

昇降機の安全・安心・快適性の更なる向上への取り組み

Approaches Aimed at Further Improving Safety, Security, and Comfort of Elevators and Escalators

熊谷 将一

菊池 孝幸

曽我 宗則

■ KUMAGAI Masakazu

■ KIKUCHI Takayuki

■ SOGA Munenori

昇降機（エレベーターやエスカレーター）に要求される性能や品質は、時代とともに高くなっている。安全性や信頼性は言うに及ばず、単なる移動用の手段としてだけでなく快適性も求められるようになってきている。更に、環境の視点を加味した省エネ性能や、災害時の対応など、様々な面から高い要求に対応することが求められる移動手段である。

東芝エレベータ（株）は、最新技術を投入してより高い付加価値を顧客へ提供することを目指し、長年培ってきた昇降機の技術やノウハウを生かして各種施策を展開している。

The performance and quality of elevators and escalators continue to advance in response to the requirements of the times. Attention is being increasingly focused on comfort during transportation in addition to enhanced safety and reliability. Furthermore, in order to meet the growing demand for environmental harmony by means of energy saving as well as countermeasures against disasters, there is an ongoing need for the application of the latest technologies from various aspects.

Toshiba Elevator and Building Systems Corporation has been implementing a broad array of measures to provide customers with high-value-added elevators and escalators, based on its long accumulation of development experience and know-how in this field.

1 まえがき

近年、建物の高層化や地下の有効利用などが進み、昇降機（エレベーターやエスカレーター）はますます世の中でなくてはならない存在になることが予想される。

一方、昇降機は、身近な移動手段であるから、安全などがあまり意識されずに利用されることが多いが、昨今の災害事例の一つとして取り上げられることもある。

そこで、昇降機の安全・安心・快適性の更なる向上に対し、東芝エレベータ（株）が行っている取り組みと今後の展望について述べる。

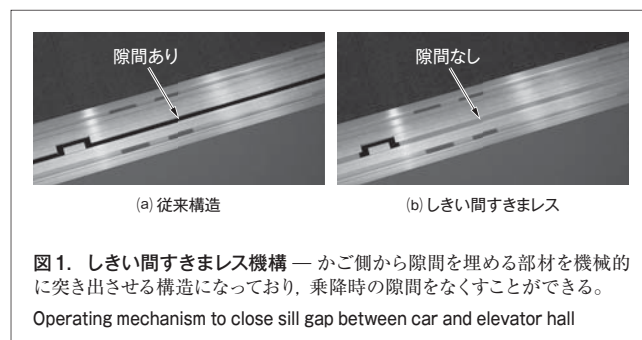
2 エレベーターに対する取り組み

エレベーターでは、①安心の提供（災害時を含む）、②安全の提供、③快適性の提供、④省エネ施策の提供、の4項目の取り組みが重要である。

ここでは、2012年1月リリースのSPACEL-GRシリーズや2016年1月リリースのSPACEL-GR IIシリーズといった中・低速マシンルームレスエレベーターでの取り組みを、①～④の順に述べる。

2.1 安心の提供

2.1.1 乗降時 エレベーターでは、かごが昇降路を上下に走行するため、かごと乗り場との間に隙間が必要である。しかし、この隙間に鍵やカードなどを落とすことがあり、また、

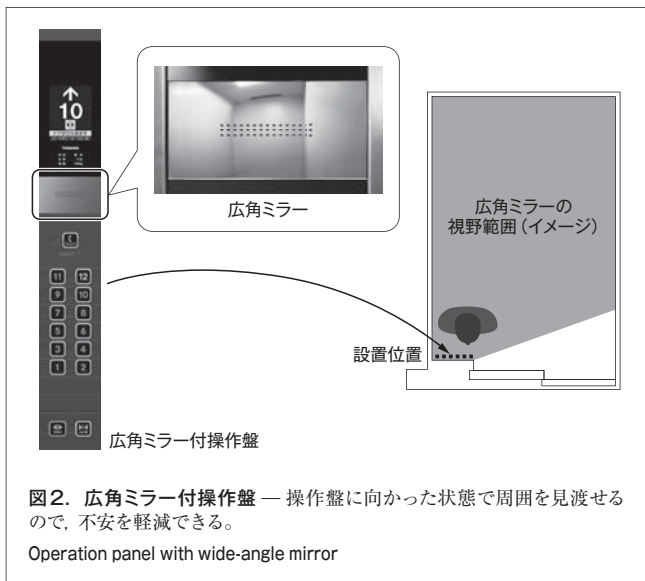


高齢者には隙間に対する恐怖感がある。従来機では、当初の30 mmの隙間を、レールの据付精度向上などの諸施策で10 mmまで狭くしたが、構造上これより狭くはできなかった。

当社は、この隙間をなくす“しきい間すきまレス”（図1）を業界で唯一^(注1)商品として提供している。ドアの開閉に連動して、かご側から隙間を埋める部材を機械的に突き出させる構造を採用した。これにより、かご乗降時に隙間をなくす一方で、かご移動時には必要な隙間が確保できる。モーターを使用していないので故障頻度を大幅に減らすことができ、また、信頼性だけでなく省エネ性も改善した。

2.1.2 移動時 かご内の利用者は、操作盤に向かって立つ形が一般的であるが、背後に同乗者が立つことに対して不安を感じることもある。また、同乗者の乗降意思がわから

(注1) 2017年3月現在、当社調べ。



ず、降りることに気づかず戸閉ボタンを押してしまうこともある。

そこで、SPACEL-GR IIシリーズから、操作盤に広角ミラーを設置して周囲を見渡せるようにした(図2)。不安を軽減するとともに、犯罪の抑止効果も期待できる。また、操作盤への設置は、意匠性の他、耐久性も求められるので、割れや黄変に配慮した特殊なアクリル素材で、航空機にも採用されている耐久性のある広角ミラーを採用した。

2.1.3 外国人利用者 外国人利用者は、今後ますます増加すると予想される。エレベーターの基本操作は、国による違いはないが、非常事態発生時の外国人に対する情報伝達手段が少ない。

そこで、“ユニバーサルガイド”を製品化し、日本語以外に英語、中国語、及び韓国語を表示し、4か国語で情報提供を行う液晶インジケータをラインアップに加えた(図3)。なかでも、言語表記だけでなく、管制運転などの非常時のメッセージをピクトグラム化して直感的に内容がわかるようにしたのが特長で、高齢者や子供にも有効である。また、ユニバーサルデザインの深耕を念頭に置き、使い勝手や意匠性に優れたユーザーインターフェースにしている。



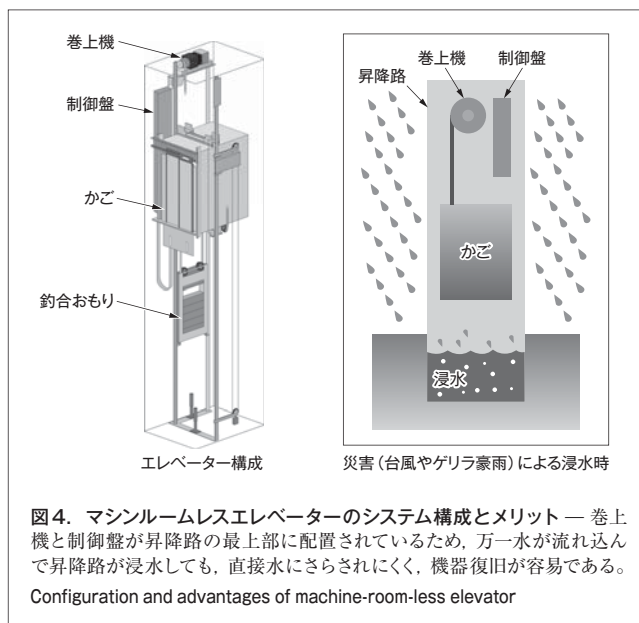
2.1.4 災害時

(1) 停電 2011年の東日本大震災後では計画停電が行われたが、その後も、停電時にもエレベーターを利用したいとの要望が強い。そこで、東芝製リチウムイオン二次電池SCiB™を適用し、停電時にも低速運転で約2時間動かせる停電時継続運転機能“トスムーブ”を2012年5月にリリースした。

更に、2013年12月にリリースした“トスムーブNEO”では、電力供給がとどえて止まる際の停止ショックをなくし、利用者の不安感を軽減させた。また、平常運転時には、バッテリーを使用して消費電力を最大25%削減できるハイブリッド運転や、回生電力をバッテリーに充電する機能を盛り込んで性能強化を図った。エレベーター単体で停電時に長時間運転を継続する機能は、当社独自の商品ラインアップである。

(2) 浸水(台風や、ゲリラ豪雨、消火時の放水など) 当社のマシンルームレスエレベーターシステムでは、巻上機と制御盤を昇降路の最頂部に設置している。そのため、台風やゲリラ豪雨による災害時、万一昇降路に水が流れ込んでも、図4に示すように、直接水にさらされにくいため、機器復旧が容易である。巻上機の小型・軽量化や制御盤の薄型化を図ることで、これを実現した。

国内市場では、従来、火災発生時の消火活動による放水で、直接駆動装置(巻上機)と制御装置(制御盤)が浸水して故障するおそれがあるため、マシンルームレスエレベーターを非常用エレベーターとして適用することは法律で認められていなかった。しかし、2015年12月に、建築基準法関連の国土交通省告示第1274号「特殊な構造又は使用形態のエレベーター及びエスカレーターの構造方



法を定める件」の一部が改正され、駆動装置と制御装置をかごが停止する最上階床面より上方に設置すれば適用できるようになった。今回採用したシステム構成(図4)は、この条件を満足しており業界に先駆けて、2016年2月にマシンルームレスタイプの非常用エレベーターをリリースした。

2.2 安全の提供

ドア周りでの利用者事故が多く、以前から以下に述べるような安全装置の充実を図ってきた。

- (1) “2D多光軸ドアセフティ” 出入口に設置した赤外線センサーが感知すると、閉じかけたドアが開く。
- (2) “お知らせドアセンサー” かご幕板に設置した赤外線センサーが障害物を検知し、戸袋に手が引き込まれないようにアナウンスし、ドアをゆっくり開く。
- (3) “お知らせドアビーム” 乗り場付近の人や物を赤外線センサーで検知してドアを開く。
- (4) “お知らせドアサイン” ドア開閉時に、かご幕板のドアサインが点滅し、チャイムと連動して利用者へ注意を促す。

これらの他、画像解析技術を活用した新しい“スマートドア”も製品化している(この特集の「ユニバーサルデザインの適用で快適な移動空間を提供するエレベーター」(p.32-35)参照)。今後も、解析精度や機能の向上への取組みを続け、利用者安全の向上を図っていく。

2.3 快適性の提供

2.3.1 乗り心地 かごは、レールに沿って走行するが、新機種ではローラーガイドを適用して乗り心地を向上させている。機種により最適なローラーガイド径を選定し、利用者が満足する乗り心地を実現するとともに、エレベーターの走行効率を向上させている。また、従来はメンテナンスで定期的に給油する必要があったが、このローラーガイドは潤滑油を使用しておらず、環境性能も向上させている。

2.3.2 アミューズメント性 移動時間中は、退屈できるとかきまずいなどの理由で、何げなく操作盤部のインジケータを見るような行動が多い。一方で、車椅子利用者が、かごから降りる際に背後を確認する必要があることを配慮して、車椅子用の場合、かご背面鏡の設置が義務付けられている。

そこで、映像コンテンツを映すディスプレイをマジックミラーの背面に配置し、ドア開放時には映像を映さず鏡として使用し、走行時には映してミラーから映像が浮かび上がるようにすることで、利用者に充実した時間が提供できる“ミラーサイネージ”を製品化した(図5)。

2.4 省エネ施策の提供

2.4.1 巻上機 モーターは、PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) を採用して高効率な運転を実現している。当初は、回転子に永久磁石を埋め込むIPM (Interior



図5. ミラーサイネージー ミラーから映像が浮かび上がることで、アミューズメント性を高めている。

Mirror type digital signage display

Permanent Magnet) 方式を採用していたが、更なる小型・軽量化を実現するため、磁束を有効活用できるように永久磁石を回転子表面に貼り付けるSPM (Surface Permanent Magnet) 方式へ切り替えた。これにより、従来機に比べ、軸長寸法や巻上機質量の約10%削減を実現している。

ブレーキは、各種法規を踏まえて二重ブレーキを採用している。また、巻上機の磁極推定制御によりセンサーレスを実現し、高精度な運転要求を満たしている。

2.4.2 消費電力削減 巻上機やローラーガイドなどによる運転効率の向上や走行時の消費電力削減に加え、待機電力カットや照明装置のLED (発光ダイオード) 化など、稼働時間トータルで省エネを実現する取組みも行った。更に、回生電力を有効活用するPWM (パルス幅変調) コンバーターを中・低速エレベーターにも製品展開し、従来は熱として抵抗消費させていた電力を建物電源へ戻すことで、他の建物設備で有効活用できるようにした。例えば、SPACEL-GR IIの回生電力機能付きの場合、最大で50%の消費電力(CO₂ (二酸化炭素) 換算で2t/年)の削減を実現した。

3 エスカレーターに対する取組み

エスカレーターは、輸送量が多く、待たずに乗れる、開放的な縦の移動手段として、駅舎や、空港、デパート、量販店などで広く普及している。利用者は、移動中の踏段に乗り込むが、踏段がすぐに段差を生じさせるので、一時的に緊張が高まる。そこで、安全・安心に対する配慮として、これまでに多くの機能や仕様を追加してきた。例えば、安全装置の不必要動作による急停止の削減を目的とした、乗込み側(手すりベルト出口側)のインレットスイッチ(巻込まれ防止スイッチ)の無効化や、スカートガードブラシやインレットブラシによる挟まれ防止などである。

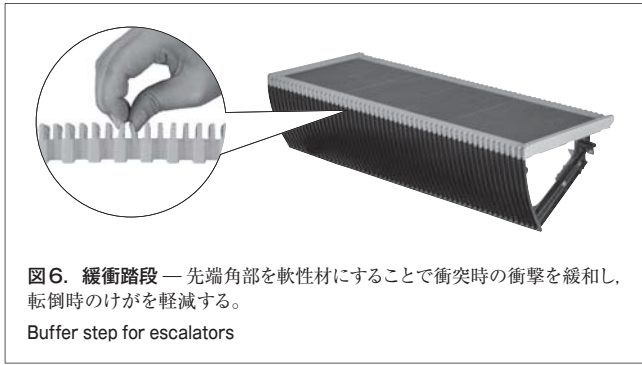


図6. 緩衝階段—先端角部を軟性材にすることで衝突時の衝撃を緩和し、転倒時のけがを軽減する。
Buffer step for escalators

表1. エスカレーターでの転倒に関する要因、発生場所、及び対策
Factors related to and measures against falling

項目	構造や機能に関わる要因					利用者に関わる要因		
	急停止	動く階段への乗降	乗込み直後の段差発生	乗降口での段差	体調不良	階段歩行時の接触	荷物などの落下	
発生場所	乗り口	●	●	●	●	●	—	—
	階段上	●	—	—	—	●	●	●
	降り口	●	●	—	●	●	—	—
安全対策	予防安全	緩停止	低速化	水平部延長(水平3段)	コムの段差縮小	—		
	注意喚起	手すりベルトラッピング(注意表示フィルム)、オートアナウンス(安全な利用方法や手すりベルトにつかまるとの奨励)						
	被害抑制	緩衝階段						

●：該当 —：非該当

エスカレーターで発生した利用者事故原因のうち、救急車の出動要請があったものの約97%が転倒及び転落に分類される。そこで、転倒時のけがを軽減し、踏段の先端角部を軟性材にすることで、衝突時の衝撃を緩和する緩衝階段を2013年9月に標準装備した(図6)。既設エスカレーターにも適用を拡大し、2016年には既設機種約90%に緩衝階段の適用が可能になった。

転倒に関する要因、発生場所、及び対策を示したのが表1である。エスカレーターの構造や機能に関わる要因に対して予防安全の対策や注意喚起を実施してきたが、今回の緩衝階段の適用により、万一の転倒が発生した場合の被害抑制も追加できた。更に、利用者の体調不良や、階段歩行時の接触、荷物(キャリーバッグなど)の落下などの転倒リスクへの対応に加え、同時に乗り合わせた他の利用者への2次的被害防止などについて、今後の課題として検討している。

安全を維持するためには、保守業務としての定期的な点検が必要となる。制御盤に記録された情報を読み出すには、上階乗降部の重い乗降板を二人がかりで開けて、機械室に設置された制御盤にコンソールを接続しなければならず、時間と労力を要していた。

そこで、保守専用の通信アダプターを使用することで、乗降板を開けずに、制御盤に記録された稼働データや故障検出データなどの情報をスマートフォンに読み出せる機能を製品化した(図7)。



図7. 保守性を向上したエスカレーターの概要—保守専用の通信アダプターを使用することで、乗降板を開けずに情報をスマートフォンに読み出せる。
Overview of escalator with improved maintainability

今後は、更なる保守の省力化と効率化を目指し、エスカレーターの寿命品に対する予兆診断機能を実装することで、機器の劣化情報や交換時期をスマートフォンに通知させるなど、予防保全機能を強化していく。

4 あとがき

日々利用される昇降機には、これまでも最新技術を積極的に取り込んできた。機構や材質にこだわった取組みから、画像解析を活用した取組みまで幅広く進めている。

今後も、これまで培った技術ノウハウを生かし、IoT(Internet of Things)を視野に、センシング技術や通信技術を積極的に活用した取組みを進めていく。また、多くの顧客や利用者が更に満足するような製品展開を目指し、製品化に取り組んでいく。



熊谷 将一 KUMAGAI Masakazu
東芝エレベータ(株)技術本部 商品企画部グループ長。
エレベーターの商品企画に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



菊池 孝幸 KIKUCHI Takayuki
東芝エレベータ(株)技術本部 開発部主任。
エスカレーターの機械システムの開発・設計に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



曽我 宗則 SOGA Munenori
東芝エレベータ(株)技術本部 開発部主任。
エスカレーターの電気システムの開発・設計に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.