

革新を続けるエレベーター

Elevator Innovations

石井 隆史

ISHII Takashi

松岡 寛晃

MATSUOKA Hiroaki

染谷 誠一

SOMEYA Seiichi

東芝エレベータ(株)は、業界に先駆けてマシンルームレスエレベーター SPACEL_{TM}を開発・商品化し、中低層ビル向けエレベーターの概念を大きく変革した。その後も、オーダー形エレベーターへの拡大などラインアップの充実を行ってきた。更に、新技術の採用により、省スペース化を実現した新型マシンルームレスエレベーター、中国市場のニーズにマッチした省スペース機械室エレベーターの開発・商品化など、引き続き革新を続けている。また、建築基準法の改正に対応し、客先ニーズをとらえた遮煙ドア Smokeproof_{TM}も開発・商品化した。

Toshiba Elevator and Building Systems Corp. took the initiative in the industry by developing and commercializing the SPACEL_{TM} machine-roomless elevator, which greatly changed the concept of elevators for low-rise buildings. We are now developing and commercializing a new style machine-roomless elevator featuring new technology, as well as a small-machine-room elevator to meet demand in the Chinese market, as part of our ongoing innovations in this field. Moreover, we have developed and commercialized the Smokeproof_{TM} smoke-prevention door, which conforms with the Amended Building Standards Law in Japan, to satisfy customer needs.

1 まえがき

東芝エレベータ(株)は、マシンルームレスエレベーターのリーディングメーカーとして、ユニバーサルデザインを取り入れ、客先ニーズに応える多彩なオプションを用意した新技術の採用による、新型マシンルームレスエレベーター SPACEL-EX_{TM}を開発・商品化した。また、中国の市場ニーズにマッチした省スペース機械室エレベーター ELCOSMO_{TM}と、エレベータードアのみで遮煙性能を実現し、防煙シャッターなどの設置を不要とした遮煙ドア Smokeproof_{TM}を開発・商品化した。

2 新型マシンルームレスエレベーター SPACEL-EX_{TM}

2.1 開発のポイント

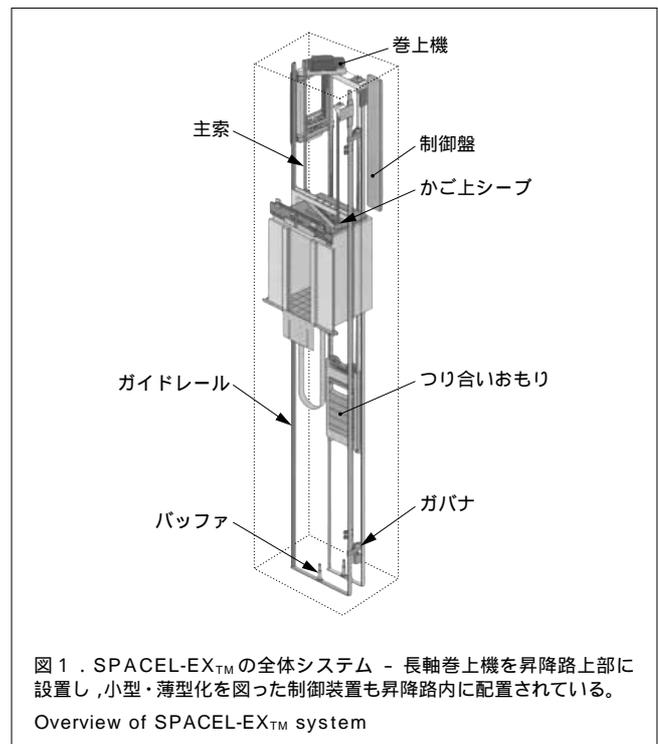
開発における目標と、それを実現した技術のポイントは、次のとおりである。

- (1) 乗りごちの向上 新開発のPMSM(永久磁石同期電動機)巻上機による新駆動システム採用により、乗りごちの向上と低振動・低騒音を実現
- (2) 昇降路寸法の最小化 カゴ上シープ方式の採用、機器類の小型化と最適配置、巻上機の小型化などにより、高効率でありながら、昇降路寸法を最小化
- (3) 使いやすさ ユニバーサルデザインを採用し、操作盤意匠、カゴ室意匠を一新。認識性、操作性を高めてエレベーターの使いやすさを向上

2.2 システム構成

SPACEL-EX_{TM}の全体システム構成を図1に示す。

昇降路内上部に巻上機を配置し、かごとつり合いおもりをシープを介してつる2:1ローピングのトラクション駆動方式を採用している。巻上機はガイドレール上のマシンビームに設置し、ガバナやロープヒッチなどの機器はすべてガイド



レールで支持している。

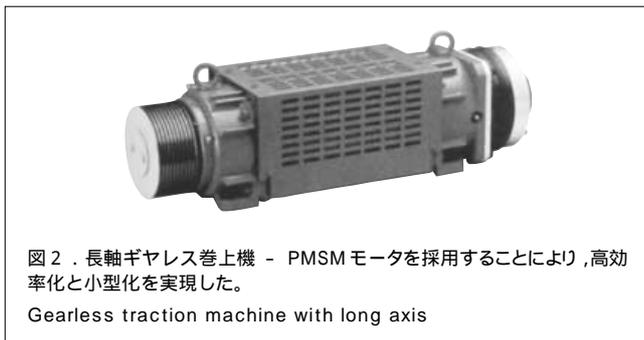
SPACEL™では、制御盤を最上階三方枠の戸袋部又は昇降路内の建屋壁面に設置していたが、制御装置の小型・薄型化を図り、昇降路内へ収めることで、出入口意匠の自由度を向上させた。SPACEL-EX™の基本仕様を表1に示す。

表1 . SPACEL-EX™の基本仕様
Specifications of SPACEL-EX™ system

項目	仕様
用途	乗用
定員(積載荷重)	6 ~ 15名(450 kg ~ 1,000 kg)
速度	45 ~ 105 m/min
最大昇降行程	75 m

2.3 駆動装置

- (1) 新開発巻上機 SPACEL-EX™に採用した新開発の巻上機はPMSMを用いたコンパクトな長軸ギヤレス巻上機である。小径ロープの採用により高速回転化と小型化を図り、SPACEL™の巻上機と比較して約30%の軽量化を実現した(図2)。



- (2) 巻上機の上設置方式 SPACEL™と同様、重要部品である巻上機と制御盤を昇降路上部に設置することにより、災害時の昇降路内への水流入に対して、高い信頼性を備えている。

2.4 小型・薄型制御装置

2.4.1 概要 制御盤は、昇降路内の最上階付近に設置する方式とし、機器の最適設計や薄型インバータの開発により、小型・薄型化を図っている。当社従来品に対し、体積比で約30%削減を実現した。

制御装置は、32ビットCPUとモータ制御専用開発した高性能プロセッサPP7を搭載した、エレベーター専用コントローラを用いている。インバータはスイッチング素子にIPM(Intelligent Power Module)を採用し、素子の冷却方式に冷媒を用いることで冷却効率を向上し、冷却フィンの小型・薄型化を実現した。更に、へん平の平滑コンデンサを組み合わせることで、インバータ装置の奥行き寸法は75mmと、

当社比で約20%の薄型化を実現した。

2.4.2 始動時の磁極推定 ブレーキを閉じた状態でモータに高周波の電圧を与えて、その時の電流フィードバック波形が収束するように磁極を推定し、その後高周波電圧によりN,S極を判別することで、短時間で磁極位置を推定することを可能としている。

2.4.3 運転時の磁極推定 SPACEL-EX™では、巻上機の駆動軸に直結したパルスジェネレータ(PG)を装備している。一般的に、PGの出力パルスをカウントすることで運転中のモータの磁極位置を求めることができるが、PGのカウント誤差や演算誤差などにより脱調する可能性がある。そこで、モータに供給する電圧、電流、周波数及びモータ定数からモータ内部の状態を推定し、この結果から磁極ずれを求め、制御を最適な状態へと更新する機能を組み込んでいる。

2.5 高付加価値商品

環境問題やセキュリティに対する関心の高まりに対応した高付加価値商品の開発を行い、オプションメニューを充実した。

2.5.1 ハイブリッド駆動システム つり合いおもりを用いたエレベーターは、かご内の乗車人数と運転方向により、力行と回生を繰り返す。需要の大多数を占める中低層ビルに設置されているエレベーターには、規模やコスト面の制約から電源回生機能を備えておらず、抵抗を用いて熱消費していた。この回生エネルギーを有効活用するため、制御装置内に電池を設け、回生時に充電し、力行時に電池から電力を供給することで約20%の省エネルギーを可能にした。常時、充放電を繰り返すため、温度管理や充放電管理などにより、電池の寿命維持を図っている。また、停電時に停止せずに最寄り階までの継続運転を可能とし、停電時の急停止を回避できるようにした。停電時対応の電力を確保するため、電池の容量管理や無停電電源切替えを実現している。

2.5.2 セキュリティ機能 かごや乗場の呼び登録を、指紋認証、顔認証、非接触ICカードを用いて行うことにより、エレベーターの高度なセキュリティを実現した。セキュリティシステムの構成を図3に示す。

集合住居の玄関オートロックや無線キー端末、居室からのインタホン呼出し操作により、呼び登録禁止の解除や、操作した階の乗場呼びや行き先階のかご呼びを自動登録する機能により、高度なセキュリティを提供する。これにより、待ち時間削減や両手に荷物を持っているときに呼びボタンを操作する必要がないなど、利便性も向上した。多機能伝送インタフェース基板を新たに開発することにより、これらの機能を実現している。

2.5.3 かご内防犯用CCDカメラ かご天井に設けられたCCDカメラの映像をハードディスクに記録し、ハンディターミナルで再生したり、ICカードへのダウンロードが可能である。また、かご内や乗場に液晶ディスプレイ(LCD)を

3 中国向け省スペース機械室エレベーター ELCOSMO™

3.1 中国市場の動向と開発背景

成長著しい中国では、新技术による高付加価値エレベーターへの需要が高まっている。しかし、日本市場では標準型エレベーターのデファクトスタンダードとなったマシナールームレスタイプについては、現在の中国市場でのニーズはまだ高くない。そこで、「PMSM ギヤレス巻上機を使用し、省エネルギー・省スペース機械室システム」をコンセプトとした、マシナールーム付きエレベーター ELCOSMO™を開発した。

3.2 システム構成

ELCOSMO™の基本仕様を表2に、全体システム構成を図5に示す。

建物上部の機械室に巻上機、制御装置、ガバナを設置した2:1ローピングのトラクション駆動システムである。

巻上機、制御装置の小型化や機器の最適配置により、昇降路と同面積の機械室構成を実現している。

3.3 特長

- (1) 省エネルギー SPACEL™と同様、PMSM ギヤレス巻上機の採用により、当社従来型ウォーム巻上機に比



図3 . エレベーターセキュリティシステム - マンションなどのオートロック、インタホンとエレベーターを連動させたり、非接触カードや指紋認証により呼び登録を許可するセキュリティ機能を提供する。

Elevator security system

設けてカメラの映像を表示させたり、ハンディターミナルによりICカードから画像を登録し表示する機能により、防犯とアメニティを合わせて実現している。

2.6 新意匠

SPACEL-EX™では、1クラス上の快適性能を目指し、かご室や天井照明のモデルチェンジを行った。かご室意匠の一例を図4に示す。

2.6.1 かご室 かご操作盤を認識しやすく、使いやすいうように傾斜をつけるなど、従来機種で好評なユニバーサルデザインを更に進めた。幕板やリターンパネルなどにステンレスを多用し、高級感のある新デザインを採用した。また、板ばねによってかご室内からかご側板を組み立てられる技術を確立し、従来必要であった背面コーナー壁をなくし、すっきりしたデザインとした。かご室内の化粧鋼板や床タイルは、環境に配慮した非塩化ビニル系の材料を採用した。

2.6.2 天井照明 開放感あふれる、明るい天井照明デザインを採用した。管径の細い特殊照明ランプを開発し、消費電力は従来と同等ながら、約1.6倍の照度アップを実現した。



図4 . スタンダードかご意匠 - 昼光色と白色のライトの組合せによる新しい空間を提供する。

Standard design of elevator cage

表2 . ELCOSMO™の基本仕様

Specifications of ELCOSMO™ system

項目	仕様
用途	乗用
定員(積載荷重)	8 ~ 13名(630 kg ~ 1,000 kg)
速度	60 ~ 120 m/min
最大昇降行程	125 m

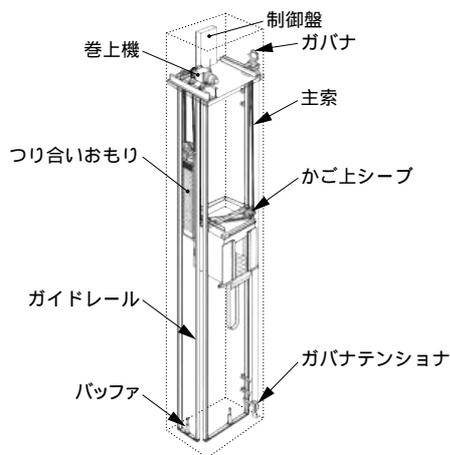


図5 . ELCOSMO™の全体システム - 小型化した巻上機、制御装置、各機器の最適配置により、機械室面積を昇降路平面積と同等とした。

Overview of ELCOSMO™ system

べて、約30%の消費電力低減を実現した。

- (2) 省スペース 巻上機の小型化に加え、制御装置も小型・薄型化を図り、更に機械室機器の最適配置を行い、昇降路と同面積の省スペース機械室(従来機種の場合機械室面積に対して70%減)を実現した。
- (3) グローバル対応 中国国家標準規格GB7588に準拠し、エレベーターのかご寸法と積載質量もISO(国際標準化機構)規格を採用した。今後、諸外国で採用されている欧州規格(EN)をはじめとする他の規格も視野に入れ、当社のグローバル向けシステムとして展開していく。

4 遮煙ドア Smokeproof™

4.1 開発の背景

2000年6月に改正・施行された建築基準法により、エレベーター昇降路の防火区画には、遮煙性能を持つ防火設備の設置が義務づけられた。この法改正により、建物側で新たに特別な防火設備工事が必要となったが、エレベーター乗場ドア自体に遮煙性能を持たせ、他の防火設備を不要とするエレベーター遮煙乗場ドア Smokeproof™を開発し、国土交通省大臣認定を取得した。

4.2 製品構成

エレベーターのドアは、スムーズな開閉動作のため、ドアパネルと三方枠及び敷居との間にすき間を持たせている。Smokeproof™は、図6に示すように、ドアパネルの戸当たり部、戸袋側面・下部、及び三方枠の幕板部に気密パッキングを配置して、このすき間を密閉したものである。

4.3 特長・性能

- (1) 省スペース 遮煙ドア開発のため、社内に大型の気密試験装置を導入し、最適な形状・材質などを選定した。コンパクトな構成により、従来の昇降路の平面寸法を拡大することなく、遮煙性能を実現した。
- (2) 気密パッキング材質 火災時のみ動作する防火シャッターと違い、エレベータードアは通常使用による開閉動作に気密材が耐える必要がある。ドア開閉時に常に摺動(しゅうどう)する幕板部と扉下部の気密パッキングには、摩耗に強いフッ素ゴムを採用し、高い信頼性と長寿命化を図っている。耐久性試験結果の一例を図7に示す。
- (3) 走行抵抗対策 幕板部と下部の気密パッキングを押し付けながらドアの開閉を行うため、ドアの走行抵抗が増加する。この走行抵抗の増加に対して、乗場ドアの戸閉装置と、かご側のドア駆動装置のコントローラを最適化変更することにより、エレベータードアとしての性能を確保した。



図6 . Smokeproof™の構造 - 乗場ドア回りのすき間を密閉する気密パッキングを配置している。
Structure of Smokeproof™ smoke-prevention door

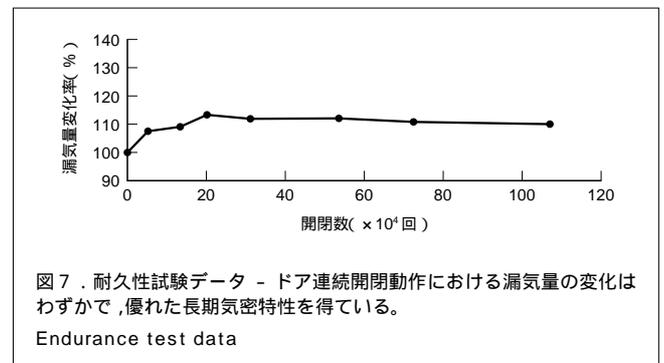


図7 . 耐久性試験データ - ドア連続開閉動作における漏気量の変化はわずかで、優れた長期気密特性を得ている。
Endurance test data

5 あとがき

エレベーターに対する市場ニーズはこれからも変化していく。当社は、多様化・高度化する市場ニーズに対応し、革新を続け、優れた商品を生み出していく。



石井 隆史 ISHII Takashi
東芝エレベータ(株) 研究開発センター 機械開発担当主任。
エレベーター機械システムの研究・開発業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



松岡 寛晃 MATSUOKA Hiroaki
東芝エレベータ(株) 研究開発センター 電気開発担当主任。
日本機械学会、日本ロボット学会会員。日本プロフェッショナルエンジニア協会理事。米国プロフェッショナルエンジニア。
エレベーター電気制御システムの研究・開発業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



染谷 誠一 SOMEYA Seiichi
東芝エレベータ(株) 研究開発センター 機械開発担当主任。
エレベーター機械システムの研究・開発業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.