

**第11回 会津大学ロボットシンポジウム  
成果報告  
「不確実性を考慮した経路計画・ナビゲーション」**

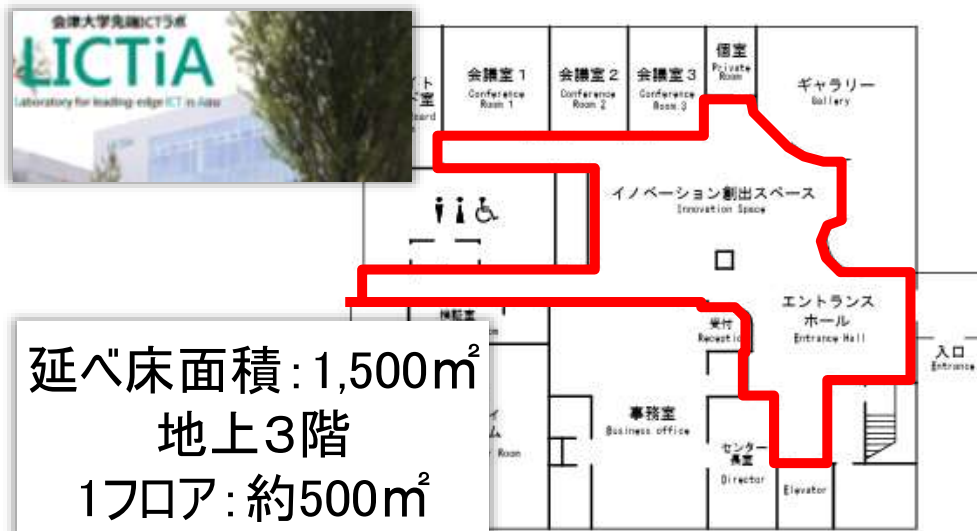
2026年5月22日

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

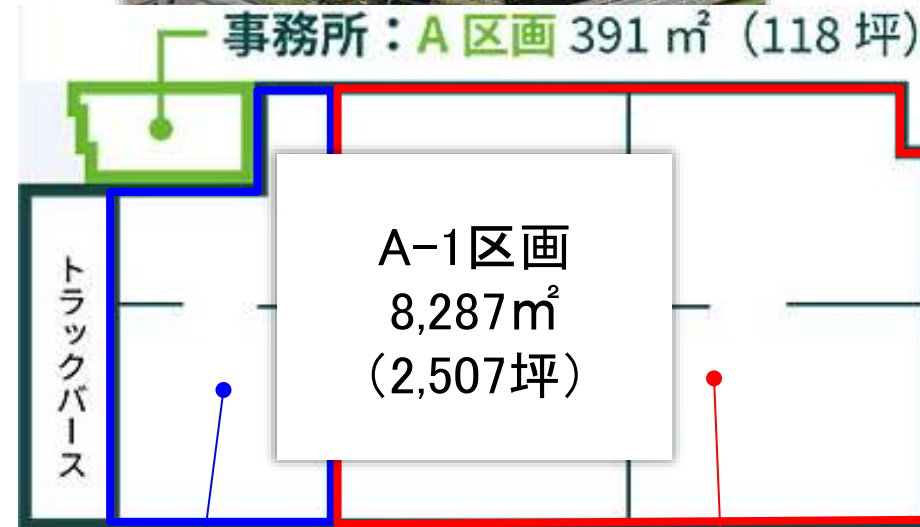
# 1. Stage-IV 目的及び概要

## 目的及び概要

これまで、屋内施設（LICTiA 1F）をモデルに、自律型移動ロボット、及び経路計画を担う上位系システムにおいて、ナビゲーションに伴う研究開発に取り組んできた。



より広域な空間へ



従来の**屋内施設**でのナビゲーションにおいては、机、椅子等、物体の配置が大きく変化することはない。一方で、**広域な空間**（例：物流倉庫や工場等）においては、荷物の搬入・搬出等が行われ、頻繁に物体の配置が変化する。その為、**広域な空間においては、空間内の環境地図を最新に保つことは難しく、不確実な環境地図でのナビゲーション手法も必要**となる。本年度は、昨年度確立した要素技術をロボティクスシステムに適用し、実用化に向けたシステム検証を実施する。



## 2. Stage-IV 実施計画

2024

### 要素技術の検討・検証

以下の3点に着目し実現性の検討、及び要素技術の確立を行う（仮想空間）

- ① 広域な空間での地図の生成方法
- ② 局所的な環境情報の検出、及び広域な地図への適用方法
- ③ 不確実性を考慮した経路計画手法

Choreonoid



2025

### クラウドロボティクスシステムへの適用

確立した要素技術をシステムへ適用する（仮想空間⇒現実空間）

- ① 自律型移動ロボット：2024-②を適用
- ② 上位系システム：2024-①、②、③を適用
- ③ ロボティクスシステムとしての検証



自律型移動ロボット

2026

### 実用化を見据えた実証実験

本ステージで構築したシステムにより、実用化を見据えた実証実験を行う

- ① 経路計画・ナビゲーションに伴う実証
- ※実証場所については調整中



実証環境イメージ（例：物流倉庫）

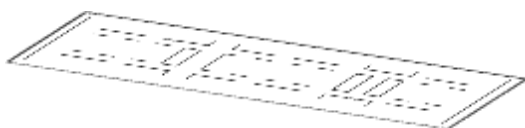
# 3. 実施概要

## 実施概要

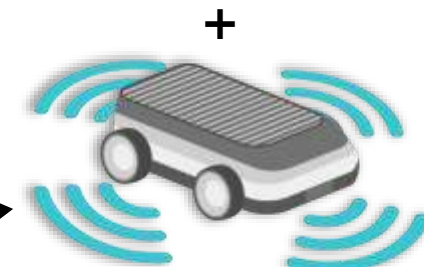
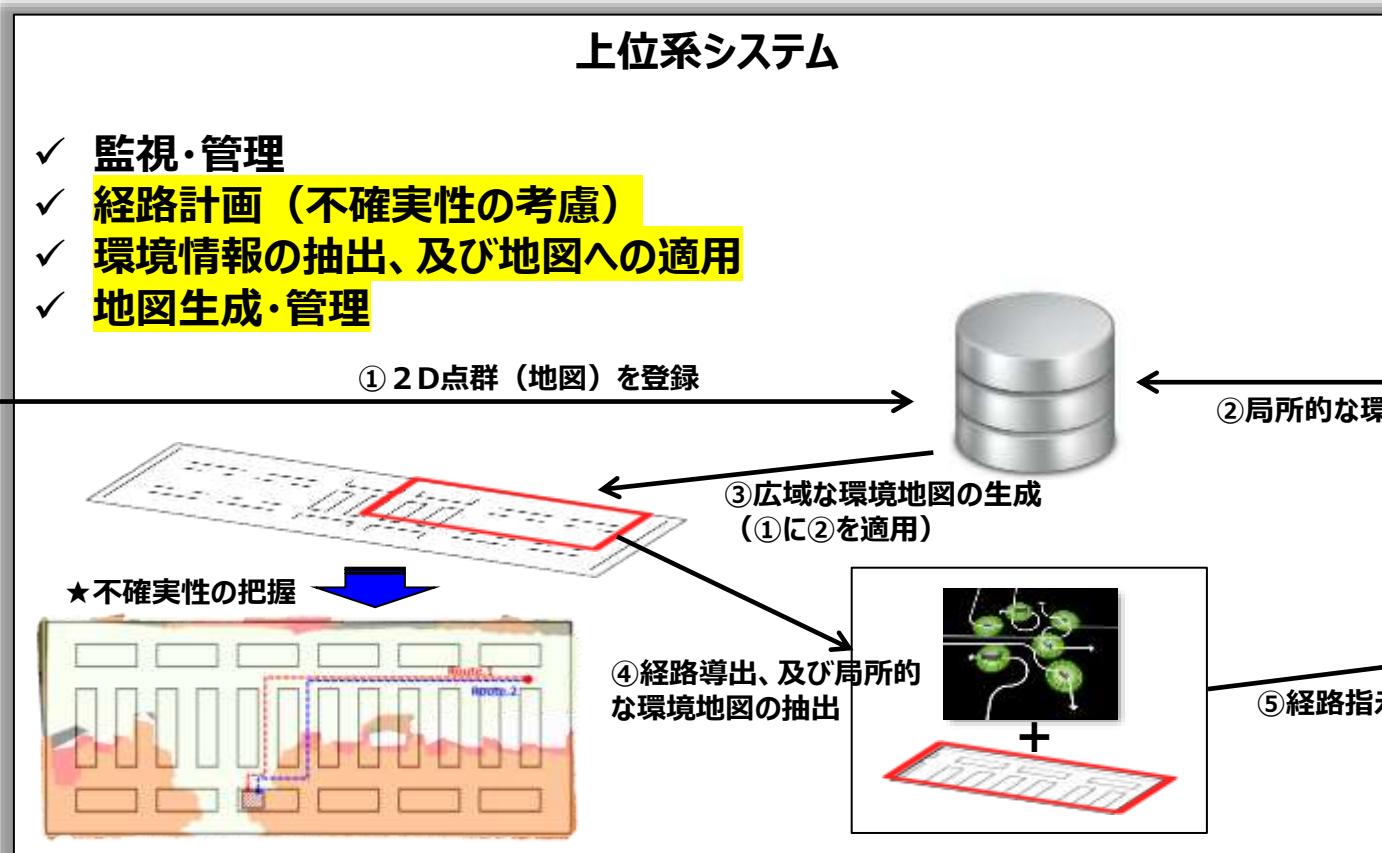
- ✓ 局所的な環境情報による**広域な環境地図の生成手法**をシステムに適用・評価
- ✓ **不確実性を考慮した経路計画手法**をシステムに適用・評価
- ✓ 経路指示に伴う**局所的な環境地図の連携手法**の実装・評価



広域な空間モデル



簡易図面



自律型移動ロボット

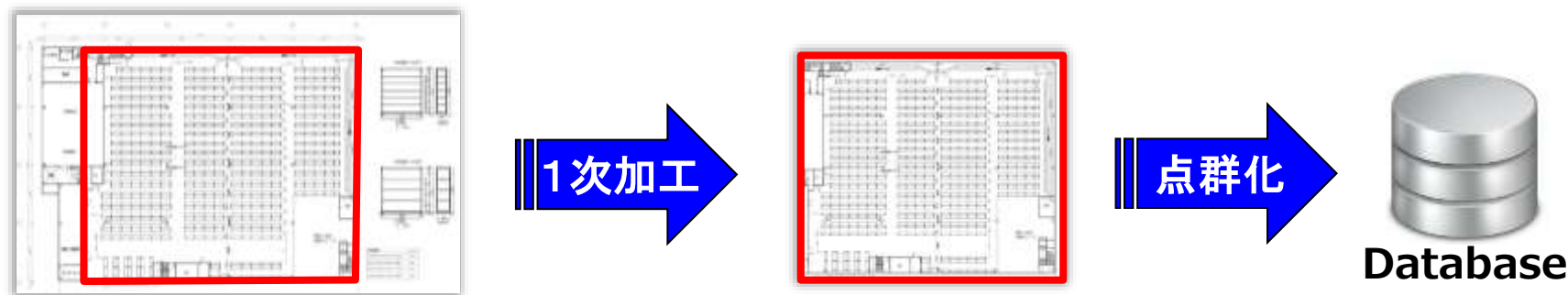
## 3.1 簡易地図の生成

対象とする**広域な空間のレイアウト図（図面）**等があれば、**容易に点群化することは可能**です。

（例：Cloud-Compare、Open3D等）

レイアウト図には、ロボットが走行する範囲外の情報も含まれる為、一次加工が必要となる場合もありますが、**空間内をLiDARセンサを搭載したロボットが走行し地図を生成するよりも、容易に地図を生成することが出来る。**

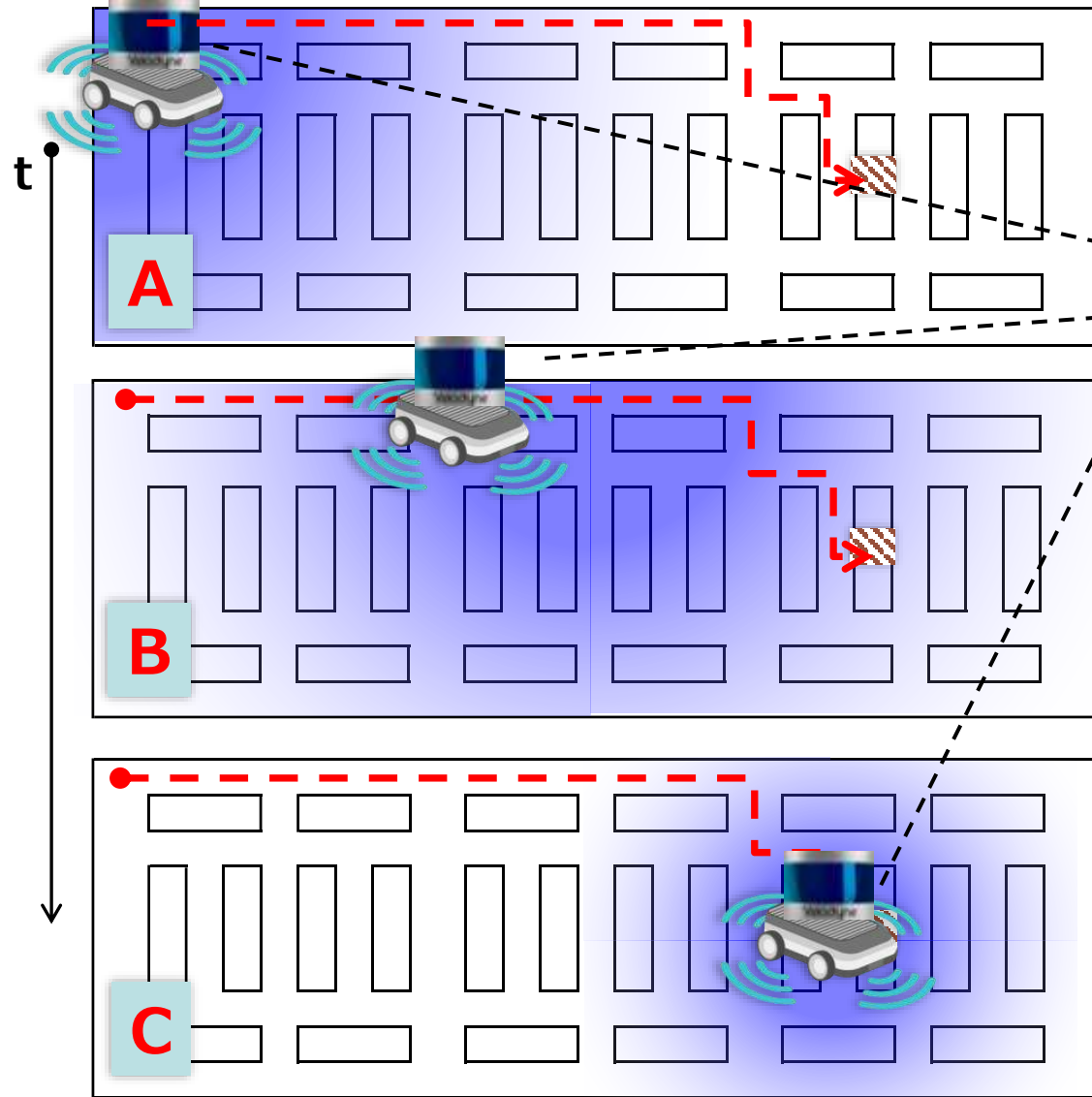
本年度は、簡易的に生成した地図により、ロボットの導入の容易性について検証を行う。



一方で、生成された点群データは整形されている反面、実空間で捉えた環境情報（点群）とはズレ（傾きやスケール等）が生じる場合もあり、調整が必要となる。（座標変換等）



# 3.2 局所的な環境情報（点群データ）の蓄積

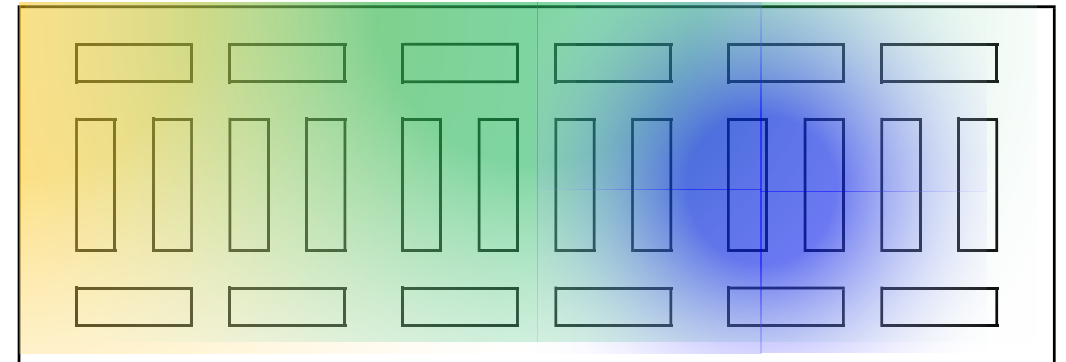


走行中に捉える局所的な環境情報（観測範囲）

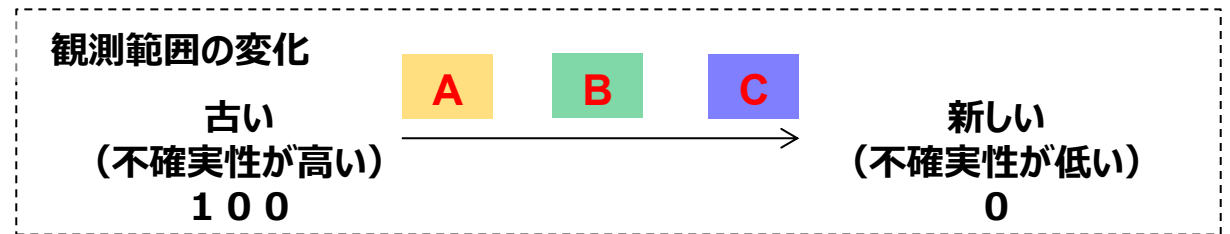
移動ロボットが走行中に捉える**環境情報、及びその観測範囲は、時間軸（t）と共に変化**する。その為、それらの点群データを時系列的にDatabase（PostgreSQL）に格納し、**空間内の不確実性の度合いを把握**する。



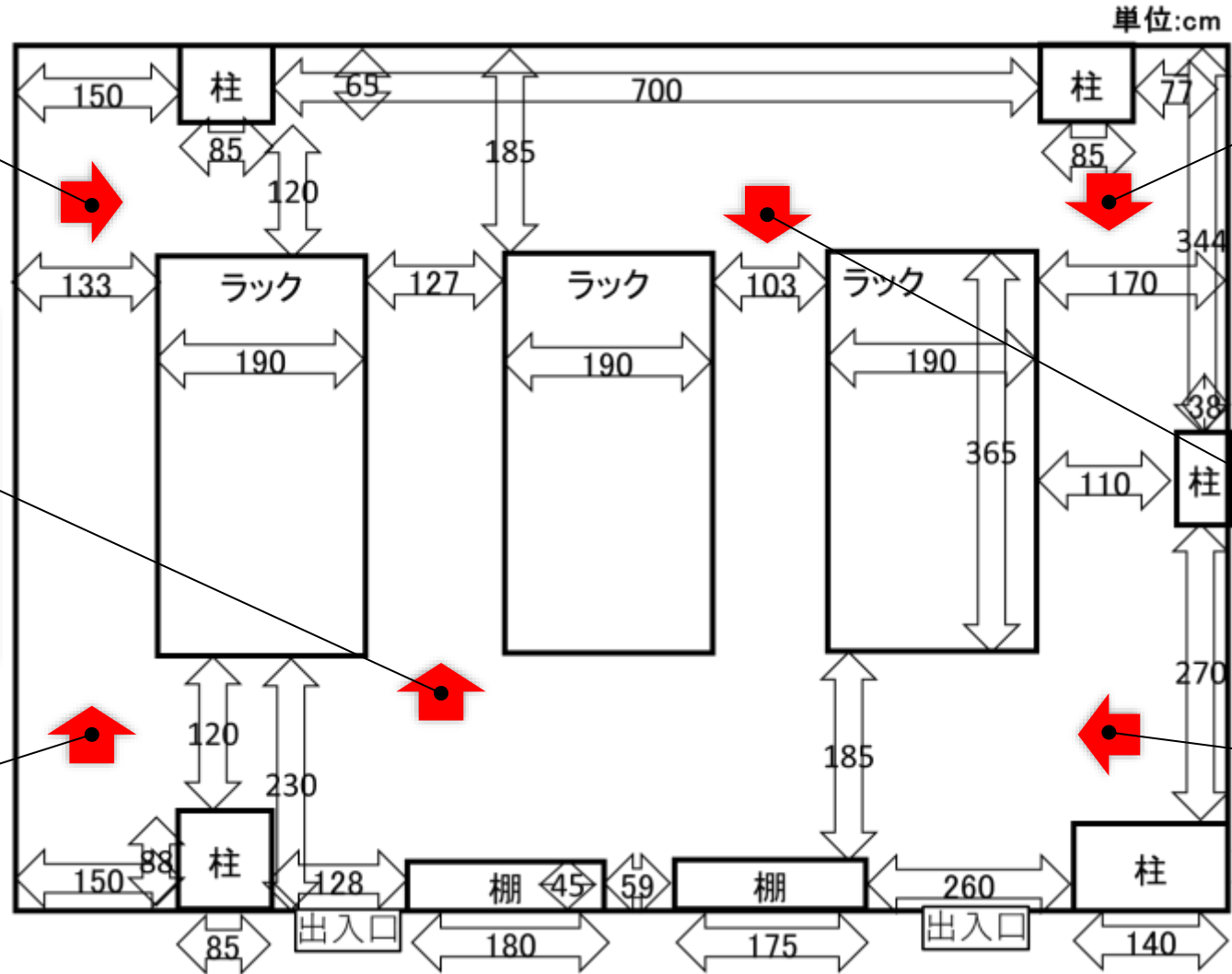
統合（不確実性コストマップ）



時系列（色合い）毎に観測範囲を重ねたイメージ図



# 4. 実機検証 (会津大学倉庫)



## 4.1 実機検証 (シナリオ)

経路導出の前提条件：最短経路

### 検証内容：

不確実性の度合い（高低差）を経路導出時のパラメータ（コスト）として適用し、状況に応じたナビゲーションが可能となることを検証

### Route.A

想定シナリオ：ピーク時間、往路

⇒確実な（不確実性が低い）経路を優先

⇒より安全で確実な運搬が可能

### Route.B

想定シナリオ：アイドル時間、復路

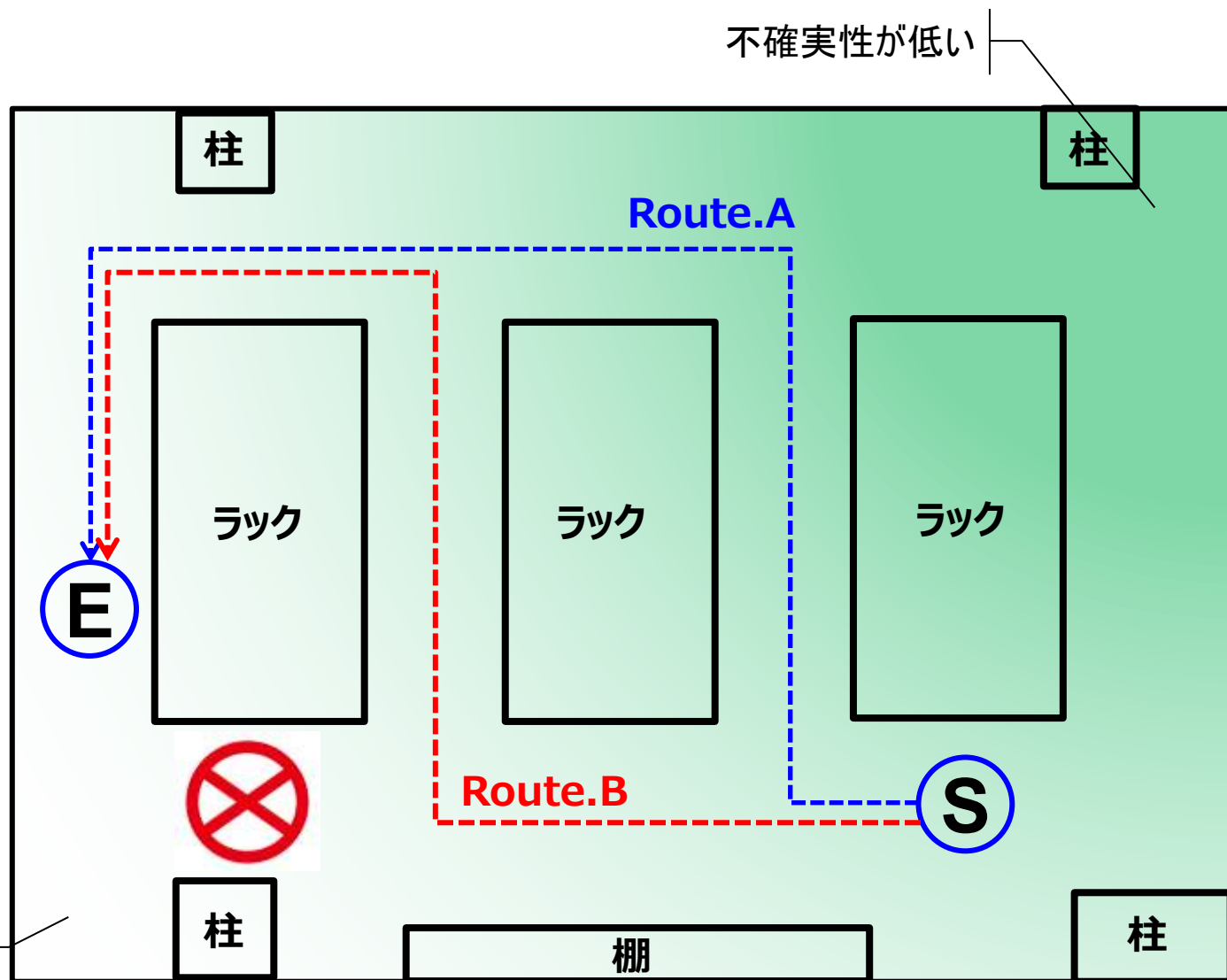
⇒不確実な（不確実性が高い）経路を優先

⇒空間内の環境情報を最適化

※上記の2つのルート（A,B）は、同じ距離を示す

不確実性が高い

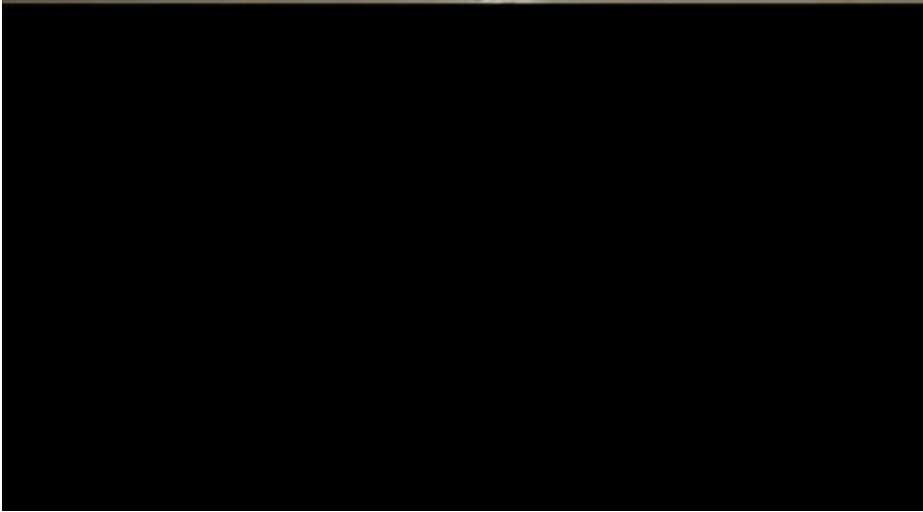
不確実性が低い



# 4.2 実機検証



Route.A



Route.B

3倍速

## 5. 今後の課題（広域な空間：物流倉庫等）

	課題	概要
1	環境情報の把握が困難	<ul style="list-style-type: none"> <li>空間内に不確実性／確実性のエリアが生じる</li> <li>本年度の実証実験により、不確実性／確実性をコストとして算出し、経路計画時のパラメータとして適用することで、経路を導出することを検証</li> <li>物流倉庫等では、荷物の動き（搬入／搬出）が頻繁に行われるものは、搬入口に近いロケーションに入庫され、余り動きがないものは、搬入口から遠いロケーションに入庫される傾向がある。</li> <li>その為、空間全体の確実性を一概に高めることが必要であるかは、<b>運用との兼ね合い等で検討</b>する必要もある ⇒活用方法については、現場の方にも再度ヒアリング予定</li> </ul>
2	通信障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在の自律移動ロボットは、上位系システム（経路計画）からの指示により目的地まで自律的にナビゲーションを行うが、通信障害発生時には、目的地到達後、停滞することが予想される。</li> <li>実運用上は、通信障害等は想定されるものであり、少しでも<b>運用に支障が無い構成で、運用を維持</b>する必要がある。</li> <li>障害発生時を想定し、上位系、自律移動ロボットに搭載する機能、及び回避方法等については検討する必要がある。 例：通信障害発生時に上位系からの指示が無くても、自律的に通信障害を回避する手段、または、安全なエリアへ自律的に移動する手段等</li> </ul>
3	類似環境による自己位置喪失	<ul style="list-style-type: none"> <li>物流倉庫等では、類似する環境が多く存在し、自己位置が喪失可能性が高い</li> <li>LiDARセンサだけでは、自己位置を回復することが難しい為、<b>来年度はカメラ等を搭載し、回避方法を検討</b>する</li> </ul>



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

ご清聴ありがとうございました。