



力制御機能を有した建設機械の研究開発

2023年度宇宙探査オープンイノベーションフォーラム

2023年5月26日

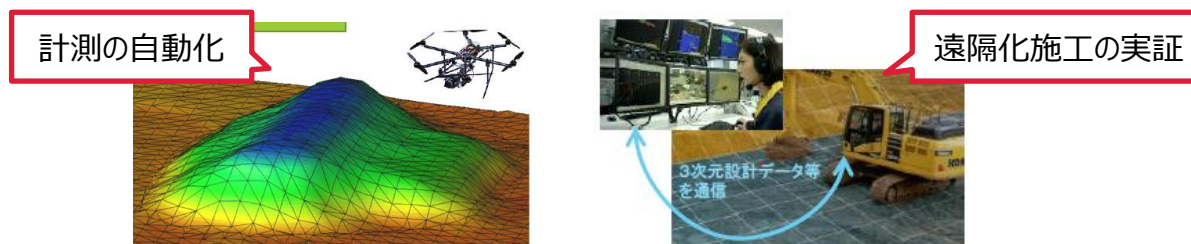
○平松敏史，才木みゆき，山田正樹，原直裕，水倉泰治，横上利之，杉浦恒
（ヤンマーホールディングス株式会社）

発表内容

- 課題内容と研究目標
- 力制御機能の実現方法の検討
- ベンチ確認結果
- 今後の展望

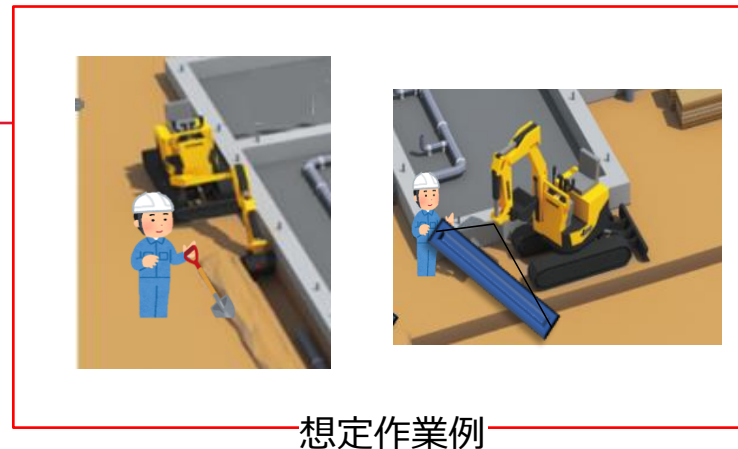
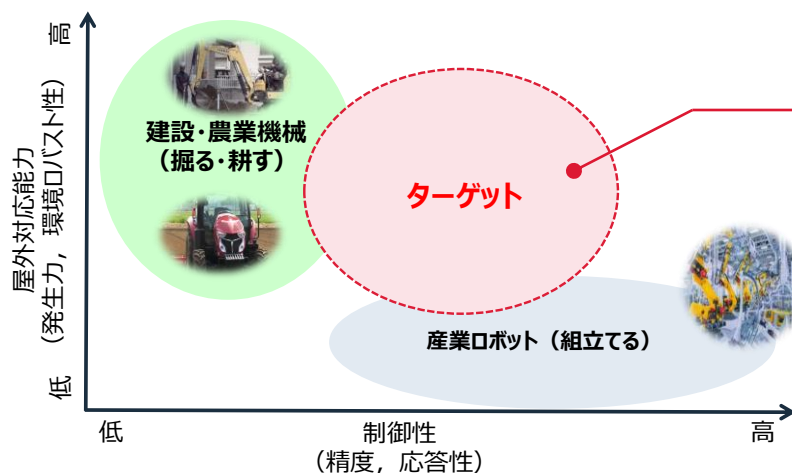
研究の背景

- 建設業において新規就業者減少による労働力不足が懸念される
 - 国が主導する「i-Construction」等の取組により，既存機械の自動化が進展



*1

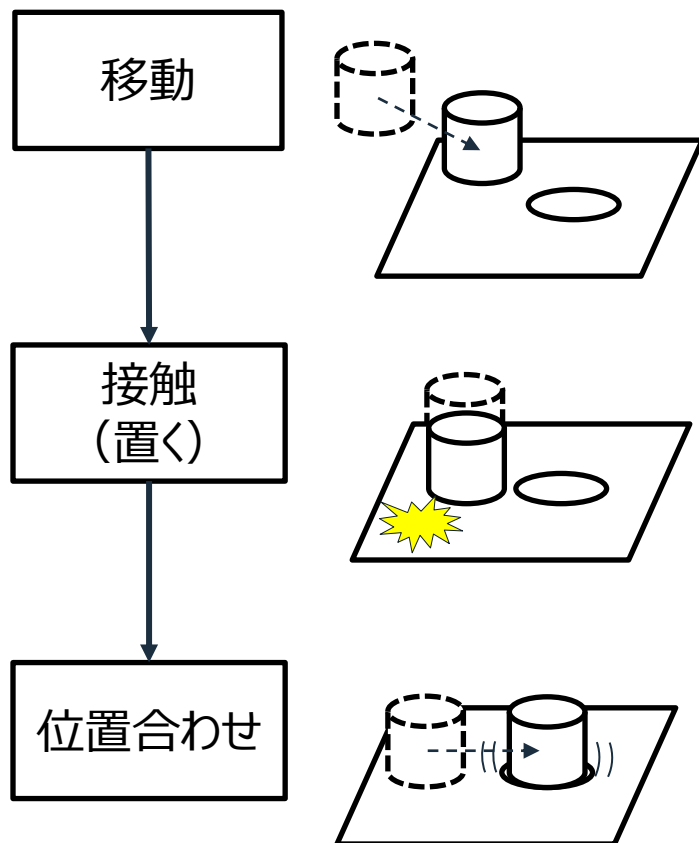
- 計測や機械の自動化は進展したが，作業の自動化には至っていない
 - 機械化できていない作業の自動化が急務：**作業の機械化**に関する研究を推進中



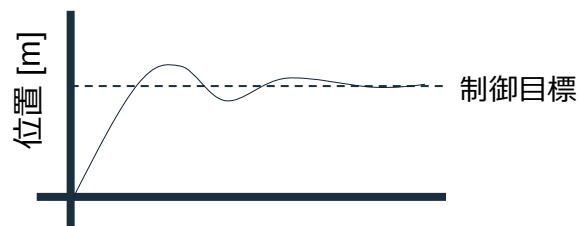
想定作業例

作業の機械化のための力制御技術の開発課題

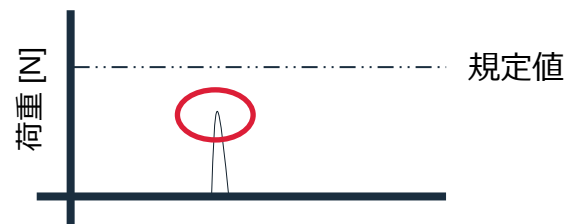
- 作業を分解すると、以下の3つの動作に大別できる
 - いなし・ならい挙動を実現し、かつ両立することが課題となる



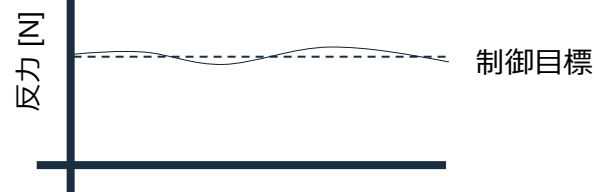
目標位置への位置制御



衝撃荷重への対処 (いなし)



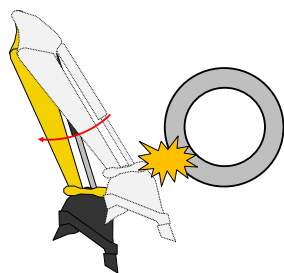
あてがう際の反力制御 (ならい)



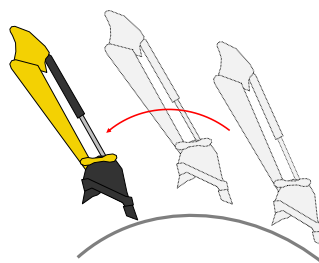
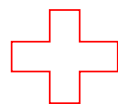
両立が課題

課題内容と研究目標

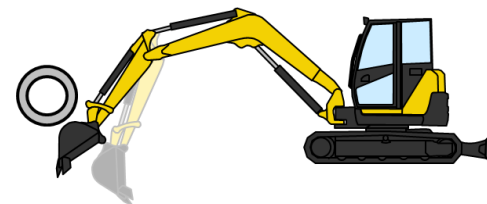
- 第6回RFP A.課題解決型 (01)建設機械のいなし・ならい挙動の実現／自動・自律型探査技術
 - 力のいなし・ならい挙動を両立可能な構造を検討し、建機向け力制御機能の開発を目標とする



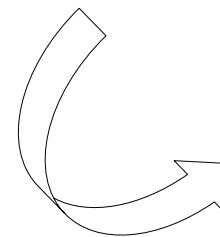
力の「いなし」



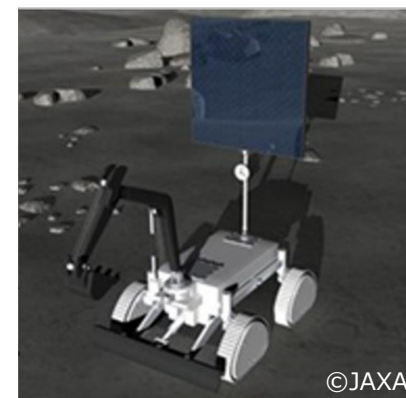
力の「ならい」



建設機械に応用



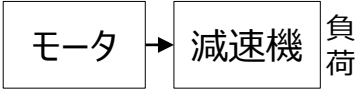
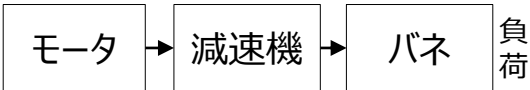
月面への展開



©JAXA

方式の検討

- 駆動方式を比較し、いなし・ならい挙動を両立できるSEA方式を採用して開発を推進

方式		力制御精度	位置制御精度	いなし機能	応答性
油 圧 駆 動	現行油圧方式 			◎	
	EHA（電気静油圧方式） 		◎	◎	
モ ー タ 駆 動	電動モータ+減速機 	○	◎		◎
	SEA（直列弾性方式） 	◎	◎	◎	○

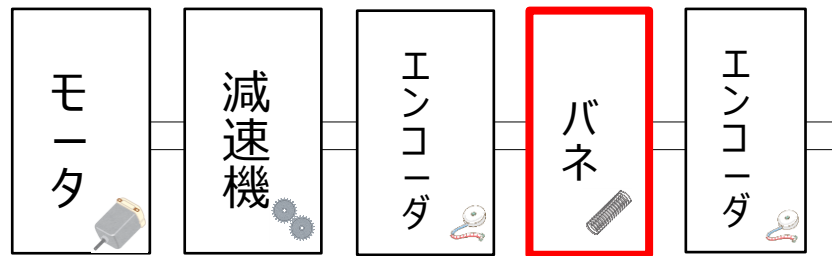
SEAの構成

■ 減速機出力軸にバネを搭載

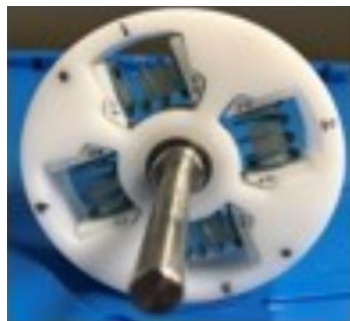
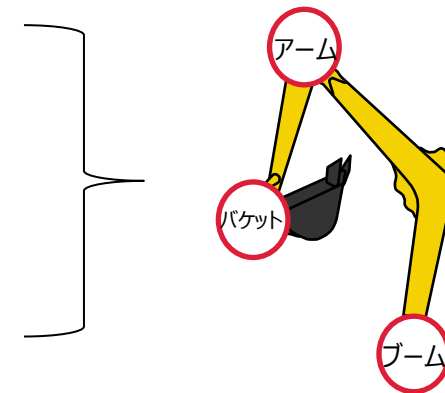
バネで衝撃を吸収 : いなし

バネ変位から外力推定 : ならい

➤ 各関節（ブーム/アーム/バケット）への搭載を検討



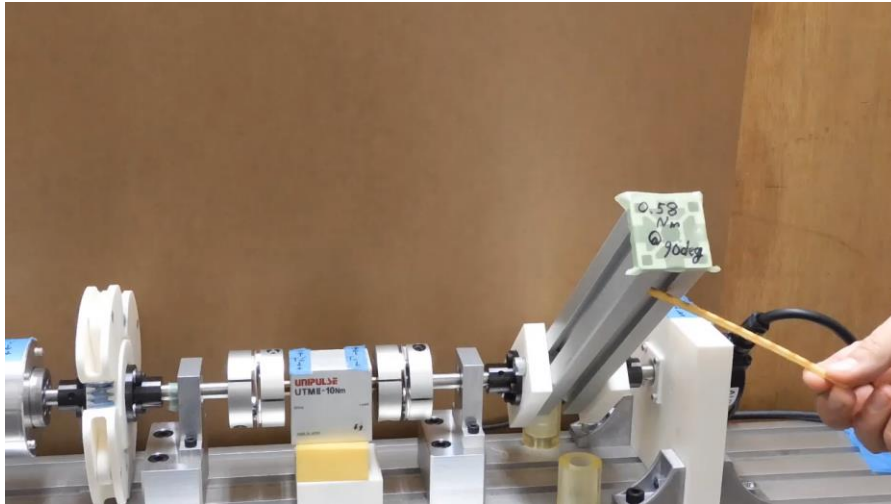
SEA (Series Elastic Actuator) 基本構成



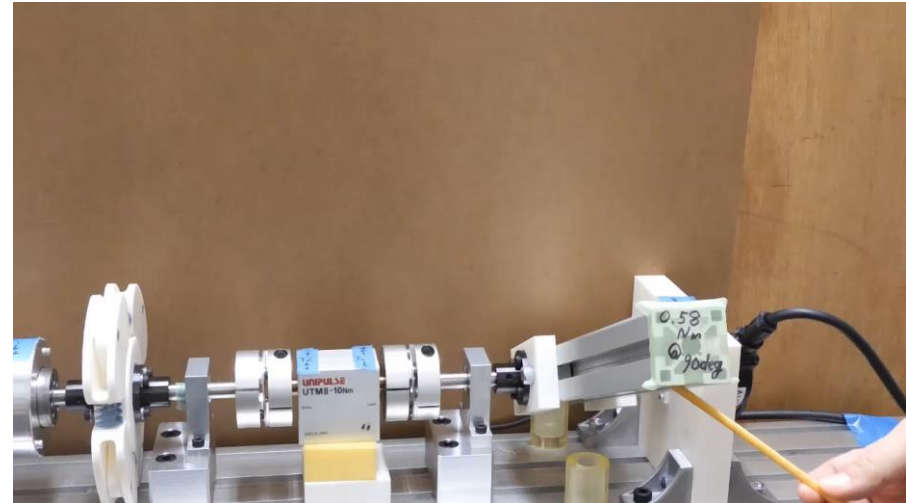
バネ部分の試作

力制御のトライアル

- 3Dプリンタを利用した小型モックでの制御性能確認
 - 力制御によるならい動作の確認



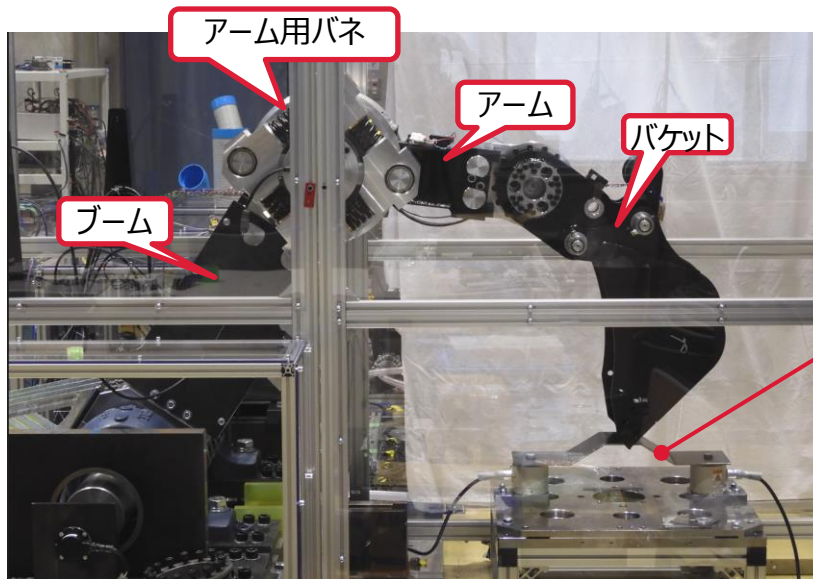
力制御なし



力制御あり

建設機械への搭載設計とベンチでの評価

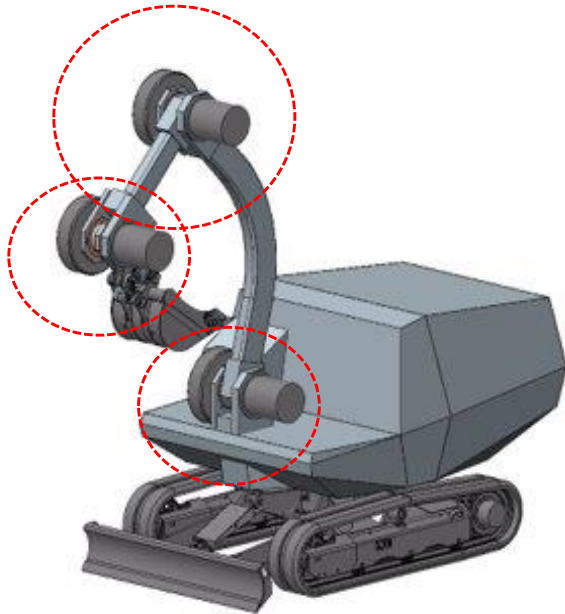
- 2 tクラスのバックホウへの適用を想定して設計
 - ベンチにて制御性能の確認を実施



ならい動作の確認用スロープとロードセル

今後の予定

- プロトタイプを製作して現場実証を計画中
 - 既存バックホウを改装して現場確認を実施可能にする



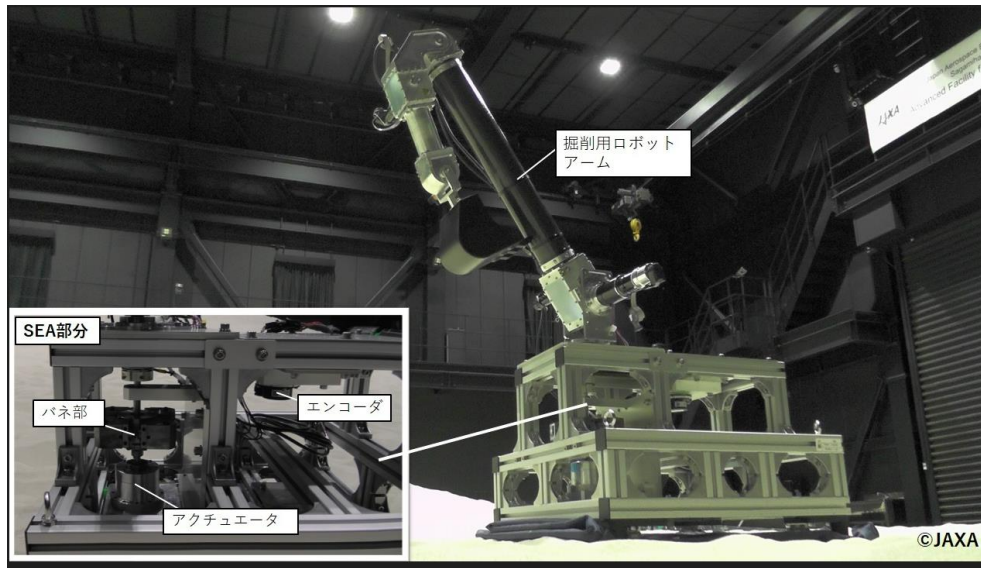
プロトタイプのイメージ



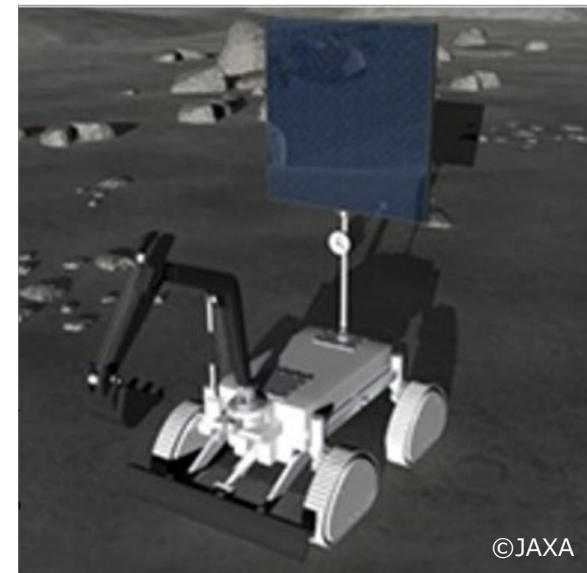
製作途中のプロトタイプ

月面作業への応用検討

- 数百kg級のローバへの搭載を想定し、全長1.2mのロボットアームをJAXAにて製作
 - 開発したSEAを搭載し、検証実験を推進中



ロボットアームを用いた検証実験の様子

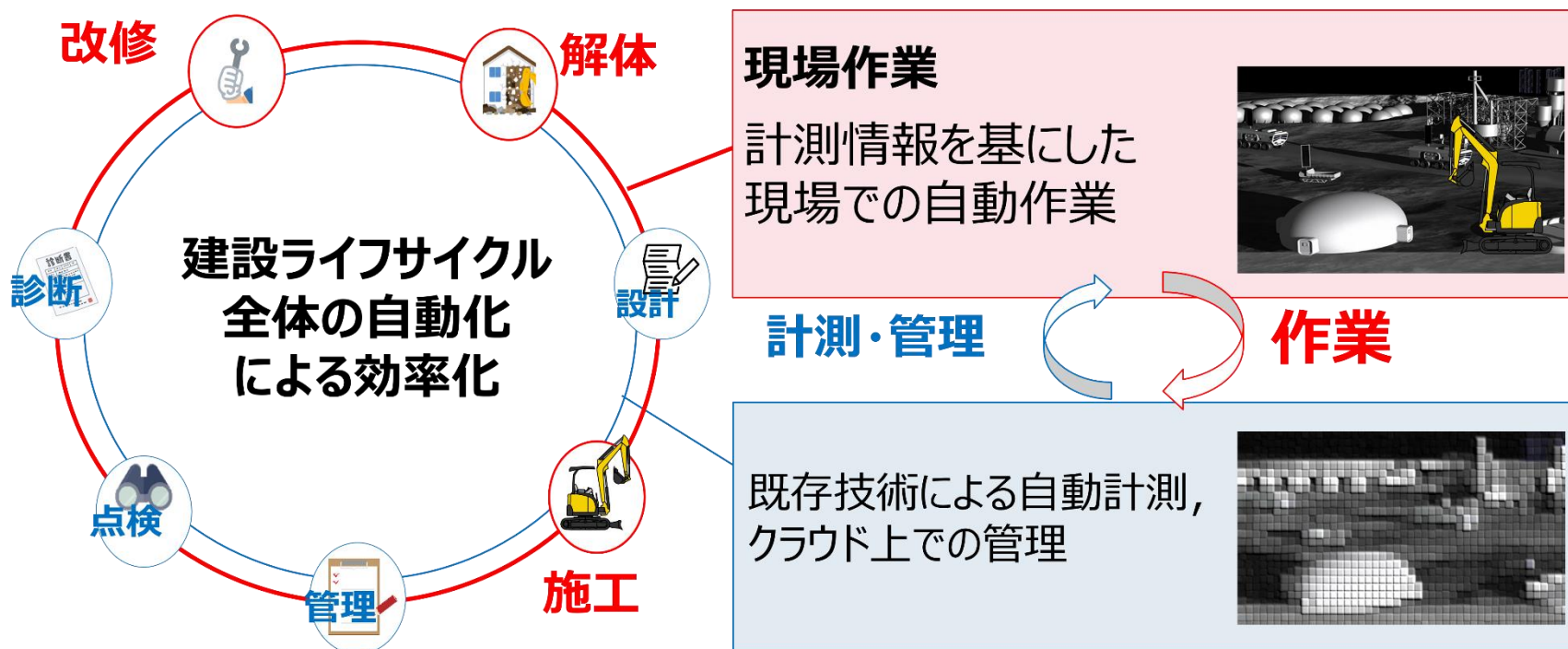


月面における作業のイメージ

目指す姿

■ 作業の機械化/自動化を実現

➢ 建設ライフサイクル全体の自動化と効率化が実現できるようになる



ご清聴ありがとうございました

