

令和6年度成果報告書

革新的ロボット研究開発等基盤構築事業に係る  
ロボットフレンドリーな環境構築支援事業  
(施設管理分野)

2025年3月

一般社団法人 日本ロボット工業会  
(補助先)  
(株)タップ

令和6年度  
「革新的ロボット研究開発等基盤構築事業」  
リソース管理システムによる複数ロボットの群管理標準化に関する研究

株式会社タップ  
ホスピタリティサービス工学研究所

# 現在の自社事業の概要



日本全国および海外の宿泊施設 ホテル・リゾート・旅館など

導入実績：(順不同)

- 帝国ホテル様
- 東急リゾーツ&ステイ様
- 星野リゾート様
- 稲取銀水荘様
- アパホテルズ&リゾーツ様
- ケン不動産リース様 etc...

- 創業 1985年3月
- 事業所 本社（東京都江東区）／THL沖縄事務所（沖縄県うるま市）  
琉球大学内ホスピタリティサービス工学研究所
- 代表者 代表取締役会長 林悦男  
代表取締役社長 吉田亮一
- 従業員数 単体304名（2024年10月現在 常勤役員含む）  
グループ全体380名

## ●事業内容

- ☑ ホテル・リゾート・旅館運営などのコンサルティング
- ☑ TAPホテルパッケージソフトの販売
- ☑ ホテル・リゾート・旅館のシステム開発
- ☑ ホスピタリティサービスエンジニアリング
- ☑ ASP方式（クラウド方式）によるソフトウェアの提供及びサーバーの運用保守管理
- ☑ タップ提供のホテルシステムのメンテナンス

## ○関連会社

- ・株式会社ジェント(日本語学校運営、リース事業、その他)
- ・タップ・ホスピタリティ・ベトナム  
(宿泊施設向け情報システムの開発など)
- ・Dalian PROCX Software Co.,Ltd(ソフトウェア開発、その他)

# 現在の自社事業の概要

## 世界初の観光・宿泊業界のDX推進につながる実証実験施設「THL」



所在地：沖縄県うるま市

付帯施設：THL沖縄事務所

ホスピタリティサービス工学研究所

T Cafe/T Hall/セミナールーム

次世代無人売店(AEON)

ホテル概要 (T POC ROOM)

全38室5タイプ (シングル/ユニバーサルデザインなど)

- DX実証実験拠点 (ホスピタリティサービス工学研究所)
- ホテルテクノロジーサービス研究拠点 (HOTEL THL)
- 高度観光人材育成拠点
- 地域防災拠点 (ラストリゾート)
- SDGs推進拠点 (バリアフリー、ジェンダーレスなど)



沖縄県うるま市  
(沖縄IT津梁パーク エリア内)



# 現在の自社事業の概要

## THLで複数ロボットの運用を通じて明らかになった課題と対応策

	THLでのロボット活用事例	THLでの実証事業を通じて抽出したロボットによるオペレーションの障壁
フロント業務	館内案内ロボットが音声・タッチ操作対応	慣れない人はロボット案内を避ける
コンシェルジュ	館内案内ロボットが音声・タッチ操作対応	慣れない人はロボット案内を避ける 施設を案内する際には、セキュリティドアやELVとの連携が必要な場合がある。
ベルスタッフ	本ロボフレ事業を契機に実証を開始。	宿泊客の荷物を部屋まで運ぶ際には、セキュリティドアやELVと連携が必要。また、複数のロボットがELVを使用すると、お見合いや衝突が発生する。
客室清掃	清掃スタッフと分担し複数台稼働	客室階へ移動する際には、セキュリティドアやELVと連携が必要。また、複数のロボットがELVを使用すると、お見合いや衝突が発生する。
警備	カメラ搭載ロボットが巡回警備	フロア内の巡回の際に、タスクを遂行しようと移動している他のロボットとのお見合いや衝突が発生する。
レストラン・給仕	スタッフと分担し配膳/ルームサービス業務で複数台稼働	複数メーカーの配膳ロボットを使用しているため、同時に稼働するとお見合いや衝突が発生する。

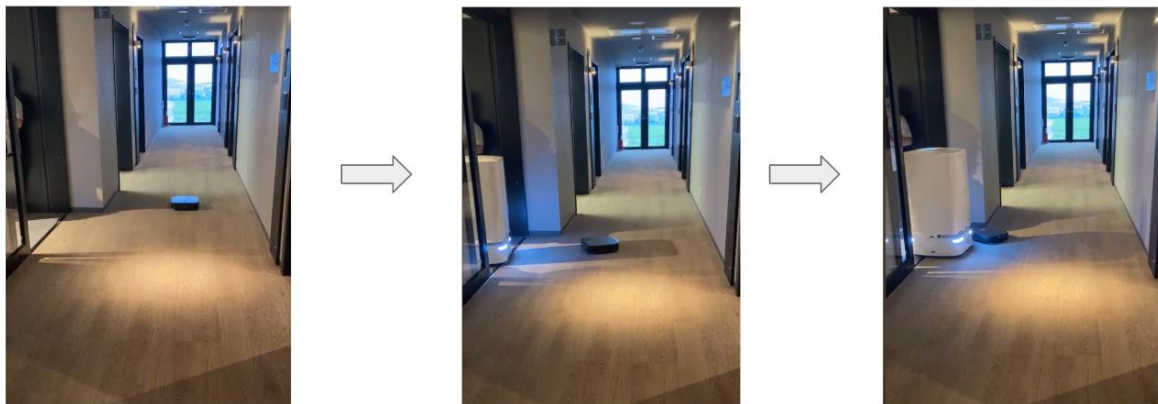
衝突が起きる前にロボットをスタッフが緊急停止させたり  
ロボットの稼働させるタイミングをずらす対応が必要



# 現在の自社事業の概要

## THLで複数ロボットの運用を通じて明らかになった課題

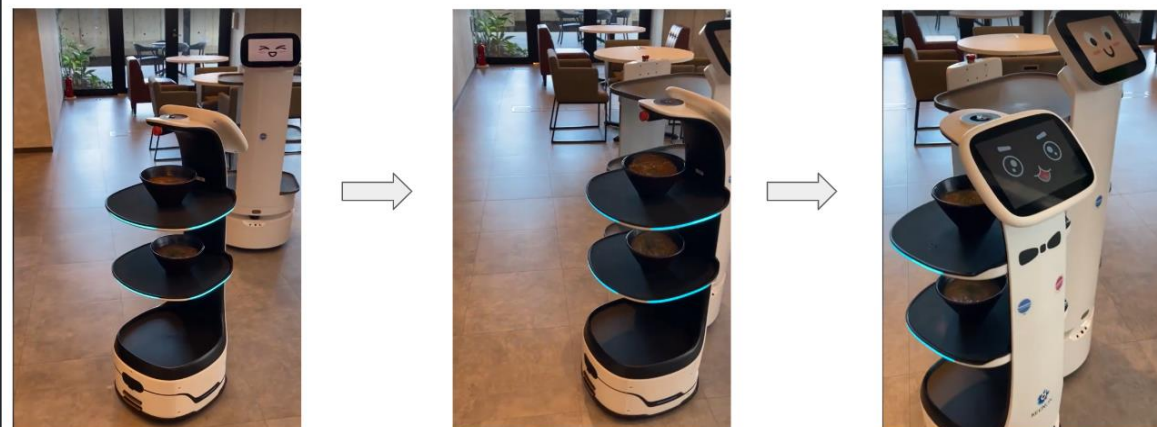
THLで稼働している清掃ロボットとルームサービスロボットが同時にセキュリティドアを通過しようとしてしまい、衝突しかけた事例



群管理なし

場所：THL 6F客室エリア

THLで配膳業務を行っていた2台の配膳ロボットが衝突してしまった事例



群管理なし

場所：THL内レストラン

1. 同じ時間帯(タイミング)に異なるメーカーかつ群管理されていないロボット同士が通過しようとする時、お見合いや衝突が生じる。
2. 複数メーカーのロボットを使用しているため、ロボット同士で位置情報が共有できない。

### 安全な運用を実現するための「ロボットの交通整理」

### 群管理制御が不可欠

# 研究開発の内容

## 実証内容

### ロボフレ事業の取り組み

- ホテルを含む複合施設（オフィスビル、病院など）で使われる複数台のロボットが、スムーズに動ける環境を作ることを目指す
- ロボットフレンドリー施設推進機構（RFA）の基準をもとに、建物とロボットの連携を強化し、ロボットが活用しやすい施設を目指す

### 連携するロボット及びシステム

#### 【稼働想定ロボット業務内容】

- ・ ルームサービス
- ・ 清掃業務
- ・ リネン運搬回収
- ・ その他搬送業務

#### 【関連システムとの連携】

- ・ ホテルシステム
- ・ ビル管理システム
- ・ エレベータ
- ・ セキュリティ扉

### 研究開発及び課題抽出

異なるロボット管理  
プラットフォームの共存

異なるリソース管理  
サーバーの共存

共存する環境下での  
複数メーカーの  
ロボット群管理

課題抽出

課題解決



ルームサービスロボット 清掃業務ロボット 搬送業務ロボット リネン運搬回収ロボット

### 参画企業

- ・ NECネットエスアイ株式会社
- ・ 株式会社エフ・シー・シー
- ・ 株式会社沖縄日立
- ・ パナソニックホールディングス株式会社
- ・ パナソニック株式会社EW社
- ・ 三菱電機株式会社
- ・ 三菱電機ビルソリューションズ株式会社
- ・ 株式会社Preferred Robotics



# 研究開発の内容

## 実証内容

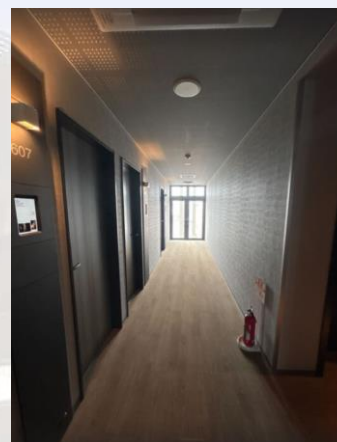
ロボットがすれ違うことが困難な箇所を「リソース」として定義  
これらリソースとその利用状況を共有することで、ロボット群管理の実証



狭路



セキュリティドア



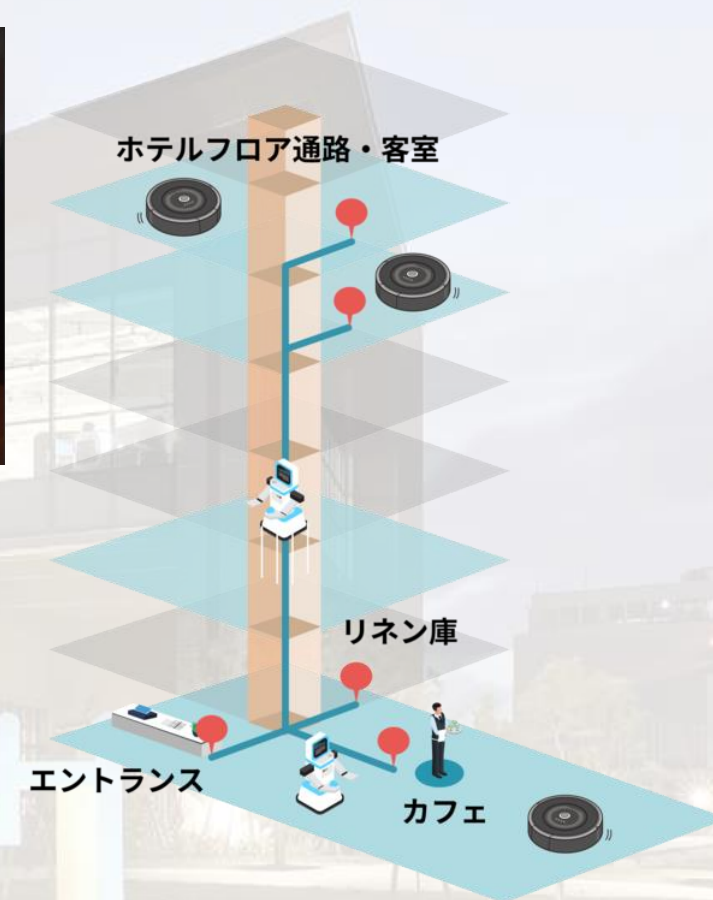
袋小路



エレベーター



十字路





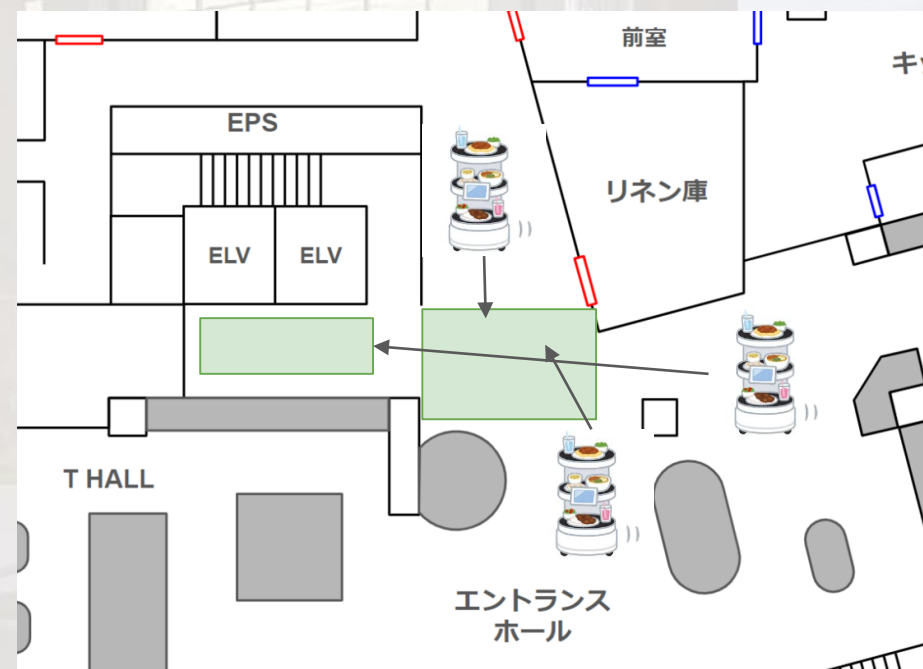
# 研究開発の内容

## 実証内容

- リソース管理によるロボット群管理制御の検証



リソース	状態	ロボット
狭路A	未使用	清掃
十字路A	使用中	ポーター
セキュリティドア	未使用	ルームサービス
エレベーター	未使用	リネン搬送

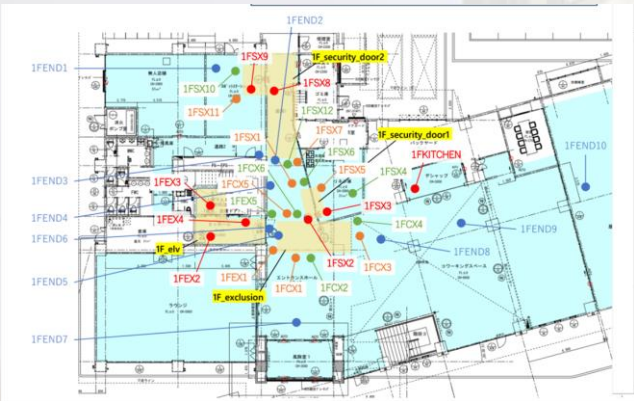


# 研究開発の内容

## 実証内容

- 複雑な環境でのロボット群管理の検証及び実証。
- 1Fと6/7Fに異なるリソース管理サーバーを導入。
- 複数のロボットがフロアをまたいで連携できる仕組みを構築。

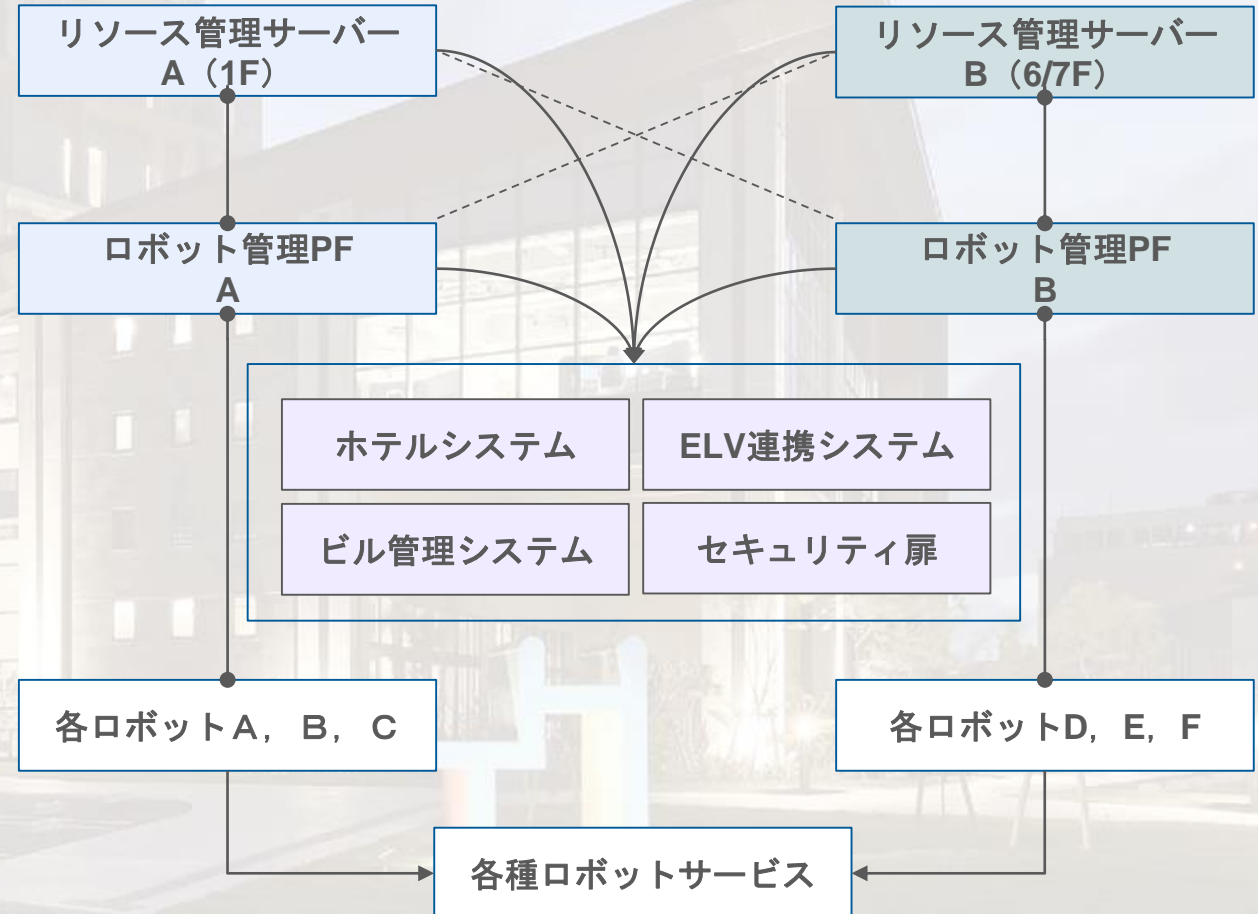
1F エリアリソース



6/7F エリアリソース



## システム構成 イメージ図



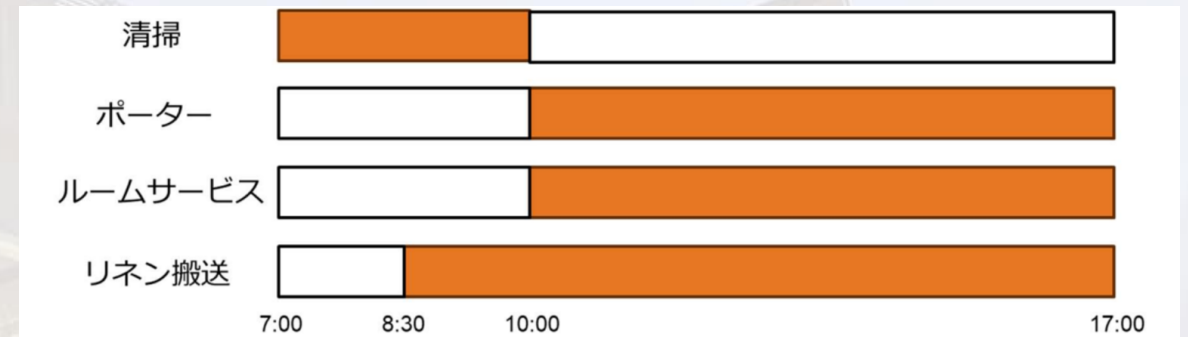
使用したリソース数	1F 4個、6F 10個、7F 10個
使用したWP数	1F 34個、6F 39個、7F 39個

# 研究開発の内容

## ロボットの種類と役割

ロボット	用途	タスク
	清掃	6Fフロアの清掃
	ポーター	エントランスから客室(601前室)までの顧客の荷物搬送
	ルームサービス	キッチンから客室(601前室)への軽食搬送
	リネン搬送	1Fリネン庫から6Fリネン庫へのリネン搬送、 6Fリネン庫から1Fリネン庫へのリネン搬送

## 本施設での運用を想定したロボットの稼働時間帯



## 本試験で使用したロボットの組み合わせ

	ロボット1	ロボット2
組み合わせ①	清掃ロボット	リネン搬送ロボット
組み合わせ②	ポーターロボット	リネン搬送ロボット
組み合わせ③	ルームサービスロボット	リネン搬送ロボット
組み合わせ④	ポーターロボット	ルームサービスロボット



# 研究開発の内容

## 実証内容

### ロボットの単体稼働試験・複数稼働試験を2つの観点（試験概要）から考察・分析

	①リソース管理システムの効果検証試験	②リソース管理システム運用時のタスク分析
試験概要	2種類のロボットに特定タスクを割り当て、1F ELV付近で意図的に干渉・リソースの取り合いを発生させ、タスクの成功可否を測定	リソース管理システムの有無で複数台ロボット稼働時のタスクの分析

#### リソース管理システム運用時のタスク分析指標

$T_1$	ロボットの運搬・清掃の稼働時間	ログデータから取得(タスク開始からタスク終了まで)
$T_2$	ロボットの運搬・清掃を伴わない移動時間	ログデータから取得(移動開始から目的地到着まで)
$T_3$	ロボットのELVの待ち時間	ログデータから取得(ELVの使用要求からELVの搭乗まで)
$T_4$	ロボットのELVの搭乗時間	ログデータから取得(ELVへの搭乗からELVの降機まで)
$T_5$	ロボットの自動ドアの開閉待ち時間	ログデータから取得(自動ドアの開閉要求から承認まで)
$T_6$	リソース管理によるロボットの停止時間	ログデータから取得(リソースの確保要求から承認まで)
$T_7$	ロボットの移動における回避・減速・停車による遅延時間	$T_1 + T_2 - \left( \frac{\text{走行距離}}{\text{ロボットの移動速度 (設定されている最高速度)}} + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 \right)$
$T_8$	ロボットとシステムとの通信待ち時間	ロボットによっては取得できないため、本試験では省略。
$T_9$	歩行者の走行妨害による遅延時間	本試験では人の介入は無いため、本試験では省略。

# 結果と分析

## 試験結果の比較

### ①リソース管理システムの効果検証試験

	ロボット	タスクの成功/失敗	タスクの成功/失敗
組み合わせ①	清掃ロボット・ リネン搬送ロボット	○ (成功)	× (失敗)
組み合わせ②	ポーターロボット・ リネン搬送ロボット	○ (成功)	× (失敗)
組み合わせ③	ルームサービスロボット・ リネン搬送ロボット	○ (成功)	× (失敗)
組み合わせ④	ポーターロボット・ ルームサービスロボット	○ (成功)	× (失敗)

リソース管理システムなし  
すべての試験においてタスク失敗

リソース管理システムあり  
すべての試験においてタスク成功

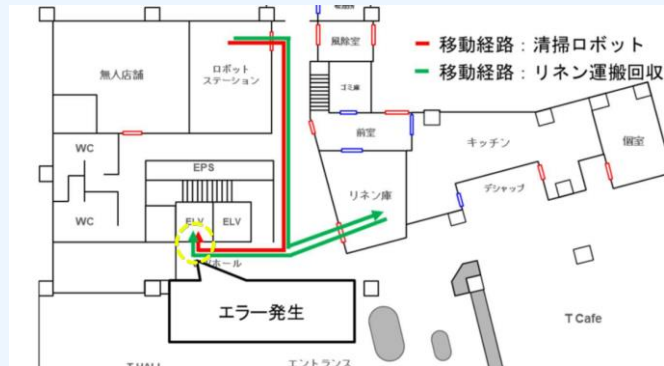
#### 【リソース管理がない環境下における試験でのエラーパターン】

- (1) ロボット同士が干渉し2台ともタスク実行失敗
- (2) タスクは実行されたが、ロボット同士が干渉したためタスク実行までに時間を要した
- (3) タスクは実行されたが、ロボット同士が干渉しかけた

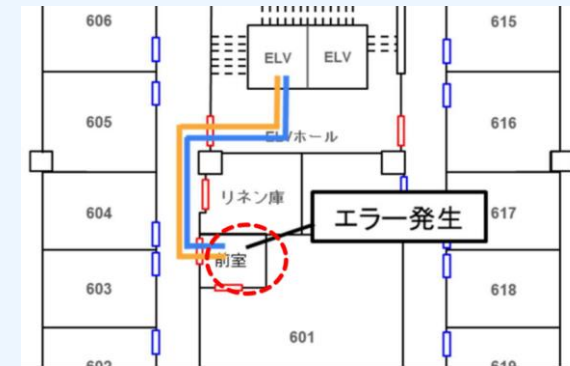
# 結果と分析

## 試験結果の比較

失敗事例 (リソース管理システム無し: 清掃ロボット・リネン搬送ロボット)



失敗事例 (リソース管理なし: ルームサービスロボット・ポーターロボット)





# 結果と分析

## 試験結果の比較

### ②リソース管理システム運用時のタスク分析

複数稼働では単体稼働と比較して運用効率が低下する傾向を確認

	ロボット	タスクの成功/失敗	タスク完了までの時間【分:秒】	単体稼働時のタスク完了時間との比
組み合わせ①	清掃ロボット	○	35:13.8	0.99
	リネン搬送ロボット	○	18:00.5	1.68
組み合わせ②	ポーターロボット	○	09:53.2	1.01
	リネン搬送ロボット	○	14:11.8	1.32
組み合わせ③	ルームサービスロボット	○	19:48.5	1.10
	リネン搬送ロボット	○	23:31.1	2.19
組み合わせ④	ポーターロボット	○	21:46.3	2.22
	ルームサービスロボット	○	20:11.1	1.12

主にELV付近で待ち時間が発生していることを確認

	ロボット稼働に伴う作業内容	複数稼働が単体稼働の作業時間を下回った数	複数稼働が単体稼働の作業時間を上回った数
T <sub>1</sub>	ロボットの運搬・清掃の稼働時間	1	7
T <sub>2</sub>	ロボットの運搬・清掃を伴わない移動時間	4	4
T <sub>3</sub>	ロボットのELVの待ち時間	2	6
T <sub>4</sub>	ロボットのELVの搭乗時間	3	5
T <sub>5</sub>	ロボットの自動ドアの開閉待ち時間	3	5
T <sub>6</sub>	リソース管理によるロボットの停止時間	0	8
T <sub>7</sub>	ロボットの移動における回避・減速・停車による遅延時間	6	2

# 結果と分析

## 試験結果の比較

### ロボットの性能指標評価の検討

複数のロボットが存在する環境下で、特定のロボットが複数のタスクを実行する際に要する時間を評価するための計算式  
本計算式を使用することで、ロボット同士の干渉確率を割り出すことが可能

$N$  : ロボットの集合

$M_i$  : ロボット $i(i \in N)$ のタスク回数

$T_i$  : ロボット $i$ の1タスクに要する時間

$F_j$  : ロボット $i$ とロボット $j(j \neq i)$ との干渉確率

$R_j$  : ロボット $j$ との干渉時の1タスク当たりの時間増加比

$T'_i$  : ロボット集合 $N$ がある環境でのロボットの稼働時間

$$T'_i = \sum_{N \setminus i} M_i T_i F_j R_j + \left(1 - \sum_{N \setminus i} F_j\right) M_i T_i$$

### リネン搬送ロボットと清掃ロボットの干渉発生確率

清掃ロボットとの干渉回数	0	1	2	3
作業時間 【分：秒】	32:09.6	39:27.0	46:44.4	54:01.7
発生確率 [%]	72.9	24.3	2.7	0.1

# 結果と分析

## 実証事業を通じて抽出した群管理の課題

- リソース管理システムの導入でタスク成功確率は100%に向上、システムが有効であることが確認されたが、運用効率が低下することを確認。
- ロボットに慣れていない人には動きが読みづらく、ELV利用者向けに音声や光で案内する対策が必要とされる。
- 本事業を通じて、タスク成功率向上とともに運用効率改善や理解促進の重要性が確認され、施設側の配慮が求められる。



課題	内容
標準化の困難性	現行のシステムおよび運用方法が標準化されておらず、汎用的な適用が困難である。
有人環境下で懸念される影響	無人環境下では生じなかった影響が、有人環境下では発生する可能性がある。
リソース管理システムによるロボット運用効率の低下	リソース管理システムの導入によりタスクの成功確率は向上するものの、複数ロボットを同時に稼働させた際の運用効率が低下する。
心理的障壁（第三者への理解促進）	ロボットの仕組みを十分に理解していない利用者等は、リソース管理下でのロボット待機時間やELV利用時のロボット動作に困惑する可能性がある。
施設側の対応の必要性	人とロボットの共存を円滑に進めるため、ELVの「音声」や「光」による案内や照明との連携等、環境整備が求められる。



# 結果と分析

## ロボット開発における協調領域と競争領域

### ロボット開発における協調領域に関する案

- 複数のロボットを効率的に運用するには、協調領域の活用が重要。
- パブリックなリソース管理サーバーの運営や、リソース管理サーバーのOSS提供が理想的。

### ロボット開発における競争領域に関する案

- ロボット開発における競争領域の活性化は、効率的なタスク管理技術の進展と深く関連
- ロボットが直面する状況に応じてタスクの優先順位や動作のスムーズさが重要
- 複数ロボットの円滑な運用には、競争領域と協調領域のバランスが必要

### 「本事業で実証したポイント」

#### 複数ロボットの共存環境の構築

- RFA規格準拠の複数リソース管理サーバーを活用
- 複数のロボット管理プラットフォームを共存

#### 宿泊施設を含む複合施設での運用検証

- エレベーター・自動ドア・PMS・照明設備との連携
- ロボット導入の課題を明確化し、次のステップに向けた基盤を構築

### 「ロボット社会実装の加速に向けて」

本事業年度終了後も、得られた知見を活かし、複合施設THLにてロボット群管理の運用を継続。その過程で、これまで想定されていなかった課題など明確化し、ロボット導入促進へつなげていく。

#### 1. シームレスなシステム連携の強化

- 異なるメーカーのロボットが共通の基盤で協力して稼働できる環境の整備
- 効率的なタスク管理運用の実施検証
- RFA規格の利活用により、ロボット普及加速

#### 2. 日本のロボット産業の標準化と観光産業への貢献

- ロボットを活用した業務効率向上・コスト削減の実現
- 観光産業のDXを推進し、持続可能な運用モデルを確立

## 「ロボットと人が共存する次世代の観光・宿泊体験の創出」