



# 第9回会津大学ロボットシンポジウム ステージIII成果概要

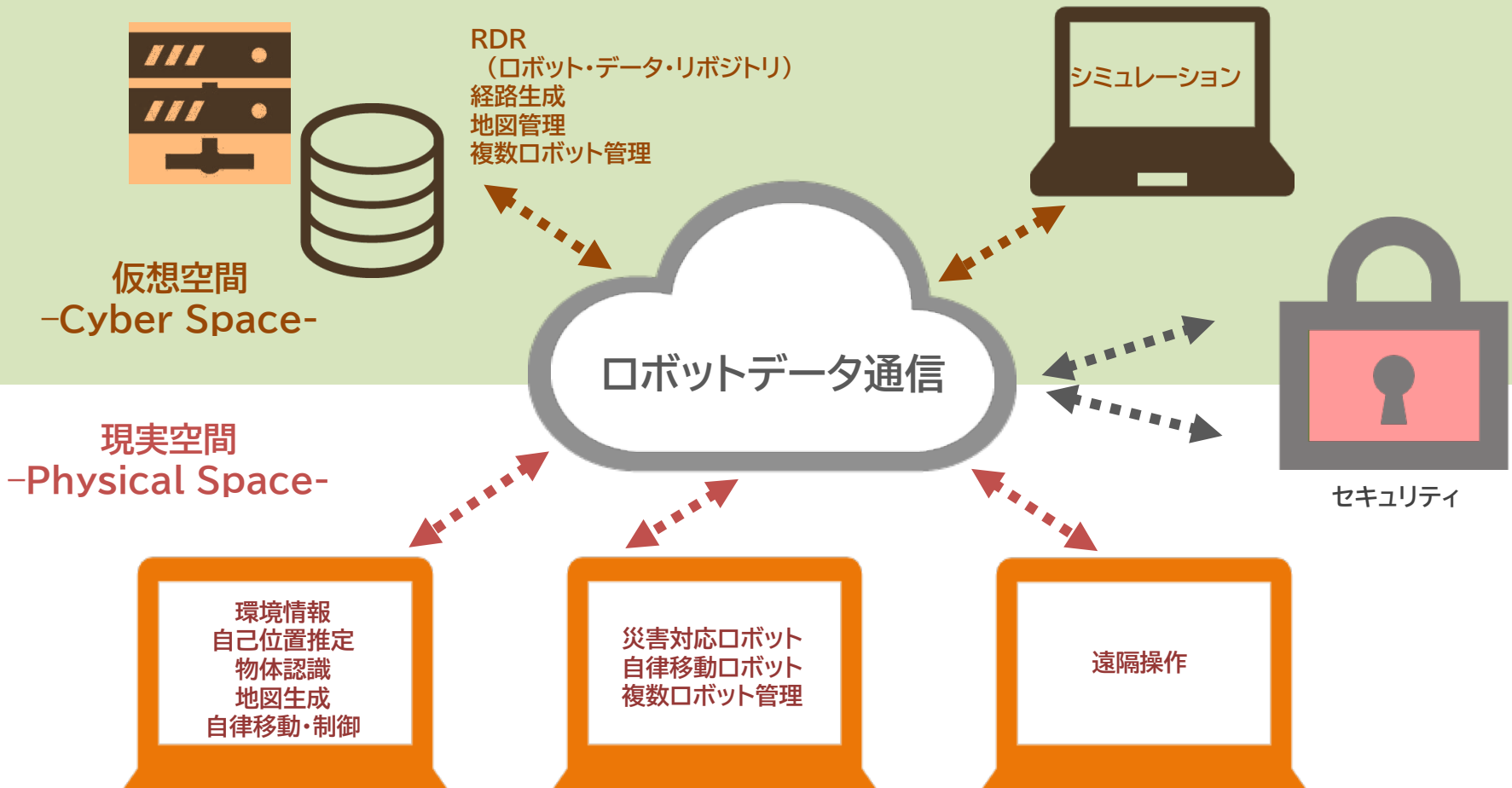
会津大学 成瀬継太郎

## 本発表の内容

- 2021-2023年度(ステージ3)の取り組みと本年度の成果
  - サービスロボットシステム
  - 災害対応ロボット
  - 遠隔IoRTシステム
- 将来課題

# 2021-2023年度(ステージ3)の取り組み

## 情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space

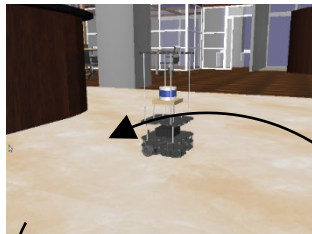


# 2021-2023年度(ステージ3)の研究開発の概要

物理空間のデータを取得し仮想空間にモデル化  
シミュレータを活用したソフトウェア開発と試験

## 【サービスロボットシステム】

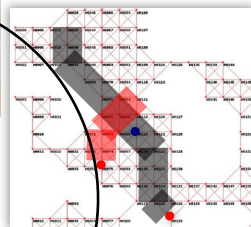
レイアウト変化の検出と地図のリアルタイム更新



仮想ロボットによる  
テスト(FSK)



物理ロボット制御(JAD)



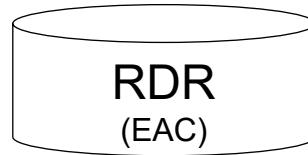
経路計画(JAD)



天井カメラによる物体認識  
(EAC)

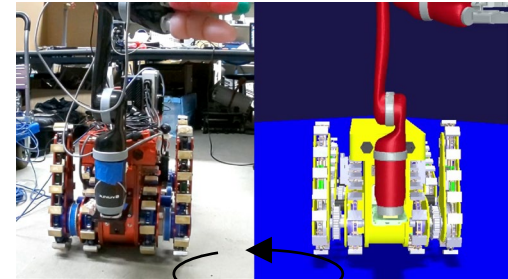


ナビゲーション用地図の  
更新(EAC, JAD)



## 【災害対応ロボット】

ロボットの姿勢とセンサデータのリアルタイム更新

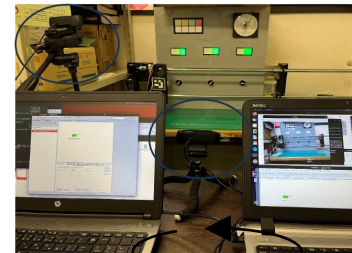


物理ロボット (AZK)

ロボットビューア (FCS)

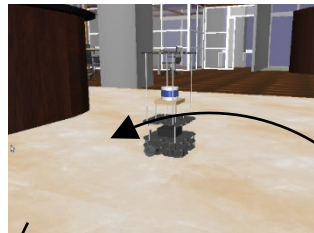
## 【遠隔IoRTシステム】

制御盤のリアルタイム制御と過去状況のリプレイ

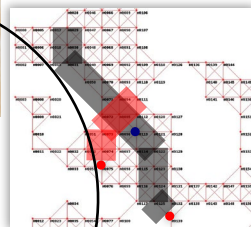


遠隔制御盤IoRTシステムとビューアシステム (AqC)

# サービスロボットシステムの開発の概要



仮想ロボットによる  
テスト(FSK)



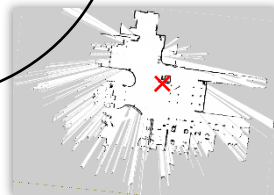
経路計画(JAD)



物理ロボット制御(JAD)

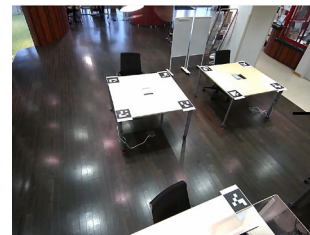


天井カメラによる物体認識  
(EAC)

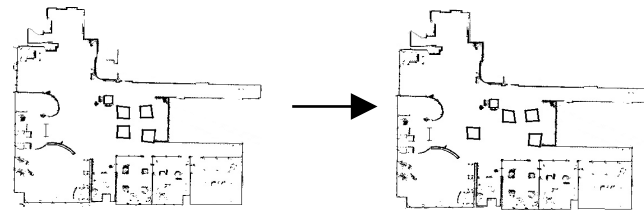


ナビゲーション用地図の  
更新(EAC, JAD)

天井カメラシステムが机・椅子の位置の変化を検出  
(ロボットのセンサから検出しにくい)(EAC)



ナビゲーション用地図の更新(EAC, JAD)



仮想空間で3次元地図とナビ用地図の更新と  
経路の事前検証(FSK, JAD)



物理ロボットの制御(JAD)



**【従来】レイアウトが変化したらシステムを停止して地図を作り直す**

**【本開発】物理空間と仮想空間を連携することでシステムを停止せずに連続的な運用が可能。さらに仮想空間で未来の状況が予測可能になることにより、複数ロボット制御の性能が向上。**

**【鍵となる技術】仮想空間での現実空間のモデリング**

# サービスロボットシステムの研究開発成果

## 本研究開発の特徴

- 移動ロボットと天井カメラの情報共有
- 物理空間をモデル化した仮想空間およびシミュレータ
- キーとなる項目: データ型と通信方式の定義(RDR)とシステム設計

## 可能になったこと

システムを停止せずに作業空間(レイアウト)の変化にオンラインで対応

- 物理空間: レイアウト変化 → 天井カメラ → 物体認識 → 位置変化検出
- ⇒ 仮想空間: レイアウト地図更新 → ナビゲーション地図更新
- ⇒ 物理空間: 移動ロボット
- キーとなる技術: 仮想空間のモデリング

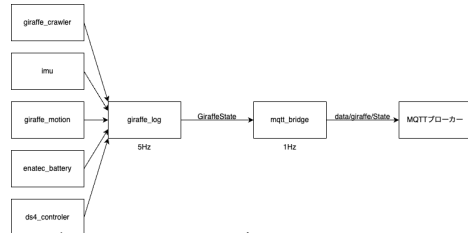
## 将来の応用例

(例) ファミレス配膳ロボット

- 従来: 単一ロボット, 固定環境
- 将来: 複数台化, 各店舗環境への導入と調整, 監視カメラとの連携

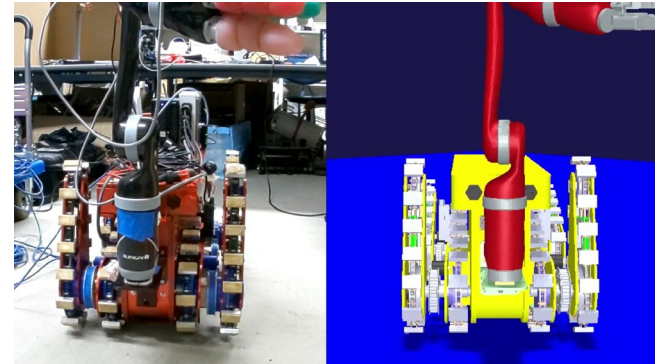
# 災害対応ロボットシステムの研究開発の概要

## ロボット状態データ送信モジュールの開発(AZK)

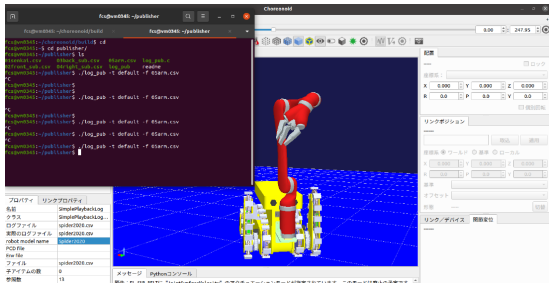


## 【災害対応ロボット】

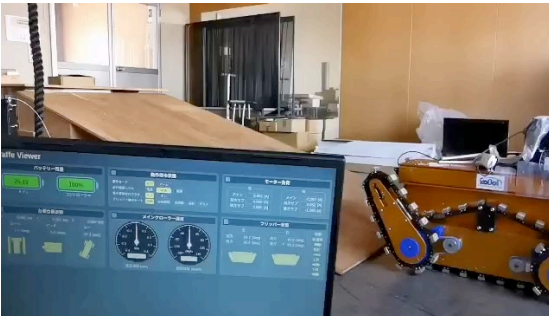
ロボットの姿勢とセンサデータのリアルタイム更新



## ロボット状態データの受信モジュールと 仮想空間での姿勢表示プログラムの開発(FCS)



## 物理空間でのサブローラ角度の 自動制御プログラムの開発(AZK)



**【従来】**カメラビューアーによる遠隔操作ロボットシステム  
**【本開発】**仮想空間でリアルタイムのロボットの姿勢とセンサデータを表示により、状況把握がしやすい遠隔操作が可能。さらにロボットの部分的な自律制御。  
**【鍵となる技術】**3次元点群データ処理

# 災害対応ロボットの研究開発成果

## 本研究開発の特徴

- 斜面変化でのサブクローラ角度の自動制御
- インターネット通信と仮想空間での3次元ロボット姿勢およびセンサデータ表示
- キーとなる項目: 点群データとデータ型と通信方式の定義 (RDR)

## 可能になったこと

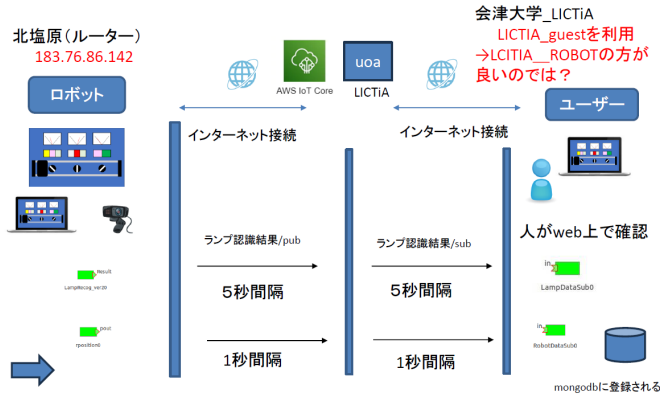
- 遠隔制御でのロボット操作の簡易化とロボット3次元姿勢の理解の容易化  
⇒ 遠隔操作の高速化
- キーとなる技術: 3次元点群データと仮想空間

## 将来の応用例

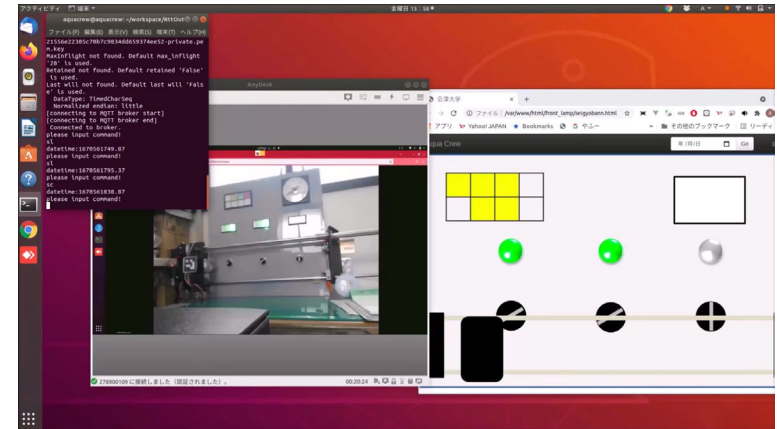
- 従来: 水平面での車輪型ロボットの自律ナビゲーション
- 将来: 傾斜地や複数スロープでのサブクローラ型ロボットの自律ナビゲーション (国外環境・プラント)
- 残っている課題: 傾斜地や複数スロープでの3次元地図生成と自己位置推定



# 遠隔IoTシステムの研究開発の概要



インターネット分散ロボットシステムの設計と実装 (AqC)



制御盤モニタシステムと制御盤ボタンロボットの開発 (AqC)

【従来】点検員が週に1回、物理的に点検作業を行っていた

【本開発】安価なシステムにより遠隔からの点検作業と制御盤のモニタが可能になる

【鍵となる技術】インターネット上に分散したロボットシステムのシステム構成

【遠隔IoTシステム】

制御盤のリアルタイム制御と過去状況のリプレイ



# 遠隔IoRTシステムの研究開発成果

## 本研究開発の特徴

- アドオンタイプの制御盤モニタおよび操作システム
- データベースと過去状況の**仮想空間**での表示
- キーとなる項目：**インターネット通信と通信方式の定義(RDR)とシステム設計**

## 可能になったこと

- 既存のシステムの改造なし(非侵襲)にインターネット操作可能なシステム化
- キーとなる技術：**システム設計(通信速度の処理の粒度)とロバスト性(機械系・情報系)**

## 将来の応用例

- 従来:作業員による点検
- 将来:点検業務の自動化・遠隔化

## 将来課題: 研究開発のステージ

### 学術研究

- 新しい原理の開発(各先生の科研費)
- ロボットソフトウェア開発および教育(F-REI)
  - ソフトウェアの設計と開発→テスト・性能評価→**仮想空間**
  - 物理3次元空間の測定とモデリング→**仮想空間**

### 実用化研究(将来的なロボットサービスの実現)

#### 現状

- 対象: 単一ロボット→ソフトウェアは固定的
- システム: 単一ロボットのためのOSS(地図生成+ナビゲーション)+環境・タスク・ロボットに応じてソフトウェアの追加・修正

#### 将来

- 対象: 複数ロボット+環境センサ→**情報の集約と分散**
- システム: 分散ロボットシステムの設計論(システムの目的を各ロボット目的へ分割, ロボット処理の粒度と通信, 自律性)
- **分散ロボットシステムのためのOSS化**+環境・タスク・ロボットに応じてソフトウェアの追加・修正 OSS: Open-Source Software