

グローバルに展開する標準型エレベーター

Standard Elevators Meeting Global Market Requirements

嶋根 一夫 大坪 亮 和泉 一裕

■ SHIMANE Kazuo ■ OTSUBO Ryo ■ IZUMI Kazuhiro

地震や、異常気象に伴う風水害などが相次ぐなか、エレベーターは一般の人々にとってなくてはならない縦の交通手段であり、安全・安心、及び快適性が求められている。一方、中国やインドの近代化はめざましく、省エネや環境負荷低減により地球規模でのサステナブル社会の実現に向けた取組みが続くなかで、エレベーターも更なる技術革新が求められている。

このような背景の下東芝エレベーター(株)は、標準型エレベーターとして、安全性と省エネ効果に優れ、しかも環境負荷低減を実現したグリーンコンセプトエレベーター SPACEL-GR™を開発した。更に、グローバルな展開を図り、中国向けに ELCOSMO-Ⅲ™、SPACEL-Ⅲ™を商品化した。

The recent increase in disasters caused by earthquakes and anomalous weather events has highlighted the necessity of high safety for elevators as essential vertical transportation facilities in high-rise buildings. Furthermore, accompanying the rapid expansion of the global elevator market including the Chinese and Indian markets, there is a strong need for energy saving and reduction of the burden on the environment toward realizing a sustainable society.

With these trends as a background, Toshiba Elevator and Building Systems Corporation has developed the SPACEL-GR™ standard elevator featuring high safety, energy saving, and environmental friendliness for the Japanese market, as well as the ELCOSMO-Ⅲ™ and SPACEL-Ⅲ™ standard elevator models for the global market including the Chinese market.

1 まえがき

東芝エレベーター(株)は、安全性への関心の高まり及び環境(グリーン)対応への要請を受けて、マシンルームレスエレベーター“SPACEL-GR™”を商品化し、2012年1月に国内向けに市場投入した。制御装置を新たに開発するとともに、新型ローラガイドの採用により乗り心地を一段と向上させている。また、従来のガイドシューでは必要とされた潤滑オイルを廃止し環境性能を向上させた。更に、待機電力を削減する制御機能や、エレベーター運行時にモータから発生した電力を建屋側に戻す回生電力機能を制御装置に搭載し、消費電力を当社従来機に比べ最大で50%削減した。これらにより、SPACEL-GR™は、当社としては初めて“エクセレントECP”^(注1)に認定された。

ここでは、開発にあたっての技術課題とその取組みについて、安全と環境を中心に述べる。

2 コンセプト

省エネ、グリーン対応、及び据え付け作業性改善を柱にして、それぞれの技術課題を洗い出し、開発項目を絞り込んで

(注1) ECP (Environmentally Conscious Products: 環境調和型製品)とは、材料調達、製造、流通、使用、廃棄及びリサイクルといった製品ライフサイクルの全ての段階で、環境に配慮された製品を示す。

表1. グリーンコンセプトエレベーターのラインアップ
Standard elevator lineup for Japanese and global markets

区分	投入市場	製品名
マシンルームレス	国内	SPACEL-GR™
	海外(中国など)	SPACEL-Ⅲ™
機械室付		

表2. グリーンコンセプトエレベーターの基本仕様
Basic specifications of standard elevators

製品名	最大積載(kg)	最高速度(m/min)	最大昇降行程(m)
SPACEL-GR™	1,000	105	100
SPACEL-Ⅲ™	1,050	120	100
ELCOSMO-Ⅲ™	1,050	150	125

開発を進めた。

2.1 開発項目と基本仕様

主な開発項目は次のとおりである。

- (1) 消費電力最大50%の削減
- (2) 安全性と安心感の向上
- (3) グリーン対応と据付け・保守作業性改善
- (4) 共通化設計による設計効率向上と品質確保

今回開発したグリーンをコンセプトとしたエレベーターの

ラインアップとその基本仕様を表1、表2に示す。

2.2 共通設計プラットフォーム

世界同時開発を目指して、安全性及びグリーン対応を配慮し、構造などの標準化設計を行った。更に、各種用品や部品を共通化したほか据付け作業にも配慮した。開発は国内だけでなく、中国の当社現地法人と設計を分担しながら進めた。

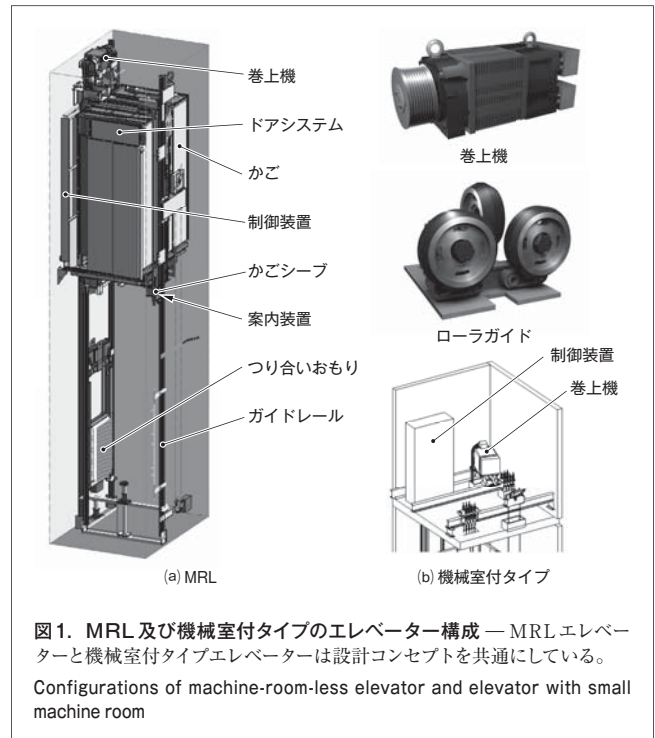
具体的には、制御盤はサブユニット構成とし、国内と海外とでサブユニットを交換できるようにした。また、ソフトウェアも一本化を図り、統合ソフトウェアを構築した。

3 エレベーターを構成する装置と技術開発

国内向け及び海外向けともに投入したマシンルームレスタイプ(以下、MRLと呼ぶ)は、市場から定評のある当社オリジナルシステムを継承して巻上機と制御装置を昇降路最上部に配置しており、ピット冠水のような自然災害時に強い構造である。海外向けだけに設けた機械室付タイプも、MRLと設計コンセプトを共通にし、巻上機と制御装置を機械室に配置した(図1)。

3.1 巻上機とローラガイド

MRLでは設置寸法の最小化が重要で、業界最小寸法を実現するため、外形がよりコンパクトになるようPMSM(Permanent Magnet Synchronous Motor)ギヤレス巻上機を新たに開発した。法規の違いからいっそうの寸法短縮が求められる



国内向けは、各シープ径をコンパクトにするためNew SPACEL-EX™で実績がある高強度の径5mm(IWRC:Independent Wire Rope Core)の小径メインロープを採用した。更

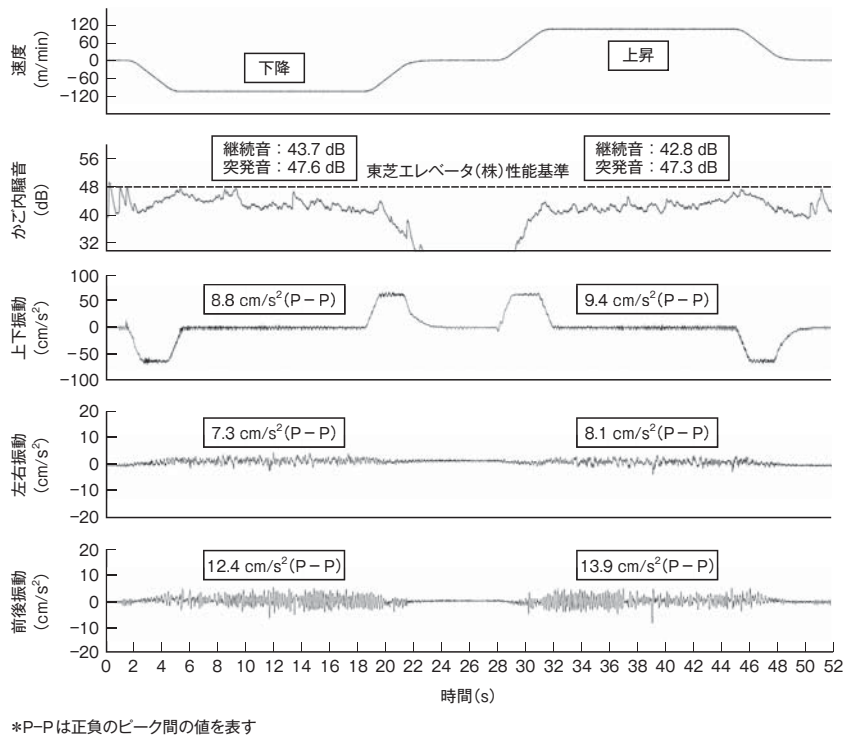


図2. 乗り心地測定データ — 開発した標準型エレベーターは、105 m/min 走行時でも騒音及び振動ともに高級機種並みのレベルを達成している。
Results of measurements of noise level and oscillation amplitude related to comfortable ride (rated speed: 105 m/min)

に、従来かご上に配置していたかごシーブをかご下に配置することにより、MRLで業界最小クラスの寸法となるオーバヘッド3,000 mm及び3,700 mm（速度60 m/min時）をそれぞれ国内向け及び海外向けで実現し、昇降路寸法への対応力を高めた。

かごとつり合いおもりをガイドする案内装置には、これまで主に高級機種である高速エレベーターで用いられてきたローラガイドをグリーンコンセプトエレベーター用に改良適用し、径90 mm及び70 mmのローラで構成されるコンパクトな案内装置を開発した。

当社標準型エレベーターとしては初めて、ローラガイドを全機種に標準装備し、高級機種に匹敵する低騒音と低振動を実現した。

SPACEL-GR™の105 m/min走行時の乗り心地測定データを図2に示す。ローラガイドは、従来のガイドシュー案内方式に比べ走行時の摩擦抵抗が減るため、巻上機のモータ駆動の消費電力が低減できる。また、従来はガイドレールに潤滑油を塗布していたが、保守時の作業の手間が掛かるほか、潤滑油の飛散などにより環境に影響を与える懸念があるため、ガイドレールの潤滑油塗布を不要にした。

3.2 軽量かご構造と新ドアシステム

今回の開発では3次元CADソフトウェアと連携した構造解析ソフトウェアを活用してかごの最適軽量化設計を行い、当社従来機比で最大15%のかご軽量化を実現した（図3）。これにより、かご付加質量を大幅に増大し、より多くのお客さまニーズを取り込められるようにした。

ローラガイドを使用する場合、昇降行程が比較的長いときの下方向では、乗客の乗降時にフワフワ感が顕著に感じられる。そこでドア機構を改良し、戸開時に上下方向の振動を減衰させるフワフワ感抑制装置を開発し、利用者の安心感を高めた。

新開発のドアシステムでは、かごドア駆動装置のコンパクト

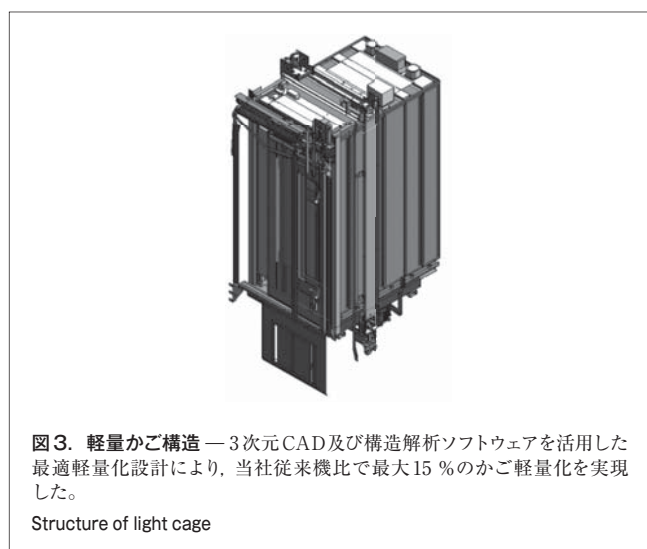


図3. 軽量かご構造 — 3次元CAD及び構造解析ソフトウェアを活用した最適軽量化設計により、当社従来機比で最大15%のかご軽量化を実現した。

Structure of light cage

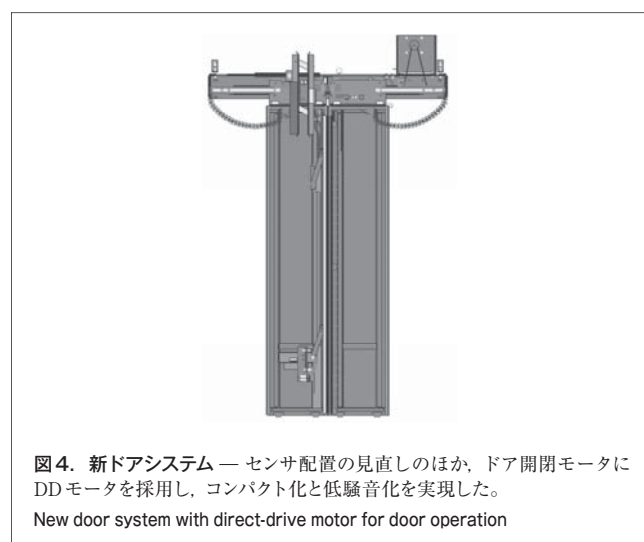


図4. 新ドアシステム — センサ配置の見直しのほか、ドア開閉モータにDDモータを採用し、コンパクト化と低騒音化を実現した。

New door system with direct-drive motor for door operation

化を図り、ドア戸閉状態を機械的に保持する機構を追加した。駆動装置のコンパクト化に関しては、駆動ベルトの引回しやセンサ配置の見直しにより、中央開きドアの場合、駆動装置の高さを当社従来機比50%以下に低減させた（図4）。これにより約10 kgのかごドア軽量化を実現した。また、従来はエレベーター待機時もドアモータの駆動力を利用してドア戸閉状態を保持していたが、駆動装置に保持機構を追加することで待機時のモータ消費電力を削減した。

一方、ドア開閉を駆動するモータを、従来のギヤ付きモータからDD（Direct Drive）モータに変更した。ギヤをなくすことで、騒音が低減するとともに、給油が不要になるため環境負荷が低減し、ギヤ損失もなくなりドアシステムの効率が向上した。また、モータのセンサとしてレゾルバを採用することで、高温環境下でも安定した性能を確保することができた。更に、専用インバータ制御装置を開発しドアのスムーズな開閉を実現するとともに、従来インバータ制御マイコンや通信用マイコンなど複数のマイコンで行っていた制御を、単一のマイコンで行うことで、消費電力の低減を実現した。

安全面では、乗り場付近の人や物などを検知して、急な乗込み時のドア挟まれを未然に防ぐ“お知らせドアビーム™”（有償付加仕様）により、ドア周りの安全性を向上させた（図5）。

3.3 意匠表示装置

天井や操作盤に対して、意匠の見直しを行うとともに、LED（発光ダイオード）と導光板を組み合わせた薄形の照明を採用した。更に、リサイクル樹脂素材を使用し環境性能を向上させた化粧アクリル板の天井（有償付加仕様）も採用できる。また、表意文字である漢字を多用したパネル表示とひらがな表記した戸開閉ボタン表示による明瞭化と、パネル自体のコンパクト化を図った。

3.4 省エネ・電力回生システム

エレベーターの待機時に消費する電力を削減するため、パ



概念図

図5. お知らせドアビーム™ — 乗り場付近の人や物を検知して、急な乗込み時のドア挟まれを未然に防ぐ。

Notification beam to prevent users from being caught in doors

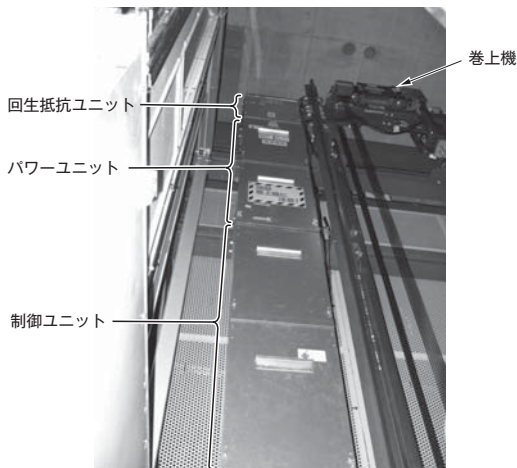


図6. 新規開発の制御装置 — 高密度実装基板を採用し、きめ細かい運行制御機能搭載により待機電力削減を実現した。

Newly developed control panel with high-density circuit board

ワームユニットに温度計を設置し、低温時には冷却装置を停止するなど、きめ細かな制御を導入して各装置の消費電力を削減した(図6)。

また、停電したときに自動で最寄り階に着床する停電時自動着床装置 TOSLANDER™ を新たに開発し、複数のバッテリーを大型バッテリーに集約した。このバッテリーへの充電方法を絶えず微小電流で充電する従来のトリクル充電から、バッテリーの電圧を監視して満充電時には充電を行わないフロート充電方式に変更することで、バッテリー寿命を延ばすとともに省エネに貢献することができた。メンテナンスにおいても、バッテリーを集約したため装置ごとに確認を行う必要がなく、更に、バッテリーの交換時期が近づくとアラームを発報する寿命予測機能により、寿命に至る前に交換できるようになった。

エレベーター運転時には二つのモードがあり、かご内の乗客の人数によりモータとして電力を使用する場合と発電機とし

て電力を発生する場合がある。後者の場合、従来、抵抗を使用して発生した電力を熱に変換していたが、“電力回生機能”(有償付加仕様)により発生した電力を建屋側に戻すことが可能になった。

これらの機能を総合して、当社従来機比で最大50%の電力削減を実現した。

3.5 開発用ソフトウェアの高度化

ソフトウェアの開発、設計、製造は、システム、コンポーネント、及びモジュールをそれぞれ分担する3層アーキテクチャにより進めた。多くの人数で分業することができ、開発時間の大幅な短縮を可能にした。また、CASE(コンピュータ支援ソフトウェア工学)ツールを適用することで、フローチャートを作成するとそのままコード化することが可能になり、設計作業効率が大きく向上した。

3.6 停電時継続運転機能(トスマーブ™)

特に高層マンションや病院、公共機関などからの市場ニーズに応じて、災害による停電時や東日本大震災後に実施された計画停電時にもエレベーターを動作させることができるトスマーブ™(有償付加仕様)を商品化した。バッテリーには長寿命の東芝製二次電池 SCiB™ を採用し、急速充放電や高出力で大実効容量の特長を生かして最短4時間での満充電と、最長2時間の運転を可能にした(図7)。

4 据付け工期短縮

MRLを適用するにあたって、従来機種に対して昇降路内の機器配置を見直し据付け時の作業姿勢を改善するとともに、据付け時に揚重装置を使用しない用品をユニット化してその重量を30kg以下に抑え、作業の利便性と安全性を向上させた。工期短縮が強く求められるわが国では多くの用品に対して工場出荷前に事前配線を施し、ガイドレールの防錆(ほうせい)処理も工場出荷前に実施して据付け現場での仕上げ処理を不要にした。また、かご室を構成する側板パネルをかご内

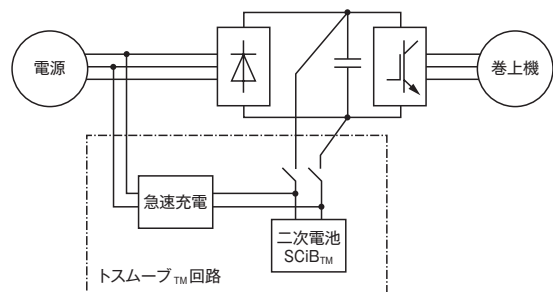


図7. トスマーブ™のブロック図 — 東芝の高性能二次電池 SCiB™ を採用し停電時にも最大2時間の継続運転を可能にした。

Block diagram of TOSMOVE™ uninterrupted operation function in case of power outage



図8. 側板のかご内組立て— SPACEL-GR™以降、かご室を構成する側板をかご内で組み立てられるようにして作業性を向上させた。
Sidewall construction within a cage

で組立て可能にする構造を、SPACEL-GR™から新たに採用した(図8)。これによりSPACEL-GR™では住宅用9人乗り標準タイプの据付け工期を3日間短縮することができた。

一方、現在は機械室付が主力の中国をはじめとするグローバル地域では、今後MRLの導入増加が見込まれる。そこで現地の意見を取り入れて、中国開発センターで巻上機揚重装置を改良し、海外向けSPACEL-Ⅲ™のMRL据付け作業性を向上させた。

5 保守省力化

巻上機と制御装置が昇降路上部に設置されるMRLはかご上での保守作業が主となる。グリーンコンセプトエレベーターでは、かごシーブをかご下に配置してかご上の梁(はり)高さを低減させ、かご上の大部分をフラットな構成にするとともに(図9)、電気機器をかご上の中央部に集約させ、保守点検時の作業性を向上させた。

また、長寿命で低電力のLED照明の標準採用やガイドレールの潤滑油レス化などにより、グリーン対応と保守省力化を両立させた。

6 あとがき

これまで述べたように、省エネ、グリーン対応、及び据付け作業性改善などを主軸として、エレベーターの開発を進めてき



図9. かご上の構成— 従来かご上にあったシーブをかご下に移動するとともに、電気機器をかご上中央部に集中させることで、保守点検時の作業性を向上させた。
Simple layout of equipment on cage

た。今後も、積載と速度の適用範囲を拡大させるほか、安全性と快適性のいっそうの向上を目指す。

当社はサステナブル社会の実現に向けて、グローバルな市場ニーズに応えられるエレベーターを提供していく。



嶋根 一夫 SHIMANE Kazuo

東芝エレベータ(株)統括技師長附。
エレベーターの電気システム開発業務に従事。電気学会会員。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



大坪 亮 OTSUBO Ryo

東芝エレベータ(株)技術本部 開発部主査。
エレベーターの電気システム開発業務に従事。電気学会会員。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



和泉 一裕 IZUMI Kazuhiro

東芝エレベータ(株)技術本部 開発部参事。
エレベーターの機械システム開発業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.