



Spider2020
(WRS2020に参加)

産学連携ロボット研究開発支援事業
第9回会津大学ロボットシンポジウム研究発表



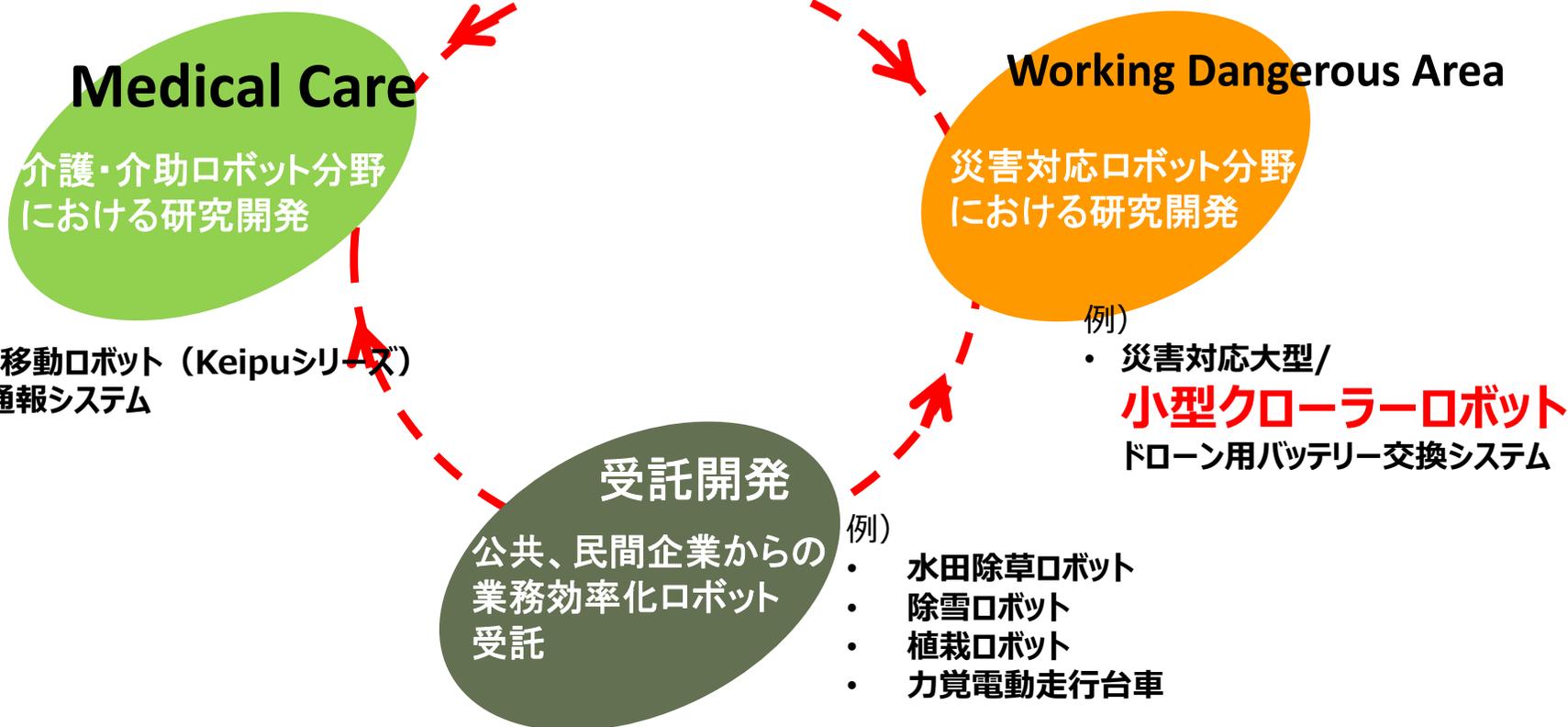
目 次

会社概要及び事業内容	3P
2021～23年度研究開発概要	4P
事業化推進について	14P

会社概要及び事業内容

会社概要

社名	: 株式会社アイザック
本社	: 福島県会津若松市東栄町1-77 スマートシティAiCT 2F
設立	: 平成24年8月
資本金	: 330百万円
代表取締役会長	: 南嘉輝
代表取締役社長	: 三好眞夫
従業員数	: 8名



産学連携ロボット研究開発支援事業 第3期（2021～2023年度）の研究成果

第3期におきましては、従来より開発しておりましたクローラロボットにさらなる付加価値をつけるソフトウェアの開発を中心に推進して参りました。

【テーマ】 操作性の改善
さらなる、汎用性を持たせ誰でも操作できるロボットを目指す
(すでに**実用化しているクローラロボット**の使用勝手の向上)

2021年度



PS4コントローラ



xArm

PS4コントローラによるxArm操作のためのインターフェースの拡張

Rvizを利用した3次元モデルの開発

(Rvizとは、ROSに付随する可視化ツール)

屋外自律走行
(3DMAP→2Dを利用)

2022年度

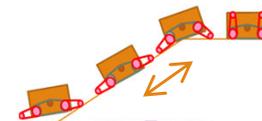


傾斜地昇降時サブクローラ半自律制御ソフトウェアの開発

不整地走行時ロボットアーム姿勢の検証

RDR(ロボット・データ・リポジトリ)クラウド連携の検討

2023年度

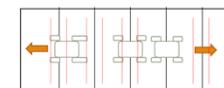


傾斜地(スロープ)昇降時サブクローラ自律制御ソフトウェアの開発

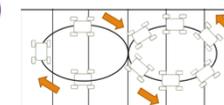
コンティニューアスランプ直線走行時or 8の字走行時のサブクローラの半自律制御

(Rvizとは、ROSに付随する可視化ツール)

RDR(ロボット・データ・リポジトリ)クラウド連携



コンティニューアスランプ



(ロボットからの各種データをエクスポートしRDRへ格納)

2021年度 研究開発

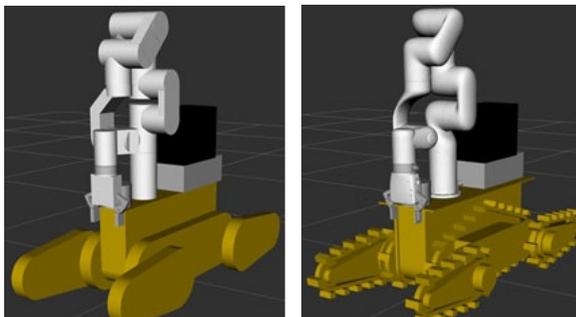
①



◆ PS4コントローラによるxArm操作のためのインターフェースの拡張

- Giraffe制御に使用しているPS4コントローラにてアームを制御できるようにインターフェースの拡張を実施。走行モード/アームモードを区別して設定し、1コントローラによる制御を実現
- 上記でインターフェース拡張を実現し、ロボットアームを動かすROSパッケージを作成

②



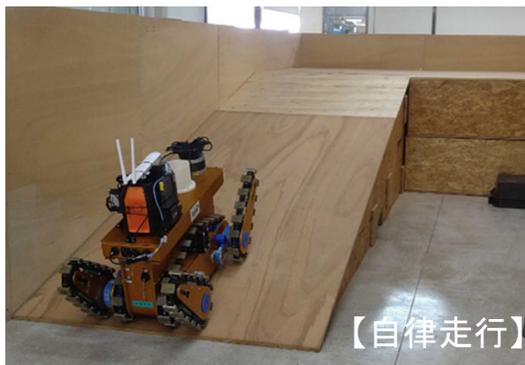
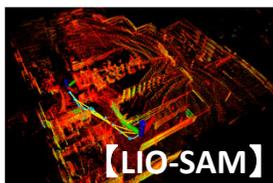
◆ 3次元モデル開発

(操作上、自モデルの全体状況を把握するために必要)

● Rviz用ロボットモデル開発

パーツごとのモデルを作成し、各々のモデルを連結し、URDFモデルを作成する。

③



◆ 屋外自律走行 (詳細次ページ)

- ロボットの手動操作により、SLAMを用いて3Dマップを作成する。
- 作成した3Dマップを基に自律走行ソフトウェアにて走行させる。

*LIO-SAMとは、LiDARと慣性オドメトリを用いて移動ロボットの軌跡推定と地図作成をリアルタイムで実現するフレームワーク

第3期 (2021年度)

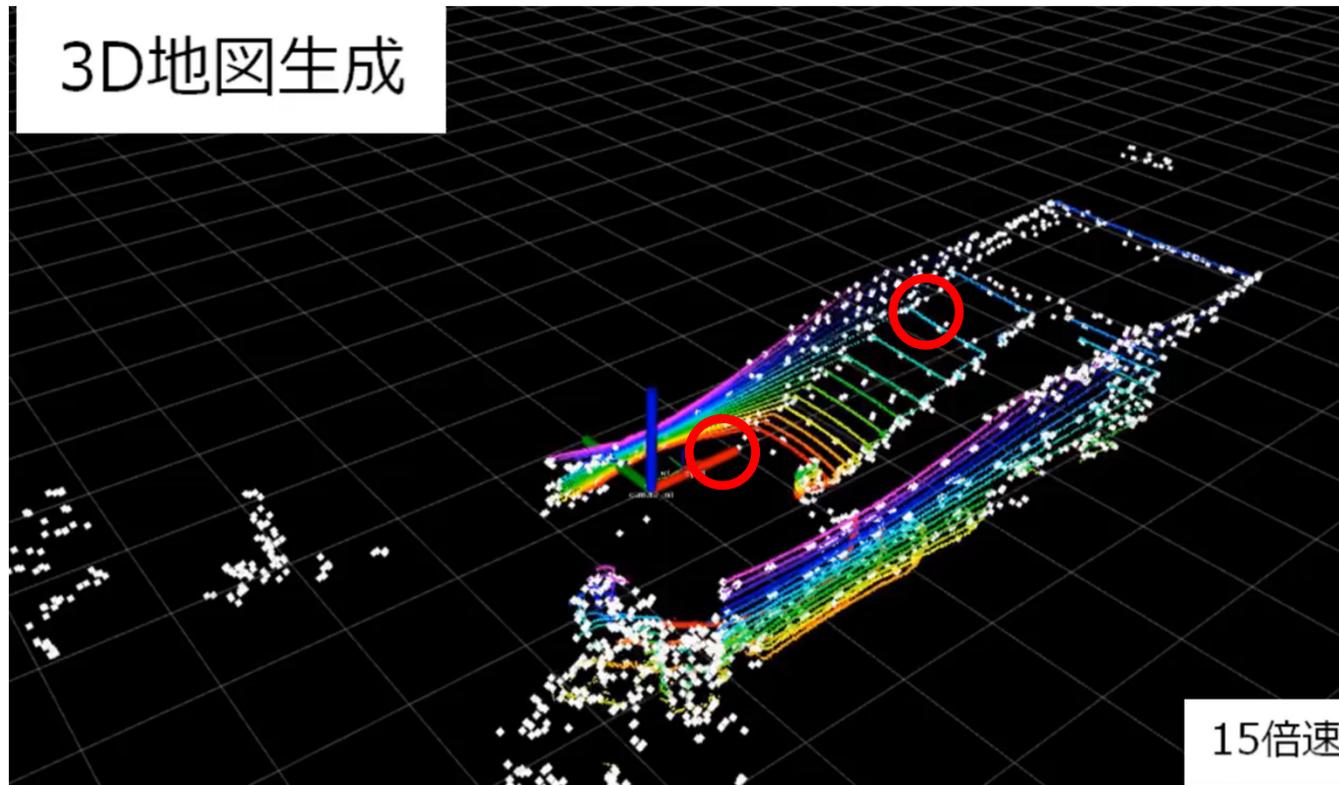
3d地図生成、3d→2d地図変換による自律走行

◆ROSにおいて、3Dマップ対応のナビゲーションパッケージがないことから下記のような手順にて自律走行(傾斜)を実現

1. SLAM (A-LOAM) にて3Dマップを作成
2. 3D→2D地図へ変換
3. 2D用ナビゲーションパッケージ (gmapping) にて傾斜地での自律走行試験を実現

その他、SLAMの精度向上検討として、A-LOAM→LIO-SAMへ変更し、3Dマップの比較を実施。

*下記動画前半に、点群による3D図を作成し、後半に3D→2Dに変換し、自律走行を実現

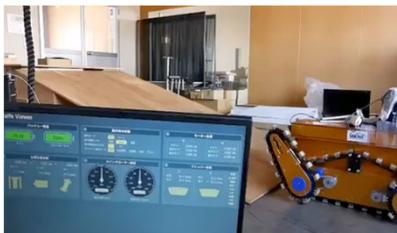


2022年度 研究開発

- ◆ クローラロボットの操縦者のスキルに頼らない走行制御簡素化に向けたソフトウェアの開発(詳細仕様は次ページ)

No	2022年度開発項目
1	傾斜地昇降時クローラ制御ソフトウェアの開発(階段含まない)
2	不整地走行時ロボットアーム姿勢の検証
3	RDR(ロボット・データ・リポジトリ)クラウド連携の検討

項目1

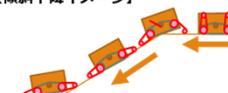


- ◆ 最大傾斜角度30度の傾斜を対象とした、傾斜走行時の制御ソフトウェア開発

【傾斜上昇イメージ】



【傾斜下降イメージ】



項目2



- ◆ ロボットの動作において傾斜面に入る時点や傾斜角から踊場へ移動する場合において、アームの重量、姿勢による影響を確認。
→影響は小さく、オペレーターの操作の習熟度により若干の影響が考えられる

項目3

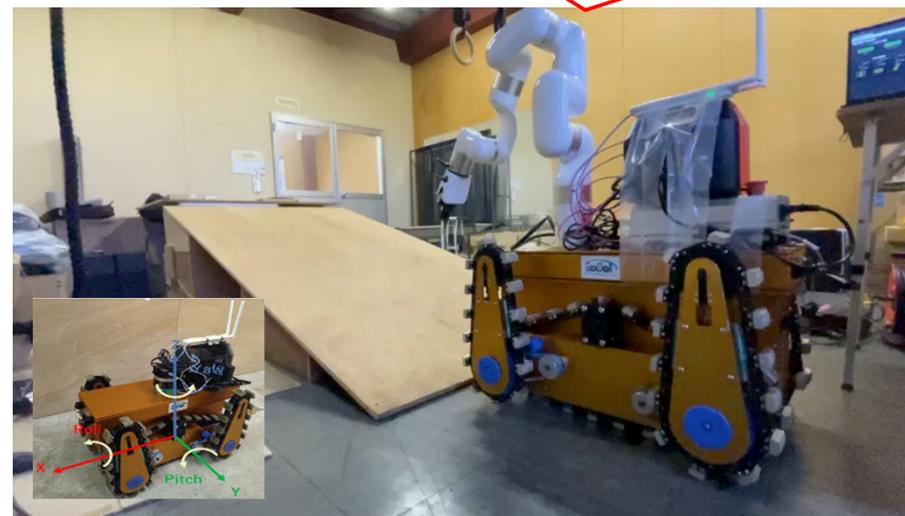
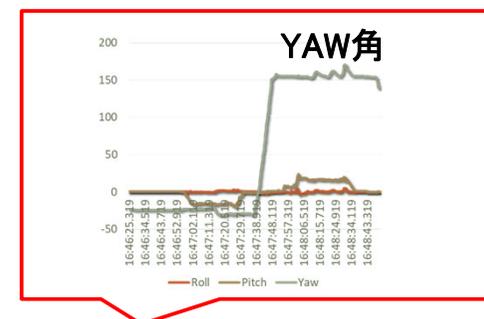
- ◆ 取得したGiraffeの各種データを“オフライン”でRDRに保存
保存データ内容(2022年度→Giraffe機体情報を取得、2023年度→機体情報をMQTTサーバーをサーバーを介し、RDRへの自動登録を行う)
→2023年度には、GiraffeのデータをリアルタイムでRDRに保存予定

第3期 (2022年度) 傾斜地昇降時クローラ制御ソフトウェアの開発



傾斜半自動モード フリッパー操作モード：傾斜

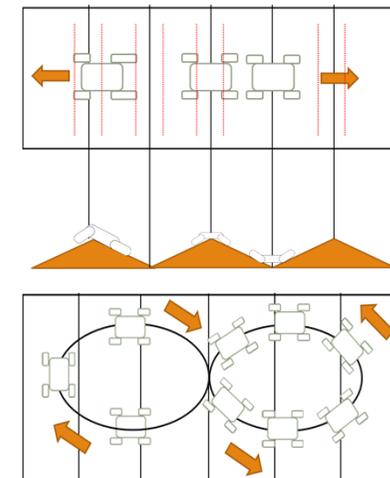
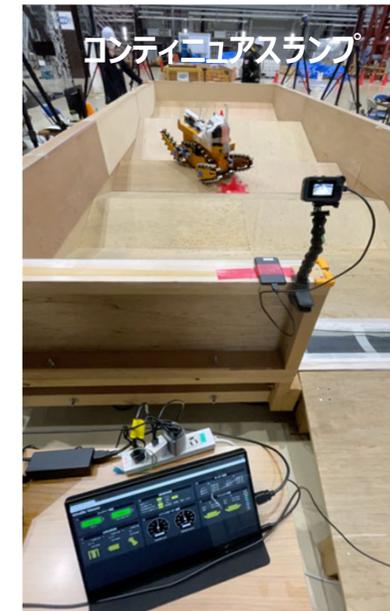
- R1 : フリッパー自動制御オン (平地: 60°、傾斜: -8%)
- X : 平地⇄傾斜の遷移
- △ : 傾斜⇄踊場の遷移



2023年度 研究開発

- ◆ 傾斜地昇降等のオペレーション難易度の高いフィールドに対して、操縦者の習熟度に依存せず**自律的に安定した姿勢を保つための自律制御**ソフトウェアの開発を行った。（サブクローラ動作の自律化）
- ◆ 発展形として、**コンティニュアスランプ**を使った、**直線走行、八の字走行**における**半自律制御**を実現するソフトウェアの開発。
- ◆ 機器自体の安定した操縦を確保するため、シミュレーション画面上確認ができるようにするためのクローラロボットの状態データの利用可能とした。

注：（ロボットアームのない状態）



【'23実証環境イメージ】

No	2023年度開発項目
1	傾斜地（スロープ）昇降時サブクローラ自律制御ソフトウェアの開発（'22年度の発展形として、人の手による指示による半自律制御から人を介さない自律制御ソフトの開発）
2	コンティニュアスランプ直線走行時のサブクローラの半自律制御（右図のようなコンティニュアスランプ上での半自律制御）
3	コンティニュアスランプ8の字走行時のサブクローラの半自律制御（右図のようなコンティニュアスランプ上での半自律制御）
4	RDR(ロボット・データ・リポジトリ)クラウド連携（RDRへのロボットデータの各種データを実回線を通してリアル転送を行いコレオノイドモデルへの展開を可能にする）

第3期（2023年度）

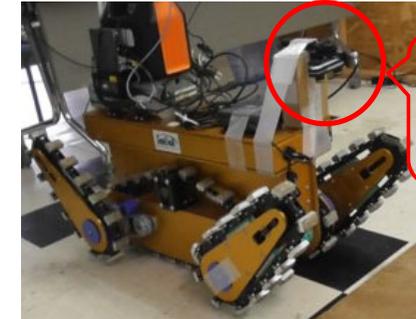
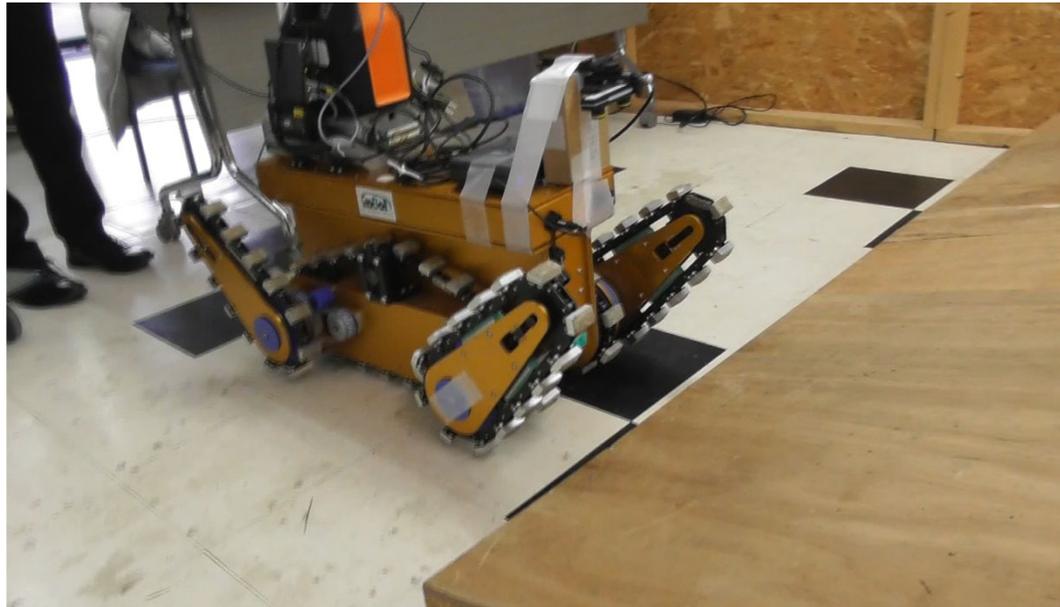
1)傾斜地（スロープ）昇降時サブクローラ自律制御ソフトウェアの開発

- ◆ 実証実験においては、課題をつぶすため、各種設定、パラメーターの変更を行い、下記の動画の様に操縦者によるサブクローラ操作をなくし、機体の方向性のみコントロールしている



第3期（2023年度）

2、3)コンティニュアスランプ走行時のサブクローラの半自律制御



カメラ位置は、機体より高めの位置で設置

- ◆ 今年度目標であったコンティニュアスランプでの半自律制御（峰、谷底に入る前地点でのサブクローラ制御開始指示及び終わり時点での終了指示）を予定していたが、実証実験においては、**全自律制御が可能**となった。
- ◆ 今後の操作性向上に大きく影響する。（すでに顧客要望あり）



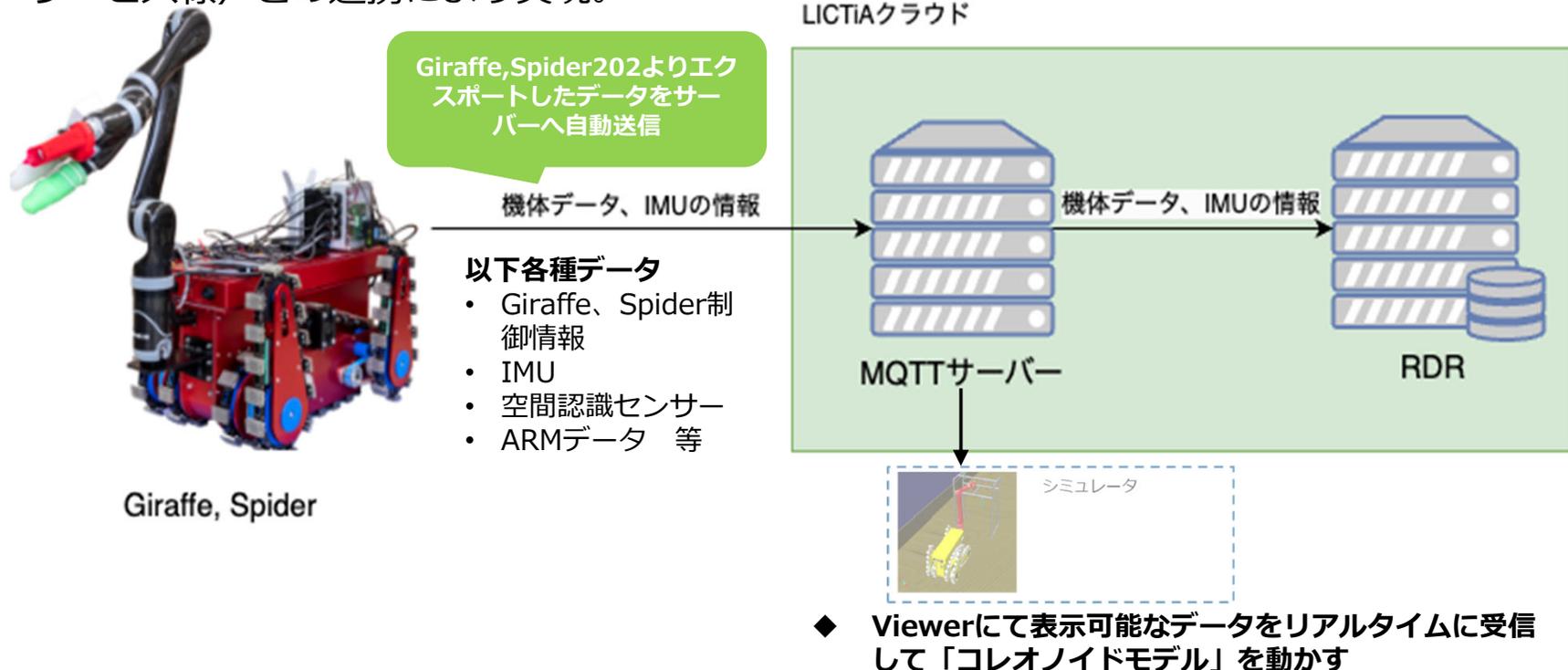
ジグザグで走行

4-1) RDR(ロボット・データ・リポジトリ)クラウド連携

'22年度実施のRDR連携における次ステップとして、RDRへデータをGiraffe、Spiderの機体データを常時・自動的にRDRへ登録することを今年度実現。使用するプロトコルはMQTTとなります。(次ページ動画参照)

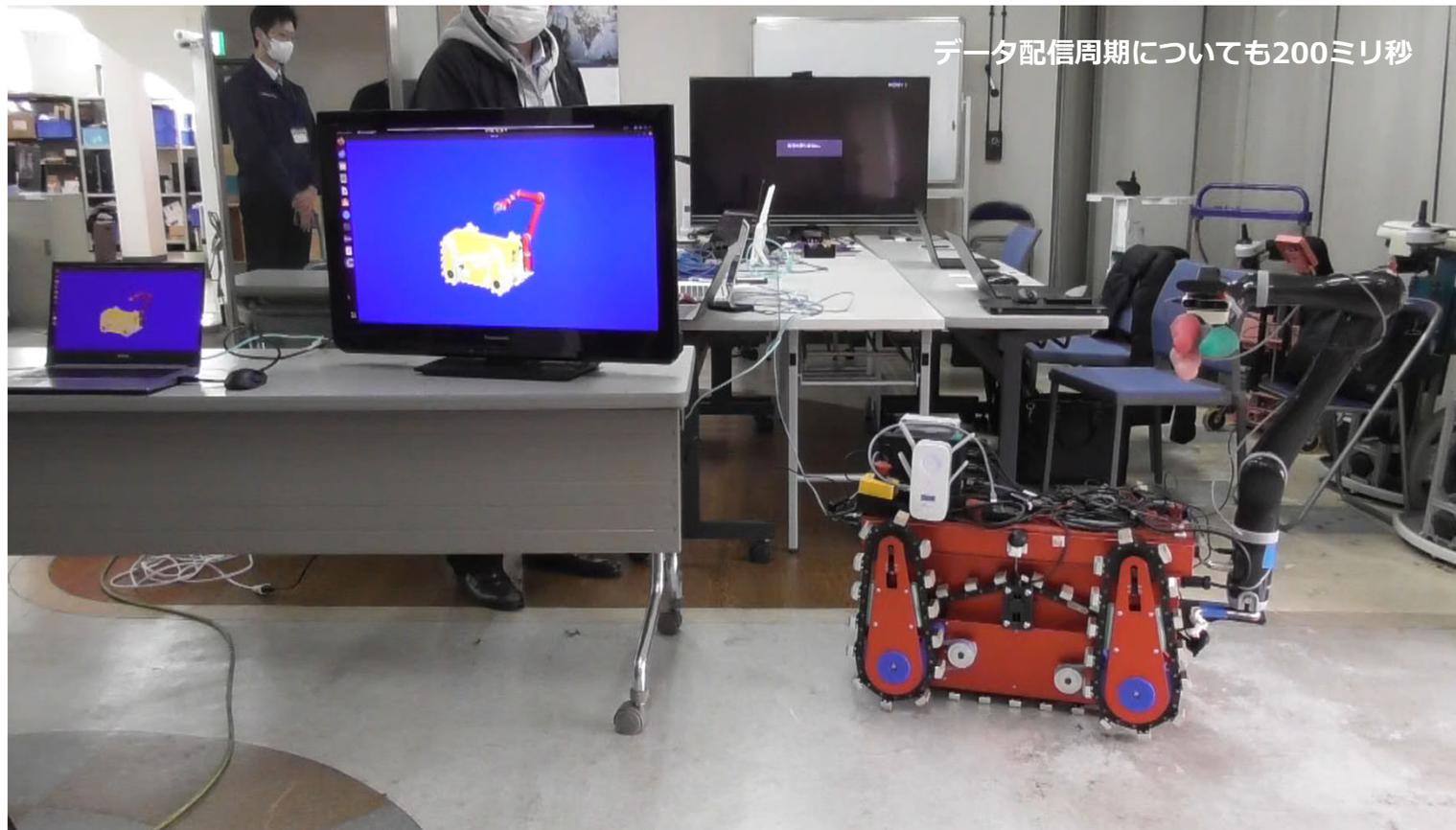
クラウド連携のイメージ

Giraffe、Spider2020のそれぞれのROS、RTM環境において、MQTTを利用してRDRへデータを格納するが、協同開発企業（東日本計算計算センター様、福島コンピューターサービス様）との連携により実現。



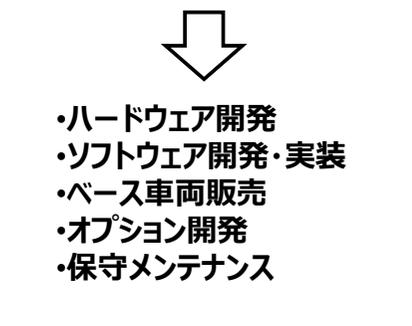
4-2) RDR(ロボット・データ・リポジトリ)クラウド連携

- ◆ Spider2020~RDR、Spider2020~ロボットビューアへの展開を実施
 - クローラロボットからエクスポートしたデータを、RDRへオンラインで格納し、当該データをコレオノイドモデルへ展開



事業化推進について

ベース車両クローラロボットの販売と研究開発成果のオプション化（出口戦略）

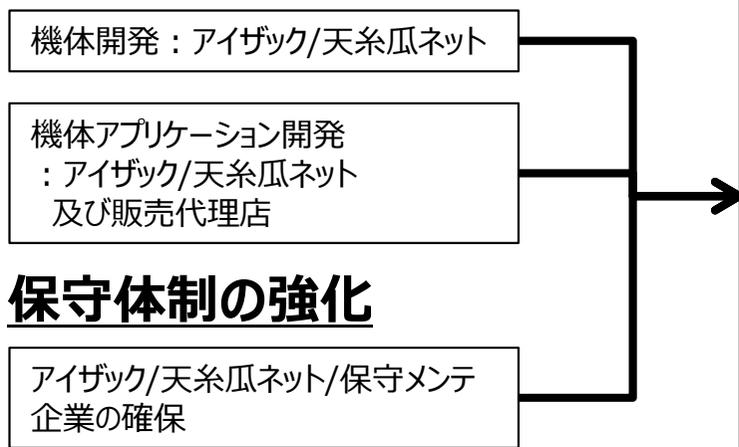


事業化推進に向けての方向性

- ◆ クローラロボットの筐体/形を意識することなく新規市場開発を進める
(クローラの機構設計技術、開発済みソフトを利用して)
- ◆ 導入済みロボットへの実装可能な新規ソフトウェア販売
- ◆ 導入済み機体へのハードウェア機能追加
(追加アプリを、オプションとしても利用)
- ◆ 市販ドローン販売を見習ったさらなるマーケット拡大を狙った販売形態の確立
- ◆ **機能的に**
階段昇降も含み、操縦者の使用勝手を向上し、建物の自律走行の実現を目指す

開発・販売/営業体制の強化

- ◆ 各種業界のお客様へのヒアリングを進めることにより開発へ水平展開



提供先

- ・ 民間企業
(例：警備、建設、メンテナンス)
- ・ 自治体
(災害時に必要な情報取得機器として)
- ・ 研究機関
- ・ 国（国土交通省、気象庁、防衛省等・総務省）
(災害時に必要な情報取得機器として)

保守体制の強化

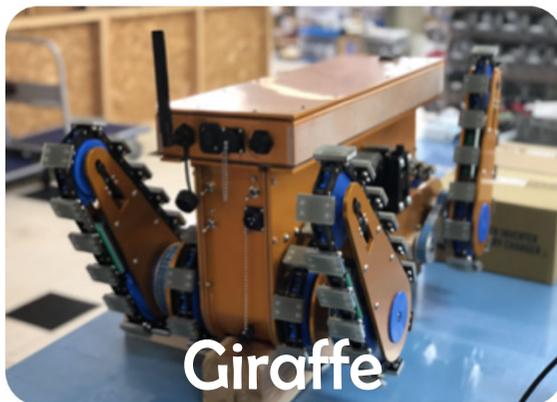
補) クローロボットの開発において事業化に至る変遷



SPIDER(2016年)

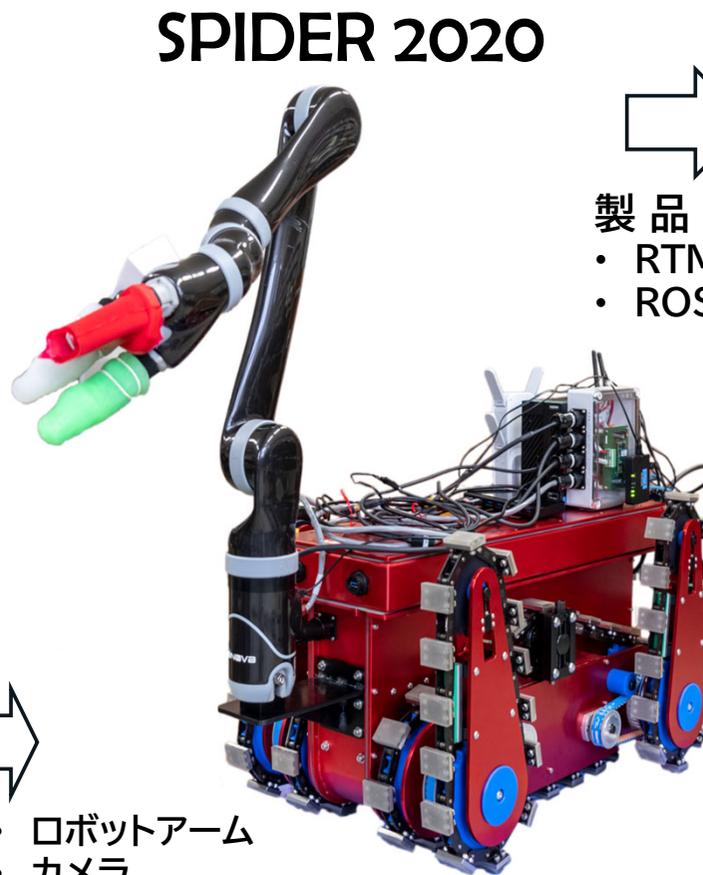


【製品化を実現】

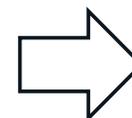


Giraffe

販売5台の実績



SPIDER 2020



製品化
・ RTM版
・ ROS版

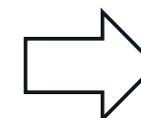


Camel

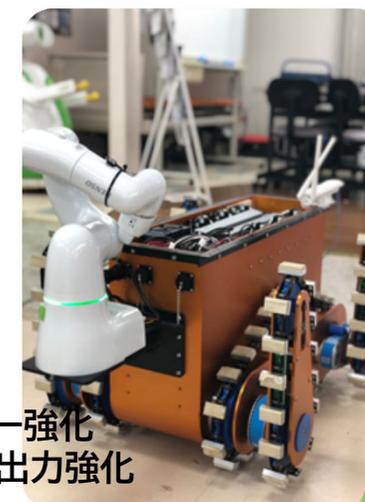


- ・ ロボットアーム
- ・ カメラ
- ・ センサー
- などの追加

要素技術開発
ソフトウェア開発
アプリケーション開発
システムインテグレーション



- ・ バッテリー強化
- ・ モーター出力強化



原発廃炉用

クローラロボット開発におけるInnovation Architecture

➤ 2023年度は、アプリケーション領域における機体制御に重点を置いて研究開発

■ 市場
Market

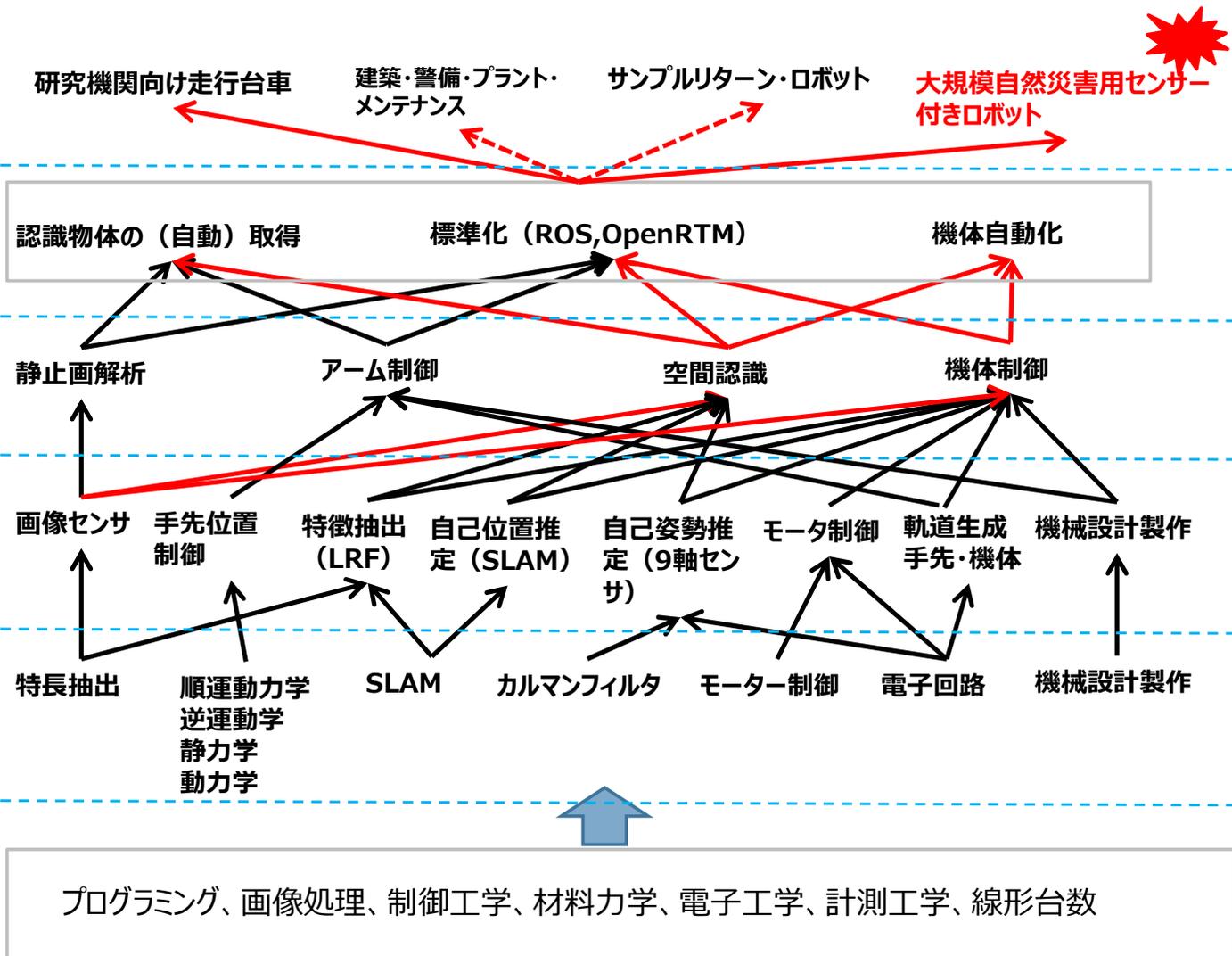
■ イノベーション領域
Innovation area

■ アプリケーション
Application

■ 技術要素
Technical Component

■ 研究要素
Research Component

■ 学術分野
Academic area



成果物を活用した事業化及び社会貢献に向けて

2024年度より、機体のコスト、軽量化及びセンサー検討など、また、自然災害をはじめとした大きな災害にて必要とされる要件の調査及び具体的機器の搭載などを検討していきたい。

	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	令和2年度 (2020年度)	～令和4年度 (2022年度)	～令和6年度 (2024年度)	～令和8年度 (2026年度)
ベース車両	SPIDER ・制御用PC強化 ・連続8時間稼働 ・メンテナンス性向上 ・ロボットアーム	SPIDER2020 ・防水 ・軽量化 ・制御用PC最適化	SPIDER2020改良 ・上位PC ・非常停止ボタン ・ロボットアーム ・無線ルーター	・制御用PC強化 ・底床化 ・最大連続8時間稼働 ・ロボットアーム強化	・サブクローラ部オプション強化 ・搭載可能な各種センサーオプション	・搭載可能な各種センサーオプション 特に 自然災害時における、人命救助に必要なセンサー：電磁波探査装置などの搭載 ・軽量化/小型化も検討
センサ	距離画像センサー (RGBD)	IMU	LIDAR	LIDAR IMU	LIDAR IMU RGBD	人命救助用センサーなど
ソフトウェア	RTM制御 コレオノイドモデル同期	既存開発ソフトウェアの移植	ROS制御 SLAM 理想環境での自律走行	ROS制御 SLAM精度向上 人の居ない環境下での自律走行 (平地) 階段昇降補助	ROS/ROS 2 制御 SLAM精度向上 理想的な環境下での階段自律昇降 自律での障害物回避・踏破	操縦者支援ソフトの精度アップ SLAM精度向上 不整地走行能力アップ
イメージ図						
ユースケース	研究開発用ベース車両	共同研究開発用ベース車両	廃炉ロボット	床下点検ロボット 警備ロボット 水害被害探査用	除草ロボット 運搬/ プラントメンテナンス 農業/ 軍事利用	今後も予想される大型自然災害における人命救助 (発災直後の緊急対応を可能にする)

ご清聴ありがとうございました。

MIZUK

Your Robotics