Open-RMFの仕様明確化

25th/Sep/2024

グエン　ジュイヒン

Panasonic

Panasonic Asia Pacific Co. Ltd

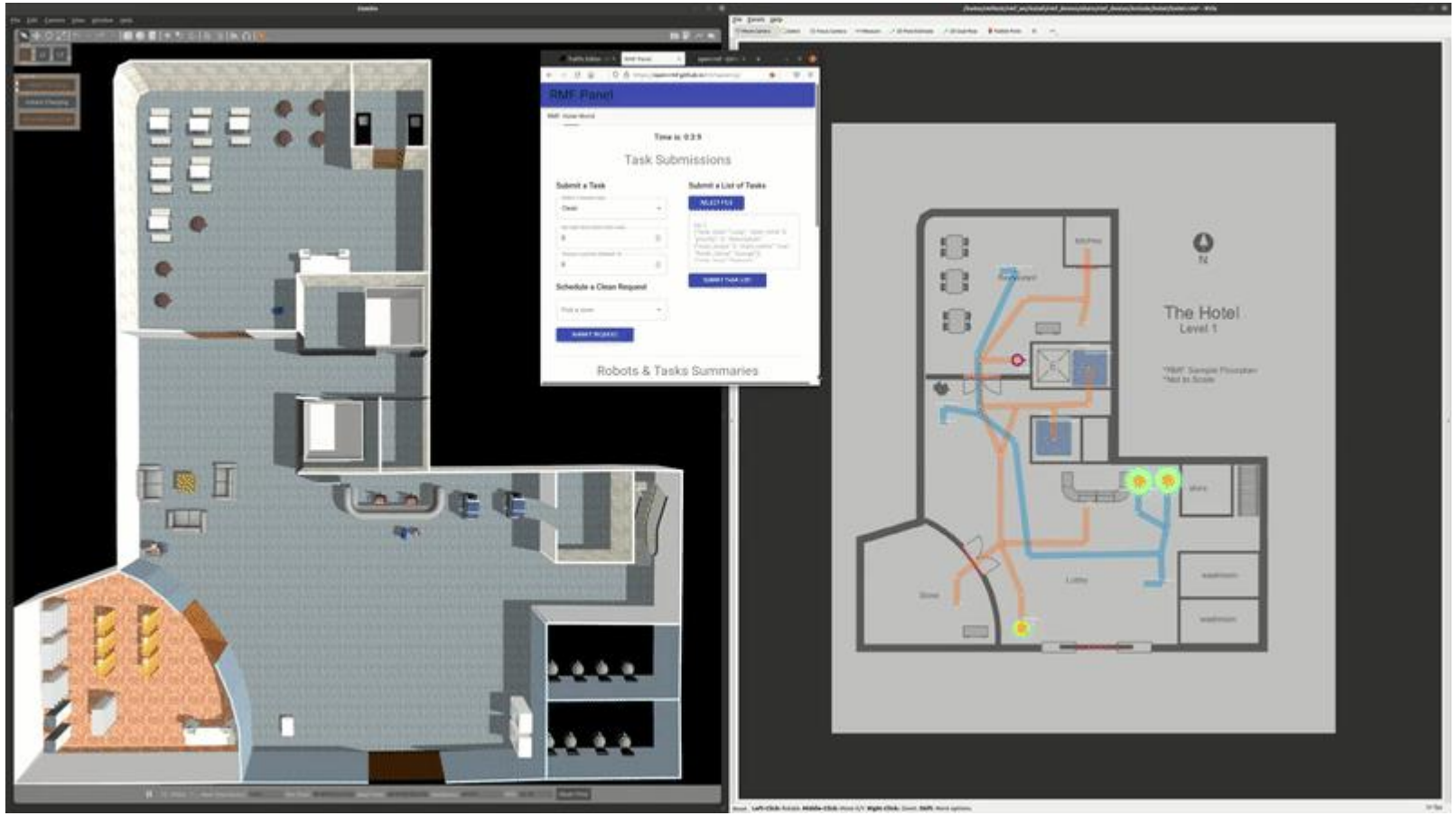
RMFの詳細

・RMFはROS2で構成されており、誰でも使用可能

RMFのソース	https://github.com/open-rmf
RMFのデモ環境	https://github.com/open-rmf/rmf_demos
評価環境の作成	https://osrf.github.io/ros2multirobotbook/traffic-editor.html
RMFのドキュメント	https://osrf.github.io/ros2multirobotbook

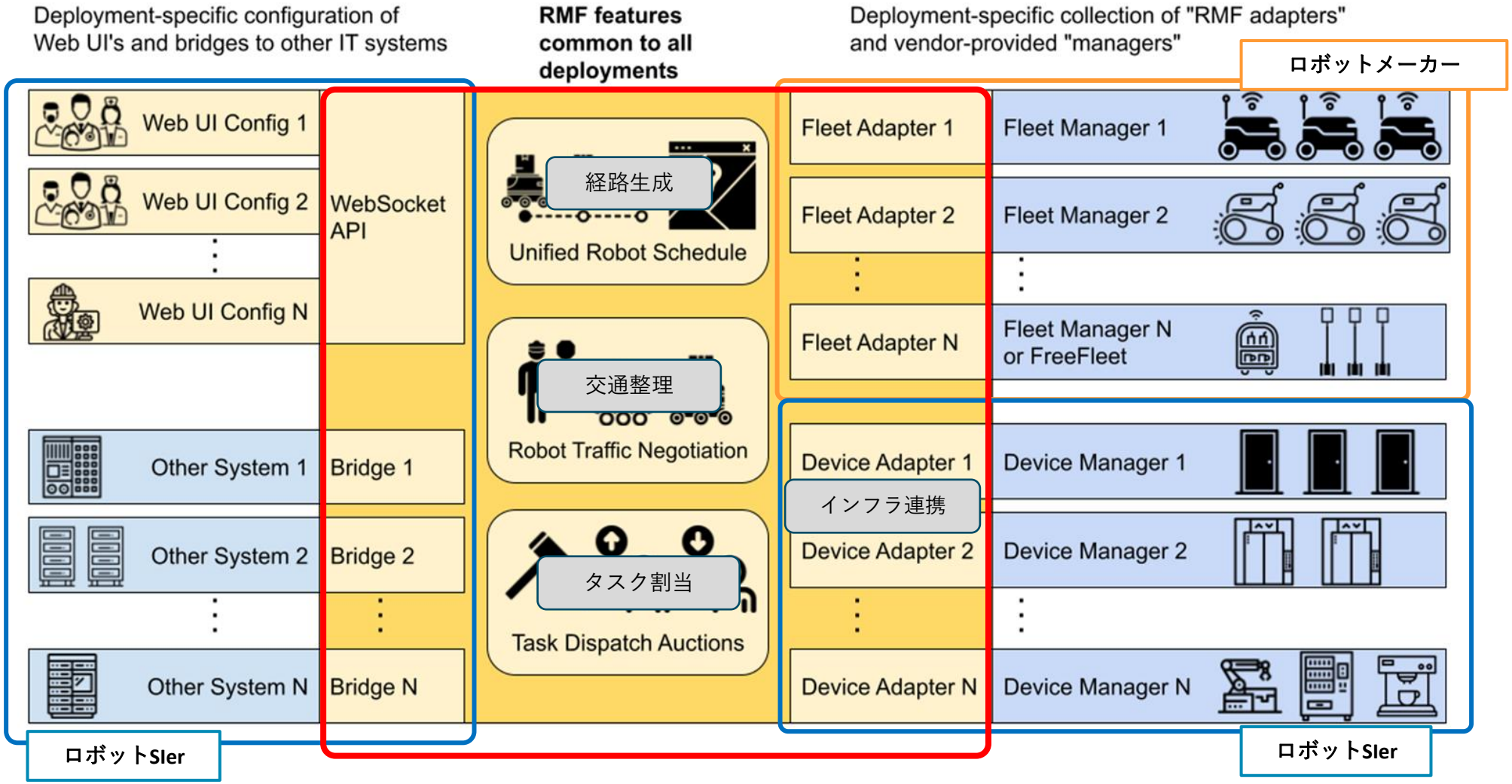
・実際のロボットの動き
（Gazebo）

・RMFで制御されているロボットの様子
（Rviz）



RMFの機能概要

ロボットを交通整理したり、インフラとの連携を実現する機能を備えている
システムに必要なUI、ロボット、インフラ、連携設備との接続部分はSIerによる開発が必要



FMSに求められる機能一例とRMFの通常機能との比較

	機能	有/無	概要
1	現在位置から目的地までの経路生成	✓	現在位置から目的地までの経路を生成しロボットをその経路上を走行させる
2	特定経路における速度・向き制限制御	✓	特定の経路のみの特定の速度や向きを設定する
3	複数経路からの状況に応じた経路選択	✓	複数経路設定した場合、状況に応じて適切な経路を選定する
4	各ロボットの交通整理	✓	複数のロボットの進路が交差した場合優先順位付けを行う
5	自動ドアとの連携	✓	自動ドアとの連携を実現
6	エレベーターとの連携	✓	エレベーターとの連携を実現　（単一リフト運用（Car call）のみ）
7	充電位置における自動充電シーケンス指示の発令	✓	充電器前における特別シーケンスの発令
8	目的地位置での停止角度指定	✗	目的位置での停止角度制御
9	シュミレーション環境簡易作成ツール	✓	評価するためのシュミレーション環境の作成
10	タスクのロボットへの割り当て	✓	特定のロボットに対するタスク割り当て
11	各ロボットの地図座標の統合	✓	各ロボットの座標系のGapを吸収
12	外部指令による全ロボットの退避位置への移動	✓	火災報知機などが鳴った際などにロボットを指定位置に退避
13	バッテリー残量が一定以下の場合、充電器に自動で戻る	✓	バッテリーが一定以下になったら強制的に充電器に帰還
14	エンドユーザー向けUI	△	エンドユーザーが操作したり、データを閲覧するUI
15	運用ログの保存	△	運用ログの保存

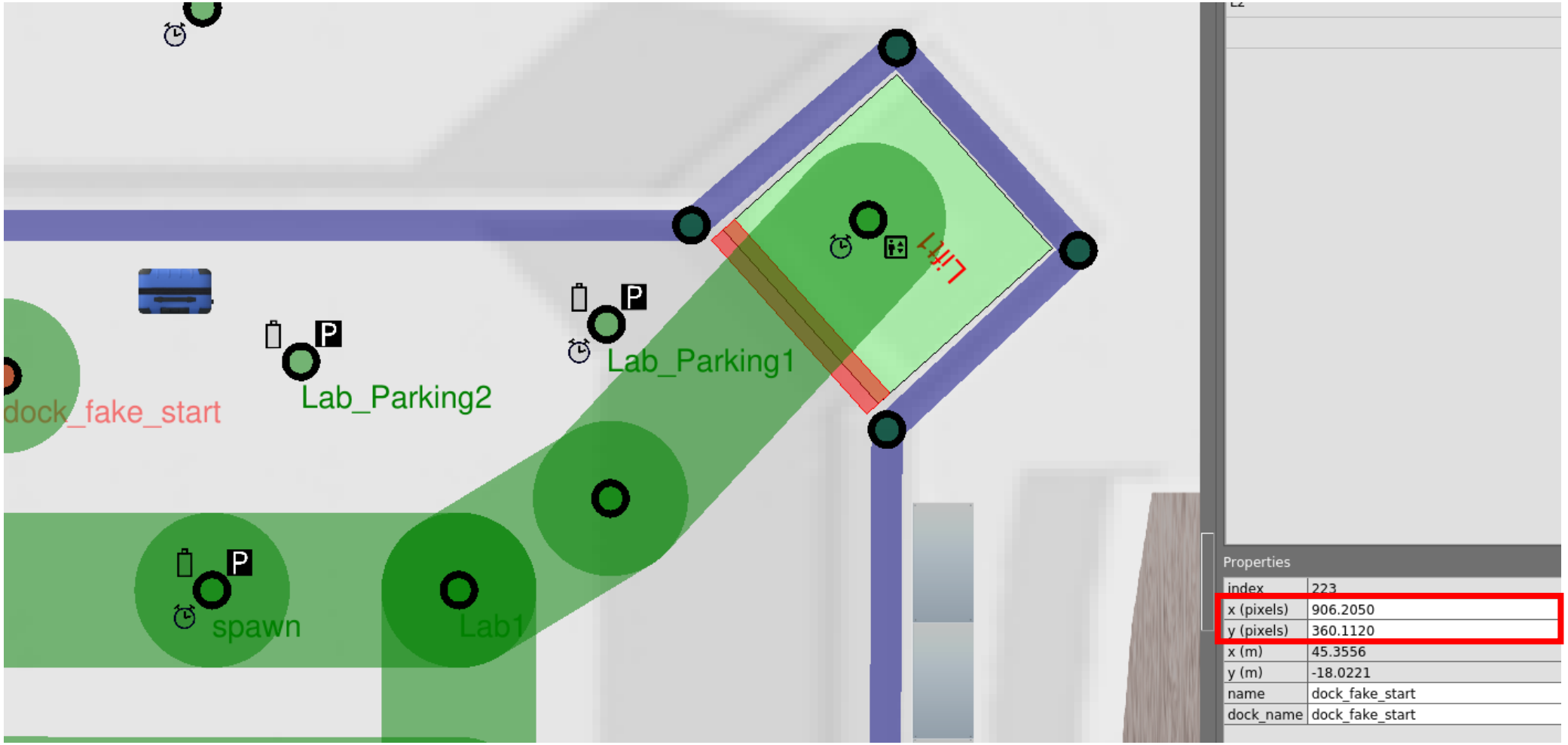
FMSに求められる機能一例とRMFの通常機能との比較

	機能	有/無	概要
1	現在位置から目的地までの経路生成	✓	現在位置から目的地までの経路を生成しロボットをその経路上を走行させる
2	特定経路における速度制限制御	✓	特定の経路のみの特定の速度を設定する
3	複数経路からの状況に応じた経路選択	✓	複数経路設定した場合、状況に応じて適切な経路を選定する
4	各ロボットの交通整理	✓	複数ロボットの進路が交差した場合優先順位付けを行う
5	自動ドアとの連携	✓	自動ドアとの連携を実現
6	エレベーターとの連携	✓	エレベーターとの連携を実現　（単一リフト運用（Car call）のみ）
7	充電位置における自動充電シーケンス指示の発令	✓	充電器前における特別シーケンスの発令
8	目的地位置での停止角度指定	✗	目的位置での停止角度制御
9	シュミレーション環境簡易作成ツール	✓	評価するためのシュミレーション環境の作成
10	タスクのロボットへの割り当て	✓	特定のロボットに対するタスク割り当て
11	各ロボットの地図座標の統合	✓	各ロボットの座標系のGapを吸収
12	外部指令による全ロボットの退避位置への移動	✓	火災報知機などが鳴った際などにロボットを指定位置に退避
13	バッテリー残量が一定以下の場合、充電器に自動で戻る	✓	バッテリーが一定以下になったら強制的に充電器に帰還
14	エンドユーザー向けUI	△	エンドユーザーが操作したり、データを閲覧するUI
15	運用ログの保存	△	運用ログの保存

ROSCON2023の発表を参考にしてください

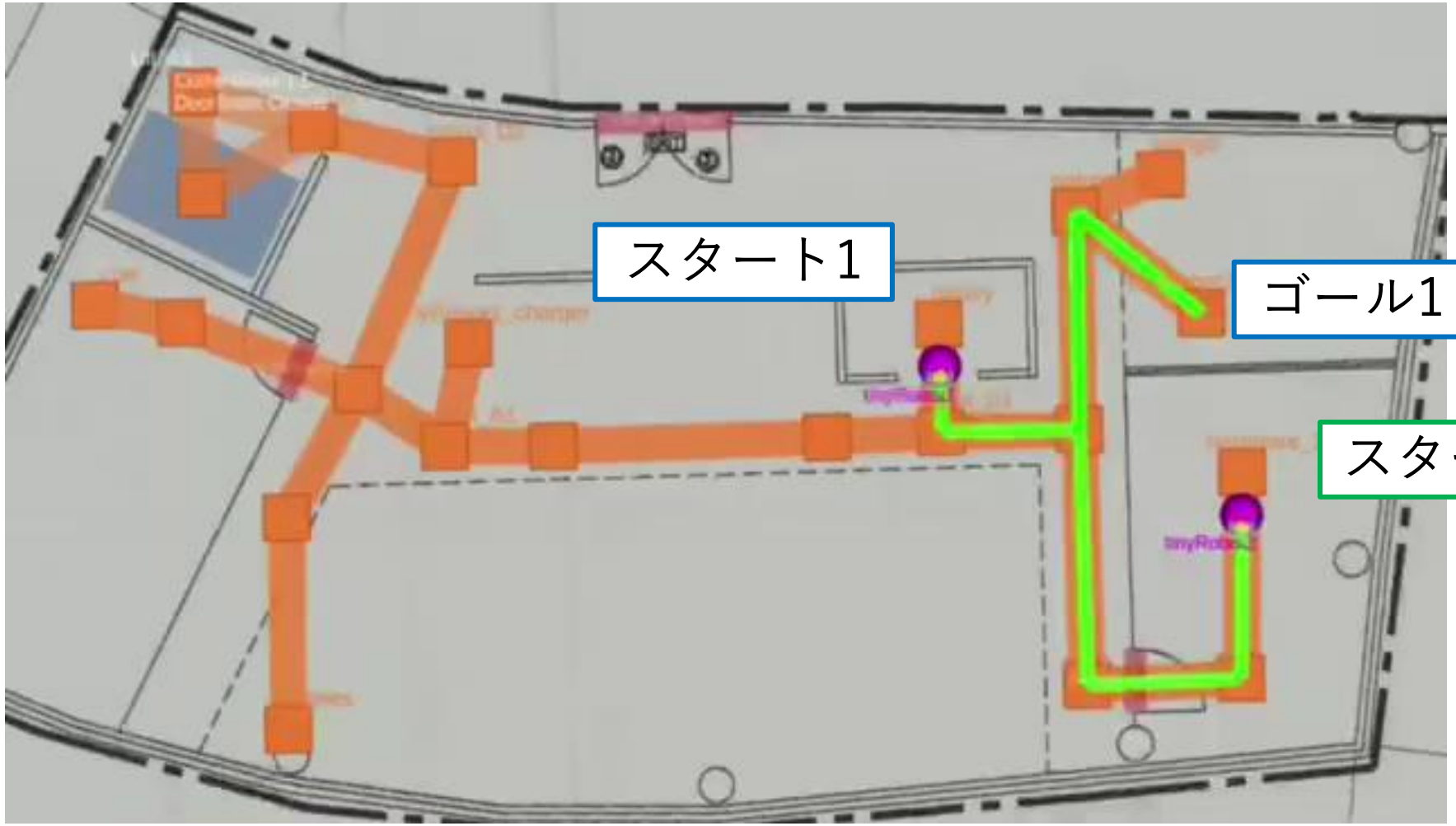
（補足）経路生成における問題点

実際の現場でロボットの走行位置・経路を微調整する際、pixel単位でしか調整不能
RMFではロボットに対して走行禁止領域は設定不能（ロボット側で設定が必要）



（補足）交通整理における問題点

設定された経路にすれ違いを実施できる“解”が存在する事が前提
“解”が存在しない場合はデットロックが発生します



注意事項：同じタイミングで同じ目的地にはいけませ（issueで報告済み）

ロボットへのタスク割当

RMFにおけるロボットのへのタスク割当は以下の２方法のみ

・**ロボットのTypeを指定**
該当のTypeに登録されている**”全”**ロボットから、RMFがある条件（たぶん、距離で判定）で自動的にタスク割り当て

・**ロボットのIDを指定**
”特定のID”のロボットに決め打ちでタスクを割り当て

Type：

Delivery

Cleaning

Concierge

ID：

Pink　Green　Blue

A　B

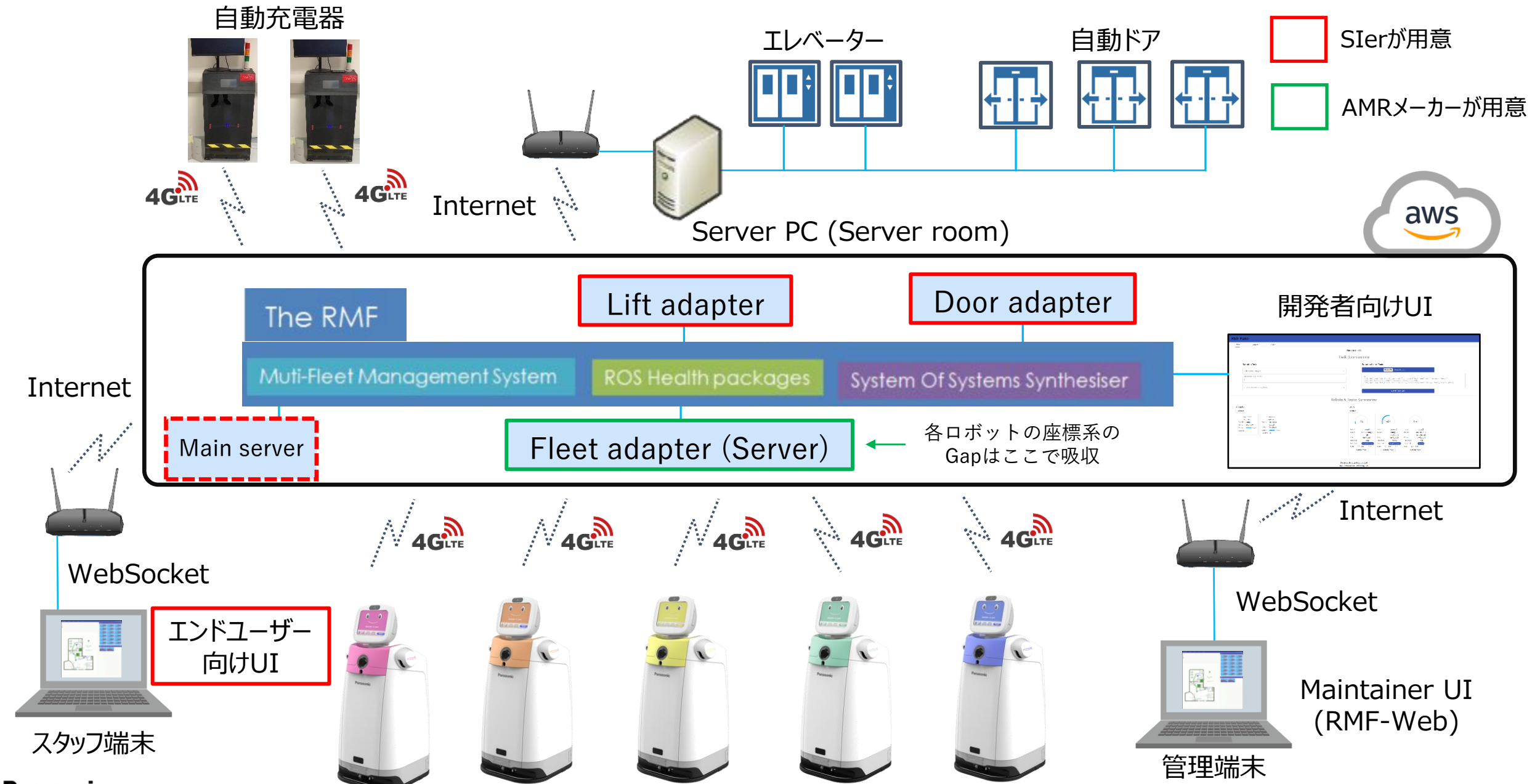
Black　White

この２台のどちらか一方といったリクエストは不可能

外部指令による全ロボットの退避位置への移動

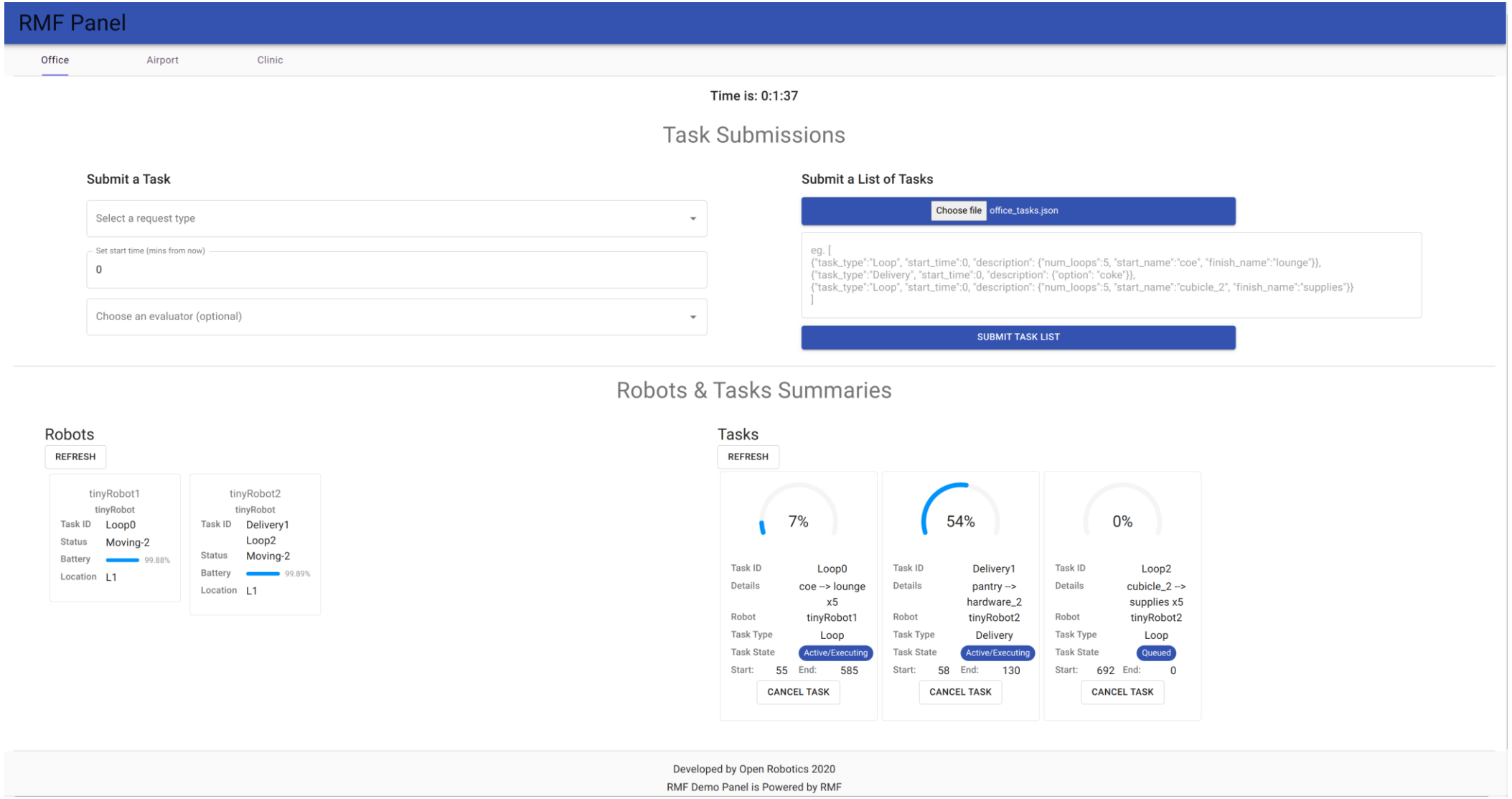
火災報知器・コードブルー発令時にロボットを退避位置に退避させることが可能
（注意） ２台のロボットが同じ位置に退避する場合はスタックする事に留意

RMFを用いたAMRの制御システム構成（例）



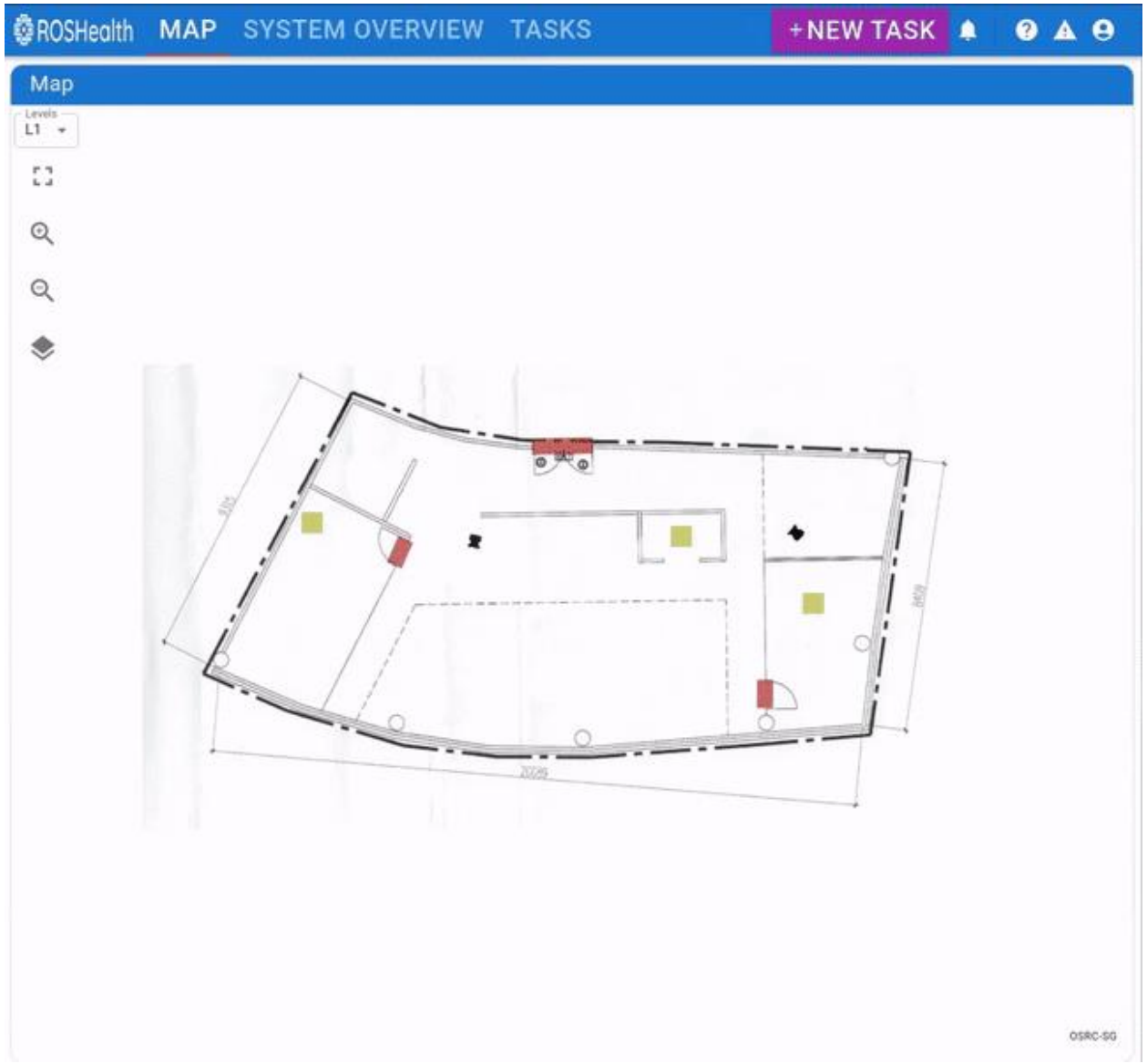
開発者向けUI

開発者向けUIはRMFにタスクを送る機能がメイン
とてもエンドユーザー向けではない・・・

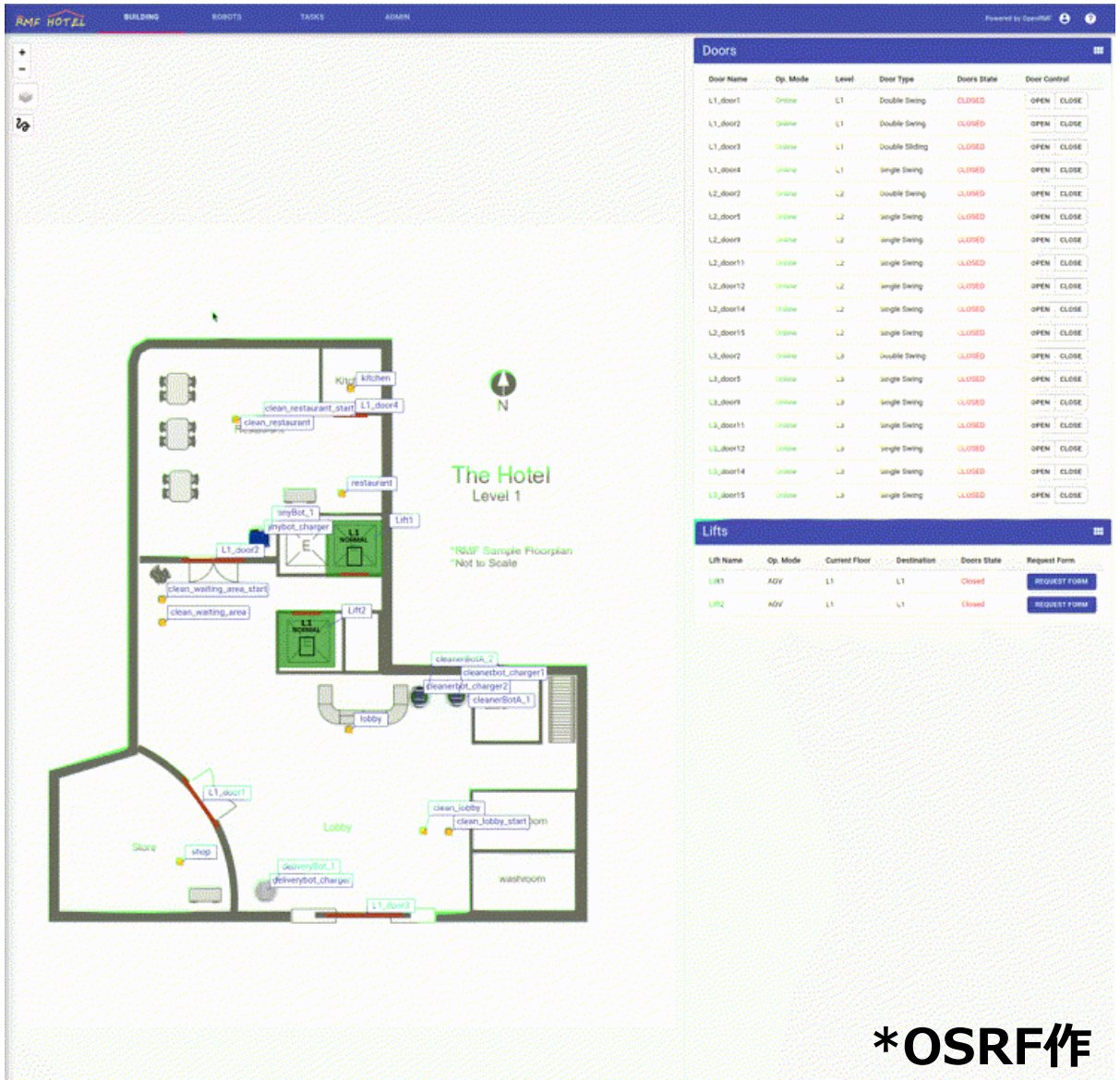


RMFが用意しているエンドユーザー向けUI（RMF-Web）

テンプレート



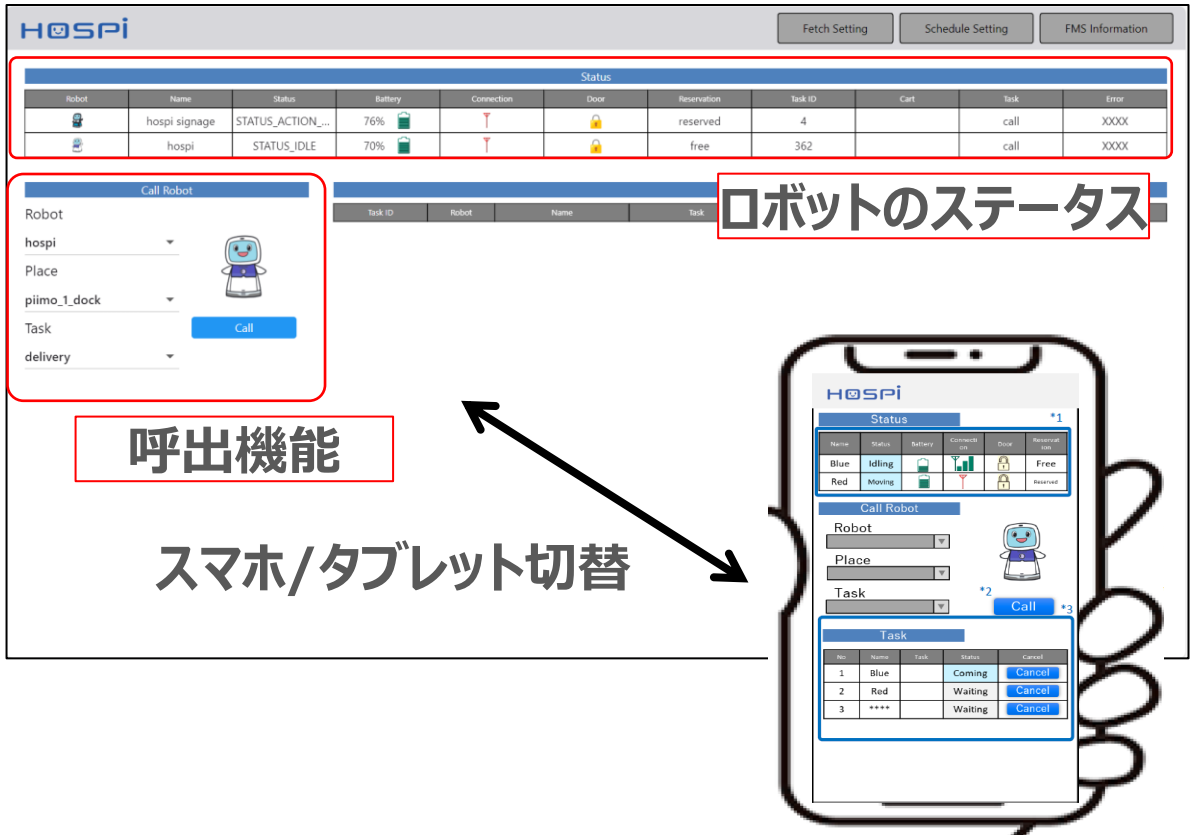
カスタマイズ例*



*OSRF作

制作しなければならないUIの例

お客さんのロボットの運用に応じてエンドUIはデザインが様々
殆どの案件でSIerがスクラッチで開発する必要がある考える
一部の機能はRMF-Webを参考にすることも可能

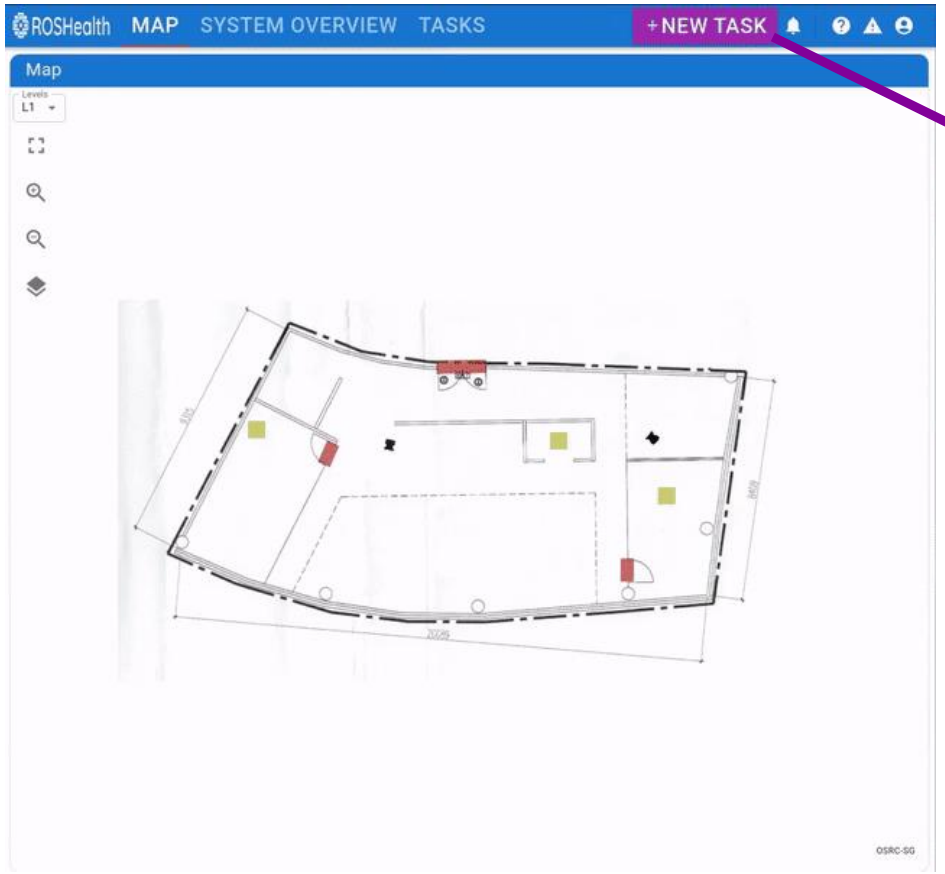


ロボットの地図上での表示機能は
RMF-Webの機能を使えば簡単に実現可能

ロボットの呼出機能などはお客様に
使いやすい用にスクラッチで開発

（参考）RMF-WebのCreate Task

RMF-web自身にはタスク入力画面もある
（スケジュール設定により自動割り当ても存在）



Create Task

SELECT FILE

Favorite tasks

Task Category
Patrol

Start Time
09/24/2024 22:37

Priority
0

A007

Loops
1

Place Name: A007

SAVE AS A FAVORITE TASK

CANCEL
ADD TO SCHEDULE
SUBMIT NOW

RMFが用意している運用ログ

HOSPI MAP INFRASTRUCTURE TASKS Robot Selection --Select Robot-- CALL ROBOT + NEW TASK 64

Tasks

QUEUE SCHEDULE

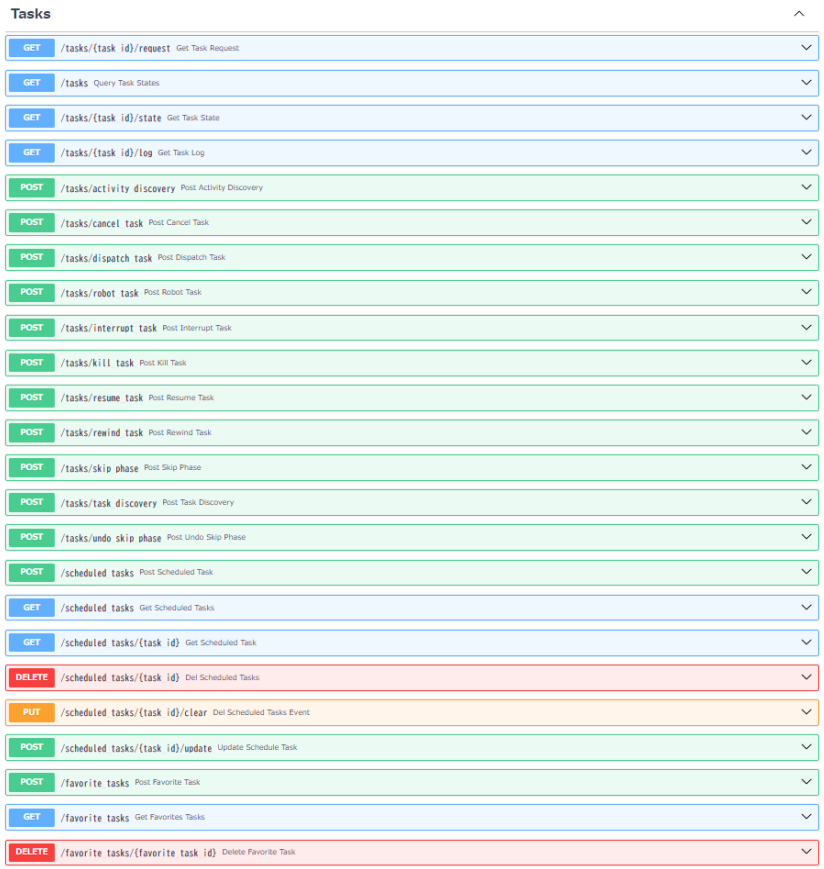
Date	Requester	ID	Category	Assignee	Start Time	End Time	State
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 18:31:12	2024/9/20 18:32:37	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:53:32	2024/9/20 16:54:16	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:51:20	2024/9/20 16:52:41	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:49:01	2024/9/20 16:51:20	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:48:36	2024/9/20 16:48:36	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:47:26	2024/9/20 16:48:36	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:47:26	2024/9/20 16:47:26	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:46:00	2024/9/20 16:47:26	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:44:33	2024/9/20 16:46:00	completed
2024/9/20	panauser	patrol.dis...	Patrol	hospi	2024/9/20 16:43:50	2024/9/20 16:44:33	completed

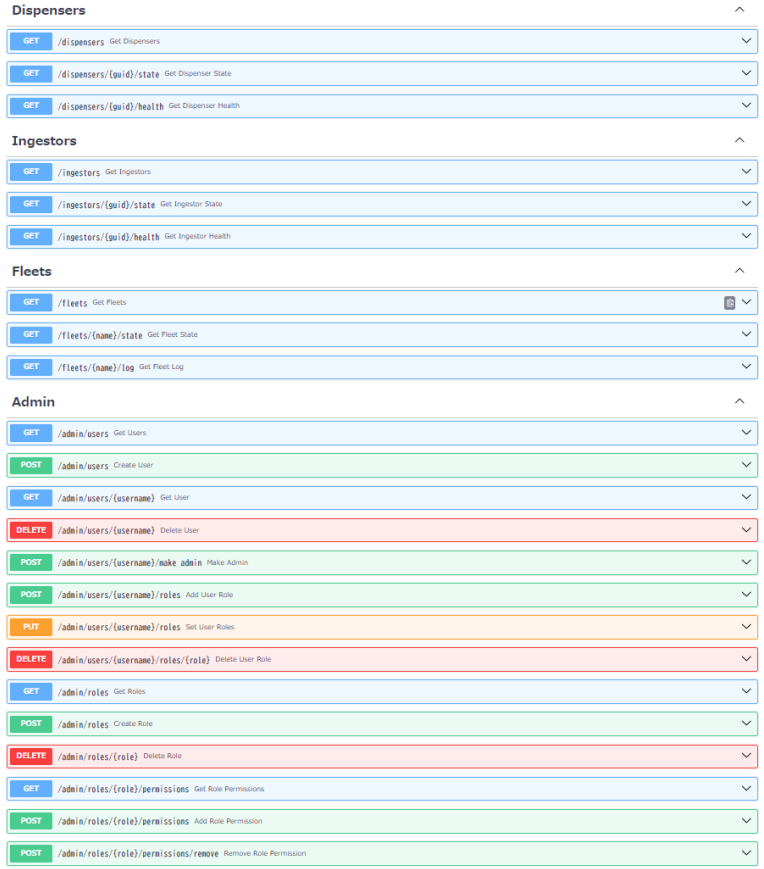
1–10 of 11

Map

RMFがUI用に用意しているAPI

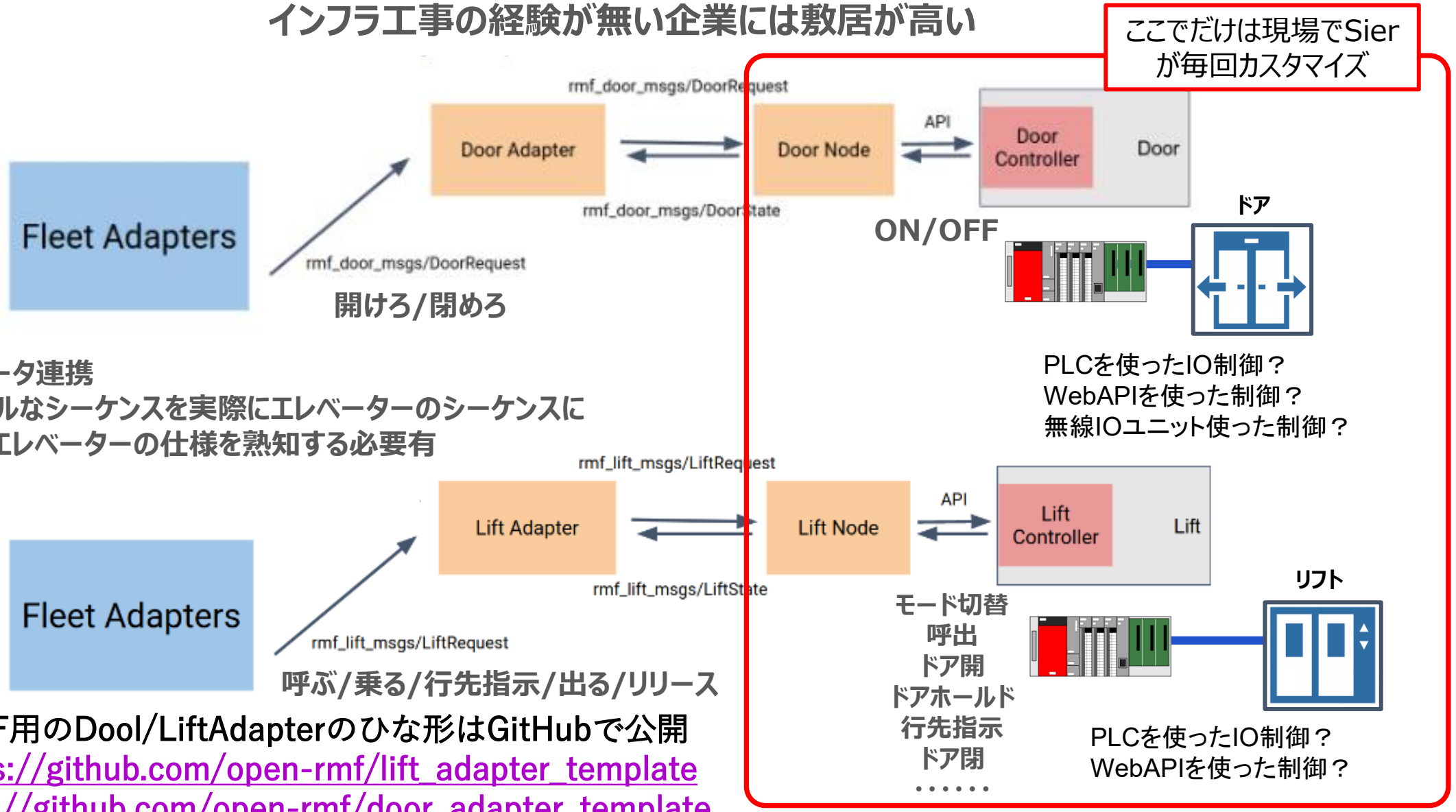
RMF-webは下記のAPIを使用している
つまり、このAPIを使って同じような機能のAIを自分専用の開発言語で作成する事も可能
自分達のシステムと連携させることも容易





RMFを使ったインフラ連携

各インフラに合わせてSIerによってノードのカスタマイズが必要
インフラ工事の経験が無い企業には敷居が高い

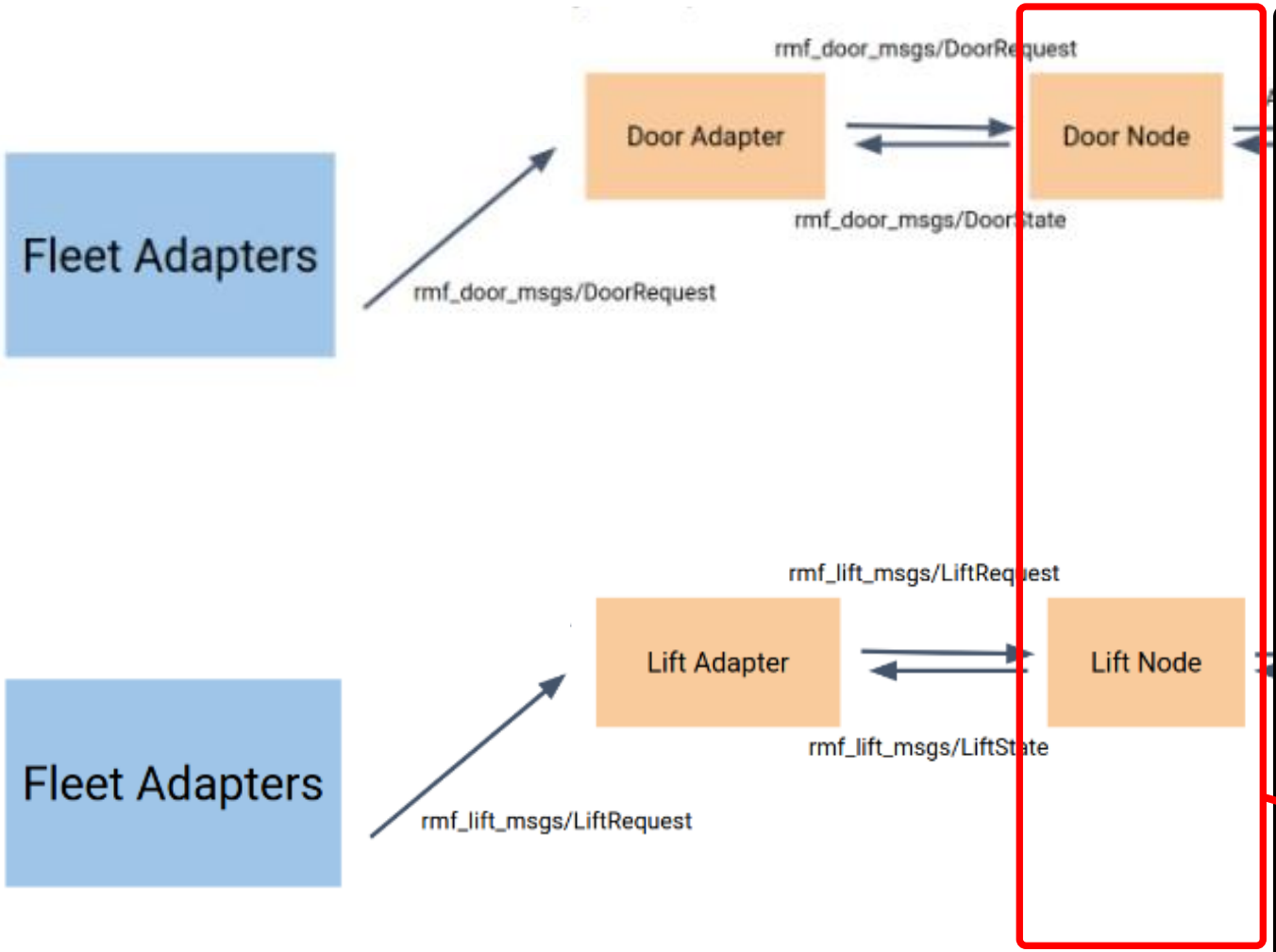


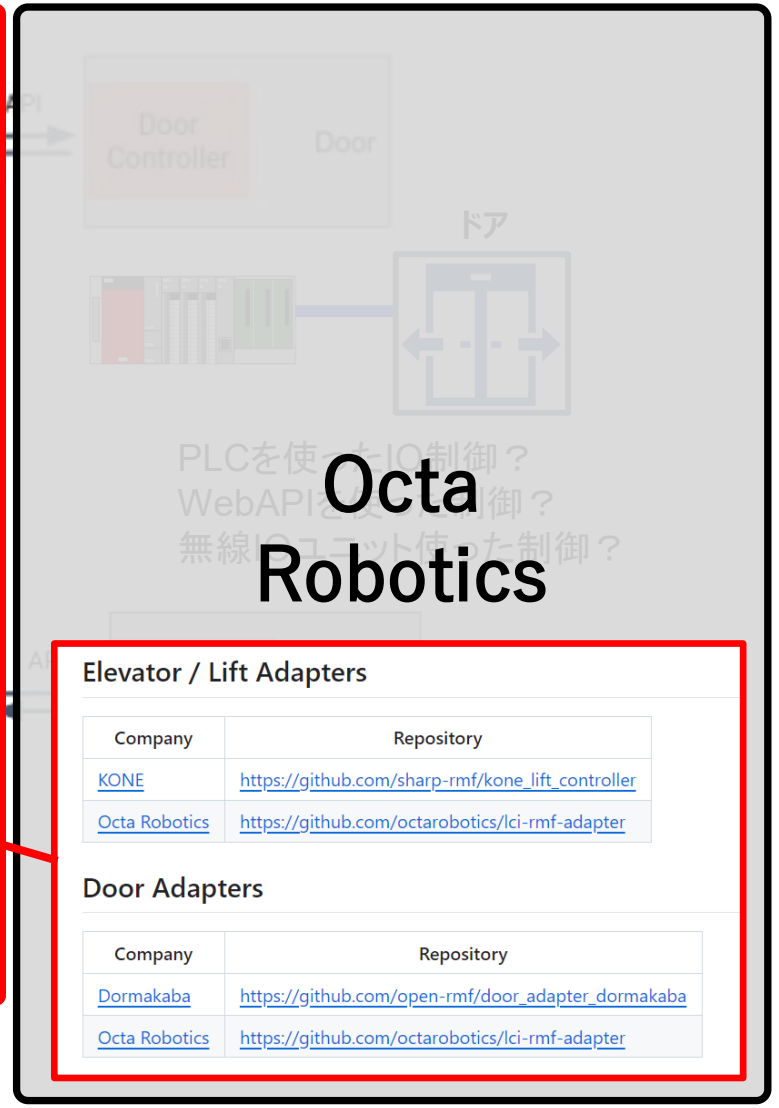
注意：エレベータ連携
RMFのシンプルなシーケンスを実際にエレベーターのシーケンスに
適合するのはエレベーターの仕様を熟知する必要有

RMF用のDool/LiftAdapterのひな形はGitHubで公開
https://github.com/open-rmf/lift_adapter_template
https://github.com/open-rmf/door_adapter_template

RMFを使ったインフラ連携

Octa Roboticsに依頼すれば誰でもRMFでロボットとインフラ連携が簡単に実現可能
RFA（Robot Friendly Asset Promotion Association）規格にも対応

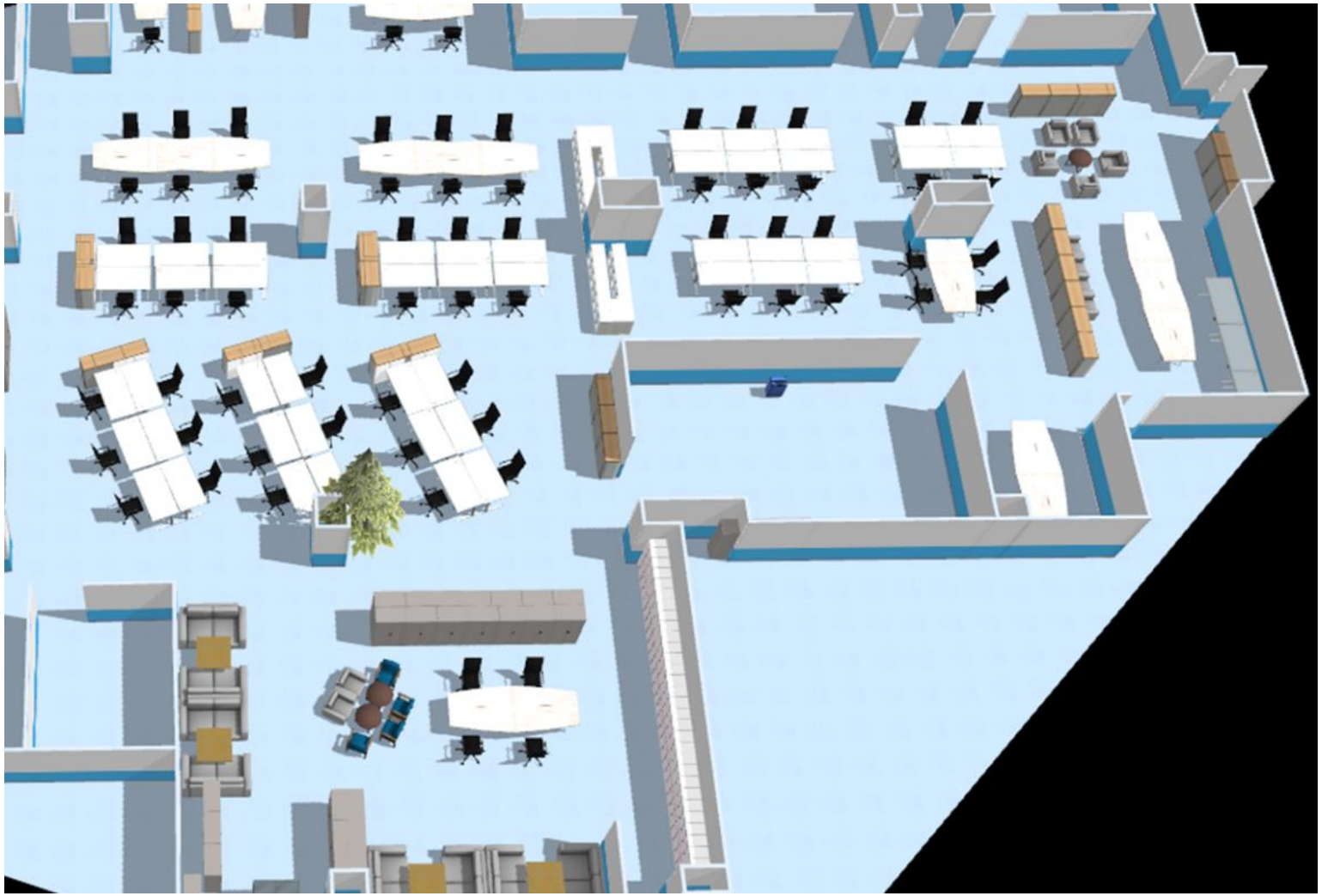




Octa RoboticsがGitHubでRMF用Adapterを公開済み
https://github.com/open-rmf/awesome_adapters

（参考）RMFを使った３次元シュミレーション環境の作成

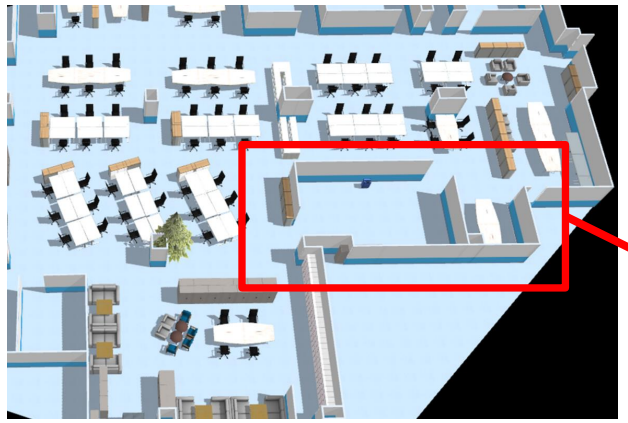
（例）シンガポールの自社オフィスを模擬したシュミレーション環境
我々のオフィスでSLAMで作成した地図をベースに評価環境を作成

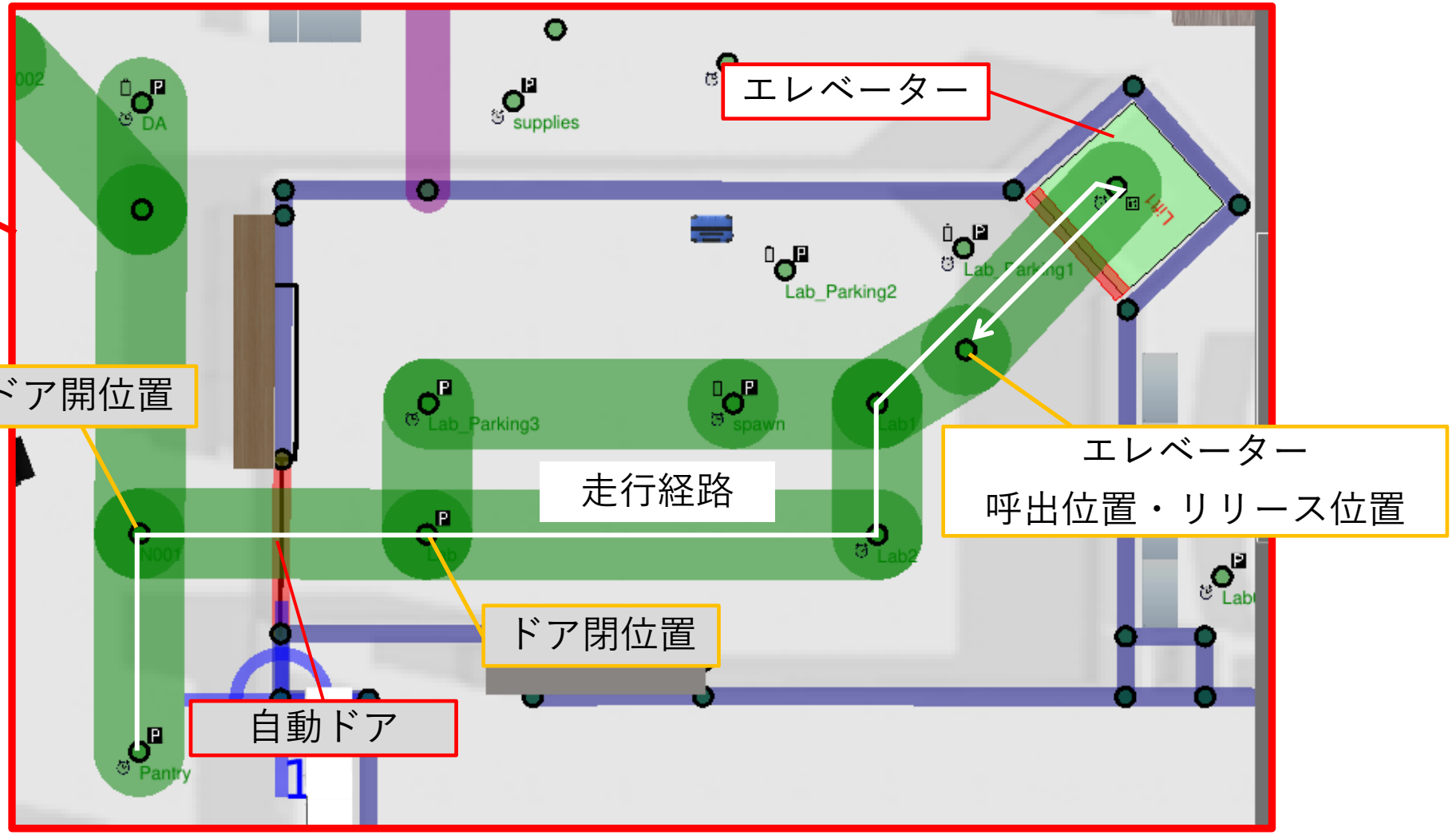


３時間程度で作成が可能です。 もちろん、複数階の建物　エレベーター　自動ドア　も設置可能です。

RMF制御時の自動ドア、エレベーター連携

エレベーターのシュミレーションにOcta Roboticsのシュミレーターを使用
RMF上に該当場所にエレベーターを設置し、Octa RoboticsのLift Adapterを起動するだけ





RMFとOcta Roboticsのシュミレーターを用いたエレベーター連携（2F->1F）

Panasonic