

国土交通省における 宇宙無人建設にかかる取組

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

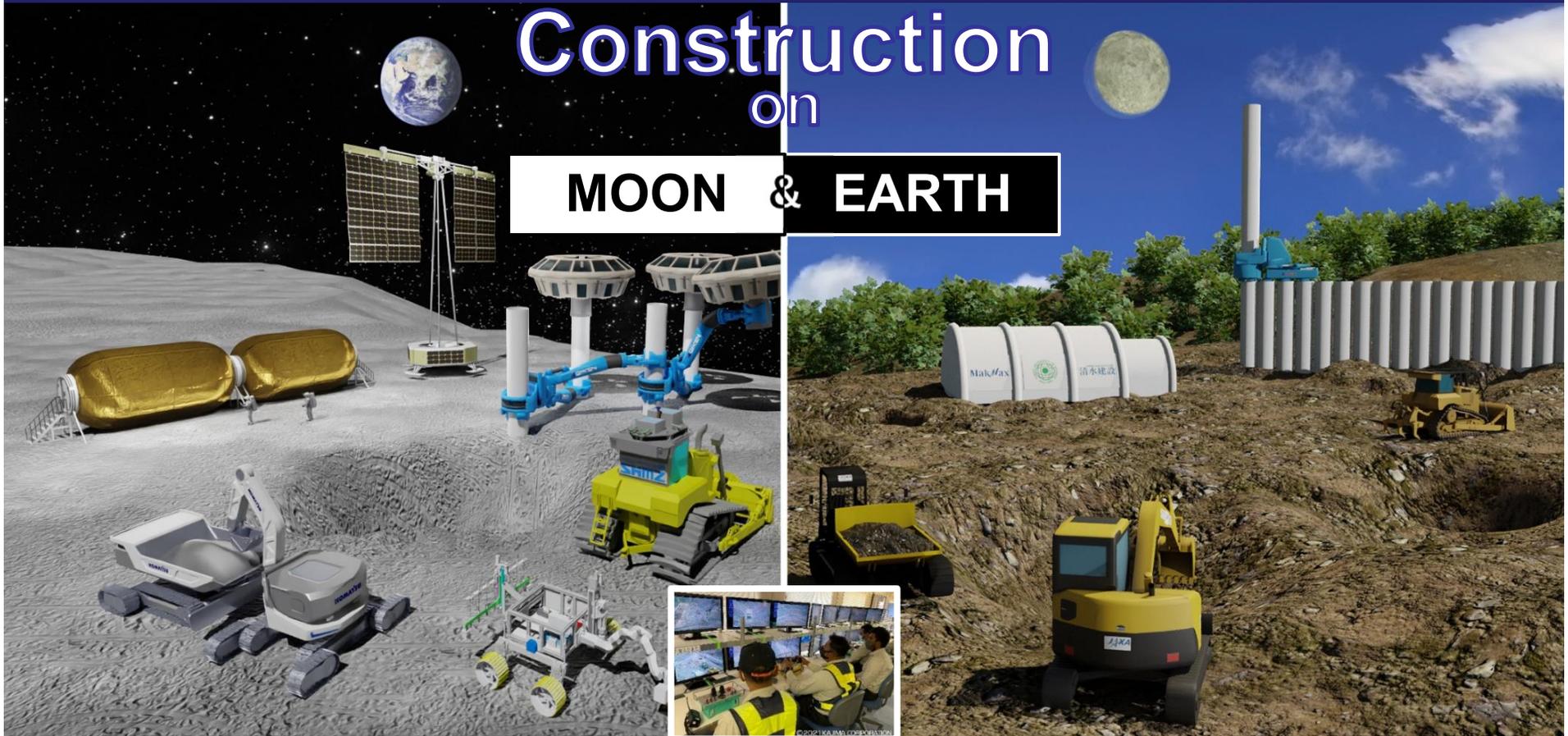
0. はじめに
1. スターダストプログラム
2. 宇宙無人建設革新技術開発
3. その他の国土交通省の取組

宇宙建設革新プロジェクト(イメージ)

概ね10年後の月での建設を目指して、地球での建設技術の革新を進めます

Construction on

MOON & EARTH



100年をつくる会社



Today's Work, Tomorrow's Heritage



木と生きる幸福
住友林業



Today's Work, Tomorrow's Heritage



【本プロジェクト研究開発実施者：代表者及び共同実施者、全37者(重複込み)】

■ 概要

- 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、宇宙開発利用促進費を計上。
- 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に移し替えて執行。

宇宙開発利用推進費：70億円（令和2年度補正57億円＋令和3年度当初13億円）

■ 基本方針のポイント

◆ 戦略プロジェクト選定の視点

- ① **安全保障や経済成長の観点**から、自立性を維持・確保するうえでの優先度が高い
- ② **官民の共有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**
- ③ **縦割りの打破、各省連携が必要**

- 「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

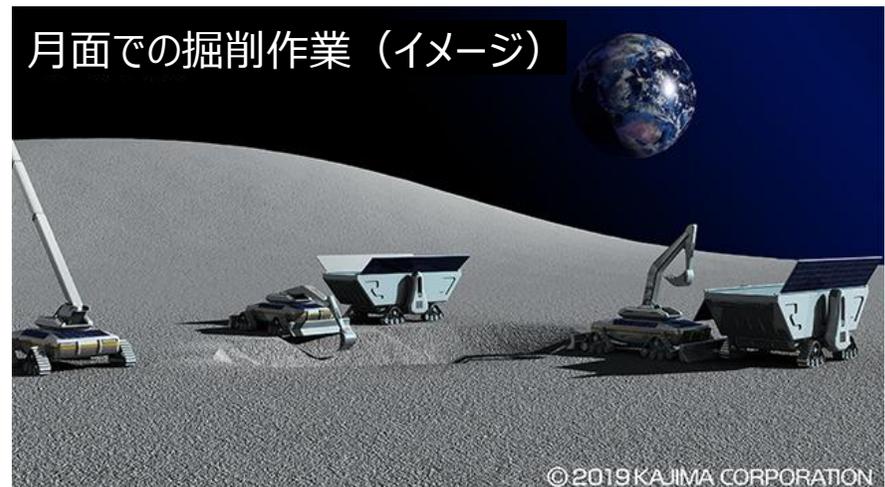
番号	プロジェクト名称	配分額 (千円)	主担当省庁
R2-07	月面活動に向けた測位・通信技術開発	200,000	文部科学省
R3-01	宇宙無人建設革新技術開発	120,000	国土交通省
R3-02	月面におけるエネルギー関連技術開発	220,000	経済産業省
		220,000	総務省
R3-03	月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システムの開発	310,000	農林水産省

■ 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遠隔施工技術が培われ、**国際的な強み**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、自動施工・遠隔施工技術の**更なる高度化と現場への普及**は喫緊の課題。（国土交通省では令和5年4月、大臣官房参事官G（イノベーション担当）を発足し、本省・地方・研究所が一体で自動施工・遠隔施工等を推進）
- 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。

(地上の遠隔施工と月面無人化施工)

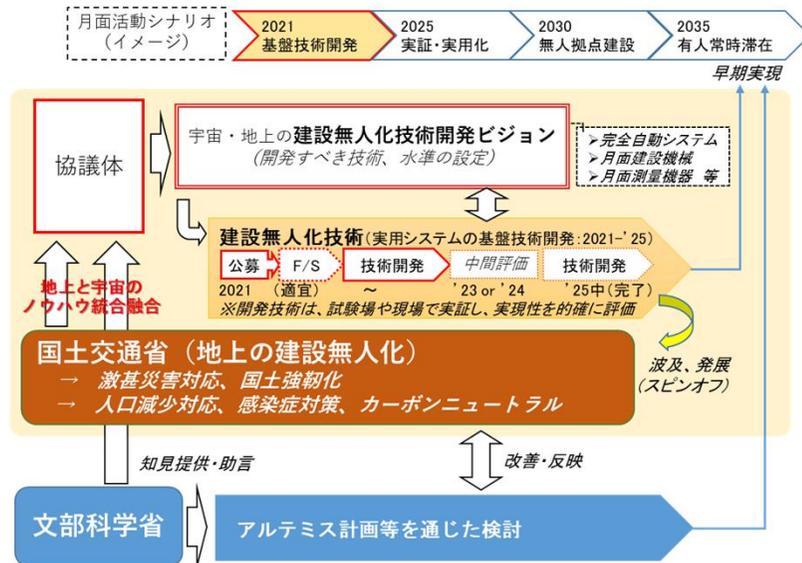
地上での掘削作業（H28熊本地震）



■ 事業の内容：事業期間 5 年程度

- 月面開発に資する建設技術（施工、建材製造、建築等）の開発を重点化・加速化するため、**地上の建設技術におけるノウハウ**を集結。
- 地上の建設事業で導入・開発されている自動施工・遠隔施工技術を、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・水準を明確化して集中投資**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：主担当

無人建設（無人での施工、建材製造、建設等）の開発・現場適用検証、事業展開推進

文部科学省：連携

専門的知見の提供及び技術的助言

■ 予算の配分

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

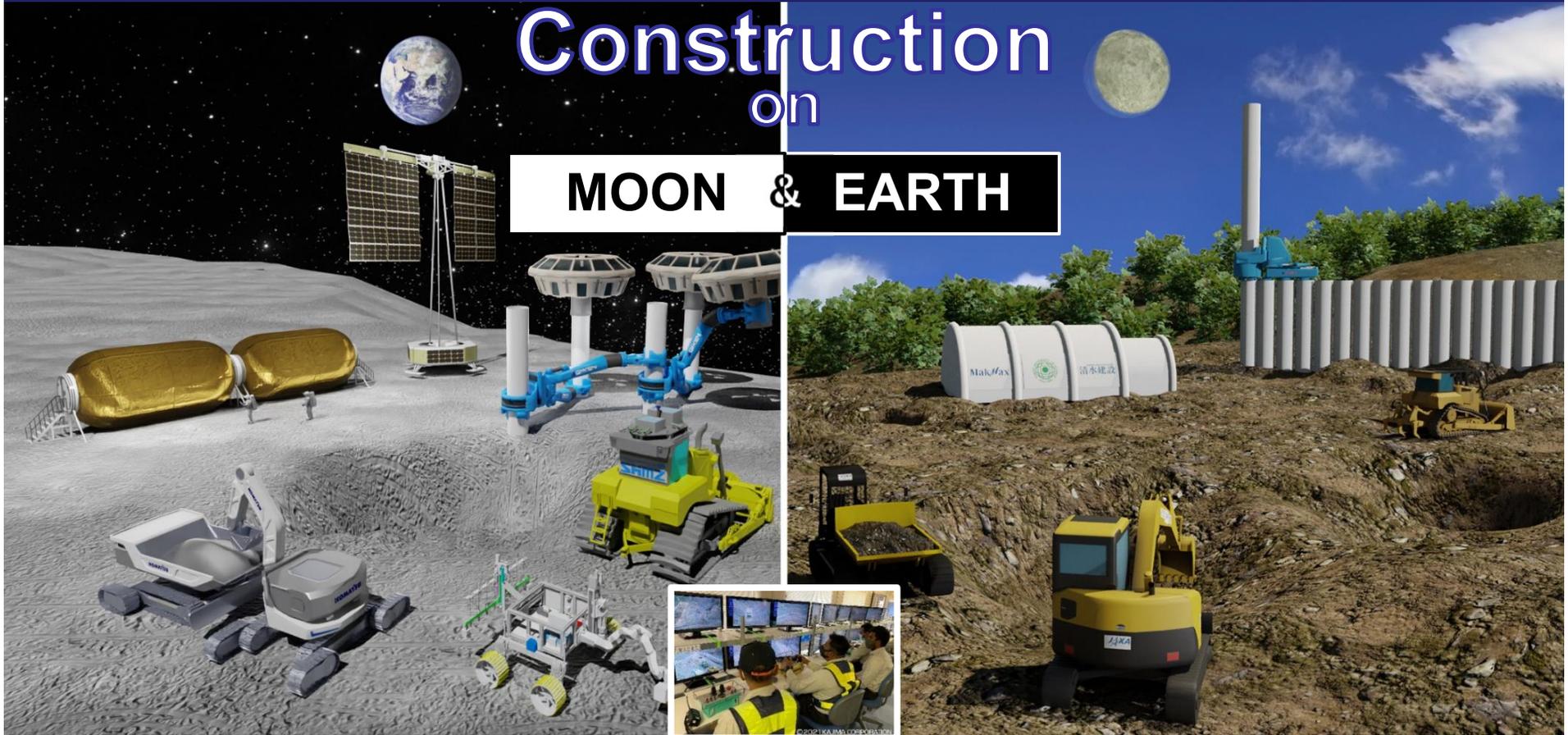
令和5年度（補正）配分額：**6.3億円** ※令和6年度分

宇宙建設革新プロジェクト(イメージ)

概ね10年後の月での建設を目指して、地球での建設技術の革新を進めます

Construction on

MOON & EARTH



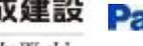
100年をつくる会社



Today's Work, Tomorrow's Heritage



Today's Work, Tomorrow's Heritage



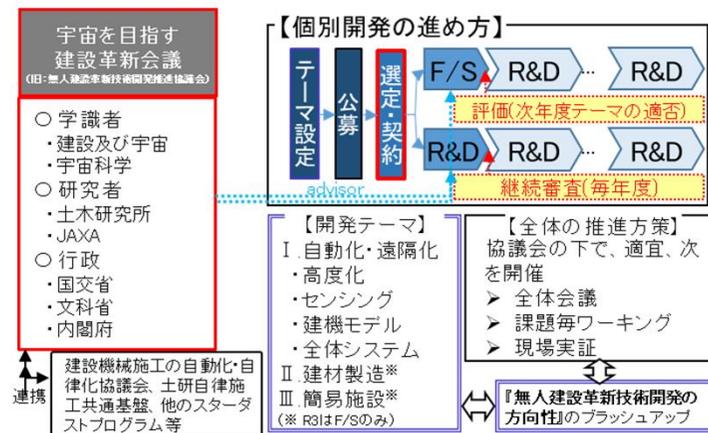
宇宙建設革新プロジェクト

■ 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。**
- 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。
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。



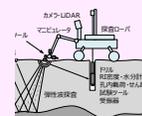
■ 実施体制



- ◆ 令和5年度に実施したR&D 12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&D12件全て継続)し、4月に委託契約を締結**

技術Ⅰ：無人建設（自動化、遠隔化）

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

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

インフレーター構造物、展開構造物に関する技術について、**R&D3件実施**



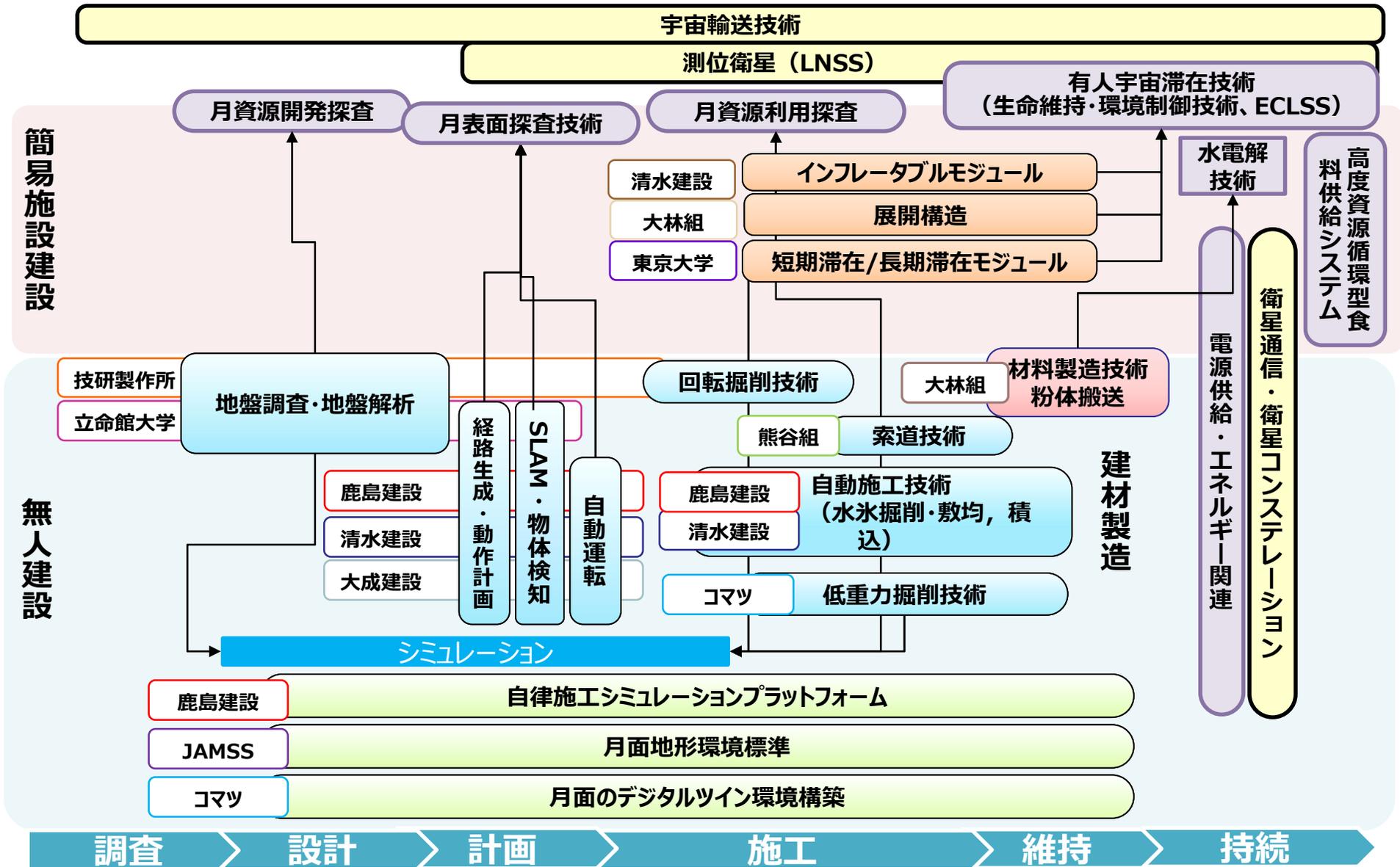
- ◆ 令和5年11月20,21日には、国交省の建設DX実験フィールドにて、**会議委員及び産学官の関係者600名参加のもと「遠隔施工等実演会」を開催**し、最新の遠隔施工技術等の実演とともに**当プロジェクトの進捗成果報告（全12件）**を行い、実事業での活用を見据えた開発状況を確認した。
- ◆ 令和6年6月3日に**第3回「宇宙を目指す建設革新会議」**を開催。また、6月24日には**無人施工プロセスWG、自律施工WG、居住モジュール無人施工WG**の合同WGを開催。以後、WGメンバーによる議論や情報共有を適宜実施。
- ◆ また、11月から翌年1月にかけて、各研究開発選定者の実験場等において、**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。

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一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 ボ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	
	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	
	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、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	
	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		
技術Ⅲ： 簡易施設建設		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	○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	
		月の極域および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	○東京大学 九州大学、竹中工務店、宇宙航空研究開発機構	

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

宇宙建設革新プロジェクト技術マップと関連性

□ …R6JAXA基金実施方針 □ …プロジェクト対象外



- **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、竹中工務店、宇宙航空研究開発機構	月の極域および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	○		○

- **日時** 令和6年6月3日（月） 17:00～19:00
- **場所** 機械振興会館6階 6D-1～3会議室（Web併用）
- **議事** 宇宙建設革新プロジェクト2024について / 報告・情報提供事項 / 今後の進め方・スケジュールについて

※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)

橋本 毅	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
川崎 治	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)

森下 博之	国土交通省 大臣官房 参事官 (イノベーション)
鈴木 優香	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6年6月3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)

～手作業の機械化～



映像・通信制御技術

電動建機

革新的施工技術

例：複数人に対応していた重量物の揚重作業を機械で対応する

- 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

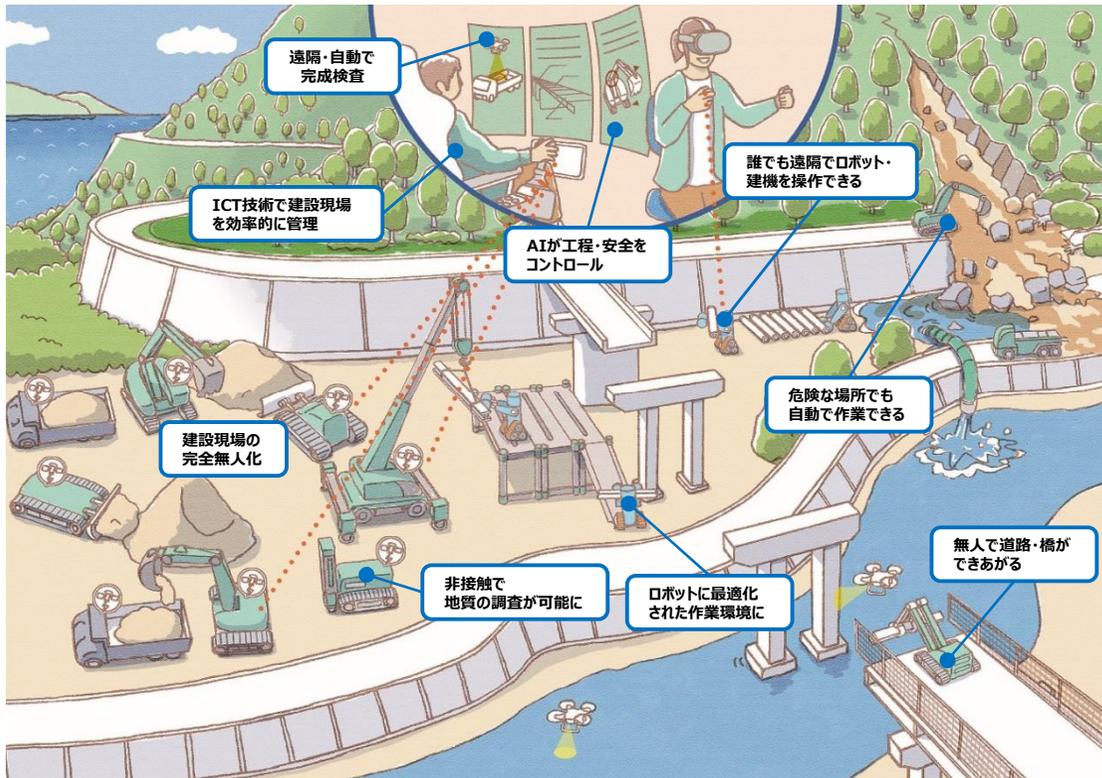
オンライン配信では
実演・展示状況の中継



2日間で延べ
600名以上が現地参加、
450名以上が配信視聴

- 建設現場の生産性向上の取組であるi-Constructionは、2040年度までの**建設現場のオートメーション化**の実現に向け、i-Construction 2.0として取組を深化。
- デジタル技術を最大限活用し、少ない人数で、安全に、快適な環境で働く生産性の高い建設現場を実現。
- 建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値を向上し、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続ける。

i-Construction 2.0で実現を目指す社会 (イメージ)



i-Construction 2.0 で2040年度までに実現する目標

省人化

- ・人口減少下においても持続可能なインフラ整備・維持管理ができる体制を目指す。
- ・2040年度までに少なくとも省人化3割、すなわち生産性1.5倍を目指す。

安全確保

- ・建設現場の死亡事故を削減。

働き方改革・新3K

- ・屋外作業のリモート化・オフサイト化。

i-Construction 2.0 : 建設現場のオートメーション化に向けた取組
(インフラDXアクションプランの建設現場における取組)

○ 2024年4月16日に齊藤大臣より、『2040年度までに、**少なくとも省人化3割**、すなわち、**生産性1.5倍に向上**させることにより、「給与」が良い、「休暇」がとれ、「希望」が持てる、新3Kの建設現場を実現』を目指す方針が示された。

【背景】

- ◆ 2040年度には**生産年齢人口**が約2割**減少**
- ◆ **災害の激甚化・頻発化、インフラの老朽化**への対応増

➡ インフラの整備・管理を持続可能なものとするため、より少ない人数で生産性の高い建設現場の実現が必要

【i-Construction 2.0の3つの柱】

① **施工のオートメーション化**

② **データ連携のオートメーション化 (デジタル化・ペーパーレス化)**

③ **施工管理のオートメーション化 (リモート化・オフサイト化)**



2024年4月16日齊藤大臣会見の様子

＜施工のオートメーション化のイメージ＞



施工のオートメーション化

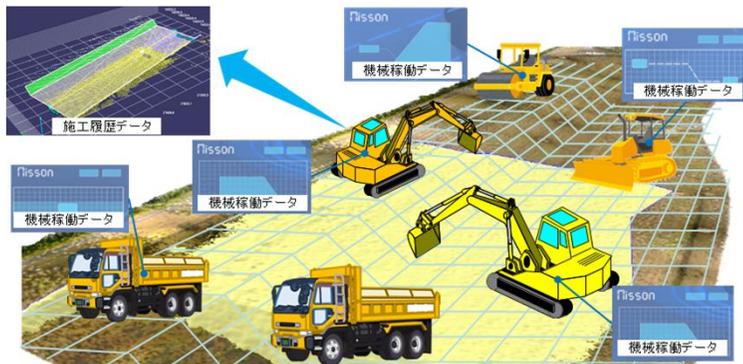
○ 建設現場をデジタル化・見える化し、建設現場の作業効率の向上を目指すとともに、現場取得データを建設機械にフィードバックするなど双方向のリアルタイムデータを活用し、施工の自動化に向けた取組を推進する。

【短期目標】 現場取得データをリアルタイムに活用する施工の実現

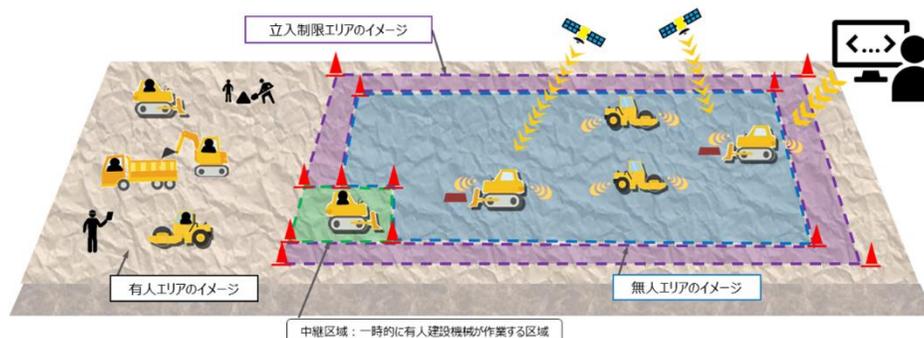
【中期目標】 大規模土工等の一定の工種・条件下での自動施工の標準化

【長期目標】 大規模現場での自動施工・最適施工の実現

現場↔建機の双方向でリアルタイムデータ活用



自動施工の導入拡大に向けた基準類の策定



<ロードマップ>

	短期 (今後5年程度)	中期 (6~10年後程度)	長期 (11~15年後程度)	実現
自動施工	安全ルール、施工管理要領等の技術基準類の策定 ダム施工現場等での導入拡大	大規模土工現場での導入試行	導入工種の順次拡大	大規模現場での自動施工の実現 最適施工の実現
遠隔施工	砂防現場における活用拡大	通常工事における活用拡大		
施工データの活用	データ共有基盤の整備 (土砂運搬など建機効率化)	施工データを活用した施工の最適化	AIを活用した建設現場の最適化	

※今後の技術開発状況等に応じて適宜更新

G X 建設機械認定制度（電動建設機械）

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