

番号	プロジェクト名称	配分額 (千円)	主担当省庁
R2-07	月面活動に向けた測位・通信技術開発	200,000	文部科学省
R3-01	宇宙無人建設革新技術開発	120,000	国土交通省
R3-02	月面におけるエネルギー関連技術開発	220,000	経済産業省
		220,000	総務省
R3-03	月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システムの開発	310,000	農林水産省

0. はじめに
1. スターダストプログラム
- 2. 宇宙建設革新プロジェクトにおける取組**
3. (参考) 他省庁等における取組
4. おわりに

プロジェクト番号: R3-01

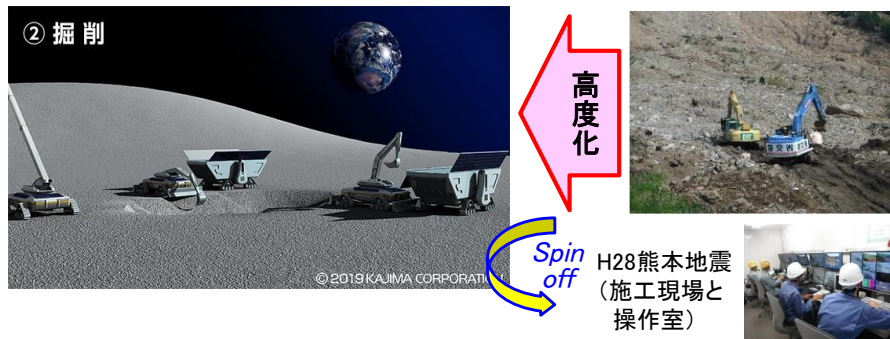
宇宙無人建設革新技術開発

主担当庁: 国土交通省
 連携省庁: 文部科学省
 (事業期間5年程度)

背景・必要性

- 宇宙利用探査において世界に先駆けて月面拠点建設を進めるためには、遠隔あるいは自動の建設技術(無人化施工等)は、重要な要素。我が国では、これまで風水害・火山災害を克服するため無人化施工技術が培われ、国際的にも強みを有する。
- 近年、激甚化する災害対応・国土強靱化に加え、人口減少下において、無人化施工技術の更なる高度化と現場への普及は喫緊の課題。(国交省では令和3年4月、インフラDX総合推進室を発足し、本省・地方・研究所が一体で無人化施工等を推進)
- この建設技術を、アルテミス計画等を通じて月面環境に係るノウハウを有する文部科学省と連携して、月面拠点建設へ適用するための技術開発を進めるとともに地上の事業へ波及させる。

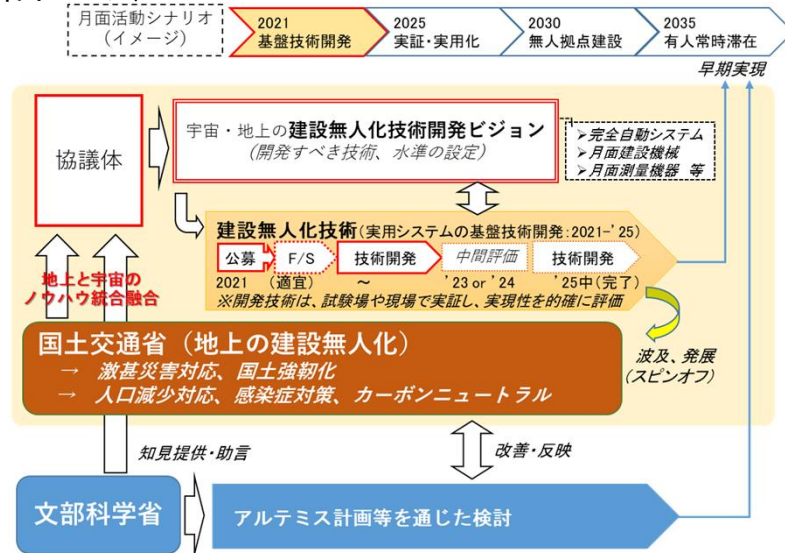
(月面無人化施工イメージと地上の無人化施工)



事業の内容

- 月面開発に資する無人建設技術(施工、建材製造、建築等)の開発を重点化・加速化するため、月面と地上のノウハウを集結。
- 地上の建設事業で導入・開発されている無人建設技術を、月面拠点建設に適用するため、地上建設への展開も考慮しつつ、優先的に開発すべき技術・水準を明確化し、集中投資を図る。
- その際、無人建設に係る各種技術の水準、達成見込みを的確に見極めるために、実験室、試験場、建設現場で実証を行う。

(施策イメージ)



各省の役割

- 国土交通省: 無人建設(無人での施工、建材製造、建築等)の開発・現場適用検証、事業展開推進
- 文部科学省: 専門的知見の提供及び技術的助言

予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額: 1.2億円
- 令和3年度(補正)配分額: 3.9億円 ※令和4年度分
- 令和4年度(補正)配分額: 5.7億円 ※令和5年度分

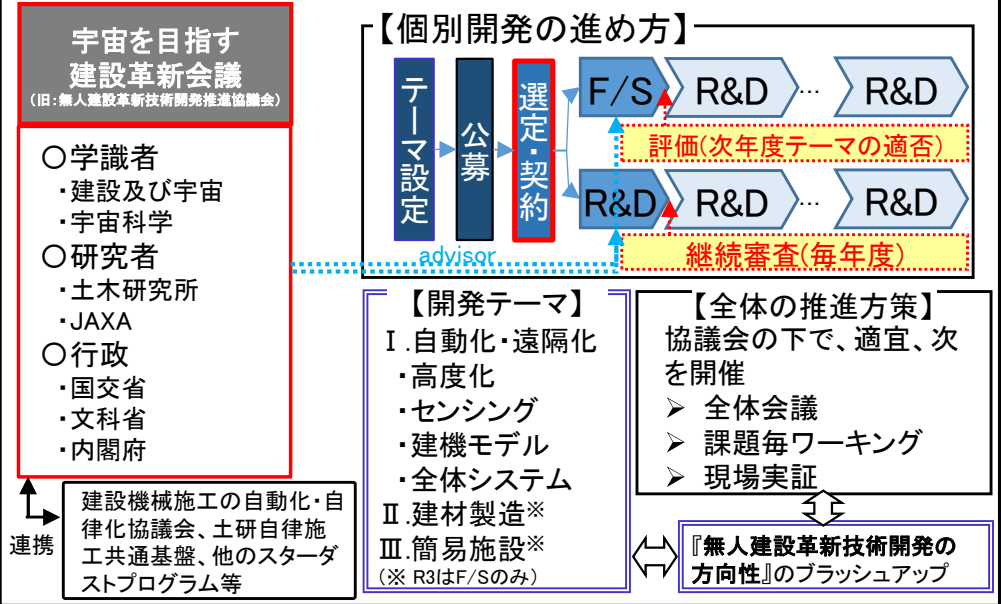


事業計画

- 将来の月面等での建設活動に資するため、地上の建設技術の高度化を目指し、令和3年7月に宇宙と建設の分野横断的な協議会(無人建設革新技術開発推進協議会※)を設置し、開発テーマを設定した上で、民間企業や大学等研究機関を対象に実施者を公募。
※令和5年4月からは「宇宙を目指す建設革新会議」に改称。
- 次の3つの技術分野において、F/S及びR&Dを公募。初年度はF/Sを中心に実施。(初年度は、F/S:7百万、R&D:25百万)
 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
- 応募技術を協議会で審査・選定し、選定者と委託契約を締結。
- 技術研究開発の実施にあたっては、無人建設に係る各種技術の水準、達成見込みを的確に見極めるために、実験室、試験場、建設現場で実証を行う。また、共通課題毎のWGを実施。

	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	
技術Ⅰ	F/S R&D	F/S R&D	R&D	R&D	R&D	
技術Ⅱ	F/S	F/S R&D	R&D	R&D	R&D	
技術Ⅲ	F/S	F/S R&D	R&D	R&D	R&D	
推進体制	協議会設置	宇宙・地上の無人建設革新技術開発の方向性審議 →プロジェクト全体会議、各課題WG、現場実証確認				

実施体制



留意事項への対応状況

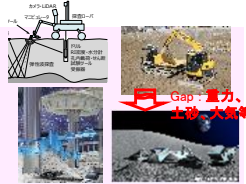
- 月での利用をモチベーションとしながらも、地上で十分に実証し、枯れた技術として無人建設技術の宇宙実証に進むべきと考える。
 →将来的に月面等での建設活動に発展しうることを視野に入れつつ、建設事業の基盤技術としての確立を目指して取り組んでいる。
 また、現場実証や継続審査等の段階においても地上事業への発展性等を考慮し推進している。
- 毎年度ごとにステージゲートを設ける等により、廃止や担い手の絞り込みを含めた不断の見直しを実施し、戦略的に必要な技術に絞って進めていく必要がある。
 →毎年度末に学識者、研究者及び行政からなる会議を開催し、各技術の評価・審査を行い、次年度の研究開発対象としての是非を決定するとともに、プロジェクト内に3つのWGを設置し、技術間の連携や月面施工プロセスの検討・議論をする等、戦略的に必要な技術の研究開発を推進する体制を構築している。

当該年度の進捗状況

- 令和4年度に実施したF/S 4件およびR&D 9件で得られた成果を踏まえ、産学官の協議会における継続審査を経て、適宜、条件を付して選定(R&Dは9件全て継続、F/Sは3件をR&Dに移行)し、4月に委託契約を締結した。

技術Ⅰ：無人建設(自動化、遠隔化)

- 令和5年度は地表と地中センシング、地中杭打、掘削・運搬、敷均し、索道、建機自動化シミュレーションについて、R&D8件実施



技術Ⅱ：建材製造

- 令和5年度はレゴリスを活用した建材製造について、R&D 1件実施



技術Ⅲ：簡易施設建設

- 令和5年度はインフレーターブル構造物、展開構造物に関する技術について、R&D3件実施



- 令和5年度より全ての技術がR&Dへ移行したことを踏まえ、4月に「無人建設革新技術開発推進協議会」を「宇宙を目指す建設革新会議」へ改名。5月18日には第1回「宇宙を目指す建設革新会議」を開催。また、7月31日には居住モジュール無人施工WG(新設)、8月1日には月面無人施工プロセスWG(新設)・自律施工WG(R4年度より継続)を開催。以後、WGメンバーによる議論や情報共有を適宜実施。

- 11月20,21日には、国交省の建設DX実験フィールドにて、会議委員及び産学官の関係者600名参加のもと「遠隔施工等実演会」を開催し、最新の遠隔施工技術等の実演とともに当プロジェクトの進捗成果報告(全12件)を行い、実事業での活用を見据えた開発状況を確認した。

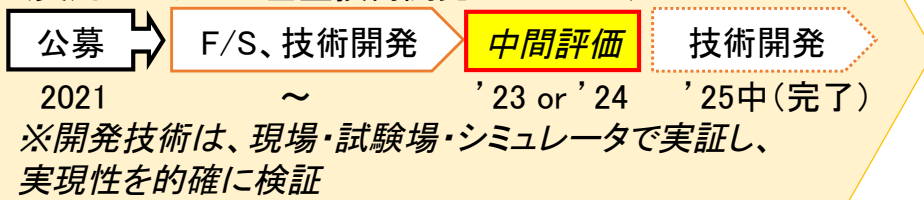
- また、11月から翌年1月にかけて、各研究開発選定者の実験場等において、会議委員の学識者やJAXA等の立会のもと現場実証を行い、各研究開発の進捗状況を確認し、必要な助言を行う。

- 年度末、会議にて今年度の成果を評価・審査する予定。

次年度の事業計画(案)

無人建設革新技術開発

(実用システムの基盤技術開発:2021-'25)



- 今年度成果を踏まえ、次のステップとなる研究開発に早期に着手する。各分野の件数及び金額規模は次を想定。

技術Ⅰ：無人建設(自動化、遠隔化)

- R&DはR5からの継続8件選定

技術Ⅱ：建材製造

- R&DはR5からの継続1件選定

技術Ⅲ：簡易施設建設

- R&DはR5からの継続3件選定

(R&Dは基本45百万/件を見込み、評価結果で上下)

- 全体会議及び各WGを通じ、個々の研究開発とともに事業全体を推進する。また、各技術間の連携(協調領域・競争領域)や、研究開発において共有化・標準化する技術・項目等の整理を図り、無人建設革新技術開発の方向性のブラッシュアップ及び月面施工プロセスへの反映を進める。

- 測位・通信等他プログラムの開発の進捗に応じ定期的に情報交換を行い、技術の相互利用を図る。

- 月面での無人建設技術を目指すとともに、地上での建設技術の高度化の観点も含め、引き続き研究開発に取り組む。

技術分類		技術研究開発名称	実施者 (○代表者、共同実施者)	実施 Stage
技術Ⅰ： 無人建設 (自動化・ 遠隔化)	施工 (掘削、積込等)	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	○鹿島建設 宇宙航空研究開発機構、芝浦工業大学	R&D (継続)
	施工 (敷均し等)	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	○清水建設 ポッシュエンジニアリング	
	施工 (測位)	月面適応のためのSLAM自動運転技術の開発	○大成建設 パナソニックアドバンステクノロジー	R&D (F/Sからの 移行)
	施工 (全体システム)	トータル月面建設システムのモデル構築	○有人宇宙システム	
	建設機械・施工	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	○小松製作所	R&D (継続)
	測量・調査	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	○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(株)、基礎地盤コンサルタンツ(株)、ソイルアンド ロックエンジニアリング(株)	
	輸送(調査)	索道技術を利用した災害対応運搬技術の開発	○熊谷組 住友林業、光洋機械産業、加藤製作所、工学院大学	
基礎(調査)	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	○技研製作所		
技術Ⅱ： 建材製造	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	○大林組 名古屋工業大学、レーザー技術総合研究所	R&D (継続)	
技術Ⅲ： 簡易施設建設	月面インフラタブル居住モジュールの地上実証モ デル構築	○清水建設 太陽工業、東京理科大学		
	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	○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	○東京大学 九州大学、宇宙航空研究開発機構	R&D (F/Sからの 移行)	

F/S・・・Feasibility Study 実現可能性の検証 【1年度間】

R&D・・・Research & Development 技術研究開発 【複数年度間】

○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化) - 施工(掘削、積込等) ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	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
実施者	代表者: 鹿島建設株式会社 共同実施者: 宇宙航空研究開発機構、芝浦工業大学

【ねらい・概要】

月面で自律遠隔施工を実現するためには事前の模擬試験やシミュレーションが不可欠。

重力、土質条件の他、地上と月面では環境の差異が大きい。このため、効率的な開発には月面仮想環境下での自律遠隔施工を模擬した試験による課題検討～実証検証が重要。

月面で自律遠隔施工を実現するためには多くの開発成果の相互利用が必要となるため、各成果を反映させるためのプラットフォームの構築が望まれる。

本プロジェクトでは、まず地上模擬試験を実施し、それを仮想空間上で再現可能なシミュレーション・プラットフォームを開発する。さらにプラットフォームを月面施工検討用に拡張することで、月面の大規模施工シミュレーションを実現する。

本成果を地上の自律自動化施工システムに活用する。

【実施イメージ】

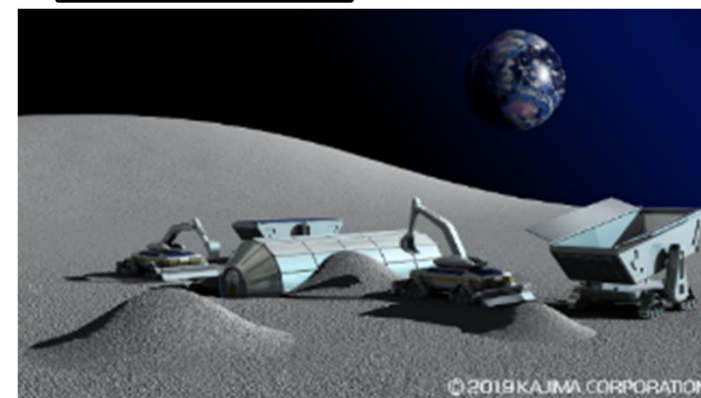
自律遠隔施工技術を宇宙適用するためのシミュレーション・プラットフォーム

自律遠隔施工の地上模擬



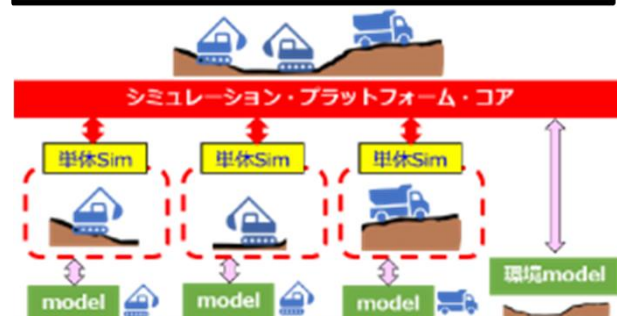
- Gap:
- 重力
 - 土砂物性
 - 大気影響
 - etc.

月面での実施



将来的に月面施工デジタルツインの構築

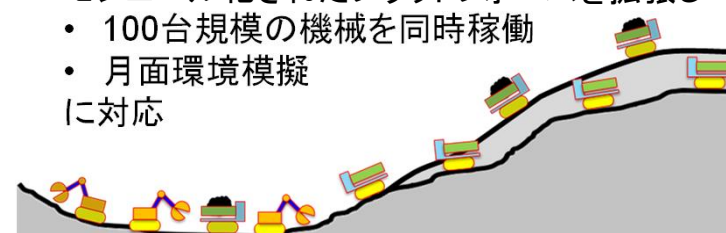
シミュレーション・プラットフォーム



月面大規模施工シミュレーション

モジュール化されたプラットフォームを拡張し

- 100台規模の機械を同時稼働
- 月面環境模擬に対応



○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化)ー施工(敷均し等) ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h1>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</h1>
実施者	代表者: 清水建設株式会社 共同実施者: ボッシュエンジニアリング株式会社



【ねらい・概要】

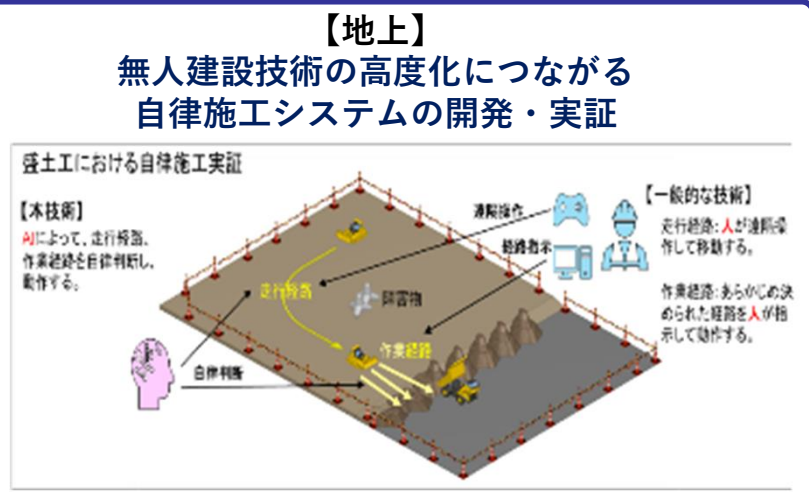
月面での建設活動においては、通信遅延により地球からの信号は数秒単位の遅れが生じる。このような環境下で安全に作業を実行するためには、地球側での判断を極力少なくした自律施工が必要となる。本技術開発では、人工知能により建機側の判断範囲を広げ、自律分散型に近い施工を可能とするシステムを構築し実証する。

また、月のような特殊な環境における認識システムを構築する手法の確立を目指す。

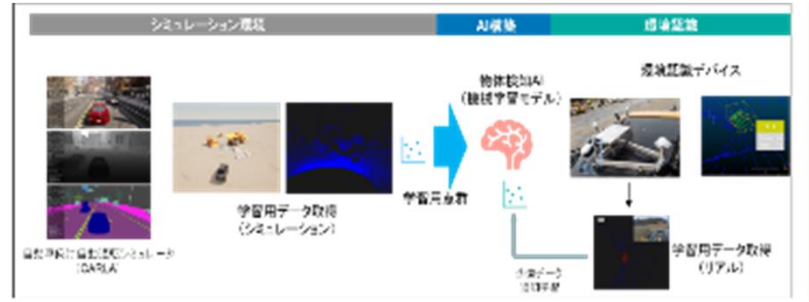
【内容・ポイント】

敷均し厚さ、エリア等の単純な指示のみで、人工知能が作業箇所までの走行経路や敷均し作業の経路を生成するため、より高度な自律施工が可能となる。環境認識システムの基盤ができることで、他建機への展開も可能となり、自律施工建機の多様化につながる。

【実施イメージ】



イメージ例：盛土工の自律施工
環境認識システムで認識された地形や障害物にもとづき、ブルドーザー自身が人工知能により走行経路や作業経路を生成しながら、材料の敷均しを自律的に施工する。



【シミュレーション】
点群データによる物体検知技術

【月面】
月面での無人建設施工へ展開





例：月面基地 施工段階 (清水建設)



例：月面居住モジュール (清水建設/太陽工業/東京理科大学)



○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化)ー施工(測位) ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h1>月面適応のためのSLAM自動運転技術の開発</h1>
実施者	代表者: 大成建設株式会社 共同実施者: パナソニックアドバンステクノロジー株式会社  

【ねらい・概要】

無人建設を目的として建設機械を制御するためには、正確に機械の位置情報を得る必要がある。測位衛星システムがない月面環境で位置情報を取得するため、環境情報を活用するLiDAR-SLAM技術と人工的な特徴点を活用するランドマークSLAM技術を統合し(ハイブリッドSLAM)、月面のような特殊な環境に適応可能な自動運転技術の構築を目指す。

【内容・ポイント】

F/Sでシミュレーション評価により得られた結果を実証実験により確認する。「自己位置推定実験」と「マーカ検知実験」を計画しており、月面環境の実験施設として鳥取砂丘月面フィールド、JAXA宇宙探査実験棟を予定している。

【実施イメージ】

月面環境

鳥取砂丘月面フィールドで小型UGVを使った「自己位置推定実験」を予定している。



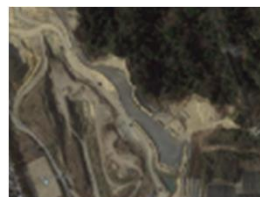
疑似月面環境実証フィールド (鳥取県HPより)

JAXA宇宙探査実験施設で人口太陽光照明を使った「マーカ検知実験」を予定している。



宇宙探査実験棟 (JAXA HPより)

地上環境

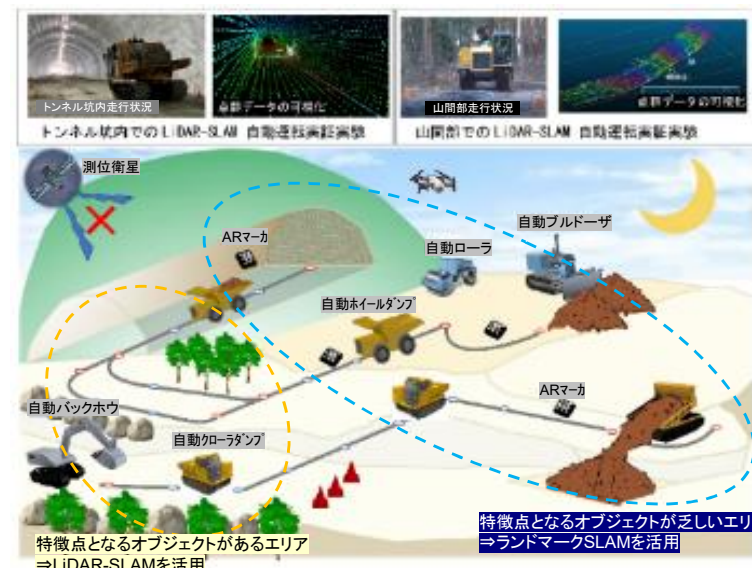


建設現場を想定した実験ヤードにおいて「自己位置推定実験」と「マーカ検知実験」を予定している。



UGV : Unmanned Ground Vehicle)

【地球上での応用イメージ】



測位衛星
ARマーカ
自動ブルドーザ
自動ローラ
自動ホイールダンプ
自動バックホウ
自動クローラダンプ
ARマーカ
特徴点となるオブジェクトがあるエリア ⇒LiDAR-SLAMを活用
特徴点となるオブジェクトが乏しいエリア ⇒ランドマークSLAMを活用

【月面での実用イメージ】



自動バックホウ
自動ブルドーザ
自動ローラ
自動クローラダンプ
ARマーカ
特徴点となるオブジェクトがあるエリア ⇒LiDAR-SLAMを活用
特徴点となるオブジェクトが乏しいエリア ⇒ランドマークSLAMを活用

○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化)ー施工(全体システム) ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究
開発名称

トータル月面建設システムのモデル構築

実施者

有人宇宙システム株式会社



【ねらい・概要】

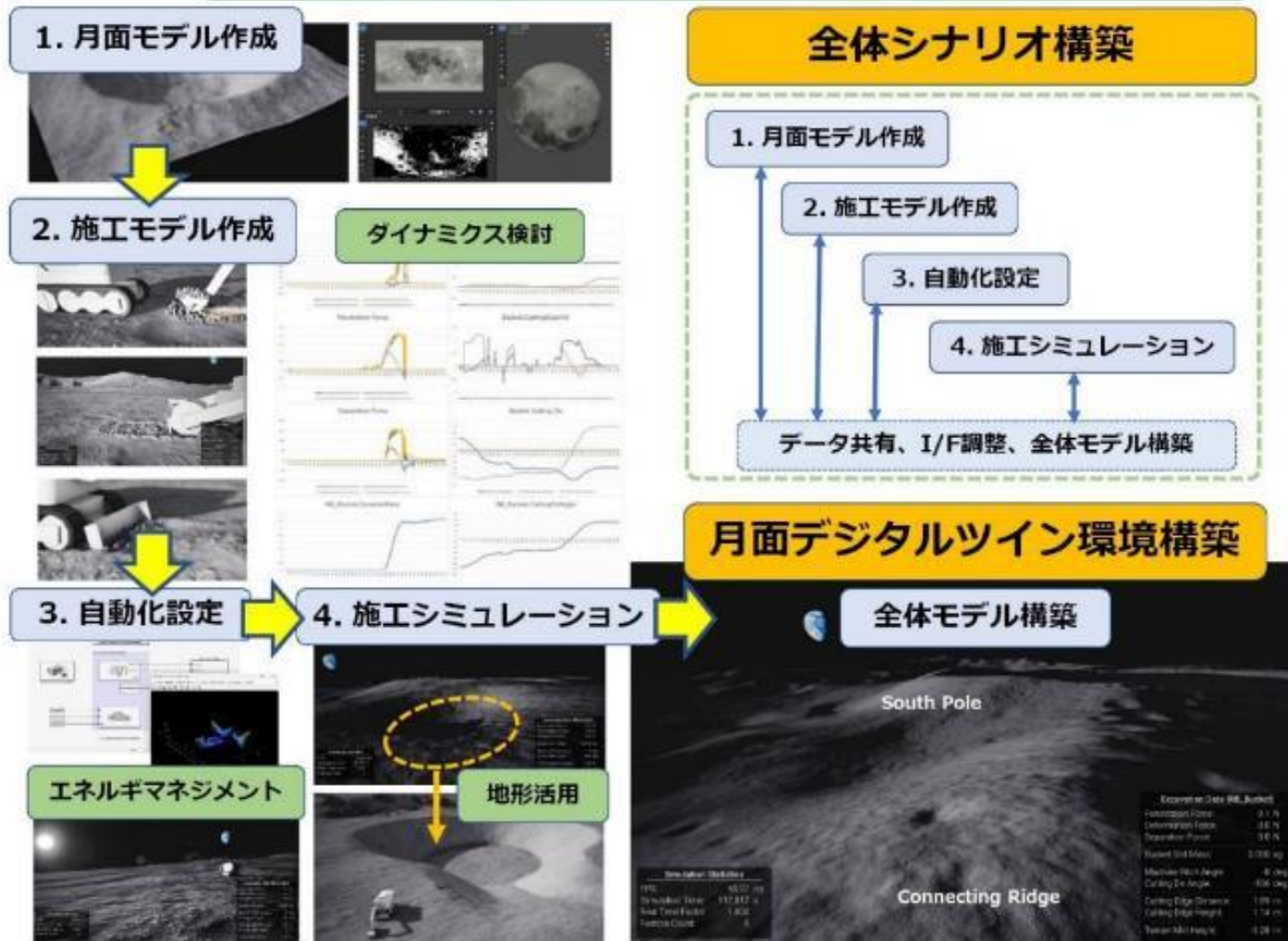
月の南極域において、実際の資源採掘場所、着陸候補地を想定し、**地形の勾配・日照環境を考慮**した上で、**インフラ機器設置場所、資源採掘・運搬プロセス**を検討し、月面建設システム全体を俯瞰したモデル構築を行う。

【内容・ポイント】

月面のデジタルツイン環境を用いて、月南極域における着陸後の**輸送、施工、組立、起動、運用を自動化**するための手法を検討する。
測位のない環境や、高度なレベルでの自動自律化技術を確立することによって、**地上技術との相互発展**を目的とする。

【実施イメージ】

トータル月面建設システムのモデル構築

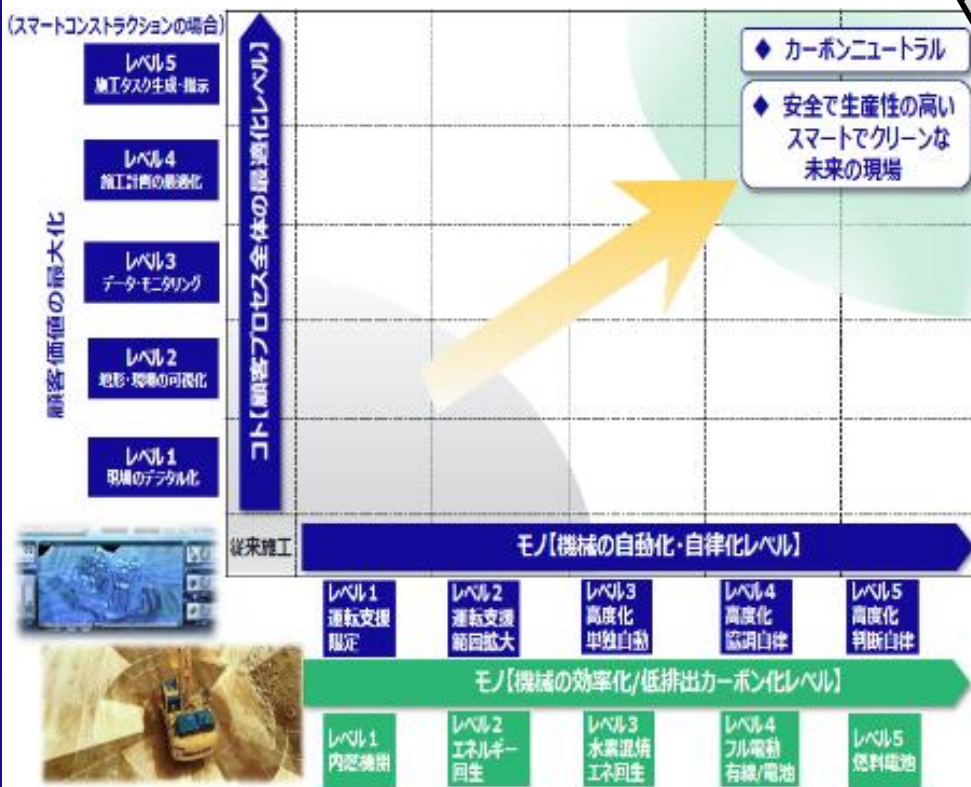


○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化)ー建設機械・施工 ○ステージ: R&D(技術研究開発)

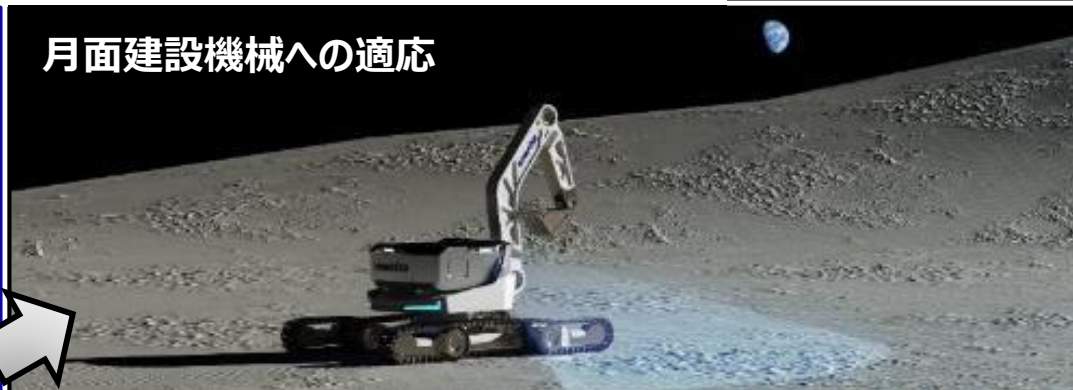
技術研究 開発名称	デジタルツイン技術を活用した、月面環境に適応する建設機械実現のための研究開発	
実施者	株式会社 小松製作所	KOMATSU

未来の現場へのアプローチ

電動化および自動化・自律化による安全で環境にやさしい高効率な建機<モノ>の進化と、
現場のデータや施工計画を含むすべてのプロセスをデジタル化によりつなぎ、施工全体を最適化する<コト>の進化で、
「安全で生産性の高いスマートでクリーンな未来の現場」を創造する。



月面建設機械への適応



【ねらい・概要】

月面では現物へのアプローチが困難なため、現場環境や実機を精度良くサイバー空間に再現する「デジタルツイン技術」が非常に重要となる。
2021年度のF/Sにて検証したシミュレータに対して、月面建設機械や無人自律施工技術の開発に必要な機能の追加と精度の向上を実施するとともに、本シミュレータを活用して、月面建設機械の具体的な検討を実施する。
また、本R&Dで得られた知見を地上の建機や施工の高度化に活用する。

【内容・ポイント】

- ① FY2021に作成したサイバー空間上で動作する油圧ショベルのシミュレータに対して、精度の向上を図るとともに、月面無人建設のための建設機械の検討に必要な機能の追加や建機の形状・サイズの変更に対応する。
- ② 本シミュレータを活用して、月面建設機械について抽出した課題の解決方法を検討し、対策案の妥当性・実現性を検証する。



- ・形状
- ・サイズ
- ・重量バランス
- ・掘削方法

○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化)ー測量・調査 ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h2>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</h2>
実施者	代表者: 学校法人立命館 共同実施者: 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(株), 基礎地盤コンサルタンツ(株), ソイルアンドロックエンジニアリング(株)

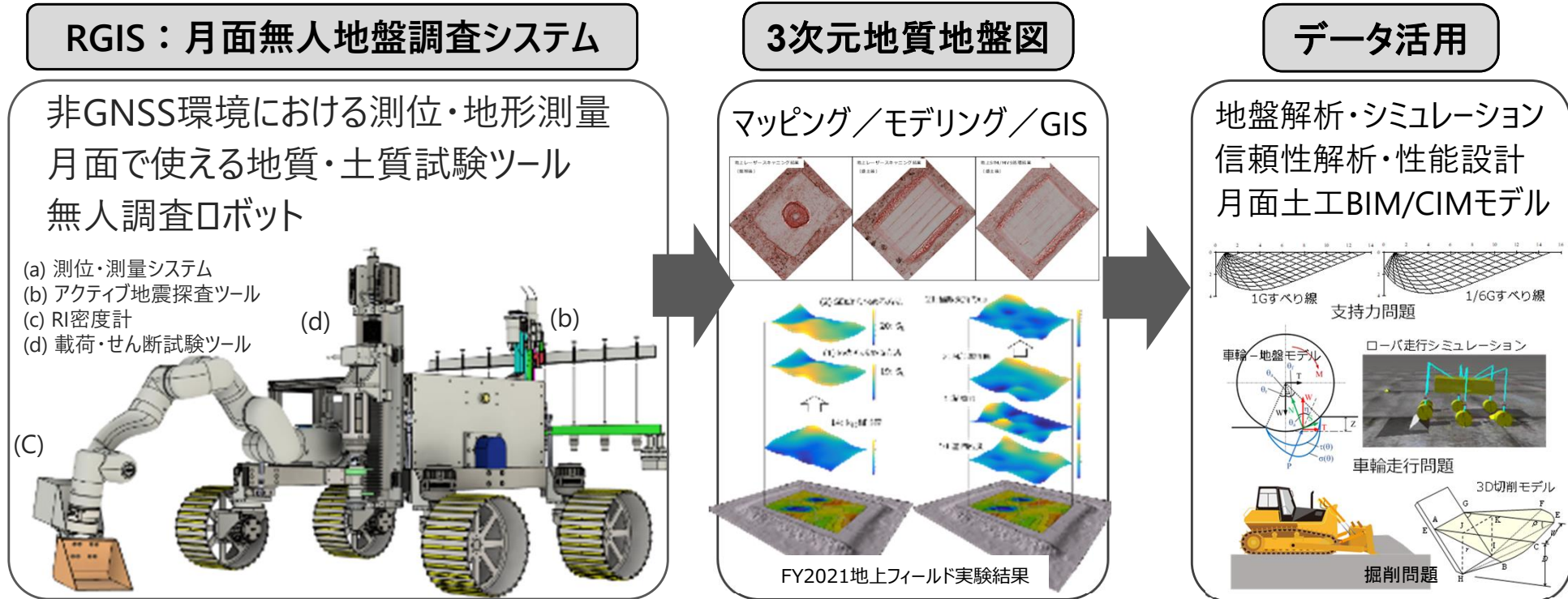


【ねらい・概要】月探査・基地建設に向けた測量・地盤調査法～施設設計法の構築

- 月面地盤は未解明な点が多く, 多くの不確実性(地質・地盤リスク)が残されている。
- 月探査・基地建設には, 月面の**地形・地盤調査, 地質・地盤リスクアセスメント/マネジメント**が必須。
- 本研究では, **月面の測量・地形図作成と地質・地盤調査を同時に行い, 3次元地質地盤図を作成するための無人調査システムの開発**を行う。

【内容・ポイント】

- 無人ロボットによる地形・地質・地盤**データの取得からデータの活用(設計)までを一気通貫する地盤工学スキームの体系化**を目指す。
- 月面の不確実性を考慮した**信頼性設計**の在り方を検討し, 着陸機や探査ローバ等の**探査リスクの低減に向けた調査戦略**を提案する。



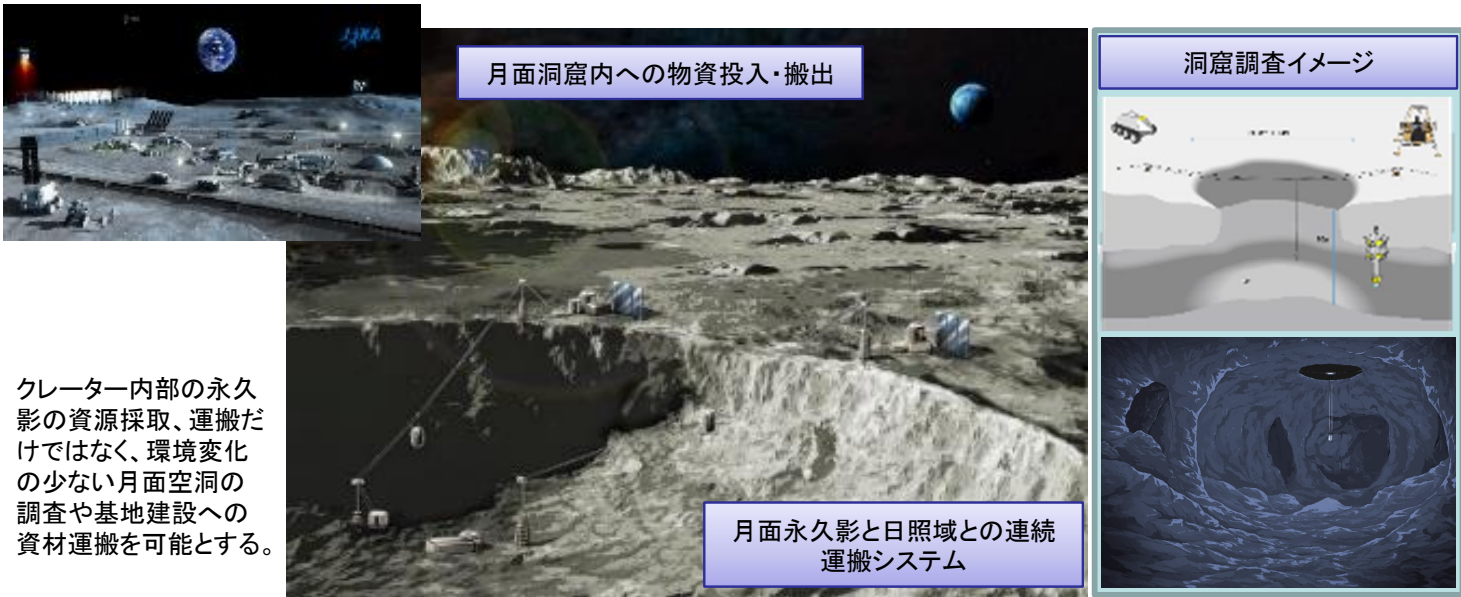
○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化)ー輸送(調査) ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h1>索道技術を利用した災害対応運搬技術の開発</h1>
実施者	代表者: 株式会社熊谷組 共同実施者: 住友林業株式会社、光洋機械産業株式会社、株式会社加藤製作所、学校法人工学院大学



【ねらい・概要】
 重要な課題である月面におけるクレータ内部や洞窟内への物資投入や採掘資源の運搬は、運搬路のリスクを軽減し、**作業環境対応に優れた自動化技術が必要となる。**
 本開発では、安定した物資運搬である索道技術を災害対応に活用することで、**月面での洞窟内への物資投入や月面永久影と日照域との連続運搬システム**の開発に向けた技術研究開発を行う。

【実施イメージ】



クレータ内部の永久影の資源採取、運搬だけではなく、環境変化の少ない月面空洞の調査や基地建設への資材運搬を可能とする。

【内容・ポイント】
災害発生時に迅速に効率的な運搬を可能とする技術は、インフラ等の早期復旧など、社会的に必要性が高い技術といえる。
 地上では、**架線集材の索道技術に、架設資材を改良した簡易支柱と可搬性の高いウインチを開発し、遠隔化・自動化の制御により、インフラ等の早期復旧が可能となる技術の開発を目標としている。**

災害対応

災害時の応急復旧対策として、法面保護などに土のうは頻繁利用されているが、その運搬は人力によるものが多く、多大な労力が必要となり迅速性に欠けている。



○技術分類: I 無人建設(自動化・遠隔化) - 基礎(調査) ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	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
実施者	代表者: 株式会社 技研製作所



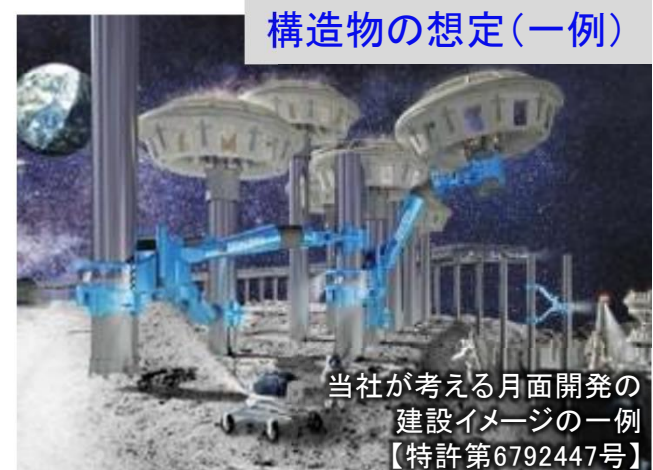
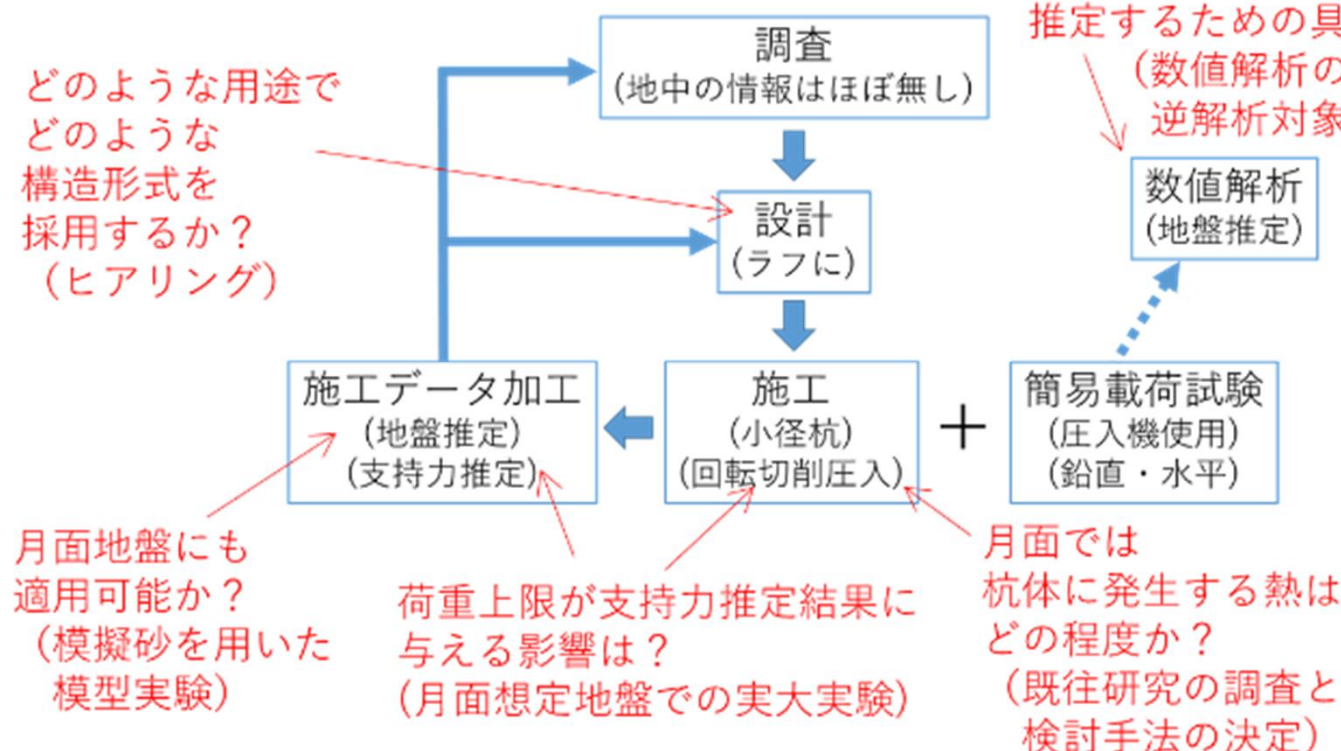
【2022~2025年度全体でのねらい】

施工データを利用して設計施工を合理化する技術の確立と、月面適用性の確保

【2022~2025年度全体での内容・ポイント】

- ✓ 施工データ利用技術(地盤推定・支持力推定・自動運転)の妥当性検証(実証試験)
- ✓ 圧入機による簡易的载荷試験の試行(実証試験)
- ✓ 月面を想定した設計施工のケーススタディー

【2023年度の実施予定内容】



○技術分類: II 建材製造 ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h1>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</h1>	
実施者	代表者: 株式会社大林組 共同実施者: 名古屋工業大学、レーザー技術総合研究所	



【ねらい・概要】

月探査活動の拠点基地建設のための建設材料を、地球からロケットで運搬するためには莫大な費用を要する。そこで、**月レゴリス(ソイル)を原料**に、太陽光発電等をエネルギー源とし、**マイクロ波やレーザー等で加熱**して、**焼成物を現地で製造**し、これを**建設材料に利用**する技術のR&Dを実施する。

【実施イメージ】

月模擬砂
試験には月の模擬砂を使用。



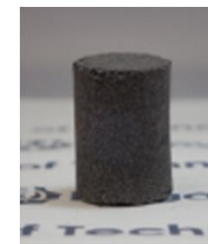
マイクロ波を用いた建設材料の製造システムの開発

焼成物の品質を改善できる製造条件、真空中での製造試験と低重力での製造試験方法を検討する。

高真空下でのマイクロ波製造試験



真空中での
焼成物



真空中で発生する
ガスの分析装置



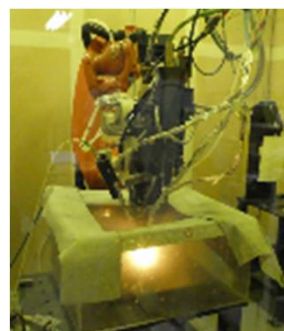
【内容・ポイント】

レーザーやマイクロ波等による加熱製造技術の**品質や製造効率の改善**を進めるとともに、真空や低重力などの**月面環境での適用可能性**を検証する。無機繊維などの**焼成物以外の材料**についても開発を進める。本技術開発が実現した際の**社会的効果**、さらに本技術の**類似技術に対する優位性**を明確にする。

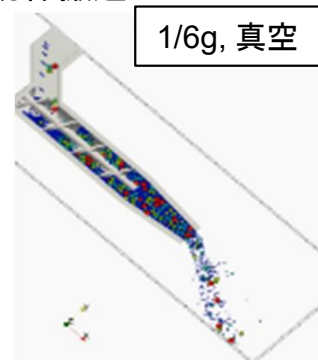
レーザーを用いた建設材料製造システムの開発

製造効率、曲げ強度等を改善できる製造条件、真空中で使用可能な製造方法を検討する。

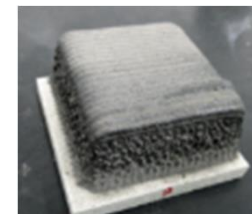
ロボットアームを用いた
レーザー積層造形試験



真空中・低重力での
粉体搬送シミュレーション



レーザー積層造形物



焼成物以外の月資源を用いた建設材料の製造技術の開発

月コンクリート、ジオポリマー、サルファーコンクリート、ポリマーコンクリートなどの材料の研究が行なわれているが、多くの用途が期待できる無機繊維について開発を進める。

○技術分類: III 簡易施設建設 ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h1>月面インフレーターブル居住モジュールの地上実証モデル構築</h1>	
実施者	代表者: 清水建設株式会社 共同実施者: 太陽工業株式会社、学校法人東京理科大学	



【ねらい・概要】

月面へ持っていけるモノの重量や寸法はロケットに搭載可能な範囲に限定されるため、畳んで運び現地で展開し大きな空間を作れば、一度の輸送でより多くのモジュールを輸送でき、輸送コスト削減に繋がる。本技術開発では**膜構造**を利用し、**畳んで運んで現地で展開できる**月面インフレーターブル(膨張型)居住モジュールの地上実証モデル構築を目指す。

【内容・ポイント】

月面は高真空、厳しい昼夜温度差など特有の環境であり、それらに耐える素材や構造で作る必要がある。2021年度F/Sで明らかにした技術課題を基に、高強度膜材などを組み合わせて内部に人が暮らせる環境を維持しつつ環境に耐える**膜構造**、状態把握や形状制御のための**自律分散型モニタリング・制御システム**、および展開時の動きや構造強度を把握するための**解析モデル**を開発する。



展開前
初期状態

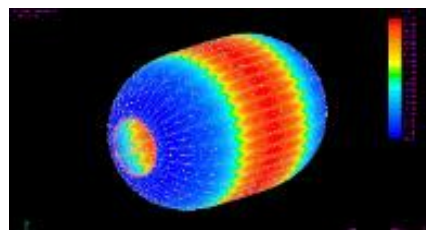
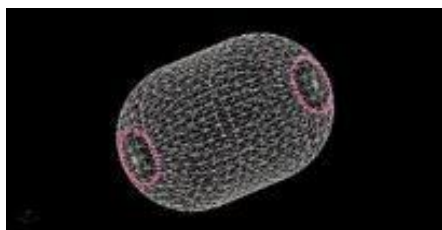


中間状態
様々な形態を取る



完了状態

1/10スケールモデルの展開の様子



数値解析による構造強度計算



月面インフレーターブル居住モジュール
(想像図)

○技術分類: III 簡易施設建設 ○ステージ: R&D(技術研究開発)

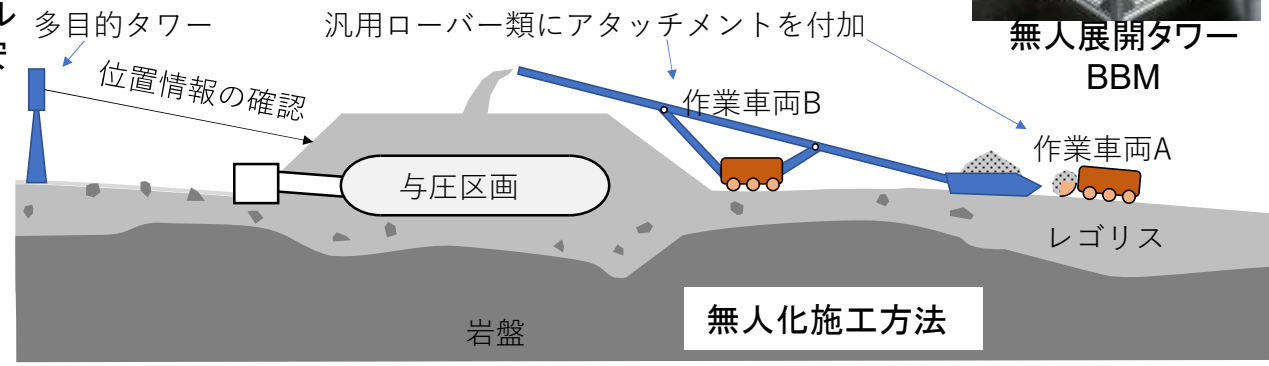
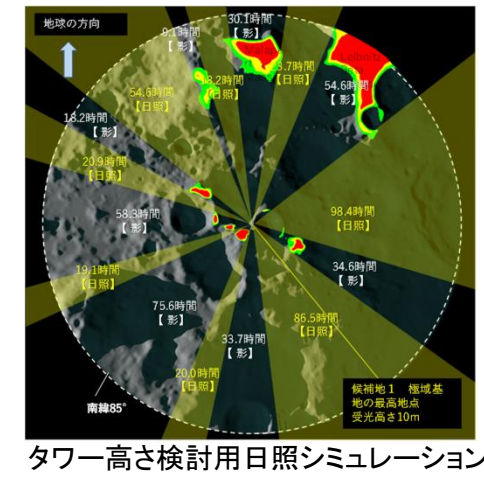
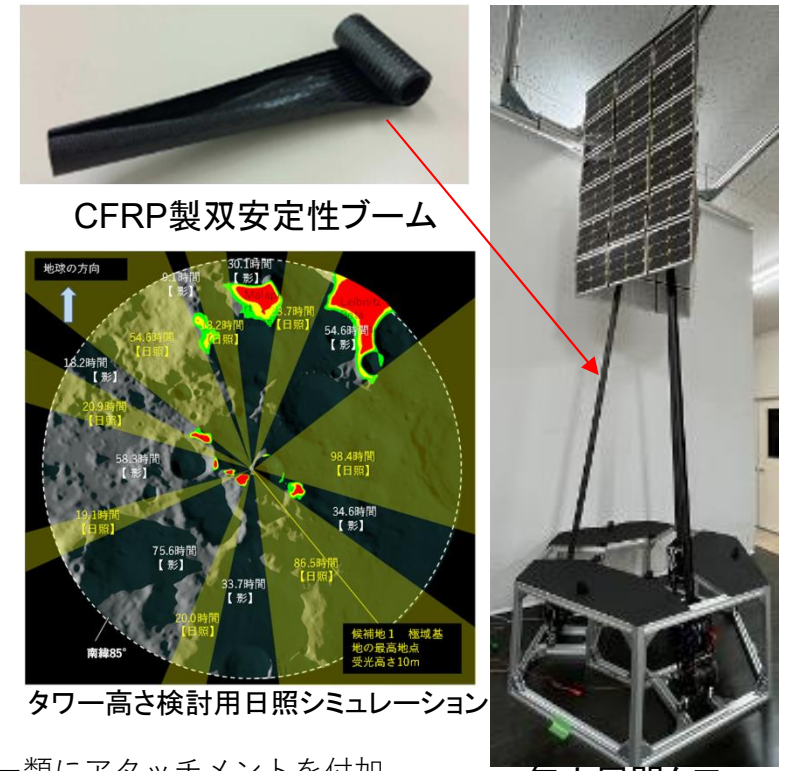
技術研究 開発名称	<h2>月面における展開構造物の要件定義および無人設営検討の技術開発</h2>
実施者	代表者:  株式会社大林組 共同実施者:  宇宙航空研究開発機構、  室蘭工業大学、  サカセ・アドテック

【ねらい・概要】
 初期段階の月面基地建設では、資材輸送量の削減と現地建設作業の省力化が望ましい。
 本開発では、FS性の確認できた各種の自動展開構造技術の中から、無人・有人の各探査フェーズにおける需要をもとに、要求性能や設置方法を明確にしつつ、最も効果的な対象構造を選択して自動展開・無人設営のR&Dを実施する。

【内容・ポイント】
 非与圧構造の防護シェルターや発電・蓄電ユニット等のインフラ機器ならびに与圧が必要な居住モジュールについて、将来的な月面等宇宙開発における活用の可能性と提案する技術研究開発が実現した際の社会的効果、あるいは類似技術に対する優位性の確認を含めた技術的革新性を明確にする。

【非与圧型構造の検討】
 国内外の伸展構造物の調査を行い、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)製双安定性ブームを用いた自動展開方式の多目的タワー(太陽光発電、通信等)を開発目標とする。
 令和四年度は多目的タワーの基本設計と展開機構を対象としたBBMの製作・試験を実施。
 令和五年度以降はタワーの機能向上、実機の製作性確認、月面での設置方法といった課題に取り組む。

【与圧型構造の検討】
 国内外の伸展構造物の調査を行い、埋設型インフレーターブル構造を開発目標とする。
 令和四年度は膜材料の調査と月面レゴリスを防護層とする場合の厚さならびに無人化施工方法の検討を実施。
 令和五年度以降は展開機構の検討ならびに居住モジュールとして重要な安全性や内部空間の構築を行う。



○技術分類: III 簡易施設建設 ○ステージ: R&D(技術研究開発)

技術研究 開発名称	<h1>月の縦孔での滞在開始用ベースキャンプの最少形態と展開着床機構の開発</h1>	
実施者	代表者: 東京大学 共同実施者: 九州大学、宇宙航空研究開発機構	



【ねらい・概要】

月の「縦孔」に滞在を開始し拠点となる「ベースキャンプ」を「最少」の構築物で素早く設営する「展開着床機構」を開発する。長期滞在や研究機器のための「自動建設」を援護する拠点ともなる。小型モックアップの「月面投入展開試験」も構想する。

【内容・ポイント】

「滞在モジュール」を孔底へ着床させ「インフラ」を月表面に配備する。搬送を少なくするために折り畳んでおきパッシブな制御で半自動で展開着床させる。「花柄ディンプル」を散りばめた外皮と内蔵高床と「非平坦地」への接地脚の同時展開、リフトを吊る「張弦構造」、「ハサミムシの翅」を模したソーラーパネルといった展開機構が小型モックアップで検証されており実大規模の設計へ移行していく。滞在モジュールの狭隘部は「高密度緑化」で活用する。

【実施イメージ】

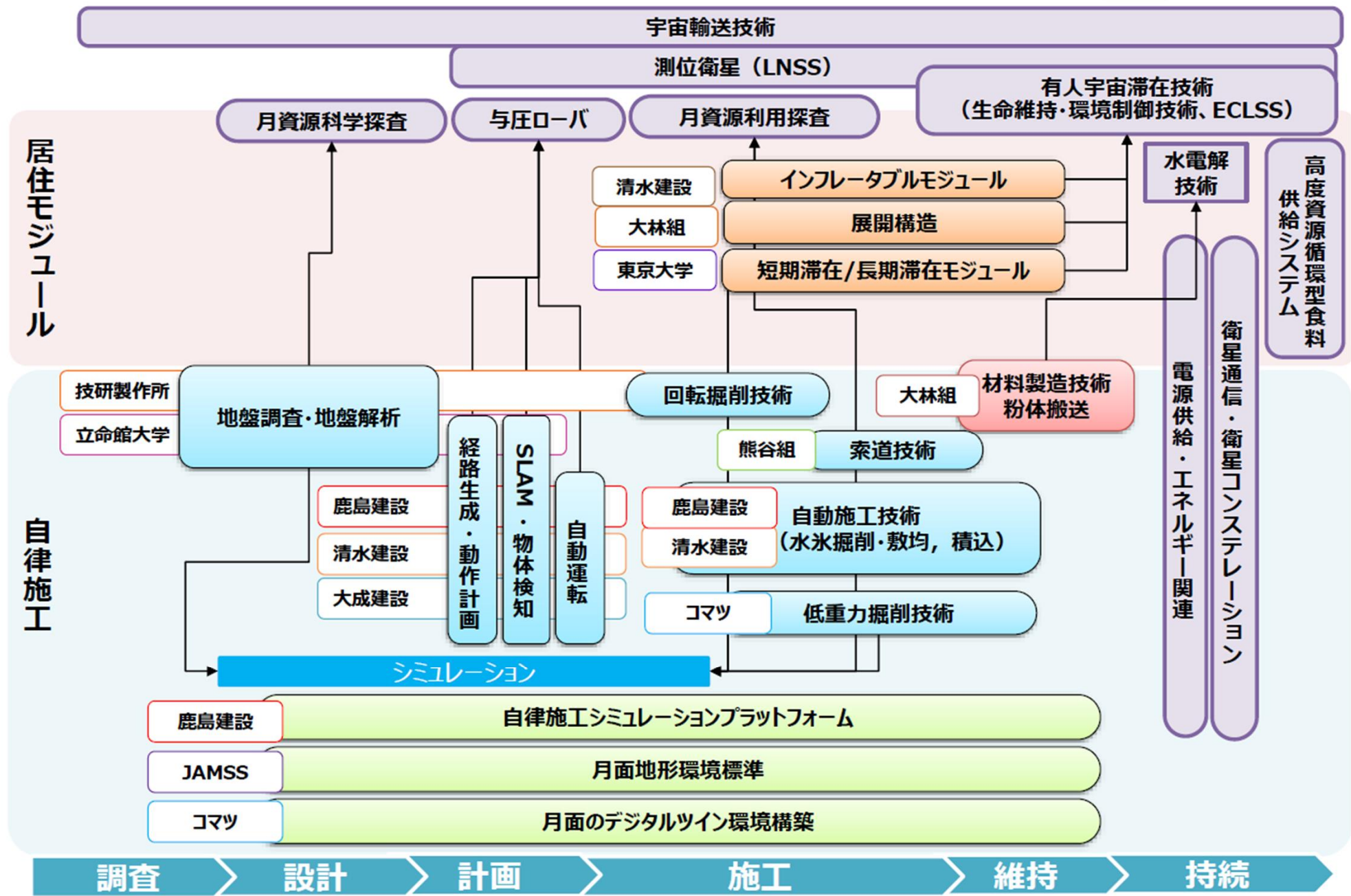
縦孔：宇宙線や隕石から守られ温度差が数十℃と少ない滞在に適した環境と予想されている。

ベースキャンプの最少形態と展開着床機構

花柄ディンプル

宇宙建設革新プロジェクト技術マップと関連性

...プロジェクト対象外



各WGの設置

- **月面無人施工プロセスWG**：ISECGをベースにしつつ、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。
- **自律施工WG**：自律移動や自律施工における目標値（SLAMによる自律移動距離のオーダなど）の検討等。
- **居住モジュール無人施工WG**：月面居住モジュールの無人施工（組立・アSEMBル）の検討等。

実施者	技術研究開発名称	月面無人施工プロセスWG	自律施工WG	居住モジュール無人施工WG
○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一次世代施工システムの宇宙適用		○	
○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	○	○	
○大成建設 パナソニックアドバンステクノロジー	月面適応のためのSLAM自動運転技術の開発	○	○	
○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	○	○	○
○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	○	○	○
○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(株)、基礎地盤コンサルタンツ(株)、ソイルアンドロックエンジニアリング(株)	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	○	○	○
○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	○		
○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	○		
○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	○		
○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			○
○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			○
○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	○		○

第1回 宇宙を目指す建設革新会議

- **日時** 令和5年5月18日（木）16:00～18:00
- **場所** TKP新橋カンファレンスセンター 16階 ホール16D（Web併用）
- **議事** 宇宙建設革新プロジェクト2023について / 今後の進め方・スケジュールについて / その他（話題提供等）

※令和5年度より全ての技術がR&Dへ移行したことを踏まえ、4月に「無人建設革新技術開発推進協議会」を「宇宙を目指す建設革新会議」へ改称。



（上）会議の様子 / （下）石上議長の御挨拶



宇宙を目指す建設革新会議 委員名簿

（学識者）

石上 玄也 慶應義塾大学 理工学部機械工学科 准教授
 諸田 智克 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 准教授
 松尾 亜紀子 慶應義塾大学 理工学部機械工学科 教授

（研究者）

山口 崇 土木研究所 技術推進本部 上席研究員
 永井 直樹 宇宙航空研究開発機構 国際宇宙探査センター 事業推進室長
 杉田 寛之 宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ 副ハブ長

（行政）

見坂 茂範 国土交通省 大臣官房 技術調査課長
 森下 博之 国土交通省 大臣官房 参事官（イノベーション）
 池田 一郎 文部科学省 研究開発局 宇宙開発利用課 宇宙利用推進室長
 中谷 絵里 内閣府 宇宙開発戦略推進事務局 参事官補佐

※令和5年5月18日時点

産学官の関係者が一堂に会し、
 個々の研究開発とともに事業全体の推進を図った。

<目的>

- **災害対応・働き方改革 & 宇宙開発**に資する革新的な施工技術力（人・技術）の研鑽
- 各地整等や研究所の**DX施策（人材育成、実機・フィールド整備、研究開発等）**との連携
- 官民の各遠隔技術等を実演し、その効果と課題を共有。
- 今後、継続的な技術研鑽の取り組みを目指す。

<実施内容>

■ 宇宙建設に資する革新技術開発(12プロジェクト)の紹介

- ・技術Ⅰ：無人建設（自動化・遠隔化）
- ・技術Ⅱ：建材製造
- ・技術Ⅲ：簡易施設建設

■ 遠隔施工等の革新的施工技術の実演・展示(20技術)

1. 遠隔施工技術
2. 長距離遠隔施工技術
3. 遠隔施工技術（バーチャル）
4. 映像・通信制御技術
5. 電動建機
6. 革新的施工技術

その他、遠隔施工(ロボQS)実演や各者によるプレゼン等を予定。

○参加者：職員、建設企業、開発企業、研究者、マスコミ等

●場所：国総研 & 土研 建設DX実験フィールド+VR国総研

●日時：R5.11.20(Mon) PM, 21(Tue) AM・PM

<講演・実演・展示技術のイメージ>



遠隔施工技術



長距離遠隔施工技術



遠隔施工技術(バーチャル)



映像・通信制御技術

電動建機

革新的施工技術

- 日時 令和5年11月20日(月) & 21日(火)
- 場所 建設DX実験フィールド
(国土技術政策総合研究所 及び 土木研究所 内)
- 実施内容

主催：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、
国土交通省 国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室
共催：国立研究開発法人 土木研究所 技術推進本部

・宇宙建設に資する革新技術開発の紹介 **12件の紹介**

(技術Ⅰ：無人建設(自動化・遠隔化)、技術Ⅱ：建材製造、技術Ⅲ：簡易施設建設)

・遠隔施工等の革新的施工技術の実演・展示 **20件の実演・展示**

(遠隔施工技術、長距離遠隔施工技術、遠隔施工技術(バーチャル)、映像・通信制御技術、電動建機、革新的施工技術)



開会式(吉岡技監からのメッセージ)



開会式(森下参事官より発表)



ローカル5Gを活用した通信



静音、低振動、低排熱の電動建機



実演会場の全景



ロボQSを搭載した建設機械を実演(関東地整)



AGX Wireを使用したシミュレータ



つくば市～兵庫県の長距離遠隔操作



力制御機能を有する
次世代作業機

オンライン配信では
実演・展示状況の中継



2日間で延べ
600名以上が現地参加、
450名以上が配信視聴

0. はじめに
1. スターダストプログラム
2. 宇宙建設革新プロジェクトにおける取組
- 3. (参考) 他省庁等における取組**
4. おわりに

プロジェクト番号：R3-03

月面等における長期滞在を支える 高度資源循環型食料供給システムの開発

主担当庁：農林水産省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

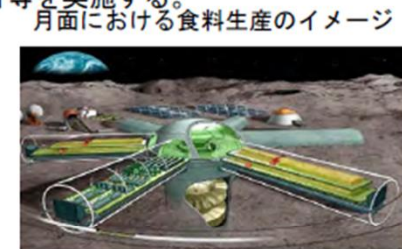
- 人類が月面等に長期滞在をし、探査や開発などの持続的な活動を行う上で、食料関連技術はその基盤となる重要な要素である。
- 従来の宇宙食は、地球上で加工・製造し、完成品として持ち込んでいたが、長期間の宇宙活動を支えるためには、月や火星等での食料供給システムの構築が必要。
- 宇宙空間では、作物の成長に必要な水や空気、栄養素が供給されないことから、月面等における施設内で、地球から持ち込む資源を最大限に循環再生し、再利用しながら自律的・効率的に食料を生産するシステムの構築が必要。
- また、長期間にわたる閉鎖空間での集団生活においては、心身や人間関係等の問題が顕在化しやすいため、持続的に心身の健康や健全な人間関係を維持できるようなQOLを確保できる食システムを提供することが必要。
- このような宇宙での現地生産型食料供給システムは、他国では構築されておらず、我が国が国際的なイニシアティブを発揮できる分野であり、これまでの地上における最新の研究成果を結集し、発展・統合していくことで、新たなイノベーション、宇宙ビジネスの創出が図られるとともに、地上の課題解決にも貢献。

留意点

- 農林水産省「新・食料産業の創造に向けた宇宙食の開発・実用化促進事業」の調査・実証との連携を図ること。
- 事業の進捗や海外の動向などをふまえ、事業の絞り込みを含め、不断の見直しを進めること
- 有人活動の経験、ノウハウを持つJAXAの協力を得つつ、開発を進めること。
- 月面での宇宙科学活動での利用も見据え、宇宙科学の専門家を参画の下、そのニーズを踏まえたプロジェクト運営を進めること

事業の内容

- 月や火星での長期滞在を可能とする、QOLを重視した高度資源循環型食料供給システムを構築する。
 - ① 高等植物や微細藻類、培養肉などの高効率食料生産技術並びに生物及び物理化学的アプローチによる高効率な有機物等の資源再生技術を組み合わせた、高度資源循環型食料供給システムを開発する。
 - ② 閉鎖隔離環境における心身や人間関係等に関するリスクの軽減を目的として、各種センシング技術等を用いたQOLの観察機能及びQOLの維持・向上のための食ソリューション機能を有するQOLマネジメントシステムを開発する。
 - ③ ①及び②のシステム統合実証や①に係る宇宙空間での実験を行うため、地上における月面基地模擬施設や宇宙実験モジュール等の共創型実証基盤の構築に向けた設計等を実施する。
- 極小閉鎖空間における食事イメージ
(心身の健康維持に必要なQOL提供)



予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額：3.1億円
- 令和3年度(補正)配分額：3.5億円
- 令和4年度(補正)配分額：5.1億円

プロジェクト番号：R3-02

月面におけるエネルギー関連技術開発

主担当庁：経済産業省、総務省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- 我が国は2019年に米国提案のアルテミス計画への参画を決定。当該計画への参画に当たっては、民間事業者等とも協働しつつ、月・月以遠での持続的な探査活動に必要な基盤技術の開発・高度化を進めることとしている。
- 月面での宇宙飛行士の常時滞在、それに先立つ短期間の有人月面探査、居住施設の設置・建設等、月面でのあらゆる活動において、電力の確保・安定供給が必要となる。
- また、月の極域、永久影等のレゴリスには一定量の水氷が存在すると考えられており、水氷から水を抽出し、月面離着陸機等の燃料(水素・酸素)等として利用することは、地球の資源に依存しない持続的な月面活動を可能とする上で重要である。
- 本事業では、こうした月面活動に必要なエネルギー関連技術の開発・高度化を進める。

各省の役割

- 経済産業省 : 月面エネルギーシステム全体に関するF/S、無線送電技術及び水電解技術開発の実施
- 総務省 : 水資源探査技術開発の実施
- 文部科学省 : JAXAの専門知識を含め、ニーズ等に係る要求・技術的助言

事業の内容

- 月面活動におけるエネルギーの確保・供給に必要な技術の開発・高度化のため、以下の事業を行う。
 - ①月面エネルギーシステム全体に関する技術課題整理
月面での発電、蓄電、送電(無線電力送電等)を含む電力供給システムや、エネルギーとしての水素の確保・利用のためのシステム等、必要なエネルギーシステムの全体構造について実現可能性を検討し、将来的に開発が必要とされる要素技術等について整理する。
 - ②テラヘルツ波を用いた月面の水エネルギー資源探査技術開発
テラヘルツ波による水・氷検出の有効性の検証、複数周波数対応センシング機器の開発、軌道上データ処理技術を開発するとともに、小型衛星への搭載、月面における水資源探査の実証を検討。
 - ③月面利用を見据えた水電解技術開発
水を電気分解して水素と酸素を生成する水電解装置について、
 - ・月面での活用を見据えた水電解装置の開発(小型化、軽量化、真空・放射線試験等)
 - ・月面等の低重力下で正常に作動する気液分離機構、ガス排出機構等の技術開発を行う。
 - ④無線送電技術開発
月周回軌道から月面への無線エネルギー伝送技術の確立に向け、超長距離無線伝送の可能性を確認するための技術開発・実証実験等を実施する。

予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額: 2.2億円(経産省)、2.2億円(総務省)
- 令和3年度(補正)配分額: 2.4億円(経産省)、9.0億円(総務省)
- 令和4年度(当初)配分額: 5.5億円(経産省)
- 令和4年度(補正)配分額: 2.8億円(経産省)、17.4億円(総務省)
- 令和5年度(当初)配分額: 11.5億円(経産省)

プロジェクト番号：R2-07

月面活動に向けた測位・通信技術開発

主担当庁：文科科学省
連携省庁：総務省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- 米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)などにより、今後、月の探査・開発に関する活動が拡大していくことが見込まれ、これらの活動を支える基盤整備が必要となってくる。
- その中でも、測位や通信といった基盤は、比較的初期の活動から必要とされると考えられる。具体的には、LNSS(月ナビゲーション衛星システム)や、月-地球間の超長距離の光通信システムといった基盤が想定され、諸外国においても検討が進められている。
- 今後、国際連携、標準化と言った議論も視野に、我が国がこれらの基盤整備に貢献し、リーダーシップを発揮していく上でも、文部科学省が、総務省の協力の下、月面活動に向けた測位・通信の在り方を早期に検討するとともに、コアとなる要素技術を獲得していくことが必要。

各省の役割

- 文部科学省：アーキテクチャ検討、実現手段、技術課題の整理要素技術開発
- 総務省：技術的な知見の提供、助言

予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額：2.0億円
- 令和3年度(補正)配分額：9.0億円
- 令和4年度(補正)配分額：8.3億円

事業の内容

月面活動に向けた測位・通信システムに係る以下の事業を行う。

○測位システム関連

- ・ 月における測位システムの構築のためのアーキテクチャ検討を行い、実証機に対する要求を検討。
- ・ 上記を踏まえたシステムの実証に向けた開発・設計。
- ・ 国際動向を踏まえ、統一規格の検討に係る調査を行う。

月測位システムの構想例

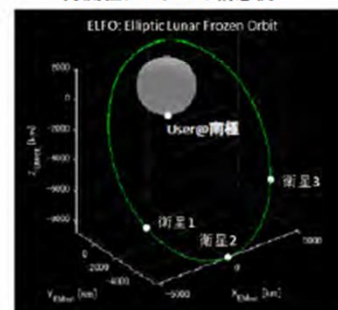
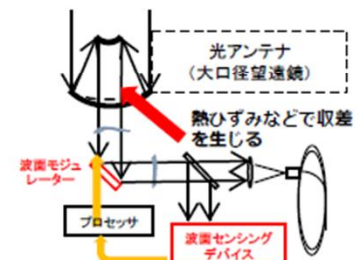


図2. ELFO上の3機配置例
(866km × 8742km × 56.2°, ΔM = 90°)



波面センシングデバイスで収差を検出し、その情報から波面モジュレーターを使って収差を補正することで効率よくファイバーに光を入射する

(要素技術の例)衛星補償光学系

○通信システム関連

- ・ 月面活動に向け、月-地球間や月近傍などでの通信アーキテクチャの検討、実現手段、技術課題の整理等。
- ・ アーキテクチャ検討に基づく月-地球間での高速・大容量通信の実現に必要な研究開発の実施(例：高速高感度復調技術、遠距離高感度捕捉追尾技術、衛星搭載用大口径光アンテナ、衛星補償光学系などの要素技術の開発等)

3. 米国アルテミス計画：概要



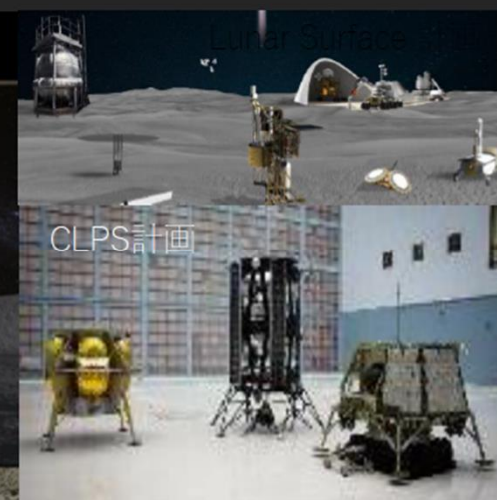
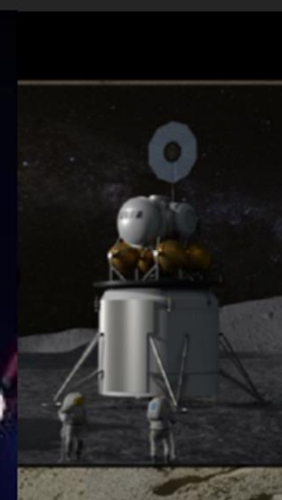
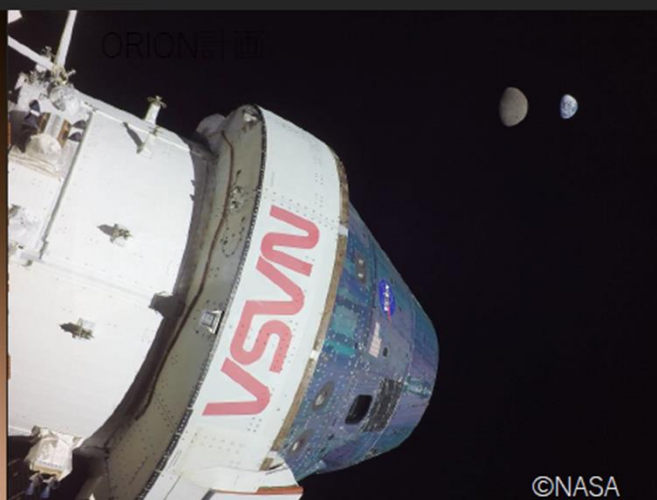
■ アルテミス計画は月面有人探査に関するすべてのプログラムを包含した総体

- ✓ Space Launch System (SLS) 計画
- ✓ Orion宇宙船計画
- ✓ 月周回有人拠点 (Gateway) 計画
- ✓ 有人着陸機 (HLS) 計画
- ✓ 商業月面ペイロードサービス (CLPS) 計画、等

■ NASAは月面探査だけでなく、2030年代に火星有人着陸を目標に掲げ、月面での持続的な活動を通じて必要な技術を獲得しようとしている。



第5回国家宇宙会議で
ペンス副大統領から発表





6. JAXAの国際宇宙探査への取り組み

JAXAの国際宇宙探査シナリオ(案)

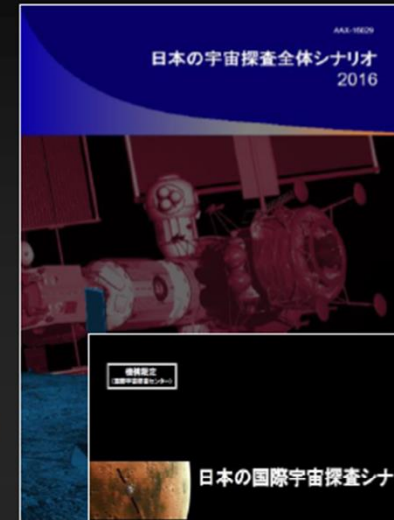
● シナリオ(案)策定の目的

- ✓ 政府の国際宇宙探査政策／計画への提言を宇宙機関としてまとめること
- ✓ 国際宇宙探査は、人類の活動領域拡大を目的とし、有人火星探査を見据えた有人月探査を指す

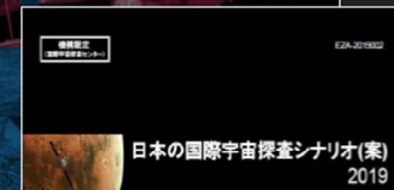
● シナリオ策定経緯

- ✓ 2015年9月から検討作業を開始し、2016年度に初版、2019年度に第2版の報告書をまとめた
- ✓ JAXA ISAS、研究開発部門、輸送部門、有人部門、経営推進部などを含む全社的なチームにより検討を進めている
- ✓ トップダウン的なアプローチにより、全体システム構想やロードマップを導出することが目標
- ✓ 技術ロードマップは宇宙探査に関する先導研究のベースラインとしても活用
- ✓ 最新の国際情勢、国内の政策議論や研究の進捗などを踏まえて改定していくことを想定
今回(2021年版)は、2回目の改定となる

JAXA ホームページで公開中
<https://www.exploration.jaxa.jp/news/20220427.html>



2016年度版
(全430頁)



2019年版
(全659頁)



2021年版
(全761頁)



10

★ 2030年代中盤に有人月面基地の構築を想定して検討をしていますが、その建設方式・建設手段はまだまだ想定のレベルとなっています。皆様の技術や知見等をいただいで計画設定し、実現に向けて取り組むことが必要です。

0. はじめに
1. スターダストプログラム
2. 宇宙建設革新プロジェクトにおける取組
3. (参考) 他省庁等における取組
4. おわりに

建設施工技術の現状 ～ICT施工～

○ i-Constructionでは、3次元データを取得し、設計データを建設機械に入力し、建設機械の作業支援を実施。

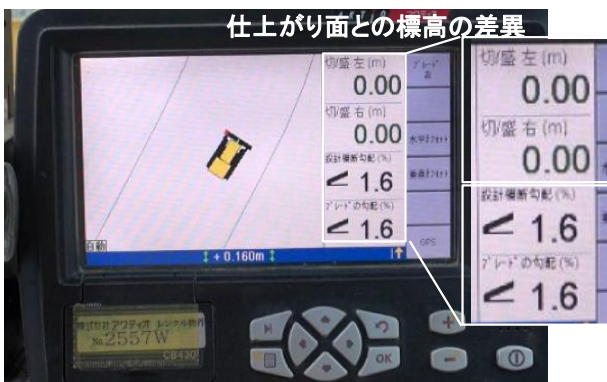
3次元起工測量



3次元設計データ作成



3次元施工データにより
ガイダンス（誘導）されるので
丁張が不要に
(建設機械のオペレーターは必要)



ICT建機による施工(ブルドーザとバックホウ)



【ICT建機のブルドーザの液晶画面】
画面施工目標と自機の状態表示を行っている。
MC（マシンコントロール）の場合は、オペレータは前後進のみの操作で、ブレードは自動で上下する。

【ICT建機のバックホウの液晶画面】
画面に施工目標と自機の状態表示を行っている。

地上での建設施工技術の高度化

- 国土交通省では建設機械施工の自動施工技術や遠隔施工技術の普及促進に向けた基準類の整備等に取り組んでいる。
- 宇宙建設革新プロジェクトにおける研究開発の推進と合わせて、地上での建設技術の高度化を図る。



1人で複数台の建設機械施工の管理を現場外から行う事が可能

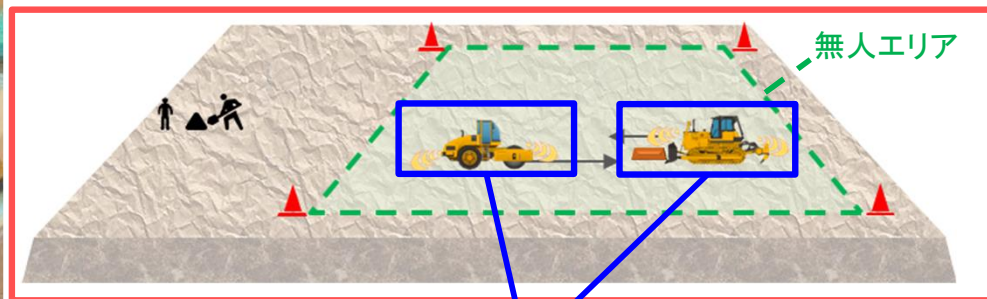
自動建設機械

- ・オペレータは搭乗しない
- ・カメラ、センサー等で周辺状況を把握
- ・把握した情報を元に自ら判断し施工

—協議会体制(R4.3設置)—

会長： 大臣官房技術審議官
 会員： 立命館大学 建山教授、東京大学 永谷教授
 土木学会、日建連、建災防、JCMA、レンタル協
 国交省、国総研、土研、厚労省、労安衛研、経産省、NEDO
 事務局： 国土交通省 大臣官房 技術調査課

自動施工における安全ルール等



自動施工の安全ルール

(一般人の立入るリスクに応じて段階毎に設定)

目的：現場の安全の確保
 内容：自動・遠隔建設機械の運用にあたって遵守すべき項目

無人エリアにおける自動建設機械の機能要件

(段階毎に設定する安全ルールに対応して設定)

目的：効率的な施工の確保
 内容：自動・遠隔建設機械が最低限具備すべき機能

自動施工の効果イメージ

制度概要

- 目的：カーボンニュートラルに資するGX建設機械の普及を促進し、もって建設施工において排出される二酸化炭素の低減を図るとともに、地球環境保全に寄与することを目的とする。
- 対象：次のいずれかの駆動方式の電動ショベル又は電動ホイールローダとする
 1. バッテリー式：蓄電装置に充電した電気エネルギーを動力とした駆動方式
 2. 有線式：有線により外部から供給される電力を動力とした駆動方式

型式認定の申請

- 提出先：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 環境技術係
- 提出書類：電費評価値の算定に係る試験方式による試験結果記録表を含む、申請書類（GX建設機械の認定に関する規程を参照）
- 普及促進
型式認定を受けた建設機械は認定ラベルを付けることが可能
- 認定型式は国土交通省の以下ホームページに掲載

https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000005.html



認定ラベル