

# 第8回会津大学ロボットシンポジウム 研究成果報告

「複数の自律移動ロボットによるナビゲーションに関する研究」

株式会社日本アドシス  
Japan Advanced System CO. LTD.

# 1. 概要

## 活動目的と概要

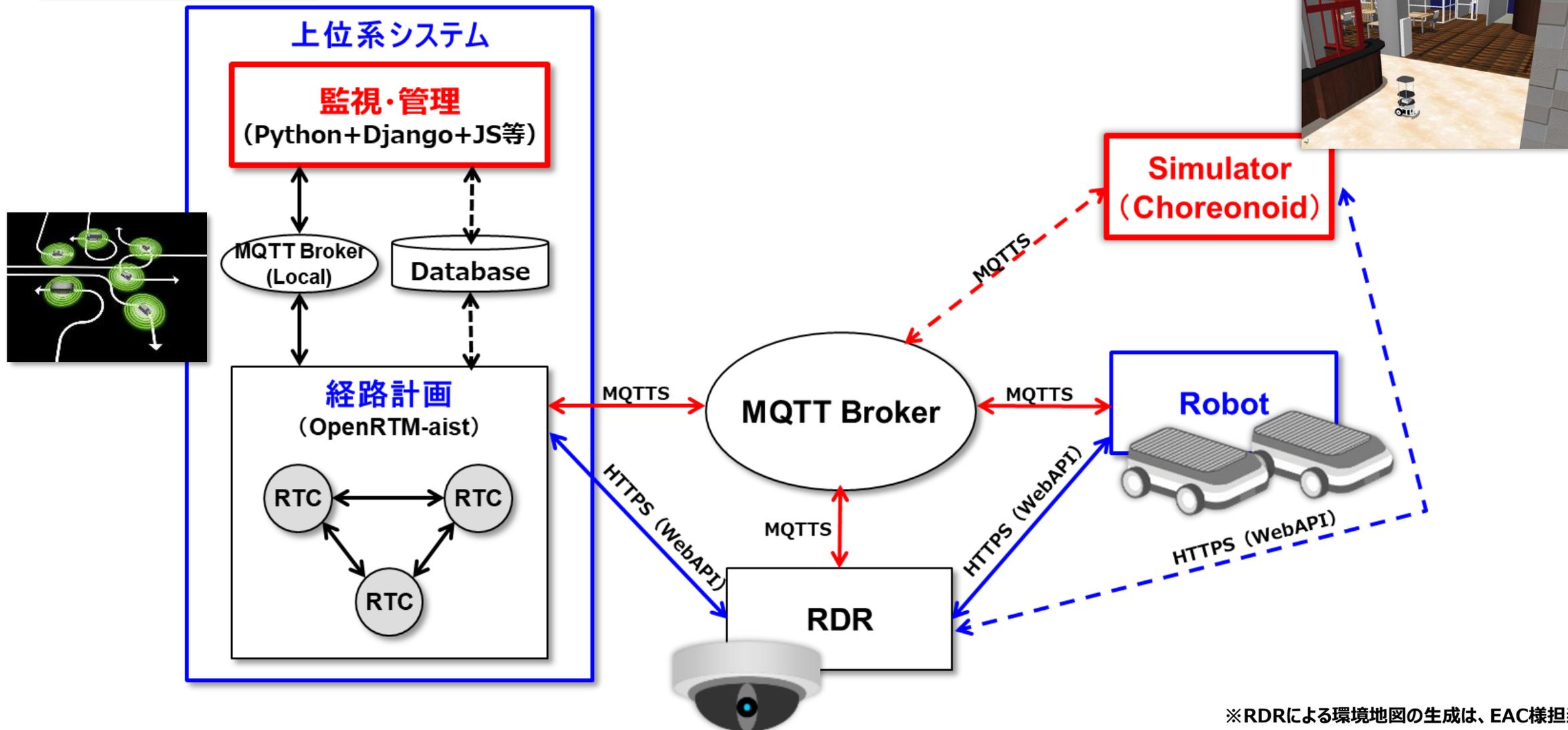
自律移動ロボット、上位系システム（経路計画機能）を含むクラウドロボティクスシステムにおいて、実環境の変化を反映した**環境地図を用いたナビゲーション**を実現する。また、複数ロボットが移動する空間上での、**時間軸による移動位置を予測**し、より安全で効率的な経路計画、ナビゲーションを実現する。

## 主な実施項目

- ① **環境地図を用いた効率的なナビゲーション**  
マルチ監視カメラシステムにより**観測された物体情報をロボット座標系の地図に反映（環境地図）**することで、より現実空間に近い地図を用いたナビゲーションの研究を実施
- ② **移動ロボットの移動位置予測に基づく経路計画**  
複数台の移動ロボットが同一空間上で動作した場合を想定し、ロボットの交差問題の解決手段として、**移動位置を予測した経路生成方法**について研究を実施
- ③ **経路計画に伴う管理機能**  
グラフ地図の可読性を上げることで、経路計画として必要となるグラフ地図の生成、経路計画等をより容易に操作可能なUI、及び**インターフェース**について研究を実施
- ④ **シミュレータ環境の活用**  
ナビゲーションに関する研究を加速させる為に、LiCTIA 1F モデルによるシミュレータ環境を活用

## 2. 自律移動ロボットに伴うシステム構成図

### システム構成図



※RDRによる環境地図の生成は、EAC様担当

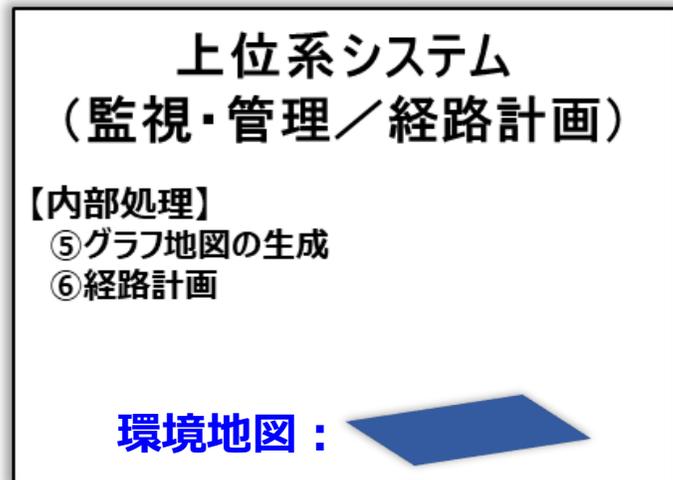
### 3. 環境地図を用いた効率的なナビゲーション

#### 研究成果

- ・RDR 側で生成された環境地図を **MQTT, HTTP** を用いて連携を図ること、システムに適用可能であることを実証



#### 環境地図の連携



④ 環境地図の取得

③ 環境地図の更新通知受信

② 環境地図の更新通知

MQTT  
Broker

⑦ 経路指示  
(+環境地図Revision)

⑧ 経路指示を受信

【内部処理】

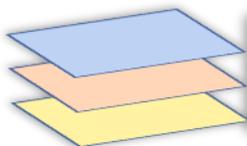
- ① 下記 1,2 により環境地図を生成
  1. 外部カメラによる物体認識
  2. レイヤー地図の統合 (静的、準静的、進入禁止)

※EAC様担当機能

⑨ 位置情報取得

⑩ 環境地図 (Revision) に対応したレイヤー地図を取得

レイヤー地図：



Robot-A

Robot-B

Robot-C

【内部処理】

- ⑪ キャリブレーション
- ⑫ ナビゲーション開始

# 3. 環境地図を用いた効率的なナビゲーション

## 上位系システム（監視・管理画面上）での環境地図の連携

経路計画
経路指示
経路変更
地図更新

**Map**

Location : LiCTIA(1F)  
 Current Version : cfz7-f4z2-siyb-gedc-x103  
 Latest Version : cfz7-f4z2-siyb-gedc-3

**Display Layer**

- 背景(環境地図)
- 経路(2D格子地図)
- MEGA ROVER1
- MEGA ROVER2

- Planning Route -

MEGA ROVER1

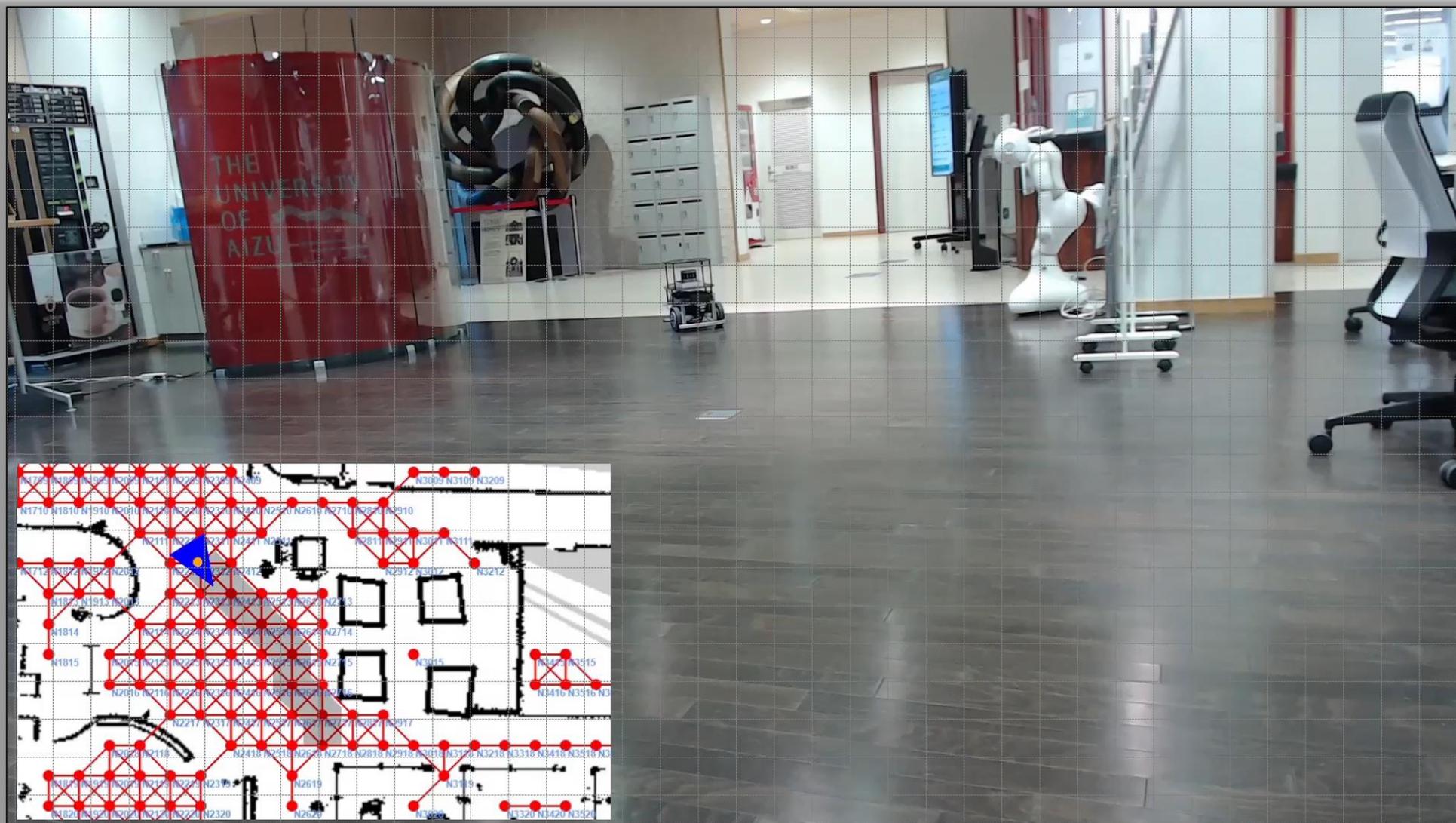
- N2312 : 11:55:00
- N2313 : 11:55:03
- N2314 : 11:55:06
- N2315 : 11:55:10
- N2316 : 11:55:13
- N2317 : 11:55:17

200%
リセット

### 3. 環境地図を用いた効率的なナビゲーション

5

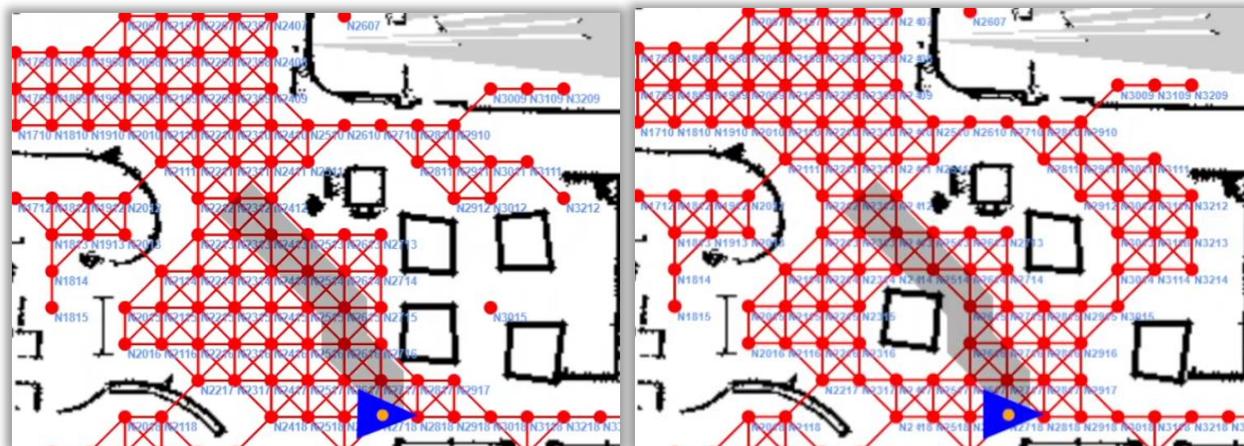
#### 連携した環境地図による自律移動ロボットのナビゲーション



### 3. 環境地図を用いた効率的なナビゲーション

#### 環境地図によるナビゲーション

天井カメラで観測された環境の変化を反映した環境地図を用いることで、経路計画上の2次元格子地図上では、以下のような**有効経路の変化**を捉えることが出来た



天井カメラの観測点によっては**物体認識に多少の歪み**が見えたが、経路計画としては有効経路が正常に導出されており、環境の変化が正常に取り込まれていること、及び環境地図上を自律移動ロボットが正常にナビゲーション出来ることを検証した

#### 環境地図の適用方法の検討

システムに適用すべき**タイミング**や**頻度**等は様々なケースが存在する為、今後は、下記のようなシステムへの適用方法についても検討していく必要がある。

- ① 環境地図の**適用有無の判断方法**
- ② **ナビゲーション中の環境地図の適用方法**

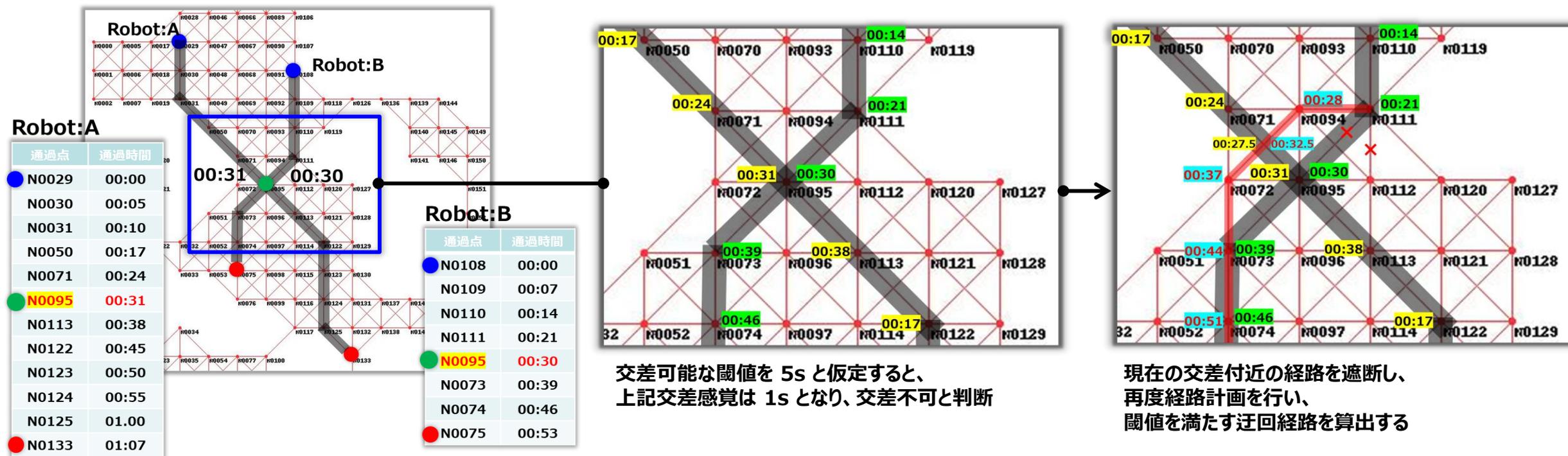
# 4. 移動ロボットの移動位置予測に基づく経路計画

## 研究成果

・2台のロボットの移動速度から各ノードの移動位置を予測し、交差点での迂回経路を導出することで、より安全なナビゲーションが実現できることを実証

※交差点への**進入経路を遮断し、移動位置を再計算**することで迂回経路を導出

### 移動予測による経路計画



## 4. 移動ロボットの移動位置予測に基づく経路計画

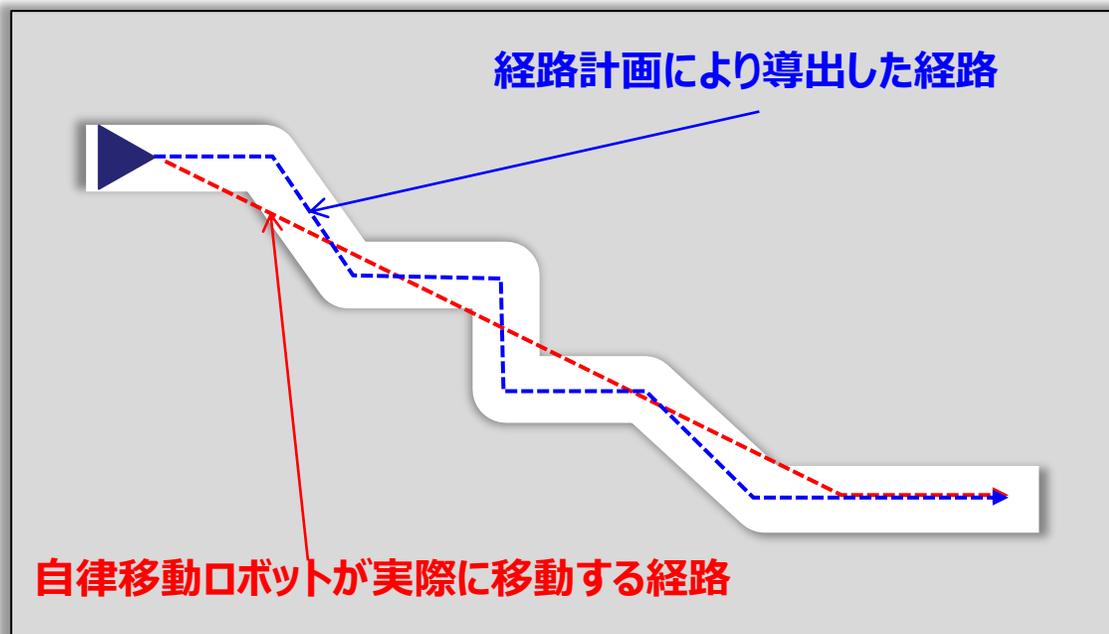
### 移動位置予測による迂回経路を用いたナビゲーション



## 4. 移動ロボットの移動位置予測に基づく経路計画

### 予測結果との誤差

以下のような経路の場合、予測したルート通りの移動とはならず、結果的に**予測結果に誤差**が生じる結果となった

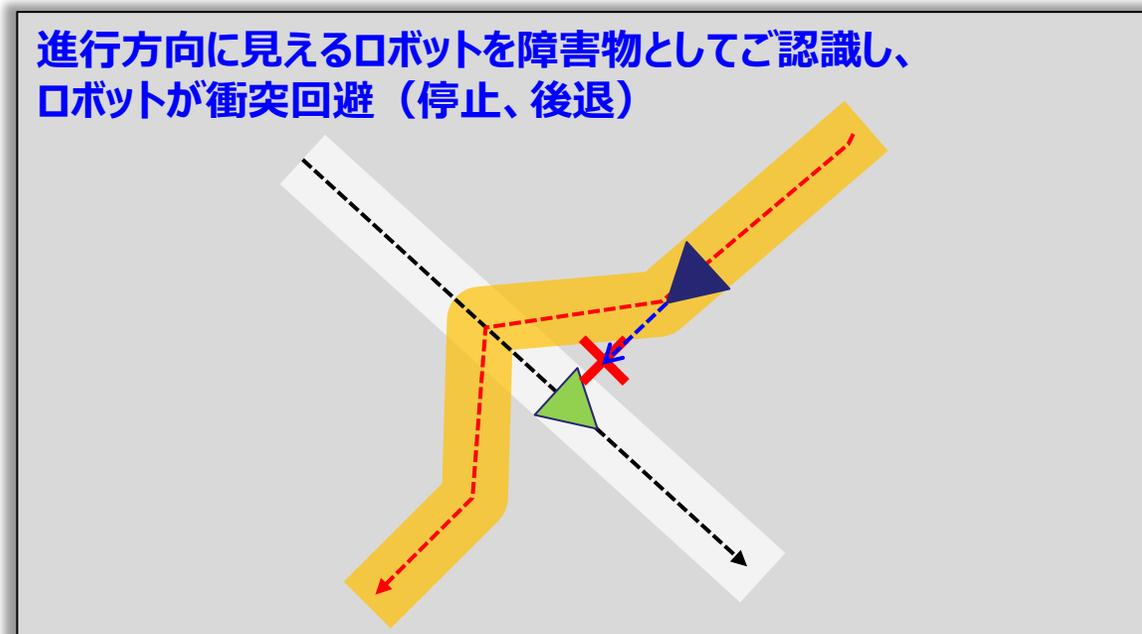


※白枠（ポテンシャル場）は、自律移動ロボットが移動可能な範囲を示す

### 近距離での障害物の誤認識

迂回経路により衝突が回避される経路において、自律移動ロボットが前方にあるロボットを**障害物としてご認識**し、衝突回避（停止、後退）動作が行われることを確認

進行方向に見えるロボットを障害物としてご認識し、ロボットが衝突回避（停止、後退）



上記の現象は、自律移動ロボットの特性によるものである。  
その為、今後の移動予測、及び迂回経路を行う上では、検討していく必要がある。

## 5. 上位系システム（経路計画）に伴う管理機能

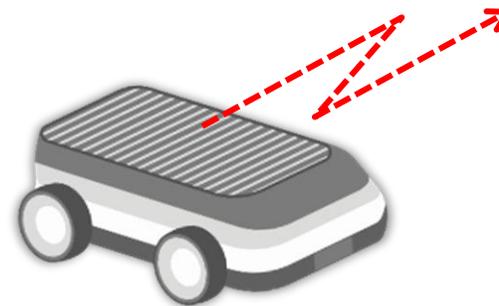
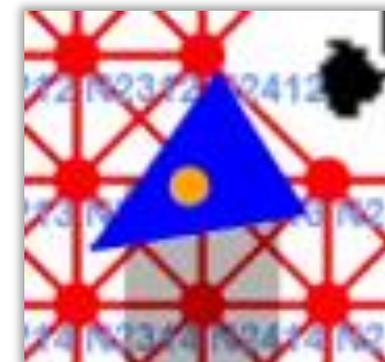
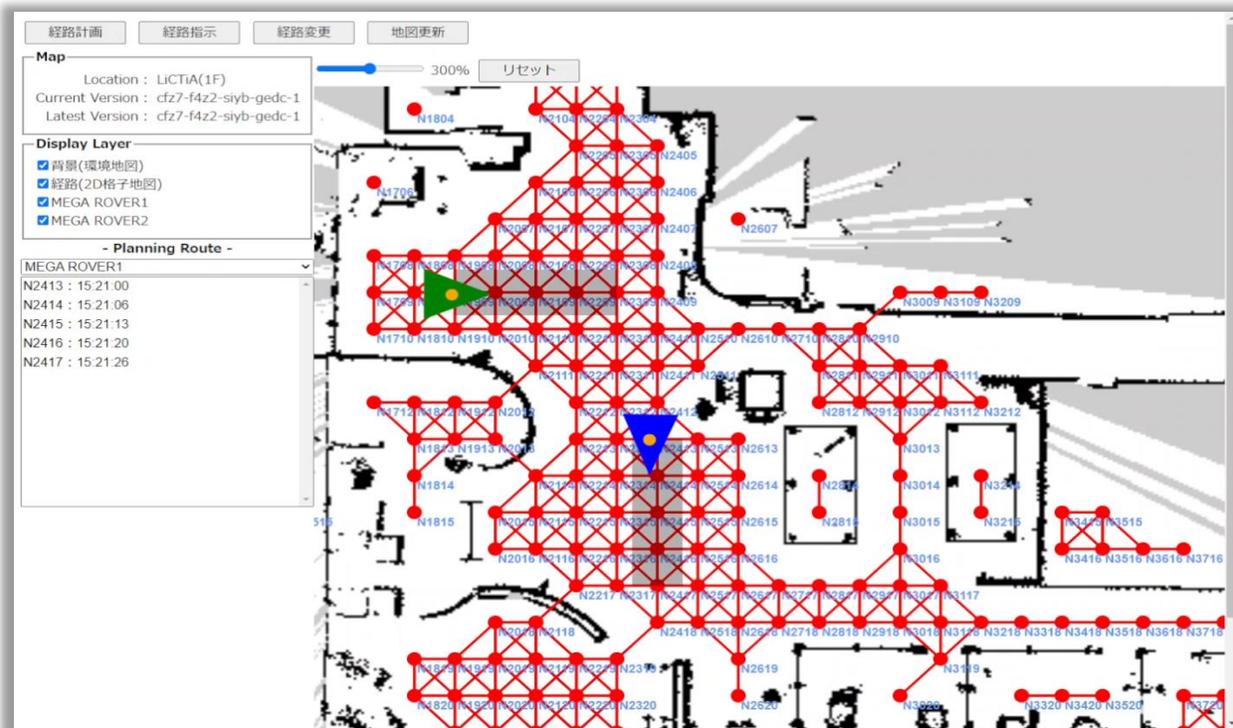
### 研究成果

- Web技術を用い、環境に依存しない形で構築
- 経路計画に伴う操作を容易に実現可能
- 地図上のロボットの位置、向き等を把握可能

### ロボットの状態通知（リアルタイム性）

現在のロボットからのステータス通知は定周期（1s）で行われており、画面上の更新（上位系システム側での検出）は**最大で 1s のズレが生じる**ことになる。

ロボットのステータス通知方法、頻度等も含め、Planner - Robots のIF については改善していく方向で検討する。



## 6. シミュレータの活用

### 研究成果

- ・LICTiA モデルにメガローバーモデルを構築
- ・上位系システム（経路計画、管理機能）における自律移動ロボットに伴う検証においても利用することで、研究成果を効率的に上げることが出来た



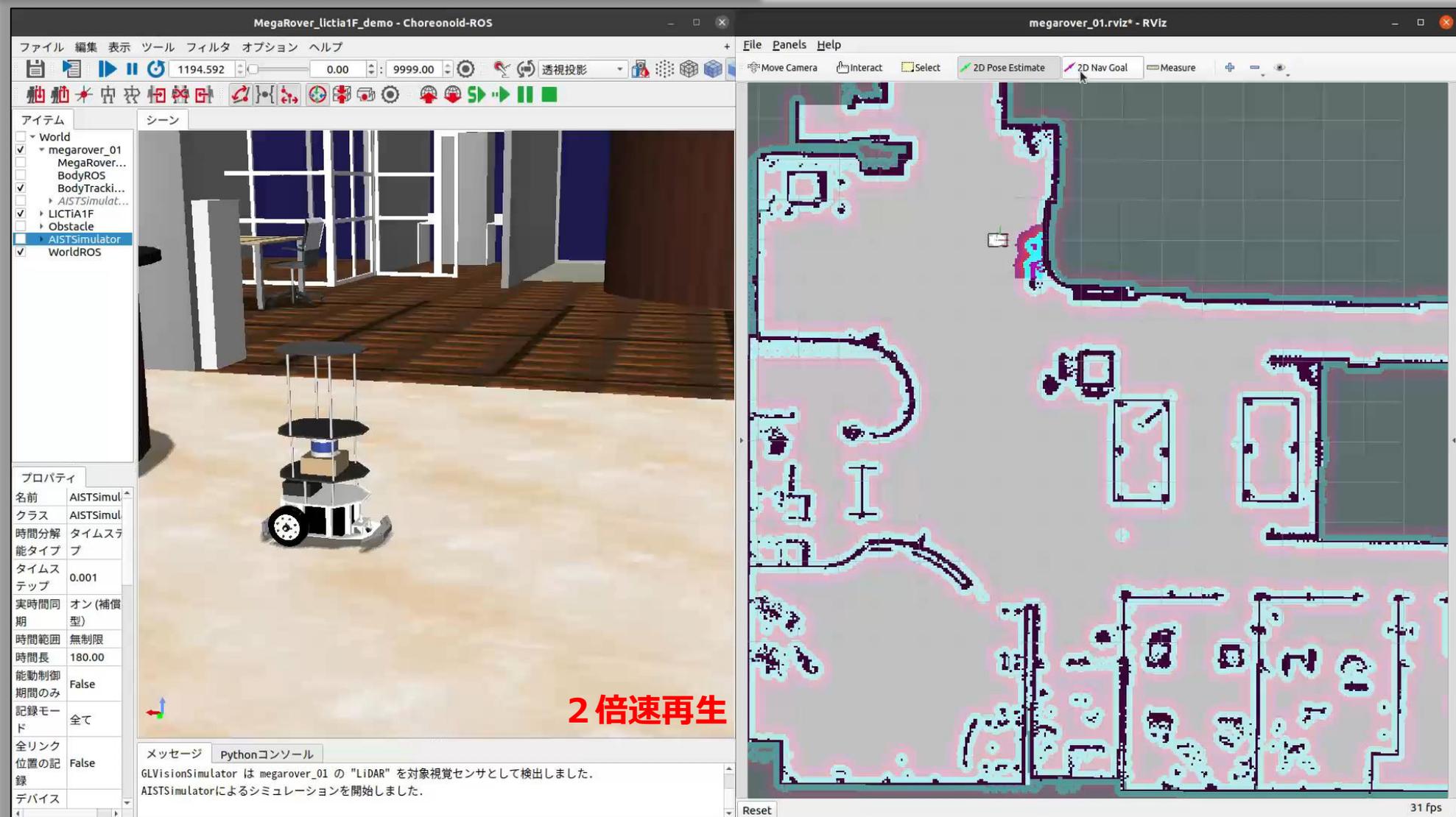
### 検証環境の向上（複数台の動作環境）

- ・移動予測に伴う迂回経路の導出時に、**2台のロボットを同時に動作させた場合、動作が遅延する現象が確認された**

※本件は、**他の物理エンジンを利用することで解消されることが確認された為、導入する方向で検討する**

## 6. シミュレータの活用

### シミュレータ環境上での自律移動ロボットのナビゲーション





株式会社日本アドシス  
Japan Advanced Stytem CO. LTD.

ご清聴ありがとうございました。