

本年度の取組について

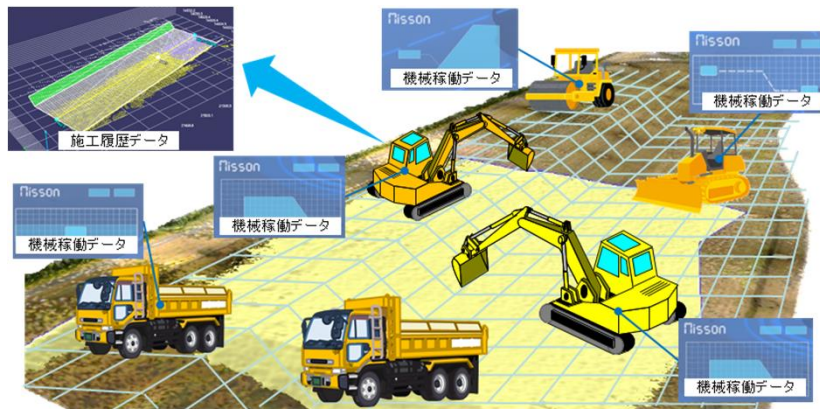
- 建設現場をデジタル化・見える化し、建設現場の作業効率の向上を目指すとともに、現場取得データを建設機械にフィードバックするなど双方向のリアルタイムデータを活用し、施工の自動化に向けた取組を推進する。

【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

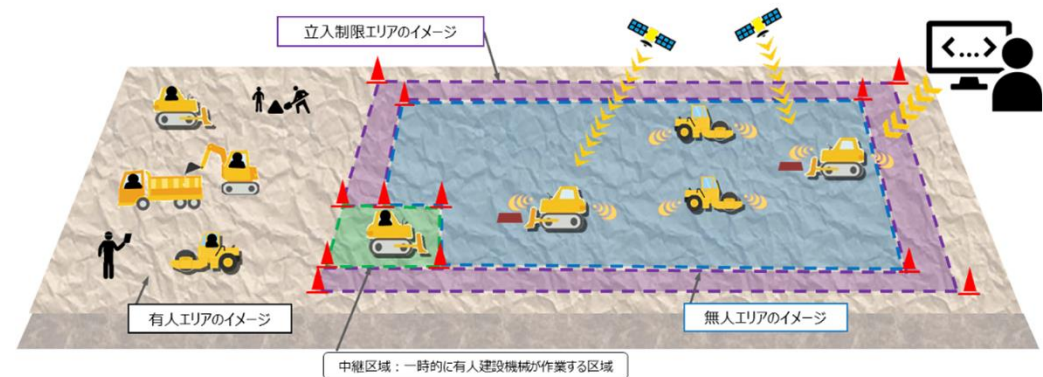
【中期目標】大規模土工等の一定の工種・条件下での自動施工の標準化

【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


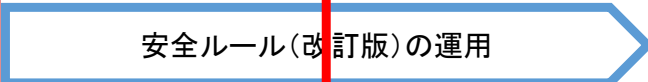




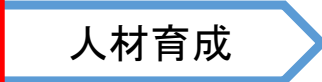

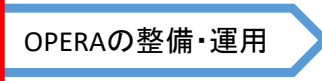



<ロードマップ>

	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	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	導入工種の順次拡大	
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	
新たな施工技術	チルトロータータ等の新たな施工技術の普及・導入促進、技術基準・要領類の整備		技術の一般化、新たな施工技術の導入普及則しい	

※今後の技術開発状況等に応じて適宜更新

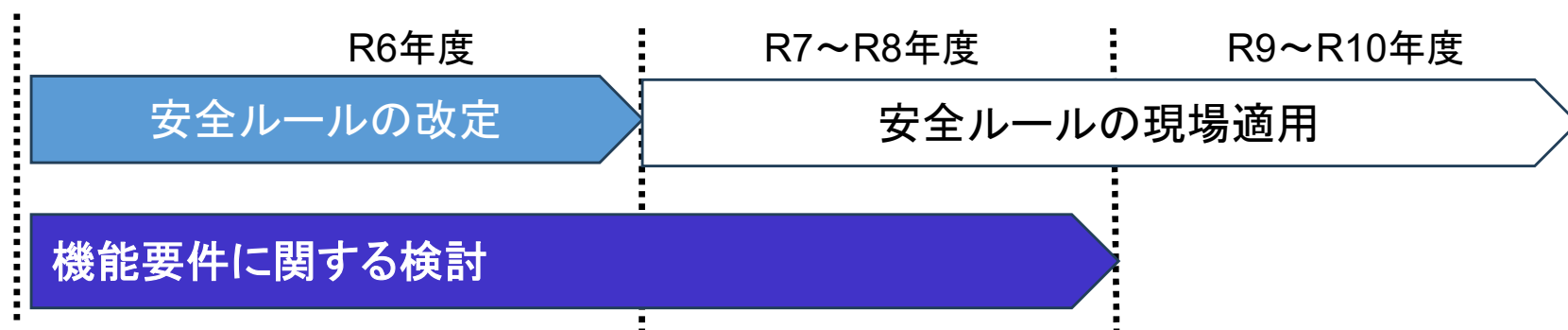
注）技術開発状況に応じ随時見直し

		R6年度	R7～R8年度	R9～R10年度	当面の目指す姿	
①導入環境整備 a)安全ルールの策定	施工現場における安全に関するルール				<div>ダム施工現場等以外の大規模土工現場での導入</div> <div></div> <div><導入環境> 工事に係るルール・基準類が整備されている</div> <div><人材> 自動施工を現場に実装するために地域を基盤とする建設会社に対してコーディネートする人材が存在している</div> <div><技術> 地域を基盤とする建設会社が導入できる汎用的な自動化システムが入手可能</div>	
	b)機械機能要件の策定					
	c)基準類の整備					
②人材育成 a)自動施工コーディネーター育成	自動施工の導入をコーディネートできる人材の育成					
	③開発環境整備 a)OPERA整備	土木研究所にてオープンな研究開発用プラットフォームOPERAを整備				
b)自動施工シミュレータ等						
試行工事		上記に関する試行工事を随時実施				

3

- 「自動施工における安全ルール」の改定では、施工現場毎と機械設計時において双方がリスクアセスメントを実施することを明確化した。
- 今年度、直轄工事において自動施工を実施予定の現場に改定した安全ルールを適用し自動施工の実績を積み重ねていく
- リスクアセスメントによって現場施工計画や機械に実装された安全方策の内容については今後、検討

自動施工における安全ルールと機能要件の今後のイメージ

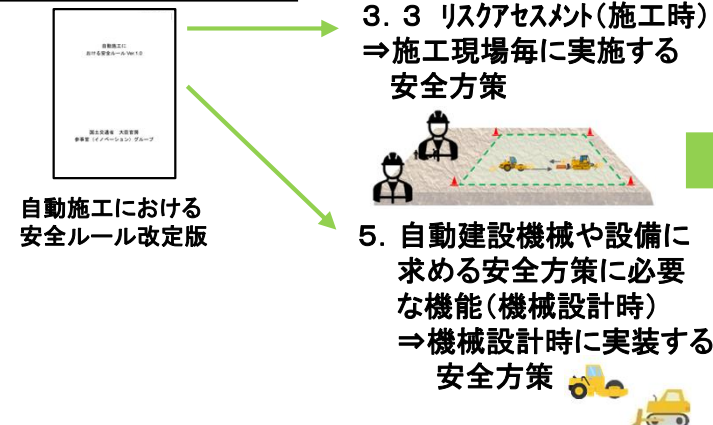


安全ルールの現場適用



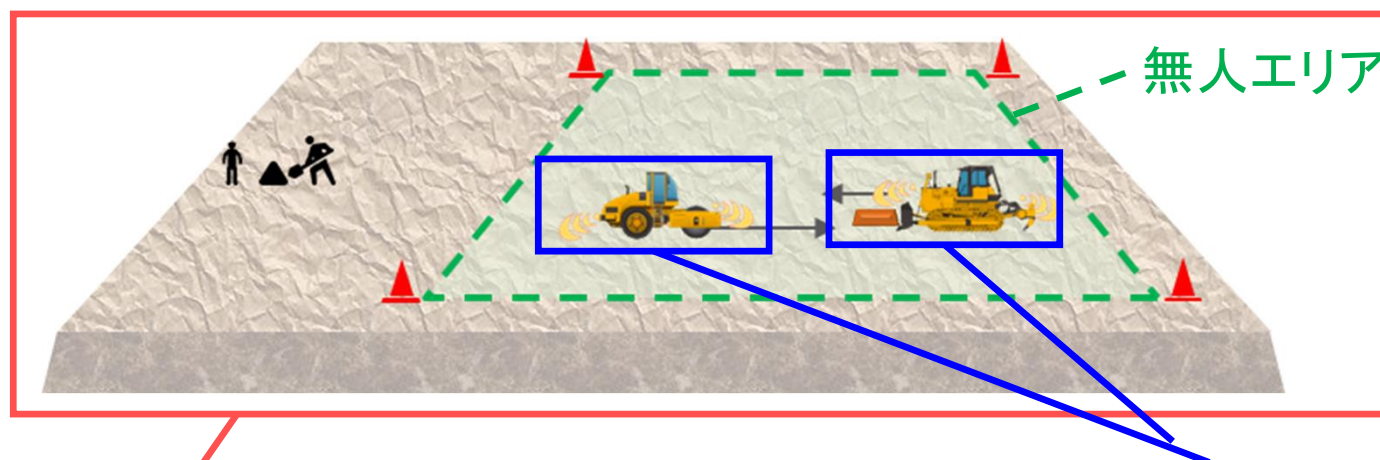
○自動施工の計画時・導入時・運用時で安全ルールの適用性を継続して検証し、必要に応じて見直しを検討

機能要件の検討



○安全方策等を収集し詳細に検討予定

- 今後、無人エリア内において自動施工を実施する上で必要な各種要件を整理
- 関係省庁とも連携し、自動施工の実装を推進



自動施工の安全ルール
(R6.3策定、R7.3改定)

無人エリアにおける要件
(令和7年度から今後検討・整理)

内 容:

自動施工を実施する上で遵守する基本項目

- 本ルールの役割、位置づけ
- エリアの設定と運用
- 安全性確保のための関係者の役割
及びリスクアセスメント
など

内 容:

無人エリアにおける自動施工に求める各種要件

- 所定の範囲から逸脱しないこと
- 安全装置
- オペレータに求める知識・技能
などを想定

- 厚生労働省が関係省庁と連携しつつ検討会を設置（令和7年）
- 機械の使用が想定される具体的な作業ごとに、作業内容や周辺環境、使用される機械の運転制御方式やその技術水準の実態を把握・確認した上で、作業ごとに必要となる安全義務及び技能要件、機械の技術水準など検討すべき項目を整理（令和8年上期）

	厚生労働省が設置する検討会	国土交通省 自動化・自律化協議会
対象分野	分野横断 （農業、荷役、林業、土木・・・）	土木
検討内容	労働安全衛生法令に係る検討	・左記内容に係る土木工事における運用に関する検討 ・無人エリアに係る検討
アウトプット	労働安全衛生法令に係る検討	上記検討内容に関する基準類

- 令和6年度は、直轄工事におけるダム等の大規模土工事における試行工事を実施。大規模ダムでの全自動施工の他に、ダンプによる運搬、バックホウによる積込、といった要素技術の実装による部分自動化が行われた。
- 令和7年度からは要素技術の実装(部分自動化)に向けた要領類の作成を検討。

<令和6年度の試行工事実施箇所>

成瀬ダム堤体打設工事

発注者: 東北地方整備局

施工者: 鹿島・前田・竹中土木特定建設工事共同企業体

概要: 自動ダンプ、自動ブルドーザ、自動振動ローラ等が自動運転を行い堤体CSG打設を実施。



霞ヶ浦導水石岡トンネル新設工事

発注者: 関東地方整備局

施工者: 株式会社 安藤・間

概要: シールドトンネルの掘削土砂を自動バックホウによりダンプ(有人)に**自動積込み**を実施。



成瀬ダム原石山採取工事

発注者: 東北地方整備局

施工者: 大成・佐藤・岩田地崎特定建設工事共同企業体

概要: 自動ダンプが骨材ストックヤードからプラント投入ホッパーまで自動運転し、骨材を運搬。



浅間山火山砂防（地蔵川砂防堰堤工事）

発注者: 関東地方整備局

施工者: 渡辺建設 株式会社

- 概要: 堰堤材料(砂防ソイルセメント)をバックホウ(有人)により積込みを行った後、**自動キャリアダンプ**により運搬。



<令和7年度からの取組>

- 地域を基盤とする建設会社による自動施工の実装に向け、汎用的な自動システムの実装による部分自動化を含めた自動化の実装を視野に検討
- 部分自動化の実装を含めた要領類の検討

自動システムの実装に向けたアプローチ

汎用機械の施工計画への組み込み

- ・汎用機械を「自動施工モジュール」として捉え、既存の施工フローに適用することで、部分的な自動化・遠隔化を推進
- ・「汎用の自動化モジュールを既存の施工計画に組み込む」ことで、実現場の実装を推進

【施工フローの細分化】

積算体型ツリーを参照し、当該工種の種別と細別に従い、作業単位に分類、自動化をしたい使用機械と動作を決定する。

例：基面整形、積み込み、敷均し、転圧などの作業

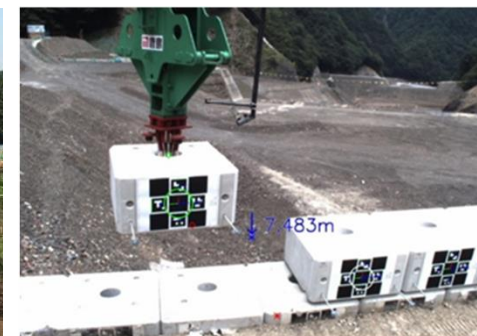
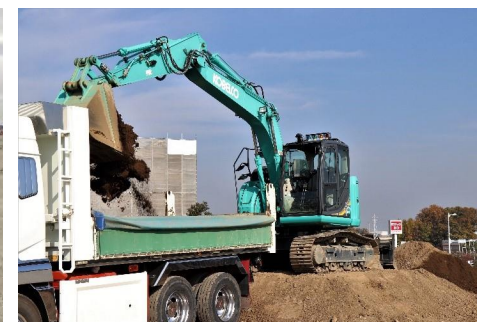


【自動施工モジュールのマッピング】

細分化した作業単位について、市販されているモジュールで、自社現場に適用が可能な自動化モジュールを選定する。

例：自動ダンプ、自動ブルドーザ、自動バックホウ、自動振動ローラなど

施工フロー 施工計画書のフロー	自動化を望む 作業単位 自動化動作を選択	計画上の 使用機械 市場にある自動化可能機 械を選定
盛土材搬入	運搬	クローラダンプ
	盛土材集約	BH
	盛土材整形	BH
基面整正	基面整形	BH
	整正	ブルドーザー
巻だし	積み込み	BH
	運搬	クローラダンプ
	敷均し	ブルドーザー
転圧・締固め	転圧	土工ローラー

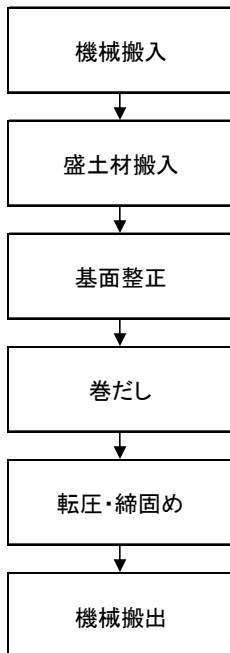


自動システムの実装に向けたアプローチ

施工計画段階からの自動化の実装に向けモジュール間連携

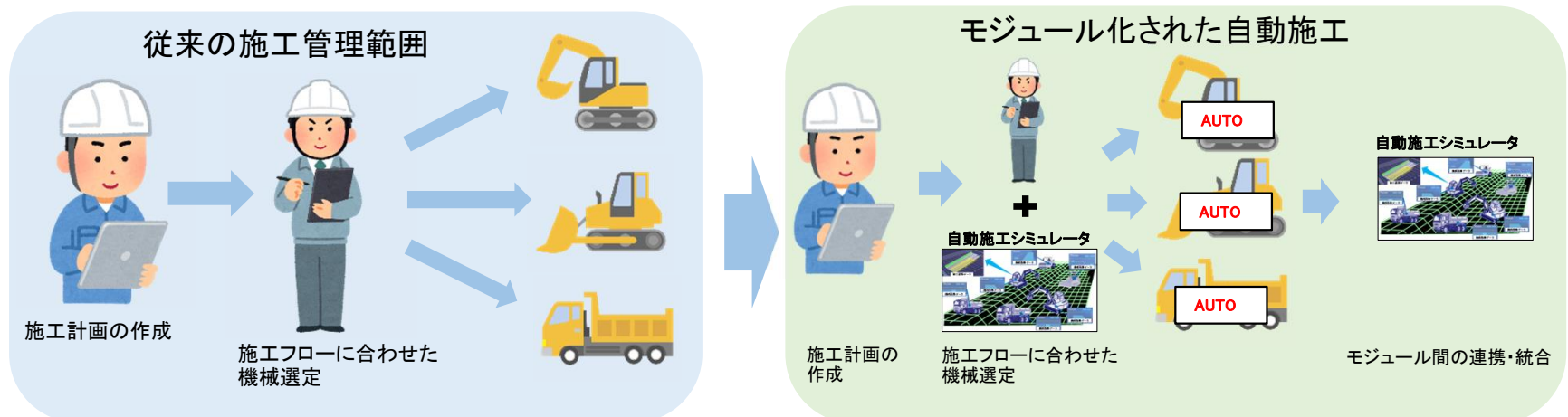
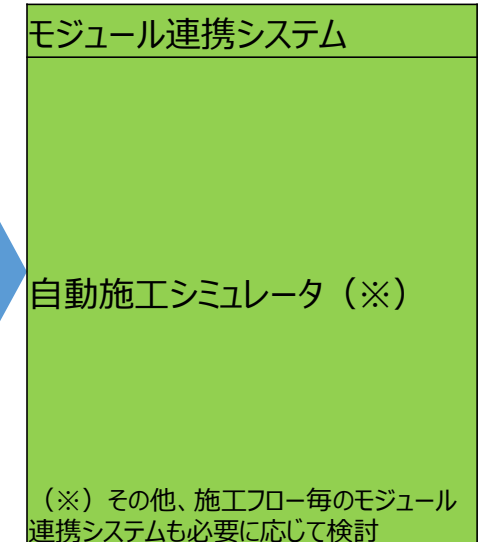
モジュール化された自動化システムを連携させる「自動施工シミュレータ」(後述)によりモジュール間連携を支援し、施工プロセス全体の最適化を目指す

機械土工(盛土工)
《 施工フロー 》



作業単位	使用機械
運搬	クローラダンプ
盛土材集約	BH
盛土材整形	BH
基面整形	BH
整正	ブルドーザー
積み込み	BH
運搬	クローラダンプ
敷均し	ブルドーザー
転圧	土工ローラー

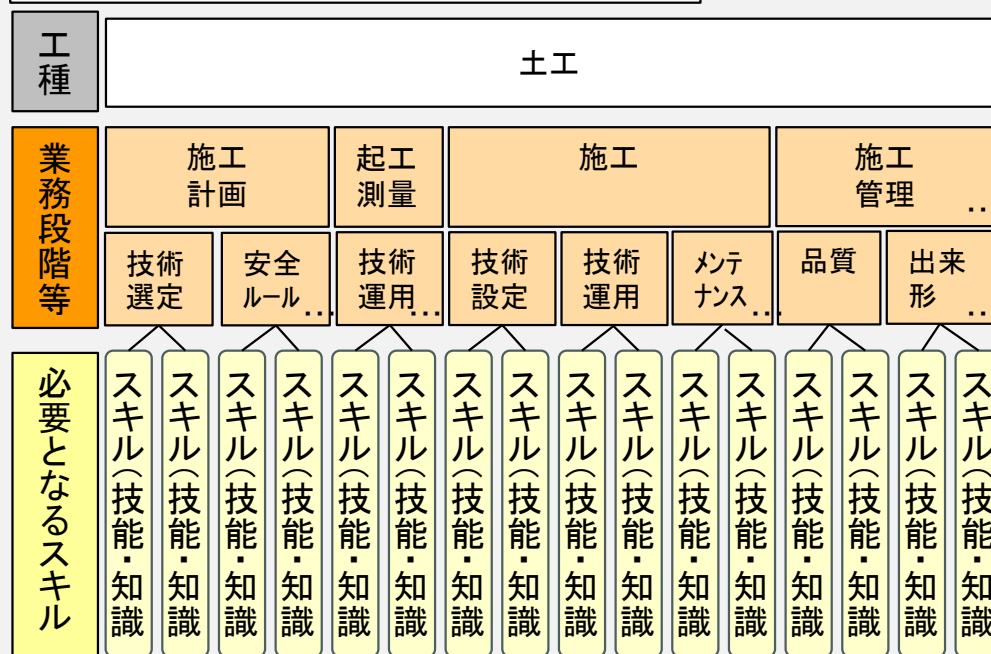
自動化モジュール例
自動運搬クローラダンプ
自動積み込みBH
自動整形BH
自動敷均しブル
自動積み込みBH
自動運搬クローラダンプ
自動敷均しブル
自動振動ローラー



動作に合わせて自動化モジュールを選定

- 自動施工に必要な専門知識を持つコーディネーターの役割を担う人材(自動施工コーディネーター)育成を目的として自動施工の導入に必要なスキル(技能や知識)に関する調査を実施
- 自動施工コーディネーターに必要なスキルの整理は、施工者や開発者を対象としたヒアリング調査を実施し整理。スキルの整理にあたっては、各工程や各業務段階など施工を体系化し整理
- 上記の自動施工に必要なとなるスキルの整理結果を踏まえて、自動施工コーディネーターに必要なとなる基礎知識(自動施工技術、施工方法、施工管理方法、事例等)を整理したテキスト(素案)を作成予定

施工の体系化と必要なスキルの整理



- ・ 業務段階別など施工(自動施工)に関する実施内容を体系化
- ・ 施工において自動施工技術を活用するために必要となるスキル(能や知識)を整理技

自動施工に関する基礎を整理したテキスト(素案)の作成

自動施工の基礎 テキスト (仮称)

【記載内容案】

- ・ 自動施工の導入の背景
- ・ 土木施工と自動建機
- ・ 自動施工技術
- ・ 関連法令
- ・ 自動施工に必要なとなるデータ
- ・ 自動施工技術による施工
- ・ 自動施工の施工管理
- ・ 自動施工の事例
- ・ 電波・情報セキュリティに関する事項

- ・ 情報化施工の基礎知識を整理したテキストの先例があり、同様に自動施工コーディネーターに必要なとなる自動施工の基礎知識を整理
- ・ 従来施工・ICT施工との違いや適用工程を解説
- ・ 自動施工技術や業務段階ごとの実施内容等を紹介

- 土木研究所において、建設施工の自動施工・遠隔施工技術の開発がより促進される環境の整備を目的に、誰でも利用できるオープンな研究開発用プラットフォームである「自律施工技術基盤 OPERA※」を整備中。 ※Open Platform for Earthwork with Robotics and Autonomy
- 2025年度は、異なるメーカーの建設機械についてもユーザーが同じプログラムで動作させることが可能な共通制御信号(2024年度末に原案作成)に関するセキュリティ要件を検討。
- また、2025年度には、民間企業と共同し、技術開発へのOPERAの活用に向けた取組を実施。

OPERA構成要素概略図



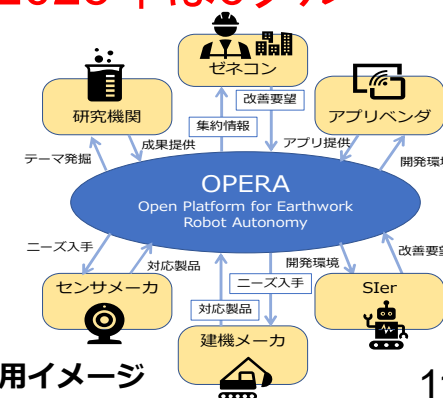
【共通制御信号】

- ・2024年度末: 原案公表
 - ・2025年度～: セキュリティ要件検討
- セキュリティ要件について脅威分析を実施中**

【技術開発へのOPERA活用】

- ・2025年度～: 民間企業と共同で活用の取組
- 2022年から開始している民間企業等との共同研究を引き続き実施。2025年は6グループ9者と実施中**

※OPERAは、異なるメーカーの建設機械についても、ユーザーである建設会社やソフトウェアベンダーが同じプログラムで動かせるよう、建設機械とソフトウェアの間を繋ぐ共通制御信号やミドルウェア、開発環境となるシミュレータを公開するとともに、研究開発に必要なハードウェア(建設機械、実験フィールド、無線通信システムなど)を提供



(国研) 土木研究所におけるOPERA活用状況

- SIP、BRIDGE、MoonShotなどの外部資金研究プロジェクトにて活用。
(BRIDGE、MoonShotは終了。SIPは継続中)

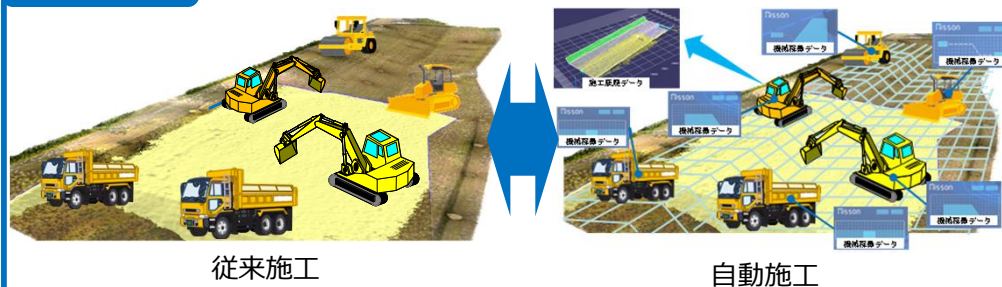
- 令和4年9月から、大手や地域の建設会社、建機メーカー、異業種、スタートアップ、大学などからなる9グループ13者と共同研究を開始。

ID	共同研究者名	研究概要
1	ハイテクインター (株)	次世代規格の無線通信等と組み合わせた建機遠隔操作の技術適合性の評価確認
	(株) ジツタ中国	
	(株) 中電工	
2	(株) IHI	OPERA の共通制御信号に対応する無線通信モニタリングシステムの開発
3	(株) 奥村組	チルトロータータを搭載した油圧ショベル自動運転技術の開発
4	酒井重工業 (株)	OPERA の共通制御信号に対応した自律走行式ローラの開発
5	早稲田大学	あらゆる現場に対応可能な作業状態識別システムの開発
6	日立建機 (株)	OPERA に対応した建設機械の遠隔/自動化システムの開発
	(株) フジタ	
7	(株) DeepX	油圧ショベルの自動掘削アルゴリズムを開発と評価手法の検討
	(株) DeepX	
8	清水建設 (株)	OPERA を活用した施工タスク自動化の検討
9	(株) 加藤組	遠隔化施工において、施工効率およびコスト面での生産性の検討評価
	ORAM (株)	

- OPERAを活用した建設DXフィールド稼働日数：
約200日（2024年度）
- OPERA整備に関する研究論文24編
- OPERAを活用した研究開発に関する研究論文35編
- OPERAを活用した公開デモンストレーション5件
- 新聞等での情報発信11件

- 自動施工の導入にあたっては、初期コストやシステム等の運用コストが必要である一方、施工の効率化や現場の省人化等の効果があるため、トータルで導入の要否を判断することが必要であるが、自社で技術や機材を所有していない中小建設会社にとってはハードルが高い。
- 自動施工を導入した場合のコストや効果を試算可能な「自動施工導入シミュレータ」を開発し施工業者に提供することにより、これまで自動施工の導入に踏み切れなかった中小の建設企業への普及促進を図る。

現 状



自動施工が導入可能な箇所は？

導入コストは？

施工効率化は？

省人化率は？

機械台数は？

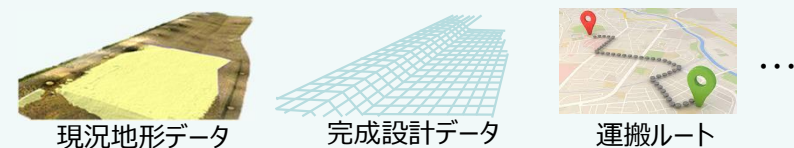
自動施工を導入した場合のメリット・デメリットを定量的に評価・判断する手段がないため、導入を断念

各工事現場において、施工者が自動施工の導入の検討を容易に行えるツールの開発・提供が必要

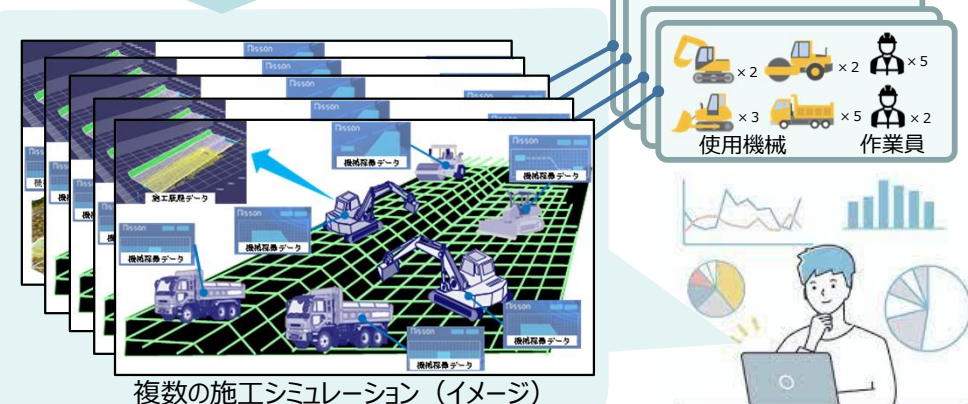
自動施工導入シミュレータの開発

各工事現場の施工内容や施工数量、地形条件等の条件を入力することで、従来施工や自動施工に必要な人員、建設機械、費用等を算出可能な「自動施工導入シミュレータ」を開発。

入力条件イメージ



入力

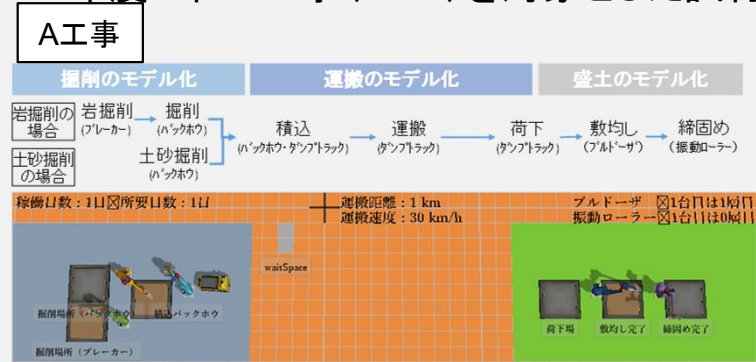


最適稼働・最適配分を検討

- 自動施工シミュレータを用いた建設現場の最適稼働・最適配分を目的に、FA(ファクトリーオートメーション)が進む製造業向け生産計画シミュレータを、実際の建設工事(土工事)の施工計画において試行を実施。試行では、シミュレーションモデル作成や受発注者ヒアリング調査を通じた適用可能性と課題を整理
- 今年度は、**土木分野におけるシミュレータに具備すべき機能要件を整理**。シミュレーションの入力条件、評価指標、建設機械の形状や挙動、3次元可視化機能等を検討予定。

実工事における試行と適用可能性の調査

R6年度 単一工事(土工)を対象とした試行



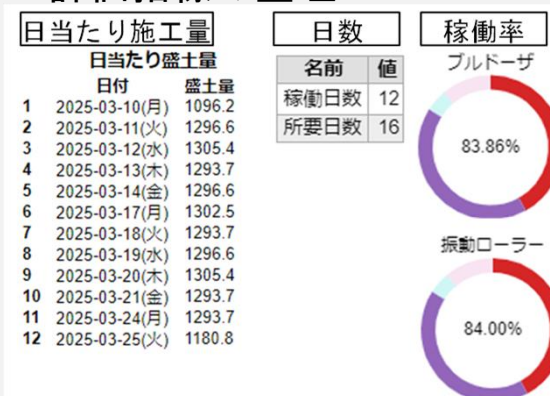
R7年度 複数現場(土工)を対象とした試行



実現場における検証を重ねることで、様々な現場条件における施工計画シミュレーションの効果や課題を整理

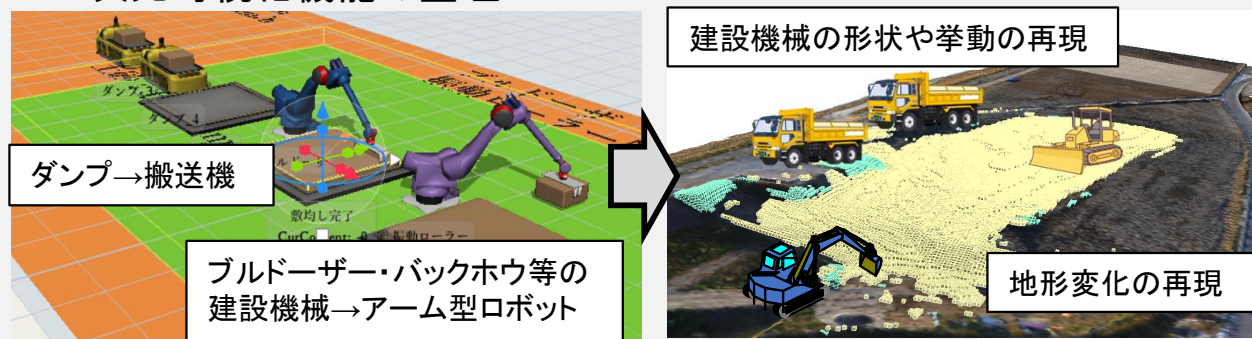
土木分野におけるシミュレータ(SIM)に具備すべき機能要件の整理

■評価指標の整理

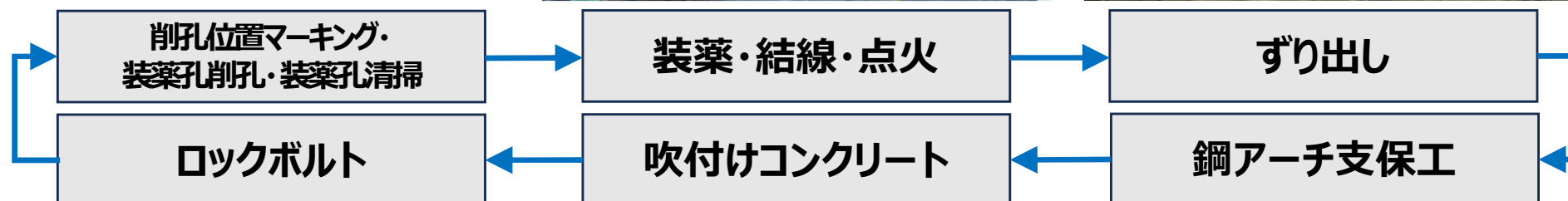


シミュレータを活用した施工効率の最大化、ボトルネックの特定、リソースの最適配置に向けて、定量評価するために必要となる建設機械の稼働率や日当たり施工量、所要日数等の評価指標を整理

■3次元可視化機能の整理



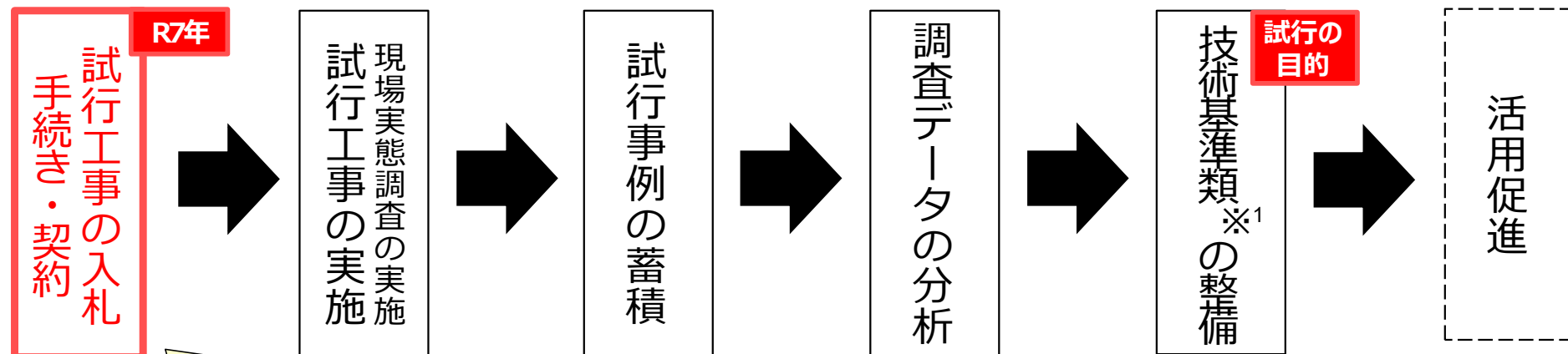
- 建設業界では労働者の減少や熟練技術者の不足が課題となっており、施工の**自動施工技術等の普及・促進による省人化や安全性の向上**が求められている。
- **山岳トンネル施工のオートメーション化**に向け、国土交通省直轄工事において**自動施工技術等を試行**し、試行実績を基に現場での活用や技術開発を促進するための**技術基準類（実施要領や積算基準等）を整備**。
- **令和7年度は4件の試行工事を実施予定**。



トンネル掘削（発破作業）のフローチャート

○：自動施工技術の活用により省人化を目指す

1. 試行工事による自動施工技術等の普及・促進の進め方(案)



- 試行工事は総合評価落札方式「技術提案評価型SI（エスイチ）型※²を活用
- 技術基準類の整備に有効となる技術向上提案テーマを設定

※¹ 実施要領、積算基準、管理基準等
 ※² 一定の範囲内で適切に費用計上する
 （当面、予定価格の5%の範囲内）ことを
 前提として技術提案を求める方式

2. トンネル施工の自動化技術の今後の進め方(案)

