

# 三菱電機技報

**10** | 2021  
Vol.95 No.10

昇降機・ビルシステム



表紙：昇降機・ビルシステム



三菱電機では、縦の移動を支える昇降機、建物を適切に管理するためのビルシステムを提供している。

① タッチレスボタン

ボタンに手を近づけるだけで、触れることなく登録ができる。

② ロボット連携

エレベーターと自律移動型のロボットが高度に連携する。ロボットが自動的にエレベーターを呼び出して、自動で乗り込み、フロア間を縦移動して乗降する。ロボットの複数フロアでの稼働を支援して、建物とロボットと人間の共存を目指す。

③ 手すり除菌装置

エスカレーターの手すり表面に紫外線(UV(Ultra Violet)-C)を照射する装置である。

紫外線の除菌効果によって、手すり表面を除菌する。エスカレーター稼働中は常に除菌装置を動作させて、不特定多数の人が触れる手すりを常時除菌することで、多くの人が安心して手すりをつかんで安全に利用できるよう促す。



①



②



③



ライフ



インダストリー



インフラ



モビリティ

## 特集 昇降機・ビルシステム

## Elevators, Escalators and Building Systems

## 巻頭言

- 昇降機・ビルシステム特集に寄せて…………… 4  
松本 匡

- Foreword to Special Issue on Elevators, Escalators and Building Systems  
Tadashi Matsumoto

## 巻頭論文

- 三菱昇降機の最新技術と展望…………… 6  
小泉喜彦

- Latest Technologies and Outlook for Future of Mitsubishi Elevators and Escalators  
Yoshihiko Koizumi

- 街・建物・人につながる三菱機械室レスエレベーター  
“AXIEZ-LINKs”…………… 11  
木暮秀聡・濱田朗充・石川純一郎・齋藤陽介

- Mitsubishi Machine-room-less Elevator “AXIEZ-LINKs” Connected to Towns, Buildings and People  
Hideaki Kogure, Akimitsu Hamada, Junichiro Ishikawa, Yosuke Saito

- 三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs”  
の建物と人につながるデザイン…………… 15  
垂石圭悟・小川英之・山崎 剛・中村圭利・相川真実

- Design Connected to Buildings and People for Mitsubishi Machine-room-less Elevator “AXIEZ-LINKs”  
Keigo Taruishi, Hideyuki Ogawa, Takeshi Yamazaki, Keito Nakamura, Masami Aikawa

- 機械室レスエレベーターの新機器構成…………… 20  
島林啓太・大山雄一・谷 佳典・山本幸弘

- New Equipment Configuration of Machine-room-less Elevator  
Keita Shimabayashi, Yuichi Oyama, Yoshinori Tani, Yukihiro Yamamoto

- 大容量荷物用機械室レスエレベーター…………… 24  
鈴木智昭

- Machine-room-less Freight Elevator for Large Capacity  
Tomoaki Suzuki

- 東京ビルディング向け全階床エレベーター  
行先予報システム“ELE-NAVI”の後付け改造工事…………… 28  
辻 聡司・谷山健二・中谷匡志・田口彰吾

- Retrofit Remodeling Work of Elevator Destination Oriented Allocation System “ELE-NAVI” for Tokyo Building  
Satoshi Tsuji, Kenji Taniyama, Masashi Nakaya, Shogo Taguchi

- 安全性向上・小型化を実現した三菱海外向け  
標準形エスカレーター“uシリーズ”…………… 32  
西 正弘

- Mitsubishi Standard Type Escalators “u Series” for Overseas with Improved Safety and Miniaturization  
Masahiro Nishi

- “Ville-feuille”  
スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム…………… 36  
根岸啓吾・高井真人

- Ville-feuille: A Smart City and Building IoT Platform  
Keigo Negishi, Manato Takai

- 国内の昇降機設備及び  
ロボット移動支援サービス納入事例…………… 40  
羽坂佳穂里・南 知里・杉山智昭

- Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Robot Mobility Support Service in Domestic Market  
Kahori Hasaka, Chisato Minami, Tomoaki Sugiyama

- 最近の昇降機海外納入事例…………… 44  
浅沼奈々恵

- Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Overseas Market  
Nanae Asanuma

- スマートフォンを活用した入退室管理システム…………… 48  
嶋江 聡・高橋良輔

- Access Control System Using Smartphone  
Satoshi Shimae, Ryosuke Takahashi

- くらしのエコテクノロジー…………… 52

- Webサイト紹介(エレベーター・エスカレーター)…………… 54

新型コロナウイルス感染症で亡くなられた方々に謹んでお悔やみを申し上げますとともに、罹患(りかん)された皆さまとご家族及び関係者の皆さまに心よりお見舞い申し上げます。

# 巻頭言

## 昇降機・ビルシステム特集に寄せて

Foreword to Special Issue on Elevators, Escalators and Building Systems



松本 匡 *Tadashi Matsumoto*

専務執行役 ビルシステム事業本部長

*Senior Vice President, Group President, Building Systems*

三菱電機は、2021年2月1日に100周年を迎えました。当社の昇降機事業は、設立14年目の1935年(昭和10年)に神戸製作所から第1号機を納入したことに始まりました。名古屋製作所への事業移管の後、1964年(昭和39年)に昇降機専門工場として稲沢製作所が設立されました。その後、1982年からビルマネジメントシステム事業を開始し、現在では稲沢製作所を中心に海外12か所の製造拠点到グローバル展開しています。当社は、昇降機を生産し始めてから約80年の間に、世界の90か国以上に昇降機製品を送り出して、高速化、運行効率、乗り心地、省スペース、省エネルギー、建物の価値の向上といった様々な国の様々な顧客・利用者のニーズに対応して社会に貢献してきました。

エレベーターでは、都市化が進み建物が高層化していくにつれて、エレベーターの高速化が求められるようになりました。1993年に当時世界最高速<sup>(注1)</sup>の750m/min(=45km/h)を実現した横浜ランドマークタワー(高さ296m)のエレベーターでは、高度な制振・制御技術や高精度なレール据付け技術などによって、快適な乗り心地を実現し、利用者の待ち時間や乗車時間の短縮といった効率性だけでなく快適性も提供しました。2000年代になると500mを超えるような建物に対して更なる高速化が求められ、2016年竣工(しゅんこう)の上海中心大厦(高さ632m)では、レール曲がりや風圧による横揺れを制振するアクティブローラーガイドや高速走行時のかご室の気圧を調整して乗客の耳の痛みなどの不快感を緩和する気圧制御装置などによって、当時世界最高速<sup>(注2)</sup>(1,230m/min(=73.8km/h))を実現しつつ、安心・安全に加えて世界トップクラスの乗り心地・静粛性・省エネルギー性を提供してきました。

一方、低層の建物では、1990年代後半になると建物のスペースを有効に活用できる機械室レスエレベーター(エ

レベーターの機械室にある巻上機・制御盤などを昇降路に配置)を各社が市場に投入し始めました。その中で、高密度巻線を可能にする当社独自の“ボキボキモータ”技術を採用した薄型巻上機の開発や薄型ドアモータを使用したドア装置、薄型制御盤を開発することで、省スペース化を図るとともに省エネルギー性を向上させました。また、乗車率に応じて運行速度をアップ可能な“可変速エレベーターシステム”と速度アップ時の昇降路上下端の安全停止スペースをそのまま非常時に停止可能な“電子化終端階強制減速装置”を開発し、更なる運行効率向上を実現しました。

エスカレーターでは、らせん状に曲がった“スパイラルエスカレーター”を開発しました。これは、弧の中心を連続的に移動させる中心移動方式の採用と優れた製造技術によって実現しました。このスパイラルエスカレーターは、上下に移動する手段としての役割だけでなく、建物の空間を彩るモニュメントとしても提供し、利用者の視界を楽しませてきました。

近年の様々な社会情勢の変化によって、新型コロナウイルスの感染拡大では出勤時の混雑緩和だけでなく不特定の人との接触や密集する機会を減らすこと、地球温暖化に伴って多発する自然災害発生では非常時での継続運行、労働人口減少に伴う人手不足ではビル内の警備・清掃・物品搬送などのサービスロボット活用による省力化など様々な場面でニーズが多様化しています。これからの昇降機には、従来の昇降機としての上下方向の移動手段という位置付けの安全性や快適性、運行効率の向上にとどまらず、新たな社会的ニーズに応えるビルソリューションが求められています。

それらに対応するため、新たに搭載した機能でスマートビル(IoT(Internet of Things))を活用し、省エネルギー・省



人化を実現しながら人が安心できる環境で効率的な仕事を行える空間を提供するビル)を実現するために、2020年10月に国内向け機械室レスエレベーターの“AXIEZ-LINKs(アクシーズリンクス)”を発売しました。

- (1) “人とつながる機能”で、運行効率を最大化し、早く快適、安心・安全な移動を提供
- (2) “建物とつながる機能”で、BCP(Business Continuity Plan)対策やロボット活用などによって、建物の価値向上に貢献
- (3) “街とつながる機能”で、複数ビルの管理業務を効率化し、快適な街づくりを支援

この特集では、AXIEZ-LINKsに搭載したこれらの機能を中心に紹介します。

“人とつながる機能”では、ドアの開放時間を短縮する“センシングドア”や、かごとおりのバランスを最適化し無段階可変速にすることで“スーパー可変速システム”等との組合せで運行効率を従来比最大26%改善した開発事例、新型コロナウイルスの感染拡大に伴うニーズに対応してかご内の空気清浄力を向上させる“ヘルスエアー”機能やボタンに触れずに呼びや停止階を登録できる非接触対応ボタンの開発事例について紹介します。

“建物とつながる機能”では、太陽光発電や電気自動車からでも電力供給が可能な“マルチ電源”機能の開発事例、遠隔でのビルのエネルギー管理、ZEB(net Zero Energy Building)運用を支援する“エネルギーマネジメントサービス”と建物内に配置されたロボットをビル設備と連携させることによってロボットの円滑な縦横移動を助ける“ロボット移動支援サービス”を実現した独自のスマートシティ・ビルIoTプラットフォーム“Ville-feuille(ヴィル

フィユ)”の開発事例、天井・照明とかご室のトータルデザイン提案で建築との親和性・連続性を確保した開発事例を紹介します。また、出勤時にエレベーターホールでの混雑を緩和するセキュリティ連動・エレベーター行先予報システム“ELE-NAVI(エレ・ナビ)”を全階床に適用して新型コロナウイルス感染症(COVID-19)対応の3密回避と運行効率を両立させた納入事例やVille-feuilleを使用した自走式サービスロボットとエレベーターなどビル設備を連携させた“ロボット移動支援サービス”の納入事例などを紹介します。

当社のビルシステム事業では、今後もAXIEZ-LINKsを始めとする昇降機製品の高度化と遠隔監視・設備運用データを利活用した保守サービスの拡充によって、快適なビル内交通の最適化をしていきます。さらに、当社がこれまでに培ってきた“昇降機・空調・照明・換気等の各種ビル設備”と“保守・運用管理のフィールドナレッジ”を“ICT(Information and Communication Technology)”で掛け合わせて、省エネルギー・省力・快適・安全など様々なニーズに対応したビル空間での統合ソリューションの提供によるスマートビルの実現に貢献していくとともに、地域エネルギー管理やモビリティ事業等と連携したスマートシティの実現に向けても貢献していきます。そして、ZEBを始めとする省エネルギーやEMS(Energy Management System)等のソリューションをクラウドインフラの活用で提供し、快適で安心・安全なビル空間を創造することで、脱炭素社会の構築やSDGs(持続可能な開発目標)の達成といった様々な社会課題の解決に取り組んでまいります。

(注1) 1993年竣工当時

(注2) 2016年5月10日現在、当社調べ

# 三菱昇降機の最新技術と展望

Latest Technologies and Outlook for Future of Mitsubishi Elevators and Escalators



小泉喜彦\*  
Yoshihiko Koizumi

## 要 旨

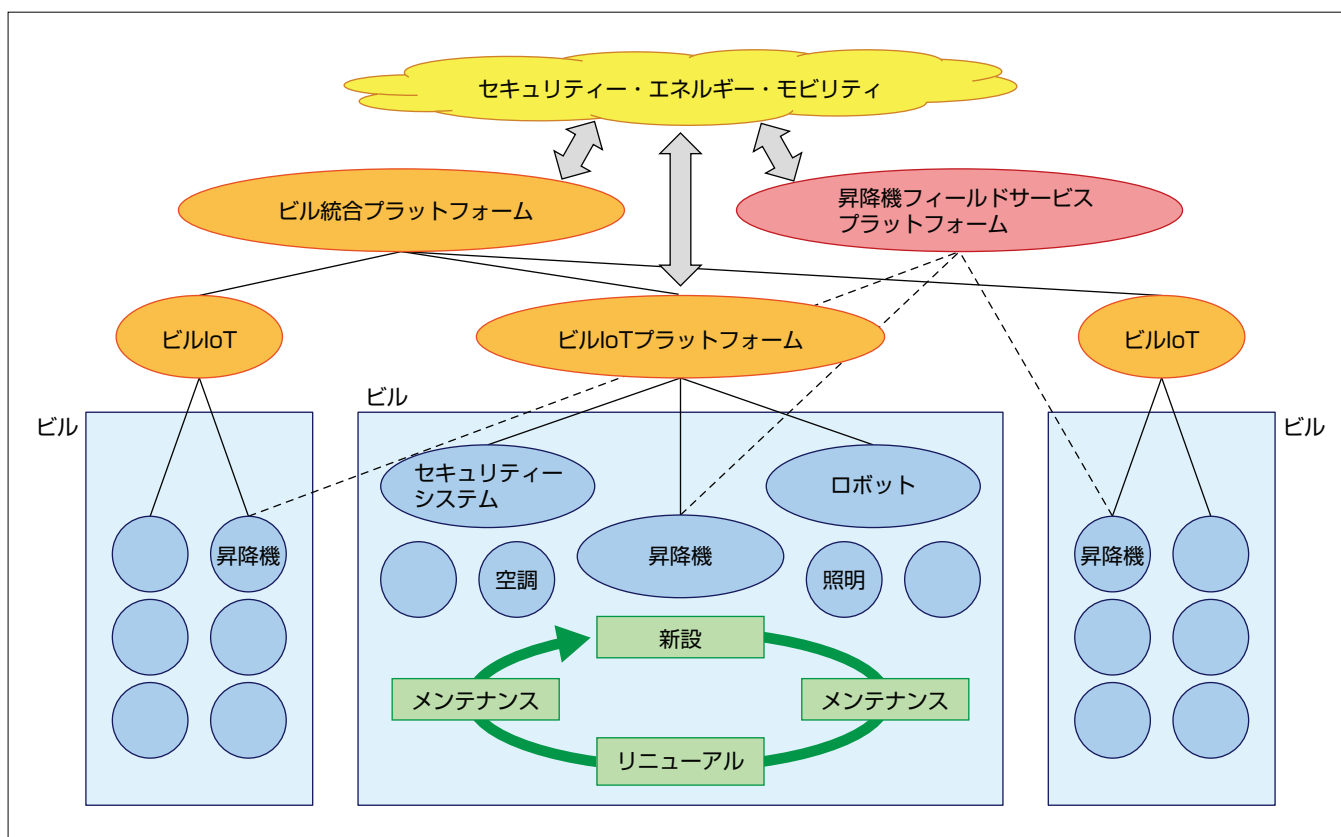
2019年末に確認された新型コロナウイルスは、2020年初頭に瞬く間に世界中に感染が広がり、今もその影響を受けている。昇降機業界も建築計画の遅延・中止、既存のサプライチェーンの停止が起こり、市場規模の縮小やバリューチェーンの組み直しを余儀なくされた。一方で新型コロナウイルスは感染対策としての新たな製品・サービスを創出し、またリモート・オンライン技術を活用したビジネス・ワークスタイルの変化を引き起こす一因にもなった。

また近年はIoT(Internet of Things)やAIなどの情報技術を活用し、それまでは手付かず又はアナログ的な処理を行っていた各種データ処理・管理を、短期的かつ網羅的にを行い、新たなサービスの提供や業務形態の変化による生産性向上への取組みが進んで、今後一層その動きは加速していく。

三菱電機は“安心・安全で快適な昇降機を長く使ってもらう”という、時代は変われど普遍の理念の下、社会の環境変化に向き合って技術開発を推進している。

当社の昇降機の主な最新技術は次のとおりである。

- (1) 新型コロナウイルス感染症対策としての非接触対応ボタンや移動手すり除菌装置等
- (2) 街・建物・人とつながるエレベータークラウドサービス、マルチ電源技術、ロボットとの連携技術等
- (3) 昇降機のリニューアル工事を行わない時間帯は昇降機の利用を可能にするリニューアル工法
- (4) 昇降機の膨大な情報をAI技術を活用して分析し、昇降機の状態変化を高精度に予測する技術等



## 当社のスマートビルソリューション実現に向けた取組み

当社グループは、より良い街づくりに向けてビル内設備の監視・制御・データ解析を行うビル・昇降機のプラットフォームシステムを用いて、利用者・管理者にセキュリティ、エネルギー、モビリティでの安心・安全、快適性、省エネルギー、省人化、無人化などのビルソリューションサービスを提供する。

## 1. ま え が き

昇降機に求められる役割は、ビル施設での縦方向の輸送手段である。世界中の国々で経済の発展とともに都市化が進んで、この基本的な役割を中心に昇降機の技術は進歩・発展を遂げてきた。

現在当社ビルシステム事業はSDGs(Sustainable Development Goals)のうちの四つのゴール達成に向けて、“メンテナンスサポートによる昇降機の安心・安全な利用支援”“昇降機のリニューアルによる安全性、快適性、機能性の更なる向上”“ZEB(net Zero Energy Building)ソリューションによる多様化するビルオーナーニーズへの対応”“人とロボットがビル内で安全に共存するスマートビル実現への貢献”等の取組みを進めている。

本稿では、当社の取組み及び最新の昇降機の市場動向・技術動向を述べるとともに、将来的な動向・展望について述べる。

## 2. 昇降機の市場動向

### 2.1 国内の市場動向

図1、図2は過去5年間の国内新設及びリニューアル工事による昇降機の設置台数を示す。2018、2019年度前半

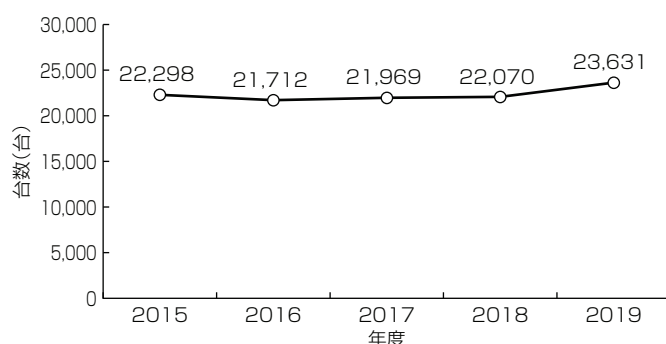


図1. 国内昇降機新規設置台数推移(総計) (1)

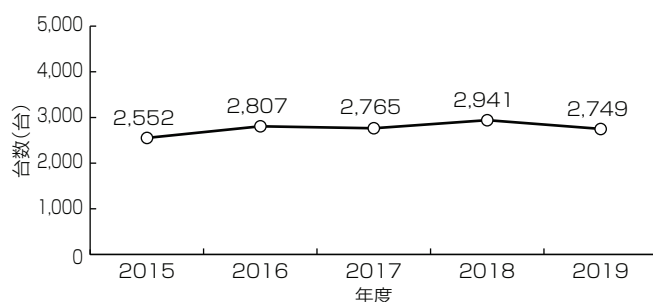


図2. 国内昇降機リニューアル設置台数推移(完全撤去新設及び準撤去新設) (1)

は東京2020オリンピック・パラリンピック開催に向けた特需もあって新設は高い需要レベルで推移していた。しかしコロナ禍の影響によって2019年度後半以降は新設・リニューアル工事共に需要が落ち込み、コロナ禍の影響収束後も新設需要は大きく回復しないことが予想される。コロナ禍によってワークスタイルが変化し、リモートワークを国全体として強く推進しており、都市部を中心にオフィス需要がコロナ禍前の水準には回復しない可能性がある。さらに日本の人口はピークアウトのフェーズに入っており、都市化は加速するものの都市部の人口が爆発的に増加することはなく、環境への取組みも強まって新設着工よりも既設建物の再利用(リニューアル)の動きが強まることが考えられる。

図3に当社昇降機の国内向けの出荷累計台数を示す。設置環境や利用頻度にもよるが、一般的に昇降機のリニューアル時期の目安は設置後20~25年とされている。現在は2000年以前に設置した昇降機がリニューアル工事の対象になっている。1985年以降リニューアル工事の対象台数が急激に増加しており、今後堅調な需要が見込まれる。

### 2.2 海外の市場動向

世界最大の昇降機市場である中国も、2020年度コロナ禍の影響を受けて一時的な落ち込みはあったが、その後の回復は早く最終的には前年度比増の需要になった。2021年度以降需要伸び率は鈍化する見込みであるが、世界市場で7割程度の市場シェアを当面維持するものと推測する。

その他地域についてもコロナ禍の影響を受けて、アジア・中東、欧州、北中南米とも回復には2022年ごろ、又はそれ以降まで時間を要する見込みであり、中国の需要回復の早さが突出している。世界の昇降機新規設置台数の推移を図4に、地域別新規設置台数比を図5に示す。

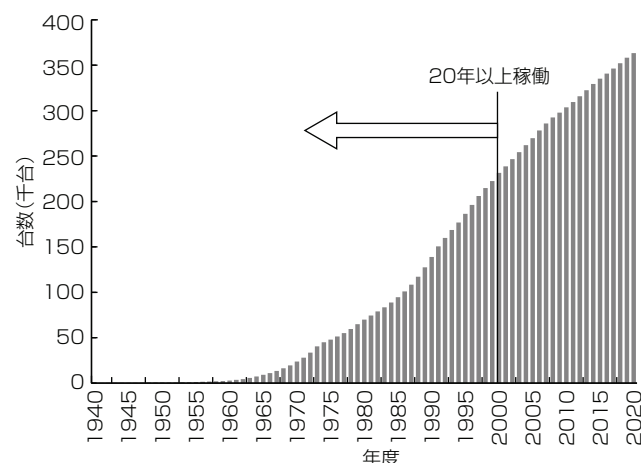


図3. 当社国内向け昇降機出荷台数推移(累計)

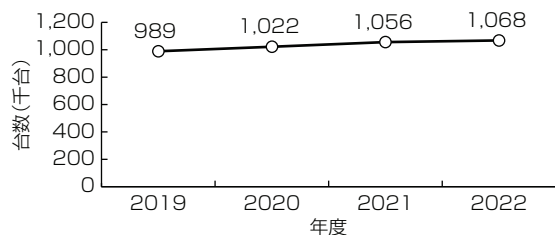


図4. 世界の昇降機新規設置台数推移(総計)  
(当社進出国ベース)

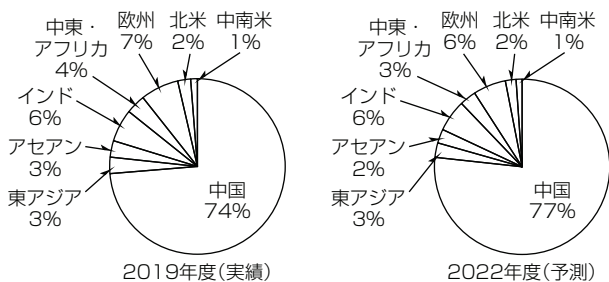


図5. 世界の地域別昇降機新規設置台数比

### 3. 最新技術

#### 3.1 新型コロナウイルス感染症対策

現在も感染拡大が続いている新型コロナウイルスに関して、その対応・動向について述べる。操作盤のボタン類、手すりなどは昇降機を利用するために、また安全の観点から利用者が触れることを前提にした構成になっている。さらに昇降機はエレベーターのかご内のような閉じられた空間での利用、エスカレーターのような大量の輸送手段であるため密な状態での利用形態になる機会が多い。コロナ禍でも昇降機は縦の移動手段として社会に欠かせない存在であり、抗ウイルス対応、非接触や密回避での利用を可能にするサービスの提供が強く求められる。当社としてもこれらの社会ニーズに対応するため、次の内容を中心に製品化に取り組んできた。新型コロナウイルス感染拡大はいまだ収束の目途が立っていないが、今後とも安心して利用できる製品開発に取り組んでいく。

##### 3.1.1 エレベーター操作器具

###### (1) 非接触対応ボタン

図6に示す非接触対応ボタンで、かご・乗場のボタンに



図6. 非接触対応ボタン

触れずに呼出しと行先を登録する。

###### (2) かご・乗場ボタンの抗ウイルス・抗菌施工

かご・乗場ボタンに抗ウイルス抗菌コートやシートを施工する。

##### 3.1.2 エレベーター運行関連

###### (1) スマートフォンサービス

ボタンに触れずにエレベーターの呼出しと行先を登録する。サービスの画面を図7に示す。

##### 3.1.3 エスカレーター移動手すり

###### (1) 移動手すり除菌装置

図8に示す装置を帰路側に設置し、UV(Ultra Violet)-Cによる移動手すり表面の除菌を行う。

###### (2) 抗菌移動手すり

移動手すりに抗菌性材料を使用する。

#### 3.2 街・建物・人とのつながりを意識したエレベーター

2020年10月に機械室レスエレベーターとして“AXIEZ-LINKs”の販売を開始した。この製品は国内向けの標準型エレベーターであるが、従来の昇降機としての位置付けにとどまらず、製品コンセプトである街や建物、人とのつながりを意識し、建物の価値を高めるビルソリューションのコアプロダクトとして次の機能の開発・製品化を進めてきた。

##### 3.2.1 街とつながる機能

暮らしやすい、働きやすい街づくりのために、離れた場所からクラウドサービスで運行サービスを管理する。

###### (1) エレベータークラウドサービス

当社のビル管理システム“BuilUnity(ビルユニティ)”と



図7. スマートフォンサービス

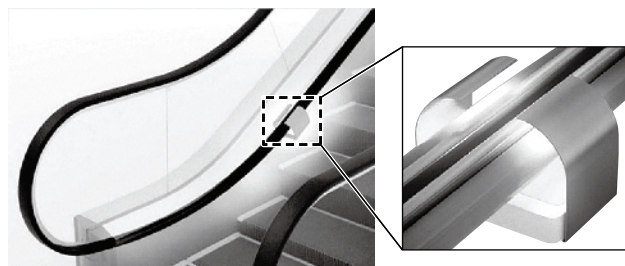


図8. 手すり除菌装置



つながることによって、複数ビルのエレベーターの監視・管理を一括して行うクラウドサービスである。スマートフォンやタブレットが監視盤の役割を果たして、どこからでもエレベーターの状態確認や運行スケジュールの設定が可能である。

## (2) Webサービス

管理者がWeb上でエレベーターの設定を変更することが可能になり、特に複数ビル間の多数のエレベーターで作業を行う場合の作業効率向上を実現した。また作業報告書もWebで閲覧・保管することが可能になり、報告書管理業務の省力化も実現した。

## 3.2.2 建物とつながる機能

建築との調和性、親和性を意識したデザインとともに建物設備と高度な連携を実現した。

### (1) ロボット連携

建物内を移動する自律移動型ロボットと高度に連携するサービスである。当社のスマートシティ・ビルIoTプラットフォーム“Ville-feuille(ヴィルフィーユ)”とつながることによって、ロボットによるエレベーターの自動呼出し、自動乗降を可能にして、フロア間の自由な行き来をサポートする。これからの人とロボットと建物の共存実現を目指す。連携のイメージを図9に示す。

### (2) マルチ電源

エレベーターの通常の電力供給源が不測の事態で断たれた場合に備えて、停電時自動着床装置に加えて、太陽光発電システムや電気自動車からの電源供給によって低速運転や避難運転を可能にするシステムである。マルチ電源対応によるビルBCP(Business Continuity Plan)対策のイメージを図10に示す。

## 3.2.3 人とつながる機能

移動時間、待ち時間を快適に過ごせる空間としておもてなしの心遣いを盛り込んだサービスを提供する。

### (1) “Maisart”群管理

当社のAI技術“Maisart”を適用した複数台のエレベーター

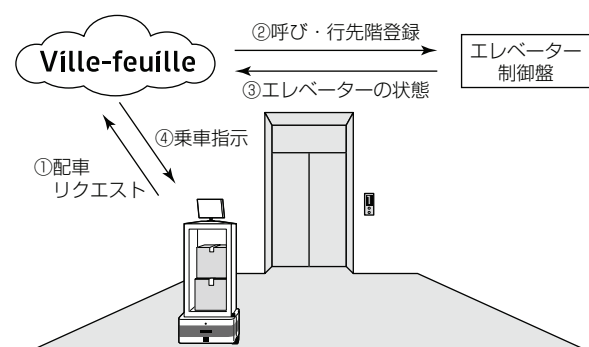


図9. エレベーターとロボットの連携イメージ

ターをコントロールするMaisart群管理は、現在の交通情報からビル内の交通流を予測する。多様なルール群のシミュレーションをリアルタイムに実施・評価し、最適なルール群を選択してスムーズな交通流を実現するエレベーターの配車を行う。Maisart群管理の実施イメージを図11に示す。

### (2) “ヘルスエアー”機能

かご内上部に設置した“ヘルスエアー”機能のユニット内で電界・放電空間をカーテン状に形成することによって、空气中に浮遊する様々な物質、ウイルス、菌、花粉がユニット内を通過することで抑制する。さらにPM(Particulate Matter)2.5除去・脱臭効果によってかご内の空気をいつも清潔に保つことを可能にする。ヘルスエアー機能を図12に示す。

## 3.3 昇降機のリニューアル<sup>(2)</sup>

昇降機は建物の縦移動をサポートする重要な社会インフラ機能を担っており、その役割を継続的に果たすためには

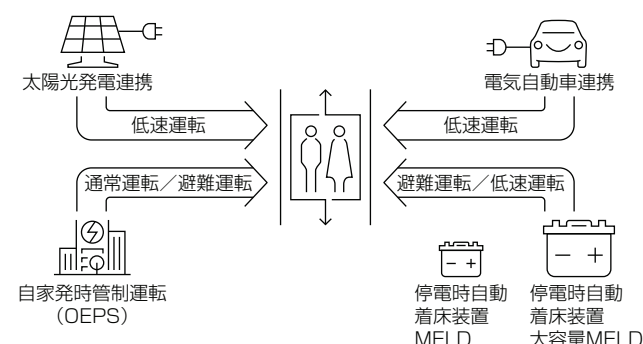


図10. マルチ電源対応によるビルBCP対策のイメージ

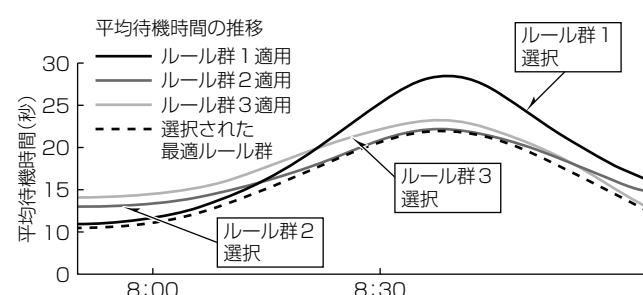


図11. Maisart群管理の実施イメージ

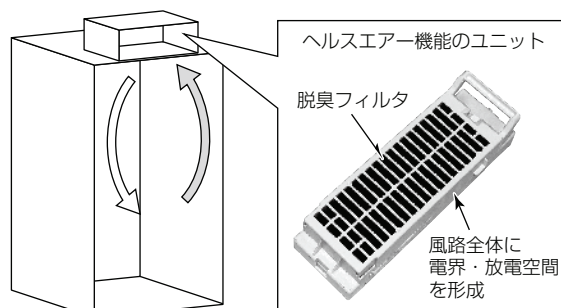


図12. ヘルスエアー機能

メンテナンスを定期的に行う必要がある。しかしメンテナンスを行っても物理的劣化は避けられず、最後には使用限界を迎えることになる。国内で昇降機の法定償却耐用年数は17年とされている。国内での昇降機の有史は100年以上になり、現在約90万台の昇降機が縦の移動インフラとして社会生活の基盤を支えている。耐用年数を超過する前にリニューアル工事を行い、引き続き適正なメンテナンスを行うことでその役割を継続していくことになる。

しかしリニューアル市場の現状として、工事の適齢時期を迎えているにもかかわらず、工事が進んでいない現場が数多く残っている実態がある。工事が進まない主要因の一つとして工事期間中に昇降機の利用ができないことが挙げられる。既存の建物は建物自体が利用中の状況にある。その状況下で昇降機の利用ができなくなることは、建物としての利用価値が著しく損なわれることになり、工事の施工判断を停滞させることにつながっている。

この課題を解決する手段として当社はリニューアル工事メニュー“Elemotion + [ZERO]”をラインアップした。この工事メニューは、新旧の機器を制御できるハイブリッド制御盤によって、工事を行わない時間帯は昇降機の利用を可能にする工法である。

当社の昇降機は国内市場で35万台を超える出荷実績があり、今もその多くが稼働を続けている。建物の縦の移動手段としてその役割を果たし続けるためにリニューアル工事が適切に行われるよう、今後ともメニューの充実化を図り、適切な提案を行っていく。

### 3.4 情報技術を活用した昇降機サービス<sup>(3)</sup>

近年の情報技術の進化は目覚ましいものがあり、多くの産業分野で情報技術を活用したサービスや業務の変革(DX(Digital Transformation)化)が広がっている。昇降機業界も例外ではなく、情報技術を活用した各種取組みがなされている。次に当社ビルシステム事業での取組みの一部を述べる。

以前から通信技術やセンシング技術を用いて、昇降機の状態監視や外部との情報共有、さらにはそれら情報を用いた動作管理、例えば火災や地震情報に基づく火災・地震管制運転等を展開してきた。また保安全管理では遠隔監視によって作業員が現場で行う作業を自動化することで作業の省人化・無人化を図ってきた。

その後各昇降機を個別に運行制御を行う機能のパーソナライズ化、その作業を遠隔で行う遠隔運行制御へとサービスのステージは進んだ。またデータ管理も通信技術の進歩に伴ってクラウド上での管理へと変遷してきている。

現在は更にその先を見据えた取組みを始めている。昇降機の各種情報を一元管理し、AI技術を活用してその膨大

な情報の分析を行い、各昇降機の将来での状態変化を時間軸とセットで精度高く予測する取組みを行っている。この取組みが実現すると各昇降機の使用状況・環境に応じた緻密な保安全管理を行うことが可能になる。例えば各機器の劣化予測をして、適正な機器交換時期を推測し、計画外の昇降機の機能不全を防止する保守行為が可能になる。建物自体の非稼働時間帯等に部品交換を含めた機能維持修理を行い、通常時の機器故障によるサービス停止を防止できることに加えて、保守を行う側にとっても計画に基づいた保安全作業を行うことが可能になり、不要な出勤機会を削減できる。

ここからは更にその先として求められる内容になるが、昇降機を含めたビルシステム・設備の自律化実現に向けた取組みに移っていくものと思われる。既にその実現に向けた取組みは始まっており、例えばロボットと昇降機の連携が挙げられる。世の中は既にロボット技術を活用し、社会課題の解決やより良い社会の実現に向けた取組みが進められている。高齢化社会が一層進む日本で、労働人口不足の解消は非常に重い課題であり、国レベルでも超高齢化社会での日本の目指すべき社会として、①自律的な移動を可能とする安心・安全な社会の実現、②自律的に稼働するロボット産業機械を活用し、生産性を確保し、持続的に成長する経済の実現を掲げて、“自律型モビリティ社会”の実現に向け各施策を進めている。当社としても単なる建物の設備の枠にとどまらず、街や建物、人とつながり、誰もが住みよいビルソリューションの提供を進めていく。

## 4. む す び

当社は“持続可能性”と“安心・安全・快適性”が両立する豊かな社会の実現に向けて、多様化する社会課題を“モビリティ”“ライブ”“インフラ”“インダストリー”の四つの領域でグループ内外と連携し、統合ソリューションの提供を推進している。当社ビルシステム事業も“メンテナンスサポートによる昇降機の安心・安全な利用支援”“昇降機のリニューアルによる安全性、快適性、機能性の更なる向上”“ZEBソリューションによる多様化するビルオーナーニーズへの対応”“人とロボットがビル内で安全に共存するスマートビル実現への貢献”等を中心に活力とゆとりある社会の実現に向けてビル統合ソリューションのプロバイダとしての取組みを一層推し進めていく。

### 参 考 文 献

- (1) 一般社団法人 日本エレベーター協会：2019年度昇降機設置台数等調査結果報告(2020)  
[https://www.n-elekyo.or.jp/about/elevatorjournal/pdf/Journal30\\_01.pdf](https://www.n-elekyo.or.jp/about/elevatorjournal/pdf/Journal30_01.pdf)
- (2) 荒木博司：昇降機の最新技術と将来展望、三菱電機技報、88, No.3, 164~168 (2014)
- (3) 石井周作：三菱電機のスマートビルソリューション、三菱電機技報、94, No.5, 264~268 (2020)

## 街・建物・人をつながる三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs”

木暮秀聡\*  
Hideaki Kogure

齋藤陽介\*  
Yosuke Saito

濱田朗充\*  
Akimitsu Hamada

石川純一郎\*  
Junichiro Ishikawa

Mitsubishi Machine-room-less Elevator "AXIEZ-LINKs" Connected to Towns, Buildings and People

### 要 旨

ビル内の縦移動のインフラとしての価値、ビルソリューションのコアプロダクトとしての価値を高めた三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs(アクシーズリンクス)”の販売を2020年10月から開始した。AXIEZ-LINKsはこれまで市場で好評を得ている“AXIEZ”から機能を引き継ぐ一方で、新たに、“街・建物・人をつながるエレベーター”という製品コンセプトに基づいて機能を拡充している。

今回新たに開発をした、BCP(Business Continuity Plan)対応を可能にするマルチ電源及び運行効率向上を実現するクイックドアシステムとセンシングドアシステムについて、特長を次に述べる。

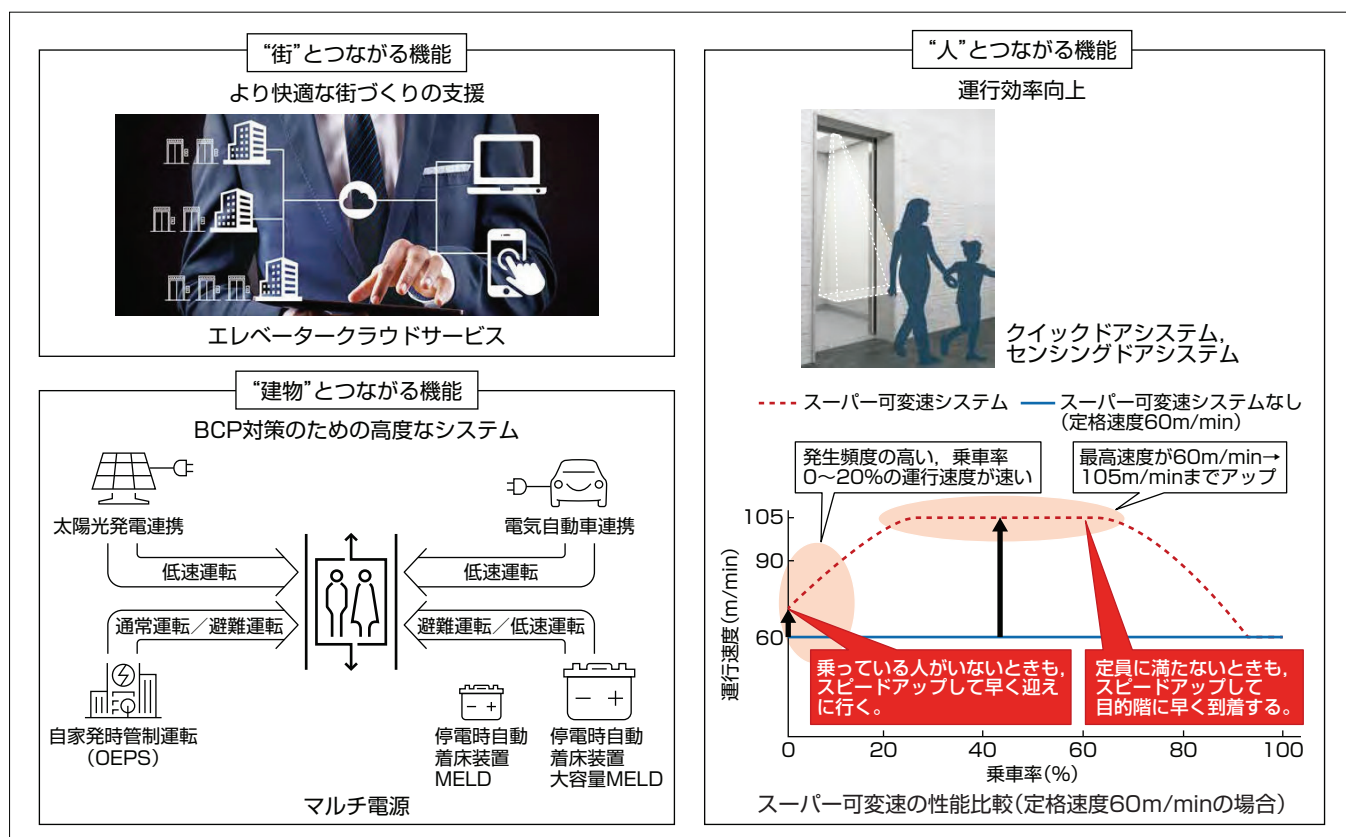
#### (1) マルチ電源

建物とつながるエレベーターという製品コンセプトの中

で、通常の商用電源が供給される建物で、不測の事態によって商用電源の供給が滞った場合にも様々な電源設備と接続することでエレベーターの継続稼働を実現する三つの新たなオプションとして、停電時自動着床装置大容量“MELD(メルド)”，太陽光発電連携，電気自動車連携を実現した。

#### (2) 運行効率向上の実現

人をつながるエレベーターという製品コンセプトの中で、より早く、安心・安全な移動の提供に向けて、戸開時間を短縮したクイックドアシステム，無人検知センサによる戸開待機時間を削減したセンシングドアシステムと，以前から適用されてきたスーパー可変速システムとを組み合わせることで，輸送能力及び待ち時間の改善を実現した。



### AXIEZ-LINKsの製品コンセプトを担う機能

AXIEZ-LINKsの製品コンセプトは、“街・建物・人をつながるエレベーター”である。“街”とつながる機能では、スマートフォンなどからエレベーターを監視・制御できるエレベータークラウドサービスを実現している。“建物”とつながる機能では、BCP対策のために商用電源喪失時のエレベーターの継続稼働を可能にするマルチ電源を実現している。“人”とつながる機能では、クイックドアシステム，センシングドアシステム，スーパー可変速システムを組み合わせることで，輸送能力及び待ち時間の改善を実現している。



## 1. ま え が き

ビル内の縦移動のインフラとしての価値、ビルソリューションのコアプロダクトとしての価値を高めた三菱機械室レスエレベーターAXIEZ-LINKsの販売を2020年10月から開始した。AXIEZ-LINKsは“街・建物・人につながるエレベーター”を製品コンセプトにしたエレベーターとして、現行機種のAXIEZから機能面及び安心・安全面を大幅に向上させている。

本稿では、AXIEZ-LINKsで実現した建物及び人につながる機能及び特長について述べる。

## 2. 製品コンセプトと機能

AXIEZ-LINKsはこれまで市場で好評を得ているAXIEZから機能を引き継ぐ一方で、新たに、“街・建物・人につながるエレベーター”という製品コンセプトに基づいて機能を拡充している。AXIEZ-LINKsの主な機能は次のとおりである。

### (1) 街とつながる機能

より快適な街づくりの支援として、スマートフォンやタブレットからエレベーターを監視・制御できるエレベータークラウドサービスやバリアフリー化推進等を実現している。

### (2) 建物とつながる機能

最新のトレンドを取り入れた、建築と連続性のあるデザインとともに、建物設備と高度に連携できるエレベーターとして、BCP対応を可能にするマルチ電源、建物への自走式サービスロボット導入を可能にするロボット連携等を実現している。

### (3) 人につながる機能

より早く快適で、安心・安全な移動を提供する機能として、輸送能力を改善し、待ち時間を削減する運行効率向上機能になるクイックドアシステム、センシングドアシステム等を実現している。

## 3. マルチ電源

建物とつながるエレベーターの製品コンセプトに基づいて、大規模地震や広域災害などの緊急時にも、エレベーターに関連する被害を最小限に抑えるための予防対策と、被害が発生した場合の体制や緊急時の行動を定めて、BCP対策の強化に取り組んでいる。BCPへの貢献として、通常の商用電源が供給される建物で、不測の事態によって商用電源の供給が滞った場合にも様々な電源設備との接続によってエレベーターの継続稼働を実現する三つの新たな

オプション、停電時着床装置大容量MELD、太陽光発電連携、電気自動車連携を追加した(図1)。

また、通常の交流電力の受電に代わって、建物内の省エネルギー化や蓄電池利用によるBCP強化を図ることが可能になる直流配電システムが建物に採用され始めており、直流配電システムに対応するために直流電力が受電可能なエレベーターを開発した。

### 3.1 停電時自動着床装置大容量MELD

通常機械室レスエレベーターの制御盤には停電時自動着床装置MELDを搭載している。停電が発生した場合、電源をMELDが持つ小型蓄電池に切り替えて、低速走行することで、乗客閉じ込めの発生を防ぐことができる。その際、小型蓄電池では電力容量に限りがあるため、回生方向にある最寄り階へ低速走行することで、最小限のサービスの実現を行っている。

一方で今回新たに開発した停電時自動着床装置大容量MELD(以下“大容量MELD”という。)オプションでは従来のMELDに比べて大型蓄電池を採用しているため、力行方向に最大40m程度の走行が可能という特長を生かして、停電時にロビーなどの帰着階まで低速走行させることが可能になる。大容量MELDでは大型蓄電池を採用しているが、昇降路内に設置を行うことで、建物側に新たにスペースを確保する必要がない点もメリットになる。

### 3.2 太陽光発電連携

BCPの観点から、長時間停電に備えて蓄電池を設置してエレベーターに電力を供給するビル・マンションが増えてきており、太陽光発電連携オプションでは建物側に設置された、太陽電池、蓄電池及び変換器から構成される太陽光発電システムからエレベーターに電力を供給する。

商用電源が停電した際に、このシステムの太陽電池又は蓄電池から供給される電力で、低速運転でのサービス継続を可能にする。このシステムは商用電源が停電した状況でも太陽電池によって発電する手段を持つため、MELDに

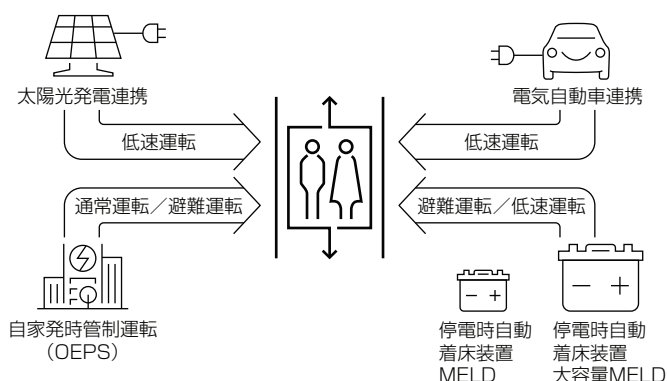


図1. マルチ電源対応によるビルBCP対策



比べてより長時間の電源バックアップを可能にしている。

また、このシステムから供給される電力は商用電力に比べて小さいため、エレベーターはこのシステムと電源状態をやり取りすることで、状況に合わせた運転を可能にしている。

### 3.3 電気自動車連携

国内での大規模停電等で、電気自動車が非常用電源として活用される場面が増えている。電気自動車連携オプションでは建物側に設置された、電気自動車、建物側蓄電池及び変換器から構成される電気自動車連携システムからエレベーターに電源を供給する。

このシステムは太陽光発電システムと異なり、建物側蓄電池の一部を電気自動車の蓄電池で代替しているため、費用を圧縮できる点に優れている。また、大規模停電が発生した際に非停電地域から充電済みの電気自動車を持ってくることで、非常用電源を確保できる。

商用電源が停電した際に、このシステムから供給される電力によって、低速運転でのサービス継続を行う。また、このシステムはMELDに比べて、長時間の電源バックアップを可能にしている。

太陽光発電連携オプション同様に、このシステムから供給される電力は商用電力に比較して小さいため、エレベーターはこのシステムと電源状態をやり取りすることで、状況に合わせた運転を可能にしている。

### 3.4 直流受電対応

建物での電力変換による損失を回避するために建物内の電源供給を直流化し、一般的な交流受電時と比較してトータルでの電力変換回数を削減することで、建物内の省エネルギー化や蓄電池利用によるBCP強化を図ることが可能になる次世代の配電システムが登場している。

AXIEZ-LINKsでは三菱スマート中低圧直流ネットワークシステム“D-SMiree”から供給される直流電力の受電が可能なエレベーターを開発している。この構成で、エレベーターが走行する際に発生する回生電力は直流配電システムに戻す構成にするため、回生電力は直流配電システム内の負荷機器で使用し、さらに余ったエネルギーは蓄電池に充電することで、無駄なくエネルギーを利用できる。直流受電のエレベーターは一般的な交流受電のエレベーターと比較して電力変換回数が減るため、省エネルギー化が期待できる<sup>(1)</sup>。

## 4. 運行効率向上の実現

人につながるエレベーターの製品コンセプトに基づいて、より早く、安心・安全な移動の提供に向けて、エレベーター

の運行効率向上に取り組んでいる。従来機種ではスーパ可変速システムによる運行速度の最適化やΣAI群管理システムによる複数台のエレベーターをコントロールし、配車台数やタイミングの制御を行うことで、運行効率向上を実現している。

AXIEZ-LINKsでは更なる運行効率向上を図るため、クイックドアシステムとセンシングドアシステムを新たに開発し、輸送能力及び待ち時間の改善を図った。

### 4.1 クイックドアシステム

以前からドアシステムには高い安心・安全の提供が要求される一方で、ドア開閉による待ち時間の短縮と迅速かつ静粛で滑らかなドア開閉制御を行い、エレベーターの輸送能力を向上させることが求められてきた。

ドアの開閉時間を短縮した場合、開閉時の音や戸揺れが大きくなるといった課題があり、静粛で滑らかなドア開閉制御との両立が難しく、これまで実現されてこなかった。

AXIEZ-LINKsでのクイックドアシステムではかごの戸と乗場の戸が動き出すタイミングを最適に制御し、すぐに戸開加速することで、戸開時間を短縮している。また、ドアシステムに対して詳細な振動モデルを製作し、戸速による適切な振動抑制制御を追加した。これによって、戸開閉時間を短縮しても戸揺れを低減可能な制御構成になり、安全かつ静粛で滑らかなドアシステムを実現している。さらに、エレベーターが着床する直前に戸開動作を開始することで、乗客の乗り降りをスムーズに開始できる。

このシステムは基本仕様として搭載され、従来の静粛で滑らかなドア開閉制御を保ちつつ、輸送能力について従来機種比最大13.8%向上を実現している。

### 4.2 センシングドアシステム

#### 4.2.1 概要

従来機種では、停車階で戸を開けた後、一定時間戸開状態で待機していた。そのため、乗客が全員降車し、乗場に乗り込み客がいない状況でも一定時間は戸開待機するため、他階での待機客に待ち時間が発生していた。

AXIEZ-LINKsでのセンシングドアシステムでは、かご側から乗場側へ向けた無人検知センサを搭載した。乗場を広域にわたって感知可能なセンサをかごに搭載することで、乗場の無人を能動的に認識することが可能になり、安全性を確保したまま素早く戸閉開始できる(図2)。

これによって、停車した階の乗場に乗車する人がいない場合に、扉を早く閉め始めることで無駄な待機時間を削減し、運行効率の向上を実現している。



図2. センシングドアシステムの動作

#### 4.2.2 無人検知センサ

無人検知センサとして、TOF(Time of Flight)方式を利用した距離画像センサを活用した。一定周期で乗場の状態を取得し、検知範囲内に進入した人を検出する。

同類の検知手段として、カメラを活用した検出方式が一般的に普及している。TOF方式はカメラ方式に比べて次に挙げる利点があることから、エレベーター用途に合致するため、このシステムではTOF方式のセンサを採用した。

- (1) 赤外線を能動的に発光し、その反射光を利用して検出しているため、外乱光との切り分けが可能であり、カメラのような受動的に観測する方式に比べて外乱に強い。
- (2) 距離を測定しているため色の影響を受けにくく、様々な背景(乗場意匠)と状況での人の検出が比較的安定して行える。

#### 4.3 スーパー可変速システム

スーパー可変速システムは乗車率に応じて最適な最高速度を提供し、乗車時間の短縮や待ち時間の改善を実現する<sup>(2)</sup>。乗車率に対応して加速度も上げるため、走行距離が短い移動でも、乗車時間を短縮することが可能になる。また、このシステムを実現するに当たって、かごとおもりのバランスの最適化を図ることで、空かごや一人乗りの状態でも高速化を実現している。

図3に定格速度60m/minの場合のスーパー可変速システム適用有無での性能比較を示す。スーパー可変速システム適用時には乗車率に対応して運行速度が決定され、最高速度は105m/minまで上昇することが分かる。

このシステムを適用した場合、待ち時間を最大22%短縮でき、乗車時間を最大32%短縮できる。

#### 4.4 改善効果

AXIEZ-LINKsでの運行効率の改善効果を図4に示す。クイックドアシステム、センシングドアシステム、スーパー可変速システムを組み合わせることで、輸送能力を

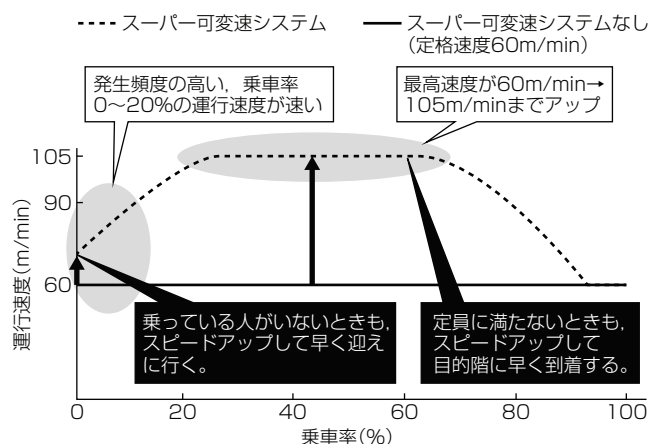


図3. スーパー可変速の性能比較(定格速度60m/minの場合)

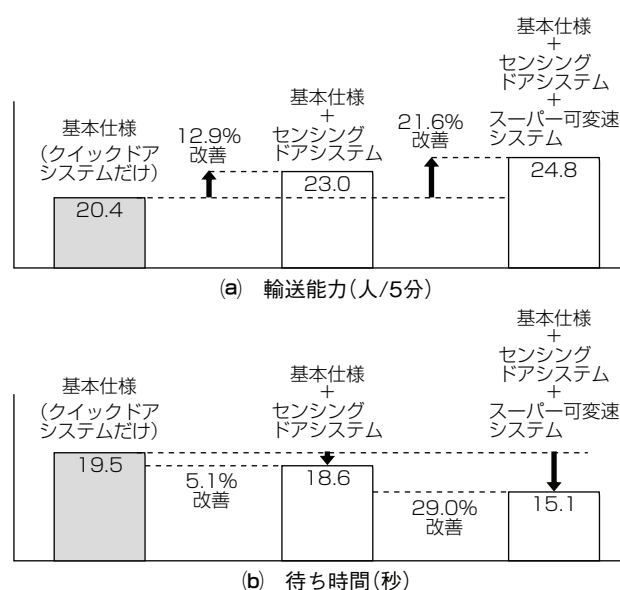


図4. AXIEZ-LINKsでの運行効率の改善効果

最大21.6%、待ち時間を最大29.0%改善できる。これらによって、ビル利用者に対するサービスを向上させることで、建物の価値を高めることができる。

## 5. む す び

AXIEZ-LINKsで“街・建物、人とつながるエレベーター”という製品コンセプトの下に実現したマルチ電源及び運行効率向上に貢献する機能と技術について述べた。今後も顧客満足が得られる製品開発に取り組むとともに、社会及び市場のニーズに合致したエレベーターを世の中に提供していく。

#### 参考文献

- (1) 木暮秀聡：エレベーターにおける電力回生技術，省エネルギー，72，No.9，41～44（2020）
- (2) 荒木博司：昇降機の最新技術と将来展望，三菱電機技報，88，No.3，164～168（2014）

# 三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs”の建物と人につながるデザイン

垂石圭悟\*  
Keigo Taruishi  
小川英之\*  
Hideyuki Ogawa  
山崎 剛\*  
Takeshi Yamazaki

中村圭利\*  
Keito Nakamura  
相川真実\*  
Masami Aikawa

*Design Connected to Buildings and People  
for Mitsubishi Machine-room-less Elevator "AXIEZ-LINKs"*

### 要 旨

近年の建築や技術開発動向及びコロナ禍を受けて、三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs”は、“街・建物・人につながるエレベーター”を製品コンセプトに据えて開発した。

AXIEZ-LINKsのデザインコンセプトは“建物と人につながるエレベーター”と設定し、建築の照明様式を取り入れた天井、最新の建築デザインテイストと調和する新規面材を取り入れて、その最適組合せによるかご室空間コーディネートの実現した。視認性を高めて、より情報量の多い大型インジケータを採用したかご操作表示器具、

登録階、停止階が視認しやすい停止階床表示、建築内部のガラスと調和する乗場操作表示器具やボタンなど、意匠と機能の両面で建築とのシームレスな移動体験を提供する製品を市場投入した。

また、かご内の空気清浄力を向上させるヘルスエアー機能を標準搭載とし、ボタンに触れずに呼びや停止階を登録できる非接触対応ボタン及び手すりやボタンへの抗ウイルス／抗菌仕様をラインアップするなど、新型コロナウイルスの感染拡大に伴うエレベーターへの安心・安全に対するニーズも考慮した製品としている。



新意匠かご室



ヘルスエアー機能



停止階床表示



非接触対応ボタン

### 三菱機械室レスエレベーター“AXIEZ-LINKs”の新デザインと新機能

国内向け機械室レスエレベーターAXIEZ-LINKsで投入した新意匠かご室、ヘルスエアー機能、停止階床表示、非接触対応ボタンを図に示す。



## 1. ま え が き

近年のIoT(Internet of Things)・AIによるセンシングやサービス活用の伸展や、先進国を中心とした少子高齢化も相まって、生産性向上のための業務革新があらゆる業種で加速している。三菱電機が製造する建築設備も建物やその先のスマートシティを見据えて、データやサービスとの連動要求が高まっており、今後も加速していくと考えている。そのような時代に適したエレベーターのデザインを検討していくに当たって、以前から実施している国内外の建築家や設計事務所との意見交換やデザイントレンドの現地調査に加えて、今後エレベーターや建築、日常生活に影響を及ぼす技術開発動向の調査を実施し、エレベーターに関わる全てのフェーズでの関係者(施主、発注者、製造・据付け・保守・モダニゼーション担当者、乗客)の体験価値を改めて確認した。

その上で、機械室レスエレベーターAXIEZ-LINKsで必要とされるデザインは、心地よい空気のような空間づくりと定義し、“建物と人をつなげるエレベーター”をコンセプトとして、製品を構成する各機器のデザインを見直して、建築意匠との連動性を意識した推奨の組合せ提示が可能な製品ラインアップにした。

本稿ではデザインのコンセプトを述べるとともに、新デザインと新機能について述べる。また、コロナ禍での空気衛生や非接触、抗ウイルスのニーズに対応し、エレベーターの安心・安全を訴求する製品ラインアップ拡充について述べる。

## 2. 新デザイン<sup>(2)</sup>

### 2.1 デザインコンセプト

“建物と人をつなげるエレベーター”のデザインコンセプトを明確に顧客に伝えるため、様々な建築デザインに調和する、建築デザインのトレンドや代表的な建築様式を取り入れてトータルコーディネートした四つのデザインスタイルを次のように設定した(図1)。

- (1) LUXURY : 装飾ではなく豊かな表面仕上げで魅せる高級感ある空間
- (2) NATURAL : 優しい木の素材感を生かした、自然派のスタイル
- (3) COMFORT : 心地よい温かみのある印象で包まれる、すっきりしたデザイン
- (4) MODERN : ノイズのないシンプルなラインが美しい都会的なスタイル



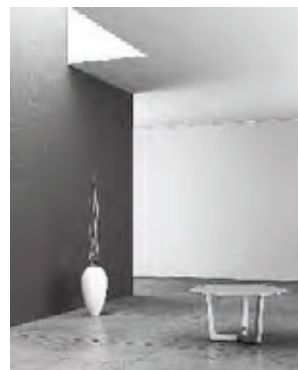
LUXURY



NATURAL



COMFORT



MODERN

図1. 四つのデザインスタイル

### 2.2 か ご 室

壁や天井の面材と照明の組合せの最適化によって、かご室全体でのトータルコーディネートを創出した。四つのデザインスタイルを基調に、建築デザインと調和する空間づくりによって、建築とのつながりを実現している(図2)。

#### 2.2.1 天 井

建築デザインで広く用いられる照明方式を取り入れた天井“DL5(コーブ照明方式)”“DL6(コーニス照明方式)”を新たに開発した。最小限の部品構成によって、極力シンプルなデザインとした。

間接光の反射する面材に白色マット調(艶消し)の化粧銅



図2. 建築と乗場・かご室の連続性



板を採用し、光の拡散効果とむら軽減を両立させて、細やかな光の演出を実現した。DL5天井では天井中央部への間接光で高く開放的なかご内空間、DL6天井では壁面への間接光で包まれるような上質なかご内空間の演出が可能になった(図3、図4)。

壁面の木目調化粧鋼板やステンレスミラー材を天井にも合わせて適用できるようにするなど、様々な意匠への要望にも対応するデザイン組合せをラインアップした。

照明器具はデザイン性と必要照度を両立させ、主照明と停電灯の兼用が可能な種類や形状に見直した。

この取組みが評価され、2020年グッドデザイン賞、IAUD (International Association for Universal Design)国際デザイン賞金賞を受賞するなど、高い評価を得ている。

## 2.2.2 壁

塗装は色ごとに最適な艶を選定した。化粧鋼板にも明るい木目や凹凸のあるマット調の柄をラインアップに追加した。正面壁に上質なシート材や化粧鋼板を使用し、両側面壁と素材や柄を変えることで、“ぬくもり感”や“素材感”を際立たせた格調高いインテリアを提案している。手すりには強化木を採用して外径をスリム化し(図5)、上部平面鏡は



図3. DL5(コブ照明方式)天井のかご室組合せ例

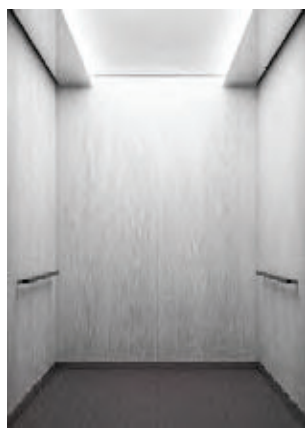


図4. DL6(コーニス照明方式)天井のかご室組合せ例



従来の凸面鏡から図6に示すようにかごのデザインに沿う矩形(くけい)状にするなど、各機器の形状や質感にもデザインの統一感を持たせることで、かご室空間全体の質感向上を実現した。

## 2.3 操作表示器具

### 2.3.1 かご操作盤

かご操作盤のインジケータは10.1インチLCD(Liquid Crystal Display)とした。停止階の登録状況や停止階までの停止回数などをインジケータに表示することで、操作盤をのぞき込むことなく、混雑時でもボタンで登録した階を簡単に確認でき、かご内の動きが制限される車いす利用者の視認性も向上させた(図7、図8)。

インジケータ表示画面はカラーユニバーサルデザイン認証を取得した色調によって、色覚の個人差を問わず多くの人に見やすい表示画面にした。かご室カメラ／保守サービス表示画面は、エレベーター運行情報とシームレスに分割表示可能なデザインにした。

車いす利用者だけでなく様々な利用者が使いやすい横長車いすかご操作盤を採用し、ビル用途を問わず適用可能なものにした(図9)。



図5. 手すり強化木



図6. 上部平面鏡

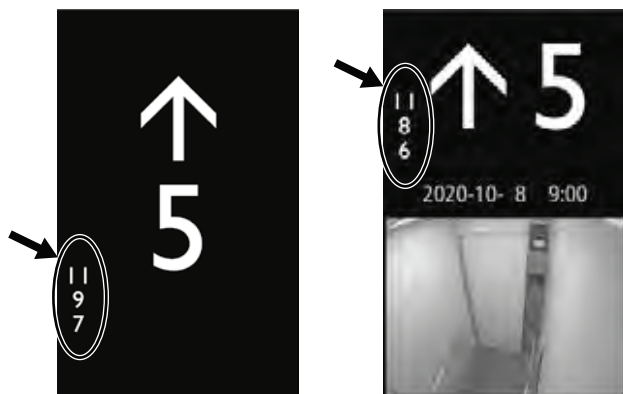


図7. 10.1インチLCDインジケータと停止階表示(矢印部)の例



図10. ガラス調フェースプレート

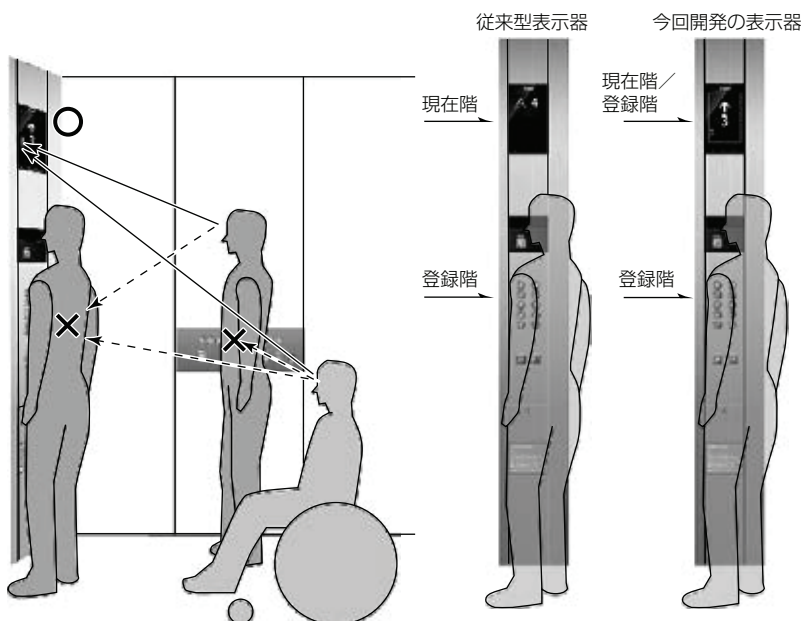


図8. 停止階表示の視認性向上



図9. 横長車いすかご操作盤

### 2.3.2 乗場操作表示器具

ガラス調フェースプレートによる色調バリエーションを追加した。ガラスを使った建築空間と調和するように、フェースプレート表面は光沢があり、耐傷性のある樹脂材料を選定し、器具全体の色味が一致するように透過率を調整したフェースプレートにした(図10)。

ステンレス材への酸化被膜加工によって、金属感ある黒色を実現したボタンや、点字名板も黒色にするなど一体感のあるデザインにした。

## 3. 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 対応

### 3.1 ヘルスエアー機能<sup>(3)</sup>

当社が建築設備向けに既に市場投入している空気清浄技術“ヘルスエアー”をエレベーター向けにも水平展開し、コロナ禍でのエレベーターに対する安心・安全を訴求するため、ヘルスエアー機能を標準適用とした。ヘルスエアーは、リボン状の放電電極に5～6kVの電圧を印加して電界強度を高めて、通風路の広範囲に放電空間を形成することで、流通する空気に含まれる物質に効率的に電荷を付与する仕組みであり、ウイルス・菌・花粉・PM(Particulate Matter)

2.5等の粉じんを静電気力で捕集する(図11)。また、デバイス内部に捕集する効果と合わせて、ウイルスや菌を99%以上抑制し、花粉などのアレル物質も抑制する。またマイナス電極側に捕集する効果を合わせて、ウイルスや菌を99%以上抑制・不活化し、花粉などのアレル物質を抑制する。また、フィルタによる脱臭効果も持つ。

評価は25m<sup>3</sup>の密閉空間にこの機能を実装し、1種類のウイルスを浮遊させ、一定時間後の試験空間内の空気を回

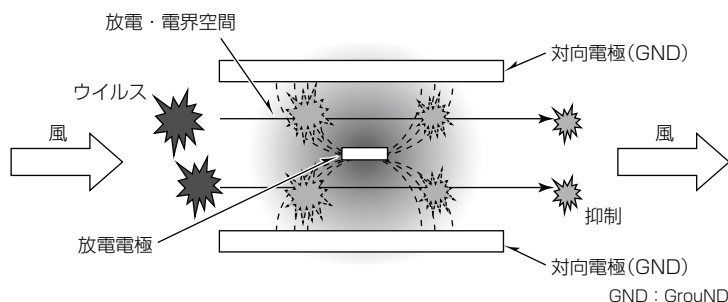


図11. ヘルスエアーの原理

収し、その中のウイルスをプラーク法で測定した。ヘルスエアー機能のイメージを図12に示す。

### 3.2 非接触対応ボタン

非接触でのボタン操作が可能な非接触対応ボタンを投入した(図13)。静電容量方式を用いた非接触検知とすることで、ボタンや操作盤上に検出用の穴や窓を設ける必要性がなく、意匠性に優れた非接触対応ボタンを実現した。また手袋着用時も手袋の色を問わずに操作することを可能にした。

### 3.3 抗ウイルス／抗菌フィルムとコーティング

エレベーター利用時に触れる可能性の高い機器に、抗ウイルス／抗菌処理を施した。クリスタルボタン(フラット文字)等の表面が滑らかな部品にはフィルムを適用した。銅化合物によって効果を発揮するこの機能は、SIAA(一般社団法人 抗菌製品技術協議会)抗ウイルス／抗菌

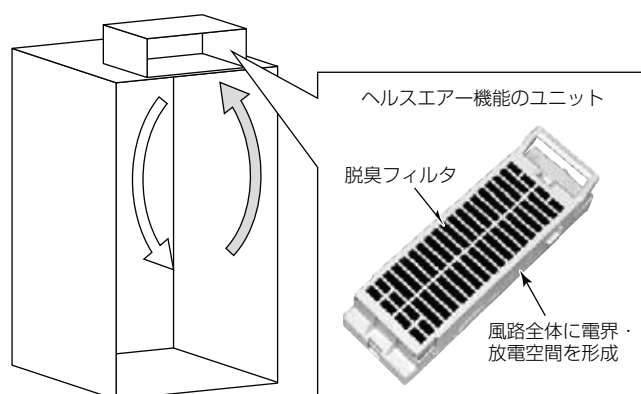


図12. ヘルスエアー機能のイメージ図



図13. 非接触対応ボタン



図14. SIAA抗ウイルス／抗菌加工の認定

加工の認定を取得(SIAAコード: JP0612075X0001D, JP0122075X0063H(どちらもエレベーター操作表示器具として取得))しており、安全性(急性経口毒性・皮膚への刺激性・変異原性・皮膚感作性)・抗ウイルス／抗菌性能(ISO21702法, ISO22196法による)の基準に適合している(図14)。

ステンレスクリックボタン(凸文字)等の表面形状に凹凸を持つ部品にはコーティングを適用した。対象機器に応じてフィルムとコーティングを使い分けることで、品質、意匠性、生産性の最適化を実現した。

## 4. む す び

三菱機械室レスエレベーターAXIEZ-LINKsのデザインコンセプトである“建物と人につながるエレベーター”を実現するデザイン及び新型コロナウイルスへの対応を述べた。今後も感染症対策の要求は続くことが予想され、操作性や機能の向上が求められていくとともに、働きやすさや住みよさ、その建物を訪れることでの体験価値をどのように上げられるのかが求められていくと考える。

当社が掲げる“持続可能性”と“安心・安全・快適性”が両立する豊かな社会に貢献する企業であり続けるため、今後も人に寄り添って最適な昇降体験の意味的価値を提供できるように開発を進める。

## 参 考 文 献

- (1) 稲田雅之, ほか: 標準型エレベーター“AXIEZ”の仕様拡充, 三菱電機技報, 92, No.9, 502~505 (2018)
- (2) 杉浦博明, ほか: ユーザーエクスペリエンスをデザインする, 三菱電機技報, 88, No.7, 382~386 (2014)
- (3) 古橋拓也: “ヘルスエアー”技術による微生物抑制, 三菱電機技報, 94, No.10, 606~609 (2020)



# 機械室レスエレベーターの新機器構成

New Equipment Configuration of Machine-room-less Elevator

島林啓太\*  
Keita Shimabayashi

山本幸弘\*  
Yukihiro Yamamoto

大山雄一\*  
Yuichi Oyama

谷 佳典\*  
Yoshinori Tani

## 要 旨

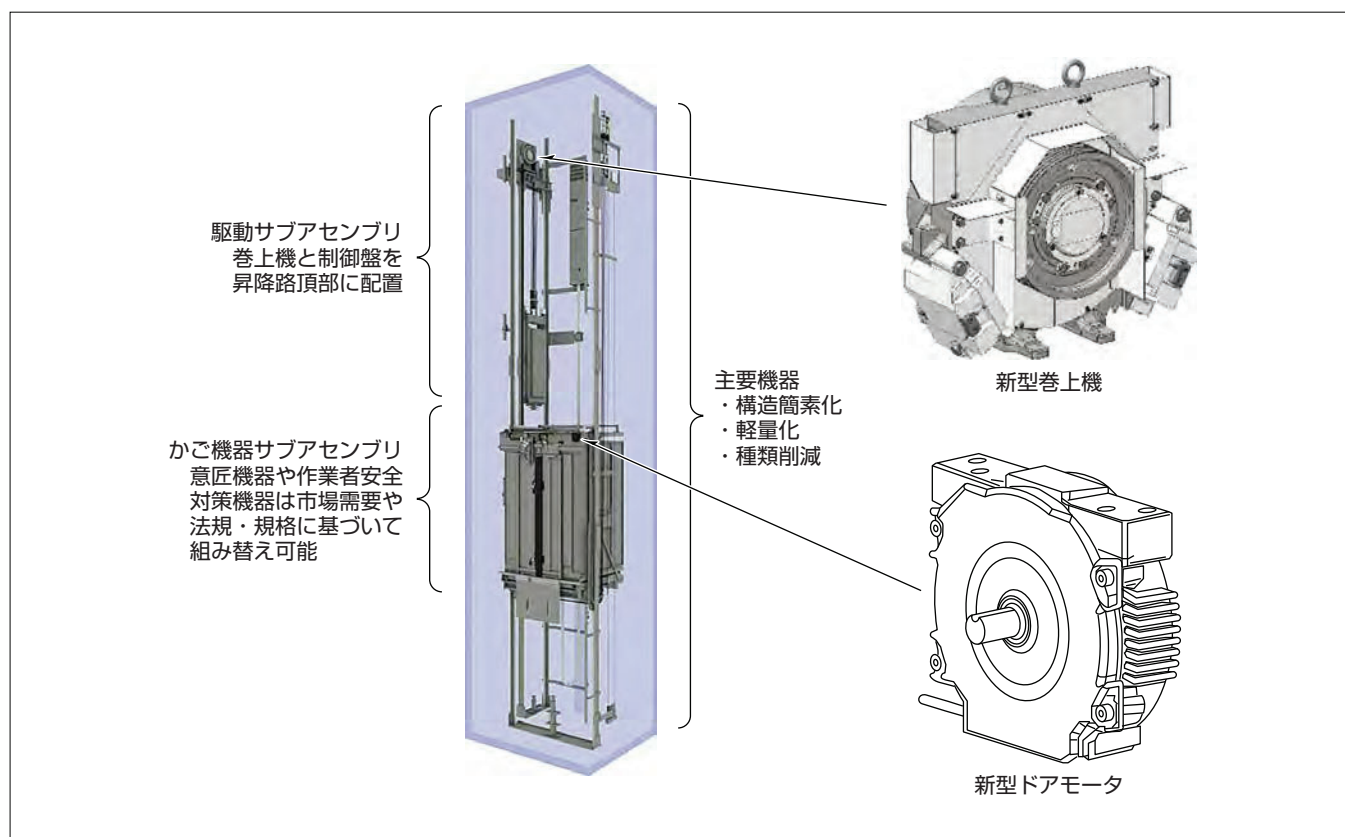
エレベーターの販売対象国が全世界に拡大していく中、機器種類を最適化して開発効率・生産効率を向上させることが求められている。グローバル展開を前提とした機械室レスエレベーターの機器構成を新規に開発し、2020年10月から販売開始した国内市場向け標準型エレベーター“AXIEZ-LINKs(アクシーズリンクス)”に採用した。

今回新規開発した機械室レスエレベーターの機器構成について特長を次に示す。

- (1) 機器レイアウトは駆動サブアセンブリとかご機器サブアセンブリとの組合せで構成する。駆動サブアセンブリは巻上機と制御盤と釣合いおもりの組合せで構成し、3パターン準備した。かごサイズに対して昇降路空間が省スペースになるように駆動サブアセンブリを選択する。か

ご機器サブアセンブリは市場需要や法規・規格によって構成機器を柔軟に組み替える構成にした。これによって機器レイアウトの種類は従来機種の半分に削減できた。

- (2) 主要機器である巻上機・制御盤・かごドア装置(ドアモータ)を新規開発した。小型化・軽量化した効果を最大限生かした機器配置にして、昇降路空間の省スペース化、種類削減、据付け・保守効率の向上を実現した。
- (3) 仮設足場を使用しない据付け工法を新規開発した。また、VR(Virtual Reality)を使用したバーチャルデザインレビューを実施してエレベーター各機器間への配線経路を最適化し、据付け効率の向上及び手配材料の最適化を図った。



## 機械室レスエレベーターの全体構成

巻上機と制御盤を昇降路頂部に配置する機器レイアウトを採用し、主要機器である巻上機・制御盤・かごドア装置(ドアモータ)を新規開発した。小型化・軽量化によって、昇降路空間の省スペース化、据付け性・保守性の向上を実現した。さらに構成機器の配置ルールを刷新し、従来機種と比較して機器レイアウトの種類を半減できた。それによって機器種類を削減し、開発効率・生産効率の最適化を図った。



## 1. ま え が き

エレベーターの販売対象国が全世界に拡大して市場需要が多様化する中、機器種類を最適化して開発効率・生産効率を向上させることが求められている。従来機種では国内市場と海外市場で異なる構成であった巻上機と巻上ロープを含む駆動系システムのグローバル統一化を図った。ピット冠水などの自然災害に強い機器構成として巻上機と制御盤を昇降路頂部に配置した。

この機器構成を採用した国内市場向け標準型エレベーターAXIEZ-LINKsを2020年10月から市場投入した。積載量は450～1,000kg、定格速度は45～105m/min(可変速仕様の中間負荷定格速度は最大で120m/min)まで対応し、乗用・住宅用・寝台用の各用途に応じたかごサイズをラインアップしている。

本稿では新規開発した機械室レスエレベーターの機器構成について述べる。

## 2. 新機器構成の開発コンセプト

積載量やかごサイズの変化に対して法則性を持った統一ルールで機器レイアウトを展開することを開発コンセプトの基軸とし、法規・規格の要求に関わる部品や地域ニーズによって異なる構造になる部品を除いて可能な限り部品共通化や設計基準を統一化することで開発効率・生産効率の最適化を図る。

さらに主要機器である巻上機・制御盤・ドア装置を新規開発して小型化・軽量化することで、昇降路空間の省スペース化、種類削減及び据付け・保守効率の向上を実現する。また、VRを活用したバーチャルデザインレビューを新たに導入することで開発期間の短縮と設計品質の向上を目指す。

## 3. 開 発 内 容

### 3.1 機器レイアウトの開発

機器レイアウトは駆動サブアセンブリとかご機器サブアセンブリを組み合わせることで構成する。駆動サブアセンブリは巻上機と制御盤を昇降路頂部に配置する構成とし、巻上機・制御盤・釣合いおもりの組合せパターンを準備した。巻上機は釣合いおもりの水平投影面上、かつかごと昇降路壁との間に配置する。かごの位置によらず巻上機配置高さを決定可能にし、従来機種と同等以下のオーバーヘッド寸法(最上階フロアレベルから昇降路天井までの寸法)を実現している。かご機器サブアセンブリは組み合わさる駆

動サブアセンブリのパターンや市場需要や法規・規格に応じて機器を柔軟に組み替えできる構成にした。

この製品では巻上機の配置は1種類として、制御盤をかご側面配置とかご背面配置の2種類、釣合いおもりの形状を2種類準備して、それらを組み合わせて3パターンの駆動サブアセンブリを準備した。かごサイズに応じて昇降路空間が最も省スペースになる駆動サブアセンブリパターンを適用する。長方形かごサイズは駆動サブアセンブリA(図1)、正方形かごサイズの1方口は駆動サブアセンブリB(図2)、正方形かごサイズの2方口は駆動サブアセンブリC(図3)を適用する。駆動サブアセンブリのパターンに依存してかご機器サブアセンブリの制御ケーブル等の取付け位置が変化する。従来機種の6パターンに対してレイアウト種類を3パターンに半減できた。

### 3.2 新巻上機の開発

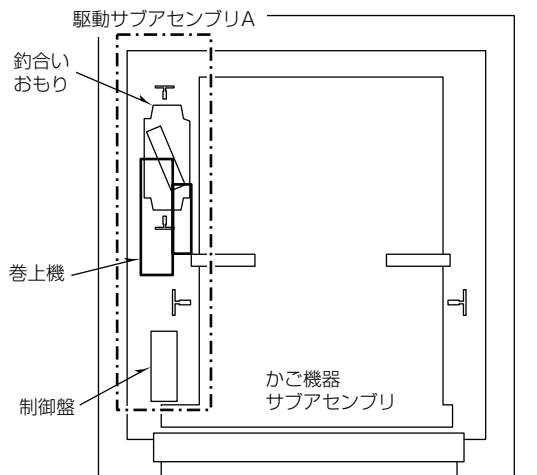
巻上機のサイズはエレベーターの昇降路空間を決定する重要な因子になるため小型化が求められる。モータ口径を従来比-40%に縮小した巻上機を新規開発した。図4に新旧巻上機の外観を示す。

新巻上機は綱車径を従来の80%へと小径化することによって、ブレーキ及びモータの必要トルクを低減し、巻上機の小型軽量化を実現した。またブレーキを巻上機下部に配置し、ハウジング脚部付近に必要な強度を集約することで巻上機の質量低減を実現した。さらに旧巻上機と比較して、加工面積(約40%減)、ボルト本数(約40%減)、カバー部品点数(約60%減)を削減した。

この設計変更によって、モータ出力11kW領域で、軸方向の厚みは増加したものの、巻上機全体として軽量化(当社従来比-7%)を実現した。

綱車は従来昇降路壁側を向いていたが、この製品ではかご側へと向けたレイアウトを採用した。これによってシーブの溝を視認してロープを通す作業が可能になった。さらにロープ溝の点検やロープ外れ止めの調整、綱車交換等の作業が、全て綱車側から可能になった。これによって従来に比べて据付け・保守作業効率が向上した。

また作業者の視線高さよりも下方に、さらに巻上機の外部にブレーキを配置することで、ブレーキへのアクセスを容易にし、安全な作業姿勢でかご上から保守点検作業を行うことが可能になった。さらに昇降路の頂部に配置される揚重用の梁(はり)やレールを建築に支持するブラケットに対しても高さ方向で十分なスペースが確保できたこと、そして質量のあるブレーキが巻上機の下方になって巻上機全体の重心が下方に移動したことで、昇降路頂部に巻上機を揚重するに当たって専用治工具を使用しなくても対応可能な巻上機構造を実現している。



図は1方口であるが2方口も同様のレイアウトになる。

図1. 長方形かごサイズの平面レイアウト

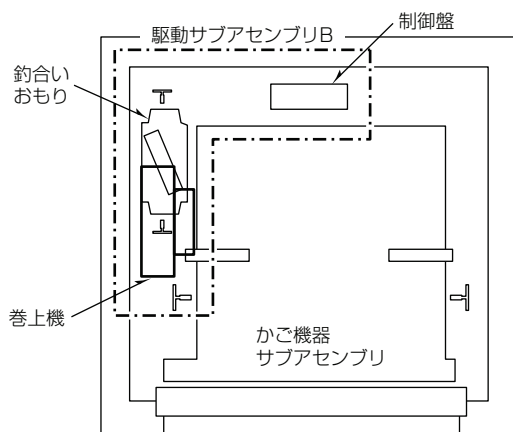


図2. 正方形かごサイズ1方口の平面レイアウト

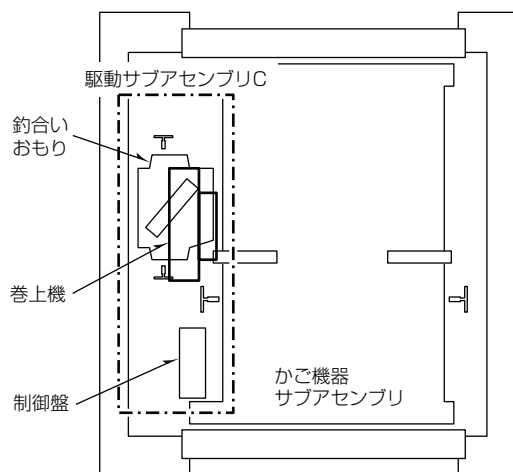
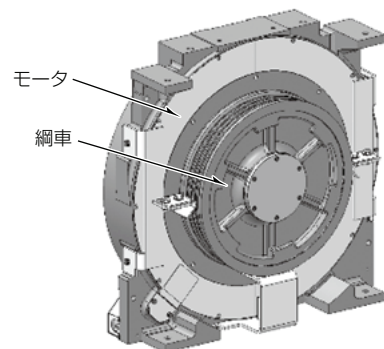


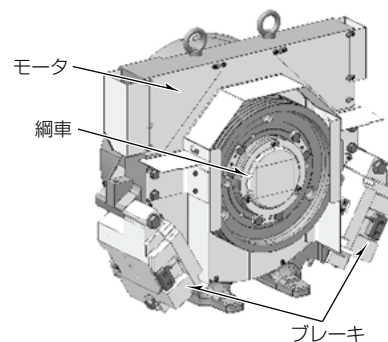
図3. 正方形かごサイズ2方口の平面レイアウト

### 3.3 薄型かごドア装置の開発

近年、市場動向として高天井仕様が要求される割合が高くなっているが、従来の高天井仕様のかごドア装置はモータ部分の厚みが多いことから、かご室の上方に配置させ



ブレーキは巻上機内部に配置  
(a) 旧巻上機(AxieZ\_11kW)



(b) 新巻上機(AxieZ-LINKs\_11kW)  
図4. 新旧巻上機の比較

る必要があり、天井高さによって機器を変更していたため種類の増加が課題になっていた。

今回、薄型ドアモータを開発し、かごドア装置を現行比30%薄型化した。これによって、天井高さによらず、かご室の前方スペースにかごドア装置を設置できるようになり、機種やかご室の天井高さによらない、かごドア装置の“共通モジュール化”を実現した。

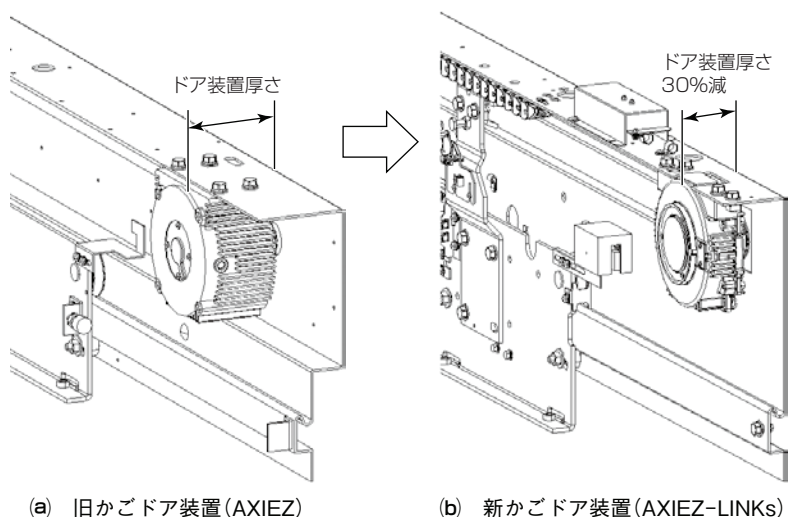
さらに、かご戸高さを低くでき(一例として、天井高さ200mmUP/デラックス天井仕様で現行比13%減になる)、戸下端揺れの抑制が容易になり、戸速向上が図れ、戸開閉時間短縮につなげることができた。開発した薄型ドアモータは、集中巻きステータと多極化ロータによるモータ厚み低減と薄型角度センサの開発によって実現した。図5に新旧かごドア装置の比較を示す。

### 3.4 据付け省力化の取組み

エレベーターのトータルコスト改善として据付け視点での省力化に取り組んでいる。代表的な三つの取組みを述べる。

#### (1) WOS工法の改良

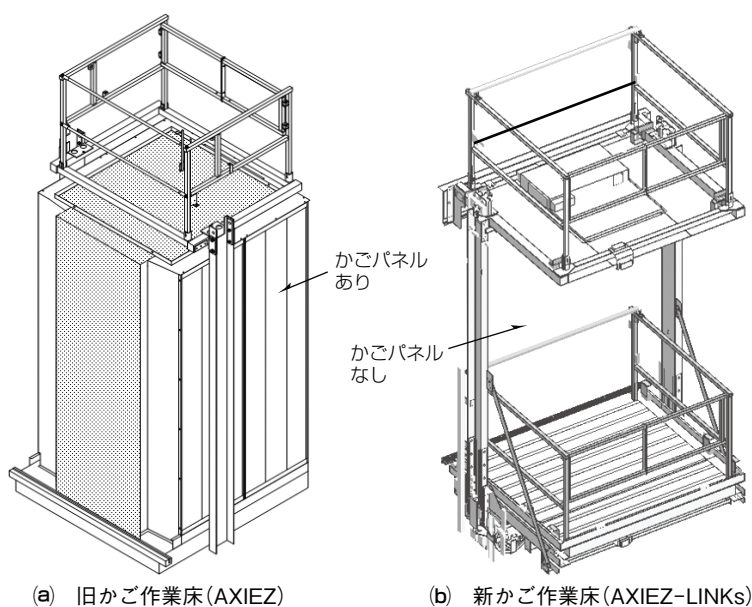
当社の仮設足場を使用せずにエレベーターの据付け作業を行うWOS(With-Out-Scaffolding)工法を改良した。従来は製品のかご室を組み立てて作業床にしていたが、主な据付け箇所になる昇降路に対して、かご室パネルがある



(a) 旧かごドア装置 (AXIEZ)

(b) 新かごドア装置 (AXIEZ-LINKs)

図5. 新旧かごドア装置の比較



(a) 旧かご作業床 (AXIEZ)

(b) 新かご作業床 (AXIEZ-LINKs)

図6. 新旧据付け時のかご作業床の比較



図7. VRを活用した据付け作業の検証

ことでかご上でしか作業ができなかった。そこでかご室パネルを利用せずに作業床化できる製品機構を取り入れた(図6)。これによってかご上に加えてかご床の上でも昇降路の作業が可能になり、作業効率が上がった。またかご室パネルがある状態では最下階からの搬入が困難であった大きな部品の運搬も可能になり、運搬作業の効率も向上した。

## (2) バーチャルデザインレビュー

VRを活用したバーチャルデザインレビューを導入した。試作機製作前に新規構造の据付け作業の検証を行った(図7)。作業や工具もVR上に表示させて、作業体勢や締結箇所の視認性、工具使用可否、据付け手順良否を判断し、製作する試作機にフィードバックした。開発期間や検証用昇降路の制約上、全てのかごサイズを試作して検証することは不可能である。これまでの開発では試作検証できなかったかごサイズの据付け・保守作業性はCAD上での確認にとどまっていた。今回の開発ではかごサイズ特有で発生する据付け・保守作業の違いについてVRを活用した検証評価を実施することで設計品質の向上を図った。

## (3) 昇降路の配線経路・固定方法の検討

先に述べたVRのデータを活用し、かご回りや昇降路の配線経路・固定方法を詳細に検討した。その際、エレベーター機器に固定部を具備し、さらに固定専用の部品を新規追加することで、昇降路への配線固定を避ける経路にした。これによって現場環境に影響されない最適な配線長の手配になり、配線余長の処理作業を最小化した。さらにその情報を据付け作業へへ伝達するため、VRデータを活用して据付け資料を作成し、資料を見るだけで配線作業に必要な情報が作業へへ伝達できるように考慮した。

## 4. む す び

新規開発した機械室レスエレベーターの機器構成の特長について述べた。この機器構成を採用したAXIEZ-LINKsを市場投入して製品競争力の強化を図っている。今後も市場の変化に柔軟に対応できる機器構成を目指して日々技術開発に取り組んでいく。



# 大容量荷物用機械室レスエレベーター

Machine - room - less Freight Elevator for Large Capacity

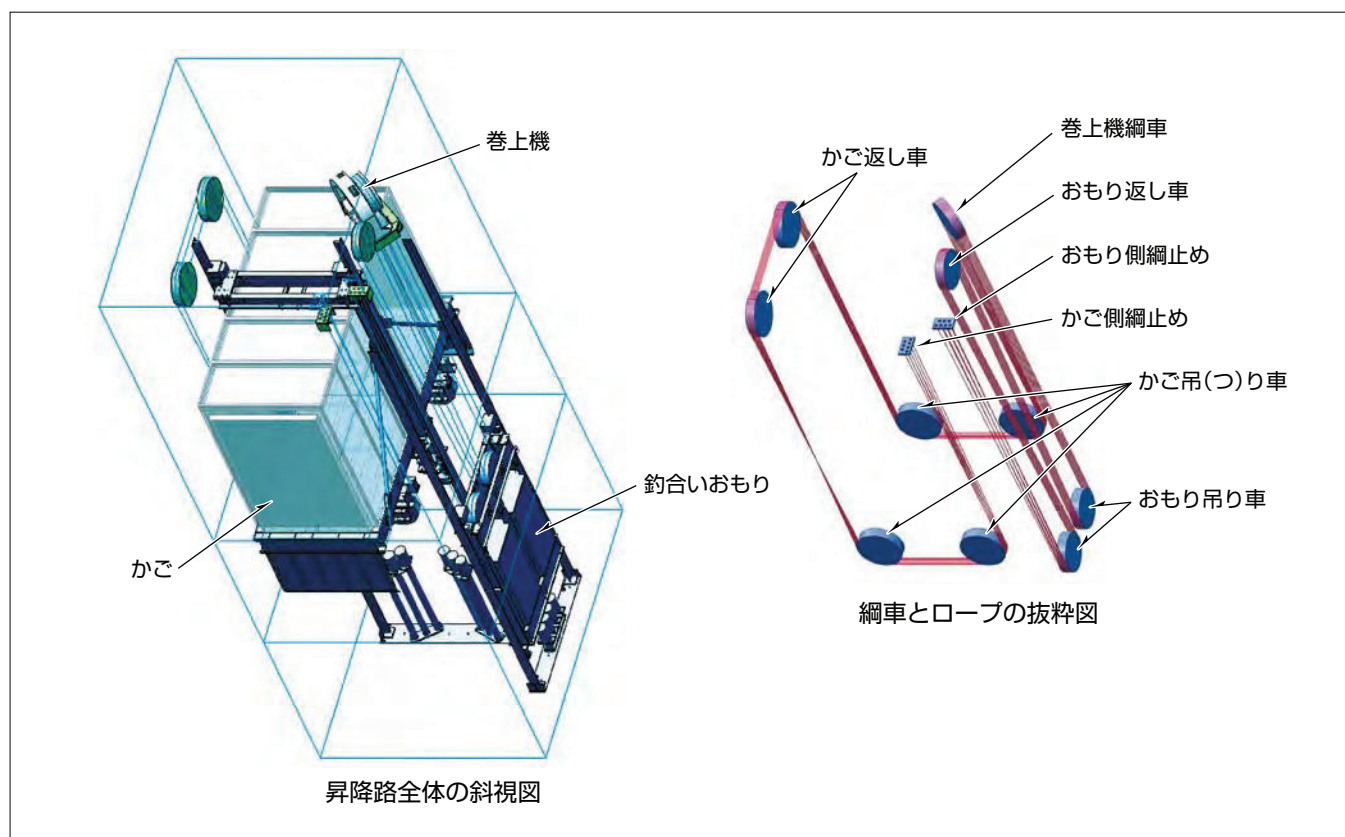
## 要 旨

近年、特に海外での空港や大規模ショッピングモールなどの大規模建設プロジェクトで大容量(積載質量が2,500～5,000kg)で機械室レス(MRL: Machine-room-less)のエレベーター(荷物用又は人荷用)のニーズが増加している。三菱電機ではこのような大容量荷物用MRLエレベーターを標準製品として準備していなかった。そのような状況の中、海外での大規模建設プロジェクトで、大容量荷物用MRLエレベーターを含む全64台を受注した。

この案件の受注によって、開発コンセプトを“できる限り現行機器を流用した製品構成で、かつ早期に市場への製品投入を実現する”として、大容量荷物用MRLエレベーターの開発を開始した。

大容量のMRLエレベーターを実現するために現行の最大積載質量2,500kgのエレベーターシステムを基本システムとして、ローピングを2対1から4対1に変更することで既存エレベーターシステムを活用した最大積載質量5,000kgの荷物用MRLエレベーターの開発を実現した。開発に当たって、次の課題に直面し、対策を実施した。

- (1) 綱車増加に伴うかご振動への対処
- (2) 駆動系損失が大きいシステムでのかご内負荷検出装置(以下“秤(はかり)装置”という。)の実装
- (3) かご斜め控えの引っ張りと圧縮荷重への対応



## 大容量荷物用MRLエレベーターの主要機器構成

大容量荷物用MRLエレベーターの昇降路全体を表した斜視図と4対1ローピング時の綱車位置とロープの関係を示す抜粋図である。



## 1. ま え が き

近年、特に海外での空港や大規模ショッピングモールなどの大規模建設プロジェクトで大容量(積載質量が2,500～5,000kg)で機械室レス(MRL)のエレベーター(荷物用又は人荷用)のニーズが増加している。当社ではこのような大容量の荷物用MRLエレベーターを標準製品として準備していなかった。そのような状況の中、海外での大規模建設プロジェクトで、大容量荷物用MRLエレベーターを含んだ全64台を受注した。

この案件の受注によって開発コンセプトを“できる限り現行機器を流用した製品構成で、かつ早期に市場への製品投入を実現する”として、大容量荷物用MRLエレベーターの開発を開始した。大容量MRLエレベーターを実現するために現行の最大積載質量2,500kgのエレベーターシステムを基本システムとして、ローピングを2対1から4対1に変更することで既存システムを活用した最大積載質量5,000kgの荷物用MRLエレベーターの開発を実現した。

## 2. 開発課題及び対策内容

### 2.1 大容量荷物用MRLエレベーターの構成

大容量荷物用MRLエレベーターを開発するに当たって、最初に開発コンセプト“できる限り現行機器を流用した製品構成とし、かつ早期に製品投入が可能”を決めて開発を開始した。この開発コンセプトは大容量の荷物用エレベーターは乗用エレベーターに比べて、市場規模が小さく、製品差別化アイテムが少ないためコスト競争力が強い製品にすること、既に受注が決定しており短期間で開発完了が可能な製品にすることから決定した。

当社の製品ラインアップの中から、海外市場向けの最大積載質量2,500kg、かご速度90m/min、2対1ローピングのエレベーターを基本機種として、ローピングを4対1に変更することで最大積載質量5,000kg、かご速度45m/minの大容量荷物用MRLエレベーターを実現することにした。制御システムはローピング変更による影響は少なく、既存システムをそのまま転用することが可能である。また機械システムに関しては、ローピング変更に伴う新規開発機器を最小限に抑えるように、部品の多くを現行生産品から流用可能になるような機器構成にすることを目指して開発を進めた。大容量荷物用MRLエレベーターの全体構成を図1に示す。

巻上ロープは図2のようにかご側綱止めからかご吊り車、かご返し車、かご吊り車を經由して、巻上機綱車、おもり

り車、おもり返し車、おもり吊り車を経ておもり側綱止めへと至り合計10個の綱車を介する構成になっている。

### 2.2 開発課題及び対応策

大容量荷物用MRLエレベーターの開発時に直面した主な開発課題と対応策について次に述べる。

#### 2.2.1 綱車増加に伴うかご振動への対処

2.1節で述べたとおり、ローピングを2対1から4対1に変更したことによって綱車の数も合計10個まで増えて、ベース機種よりもロープの曲げ損失や綱車の軸受損失が増加する。大容量荷物用MRLエレベーターの試作機の評価試験で、駆動系抵抗値の増加が原因と考えられる自励振動が発生し、エレベーター走行時に製品仕様を超える不規則振動が発生した。

乗用エレベーターの場合、かご吊り車から伝播(でんぱ)する振動は図3に示すようにかご枠とかご床の間にゴム系弾性体を使用した防振機構を設けることで対策をしている。

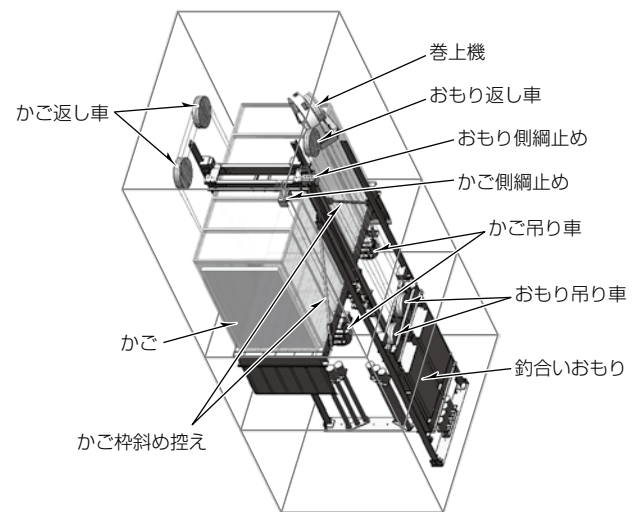


図1. 大容量荷物用MRLエレベーター全体の構成

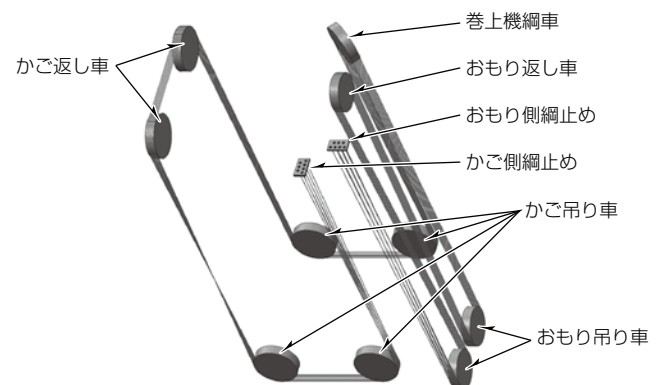


図2. ローピングの構成

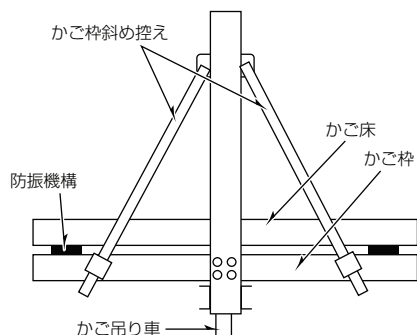


図3. 乗用エレベーターの防振

荷物用エレベーターの場合、取り扱う積載質量が大きい  
ため乗用エレベーターのようなかご枠とかご床の間に防振  
機構を設置するような防振床構造ではなく、かご床とかご  
枠を一体化した固定床構造を採用している。そのため、か  
ご下に設置した吊り車からかご床に伝わる振動の影響を受  
けやすい傾向にある。荷物用エレベーターに防振床構造を  
適用すると、かごへの積載物の偏り積載などの積載条件に  
よって十分な防振効果が得られない不具合が生じるため、  
この荷物用エレベーターではかご吊り車に図4に示すよう  
な金属ばねとクッションばねを組み合わせた防振機構とオ  
イルダンパで構成したかご吊り車防振機構を採用し、かご  
床だけでなくかご枠全体に対して振動低減対策を実施する  
ことでエレベーターの走行品質を安定させた。

## 2.2.2 駆動系損失が大きいシステムでの秤装置の実装

一般的に荷物用エレベーターは固定床構造を採用してい  
るため、積載によるかご床の変位が発生しない。そのため、  
かごへの積載物の質量を検出する秤装置はかご側綱止めに  
設置して、巻上ロープに接続している綱止め端部ばねの変  
位量を換算して積載質量の検出をしている。大容量荷物用  
エレベーターに適用する秤装置を従来の荷物用エレベ  
ーターと同じかご側綱止めに設置した場合、綱車数の増加や  
巻き掛けられたロープによる駆動系損失が増加したことや  
かごへの積載物の偏りなどの積載条件や積載階床によって  
綱止め端部ばねの変位量のばらつきが大きくなり検出精度

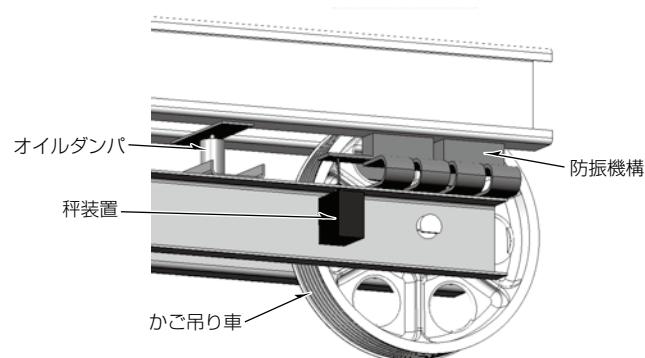


図4. かご吊り車防振機構と秤装置

が製品仕様を外れる結果になった。一例として定格積載質  
量を積み込む位置(均等、前寄り、後寄り、右寄り、左寄  
り)をそれぞれ条件として、横軸は昇降後のかご位置、縦  
軸は秤装置の検出値としたグラフを図5(a)に示す。このグ  
ラフから従来の綱止め設置位置では、かご内への積載質量  
は同一であるにもかかわらず、荷物の積み込む位置やかご  
の停止位置によって秤装置の検出値のばらつきが大きく仕  
様範囲を外れていることが分かった。そこで、2.2.1項で  
かご振動低減対策としてかご吊り車防振機構を採用したこ  
とに合わせて、かご吊り車防振機構の変位量を検出するこ  
とでかごへの積載物の質量を検出することが可能になるこ  
とに着目した。その結果、図4に示すようなかご吊り車付  
近に設置可能な秤装置を開発することで綱車や巻上ロープ  
などの駆動系損失の影響を受けにくくすることが可能にな  
った。図5(a)と同条件で確認試験を実施した結果、図5(b)  
に示すように荷物の積み込む位置やかごの停止位置にかか  
わらず秤装置の検出値が安定しており、製品仕様を満たし  
ていることが確認できた。

新規開発した秤装置はかご吊り車防振機構の変位量を検  
出するため、図4に示すようなかご吊り車付近の梁(はり)  
に設置する。また大容量荷物用エレベーターの場合、図2  
に示すようなかご吊り車は4か所あるため、設置位置の候  
補としては8か所ある。設置位置の違いによる影響の有無  
を確認し、最適な設置位置及び設置個数を決定するため、  
実際にエレベーターを昇降させたときの秤装置の検出状況  
を確認する試験を実施した。試験結果を図6に示す。

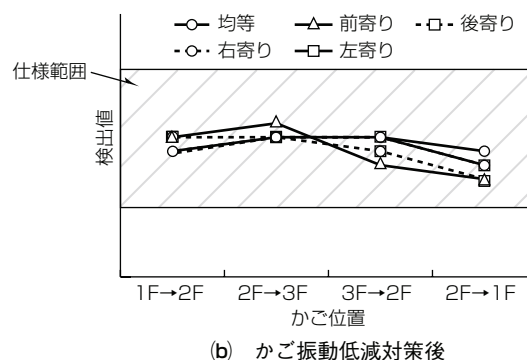
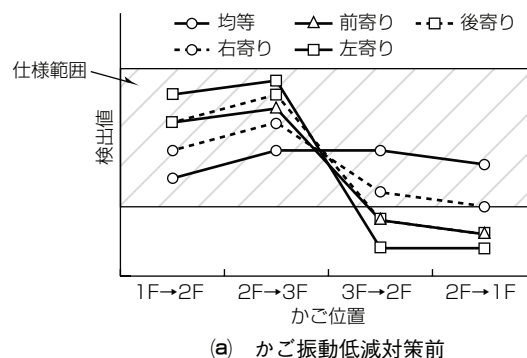


図5. 定格負荷時の秤装置の検出値のばらつき

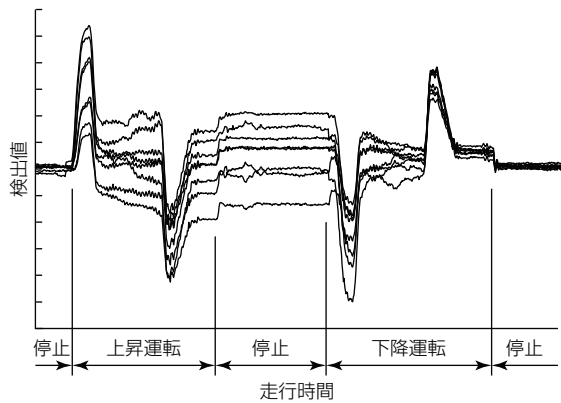


図6. 秤装置設置位置の違いによる秤装置検出値の違い

図6のグラフは横軸に下方階を基準としたときの走行時間、縦軸に秤装置の検出値を表している。この結果から秤装置の設置位置の違いによって、かご停止位置による秤装置の検出値に差が発生することが分かった。より安定した秤装置の検出精度を得るために、ロープ張力のばらつき等による影響を相殺できる設置位置や綱車と巻き掛けられたロープなどの駆動系損失による検出誤差を最小にする設置個数の最適値を検証して、秤装置の設置位置と個数を決定した。

### 2. 2. 3 かご斜め控えの引っ張りと圧縮荷重への対応

荷物用エレベーターのかご内に積み込まれた積載物によって発生する下向きの荷重によって、かご斜め控えには引っ張り荷重が作用する。また一般的な2対1ローピングのエレベーターのかご吊り車は、図3に示すようにかご床の中心付近に設置されるため、かご斜め控えには圧縮荷重は作用しない。しかし大容量荷物用MRLエレベーターは4対1ローピングを構成するためにかご床の前端部及び後端部にかご吊り車を設置したため、図7に示すようにかご質量を支える上向きの吊り荷重がかご吊り車からかご床に作用することになる。そのためかご斜め控えにはかご内の積載物の積載条件(前寄り、右寄りなど)によって、引っ張り荷重や圧縮荷重が作用することになる。図7は一例としてかご先端部に積載物が積まれた場合の解析結果を示す。

従来のかご斜め控えは圧縮荷重を考慮していないため座屈しやすい構造になっている。そのため大容量荷物用エレベーターに流用できないため新規にかご斜め控えを設計した。新規に設計するに当たって、かご床に作用する荷重や実際の積載物の積載位置などを条件としてかご斜め控えに作用する負荷を算出し、設計仕様を決定した。

新規設計するかご斜め控えには引っ張りと圧縮の繰り返し荷重が作用するため、解析モデルによる確認だけでな

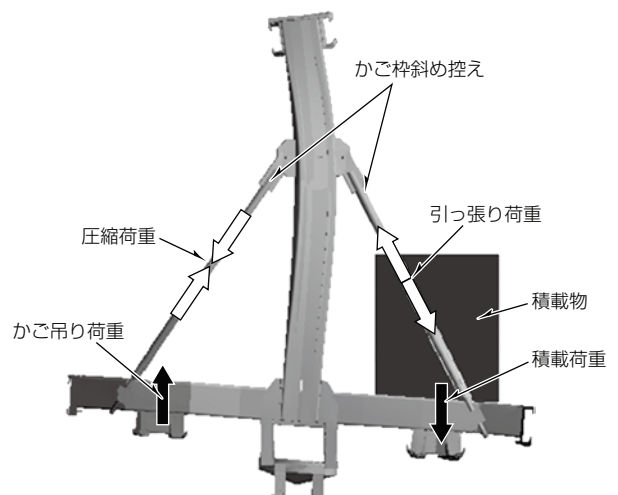


図7. かご斜め控えの引っ張りと圧縮荷重解析結果

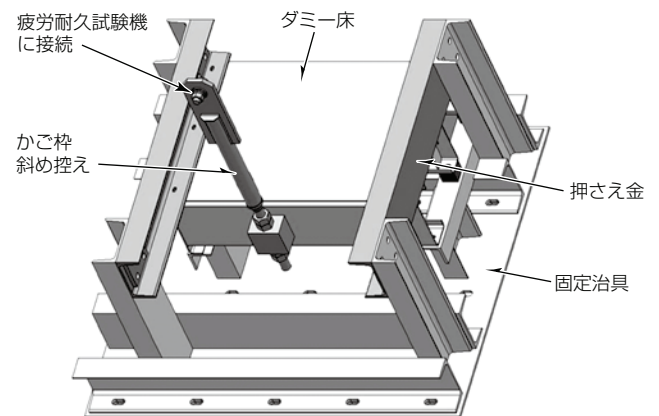


図8. かご斜め控えの試験装置

く、実際の取付けを模擬した図8に示すような試験装置を作成して評価試験を実施した。ダミー床に試作品を取り付けて、反対側を疲労耐久試験機に接続し、設計仕様に基づいた引っ張りと圧縮の繰り返し荷重を与えて、試作品の疲労強度試験を実施・評価した。評価結果に基づいて性能や品質を満足したかご斜め控えを選定した。

## 3. む す び

海外での大規模建設プロジェクトの受注で開始した大容量荷物用MRLエレベーターの開発で直面した開発課題に対する取組みについて述べた。このエレベーターを納入した顧客から当社に対して“Award for Quality Excellence”という製品品質について高い評価を受けた。今後も更なる品質改良や機器原価低減を目指すとともに、顧客が求めるニーズを的確に取り入れて、訴求力の高い昇降機を開発・提供していく。



## 東京ビルディング向け全階床エレベーター 行先予報システム“ELE-NAVI”の後付け改造工事

Retrofit Remodeling Work of Elevator Destination Oriented Allocation System "ELE-NAVI" for Tokyo Building

辻 聡司\*  
Satoshi Tsuji

田口彰吾†  
Shogo Taguchi

谷山健二\*  
Kenji Taniyama

中谷匡志\*  
Masashi Nakaya

### 要 旨

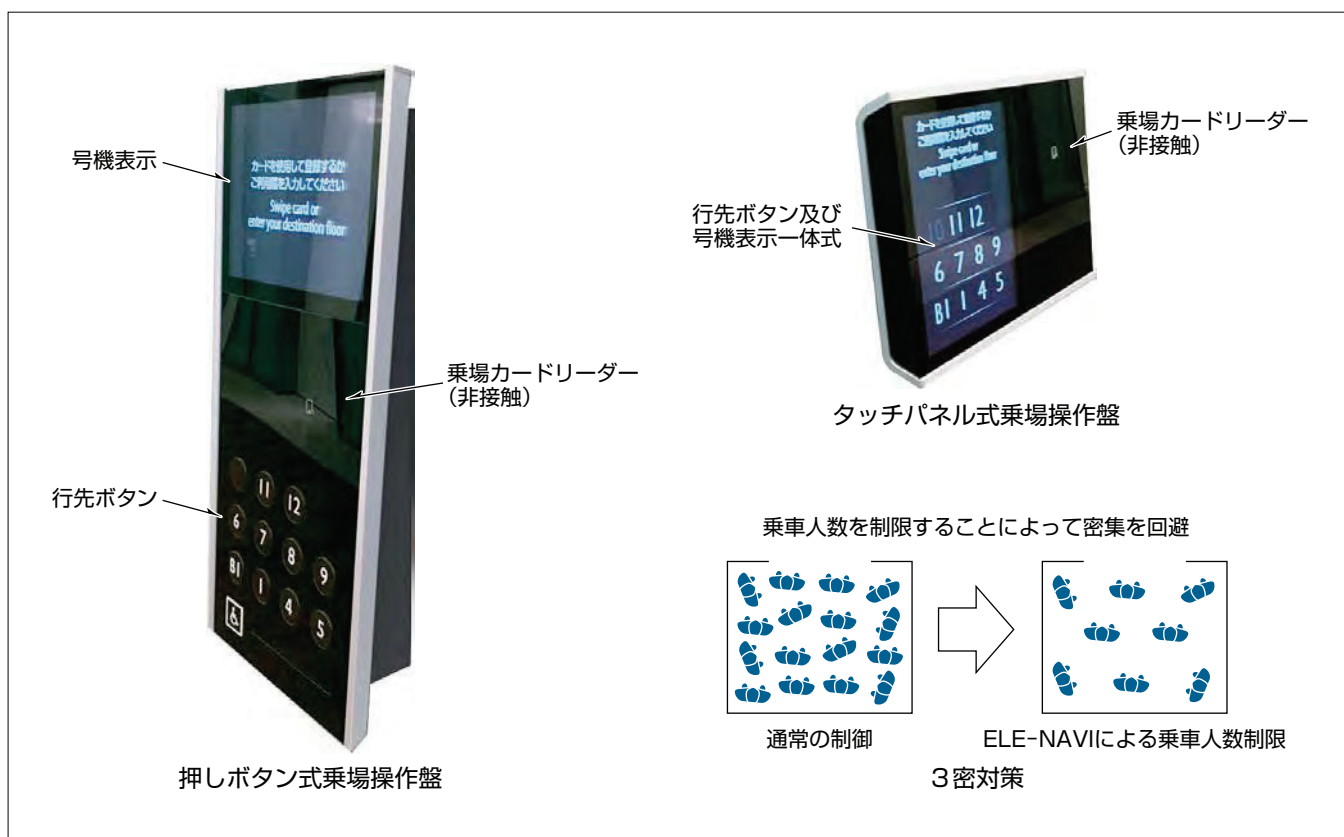
エレベーターの運行効率を向上させる手段として三菱電機のエレベーター行先予報システム“ELE-NAVI”は海外の大規模オフィスビルでは主流になっている。近年は国内のオフィスビル向けでも採用されるケースが増えている。2020年の東京ビルディング(東京都千代田区丸の内)向け全階床ELE-NAVIの後付け改造工事は、その代表事例である。

ELE-NAVIに必要な乗場操作盤には国内案件でも市場要求が高まっているタッチパネル式の乗場操作盤を導入した。タッチパネルの操作が困難な視覚障がい者への対応として、タッチパネル式操作盤のデザインと統一感を持たせた押しボタン式の乗場操作盤も導入した。

東京ビルディングの改造工事では世間で新型コロナウイ

ルス感染症(COVID-19)の拡大によって、感染を防止する動きが広まったことを受けて接触・密集を避ける対策を行った。全階床の乗場にカードリーダーを設置し、エレベーター利用者はカードを使用して非接触で照合を行い、主階床では利用者の行先階、利用者勤務階の乗場では主階床のかご呼びを自動登録することで行先ボタンに触れることなく、エレベーターを利用することを可能にした。

また、1台のかごに乗車する人数を少人数に制限することによって、3密(密集、密接、密閉)を回避することにした。人数制限によって運行効率が低下してしまうところを、運行効率の向上が見込めるELE-NAVIを併用することで運行効率を維持し、3密の回避を実現した。



### エレベーター行先予報システム“ELE-NAVI”の乗場操作盤及び3密対策

タッチパネル式と押しボタン式の2種類の乗場操作盤を主階床を含む全階床に設置した全階床ELE-NAVIでは操作盤に乗場カードリーダーを組み込んでおり、カード照合によって操作部に触れることなく行先呼びが登録可能になっている。新型コロナウイルス感染症対策として、ELE-NAVIの乗車人数制限機能を利用して一つのかご内に乗車する人数を低く抑えると同時に運行効率を損なわない群管理を実現した。



## 1. ま え が き

高層ビルの運行効率向上への市場要求が高まり、2010年にエレベーター行先予報システムELE-NAVIを東京ビルディングに納入した。納入当初は出勤時の混雑緩和を目的に、主階床のセキュリティゲートのカード照合によって、行先階を自動登録するシステムを採用した。また、主階床の乗場にはゲートで呼び登録ができなかった場合やカードを使用できない来客に備えて、乗場操作盤を設置し、利便性の向上を図った。その後、出勤時だけでなく、昼食時や退勤時の混雑を緩和するため、乗場操作盤を全階床に設置する全階床ELE-NAVIのシステムを開発し、2020年12月に後付け改造工事で全階床ELE-NAVIのシステムを納入した。

全階床に設置した乗場操作盤にはタッチパネル式乗場操作盤を採用し、タッチパネルの操作が困難な視覚障がい者への対応として押しボタン式乗場操作盤を併用する方式にした。

本稿では、全階床ELE-NAVIで、新たに採用した乗場操作盤(タッチパネル式／押しボタン式)、新型コロナウイルス感染症対策の技術に加えて、システム納入での成果について述べる。

## 2. 乗場操作盤の開発

### 2.1 タッチパネル式乗場操作盤のデザイン

東京ビルディング向けに今回採用したタッチパネル式乗場操作盤には、三菱電機の有償付加仕様であるタッチパネル式乗場操作盤の最新モデルの意匠を採用し、意匠デザインをアップグレードした。また、行先階登録時には、乗車号機に加えて、乗場レイアウトも表示している(図1)。これによって、利用者へ“どのエレベーターに乗車すればよいのか”，視覚的に情報を伝えることで、配車されたエレベーターへスムーズに誘導する効果が期待できる。



図1. 乗場操作盤登録時の液晶表示画面

### 2.2 押しボタン式乗場操作盤のデザイン

国内市場では、タッチパネル操作が困難な視覚障がい者やタッチパネル操作に不慣れな利用者を考慮し、押しボタン式の乗場操作盤を併設した。これについてもデザインを一新し、主力製品のタッチパネル式乗場操作盤にデザインを合わせて、統一感のある仕様にして新規投入した。

### 2.3 早期投入の道筋

建築との調和とスタイリッシュな形状を前提に開発されたタッチパネル式乗場操作盤を彷彿(ほうふつ)させるデザインコンセプトを実施するために、次に述べる手法の下、早期開発設計を実現した。

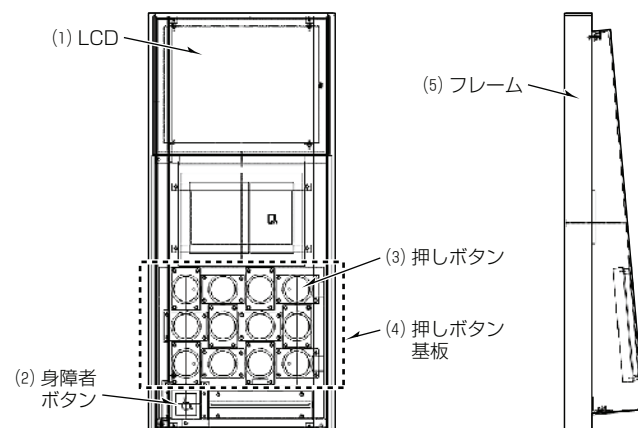
#### 2.3.1 既存技術の応用・組合せによる設計

短期間での製品投入を目指すため、次に挙げる主な構成部品を筆頭に、新規設計部品を最小限にした開発設計を行った(図2)。

- (1) LCD(Liquid Crystal Display)：タッチパネル式乗場操作盤の液晶モジュールの流用
- (2) 身障者ボタン：海外向け乗場操作盤の押しボタンの流用
- (3) 押しボタン：国内向け押しボタンの応用設計
- (4) 押しボタン基板：量産品の基板で最小レイアウトを実現
- (5) フレーム：タッチパネル式乗場操作盤と同質の金属フレーム採用

#### 2.3.2 仕様対応力の考慮

様々な顧客ニーズや提案に応じて、デザインや構造変更を行えるように、変更可能要素を備えた開発設計(拡張性の高い設計)で提案を行い、ブラッシュアップしながら製品を作り上げていくことで短期間での製品投入を実現した。今回開発の主な変更可能要素は次のとおりである。



主要部品図面のうち16/31枚を既存図面から流用適用した。

図2. 変更要素を最小限にした実装検討

- (1) LCD：液晶モジュールを適用することで、コンテンツの変更に柔軟に対応可能
- (2) インジカバー：アクリル材料を選定することによって、筐体(きょうたい)サイズやボタン形状の変更に対応可能
- (3) 押しボタン基板：安価かつボタン意匠面のカラーバリエーションに対応ができる汎用基板を選定
- (4) 押しボタン意匠：表面仕上げ・カラーの変更が可能なボタンにして、さらに新型コロナウイルス感染症対応として抗ウイルス機能に対応できるボタンを選定
- (5) 筐体：既設エレベーター改修工事の後付け対応可能になるように壁貼りタイプの筐体を採用

### 3. 新型コロナウイルス感染症対策

#### 3.1 非接触呼び登録

エレベーターに乗車する際は、乗場とかごでボタンを操作する必要があります。新型コロナウイルス感染症の拡大に伴って接触による感染のリスクが常在している。東京ビルディングに導入した乗場操作盤はカードリーダーを内蔵しており、セキュリティーカードを照合することによって非接触で行先階を自動登録することを可能にした。セキュリティーカードにはあらかじめ所有者の勤務階が登録されており、主階床で照合した際には勤務階を行先階として自動登録し、勤務階での照合では主階床を自動登録できる。この機能によって操作盤に触れることなく目的の階まで移動できる。

#### 3.2 かご内乗車率低減

エレベーターは基本的に乗場呼びが発生した階に1台のかごを割り当てて、そのかごが利用者を乗せて出発するまでは次のかごを割り当てることはない。このとき、一つのかごにできるだけ多くの利用者を乗車させて出発した方が運行効率の向上が見込める。

一方でコロナ禍の影響によって3密を避ける動きが高まり、エレベーターでもかご内の乗車人数を制限したいという要求が出てきた。

ELE-NAVIでは乗車前に利用者一人一人の行先階をあらかじめ把握し、同じ行先階の利用者を同じかごに振り分けて、各かごが停止する階床数を削減することで運行効率を向上させることができるシステムである。また、一つのかごへの乗車人数があらかじめ設定されており、設定された人数に達すると即座に別のかごを割り当てる仕組みになっている。そのため乗場呼びの発生した階に対して同時に複数のかごを割り当てることができる。

東京ビルディングでは3密対策として、全階床ELE-

NAVI導入後の乗車人数を定員の1/3に制限した。この設定変更によってかご内の同乗者数は減らすことができるものの、一度に輸送できる利用者が減少し、運行効率は低下してしまう。その低下分を全階床ELE-NAVIによる運行効率向上で補うことによって、運行効率を損なうことなく3密を回避できる群管理方式を実現した。

### 4. 全階床ELE-NAVI納入前後の比較と効果検証

#### 4.1 比較方法

ELE-NAVIを全階床に納入した結果、輸送にどのような影響を及ぼしたか調査した。納入前は2020年11月16日(月)～20日(金)、納入後は2020年12月21日(月)～25日(金)で、エレベーターの運行データを収集し、乗客の流れを推定した。なお、時差出勤や在宅勤務が推奨されていた時期に納入したため、大きな混雑は発生していない状況での比較になっている。

#### 4.2 効果検証

推定乗客流から待ち時間を算出し、集計した結果を表1に示す。集計値は4.1節で述べた平日5日間での平均値である。出勤時、昼食時前半、昼食時後半、退勤時の各時間帯で、最も混雑する30分間を抽出した。乗車人数は、当該時間帯での累計乗客数である。したがって、同じ人物であっても、二度乗車すれば2人としてカウントする。平均待ち時間は、全乗客の待ち時間の平均値である。長待ち率は、60秒以上エレベーターを待った人の割合である。60秒は、イライラ度が急激に増すしきい値として用いられている。

また、乗車人数制限機能の効果を確認するため、上方向混雑時間帯である出勤時と昼食時後半に関して、主階床から上方向へ出発する際の積載量(定格積載量に対するパーセンテージ)の比率を図3に示す。対象エレベーターの定員は24人のため、かご内の乗客が4人で積載量は17%程度、6人で25%程度、8人で33%程度、10人で42%程度になる。少ない積載量で出発した比率が高いほど、同乗者が少ない状態で出発できた回数が多く、快適なエレ

表1. 運行データから算出した交通集計

時間帯		日中	出勤時	昼食時前半	昼食時後半	退勤時
乗車人数(人)	納入前	5,077	256	417	427	211
	納入後	5,145	236	462	422	198
平均待ち時間(秒)	納入前	12.7	14.5	15.2	13.2	17.1
	納入後	11.3	8.4	15.8	14.3	16.1
長待ち率(%)	納入前	0.68	1.89	1.32	1.33	0.91
	納入後	0.30	0.25	0.94	0.69	0.15

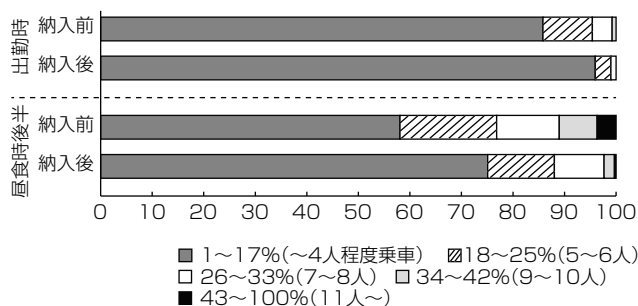


図3. 主階床から上方向走行時の積載量の比率

ベーターであることを表す。例えば、昼食時後半であれば、ELE-NAVI納入前は、11人以上乗車が約3.7%あったのに対して、納入後は約0.3%になり、密集場面が発生する可能性を低減できていることが分かる。乗車人数制限に相当する33%を超える要因としては、乗場操作盤の操作から乗客数を推定して制限しているのに対して、乗客の体重のばらつき、秤(はかり)の誤差、乗場操作盤を操作せずに相乗りする乗客がいたこと、一時的な混雑によって人数制限を超過して乗車したこと等の影響によるものと考えられる。

#### 4.3 考 察

表1から、出勤時で、乗車人数の減少効果もあるとはいえ、平均待ち時間を大きく短縮できた。ELE-NAVIの行先階別に配車する機能は、出発階が単一で、行先階が複数になる上方向混雑時間帯で、特に有効である。

一方、上方向混雑時間帯である昼食時後半で、平均待ち時間の増加が見られるが、図3から、乗車人数制限機能の影響と考えられる。今後、乗客が増えて輸送能力が足りなくなったときには、制限人数を緩和し、待ち時間を優先することも考慮する必要がある。

全体的には、長待ち率と同乗車数の両方を低減できていることから、よりストレスフリーな運行になったことがうかがえる。

### 5. 後付け改造工事での工事期間短縮

今回実施した全階床ELE-NAVIを後付け改造する工事では乗場・昇降路・制御装置での改造が発生するため、エレベーターを停止しての作業が避けられない。しかしながら、東京ビルディングは稼働中のビルであり、エレベーターを停止することは利用者のサービス低下に直結する。そのため、可能な限りエレベーターの停止期間を短縮できるよう、施工前の検討を行った。

#### (1) 昇降路内改造の先行着手

電源装置や信号変換器など昇降路内設置の汎用機器につ

いては改造部品を先行出荷し、平日の夜間やテナント休日の土日を利用して据付け作業を実施した。

#### (2) 制御装置改造作業の簡素化

改造部品のユニット化及び機器間接続用電線のハーネス化を行い、改造の省人化と効率化を実現した。

#### (3) 設計及び工事担当部門共同による検証作業

設計部門が作成した現地試験要領書を基に、設計部門と工事部門が合同で現地試験を実施することで、短時間で複雑な動作検証を完了した。

この結果、通常であればエレベーター全台停止を数日間要する大規模な工事であったが、最終システム切替えの際も全台停止することなく2日間で完了した。今回のケースを基に工事期間の利用者への影響を最小限に抑えることで、既存ビルへの納入を推し進めていくことが可能になる。

### 6. システム納入後の利用者調査

全階床ELE-NAVI納入後、利用者へのアンケート調査を行い、このシステムについての評価を確認したところ、半数以上の利用者から乗場操作盤のデザインと乗車号機のレイアウト表示の見やすさについて良好な評価を得た。一方、乗場で行先呼びを登録した際に乗車号機の表示時間が短くて認識しづらいという指摘があった。表示時間を長くすると、次の利用者が登録可能になるまでの時間が遅れて登録待ちが発生するため、必ずしも長い方が良いわけではない。この現場では管理者・利用者立会いの下、最適な表示時間になるようにチューニングを実施した。

### 7. む す び

今回納入した全階床ELE-NAVIでは意匠性の高い乗場操作盤を採用し、運行効率を高水準に維持したまま新型コロナウイルス感染症対策として、3密を回避できた。また、事前に施工計画を細部まで練りこむことで、稼働中のエレベーターへの全階床ELE-NAVI納入工事を利用者への影響を最小限にして完了させることができた。

新型コロナウイルス感染症の影響は今後も継続することが考えられるため、3密対策と運行効率の両立を目指して利用者の人数や混雑度に応じて、乗車人数を自動チューニングできる新群管理システムの開発を進めていく。

#### 参 考 文 献

- (1) 鈴木直彦, ほか: セキュリティシステム連動・エレベーター行き先予報システム, 三菱電機技報, 85, No.2, 102~106 (2011)
- (2) 谷山健二, ほか: エレベーター行先予報システムとタッチパネル式乗場操作盤, 三菱電機技報, 89, No.9, 500~503 (2015)



# 安全性向上・小型化を実現した三菱海外向け標準形エスカレーター“uシリーズ”

西 正弘\*  
Masahiro Nishi

Mitsubishi Standard Type Escalators "u Series" for Overseas with Improved Safety and Miniaturization

### 要 旨

海外市場での多様なニーズに対応するため、乗降時や乗車時の安全性、快適性の向上と大幅な省エネルギーを実現した三菱海外向け標準形エスカレーター“uシリーズ”を発売した。uシリーズエスカレーターは、製品コンセプトである“Universal(誰に対しても)、Usability(使いやすく、有用である)”に基づいて次の3テーマに沿った機能を展開する。

#### (1) 安全性

エスカレーターでの転落・転倒事故を低減するために停止時の減速度を緩やかにするスローストップ機能の搭載、子供がイタズラでデッキボードに乗り上げて落下する事故を低減するための乗り上げ防止構造の採用、乗客が常に手すりを安心してつかめることで転倒リスクの低減へとつな

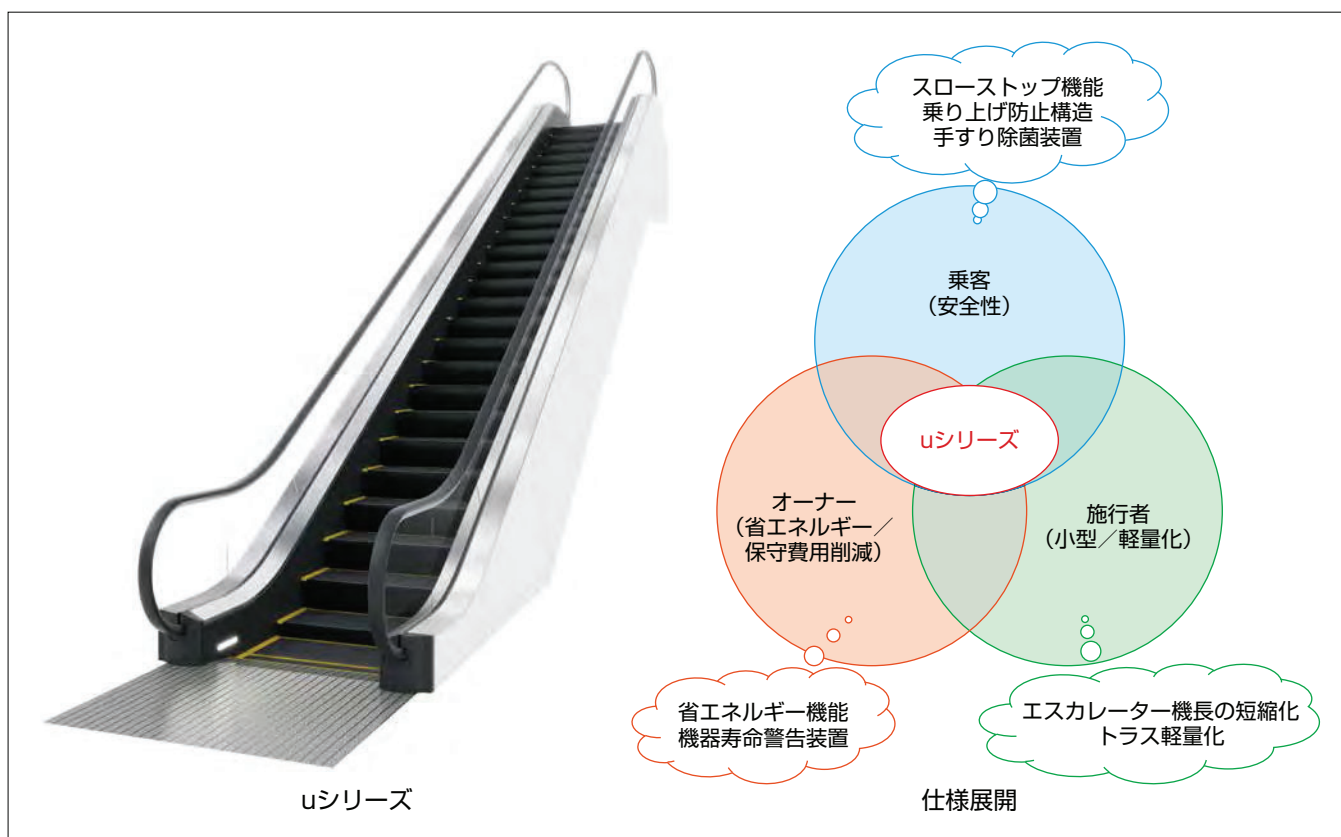
げる手すり除菌装置の装備といった物理的・心理的な効果が見込める安全性能の強化を図った。

#### (2) 小型／軽量化

建物内でのエスカレーターの設置レイアウトの幅を広げて、設置上の制約条件を緩和するためにエスカレーター機長を従来機種比約400mm短縮し、かつトラス質量を従来機種比25%軽量化した。

#### (3) 省エネルギー／保守費用(ランニングコスト)削減

インバータや低電力LED等の省エネルギー機器採用による省エネルギー推進と、新たに開発した機器寿命警告装置による保守費用の削減を進めて、エスカレーター稼働時のランニングコスト削減を図った。



### エスカレーター“uシリーズ”の仕様展開

三菱海外向け標準形エスカレーター“uシリーズ”では、“Universal(誰に対しても)、Usability(使いやすく、有用である)”をコンセプトとして安全性(スローストップ機能・乗り上げ防止構造・手すり除菌装置)、小型／軽量化(エスカレーター機長の短縮化・トラス軽量化)、省エネルギー／保守費用削減(省エネルギー機能・機器寿命警告装置)といった仕様強化・展開を行った。

## 1. ま え が き

公共移動手段として一般的であるエスカレーターは世界各国様々な場所で稼働している。様々な人が利用するエスカレーターは、乗客からは安心・安全・快適性、施工者からは施工性・レイアウト性、オーナーからはリーズナブルな価格・維持費かつ安定稼働が求められている。2020年12月に新たに発売したエスカレーターuシリーズでは、“Universal(誰に対しても)、Usability(使いやすく、有用である)”を製品コンセプトとして市場ニーズに対応するための安全性・小型／軽量化・省エネルギー／保守費用削減の3テーマに沿った機能を展開した。

本稿では、各テーマに沿った機能の特長と開発内容について述べる。

## 2. 安 全 性

### 2.1 スローストップ機能

エスカレーターで多い事故は、乗客が乗っているときに何らかの理由で急停止することによる階段からの転倒である。列車での実験結果ではあるが高齢者や障がい者がエスカレーターの通常停止時減速度で停止した場合、支持物がないと約90%の人が足を踏み出してしまう(姿勢の維持ができない)とのデータ<sup>(1)</sup>も存在する(図1)。その結果を考慮してuシリーズでは、安全装置が動作した際に乗客が転倒ないようにインバータ(INV)を用いて緩やかに停止するINV式スローストップ機能を標準仕様とした。しかし、電源事情が悪い国では停電などが発生して電力が遮断されるとINVが動作せずに急停止するケースも考えられる。そこで更なる対策として、INVとは別に慣性を利用した機械式スローストップを併用する仕様も準備した。これらの併用によってどのような状況下でもどちらかのスローストップ機能が作動するようにした。

### 2.2 乗り上げ防止構造

乗客がエスカレーターから転落する要因の一つとして、子供がイタズラでデッキ部分に乗り上がって手すりを越えて転落するケースが考えられる。デッキ部分への乗り上がりを防止する方法としては、デッキの傾斜角を急にしたり、曲面にするといった方法が考えられるが、デッキ形状は各国法規の中で規定されている場合があり、どの地域でも採用可能で乗り上がりにくいデッキ形状が存在しなかった。そこで、uシリーズでは人体寸法統計値<sup>(2)(3)</sup>に基づいて18才未満の子供がデッキ部分に足をかけづらい(足を腿

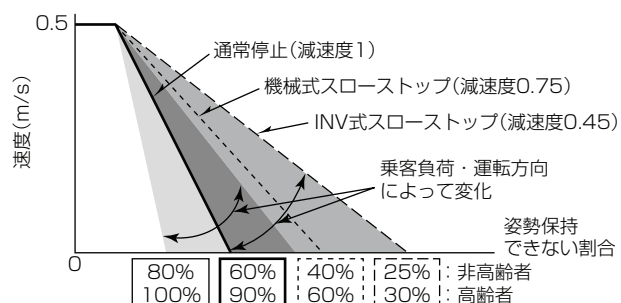


図1. スローストップ機能による減速度の差

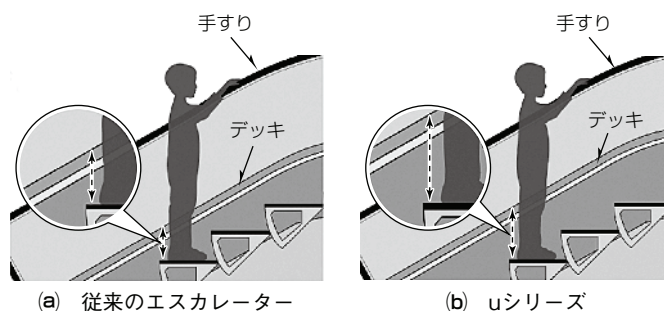


図2. 乗り上げ防止構造

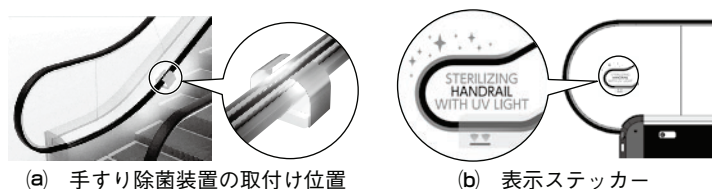


図3. 手すり除菌装置

(もも)よりも高い位置まで上げる必要がある)高さに設定した(図2)。これによってデッキ形状を大きく変えずに子供による乗り上がり・転落リスクについて理論上当社従来機種比約50%の低減を実現した。

### 2.3 手すり除菌装置

乗客の転倒防止には乗車時に手すりをつかんで利用してもらうことが重要である。しかし、エスカレーターは公共物として不特定多数の人間が利用するため、汚れや病原菌との接触リスクを考えて手すり自体をつかみたくないと考える人が一定数存在する。そこで紫外線の中でも高い殺菌力を持つUV(Ultra Violet)-Cを用いた手すり除菌装置を新たに採用した(図3)。装置は機器内部に設置されて外観からは装置が設置・稼働していることを把握できないため、併せてステッカーを用いて除菌中であることを明示することによって心理的にも手すりをつかみやすいようにした。

## 3. 小型／軽量化

### 3.1 エスカレーター機長の短縮化

エスカレーターを設置するにはエスカレータートラス機

長(TG)分の占有面積が必要であり、設置する場所・方向などが建物レイアウト上の制限になる(図4)。なお、エスカレーターは傾斜角が30°(階高6mまでは35°も可)と定められており、傾斜部分の機長は階高によって自動的に決まるため、機長を短縮するためには駆動機や制御盤が設置されている上下部の水平部分(TJ/TK)寸法を短くする必要がある。そのため、uシリーズエスカレーターでは水平部に設置されているそれらの機器を水平部又は傾斜部などの空きスペースに効率的に設置することでTJ/TK寸法を短縮して従来機種比約400mmのTG短縮を実現した。

従来の開発では、この機器レイアウトを図面上で検討した設計案を基に実機試作を行い、実機で確認しながら関係部門間ですり合わせを実施していた。しかし、この方法は試行錯誤しながら機器レイアウトを決定するため時間がかかるとともに、修正が必要な変更が発生すると設計段階まで手戻りが必要になるため開発期間が長期化するなどの問題を抱えていた。

このことを踏まえてuシリーズの開発では、開発フロントローディング(FL)活動として設計案を基にエスカレーター全体を3Dモデルで作成し、製造・品証部門にも設計構想段階から開発への参画を依頼してモデルでの構造確認を行った。モデルの段階で各部門の意見・要望を早期に吸い上げ、こまめに設計手直しを行ってモデルに反映することで設計時間は従来より増加したが試作前に課題点が明確になり、対策を施した上で試作へと進めることができた。その結果、従来実機試作後に多く発生していた手戻りを伴う変更は発生せず最小限の手直しだけで最適な機器レイアウトを決定できた。これによって大幅なエスカレーター機長の短縮を実現するとともに開発期間の短縮を図ることができた(図5)。またこの活動によって作成した3Dモデルは、設計部門だけでなく他部門にも有効利用できるようにデータの共有を行い、製造・据付け部門には組立て手順を動画で示した教育動画マニュアルの提供(図6)、営業部門には従来別途作成していたVR(Virtual Reality)、BIM(Building Information Modeling)などの客先への販促ツールとしても活用できるようにした。

### 3.2 トポロジー最適化解析によるトラス軽量化

エスカレーター質量の大部分は、土台になるトラス部分で占められている。トラスは、建築物間を橋渡しする構造として十分な強度・剛性が求められるために多くの鋼材を用いて製造される。従来のトラスは、画一的なサイズの鋼材を用いて作成していたが、トラスにかかる荷重は部位によって異なるために最も高負荷な部分に合わせて鋼材サイズを決めていたため、過剰性能になる部分が発生していた。

このことを踏まえて、uシリーズではトラス軽量化を図

るために、トポロジー最適化解析を用いた(図7)。質量やトラス設置範囲を制約条件としてトポロジー最適化解析を行って高負荷領域と低負荷領域を確認し、その結果に基づいて最適な鋼材サイズを選定することで、従来機種と同等の強度・剛性を持ちながら鋼材使用量を従来比25%削減することに成功した。

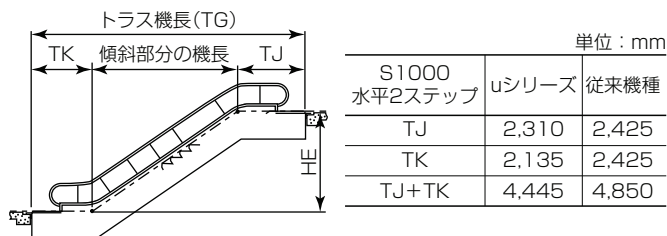


図4. トラス機長

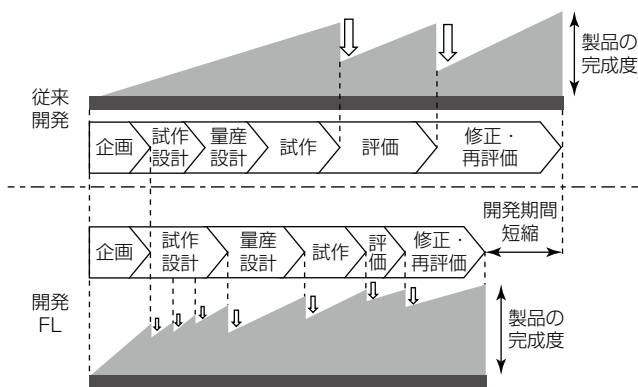


図5. 開発フロントローディング活動



図6. 3Dモデル活用事例(組立て手順の教育動画マニュアル)

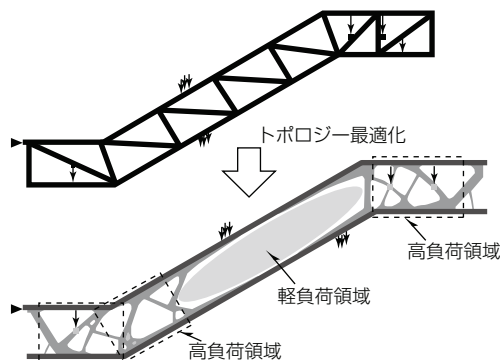


図7. トポロジー最適化解析によるトラス構造



## 4. 省エネルギー／保守費用 (ランニングコスト)削減

### 4.1 省エネルギー機能

従来機種では初期投資を抑える傾向が強い海外市場を意識して、商用電源駆動や安価な照明(蛍光灯等)を採用することが多かったが、そのような仕様では安全性・快適性・省エネルギー性を実現することが困難であった。uシリーズではシステム見直しによる初期コスト増加を最小化しつつ、各省エネルギー機能導入によるランニングコスト低減を行うために次の機能を標準仕様とした。

#### (1) INV装備(省エネルギー運転モード・回生コンバータ)

軽負荷時のモータ効率を上げる最適励磁制御を採用したINVを使用し、利用者数に応じた速度コントロールを行う省エネルギー運転モードを導入した(図8)。利用者が多い場合は高速運転を行い、少ない場合は低速運転を行う省エネルギー運転とするが、速度の変動率を小さく設定することで利用者の快適性を損なわずに効果が得られるようにした。また、回生コンバータによって下り運転時、一定以上の利用者がある場合に発生する回生電力を建物内の別電気設備に有効利用する更なる省エネルギーも実現した。

#### (2) 低電力LED

従来機種で採用していた蛍光灯と比較して消費電力を75%削減したLEDユニットを採用した。交換寿命も約7倍に延びたことで交換費用を抑えることができ、ランニングコスト削減を実現した。

### 4.2 機器寿命警告装置

エスカレーターの消耗部品は、適切な時期に交換しなければ意図しないタイミングで破損・停止して乗客が利用できないダウンタイムが発生する。これを防ぐためには、一般的に推奨されている部品寿命よりも早めの交換実施が有効だが、その分だけランニングコストは悪化する。また、エスカレーターは設置環境や利用状況によって、稼働負

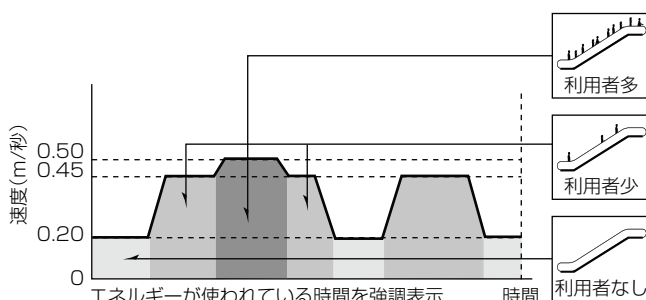
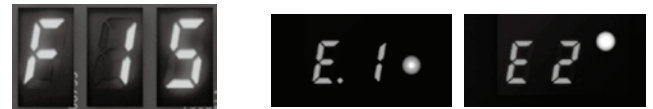


図8. 省エネルギー運転モード



(a) 制御盤

(b) 故障表示器

図9. 機器寿命警告装置によるエラーコード表示

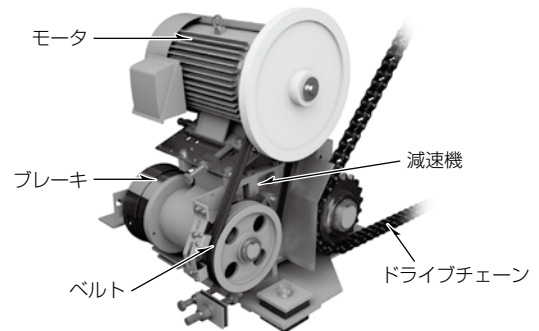


図10. 機器寿命警告装置による警告対象部品の一例

荷・時間が異なるために部品寿命は一定にはならない。そのため、エスカレーター1台ごとの稼働環境を考慮した上で各部品を最適な時期に交換することがダウンタイムを最小化させかつランニングコストを抑えることにつながるが、保守作業側でそれを管理するのは非常に困難であった。

この問題に対して、uシリーズではエスカレーター1台ごとに稼働状況を把握し各部品の寿命を計算することで交換時期を割り出し、保守作業が簡易に最適な交換時期を知ることができる機器寿命警告装置を新たに導入した。図9に示す警告装置のエラーコードに基づいて部品交換を実施することで、経済的かつ部品破損によるダウンタイムの最小化を図ることが可能になる。機器寿命警告装置による警告対象部品の一例を図10に示す。

## 5. む す び

三菱海外向け標準形エスカレーター“uシリーズ”のコンセプトに沿った安全性・小型／軽量化・省エネルギー／保守費用削減に対する機能・特長について述べた。

今後とも社会を支える公共移動手段としてステークホルダー(乗客・施工者・オーナー等)にとって有益なエスカレーターを開発・提供することで社会に貢献していく。

### 参 考 文 献

- (1) 大野央人：通勤列車における立位客の安全性評価，第207回鉄道総研月例発表会(鉄道の安全性向上を目指すヒューマンファクタ研究)(2007)
- (2) 河内まき子，ほか：AIST/HQL人体寸法・形状データベース2003，産業技術総合研究所 H18PRO-503 (2006)
- (3) 文部科学省：令和元年度学校保健統計(学校保健統計調査報告書)(2020)  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k\\_detail/1411711\\_00003.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/1411711_00003.htm)

# “Ville-feuille” スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム

根岸啓吾\*

Keigo Negishi

高井真人†

Manato Takai

Ville-feuille: A Smart City and Building IoT Platform

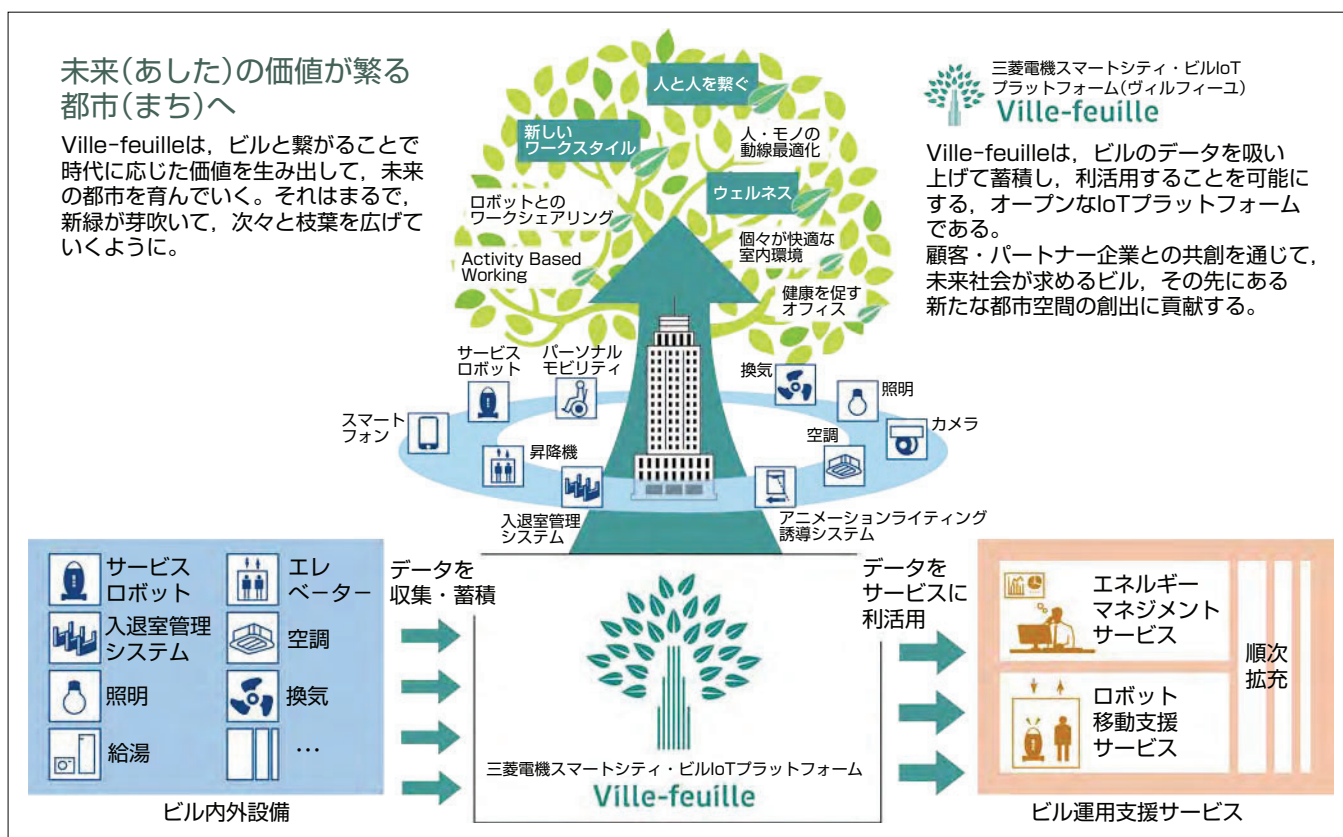
## 要 旨

“Ville-feuille”は、クラウドコンピューティング技術を活用した三菱電機のスマートシティ・ビルIoT(Internet of Things)プラットフォームである。ビル設備をネットワーク化し、クラウド上で展開するサービスと接続することで機能の拡充や新サービスを創出する基盤として開発した。Ville-feuilleのサービスとしては、ビルのエネルギー管理、ZEB(net Zero Energy Building)運用を支援する“エネルギーマネジメントサービス”と、建物内に配置されたロボットをビル設備と連携させることによってロボットの円滑な縦横移動を助ける“ロボット移動支援サービス”が挙げられる。

エネルギーマネジメントサービスでは、ビル内の設備から大量のリアルタイムデータを収集し、分析・可視化する。

中でも、過去の消費エネルギーからZEB達成度を予測して可視化する機能は、持続可能な社会を実現する付加価値の高いビルに対する効率的な運用をサポートする。ロボット移動支援サービスは、エレベーターやビル内のセキュリティ機器に対してのロボットの利用・通行要求を管理し、エレベーターとロボットを相互に接続する。また、Ville-feuilleがロボットのエレベーター利用に関わる状態管理を行うことによって、エレベーターの最適配車やロボットの安全な乗降車を補助する。

今後はクラウドの強みを生かして継続的に新サービスを創出し、刻々と移りゆく変化の激しい時代でも顧客が持つビル資産の漸進的な価値向上に寄与する。



## スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム“Ville-feuille”の概念図

Ville-feuilleは“エネルギーマネジメントサービス”によって、ビル設備のデータを可視化して効率的な運用をサポートする。また、“ロボット移動支援サービス”によって、ロボットがエレベーターを利用して移動できるようにすることで、ロボットによる効率的なサービス提供もサポートする。Ville-feuilleは、今後もスマートシティ・ビルIoTプラットフォームとして発展し続ける。

## 1. ま え が き

近年、持続可能な社会の実現を目指した意識が著しく向上しており、中でもエネルギーの有効利用に対する関心が高まっている。また、少子高齢化や働き方改革、テレワークの普及など労働環境の急激な変化によって、ビルに対する新たな価値の創出を求める動きも活発化している。Ville-feuilleはスマートシティ・ビルIoTプラットフォームであり、ビル設備をネットワーク化してプラットフォームに接続し、ビルを持っている顧客の多様な課題を解決する基盤として開発された。Ville-feuilleの具体的なサービスとして“エネルギーマネジメントサービス”と“ロボット移動支援サービス”が挙げられる。エネルギーマネジメントサービスでは、ビル設備の稼働状況や電力使用量等のデータ可視化を中心とした機能の提供によって、法規対応などでビル管理担当者に求められる設備の電力消費量管理等の業務を支援する。ロボット移動支援サービスでは、ロボットがビル内を移動する際に必要なエレベーターの利用やセキュリティゲートなどの通行を支援する。これによって、清掃や警備を行うロボットがビル内を自律して縦横移動できるため、高齢化が進んで慢性的な人手不足に悩まされているビルメンテナンス業務の省人化が期待できる。また、近年開発・導入が進んでいる配送ロボットを始めとした様々なサービスロボットの導入を容易にすることで、ビル独自の付加価値を向上させる。

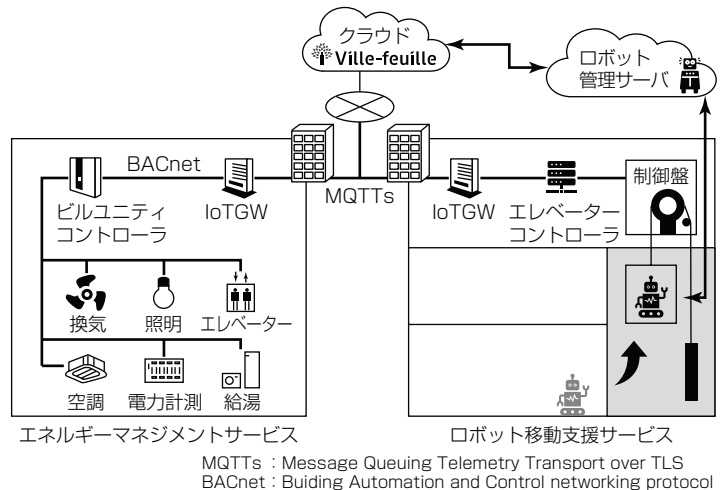
本稿では、始めにVille-feuilleのシステム構成と特長を述べる。次に、具体的なサービスとしてエネルギーマネジメントサービスとロボット移動支援サービスについて述べた後、Ville-feuilleの将来展望を示す。

## 2. Ville-feuilleのシステム構成

この章では、Ville-feuilleのシステム構成を述べた上で、その特長について述べる。

### 2.1 システム構成

図1に、Ville-feuilleのシステム構成を示す。Ville-feuilleはクラウド上で動作するソフトウェアであり、管理対象である空調、換気、照明、電力メータ、エレベーターといったビル設備とネットワーク接続される。ビル設備をネットワーク化するのは当社製ゲートウェイ機器IoT GW(GateWay)である<sup>(1)</sup>。IoT GWとクラウド間は、エレベーターなどの制御信号や設備のセンサ情報のような小さなパケットでも効率が高く、リアルタイムな双方向通信が可能なMQTT



(Message Queuing Telemetry Transport)プロトコルを採用している。また、ビル情報を安全に扱うためにIoT GWが情報を暗号化してクラウドへ送信するので、既存のビル設備に特別な改造なくセキュリティ性を向上させている。

次に、これらVille-feuilleの基本構成に加えて、各サービスで必要とする構成について述べる。

エネルギーマネジメントサービスでは、各種ビル設備から収集した情報をビルユニティコントローラで集約し、IoT GWを介してクラウドサーバへ送信する。ユーザーはWebブラウザを介してVille-feuilleにアクセスし、クラウド上に蓄積されたデータを閲覧できる。

ロボット移動支援サービスでは、ユーザーが既定の通信プロトコルに従うロボットやロボット管理サーバをロボットベンダーから導入することで、Ville-feuilleを介してロボットがエレベーターなどのビル設備を利用できる。

### 2.2 システム構成上の特長

Ville-feuilleは各種サービスをクラウド上に構築することで従来抱えていた課題を解決している。例えば、従来製品ではシステムが各ビルに設置されたローカルサーバに構築されていたため、システムの改善や修正が発生した場合、ローカルサーバを更新するまでのリードタイムが大きく、利便性や保守性を損なっていた。また、ローカルサーバで構築されたシステムでは遠隔地に存在するビルをまたいだ管理が難しいだけでなく、サーバ設備の導入費用が高額であった。

一方、Ville-feuilleはクラウド上に構築されているためローカルサーバの更新作業が不要であり、プラットフォームの改善や機能追加はクラウド上のソフトウェア更新によって即座にできる点がユーザーにも大きな利点と考えている。また、従来はビルごとにサーバを設置して個別に管理していたデータをクラウドに集約することで、顧客は所



有している全てのビルをどこからでも一括管理できるようになった。それに加えて、従来必要であった高額なローカルサーバは不要になり、IoT GWの設置だけで導入費用が抑えられる。

### 3. Ville-feuilleのサービス

この章では、Ville-feuilleのエネルギーマネジメントサービス及びロボット移動支援サービスの機能と特長について述べる。

#### 3.1 エネルギーマネジメントサービス

##### 3.1.1 機能

エネルギーマネジメントサービスでは、ビル設備から収集したデータを種々のグラフで可視化することが可能である。グラフは通常グラフ、比較グラフ、ZEBグラフの3種類に分けられている。通常グラフでは複数の機器のデータを一つのグラフにまとめて、棒・円・積層などユーザーが求める形式で表示できる。これによって、ビル内の電力使用量を一元的に把握し、稼働状況をリアルタイムに確認できる。比較グラフは機器データに関する過去と現在の差分を可視化できるグラフであり、ビル設備の運用効率を継続的に監視して改善することに役立つ。ZEBグラフは、設計値(=省エネルギー目標)に対する現在の到達状況を可視化することで、運用改善を支援することに特化したグラフである<sup>(2)</sup>。また、グラフ以外に日月年報もこの機能の一部として利用可能である。日月年報は事前に設定した機器のデータを10分単位、日単位、月単位、年単位で帳票として出力する機能であり、ビルの運用状況を定量的かつ定期的に把握することが可能になるだけでなく、ZEB関連補助金を申請する場合に提出が必要になる報告書に記載するデータを一括で出力できる。

##### 3.1.2 特長

エネルギーマネジメントサービスは、ビル設備から送信される膨大なデータをリアルタイムに可視化するため、高速な集計処理が必要である。そのため、従来のリレーショナルデータベースに比べて可用性が高く高速な書き込みが可能なNoSQL(Not only SQL)型のデータベースを採用することで、多数の機器から送信される大量のセンサデータの蓄積が可能になった。また、クラウドプロバイダが提供するサーバレスな計算資源を利用することによって、格納したセンサデータに対して大規模なリアルタイムデータ処理を実行している。

図2に示すように、データ可視化サービスでのユーザー



図2. エネルギーマネジメントサービスによるグラフ表示

インタフェースの特長として、ダッシュボード形式での表示が挙げられる。グラフ、リスト等は“カード”と呼ばれるコンポーネントを最小単位としてブラウザ上に同時に複数表示され、“カード”はさらに“ボード”と呼ばれる単位でまとめて管理される。ユーザーは自由にボードをカスタマイズできるため、例えば、空調担当者はビル内の空調に関するデータだけを一括で表示するといったように、ユーザーの業務に合わせた最適な表示形式でデータを監視できる。

また、多棟管理も特長としている。従来は物理サーバが設置されているビル又は同一ネットワーク上にあるビルだけが一つの画面で管理可能な対象であったが、Ville-feuilleではクラウド上でデータを集中管理しているため、ユーザーは遠隔地に存在する複数の建物のデータにもブラウザを介して一括でアクセスすることが可能になった。

#### 3.2 ロボット移動支援サービス

##### 3.2.1 機能

ロボット移動支援サービスでは、エレベーターを利用したロボットの縦横移動を支援することで、清掃、警備、配送といったビル内のロボットによるサービス提供を支援する。図3に示すように、Ville-feuilleはロボットからエレベ

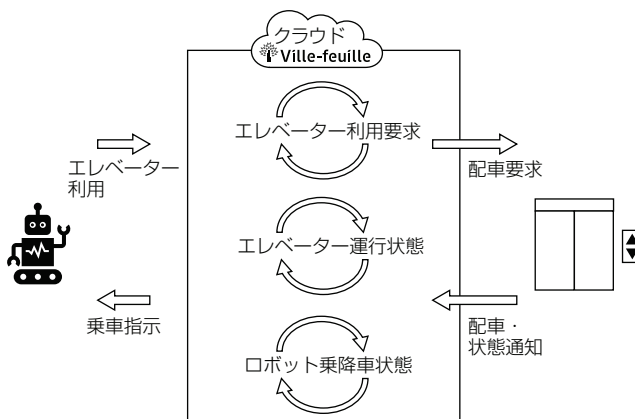


図3. ロボット移動支援サービスでの配車管理

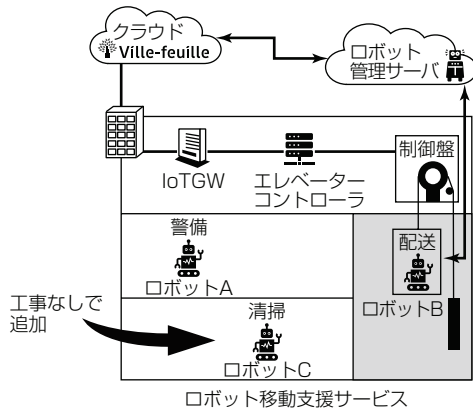


図4. 施工後のロボット追加イメージ

ターへの利用要求、エレベーターの運行状態、及びロボット乗降車状態を管理する。例えば、ロボットがある階から別の階へ移動する状況を考える。このとき、Ville-feuilleはロボットからエレベーターの利用要求を受信すると、ロボットが利用可能なかごの中から割当て可能なかごを選択してロボットに応答する。また、ロボットに対して割り当てたかごの位置などの状態を管理し、ロボットが待機する階に到着して戸を開けると乗車指示をロボットへ送信する。ロボットがエレベーターに乗車し、目的階に到着すると、Ville-feuilleはロボットへ降車指示を送信する。さらに、ロボットが乗降車に失敗すると、Ville-feuilleは失敗を検知して再度乗降車を試行するといった復帰動作をロボットとエレベーターに指示する。

このように、Ville-feuilleでは単にロボットからのエレベーター利用要求を中継するだけでなく、エレベーターとロボットの状態を包括的に管理することで、通常時だけでなく乗降車失敗のような異常時でのロボットの移動も適切に補助できる。

### 3.2.2 特 長

ロボット移動支援サービスは、Ville-feuilleとロボット管理サーバ間の通信仕様をロボットベンダーに公開することによって種々のロボットとの連携を可能にしておき、サービスロボットを自由に追加できる。例えば、図4に示すように新たに清掃ロボットを追加する際にも、Ville-feuilleのための追加工事は不要であり、ビル内サービスを容易に拡張できる。一方で、Ville-feuilleに接続するロボットには個別にデバイス証明書を配布して接続対象を限定することでセキュリティ性を高めており、不審なロボットがビル設備を不正に利用することを防いでいる。

## 4. 今後の展望

エネルギーマネジメントサービスでは、蓄積された大量

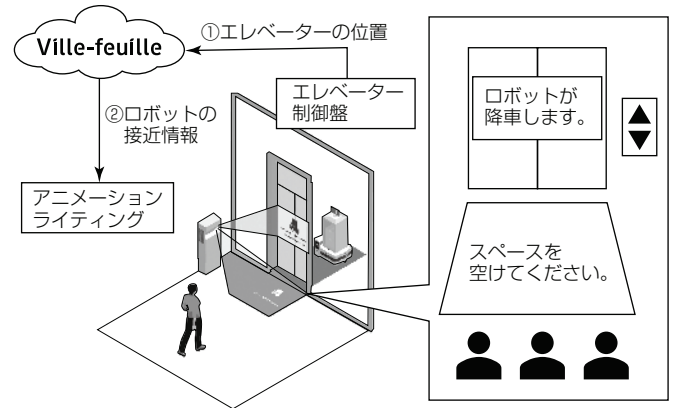


図5. てらすガイドとの連携イメージ

のビル設備データに基づいて、機械学習やデータ分析技術を利用した高度なビル運用支援を検討している。

例えば、Ville-feuille上に管理されているビルをオフィスビル・工場・病院等用途ごとに分類し、それぞれの電力使用傾向を分析することによって、ビルの用途ごとに最適な運用計画を提案できる。また、遠隔での機器監視や制御機能も拡充していく。

一方、ロボット移動支援サービスで、今後はロボットの普及に伴ってビル内でより多くのロボットが稼働するようになると考えている。ロボットと人が自然に共生して利用者の快適性を損なわぬよう、混雑時対応やロボットの移動状況の可視化機能を開発する。例えば、当社は光のアニメーションを用いた動くサインを表示する“てらすガイド”を提供しており、図5に示すように“てらすガイド”と連携することでロボットがエレベーターに乗車中であることを乗場利用者に伝えたり、ロボットの進行ルートを通行中の人に伝えたりすることが可能になる。こうした機能の充実化によって利便性が高くて快適なビルの実現に寄与する。

## 5. む す び

Ville-feuille及びVille-feuilleのサービスであるデータ分析を利用した高効率のビル運用を提供するエネルギーマネジメントサービス、ビル内での人とロボットの共生を支援するロボット移動支援サービスの機能と特長、その将来展望について述べた。

Ville-feuilleは今後もスマートシティ・ビルIoTプラットフォームとして、サービスのAPI(Application Programming Interface)提供によって充実化を図り、多様なステークホルダーと共創しながら継続的に発展していく。

### 参 考 文 献

- (1) 大野聖信, ほか: IoTシステム対応三菱通信ゲートウェイ, 三菱電機技報, 91, No.6, 325~328 (2017)
- (2) 環境省: ZEB PORTAL ZEBの定義  
<http://www.env.go.jp/earth/zeb/detail/01.html>

# 国内の昇降機設備及び ロボット移動支援サービス納入事例

羽坂佳穂里\*

Kahori Hasaka

南 知里\*

Chisato Minami

杉山智昭\*

Tomoaki Sugiyama

*Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Robot Mobility Support Service  
in Domestic Market*

### 要 旨

近年の昇降機は、縦の移動手段としてだけでなく、建築と一体になったコンセプトに基づき、高いレベルの機能性やデザイン性が要求されている。

東京・竹芝の“東京ポートシティ竹芝”は、“リアルタイムデータを活用した最先端の都市型スマートビル”をコンセプトにして誕生した大型複合施設である。三菱電機はこのビルに昇降機設備のほか、“ロボット移動支援サービス”を納入した。

オフィス用エレベーターには、バンクごとのセキュリティゲートと連動したエレベーター行先予報システム“ELE-NAVI(エレ・ナビ)”を導入している。ゲートに設置された顔認証システムと社員情報がエレベーターシステ

ムと連携されており、エレベーターのボタンを押さずに執務エリアへ移動することを可能にしている。また、自走式サービスロボットとエレベーターなどのビル内設備を連携させる“ロボット移動支援サービス”によって、ビルの利用者はもちろん、警備ロボットや配送ロボットのスムーズなビル内移動を支えている。

神奈川・小田原に誕生した“ミナカ小田原”は、“みらいの宿場町小田原づくり”をコンセプトにした大型複合施設で2020年9月に竣工(しゅんこう)した。地域のハブとして、観光客だけでなく地域住民も訪れる施設である。商業施設と最上階を結ぶシースルーエレベーターは、かご内から小田原の街並みを眺めながら移動できる。



東京ポートシティ竹芝オフィスタワー



ミナカ小田原

### 国内の最近竣工したモニュメンタルビルへの昇降機設備及びロボット移動支援サービス納入事例

国内の最近竣工したモニュメンタルビルへの昇降機設備及びロボット移動支援サービスの納入事例を示す。近年、昇降機は縦の移動手段としてだけでなく、建築のコンセプトに合わせたデザイン性や機能性、サービスが求められている。



## 1. ま え が き

近年の昇降機は、縦の移動手段としてだけでなく、建築と一体になったコンセプトに基づいて、高いレベルのデザイン性や機能性が要求されている。

本稿では、国内の最近竣工したモニュメンタルビルに当社が昇降機設備やロボット移動支援サービスを納入した事例について述べる。

## 2. 国内の昇降機設備及び ロボット移動支援サービス納入事例

### 2.1 東京ポートシティ竹芝オフィスタワー

#### 2.1.1 建 物

東京ポートシティ竹芝は、東京都の“都市再生ステップアップ・プロジェクト”の一つとして計画された。オフィスタワーは、地下2階、地上40階、延べ床面積約18万<sup>2</sup>の大規模複合施設として2020年5月に竣工した(図1)。

このビルでは、“リアルタイムデータを活用した最先端の都市型スマートビル”をコンセプトに、様々なデータやテクノロジーを活用した先進的取組みが実現されている。例えば、屋内外に設置されたカメラやIoT(Internet of Things)センサから集めた温度や湿度、人流データ、混雑情報などが、快適環境の整備と効率的なビル管理に役立てられている。効率化の一環として、人に代わって清掃・警備などを行うサービスロボットの活用にも積極的である。

オフィスフロアは9～39階にあり、8階には起業やビジネスの発展を支援するシェアオフィスやスタジオが設置されている。またこの計画は官民合築であり、2～5階に



図1. 東京ポートシティ竹芝オフィスタワー

は、元々敷地内にあった東京都立産業貿易センター浜松町館が再開業した。

#### 2.1.2 昇 降 機

昇降機は、オフィス用エレベーター24台のほか、シャトル、昇降行程200mを超える非常用などのエレベーター42台を納入した。

オフィス用エレベーターは低層・中層・高層バンク各8台に分かれており、バンクごとのセキュリティーゲートと連動したエレベーター行先予報システムELE-NAVIを導入している。ゲートで社員証をかざす方法のほか、セキュリティーシステムを介してQRコード<sup>(注1)</sup>リーダーや顔認証装置とも連動しており、勤務者は乗場ボタンやかご内のボタンに触れることなく執務フロアへ移動できる(図2)。エレベーターのかご室は、高級感のある不燃木全艶とブロンズカラーステンレスを使用しており、壁面の凹凸がアクセントになっている(図3)。

地上とスカイデッキ、オフィスフロアをつなぐシャトルエレベーターは黒とブロンズを基調にして、乗場にはサービス階が一目で分かるサービス階表示灯を枠に設置している。かご室天井は独特の空間を演出するルーバーと間接照明で構成され、手すりにも足元を照らす照明を組み込んでいる(図4)。

(注1) QRコードは、(株)デンソーウェーブの登録商標である。



図2. セキュリティーゲート



図3. かご室と操作盤



図4. シャトルエレベーター乗場とかご室

### 2.1.3 ロボット移動支援サービス

従来、オフィスビルに自走式サービスロボットを導入して効率良く運用するためには、ロボットのフロア間・上下階移動の実現が最大の課題とされてきた。今回納入した“ロボット移動支援サービス”は、ロボットの位置情報を基にエレベーターなどのビル内設備を制御することによって、ロボットのスムーズかつ安全なビル内移動を実現するサービスである。

効率的に大規模ビルを運営・管理するに当たって、各種サービスロボットの導入による省人・省力化が不可欠であると考え、施主(東急不動産㈱)から受けた要望を次に示す。

- (1) 各フロアにロボットを配置する、又は人手を使ってロボットを別フロアに移動させて使うのではなく、自走式ロボットがエレベーターに“自分で乗ることができる”環境を実現し、省力化と省コストを両立させたい。
- (2) 警備・清掃・配送など、複数用途かつ複数台数のロボットを同時に効率良く運用したい。
- (3) サービスロボットの台数・種類は今後拡張予定であるため、どのメーカーのロボットでも対応可能な通信規格を用いた基盤を構築したい。

これらの要望を踏まえて、当社スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム“Ville-feuille(ヴィルフィーユ)”上で稼働するこのサービスを提案した。図5に示すとおり、エレベーターとロボットとの間を簡便かつ汎用的な通信プロトコルで接続することによって、エレベーターとの連携に際して必要になるロボット側の開発・設計負荷を最小限にとどめながら要望(1)～(3)を実現できる点等が評価され、採用に至った。なお、この案件はこのサービスの初回導入事例である。

このビルには次のロボットが導入されている(2021年5月時点)。

- (1) ソフトバンクロボティクスグループ㈱のロボット掃除機“Whiz”(注2)

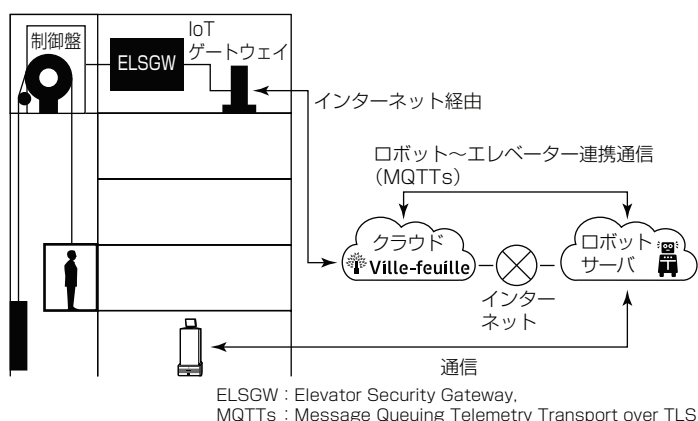


図5. システム構成

- (2) SEQSENSE㈱の自律移動警備ロボット“SQ-2”
- (3) アスラテック㈱が日本展開を行う配送ロボット“RICE”
- (4) ソフトバンク㈱の研究開発用ロボット“Cuboidくん”(注3)

これらのロボットのうち、施主からリクエストのあった警備・配送ロボットと2.1.2項で述べたエレベーターとを先に述べたVille-feuilleに接続した。ロボットから送信される配車リクエストや位置情報に応じて、最適なエレベーターを呼び出すとともに、ロボットに対して配車号機や戸開閉情報の通知、乗車／降車タイミングの指示等を行うことによって、人手を介することなく、ロボットがエレベーターを使ってビル内を移動するという環境を実現している(図6)。

このビルでは現在、警備ロボットSQ-2が6階以下の下層階を巡回しているほか、各種サービスロボットを使った先進的な実証実験も行われている(図7)。

このサービスは、今後、エレベーターだけでなく、入退室管理システム等のビル内設備とロボットとの連携実現に向けた機能拡張を計画している。これによって、ロボットの行動範囲が更に広がるとともに、人とロボットの一層安全なビル内移動が可能になり、ロボットフレンドリーなビル環境を実現できる。

- (注2) Whizは、ソフトバンクロボティクスグループ㈱の登録商標である。  
(注3) Cuboidくんは、ソフトバンク㈱の登録商標である。

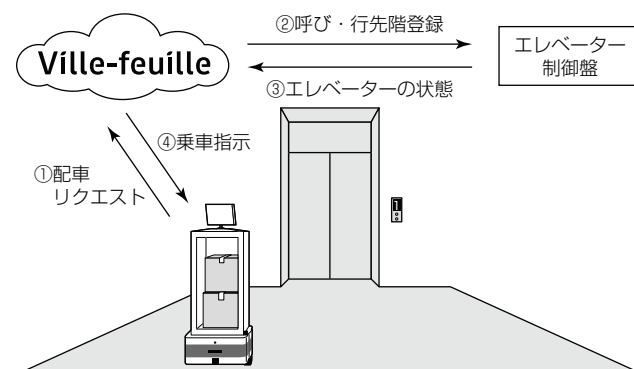


図6. エレベーター連携機能概念図

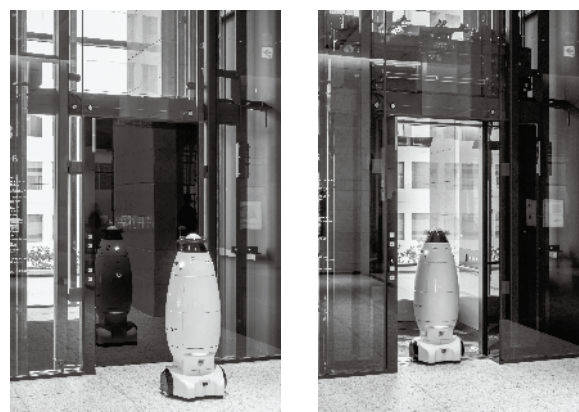


図7. エレベーターに乗車する警備ロボットSQ-2

## 2.2 ミナカ小田原

### 2.2.1 建 物

ミナカ小田原は、“みらいの宿場町小田原づくり”をコンセプトに、小田原駅に直結する地下1階、地上14階の複合施設として2020年9月に竣工した(図8)。



図8. ミナカ小田原



図9. オフィス用エレベーターのかご室



図10. オフィス用エレベーターの乗場



図11. シースルーエレベーター

低層棟は宿場町をイメージさせる商業施設“小田原新城下町”として23店舗が出店し、タワー棟には足湯施設やホテルなどの観光客を呼び込む施設のほか、地域住民の生活を支える施設として図書館や子育て支援センターやクリニック等も入居している。

### 2.2.2 昇 降 機

昇降機は、エレベーター9台、エスカレーター11台の計20台を納入した。

オフィス用エレベーター3台は、かご室は鋼板塗装の全艶仕上げとカラーステンレスは黒を基調にしており、側面壁の化粧シートがアクセントになっている。また、出入口、天井のガラスクロス、正面の鏡の幅を統一することで、かご内が広く感じられる工夫をしている(図9、図10)。

商業施設と最上階を結ぶエレベーターはシースルーエレベーターで、かご内から小田原の街並みを眺めながら移動できる(図11)。

## 3. む す び

最近竣工したビルに当社が納入した昇降機設備及びロボット移動支援サービスの事例について述べた。今後も、ビルの付加価値向上に寄与できるよう、昇降機的能力や機能性の向上はもちろんのこと、スマートビルの実現に取り組んでいく。

### 参 考 文 献

- (1) 羽坂佳穂里, ほか: 国内の昇降機設備及びZEBへのビル設備納入事例, 三菱電機技報, 94, No.5, 299~303 (2020)



## 最近の昇降機海外納入事例

*Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators  
in Overseas Market*

### 要 旨

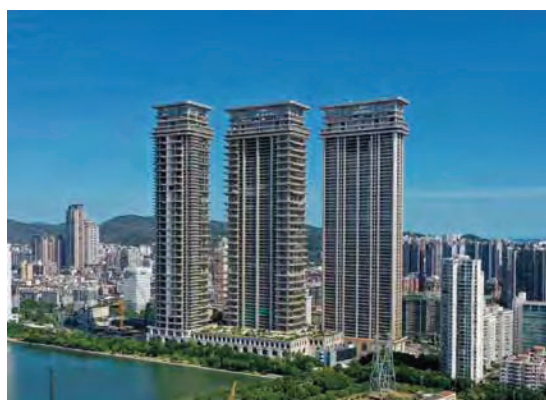
近年、昇降機への要求レベルが高まっている。安全性が備わっている点はもちろん、建築に調和した意匠性や多様な建築コンセプトに合わせた機能性が求められている。海外の最近のモニュメンタルビルに三菱電機が納入した昇降機設備としては次の三つが挙げられる。

超高層高級住宅5棟と商業施設からなる複合施設“廈門帝景苑1期”は、廈門(アモイ)市の中心部にそびえ立ち、同市最高層の記録を持つ。住宅棟は顧客要望に合わせて、エレベーターのかごドアから住居占有の玄関につながる仕

様を実現させている。

美しいコロニアル様式の建築が印象深い、ワイキキ最古のホテル“Moana Surfrider”では、特殊な昇降路寸法に対応し、その木造建築の構造を維持しながらも、エレベーターのリニューアルを敢行した。

ロンドン一等地のホテルやレジデンスからなる高級複合ビル“One Blackfriars”では、ビル外観だけでなく、エレベーターにも高級感のある意匠や安全性を高める特殊なオペレーションを採用し、乗客を魅了している。



廈門帝景苑1期  
(廈門／中国)



Moana Surfrider  
(ハワイ／米国)



One Blackfriars  
(ロンドン／イギリス)

### 海外の最近のモニュメンタルビルへの昇降機納入事例

海外の最近のモニュメンタルビルへの昇降機納入事例を示す。海外市場では安全性が備わっている点はもちろん、建築に調和した意匠性や多様な建築コンセプトに合わせた機能性が求められている。

## 1. ま え が き

近年、昇降機への要求レベルが高まっている。安全性が備わっている点はもちろん、建築に調和した意匠性や、多様な建築コンセプトに合わせた機能性が求められている。

本稿では、海外の最近のモニュメンタルビルに当社が納入した昇降機設備について述べる。

## 2. 厦門帝景苑 1 期

### 2.1 建 物

厦門帝景苑 1 期は、中国南東部、福建省の厦門市の中心部に位置する超高層高級住宅 5 棟と商業施設からなる複合施設である。同市で最高層の地上 62 階・地下 3 階、高さ 257m の住宅棟は、2018 年 6 月から順次竣工し、2021 年秋ごろに入居を開始する見込みになっている。敷地面積は 54,286m<sup>2</sup>、延べ床面積は 550,064m<sup>2</sup>である。商業施設の外壁は石材で、住宅棟は金属カーテンウォールになっている。プロジェクト全体のレイアウトとして、建物同士をずらして配置する方式を採用し、前後の遮蔽物をなくすことで、各棟はどれも広い景観を実現している。また、建物の南側は広い景観緑化がされており、北側は湖畔になっていることから、居住者は周囲の自然の美しさを楽しむことができる設計になっている。

### 2.2 昇 降 機

厦門帝景苑 1 期向けに、当社は日本(当社稲沢製作所)製のエレベーター 16 台を納入した。超高層住宅向けであるこの案件は、各フロアに住宅が 2 戸だけのレイアウトになっている。エレベーターは、二方向出入口タイプ(かご前後にドアがあるエレベーター)を採用している。エレベーターのかごドアから降りた先は、エレベーターホールを設けず、それぞれの住居占有の玄関になる作りにしたいとの顧客要望があった。この仕様を満足するためには、全ての階床でエレベーターのフロント側及びリア(後)側のそれぞれに乗場ドアが必要になるため、この案件向けにエレベーター制御システムの特開発を実施することで、顧客要望に対応した。

かご操作盤については、顧客からスマートなデザイン性を要求されたため、特殊設計で対応した。具体的には、通常の二方向出入口タイプのエレベーターは、フロント側とリア側のそれぞれの出入口近傍にかご操作盤を一つずつ設置する。そのため、かご内では合計二つになるが、これをまとめて一つにするように要望を受けた。また、通常の階

床ボタンで対応する場合は、最大 131 個の階床ボタンを一つのかご操作盤内に設置する必要があるため、見栄えが悪くなってしまうため、テンキーボタン式かご操作盤(図 1)を採用することで、スマートな見栄えを実現した。また、フロント側とリア側の識別ボタンについて、通常はそれぞれ“F”と“R”という文字を設けることが一般的だが、中国文化としてリア側ドアという言葉は印象が悪いので変えてほしいとの顧客からの要望を受けて、“A”と“B”という文字を採用した。

また、かご内カードリーダーによるセキュリティだけでなく、インタホン連動についても次の特殊対応を実施している。

#### (1) 来客時自動呼び登録

マンションエントランス(1 階)で来客がインタホンで居住者に連絡し、居住者が“OK ボタン”を押すと、エレベーターは自動的に 1 階に移動する。到着すると、当該居住者の居住階がかご内行先ボタンに自動登録されているので、訪問者はボタンに触れることなく、居住階に移動できる。

#### (2) 居住者外出時呼び登録

居住者が居室内インタホンの“外出ボタン”を押すと、エレベーターは居住階に移動する。

#### (3) 居住者間訪問機能

ある居住者 X が別の居住者 Y を訪問したいとインタホンで連絡し、居住者 Y が“OK ボタン”を押すと、エレベーターが居住者 X の居住階に自動的に移動する。かご内では、居住者 Y の居住階が行先ボタンに自動登録される。



図 1. テンキーボタン式かご操作盤

### 3. Moana Surfrider

#### 3.1 建 物

Moana Surfriderは、ワイキキビーチの中心部、カラカウア通りに位置するリゾートホテルである。120年の歴史を誇るワイキキ最古のこのホテルは、1901年開業当時の美しいコロニアル建築様式が特徴である。当時をそのままに残した建屋は、アメリカ合衆国国家歴史登録財(National Register of Historic Place)に登録されている。過去何度か改装が行われたが、現在もなお使用されている5階建ての本館構造部分は、ハワイ島最古の木造建築として知られ、白を基調とした高貴なたたずまいから度々“First Lady of Waikiki(ワイキキの貴婦人)”と形容される。

#### 3.2 昇 降 機

当社は、完全撤去一括改修として、日本(当社稲沢製作所)製の米国向け機械室レス(MRL: Machine-room-less)エレベーター5台を納入した。既設エレベーターは、1987年据付けの当社製で、商談が開始された2018年時点で、既に30年が経過していた。改修前に稼働していたのは機械室ありエレベーターであったが、現在の当社低速エレベーターのハワイ州向けの製品ラインアップは、MRLエレベーターだけになっている。MRLエレベーターは、全ての機器を昇降路内に設置するため、一般的には機械室ありエレベーターよりも大きな昇降路寸法が必要である。したがって、機械室ありとして建築された昇降路に対して、MRLエレベーターを納めることが大きな課題であった。

課題である昇降路平面寸法に対しては、特殊かごサイズとレイアウトによって対応した。一方、ピット寸法は、かご下機器の納まりのために拡張する必要があったが、このホテルは海岸沿いに建築されており、ピットを深く掘り下げるとピットに海水が染み出す可能性があるため、回避せざるを得なかった。米国法規(ASME A17.1)の必要寸法を満足できない部分については、州の検査官と折衝を重ねて、特別許可を取得して対応した。

また、MRLエレベーターの巻上機を昇降路内で支持するためには、レールブラケットの追加施工が必要であったが、一部のエレベーターは昇降路の壁が外壁になっており、このホテルが国家歴史登録財に指定されている状況から、追加施工の許可を得ることができなかった。そのため代案として、本来昇降路内に設置するMRLエレベーターの巻上機を、元々の機械室に配置・据付けする方法で特殊対応した。前例のないこの対策の実施に当たっては、当社稲沢製作所の設計・開発チームと現地販売会社の設計・据付け

部門が連携することで、巻上機の特殊な固定・据付け方法等を検討し、困難な仕様の実現に至った。

### 4. One Blackfriars

#### 4.1 建 物

ロンドンの中心部に位置するOne Blackfriarsは、住宅やホテルを含む全3棟で構成され、そのうち1棟は50階建て170mの高さを誇り、ヨーロッパでの最高層住宅の一つになっている。274戸の住宅それぞれが光と反射を最大化するように設計されており、イギリスの首都ロンドンの素晴らしい景色を眺めることができる。また、床から天井まで届く窓が日光を取り入れて、開放感と外部とのつながりを生み出している。

棟の独特な形は、表面に施されている二重のファサードによって強調されている。湾曲した外板はガラスパネルで構成されており、滑らかでダイナミックな外観をなしている。建物内側のファサードの色付パネルは、下層階の土色から最上階の銀色まで様々で、建物を生き生きと見せることに役立っている。

#### 4.2 昇 降 機

当社は、高層向けとして日本(当社稲沢製作所)製の高速エレベーター3台と低層向けにタイ(Mitsubishi Elevator Asia Co., Ltd.)製エレベーター6台、現地ベンダー製エレベーター3台の計12台を納入した。また、当社空調事業製品のビル用マルチエアコンを約1,500台納入など、空調事業との連携営業が行われた。

ロンドン一等地の高級複合ビル(ホテルやレジデンス)であるこの建物は、ビル外観だけでなくエレベーターにも意匠性の高いデザインや特殊なオペレーションが採用されている。また、日本製の高速エレベーター3台のうち、2台はロンドン地区高層ビル建設工事のトレンドである“クライミングエレベーター”が採用されている。

##### 4.2.1 特 殊 意 匠

エレベーターの乗場(図2)やかご室(図3)には日本製のカラーステンレス材を採用している。カラーステンレスは、スパッタリング仕上げという着色手法によって、色調の密着安定性や均一性に優れている。鮮やかで高級感のある意匠品が、乗用エレベーターのかご室や操作信号機器に施されている。

##### 4.2.2 VIP向け特殊オペレーション

ロンドン一等地の高級住宅である上層階向けには、特殊





図2. エレベーター乗場



図3. エレベーターかご室

なVIP運転機能が付与されている。また、エントランスが住人用と訪問者用で完全に分けられており、それに合わせて3台中1台のエレベーターを二方向出入口タイプで設計し、前後の出入口でVIP運転の設定を変更している。また、住人と訪問者が同時に乗車することを避けるため、空かご検知センサ情報とエレベーターが連動する仕様になっている。

#### 4.2.3 高層ビル・ドラフト現象対策

高層ビルでは、ビル内外温度差が大きくなる冬季や強風時にドラフト(煙突効果)現象が発生し、ビル下部からエレベーター昇降路や配管ダクトなどを経由して上昇する気流が発生する。この気流が強くなる場合、エレベーターの扉に風圧がかかり、戸閉不良を起こすことがある。基本的な対策は建物側で行われるが、この現場ではドア戸閉力を上げることで、高い風圧に対応できるように対策を施している。

#### 4.2.4 クライミングエレベーター

通常、最上階(機械室)まで建設が進まなければエレベーターは据付けされないが、建設状況に合わせて段階的に据え付けられるクライミングエレベーターは、建設工事での使用を目的としている。この仕様を実現するためには、機械室に設置する巻上機などを建設中の昇降路内に設置する必要があり、当社は特殊な巻上機ユニットを設計することで対応した。クライミングエレベーターを採用すると、建設途中からエレベーターを工事利用(現場作業者が利用)できるため、ビル外壁に設置する現場作業向け工事用リフト又はゴンドラが不要になり、外壁工事も同時に進行することが可能になる。そのため、ビル建設期間短縮やコストを大幅に削減することが可能であり、ロンドン地区高層ビル建設ではこの工法が多く求められている。

また、特殊ユニットや据付け方法もさることながら、クライミングエレベーターを実現するためには当社だけでなく、現地販売会社及び現地ゼネコンとの綿密な計画・スケジュール検討が重要である。製販・顧客が一体になることで実現するという特徴を持つ。

## 5. む す び

海外で、当社が最近納めた昇降機設備の主な特長について述べた。

昇降機の安全性に特化するだけでなく、市場ニーズに合わせた製品に対応することで、ビルそのものの価値向上に貢献していく。

# スマートフォンを活用した 入退室管理システム

嶋江 聡\*  
Satoshi Shimae  
高橋良輔\*  
Ryosuke Takahashi

Access Control System Using Smartphone

## 要 旨

スマートフォンに標準搭載されているBluetooth Low Energy(BLE)を活用し、ユーザーが持つスマートフォンを認証デバイスとして利用する入退室管理システム“スマホAccess Control System(以下“スマホACS”という。)”を2020年9月に発売した。

システムの特長は次のとおりである。

### (1) 運用コストの低減・利便性向上

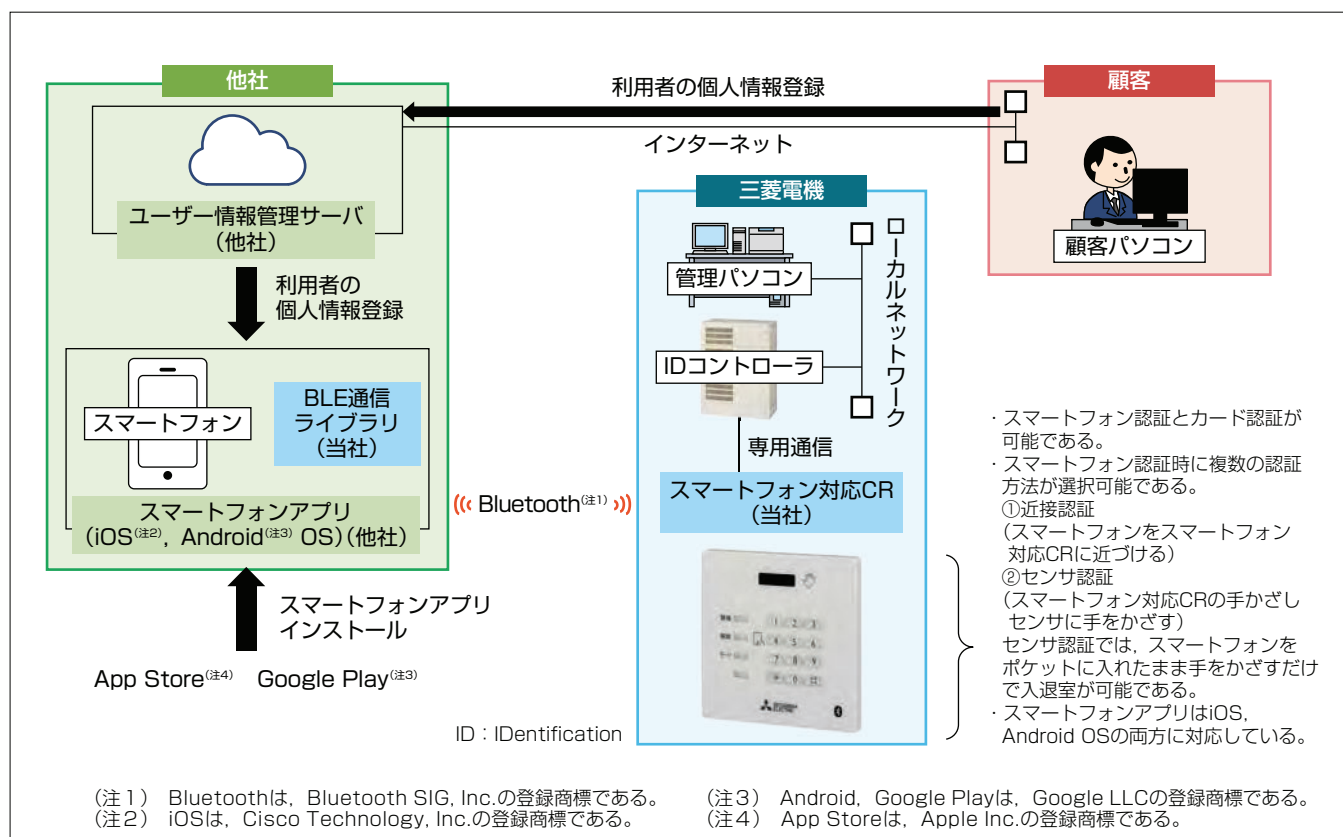
従来のカードを利用する場合と比較して、カード発行・回収業務の省力化、カード自体のコスト削減等が図れる。また、ユーザー自身のスマートフォンを利用するため、来訪者受付時でもカードの貸出しが不要で、新型コロナウイルス対策にも有効である。

### (2) スマートフォン認証時の複数の認証方法が選択可能

用途に応じて、“近接認証(スマートフォンをスマートフォン対応カードリーダー(CR)に近づける)”と“センサ認証(スマートフォン対応CRの手かざしセンサに手をかざす)”を選択可能にした。センサ認証ではスマートフォンをポケットに入れたまま、手をかざすだけで入退室が可能になる。

### (3) 従来のカード認証と併用可能

専用のスマートフォンアプリによるスマートフォン認証だけでなく、従来のカードによるカード認証も併用可能である。従来の運用も踏襲でき、スマートフォンの電池消耗時などのスマートフォンが使用できなくなった場合での継続利用(代替手段)が可能になる。



## スマホACSのシステム構成

スマホACSは“スマートフォン対応CR”“スマートフォンアプリ”“ユーザー情報管理サーバ”で構成しており、当社は“スマートフォン対応CR”“スマートフォン対応CR～スマートフォン間の通信機能”を担当した。(“スマートフォンアプリ”と“ユーザー情報管理サーバ”は他社で対応。)

## 1. ま え が き

スマートフォンに標準搭載されているBLEを活用し、ユーザーが持つスマートフォンを認証デバイスとして利用する入退室管理システム“スマホACS”を2020年9月に発売した。

本稿では、スマホACSの特長と開発内容について述べる。

## 2. スマホACS

### 2.1 システム構成

スマホACSのシステム構成を図1に示す。IDコントローラにスマートフォン対応CRが接続され、スマートフォン対応CRはスマートフォンとBLE通信を行う。入退室に使用する個人情報はあらかじめスマートフォンアプリ及びIDコントローラに登録し、スマートフォンアプリからスマートフォン対応CR経由で通知された個人情報をIDコントローラ内で照合し、照合結果をスマートフォン対応CR経由でスマートフォンアプリに通知する。利用者(ビルの社員や来訪者など)が扉を通行する際にはスマートフォンをかざしたり、スマートフォンを持った状態でスマートフォン対応CRに手をかざしたりすることで入退室が可能になる。また、入退室だけでなく、出退勤管理や“ELE-NAVI(エレ・ナビ)”<sup>(1)</sup>などカードで実現していた様々なソリューションへのスマートフォン活用も可能である。

### 2.2 特 長

#### (1) スマートフォンへの個人情報登録

スマホACSでは利用者が持っているスマートフォンに個人情報を登録し、入退室を可能にする。この特長は、特に来訪者受付時に効果的である。カードを利用した場合とスマートフォンを利用した場合の来訪者受付フローを図2に示す。カードを利用した場合、訪問前に来訪者が申請しておき、ビル管理者が用意したカードを受付などで借りることによって各扉の入退室を可能にしていた。スマートフォンを利用した場合、訪問前にビル管理者が来訪者向けに個人情報の登録手続を行い、来訪者がスマートフォンアプリに発行された個人情報を登録しておくことで入退室

できるので、来訪者は受付などに赴く必要がなくなる。また、ビル管理者はカードの貸出し管理の手間に加えて、さらに現在は新型コロナウイルス対策のためにカードの消毒などの手間も発生していたが、スマートフォンを利用することによってそれらの手間がなくなる。このことから、カードを使用した入退室管理システムに比べて、運用コストの低減と利便性の向上が可能になる。

#### (2) 複数の認証方法

当社のスマホACSは二つの認証方法を採用している。一つ目はスマートフォンをスマートフォン対応CRに近接させて認証する“近接認証(図3(a))”，二つ目はスマートフォンを取り出すことなく、センサ部に手をかざして認証する“センサ認証(図3(b))”である。“近接認証”は認証範

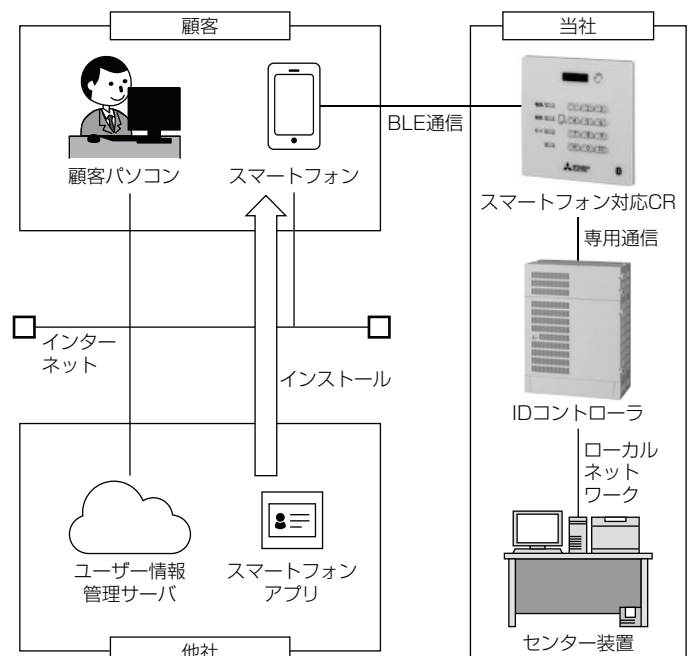
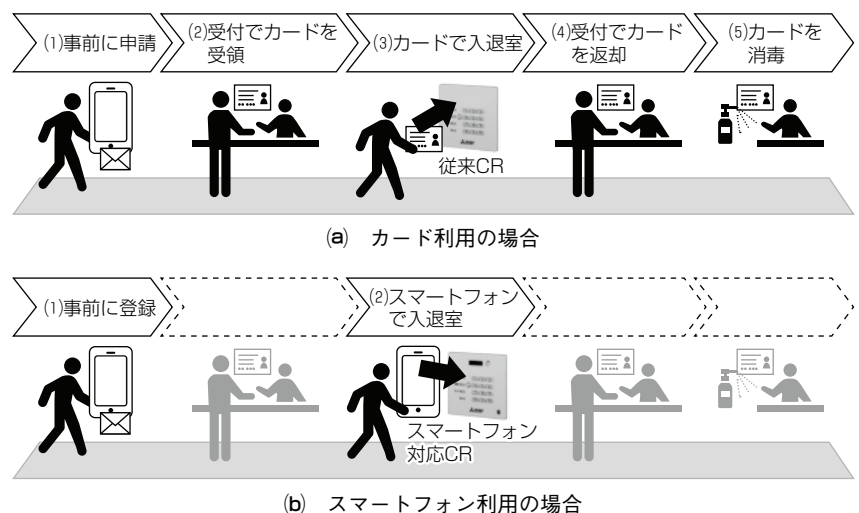


図1. スマホACSのシステム構成



(b) スマートフォン利用の場合

図2. 来訪者受付フロー



囲が20cm程度であるため、入退室の意思のない人の誤解錠を防止する場合や在室管理機能を適用する場合などセキュリティ性を重視する場合に推奨する認証方法である。“センサ認証”は認証範囲が100cm程度であり、胸ポケットやかばんなどにスマートフォンを入れた状態でセンサ部に手をかざすことによって通行できるため、荷物の運搬で

手がふさがりやすい倉庫や衛生面に考慮が必要な食品工場など利便性を重視する場合に推奨する認証方法である。先に述べた認証方法は扉ごとに選択できるので、管理者は利用者の運用に合わせたフレキシブルなシステムを構築できる。

### 3. スマホACSの開発ポイント

#### 3.1 BLE通信機能

##### (1) ペアリングレス通信の採用

BLE通信の標準的な仕様にはペアリングを必要とするBLE通信(以下“ペアリング通信(図4(a))”という。)とペアリングを必要としないBLE通信(以下“ペアリングレス通信(図4(b))”という。)がある。ペアリング通信では、スマートフォン対応CRとスマートフォン間でペアリング要求・ペアリング応答というペアリングをするためのシーケンスが必要になるため、セキュリティ性は向上するが、認証時間は増加する。加えて、ペアリング要求時にはユーザー操作(スマートフォン画面上でのパスコード入力など)が必要になり、ペアリング通信を採用すると、入退室時に必ずスマートフォンを取り出す必要がある。このことから、入退室時の機能性や操作性を考慮し、当社では認証時間が比較的短く、ユーザー操作を必要としないがセキュリティ性を確保した当社独自のペアリングレス通信を採用した。

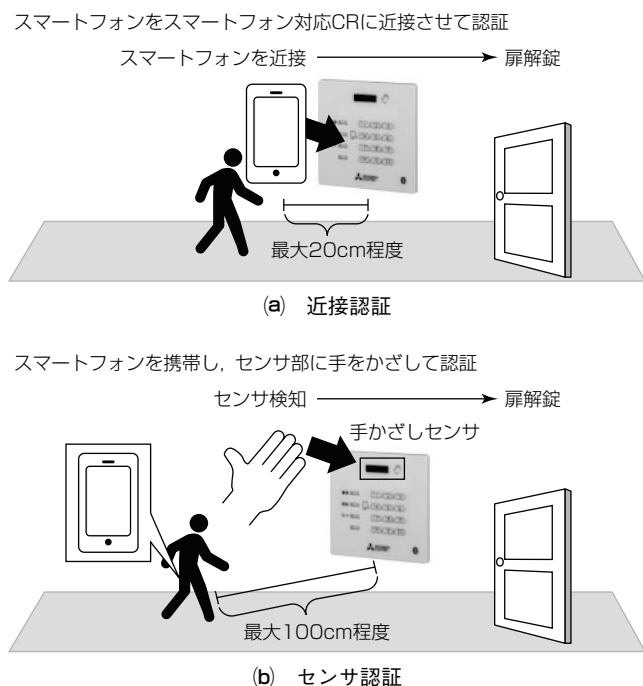


図3. スマホACSの認証方法

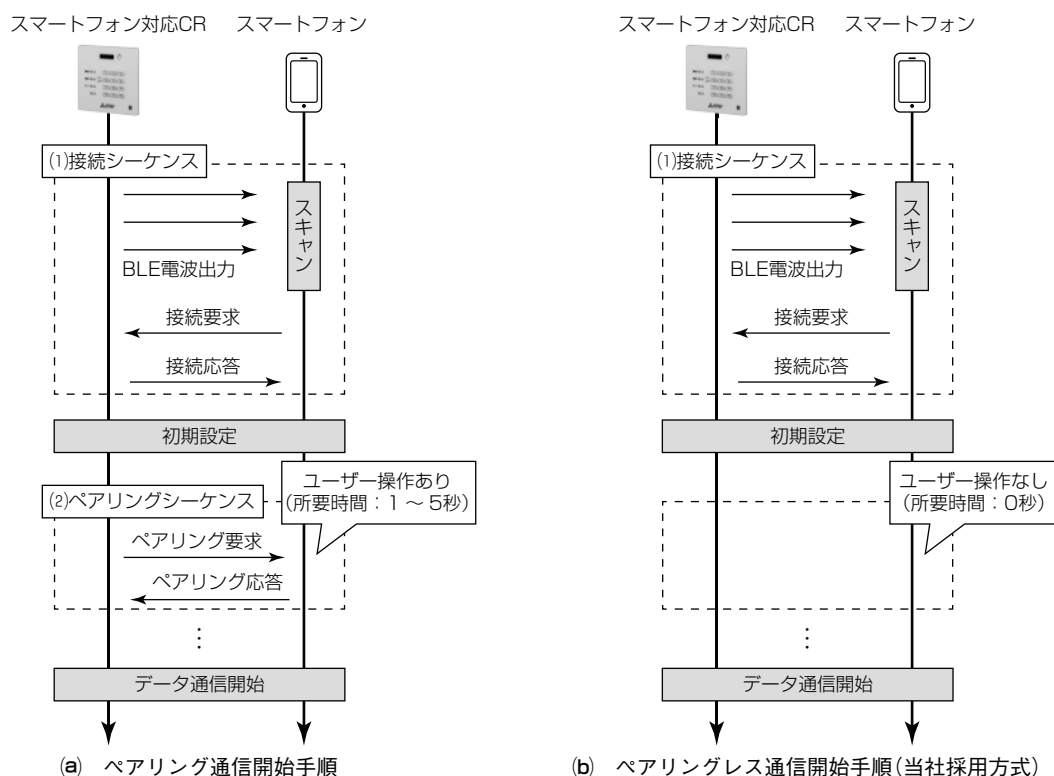


図4. BLE通信開始手順

## (2) 受信電力の平滑処理

当社のスマホACSでは、扉付近に設置したスマートフォン対応CRが送信する信号をスマートフォンで受信して、その信号の受信電力の大きさから扉との距離を判定し、近接距離にあると検出すると認証通信を開始している。しかしながら、周囲の環境やスマートフォンのOS、ハードウェア起因によって、距離に比例した受信電力を得ることは困難である。特にAndroid OSが搭載されたスマートフォンでは受信電力のばらつきが顕著であり、認証範囲の誤差が甚大であった。そこで当社独自のアルゴリズムを開発して受信電力の平滑処理を実装することによって、認証範囲の安定性を向上させた(図5)。

## 3.2 手かざしセンサ機能

スマートフォンを取り出すことなく、手をかざすことで認証させるため、スマートフォン対応CRに手かざしセンサ機能を搭載する必要があるが、既存システムのリプレースを考慮すると従来機種と同外形、同操作性であることが望ましい。また、現在の非接触ニーズを踏まえると、センサの検知距離はより長い方が望ましい。それらを実現するために次の二つの取組みを行った。

### (1) 小型センサの搭載

当社ハンズフリー認証装置<sup>(2)</sup>でも手かざしセンサを搭載しているが、そのセンサでは今回の外形が実現できないため、今回新たにスマートフォンやカーナビゲーションにも使用されている小型センサを採用した。

### (2) 内部構造の見直し

テンキー押下時に今回の手かざしセンサが意図せず反応しないようにテンキー操作部の上に手かざしセンサを配置した。また、センサの光学クロストークによる誤反応(常時検知)やばらつきによる検知距離低下を防ぐための部品

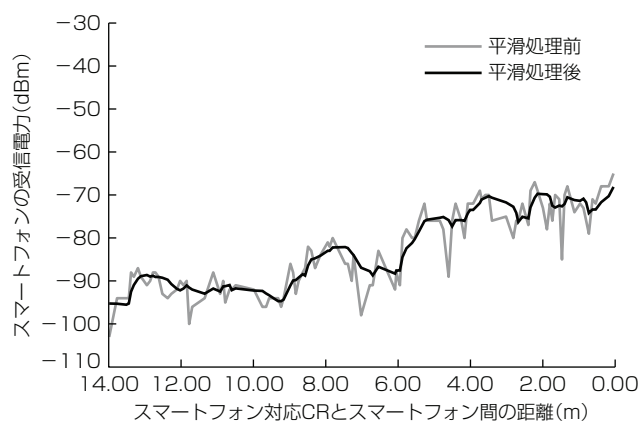


図5. 受信電力の平滑化処理

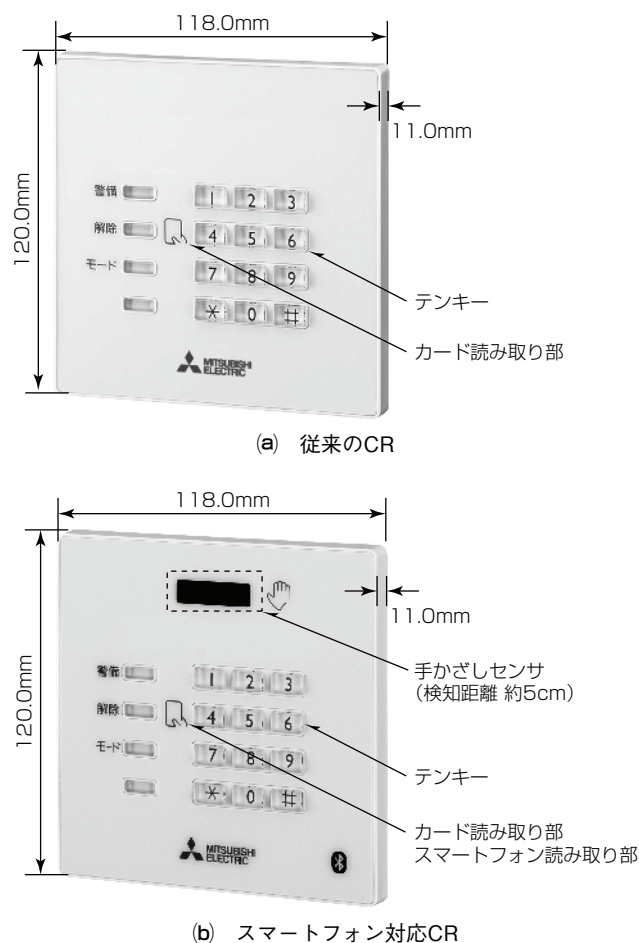


図6. カードリーダー (CR)

を搭載するなど内部構造の見直しを行った。

これら対策によって、従来機種と同外形かつセンサ検知距離約5cmを実現した(図6)。

## 4. む す び

スマホACSの特長と開発内容について述べた。このシステムを導入することで従来のカードを利用する場合と比較し、運用コストの低減と利便性向上が実現可能になる。

今後は厚生労働省提言の“新しい生活様式”の実践など社会情勢の変化、多様化する顧客ニーズにマッチした製品、サービスを順次開発・提供し、製品競争力の更なる強化を図っていく。

### 参 考 文 献

- (1) 鈴木直彦, ほか: セキュリティシステム連動・エレベーター行き先予報システム, 三菱電機技報, 85, No.2, 102~106 (2011)
- (2) 関 輝夫, ほか: 入退室管理システム向け新型ハンズフリー認証装置, 三菱電機技報, 92, No.9, 521~525 (2018)



省エネルギー、安全性、デザイン、さらにその先の新たな価値を創出

# エレベーター・エスカレーター

三菱電機のエレベーター・エスカレーター総合サイトで  
す。当社昇降機は、国内外の様々な利用者のニーズに  
対応し、快適な移動を実現しています。さらに、省エネ

ギー・省力・快適・安全など多様化するニーズに対応した  
統合ソリューションを提供し、スマートシティ・スマート  
ビルの実現を目指しています。

<https://www.MitsubishiElectric.co.jp/elevator/>

## 主なコンテンツ



多彩な用途・規模に合わせた  
ラインアップや、リニューアル、  
メンテナンスなどのメニュー  
をご案内します。



当社昇降機の納入事例をご覧  
いただけます。製品、建物用途、  
機能・特長、地域などのキー  
ワードで絞り込み検索が可能  
です。



安心・安全、省エネルギー、  
そして効率化と利便性を高  
める様々な技術と機能を紹  
介しています。



リニューアル、毎朝の渋滞、  
省エネルギー、公衆衛生……  
昇降機に関する各種お悩み  
を解決するソリューション  
を提案します。



## 新たな価値を創出する当社ビルシステム事業の取組み

最新ビル設備からメンテナンスやビル診断まで、ビル機能を支える設備・ソリューションをご案内しています。



ビルのデータを利活用するIoT  
(Internet of Things)プラット  
フォーム“Ville-feuille”や、  
エレベーターとロボットの連  
携など、スマートシティ、ス  
マートビルの実現に貢献する  
サービスを提案します。



利用者には安心・安全・快適を、管理者には省力化・省  
人化を。ビルの規模・用途・目的に合わせた多彩なソ  
リューションを提供します。



総合電機メーカー初のZEB(net Zero Energy Building)  
プランナーとして多くの実績を持つ当社ならではのZEBソ  
リューション、導入事例を紹介します。

▶ 詳しくはWEBサイトでご覧いただけます。

三菱電機 昇降機

検索

