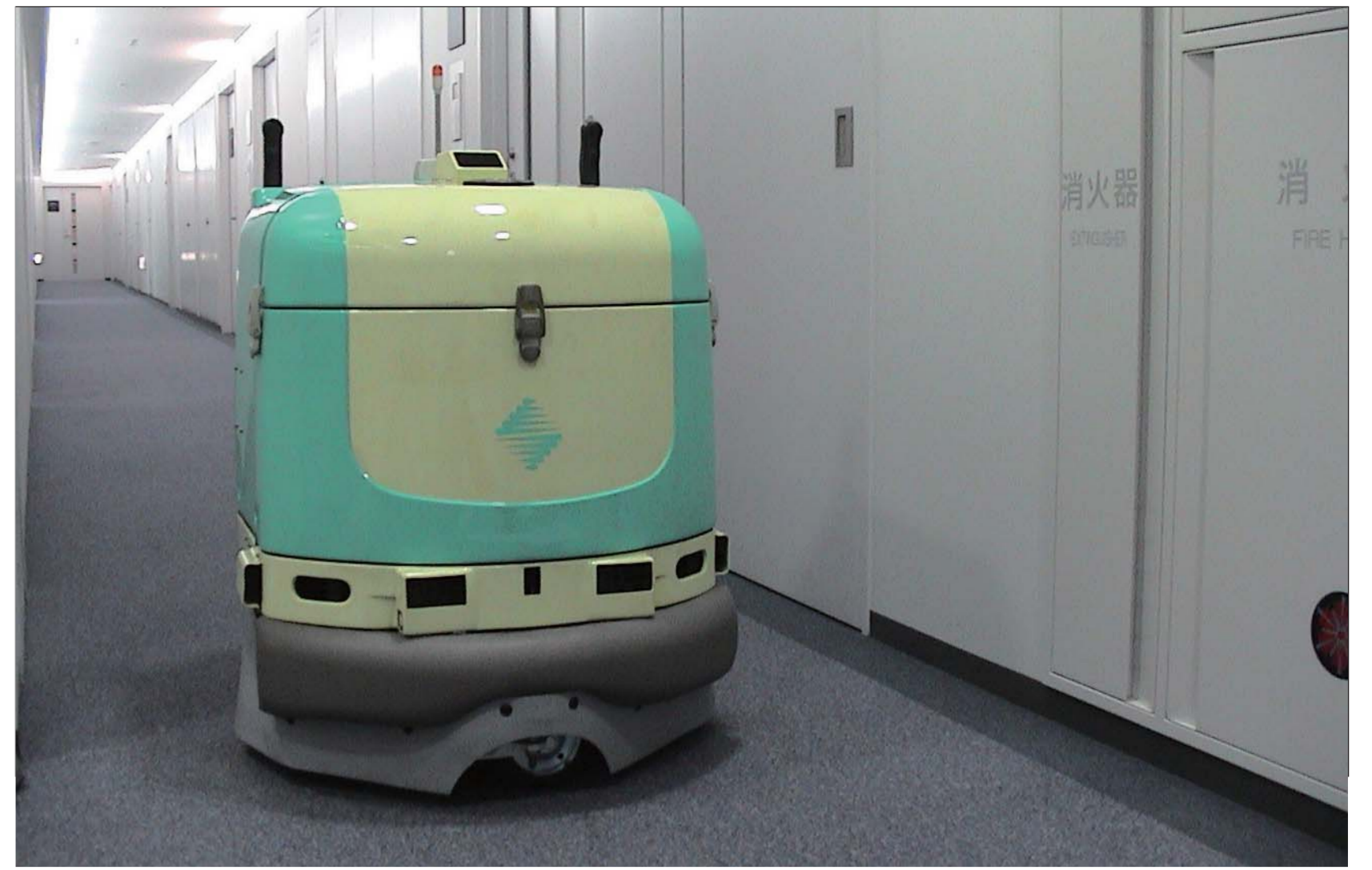


ロボットによるビルの清掃システム

富士重工業株式会社、住友商事株式会社

エレベータを有する、主に高層ビルに用いられる自律式清掃ロボット及びそのロボットによるエレベータ操作システム。ロボットがエレベータを操作して自ら複数階を移動し、清掃作業を行う。作業後は自らスタート位置に戻る。本システムは既に事業化しており、晴海トリトンスクエア、六本木ヒルズ等10棟近くの高層ビルに導入されている。



■高層ビルや空港などへのニーズが広がる

我が国の少子高齢化は世界一のスピードで進み、1999年には労働力人口が減少に転じ、総人口も2004年5月に前年比マイナスとなり、人口減少時代に突入した。その反面、いわゆる3Kと呼ばれる職種は敬遠される傾向にあり、特にビルの清掃サービス業においては、清掃時間が終業後の深夜や出勤前早朝の場合がほとんどでもあり、作業者の確保がすでに困難となりつつある。

屋内型清掃ロボットは、既に事業化に成功しており、晴海トリトンスクエア、六本木ヒルズ、新宿タワーなどの10棟近くの高層ビル、中部国際空港などに導入されている。最初の導入からすでに5

年が経過し、順調にロボット清掃を行っている高層ビルもある。

清掃ロボットが一般のエレベータに乗降するために、東京都庁建築指導課によるエレベータの安全確認審査と同様の審査を受けることが必要となり、東京都に行政指導を求め、建築指導課の審査を受けて合格し、公的に認められた。

■複数階を移動し、低コスト化と作業効率をアップ

ビルの清掃作業は、通常朝の8時から2時間程度と限られている。夜間にロボットが廊下等を清掃することにより、早朝は他の作業ができ、効率化が図れる。また、夜間の照明や空調無しでの清掃作業が可能のため、1フロア当りの蛍光灯は40Wで200本、空調20kWの省エネを実現している。

また、ビルに存在するエレベータの機能を利用し、1台のロボットが複数階で作業することでコスト低減に成功している。清掃コストは1ヶ月、1平方メートル当りのカーペットで人では約100円、ロボットでは20階、5000㎡以上のビルでは約50円であり、ロボットがコスト的にも有利となる。

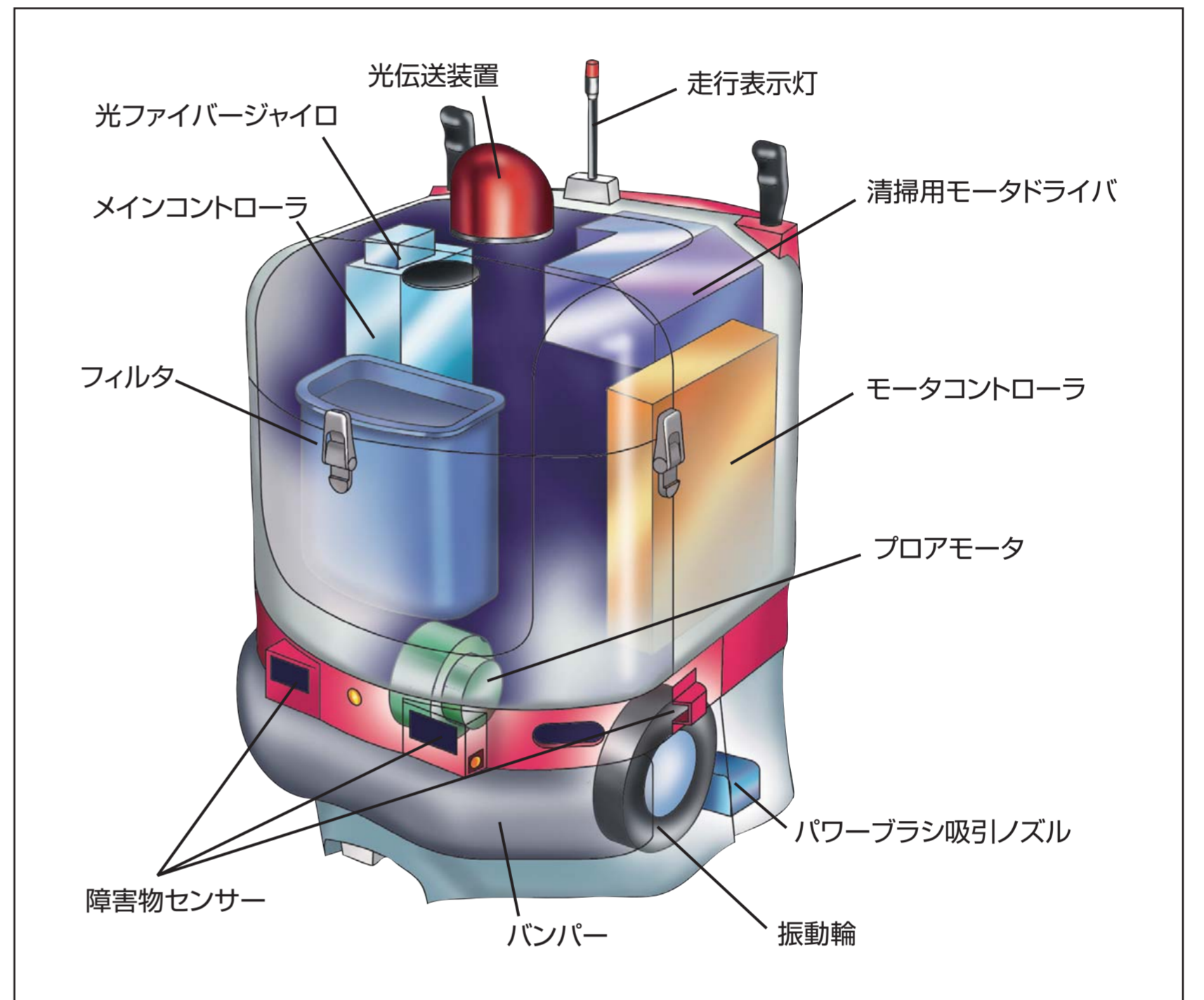
ロボットは、人と違って手を抜くことがなく、清掃品質が一定となることも大きなメリットである。

富士重工業では、大手ビルメン会社と業務提携を行い、床面積の大きなビルを専門に清掃するロボットを使用したビルメンテナン

ス会社を設立した。ロボット台数は最大60台、平成18年10月より順次納入を開始している。

■エレベータ制御の確立と安定した走行性

本清掃ロボットは、車体の円形形状、直進、スピントーンを基本とした走行方式による機構の簡略化、センサ数の削減、任意の位置から詳細な地図情報なしの清掃走行、特にジャイロ角度誤差補正



による直進性能等の特徴を持つ。

<ロボットによるエレベータ操作システム>

新築ビルではロボットとエレベータに設置された光伝送装置の通信を用い、人間がエレベータのボタンを押し、乗降するのと同様の乗降方法と制御方法を実現している。既存ビルではロボット清掃時に操作ボタンにプッシュ型アクチュエータ盤を取付け、PHS通信網を利用したロボットからのデータ通信によりアクチュエータを可動させ、エレベータを操作する2つの方式を確立した。

光伝送方式は、大手5社のエレベータメーカーについて共通化を図った。その5社が参入した六本木ヒルズでは実際にロボットによるエレベータ操作システム運用している。

<走行制御>

ジャイロとサーボモータを組み合わせた制御則を確立し、日、米、英、独で特許を取得している。

■実用化へ向けた開発・導入のポイント

<開発の背景・動機>

従来、階床間を移動できないロボットをオフィスビルなどで利用しようとするれば、基本的に1フロアに1台となり、余程に大きなフロア面積を有しない限り、ロボットのコストが過大となって商業的に成立しない。

(2)清掃ロボットとエレベータ連動システムにおける要求仕様

- ・清掃ロボット自身が現在どこの階にいるかを認識し、エレベータを呼び出して乗降し、自律的に各階の移動をする。
- ・作業を行わない階がある場合や作業を再開する場合にも容易に対処できる。



歩行ロボットならば階段の昇降も可能であるが、構造や制御が複雑なわりに本来の清掃を実行するにあたり実用性に乏しいケースが多い。

<開発の目的>

実用性が高い車輪型ロボットを用い、階床間を自由に移動できる手段を追加することで、ビル内に於ける清掃ロボットの商業化を成立させることを目的とした。

<苦労・工夫>

導入に際しては、清掃ロボット、清掃ロボットとエレベータ連動システム、エレベータ運転システムの3つの要求仕様を満足する必要があり、以下の内容の開発調整に苦労したが、導入先との綿密な共同作業により導入を現実のものとするのができた。

(1)清掃ロボットにおける要求仕様

- ・ソフトウェアの工夫と走行時のセンサの利用により、ロボットの自律性及び作業者が簡単に任意の清掃エリアを設定できる操作性と自由度
- ・作業者と使用環境を考慮した小型化
- ・ジャイロを用いた走行制御による長時間の安定した走行性能の確保
- ・センサを用いた障害物検出と故障・異常検知を考慮した制御システム設計による安全性確保

(3)運転システムにおける要求仕様

- ・ロボットが主導権を持った運転が可能
- ・建物運営管理者がエレベータ監視盤でロボットの状態や清掃作業の監視を行え、異常発生を検出できる。
- ・既存のエレベータにも本システムの導入が容易なるようにエレベータ制御装置に必要な改造は最小限にする。
- ・ロボットが自動乗降することでも、安全性、信頼性の面でエレベータの整備、運用に関する行政的条件を満たすようにする。

項目	内容	
外形寸法	長さ	約850mm
	幅	約700mm(本体寸法) 約720mm(バンパー部寸法)
	高さ	約890mm(本体寸法) 約1,000mm(ハンドル部寸法)
タンク容量	約5リットル(紙パック)(市販品、ユーザー入手可) 約15リットル(布、富士重工業紙)	
重量	整備重量	約160kg
	バッテリー取付時	約90kg
性能	走行速度	約MAX50m/min
	走行機能	直進・曲進・スピントーン
	清掃機能	スイーパ式(カーペット用パワーブラシ付属)
	清掃幅	680mm
	清掃面積	約1,200㎡/h(走行速度 30m/min) 約2,000㎡/h(走行速度 50m/min)
清掃作業時間	新品時 約4時間20分(注 参照) 200回充電後 3時間40分 (ノーマンテナンスバッテリー100AH2個使用時)	
充電回数	メンテナンスバッテリー 200回(注 参照) ノーマンテナンスバッテリー 150回	

注)バッテリーの試験における実測値使用状況によって数値が異なります。