

# 三菱電機技報

9

2018

Vol.92 No.9

昇降機・ビルシステム



## 目 次

### 特集「昇降機・ビルシステム」

昇降機・ビルシステム特集に寄せて……………	巻頭言 1
森 日出樹	
ZEBに向けた三菱電機の取組み……………	巻頭論文 2
松下雅仁	
標準型エレベーター“AXIEZ”の仕様拡充……………	8
稲田雅之・中野雄介	
エレベーター行先予報システム“DOAS”の ユニバーサルデザイン……………	12
山崎由美子	
ダブルデッキエレベーター行先予報システム……………	17
奥中孝剛・小堀貞吾	
東京タワー向け屋外展望用エレベーター……………	21
松井 太・浅野和雄・三本木慧介・榎本 優・羽根田 治	
エスカレーターリニューアルの最新事例……………	25
長尾幸奈	
入退室管理システム向け新型ハンズフリー認証装置……………	27
関 輝夫・三田尚義	
ITを活用した昇降機生産管理の高度化……………	32
渡邊清史・川口直樹・新堀紘康・佐藤勇也	
最近の昇降機国内納入事例……………	37
羽坂佳穂里	
最近の昇降機海外納入事例……………	41
工藤友里	
ビル統合ソリューション“BuilUnity”……………	45
横田和典	

### Elevators, Escalators and Building Systems

Contribution to Special Issue on Elevators, Escalators and Building Systems	Hideki Mori
Efforts Toward ZEB in Mitsubishi Electric Corporation	Masahito Matsushita
Specification Expansion of Standard Type Elevator “AXIEZ”	Masayuki Inata, Yusuke Nakano
Universal Design Development of Destination Oriented Allocation System “DOAS”	Yumiko Yamazaki
Destination Oriented Allocation System for Double Deck Elevators	Takayoshi Okunaka, Shingo Kobori
Outdoor Type Observation Elevator for Tokyo Tower	Futoshi Matsui, Kazuo Asano, Keisuke Sambongi, Yu Enomoto, Osamu Haneda
Latest Case of Mitsubishi Escalator Renewal	Yukiyasu Nagao
New Model of Handsfree Authentication Device for Access Control System	Teruo Seki, Takayoshi Sanda
Advanced Production Management Using IT for Elevator Manufacturing	Hiroshi Watanabe, Naoki Kawaguchi, Hiroyasu Shimbori, Yuya Sato
Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Domestic Market	Kahori Hasaka
Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Overseas Market	Yuri Kudo
“BuilUnity”: Integrated Solution for Building Management	Kazunori Yokota

## 関連拠点紹介…………… 49

### 特許と新案

「デマンド制御装置」「エレベータ」……………	51
「エレベータのかごドア装置」……………	52

### 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 標準型エレベーター“AXIEZ”

緊急時に日・英・中・韓の各言語で運行情報を表示する“4か国語ガイド”、液晶インジケータ、インタホンボタン及び開くボタンを、色覚の多様性を考慮し、より多くの人に見やすい表示とした“カラーユニバーサルデザイン”など、標準型エレベーター“AXIEZ”の仕様を拡充した。

#### ② 新ハンズフリー認証装置

ビルの入退室管理システム“MELSAFETY”で、アンテナとコントローラの一体化、入退室者が持つタグの小型化、及び電波性能の向上を図った新型のハンズフリー認証装置を発売した。

#### ③ “御園座タワー”劇場用エレベーター

愛知県名古屋市に竣工(しゅんこう)した“御園座タワー”に納入した劇場用エレベーターは、ホールやロビーにも使用されている“御園座レッド”と呼ばれる朱色をかご室に用い、劇場内の一体感を高めている。



①



②



③

# 巻/頭/言

## 昇降機・ビルシステム特集に寄せて

Contribution to Special Issue on Elevators, Escalators  
and Building Systems

森 日出樹

Hideki Mori



世界経済の緩やかな拡大が継続しているなか、世界の総人口は、高い経済成長を遂げている新興国を中心に増加し、それに伴い急速な都市化が進んでいます。国内では、東京2020オリンピック・パラリンピック開催、外国人旅行者増加に伴うインバウンド需要取り込みに向けて、建設投資が拡大しており、また、過去に設置された老朽化設備の更新需要も急速に拡大しています。

これらの国内外経済活動の拡大や都市化の進展には、一方で、エネルギー問題をはじめとした地球環境保全の問題に直面しており、国内では、少子高齢化社会の進行による人手不足など、社会構造変化の問題にも直面しています。また、犯罪やテロを未然に防ぎ、誰にでも優しい、安心・安全で快適な社会の実現に向けた、社会的な要請も高まっています。

三菱電機は、そのような社会情勢や要請に対して、三菱電機グループが持つ技術や製品などを通じて、健全な社会の発展に貢献していくことが求められています。

エネルギー問題につきましては、2008年に第34回主要国首脳会議(洞爺湖サミット)が開催され、国際エネルギー機関(IEA)から先進各国に対して、「ネット・ゼロ・エネルギー・ビル(ZEB)」の取組み加速が求められました。これを受けて、日本でもZEBに対する取組みが本格化し、2014年4月にエネルギー基本計画が閣議決定されています。当社は、この動きに対して、経済産業省がZEB普及のために新設した制度である“ZEBプランナー”に、電機メーカーとして初めて登録され、ZEBに貢献する設備・システムを納入しています。

都市化の進展につきましては、ビルの高層化が進むなかで、昇降機は縦のビル内交通インフラとして欠かすことのできない設備になっています。当社は、超高速エレベーター

ターやダブルデッキエレベーターの開発、エレベーターの混雑を解消するための行先予報システムの開発などによって、ビル内交通の輸送効率向上を実現するとともに、東京2020オリンピック・パラリンピックを控えるなか、外国人や高齢者が安心・安全で快適に利用できるように、“おもてなし”をテーマとして、エレベーターかご室内の表示・アナウンスの4か国語ガイド(日本語、英語、中国語、韓国語)やカラーユニバーサルデザインなど、製品仕様の充実化を図っています。また、老朽化したエレベーター・エスカレーターに対しては、省エネルギーや安全性向上を実現するための改修工事メニューを充実化させ、工事期間の短縮や利用できない日をなくすなど、利用者の立場を第一に考えた工法も順次投入しています。

安心・安全な社会、地球環境への貢献につきましては、個人情報保護や企業機密管理強化などのセキュリティニーズの高まりや、2015年7月の「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)」制定による、建築物の省エネルギー基準への適合義務化など、より高度なビル設備管理のニーズが高まっています。当社は、これらのニーズに対応するために、大規模ビルはもとより、人手不足がより深刻となっている中小規模ビルにも焦点を当て、初期導入コストの抑制や、クラウドサービスやスマートフォン活用などによる、設備運営管理業務の効率化に貢献するビルマネジメントシステムを提供しています。

今後、激しく変化していく社会環境で、昇降機やビルマネジメントシステム、それらを連携させたビルソリューションの役割は更に高まっていくと考えています。より良い社会の実現に向けて、ビルトータル視点に立った高度なソリューションの提供を通じて、社会貢献を進めていきます。



松下雅仁\*

# ZEBに向けた三菱電機の実組み

Efforts Toward ZEB in Mitsubishi Electric Corporation

Masahito Matsushita

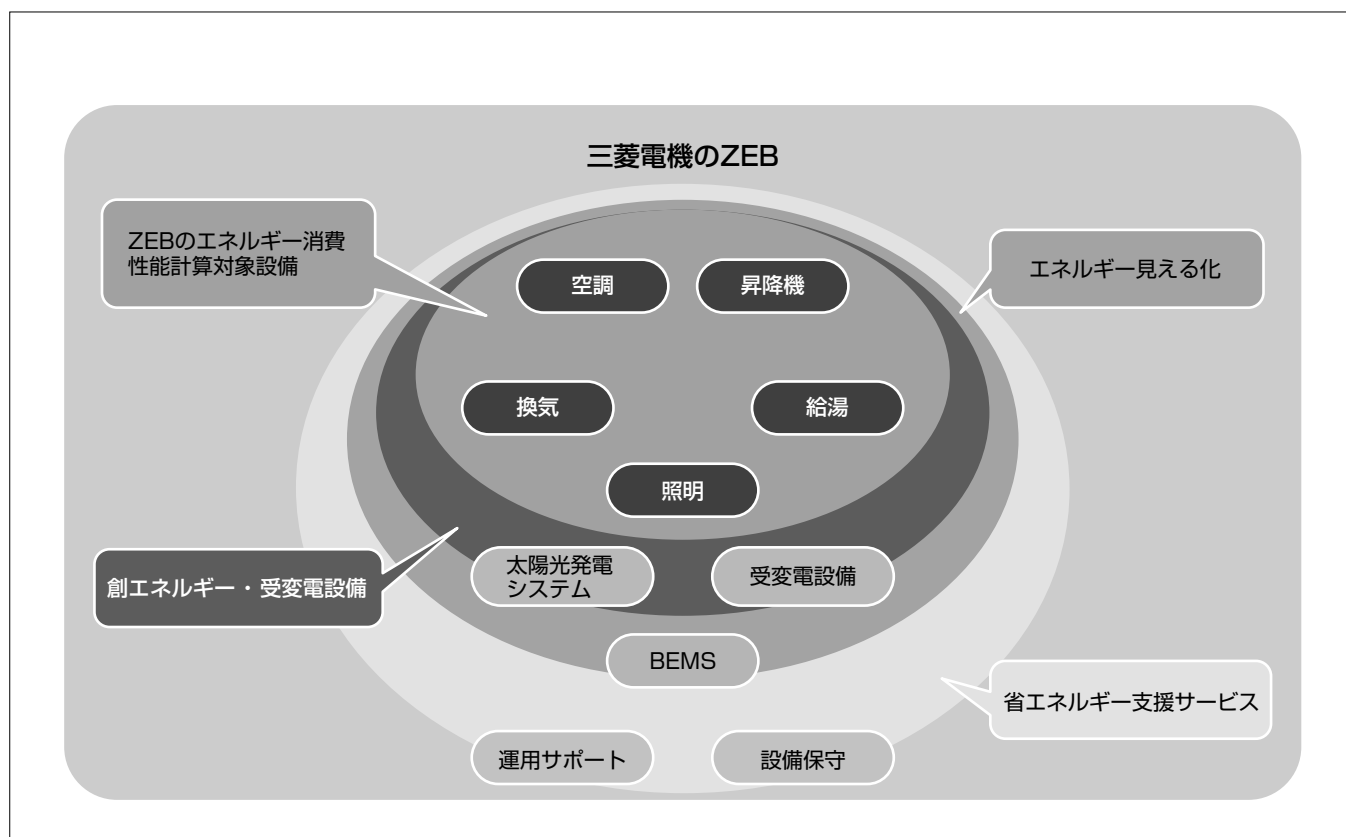
## 要 旨

地球温暖化対策が喫緊の課題となる中、中心的な対策となる省エネルギーの重要度は増している。中でも2014年に政府が、2020年までにZEB(net Zero Energy Building)の実現を目指す閣議決定したことを受け、オフィスビル等の建築物に関する省エネルギー推進の実組みが加速している。

三菱電機は、ビルに設置される空調、換気、照明、給湯、昇降機など、多くのビル設備製品を扱っているため、これら設備の高効率化でビルの省エネルギー化に貢献できる。さらには、これらの設備に関する知識を活用して、ビル建築時に実施される設備設計の最適化を提案することでZEBの実現にも貢献できることから、ビルトータル視点でのZEB化設備設計支援を行っている。

また、ZEBはその設計と同等以上に、運用開始後のエネルギーマネジメントが重要となる。設計段階で計画したとおりにエネルギーが利用されているかを常に確認し、計画から乖離(かいり)が発生している場合には、その原因を分析して対策をとる必要がある。そのため当社では、グループ会社と連携し、日々の運用支援サービスも提供している。

当社はZEB化に必要な設備の提供だけにとどまらず、設備設計支援から運用開始後のサポートまでワンストップで対応し、ZEBの実現に貢献していく。また省エネルギーだけでなく、セキュリティ性や知的生産性、ウェルネスなど、ビルの付加価値向上に向けた様々なシステムやソリューションの提供も同時に推進していく。



## ZEBに向けて当社が提供する価値

ZEBのエネルギー消費性能計算対象となる空調、換気、照明、給湯、昇降機の5設備に加え、創エネルギー設備の太陽光発電システムや受変電設備を設備機器として提供するとともに、これらの設備設計を支援している。さらには、運用開始後に重要となるエネルギーマネジメントを行うためのZEB用機能を搭載したBEMS(Building Energy Management System)と、これを活用した運用サポートなどの省エネルギー支援サービスを提供していく。

## 1. ま え が き

持続可能な社会の実現に向けた国際的な議論が活発化する中、特に地球温暖化対策としての環境負荷低減は国内外を問わず喫緊の課題となっている。これを受け、国内では政府が旗振り役となってビルや住宅など、建築物の省エネルギー化に向けた積極的な取組みが進められている。特にビルの省エネルギーについては、2014年に閣議決定されたエネルギー基本計画の中で、2020年までにZEB(net Zero Energy Building)の実現を目指すとの政策が宣言されており、近年、市場が大きく動き始めている。

本稿では、2章から4章でZEBが推進される背景や日本のZEB定義について述べた後、5章以後でZEBに対する当社の取組みについて述べる。

## 2. ZEBが推進される背景

### 2.1 ZEBロードマップ

2008年に北海道で第34回主要国首脳会議(洞爺湖サミット)が開催された際、国際エネルギー機関(IEA)から先進各国に対してZEBへの取組み加速が勧告された。これを受け、日本でもZEBに対する取組みが本格化し、2014年4月にエネルギー基本計画が閣議決定された。この閣議決定では“建築物については、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す”とする政策目標が設定されている。

その後、経済産業省によって設置されたZEBロードマップ検討委員会で“ZEBロードマップ”が議論され2015年12月に公表された<sup>(1)</sup>。さらにその後、このロードマップに基づいた取組み状況を評価するため、2016年7月にZEBロードマップフォローアップ委員会が設置された。この委員会では、それまでに進められてきた官民連携による各種

取組み状況の評価を行うとともに、2020年や2030年の政策目標達成に向けた新たな提言などが議論され、その結果が“ZEBロードマップフォローアップ委員会 とりまとめ”として、2018年3月に経済産業省から公開されている<sup>(2)</sup>。

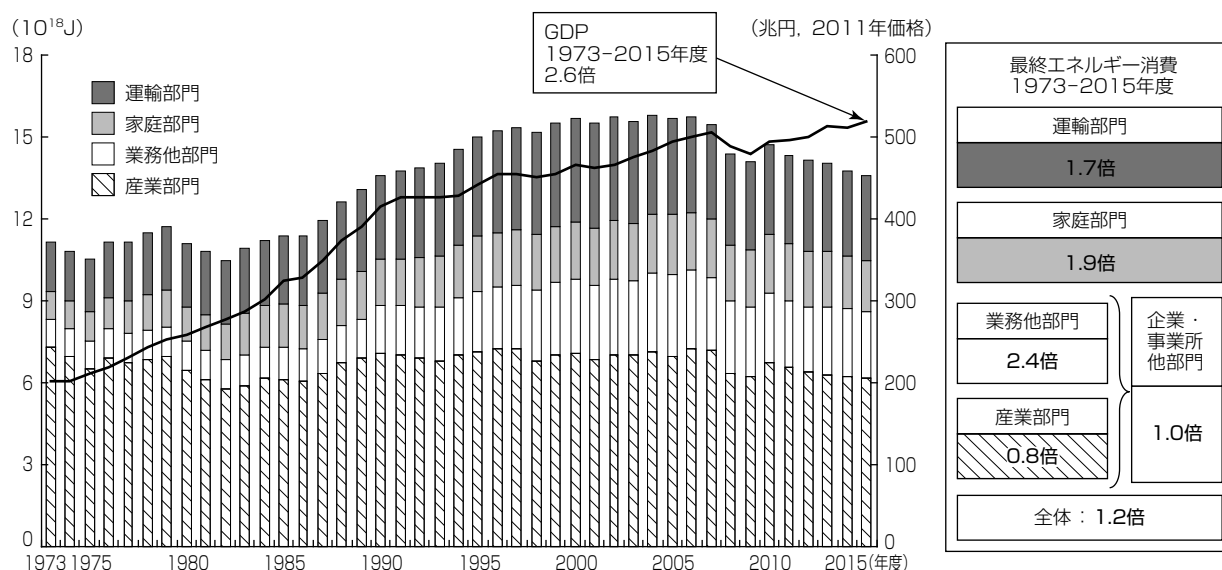
### 2.2 エネルギー消費動向

ビルのZEB化が積極的に推進される背景には、国内でのエネルギー消費の事情が大きく関係している。資源エネルギー庁発行の“エネルギー白書2017”<sup>(3)</sup>によれば、図1に示すとおり、1973年から2015年の約40年間で日本のGDPは2.6倍の伸びを示す一方、国内全体での最終エネルギー消費は1.2倍に抑制されている。中でも、産業部門は0.8倍となっており、この40年間に大幅な省エネルギーが進んだことが分かる。これに比べ、オフィスビルや商業施設などが含まれる業務他部門の最終エネルギー消費は2.4倍となっており、この40年間で大きく増加している。このことから、業務他部門の省エネルギー推進が大きな課題となっていることが分かる。

このような最終エネルギー消費動向の中、2016年に発効したパリ協定で、日本は温室効果ガスの排出量を2030年度までに2013年度比で26%削減するとの約束草案を発表している。この削減目標の達成に向け、2016年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画では、運輸、家庭、業務他、産業の各部門に対し、表1に示す削減目標が設定された。中でも、業務他部門と家庭部門には極めて高い目標が設定されており、これがZEBやZEH(net Zero Energy House)の普及を推し進める政策の背景となっている。

表1. 2030年度の温室効果ガス排出削減目標(2013年度比)

部門	低減量
運輸部門	▲28%
家庭部門	▲39%
業務他部門	▲40%
産業部門	▲7%



### 3. 日本のZEB定義

洞爺湖サミットの中でIEAがZEBへの取組み加速を勧告した際、ZEBの定義は各国の検討に委ねることとされた。そこで、日本では先に述べたZEBロードマップ検討委員会の中で議論が進められた。その結果、2015年に公益社団法人 空気調和・衛生工学会から発表されたZEBの定義と評価方法を参考に、日本としてのZEBの定義が定性的、定量的の両面から決定された。この章ではこれらの定義のポイントを述べる。

#### 3.1 定性的定義

ZEBの定性的定義は、次のように定められている<sup>(1)</sup>。

“先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物”

ここで重要な点は、“大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入する”とされている部分である。これは“省エネルギー化を図ることなく、再生可能エネルギーの大量導入だけでエネルギー収支をゼロとしたビルはZEBと認められない”ことを意味している。つまり、徹底して省エネルギーを進めた上で、それ以上の省エネルギーが困難な部分については再生可能エネルギーの導入による実質低減分をエネルギー収支計算に含めることを認める、ということである。この概念が、後述する定量的評価

の重要な前提条件となっている。

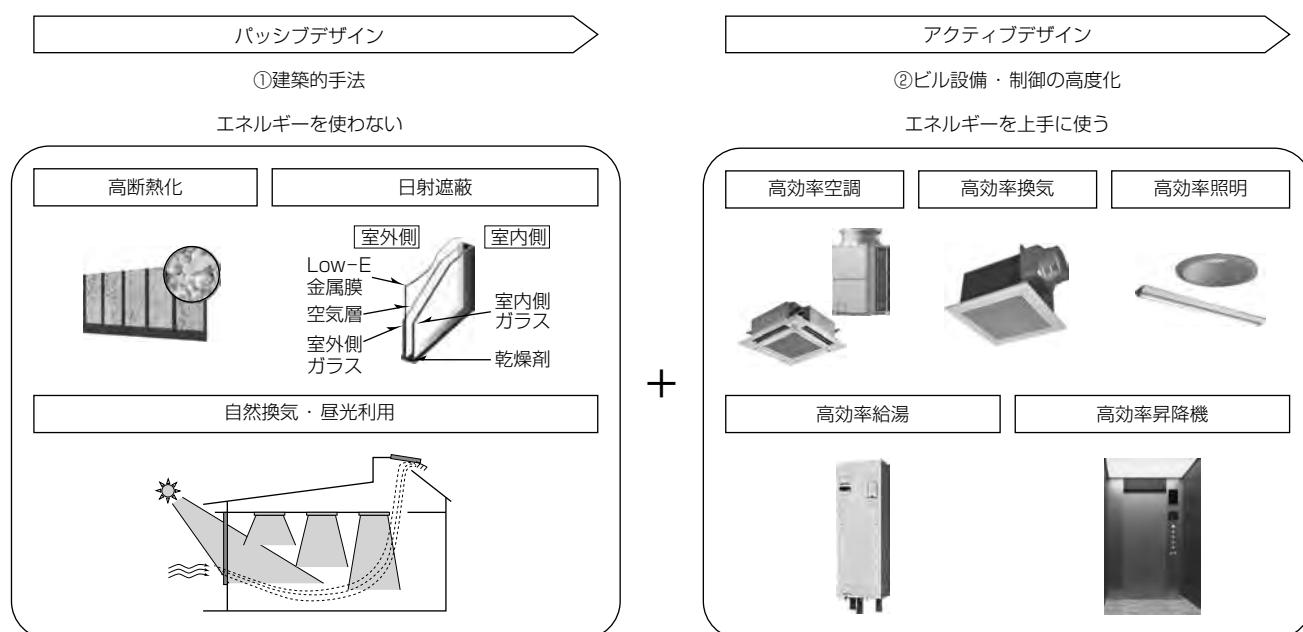
また、高断熱化、日射遮蔽、自然換気、昼光利用といった建築計画的な手法(パッシブデザイン)を最大限に活用し、建物自体を、極力、エネルギーを使わないビルにした上で、これにビル設備・制御の高度化(アクティブデザイン)を重ね合わせる段階的な設計(ヒエラルキーアプローチ)(図2)が重要であるとされている。

さらに、ZEBの達成は、設計時評価と運用時評価のいずれでも実現されることが望ましいとはしつつ、日本のZEB定義では設計時で評価することとされている。

#### 3.2 定量的定義

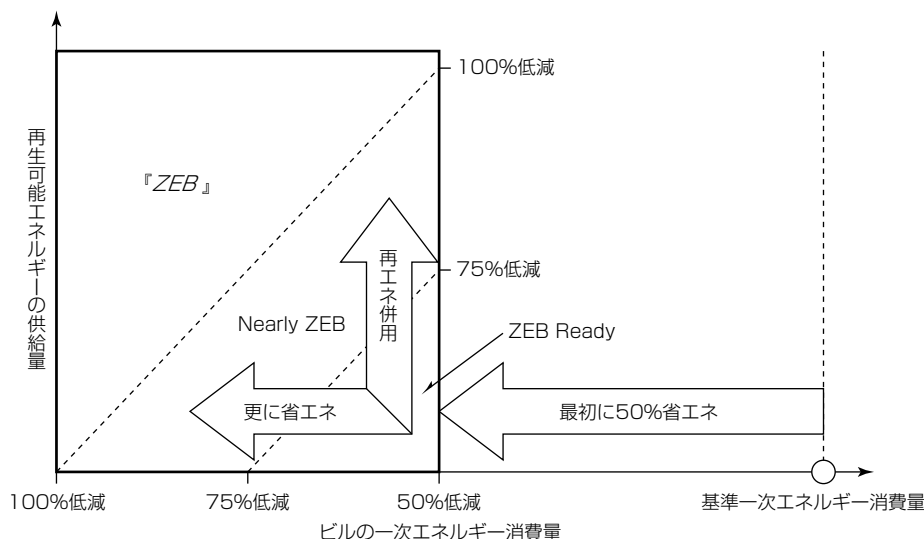
図3に定量的定義の説明図を示す<sup>(1)</sup>。グラフの横軸は、ビルの設計時に建築物省エネ法に基づいてビルごとに算出される一次エネルギー消費量を示している。太陽光発電等の再生可能エネルギー供給設備を持たないビルの場合、そのビルは、このグラフの原点を通る横軸上のどこかに位置付けられることになる。縦軸は、太陽光発電などによる再生可能エネルギーの供給量をあらわしている。また、この横軸上にプロットされた基準一次エネルギー消費量とは、2,000m<sup>2</sup>以上の非居住建築物で、建築確認申請提出時に必ず適合させなければならない省エネルギーの基準値である。

この基準一次エネルギー消費量に対し、再生可能エネルギーによる創エネルギー分を含まない省エネルギーだけで、50%以上75%未満のエネルギー消費を低減したビルは“ZEB Ready”，更に省エネルギーを進め、75%以上100%未満の低減を達成したビルは“Nearly ZEB”とすると定義されている。ここで、省エネルギーだけで50%以



Low-E : Low Emissivity

図2. ヒエラルキーアプローチ

図3. ZEBの定量的定義<sup>(1)</sup>

上の低減を達成した“ZEB Ready”以上のビルについては、更なる低減分について再生可能エネルギーによる創エネルギー量も収支計算に含めることが認められており、省エネルギーと創エネルギーを合わせて75%以上低減可能なビルも（省エネルギーだけで75%以上を達成したビルと同様に）“Nearly ZEB”とすることが定義されている。さらに省エネルギーと創エネルギーを合わせて、100%以上の低減が可能なビルを『』付きの斜体文字で表記する『ZEB』とすると定義されている。

このように定量的定義には、3.1節で述べた“先に省エネルギー、次に再生可能エネルギー導入”というアプローチが深く関係していることが分かる。

なお、一次エネルギー消費量の計算対象となる設備は、“空気調和設備、空気調和設備以外の機械換気設備、照明設備、給湯設備及び昇降機”だけが対象とされている。つまり、ビルの運用開始後にテナント等が持ち込み、コンセントにつないで使用するOA機器等によるエネルギー消費量は、計算対象外となっている点に注意が必要である。

#### 4. ZEBの普及に向けた制度

##### 4.1 評価方法

3章で述べたとおり、日本のZEB定義では、設計時に基準一次エネルギー消費量の低減率を評価することとされている。ビルの運用開始後に、実際のエネルギー消費量計測値に基づいて低減率やエネルギー収支を評価する場合と異なり、設計時に低減率を評価するためには、国内のあらゆるビルの省エネルギー性能を統一基準で評価する仕組みが必要となる。そのため、国土交通省が、ビルの設計段階で省エネルギー率を算出するエネルギー消費性能計算プログラム（以下“WEBPRO”という。）を整備し、インター

ネット上で公開している。

このWEBPROは、評価したいビルの設計情報に基づいた各種のデータを入力すると、基準一次エネルギー消費量に対する低減率が出力される仕組みになっている。また、2018年4月時点でVer.2.5が公開されており、自由に利用可能になっている。ただし、現在のWEBPROでは、あらゆる省エネルギー技術が低減率に反映されるわけではなく、例えばデシカント空調システムや照明のゾーニング制御など、低減率に反映されない省エネルギー技術も存在する。そのため、先進的な省エネルギー制御技術の普及促進に向け、WEBPROの継続的な改良が期待されている。

##### 4.2 表示制度

省エネルギー性能に優れたビルが市場で適切に評価され、優先的に選択されるような市場環境を整備していくことを目指し、ビルの省エネルギー性能を一般の人に分かりやすく伝える建築物省エネルギー性能表示制度（Building-Housing Energy-efficiency Labeling System : BELS）が国土交通省によって開始されている。このBELSでは、所定の第三者認証機関からWEBPROの結果に対する認定を得ることで、省エネルギー性能を対外的なアピールに活用することが認められている。

##### 4.3 ZEBプランナー／リーディング・オーナー登録制度

ZEBの実現に必要な技術や知見を持ち、建築主の支援を行う設計会社、設計施工会社、コンサルティング会社等の法人をZEBプランナーとして登録し、その活動範囲や相談窓口の情報等を公表する制度が経済産業省によって2017年度から開始されている。当社はこのZEBプランナー登録制度にいち早く対応し、2017年5月の第1回発表時に登録を完了した。

また、ZEBの建築主に対しても、先導的建築物のオー

ナーであることを対外的にアピールできるよう、経済産業省がZEBリーディング・オーナー登録制度を策定し、建築主による環境への先進的な取組みのPRを支援している。

## 5. 当社によるZEB実現の支援

ZEBとしてビルを設計する際は、建築計画の初期段階から、建築設計者、設備設計者、設備メーカーなどの専門家が、パッシブデザインとアクティブデザインを重ね合わせるヒエラルキーアプローチと呼ばれる概念を共有しつつ設計を進める必要がある。その際、それぞれの専門家が目指すべき性能の水準を認識した上で、緊密に連携しながら設計を進めていくことが求められる。そのため、一般的なビルの設計に比べて、かなり初期の段階から設備メーカーが設計に関与していく必要がある。そこで当社は、基本設計の検討段階から建築計画に参画し、設備選定や設備設計に協力する活動を進めている(図4)。これは、後に行うWEBPROを用いた省エネルギー性能評価の際、建築躯体(くたい)と設備の仕様が互いに影響を及ぼしあうためである。例えば、外壁や窓の断熱仕様が変更されると、それに伴って空調に影響する熱負荷が変化し、空調のエネルギー消費量も変化する。そのため、断熱性能と空調性能を総合的に判断しながら設計を進めなければ、ZEBで求められる省エネルギー性能を満足させることが困難になる。

ここで当社は、ZEBでの一次エネルギー消費量の評価対象である空調、換気、照明、給湯、昇降機の5設備を全て製品として持ち、さらには創エネルギー設備である太陽光発電システムも扱っていることから、ワンストップで6設備全ての設備設計とアフターサービスの提供が可能である。特に、自社製品として空調、換気、照明、給湯、昇降機の

5設備を扱っていることから、設備の内部まで把握した最適なZEB向けの設備設計が可能になっている。

## 6. 実現例

一般社団法人環境共創イニシアチブが公開しているモデルビル(東京都、鉄筋コンクリート造り、地上3階建て、延べ床面積1,706m<sup>2</sup>)の設計情報を利用し、このモデルビルの空調、換気、照明、給湯、昇降機の各設備を当社製に置き換えた場合の省エネルギー性能評価を行った。その結果、基準一次エネルギー消費量に対する低減率が52%になり、“ZEB Ready”を達成可能なことが分かった。

また、実際に建築されたビルでは、2018年1月に竣工(しゅんこう)した熊本県に所在する白鷺電気工業(株)の本社ビルで“ZEB Ready”を実現している。このビルでは、空調、換気、照明、昇降機などの設備製品のほか、エネルギー管理を行うBEMSを当社が納入し、建築工事の元請かつZEBプランナーでもある(株)建吉組と連携し、エネルギー低減率74%の“ZEB Ready”を達成した(図5)。このように、実際のビルでも当社製設備で“ZEB Ready”を実現できた事例が増えつつある。

## 7. 運用サービス

先に述べたように、日本のZEBは、ビルの設計段階で一次エネルギー消費量の低減率を評価して認定されることになっており、実運用段階で当初計画どおりのエネルギー低減が達成できたかどうかは今のところ、評価対象とはなっていない。しかし、建築主や運用管理者にとっては、実運用開始後、設計時の計画どおり、又はそれ以上のエネルギー低減を実現し、エネルギーコストを抑制することでZEB化に要した投資を回収することが大変重要となる。そのためには、日々、エネルギーの消費状況を計測・監視し、想定外のエネルギー消費が見られた場合には、その原因を究明した上で改善策を実行していく必要がある。しかし一般には、設計時と運用時の差がなぜ発生したかの分析や、その対策を検討することは、設備に精通した専門技術者でないと困難なことが多い。またZEBは設備ごとの分析だけでなく、建物躯体に施されたパッシブ建築との関係も考慮しながら、ビル全体の総合的なエネルギーマネジメントを行っていく必要がある。そのため、当社は設備製品のメンテナンスサービスを行う三菱電機ビルテクノサービス(株)等のグループ会社と連携し、三菱電機グループとして建物の運用開始後も、ZEB運用を実現するために必要な様々なサービスを提供していく。

## 8. むすび

エネルギー視点に的を絞って当社のZEBに関する取り組みを述べた。しかし、ビルの価値はエネルギー性能だけで

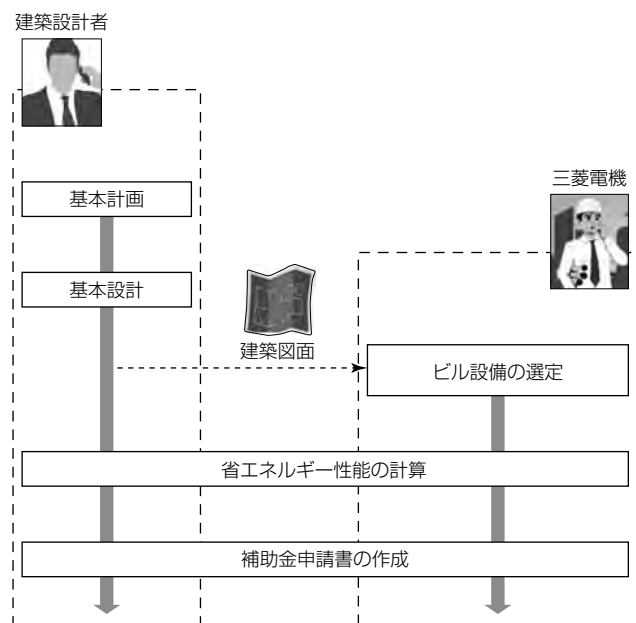


図4. ZEB実現に向けた業務フロー



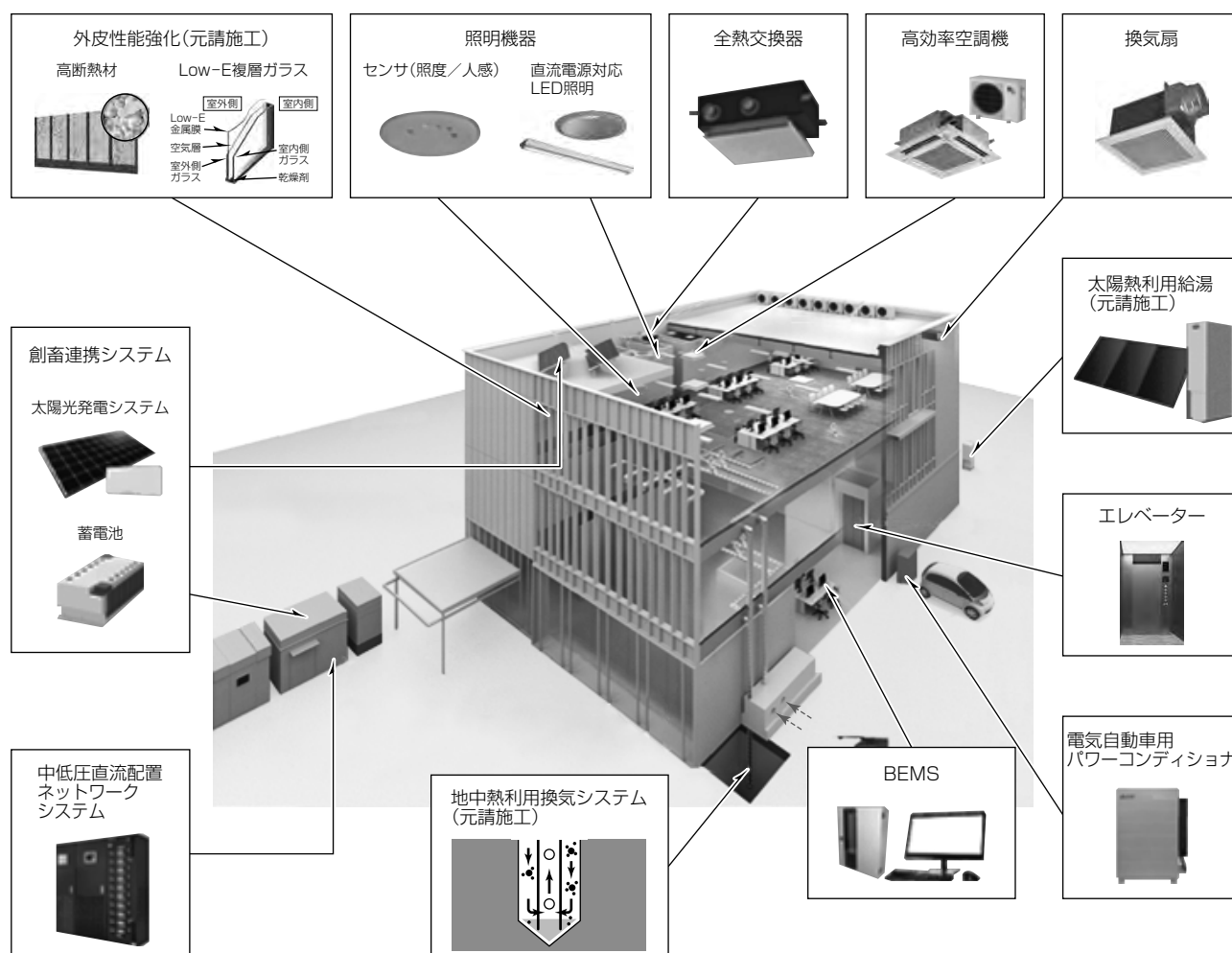


図5. ZEBの実現例

語るべきものではなく、当該ビルのセキュリティー性や知的生産性も重要な要素であるし、さらに近年ではウェルネスといった視点も大きな関心が集まりつつある。また、BCP(Business Continuity Plan)強化やレジリエンスなど、災害対応力の向上も重要な視点である。当社は、ZEBに関わる設備製品以外にも、セキュリティーシステムや受変電設備など、ビルの内外で使われる多くの製品や技術を保有していることから、これらを活用し、エネルギーだけにとどまらないビルの価値向上に寄与していく。

## 参考文献

- (1) 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー対策課：ZEBロードマップ検討委員会 とりまとめ (2015)
- (2) 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー対策課：ZEBロードマップフォローアップ委員会 とりまとめ (2018)
- (3) 経済産業省 資源エネルギー庁：平成28年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2017) (2017)

# 標準型エレベーター“AXIEZ”の仕様拡充

稲田雅之\*  
中野雄介\*\*

Specification Expansion of Standard Type Elevator "AXIEZ"

Masayuki Inata, Yusuke Nakano

## 要 旨

東京2020オリンピック・パラリンピックを控えるなか、2017年6月に標準型エレベーター“AXIEZ(アキーズ)”を発売した。AXIEZは、外国人や高齢者が安心・安全で快適に利用できるように、“おもてなし”をテーマとして新たな仕様を拡充した。拡充した仕様の特長は次の四つである。

### (1) 4か国語ガイド

エレベーターかご室内の平常時での日本語の表示・アナウンスに英語を追加した。また、地震・火災・停電などの緊急時には中国語・韓国語も加え、4か国語のガイドで運行情報を分かりやすく伝え、外国人利用者の安心・安全を向上させた。

### (2) カラーユニバーサルデザイン

エレベーターかご室の“インタホンボタン”“開くボタン”

“かご内液晶インジケータ”の色やコントラストを見直し、色覚の個人差に左右されることなく、より多くの人に見やすい表示とした。

### (3) かご室の新デザイン

建築デザインのトレンドである素材感、ぬくもりをテーマとして、本物素材の質感に近い木目調、布調シートの採用、アースカラーや低彩度なライトグレイッシュトーンの装飾を採用し、幅広い用途でのコーディネーションを可能にした。

### (4) 行き先階予約システム

タッチパネル式乗場操作盤を適用し、かご内での行き先ボタン操作を不要にして、利便性を向上させた。



4か国語ガイドとカラーユニバーサルデザイン



かご室正面壁の異素材の組合せ

## “AXIEZ”の仕様拡充内容

国内新設標準型エレベーターAXIEZで、4か国語ガイド、カラーユニバーサルデザイン、かご室の新デザイン、行き先階予約システムといった“おもてなし”をテーマとした仕様拡充を行った。

## 1. ま え が き<sup>(1)</sup>

2005年から国内新設標準型エレベーターのAXIEZを販売し、2011年には省エネルギー、デザイン、利便性をコンセプトとしてAXIEZをフルモデルチェンジした。しかし、昨今のエレベーターへの更なる安心・安全・快適性要望の高まりと、それに加えて日本への外国人来訪者の増加、東京2020オリンピック・パラリンピック開催によるエレベーター利用者の多国籍化への加速が予想される等、市場ニーズも変化している。

これらの市場ニーズに応えるために“おもてなし”を製品コンセプトの基軸に据え、4か国語ガイド、カラーユニバーサルデザイン、かご室の新デザイン、行き先階予約システムといった仕様拡充開発を行った。

本稿では上記仕様拡充の特長と開発内容について述べる。

## 2. 4か国語ガイド

エレベーターのかご操作盤には運行情報を表示する機能及びアナウンスする機能が備わっているが、日本国内では日本語単一での表示・アナウンスが基本である。昨今の日本への外国人来訪者の急激な増加に伴う利用者の多国籍化に対応するため、日本語・英語・中国語・韓国語の4か国語で運行情報の表示・アナウンスを行う機能を新規開発した。SOSや地震などの緊急時は4か国語で表示・アナウンスを行い、それ以外の通常時は視認性と分かりやすさを考慮して日本語と英語の2か国語で表示・アナウンスを行う(図1)。

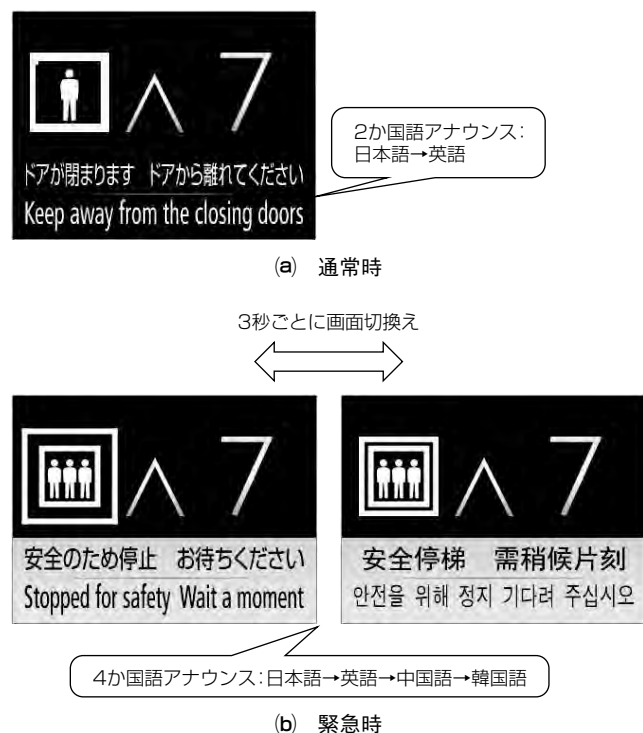


図1. 4か国語ガイドの例

## 2.1 かご室内液晶表示

5.7インチ液晶インジケータを用いた4か国語での運行情報の表示は、緊急時は日本語・英語・中国語・韓国語で行う。中国語は、主に中国本土で使用される簡体字と主に台湾・香港等で使用される繁体字があり、合計で5種類の言語で表示を行う必要がある。しかし、運行情報を表示するスペースは限られており、また視認性を考慮すると文字サイズを小さくすることも困難であった。このため、運行状態を表示するメッセージ内容をより簡潔かつ分かりやすいように見直し、一つの画面で表示するメッセージを2か国語(中国語は簡体字と繁体字とを1行で表示)として、それぞれを3秒ごとに切り換えて表示することで、視認性を損なうことなく4か国語画面表示を実現した。

## 2.2 アナウンス

4か国語ガイドのアナウンス機能は、通常時は日・英、緊急時は日・英・中・韓のメッセージを順番にアナウンスする機能である。エレベーターのアナウンス機能は運行状態に合わせて適切なタイミングでアナウンスを開始し、扉が開き始めるまで等、適切なタイミングで終了させる必要があり、アナウンスする時間には限りがある。このため、従来の各言語のアナウンスメッセージをつなげて連続で再生する対応だけでは、決められた時間を超えてしまうという問題があった。この問題に対応するため、画面表示と同様にアナウンスメッセージをより簡潔かつ分かりやすいように見直した。併せて、利用者行動へ悪影響がない範囲で、各言語間のブランク時間とアナウンスするタイミングを最適に調整し、聞き取りやすさを損なうことなく4か国語でアナウンスをする機能を実現した。

## 3. カラーユニバーサルデザイン<sup>(2)</sup>

ヒトの目の網膜には暗いところで働く“杆体(かんたい)”と、明るいところで働く“錐体(すいたい)”という2種類の視細胞がある。錐体には主に黄緑～赤の光を感じるL(赤)錐体、主に緑～橙の光を感じるM(緑)錐体、主に紫～青の光を感じるS(青)錐体の3種類がある。

人間が色を感じ取って見分ける力“色覚”は、上記錐体の有無や感度の特徴の違いによって異なる色の感じ方で5グループに分けることができ、色覚型によって人口に占める割合が異なっている。主な色覚型は次のとおりである。

### (1) C型

L, M, Sの3種類の錐体全てがそろっている型で日本人男性の95%、女性の99%を占める。

### (2) P型

L錐体がない・機能しない又はM錐体と似た分光感度のL錐体を持つ型で、赤の光を感じにくく日本人男性の約1.5%を占める。

### (3) D型

M錐体がない・機能しない又はL錐体と似た分光感度のM錐体を持つ型で、緑の光を感じにくく日本人男性の約3.5%を占める。

これら色覚の多様性に配慮し、より多くの人が利用しやすい配色を行った製品等を提供する考え方を、カラーユニバーサルデザインと呼ぶ。

次に述べるようなデザインによって、AXIEZは色覚の個人差を問わずより多くの人に見やすいカラーユニバーサルデザインに配慮して作られていると、NPO法人カラーユニバーサルデザイン機構(CUDO)に認証された(図2)。

#### 3.1 かが室内液晶インジケータ

かが操作盤の液晶インジケータの場合、利用者はインジケータを見上げる状態となるが、この場合正面から見るとよりも彩度、輝度が低くなることや、コントラストの比率が変化して暗部が見えすぎてしまうという特徴がある。このため、赤色で表示する文字がP型色弱者からは認識しづらい、また方向灯やかごの階床を表示する部分の影のあるデザインは、影が文字や記号と重なって見えてしまうという問題点があったが、色の調整や影部分の透明度を最適化することによって、高いデザイン性とカラーユニバーサルデザインを両立させた。

#### 3.2 インタホンボタン

エレベーターが緊急停止してかが室内に閉じ込められた場合に、外部とインタホンで接続する際に使用するインタ

ホンボタンは黒色樹脂プレートの中に配置されており、従来は鮮やかな赤色を使用していた。一般色覚型であるC型の場合は、黒と赤のコントラスト差によってインタホンボタンが目立って見え、緊急時に使用するボタンであると認識できるが、P型及びD型の場合は周囲の黒との差異が分かりにくく、緊急性を色によって伝えることができなかった。そこで、インタホンボタンの色を鮮やかな赤色から橙色系に変更して、P型及びD型の場合でも緊急性を色によって伝えることを可能にした。

#### 3.3 戸開ボタン

同様に、かが室の扉を開くために使用する戸開ボタンは周囲をステンレスのフェースプレートに囲われて配置されており、従来は濃い緑色を使用していた。この場合、P型及びD型の利用者からは周囲のステンレスのフェースプレートの灰色との差異が分かりにくいという問題指摘があったが、濃い緑色から薄い緑色に変更することによって、P型及びD型の場合でも戸開ボタンの重要性を色によって伝えることを可能にした。

### 4. かが室の新デザイン

近年の建築デザインは、素材の表面処理といった建築材料技術の進化によって、表面質感や新素材の種類が増加して素材表現の幅が広がったこともあり、木目のようなぬくもりを感じさせる落ち着いたデザインがトレンドとなっている。またカラーでは鮮やかな原色ではなく、温かい色を中心に落ち着いた色になる傾向が見られ、木目についても落ち着いたグレイッシュな色で表面を削ったままのようなラフ感のある大胆な導管模様が増えてきている。これらのデザインのトレンドを踏まえ、次のとおり新たなかが室のデザインを提案した。

#### 4.1 かが室壁の塗装色

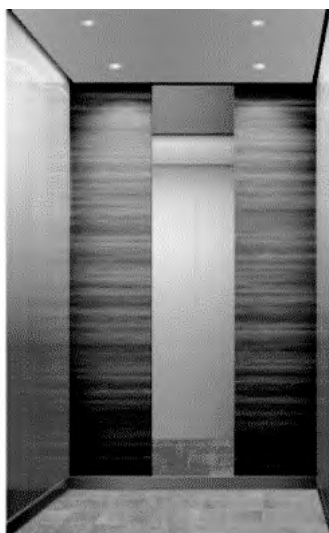
従来の有彩色の多いラインアップから変更し、建築空間を構成する素材と調和するベージュ系グラデーション、ニュートラル系グラデーション各4色をラインアップした。その他、建築空間のアクセントカラーとして、暖色系カラーに合わせやすいライムグリーン、ステンレスやコンクリートに合わせやすいライトグレイッシュブルー、自然素材に合わせやすいキャロットオレンジ、ディープレッドをラインアップした。

#### 4.2 正面壁の化粧シート貼仕様

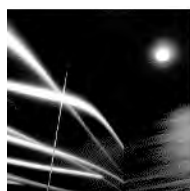
従来はエレベーターかが室で、特殊な案件を除いて同一かが内の壁は同じ素材で構成していたが、正面壁に化粧シートを施し、ステンレスヘアライン、銅板塗装、又は化粧銅板を使用した両側面壁との材質対比によって空間をコーディネートする新しいかがデザインをラインアップした。図3はウォールナットの木質を積層させたブロック柄と、ステンレスヘアラインを組み合わせ、品格と温もりを



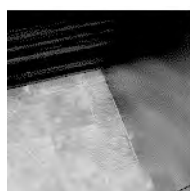
図2. カラーユニバーサルデザイン



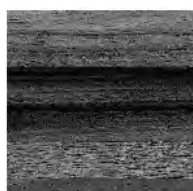
(a) ウォールナット柄とステンレスヘアラインの組合せ



(b) 天井組合せ



(c) 床組合せ



(d) ウォールナット柄

図3. 正面壁化粧シート貼のかご室例

感じるハイグレードなかご室コーディネートである。また、ステンレスヘアラインの壁に映り込むダウンライトの艶やかで躍動する光の陰影と木質の落ち着いた表情は、双方のコントラストによって空間を引き立たせてラグジュアリーな一面を感じさせるデザインにした。

#### 4.3 プレミアムウォール・フロア

プレミアムウォールではマンションだけでなくオフィスにも合わせやすい涼しげな色調で、表面ループのわずかな高低差によって表現したクロスストライプ模様のグレイッシュなベージュ色のローレルストライプを追加した。また、プレミアムフロアでは石調の3種類に加え、ナチュラルな色調でオフィス、住宅から商業空間まで幅広い用途でコーディネート可能なラフ感のある大胆な導管模様の木目柄であるアーバングレインを追加した。

#### 5. 行き先階予約システム<sup>(3)</sup>

タッチパネル式乗場操作盤を使用して、行き先階を乗場で選択することでスムーズな移動を実現する行き先階予約システムをAXIEZに新規適用した。乗場操作盤を使用した従来のシステムは、複数号機及び多停止のエレベーターでの運行効率アップを主目的としているが、AXIEZでは両手で荷物を持った場合や、かご内に利用者が多く行き先



(a) 壁掛けタイプ



(b) 壁埋め込みタイプ

図4. タッチパネル式乗場操作盤

ボタンが押せない場合など、かご内でのボタン操作を不要にして利便性を向上させた。このため、従来の乗場操作盤を利用したシステムは、全ての利用者が乗場操作盤によって行き先を入力することを前提として、運行効率悪化につながるかご操作盤の行き先登録はできない仕様であったが、このシステムでは乗場操作盤を操作せずに利用することも考慮して、かご操作盤での行き先登録も可能にしている。また、住宅など比較的エレベーターホールの狭い環境に設置されることの多いAXIEZでは、壁から飛び出した壁掛けタイプのタッチパネル式乗場操作盤ではなく、壁埋め込みタイプを採用した(図4)。その他、3号機以上での使用を前提とした従来のシステムでは、行き先登録後に利用する号機を表示する割当て号機表示はA, B, Cといった号機名称としていたが、1又は2号機が主流のAXIEZでは、“上行き”“右側”といった表示に見直し、誰にでも分かりやすく使いやすいシステムにしている。

#### 6. む す び

三菱標準型エレベーターAXIEZで、“おもてなし”をコンセプトにした仕様拡充開発の機能・特長について述べた。今後も日々変化する市場ニーズを的確に取り入れ、更に製品訴求力の高い昇降機を開発していく。

#### 参 考 文 献

- (1) 湯浅英治, ほか: エレベーターの新デザイン・新機能, 三菱電機技報, 86, No.8, 445~448 (2012)
- (2) NPO法人カラーユニバーサルデザイン機構, Color Universal Design 10 —これまでとこれから—
- (3) 谷山健二, ほか: エレベーター行先予約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)

# エレベーター行先予報システム“DOAS” のユニバーサルデザイン

山崎由美子\*

Universal Design Development of Destination Oriented Allocation System "DOAS"

Yumiko Yamazaki

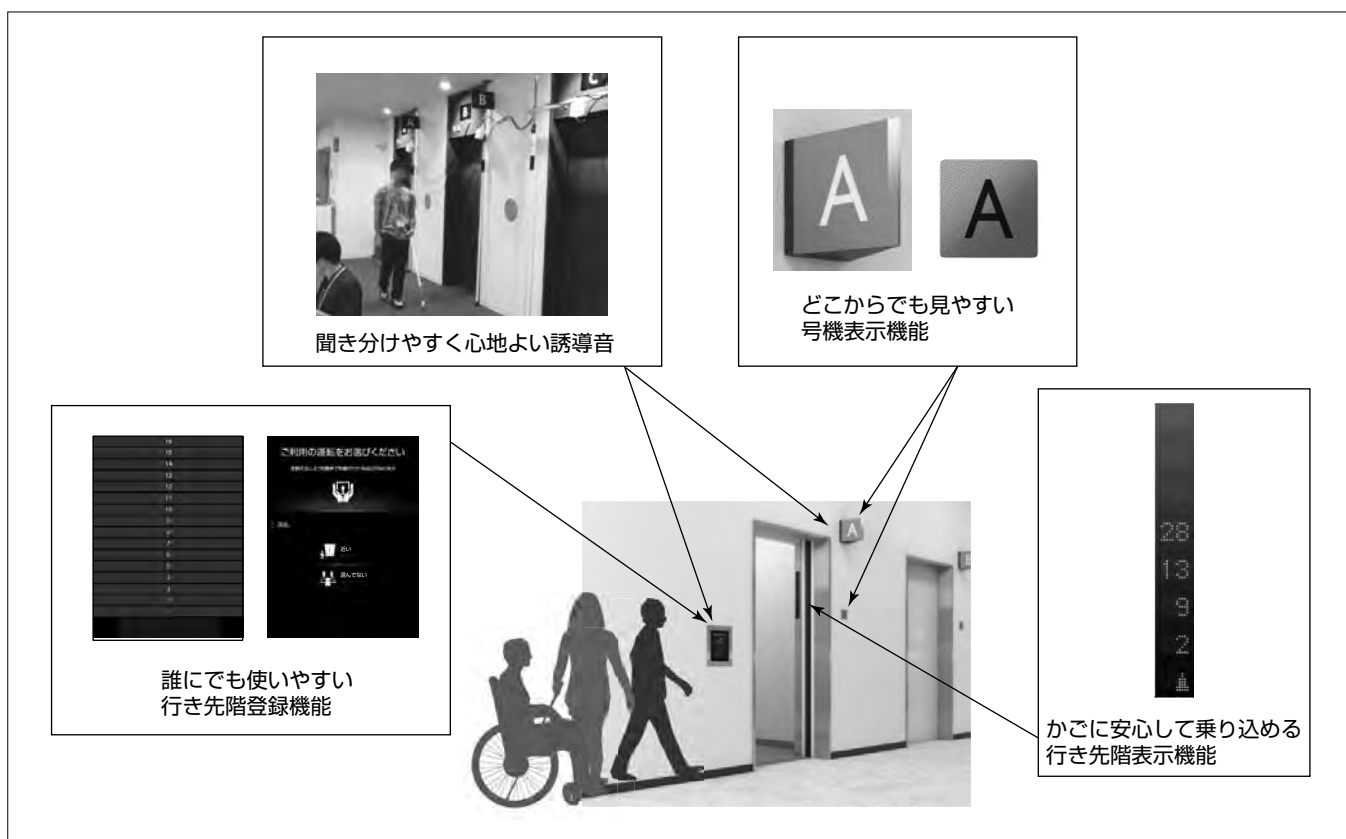
## 要 旨

行先予報システム(Destination Oriented Allocation System: DOAS)は、エレベーターの混雑を解消するためのシステムである。より多くの利用者に対する利便性の向上を目的にユニバーサルデザイン開発を実施した。

視覚障がい者を乗場操作盤及び割当て号機へスムーズに誘導するため、誘導音システムを開発した。開発に当たっては、ユーザビリティ評価によって聞き分けやすく心地よい音を選定した。また、乗場操作盤での行き先階登録で、視覚障がい者のタッチパネル操作を可能にする音声案内モード、車椅子利用者や離れた号機への移動に不安がある利用者の利便性を向上させるサポート運転モードを開発し

た。音声案内モードの操作方式選定に当たり、ユーザビリティ評価を実施し、複数の案から操作性が良い方式を選定した。また、割り当てられた号機の位置把握を容易にするため、タッチパネル式乗場操作盤でのマップ表示機能、フラッグ式ホールランタン、号機表示名板を開発した。さらに、かご乗り込み時の利用者不安感を解消するため、かご行き先階表示器を開発した。

加えて、ユニバーサルデザイン性能を重視したDOASのホールレイアウトを検討し、検討結果を営業向け資料にして顧客へのより適切かつ迅速な器具・オプション提案を可能にした。



## ユニバーサルデザインを考慮したDOASの乗場イメージ

DOASのユニバーサルデザイン性能を向上させ、様々な特性を持つ利用者が安心して利用できるよう、器具・機能の開発を実施した。特に誘導音・視覚障がい者向けの行き先階登録方式の選定に当たっては、利用者にとって最適な方法を選び出すためにユーザビリティ評価を実施した。

## 1. ま え が き

エレベーターの混雑を解消するためのシステムとして、行先予報システム(DOAS)がある。このシステムによって、エレベーターの運行効率を大幅に向上させ、エレベーターホール混雑時間帯の待ち時間を短縮できるため、DOASは海外を中心とした多くのビルに導入されてきた。一方で、視覚障がい者単独での利用が困難であるなど、利用者の特性によってはDOASが不便に感じられる場面があり、改善が求められていた。

そこで、市場ニーズに対応し、より多くの利用者にとって使いやすいシステムを目指してDOASのユニバーサルデザイン開発を実施した。

視覚障がい者の単独利用を可能にするため、誘導音システムやタッチパネル式乗場操作盤のスライド入力方式を開発した。また、車椅子利用者や下肢障がい者の利便性向上のため、サポート運転モードを開発した。その他、DOAS全体のユニバーサルデザイン性能を向上させるための機能・器具を開発した。さらに、エレベーター乗場の構造や想定する利用者層に応じた最適な器具・オプション構成を検討し、顧客へのより適切かつ迅速な器具・オプション提案を可能にした。

本稿では、この開発の概要及びユーザビリティ評価による機能検討について述べる。

## 2. DOASの基本構成と課題

DOASが導入されたエレベーターホールでは、一般的なエレベーターホールとは利用者が行うべき動作が異なる。

DOASの基本的な操作方法を図1に示す。

まず、利用者はエレベーターホールに設置された乗場操作盤へアクセスし、自身が行きたい階を登録する(行き先階登録)。行き先階登録を受け、運行効率の観点から利用者が乗るべき号機(割当て号機)を選定し、画面表示及び音声で案内する。利用者はエレベーターホール内から割当て号機を探してアクセスし、かごが到着したら乗り込む。

当社の従来DOASの課題として、乗場操作盤がタッチパネル式の場合に視覚障がいを持つ利用者が一人で利用できない、大きな荷物を持った利用者が混雑したかごに割り当てられて乗り込めない場合があるなど、利用者の特性や状況によって、利用に不便を感じるケースが存在した。

エレベーターは様々な人が利用するため、“年齢や能力に関わりなく全ての生活者にとって利用しやすいデザイン”として提唱されるユニバーサルデザインの考え方に基づいて構成される必要がある。そのため、DOASでもユニバーサルデザインを考慮した開発が課題となった。



①行き先階を指定



②割当て号機の確認



③エレベーターへ乗り込み



④行き先階登録済みのためかご内の操作はなし

図1. DOASの基本的な操作方法

### 3. ユニバーサルデザイン機能・器具の開発

#### 3.1 誘導音システム

従来のDOASでは、視覚障がい者が乗場操作盤や割当て号機を自力で認識することは困難である。そのため、周囲の補助、又は建築側による誘導ブロックの設置が必要であった。しかし近年、高層オフィスビルへ通勤する視覚障がい者の数は増加傾向にあり、補助なしでのDOAS利用へのニーズが高まっている。また、広さに限りあるエレベーターホールでは、誘導ブロックが車椅子利用者の障害物となる、建築的美観を損ねるといった問題がある。そこで、視覚障がい者が利用可能かつ誘導ブロックに頼らない乗場操作盤及び割当て号機への誘導機能として、誘導音システムを開発した。

誘導音システムで用いる誘導音の必要条件として、エレベーターらしい音であること、繰り返しの鳴動によって不快にならない音であること、乗場操作盤とエレベーター号機に隣接するホールランタンそれぞれから鳴動する誘導音の聞き分けが容易であることが挙げられる。これらを満足する音にするため、サウンドクリエイターと共同で複数の誘導音案を試作し、ユーザビリティ評価を実施した。評価には延べ14名の視覚障がい者に協力してもらい、実際のエレベーターホールを模した環境で、乗場操作盤へのアクセスから割当て号機へのアクセスまでの行動観察及びアンケートに基づき最終版の誘導音を選定した(図2)。この評価によって鳴動パターンが異なる2種類の音を採用することで、聞き分けやすい音を選定できた。

#### 3.2 行き先階登録に関する機能

##### 3.2.1 音声案内モードの開発

乗場操作盤デザインのトレンドとして、機械ボタン式よりタッチパネル式が好まれる傾向がある。しかし、表面に点字や凸文字を付加可能な機械ボタン式と異なり、タッチパネル式は画面への接触以外に触覚情報がないため、視覚

障がい者がタッチパネルを利用するには、専用機能の開発が必要となる。タッチパネル式乗場操作盤として、海外で多く採用されている方式は“読み上げ方式”と呼ばれるものである。これは、乗場操作盤が行き先階を順に読み上げ、行きたい階が読み上げられたタイミングで利用者が付属の機械式ボタンを押すなどの決定動作を行うものである。しかし読み上げ方式では、ビルが高層になるほど読み上げ階数が増え、階床決定に時間がかかるといった課題があった。

そこで、この開発では新たに“スライド入力方式”を導入した(図3)。スライド入力方式では、画面を上下方向になぞることによって階床を読み上げ、二本指タップによって行き先階を決定する。

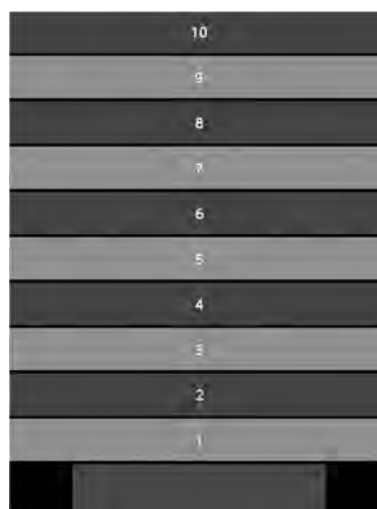
入力方式の選定に当たっては、事前に4種類の方式を提案し、ユーザビリティ評価による選定を実施した。

##### 3.2.2 サポート運転モード

より様々な利用者のニーズに対して包括的に対応するため、“サポート運転モード”を開発した(図4)。乗場操作盤でサポート運転ボタンをタップすることによって、この



(a) 操作イメージ



(b) 画面分割モデル

図3. スライド入力方式



図2. 誘導音ユーザビリティ評価の様子



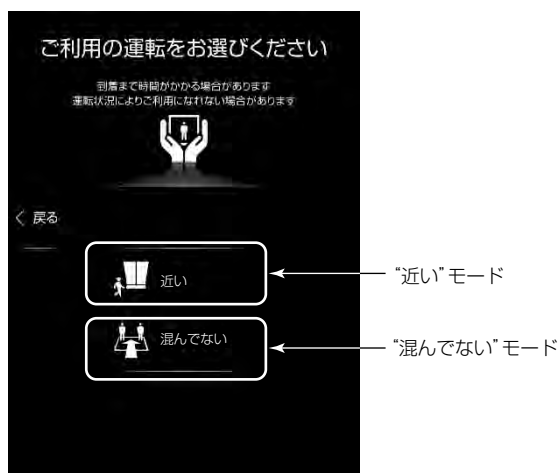


図4. サポート運転モードの選択画面



図5. マップ表示画面

モードへ移行する。このモードは“近い”と“混んでない”のコマンドを持つ。

“近い”を選択すると、利用者が操作中の乗場操作盤に最も近いかごが優先的に割り当てられる。これによって、下肢障がい者や杖(つえ)利用者、その他乗場操作盤から離れたかごへの移動に不安がある利用者に対して、安心・安全な乗車をサポートする。

一方“混んでない”を選択すると、空いているかごが優先的に割り当てられる。これによって、車椅子利用者や台車・キャリーケースを持った利用者など、一人当たりのかご内専有面積が広い利用者のスムーズな乗車をサポートする。

### 3.3 割当て号機の発見性向上機能・器具

DOASを効率よく運用するためには、利用者が割当て号機を迅速に発見できる必要がある。そこで、割当て号機の発見性を向上させるための機能・器具開発を実施した。

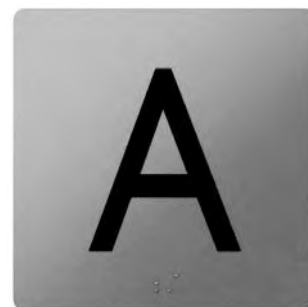
#### 3.3.1 マップ表示機能

タッチパネル式の乗場操作盤で、割当て号機を表示する際にエレベーターホール内での号機位置をマップで表示することで、号機位置の即時把握を可能にした(図5)。また、この機能によって、車椅子利用者など振り返り動作が負担になる利用者にとっての利便性が向上した。

#### 3.3.2 見やすい号機表示のための器具

各号機近傍に掲示する号機表示の視認性を向上させるため、乗場高位置設置号機表示内照式ホールランタン(以下“新型号機表示付ホールランタン”という。)と号機表示名板を開発した(図6)。

従来の号機表示はホールランタン(乗場に設置される、かご到着を点灯によって利用者へ知らせる照明器具)に付属させた名板だけで、壁に沿って設置されていたため、壁際から見上げた場合に号機表示が見づらいという問題があった。そこで、三角柱形状のホールランタンに号機表示を付加した新型号機表示付ホールランタンを開発し、壁際からの号機発見性を確保した。また、号機表示文字は距離


(a) 新型号機表示付き  
ホールランタン


(b) 号機表示名板

図6. 号機表示器具

10mで十分な視認性を持つよう設計した。

一方で、ホールランタンは遠距離からの視認性を保つよう頭上の高い位置に設置されるため、号機付近ではホールランタンの表示を見上げる必要がある。しかし、人間工学上、仰角が30°を超えると見上げる動作に困難が生じる。つまり、ホールランタン取付け高さが標準の2,200mmの場合、視線が床面から1,300mm程度である車椅子利用者はホールランタン直下から約1,550mmの範囲に入ると号機の確認が困難となる(図7)。

そこで、エレベーター入り口付近での号機確認をし

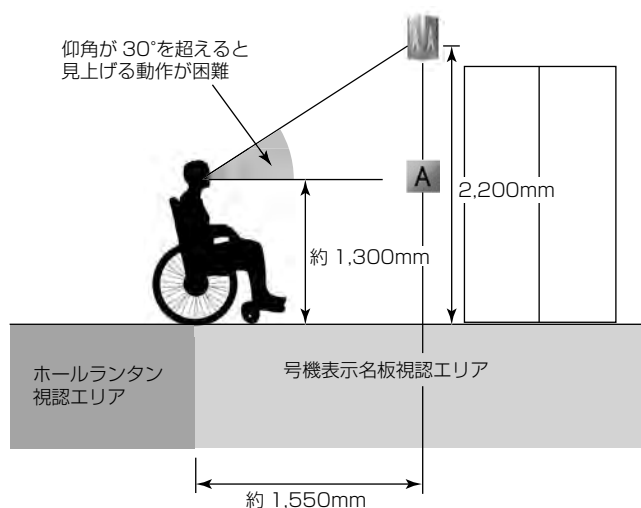


図7. 号機表示器具の視認エリア



図8. かご行き先階表示器

やすくするため、ホールランタン直下かつ床から高さ1,300mm程度の位置に号機表示名板を追加した。

これによって、エレベーターホール内のどの位置からでも号機確認を容易にできるようになった。

また、号機表示名板には点字を付加することで、視覚障がい者による号機付近での号機名確認を可能にした。

### 3.3.3 かご乗り込み時の安心感向上のための器具

従来DOASでは、乗場操作盤で割当て号機を案内されてからかご乗り込みまでの間に号機と行き先階の対応を確認できないため、乗り込むかごが本当に利用者によって指定された階に停止するか不安になるという問題があった。そのため、かご袖壁側面に設置するかご行き先階表示器を開発し、利用者が戸開時に行き先階を改めて確認し、安心して乗り込めるようにした(図8)。

## 4. エレベーターホールのレイアウト検討

開発した機能や器具を組み合わせることでDOASのユニバーサルデザイン性能を最大限に発揮させるためには、建築構造や予算に合わせて器具やオプションが適切に選択され、エレベーターホールに適切に配置されている必要がある。

そのため、機能・器具の個別開発と並行し、エレベーターホール全体でのレイアウトの検討を実施した。この検討結果を営業向け資料として展開することで、顧客へのより適切かつ迅速な器具・オプション提案が可能になった。

## 5. む す び

エレベーターの行先予報システム(DOAS)で、利用者が持つ様々な特性に対応し、より多くの利用者に対する利便性を向上させるため、エレベーターの総合的なユニバーサルデザイン開発を実施した。今後はシステム全体のユーザビリティ評価試験を通じて、更なる利便性向上を目指したエレベーター開発を推進していく。

# ダブルデッキエレベーター行先予報システム

奥中孝剛\*  
小堀真吾\*\*

Destination Oriented Allocation System for Double Deck Elevators

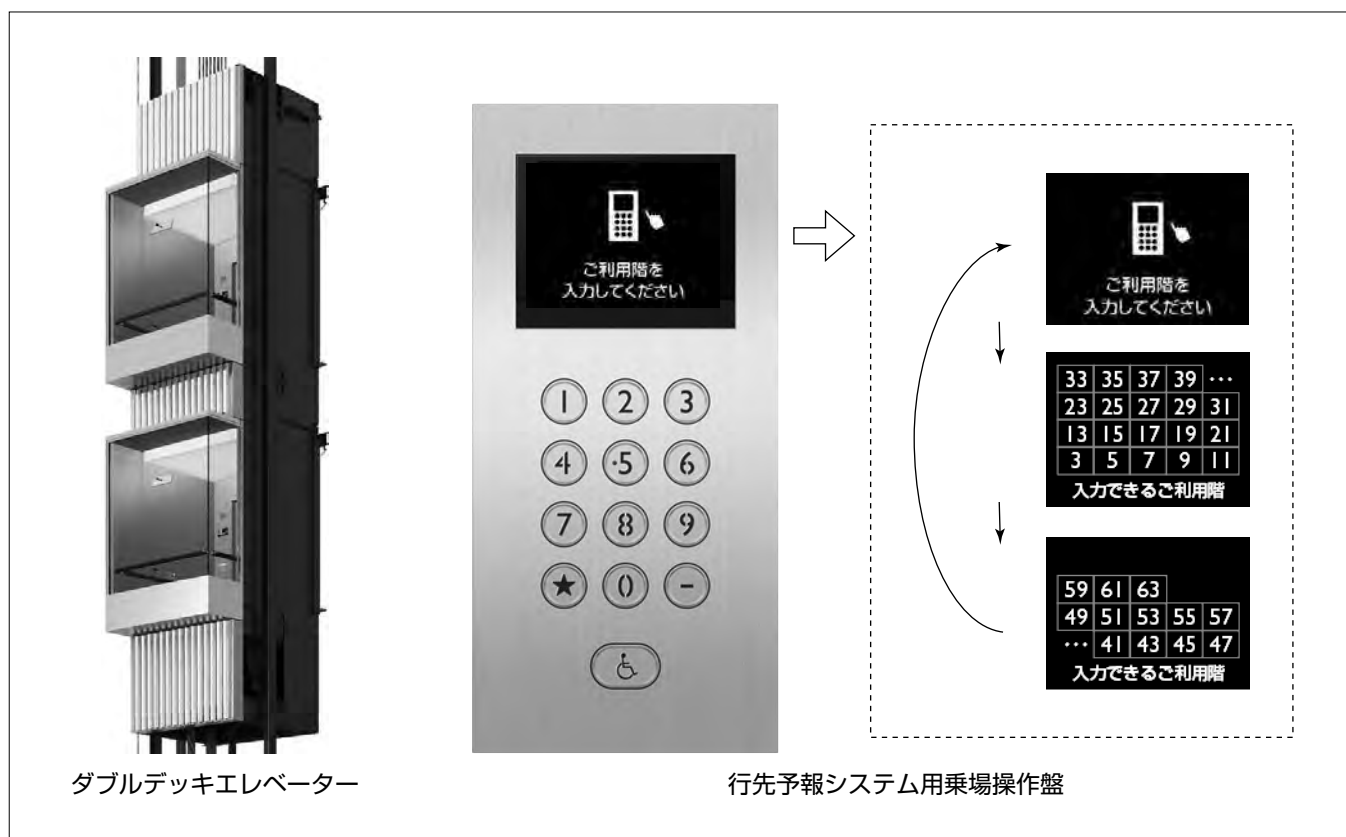
Takayoshi Okunaka, Shingo Kobori

## 要 旨

近年、先進国だけでなくアジア・中東を含めた世界的なビルの高層化に伴い、垂直移動手段であるエレベーターシステムの重要性が高まっている。特に、連結した上下の2台のかごが同一の昇降路を走行するダブルデッキエレベーター（以下“DD”という。）や、複数台のエレベーターの効率的な運行管理を行う群管理システムによる、輸送能力の向上が求められている。DDは、一度の走行で2台分の利用者を輸送可能にしたシステムであるが、上下かごの一方のかごだけで利用者が乗降するケースでは、他方のかごは不要な待ち状態が発生するため、輸送能力が低下するという課題があった。また、降車したい階に停止するかが乗る前に分かりにくいという課題もあった。一方、複数台の運

行管理を行う群管理システムでは、乗場で行き先階を登録する行先予報システム（Destination Oriented Allocation System：DOAS）が普及しつつあり、同じ行き先階の利用者を同じかごにまとめることで輸送能力を高めている。

そこで、従来のDDでの課題を解決するため、ダブルデッキエレベーター行先予報システム（以下“ダブルデッキDOAS”という。）を開発した。このシステムでは、利用者が入力した行き先階情報に基づいて上下かごの停止階がペアになるかごを割り当てることによって、不要な停止を削減し、更なる輸送能力向上を実現した。また、乗場操作盤の画面上に当該階からの登録可能な行き先階を表示することで、行き先階入力時の利用者操作性を向上させた。



## ダブルデッキエレベーター及び行先予報システム用乗場操作盤

二つのかごを上下に連結させたダブルデッキエレベーターと、利用者が乗場で行き先階を入力するための乗場操作盤の外観を示す。ダブルデッキエレベーター行先予報システムでは、乗場操作盤で入力された行き先階情報に基づいた割当てによる更なる輸送能力の向上を実現すると同時に、乗場操作盤の液晶画面に登録可能な行き先階を表示することで、行き先階制限による登録不可能な行き先階の入力を回避し、利用者操作性を向上させる。

## 1. ま え が き

近年、先進国だけでなく中南米・アジア・中東を含めた世界的なビルの高層化に伴い、ビル内の垂直移動手段であるエレベーターシステムの重要性が高まっている。

そこで、高層ビル向けのエレベーターシステムとして、これまでに開発してきたDDとDOASを組み合わせたダブルデッキDOASを開発し、市場投入した。

本稿では、ダブルデッキDOASに適用する新しい群管理システムの特長及び運行効率の改善効果について述べる。

## 2. 従来の群管理システム

これまでに、輸送能力を向上させる群管理システムとして、停止する階床に制限を設けて一往復当たりの停止時間を減少させることで大容量輸送を図るDD運転モード<sup>(1)</sup>や、利用者が乗車前に入力した行き先階の情報に基づいて、同一行き先階への利用者を同一かごに割り当てることで、効率的な運行を実現するDOASを開発してきた。DOASは、海外市場での需要の高まりによって近年市場に普及しつつある。この章では、従来の群管理システムでのDD向け運転モード及びDOAS向け割当て制御について述べる。

### 2.1 DD向け運転モード

DDは、昇降路内に二つのかごを上下に連結させて走行することによって、一度に輸送できる人数を増加させることを目的としたエレベーターである。

DDの運行には、次の三つの運転モードがあり、交通状況に応じて使い分けを行う。

#### (1) ダブル運転

常に上かごを偶数階だけ、下かごを奇数階だけに停止させる運転モードである。大容量輸送が可能な半面、停止する階床に制限があるため、階段やエスカレーターによる隣

接階への移動が必要な場合がある。このモードは、主にロビー階での乗車が多い出勤時間帯に適用される。

#### (2) セミダブル運転

全行き先階に対して停止可能となる運転モードである。このモードは、階間交通が多く発生する時間帯に適用され、階間移動者の利便性を向上させることが可能である。

#### (3) シングル運転

上下二つのかごのうち、どちらか一方のかごだけでサービスを行う運転モードである。このモードは、サービスしていない方のかごで点検を行う場合などに適用される。

以上の各運転モードから、DDのロビー階は上下2階床となり、上下のロビー階を行き来するにはエスカレーターや階段が必要となるなど運用上の制約はある。しかし、シングルデッキエレベーターでは輸送能力が不足している場合には、DD適用によって大幅に輸送能力を向上させ、昇降路面積も削減できる。

そのため、ある一定レベル以上の輸送能力が求められる場合や、建物の仕様によって昇降路面積に制限がある場合などには、非常に有効なシステムである。

## 2.2 DOAS向け割当て制御

従来の上昇／下降ボタンによる登録方式では、利用者がかごに乗り込み、行き先階ボタンを押すまで行き先階は分からないため、同じ行き先階の利用者が複数のかごに乗車し、停止階床数が増加する傾向にあった。DOASでは、乗場操作盤を用いてかごに乗り込む前に行き先階を入力することによって、同一行き先階へ行く利用者を極力同一かごに乗車させる割当てを行う。そのため、一往復当たりの停止階床数を減少させ、往復時間を削減できる(図1)。結果として、単位時間当たりの輸送人数の増加、ひいては輸送効率の大幅な向上を実現できる。また、混雑したかご室内でも行き先階ボタンの操作が不要となるため、利用者利便性の向上にもつながる。

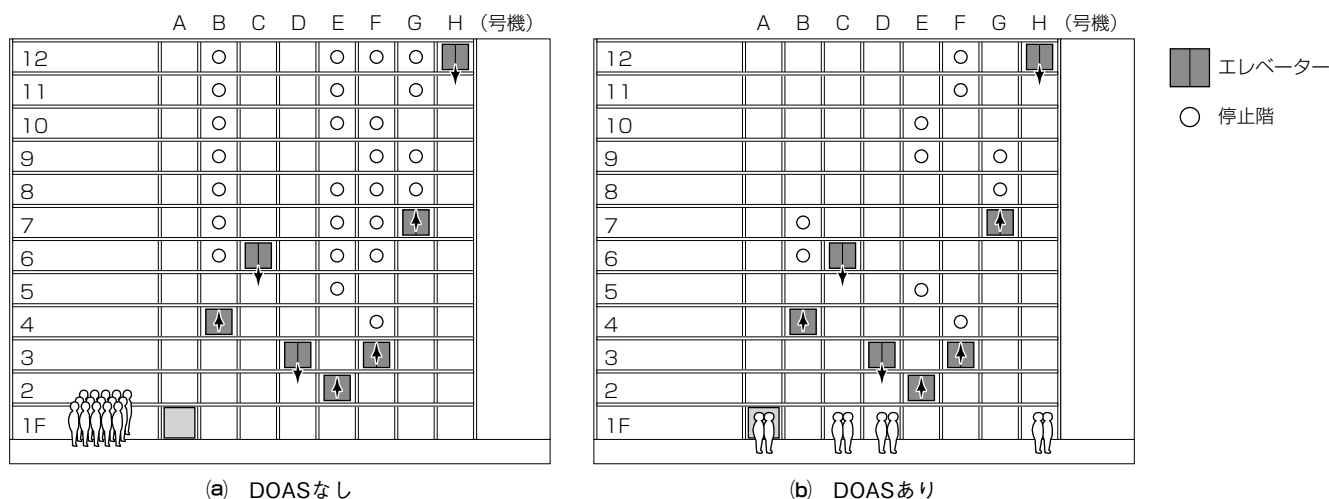


図1. DOASによる停止階床数の減少

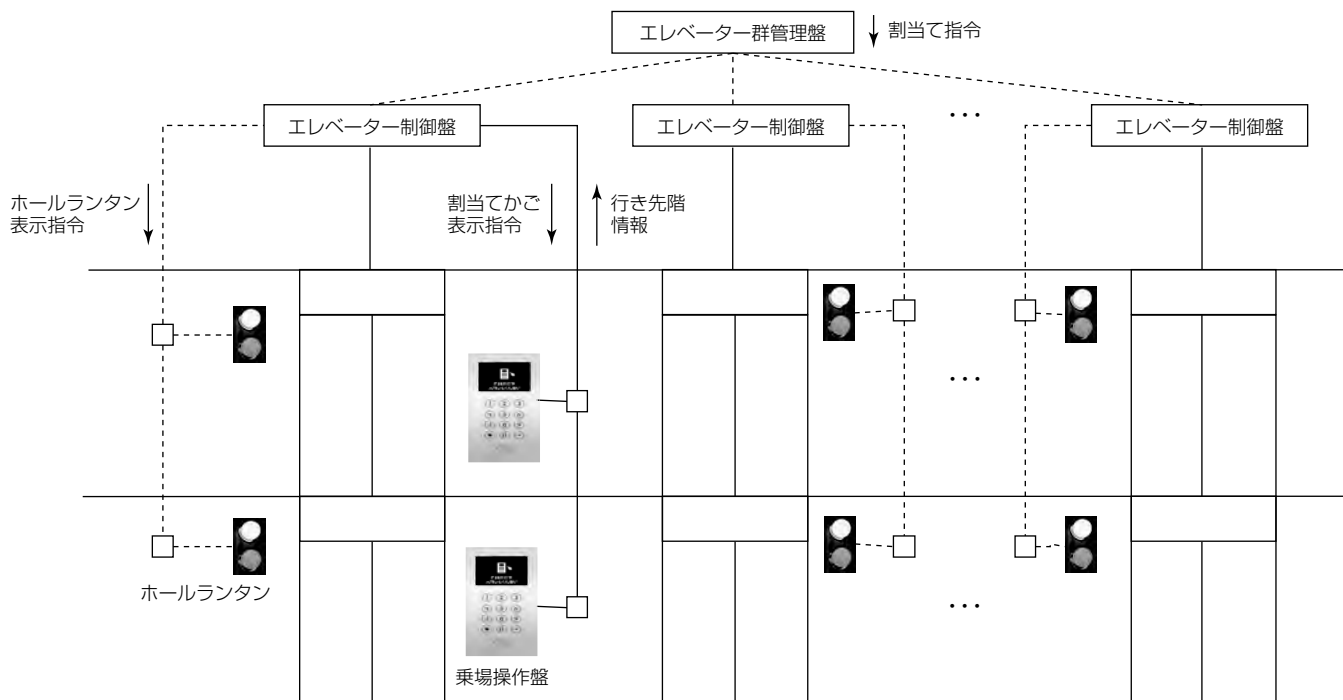


図2. ダブルデッキDOASのシステム構成

## 2.3 課題

ここで、従来のDDでの群管理システムでは主に次の課題が挙げられる。

- (1) 上下かごの一方のかごだけで利用者が乗降し、他方のかごが戸閉待機となる不要な待ち状態が発生することで、輸送能力が低下する。
- (2) ダブル運転選択時など、時間帯に応じて変更する停止階の制限によって、登録可能な行き先階が判別しづらく、制限されている行き先階を入力する可能性がある。

そこで、DDにDOASを組み合わせ、3章に述べる特徴を組み込んだダブルデッキDOASの開発によって、これらの課題の解決を図る。

## 3. ダブルデッキDOASの特長

### 3.1 システム構成

今回開発したダブルデッキDOASでは、乗場操作盤を全階床に設置することで、全ての利用者に対して、かごに乗り込む前の行き先階情報に基づいた最適な割当てを実現し、課題を解決している。このシステムのシステム構成を図2に示す。

### 3.2 割当てアルゴリズム

#### 3.2.1 上下反対かごの待機状態削減

DOASでは、かごに乗り込む前に行き先階が登録される。そのため、行き先階情報に基づき、一度の停止で極力上下かごの停止階がペアとなり、両かご共に利用者が乗降するような割当てが可能となる。この割当てによって、従来のDDの課題を解決し、更なる輸送能力の向上によって、運行効率を向上させた。

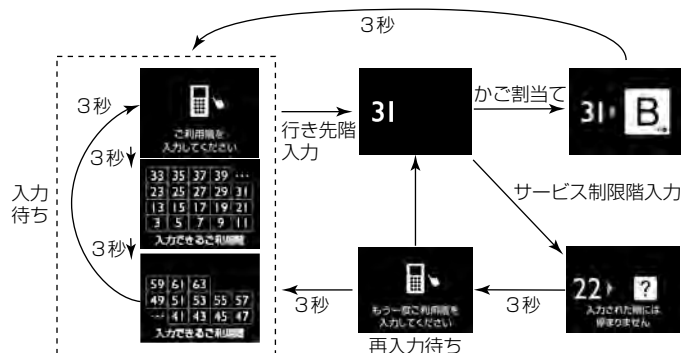


図3. 乗場操作盤画面の遷移

#### 3.2.2 上下かごの誤乗車防止

セミダブル運転時は、利便性向上のためダブル運転のような停止階の制限は設けていない。そのため、上下かごのそれぞれが同一階に順に停止する可能性がある。またDOASでは、かご内での行き先階登録を制限しているため、割り当てられたかごの上かごと下かごで誤ったかごに乗車すると目的階に到着できなくなるという課題があった。そこで、このシステムでは、最下階から最上階までのような一度の走行で、上かごと下かごが同一階には順に停止しないように割り当てる（別昇降路のかごに割り当てる）ことによって、利用者が指定されたかごの上かごと下かごで誤乗車しないような運行を実現した。そのため、利用者は到着したかごに乗車すればよく、上下どちらのかごに乗車するか意識する必要をなくすことで、利用者利便性を向上させた。

### 3.3 乗場操作盤画面

ダブル運転選択時は、運行効率向上のため、乗場階が偶数階ならば行き先階も偶数階、乗場階が奇数階ならば行き

先階も奇数階への移動しかできないような制限を設けている。そこで、制限されている行き先階の入力を回避させるため、乗場操作盤の画面上に登録可能な行き先階を表示することによって、操作性を向上させた。登録可能となる行き先階の表示例を図3に示す。登録可能な階床数が多くなり、一画面で行き先階表示しきれない場合には、一定時間(3秒)表示すると画面を自動的に遷移させる。

#### 4. ダブルデッキDOASの輸送能力評価

エレベーターシステムの輸送能力評価には往復時間(Round Trip Time:  $RTT$ )と、それに基づく5分間輸送能力(Handling Capacity:  $HC$ )が指標として用いられることが多い<sup>(2)</sup>。一般的にこれらの指標はアップピーク交通を想定して計算されるため、本稿ではダブル運転中のダブルデッキDOASを想定し、 $RTT$ と $HC$ を定式化する。 $RTT$ と $HC$ は式(1)及び式(2)によって計算される<sup>(3)</sup>。

$$RTT = 2Ht_v + (S + 1)t_s + P \cdot P_{rate}t_r + t_{loss} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$HC = \frac{300}{RTT} P \cdot P_{rate} \cdot N_c \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $S$ は主階(最下階)出発後に停止する階床数であり、一般的には主階で乗車した利用者の行き先階の個数の期待値として計算される。また、 $H$ は上昇方向から下降方向へ方向反転する階の期待値として計算される(表1)。

DOASを適用したDD  $k$ 台で分担する行き先階の個数の期待値 $S_{all}$ は式(3)となる。

$$S_{all} = N_f \left\{ 1 - \left( 1 - \frac{1}{N_f} \right)^{2kP \cdot P_{rate}} \right\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $N_f$ とは主階より上方でサービスを提供する階床数である。

DDでは、ダブル運転によって停止数を半減できる可能性はあるものの、式(3)の $S_{all}$ に含まれる行き先階は必ずしも隣接する奇数階・偶数階とは限らない。そこで式(4)及び式(5)を用いて、DD  $k$ 台の停止数の期待値 $S_{set}$ を求める。

$$S_{set} = \frac{\sum_{i=0}^{i_{max}} \left( \frac{S_{all}}{2} + i \right) \left( C_{\frac{N_f}{2}-i}^{N_f/2} \cdot C_{2i}^{N_f/2 - (S_{all}/2 - i)} \right)}{\sum_{i=0}^{i_{max}} \left( C_{\frac{N_f}{2}-i}^{N_f/2} \cdot C_{2i}^{N_f/2 - (S_{all}/2 - i)} \right)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$i_{max} = \min \left( \frac{S_{all}}{2}, \frac{N_f}{2} - \frac{S_{all}}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 $C$ は組合せ数である。

DD 1台当たりの停止数の期待値 $S$ は式(6)になる。

$$S = \frac{S_{set}}{k} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ダブルデッキDOASの場合、反転階 $H$ は停止数 $S$ を用いて式(7)で求める。

$$H = 2 \left( \frac{N_f}{2} - \sum_{i=1}^{\frac{N_f}{2}-1} \left( \frac{2i}{N_f} \right)^S \right) \quad \dots\dots\dots (7)$$

表1. 変数一覧

記号	説明
$RTT$	往復時間(s)
$H$	反転階
$t_v$	一階床当たりの移動時間(s)
$S$	停止数(上昇方向)
$t_s$	停止加算時間(加減速加算時間+戸開閉時間)(s)
$P$	一方のかご定員(上かごと下かごは同値)(人)
$P_{rate}$	乗車率(%)
$t_r$	乗降時間(s/人)
$t_{loss}$	損失時間(乗降時間と戸開閉時間の10%)(s)
$HC$	5分間輸送能力(人/5min)
$N_c$	台数
$k$	行き先階別に割り振られるかごの台数

表2. 輸送能力の評価結果( $N_f=16$ ,  $N_c=4$ ,  $P=20$ )

記号	説明	DOASあり	DOASなし
$S_{all}$	行き先階数	14.7	13.4
$S$	停止数	5.1	7.5
$H$	反転階	14.3	16.0
$RTT$	往復時間(s)	137.0	163.3
$HC$	5分間輸送能力(人/5分)	245.3	205.8

また、乗客1人が乗車に要する時間・降車に要する時間をそれぞれ $t_l$ ・ $t_u$ とした場合、乗降時間 $t_r$ は式(8)になる。

$$t_r = t_l + t_u \left( 2 - \frac{S}{\frac{S_{all}}{k}} \right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

なお、 $S \cdot H \cdot t_r$ 以外のパラメータは、エレベーターの加速度・減速度・定格速度・戸開閉時間などで求まる。

表2は、 $N_f=16$ ,  $N_c=4$ ,  $P=20$ の場合での輸送能力の評価結果である。比較としてDOASなしのDD( $k=1$ )の輸送能力の評価結果も示す。DDにDOASを適用することで、 $RTT$ が短く、 $HC$ が高くなり、輸送能力が向上することが分かる。

#### 5. む す び

今回開発したダブルデッキDOASは、従来のDDでの群管理システムの課題を克服し、輸送能力及び操作性の向上を実現した。増加しつつある高層ビルで、垂直移動手段の効率化に寄与できるシステムである。

今後は、エレベーターシステムの開発だけでなく、外部機能との連携も強化することで、輸送能力、利便性の更なる向上を図る。そして、ビル全体として効率的な垂直移動の実現に貢献していく。

#### 参 考 文 献

- (1) 東中恒裕, ほか: エレベーターの超高揚程化対応技術, 三菱電機技報, **86**, No.8, 437~440 (2012)
- (2) (社)日本エレベーター協会: 建築設計・施工のための昇降機計画指針 (1992)
- (3) Barney, G., et al.: Elevator traffic handbook theory and practice(second edition). Routledge (2016)

# 東京タワー向け屋外展望用 エレベーター

松井 太\* 榎本 優\*  
浅野和雄\* 羽根田 治\*  
三本木慧介\*

*Outdoor Type Observation Elevator for Tokyo Tower*

*Futoshi Matsui, Kazuo Asano, Keisuke Sambongi, Yu Enomoto, Osamu Haneda*

## 要 旨<sup>(1) (2)</sup>

展望用エレベーターは、通常のエレベーターと異なりかごと昇降路壁の一部をガラス等にして、かご内の乗客が展望を楽しめるようにしたエレベーターのことである。観光資源として活用されるため、モニュメンタルな建物に設置されることも多く、かご内意匠などデザイン性を重視したものも多い。展望用エレベーターの中でも、昇降路の一部をオープンにし、屋外の自然環境に露出させているエレベーターを屋外展望用エレベーターと呼称している。

東京タワー向け屋外展望用エレベーターは、メインデッキとトップデッキ間の約85mを結ぶエレベーターで、納入は今から半世紀以上前の1958年にさかのぼる。当初は塔保守の目的で、人荷用エレベーターとして計画・納入

されたことが記録されている。その後、1967年の特別展望台のオープンに合わせて、展望用として改修され、現在のような屋外展望用エレベーターとして運行されるようになった。その後、数回にわたって改修されてきたものの、2016年末から開始された特別展望台(現トップデッキ)のリニューアル工事に併せて、エレベーターも大規模なリニューアルを実施するに至った。このリニューアルに際しては、現行法規への対応や、屋外かつ高層に位置していることから、風雨への対策を重点的に実施した。また、電波塔であるため電磁波の影響も考えられたことから、電子機器のシールド化等の対策を図った。



東京タワー



トップデッキ



エレベーターからの眺望

## 東京タワーとリニューアル後のトップデッキとエレベーターからの眺望

竣工(しゅんこう)から半世紀以上が経過した今でも東京タワーは東京のシンボルとして愛されている。リニューアル前のエレベーターかご室はレトロな雰囲気を残していたが、リニューアル後はガラスや鏡面素材を活用し、開放的な空間が演出されている。

# 1. ま え が き <sup>(1) (2)</sup>

東京タワーのメインデッキとトップデッキを結ぶエレベーターは、屋外展望用エレベーターと呼ばれ、一般的なエレベーターとは設置環境が大きく異なる。通常の屋内環境エレベーターは、建物の内部に存在することがほとんどであり、昇降路壁等で外気と遮断されているため、天候などの影響を受けることは少ない。一方、屋外展望用エレベーターは、乗客が展望を楽しめるよう、昇降路壁の一部をオープンにしたエレベーターを指す。ガラスを積極的に使用したかご等の展望用としての工夫はもちろん、自然環境に露出していることから、雨や雪、風といった天候に大きな影響を受けるため、それらへの対策も必要不可欠である。そのため、設計も特殊な要素を多く含むことになり、高い技術力を必要とされる。本稿で述べる東京タワーに設置されている屋外展望用エレベーターは、1958年の東京タワー竣工当時から設置されている。当初は塔保守の目的で、人荷用エレベーターとして使用されていたものの、1967年の特別展望台のオープンに合わせて、展望用エレベーターとして改修され、現在のように観光資源として活用されるようになった。その後、数回にわたって改修を受けてきたものの、2016年末から開始された特別展望台(現トップデッキ)のリニューアル工事に併せ、エレベーターも大規模なりニューアルを実施するに至った。

## 2. 特殊環境対策

この案件のエレベーター(表1)は、屋外環境に露出しており、かつ高層に位置していることから、風雨の対策を重点的に実施する必要があった。特に、常に自然環境に置かれるかご室や周辺の電気機器及び非常救出階の乗場扉・機器は、防水対策と風圧対策を重点的に実施する必要があった。機械室に設置されている巻上機は、直接的に風雨等の影響は受けないものの、ロープ等を介して間接的に影響を受けるおそれがあるため、対策を講じている。加えて、東京タワーは現在も電波塔として一部が使用されているため、電磁波による電子機器への影響も考慮する必要があった。次に、その詳細な検討内容について述べる。

### 2.1 巻上機

このエレベーターは、昇降路壁がないことから外風の影響を受ける、また上空の冷気がロープ穴から機械室内に流入するため、通常の屋内環境エレベ

表1. 東京タワー向け屋外展望用エレベーターの仕様

用途	人荷用(人主体)
積載量	1,000kg
速度	90m/min
昇降行程	約85m
ローピング	1:1

ターと比較して主に①ロープが雨で濡(ぬ)れる、②空気中の水蒸気が冷やされ結露が発生する、③外風で揺れる釣合いロープを適用しない、④外風の風圧でかごに外力が作用するという四つの特徴がある。

これらの特徴に対し、巻上機に必要な機能として、主に①ロープが水で濡れた状態での駆動綱車とロープ間の摩擦力の確保、②制動面に結露やさびが発生した際の制動能力の確保、③釣合いロープなしによるアンバランス増加、④かごへ作用する風圧によるアンバランス増加を考慮した駆動綱車とロープ間の摩擦力の確保の四つが挙げられる。

今回、これらの機能に対し、現行法規に対応した安全基準を確保するため屋外UCMP(Unintended Car Movement Protection: 戸開走行保護装置)の大臣認定取得と、ライフサイクルコスト低減のための長寿命化という課題があった。そこで、屋外環境での適用実績があるウォーム巻上機をベースにした図1に示す巻上機“EML-500”を開発した。

#### 2.1.1 屋外UCMPの大臣認定取得

UCMPの大臣認定で、戸開時にかごが規定の制動距離で安全に停止することが要求される。取得済みの屋内UCMPの大臣認定と比較して、屋外UCMPの大臣認定に適用する巻上機の要求事項は、主に①ロープが水で濡れた状態でも適切な駆動綱車とロープ間の摩擦力があること、②制動面に結露やさびが発生した状態でのかごの制動距離が基準値内であることの二つが挙げられる。

これらの要求事項に対し、この巻上機を据え付けた試験塔でロープ及び制動面へ散水して実機評価を行った。ロープが水で濡れた状態での駆動綱車とロープ間の摩擦力は、ロープ表面に凹凸があるため、特異な現象が生じないと想定していたとおり、通常の屋内環境と比較して差異がなかった。また、制動面に結露やさびが発生した状態では、事前検討でハイドロプレーニング現象によって制動距離が伸びるという懸念があった。そこで、許容面圧を確保しつつ排水用の溝の数量と位置を最適化したブレーキパッドを開発し、規定の制動距離内で停止することを確認した。これによって、屋外UCMPの大臣認定を取得した。

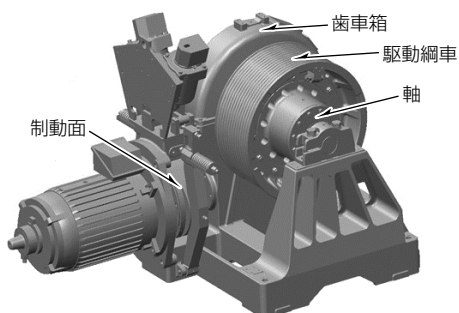


図1. 巻上機EML-500



## 2. 1. 2 駆動綱車とロープの長寿命化

エレベーターは、駆動綱車にロープを巻き付けた摩擦力で駆動している。釣合いロープなしによるアンバランス増加やかごへ作用する風圧によるアンバランス増加を考慮した駆動綱車とロープ間の摩擦力を確保するため、このエレベーターは低速運転の仕様であるが、通常は高速運転の仕様で適用されるフルラップ構造(図2)を採用した。しかし、フルラップ構造は駆動綱車とそれと並行してロープを2回巻き付けるため、ロープの屈曲回数が多くなることから、ロープの屈曲疲労が促進される懸念があった。

そこで、図2のとおりリニューアルに当たり、それと並行してロープを2個から1個に変更することでロープの屈曲回数を低減した。これによって、ロープの長寿命化を行った。

また、ロープ本数の変更(6本→7本)と駆動綱車の溝形状の変更によって駆動綱車の溝の面圧を低下させると同時に、駆動綱車の硬度及びロープの種類を変更して駆動綱車(従来比310%)とロープ(従来比230%)の長寿命化を実現した。

この長寿命化対策によって、交換インターバルの延長を実現したが、エレベーターの使用期間の中で交換は必須である。図1に示した両持ち構造である駆動綱車の交換は、駆動綱車を軸方向に引き抜く必要があって軸を歯車箱から取り外さなければならない。そこで、図3のとおり駆動綱車を左右2分割とし、軸を取り外すことなく駆動綱車を取り外す構造とし駆動綱車の交換作業性に配慮した。

## 2. 2 かご上機器

2. 1節で述べたとおり、屋外展望用エレベーターとなるこのエレベーターでは風雨・電磁波への対策が求められる。

そこで、かご室及びかご室に取り付ける機器に関しては上面からの防水だけでなく、かご室が下降している際に発生すると考えられる下面からの吹き上げを考慮する必要がある。あらゆる方向からの風雨にさらされるため、JIS C 0920に定められたIPX4等級相当を満足する構造を採用し、JIS規格で定められた防水試験を実施して防水性能に問題がないことを確認した。防水試験方法を図4に示す。

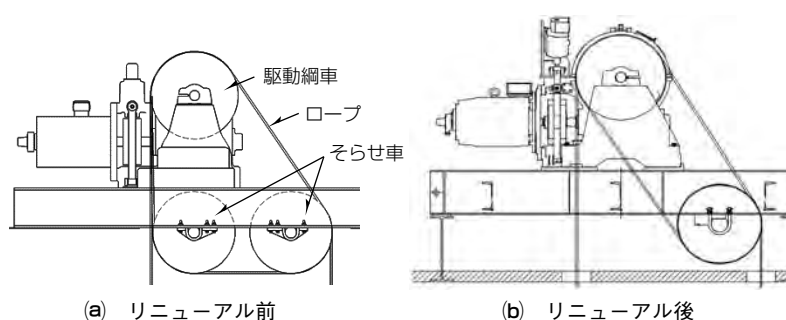


図2. フルラップ構造

また、東京タワーでは現在も電波塔としての役割を維持しており、FMラジオ放送などに使用されている。そのため、エレベーターの各機器に対して電磁波による誤動作の影響も考えられ、耐電磁波対策を行った。

各機器に施した耐電磁波対策の確認は、欧州の統一規格であるEN(European Norm)規格のEN61000-4-3に基づいて試験を行った。試験は電界発生アンテナから3m離れた地点に均一電界面を設定し、所定の電界強度で電磁波を照射して誤動作、不具合等が発生しないか確認した。試験方法を図5に示す。

耐電磁波試験では機器単体の試験を行うだけでなく、複数の機器を実際の機器配置に従って設置する組合せ試験も行うことで、実機状況を可能な限り模擬した。耐電磁波試験状況を図6に示す。

試験の結果、この案件で現状計測されている電界強度及び周波数帯で不具合が発生しないことを確認した。

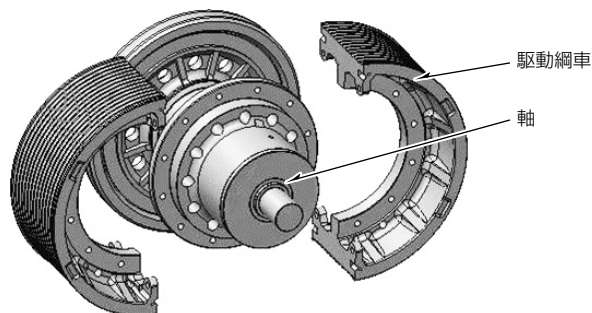


図3. 分割した駆動綱車の構造

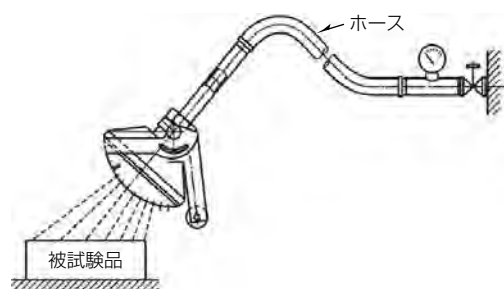


図4. 防水試験

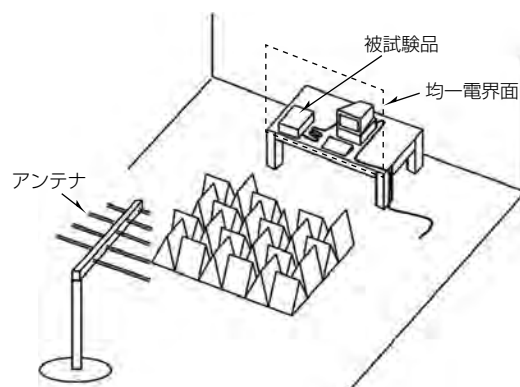


図5. 耐電磁波試験方法



図6. 耐電磁波試験状況

防水、耐電磁波対策を行うに当たり、最も注意した点は機器の経年劣化を考慮し、定期的なメンテナンスを容易に行える構造にしたことである。中でも、防水・耐電磁波を担保する部位に容易に交換可能な防水ガスケットを採用したことで定期的な交換によって性能を常に一定に保つことを可能にした。

### 2.3 かご室

かご室は窓ガラスを足元から天井面までとし、天井に鏡面素材を配することによって、図7のとおり、窓から見える景色と天井に映る鏡像に連続性を持たせた意匠となっている。この意匠を実現するため、既存かご室からの形状変更(隅切型から角型へ)が必要となった。また、このエレベーターは屋外展望用であるため、かご室内への浸水を防ぐ構造が必須である。

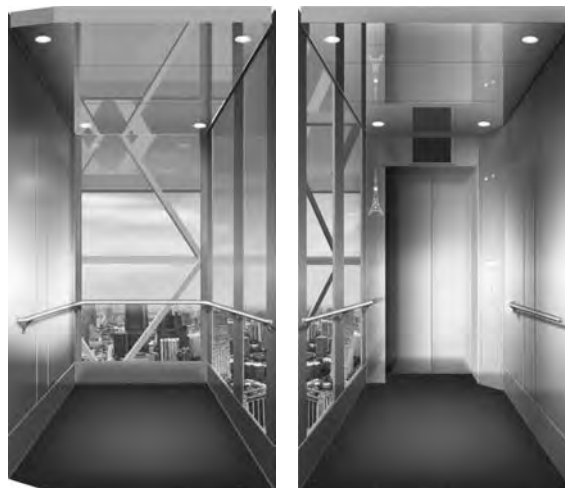
かご室形状変更による機械部品とかご室とのスペース減少、及び当該意匠によるかご室質量増加によって屋外展望用エレベーターで用いられてきたかご室を外装板で覆って防水する構造を採用できず、新たな防水構造を検討する必要があった。

防水構造としては、基本的にはかご室の組立て後に各部品間の隙間をシーリングで埋めることで対応したが、機械部品付近などシーリングを施工するスペースのない箇所に関しては、部品間でゴムを押しつぶす防水パッキン構造を用いた。

防水パッキン構造では、部品の製作時に発生した歪(ひず)みや据付け誤差によってゴムを押しつぶすことができないと効果が発揮できないため、各工程での品質確認を十分行い、防水性能に問題ないことを確認した。

### 2.4 非常救出階出入口

このリニューアルに当たっては、現行建築基準法に準拠する必要があるが、国土交通省告示第1536号第2に則し、メインデッキからトップデッキまでの約85mの間に非常救出階出入口が新設されることになった。



(a) 展望窓側

(b) 出入口側

図7. かご室意匠

当該非常救出階出入口は高層かつ屋外環境にあるため雨水によるさび、直射日光による変形など特有の故障要因を考慮する必要がある。特に台風などの風荷重による乗場扉の落下や機器変形・破損による戸開閉不良が発生した場合には甚大な被害になりえるため、慎重な構造検討と、製品相当の試作品での強度検証を行った。

乗場扉の落下対策としては扉と三方枠・敷居、それぞれの部品が噛みあう取り付け(アイジャクリ構造)とすることで、想定外の荷重で乗場扉が変形しても落下までには至らない冗長性を考慮した構造とした。

乗場機器の変形・破損としては建築基準法施行令第87条から換算した風荷重で強度試験を実施し、最大風荷重の除荷後に乗場扉が開閉できること、及び乗場機器の変形・破損がないことを確認した。

## 3. むすび

今回、東京タワー向け屋外展望用エレベーターのリニューアルとして、現行法規への対応や風雨、電磁波等への対策を実施した。本稿では、特に一般的なエレベーターとは異なる設計要素やその試験について述べた。

三菱電機がこれまで納入した屋外展望用エレベーターの中には東京タワーと同様にモニュメンタルな要素を持つものもあり、今後のリニューアルの要求が高まる可能性もある。それらに備え、今後も当社の高い技術力を維持向上させていく。

## 参考文献

- (1) 小林憲太郎、ほか：屋外用エレベーター、三菱電機技報、44, No.8, 1042~1047 (1970)
- (2) 山田春夫：展望用エレベータの設置計画、三菱電機技報、46, No.12, 1386~1390 (1972)

# エスカレーターリニューアルの最新事例

長尾幸泰\*

Latest Case of Mitsubishi Escalator Renewal

Yukiyasu Nagao

## 要 旨

三菱電機がエスカレーターの提供を開始して56年が経過する。品質、安全性をより高い次元で維持するためには、25年を目処(めど)にリニューアルすることが理想である。しかしながら、リニューアル工事は、エスカレーターを利用できない工事期間が長く、その期間の確保が難しいため、推進が困難な状況にある。リニューアルを推進するためには、工事期間の短縮や利用できない日をなくし、利便性を維持すること、また、省エネルギーや安全性の向上などのリニューアルの訴求力を向上させることが求められている。

そこで、エスカレーターのリニューアル工事期間の短縮を目指したワンタッチ意匠リニューアルメニューを発売した。

このメニューは、運転による機器寿命に影響しないガラス保持具を流用し、欄干を再構築する際の芯出し作業を不

要にしたことと、アウターデッキの流用によって外装など建築側の改修を不要にしたことで、大幅に工事期間を短縮している。

従来、駆動機、制御盤、安全装置をリニューアルするとともに、最新型エスカレーターの欄干意匠へ刷新するリニューアル工事は、20日間の連続した工事期間を必要とし、その間、エスカレーターを利用することができなかった。

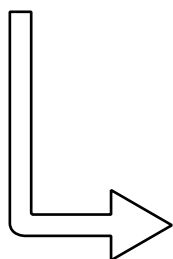
今回、ワンタッチ意匠リニューアルメニューによって旧型エスカレーター2台のリニューアルを実施した。平日はエスカレーターを利用することを可能にし、工事は、週末休業日を活用し、金曜日夜から月曜日の朝までの2.5日間を4回で施工した。



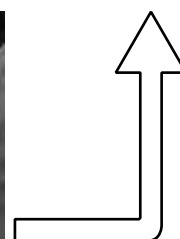
意匠リニューアル前



意匠リニューアル後



欄干意匠部分の撤去



## ワンタッチ意匠リニューアル工法

左上の写真は欄干意匠をリニューアルする前の状態、下側の写真は右エスカレーターの欄干意匠を取り外した状態、右上の写真は最新型エスカレーターの意匠にリニューアルした状態である。最終的には、左エスカレーターも意匠をリニューアルし、リニューアル工事を完了した。既設のガラス保持具とアウターデッキを流用することで欄干意匠組立て時の芯出し作業を不要とし、工事期間の短縮を可能にした。

## 1. ま え が き

当社がエスカレーターの提供を開始して56年が経過する。品質と安全性をより高い次元で維持するためには、25年を目処にリニューアルすることが理想である。このリニューアルの対象となるエスカレーターは、今後、急増する傾向にある。しかしながら、リニューアル工事は、エスカレーターの利用できない工事期間が長く、その確保が難しいため、推進することが困難な状況にある。リニューアル工事を推進するためには、工事期間の短縮や利用できない日をなくして利便性を維持すること、また、省エネルギーや安全性の向上などのリニューアルの訴求力を向上させることが求められている。

そこで、工事期間の短縮と利用不可日を極力排除したリニューアル工法を開発した。

## 2. ワンタッチ意匠リニューアル工法

今までのリニューアル工法で、意匠部分までリニューアルする場合、1台当たり20日間の工事期間を要し、その間、エスカレーターを利用できなかった。商業施設など営業時間内に利用できないことが許されない場合には、リニューアル工事の実施が困難であったが、営業時間外だけで実施できるようにすることで、リニューアルの推進を図ることが可能になった。

今回開発したリニューアル工法の特長を、次に述べる。また、図1にエスカレーターの断面図を示す。

### (1) 休止期間の大幅な短縮

運転によって機器寿命に影響しない部品である既設ガラス保持具とアウターデッキの流用によって、欄干の芯出し作業と、外装の改修を不要にした。これによって、短期間でのリニューアル工事の実施を可能にした。

### (2) 意匠性向上

最新型エスカレーターの欄干意匠へ刷新し、リニューアルを演出できる。また、オプションとして、LED手摺(てすり)下照明とウレタン手摺の適用も可能である。

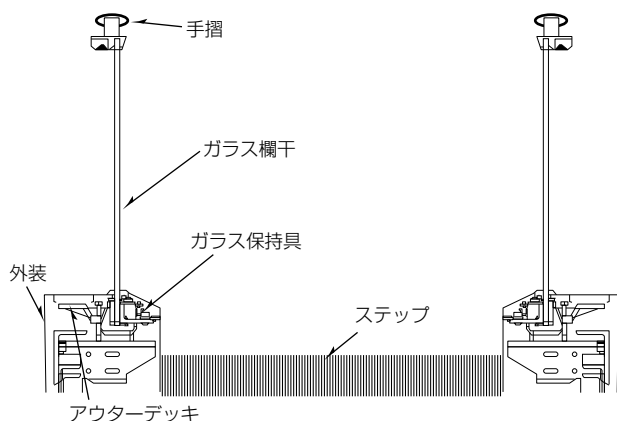


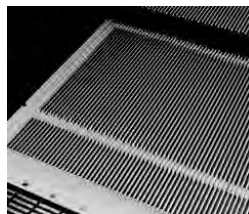
図1. エスカレーターの断面図



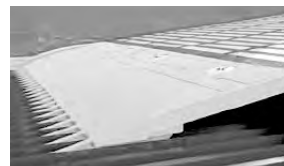
(a) ビスレスインナーデッキ



(b) ステップデマケーションクリート



(c) デマケーション・櫓の明度向上



(d) 低すくい角櫓

図2. 安全性向上機能

### (3) 安全性向上

最新型エスカレーターの欄干意匠の特徴であるビスレスインナーデッキ化による衣類の引っ掛かり防止、ステップデマケーションクリート持ち上げによって利用者の立つ位置を規制してスカートガードとステップ間に靴などが挟まれることを防止、デマケーション・櫓(くし)の明度向上による視認性向上、低すくい角櫓の適用によるスムーズな乗降を可能にし、より安全性を向上させたエスカレーターにすることができる(図2)。

## 3. 初回工事の実施

初回工事として、旧型エスカレーター2台のリニューアル工事を実施した。

平日はエスカレーターの利用を可能にし、工事は休業日を利用して金曜日の夜から月曜日の朝までの2.5日間を4回で、リニューアル工事を実施した。

第1週目 1台目の駆動機、制御盤、安全装置のリニューアル

第2週目 2台目の駆動機、制御盤、安全装置のリニューアル

第3週目 1台目の欄干意匠部分のリニューアル

第4週目 2台目の欄干意匠部分のリニューアル

従来であれば、20日間のエスカレーターが利用できない工事期間が必要であったが、1台当たり計5日間、2台で合計10日間の工事期間でリニューアル工事を完了した。

## 4. む す び

今まで当社が提供してきたエスカレーターには、多数の機種があり、それぞれの機種で構造が異なることから、他機種でもリニューアル工法の開発が必要となっている。リニューアル工事を更に加速して推進するために、更なる短工期化、日中稼働可能化、品質と安全性確保、省エネルギー化、遠隔監視機能追加などリニューアル工法の開発を継続している。

# 入退室管理システム向け 新型ハンズフリー認証装置

関 輝夫\*  
三田尚義\*

*New Model of Handsfree Authentication Device for Access Control System*

*Teruo Seki, Takayoshi Sanda*

## 要 旨<sup>(1)</sup>

ハンズフリータグ(以下“タグ”という。)を携帯していれば、扉に近づくだけで解錠できる新型ハンズフリー認証装置を開発し、2017年4月に発売開始した。特長を次に示す。

### (1) 機器を一体化して施工性向上と原価低減を実現

従来のハンズフリーアンテナとハンズフリーコントローラの2台構成を一体化し、かつ外形寸法はハンズフリーアンテナ相当とした。これによって、機器の施工性を向上させるとともに原価低減を実現した。

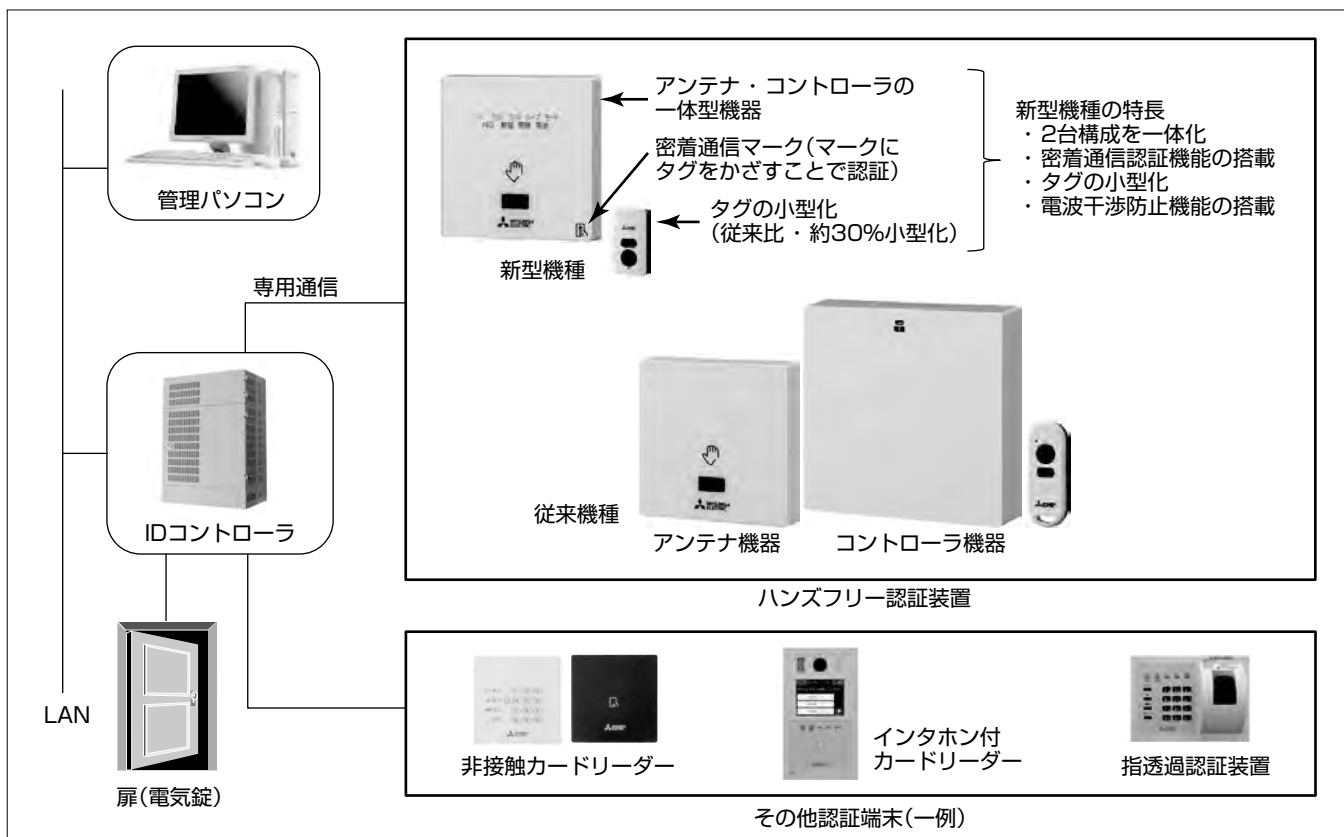
### (2) 密着通信認証機能とタグの小型化で利便性を向上

タグはセミアクティブ方式のRFID(Radio Frequency Identification)で、電池を内蔵している。従来はタグの電池が消耗すると電池交換まで認証が不可能となり運用に支障をきたす場面があったが、タグをハンズフリーアンテナ

に密着させて認証可能とする密着通信認証機能を搭載することで、電池消耗時の継続利用(代替手段)を実現した。また、タグの内部構造を最適化し、タグのサイズを従来比で約30%小型化した。

### (3) 電波干渉防止機能で隣接扉設置への制約を回避

隣接する扉にハンズフリーアンテナを設置する場合、送信電波同士の干渉でタグが正常に認証されないことがある。そのため、従来機種ではアンテナの送信電波が重複するような複数台設置を制限していた。新型機種ではアンテナ同士が同時に電波を送信しないように制御する電波干渉防止機能をアンテナ本体に搭載し、機器の追加をせずに隣接扉での設置を可能にした(最大4台まで同時制御可能)。



## 入退室管理システム“MELSAFETYシリーズ”の基本構成とハンズフリー認証装置

入退室管理システム“MELSAFETYシリーズ”では、認証端末との接続にIDコントローラを使用する。認証端末は非接触カードリーダー、指透過認証装置をはじめ複数の機種があり、ハンズフリー認証装置はその一つである。新型機種ではアンテナとコントローラの一体化、タグの小型化等の開発を行っており、図では新型機種と従来機種の機器サイズを比較できる縮小比率にしている。

## 1. ま え が き

タグを携帯して扉に近づくだけで解錠可能な認証装置として、2011年に“ハンズフリー認証装置”を市場投入した。以降、その利便性の高さが評価され、特に工場や病院等で多く採用されている。更に、従来機種からアンテナ一体化、タグ小型化や電波性能向上等を図った新型ハンズフリー認証装置を開発し、2017年4月に発売開始した。

本稿では、新型ハンズフリー認証装置の開発内容とその特長について述べる。

## 2. ハンズフリー認証装置<sup>(2)</sup>

### 2.1 ハンズフリー認証装置の仕組み

ハンズフリー認証装置は、125kHz(LF(Low Frequency)帯、従来機種は135kHz)と315MHz(UHF(Ultra High Frequency)帯)の二つの電波帯を利用したセミアクティ

ブ型RFID方式によって、タグを携帯すれば扉に近づくだけで認証できる運用を実現する。標準アンテナでは最大2.5m、長距離アンテナでは最大4.5mまでタグを認証することができる(図1)。また、次の三つの認証モードを備えており、セキュリティレベルや用途に応じて選択可能である(図2)。

#### (1) ハンズフリーモード

タグを携帯すれば、ハンズフリーアンテナに近づくだけで自動的に認証。

#### (2) センサモード

タグを携帯し、ハンズフリーアンテナに手をかざすことで認証。入退室の意志のない人が扉付近を通過した際の誤解錠を防止。

#### (3) ボタンモード

タグを携帯してハンズフリーアンテナに近づき、タグのボタンを押すことで認証。

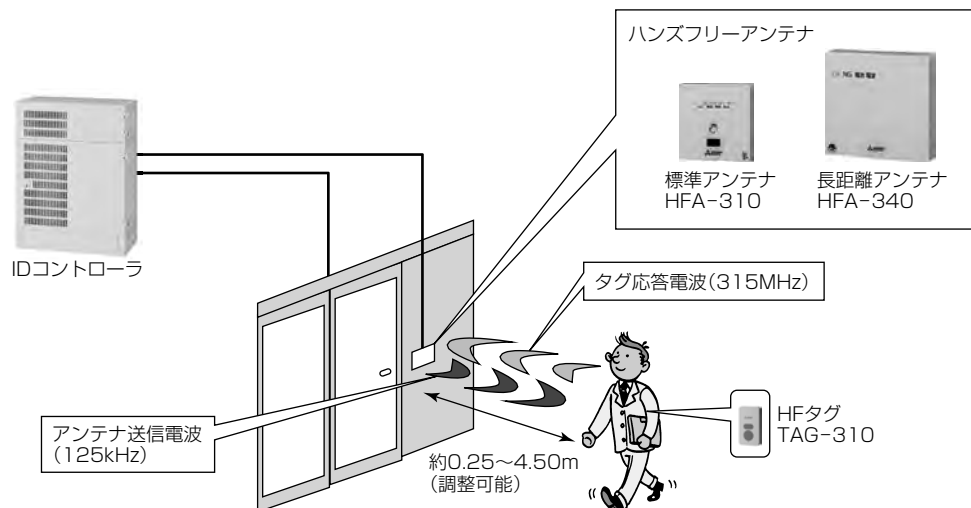


図1. ハンズフリー認証の仕組み

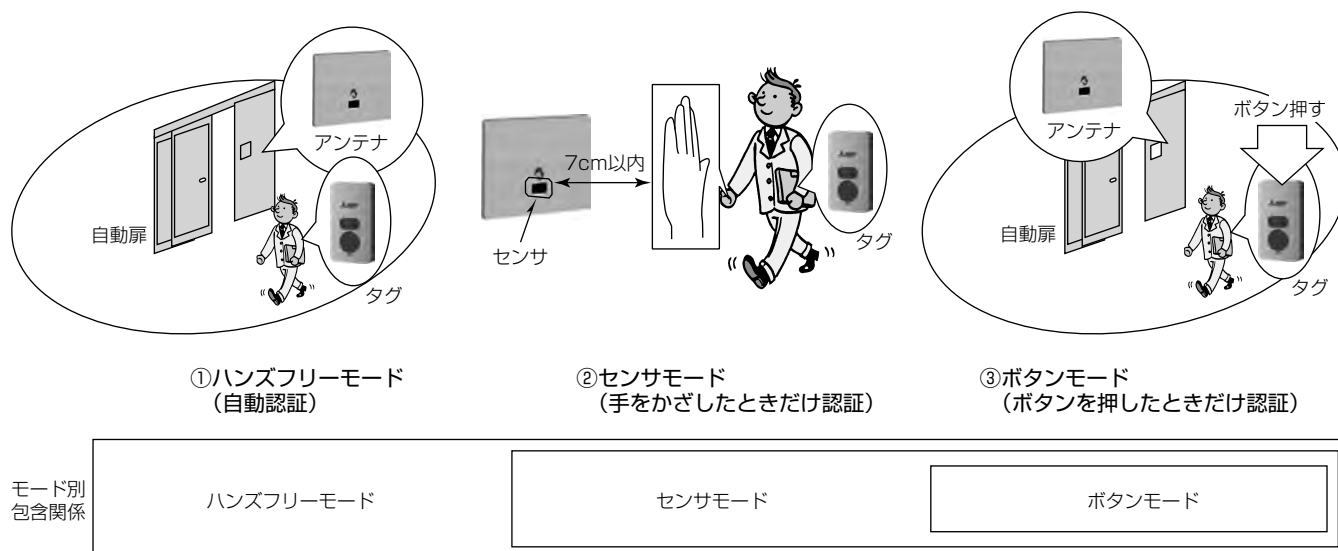


図2. 三つの認証モード

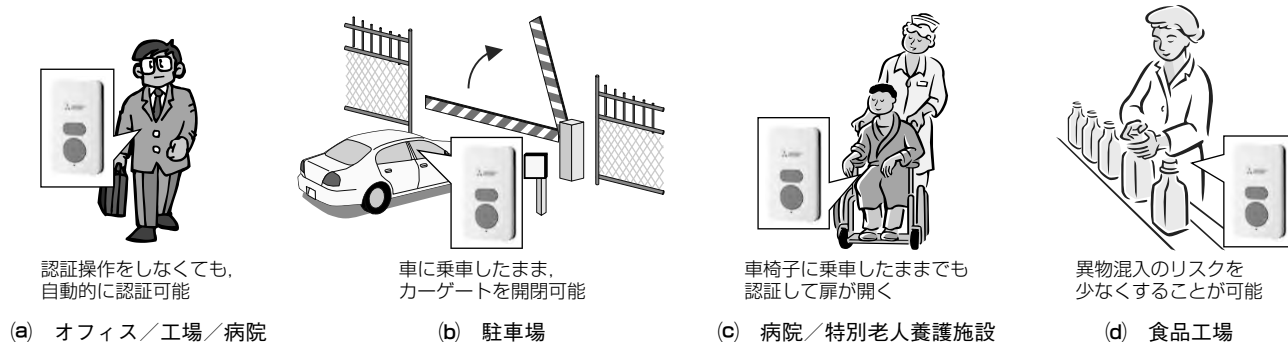


図3. ハンズフリー認証装置の導入イメージ

## 2.2 ハンズフリー認証装置の導入イメージ<sup>(1)</sup>

ハンズフリー認証装置は、セキュリティ性と利便性の両立を求める事務所の他、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、フォークリフト等に乗車したまま認証したい製造工場等での導入を想定しており、非接触カードリーダー、指透過認証装置等の認証装置との差別化を図っている(図3)。

## 3. 新型ハンズフリー認証装置の特長

### 3.1 コントローラー体型アンテナ

従来機種でのハンズフリーアンテナとハンズフリーコントローラの2台構成を一体化し、かつ外形寸法はアンテナ1台分を維持して(図4)、約35%の原価低減を達成した。機器の一体化は次の二つの取組みによって実現している。

#### (1) 無線制御基板の開発

従来のコントローラ部に搭載する無線制御ユニットとアンテナ部に搭載するインタフェース基板を一体化した無線制御基板を開発した(図5)。

#### (2) 制御基板と無線制御基板の重畳配置

2枚の基板の間隔を約7mmとした重畳配置を実施した。この配置ではノイズによる誤動作防止のため、電波送受信回路及び電源回路とマイコン等制御モジュールの配置を極力離すよう配慮している(図6)。

### 3.2 密着通信認証機能の搭載

タグはセミアクティブ方式RFIDであり、ボタン電池を内蔵している。従来ではタグの電池が切れた際に電池交換まで認証が不可能となり運用に支障をきたす場面があったが、タグをハンズフリーアンテナに密着させて認証可能にする密着通信認証機能を搭載することで、電池消耗時での継続利用(代替手段)を可能にした(図7)。

密着通信認証機能は、非接触カードリーダーと同様にパッシブ方式RFIDで実現しており、タグへの給電機能を含む専用アンテナが必要となる。3.1節で述べたとおり、機器一体化によって部品配置スペースに制約があるため、極力小型のアンテナを選定して搭載している(図6右下位置)。タグは密着通信用アンテナに近接すると、アンテナ

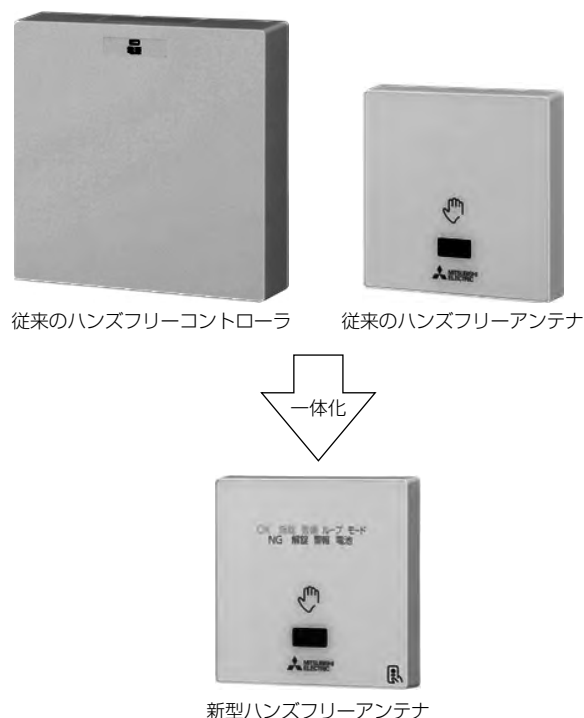


図4. コントローラとアンテナの一体化

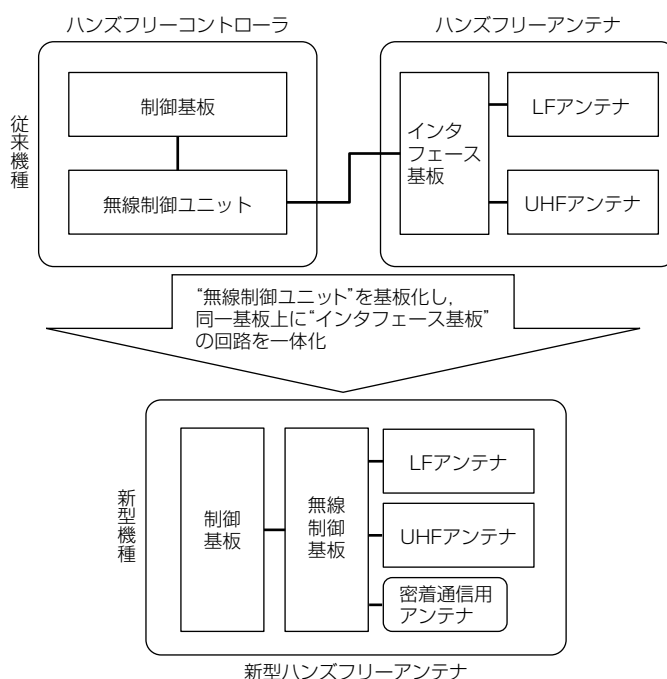


図5. アンテナ機器一体化の設計変更

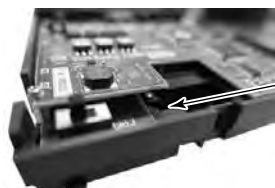
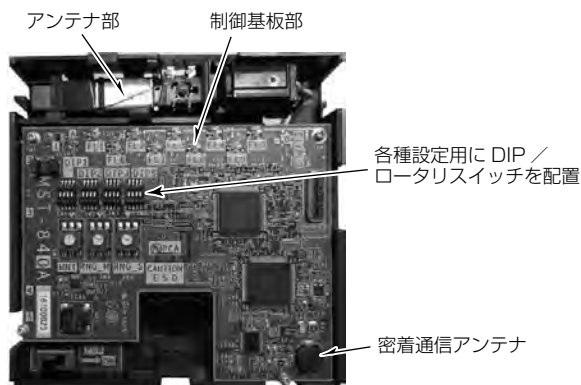


図 6. ハンズフリーアンテナ内蔵基板

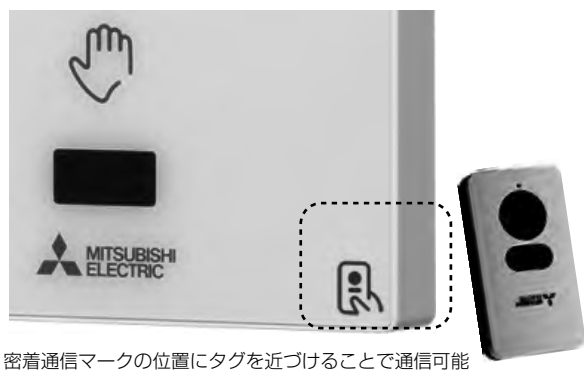


図 7. 密着通信のイメージ

からの磁束をタグ内部で電流に変換し、そのエネルギーによってICを駆動させる。この電磁誘導などの原理を用いた動作によって、電池の切れたタグとアンテナでの電波送受信が可能になる。

### 3.3 タグの小型化

タグの内部構造を最適化することで、タグのサイズを従来比で約30%小型化するとともに、約20%の原価低減を達成した(図8)。これは、次の二つの取組みによって実現している。

#### (1) 搭載部品数の削減

新型タグでは、スマート・キー向けの専用マイコンを新規採用することで無線通信ICの二つを削減し、基板の小型化を実現した(図9)。

#### (2) 内部構造の見直し

タグの内部は基板部品に加えて、電波法対応の改造防止構造(高剛性樹脂)と防水構造(パッキン)を持つ。新タグでは二つの構造を一体化する再設計を行い、更なる小型化を実現した(図10)。

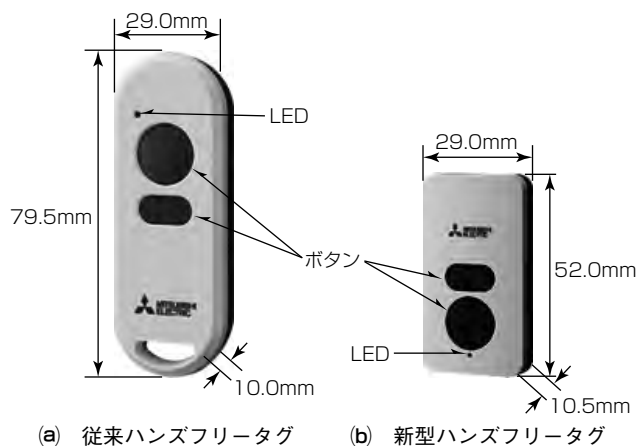


図 8. タグのサイズ比較

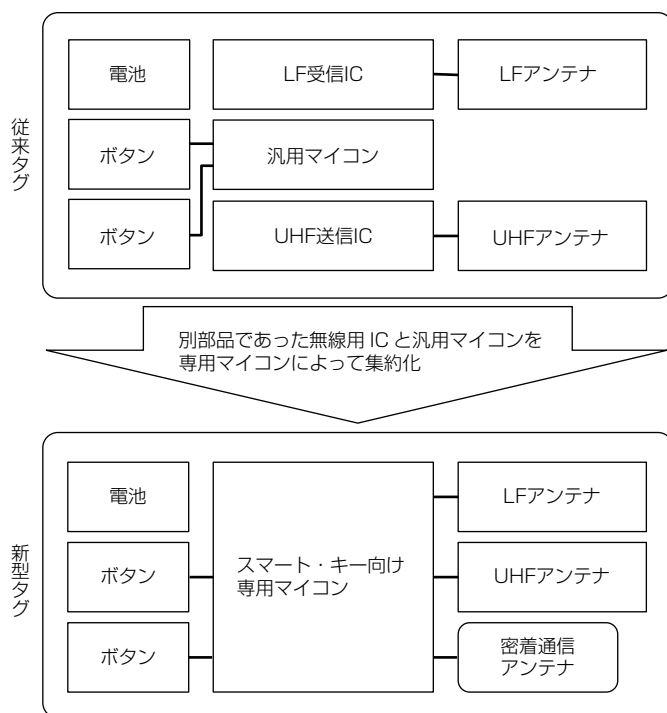


図 9. タグ搭載部品削減の設計変更



図 10. タグの内部構造

### 3.4 電波干渉防止機能の搭載

隣接する扉にハンズフリーアンテナを設置する場合、送信電波同士が干渉することでタグが正常に認証されないことがある。そのため従来機種ではアンテナの送信電波が重複するような複数台設置を制限していた。新型機種ではア



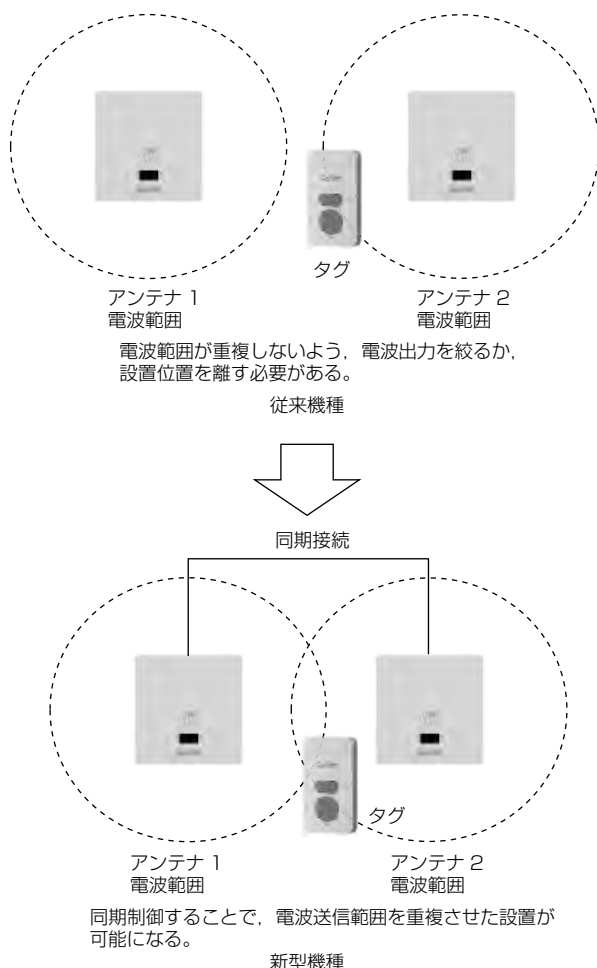


図11. 電波送信エリア重複時の同期接続

ンテナ同士が同時に電波を送信しないよう制御する電波干渉防止機能をアンテナ本体に搭載することで、隣接扉等への設置を可能にした(図11)。

この機能は、同期機能で実現しており、アンテナの中で1台が親機(マスタ)となり、その他のアンテナ子機(スレーブ)が電波を出力するタイミングを制御する。送信タイミングは“1：マスタ”“2～4：スレーブ”の4種類とし、送信周期は1台について約150msで接続台数に応じて増加する(図12)。同期させるアンテナ同士は同期専用の信号線を接続(最大4台)し、マスタ、スレーブの設定やアンテナ台数、スレーブ番号の設定は、アンテナ基板上のDIPスイッチによって行う。

### 3.5 その他機能改善

先に述べた大規模な設計変更に加えて、新型ハンズフリー認証装置では次のような機能改善も行っている。

#### (1) 無線通信の高速化

LF及びUHFの通信速度を約2倍にし、また電文の内容を一部集約することで、通信所要時間を約250msから約150msに短縮した。

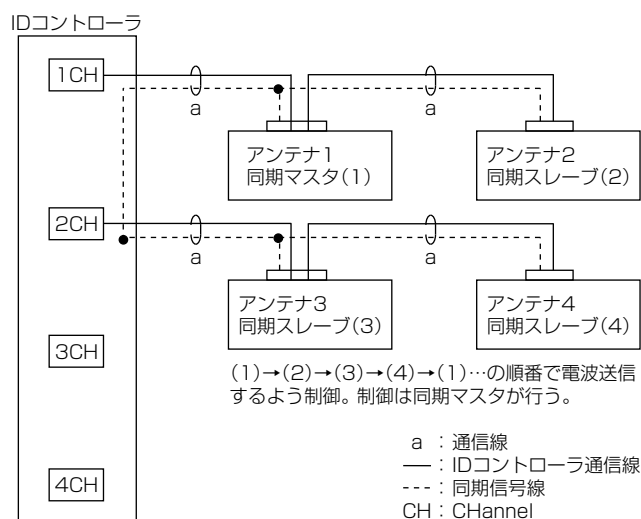


図12. 同期接続と送信順序

#### (2) 将来拡張向け機能搭載

タグにアンテナからのLF電波受信強度(Received Signal Strength Indication : RSSI)の測定機能を搭載した。これによって、タグとアンテナの位置関係及び移動(接近、横切り)を判別することが可能になる。

#### (3) 施工性・保守性改善

アンテナ表ケースに脱落防止構造を採用するとともに、ケース取付けねじを正面から奥行き方向に対して斜め配置とすることで施工時の下方スペースに制約がある場合の設置に配慮した。また、施工時や保守時の無線性能確認を、アンテナとタグだけで簡易実施するための単体無線テスト機能を実装した。

## 4. む す び

三菱統合ビルセキュリティーシステム“MELSAFETYシリーズ”の認証端末である新型ハンズフリー認証装置について述べた。新型機種の開発で施工性向上、利便性向上、原価低減を実現し、導入を更に促進することができた。

今後は、エレベーターとの連携やRSSI測定機能を活用したセキュリティーゲートへの応用、タグ所持者の居場所把握など、新型ハンズフリー認証装置を応用したセキュリティーソリューションを広げていくことで、製品競争力の更なる強化を図っていく。

## 参 考 文 献

- (1) 上野一巳：“MELSAFETY-G”による入退室管理システムのリニューアル，三菱電機技報，91，No.3，196～200 (2017)
- (2) 星野一郎，ほか：ハンズフリー入退室管理システム，三菱電機技報，86，No.8，469～472 (2012)

# ITを活用した昇降機生産管理の高度化

渡邊浩史\* 佐藤勇也\*  
川口直樹\*  
新堀紘康\*

Advanced Production Management Using IT for Elevator Manufacturing

Hiroshi Watanabe, Naoki Kawaguchi, Hiroyasu Shimbori, Yuya Sato

## 要 旨

昇降機の国内市場では、新設事業は高級・高品質なプレミアムゾーンが漸増しており、リニューアル事業が大幅に拡大していく。また、中国・インド・ASEANなどの海外市場では、新設事業とリニューアル事業が共に低価格のボリュームゾーンを中心に拡大していくと予想される。

三菱電機は、日本をマザー工場として中国・タイを核とした最適な昇降機の製造分業体制を構築している。国内マザー工場の生産体制は新設標準型機種に対応して構築しているため、特殊仕様機種や海外工場へ供給するキーパーツの生産には人手による管理や情報の追記・修正作業が発生しており、今後の市場環境の変化に柔軟に対応していくためには、自動化・IT(Information Technology)化による原価低減、引受け工期の短縮が必要である。

このような課題に対して次のように取り組んだ。

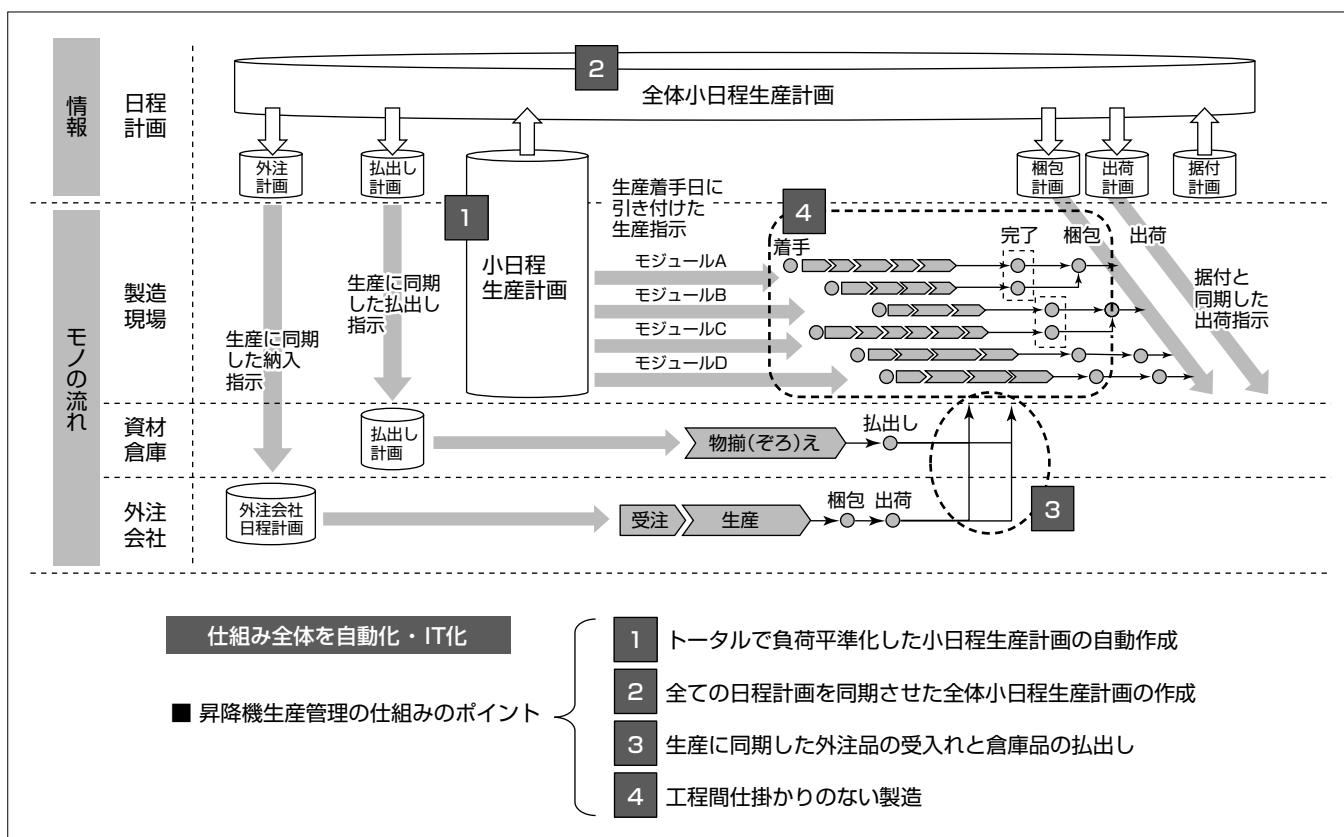
### (1) 生産管理の仕組みの自動化・IT化

プロダクトミックスの変化に強く、生産性の高い生産体制を構築するために、全工程の日程計画を同期化し、情報を一元管理する仕組みを構築した。ムダの排除とモノ・情報の停滞の解消によって、製造リードタイムの短縮と間接作業の削減を実現した。

### (2) ITを活用した進捗情報収集の仕組み作り

設備からの実績データの収集、RFID(Radio Frequency Identification)を用いた進捗情報収集の仕組みを導入するとともにRFIDの読み取りミスの問題を解決した。

これらの取組みによって、製造リードタイム半減と生産性向上30%を実現した。



## 国内マザー工場の昇降機生産管理の仕組み

工場の生産枠入れから出荷までの業務プロセスを見直し、全ての日程計画を同期させた仕組みを構築することで製造リードタイム半減を実現した。日程計画の作成や管理指標作成の間接作業を自動化し、進捗情報の収集作業のIT化を実現することで、生産性向上30%を実現した。

## 1. ま え が き

当社稲沢製作所は昇降機の製造工場として1964年に設立された。現在は海外拠点を統括するマザー工場の機能がある。設立当初は国内新設ビル向けの標準型機種生産の比率が大きかったが、近年は特殊仕様機種や海外拠点へ供給するキーパーツの生産の比率が大きくなり、プロダクトミックスが変化してきた。しかし、生産体制は新設標準型機種に対応して構築されているため、それ以外の機種に対応する場合は人手による管理や情報の追記・修正作業が発生していた。今後の市場環境の変化に柔軟に対応していくためには、更なる原価低減、引受け工期の短縮が必要である。

本稿では、自動化・IT化の推進によるプロダクトミックスの変化に強く、生産性の高い生産体制の構築と今後の展望を述べる。2章では工場の生産枠入れから出荷までの生産管理の仕組みの自動化・IT化について、3章ではITを活用した進捗把握自動化技術について述べる。

## 2. 生産管理の仕組みの自動化・IT化

### 2.1 昇降機の生産管理の仕組み

昇降機は複雑な客先仕様に応じて製品を設計・生産する個別受注生産であり、自動車や家電製品と異なり、巻上機や制御盤といったモジュール単位で製品を出荷してビル内

で据付けを行うという特徴がある。従来の生産管理の仕組みは、新設標準型機種を対象とした各モジュール共通の管理単位となっており、工程数・工期設定が一律設定を前提としたものであった。特殊仕様機種の増加に伴い、実際の工程数・工期設定に応じた設定が困難となってきたため、工場の詳細な生産計画を担当部門が個別に作成することで対応している。そのため、資材倉庫からの部材の払出し計画、外注会社からの部品の納入計画、梱包(こんぼう)計画も個別に調整・修正作業が必要であった。

市場環境変化に柔軟に対応するためには、製造リードタイムの更なる短縮と業務のムダ排除を進める必要があることから、全ての機種に対し、工場の生産枠入れから出荷までの業務プロセスを見直し、集約・整流化した。全モジュールの各工程の日程計画を一元的に作成することで、工場内外の日程計画を同期化した。

工場では作成した製造の日程計画(以下“小日程生産計画”という。)を進捗管理モニタを用いて現場へ指示し、進捗実績をRFIDを用いて自動収集する。進捗状況や仕掛かり状況をリアルタイムで見える化し、収集したデータからすぐに改善ができる管理指標(製造リードタイム等)を自動作成する。改善した結果は次回の小日程生産計画へ反映させる。このような仕組みを構築することで改善のPDCA(Plan Do Check Action)サイクル高速化を実現した(図1)。

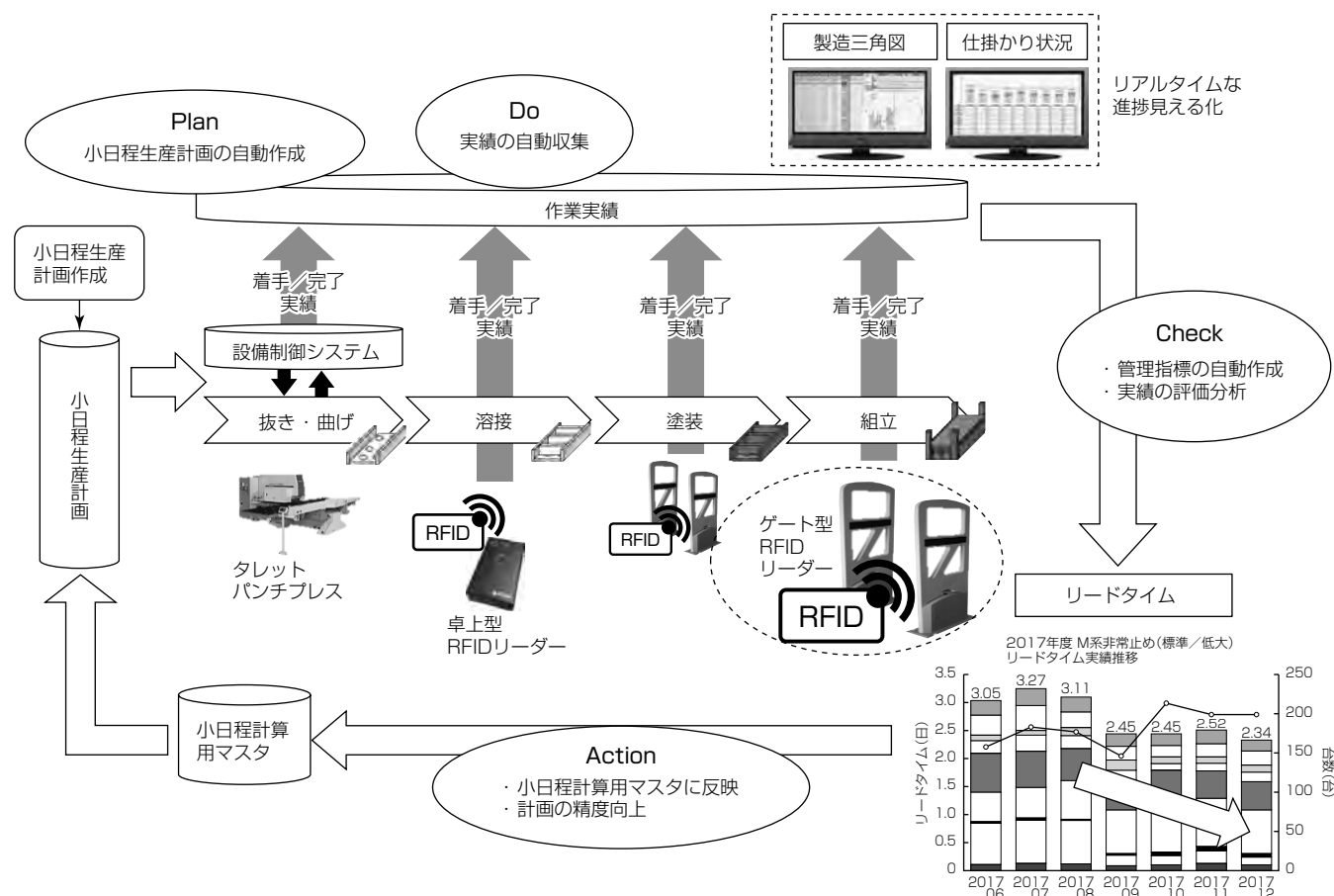


図1. 製造の生産管理高度化

業務のムダの排除とモノ・情報の停滞の解消によって、製造リードタイムの短縮と間接作業の削減を実現した。この仕組み実現のため“グローバル生産管理システム (Global Production System : GPS)”を開発して導入した。

## 2.2 小日程生産計画

工場は、全国の支社からの据付け工事要求に基づいて、昇降機の台数単位で平準化して生産枠入れする。しかし、仕様によって負荷の大小と工程経路が異なるため工程単位では負荷のバラつきが大きい。特殊仕様機種比率の増加に伴い工程数と、各工程の製造工期の種類も増加していた(図2)。仕様の種類が多いモジュールでは組合せの数が100を超えているが、これらの設定条件を小日程計算用マスタとして登録し、各モジュールを一元管理した。小日程生産計画作成には、モジュール別に製品の仕様ごとの工程経路を確認して工程ごとの能力に応じて負荷を平準化し、各工程の製造リードタイムをもとに製造完了日からバックワード方式で生産着手日を計算した(図3)。これによってモジュール間の製造完了日とモジュール内の前後工程、工場内外の全ての日程が同期した日程の自動計算をGPSで

実現した。

## 2.3 進捗情報の一元管理

2.2節で述べた小日程生産計画を進捗管理モニタを用いて各製造工程へ指示する。製造中の各モジュールの部品には個体を識別するID (IDentification) タグを貼り付けており、製造現場の環境に応じて設備のPLC (Programmable Logic Controller), QRコード(注1), RFIDを用いて、製造の着手・完了実績日時を収集する。収集した進捗情報はオフィスのパソコンや各製造工程に設置された進捗管理モニタに表示され、製造三角図やガントチャートとしてリアルタイムで見える化し、遅延・過早の問題発生時に迅速な対応が可能になった。進捗情報は他製造工程間でも共有されているため、事前準備等に役立てることで待ち時間等のロス削減にもつながった。

収集された実績データは自動的に分析され、製造リードタイム、仕掛かり、停滞の状況をもとに、問題の要因把握と改善が可能になり、改善のPDCAサイクルが高速化された。

(注1) QRコードは、(株)デンソーウェーブの登録商標である。

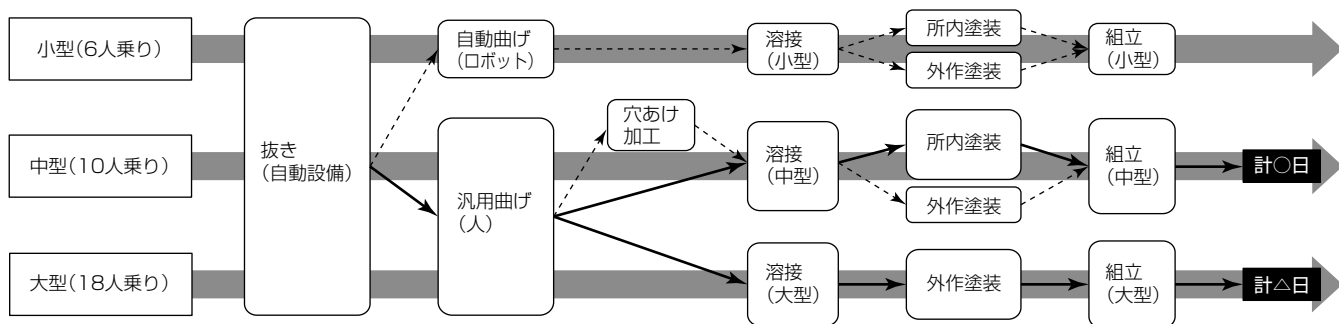


図2. 工程の組合せ例

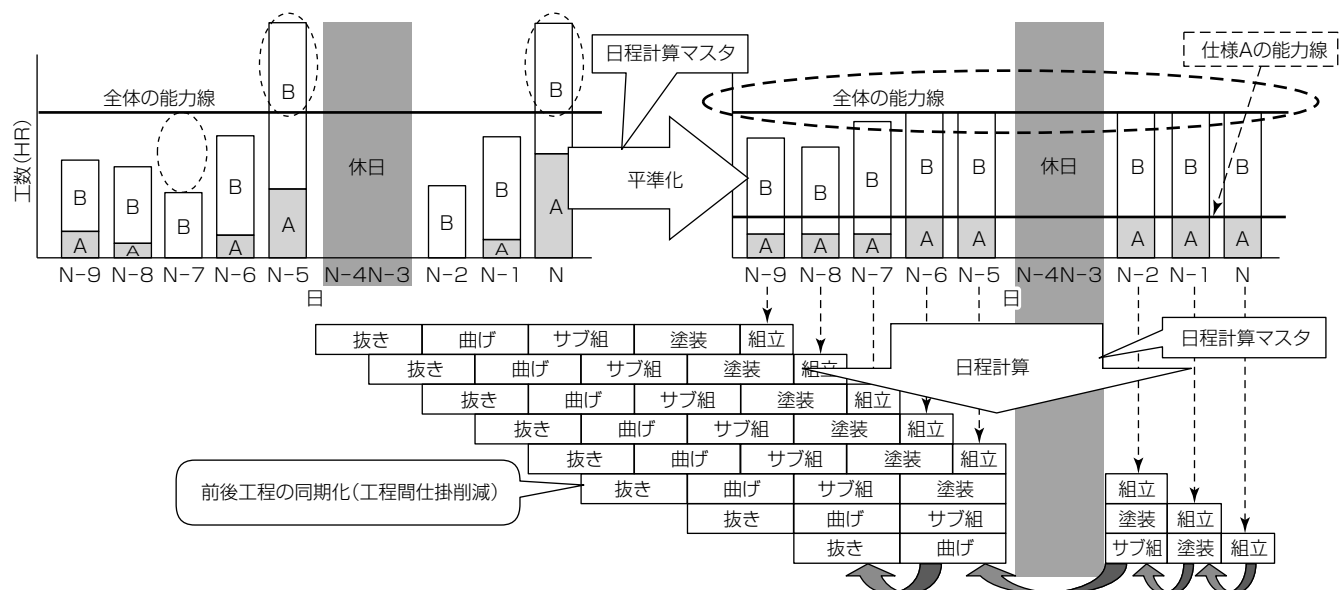


図3. 小日程生産計画の策定手順

## 2.4 今後の展開

工場全体のペーパーレスをねらい各種帳票の統合・電子化を推進中であり、進捗に加え品質の情報も収集し、情報はGPSで一元管理する。収集したビッグデータを用いて、AI(Artificial Intelligence)を活用した小日程計算用マスタのメンテナンスの自動化や、新設事業から保守事業までのトータルでのトレーサビリティ体制の構築を実現する。

## 3. 進捗状況把握の自動化技術

従来進捗情報は、製品識別用QRコードを記載した現品票を作業者がハンディターミナルを用いて読み取っていた。それ以前の紙や生産管理板を用いた方法と比較すると間接作業が削減されたが、この章では更なる効率化を実現するために採用した二つの技術について述べる。一つ目は“設備情報の自動収集”である。設備情報を収集する際の課題とそれを解決するためのデータベース構成について述べる。二つ目は“RFIDを用いた進捗情報収集”である。RFIDを用いることで非接触で自動的に情報を読み取ることができるようになったが、RFIDの電波範囲を制御することが困難なために生じる読み取りミスの問題とその対策について述べる。

### 3.1 設備情報の自動収集

以前から稲沢製作所では自動加工設備やラインの導入を積極的に実施してきた。それぞれの設備はローカルシステムによって管理されている。GPSではそのローカルシステムから直接実績情報を収集する仕組みを導入した(図4)。

ローカルシステムは使用しているデータベースの種類が様々である。また、基幹システムの一部であるGPSのデータベースをローカルシステムから直接書き換えることは情報管理の都合上好ましくないため、GPSでは各ローカルシステムが接続・編集可能なインタフェース領域を用意し、その領域内に用意したテーブルにいったん実績情報を蓄積する仕組みとした。ネットワークに接続されていない自動加工設備にはインタフェースユニット(MESインタ

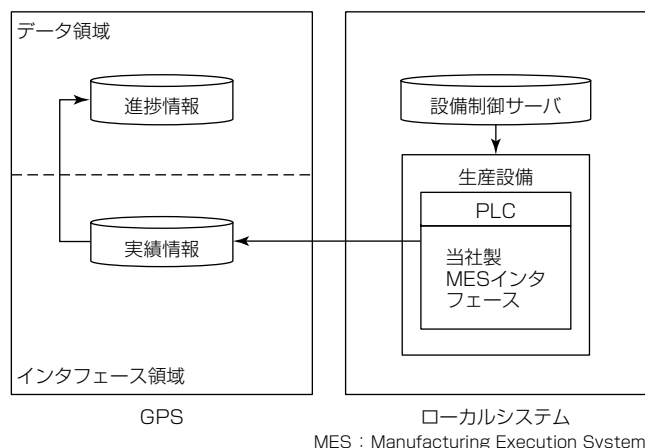


図4. ローカルシステムから情報を収集する仕組み

フェース)を増設することで、情報の自動収集を可能にした。GPSはそのローカルシステムとのインタフェース領域内のデータを収集することで、自動加工設備・ラインの工程での人による実績情報の計上作業を完全に排除できた。

### 3.2 RFIDを用いた進捗情報収集

ローカルシステムで管理されていない製造工程では、RFIDを用いた進捗情報収集の仕組みを導入した。RFIDとはID情報を記録するチップを埋め込んだRFタグを近距離(数メートル)から読み書きする無線通信のことである。

基本的な運用方法は、先頭工程でチップを内蔵したRFタグを製品に付け、各製造工程に設置したリーダーライタで読み取る方法である。

ここではRFID運用方法、RFタグの使い分けとコード体系、RFID読み取りミスの対策について述べる。

#### 3.2.1 RFID運用方法

製造工程の形態に合わせて、RFIDの運用方法を3種類用意した。“ライン生産向け”“セル生産向け”“塗装乾燥炉向け”である(図5)。

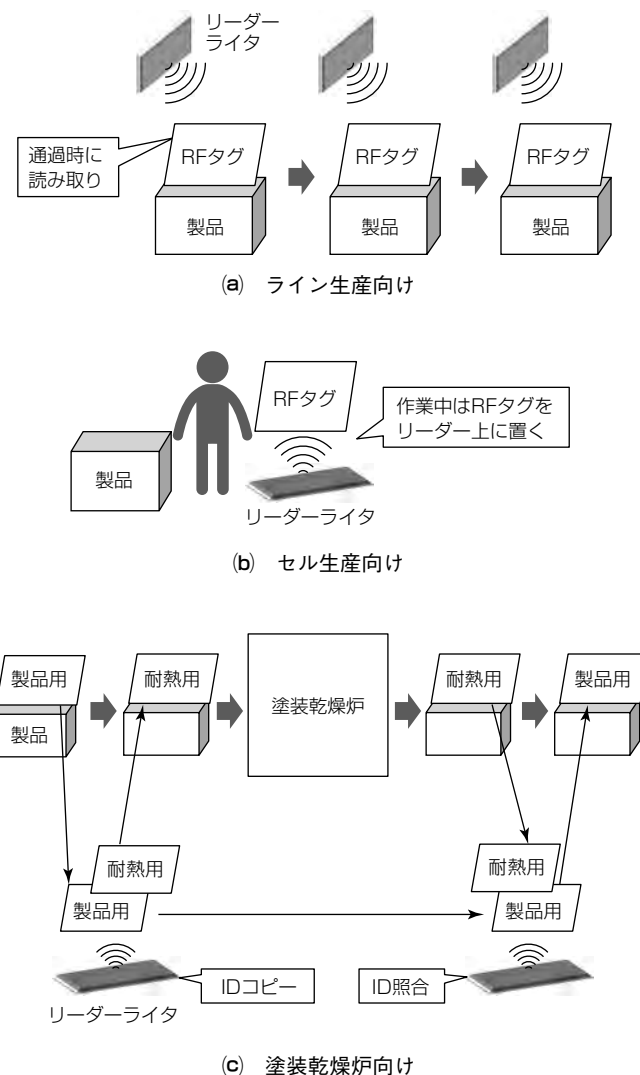


図5. RFIDの運用方法

### (1) ライン生産向け運用

各ステーションにリーダーライタを設置し、RFタグを付けた製品が通過するときに自動的にRFタグを読み取り、GPSへ進捗情報を送信する。この運用では人による情報収集作業を完全に排除できる。

### (2) セル生産向け運用

セルごとにリーダーライタを設置し、作業開始時にRFタグをリーダーライタ上に置き、作業完了時にRFタグをリーダーライタ上から製品へ戻すことで、GPSへ進捗情報を送信する。

### (3) 塗装乾燥炉向け運用

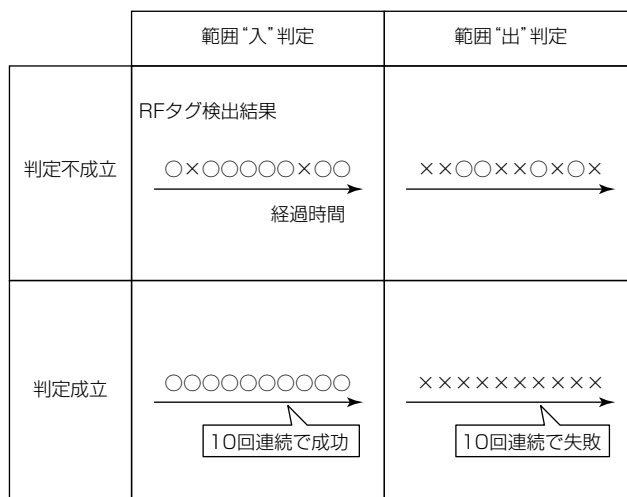
塗装乾燥炉では炉内が高温になるため、通常のRFタグを製品に付けたまま投入することができず、製品を識別するための情報が離れ離れになる課題があった。この課題を耐熱仕様のRFタグを使用することで解決し、完全な情物一致を実現した。運用方法は、炉への投入時に、通常のRFタグと耐熱RFタグをリーダーライタ上に同時にかざすことで、RFタグのチップ内に記録された製品識別コードを通常のRFタグから耐熱RFタグへとコピーする。耐熱RFタグを製品に付け、一緒に炉内へ投入する。炉から製品が払い出されると、製品についていた耐熱RFタグと元々ついていた通常のRFタグをリーダーライタ上に同時にかざすことでそれぞれのRFタグのチップが記録している製品識別コードを照合する。コードの一致が確認されたら通常のRFタグを製品に付け、耐熱RFタグは再利用する。

#### 3.2.2 RFタグの使い分けとコード体系

RFタグは用途によって様々なタイプのものを利用している。製品識別用には樹脂製又は印字可能なシールタイプ、炉内投入用には耐熱仕様、作業者識別用と治工具識別用にはカード型を利用している。RFIDチップの規格とリーダーライタの電波の規格をISOに準拠した規格のものを採用することで互換性を確保した。RFIDのチップにはEPC(Electronic Product Code)領域とUSER領域があり、EPC領域の値がユニークになることと、読み取ったRFタグの用途を識別する必要があるため、EPC領域のコード体系はシステム識別域・タグ種類識別域、ユニークな数値域によって構成した。

#### 3.2.3 RFID読み取りミスの対策

RFIDは電波によって情報を読み書きするが、電波は金属に反射し、水分に吸収される性質を持っている。リー



○：検出成功，×：検出失敗

図6. RFタグの検出範囲入出判定

ーライタは電波出力強度と読み取り感度の調整パラメータを持っているが、製造現場では製品や人の位置が常に変化しており、電波の放射範囲を制御することが非常に困難であった。想定外の範囲に電波が飛ぶことで不必要なRFタグを読み取る、又はRFタグの読み漏らしなどといった読み取りミスが問題となった。これには検出条件の設定で対応した。RFタグが読み取りたい範囲内への出入りを確定するとき、一度の検出で確定するのではなく、複数回の検出によって確定する仕組みである。例えば5秒間に10回の読み取りを行い、10回全てRFタグを検出したら範囲内に入ったと判断する。一方、一度範囲内に入ったと確定した後は、5秒間に10回読み取りを行い、10回連続でRFタグを検出できなかったら範囲外へ出たと判断する。この仕組みを用いることで、RFタグ位置の範囲内／範囲外の判定を安定化して読み取りミスを抑制した(図6)。

## 4. む す び

プロダクトミックスの変化に強く、生産性の高い生産体制の構築のために導入した仕組み(GPS)について述べた。小日程生産計画の自動作成、進捗情報の一元管理(改善のPDCAサイクル高速化)、進捗情報自動収集の仕組みによって、製造リードタイム半減と生産性向上30%を実現した。今後は更なる自動化・IT化に加え、AIの活用を推進していく。この仕組みの海外工場への展開と、据付け・保守事業への展開も推進していく。

# 最近の昇降機国内納入事例

羽坂佳穂里\*

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

Kahori Hasaka

## 要 旨

最近、“住友不動産麻布十番ビル”“中之島フェスティバルタワー・ウエスト”“御園座タワー”など、それぞれの地域のランドマークとなる大規模物件が相次いで竣工(しゅんこう)した。近年の昇降機は、縦の移動手段としてだけではなく、建築コンセプトに基づいて、一体となった高いレベルのデザイン性や機能性が要求されている。

東京・麻布十番に竣工した“住友不動産麻布十番ビル”は、デザイン性と機能性を兼ね備えたオフィスビルで、エレベーターのかご室・乗場はブラックカラスステンレスヘアライン仕上げを基調とした意匠によって落ち着いた雰囲気を演出している。

大阪・中之島に誕生したフェスティバルシティの超高層ツインタワーのうち“中之島フェスティバルタワー・ウエスト”内に入る最高級ホテル“コンラッド大阪”のエレベーターでは、ブラックカラスステンレスを多用し、最高級ホテルにふさわしい重厚感を醸し出している。また、かご室内には調光可能な4パターンの照明を用意しホテル側での演出を可能にしている。

愛知・名古屋に竣工した“御園座タワー”の劇場用エレベーターでは、ホール・ロビーにも使用されている“御園座レッド”と呼ばれる朱色をかご室に採用し、劇場全体の一体感を高めている。



住友不動産麻布十番ビル



中之島フェスティバルタワー・ウエスト



御園座タワー

## 最近竣工した代表的な昇降機国内納入事例

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はなく、建築のコンセプトに合わせたデザイン性や機能性が求められている。

## 1. ま え が き

最近，“住友不動産麻布十番ビル”“中之島フェスティバルタワー・ウエスト”“御園座タワー”など、それぞれの地域のランドマークとなる大規模物件が相次いで竣工した。近年の昇降機は、縦の移動手段としてだけでなく、建築コンセプトに基づいて、一体となった高いレベルのデザイン性や機能性が要求されている。

本稿では最近のモニュメンタルビル及びそれらのビルに三菱電機が納入した昇降機設備の主な特長について述べる。

## 2. 住友不動産麻布十番ビル

### 2.1 建 物

住友不動産麻布十番ビルは、国際的なビジネス、商業集積地である六本木に隣接しながら、喧騒(けんそう)から離れ歴史の趣や文化、豊かな緑も感じられる地に誕生した(図1)。

外観は、各階層部分に幅の異なるくさび型の庇(ひさし)を張り出すことによって、不整形の連続という特徴的な意匠であり、天候、時刻などで様々な表情に変化するデザインとなっている。また、張り出した庇は風の吹きおろしを軽減し、周辺環境にも配慮している。

建物内は、都心最大級の1フロア約1,300坪の賃室を“整形無柱”空間とし、高いレイアウト効率を追求している。また、免震構造を採用し、万が一の事故、災害に備え、バックアップ設備によって停電リスクを回避している。さらに、エレベーター自動仮復旧システムの採用や各階に防災備蓄倉庫を設けるなど、BCP(Business Continuity Plan)対応に優れた最新設備で、入居テナントの事業継続を支える環境を整えている。



図1. 住友不動産麻布十番ビル

### 2.2 昇降機設備

昇降機設備は、乗用10台、人荷用2台の計12台のエレベーターが設置されている。

乗場意匠は、全階床の三方枠・扉をブラックカラーステンレスヘアライン仕上げで統一し、落ち着いた雰囲気を演出している。1階のホールランタンにはエントランスの高い天井と調和した大形で特徴的なものを採用し(図2)、他階では透明アクリルに乳白色アクリルを組み合わせ、利用者が運転方向を一目で判断しやすい視認性とデザイン性を



図2. 1階エントランス



図3. 7階乗場



図4. かご室



兼ね備えたものとなっている(図3)。

かご室内意匠は、ブラックカラスステンレスヘアライン仕上げを基調とし、壁の一部にはアルミ素地削り出しに塗装を施したアルミ塗装仕上げを採用している。これが、天井の間接照明とダウンライトの光源によって、立体的に見えるデザインとなり、落ち着いた上質な空間の中で印象的なポイントとなっている(図4)。

また、かご室内壁の一部に採用したアルミ塗装仕上げとエレベーターホール床の色彩に統一感を持たせることで、エレベーターと建物が一体となったデザインとしている。

### 3. 中之島フェスティバルタワー・ウエスト (コンラッド大阪)

#### 3.1 建 物

水都・大阪のシンボルアイランドといわれる中之島に、“中之島フェスティバルタワー・ウエスト”が完成した(図5)。2012年に完成・開業した“中之島フェスティバルタワー”(東棟)とともに超高層ツインタワーとなり、新たな街のランドマーク“フェスティバルシティ”が誕生した。

中之島フェスティバルタワー・ウエストは、地下4階、地上41階で構成されており、店舗や美術館、オフィスと最高級ホテル“コンラッド大阪”からなる複合施設である。



図5. 中之島フェスティバルタワー・ウエスト



図6. シャトルエレベーターの40階乗場

“コンラッド大阪”は、モダンデザインに和のテイストを取り入れた佇(たたず)まいの空間で、“Your Address in the Sky”をコンセプトとし、全てのパブリックスペース、全客室、及びスイートルームからは、息をのむような大阪のパノラマビューを一望できる。また、館内のインテリアとして、全389点のコンテンポラリーテイストと和の伝統が融合したアート作品がちりばめられているなど、“スマート・ラグジュアリーホテル”を体感できる。

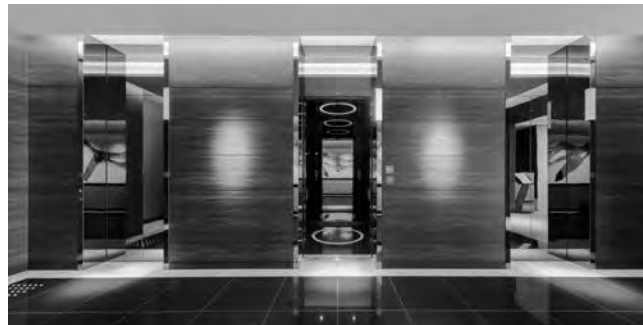


図7. 客室階用エレベーターの40階乗場



図8. シャトルエレベーターのかご室



図9. 客室階用エレベーターのかご室

### 3.2 昇降機設備

昇降機設備は、エレベーター33台、エスカレーター13台が設置されており、そのうち当社はホテル用、駅連絡用、非常用等のエレベーター15台を納入した。

ホテル用エレベーターは、最上階の40階にあるホテルロビーへ直行するシャトルエレベーターが3台、ホテル客室階(33～40階)用エレベーターの3台、従業員用のエレベーターとして3台の計9台を納入している。

かご室・乗場の意匠にはブラックカラスステンレスを多用し、最高級ホテルにふさわしい重厚感を醸し出している(図6、図7)。

また、かご室内には調光可能な4パターンの照明を用意し、イベントや四季折々の雰囲気に合わせてホテル側での演出を可能にしている(図8)。かご操作盤の行き先ボタンは二重照光ボタン(常時行き先階名が点灯、登録時ボタン枠が点灯)を採用し、かご内が暗くても行き先ボタンが一目で分かるよう配慮している(図9)。

## 4. 御園座タワー

### 4.1 建 物

1896年に開業し、名古屋の演劇文化の発展を担ってきた歌舞伎劇場“御園座”が建て替えられ、御園座タワーが誕生した(図10)。

御園座タワーは、建築家の隈研吾氏監修のもと、名古屋の歴史と文化を継承しながら、バリアフリー化や災害時の地域支援協力など新たな視点を加え、“御園座”と商業施設、分譲マンション“グランドメゾン御園座タワー”からなる複合施設となっている。

劇場部分となる1～4階の建物外装には“なまこ壁”のデザインを取り入れ、御園座のイメージを踏襲しながら、周辺の景観に配慮して設計されている。

### 4.2 昇降機設備

昇降機設備は、劇場用に5台、分譲マンション“グランドメゾン御園座タワー”部分に10台の計15台のエレベーターを納入している。

劇場用エレベーターには、御園座の基調色である“御園座レッド”と呼ばれる朱色をかご室に採用したエレベーターを2台納入している。この朱色はホール、ロビー内だけでなく、エントランスや歩道まで広がっており、劇場内の一体感だけでなく、劇場の雰囲気を外に持ち出すことによって“御園座”の空間と都市がつながって周辺環境ににぎわいをもたらしている(図11、図12)。

## 5. む す び

最近のモニュメンタルビルと、それらのビルに当社が納入した昇降機設備の特長について述べた。今後も、昇降機が縦の移動手段としての能力向上はもちろんのこと、多様



図10. 御園座タワー



図11. 劇場用エレベーターのかご室



図12. 劇場用エレベーターの乗場

化する利用目的に合った高度なデザイン性や機能性を持つ昇降機を提案できるよう努めていく。

## 参 考 文 献

- (1) 鈴木恭之：三菱昇降機国内納入事例，三菱電機技報，91，No.3，179～183（2017）

# 最近の昇降機海外納入事例

工藤友里\*

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

Yuri Kudo

## 要 旨

近年、世界の昇降機を取り巻くニーズはその地域の嗜好(しこう)や特性からいっそう多様化している。縦の移動手段としてだけでなく、ビルのコンセプトに寄り添ってその価値を高めるエレベーター、エスカレーターが求められている。三菱電機は、海外の最近のモニュメンタルビルに多くの昇降機設備を納入している。

角の取れた四角柱のシルエットが特徴的な中国・広州の高層複合施設“僑鑫国際金融中心”は、ビル全体に角の取れたデザインを用いており、エレベーターにも建物との調和を保つように同様のデザインが用いられている。また、同

じく中国・上海にある大型商業施設“上海新世界大丸百貨”には、施設中央の大きな吹き抜け部分に大きな一枚曲げガラスを用いたシースルーのエレベーターを6台納入した。クウェート最大級の商業施設“The Avenues”には、高級店舗の集まるエリアにゴールドの外装をまとった2台のスパイラルエスカレーターを納入し、入居する店舗にいっそうの価値を与えた。タイ・コラートの空港を模したショッピングモール“Terminal 21 Korat”には、G階と3階とを結ぶ超高揚程のエスカレーターを納入し、空港から世界へ旅に出るような高揚感を演出した。



僑鑫国際金融中心(中国・広州)



上海新世界大丸百貨(中国・上海)



The Avenues(クウェート・クウェートシティ)



Terminal 21 Korat(タイ・コラート)

## 最近竣工した代表的な昇降機海外納入事例

最近竣工(しゅんこう)した代表的な昇降機海外納入事例を示す。海外市場では縦の移動手段としてだけでなく、ビルのコンセプトに寄り添ってその価値を高めるエレベーター、エスカレーターが求められている。

\*ビルシステム海外事業部

## 1. ま え が き

近年、世界の昇降機を取り巻くニーズはその地域の嗜好や特性からいっそう多様化している。縦の移動手段としてだけでなく、ビルのコンセプトに寄り添ってその価値を高めるエレベーター、エスカレーターが求められている。

本稿では、海外の最近のモニュメンタルビルの代表的な事例と当社が納入した昇降機の主な特長について述べる。

## 2. 僑鑫国際金融中心

### 2.1 建 物

2016年に開業した僑鑫国際金融中心は、中国広東省・広州市の新興ビジネスエリアである珠江新城内に位置する地上45階、地下4階、高さ228mの高層複合施設である。1階から4階に商業施設、5階から18階にサービスアパートメント、5階から45階にオフィスを擁するこのビルは、米国グリーンビルディング協会(USGBC)の環境総合評価システムLEED(Leadership in Energy and Environment Design)のテナントビル部門(Core and Shell <v2009>)でゴールド認証を取得している。

丸みを帯びた四角柱が、先端に向かって伸びるにしたがって少し細くなるデザインが特徴的なこのビルは、広州の高層ビルの中では唯一屋外バルコニーがある。オフィスに豊かな光を取り入れるバルコニーは、各フロアのコーナー部に八つずつ設置されており、ワークスペースと外界とを効率的に融合したオフィスビルとなっている。また垂直性を強調した外観には、厚手の水平スパンドレルが採用されている。これらは熱を遮る庇(ひさし)として、暖かく湿気の多い中国南部のビル特有の課題である、電力消費量の削減に役立っている。そして各コーナー部では厚く設計されている水平スパンドレルが、バルコニーの手摺(てすり)の役割を果たしている(図1)。

### 2.2 昇 降 機

当社は日本(当社稲沢製作所)製の高速エレベーター30台を納入した。全階床連動ゲートDOAS(Destination Oriented Allocation System)を導入したことでエレベーターの運行を効率的に制御し、待ち時間のストレス軽減を実現したほか、品質を重視する顧客の要望に応じるためアクティブローラガイドを適用し、横揺れと騒音の大幅な低減を図った。また6台の機械室レスエレベーターについては、昇降機レイアウトの制限で制御盤を別室に設置した。それによって巻上機から制御盤までの配線距離が40mと長距離になったことから、制御盤設置方法の検討やモータサージ対策用リアクトルの選定を実施した。40mはこれまでに実施したことのない配線距離であり、モータサージ対策だけでなく、モータエンコーダや調速機エンコーダの信頼性についても評価が必要であったため、評価用の実機エレ

ベーターを用いて評価・検証を実施し、顧客の要求仕様に対応した。

また意匠面では、ビルの外観・内装のデザインにも多数用いられている緩やかな曲線が特徴の、角の取れた四角をエレベーターのかご形状にも用い(図2)、建物全体のデザインとの融和を図った。また視認性の高い38インチの大型LCD(Liquid Crystal Display)ディスプレイをかご室内に設置した(図3)ほか、建物意匠のカラーとマッチしたチタンブロンズを乗場・かご室内に用いることで、優美な雰囲気演出した。

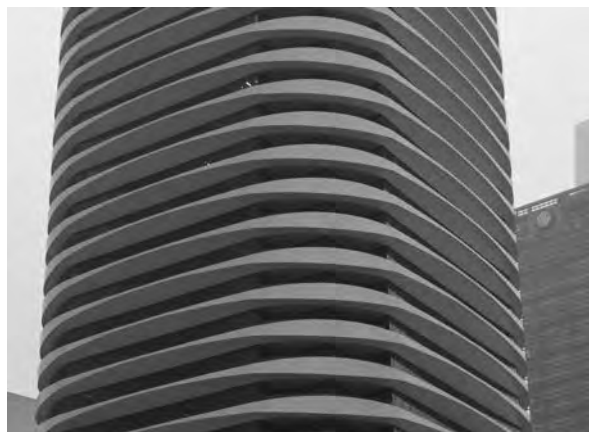


図1. 水平スパンドレルを活用した建物



図2. 角が丸みを帯びたかご室



図3. かご室内の大型LCDディスプレイ

### 3. 上海新世界大丸百貨

#### 3.1 建 物

上海新世界大丸百貨は、2015年5月に全面開業した地上7階、地下5階建ての大型商業施設で、中国・上海市の目抜き通りである南京路の一等地に位置する。豪華客船に見立てられたこの施設の建物中央部分は、1階から7階を貫く巨大な吹き抜けとなっており、天井には自然光の入る、明るく大きな開閉式天井が用いられている(図4)。夜には巨大LEDスクリーンでライトショーを見ることができ、上海での新たな商業・観光スポットになっている。

#### 3.2 昇 降 機

上海新世界大丸百貨には、日本(稲沢製作所)製の展望用エレベーター6台、スパイラルエスカレーター12台、中国(上海三菱電梯有限公司)製エレベーター9台、エスカレーター24台の計51台を納入した。

展望用エレベーターは、床面300mmからかご天井まで何も視界を遮らないパノラマビューを実現している(図5)。今回採用した“二辺曲げ合わせガラス”は、顧客要求の“三面にまたがる一枚ものの高さ2,300mmのガラス”かつ、中国法規の“展望用エレベーターは合わせガラスを使用すること”に対応した仕様である。過去に前例がない大きさ・



図4. 施設中央の吹き抜けと展望用エレベーター・スパイラルエスカレーター



図5. エレベーターのかご室内

仕様の超特殊ガラスであったため、供給可能なサプライヤーの調整に苦心した。二辺曲げ合わせガラスは、1枚のガラスに曲げが2か所あり、さらに外側のガラスの内側曲率半径と内側のガラスの外側曲率半径に誤差があると、亀裂や破損、気泡が入り込むため、品質基準を満たすガラスの製造が困難であった。ガラス製造に当たっては、日本最大級の曲げ炉及び合わせ技術をそれぞれ持つ二つのサプライヤーと協業し、ガラスを新規開発するに至った。開発に当たっては当社先端技術総合研究所とともに、中間膜の選定、気泡発生抑制方法、残留応力による破壊リスクの解析を行い、最終的には、中国法規の“700mmの高さから45kgのオモリをぶつけても衝撃に耐えうる”強度試験に合格する、高強度のガラスの製造に成功した。

また、出荷時の海上輸送でのコンテナ積み込み・積み下ろし中のガラス破損リスクを最小限にするため、コンテナをトレーラーに載せたまま輸送が可能な貨物船を利用した。据付けに関しても、稲沢製作所内で事前に据付け作業を検証し、現地で検証結果に基づく指導を行って、据付け時のガラスの破損リスクを最小化した。

### 4. The Avenues

#### 4.1 建 物

The Avenuesは、2007年に開業したクウェート最大規模の超大型商業施設である。この施設は、2013年にICSC(International Council of Shopping Centers)のExpansion and Design Category in the Middle East & North Africa部門で金賞に輝くなど、世界的にも著名なショッピングモールの一つと位置付けられている。2007年の開業以来、3期にわたって拡張工事が行われてきたが、今回の第4期拡張工事では、既存の3地区の拡張と新たに六つの地区の建設が行われた。

#### 4.2 昇 降 機

The Avenuesには、タイ(Mitsubishi Elevator Asia Co., Ltd.)製エレベーター69台、エスカレーター62台と、日本(稲沢製作所)製のスパイラルエスカレーター2台の計133台の昇降機を納入した。

2台のスパイラルエスカレーターは、ラグジュアリーブランドの店舗が多く集まるPrestige地区の中心に設置された。丸屋根の高いドームの吹き抜けがある23m四方の広場に、2台が対となるようレイアウトされ、気品漂う高級感を醸し出している(図6)。また、スパイラルエスカレーター及び一部のエスカレーターのインナーデッキとアウターデッキにゴールドのカラーステンレスを採用しているほか、スパイラルエスカレーターの外装にも同様にゴールドのカラーステンレスを用いている。その中でもスパイラルエスカレーターは、独自のらせん状のデザインが優雅な空間を引き立てている。またスパイラルエスカレーター



図6. スパイラルエスカレーターの全景



図7. 高揚程エスカレーター

の外装にはカラストンレスを用いるだけでなく、The Avenuesの建物内装に多用されている模様のエッチングを施し、建築との調和を図っている。

## 5. Terminal 21 Korat

### 5.1 建物

Terminal 21 Koratは、タイ東北地方のナコーンラーチャシーマー県(通称コラート)に位置する、空港をテーマとした大型ショッピングモールである。各階の内装が、東京やロンドン、サンフランシスコ、パリなど世界各国の主要都市をモチーフにした造りになっており、その独自性から、タイ国内外からの観光客を集める人気スポットになっている。200以上の店舗が入居するほか、映画館、アイススケート場等も併設されている。Terminal 21の1号店は2011年にバンコクのアソークに建設され、2号店となるこの施設は2016年12月にオープンした。

### 5.2 昇降機

Terminal 21 Koratには、日本(稲沢製作所)製のエスカレーター2台、タイ(Mitsubishi Elevator Asia Co., Ltd.)製のエレベーター11台と、エスカレーター33台、台湾(Taiwan Mitsubishi Elevator Co., Ltd.)製の荷物用エレベーター2台の計48台を納入している。メインのエントランスを抜けると、G階と3階を結ぶ、日本製の高揚程(階高17.2m)のエスカレーターが目に入る(図7)。

このエスカレーターは全長が長く、従来の構造であれば手摺の走行ロスが大きくなり、手摺性能の基準を超える状況であった。この課題を解決するために、欄干全長にわたり手摺の下にローラを取り付け、走行ロスを低減することで、性能基準を満足させることができた。

またエスカレーター本体が湾曲したガラス製のパネルで覆われている(図8)が、ガラスの直下には空調用ダクトが搭載され、乗客に冷気を送り出す構造となっている。これほどの高揚程の階高クラスでガラスの重いパネルを支える



図8. エスカレーターのガラス製パネル

には、通常はダブルトラス(二重構造のトラス)を適用するが、先端技術総合研究所と構造解析によるトラス強度検討を実施し、加えて外装とガラスパネルを加えた荷重は全て建築躯体(くたい)側で受ける構造とすることで、標準仕様のトラスと部材補強の適用での対応が可能となり、結果として機器コストの低減に大きく寄与した。

また高揚程のエスカレーターは、マルチドライブで駆動する方式を採用している。この施設では五つの駆動機を同時に起動するため、起動時の始動電流が増大して建築側の電気設備に影響を与える可能性があったが、VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)制御を用いることで駆動機の始動電流値を低減し、設備の品質安定化を実現した。

## 6. むすび

海外での最近のモニュメンタルビルと、当社がそれらのビルに納めた昇降機設備の主な特長について述べた。

今後も、昇降機設備を縦の移動手段としてだけでなく、そのビルのコンセプトや顧客の要望に合わせて、その価値を高め、高い品質のサービスを提供していく。



# ビル統合ソリューション“BuilUnity”

横田和典\*

*"BuilUnity" : Integrated Solution for Building Management*

Kazunori Yokota

## 要 旨

管理人が常駐していない中小規模ビルでは、防犯に加え、省エネルギーや運営管理コスト低減が求められている。三菱電機は、延べ床面積5,000m<sup>2</sup>までの中小規模ビル向けに、設備監視・制御、入退室管理、映像監視などの各機能を一括管理でき、管理業務の効率化やセキュリティの向上に貢献する新製品ビル統合ソリューション“BuilUnity(ビルユニティ)”を開発し、2017年11月から発売を開始した。

BuilUnityの特長は次のとおりである。

### (1) 各種ビルシステムの一括管理

従来は個別に設備監視・制御が必要であった空調・照明、セキュリティなどの各種ビルシステムを1台のコントローラ(BuilUnity Controller : BUC)で一括管理し、BUC

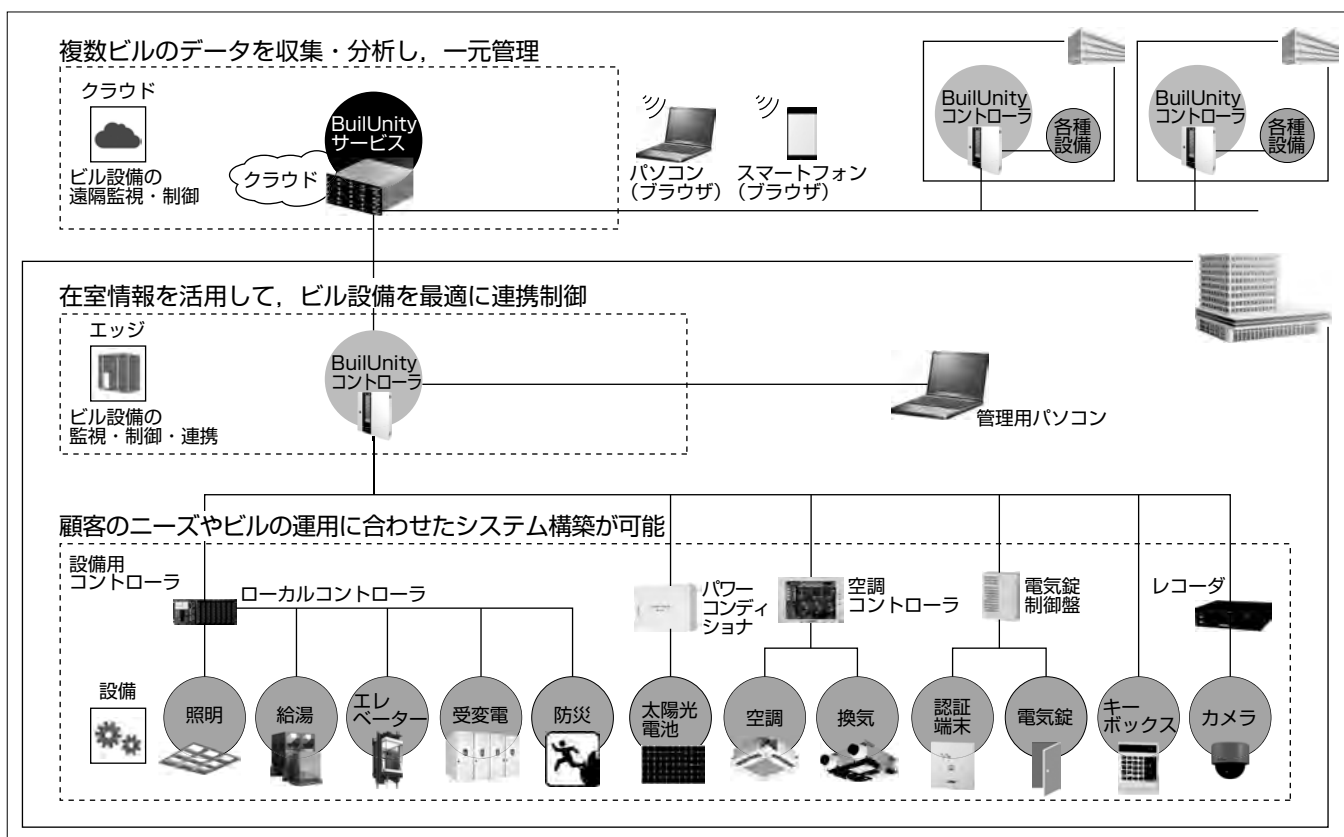
に接続した管理用パソコンで各設備の状態確認や運転切替え・設定変更などができ、利便性の向上が期待できる。

### (2) フレキシブルなビル管理機能の追加・変更

導入当初は設備監視だけ、その後、入退室管理機能を追加するなどビルの利用状況に合わせてフレキシブルにビル管理機能の追加・変更が可能である。

### (3) クラウドで複数ビルを遠隔から効率的に管理

クラウドサービスによって、BUCをインターネットに接続することで、ユーザーは遠隔から複数のビルの警報や状態をスマートフォンなどで確認できる。また、警報、故障、侵入などの発生はユーザーにメール通知され、迅速な対応が可能になる。



## ビル統合ソリューション“BuilUnity”のシステム構成例

BuilUnityコントローラには、設備監視・制御を行うためのローカルコントローラを最大10台(設備管理点数最大1,000点)接続でき、当社の空調コントローラ“AE-200J”は最大4台(空調管理点数最大2,000点)接続できる。入退室管理は最大20扉(認証端末は入室側/退室側の両方に設置した場合最大40台)、監視カメラは最大128台まで接続可能である。

## 1. ま え が き

平成27年7月に「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)」が制定され、2,000m<sup>2</sup>以上の非住宅では新築時等に建築物のエネルギー消費性能規準(省エネルギー規準)への適合が義務化された。

それに伴い、管理人が常駐していない中小規模ビルで省エネルギーへのニーズが急速に高まっている。また、昨今の世情を反映して防犯へのニーズも相変わらず高い。

こうした市場の変化に対応して、当社は、延べ床面積5,000m<sup>2</sup>までの中小規模ビル向けに、設備の監視・制御、入退室管理、映像監視などの各機能を一括管理でき、管理業務の効率化やセキュリティ性の向上に貢献する新製品ビル統合ソリューションBuilUnityを開発し、2017年11月から発売を開始した。

本稿ではBuilUnityの特長、機能そして今後の展開について述べる。

## 2. BuilUnityの特長

### 2.1 各種ビルシステムの一括管理

従来は個別に設備監視・制御が必要であった空調・照明、セキュリティシステムなどの各種ビルシステムを1台のコントローラBUCで一括管理し、BUCに接続された管理用パソコンで各設備の状態確認や運転切替え・設定変更などができ、利便性の向上が期待できる。また、入室・退出履歴と在館者のID(IDentification)情報による、在室状況に応じた空調・照明などの連携制御によって省エネルギーへの貢献が期待できる。警報発生時のライブ映像や入退室ログ対応の記録画像が確認でき、セキュリティ性の向上も期待できる。

BuilUnityの主要諸元を表1に示す。

### 2.2 フレキシブルなビル管理機能の追加・変更

BuilUnityは各種機能をライセンス化(設備監視、入退室管理、BACnet<sup>(注1)</sup>接続、空調コントローラ、映像監視など)しており、ビルの用途や利用シーンに合わせてシス

テムを構築できる。ビルの運用状況に合わせて必要なライセンスソフトウェアを選択してコントローラにインストールすることで、初期導入コストを抑えてシステムを導入できる。導入当初は設備監視だけ、その後、入退室管理機能を追加するなどビルの利用状況に合わせた機能の追加・変更が可能である。また、BACnetを経由することで、当社以外の設備も監視・制御でき、また、設備監視・制御、入退室管理に関するWeb API(Application Programming Interface)の使用によって、外部システムの機能との連携が実現可能である。

(注1) BACnetは、ASHRAEの登録商標である。

### 2.3 クラウドで複数ビルを遠隔から効率的に管理

BuilUnityでは、複数ビルの設備の警報や状態を一覧で確認できるクラウドサービスを提供している。これによって、スマートフォンなどで、ビル設備を効率よく管理できる。また発報機能によって、ビル設備の異常や不正操作・侵入などの警報がタイムリーにメールで通知されるため、迅速な対応が可能である。

## 3. BuilUnityの機能

BuilUnityの機能は設備管理機能とセキュリティ機能で構成している。

### 3.1 設備管理機能

代表的な設備管理機能を表2に示す。

### 3.2 セキュリティ機能

代表的なセキュリティ機能を表3に示す。

表3の他設備連携機能の防災設備連携について、簡単に述べる。従来、火災発生信号は、ビル管理システムと入退室管理システムと監視カメラシステムそれぞれ別々に出力されている場合が多かった。火災発生信号が入力されると、例えば、ビル管理システムは火災が燃え広がらないように空調設備を停止し、入退室管理システムは避難経路を確保するために扉を非常解錠(パニックオープン)し、監視カメラシステムは火災の発生状況や避難の状況などをビル管理者に映像で伝えていた。BuilUnityでは、ビル管理システム、入退室管理システム、監視カメラシステムが一体になっているので防災システムから出力する火災発生信号は1点だけでよいというメリットがある。

## 4. BuilUnityの導入の流れ

BuilUnityは、ビル運用に合わせて機器の選定が可能である。中心となる機器はWebサーバ内蔵のBUCで、設備管理やセキュリティ機能など、実現したい機能に合わせて、コントローラや認証端末を追加していく。

設備監視を行う場合は、ローカルコントローラを介して、各設備の状態監視や制御を行う。さらに、当社製の空調設備や入退室管理システム(防犯設備含む)を接続する場合は

表1. BuilUnityの主要諸元

項目	仕様	
管理ユーザー	10人	
設備管理点数	1,000点(接点)	
設備種別	32種別	
日報	30ページ、15管理点/ページ 日報(62日)、月報(13か月)	
電力デマンド	制御レベル: 15段	
個人情報管理	登録数: 3,000人	
通行権限数	1,000件	
カレンダー設定	100カレンダー	
スケジュール設定	100個	
履歴	入退室	通行: 40,000件 警報: 4,000件
	設備管理	警報: 4,000件 状態: 4,000件 発停: 4,000件
	操作	2,000件



表 2. BuilUnityの設備管理機能

機能名称	概要
状態監視・警報監視	・設備の運転状態や異常・警報を監視
計測監視・計量監視	・電流・電圧・温湿度などのアナログ値や、電力メータ等のパルス信号を受信して計測・計量 ・計測では、あらかじめ設定された上限値・下限値を超えた場合に警報を出力
スケジュール制御	・あらかじめ設定された時刻パターンに基づき、設備の起動や停止、設定値の変更
機器連動制御	・ある管理点の状態変化、警報発生等を条件として、別の機器を指定した状態に動作させることが可能
電力デマンド監視・制御	電力デマンド監視 ・30分インターバルの使用電力を監視し、デマンド予測をグラフに表示 ・目標電力量の超過が予測されたときは警報を出力 電力デマンド制御 ・デマンド予測が目標電力量を超過しないように負荷の投入／遮断 ・目標電力は電力デマンド機能を停止することなくスケジュールで動的に変化させることが可能 ・電力デマンド制御であらかじめ設定したレベル上位の設備の遮断順序をローテーション
パッケージエアコンとの接続	・三菱空調コントローラAE-200J／50Jとダイレクトに接続し、空調の状態監視やデマンドに応じた省エネルギー制御
日報・月報表示／出力	・計測値や積算値を日報・月報データとして蓄積し、一定の書式で表示・出力、また、最大値・最小値等を表示
運転時間・起動回数積算	・機器の運転時間、起動回数を積算し、信号の詳細画面で表示でき、また、上限値を超えたときは警報を出力
信号検索表示	・システムの全ての管理点に対し、名称、状態、制御内容など、様々な条件で検索して表示でき、また、表示されている管理点に対して個別又は一括で操作
履歴表示	・状態変化や警報発生・復旧の履歴、ユーザー操作の履歴などを時系列で表示
遠隔発報(オプション)	・設備の異常が発生、又は復旧した場合に、サービス会社のデータセンターに通報

表 3. BuilUnityのセキュリティ機能

機能名称	概要
通行制御	通行モード ・認証端末を操作したときに、錠を一時的に解錠するのか、次の操作まで連続で解錠する(又は施錠する)かを選択可能
	2人照合 ・異なる2人の人物の認証によって扉を解錠
	ホールドアップ ・認証端末操作による通行時に、特定のキー操作によって管理用パソコンに警報を通知
	インターロック ・前室のある区画で、一方の扉が解錠されている間は他方の扉の照合操作を禁止
	失効処理 ・カード紛失時は失効の登録を行うことでそのカードでの通行を一時的に停止 ・失効したカードが操作された場合は警報を通知
	特定人物通知 ・個人情報画面で利用者を特定人物として登録すると、その利用者がカード／指紋で指定扉を通行した場合、警報を出力
在室者管理	在室管理 ・各部屋の在室人数、在室者の一覧を管理用パソコンに表示
	在室時間監視 ・ある部屋に入室したまま設定時間を経過した場合に警報を通知
	アンチパスバック ・入室／退室側の両方に認証装置が設置された扉で、同一のカード／指紋によって連続して入室／退室操作が行われた場合、警報を通知
監視	状態監視 ・各扉の現在の状態(施解錠状態・警備状態など)を表示
	警報監視 ・システムの異常・故障発生時に、管理用パソコンの画面で警報を通知
	侵入監視 ・コントローラに侵入センサを接続し、センサの状態を監視
制御	遠隔制御 ・管理用パソコン操作からの各区画の制御(施解錠、警備切換えなど)
	スケジュール制御 ・あらかじめ設定した時間に各区画の制御(施解錠、警備切換えなど)
	連動制御 ・ある部屋の状態変化(施解錠状態、警備状態など)に連動して他の部屋の制御(施解錠、警備切換えなど)
	ユーザー情報・ICカードの登録 ・個人情報・ICカードの登録・抹消
個人管理	通行可能な扉・時間帯の設定 ・所属ごとに通行可能な区画・時間帯の組合せを設定
	未通行個人検索 ・指定した期間内に認証端末操作のない個人を検索・表示
操作者管理	操作制限 ・管理用パソコンの操作者ごとに表示・操作項目の権限設定
データ保存	ディスクへの保存 ・管理用パソコン操作によって、各種履歴、個人情報などをハードディスク・外部ディスクに保存
他設備連携	空調・照明連携 ・居室やフロアの警備セット(最終退室)に連動して、該当エリアの照明や空調を消すことが可能
	映像監視システム連携 ・警報発生時の監視カメラのライブ映像を表示でき、また、発生前後の記録映像の再生
	エレベーター連携 ・フロアの警備セット(最終連動)に連動して、当該フロアへのエレベーター停止の禁止
	防災設備連携 ・火災発生時の信号を受信し、避難経路に当たる扉を非常解錠
認証装置	警備切換え ・認証装置の警備キーを使用して警備状態(警備／解除)を切換え
	出退勤管理 ・認証装置の出退勤キーを使用して、出退勤の履歴を記録

通信方式での接続も可能になり、よりきめ細やかな運転制御や省エネルギー制御が可能になる。

セキュリティ強化を図る場合は、電気錠制御盤を介して、非接触カードリーダー、指透過認証装置やハンズフリー認証端末、防犯センサを接続し、入退室の履歴管理や侵入監視を行うシステムを構築可能である。

また、ビル内に設置されているレコーダとBUCを連携させることで、監視カメラのライブ映像確認や、通行・警報履歴から録画画像の再生が可能になる。

システムの構築や設置工事では、当社が顧客の運用や建

物用途に合わせて、システム構築から設置工事までを担当することも、又は、顧客に機器の設置工事をしてもらうことも可能である。

BuilUnityでは、メーカー以外の施工者でも一定の品質で効率よくセットアップ可能にするための仕組みを搭載している。これによって、設計・施工費のコスト削減、及び工期短縮を図り、BuilUnity導入の円滑化を実現する。

## 5. BuilUnityの利用方法

BuilUnityの利用方法には、①ビル内に設置されてい

表4. BuilUnityのクラウドサービス

サービス名称	機能	内容
監視・制御 サービス BuilUnity	履歴管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>警報履歴           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ビル設備の警報履歴を一覧表示</li> <li>・複数のビルでサービス契約している場合は、全てのビル設備の警報履歴を一覧表示</li> </ul> </li> <li>発停履歴           <ul style="list-style-type: none"> <li>・ビルの空調、照明や扉などの各設備の制御履歴を一覧表示</li> <li>・複数のビルでサービス契約している場合は、全てのビル設備の制御履歴を一覧表示</li> </ul> </li> <li>クラウド操作履歴           <ul style="list-style-type: none"> <li>・クラウドサーバを介してユーザーが操作した履歴を一覧表示</li> <li>・複数のビルでサービス契約している場合は、全てのビル設備を操作した履歴を一覧表示</li> </ul> </li> <li>履歴出力           <ul style="list-style-type: none"> <li>・各履歴を画面からテキスト出力</li> </ul> </li> </ul>
	状態一覧表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備の運転状態を一覧表示</li> <li>・フロアや設備種別などの用途に応じて、設備グループに登録し、一覧表示</li> <li>・複数のビルでサービス契約している場合は、全てのビル設備を同一グループに登録することで一覧表示</li> </ul>
	警報一覧表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビルで発生中の警報や未確認の警報を一覧表示</li> <li>・複数のビルでサービス契約している場合は、全てのビルで発生中の警報や未確認の警報を一覧表示。表示されている警報に対し、個別又は一括で警報を確認</li> </ul>
	遠隔制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビルの空調、照明といった設備の運転／停止や設定値、モードの変更操作ができ、また、扉の施錠などを制御</li> <li>・複数のビルでサービス契約している場合は、全てのビル設備や扉を制御</li> </ul>
	ユーザーメモ表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ユーザー用のメモをテキスト形式で表示・編集</li> <li>・設備異常を検出した際の連絡先や次回点検の日時などを入力</li> </ul>
	複数ビル管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管理対象となるビル一覧を表示し、複数のビルを統括的に管理</li> <li>・ユーザー単位に管理するビルを設定</li> </ul>
	メール通知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビルの設備異常、不正通行などの警報が発生した場合、メールで警報を通知</li> <li>・メール通知する対象設備や警報の種類を選択</li> </ul>
	映像確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日時指定した監視カメラの映像、及び、警報発生前後の監視カメラの映像を遠隔で閲覧</li> </ul>
	アラーム通知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・入退室管理及び監視カメラで発生した警報をメールで通知</li> </ul>
	入退室情報閲覧・設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・扉の状態、通行履歴、警報履歴を閲覧</li> <li>・入退室カードなどの登録情報を一覧で確認でき、カード紛失などの際に遠隔から即座に登録カードの権限失効を実施</li> </ul>



(a) トップ画面

(b) 発停画面

図1. BuilUnityのスマートフォン画面

面での視認性が優れており、多くの情報を表示することができる。②の利用方法は、利用する場所にとらわれることなく遠隔から複数のビルの管理が可能になるためビルの運営・管理業務の効率化や緊急時の対応に優れている。スマートフォン専用画面は色合い、文字サイズ、レイアウトなどユーザーインターフェースを考慮しており、ホーム画面で管理拠点全ての状態把握と警報件数を確認できるとともに、直感的な操作も可能な画面配置としている(図1)。クラウドサービスの内容を表4に示す。

## 6. 今後の展開

現在、環境負荷の低減や持続可能な社会の実現が世界的な課題となっており、このような状況から国内外でZEB(net Zero Energy Building)の普及の取組みが進んでいる。このような背景の下、当社は経済産業省が定め、一般社団法人環境共創イニシアチブが運用しているZEBプランナー制度に登録し、ビルオーナー向けに省エネルギーに

るBUCにLANケーブルで管理用パソコンを接続して利用する方法と②クラウドサービスを活用してスマートフォンで利用する方法がある(②はオプション)。

①の利用方法は、パソコン画面

関わる業務支援として、ZEB向けに高い省エネルギー性能や高度なエネルギー管理機能を持つビル設備とビル運用サービスを提供している。ZEBは年間のエネルギー収支で達成度を判定する。そのため、日々の消費電力量と発電電力量を計測しつつ、年間を通じて計画どおりの省エネルギーを達成できそうか否か、日々モニタリングする必要がある。計画どおりの省エネルギーの達成が困難と判断される場合は、改善策を検討・実施する必要がある。

このようなZEBを実現するコントローラとしてBuilUnityの機能拡張を行っていく。例えば、ビル利用者の省エネルギー意識の醸成を目的とする各種の見える化グラフ表示機能、施主や管理者向けに年報機能を追加などを予定している。

## 7. むすび<sup>(1)</sup>

今後、労働人口が減少し、ビル管理業務の効率化に対するニーズは更に高まっていくものと予想している。また、持続可能な社会の実現に向けて、環境負荷の低減などもより強く求められている。

このような背景のもと、BuilUnityは、省エネルギーを実現するとともに、ビルの利用者の快適性と管理者の作業の質の向上に向け、時代とともに常に進化していく。

## 参考文献

- (1) 勝山賀孔, ほか: 三菱ビル統合ソリューションBuilUnity(ビルユニティー)による中小規模ビルの管理業務の効率化, Elevator Journal, No.19, 29~31 (2018)
- (2) 浦口 剛, ほか: ビル管理システム用新コントローラ, 三菱電機技報, 89, No.9, 522~525 (2015)