

**MITSUBISHI**  
*Changes for the Better*

家庭から宇宙まで、エコチェンジ



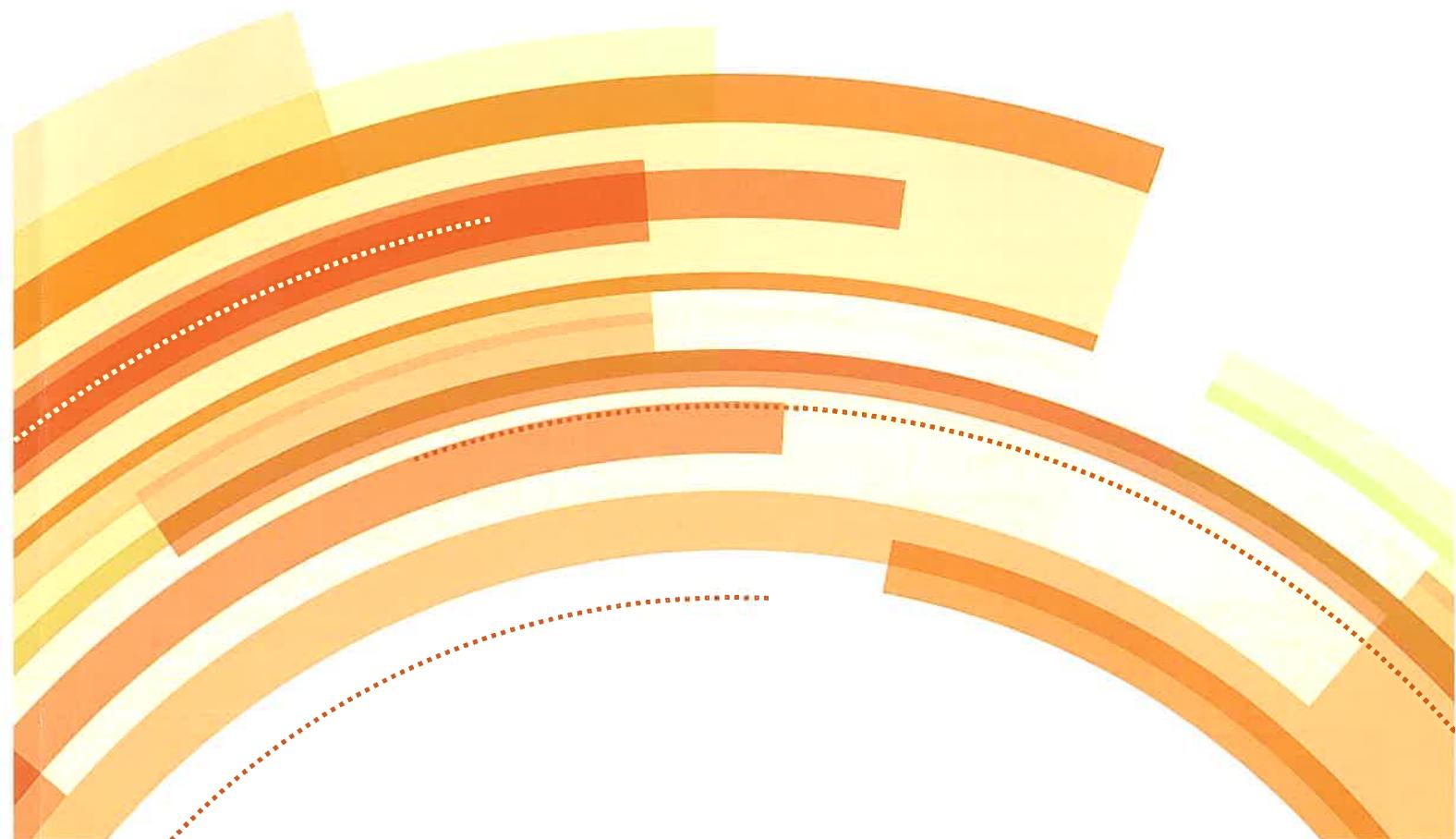
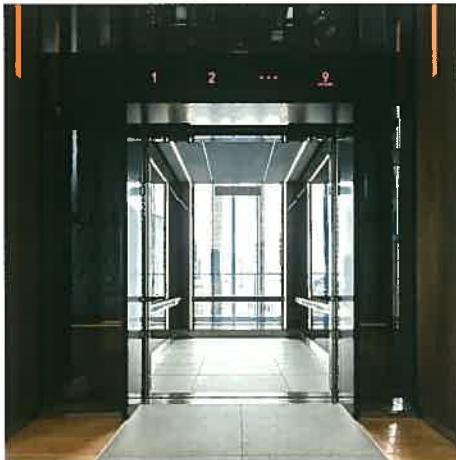
# 三菱電機技報

3

2014

Vol.88 No.3

## 「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	1
高部克則	
昇降機の最新技術と将来展望	2
荒木博司	
かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーター	7
坂野裕一・佐直尚彦・近藤力雄	
海外向け標準エレベーター“NEXIEZ-MR/MRL”	
の仕様拡充	11
丸澤秀昭・渡邊隆雄・黒川典昭・北澤昌也・見延盛臣	
三菱標準形エレベーター“AXIEZ”の大容量化	15
島林啓太・藤原一彦・谷 佳典	
高速エレベーター用巻上機	19
小川康司	
エスカレーターの省エネルギー・安全技術	23
砂田哲也	
エレベーターの独立型戸開走行保護装置	27
福田正博・山中郷平・鳥谷昭之	
昇降機の国内納入事例	31
鈴木恭之	
最近の昇降機海外納入事例	35
船津丸 潮・元近早希	
海外セキュリティ市場への展開	39
扇谷篤志・片桐愛巴・濱地浩秋	
二次元バーコードを利用した入退室管理システム	43
藤原秀人・奥村誠司・松浦遼太	
ビルエネルギー・マネジメントシステム	
“Facima BA-system BEMS”	47
柴 昇司	
小規模セキュリティシステム	
“MELSAFETY-Pバージョン3.1”	51
奥西幸喜・安藤暢彦・萬澤拓也	

### 特許と新案

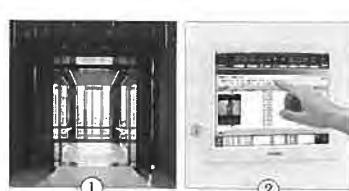
「エレベーターの地震管制運転システム及びエレベーターの地震管制運転方法」「エレベーターのエプロン装置」	55
「入退室管理装置」	56

### Elevators Escalators and Building Systems

Invitation for Mitsubishi Elevator, Escalator & Building System	
Katsunori Takabe	
Latest Technologies and Outlook for Future of Mitsubishi Elevators	
Hiroshi Araki	
Double Deck Elevator with Inter-car Distance Adjusting Mechanism	
Hirokazu Banno, Naohiko Sajiki, Rikio Kondo	
Enhancement of Specification for Overseas Standard Elevator "NEXIEZ-MR/MRL"	
Hideaki Marumo, Takao Watanabe, Noriaki Kurokawa, Masaya Kitazawa, Morishige Minobe	
New Machine-room-less "AXIEZ Series" Elevators with Large Capacity	
Keita Shimabayashi, Kazuhiko Fujiwara, Yoshinori Tani	
Traction Machines for High-speed Elevators	
Koji Ogawa	
Energy Saving and Safety Technologies for Escalators	
Tetsuya Sunada	
Independent Unintended Car Movement Protection for Elevators	
Masahiro Fukata, Kyohei Yamanaka, Akiyuki Toritani	
Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Domestic Market	
Yasuyuki Suzuki	
Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Overseas Market	
Ushio Funatusmaru, Saki Motochika	
Prospects for Overseas Security Market	
Atsushi Ogiya, Aiha Katagiri, Hiroaki Hamaji	
Access Control System Using Two-dimensional Barcode	
Hirote Fujiwara, Seiji Okumura, Ryota Matsuura	
Building Energy Management System "Facima BA-system BEMS"	
Shoji Shiba	
Small-scale Access Control System "MELSAFETY-P Version 3.1"	
Koki Okunishi, Nobuhiko Ando, Takuya Kazusawa	

### スポットライト

#### Facima BA-system touch(タッチ)の紹介



### 表紙：昇降機・ビルシステム特集

三菱電機ではビル内の縦の移動を支えるエレベーター・エスカレーターや、ビルを適切に管理するビルマネジメントシステムを提供している。

- ①グランフロント大阪(南館)のシャトルエレベーター 1, 2階と9階(スカイロビー)を結ぶ。
  - ②Facima BA-system touch(タッチ)
- ビルの空調・照明・入退室などの各設備を効率的に監視・制御する“Facima BA-system(ファシマ・ビーエースистем)”の中小規模ビル向け新製品。液晶タッチパネルの採用で簡単操作と省スペースを実現した。

## 巻/頭/言

## 昇降機・ビルシステム特集に寄せて

Invitation for Mitsubishi Elevator, Escarator &amp; Building System

高部克則  
Katsunori Takabe

世界中の人々が快適な生活を求めて都市に生活の場を求めている。そのため都市に人口が集中し、人々の生活空間を広げるため、建物はより高層化されていく。この建物の安全性や快適性を確保し、快適な都市空間を実現するための製品が昇降機やビルシステムである。

昇降機は、建物内の縦の交通機関であるが、他の交通機関と異なり、子供から老人まで、すべての人が基本的には自分で運転し、利用する。そのため、利用者や管理者に対して以下のような配慮が必要である。

利用者に対しては

- ・利用者の安全のため機能
- ・操作のわかりやすさ(ユニバーサルデザイン)
- ・静寂性、乗り心地
- ・待ち時間が少ないなどのサービスの良さ・快適さ
- ・セキュリティの高さ
- ・共同で利用することに対する配慮

管理者に対しては

- ・故障が少なく管理の負担が少ない
- ・故障したときの対応の迅速さ、サービス体制
- ・地震や火災などの災害時の対応
- ・停電などの障害発生時に閉じ込めになりにくい機能
- ・省エネルギー
- ・長期間使用後のリニューアルのしやすさ

などが求められる。

新築ビルに納入される製品は、最新の機能が備えられていることは当然だが、既設の昇降機に対しても戸開走行防止機能(UCMP)などの最新の安全装置を付加することや、経年によって劣化した部品を交換する部分改修など、利用者や管理者のニーズに合わせて昇降機をリニューアルできるようなメニューを提供していくことがメーカーの使命である。

一方、ビルシステムも建物内の生活を安全で快適なものにするために必要不可欠なものになってきている。防犯カメラや入退室の管理システムによるセキュリティ機能の実現、ビル管理システムによるきめ細かいコントロールに

よって負担を少なく省エネルギーを図ることができる。オフィスビル、マンションなどの住居、病院などビルの用途に合わせてビルシステムがビルの運用管理を支援していく。

最近では、複数のビルをネットワークで結んで全体でエネルギーの効率的な利用を管理するシステムも実現されつつあり、社会的なエネルギー管理を担うシステムとしての期待も大きい。

さらに、昇降機とビルシステムが連携することでより高度で安心・快適なシステムが実現されてきている。

行先階をエレベーターホールで予め登録することで、同じ階に向かう利用者に同じエレベーターを配車することで、エレベーターの運行効率を向上させるシステムがあるが、この行先階の登録をビルへの入館をチェックするゲートシステムで得られる個人情報から自動で判別し登録するシステムも実用化されている。

また、火災や災害発生時にもエレベーターを積極的に避難に用いるという考え方も具体的になってきている。現時点では運用面でのエレベーターの活用ではあるが、エレベーターそのものの耐災害能力を高めるとともに、ビルシステムからの情報(火災状況やカメラ画像)なども活用し、災害の状況によって停止する階や扉を開く前にエレベーター フロアの状況を画像で確認するなど安全を優先した避難活動への応用が期待できる。

また、建物に設置されたエレベーターは故障の検出や点検などの保守サービスのために、公衆回線やインターネットなどのネットワークによって保守の情報センターへ接続されているので、建物からの情報を集約し、人の流れや地域ごとの活動状況など都市のビッグデータとして活用できる可能性もある。

このように昇降機・ビルシステムは建物内の閉じた環境に対応する製品から都市のくらし全体に関わる製品へと進化をとげようとしている。当社は、“安全”“環境”“効率”“省エネ”“快適”を事業ミッションとして、多様な社会のニーズに応えることで広く社会に貢献していく所存である。

## 巻頭論文



## 昇降機の最新技術と将来展望

荒木博司\*

Latest Technologies and Outlook for Future of Mitsubishi Elevators

Hiroshi Araki

## 要 旨

都市の高層化や回復基調の世界経済を背景に、新設エレベーター市場は世界で伸長が期待されている。また、日本では長年稼働したエレベーターのリニューアル市場が立ち上りつつある。三菱電機は“安全・安心で快適な昇降機を長く使っていただく”ことを基本に技術開発を推進している。

本稿では、昇降機の市場／法規動向、次に挙げる最新技術、及び将来の展望について述べる。

## (1) 超高速エレベーター

世界最高速<sup>(注1)</sup>の超高速エレベーターの技術及び安全装置の最新技術。

## (2) 電子安全技術

国際規格に準拠した電子安全技術を適用した、昇降路の

上下寸法の変更なく定格速度の1.75倍で走行できる可変速エレベーター技術。

## (3) エレベーターのリニューアル

基本となる制御装置から意匠のリニューアルまで含む“Elemotion +”及び油圧式エレベーターをロープ式へ変える“EleFine”的技術。

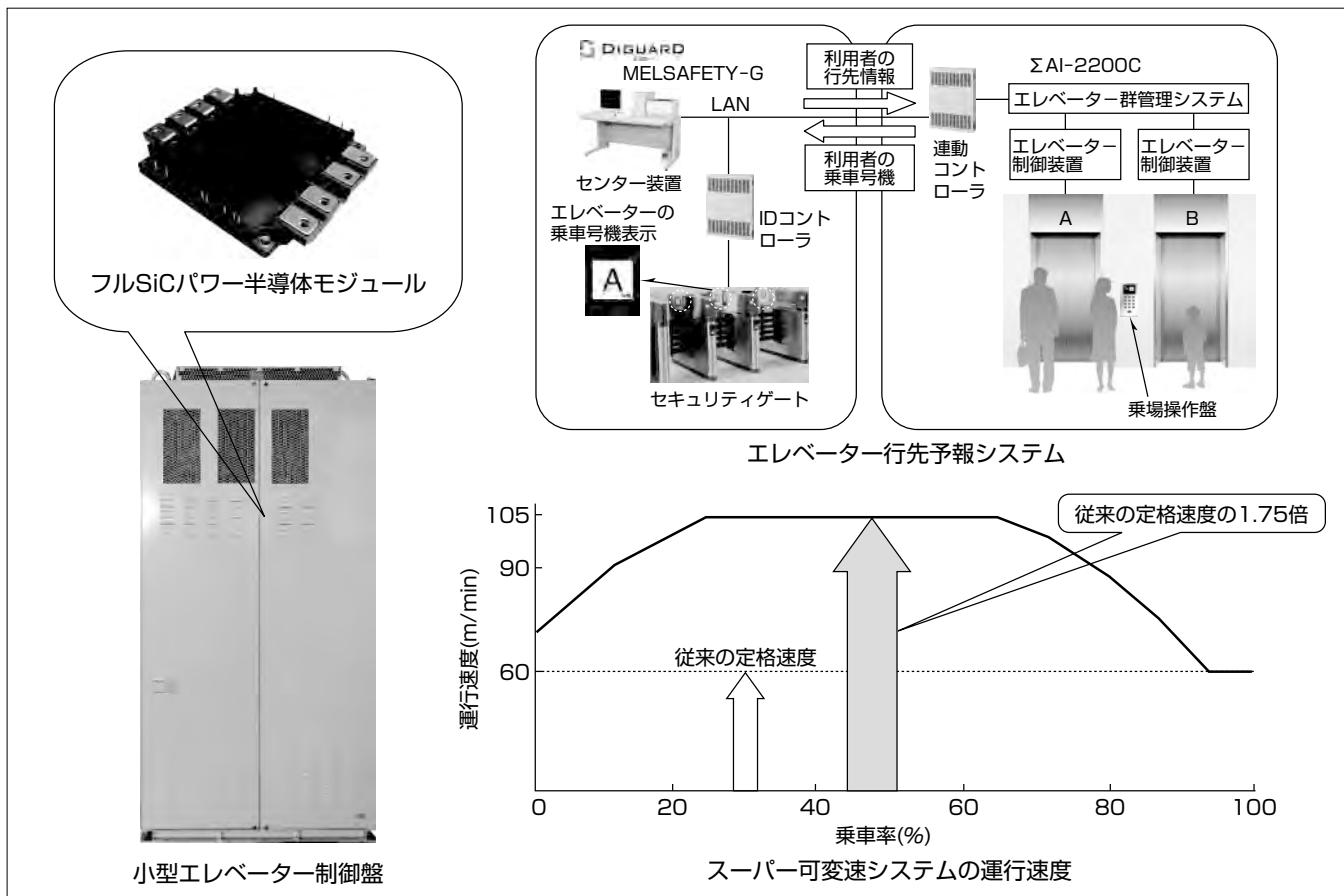
## (4) 省エネルギー技術

SiCデバイスによってエネルギー消費を大幅に削減した制御技術やLED照明適用による省エネルギー技術。

## (5) エレベーター群管理技術

ビル内によりスムーズな移動を実現するエレベーター行先予報システムの最新技術。

(注1) 2011年9月1日現在、当社調べ



## フルSiCパワー半導体モジュール適用のエレベーター制御盤、エレベーター行先予報システム、及びスーパー可変速システム

フルSiCパワー半導体モジュールを適用し、パワーハーネスの小型化によって設置面積を40%削減した小型制御盤を実現した。エレベーター行先予報システムは、ビルのセキュリティシステムと連動することで、エレベーター運行の効率性を向上させるとともに、利便性の向上を実現した。スーパー可変速システムは、電子安全技術を開発し、昇降路の上下寸法をそのままに、従来の定格速度の1.75倍での高速走行を実現した。

## 1. まえがき

世界の経済発展とともに、縦方向の輸送手段として欠かせない昇降機システムはこれまで様々な進歩を遂げてきた。

当社は、地球環境保護意識の高まり、高齢人口の増加、都市の高層化等の社会変化に応じ、電子化・省エネルギー化・小型／軽量化などの最新技術を取り入れた安全・安心・快適・高効率な新しい昇降機システムを供給するとともに、これらの製品を安心して長く快適に使ってもらうための種々の技術開発を推進している。

本稿では、昇降機の市場動向、最新の技術開発状況を述べるとともに、昇降機の将来展望について述べる。

## 2. 昇降機の市場動向・法規動向

### 2.1 市場動向

#### (1) 国内

図1に国内の新設エレベーター設置台数、リニューアル台数の推移を示す。国内市場は、リーマンショック以降約15%減少し、厳しい市場状況となっていたが、2012年度には市場が緩やかに復調はじめ、2013年9月には、2020年東京オリンピック開催決定という明るいニュースも加わり、今後は国内の新設エレベーター市場の回復が期待される。

図2に当社エレベーターの設置時期と台数を示す。これまで長年設置してきたエレベーターが順次交換時期を迎えており、使用頻度や環境にも依存するが、設置後25年

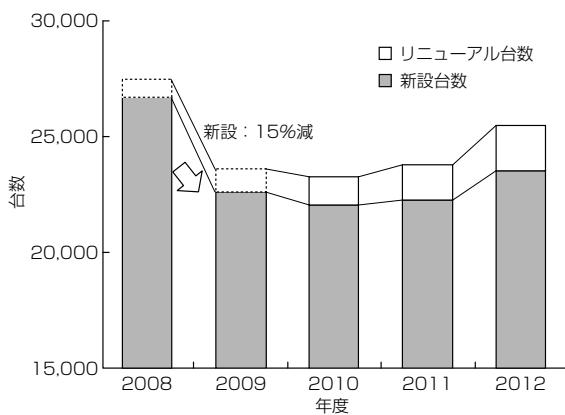


図1. 国内のエレベーター設置台数の推移<sup>(1)</sup>

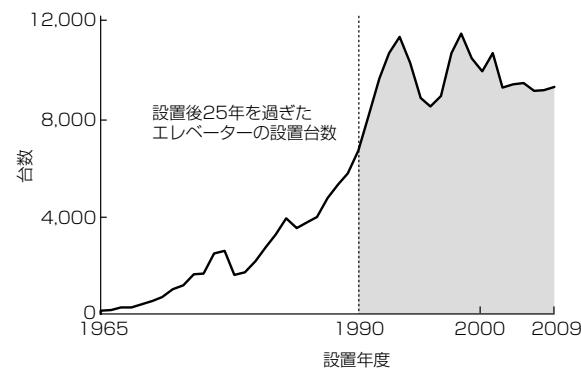


図2. 当社の年度別エレベーター設置台数の推移

を過ぎたエレベーターのリニューアル市場が急速に立ち上がっていくことが分かる。

今後、国内市場は、昇降機を新設・保守していくとともに、長期間使用した昇降機を適正にリニューアルしていくという循環型市場になっていく。

#### (2) 海外

図3にグローバル市場でのエリア別新設エレベーターの台数推移を示す。巨大市場の中国の成長は続き、今後は中南米、中東・インド・アフリカなどが次の大市場として成長していくと予想される。一方、欧州や北米は日本と同様に新設の大きな伸びは期待できないものの新設→保守→リニューアルの安定した循環型市場が続いている。

建築技術が発達し、新興国では主要都市のランドマークとして高層ビルが建設される傾向にあり、中国・中東を中心に高層ビルが急激な伸びを示している。これに伴い、高速・大容量エレベーターの重要性が増してきており、ビルの顔として利便性が高く、快適な乗り心地性能を持つエレベーターの需要が高まっている。当社は、これらの市場ニーズに応える種々の開発を進めている。

3章ではその開発例として、超高速エレベーター、電子安全技術、エレベーターのリニューアル、省エネルギー技術、エレベーター群管理技術について述べる。

### 2.2 法規・規格動向

昇降機に関する法規・規格は、市場で発生した災害・事故などによる安全の強化や、技術の革新に対応して各国で改正が行われている。世界の主要な規定として、欧州・米国・日本等の規定が挙げられるが、近年、欧州規定の動向が世界各国の規定に大きな影響を与えている。

#### (1) 欧州規定の動向と各国の対応

欧州のエレベーターの仕様規定(EN81-1)は、改正EN81-20/50として2014年中に公布され、3年間の猶予期間後に全面変更される予定である。主な変更項目は、①かご・乗場戸の強度、②戸閉装置の安全、③保守作業安全策の強化である。この変更を受けて、国際標準化機構の昇降

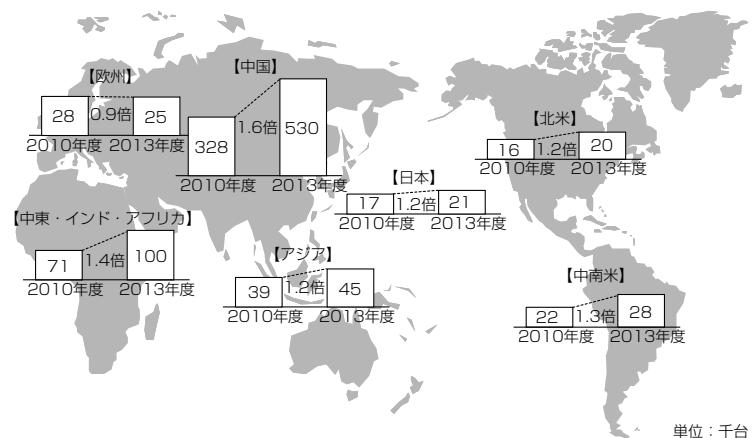


図3. 世界の新設昇降機設置台数の推移(当社推定)

機委員会(ISO-TC178)では、国際仕様規定の検討を2015年から予定し、欧州で実績のある昇降機指令(Lifts Directive)の性能規定と、エレベーター安全規格(EN81)の仕様規定の2つによる構成の国際化を目指している。

このような欧州及び国際標準化機構の動向は、既に欧州の規定を多く取り入れている中国、韓国などに大きな影響を与えるほか、日本や米国などを含め多くの国々に波及すると予想される。

## (2) 日本の規定動向

2011年3月に、日本に甚大な被害をもたらした東日本大震災を教訓とした対策として、日本建築基準法が2014年4月に改正される。主な変更項目は、①エスカレータートラスのビルへの設置、②エレベーターおもりブロックの固定、各々の耐震強化である。

## 3. 最新技術

### 3.1 超高速エレベーター

近年、建築技術の進歩とともに300mを超える高さの超高層ビルが多く建設されるようになった。当社はこれまでに、短時間の移動のニーズに応える世界最高速1,080m/minのエレベーター(上昇1,080m/min、下降600m/min)、輸送能力拡大のニーズに応える積載量最大クラスのダブルデッキエレベーター、さらに世界最長昇降行程となるエレベーターの開発を完了した<sup>②</sup>。ここでは、かごが異常に増速したときに、かごを安全に減速停止させるための安全装置(調速機、非常止め装置)の最新技術(図4)について述べる。

#### (1) 調速機

調速機は、かごの昇降に伴って回転し、遠心力をを利用して機械的にかごの走行速度を監視する安全装置である。異常を検出した場合には非常ブレーキを作動させるなど、エレベーターの安全を守る砦(とりで)として高い信頼性が要求される。

超高速エレベーターは、上方向に1,080m/min、下方向に600m/minと上下方向で定格速度が異なる。上下方向で定格速度が異なるエレベーターでは、かごの最高速度に応じて安全装置を構成することもできるが、かごの非常止め装置は、下降方向速度に応じた性能であれば良いため、走行方向に応じた速度監視を行うことによって機器の小型化を図ることができる。そこで当社は、回転方向によって異なる速度で非常ブレーキを作動させる調速機を新たに開発した(図4(a))。

#### (2) 非常止め装置

非常止め装置はかごが下降方向へ異常増速した場合にかごを安全に停止させるための装置である。非常止め装置はかごの持つ運動エネルギーを摩擦熱へ変換することで停止させるが、制動時に発生する熱は速度の2乗に比例して大きくなり、高速になるほどに制動片は高温となる。安定した高摩擦・低摩耗特性を持ち、かつ耐熱衝撃性に優れてい

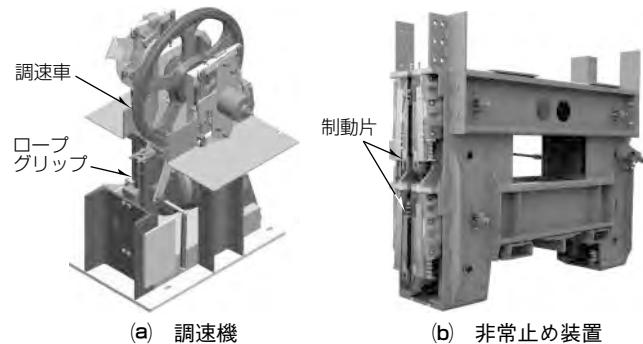


図4. 超高速エレベーターの最新技術

るファインセラミック製の制動片を開発し、超高速エレベーター向け非常止め装置を開発した(図4(b))。

### 3.2 電子安全技術

エレベーターは、先に述べたとおりかごの異常な増速を検出すると、かごを強制的に停止させる安全機能を備えている。電子安全技術は、これらの安全機能を電子回路とソフトウェアで実現する技術である。当社は、この技術を早くから開発しており、かごの異常速度検出のレベルを、昇降路の上下端に近づくに従って安全側へ徐々に下げるSETS(Smooth Emergency Terminal Stop)技術を開発し、昇降路の上下寸法はそのままに、定格速度の1.75倍で走行できるスーパー可変速エレベーターを提供している。

電子安全技術を適用した安全機能の開発には高度な信頼性が求められ、現在では、主としてIEC(国際電気標準会議)61508規格で示された開発手法が適用される。この規格に従えば、要求する安全機能のリスク分析から、安全性能を表す安全水準度(Safety Integrity Level:SIL)を設定できる。機能を実現する電子回路及びソフトウェアの開発には、設定したSILレベルを満たすための設計、製造、検証、更には販売後の保守管理までが課せられる。当社のSETS技術は、欧州の認定機関からIEC 61508規格に合致した認証を、また日本と中国からは、これに準じた認証を各々得ている。電子安全技術は、今後の昇降機の安全・安心の高まりに対して、高い信頼性で応えていく1つの技術と考えている。

### 3.3 エレベーターのリニューアル

全世界で稼働している昇降機は1,000万台以上と推定され、日本では75万台以上が稼働している。日本で本格的にビル建築が進んだのは1964年の東京オリンピック前後であり、昇降機もこの時期から1990年代初めまで設置台数が急増している(図2)。その間の社会環境の変化も著しく、エレベーターは乗り心地の良さや省エネルギーのみでなく、最新技術による安全性への要求も高まっており、昇降機のリニューアルも社会的要請になっている。リニューアルの実施によって、最新技術による信頼性向上、性能向上、省エネルギー、意匠性向上、新しい安全基準への対応を実現でき、建物の付加価値を上げることができる。また、古い昇降機は、保守部品の確保・維持が困難となってきており、

この観点からもリニューアルが必要となっている。当社は国内向けに“Elemotion +”，海外向けには“ELEMOTION”を投入し、制御装置のリニューアルを中心とする基本メニューから、意匠のリニューアルを含むステップアップメニューを展開している。特に国内では、油圧式エレベーターを制御・駆動部の変更でロープ式へ変えることができる“EleFine”も投入し、工事によるエレベーターの連続休止期間の短縮も図っている。このように種々のメニューを取りそろえて幅広いニーズに応えている。

### 3.4 省エネルギー技術

当社は、これまで省エネルギーを重視した開発を進めてきたが、最新の電子デバイス技術・電気回路で更なる改善に取り組んでいる。エレベーターの消費電力量は、かごを昇降させる際の走行時電力量と制御機器の待機時電力量に大別される。

走行時電力量の削減に関しては、近年インバータに使用する次世代パワーデバイスとして注目されているSiC MOSFET(Silicon Carbide Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor)を用いた省エネルギーの駆動技術を実現した。SiC MOSFETは導通損失、スイッチング損失が大幅に少ないので特長で、当社は、高速エレベーター用SiC MOSFET制御盤を開発し、損失を65%削減するとともに、パワー回路の小型化などによって制御盤の設置面積を40%削減した<sup>(3)</sup>。さらに、価格低下が進んでいる蓄電デバイスを活用し、電力系統回生が制限されている小規模ビルでの回生電力利用技術を開発した。

待機時電力量に関しては、従来の待機時電力削減のため、停止中はかご内照明を消灯している。従来の光源は点灯回数の寿命が短いため、かご停止後に一定時間の照明を継続点灯し、点灯回数を削減していた。そこで、点灯回数の寿命が長く、発光効率の急速な向上と価格低下が進んだ白色LEDをかご内の照明に採用し、停止後の点灯時間を大幅に短縮することで、待機時電力量を削減した。

### 3.5 エレベーター群管理技術

高層建築物では垂直方向の移動距離が大きく、エレベーターによるビル内交通が重要な要素となっているため、複

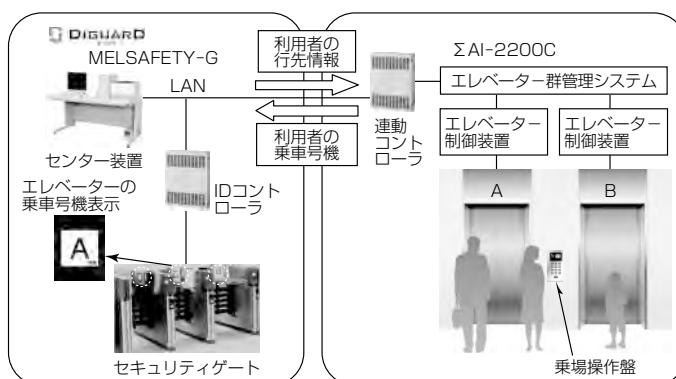


図5. セキュリティシステム運動・エレベーター行先予報システム

数台のエレベーターを効率的に運行管理するエレベーター群管理システムに対するニーズが高まっている。一方、機密保持やテロ・犯罪への対策のため、高度なセキュリティ機能はオフィスビルに必須なアイテムになりつつある。

そこで当社は、エレベーター群管理システムとセキュリティシステムを組み合わせた“セキュリティシステム運動・エレベーター行先予報システム”を開発し、国内で初めて実用化した<sup>(4)</sup> (図5)。

このシステムは、利用者がセキュリティゲートでIDカードをかざすと、セキュリティシステムのIDコントローラがセキュリティゲートで得られた各利用者のID情報を行先階に変換し、エレベーター群管理システムに送信する。エレベーター群管理システムは、送信された行先階情報に基づいて各利用者に対して最適なエレベーターを配車すると同時に、セキュリティゲートに設置された表示器に、各利用者が乗車するエレベーターの号機名を表示する。このシステムでは利用者の行先階ごとに乗車するエレベーターを振り分けることによって、エレベーターの停止回数を削減して周回時間を短縮し、エレベーターが単位時間あたりに輸送する人数を増加させることができる。またID情報に基づいて利用者ごとに事前に設定された行先階を自動登録することで、利用者はセキュリティゲートでIDカードをかざして乗車号機に乗れば、その他の操作は不要となり、利便性も向上する。

### 4. 将来展望

今後日本は、オリンピック開催の決定を契機に、国際的な視点で誰でも安心して移動できる街づくりが進むとともに、中期的には高齢化社会の急激な進展、生産年齢人口の減少に対応した街づくりが進むと予想される(図6)。世界は、今後の経済成長圏である東南アジア、中南米、アフリカなどで新しく都市化が進み、地球環境保護(省エネルギー化)や安全性に対する意識が急速に向上していくと想定される。また、欧州や北米は日本と同様に持続的な社会維持を目指した都市化が進むと想定される。次に、このような社会変化に伴うニーズに応じた昇降機の将来展望について述べる。

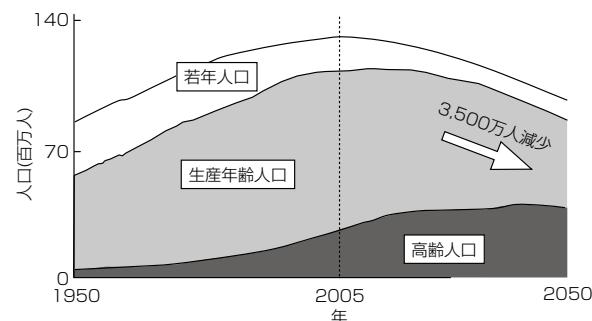


図6. 日本の年齢別人口の推移予測<sup>(5)</sup>

#### 4.1 誰でも安心して移動しやすい

当社は、高齢者・身体障がい者・健常者などが区別なく、安全・安心にビルや都市内を移動するためのユニバーサルデザインに早くから取り組んできた<sup>(6)</sup>。その将来形の1つとして、個人連動動作型の昇降機開発が進んでいくと予想される。普及が進むスマートフォンや高性能化が進む監視カメラ、無線機器等複数の情報を複合活用し、車いすや杖(つえ)、シルバーカー等の補助具はもちろん、歩行速度や動作、様態等個々の特性を確実に認識する特徴認識技術を開発していく。認識された特徴に基づいて、必要なときにその人に適した昇降機の動作(エレベーターのドア開閉や走行制御、エスカレーター速度制御)を行う連動制御技術と組み合わせて、高度な昇降機のユニバーサルデザインが実現されていくと想定される。

#### 4.2 誰にでも使いやすい

当社は、液晶タッチパネルやビルエネルギー管理システム、非接触カードやゲート連動型群管理など、使いやすさやビルセキュリティシステムと連動した昇降機システムの製品化を進めてきた<sup>(6)</sup>。今後は、無線タグやビル動態管理システム、高精度測位衛星(準天頂衛星)等と複合連動し、効率的に誰にでも使いやすい昇降機の開発が進んでいくものと考える。

さらに今後は、高齢者や外国人が急激に増加していく中、誰も迷うことなく感覚的に操作でき、快適に使用できるマルチモーダルインターフェース技術の開発が重要になる。人の動作や表情、視覚や聴覚、嗅覚等の感覚をフル活用することによって、思った動作を誰でも簡単に操作できる昇降機システムを未来像として描くことができる。

#### 4.3 世界でユニバーサルな安全・安心

今後、世界に広がっていく三菱昇降機は、高いレベルで安全・安心を実現し、利用してもらうことを目指している。各国で実施される基本的な保守に加え、普及するインターネットや無線システム、携帯電話、衛星システム等を活用し、グローバルに安全を見守る監視システムの開発を実現し、さらには、グローバルに集められた長期かつ大量なビッグデータの活用によって、より適切な維持・保守、リニューアルが可能になるとを考えている。

#### 4.4 省エネルギー・軽量化

当社は、これまでインバータ化に加え、LED化や軽量化、待機電力カット、高効率駆動素子であるSiCデバイスなど世界トップレベルの技術開発に取り組んできた。今後は、SiCデバイスを全面的に採用したトータルシステムでの駆動ロスの削減や環境発電を取り入れた駆動システム、有機EL照明の採用等によって、快適でより駆動効率の高いシステムの開発に取り組んでいく。

また、軽量化は将来の省エネルギー化の決め手の1つである。航空機や自動車での適用が進み、低価格化が期待で

きる炭素繊維(CFRP、鋼材比10倍の比強度)、高性能化が進む1,000MPa級高張力鋼板(鋼材比2.5倍の比強度)や、超高強度樹脂(鋼材比4倍の比強度)などの新材料の最適適用、及び、技術進歩の早い無線技術、非接触給電技術を活用した省線化によって、大幅な軽量化を実現し、省エネルギー化に取り組んでいく。

#### 4.5 維持・リニューアル

昇降機を安全確実に維持し、長期間使用した昇降機を適正にリニューアルしていくためには、劣化診断、寿命予測などが重要な技術になっていく。回路基板や電源回路、モータ、ブレーキなど重要部品の微小な信号変化や出力波形変化などを捉え、故障や寿命を推定する技術開発が重要になっていく。

また、今後拡大するリニューアルでは使用中のビルの昇降機を取り替えるため、工事期間の短縮化が重要視される。加えて、労働人口の減少に対応するためには、据付工事の省力化も重要な課題となる。これに必要な技術は、超軽量化技術とともに、介護や重作業の分野で研究が進む人支援ロボットとの協調による昇降機のスマートインストール化が重要と考えている。さらには、各種機器をモジュール化し、共通のインターフェースと自動認識技術との組合せで世界各国の特色に合わせたシステムを容易に構築できるPlug&Play型の昇降機の開発に取り組んでいく。

### 5. む す び

日本や世界の社会変化から必要とされる昇降機の将来展望について述べた。当社昇降機の基本方針である“安全・安心で快適な昇降機を長く使っていただく”ことを基本として、更なる安全・安心、快適、維持、リニューアルの技術進化のいずれも欠かすことなく、当社昇降機の将来像に向け開発を進めていく所存である。

### 参 考 文 献

- (1) 昇降機台数調査報告(ホームエレベーター及び小荷物専用昇降機を含む)、エレベーター界、No.176、No.180、No.184、No.188、No.192(2009～2013)
- (2) 超高層ビル向け超高速エレベーター技術を開発、三菱電機2012年2月3日付ニュースリリース
- (3) SiC適用エレベーター制御装置の開発のお知らせ、三菱電機2010年2月26日付ニュースリリース
- (4) 「セキュリティーシステム連動・エレベーター行先予報システム」発売のお知らせ、三菱電機2010年3月2日付ニュースリリース
- (5) 国土の長期展望に向けた検討の方向性について、国土交通省国土計画局(2010)  
<http://www.mlit.go.jp/common/000134593.pdf>
- (6) 池島宏行、ほか：三菱乗用エレベーターのモデルチェンジ、三菱電機技報、72、No.10、793～798(1998)

# かご間距離調整機構付き ダブルデッキエレベーター

坂野裕一\*  
佐直尚彦\*  
近藤力雄\*\*

Double Deck Elevator with Inter-car Distance Adjusting Mechanism

Hirokazu Banno, Naohiko Sajiki, Rikio Kondo

## 要 旨

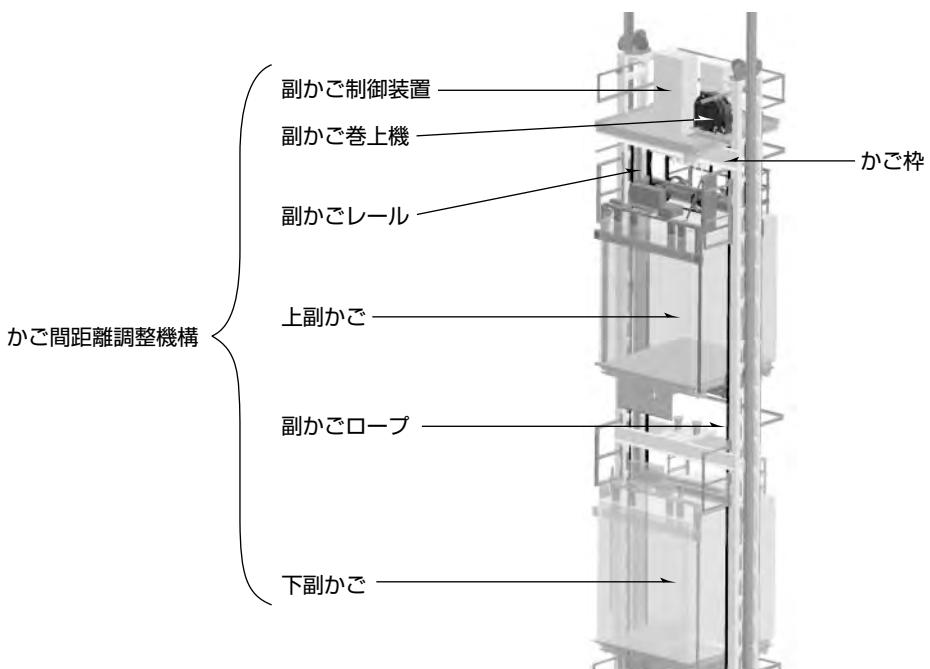
相次ぐビルの高層化に対し、昇降機に求められる課題の1つに、昇降路の省スペースと輸送能力の向上が挙げられる<sup>(1)</sup>。その課題に対し、一般のエレベーターは、1つのかご枠に対して1つのかごを設けているが、1つのかご枠に対して上下に2つのかごを設けたダブルデッキエレベーターが既に実用化されている<sup>(2)</sup>。

通常のダブルデッキエレベーターは、上下のかごをかご枠に対し一定の間隔で固定支持するため、2層の乗りかごが停止する全サービス階について、建物の階高をかご間隔に合わせて一定にしなければならないというビル建築上の制約があり、事務所ビルなど、階高の異なる多数階をサー

ビスするエレベーターには適用できなかった。

この建築上の制約を解消するために、三菱電機は上下副かごをつるべ式に巻上ロープで懸垂し、かごの上枠の点検台上に副かご巻上機と副かご制御装置を設置し、副かご巻上機の綱車を回転して副かごロープを駆動することで上下2層のかご間の距離をサービス階の階高に合わせて調整できるダブルデッキエレベーターを開発した。

また、当社のエレベーター試験塔“SOLAÉ”で、通常のエレベーターと同等の良好な乗り心地及び走行性能、静肃性を実現できていることを確認した。



## かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターシステム

かご枠の中に上下2層の副かごを設け、かご枠の昇降中に、各副かごをかご枠上部に設置した副かご巻上機によるロープ駆動によって、目的階の階間に合わせ上下の副かごの間隔を調整するロープトラクション方式のダブルデッキエレベーターを開発した。階高の異なるサービス階の階高に合わせ上下副かごの距離を調整できるため、建築上の制約を解消するとともに、一般エレベーターと同等の安全確保と優れた乗り心地を実現した。

## 1. まえがき

近年、超高層ビルでは、建物のフロア面積の有効利用や輸送能力に優れるダブルデッキエレベーターの需要が高まっている。一般的なダブルデッキエレベーターは1つのかご枠に対して上下2層のかごを一定の間隔で構成した2階建てのエレベーターであり、設置する建物はエレベーターが停止するすべての階高を2層のかごの床の間隔とそろえる必要があることが建築上の制約となっている。一方、超高層ビルは複合的な利用目的から各階の用途によって階高が均一でない建物の多様性が求められる場合が多くなってきている。そこで、超高層ビルの各階の階高の変化に合わせて上下2層のかごの間隔を調整できるかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターの開発を行った。

## 2. 構造概要と特長

### 2.1 エレベーターの全体システム

今回開発したダブルデッキエレベーターの概観を図1に示す。

このダブルデッキエレベーターは、かご枠の中に上下2層の副かごを設け、かご枠の昇降中に、それぞれの副かご

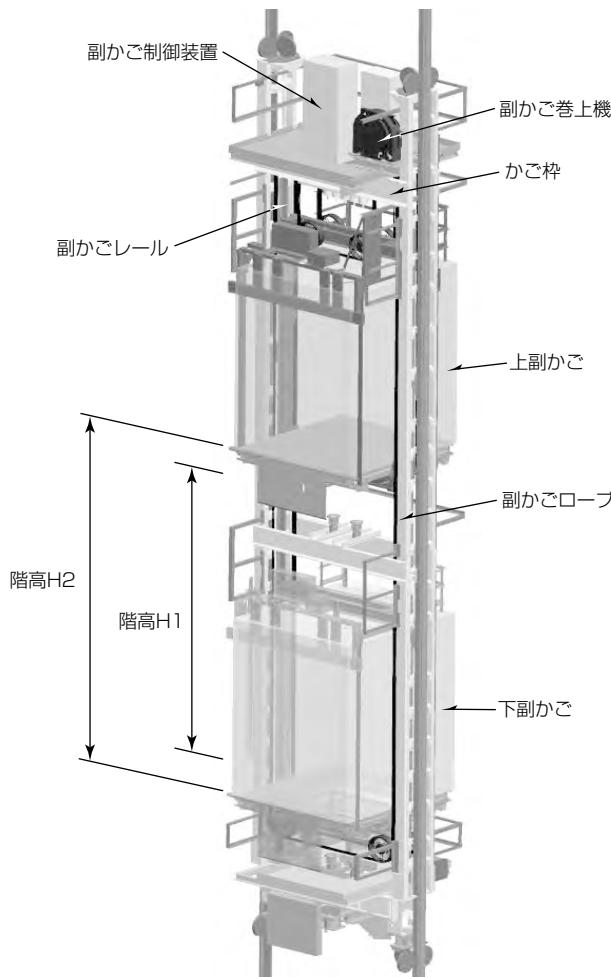


図1. かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーター

をかご枠上部に設置した副かご巻上機でロープ駆動によって目的階の階間に合わせて上下の副かごの間隔を調整するロープトラクション方式を採用している。

このダブルデッキエレベーターの全体システムは、機械室の巻上機でかごと釣合おもりを駆動するロープトラクション方式である。また、かご間距離調整機構は、かご枠を一般のエレベーターの昇降路、かご枠上部の作業スペースを機械室とみなして、かご枠の中のかごと釣合おもりが上下2層のかごに置き換えられたエレベーターが昇降するイメージである。かご間距離調整機構を構成する主要な機器は一般のエレベーター機器を適用しており、このエレベーターの全体システムの機器とダブルデッキシステムの機器とを区別するため、かご間距離調整機構に関する用語には先頭に“副かご”を付けて述べる。

### 2.2 かご間距離調整機構付きダブルデッキシステム

ダブルデッキシステムのかご構造とローピングを図2に示す。

#### 2.2.1 かごの構造

このエレベーターは一般的なダブルデッキエレベーターと同様にかごの縦枠、上枠、中枠、下枠で構成し、左右の縦枠には上下の副かごの昇降を案内する副かごレールを取り付けている。かごの上枠には点検台を設け、上下副かごを

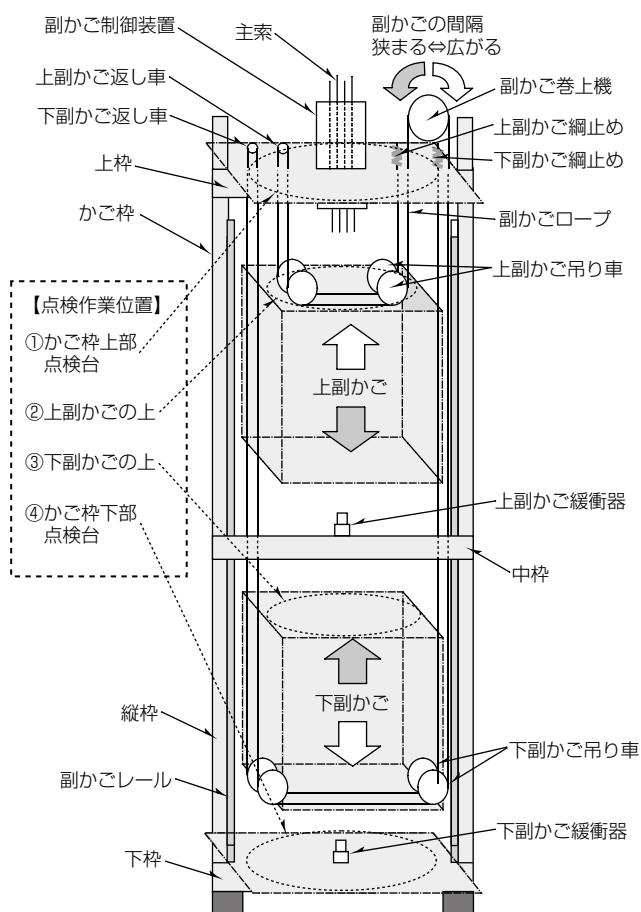


図2. かご間距離調整機構付きダブルデッキシステムのかご構造とローピング

つるべ式に吊(つ)って駆動する副かご巻上機と機械室の制御盤によって出された指令で上下2層の副かごの間隔を制御する副かご制御装置を設置している。また、上下副かごのそれぞれの副かご返し車、副かご綱止めもかごの上枠に設置している。中枠と下枠には、それぞれ上副かごと下副かご用の緩衝器を設置している。

### 2.2.2 上下副かごの構造

上下の副かごの積載量は同じであり、副かご巻上機を効率よく駆動させるため、上下の副かごの質量が等しくなるように設計している。上下副かごのかご室は一般のエレベーターと同様に副かご枠によって支持し、副かご枠は、副かご非常止めと副かごガイドシューを備えている。また、上副かごの上部、下副かごの下部にはそれぞれ副かごロープによって吊り下げる4つの吊り車を設置している。

### 2.2.3 ローピング

副かごロープは、一端を上副かごの綱止めに取り付け、上副かごの2個の吊り車～上副かごの返し車～上副かごの2個の吊り車を経由して副かご巻上機に掛け、下副かごの2個の吊り車～下副かごの返し車～下副かごの2個の吊り車を経由して、他端を下副かごの綱止めに取り付けている。このように、かご枠内の上副かごと下副かごは副かご巻上機に4:1ローピングでつるべ式に吊り下げ、副かご巻上機の綱車を回転して副かごロープを駆動することで、かご枠の縦枠に備えた副かごレールに沿って互いに上下反対方向に昇降できる構成にしている。

### 2.2.4 かご間距離調整機構の安全施策

全体システムについては、一般のエレベーターに必要な安全装置や制動装置を備えているが、このダブルデッキシステムのかご間距離調整機構についても、建築基準法施行令に定められた規定に準じた安全装置や制動装置を備えることで安全性を確保している。副かご制御装置では、副かご巻上機に供給される主電源遮断用電磁接触器や副かご巻上機のブレーキ遮断用電磁接触器が、戸が開いた場合には直接遮断するように構成し、戸が開いた状態でのかご間距離調整動作が絶対にできないように構成している。

保守点検の作業は、かご枠上部点検台、上副かごの上、下副かごの上及びかご枠下部点検台の4か所を作業位置とし、それぞれの位置で安全を確保して保守点検ができる対策を施している。具体的には、かご枠上部点検台、上副かごの上、下副かごの上にはいずれも、かご枠の保守運転を行う点検運転スイッチと、エレベーター及び副かご巻上機を停止する停止スイッチを設け、保守員の挟まれ防止の観点から、上下副かごの上に設ける点検運転スイッチは、副かご巻上機を停止し、かご間距離調整運転ができないようにしたまま、かご枠の点検運転のみを許可する。また、かご枠下部点検台では、点検運転はできず、停止スイッチのみを設けている。

### 2.3 特長

このかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターは、上下の副かごを副かごロープで4:1ローピングでつるべ式に吊り下げ、副かご巻上機によってトラクション駆動する方式のかご間距離調整機構とした点が最大の特長である。このため、副かご巻上機の駆動荷重は上下の副かごに乗客を積載した時の積載質量差の4分の1のみであり、副かご巻上機に加わる垂直荷重は上副かごと下副かごの総質量による荷重の4分の1である。よって、上下の副かごを単独で駆動する場合に比べて駆動荷重を大幅に低減することができ、機器の小型化と省エネルギー化を図っている。また、機器の小型化を可能としたことで、かご枠上部に保守点検スペースを確保した機器設置を可能としている。なお、かごの上枠に設置される機器は副かご巻上機を始めとし、上下副かごの返し車、綱止め、副かごの運転装置等があるが、これらの荷重は主索による吊り荷重と相反する方向に作用するため、上枠の強度設計は従来の設計と変わらない。

また、かご間距離調整機構を構成する主要機器は一般のエレベーターの機器を条件に応じて適用すればよく、従来のエレベーターの機器と同様な保守点検によって機能・性能の維持管理と安全の確保を可能としている。

### 3. かご間距離調整機構の制御方式

かご間距離調整機構は、かご枠上に設置した副かご制御装置によって、かご間距離調整機構用の副かご巻上機の綱車の回転方向と回転量を調整することで上下副かごの距離を制御する。また、上下副かご間距離を測定する副かご間距離測定装置を備える。停止時、かご室は副かご巻上機のブレーキが動作し保持する。

エレベーターが階高の異なるサービス階に停止する場合の基本運転フローを図3に示す。

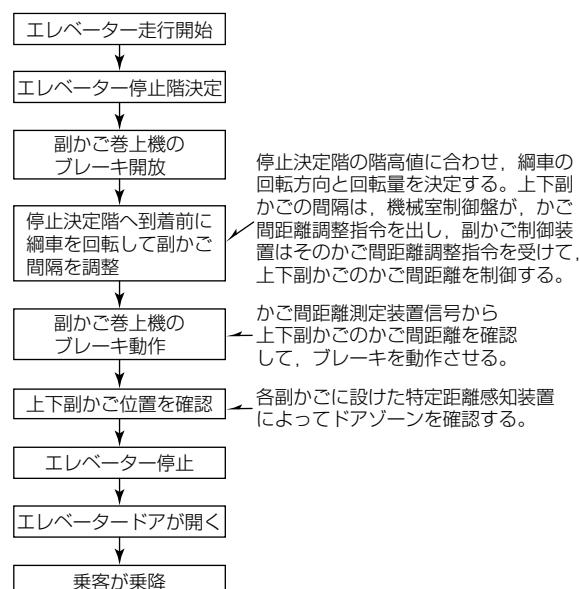


図3. エレベーターの基本運転フロー

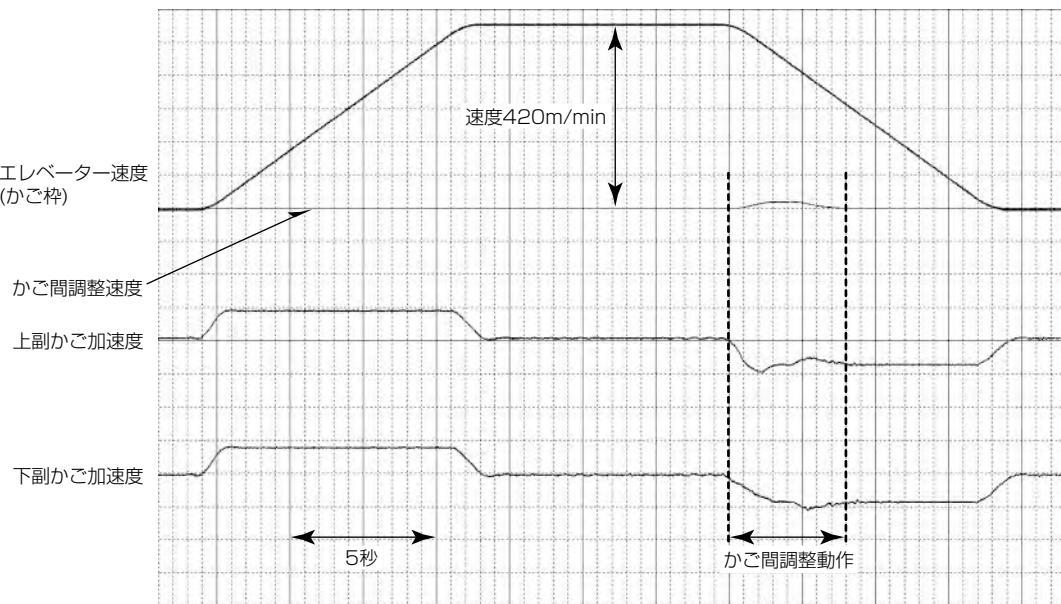


図4. エレベーターの走行波形

機械室に設置する制御盤が、かご枠の速度と位置を制御する。エレベーターが走行を開始し、通常のエレベーターと同様にかご枠の減速手前で停止階が決定した後、機械室制御盤は副かご制御装置に各階高に応じた副かご間距離調整の指令を出力する。副かご制御装置は、停止階に到着する前までに、上下副かご間距離の制御を完了させる。その際、副かご間距離が停止階の階間値に制御されていることを、副かご間距離測定装置の信号によって確認し、副かご巻上機のブレーキを動作させて制御を完了する。

着床時は、機械室制御盤で副かご制御装置からの副かご間距離制御の完了信号と上副かごと下副かごにそれぞれ設けた着床装置からの信号によって床レベルを確認した後に、各副かごの戸を開ける。

#### 4. 評価試験結果

##### 4.1 試験環境

かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターを評価する試験サイトと評価内容を述べる。

評価試験は、高さ173mのエレベーター試験塔SOLAÉと、地上に設置したかご間距離調整機構で行った。エレベーター試験塔SOLAÉでは実際にかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターを設置し、かご間距離調整機構の動作による制御性能や乗心地の評価を行った。一方、かご間距離調整機構の単体試験装置では、より実際の変動負荷に対する制御性能試験や耐久性試験、保守性確認の評価を行った。

#### 4.2 走行試験

エレベーター試験塔SOLAÉで実施したかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターの走行試験の波形の1例を図4に示す。かご間距離調整機構の調整動作は、かご枠減速開始から動作し着床前に完了している。かご間距離調整動作中の上下副かごの加速度への影響は小さく、最大でも $1.0\text{m/s}^2$ 程度であり、通常のかご間距離調整機構のないダブルデッキエレベーターと比較しても良好な乗り心地及び走行性能を実現できていることを確認した。

一方、騒音は、副かご巻上機や副かご制御装置といったかご間距離調整機構の主な機器を、かご室から離れたかご枠上に点検台を介して配置したため十分に小さく、加えて機械室レスエレベーターと同様のブレーキ動作音制御によって更なる静肅性を実現している。

#### 5. むすび

ロープ駆動によるかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターについて述べた。ダブルデッキエレベーター採用時のビル建築上の制約を解消できる新技術であり、この新たな提案によって、高層化の進むビル設計に対し、自由度を大きく広げができると考える。

#### 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) 前田卓志, ほか: エレベーターの設備計画 -ダブルデッキエレベーターの場合-, 自動制御連合講演会前刷, 41, 359~360 (1998)

# 海外向け標準エレベーター “NEXIEZ-MR/MRL”の仕様拡充

丸藻秀昭\* 北澤昌也\*  
渡邊隆雄\* 見延盛臣\*  
黒川典昭\*

Enhancement of Specification for Overseas Standard Elevator "NEXIEZ-MR/MRL"

Hideaki Marumo, Takao Watanabe, Noriaki Kurokawa, Masaya Kitazawa, Morishige Minobe

## 要 旨

多様化する海外の昇降機ニーズに対応するため、三菱昇降機の基本コンセプトである“安全・安心性能”はそのままに、更なる快適性、効率性を実現した海外向け標準エレベーターとして、2010年に“NEXIEZ-MR(機械室あり)”，2011年には“NEXIEZ-MRL(機械室なし)”を発売した。2013年には、市場ニーズに合わせた仕様拡充によって、“NEXIEZシリーズ”をモデルチェンジし、製品訴求力を更に向上させた。

2013年に発売したNEXIEZシリーズでは以下の仕様を拡充した。

### (1) 新デザインの採用(MR/MRL)

開発当初から海外販社と連携し、グローバル市場に受け入れられる新デザインとして、意匠器具全体を刷新した。

### (2) IDカードリーダー仕様の標準化(MR/MRL)

各国の様々な仕様のIDカードリーダーと接続できる標準仕様を策定し、顧客の要望に対し短期間での対応を可能とした。

### (3) 高天井仕様への対応(MRL)

ドア開閉機構の構造を刷新し、この機種の主要市場である中国や中東で要求の多い高天井仕様を標準対応可能とした。

### (4) 新型巻上機の開発(MR)

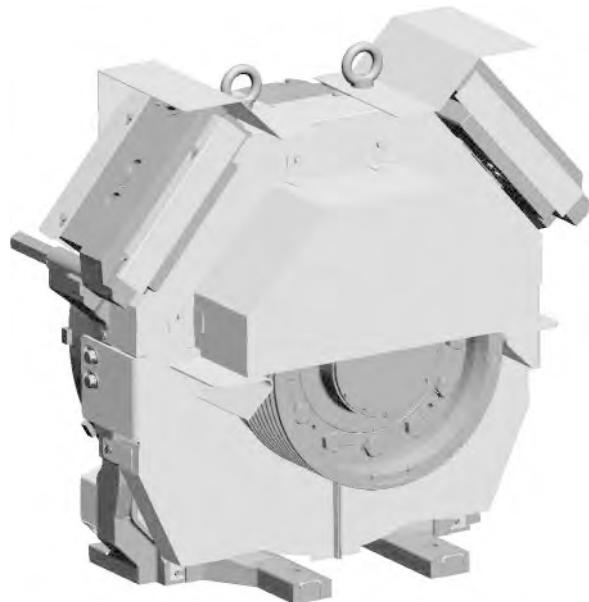
積載量1,050kg以下の領域の設計を踏襲した巻上機を開発し、小型・軽量化と環境負荷低減を実現した。

### (5) 昇降路上下スペースの削減(MRL)

電子化終端階強制減速装置によって、緩衝器ストロークの更なる短縮を可能とし、昇降路上下スペースを削減した。



新デザインのかご室・操作盤



新型巻上機

## 新デザインのかご室・操作盤と新型巻上機

かご室及び操作表示器具のデザイン刷新にあたり、世界各地域の嗜好(しこう)性を取り入れたかご室をラインアップし、LED照明器具、周囲照光丸型ボタン、透過型金属調フィルム成形品等の新規開発品の適用を実現した。また、先行投入している領域の巻上機と同じコンセプトで、海外拠点での材料調達性・生産性を考慮して新型巻上機を開発した。この巻上機は、従来巻上機に比べ小型・軽量化(従来体積比61%，従来質量比55%)及び環境負荷低減を実現した。

## 1. まえがき

近年海外のエレベーター市場を取り巻く環境は日々変化しており、都市化・高層化によるエレベーター需要の急速な高まりに加え、“快適性”“効率性”のニーズの高まりによって、エレベーターは、単にビル内の交通機関にとどまらず、建物の付加価値を向上させる重要なアイテムの1つになっている。三菱電機では、これらの市場ニーズに応えるため、発売中の海外向け標準エレベーターNEXIEZ-MR(機械室あり:2010年発売)、NEXIEZ-MRL(機械室なし:2011年発売)の機能・仕様を拡充し、製品訴求力を更に向上させたNEXIEZシリーズとして2013年に発売を開始した。

2013年に発売したNEXIEZシリーズでは、積載量のラインアップを大幅に強化し、MR機種では従来の450~1,350kgに加え、新型巻上機の開発によって1,600kgを、MRL機種では従来の450~1,050kgに加え、1,275~1,600kgを新たに展開した(図1)。

さらに、全ての速度・積載量について、新デザインのかご室・操作盤の開発、高天井仕様への対応によってデザイン性を一新、電子化終端階強制減速(Smooth Emergency Terminal Slowdown: SETS)装置の適用によって昇降路上下スペースの削減を図った。

本稿では、これらの仕様拡充にあたり、新たに開発した機器に的を絞って述べる。

## 2. 新デザインの採用

海外向け標準エレベーターで、様々な市場におけるデザインニーズへの対応を実現するために、“インテリジェンス=才知を感じさせる精度感”“エレガント=上品で洗練された空間演出”“ディグニファイド=品位あるたたずまい”“ハーモニー=建築／インテリア／嗜好性との調和”をデザインコンセプトとし、デザインを刷新した。

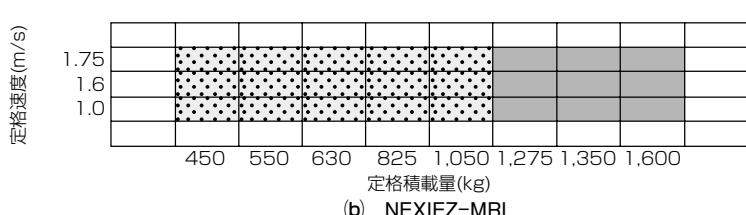
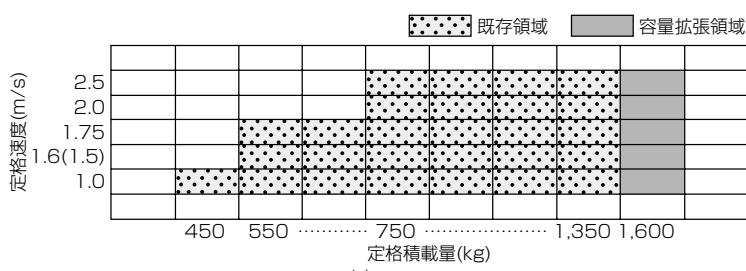


図1. NEXIEZシリーズの適用領域

## 2.1 新デザインのかご室

NEXIEZシリーズでは、より幅広く世界のニーズに応えるため、東南アジア、中東、欧州等各地域の建築デザインの嗜好性について、各販社との受容性評価・ヒアリングを実施し、建物との親和性に配慮したかご室をラインアップした。かご室天井はLED光源を取り入れた新しいデザインを含め、計11種類の天井をラインアップ、光の質感にこだわった照明デザインに仕上げた。従来のSUS-HL(Steel Use Stainless steel-Hair Line)仕上げのかご室壁に対し、新たにSUS鏡面仕上げのかご室壁、手摺(てすり)を追加し、新規天井との組合せによって、光と影がコントラストを織りなすかご室デザインの組合せを実現している(図2)。

また、中東地域を意識した幾何学模様の天井照明板、かご室エッチング柄を採用し、さらにかご室手摺、壁、かごの戸などにカラーSUS仕上げを追加し、製品バリエーションの仕様拡充を図った。エッチング柄とカラーSUSかご室壁、カラーSUS仕様のかご室手摺等の組合せによって、かご室全体での上質で高級感のあるエレベーターのコーディネートが可能である(図3)。



図2. 新デザインのかご室



図3. 地域性を意識したかご室のコーディネート例



図4. LED照明器具

エレベーターの天井照明として、最適なLED素子の選定及び配列によって面発光照明、間接光照明等を実現したこと、高いデザイン性、省エネルギー効果(75%低減)を確保した。さらに、エレベーターの仕様特性(電源ON/OFFの頻度)に合わせた電源構成とし、照明器具の長寿命化(従来比約12.5倍)を実現した(図4)。

## 2.2 新デザインの操作機器

NEXIEZシリーズとして、かご操作表示器、乗場操作表示器のデザインを刷新した。かご操作盤は、フェースプレート及びボタンの表面素材をステンレスで統一し、インジケータ部は新規に三菱独自のシンプルなセグメントLED表示を開発適用した。また、LEDの配置及びランプシェード形状を最適化し、効率よく光むらのないセグメント表示を実現した。表示文字を限定して少ないセグメント(1文字あたり13セグメント)とし、表示の分かりやすさ(例えば、8とBなど)を追求した(図5)。

ボタンは点灯色として3色(黄橙色、白色、青色)を新規に開発した。周囲にリフレクタ効果を持つ樹脂リングを配し、点灯時は階床文字とともに照光し、非点灯時は金属調に光沢感を出すことで発見性にも優れたボタンとした。また、ボタンの凸文字では、ユニバーサルデザインの観点を深め、誰もが使いやすいように凸形状の見直しを実施し、視覚障がい者だけではなく、健常者も対象にユーザービリティ評価を実施し、ボタンの押し心地も良く、かつ誤判読



図5. かご操作盤及び行き先ボタン、インジケータ

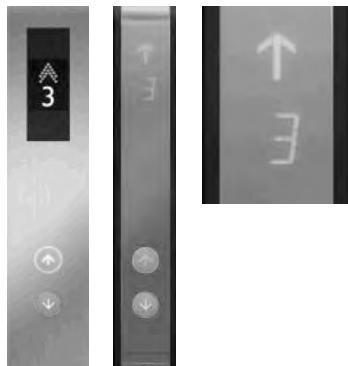


図6. 乗場ボタン一体型インジケータ

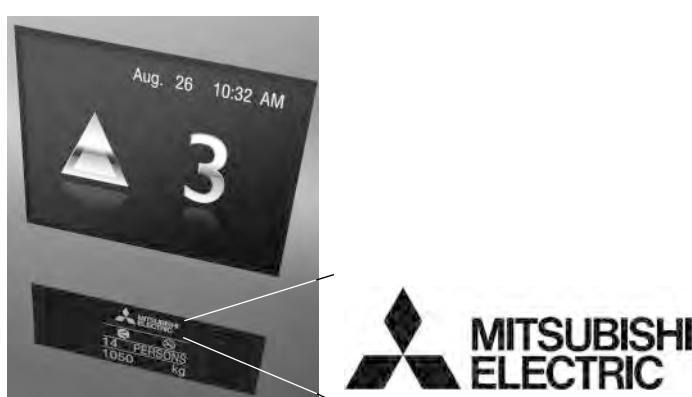


図7. コーポレートロゴ

しにくい文字形状へ改良した。

乗場ボタン一体型インジケータには、新しい加飾技術によって、透過型金属調フィルム成形品を新規開発して適用することで、金属を使わずにメタリックな質感と精度感ある外観を実現し、現代建築に調和するデザインとした(図6)。

ボタン及びセグメントLED表示は、かご操作表示器具とデザインを合わせ、デザインコンセプトの統一を図った。かご操作表示器及び乗場操作表示器のSUSフェースプレートにSUS鏡面仕上げを追加し、かご室との一体感を図るデザインを実現した。

液晶インジケータ及びインフォメーションのサイズ拡充として、3.5, 10.4, 15インチ液晶を新規採用し、製品ラインアップのバリエーションを充実化した。

LED光源を、かご室天井に加え、ホールランタン及び液晶インジケータのバックライトに採用し、消費電力を削減した。

かご操作表示器具に表示する当社コーポレートロゴは、従来昇降機独自のロゴとしていたが、意匠の刷新とタイミングを合わせて全社統一のロゴを採用し、ブランドイメージの定着を図った(図7)。

## 3. IDカードリーダー仕様の標準化

オフィスやマンション向けのエレベーターでは、許可された人以外の出入りを制限したいという要望が多い。これを実現するため、エレベーターのかご内にIDカードリーダー(C/R)を設置し、IDカードで認証された人のみ出入りを許可するセキュリティ機能を提供している(図8)。

NEXIEZ-MR/MRLは海外の幅広い地域へ販売している機種であるため、様々な仕様のC/Rと接続

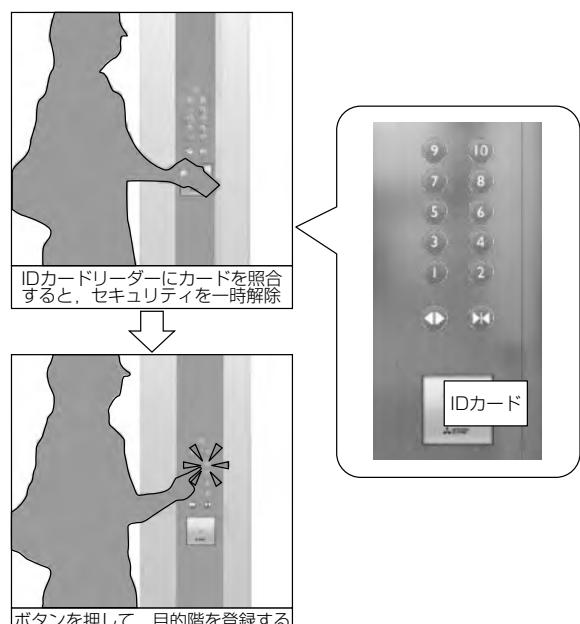


図8. かご内IDカードリーダーの例

できることが求められている。従来は物件ごとにC/Rとの接続方式や外形寸法などを確認し、それぞれのC/Rに合わせて設計を変更していた。

この開発では、過去に採用実績のあるC/Rの接続方式や外形寸法を調査し、これら製品の多くに対応できる標準仕様を策定した。標準仕様は複数パターン用意し、その中からC/Rに合わせた仕様を選択できるようにした。これによって、顧客の要望に短期間で対応することが可能となった。

#### 4. 高天井仕様への対応

従来の当社標準エレベーターでは国内・海外向けとともに、標準出入口高さが2.1mであり、同じく標準かご室天井高さは2.2~2.5m程度である。一方、特注型エレベーターではかご室天井高さが3mを超えるケースもあり、エレベーターの高級感を演出する仕様として一般的である。そのため、中国や中東など高級感を重視する市場からは、規格エレベーターでも高天井仕様の対応要求が根強くあった。今回、当社海外向け標準エレベーターNEXIEZシリーズの訴求点の1つとして高天井仕様の開発を行い、海外主力生産拠点で製造可能とした。

主な開発内容は、次のとおりである。

##### (1) ドア係合装置

エレベータードアはかご室上方に配置したかごドア駆動機構と乗場ドア上方に配置した連動機構を係合装置によって組み合わせて開閉を行う。高天井仕様の場合は、かごドア駆動機構を通常より上方に配置する必要があるが、乗場ドア連動機構は位置を変えることができないため、両機構が離れて配置される。両機構の距離にかかわらずドアの開閉を可能とする係合装置を開発することで、標準のかごドア駆動機構を適用できる仕様範囲を拡大し、高天井仕様への対応を可能とした。

##### (2) ドア制御方式

高天井仕様の場合、かごドア駆動機構が上方に配置されるため、かごドアが縦長となり開閉時に揺れが生じやすい。高天井仕様への対応とあわせて、以前より幅広い条件で安定したドア開閉を可能とする制御方式を確立した。

#### 5. 新型巻上機の開発

海外向け標準エレベーターのNEXIEZ-MR/MRLの仕様拡充に伴い、新たに“PM018S/025S”巻上機を開発した。従来海外市場では、積載量1,600kgの領域に適用してきた巻上機に比べ、小径(しょうけい)の綱車を用いたPM(Permanent Magnet)ギヤレス巻上機PM018S/025Sを適用した。図9に従来巻上機と新型巻上機の外観比較を示す。

新型巻上機は積載量1,050kg以下の領域で適用している巻上機の構造を踏襲し、海外拠点での材料調達性・生産性を考慮した設計を行った。また、NEXIEZ-MRLとのMR/

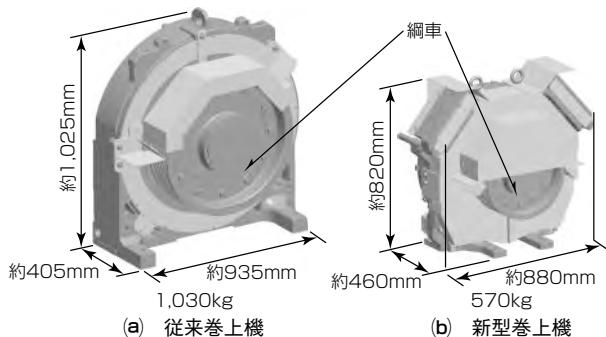


図9. 従来巻上機と新型巻上機の外観比較

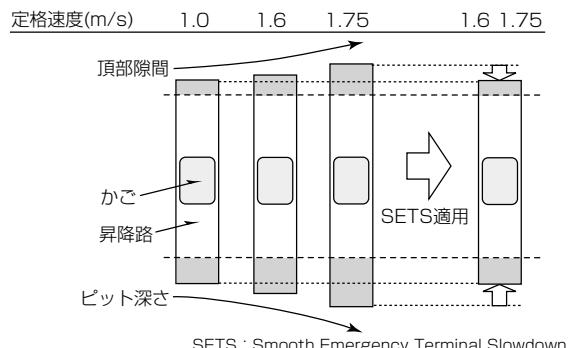


図10. SETSによる昇降路スペースの削減イメージ

MRL共用化設計を行い、機種統合を図っている。構造について綱車の小径化に伴い、モータの小型化(当社従来体積比61%)と大幅な軽量化(当社従来比55%)を可能とした。同時に、グリス使用量を削減し(当社従来比40%)環境負荷低減も実現した。

#### 6. 昇降路上下スペースの削減

昇降路上下スペースは、かごの定格速度に応じた緩衝器ストロークに依存する部分が大きいが、SETS装置の適用によって、緩衝器の小型化とそれに伴う昇降路スペースの縮小を実現した(図10)。SETS装置は、エレベーターのかご速度を監視し、過速度検出時に巻上機ブレーキによる強制制動を行う電子化安全装置であり、従来の調速機による速度監視とは異なり、かご位置に応じた無段階の過速度検出レベルによってかごの過速度を早期に検出することで、緩衝器への衝突速度を低減させる装置である。この装置は、国内向け、及び一部海外向けエレベーターに限定して適用していたが、今般EN81-1(エレベータ規格)、及びIEC(International Electrotechnical Commission)61508における“SIL3”的認定を取得したことで、グローバルに適用を可能とした。

#### 7. むすび

海外向け標準エレベーターNEXIEZシリーズの仕様を、更に拡充させた機能・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の実現に取り組む所存である。

島林啓太\*  
藤原一彦\*  
谷 佳典\*

# 三菱標準形エレベーター“AXIEZ”の大容量化

New Machine-room-less "AXIEZ Series" Elevators with Large Capacity

Keita Shimabayashi, Kazuhiko Fujiwara, Yoshinori Tani

## 要 旨

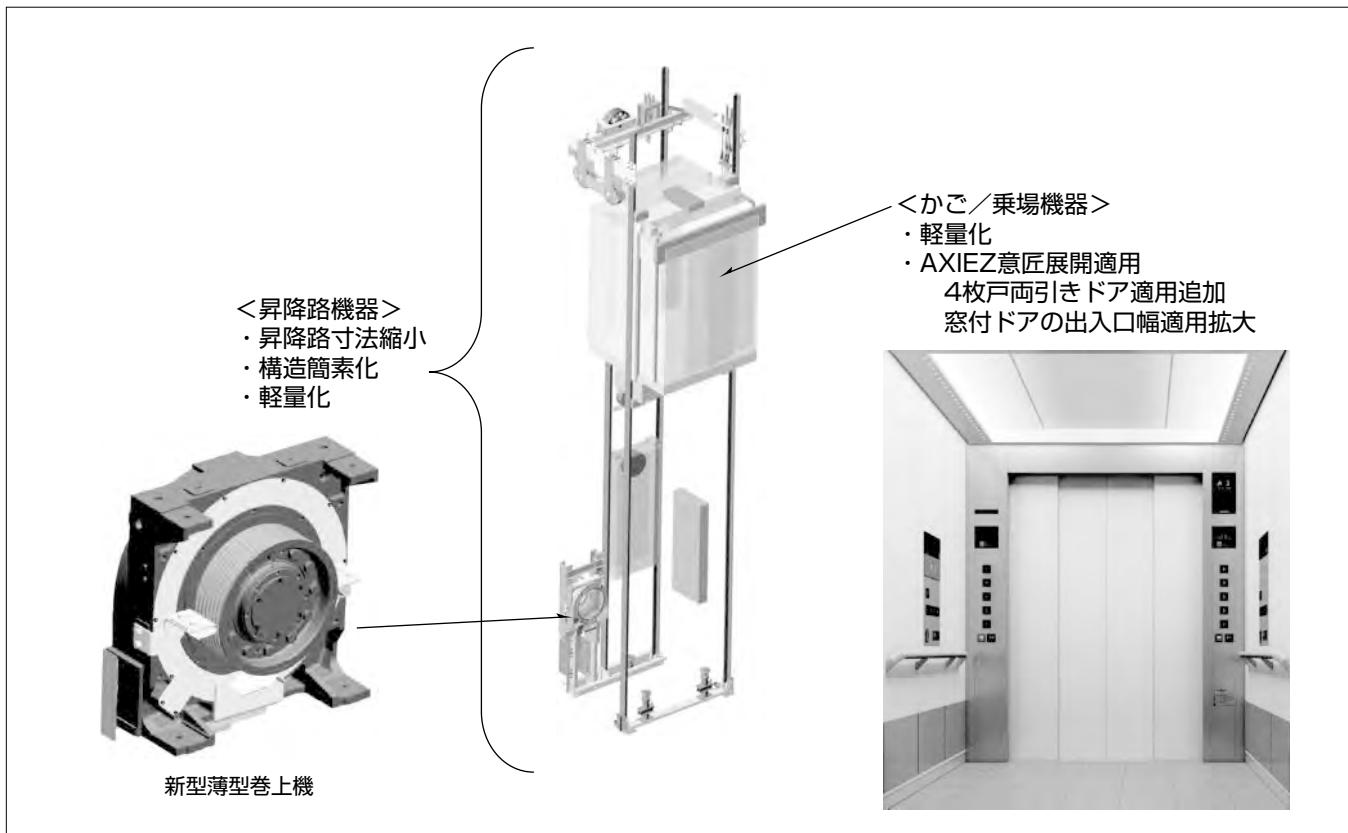
国内の販売台数の7割を占める標準形エレベーター“AXIEZ(アクシーズ)”に、大規模オフィスビルや商業施設、大規模病院向けなどの市場ニーズに対応した17~26人乗りの大容量かごサイズのラインアップを10種類新たに追加し、2013年10月から販売を開始した。また、特注形エレベーター“NEXCUBE(ネクスクエーブ)”機械室レスタイプに関しても、AXIEZ大容量領域で開発した内容を反映した製品としてモデルチェンジを行い、同時に発売を開始した。

AXIEZ大容量領域及びNEXCUBE機械室レスタイプの製品コンセプトを次に示す。

(1) 従来は特注形エレベーターNEXCUBEで対応してい

た領域に対して、需要の多いかごサイズを追加し、標準形エレベーターAXIEZの製品展開を大容量領域まで拡大する。

- (2) 新型薄型巻上機を適用し、巻上機の横幅寸法縮小効果を最大限生かした昇降路機器配置とし、昇降路寸法縮小、機器簡素化、軽量化、据付け効率向上を実現する。AXIEZ既存領域で適用している据付け工法をAXIEZ大容量領域に適用拡大する。
- (3) AXIEZ既存領域で適用しているLED照明や回生コンバータなどの省エネルギーアイテム、天井や操作表示機具の意匠品、スーパー可変速システムの適用範囲を大容量領域に拡大する。



## 標準形機械室レスエレベーター“AXIEZ”大容量領域の全体構造

標準形機械室レスエレベーターAXIEZに17~26人乗りの大容量ラインアップを追加した。新型薄型巻上機を適用し、昇降路機器の配置を全面的に見直すことで昇降路寸法縮小、機器簡素化、軽量化を実施して生産性及び据付け効率の向上を図った。また、AXIEZ既存領域で適用している省エネルギーアイテム、意匠展開、スーパー可変速システムなどをラインアップに加え、AXIEZの製品展開を大容量領域まで拡大した。

## 1. まえがき

国内市場向け機械室レスエレベーターの需要に対して、三菱電機は6～15人乗りまでは標準形エレベーターAXIEZ（2011年6月発売）、15～30人乗りまでの大容量領域は特注形エレベーターNEXCUBE機械室レスタイプ（2009年5月発売）<sup>(1)</sup>の2機種の製品ラインアップを適用してきた。

今回当社は標準形エレベーター“AXIEZ”に17～26人乗りの大容量ラインアップを新規追加し、2013年10月から販売を開始した。また、NEXCUBE機械室レスタイプに関してもAXIEZ大容量領域で開発した内容を反映した製品としてモデルチェンジを行い、同時に発売を開始した（図1）。

本稿では、AXIEZ大容量領域及びNEXCUBE機械室レスタイプの開発内容及び製品の特長について述べる。

## 2. 開発コンセプトと適用範囲

### 2.1 開発コンセプト

AXIEZ大容量領域に関しては、“Ecology(省エネルギー)” “Design(デザイン)” “Motion(利便性)”を製品コンセプトの基軸に据え、従来は特注形エレベーターNEXCUBE機械室レスタイプで対応していた領域に対して、乗用、人荷用、寝台用の用途で需要の多いかご室サイズを追加し、標準形エレベーターAXIEZの製品展開を大容量領域まで拡大する。また、NEXCUBE機械室レスタイプに関しては、従来のコンセプトを継承しつつ、AXIEZ大容量領域の開発内容を反映して仕様拡充を図る。

製品の特長としては、新型薄型巻上機を適用し、巻上機の横幅寸法縮小効果を最大限生かした昇降路機器配置とし、昇降路寸法の縮小、機器簡素化、軽量化を実現する。AXIEZ既存領域で適用している据付け工法をAXIEZ大容量領域に適用拡大する。

また、AXIEZ既存領域で適用しているLED照明や回生コンバータなどの省エネルギーアイテム、天井や操作表示機具の意匠品、スーパー可変速システムを大容量領域に適用拡大し、製品ラインアップに加える。

### 2.2 適用範囲

表1にAXIEZ大容量領域とNEXCUBE機械室レスタイプの製品仕様と適用範囲、表2にAXIEZ大容量領域のかご室ラインアップを示す。大量輸送が求められる大規模オフィスビルや、複数のショッピングカートを乗せる必要がある商業施設向けには17～24人乗りのかごサイズをラインアップした。また、バックヤードや公共施設等向けには、奥行きのある20～26人乗りのかごサイズをラインアップした。大規模病院向けには、医療機器とベッドの同時搬送を可能にし、緊急時の輸送効率を向上させた17、20人乗りのかごサイズをラインアップした。かごサイズの選定は、過去のNEXCUBE機械室レスタイプの受注物件を詳細分析

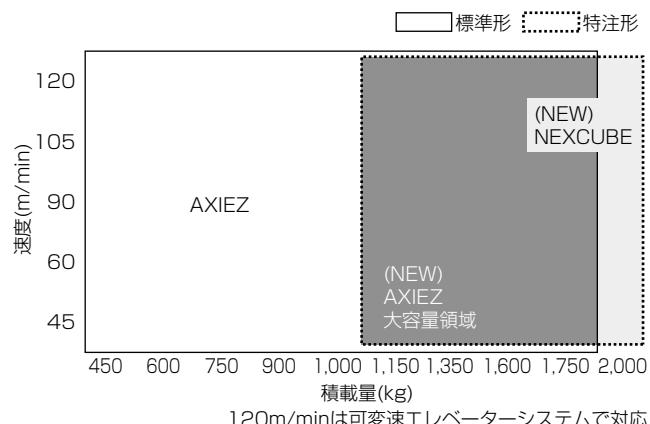


図1. 国内向け機械室レスエレベーターの適用範囲

表1. 製品仕様と適用範囲

定員	17～26人(AXIEZ大容量領域) 15～30人(NEXCUBE機械室レス)			
積載量	1,150～1,750kg(AXIEZ大容量領域) 1,000～2,000kg(NEXCUBE機械室レス)			
用途	乗用・人荷用・寝台用			
定格速度	45m/min	60m/min	90m/min	105m/min
中間負荷時定格速度 (スーパー可変速システム)	60m/min	105m/min	105m/min	120m/min
最大昇降行程	40m	40m(AXIEZ大容量領域) 60m(NEXCUBE機械室レス)		
最大停止数	15停止	15停止(AXIEZ大容量領域) 25停止(NEXCUBE機械室レス)		
かごサイズ	10種類(AXIEZ大容量領域) 物件ごと(NEXCUBE機械室レス)			
ローピング	2:1ローピング(アンダースラッグ)			
駆動器	ギアレス(薄型PMモータ)巻上機			
制御方式	VVVFインバータ方式			

PM: Permanent Magnet, VVVF: Variable Voltage Variable Frequency

表2. AXIEZ大容量領域のかご室ラインアップ

定員 (人)	積載量 (kg)	かご内法(mm)		出入口幅 (mm)	戸閉	向け先
		間口	奥行き			
17	1,150	1,800	1,500	1,100	CO (2枚戸両引き)	大規模 オフィスビル
20	1,350	1,800	1,700			
24	1,600	2,000	1,750	1,400	2CO (4枚戸両引き)	商業施設
		2,150	1,600			
20	1,300	1,300	2,300	1,100	2S (2枚戸片引き)	バックヤード 公共施設
24	1,600	1,500	2,300	1,200		
26	1,750	1,500	2,500			
17	1,150	1,800	2,500	1,500	2S (2枚戸片引き)	大規模病院
20	1,300	1,800	2,800			

し、需要が多いかごサイズに厳選して標準化した。大容量領域の約40%がAXIEZ大容量領域として対応できる見込みである。

## 3. 開発内容

### 3.1 新型薄型巻上機

国内向け機械室レスエレベーターにおける大容量領域に、新開発の“PMF019SS/022SS”巻上機を適用する。図2に従来機種用と今回開発した機種用の巻上機外観を示す。

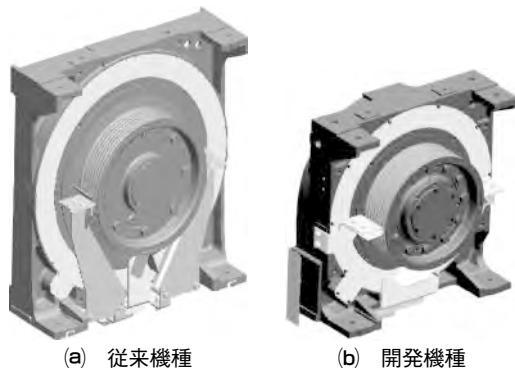


図2. 新旧巻上機の外観

綱車を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、それらの小型化を図った。モータ部軸方向長さは若干増加したものの、縦横方向に対する巻上機の専有面積を大幅に縮減し、小型化(当社従来比約65%(体積比))と軽量化(当社従来比約70%)を実現した。これによって昇降路内のレイアウト性及び据付け効率が向上した。

また、生産性向上を目的として、現行他機種との部品共通化(現行他機種の部品流用率約80%)を達成した。

### 3.2 省スペースレイアウト

新開発の薄型巻上機の適用によって、巻上機の横幅寸法縮小効果を最大限生かした昇降路機器配置とし、昇降路寸法の縮小、機器簡素化、軽量化による生産性及び据付け効率向上を実現した。

#### 3.2.1 おもり後落ち方式

従来機種と今回開発機種のおもり後落ち方式の昇降路平面図比較を図3に示す。おもり後落ち方式は乗り場からみてかご室の背面側に巻上機と釣合おもりを同一直線状に並べたレイアウトである。おもり後落ち方式は、昇降路平面に対して専有面積が大きい巻上機と釣合おもりがかご室の背面側にあるため、昇降路間口寸法を小さく構成できる利点がある。しかし、従来機種では、巻上機の横幅寸法が大きいために、間口寸法が小さいかご室の場合、昇降路間口寸法を広げて巻上機及び釣合おもりの配置スペースを確保する必要があった。また、昇降路頂部に配置したかご側の返し車からおもり側レールまでの距離が遠いため、巻上機直上にかご側返し車の荷重を支持するための荷重支持柱を設置していた。

開発機種では、巻上機の横幅寸法縮小によって、かご側返し車からおもり側レールまでの距離を縮小した。これによって、従来機種と比較して、昇降路間口寸法が最大150mm縮小した。また、荷重支持柱を廃止して昇降路機器の構成を全面的に見直し、機器簡素化、軽量化を実現した。昇降行程15mの場合で従来機種と比較し、昇降路機器とかご機器合計で約1,200kgの機器軽量化を実現した。また、AXIEZ既存領域で採用している足場を使用せずに据付けを行うWOS(With-Out-Scaffolding)工法をAXIEZ大容量領域に適用拡大し、据付け時間を短縮した。

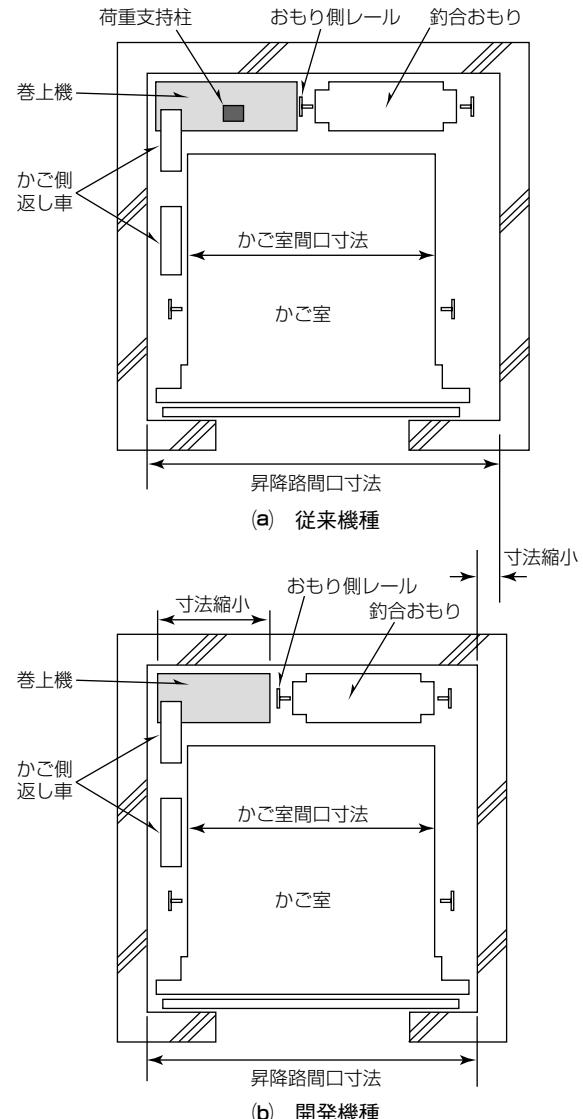


図3. おもり後落ち方式の昇降路平面図

#### 3.2.2 おもり横落ち方式

従来機種と開発機種のおもり横落ち方式の昇降路平面図比較を図4に示す。従来のおもり横落ち方式ではかご室の側面側に釣合おもりを配置し、釣合おもりとかご室の間に巻上機を配置するレイアウトであった。そのため、巻上機の軸方向寸法と釣合おもりの短辺寸法に依存して昇降路間口寸法が決まっていた。

開発機種では従来のレイアウトに加え、巻上機の横幅寸法縮小効果を最大限生かし、かご室の側面側に釣合おもりと巻上機を同一直線状に並べたレイアウトを新規採用し、昇降路機器の構成を全面的に見直した。これによって、従来機種と比較して、昇降路間口寸法が最大165mm縮小した。昇降路機器とかご機器合計で約1,000kgの機器軽量化を実現した。また、おもり後落ち方式と同様にAXIEZ既存領域で採用している足場を使用せずに据付けを行うWOS工法をAXIEZ大容量領域に適用拡大し、据付け時間を短縮した。

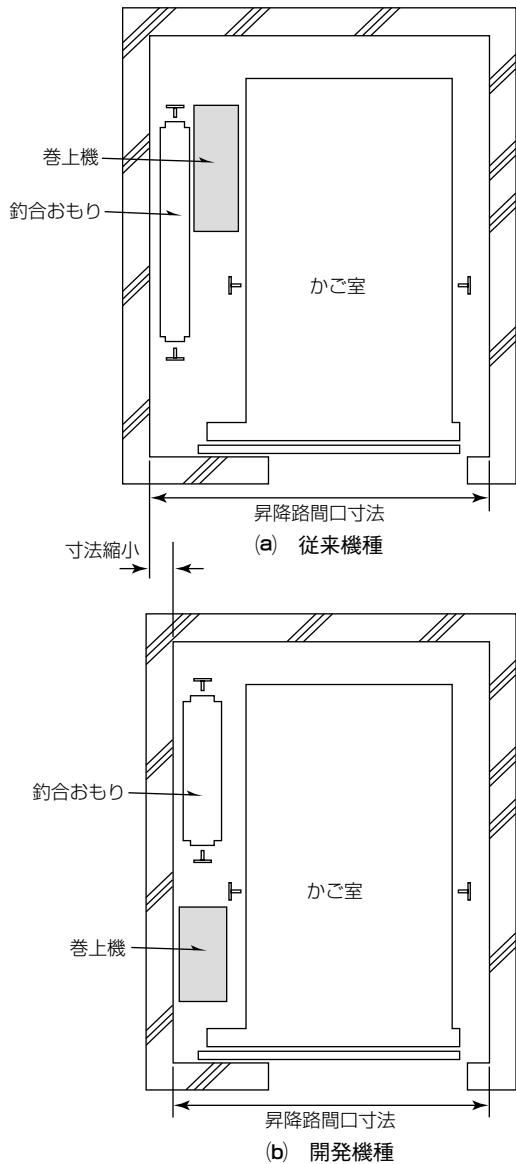


図4. おもり横落ち方式の昇降路平面図

### 3.3 AXIEZ意匠の大容量領域への展開

三菱標準形機械室レスエレベーターとして2011年6月に発売したAXIEZは省エネルギー、建築デザインとの調和を追求し、訴求力のある製品ラインアップとした。大容量領域でもAXIEZで培った技術をいかし、AXIEZ既存領域と同等の製品ラインアップを実現した。また、大型、大量輸送を可能にするため、ドアのサイズ拡大及び製品ラインアップも追加した。次にその特長を示す。

#### 3.3.1 かご室

AXIEZのデザインラインアップを拡張領域用に見直し、AXIEZの洗練された空間演出を大容量領域でも実現した。また、大容量領域はこれまで特注形エレベーターNEX-CUBEで対応していたかごサイズとなるため、天井や操作盤では特注形エレベーターとして標準化したデザインやレイアウトを取り入れることで、さらに高級感を高めるデザインを追求した。デザイン面以外にも2013年2月から規格領域で生産開始した新型エレベーター専用エアコンをスタ



図5. AXIEZ大容量領域のかご室



図6. 4枚戸両引きドア

ンダード天井“CL1”，ガラスクロス天井“DL4”にオプションとして追加し、かご内空間の快適性を向上させた(図5)。

#### 3.3.2 乗り場／ドア

大容量領域では商業施設、福祉施設等をターゲットにしており、大型、大量輸送の要求が想定される。そこで、出入口幅を最大1,500mm(AXIEZ既存領域は最大1,200mm)まで拡大した。また、商業施設で要求の高い4枚戸両引き“2CO”ドアを標準形エレベーターで初めてラインアップした。また、ドアのサイズ拡大に伴い、窓付ドアも出入口幅1,500mmまで拡大し、エレベーターの解放感と防犯性を高めた(図6)。

## 4. むすび

今回の開発では、国内昇降機ビジネスの基幹機種であるAXIEZに対して新たに17~26人乗りの大容量ラインアップを追加し、省エネルギーアイテム、意匠展開、機器レイアウト、据付け工法を統一した小容量から大容量まで対応したシームレスな標準形エレベーターを実現した。NEX-CUBE機械室レスタイプに対しても仕様拡充を実施し、競争力強化を図った。今後も多様化、高度化していく社会、市場のニーズに合致した昇降機を世の中に提供できるよう、日々技術開発に取り組んでいく所存である。

## 参考文献

- 久保田猛彦, ほか: 三菱新オーダーメイドエレベーター“NEXCUBE(ネクスクューブ)”機械室レスタイプ, 三菱電機技報, 81, No.11, 727~730 (2007)

# 高速エレベーター用巻上機

小川康司\*

Traction Machines for High-speed Elevators

Koji Ogawa

## 要 旨

近年、建築技術の発達とともに、中国、中東などを中心に高層ビルの建設が急激に伸び、高速エレベーターの需要が増加している。巻上機では、機械室の省スペース化やレイアウト性の向上を目的とする小型軽量化の要求が大きい。この市場ニーズに対応するため、高速エレベーター用巻上機のラインアップを刷新した。高速エレベーター用巻上機のシリーズを開発した。

開発コンセプトは、小型軽量化、“ポキポキモータ”的適用拡大による生産性の向上、従来巻上機との互換性維持である。それらの実現のため、綱車小径化と三菱電機独自の“ポキポキモータ”適用を基本に3種の巻上機を開発した。開発した巻上機の特長は次のとおりである。

### (1) “PM025MR／PM040MR”巻上機

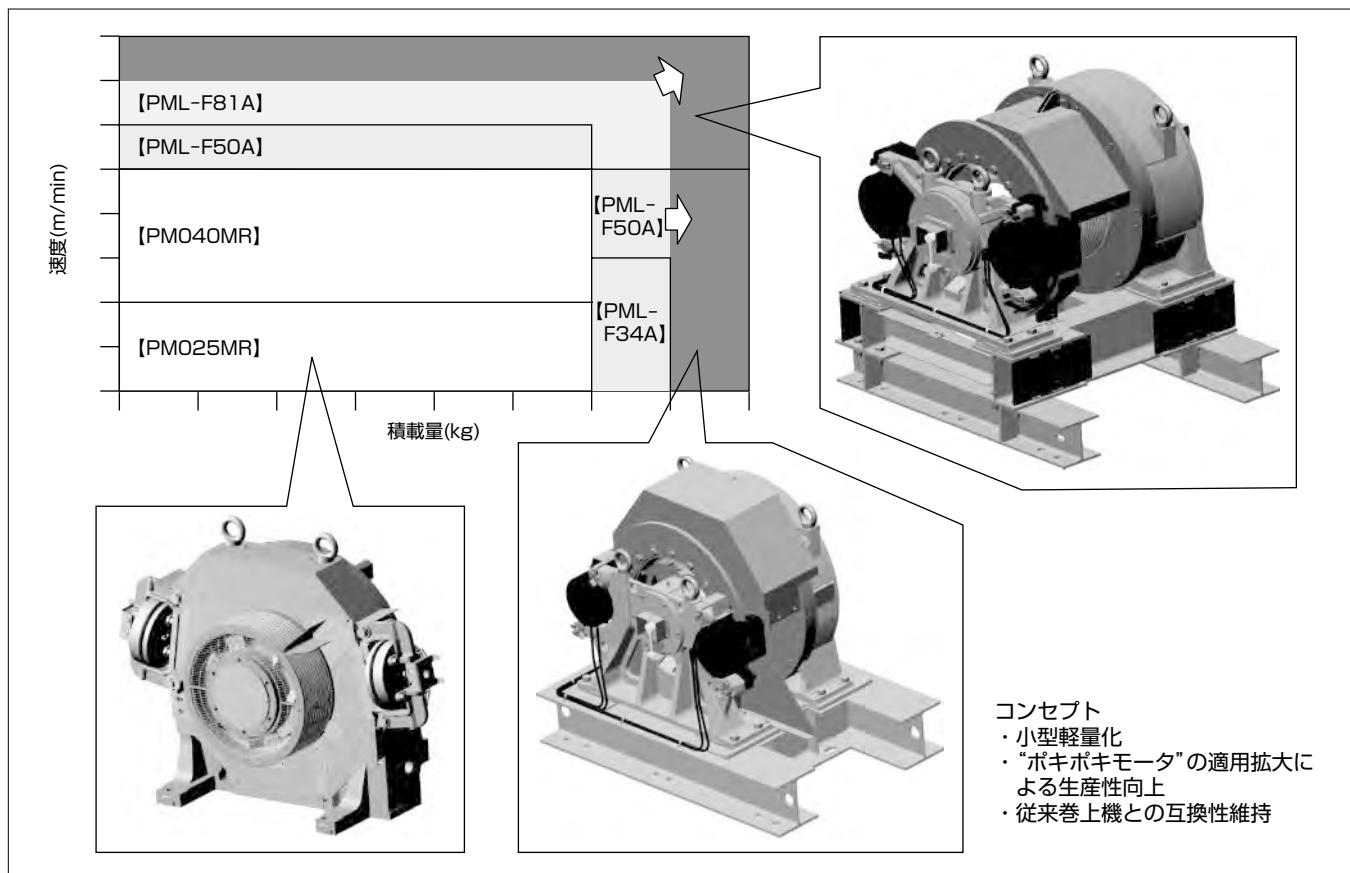
当社高速エレベーター用巻上機で初めて綱車片持ち支持構造を実現し、当社従来巻上機比19%の薄型化、22%の軽量化を達成した。

### (2) “PML-F34A／PML-F50A”巻上機

適用範囲を積載量2,000kgに拡張し、ポキポキモータの採用で当社従来巻上機比33%の薄型化と12%の軽量化を実現した。

### (3) “PML-F81A”巻上機

適用範囲を積載量2,000kg、速度420m/minに拡張し、ポキポキモータの採用で当社従来巻上機比26%の薄型化と11%の軽量化を実現した。



## 新規開発の巻上機

綱車の小径化及びポキポキモータの採用によって従来巻上機より大幅に小型軽量化を実現した新開発の巻上機である。

## 1. まえがき

近年、建築技術の発達とともに、中国、中東や新興国的主要都市を中心に高層ビルの建設が急激に伸びている。これに伴い、縦の交通機関として安心・安全で快適な高速エレベーターの需要が増加している。また、超高層ビルでは高さ方向を何層かのエリアに分割し、エレベーターを乗り継ぐロビー階を設ける方式を採用する場合が多く、ビルの中間階にエレベーター機械室を設置する機会が増加している。中間機械室は限られたビル床面積の有効利用の点から省スペース化の要求が大きく、その実現のためには巻上機の小型化が必須である。

当社は1996年から高速エレベーター用巻上機に永久磁石式同期モータを展開し、小型化、高効率化を図ってきた。同モータによるラインアップ展開後10年あまりが経過し、更なる小型化の要求に対応するため、この度巻上機のラインアップを刷新した。

本稿では、新たにシリーズ開発した高速エレベーター用巻上機について述べる。

## 2. 開発コンセプトと適用技術

### 2.1 開発コンセプト

高速エレベーター用巻上機新シリーズの開発コンセプトを次に述べる。

#### (1) 小型軽量化

巻上機設置面積の縮小による省スペース化、レイアウト性や据付け揚重性の向上を図る。

#### (2) “ポキポキモータ”<sup>(1)</sup>の適用拡大による生産性の向上

分布巻きモータから集中巻き“ポキポキモータ”に置き換えることで、製造工程の自動化比率を上げ、生産性向上を図る。

#### (3) 従来巻上機との互換性維持

リニューアルを考慮し、従来巻上機に対して、適用範囲は同等以上、設置スペースは同等以下、機械台は流用を可能な設計とする。

### 2.2 適用範囲

図1に新規開発した巻上機の適用範囲を示す。図には新巻上機に対応する従来巻上機も併せて記載した。図でハッチングをした積載量2,000kg及び速度420m/minの領域が、今回の開発で適用範囲を拡張した領域である。一方、積載量1,600kg以下、速度360m/min以下の範囲では従来巻上機と同じ適用区分とした。また、巻上機の懸垂荷重は新旧同等で開発しており、新巻上機は仕様対応力で従来巻上機以上としている。

### 2.3 綱車小径化

綱車を小径化するとエレベーターの駆動トルクや制動トルクが径に比例して減少するため、巻上機の小型化に非常

に有効な手段である。一方、ロープ寿命などが不利になる。

そこで、耐疲労性を向上させた新ロープを新たに開発し、この新ロープと組み合わせることを前提に、綱車径Dとロープ径dの比D/dを最小43までの小径化を実現した。

この開発によって、小径化を実現することで、モータの小型化と巻上機の適用範囲拡大を実現できた。

### 2.4 モータ

#### 2.4.1 “ポキポキモータ”的適用拡大

これまでモータ容量40kW(積載量1,600kg、速度240m/min)以下に適用していた当社独自の“ポキポキモータ”<sup>(2)</sup>のコア積層方向を約2倍に拡張することによって、81kW(積載量2,000kg、速度420m/min)まで適用を拡大した。従来の分布巻きモータとポキポキモータ(集中巻きモータ)のステータ外形の比較を図2に示す。トルク仕様はほぼ同等にも関わらず、モータ径の拡大とコイルエンド寸法の短縮によって厚み方向で約50%の大幅な薄形化を実現した。

同時に“ポキポキモータ”的採用によって、モータ製造工程の自動化による品質安定化と生産効率化を達成している。

#### 2.4.2 トルクリップル抑制

当社“ポキポキモータ”的ステータは複数個に分割された円弧状のブロックを一円状に組み合わせた構造としている。

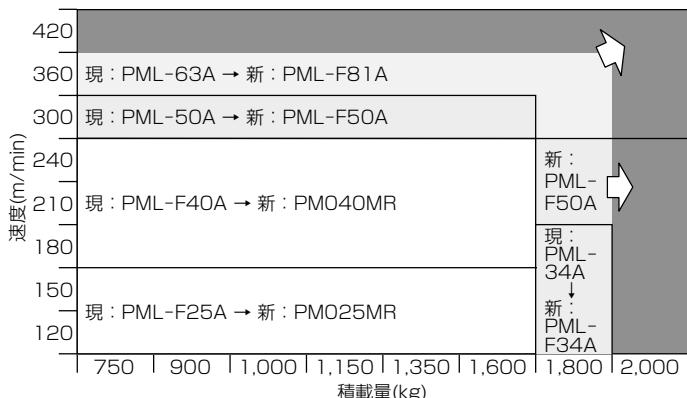


図1. 新巻上機の適用範囲

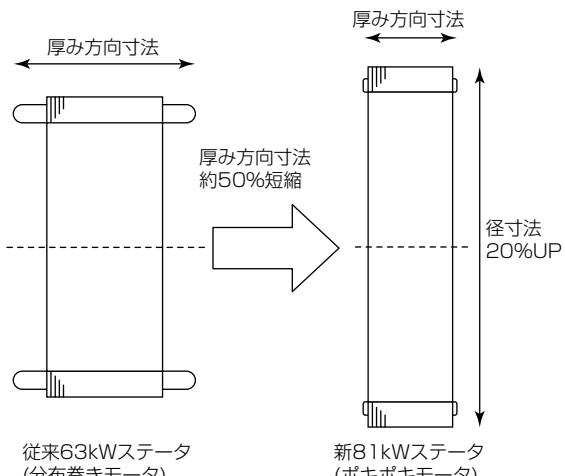


図2. 新旧モータのステータ外形の比較

従来の設計では、各ブロックのトルクリップル2f成分が同位相であったため、低トルクリップル設計としながらも若干のトルクリップルが発生していた。巻上機モータのトルクリップルは、エレベーターの乗り心地に影響するため、その大きさを管理する必要があった。

今回、巻線設計を見直すことによって、隣り合うブロックで発生するトルクリップル2f成分の位相をずらし、ステータ組立て状態で2f成分が打ち消し合うように変更した。これによって理論上トルクリップル2f成分がほぼゼロとなるため、管理不要なレベルまでトルクリップルの低減に成功した。

## 2.5 ブレーキ

エレベーターのかご静止及び非常時の制動に用いられるブレーキは、エレベーターの部品の中でも最も重要な部品の一つであり、高い信頼性が要求される。今回開発した巻上機は、従来同様にダブルブレーキ構成としている。国内の戸開走行保護装置(UCMP)を始め、欧州EN81、中国GB法規等各国の安全装置として認定を取得した高性能、高信頼度のブレーキを搭載する。

## 3. 新開発の巻上機

### 3.1 PM025MR/PM040MR巻上機

積載量1,600kg、速度240m/min以下のエレベーターに適用する“PML-F25A/PML-F40A”巻上機の後継機として開発した。図3に新巻上機の外観を示す。この巻上機の特徴は、当社高速エレベーター用巻上機として初めての綱車片持ち支持構造である。一般的に高いトラクションと大きな懸垂荷重が要求される高速エレベーター用巻上機では、薄形で綱車片持ち支持構造の採用は難しい。しかしながら、新ロープ適用による綱車小径化と当社がこれまで開発してきた薄形巻上機の技術を応用することによって、従来巻上機の懸垂荷重を維持しながら綱車片持ち支持構造を実現することができた。

従来巻上機との外形比較を図4に示す。綱車片持ち支持構造の採用によって19%の薄形化と22%の軽量化を実現した。

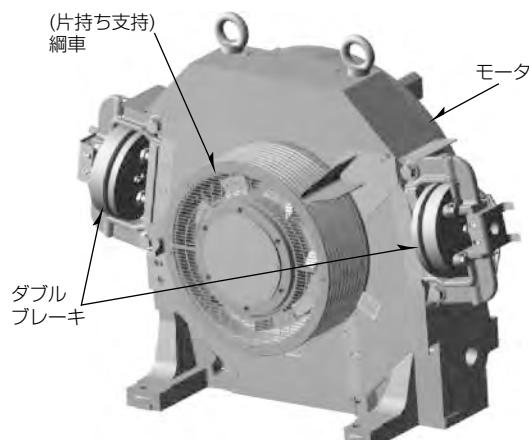


図3. PM025MR/PM040MR巻上機

### 3.2 PML-F34A/PML-F50A巻上機

積載量1,800kg、速度240m/min以下、及び積載量1,600kg、速度300m/min以下のエレベーターに適用する“PML-F34A/PML-F50A”巻上機の後継機として開発した。図5に新巻上機の外観を示す。この巻上機は、①最大積載量の拡張(速度240m/min以下で積載量2,000kg)、②従来巻上機の1クラス下(40kW)相当のサイズの実現、③一辺800mm(機械室扉の間口寸法)以下の実現、④“ボキボキモータ”の適用の4つに主眼をおいて開発し、綱車小径化などによって、それを達成している。

従来巻上機との外形比較を図6に示す。新巻上機は33%の薄形化と12%の軽量化を実現し、従来40kW相当のサイズを達成した。また、一部の部品を取り外すことによって一辺800mm以下が実現できるため、大半の機械室扉から搬入が可能で、リニューアル時などの搬入が容易になっている。

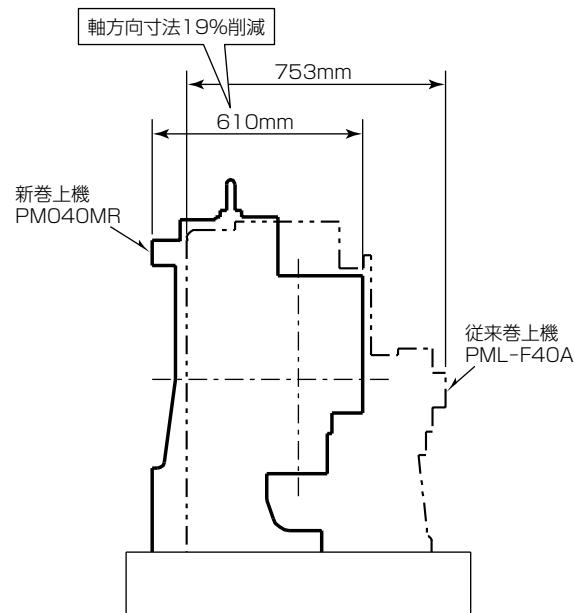


図4. 新旧巻上機の外形比較

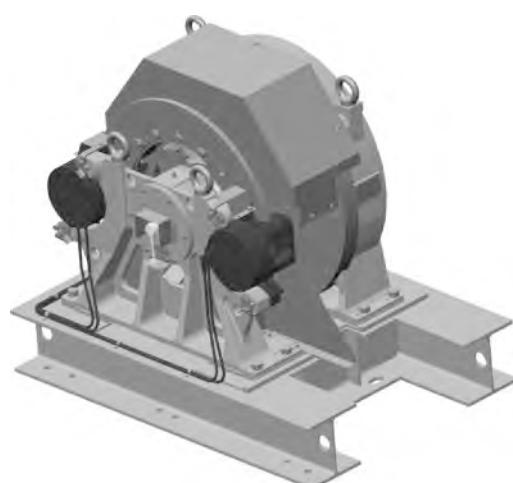


図5. PML-F34A/PML-F50A巻上機

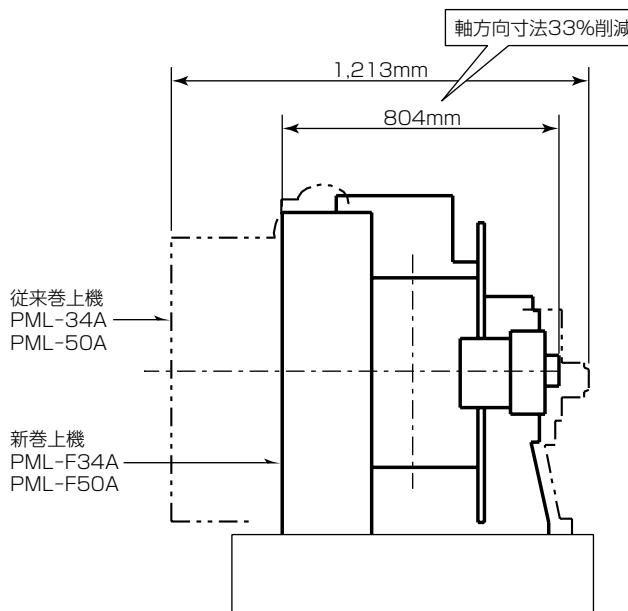


図6. 新旧巻上機の外形比較

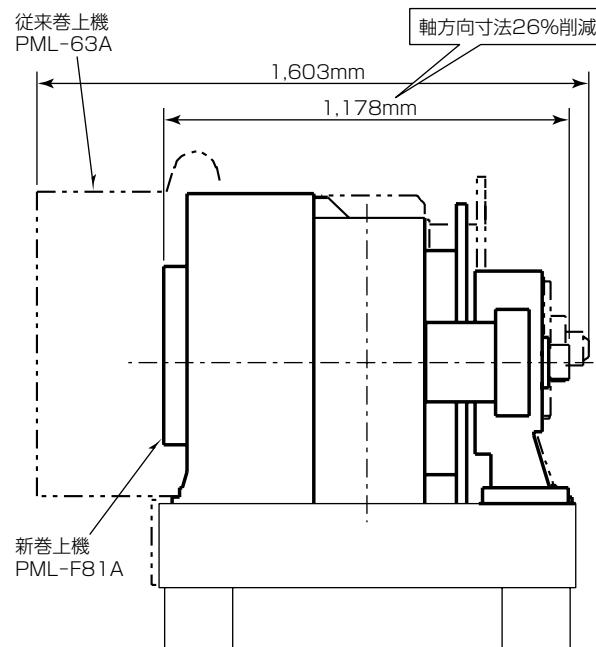


図8. 新旧巻上機の外形比較

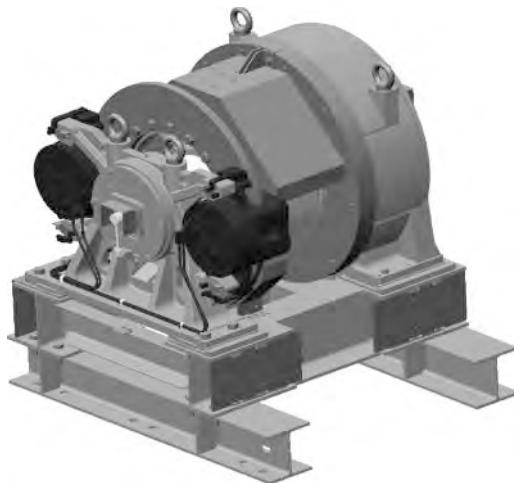


図7. PML-F81A巻上機

ほかに従来巻上機のモータは冷却ファンによる強制冷却方式を採用していた。通常、小型化は発熱が課題となるが、回転部にフィンを設置し、冷却を抜本的に見直すことによって冷却ファンレス(自冷式)を達成した。

### 3.3 PML-F81A巻上機

図7に新巻上機の外観を示す。この巻上機は“PML-63A”巻上機の後継機として開発、積載量2,000kg、速度420m/min以下のエレベーターに適用する。PML-63A巻上機の適用(積載量1,800kg以下、速度360m/min以下)に対し、積載量・速度ともに適用拡大を図った。

他の巻上機と同様に、綱車の小径化及び分布巻きモータからポキボキモータへ変更を行っている。81kWのポキボキモータ製作に当たっては、ステータコアの円筒形状の矯正など製造設備の改良によって、従来の約2倍のコア厚に對して生産を可能にした。

従来巻上機との外形比較を図8に示す。新巻上機は従来巻上機から26%の薄形化と11%の軽量化を実現した。

## 4. むすび

今回シリーズ開発した高速エレベーター用巻上機は、綱車の小径化とポキボキモータの採用等によって大幅な小型軽量化を実現した。小型軽量化は単に設置面積の縮小にとどまらず、使用材料削減による省資源への貢献、及びリニューアル時の搬出、搬入や部品交換の容易性につながっている。今後は、これら巻上機を更に改良、発展させ、安心・安全で快適なエレベーターの提供に努めていく所存である。

## 参考文献

- (1) 井上健二, ほか: 三菱新機械室レスエレベーター用薄形巻上機, 三菱電機技報, 75, No.12, 772~776 (2001)
- (2) 船井 潔, ほか: 高速エレベーター用薄形巻上機, 三菱電機技報, 77, No.10, 635~638 (2003)

# エスカレーターの省エネルギー・安全技術

砂田哲也\*

Energy Saving and Safety Technologies for Escalators

Tetsuya Sunada

## 要 旨

近年注目度の高い省エネルギー性、安全性の2つの要求性能を向上させるためにインバータを用いたエスカレーター用の電気システムを新たに開発した。

この新システム向けに省エネルギー技術、安全技術を開発した。

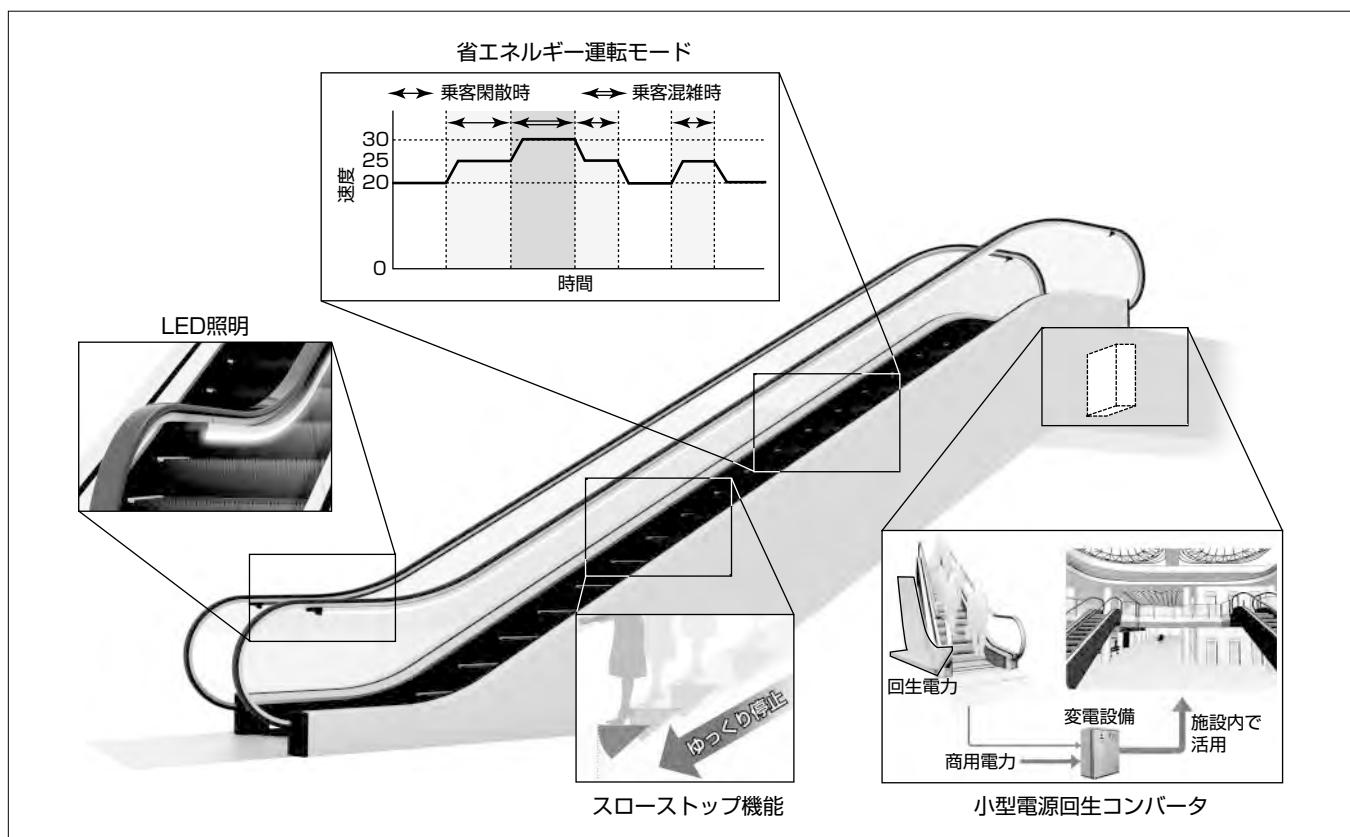
インバータを標準で適用するにあたり、コンバータとインバータの制御方式を見直した。コンバータ制御では、回生電力を有効活用できる電源回生機能を維持しつつ盤外形を小型化できる簡易回生方式を開発した。インバータ制御では、軽負荷時にモータ効率を向上させる省エネルギー機能を持つ最適励磁制御を開発した。

そのインバータを用いて、エスカレーターの運転速度を、

乗客の利用状況(不在／閑散／混雑)に応じて切り替える省エネルギー運転モードを開発し、あわせて運転時間の最適化を行うことで従来よりも省エネルギー性を向上させた。これは、従来の低速待機や停止待機自動運転と組み合わせて使うことも可能である。

また、照明機器も省エネルギー性を考慮し、全ての蛍光灯をLEDに変更した。

安全性の向上として、安全装置動作時の停止に伴う乗客の転倒を防止するために、安全装置の不要動作を防止する機能と、安全装置の動作時に一定の減速度で緩やかに停止するスローストップ機能を開発した。



## エスカレーターの省エネルギー・安全技術

省エネルギー技術として、小型電源回生コンバータ、最適励磁制御インバータ、乗客の利用状況に応じて速度を切り替える省エネルギー運転モードの開発と、蛍光灯からLEDへの照明機器の変更を行った。安全技術として、安全装置の不要動作防止機能と、安全装置動作時に緩やかに停止するスローストップ機能を開発した。

## 1. まえがき

近年、身の回りの一般製品と同様に、エスカレーターを含めた昇降機に対しても、よりいっそうの省エネルギー性や安全性の向上が求められている。

本稿では新たに開発した電気システムに使用する、主にインバータを使った省エネルギー性・安全性向上の技術に関して述べる。

## 2. インバータシステムの見直し

エスカレーターを運転するためのモータを駆動する方式は、商用電源に直結して一定の速度で回転させる商用電源駆動方式と、電力変換装置を介して任意の速度で回転させるインバータ駆動方式の2つに大別される。従来のエスカレーターは一般的に一定の速度で運転する場合が多く、光電ポストを用いて乗客がいない場合に停止する停止待機自動運転の場合も速度制御が不要なので、インバータ駆動を必要とする機会は少なかった。

しかし、従来よりも省エネルギー性と安全性を向上させるためにはインバータ駆動が必要不可欠であるため、新システムではインバータ駆動を標準的に適用することとした。

インバータ駆動を行うための制御装置の構成には何種類があるが、従来の機能の優れた点は残したままで省エネルギー性を向上させ、さらに機械室への実装性を向上させるために盤外形の小型化に取り組んだ。

### 2.1 コンバータ制御方式の変更

電源とモータの間の電力のやり取りには、電源からモータに電力を供給して仕事をする力行と、逆にモータが外部から仕事を受けて発電する回生の2つの状態がある。コンバータはインバータがモータを制御できるように直流電圧を作るものであるが、回生時にモータで発生した回生電力を電源側に返すことができる電源回生機能を備えたものとそうでないものがある(図1)。

電源に返された回生電力はほかの機器で再利用できるが、一般的のインバータの場合は電源回生ができず、回生電力は直流回路に設けた回生抵抗で熱消費されるものが多い。電源回生できるものが少ない一つの理由は、回生が限られた用途の製品でしか発生しないからである。しかし、エスカレーターの場合には下り運転で乗客がある程度乗り込んだ場合には連続して回生が発生するため、電源回生できることで建物全体として省エネルギーとなる。

三菱電機の従来システムに用いていた電源回生が可能な制御装置の外形は大きく、上部機械室に設置スペースがない場合には、回生抵抗方式を採用していた。回生抵抗方式には、回生抵抗を制御装置が実装された上部機械室とは別に下部機械室に置くなど実装性に自由度があったからである。

新システムでは電源回生機能を維持しつつ、機械室への

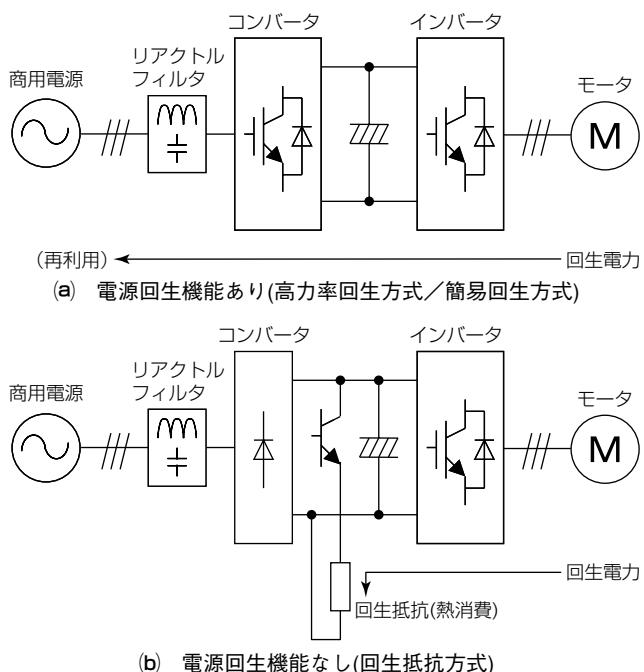


図1. インバータシステム

実装性を向上させるために、制御方式を従来の高力率回生方式から簡易回生方式に変更した。簡易回生方式は高力率回生方式と同様にコンバータにダイオードモジュールではなくトランジスタモジュールを用いるが、高力率回生方式が力行／回生の状態によらず常に約10kHzのスイッチングを行うのに対して、力行時はスイッチングを行わずダイオードコンバータとして動作し、回生時にのみ電源位相に合わせて適度にスイッチングを行うものである。スイッチング回数の削減によってリアクトルの小型化やフィルタの簡略化、また発熱量を抑える効果が得られるため、電源回生は可能なままで盤外形を小さくすることができる。

### 2.2 インバータ制御方式の変更

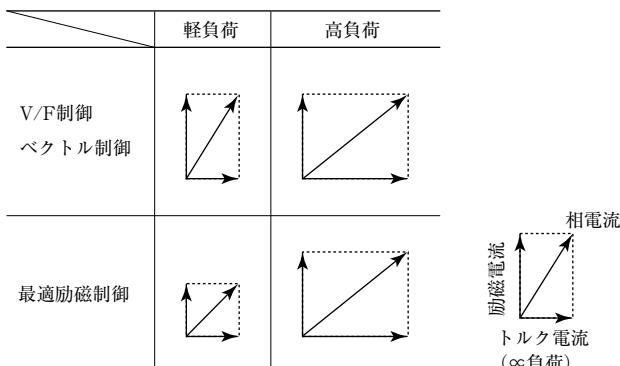
インバータはコンバータで生成した直流電圧を基にモータを制御するもので、当社の従来システムではV/F制御やベクトル制御を用いていたが、新システムでは省エネルギー性を追求するために最適励磁制御を開発した。

最適励磁制御の制御性能はV/F制御と同程度で、ベクトル制御のような優れた制御性能は持っていない。しかし、V/F制御やベクトル制御では負荷によらず一定で供給される励磁電流成分を、負荷が軽い場合には必要最低限に抑えることでモータの効率を高めるという従来の制御にはない機能を持っている(表1)。

エスカレーターは運転中に常に定格の負荷がかかる機器ではなく、乗客の利用がない、又は少ない時間帯が多く存在するため、そのような負荷が軽い状況で最適励磁制御は効果を発揮する。

また最適励磁制御は制御系として必要な帰還値は電流のみであり、ベクトル制御のように速度検出が不要なため、その分の回路が省略でき盤の小型化にも寄与している。

表1. 最適励磁制御の概念



### 3. 運転速度・時間の最適化

エスカレーターで消費される最も大きな電力はモータを駆動するための動力であるが、2章で述べた機器構成の変更に伴う効果はモータが同じ仕事をした場合のモータの効率や、回生電力の再利用を考慮したものであり、省エネルギー性を向上させるためにはモータが行う仕事自体を削減することが、より効果的である。

モータが行う仕事は、乗客を運ぶために必要な分と、エスカレーターの運転に伴い発生する機械ロスの2種類からなる。乗客を運ぶための仕事は、運転速度を遅くしても運ぶ時間が長くなり必要量は変わりないが、機械ロスは運転速度に比例するため、速度×時間のグラフを作成した場合にできる面積をできるだけ小さくすることが省エネルギーとなる。新システムではこの面積を小さくするために、乗客を運ぶ運転速度と運転時間の最適化を図った。

#### 3.1 運転速度の最適化

従来の自動運転は乗客がいる場合には一定の速度で運転し、乗客がいない場合には低速で運転、又は停止するものであった。しかし、いったん乗客を検出したら通常速度での運転をある程度の時間継続するため、乗客の利用がまばらな場合にはなかなか待機運転にならず、自動運転の効果が得られ難いという側面があった。

しかし、消費電力を抑えるために単純に速度を落とした場合、エスカレーターとしての輸送力を下げることになり乗場の滞留を招く可能性がある。そこで、乗客が多い場合は通常の速度で運転し、少ない場合には通常よりも若干遅い速度で運転する方式を採用した。

乗客の混雑を検出する手段として、モータの電流を用いて既に乗り込んでいる乗客を検出する方法と、乗り口に設置した乗客センサを用いてこれから乗り込もうとしている乗客を検出する方法の2種類が候補にあがったが、新システムでは混雑検出の反応が早い乗客センサを用いる方法を採用した。乗客センサを用いての混雑検出の判定は、ある一定時間内の乗客の検出割合を常に監視することで行うが、その時間設定は試乗試験の結果を踏まえ決定した。

省エネルギー運転モード

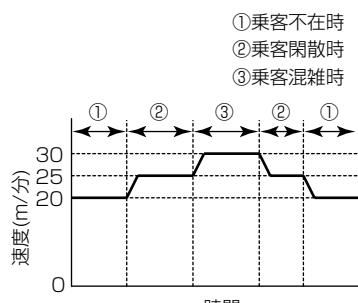
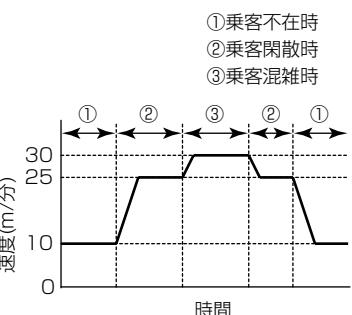


図2. 省エネルギー運転モード

低速待機自動運転



停止待機自動運転

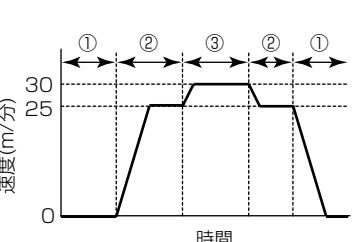


図3. 低速待機と停止待機自動運転

新システムでは近距離の乗客センサを設置して、先に述べた混雑の度合いに応じた運転速度の切替えと、乗客がない場合に中程度の速度で待機運転を行う省エネルギー運転モードを開発した(図2)。

乗客がステップに乗り込むときの速度をある程度以上確保するために中距離の乗客センサや光電ポストを設置することで、待機時の速度を更に遅くする、又は停止する従来の自動運転と組み合わせることも可能である(図3)。

#### 3.2 運転時間の最適化

自動運転の待機状態で乗客を検出した場合や、混雑を検出した場合に通常の速度を維持する時間(以下“運転時間”という。)は、乗客がステップに乗ってから降りるまでの移動時間に余裕時間を加えたものになる。

従来の運転時間は、センサの方式によらずエスカレーターの階高(高さ)に応じて段階的に設定していた。

新システムでは運転時間を短くするために、ステップに乗っている時間をステップ数に応じてソフトウェアで計算させることで階高に対して最適な時間設定が可能となり、またセンサ方式ごとに必要な余裕時間を割り当てることで運転時間を必要最小限となるように最適化した(図4)。

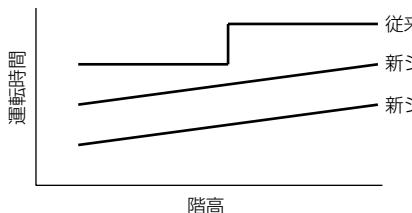


図4. 運転時間の最適化

表2. 省エネルギー効果

		省エネルギー効果
動力分	省エネルギー運転モード	25%
	低速待機自動運転	35%
	停止待機自動運転	40%
照明分		35%

算出条件  
階高: 5m, 利用者数: 100人/時, 待機時間: 約30分  
照明: 欄干照明, ステップ下照明, コムライト

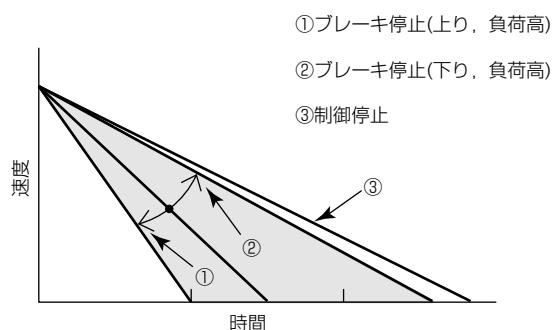


図5. 停止形態による減速度

程度の安全スイッチの動作時間を必ず伴うのに対し不要動作では動作時間が短いという傾向が確認された。

従来, 安全装置が動作したときにエスカレーターを止める安全回路はハードウェア主体で構成されているため, 機器構成によって動作時間が短くても作動する場合があった。そこで不要動作に対する耐力を向上させるために, 安全回路の構成をソフトウェアを主体とした構成に見直すことで動作時間を一定以上確保し, 本来検出すべき事象が発生したときのみエスカレーターを停止させるようにした。

#### 4.2 減速度の変更

従来の安全装置による停止動作は機械式ブレーキによるものが一般的であり, エスカレーターの運転方向と乗客数によって減速度は異なり, 下り運転で乗客が多い場合に停止距離が規格の範囲内に収まるように設計されているため, 乗客が少ない場合や上り運転の場合には減速度が大きくなる傾向にあった。

新システムでは, 安全装置による停止動作を運転方向や乗客数によらず緩やかに一定の減速度で停止させるために, インバータによる制御停止方式に変更した(スローストップ機能)。制御停止機能の実装にあたり, 制御機器が動作不良で減速されない場合にブレーキ停止させる監視機能を設け, 万が一監視機能が働く事態になっても制動距離が規格の範囲内に収まる設計とした。減速度に関しては体感によるところが大きいため, 様々な条件で試乗を繰り返す体感評価を行った。その結果, 満足できるものが得られるまで制御と監視装置の変更を行い, 最終的には現行の機械式ブレーキによる最も減速度の小さい停止動作相当まで緩やかにした(図5)。

#### 5. むすび

従来よりも省エネルギー性と安全性を向上させるために開発した電気システムについて述べた。今後は, 開発したシステムをエスカレーターに搭載する製品化を進めると同時に, 市場の要求に応えられるように, 更なる機能向上を目指していく。

### 3.3 照明のLED化

動力の次に大きな電力を消費する照明機器も省エネルギー性を考慮し, 蛍光灯からLEDに変更した。LEDに変更することで消費電力が抑えられるだけでなく, 器具端末の発光しない部分を小さくできるため, 欄干照明などの連続した照明の場合にシームレスに照らすことが可能であり, 意匠性の向上にも寄与している。

### 3.4 省エネルギー効果

新システムを従来の標準仕様(連続運転)と比較した省エネルギー効果について, 代表的なモデルケースで試算した結果を表2に示す。

### 4. 安全性への取組み

エスカレーターには一般的な機械と同様に安全装置が備えられており, 安全装置が動作した場合にはエスカレーターは停止する。安全装置には機器の故障検出や機器保護のためのものと, 乗客を保護するためのものがある。

乗客を保護するための安全装置に関しては, エスカレーター上で乗客と接触する可能性のある位置に設置されるため, 荷物の接触等で不必要に動作する場合がある。また, 乗客が手摺(てすり)をつかんでいない場合には, 安全装置の動作に伴い乗客が転倒する二次災害の危険性がある。

新システムでは, 安全装置が動作した場合の停止に伴う乗客の転倒を防ぐために, 安全回路と減速度の見直しを行った。

#### 4.1 安全回路の変更

乗客の保護を目的とした安全装置が, 本来の意図した事象(例えば乗客のステップへの挟まれ)によって動作した場合と, 不必要な動作事例として発生確率の高い荷物の接触によって動作した場合を比較すると, 本来の動作ではある

# エレベーターの独立型戸開走行保護装置

福田正博\*  
中山郷平\*  
鳥谷昭之\*

Independent Unintended Car Movement Protection for Elevators

Masahiro Fukuta, Kyohei Yamanaka, Akiyuki Toritani

## 要 旨

2009年9月に建築基準法施行令が改正され、エレベーターへの“戸開走行保護装置(Independent Unintended Car Movement Protection: UCMP)”の設置が義務付けられた。三菱電機では1999年以降に販売したUCMPを設置していないPM(Permanent Magnet)ギアレス巻上機を持つ機械室レスエレベーターに対しては、制御盤などを改造することで安価で短工期なUCMP機能を追加できる機器を提供している。また、設置後20年を経過したエレベーターに対してはリニューアル用エレベーターを提供し、UCMPの設置を推進している。今般、1990年代に販売したシングルブレーキしか持たない“はすば歯車式巻上機”を持つエレベーターに対する独立型戸開走行保護装置を開発した。

この装置は次の3つの機器で構成している。

### (1) 待機型ブレーキ

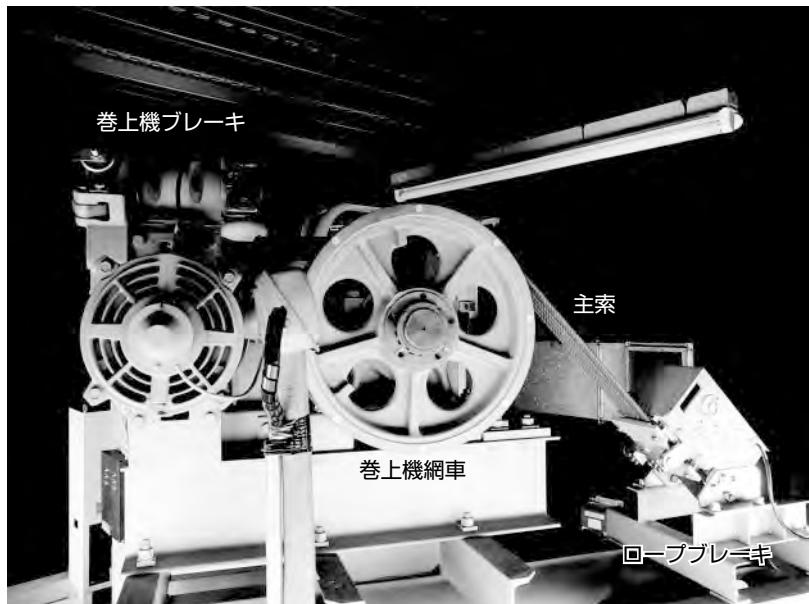
シングルブレーキである既設のはすば歯車式巻上機を使用したエレベーターでの制動装置の二重化に対応するためのUCMP向け専用ロープブレーキ。

### (2) 特定距離感知装置

絶対位置ではなく戸開位置からの移動距離を、調速機に取り付けたエンコーダーの信号によって相対位置を演算することで戸開走行を検出する装置。

### (3) 独立型UCMP制御盤

対象機種であれば既設の制御方式及び巻上機の種類にかかわらず対応が可能な制御盤。



## エレベーターの独立型戸開走行保護装置

既設のはすば歯車式巻上機と独立型戸開走行保護装置によって追加設置するロープブレーキ及びUCMP制御盤を示す。

## 1. まえがき

2009年9月建築基準法の改正によって新規出荷するエレベーターへの戸開走行保護装置の設置が義務付けられた。戸開走行保護装置の主な構成要素として①一方のブレーキが故障してもかごを保持できる制動装置の二重化、②かごが乗場床面から上下に特定の距離を超えて移動したことを感知する特定距離感知装置、③戸開走行を感知したとき、通常の運転制御から独立して自動的に動力を遮断し、かごを制止する安全制御プログラム、④かごの戸・乗場の戸が開いていることを感知するかご戸スイッチ・乗場戸スイッチを設置する必要がある。また、2009年9月以前に設置されたエレベーターに対しても戸開走行保護装置の設置が求められており、当社でも順次対応できる製品展開を進めているところである。表1に当社の対応状況について示す。1999年以降出荷されたエレベーターは元々卷上機がダブルブレーキであるので、制御盤を改造する簡易な工事でUCMP対応できるメニューを提供している。またリニューアル対象となるエレベーターは一般的には設置から20年以上を経たエレベーターであり、1990年頃までに設置されたロープ式エレベーターに対してはElemotion+、油圧式エレベーターに対してはEleFine<sup>(1)</sup>を発売し、エレベーターの主要機器を最新のエレベーターと同等の機器に更新するとともにUCMP対応を行っている。しかし1990年代に販売していた“はすば歯車式卷上機”を使用したエレベーターについては、リニューアル対象となる程年数を経ておらず、UCMP対応とするためにリニューアルするというのも費用の面で受け入れられにくいこと、また、卷上機及び制御機器が生産中止になっていることから、卷上機のダブルブレーキ化及び制御盤の改造が困難な状況であり、UCMPの設置が進まないという状況があった。今回、生産中止のエレベーターに対してのUCMP対応装置として、待機型ブレーキとしてのロープブレーキ、特定距離感知装置及び、既設制御盤とは独立したUCMP機能を持つ制御盤を既設エレベーターに追加することで、UCMP対応した独立型戸開走行保護装置を開発した。

## 2. 独立型戸開走行保護装置

### 2.1 開発の背景

現在の社会情勢から全ての既設エレベーターへ迅速にUCMPを設置することが求められている。しかし、

表1. 当社エレベーターのUCMP対応状況

年	～1990頃	1990～1999	1999～2009	2009～
卷上機型式	ウォーム卷上機	はすば歯車式卷上機	PMギアレス卷上機	
ブレーキ方式	シングルブレーキ		ダブルブレーキ	
出荷時UCMP対応		非対応		対応
UCMP対応方法	リニューアル	今回の開発装置	制御盤改造など	—

UCMPの大臣認定はブレーキの型式及び安全制御プログラムの組合せごとに取得する必要があり、多くの方式で構成された既出荷エレベーター全てに大臣認定を取得することは、対応が困難な状況であった。また、リニューアル対象とならない比較的新しいエレベーターでは安価で短工期なUCMP改造工事が求められている。

### 2.2 独立型戸開走行保護装置の構成

独立型戸開走行保護装置を適用したエレベーターの構成を図1に示す。この図に示すように既設のエレベーターに

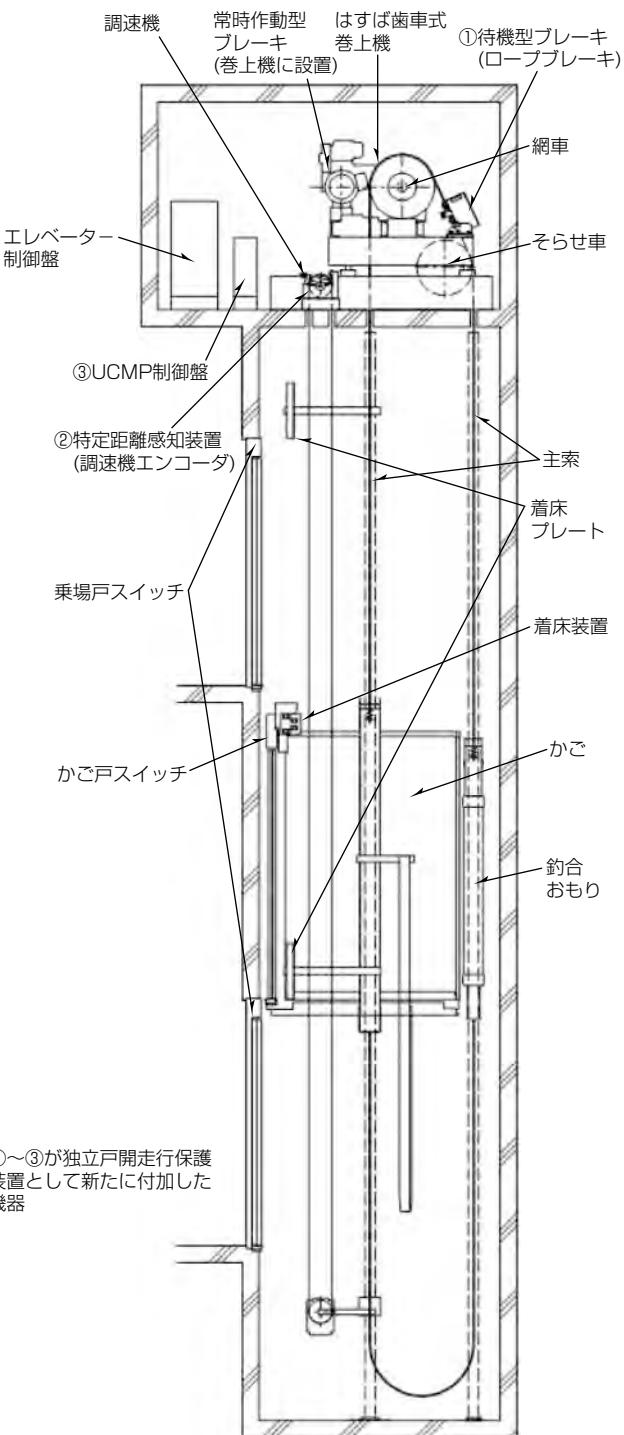


図1. 独立型戸開走行保護装置を適用したエレベーターの全体構成

は、エレベーターかごを駆動するための巻上機及びモータと巻上機に設置されたかごを静止保持するための常時作動型ブレーキ、かご床と乗場床の絶対位置を検出し、かごの停止位置を決める着床装置及び着床プレート、通常の運転制御と機器の故障及びエレベーターの危険動作を感知した時にエレベーターを停止する通常制御プログラムを搭載したエレベーター制御盤、かごの戸・乗場の戸が開いていることを感知するかご戸スイッチ・乗場戸スイッチを備える。

新たに付加される独立型戸開走行保護装置は巻上機に設置されたブレーキが故障してもかごを保持できる待機型ブレーキとしてのロープブレーキ(図1の①)、調速機に取り付けられたエンコーダの信号を安全制御プログラムに取り込むことで基準位置からのかごの移動量を相対距離として検出する特定距離感知装置(図1の②)、戸開走行を感知したとき、又は機器の故障を検知したときにモータ電源を遮断し、ロープブレーキによる制動を行うことでかごを制止する安全制御プログラムを持つUCMP制御盤(図1の③)を備える。

### 2.2.1 待機型ブレーキ

戸開走行保護装置には制動装置の二重化が要求される。当社では新規出荷するエレベーターでは巻上機のブレーキをダブルブレーキとすることで対応している。このブレーキはエレベーターの運転に合わせて毎回開閉を繰り返しているので、常時作動型ブレーキと呼んでいる。今回開発の戸開走行保護装置では対象とする既設の巻上機がシングルブレーキであるため、図1に示すように、巻上機の綱車とそらせ車の間にロープブレーキを設置することで制動装置の二重化を実現している。このロープブレーキは戸開走行を検知した時、ロープを直接つかむことによって制動し、エレベーターの通常走行時は解放を続けるので待機型ブレーキと呼んでいる。

このロープブレーキは既設の巻上機のブレーキ方式に関係なく設置できるため、適用機種の範囲が広いという特長を持つ。

### 2.2.2 特定距離感知装置

一般的に特定距離感知装置は昇降路に設置することで、エレベーターかごと乗場の床面の距離を絶対値として測定し、戸開時に規定距離以上かごが動いたことを検知する装置である。

既設エレベーターに戸開走行保護装置の設置工事をする場合、工事による停止期間を短くすることが求められる。従来の特定距離感知装置では、①絶対位置の調整が必要なため、設置調整に時間がかかること、②停止数が多いエレベーターでは設置個数が多くなるため設置時間が長くなること等の懸念事項があげられる。これらの解決のため、この独立型戸開走行保護装置では調速機にデュアルタイプのエンコーダを取り付けた構造を採用した。エンコーダの信号をUCMP制御盤の安全制御プログラムに取り込むことで、エレベーターの戸開時の移動距離を計算している。か



図2. エンコーダ付きの調速機

が戸開した位置を基準位置とし、移動距離を相対距離として演算することで、絶対値として検知する通常の特定距離感知装置と同等の機能を実現した。図2にエンコーダ付きの調速機を示す。標準の調速機にエンコーダを追加しただけの、簡便な構造であり、既設のどの機種のエレベーターにも対応可能となっている。

### 2.2.3 UCMP制御盤

UCMP制御盤はエレベーターの運転管理と独立した構成となっており、エレベーターの戸開走行などの危険な走行を未然に防止する。この制御盤に搭載されている安全制御プログラムは次の(1)と(2)の機能を持ち、エレベーターの安全運行を監視している。

#### (1) 戸開走行監視機能

図3に戸開走行監視機能の状態遷移図を示す。

最初に通常走行時の状態について述べる。①はエレベーターが走行中又は戸閉停止中の状態を示す。戸開すると②の状態に遷移し、戸開走行の監視を開始する。

②の状態時にかごがUCMP基準距離を超過して移動したとき又はかごの速度がUCMP基準速度を超過したときは③の状態に遷移し、戸開走行を検知する。このときロープブレーキ駆動リレー、モータ遮断用リレー及び巻上機ブレーキ遮断用リレーを遮断することで、ロープブレーキを作動させ、モータ及び巻上機ブレーキを遮断し、エレベーターの運転を停止する。

次にエレベーターがランディングオープンによって停止するときの状態について述べる。走行中、ランディングオープンを開始したときに④の状態に遷移し、戸開走行の監視を開始する。④の状態でエレベーターが正常に停止すれば②の状態に遷移し、前述と同様停止時の戸開走行を監視する。④の状態でランディングオープン基準距離を超過して移動したとき又はランディングオープン基準速度を超過したときは③の状態に遷移し、エレベーターの運転を停止する。

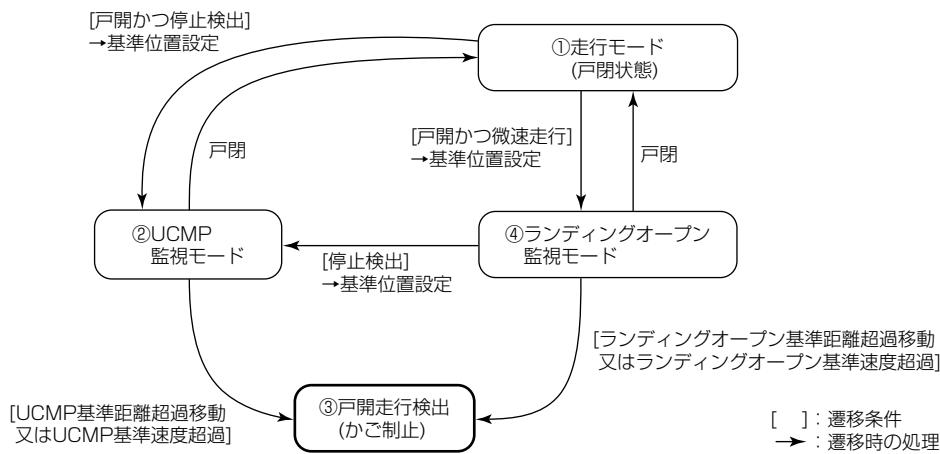


図3. 戸開走行監視機能の状態遷移図

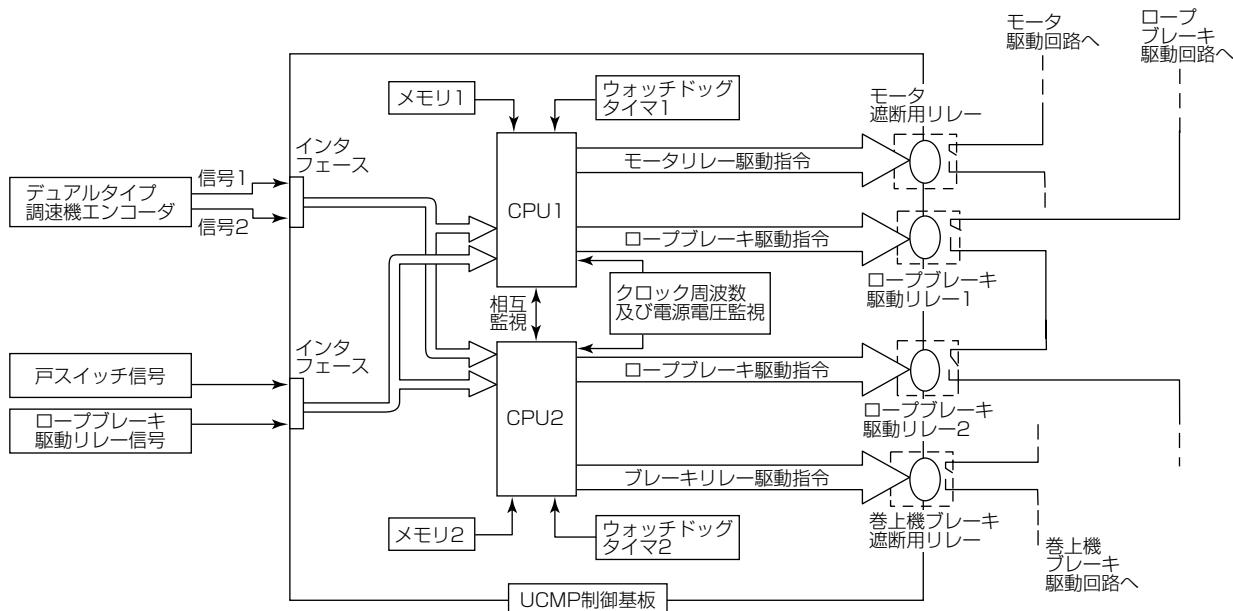


図4. UCMP制御基板の構成

## (2) 機器の故障監視及び自己診断機能

図4にUCMP制御基板の構成を示す。UCMP制御基板回路は、電子安全装置に関する国際規格：IEC(International Electrotechnical Commission)61508に準拠するよう設計しており、主要なものとして以下の自己診断を実施している。

- ① 2つのCPU(Central Processing Unit)による計算結果の相互監視
  - ② 各CPUについて、ウォッチドッグタイマによる暴走監視、及びクロック周波数監視
  - ③ 基板への供給電源の電圧監視
  - ④ 2つのエンコーダ信号を相互確認することによるセンサの故障監視
  - ⑤ 各リレーの故障監視
- これらの故障が起きたときはロープブレーキを作動させることでエレベーターの運転を停止し、安全を確保している。

## 3. むすび

今回開発した独立型戸開走行保護装置によって、UCMPの設置が困難であった1990年代に販売した既設のエレベーターに対してもUCMPの設置が容易となり、古いエレベーターに対してもより安全・安心を提供することを実現した。今後、この装置をベースとした独立型戸開走行保護装置の拡充開発を進め、既設エレベーターへの戸開走行保護装置の設置を推進していく所存である。

## 参考文献

- (1) 兵藤英一, ほか:油圧エレベーターモダニゼーション“EleFine”, 三菱電機技報, 86, No.8, 457~460 (2012)

# 昇降機の国内納入事例

鈴木恭之\*

Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Domestic Market

Yasuyuki Suzuki

## 要 旨

最近，“東京スカイツリータウン”や“グランフロント大阪”など、各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。近年における昇降機は縦の移動手段としてだけではなく、建築と一体となったコンセプトに基づき、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・新宿に竣工した“新宿イーストサイドスクエア”では、かご室をガラスを基調とした開放的なイメージで統一した商業エリア用エレベーターとカラーステンレスと間接光の組合せによって落ち着いた雰囲気とした事務所用エレベーターを設置している。東京・押上に竣工した“東京

スカイツリータウン”では、イーストヤードのオフィス用40人乗りのシャトルエレベーターに曲線美を生かした自立式の乗場ボタンを設置している。大阪・梅田に竣工した“グランフロント大阪”では、南館オフィス用シャトルエレベーターの正面壁に調光ガラスを採用している。名古屋に竣工した“名古屋東京海上日動ビル”では、一階乗り場は白を基調としたホワイトフェースアクリルの幕板で建築のガラス光壁とすっきりと統一している。神奈川・みなとみらいに竣工した“MARK IS みなとみらい”では、エレベーターのかご室を暖かみのある色温度の照明と磁器タイルを敷き詰めた床でやさしい意匠を演出している。



新宿イーストサイドスクエア



東京スカイツリータウン



グランフロント大阪



名古屋東京海上日動ビル



MARK IS みなとみらい

## 最近竣工した代表的な昇降機納入事例

最近竣工した代表的な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、建築物のトレンドに合わせたデザイン性や安全性、セキュリティを中心とした機能性が求められている。

## 1. まえがき

最近，“東京スカイツリータウン”や“グランフロント大阪”など、各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。最近のエレベーターにおけるデザインの傾向は、建築のトレンドに調和した開放的なガラスを多用したものや、天然木や石などの天然素材を用いたもの、ステンレスバイプレーションを用いたシンプルなものが多い。

本稿では最近のモニュメンタルビルと三菱電機がそれらのビルに納入した昇降機設備の主な特長について述べる。

## 2. 新宿イーストサイドスクエア

新宿イーストサイドスクエアは、地下鉄東新宿駅に直結するエリア約3.7haを再開発したプロジェクトで、2012年9月にグランドオープンした。オフィスフロアの基準階面積は都内最大級の約5,900m<sup>2</sup>である。不規則な凹凸を施したガラスとプレキャストコンクリート板による外装は周辺への圧迫感や反射を軽減している。昇降機設備は、エレベーター42台、エスカレーター8台全てを当社が納入している。

### 2.1 デザイン

事務所用エレベーターは乗り場出入口、かご天井高さ、基準階のエレベーターホール天井高さを2,700mmに統一して乗降時に開放感を与えており。1階メインエントランスでは、乗場ボタンとホールランタンを大形の横形とし(図1)，視認性を向上させている。かご室はカラーステンレスの壁と間接光の天井の組合せで落ち着いた雰囲気を演出している。

商業エリアの展望用エレベーターは床とドア以外のほとんどがガラスで構成されており、建物の開放的なイメージに統一されている。また半屋外に設置されている地上から地下鉄直結のエレベーター(図2)は、出入口が貫通二方向でかごの戸に大形の窓が設けられているため、地上への上昇時に地上からの光が降り注ぎ、天空へ昇るような感覚を味わうことができる。

### 2.2 エスカレーター

商業エリアに設置したエスカレーター(図3)は造形モルタルによる白い柔らかな曲面で構成されている天井と柱の傍を黒色で矩形(くけい)の外装を纏(まと)ったエスカレーターが直線に貫き、心地よいコントラストを演出している。



図1. 1階メインエントランス



図2. 地上から地下鉄直結のエレベーター



図3. エスカレーター

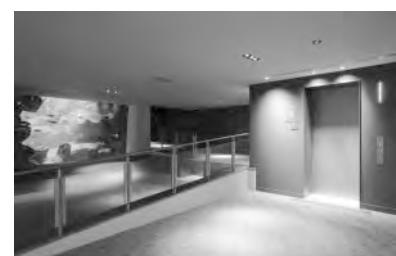


図4. シャトルエレベーター乗り場

## 3. 東京スカイツリータウン

東京スカイツリータウンは2012年5月にグランドオープンした。東京スカイツリーを擁するタワーヤード、押上駅と直結するイーストヤード、そしてすみだ水族館のあるウエストヤードがある。昇降機設備は、イーストヤードのエレベーター21台、ウエストヤードのエレベーター12台を当社が納入している。

### 3.1 イーストヤード

イーストヤードには押上駅と直結する40人乗りのシャトルエレベーターが設置されている。乗り場には視認性の良い大形のホールランタンと、曲線の美しい自立式の乗場ボタンを設置している(図4)。

オフィス用として低層用／高層用エレベーターは将来のセキュリティ増設のため、IDカードリーダーの追加が可能になっている。高層用エレベーターには長周期地震動管制運転機能を備えている。

商業用エレベーターの乗り場は幕板全面に視認性の良い大形のアナログインジケータを設置している。かご室は出入口上板全面がアナログインジケータとなっている。常時全面が白色LEDで発光し、エレベーター位置をスカイツリーのテーマカラーである青色で示している。

### 3.2 ウエストヤード

水族館用エレベーター(図5)のかご室は他の展示物との調和を考慮したコーナー部の青色LEDによるスポット照明と巾木(はばき)の間接照明で暗く演出されている。

商業用エレベーターはイーストヤードと同様に乗り場には幕板全面に視認性の良い大形のアナログインジケータを設置している。かご室は出入口上板全面がアナログインジケータとなっている。常時全面が白色LEDで発光し、エレベーター位置をスカイツリーのテーマカラーである青色LEDで示している。

#### 4. グランフロント大阪

グランフロント大阪は旧梅田貨物駅24haの再開発のうち7haを先行的に開発するプロジェクトで、2013年4月にグランドオープンした。南館(タワーA)・北館(タワーB・タワーC)・及びオーナーズタワーの3つの建物と北館低層階ナレッジキャピタルから構成されている。南館から大阪ステーションシティノースゲートビルディング・大阪駅に隣接している。昇降機設備は、エレベーター76台、エスカレーター35台を当社が納入している。

##### 4.1 南館

オフィス用エレベーターはスカイロビー方式を採用し、9階をスカイロビーとしている。9階以上の利用者はそれぞれの利用階用のエレベーターに9階で乗り換える。1・2階から9階までのシャトルエレベーター(図6)は正面壁に調光ガラスを用いており、9階到着時に透明に変化させ、開放感を演出している。かご内の押しボタンは立体的な木製となっている。

ローカルエレベーターのかご室は白を基調にシンプルにまとめられており、袖壁に配置した大形の押しボタンが印象的なデザインとなっている。

エスカレーター(図7)は大阪駅に接続する“創造の道”と呼ばれる6層吹き抜け部に設置している。建築・エスカレーターともに照明光源の色温度を調整して暖かみが感じられるよう演出している。

##### 4.2 北館

低層部・タワーBのエレベーターのうち、低層部のエレベーターでは、9階乗り場に大形の横形ホールランタンを設置し、視認性を向上させている。基準階の三方枠は上枠がなく、建築の上枠が天井間接照明部との見切りを兼ねている。ホールランタンは建築のスパンドレル溝部に横長に配置されており、建築との調和が図られている。かご室はステンレスバイブルーションと天井ガラスクロス照明となっており、車いす用操作盤のボタン配列も一列でシンプルにまとめられている。

タワーCオフィス用のエレベーターのうち、一部の乗り場に木製押しボタンプレートを用いている。三方枠は低層部と同様に上枠レスとしている。かご室は壁・戸にステンレスバイブルーションを用い、壁中央パネルだけ鋼板塗装の磨き品を用いることで特徴のある意匠としている。

タワーCホテル用エレベーター(図8)は客室階を除く乗り場の戸をカラーステンレスのヘアライン・鏡面・バイブルーション・パールバイブルーションからなる複合仕上げとしている。

2・3階は乗り場の建築壁がガラスとなっており、乗場ボタンとホールランタンはガラスに組み込んでいる。かご室(図9)は不燃木の壁と間接照明を用いており、高級ホテ



図6. シャトルエレベーター



図7. エスカレーター



図8. ホテル用エレベーター乗り場



図9. ホテル用エレベーターかご室



図10. エレベーター乗り場

ルにふさわしい落ち着いた仕上がりとなっている。

##### 4.3 オーナーズタワー

“ザ・ホテル”というコンセプトで都心居住レジデンスの頂点を目指したことから、パブリックエリアとしてのエレベーターもホテルと同様に高級で落ち着いた仕上がりとなっている。乗り場(図10)は石の建築壁にホールランタンを組み込んでいる。

かご室は木製枠付き化粧シートとカラーステンレス鏡面仕上げを組み合わせている。かご操作盤とIDカードリーダーを連動させ、マンションセキュリティシステムに接続している。

#### 5. 名古屋東京海上日動ビル

名古屋東京海上日動ビルディングは旧名古屋東京海上日動ビル建替事業によって2013年7月に竣工した。1~3階が店舗・貸会議室ゾーン、4~14階がオフィスゾーンとなっている。昇降機設備は、エレベーター11台全てを当社が納入している。

##### 5.1 店舗・貸会議室ゾーン

エントランスを入りすぐガラス製のシャフトが現れる。この低層階用エレベーター(図11)は貫通二方口で、建



図11. 低層階用エレベーター



図12. 1階エレベーターホール



図13. 3階エレベーターホール



図14. オフィス用かご室



図15. 4階エレベーター乗り場



図16. ガラスシャフト



図17. 1階エレベーター乗り場



図18. エレベーターかご室

築側のサッシ部分と乗り場は共通してステンレスバイブルーションを使用しており、建築ときれいに調和している。かご室はカラーステンレスヘアラインを用いており、天井のガラスクロス照明によってシンプルな中にも落ち着いた雰囲気となっている。

## 5.2 オフィスゾーン

建築壁・乗り場・かご室は全て白を基調とした高級なイメージで統一されている。

乗場インジケータは全面ホワイトアクリルとなっている。1階エレベーターホール(図12)は建築壁がガラス光壁を用いて高級感を演出している。

2階は白色の鋼板塗装となっており天井・エレベーター乗り場等全て白で統一されている。3階(図13)は建築壁がブラウンとなっている。照明も床を効果的に照らしており、落ち着いた雰囲気となっている。

乗場ボタン／ホールランタンは全て三方枠に組み込まれている。

かご室(図14)は袖壁と出入口上板がステンレスバイブルーション、正面中央壁がフルハイトイラーとなっている。天井はガラスクロス照明で壁は鋼板塗装の磨き品となり、全体に白いイメージで統一されている。

## 6. MARK IS みなとみらい

MARK IS みなとみらいは、みなとみらい駅に直結し、子育て中のヤングアダルトファミリーからその親を含む三世代をターゲットとした商業施設として2013年6月にグランドオープンした。店舗面積は43,000m<sup>2</sup>、地上6階地下4階に全189店舗が入っている。昇降機設備は、エレベーター15台を当社が納入している。図15に4階のエレベーター乗り場を示す。

### 6.1 貫通二方口エレベーター

商用施設として、ベビーカー利用者を意識した計画となっており、多くのエレベーターが貫通二方口となっている。クイーンズスクエア横浜側からの利用者と中央東口からの利用者のために、段差解消用としてエレベーターが用意されている。屋外に面しているため乗場ボタンは防滴仕様になっている。

特に中央東口に設置されているものはガラスシャフトとなっており(図16)、エレベーター駆動部分までガラスシャフトを通して見られるようになっている。

かごの戸は大形窓となっており、利用者の開放感を演出している。かごの戸・出入口上板・壁は鋼板塗装、天井照明はガラスクロス照明が用いられている。

### 6.2 建物内

建物内のエレベーターは乗り場・かご壁・かごの戸等が新しいティストのフィルムで仕上げられている。このフィルムは1階の乗り場建築(図17)にも使われ調和が図られている。

乗場インジケータとホールランタンは出入口をはさんで別々に三方枠に組み込まれている。

エレベーターかご室(図18)の床は、建築側の床随所にポイントとして使われている磁器タイルを用いて仕上げられている。

天井照明はガラスクロス照明で色温度の低い温かみのある照明光源を使用し、利用者のくつろぎを演出している。

## 7. むすび

最近のモニュメンタルビルと当社がそれらのビルに納入した昇降機設備の主な特長について述べた。昇降機が建築の一部として重要な役割を担う中、時代・地域特性・利用者にとっての最適解をメーカーとして追求していきたい。

# 最近の昇降機海外納入事例

船津丸 潮\*  
元近早希\*

Latest Supply Record of Mitsubishi Elevators and Escalators in Overseas Market

Ushio Funatsusmaru, Saki Motochika

## 要 旨

世界の昇降機を取り巻くニーズは多様化しており、単なる輸送手段としてではなく、デザイン、機能などあらゆる面から、ビルのコンセプトにあったエレベーターが求められている。とりわけ近年、主に海外の大規模オフィスビルの高層化が進んでおり、エレベーターによる輸送効率の向上を目的とした、エレベーター行先予報システムが主流となりつつある。

三菱電機は、エレベーター行先予報システムを中心として世界各地の様々なビルのコンセプトに沿ったエレベーターを納入している。

中国・深圳市の“京基100”には、IDカードによるセキュリティシステム連動・エレベーター行先予報システムが導入されている。また、1階から96階までを結ぶシャトルエレベーターと大容量ダブルデッキエレベーターを納入しており、セキュリティ強化と、エレベーター運行効率の向上

を両立させている。

イギリス・ロンドンの“7 More London Riverside”は、積載量2,000kg(26人乗り)の大型乗用エレベーター10台を群管理しており、さらに、オフィスビル内のエレベーター運行効率の向上のため、全フロアのエレベーターで行先予報システムが導入されている。

アゼルバイジャン・バクーの“Flame Towers”は、炎をイメージしたビルとなっている。このビルでは、異なる積載量・速度・昇降行程の乗用高速エレベーター5台を群管理している。

南アフリカ・サントンの“Sandton Sun Hotel”は、2009年に納入後26年を経過した展望用エレベーターのリニューアルを実施した。高級感あふれる黄銅の鏡面仕上げのかご室を維持したまま、エレベーターの心臓部である巻上機、モータ、制御盤等の主要機器を最新のものに一新した。



京基 100(中国・深圳)



7 More London Riverside(イギリス・ロンドン)



Flame Towers(アゼルバイジャン・バクー)



Sandton Sun Hotel(南アフリカ・サントン)

## 最近竣工した代表的な昇降機納入事例

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。海外市場では新設・リニューアルとともに、地域の嗜好(しこう)を反映したセキュリティ機能や利便性、デザインといったビルの様々なコンセプトに沿った昇降機が求められている。

## 1. まえがき

近年、世界の昇降機を取り巻くニーズは多様化しており、垂直方向の輸送手段という概念だけではなく、デザイン、機能、安全性等あらゆる面からビルのコンセプトにあったエレベーターが求められている。すなわち、高度なセキュリティ機能、高い運行効率や省エネルギーのほか、地域文化に根差した嗜好を昇降機の意匠に展開させるものまで多種多様なニーズがある。とりわけ、主に海外の大規模オフィスビル向けエレベーターでは、輸送効率を向上させることを目的としたエレベーター行先予報システムが主流となりつつある。

本稿では、エレベーター行先予報システムの特長を述べるとともに世界各地に納入したエレベーターの代表的な事例について述べる。

### 1.1 エレベーター行先予報システム

エレベーター利用者の行先階に応じて、エレベーターを割り当てるシステムである。利用者を行先階ごとに振り分ける制御=群管理(同じ行先の利用者を同一エレベーターに誘導)を行うことで、特に出勤時における運行効率の向上と、乗り場混雑の緩和が可能となる。

このシステムは、三菱電機の本社がある“東京ビル”でも導入されており、セキュリティゲートと入退室管理を組み合わせ、社員証にあらかじめ登録された行先階へ利用者を誘導することで、出勤時の乗り場混雑の緩和に大いに効果をあげている<sup>(1)</sup>。

### 1.2 セキュリティゲート連動・エレベーター行先予報システムの利用方法

エレベーターホール前に設置されたセキュリティゲートのカードリーダーに、利用者の行先階が事前登録されたIDカードをかざすと、ゲート出口付近に設置された液晶ディスプレイにエレベーター割当て号機が表示される。利用者は液晶ディスプレイに表示されたエレベーターに乗り込むと、利用者の行先階は既に登録済のため、かご内で行先階を登録する必要はなく、自動登録された行先階に向かうことができる。

## 2. 京基100(中国・深圳)

京基100は広東省深圳市(香港に隣接)の商業中心エリアに位置する地上100階建ての超高層複合ビルである。建物は低層の商業施設と、その上にオフィスゾーンがあり、地上75階から100階には世界的に著名な5スターホテルチェーンであるセントレジスがテナントとして入っている。地上441.8mの高さのこのビルは、中国で既に竣工済のビルの中で、上海環球金融中心に続く第二の高さを誇り、広東省を含む中国華南地域では最高層であり、この地域のシンボルとなっている。当社製エレベーター63台、三菱電機上海機電有限公司製1台が納入され、2011年12月にグラ

ンドオープンした。

### 2.1 セキュリティゲート連動・エレベーター行先予報システム

オフィス部分には当社として中国初となるセキュリティゲート連動・エレベーター行先予報システムを納入し、輸送効率の大幅な向上と利便性の向上を実現している。

### 2.2 シャトルエレベーター、展望エレベーター、ダブルデッキエレベーター

1階エントランスホール(図1)から96階のホテルロビーラウンジ(図2)へ宿泊客を運ぶため、分速540mの超高速シャトルエレベーター4台を納入した。1分足らずで高さ402mのロビーへ到着し、正面ガラス外壁の向こうに広がる深圳市街を一望することができる。エレベーターにはアクティブ制振技術を用いたローラーガイドを装備しており、ガイドレールから伝わる横方向振動を加速度センサで感知して瞬時に計算処理を実施し、アクチュエータによって逆方向の力をかごに加えることで高速走行時のかご内振動を抑制し、快適な乗り心地を実現した。

また、75~95階の客室・レストラン階への移動用には、展望エレベーター(全面ガラス張り)4台を設置した(図3)。

吹き抜け部分に設置された昇降路(ガラス張り)を展望用エレベーターによる光の束が4個上下するため、エレベーターはビルのインテリアとしての機能も担っている。



図1. 1階エントランスホール



図2. 96階ホテルロビーラウンジ



図3. 75階乗り場

また、42~72階の高層オフィスフロアへはダブルデッキエレベーター(上下2階建てエレベーター)6台を設置し、地上ロビー(地下1階/1階)とオフィスへの乗換ロビー(39階/40階)を、分速480m、42人乗り(上下合わせ)のエレベーターで結び、高速・大容量輸送を提供している。

### 3. 7 More London Riverside(イギリス・ロンドン)

“7 More London Riverside”はテムズ川沿いのロンドン中心地の一等観光地であるLondon BridgeとTower Bridgeの間に位置する地上10階建てのオフィスビル。建物は、日射と断熱が施されたファサードや屋上緑化など、グリーンに最大限考慮した構造となっており、ロンドンで初めて、BREEAM<sup>(注1)</sup>を取得したオフィス案件である。

このプロジェクトは“7 More London Riverside”を含め8棟のビルから構成される大規模オフィス街プロジェクト“More London Riverside”的一部であり、当社は2001年から2010年にかけ総数80台のエレベーター及びエスカレーターを納入している(図4)。

(注1) BREEAM(The Building Research Establishment Environmental Assessment Method)とは、環境負荷の少ないグリーンビルの普及を目指し、1990年に英国で創設された建築物の環境性能を評価する認証制度。

#### 3.1 全階床エレベーター行先予報システム

エントランス階からオフィス階への主動線として、分速150m、積載量2,000kg(26人乗り、75kg/人)の大型乗用エレベーターを10台設置し、運転効率を上げるために特に10台の群管理を適用した。オフィスビル内の膨大な数のエレベーター利用者に最高の輸送効率を提供するため、全階床にエレベーター行先予報システムを設置した(図5)。



図4. エントランスホール



図5. 地上階乗り場

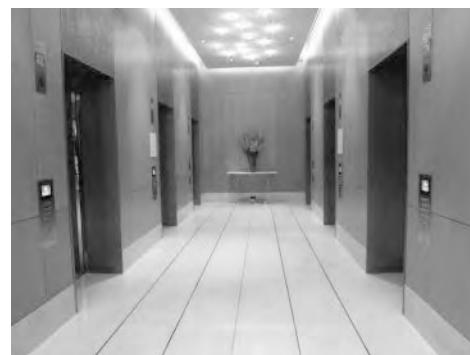


図6. エレベーター乗り場



図7. エレベーター乗場操作盤

行先階登録用の10キー式操作盤(LED表示付)はエントランス階(Ground Floor)のエレベーターホールに4面、さらに、そのホールへ向かう手前にも2面設置することによって操作盤前での待ち行列発生を防いでいる。エントランス階からエスカレーターでアクセスできる1st Floorは第2エントランス階として利用されるため、第1エントランス階と同様に計6個の乗場操作盤を設置した。

また他のオフィス階にも各4面の操作盤を設置し、ビル全体での円滑な運用を実現している。

当社は一般案件で群管理上限台数は8台を目安としているが、この案件のように10台という多数のエレベーターを一括して群管理する場合、いかにして乗客を乗場操作盤上に表示されたエレベーターへ円滑に誘導するかが重要となる。当社は目視実験に基づき、号機名表示プレートのデザインには、“黒背景+白色文字”が最も視覚効果が高いと判断し、各エレベーター乗り場前にこのデザインのプレートを設置して利用客に適切な号機表示を提供している。

#### 4. Flame Towers(アゼルバイジャン・バクー)

“Flame Towers”は南東ヨーロッパであるアゼルバイジャンの首都バクー中心地の高台に位置し、カスピ海を一望する好立地に設置されている。オフィス棟、ホテル棟、住宅棟の3棟で構成される。ホテル棟には、高級ホテルチェーンであるフェアモントがテナントとして入っている。当社製エレベーター15台、エスカレーター2台、菱電エレベータ施設株式会社製エレベーター1台、韓国(MITSUBISHI ELEVATOR KOREA CO., LTD.)製エレベーター10台、タイ(MITSUBISHI ELEVATOR ASIA CO., LTD)製エレベーター18台、エスカレーター10台の計56台が納入され、2013年6月24日に同国大統領が出席する式典で、ホテル棟がオープンした。

##### 4.1 ビルの外観

炎をイメージした近代的な建物で、主に炎が立ち上るアニメーションを建物に映し出している。スペシャルイベントの際には、炎のほかにも様々なアニメーションを映し出すなど、多彩な顔を持つ。

#### 4.2 “異積載量・異速度・異昇降行程” エレベーター行先予報システム

オフィス棟には異積載量、異速度、異昇降行程からなる5台の当社製乗用高速エレベーターを納入し、運転効率を上げるために、仕様の異なるエレベーター5台を群管理している。更に高い運転効率を提供するため、全階床にエレベーター行先予報システムが適用されている(図6、図7)。通常、エレベーターは同じ積載量・速度・昇降行程で群管理されるが、この棟は建築側の制約から、異なる積載量・速度・昇降行程で群管理を実施している。積載量:1,275kg(17人乗り、75kg/人)・速度:150m/min・昇降行程:54.5m、他の2台は積載量:2,000kg(26人乗り)・速度:240m/min・昇降行程:106m、そして最後の一台は積載量:2,500kg(33人乗り)・速度:240m/min・昇降行程:120.7mである。

同じ群管理内で積載量や速度が異なると、乗客の待ち時間評価値や満員評価値等の演算に影響がでるが、当社群管理システムの高い処理判断能力によって、このような異仕様でも最適な運転を実施することを可能とした。また、昇降行程の違いによって機械室の位置が異なるため、エレベーター間の通信用機器の配置や配線距離等を工夫して、5台の群管理運転を実現させている。

また、5台のうち1台は人荷用エレベーター兼用のため、群管理から切り放され4台とは独立して運転をすることが可能である。この人荷用エレベーターは2方口タイプ(かご前後に扉がついている)であり通常運転時は前側の扉だけを使用するが、人荷運転時には通常時乗客が使用する前側とは逆の後側の扉だけを使用する。通常時に乗客が使用する前側を使用不可能にすることで、人荷運転時に一般客と乗り合わせる可能性はない。

#### 5. Sandton Sun Hotel(南アフリカ・サントン)

“Sandton Sun Hotel”は南アフリカの主要な企業が集まる高級商業地区サントンに位置し、ヨハネスブルグのランドマークと言われている。ホテルには南アフリカ最大のショッピングモールの“Nelson Mandela Square”が隣接しており、多くの人が訪れる。

このホテルは、当社製エレベーター7台とエスカレーター4台が稼働しており、1984年にグランドオープンした。1983年に新設として納入された7台のうち、2台の荷物用エレベーターは2008年にリニューアルを実施し、展望用エレベーター(図8)4台についても2009年にリニューアルを実施した。



図8. 展望用エレベーター

図9. かご操作盤

#### 5.1 エレベーターリニューアル実施による 省エネルギー・運転効率の改善

2009年に、納入後26年を経過したキーホール(オクタゴナル)型展望用エレベーター4台(21人乗り、分速105m)のリニューアルを実施した。ホテルのデザインと調和を図るために、乗り場やかご室の細部(手摺(てすり)、かご操作盤等)に至るまで黄銅の鏡面加工を施したエレベーターの意匠全般(図9)はそのままに、エレベーターの心臓部である巻上機、モータ、制御盤等の主要機器を最新のものに一新した。最新の駆動制御システムを導入することによって、乗り心地を改善するとともに約50%の省エネルギー<sup>(注2)</sup>も達成した。また、最新の群管理システムを導入することによって平均待ち時間も約40%改善<sup>(注2)</sup>させ、顧客の満足度を更に上げることができた。

客先からは、高級感漂う既存のかご室を維持しつつ、リニューアルによって品質が改善されたことに対し高い評価を得ている。

(注2) 一般的な設置条件、使用頻度を想定して算出した当社計算値。

#### 6. む す び

海外における竣工物件と当社が納入した昇降機設備の主な特長について述べた。

世界の昇降機市場は、新興国を中心にまだまだ事業の拡大が期待できる。当社海外昇降機事業は、このような事業機会を捉えた成長戦略を目指している。高品位な製品やサービスから、地域嗜好を反映したデザインまで、各地域のビルの事情に応じて、70年以上にわたり当社で培った技術力で様々なソリューションを提案し、多様化する顧客の要望に応えていく所存である。

#### 参 考 文 献

- (1) 鈴木直彦, ほか:セキュリティシステム運動・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)

扇谷篤志\*  
片桐愛巴\*\*  
濱地浩秋\*\*\*

# 海外セキュリティ市場への展開

Prospects for Overseas Security Market

Atsushi Ogiya, Aiha Katagiri, Hiroaki Hamaji

## 要 旨

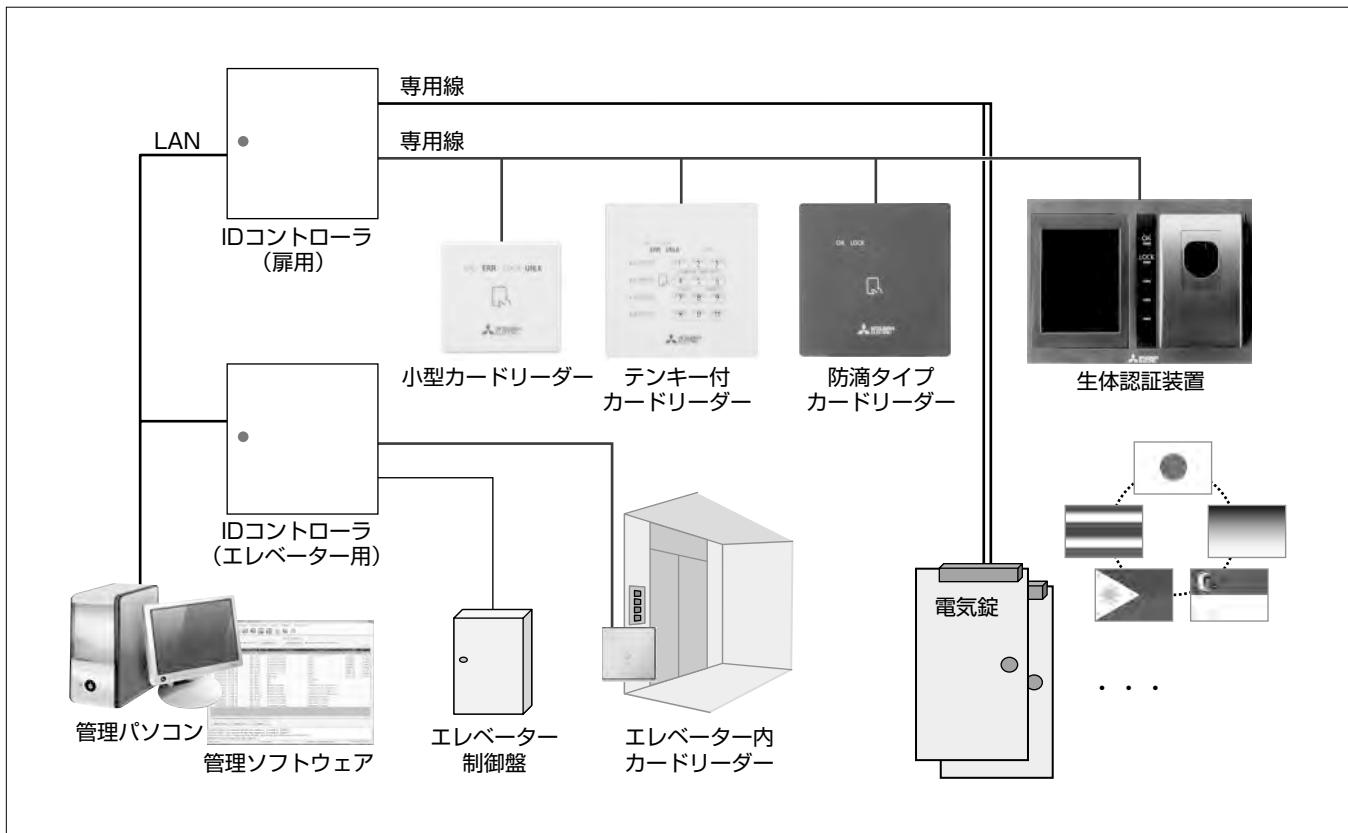
三菱電機では、国内市場向けの入退室管理システムとして“MELSAFETYシリーズ”の販売を行っている。近年、セキュリティ市場が急速に拡大している海外、具体的にはASEAN地域をターゲットとし、2010年からタイ及びインドネシアでこのシステムの販売を開始した。日本からシステム機器を現地へ輸出し、営業・設計・施工を当社の海外販社で行っている。2013年11月時点の販売対象国は、タイ、インドネシア、シンガポール、フィリピンで、順次拡大を検討している。

2010年に開発したシステム初号機は、市場への早期投入を目的として、国内と同等のスペックで製品開発を行った。海外販社でシステム販売を進めていく中で、より多くの顧

客にシステムの導入を展開するために、価格や機器仕様面の改善が必要であり、海外市場のニーズにマッチした入退室管理システムとして“グローバルMELSAFETY”を開発した。この開発の大きな成果は次の3つである。

- ①IDコントローラの価格低減(従来の約50%)
- ②IDコントローラの小型化(高さを従来の約43%)
- ③カードリーダーの小型化(従来の50%以下)

本稿では、当社の海外セキュリティ事業に対する取組みとして、グローバルMELSAFETYの開発成果やシステム納入事例について述べる。また、今後の海外セキュリティ市場に向けた展望について述べる。



## 三菱電機入退室管理システム“グローバルMELSAFETY”

非接触ICカードや生体情報を用いて個人を認証することで、ビルやオフィスの入退室管理を実現するシステムである。2013年11月現在、タイ、インドネシア、シンガポール、フィリピンでシステム販売を行っている。様々な運用・設置環境に対応できるように、複数の認証端末をラインアップしている。海外展開の加速を図るため、現地市場ニーズに合わせ、海外向けIDコントローラの開発、カードリーダーの小型化を実現した。

## 1. まえがき

当社では、入退室管理システムとしてMELSAFETYシリーズの国内販売を行っている。一方で近年、セキュリティ市場が急速に拡大しているASEAN地域をターゲットとし、海外向け入退室管理システム“グローバルMELSAFETY”を開発し、販売地域の拡大を進めている。その歴史を図1に示す。

本稿では、当社の海外セキュリティ事業に対する取組みとして、グローバルMELSAFETYの開発成果やシステム販売方法、システム納入事例を述べるとともに、今後の海外セキュリティ市場に向けた展望について述べる。

## 2. グローバルMELSAFETY

グローバルMELSAFETYは、図2に示すように管理パソコン、IDコントローラ、電気錠、個人認証装置（カードリーダー又は生体認証装置）で構成している。

システム利用者はカードリーダーに非接触ICカードをかざすことで、扉を解錠したり、エレベーターの行先階を指定できる。扉やフロアごとにアクセスを許可するかしないかについて、非接触ICカードに設定することができる。これによって、非接触ICカードを持っていない人はもちろん、入室権限のない人のアクセスを制限することで、オフィスなどのセキュリティを確保する仕組みである。

システム管理者は、管理パソコンを用いて利用者や非接

2010年度	2012年度	2013年度
★システム販売開始		
★タイ販売開始	★新カードリーダー販売開始	★新コントローラ販売開始
★インドネシア販売開始	★シンガポール販売開始	★フィリピン販売開始

図1. 海外向けMELSAFETYの歴史

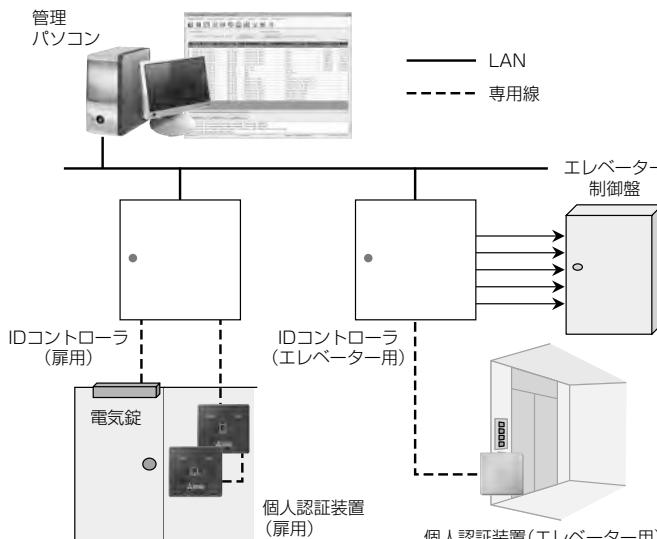


図2. グローバルMELSAFETYのシステム構成

触ICカードをシステムに登録したり（図3）、アクセス履歴や警報履歴の確認を行い、不正な入退室が行われていないかなどを確認する。

### 2.1 開発の背景及び仕様

2010年に海外販売を開始したMELSAFETYは、市場への早期投入のため、国内仕様と同等のスペックとした。現地でシステム販売を続けていく中で、より多くの顧客にシステムを導入してもらうためには、製品機能を高めつつ価格を下げる必要との意見が海外販社から寄せられた。そこでグローバルMELSAFETYの開発を行った。

価格については、海外販社の要望に基づき、従来の50%低減することを目標とした。そのため、IDコントローラの内部構成を見直し、入退室管理に関わる主要な機器だけをIDコントローラに実装した。一方で、電源装置やネットワークインターフェース装置等、安価かつ容易に購入可能なものは実装対象から除外し、現地でこれらを組み合わせてシステムアップするようにした。また、安価な小型カードリーダーを開発した<sup>(1)</sup>。この開発内容については後述する。新旧の機器を図4で比較する。

機器仕様面については、システム利用可能人数や接続可能扉数の拡張を行った。これは後述する納入事例のような大規模システム構築への対応を見据えて定めた拡張である。諸元値の決定にあたっては、海外での販売実績や国内で納入した大規模システムのスペックを参考にした。表1に旧機種と新機種の主要諸元値を示す。

これら活動を通して、グローバルMELSAFETY開発の目標であるIDコントローラ販売価格の約50%低減と小型化（高さを従来の約43%）及びカードリーダーの小型化（従来の50%以下）を達成し、実際に海外顧客からも好評を得ている。



図3. 管理パソコンのシステム利用者登録画面

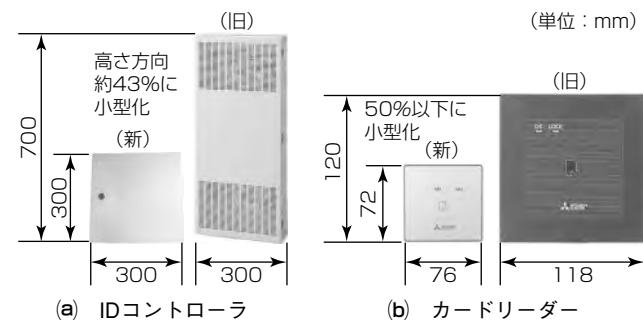


図4. 新旧機器の比較

表1. 主要諸元の比較

項目	旧機種 MELSAFETY	グローバル MELSAFETY
利用可能人数	5,000	20,000
IDコントローラの台数	20	60
接続可能扉数	80	240
生体情報登録指數	2,000	3,000
IDコントローラの寸法(mm)	W300×H700×D100	W300×H300×D100

	<p>■小型カードリーダー ・対応カード：マイフェアカード ・W76×H72×D20(mm)のコンパクトデザイン 旧機種寸法：W118×H120×D35(mm)</p>
	<p>■テンキー付カードリーダー ・カード照合結果や扉の状態が一目で分かる文字発光タイプのユニバーサルデザイン。 色覚が不自由な人でも判断可能 表示部 拡大図 ・W118×H120×D35(mm)</p>
	<p>■指透過認証装置 ・真皮層のパターンを読取る生体認証装置 ・平均0.8秒で認証可能 ・他人受入率0.05%以下 ・W165×H120×D30(mm)</p>
	<p>■エレベーター用カードリーダー ・テンキー付カードリーダーと同様の文字発光タイプユニバーサルデザイン ・据付時露出厚3.5mmで、エレベータの操作パネルと調和 ・W100×H100×D20(mm)</p>
	<p>■非接触カードリーダー(防滴タイプ) ・玄関や通用口などの屋外に設置可能 ・防水規格：IPX5 ・テンキー付カードリーダーと同様の文字発光タイプユニバーサルデザイン ・W118×H120×D24(mm)</p>

図5. 個人認証端末のラインアップ

## 2.2 個人認証端末のラインアップ

IDコントローラの開発と並行して、個人認証装置の新規開発、及びデザインのリニューアルを行った。

グローバルMELSAFETYでは、個人認証方法として非接触ICカード認証、生体認証を使用することができる。ICカードとの通信方式を国際規格(ISO/IEC18092)に準拠させることで、世界で最も広く使用されているマイフェアカードに対応した。また、防滴タイプのカードリーダーの投入によって、玄関や通用口など、雨にさらされる可能性のある場所へもカードリーダーの設置が可能となった。

生体認証は指表皮の指紋ではなく、表皮の内側にある真皮層のパターンを読み取って個人照合する当社の独自技術によって行う。個人認証端末のラインアップを図5に示す。

## 3. システム販売・企画体制

グローバルMELSAFETYの販売・企画体制のイメージを図6に示す。

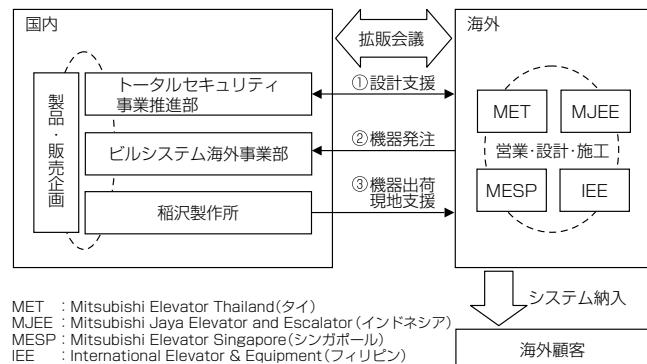


図6. システム販売・企画体制のイメージ

### 3.1 販売体制

現在、システムの販売体制は、図6に示すように国内から支援をしながら営業・設計・施工を当社の海外販社が直接行っている。この体制を取ることで、国内からのサポートを手厚く行えるため、顧客に対し迅速な対応ができるとともに、設計・施工の品質も確保できている。

国内の各部門の役割は次のとおりである。

#### (1) トータルセキュリティ事業推進部

システム設計や運用にかかる海外販社からの技術相談に対応

#### (2) ビルシステム海外事業部

海外販社からの発注を受け、機器を手配

#### (3) 稲沢製作所

機器の開発・製造、現地における施工支援

### 3.2 企画体制

製品企画としては、現地の納入事例、海外販社からの要望、現地の市場動向を収集分析し、現行機の改良や次世代機の開発検討を進めている。グローバルMELSAFETYは、海外販社からの機器低価格化の要望や、カードリーダー小型化の要望を受け、海外市場で扱いやすい製品を目指して開発したシステムである。

販売企画としては、新製品リリース時に当社社員が海外販社で製品の説明会を行っている。説明会では、システム設計のポイント、従来の変更点、施工時の留意点など、システム構築に必要なノウハウを直接レクチャーすることで、海外販社がスムーズに新製品の販売を行えるようにしている。

## 4. システム納入事例

タイの某病院向けにシステムを納入したので、事例として述べる。

この病院は、ほとんどの病室が個室となっている高級病院である。そのため病院側は防犯の観点から、病室ごとにカードリーダーの設置を希望した。病院側希望に基づきシステム構成を検討した結果、IDコントローラが29台、カードリーダーが110台(部屋分)必要であることが分かった。システムの構成を図7に示す。

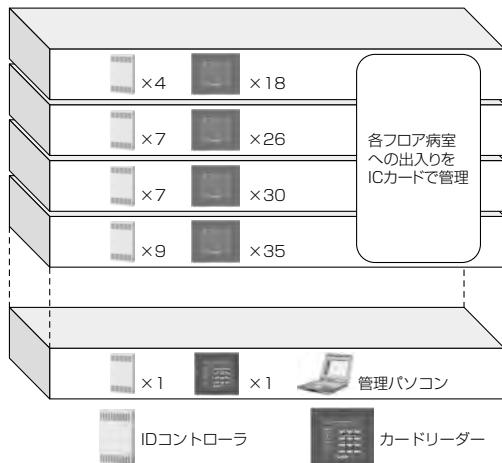


図7. 某病院のシステム構成

この事例は2011年に受注したものであるが、当時は旧機種のMELSAFETYでシステム構築を行う必要があった。そのため、80扉(部屋)という接続可能扉数のシステム制約を超えている問題を解決する必要があった。解決策としては、次の2案を検討した。

- (1) システムの制約(80扉以下)を拡張する
- (2) システムを2式納入する

(2)は、システムの拡張開発が不要であるため、すぐにシステム導入を行える点がメリットである。しかしながら、顧客にとっては2つのシステムそれぞれに対し設定などを行う必要があるため、運用負荷が高くなるというデメリットが生じる。検討の結果、顧客メリットを優先して(1)を採用し、システム制約を拡張するための開発を短期間で行い、システムを納入した。

## 5. 今後の事業展開

今後の海外セキュリティ市場における当社の展望を3点述べる。

### (1) 入退室管理システムとエレベーターとの連携強化

ASEAN地域の主要都市部では、多数の高層オフィスビル建築が進められている。高層ビルでは、エレベーターの停止階が多くなると輸送効率が低下する点が課題である。当社は、エレベーターホールに設置した乗り場操作盤で行先階を指定すると、乗車すべきエレベーターに利用者を誘導する行先予報システムを製品化している。行先予報システムは、行先階が同じ人を同じエレベーターに誘導することで、エレベーターの停止階を減らし、輸送効率向上を実現するものである。この行先予報システムと入退室管理システムとを連携させることによって、ビル利用者は入館時にセキュリティゲートでカード照合することで、乗車すべきエレベーターに誘導される(図8)。これによってビルのセキュリティを確保すると同時に、通勤時におけるエレベーターの混雑緩和を実現することが可能となる。

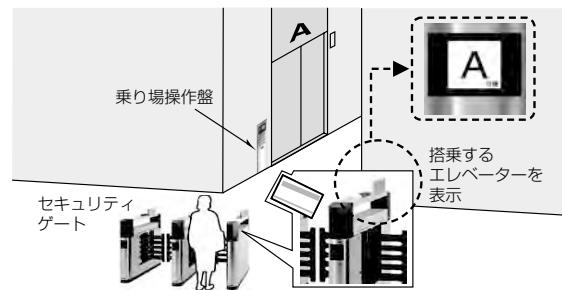


図8. エレベーターとの連携例

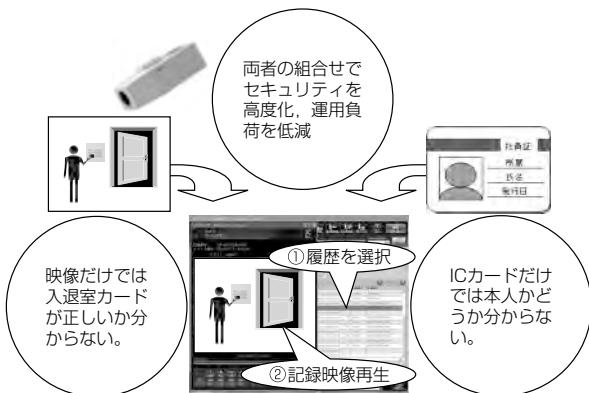


図9. 入退室管理と映像監視の連携例

### (2) 製品ラインアップの拡大

セキュリティに対する要求としては、入退室管理システムのみならず、映像監視システムに対する需要が大きい。国内ではトータルセキュリティソリューション“DIGUARD”として、入退室管理システムと映像監視システムを連携させ、セキュリティ管理業務の効率化を実現している(図9)。海外市場でも、顧客のセキュリティ強化及び業務効率化のため、映像監視システムの適用も検討していく。

### (3) 地域の特性を活かした販売策の検討

例えば、シンガポールやタイには東南アジアのハブ空港があり、物流がキーワードの1つとして挙げられる。物流にかかる認証制度としてTAPA(Transported Asset Protection Association)がある。TAPAは製品の輸送・保管中の紛失・盗難を防ぐためのセキュリティ規格であり、実際、現地の多数のメーカーが認証を取得している。海外顧客のTAPA認証取得のための1手段として、グローバルMELSAFETYを活用してもらうことも検討していく。

## 6. むすび

当社の海外セキュリティ事業は、2010年に立ち上がり、新製品開発や販売地域の拡大を進めながら、現在4年目を迎えている。今後も海外顧客のセキュリティ要求に応えるための技術開発を推進していく所存である。

## 参考文献

- (1) 小型非接触カードリーダー, 三菱電機技報, 87, No.1, 14 (2013)

# 二次元バーコードを利用した 入退室管理システム

藤原秀人\*  
奥村誠司\*\*  
松浦遼太\*\*\*

Access Control System Using Two-dimensional Barcode

Hideto Fujiwara, Seiji Okumura, Ryota Matsuura

## 要 旨

近年、オフィスビルを中心にICカードを利用した入退室管理システムの導入が進んでいる。入退室管理システムが導入されたオフィスビルでは、来訪者へのICカードの貸出し／回収作業や、回収した後にICカードを再有効化する作業が必要となる。このため、来訪者向けICカードの発行は受付や警備員などの現場運用者の負担が大きくなることが課題であった。

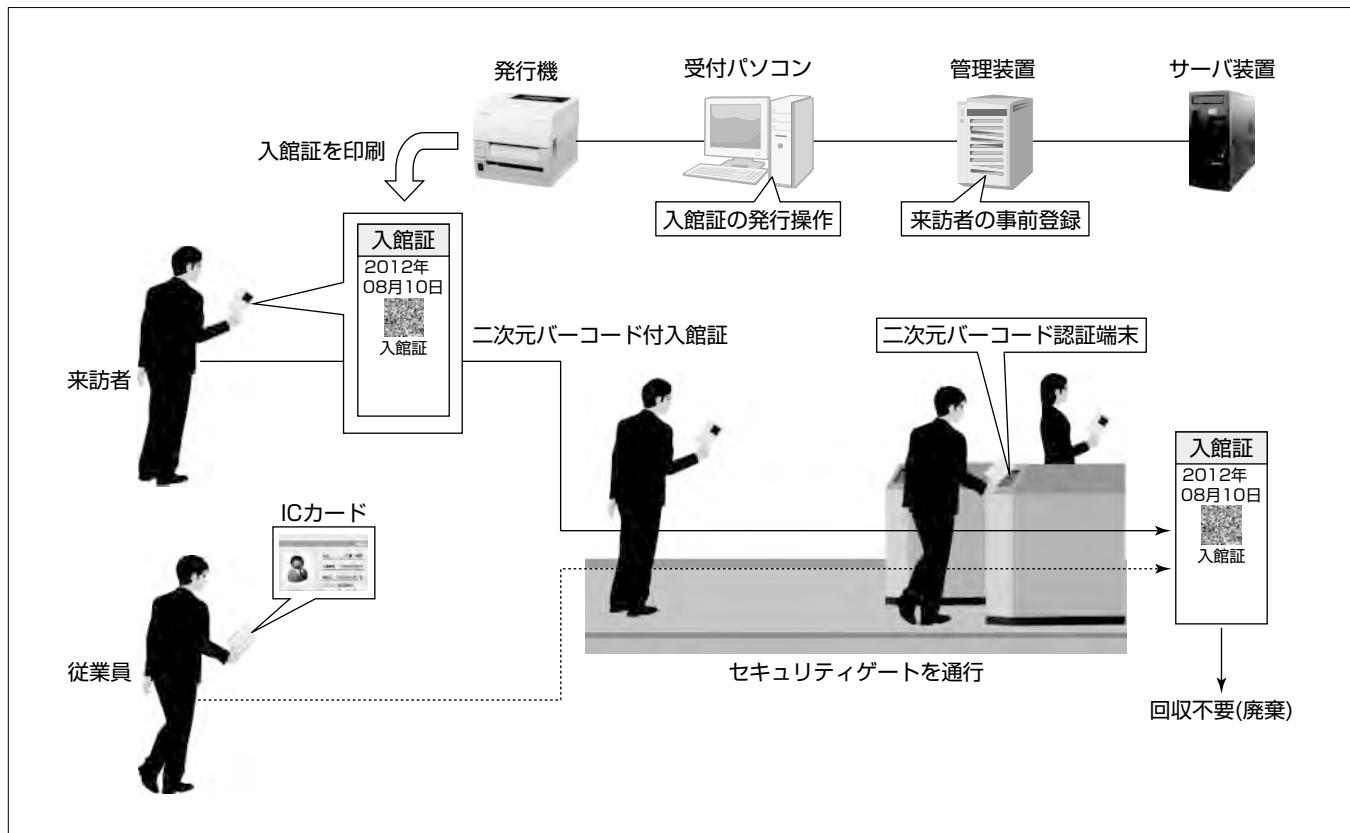
そこで、三菱電機入退室管理システムの新たな端末ラインアップとして、1台の端末でICカード及び二次元バーコード(QRコード<sup>(注1)</sup>)の認証が行える二次元バーコード認証端末を開発し、発売を開始した。来訪者は紙に印刷された二次元バーコードで認証を行い、セキュリティゲートを通行する。紙に印刷された二次元バーコードの使用回数や

有効期間を制限することで、ICカードのような回収作業や再有効化作業が不要になり、現場運用者の負担を減らすことができる。

ICカードを使った来訪者受付業務と比較して、コスト面などこの端末の利点と、当社製二次元バーコード認証端末の特長は次のとおりである。

- (1) カードリーダー／二次元バーコードリーダーの一体端末によって一時来訪者に対する運用性を向上
- (2) 暗所でも二次元バーコードの高い読み取り率を実現し、幅広い設置環境での利用が可能
- (3) ストレスのない二次元バーコードの読み取りを実現

(注1) QRコードは、(株)デンソーウエーブの登録商標である。



## 二次元バーコードの利用イメージ

従業員は社員証などのICカードを利用して認証を行い、二次元バーコード認証端末が組み込まれたセキュリティゲートを通行する。ICカードを持たない来訪者は、二次元バーコード付の入館証(紙)を利用して認証を行い、セキュリティゲートを通行する。通行後、二次元バーコードが印刷された入館証は利用できないため、回収が不要である。

## 1. まえがき

三菱統合ビルセキュリティシステム“MELSAFETY-G”の新たな認証端末として、二次元バーコードを読み取って認証する新製品を開発した。

この製品では、紙に印刷された二次元バーコードを入館証に使うことで、現場運用者(以下“運用者”という。)の負担軽減を図ることができる。

本稿では、二次元バーコード認証端末(図1)の特長と運用事例について述べる。

## 2. 入退室管理システム

近年、オフィスビルを中心にセキュリティ基盤として入退室管理システムの導入が進んでいる<sup>(1)</sup>。当社の入退室管理システム“MELSAFETY-G”では、ICカード、指紋(生体認証)やハンズフリータグを使った入退室認証が可能である(図2)<sup>(2)</sup>。

生体認証は身体的特徴を利用して認証するため、成りすましが困難である。そのため、高いセキュリティ性が求められる用途を中心に利用されている<sup>(3)</sup>。

ハンズフリータグは、タグを持った人が扉(アンテナ)に近づくことで無線通信によって認証する。手を使わずに認証できるため、荷物の持ち運びで手の塞がることが多い倉庫出入口や、衛生面でのケアが必要な病院等での利用が多い<sup>(4)</sup>。

これらのシステムでは、来訪者に対する運用者の負担と



図1. 二次元バーコード認証端末



図2. 既存端末のラインアップ

リスクが課題である。生体認証の場合には、来訪者ごとに生体情報の登録作業が必要となり、また、生体情報を来訪者から預かるため、その管理が求められる。

ICカードやハンズフリータグの場合は、認証媒体として来訪者に貸与する。そのため、認証媒体の貸出し／回収作業の負担が大きく、また認証媒体の回収漏れというリスクがある。

そこで今回、セキュリティ性を保つつつ運用者の負荷、及び運用コスト軽減を図るためにカードリーダーを拡張し、ICカードに加え二次元バーコードも読み込み可能な新たな認証端末を開発した<sup>(5)</sup>。

## 3. 二次元バーコード認証端末の特長

### 3.1 ハイブリッド認証

製品化した二次元バーコード認証端末の大きさは一般的なセキュリティゲートの寸法より小さいため、セキュリティゲートへ容易に組み込むことができる。ハイブリッド化することで、入退室管理の運用で、日常的に通行する人はICカード、臨時に通行する人は二次元バーコードといった利用者に応じた使い分けが可能である<sup>(6)</sup>。

### 3.2 二次元バーコードの利点

二次元バーコードは、情報を幾何学画像として符号化した“画像”データである。これをカメラで読み取り、復号することで元の情報に復元できる。入退室管理用途の場合、二次元バーコードの画像を印刷するだけで、安く簡単に入館証を発行できる点が特長である。

来訪者に対しても、二次元バーコードの使用回数や有効期間を設定することで、入館証を使い捨てにすることができるため、回収作業が不要になるという利点がある。

また、入館証の発行コストが安く、回収不要であり、再発行が容易であることから、臨時雇用者が多くて人員の入

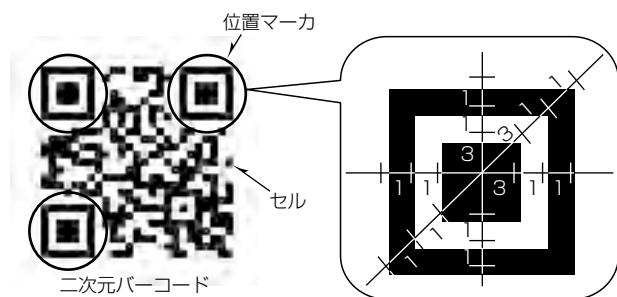


図3. 二次元バーコードの位置マーカ

表1. 二次元バーコード認証端末の諸元

項目	仕様
外形寸法 (図1に組み込まれた端末の寸法)	210×120×65.2(mm)(突起部分を含む) ゲート組み込み型
対応QRコード	QRコード Version 2
適合照度範囲	30~80,000ルクス(直射日光は不可)
通行権限	1回利用／当日利用／指定期間、ほか

れ替わりが多い職場での利用にも適している。

### 3.3 二次元バーコード読み取りの仕組み

二次元バーコードは、情報がコード化された複数の小さな正方形“セル”と、バーコード部分を切り出すためのシンボル“位置マーカ”で構成される。二次元バーコードの読み取りは、まずこの位置マーカを検出した後、バーコードの位置やサイズ、向きを認識して、中身のセル集合を抽出・解読する。したがって、位置マーカを検出できなければバーコードの解読を行えないので、位置マーカは図3のような特徴あるシンボル图形となっている。

### 3.4 当社製二次元バーコード認証端末の特長

一般的なビル内の通行口やエントランスでは数百ルクス程度の照度が得られるが、間接照明や省エネルギー制御を行っているエントランスでは数十ルクス程度の暗所となる場合も多い。当社では、暗所でも二次元バーコードを正確に読み取れるようにするために、二次元バーコードを読み取るときだけLED照明を点灯させ、適切なダイナミックレンジで撮像する技術を開発した。これによって、幅広い利用環境での適用が期待できる。

なお、この機能では二次元バーコードの位置マーカを検出したときだけ、読み取り用のLED照明が点灯するため、LED照明の長寿命化も実現している。この二次元バーコード認証端末の諸元を表1に示す。

## 4. 二次元バーコード導入による運用効率化事例

ここでは、ICカードを利用した場合と二次元バーコードを利用した場合の、来訪者に対する運用を比較する。それぞれの運用における業務ステップの例を図4に示す。各業務ステップにおけるICカードを利用した来訪者に対する運用事例について述べた後、二次元バーコードを利用した場合と比較する。

### 4.1 来訪者受付

来訪者に対しICカードを貸し出す際、まず受付で来訪者本人による自己申告(会社名、氏名、訪問先等)、及び身分証(顔写真入)の提示によって本人を確認する。この際、事前に来訪者としてシステムに登録されている場合は、システムに登録されている来訪者情報の確認を行う。来訪者としてシステムに事前登録されていない場合は、臨時来訪者として受付が手作業でシステムへ登録する必要がある。

次に、来訪者は受付台帳へ必要事項を記入する。受付は

その記入内容を確認し、ICカードをその場で有効化し来訪者に手渡す。来訪者はICカードを利用し、セキュリティゲートを通過して目的地まで移動する。

### 4.2 ICカード回収

来訪者は訪問先で用事を済ませた後、セキュリティゲートから退場する。その際に貸出したICカードを回収する必要がある。ここでICカード回収の方法として、カード回収機による回収と、手作業による回収の2つがある。

#### 4.2.1 カード回収機による回収

退場する際に、セキュリティゲート付属のカード回収機を利用し、ICカードの回収を行う。来訪者はカード回収機にICカードを挿入し、セキュリティゲートを通り退場する。この際、ICカードを回収しないとセキュリティゲートを通行できないため、ICカードの回収漏れを防止することができる。カード回収機にICカードが蓄えられるため、巡回する警備員が一定時間ごと、又はカード満杯の通知を受けて、カード回収機からICカードの回収を行う必要がある(図5)。

#### 4.2.2 手作業による回収

来訪者はセキュリティゲートを通過して退場した後、受付でICカードの回収を行う。受付はICカードを受け取り、返却の確認を行う。この際、来訪者がICカードの返却を忘れ、持ち帰ってしまうおそれがある。ICカードが持ち帰られてしまった場合、持ち帰った来訪者に連絡を取り、返却を求めることが必要となる。

### 4.3 回収したICカードの再有効化

ICカードは、回収後、再有効化(セキュリティゲートの



図5. カード回収機による回収イメージ



図4. 来訪者に対する運用業務の比較

表2. 来訪者業務に対する2方式の比較

	ICカード利用方式	二次元バーコード利用方式
運用者の業務負担	△	○
セキュリティ性	○	○
運用コスト	△	○

通行可)する必要がある。カード回収機や手作業でICカードを回収した後に、受付や警備員の手作業での再有効化を行う。

#### 4.4 二次元バーコードとICカードの比較

表2に来訪者受付業務に対する2方式(ICカードと二次元バーコード)の比較を示す。

運用者の業務負担について、図4に示すように、二次元バーコード利用の場合には、使用後の二次元バーコード付入館証は来訪者が廃棄するので、運用者側はICカード回収やICカード再有効化の業務が不要である。これによって、来訪者受付業務に対する運用者側の負担は軽減される。

セキュリティ性については、二次元バーコードでもセキュリティ対策をすることでICカードと同等のセキュリティを確保した。二次元バーコードの場合は入館証を回収しないが、ゲートの通過回数を制限することで再入場を防ぐことができる。一方、バーコード画像をコピーすることで入館証の複製を作成できるが、これも通過回数を制限することで対処できる。また、不正通行の対策として入退室管理システムが監視カメラと連携することで、ゲート通行時の画像を記録することができる。この際、ゲート通行時の履歴データと画像がひも付けて記録される。そのため、不正通行などの異常が発生した際でも、履歴データから容易に不正通行時の画像を確認することができ安心である<sup>(7)(8)(9)</sup>。このように、二次元バーコードを用いた場合もICカードを利用した場合と同様の、高いセキュリティ性を確保できる。

運用コストの面で見た場合には、二次元バーコードの場合は入館証の紙代・印刷代が使い捨てになるものの、ICカード1枚の費用と比べると数百分の1である。また、運用者の作業費やカード回収機の費用を考慮すると、二次元バーコードの場合には、それらを軽減できるというメリットがある。

ただし、二次元バーコード利用の場合には、入館証をごみとして近隣に捨てられることのないよう、退場後入館証を捨てるためのゴミ箱を設置するなど、環境面での配慮が必要である。

## 5. むすび

今回、入退室管理システム“MELSAFETY-G”的1端末として、二次元バーコードによる認証端末を開発した。ICカード、生体認証装置、ハンズフリータグに加え、この端末がラインアップに加わったことで、セキュリティレベルを落とすことなく、従来課題となっていた運用者の負担を軽減し、また運用コストも低減可能なソリューションを提供できるようになった。また、設置環境や運用面でも柔軟性があり、幅広い用途で利用できる端末である。

今後も、スマートフォンなどの液晶画面に表示した二次元バーコードの読み取りなど、顧客の要望の多様化に備え、性能向上や機能拡張の開発を行っていく。

## 参考文献

- (1) 藤原秀人, ほか:三菱統合ビルセキュリティシステム“MELSAFETY-G”的システム展開, 三菱電機技報, **85**, No.2, 139~142 (2011)
- (2) 水沼一郎, ほか:三菱統合ビルセキュリティシステム“MELSAFETY-G”, 三菱電機技報, **81**, No.11, 771~774 (2007)
- (3) 大橋岳洋, ほか:三菱顔・指認証装置, 三菱電機技報, **81**, No.11, 760~770 (2007)
- (4) 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)
- (5) 二次元バーコードを利用した入退室管理システム, 三菱電機技報, **88**, No.1, 58 (2014)
- (6) 個人認証用ハイブリッド端末, 三菱電機技報, **88**, No.1, 58 (2014)
- (7) 竹田昌弘, ほか:三菱電機トータルセキュリティソリューション“DIGUARD”, 三菱電機技報, **82**, No.4, 245~248 (2008)
- (8) 三浦健次郎, ほか:セキュリティ構築プラットフォーム“DIGUARD NET”, 三菱電機技報, **82**, No.4, 249~254 (2008)
- (9) <http://www.mitsubishielectric.co.jp/security/products/physical/buil/>

# ビルエネルギー管理システム “Facima BA-system BEMS”

柴 畏司\*

Building Energy Management System "Facima BA-system BEMS"

Shoji Shiba

## 要 旨

2009年11月に経済産業省から発表されたZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)への取組みが本格化する中、東日本大震災後の電力不足による節電要請などに対応して、よりきめ細かいエネルギー管理による省エネルギーを実現する製品の需要が高まっている。また、昨今のビル管理システムでは、主にビル内設備の監視・制御を行う中央監視機能だけでなく、各設備のデータを一元管理し、ビル管理者の業務効率化が図れるビルマネジメント機能が求められている。

三菱電機は、2013年6月に三菱ビル統合ビル管理システム“Facima BA-system(ファシーマBAシステム)”のサブシステム“Facima BA-system BEMS(ビルエネルギー管理

システム、略称：ベムス)”を発売した。その機能及び技術、BEMSの主な特長を次に示す。

## (1) Webサーバ化

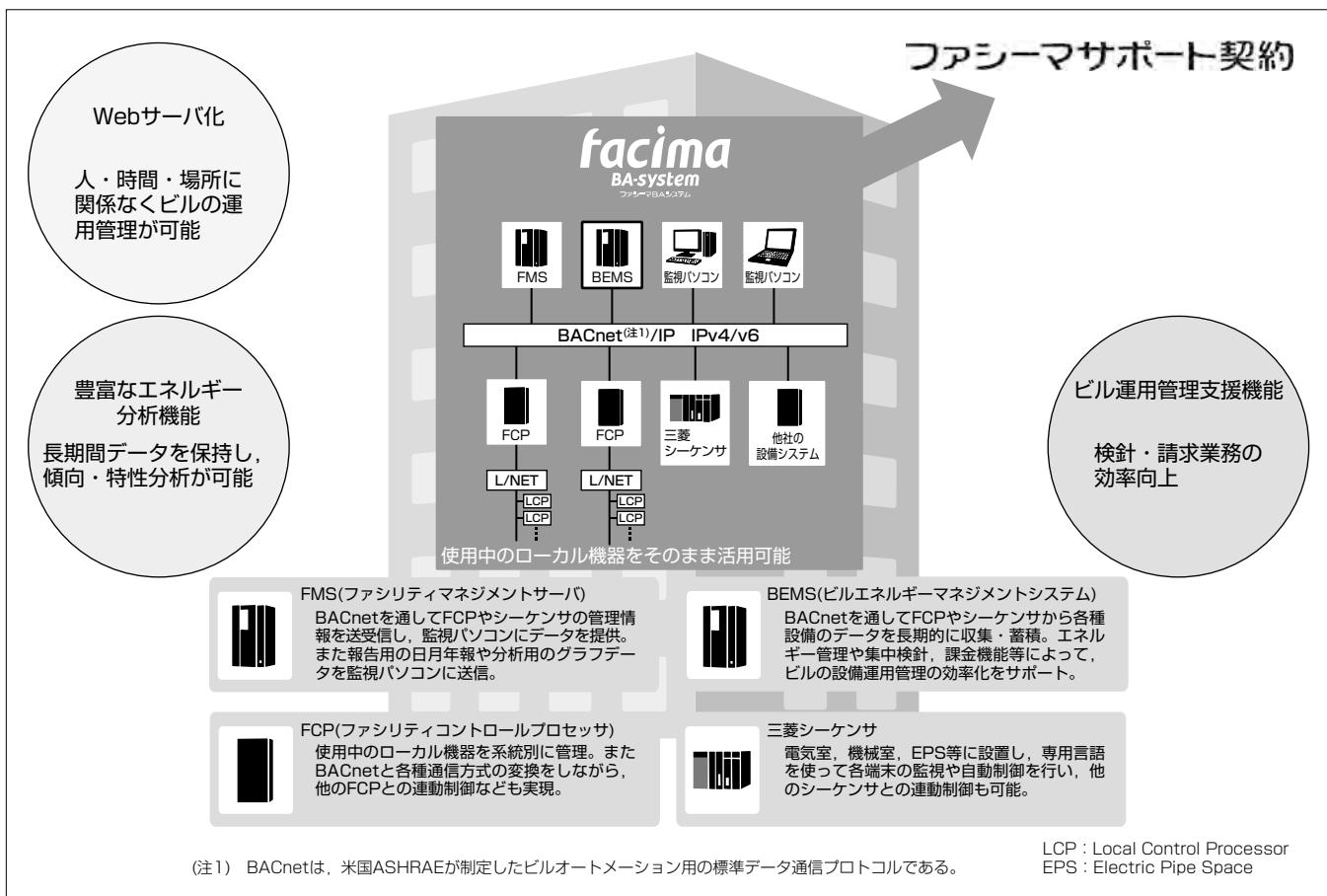
ヒューマンインターフェースにWebを採用し、専用のパソコンでなくても管理画面を閲覧することができる。

## (2) 豊富なエネルギー分析機能

各設備コントローラ(受変電、照明、空調設備等)から収集したエネルギーデータを長期間保存し、様々なグラフで表示することによって傾向・特性分析が可能である。

## (3) ビル運用管理支援機能

データを一元管理し、メータ検針業務、テナントへの請求業務の効率化を図ることができる。

“Facima BA-system”のシステム構成とサブシステム“BEMS”的特長<sup>(1)</sup>

“Facima BA-system”のシステム構成とサブシステム“Facima BA-system BEMS”的特長を示す。BEMSは各設備コントローラからエネルギーデータを収集し、エネルギー分析、集中検針、課金機能等を提供することでビルの運用管理を支援する。

## 1. まえがき

ビルエネルギー・マネジメント・システム(BEMS)とは、ビル内の各設備のエネルギー・データを収集し、長期間にわたって保存したデータを様々なグラフで表示することによって、高度な傾向・特性分析を可能とするエネルギー・管理機能や、ビル内の電気・水道などのメータの検針値を収集して使用量を毎月自動算出し、各テナントへの請求業務を支援するための集中検針・課金機能などを提供することで、ビルの運用管理業務の効率化を支援するシステムである。このシステムは、ビル管理システムのオプション製品として、必要に応じて中央監視装置と合わせて導入される。

図1にビル管理システムの構成を示す。

当社は、2000年に三菱統合ビルオートメーションシステム“MELUNITY-U30”を発売し、同時期にBEMSをオプション製品として市場投入した。以降、ビル内テナントへの請求業務を支援する課金機能を中心に各案件の様々な要求に対し拡充開発を行ってきた。

一方、ビル管理システム市場を取り巻く環境は徐々に変化し、2003年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」が改正され、2011年には東日本大震災の電力不足による節電要請など、オフィスビルや病院等の民生部門に対する省エネルギーがより一層強く求められるようになった。これによって、対象となる事業者は、各設備のエネルギー消費状況の把握、各種データの診断・分析、分析結果に基づく対策、効果の確認を継続的に実施する必要があるため、市場ではこのようなエネルギー・マネジメントを支援し、省エネルギーを実現可能とする製品が注目されている。

本稿では、2013年6月に市場投入したエネルギー管理機能、ビルマネジメント機能を持つ三菱ビル設備オープン統合システム“Facima BA-system”的サブシステム“Facima BA-system BEMS”(以下“BEMS”という。)について、特長と機能を述べる。

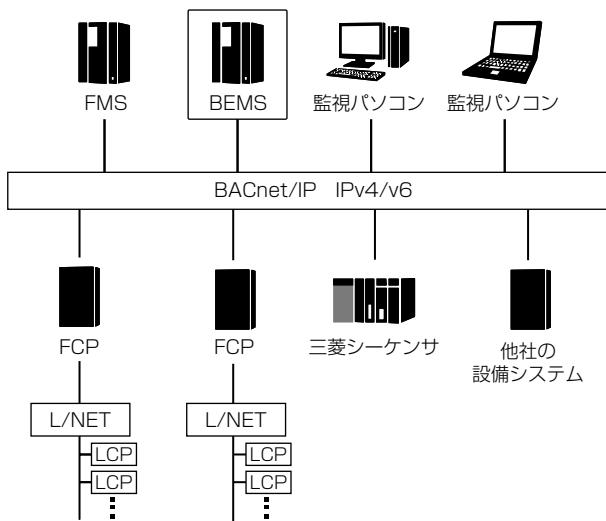


図1. ビル管理システムの構成

## 2. システムの特長

## 2.1 Webサーバ化

従来のBEMSは専用のパソコンであったため、設置場所でしか管理画面を閲覧することができなかつたが、“Facima BA-system”の中央監視装置と同様、Webサーバを搭載し、インターネットに接続されたパソコンであれば、Webブラウザを利用してBEMSの監視画面を閲覧可能とした。また、“Facima BA-system”の中央監視装置と視認性・操作性を統一し、同一パソコン上に中央監視装置とBEMSの双方の監視画面を表示・利用可能とした(図2)。

## 2.2 豊富なエネルギー分析機能

BEMSでは、各設備コントローラ(受変電、照明、空調設備等)から収集したエネルギーデータを長期間蓄積し、様々なグラフで表示することが可能である。また、エネルギーデータは最大で15年分を保持し、現在のエネルギー消費状況だけでなく、過去の実績の推移など高精度な傾向・特性分析が可能である。表1にエネルギー管理機能の仕様を示す。

## 2.3 ビルの運用管理支援機能

テナントビルでは、各テナントの電気・ガス・水道の使用量を算出するため、検針業務が必要である。また、その検針結果を基に、光熱費の請求額を算出し、その他家賃などの固定費や雜費等の臨時的な料金を加えてテナントへの請求金額を毎月算出する作業が必要であり、業務効率化が課題となっていた。

BEMSでは、集中検針機能・課金機能を開発し、各メータの検針値収集による使用量の自動算出、各テナント・メータ単位で使用量のグラフ表示・レポート出力・メータ異常検出が可能である。また、各テナントの請求業務について

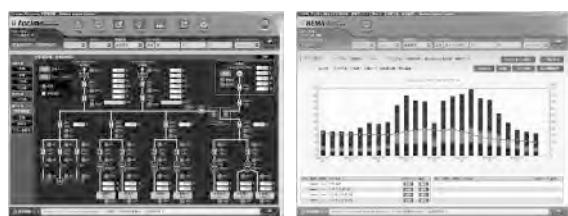


図2. 中央監視装置とBEMSのWeb画面

表1. エネルギー管理機能の仕様

項目	仕様
管理点数	実測点：10,000 論理点：1,500
信号種別	アナログ点, 積算点, デジタル点, マルチステート点
グラフ数	600
四則演算	可
データフィルタリング	曜日, 時間帯(範囲内／外), 状態点(運転／停止等)
単位換算	可(CO <sub>2</sub> 換算など)
トレンドデータ保持期間	1分周期：400日, 1時間周期：4年, 1日周期：15年, 1ヶ月周期：15年, 1年周期：15年
グラフ形式	折れ線, 棒, 積層, 組み合わせ(折れ線／積層等), 累積, ステータス, 円, 相関, ヒストグラム
CSV出力	可

ても請求項目(以下“費目”という。)を登録するだけで算出可能とし、各テナントへの毎月の請求業務、テナント入退居時の検針～請求業務を円滑に実施可能とした。

### 3. システム仕様と各種機能

#### 3.1 システム仕様

BEMSは、大規模ビル(延床面積10,000m<sup>2</sup>以上)でも対応可能な仕様を実現した。主な機能の仕様を表2に示す。

#### 3.2 機能

##### 3.2.1 エネルギー管理機能

エネルギー管理機能とは、先に述べたように建物の設備機器のデータを収集・集計し、グラフ表示する機能である(図3)。電気消費傾向、水消費傾向、空調負荷熱量、照明・コンセント電力量等、目的に応じたグラフ形式で表示することによって、エネルギーの使用状況や、設備機器の運転状況を視覚的に把握でき、効率的にエネルギーを利用するための指標とすることができる。

今回のBEMSでは、様々な分析を支援するために各種グラフ形式をサポートするだけでなく、複数期間でのデータ比較、四則演算、時間帯(昼／夜等)や曜日、設備の状態(空調機の運転／停止等)によるデータフィルタリングを可能とし、エ

表2. 主な機能の仕様

機能	項目	仕様
システム	履歴件数	100万
	管理点数	11,500
エネルギー管理	各種データ	表1に示す通り
	テナント数	500件
	メータ数	6,000件(実メータ、手入力メータ、論理メータ)
集中検針	検針データ保持期間	13ヵ月
	テナント数	500
	費目数	100(固定、従量、変動、臨時)
課金	従量単価	10段階
	変動単価期間	3期間

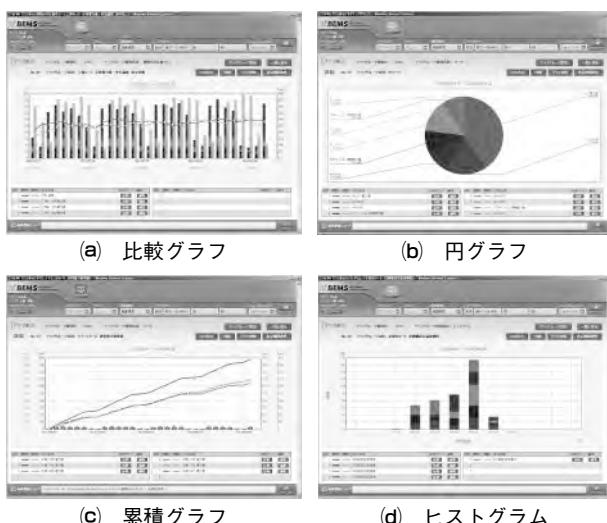


図3. 各種グラフ

ネルギーデータを様々な角度から分析可能とした。また、グラフ表示の元データとなるトレンドデータはCSV(Comma Separated Values)ファイルで出力可能とし、ユーザーによる2次加工を可能とした。

このエネルギー管理機能を利用し、現状把握→省エネルギー計画作成→結果分析→対策実施のようにPDCA(Plan, Do, Check, Action)サイクルを段階的に実施していくことによって、必要最小限のエネルギーで快適性を損なわず最適な環境を構築することが可能となる。

##### 3.2.2 集中検針機能

集中検針機能とは、ビル内の設備コントローラから各種メータ(電力、水道、ガス等)の検針値を収集し、一定期間内(毎月、隔月)の使用量を算出する機能である。使用量はメータ単位だけでなく、電力・水道等の種別単位、ビル内のテナント単位で算出することが可能である。エントランスなどの共用部の使用量については各テナントで按分(あんぶん)することも可能である。

各種検針データについてはPDF(Portable Document Format)・CSVファイル出力とグラフ表示をし、ユーザーに対して見える化機能を強化した。また、あらかじめ設定された偏差に基づく前月比、前年同月比の異常、メータ値欠測、使用量ゼロ等の検針に関する各種異常を検出し、一覧表示・レポート出力を可能とした。図4に検針レポートの出力例を示す。

この機能によって、ビル内のメータを一元管理し、検針業務負荷を軽減するだけでなく、人為的ミスのない確実な検針業務が可能である。

##### 3.2.3 課金機能

課金機能とは、家賃などの固定費や、集中検針機能によって算出した光熱費などの使用量を基に、ビル内の各テナントへの請求金額を算出し、請求書を発行する機能である。

今回開発したBEMSでは、ユーザーが各テナントに家賃などの固定費や、電気使用料金などの従量費目を割り当てるだけで容易にテナントへの請求額を算出することが可能である(図5)。

また、光熱費などの料金は一般に従量料金が適用される

図4. 各テナント検針レポート

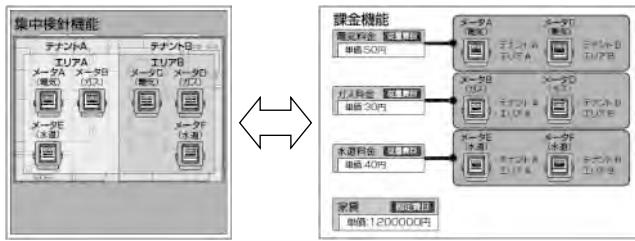


図5. 集中検針・課金機能

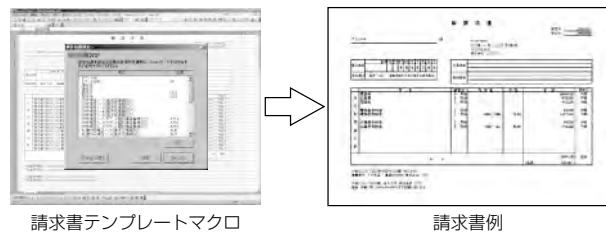


図7. 請求書テンプレートと請求書出力例

図6. 費目利用額一覧レポート

ため、使用量や期間に応じた単価を設定可能とした。また、その他課金に関する様々なデータをパラメータ化し、ビルの請求業務における様々なニーズに対応可能とした。費目利用額一覧レポートの例を図6に示す。

これによって、ビルの管理者の検針～請求業務の負荷を軽減するだけでなく、人為的なミスによる誤課金を防止し、確実な請求業務が可能である。

### 3.2.4 ジェネレータ機能

ジェネレータ機能とは、システム標準で出力される各種帳票やCSVファイルのフォーマットでは客先の運用に合わない場合に、ユーザーによるフォーマットの編集を可能とする機能である。あらかじめユーザーがフォーマット・出力の定義をシステムに登録しておくことによって、以降、システムからはその設定に従ってデータが出力されるようになる。BEMSでは次に示すフォーマットについてこの機能を実現した。

#### (1) 請求書フォーマット

請求書のフォーマットは案件単位で異なることが多い。そのため、フォーマットなどの編集機能をユーザーに開放する必要があった。そこで、今回開発したBEMSでは、ユーザーが自由にフォーマットや、罫線(けいせん)・フォント・色の設定、オブジェクトデータの貼付け等の様々なカスタマイズを容易に可能とするため、テンプレートにMicrosoft Excel<sup>(注1)</sup>を採用した。図7に請求書テンプレートと請求書出力例を示す。

ユーザーは請求書に出力したい各項目のセル位置をテンプレート上のマクロを使用して登録しておくだけで独自の請求書を出力することが可能となる。

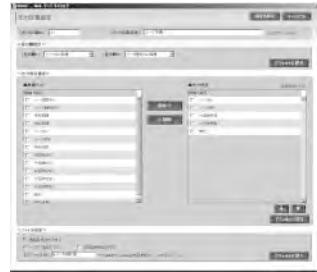


図8. CSVデータ出力定義設定画面

#### (2) CSVファイルフォーマット

BEMSの各機能の画面からは収集したエネルギーデータや設定データ等をCSVファイルとして出力可能である。このCSVファイルは、先に述べた(1)の請求書と同様、各案件の管理・運用に合ったフォーマットとする必要があるため、各機能の画面から出力されるCSVファイルについて、次に示す出力定義をユーザーが登録可能とした。図8にCSVデータ出力定義設定画面を示す。

- |           |               |
|-----------|---------------|
| ・列項目の出力有無 | ・列のソートキー、ソート順 |
| ・列項目の並び替え | ・ヘッダ出力有無      |
| ・出力ファイル名  |               |

これによって、各案件の2次加工を目的としたフォーマット指定や、他社システムのリプレース時に従来フォーマットとの互換性を保持する必要がある場合に、標準ソフトウェアで柔軟に対応することが可能となる。

(注1) Excelは、Microsoft Corp. の登録商標である。

## 4. むすび

2013年6月に発売した“Facima BA-system BEMS”について、その特長と機能について述べた。

特にエネルギー管理機能については今後も注目される機能であり、ユーザーのレベルに関係なく容易に利用可能である必要がある。ユーザーの訴求点を的確に捉え、操作性・視認性を含め技術開発に邁進(まいしん)していく所存である。

## 参考文献

- 渡辺啓嗣, ほか: 三菱ビル設備オープン統合システム“Facima BA-system”, 三菱電機技報, 83, No.9, 547~550 (2009)

# 小規模セキュリティシステム “MELSAFETY-Pバージョン3.1”

奥西幸喜\*  
安藤暢彦\*  
萬澤拓也\*

Small-scale Access Control System "MELSAFETY-P Version 3.1"

Koki Okunishi, Nobuhiko Ando, Takuya Kazusawa

## 要 旨

セキュリティシステム市場では、2013年度以降、企業の設備投資が回復に向かってきていることから、市場が拡大している。今後も企業の情報セキュリティニーズの拡大及び2020年に開催が決まった東京オリンピックの防犯対策強化のために、市場は伸長していくと予想される。

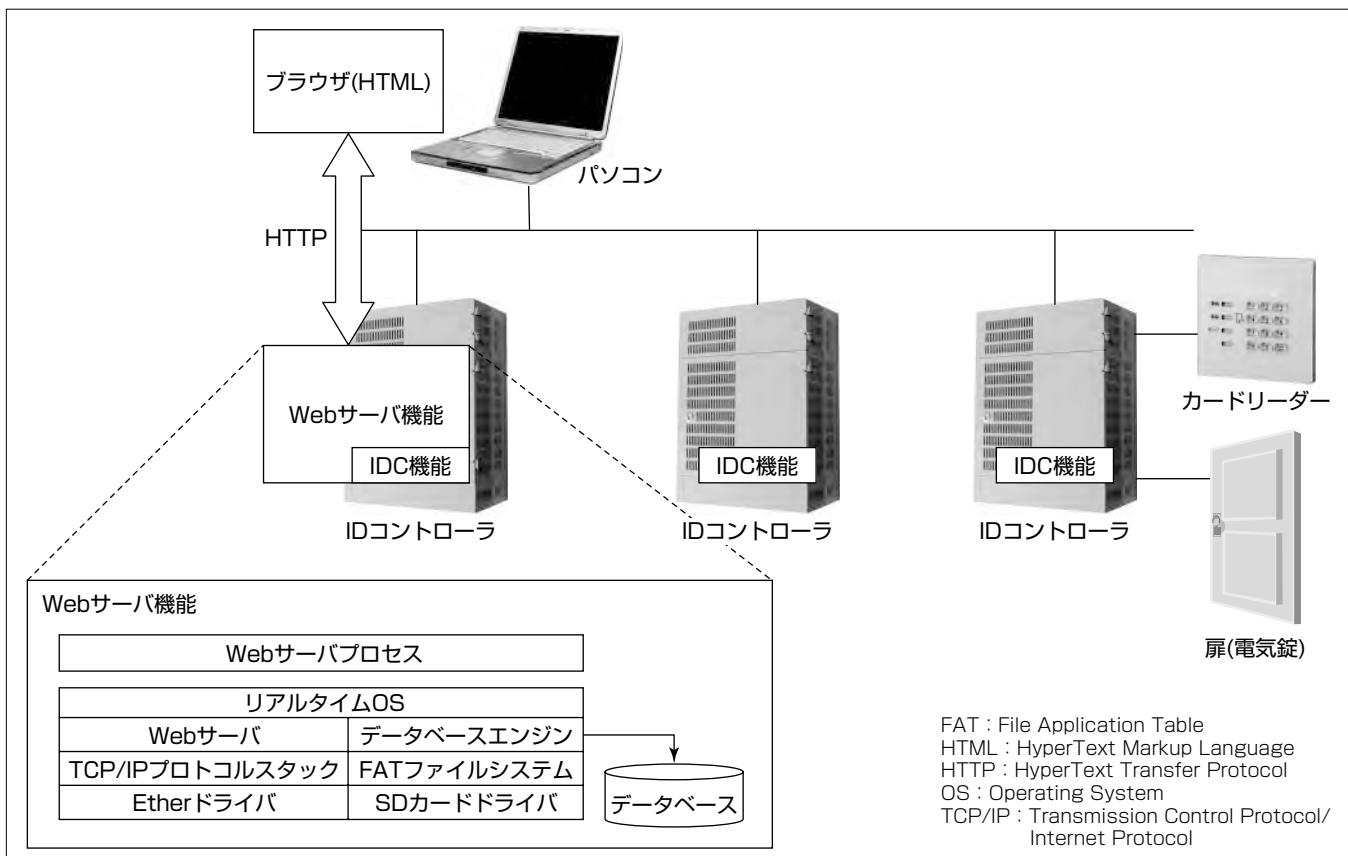
しかし、中長期的には新設着工件数の増加は見込めないため、市場の拡大のためには、機能拡張と低コスト化を進め、他社との差別化が可能な製品開発が必要である。

三菱電機では小規模領域向けのセキュリティシステムとして、“MELSAFETY-P”を販売しているが、今回、組み込み用Webサーバ機能の開発を中心とした、“MELSAFETY-Pバージョン3.1”を開発した。

この開発では、従来は管理パソコン上に実装していた管

理用アプリケーション及びデータベースを組み込みコントローラ上に実装するため、コントローラハードウェアを新規に開発してマイコン性能とメモリ容量を大幅に拡張しつつ、組み込みという限られたリソース内にWebサーバ機能を実装した。

これによってパソコンの上に、個人情報や履歴などの重要なデータを保存することができなくなるため、安価なパソコンを使用しながら、高信頼なシステムの構築を可能とした。さらに、Webサーバ機能とIDC(ID Controller)機能を1台のコントローラに実装したことで、最少構成時のコントローラを1台とすることができる、従来システムと比較しコントローラ数を増やすことなく、システムを構築することを可能とした。



## 小規模セキュリティシステム“MELSAFETY-P バージョン3.1”的システム構成

Webサーバ機能をIDコントローラ上に実装することで、従来パソコン上で動作していた機能(管理用アプリケーション及びデータベース)をIDコントローラに搭載した。これによってブラウザを搭載したパソコンさえあればシステムを管理することが可能となる。

## 1. まえがき

セキュリティシステム市場では、2013年度以降、企業の設備投資が回復に向かってきていることから、市場が拡大している。今後も企業の情報セキュリティニーズの拡大及び2020年に開催が決まった東京オリンピックの防犯対策強化のために、市場は伸長していくと予想される。

しかし、中長期的には新設着工件数の増加は見込めないため、市場の拡大のためには、機能拡張と低コスト化を進め、他社差別化が可能な製品開発が必要である。

当社では小規模領域向けのセキュリティシステムとして、“MELSAFETY-P”を販売しているが、今回、組み込み用Webサーバ機能の開発を中心とした、MELSAFETY-Pバージョン3.1の開発を実施した。

本稿では、その開発の目標、内容及び成果について述べる。

## 2. 開発目標

### 2.1 MELSAFETY-Pの課題

従来の小規模領域向けのセキュリティシステム“MELSAFETY-P”は、管理用のパソコンが必要で、そこに管理用アプリケーション及び履歴の蓄積及び検索表示に使用するためのデータベースをインストールする必要があった(図1)。

このため管理用アプリケーションのインストール作業やライセンスの管理が必要であるという問題があった。また、パソコン上に履歴データが蓄積されるため、24時間稼働などシステムの信頼性を向上させようすると、高信頼なパソコンを導入する必要があるなどの問題があった。

### 2.2 開発目標の設定

2.1節で述べた課題を解決するために、製品企画段階で、近年性能の向上が進んでいる組み込みプラットフォームを活用することができないかを検討した。その結果、従来は管理パソコン上に実装していた管理用アプリケーション及びデータベースを組み込みプラットフォームすなわち組み込みコントローラへ実装することを目標とすることとした。

図2にそのイメージを示すが、この開発によって、パソコンはWebブラウザを実装するだけでも、従来の課題を解決することができる。

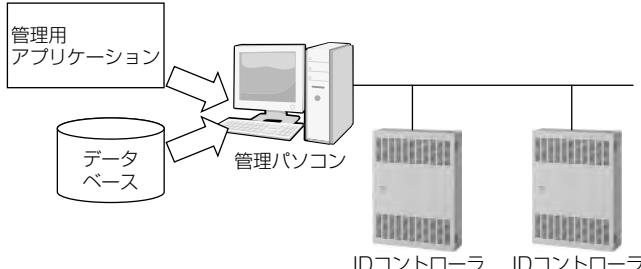


図1. 従来のMELSAFETY-Pの構成

### 2.3 ハードウェアプラットフォームの新規開発

目標とするソフトウェア構成は、従来パソコン上で処理している機能を組み込みコントローラに実装するというものであるため、ハードウェアプラットフォームの大幅な性能向上が必須である。そこで、ハードウェアプラットフォームを新規に開発することとした。

### 2.4 IDコントローラ機能との一体化

管理用アプリケーションとデータベース、すなわち管理機能を組み込みコントローラに実装した場合、最少構成の場合にコストアップしてしまうという課題があった。小規模セキュリティMELSAFETY-PはIDコントローラ1台が最少構成であるが、その場合、管理用のコントローラとIDコントローラの計2台が必要となり、最少構成の場合、従来1台で済んだコントローラが2台に増えてしまうということになる。

そこで、管理機能とIDC機能を1台のコントローラで実現することを開発目標とした。

図3に管理機能とIDC機能の一体化のイメージを示す。IDC機能は、カードリーダー及び電気錠を制御し、管理機能と通信することで構成され、主に図3に示す機能を搭載している。

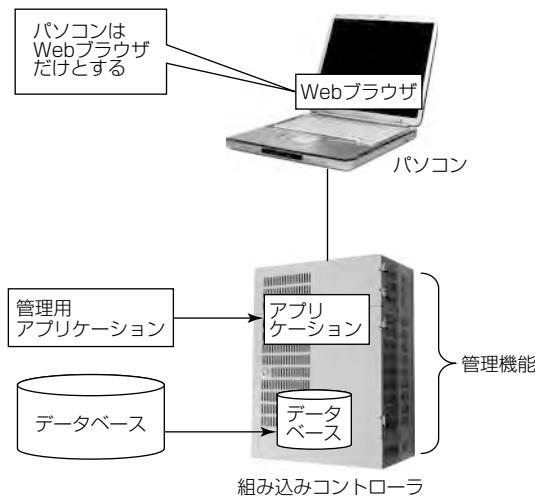


図2. 目標とするソフトウェア構成

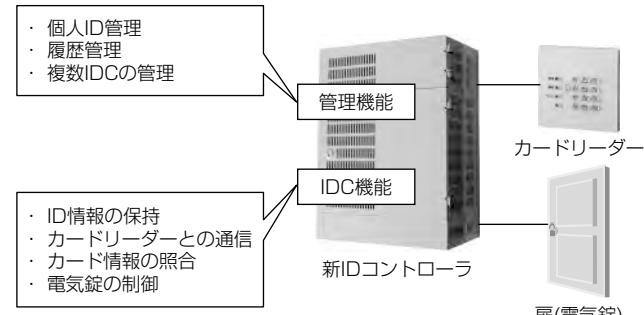


図3. 管理機能とIDC機能の一体化

### 3. 開発内容

2. 1節で述べた課題を踏まえ、MELSAFETY-Pバージョン3.1では、従来管理パソコン上に実装していた、管理用アプリケーションとデータベースを組み込みコントローラ上へ実装する開発を次のステップで実施した。

#### 3.1 ハードウェアプラットフォームの開発

マイコンの処理能力を向上させるため、ARM<sup>(注1)</sup>をコアとする新たなマイコンを採用した。このマイコンは従来比約3倍の処理能力を持つ。

メモリについては、記憶デバイスの見直しを実施した。従来のIDコントローラは、個人情報や履歴をリアルタイムで検索、蓄積する必要があるため、アクセスが高速でかつ停電補償が容易なSRAM(Static Random Access Memory)を記憶デバイスとして使用していた。基本検討段階で要求される管理機能をコントローラ上に実装するには、従来の10倍以上のRAMが必要であること明らかであったが、従来のようにSRAMを使用して容量を10倍にするとコストが大幅にアップしてしまい価格競争力が低下するという課題があった。

そこでスマートフォンの普及によって技術革新が進んでいるモバイル用DRAM(Dynamic Random Access Memory)の採用を検討した。モバイル用DRAMは大容量、低価格でありながら、スタンバイ時の待機電力が少ない。この特長を生かして専用のメモリバックアップ回路及び停電時の制御ソフトウェアを開発することで、DRAMを使用しながら停電時のメモリ補償を実現した。

その結果、モバイル用DRAMと専用回路の採用によって、コストアップなしにメモリ容量を約30倍にまで増やすことができた。ハードウェアプラットフォームの開発成果を表1に示す。

(注1) ARMは、ARM Ltd. の登録商標である。

#### 3.2 基本ソフトウェアの選定

新コントローラでは、マイコンの処理能力及びメモリ容量が拡張されたとは言え、パソコンと比べるとリソースが大幅に限られている。そこで、搭載するソフトウェアの選定を行った。

##### (1) OSの選定

2. 4節で管理機能とIDC機能の一体化を目標としたが、IDC機能は、カード情報の照合や電気錠の制御の際にリアルタイム処理が必要なため、従来リアルタイムOSを採用

表1. ハードウェアプラットフォームの開発成果

項目	開発成果
マイコン性能	ARMコアを採用し速度を約3倍
メモリ容量	容量約30倍でコストは従来以下
停電補償	専用回路によってDRAMを停電補償

している。よって、新コントローラについてもリアルタイムOSを採用する必要があり、管理機能を実現するために必要なソフトウェア群(次に述べるWebサーバ及びデータベースエンジン)をサポートするリアルタイムOSを選定した。

##### (2) Webサーバの選定

コントローラ上にWebサーバを実装するため、高機能でありながら、使用メモリサイズを調整できるWebサーバを採用した。

##### (3) データベースエンジンの選定

コントローラ上にデータベースエンジンを搭載するため、大容量のデータを格納してもメモリ使用量が少なく、また、書き込みと削除処理を繰り返し実施しても、データの読み書き速度が低下しにくい非断片化構造を持つデータベースエンジンを採用した。

#### 3.3 Webサーバ機能のコントローラ実装

新コントローラの高性能マイコンと大容量メモリ、そして新規に採用したリアルタイムOS、Webサーバ、データベースエンジンを使用して、図4に示すソフトウェア構成のWebサーバ機能を開発した。組み込みシステムという限られたリソースで製品化するため、Webサーバのデータ処理方法やデータベース構造、データベース検索順序、検索結果の表示方法等で改良を実施し、使用メモリの容量を少なくしながら、ユーザーの操作性を損なわないソフトウェア設計にした。

#### 3.4 Webサーバ機能とIDC機能の一体化

Webサーバ機能をリアルタイムOS上に実装したため、1つのコントローラにWebサーバ機能とIDC機能の両方を実装することができた。また、IDC機能はカードを操作した際のレスポンスが重視されるなど、リアルタイム処理が必要なのでタスクごとの優先順位の設計をした。

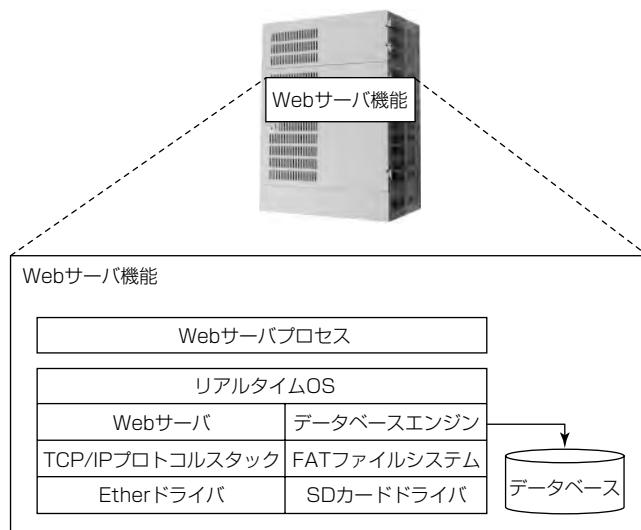


図4. Webサーバ機能のソフトウェア構成

表2. システム諸元

項目	仕様
最少システム構成	コントローラ1台
個人情報登録数	3,000人
管理扉数	最大12扉
利用可能カード	FeliCa <sup>(注2)</sup> ISO近接タイプA
通行権限グループ	最大2,500パターン
通行権限単位	グループ又は個人
履歴管理	最大30,000件

(注2) FeliCaは、ソニー(株)の登録商標である。



図5. 個人情報登録画面例



図6. 警報一覧画面例

#### 4. 開発成果

3章で述べた開発ステップを経てMELSAFETY-Pバージョン3.1を開発した。そのシステム諸元を表2に、開発したWeb画面例を図5及び図6に示す。

従来は管理パソコン上に実装していた管理用アプリケー

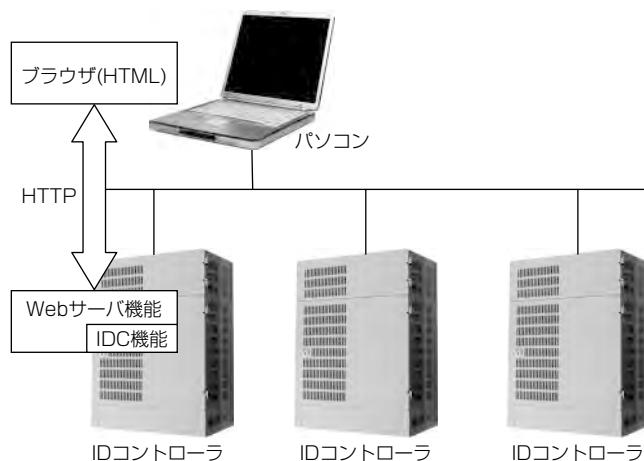


図7. MELSAFETY-Pバージョン3.1のシステム構成

ション及びデータベースを組み込みコントローラ上に実装することができたので、パソコン上に個人情報や履歴などの重要なデータを保存することができなくなり、安価なパソコンを使用しながら、高信頼なシステムの構築が可能となった(図7)。

さらに、パソコンにインストールするソフトウェアがなくなるので、ソフトウェアのインストール作業及びライセンスの管理業務が不要となり、顧客のシステム導入及び維持にかかる負担を軽減できる。

また、Webサーバ機能とIDC機能を1台のコントローラに実装したことで、最少構成時のコントローラを1台とすることができるため、従来システムと比較してもコントローラ数が増えることなく、先に述べた組み込み用Webサーバ機能のメリットを顧客へ提供することが可能となった。

#### 5. むすび

今回開発した小規模セキュリティシステムMELSAFETY-Pバージョン3.1の開発内容とその成果を述べた。この開発では、コントローラハードウェアを新規開発しマイコン性能とメモリ容量を大幅に拡張しつつ、組み込みという限られたリソース内にWebサーバ機能を実装した。

これによってパソコン上に、個人情報や履歴などの重要なデータを保存することができなくなるため、安価なパソコンを使用しながら、高信頼なシステムの構築を可能とした。

今後は、このWebサーバ機能を拡張し、個人情報登録数、管理扉数、履歴管理件数の拡大を目指すとともに、エレベーター管理機能や連動機能等の他社差別化を実施していく予定である。