

第7回 会津大学ロボットシンポジウム ロボットナビゲーションにおける レイヤ型地図システムの研究開発のご報告

2022年6月28日(火)

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

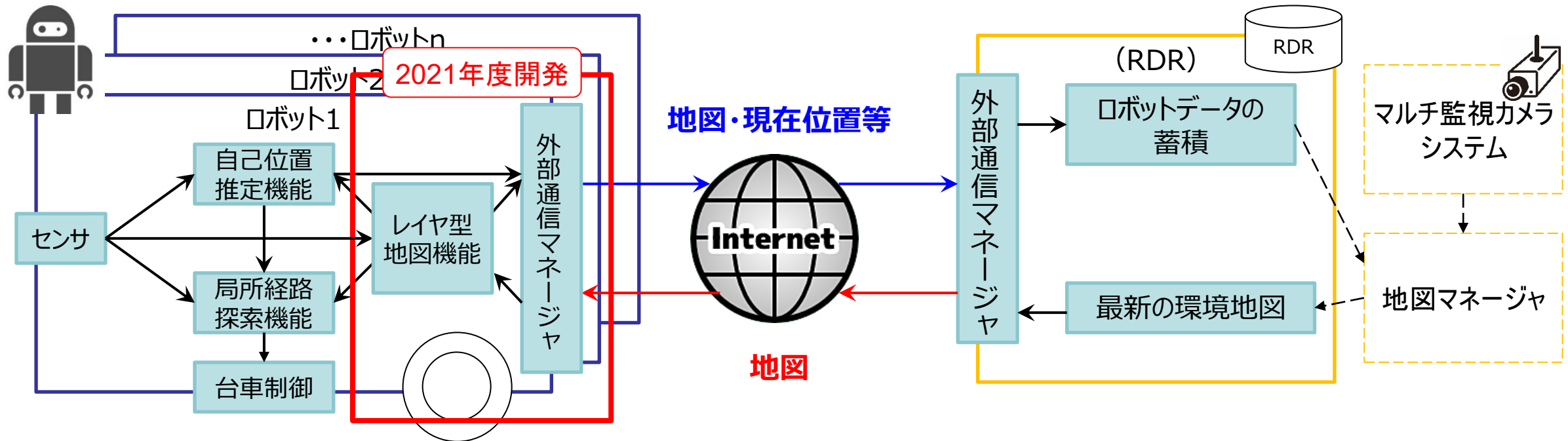
アジェンダ

No	Title	Page
1	研究開発の目的と概要	P.3
2	実施項目	P.4-5
3	検証結果	P.6-15
4	まとめ	P.16

1. 研究開発の目的と概要

2021年度の活動目的と概要

屋内外をシームレスにつなぐ自律走行ロボットの研究開発を行うため、
 ロボットの**自律移動の精度を向上**や**効率的な経路計画**、**シミュレーションの精度向上**を図る、
地図システム及びRDRとの連携機能の研究開発と実装を行う。

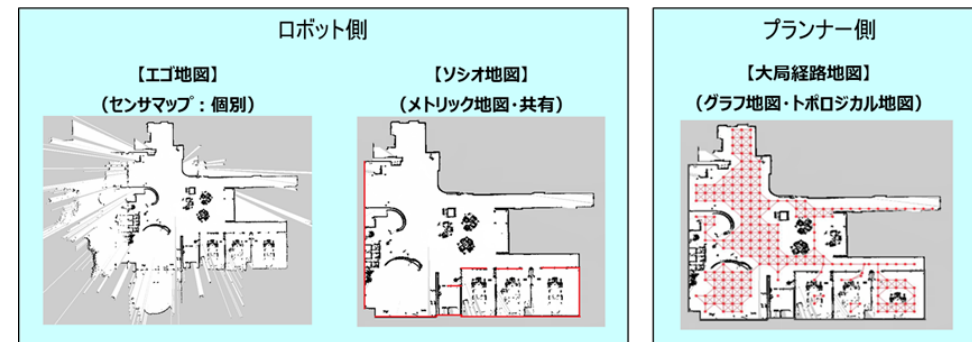


2. 実施項目

研究開発項目

1, 観測障害物の種類に応じたレイヤ型の地図システムの構築【～2020年度】

階層型の地図モデルとして自己位置推定用地図(エゴ地図)、局所経路探索用地図(ソシオ地図)と分類



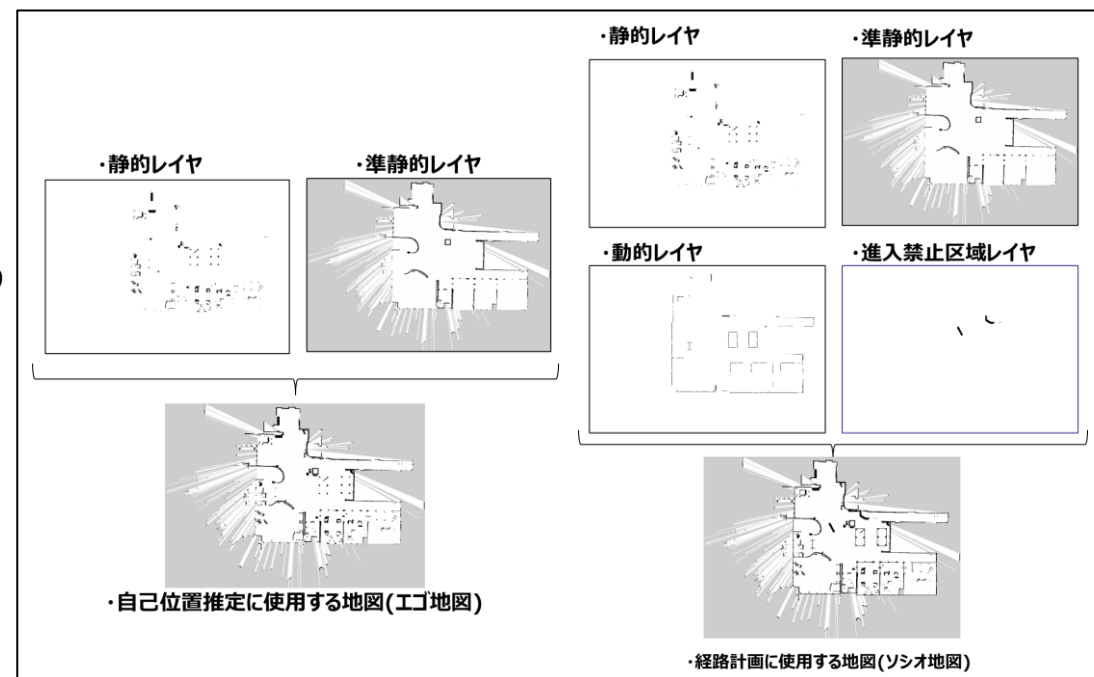
地図システム(～2020年度)

【2021年度】

エゴ地図・ソシオ地図を障害物の種類別に分解したレイヤ型の地図システムを構築

- ◎ 静的レイヤ: 壁や柱など**不動な障害物のみ**を扱う
地図作成後、**更新は不要**
- ◎ 準静的レイヤ: 机や椅子など**移動する可能性がある障害物**を扱う
地図作成後、**更新が必要**
- ◎ 動的レイヤ: 歩く人やカート等**動いている障害物**を扱う
地図作成後、**更新が必要**
- ◎ 進入禁止区域レイヤ: センサにて観測不可能な障害物や、
独自に指定された進入禁止区域を扱う
地図作成後、**更新が必要**

⇒ これらレイヤ地図を**自己位置推定用地図(エゴ地図)**、**局所経路探索用地図(ソシオ地図)**に統合し運用



地図システム(2021年度)

2. 実施項目

研究開発項目

2, 外部機能とのデータ連携

【～2020年度】

ロボットの運行を管理を行う上位系とのみ連携
通信プロトコルはAMQPを使用

【2021年度】

複数台の移動ロボットやセンサ等の情報を保存することや、
最新の情報を取得するため、RDRともデータ連携
上位系・RDRともに通信する内容を頻度やデータ量等の観点から整理
通信プロトコルにはHTTPとMQTTを利用

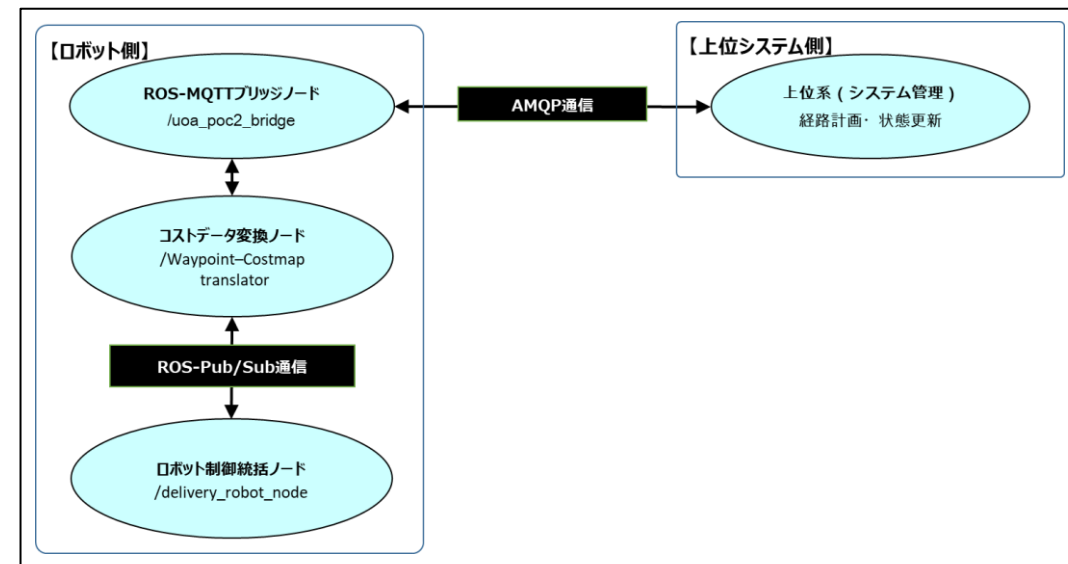
◎ HTTPを利用する情報

ロボットの情報、環境地図情報等

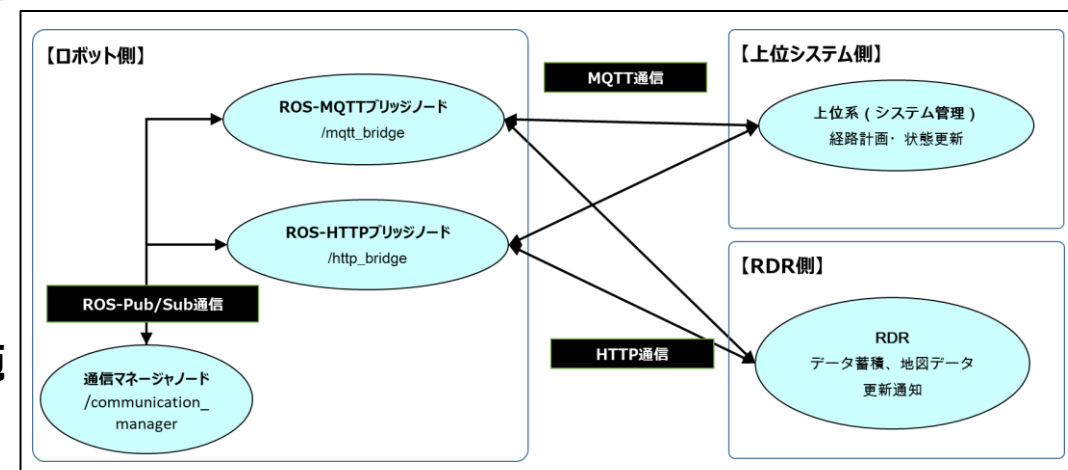
◎ MQTTを利用する情報

ロボットの位置情報、更新通知情報、移動指示等

⇒整理作業を主として実施、原理確認として一部のみ通信確認を実施



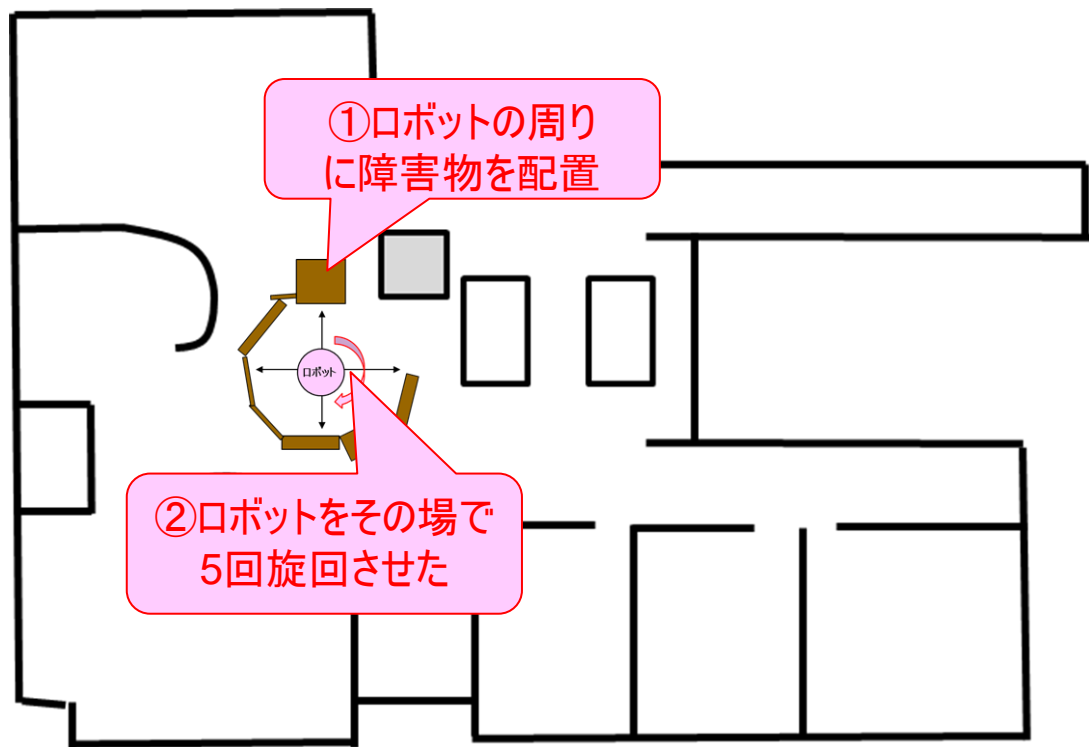
外部システム通信構成(～2020年度)



外部システム通信構成(2021年度)

3. 検証結果

① 観測障害物による地図更新機能の確認 障害物をロボットの周りに配置し、5回巡回させた



障害物配置例

結果の予想

【2020年度迄】

静的な地図上の障害物情報は更新不可

⇒地図上の障害物情報と観測した障害物情報が一致せず、推定した自己位置が狂う

【2021年度】

静止中に観測した障害物にて地図を更新可能

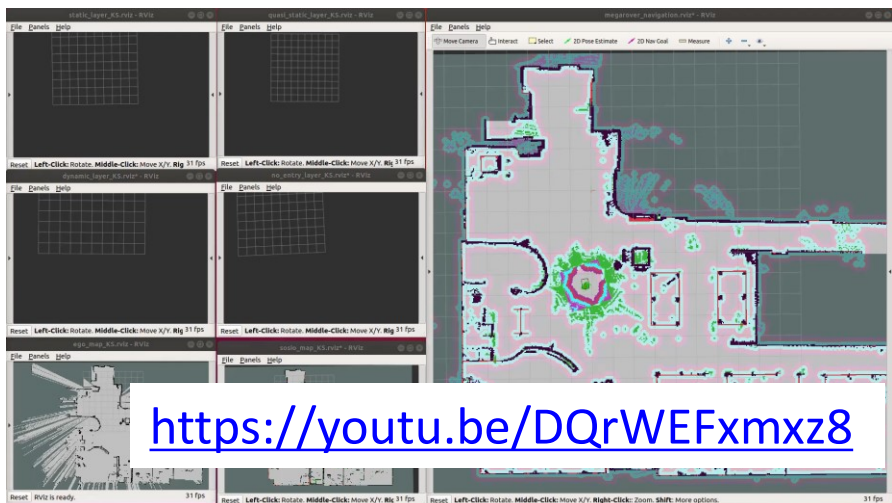
⇒地図上の障害物情報と観測障害物情報が一致するため、実際の位置と相違無く自己位置を推定可能

2020SWでは観測した障害物情報が地図と一致せず、巡回中に自己位置推定が破綻
2021SWでは静止中に観測した障害物を地図上に反映可能なため、巡回中に自己位置推定は破綻しない

3. 検証結果

～2倍速～

① 観測障害物による地図更新機能の確認



2020年度SW

2021年度SW

3. 検証結果

②障害物の削除検知・地図反映機能の確認



準静的レイヤ地図と走行予想経路



実際の走行コース

【2020年度迄】
静的な地図上の障害物情報は更新不可
⇒実環境上には障害物は存在しないが、地図上は存在するため迂回する経路を計画

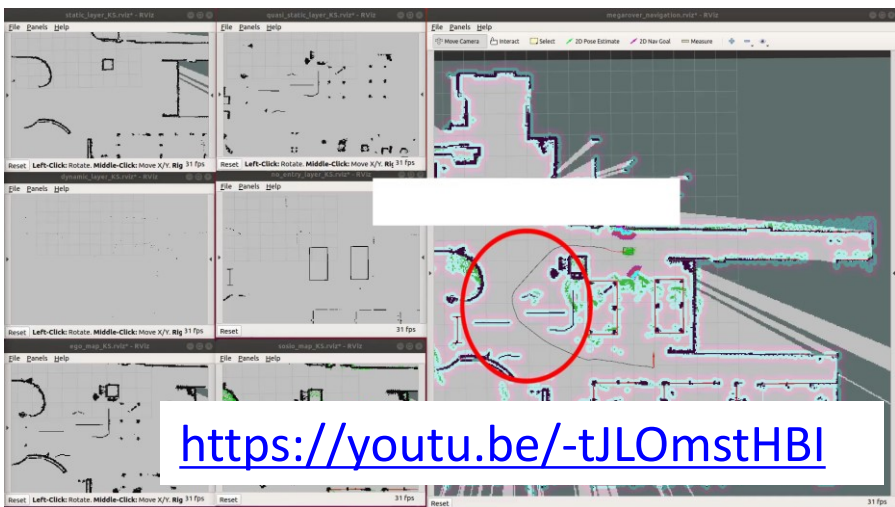
【2021年度】
地図上の障害物が存在しなくなった場合、地図上から障害物を削除更新
⇒実環境上に存在しない障害物は地図上からも削除し、最適な経路を計画

2020SWでは障害物の削除機能が無く、遠回りの経路を走行
2021SWでは観測できない障害物を削除し、ショートカットする経路を走行

3. 検証結果

～2倍速～

②障害物の削除検知・地図反映機能の確認



2020年度SW



2021年度SW

3. 検証結果

③ 観測外障害物の反映機能の確認



実際の走行コース



更新前の経路計画用地図



更新後の経路計画用地図

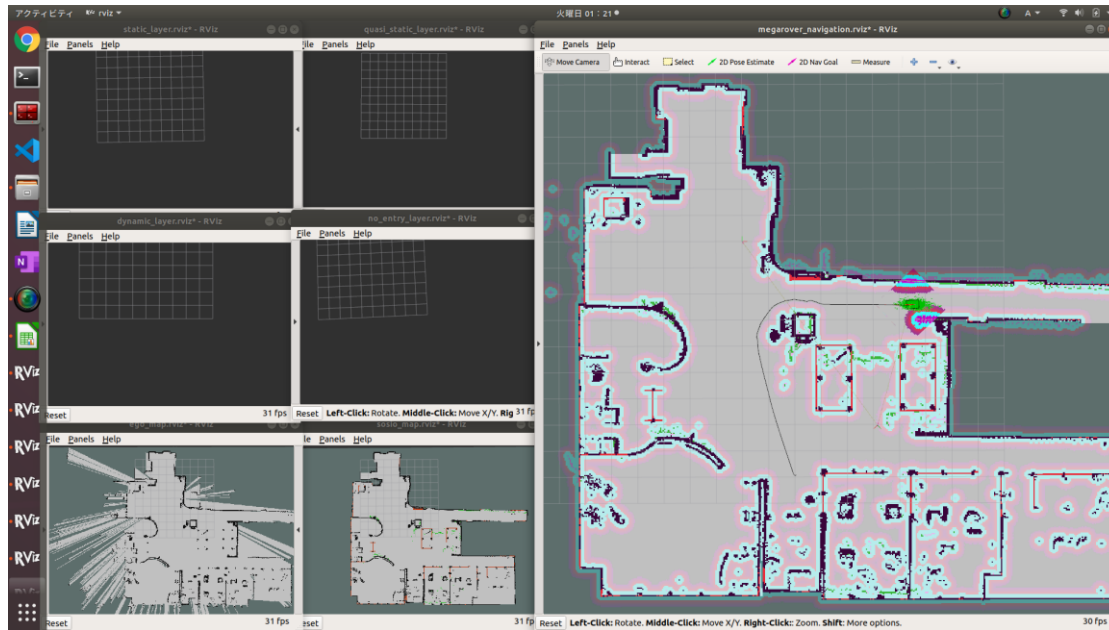
【2020年度迄】
観測外の障害物情報は地図上に反映不可
⇒最適ではない経路を計画

【2021年度】
観測外であっても外部システムから更新情報を
貰えば反映可能
⇒最新の障害物情報が反映され、最適な経
路を計画

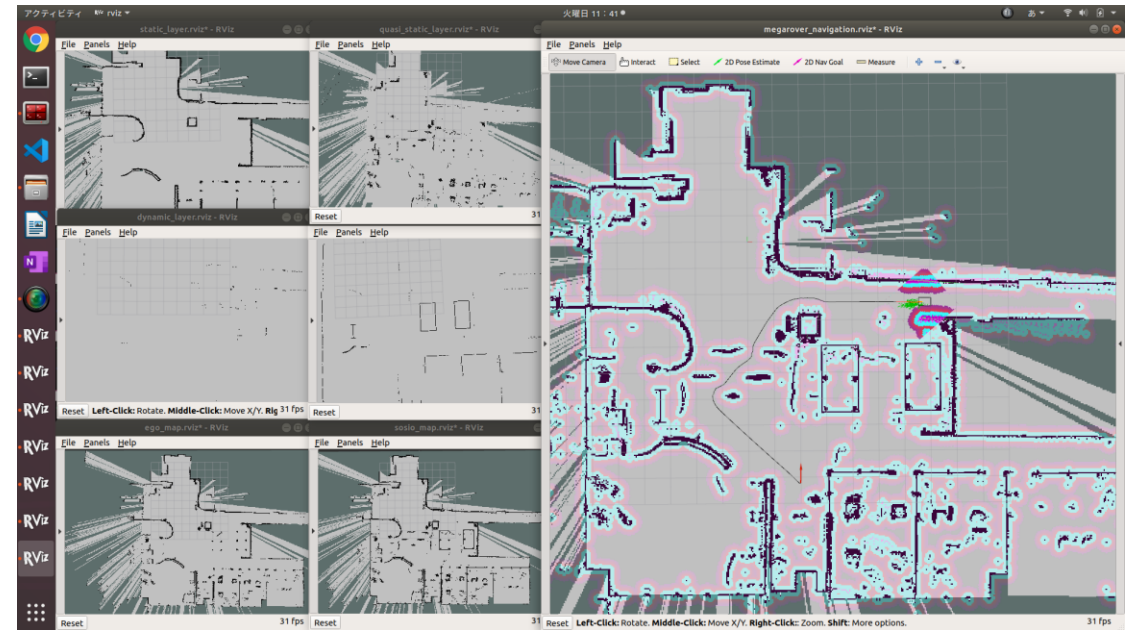
2020SWでは観測外障害物の地図への反映手段が無く、最適では無い経路を計画
2021SWでは外部地図を通して観測外であっても更新可能なため、更新後最適な経路を計画

3. 検証結果

③ 観測外障害物の反映機能の確認



2020年度SW



2021年度SW

3. 検証結果

④ RDRとの通信機能の確認



【2020年度迄】
RDRとの連携機能が無いため、データを手動で受け渡し

【2021年度】
HTTP及びMQTTを介し、ロボットのステータス及び自己位置の送信や地図の更新通知の受信可能に

⇒自動的にデータの蓄積と取得

**2020SWではRDRとの通信IFを持っておらず、手動でのデータ受け渡しが必要
2021SWではHTTPやMQTTを介しデータを送受信可能**

3. 検証結果

④ RDRとの通信機能の確認

The screenshot displays the RViz interface for a robot navigation system. The main window shows a 2D top-down view of a robot (represented by a small green rectangle) moving through a complex environment with walls and obstacles. The robot's current position and orientation are visible. The left sidebar contains various toolbars for navigation and visualization. The bottom-left terminal window shows ROS log messages, including warnings about map updates and information about the robot's status.

Annotations on the screenshot include:

- 更新通知の受信** (Reception of update notification): A red box highlights a log message: `[WARN] [1642482655.729530639]: subMapUpdateCB : Not Map Updated`.
- ロボットの位置やステータス情報を送信** (Transmission of robot position or status information): A red box highlights a log message: `[INFO] [1642477091.527988669]: [2] x: 0.8630001, y: -0.9200001`.
- https://youtu.be/6lT-u5jprB8**: A blue link box is located in the bottom right corner of the RViz window.

3. 検証結果

⑤ 上位系との通信機能の確認

MQTTにて移動指示を受け取り、指示コマンドに従いナビゲーションを行う



【2020年度迄】
AMQPを使用し、移動指示やステータス情報等のデータを送受信

【2021年度】
MQTTを使用し、移動指示の受信やロボットの現在位置等のステータスを送信

⇒2020年度と同様に移動指示を受け取り、ナビゲーションを行う

2021SWでは2020SWと同様にナビゲーションが可能

3. 検証結果

⑤ 上位系との通信機能の確認

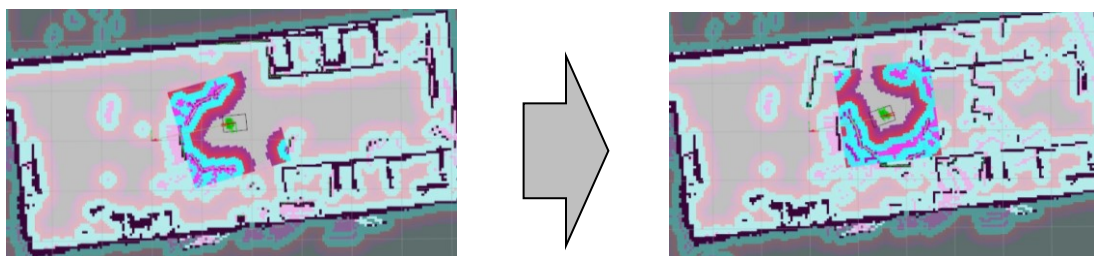
The screenshot displays a ROS environment with multiple terminal windows and an RViz interface. The terminal windows show various system logs, including sensor setup, costmap orientation, and navigation goals. A large white text overlay on the right side of the terminal area reads "～3倍速～" (3x speed). A red text box with white text "移動指示の受信" (Reception of movement instruction) is positioned over the terminal output. The RViz interface shows a 2D map with a red label "待機中" (Waiting) in the center. At the bottom of the screenshot, a URL is provided: <https://youtu.be/JFZwZKLaXro>.

4. まとめ

本年度の研究により、エゴ地図ソシオ地図を障害物の種類に分解することで、更新範囲を明確化出来、実空間上に存在せず地図上に有る障害物は削除、地図上に存在しない障害物は追加することが可能となった
 社会実装における「手動での地図更新による保守が必要」や「環境の変化に弱い」といった課題に対し一定の結果を得ることが出来た

① 自己位置推定機能の改善

自己位置推定機能の実装方法が、動作中の地図の更新を考慮した実装になっていない
 →初期化処理の完了までに移動した部分（ロボットの位置や角度といった情報）が抜け
 てしまい、自己位置の破綻を起こす



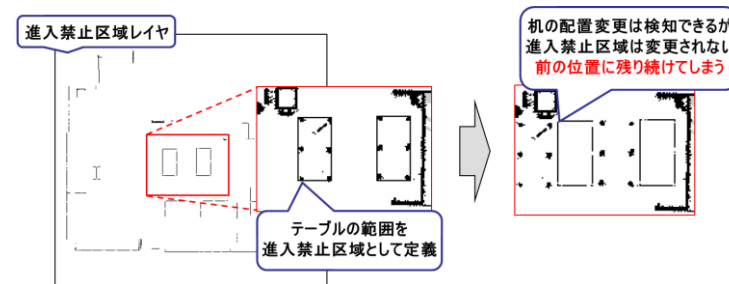
② LiDARの観測点誤差の影響

ロボットが静止状態から移動を開始時や走行中の旋回動作時に地図上の位置と実際の位置がズレ易く、準静的障害物が動的障害物として見えてしまい、準静的障害物レイヤから障害物情報が削除されてしまう



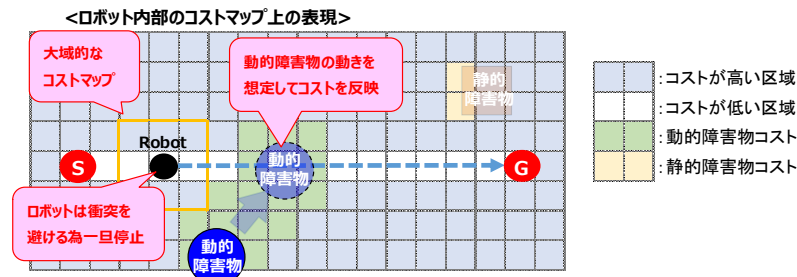
③ 進入禁止領域の更新方法の検討

マルチ監視カメラシステム上で検出したロボットの観測外の障害物（テーブルの天板等）の移動や空間の混雑状況、ユーザー側で設定した時間単位での進入禁止領域をロボット内部で持つ進入禁止レイヤ地図にも反映する必要がある



④ 障害物の種類によるより効率的な回避動作の検討

移動物体・静止物体区分けなく一様に回避動作をとるが、ロボットの付近や進行方向上の移動物体の回避が間に合わないことがある。障害物の種類の区分けが可能となったため、観測された移動体に対する効率的な回避方法の検討を行う



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。