

# 利用者の要求に応じてグローバルに進化する昇降機

Globally Evolving Elevators and Escalators Corresponding to Diverse Requirements of Users

佐野 浩司

■ SANO Hiroshi

人口増加や、都市への人口集中、社会の高齢化などが進むなか、昇降機（エレベーターやエスカレーター）は、建物内の縦の移動に欠かすことのできない、重要なライフラインの一つになっている。近年、単なる縦の移動手段という位置づけにとどまらず、安全性や快適性が求められることに加えて、地震や、台風、集中豪雨、停電といった異常事態が発生した場合にも、閉込めの防止や早期復旧といった要求が高まっている。また、利用者の安全を確保するための昇降機の維持管理についても、これまで以上に保守やメンテナンスの重要性が注目されるようになってきている。

東芝エレベータ（株）は、これらの市場ニーズや利用者の要求に応え、最先端の技術を取り入れて昇降機を進化させ、いっそうの安全・安心・快適性を備えた製品ラインアップとサービスをグローバルに提供し続けている。

Accompanying the growth in the world population, the concentration of population in urban areas, and the aging of society in recent years, elevators and escalators are becoming essential lifelines for vertical transportation in buildings. In addition to safety and security, demand has been increasing for measures to prevent confinement in elevator cars and the rapid recovery of operations in the event of abnormalities caused by earthquakes, anomalous weather events such as typhoons and torrential downpours, and power blackouts. Furthermore, attention is being increasingly focused on the further improvement of maintenance to ensure safety for passengers.

To fulfill the needs of overseas markets and diverse users' requirements, Toshiba Elevator and Building Systems Corporation is offering a lineup of state-of-the-art elevators and escalators and related services on the global market incorporating the latest technologies focusing on safety, security, and comfort.

## 市場動向

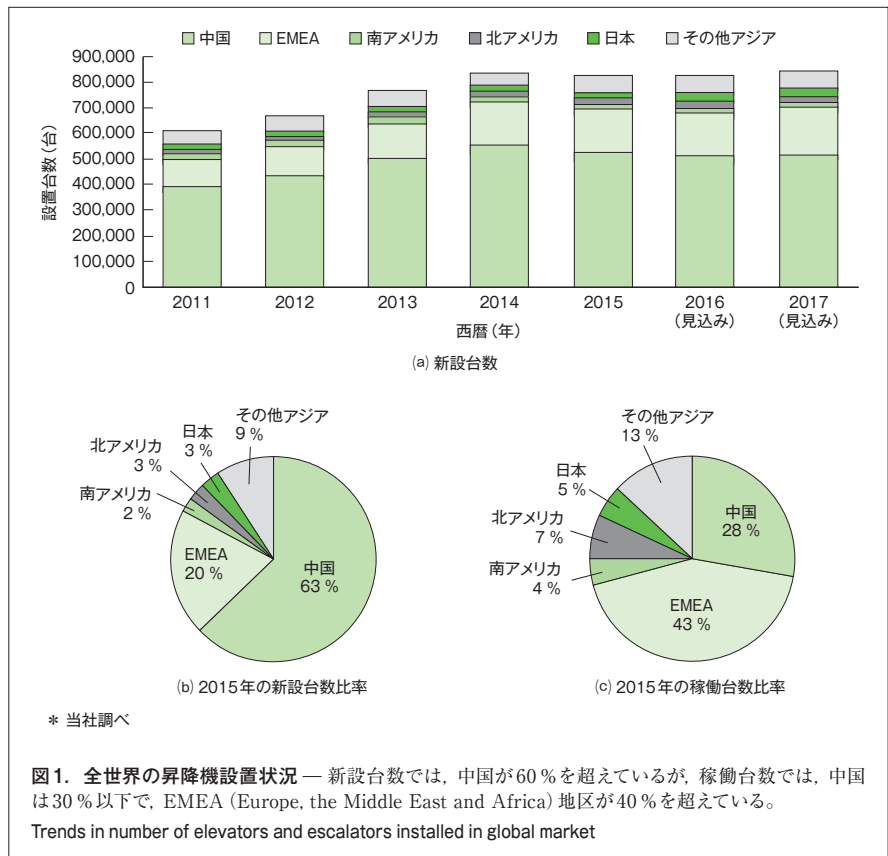
### ■ グローバル市場

グローバル市場では、世界の昇降機設置台数の60%を超える巨大市場である中国が、その発展とともに設置台数を増加させてきたが、中国経済の成長鈍化に伴い、停滞傾向にある（図1(a), (b)）。

一方で、稼働台数は、新設台数と比べて、ヨーロッパや、北アメリカ、日本での比率が高くなっており、新設から保守、リニューアルという循環型ビジネスが構築されている（図1(c)）。このことから、近い将来には、中国でもリニューアル台数が大幅に増加することが予測される。

### ■ 国内市場

国内の新設台数は、リーマンショックの影響を受け、2008年から2011年にかけて大幅に減少し、その後増加に転じたが、2015年から再び減少傾向にある



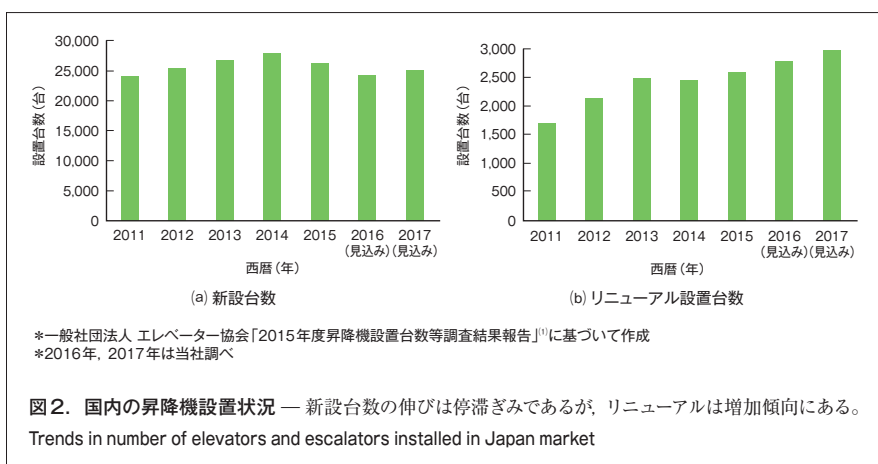


図2. 国内の昇降機設置状況 — 新設台数の伸びは停滞さみであるが、リニューアルは増加傾向にある。  
Trends in number of elevators and escalators installed in Japan market

(図2(a))。

一方で、長期間使用した昇降機は年々増加していることから、今後も、リニューアル台数は増えていくと考えられる(図2(b))。

### 利用者や作業者に対する安全確保に向けた法整備及び規格制定の動向

#### ■海外の動向

昇降機による死亡事故や重篤災害の発生を受け、法令改正による安全強化への要求や、技術革新が進んだことなどに対応し、各国で昇降機の法規改正や規格改訂が行われている。

また、国際規格への統合化の流れもあり、欧州規格を中心として昇降機の規格が統合されつつある。

#### ■欧州での規格改訂とその影響

欧州のエレベーター仕様規格であるEN81-1(欧州規格81-1)がEN81-20/50に改訂され、2017年8月には移行期間が終了して強制施行される。新しい規格では、ドアの耐衝撃強度向上、かごドアロック装置と保守作業安全対策の追加、及び電気安全回路への要求の追加が行われている。ISO(国際標準化機構)においてもEN81-20/50をベースに国際規格化の活動が進められており、それに伴い中国をはじめとした各国でEN81-20/50を基にした規格の改訂作

業が進められている。

#### ■中国での規格改訂と今後の動き

中国では、EN81-20/50の中から、重要項目である戸開走行保護装置、ドアの耐衝撃強度向上、及びかごドアロック装置が先行して取り入れられ、2016年7月にエレベーター規格GB7588(中国法規7588)の改訂版により強制化された。それに伴い、中国の型式認定試験の要求事項を規定するTSG(特殊設備安全技术規範)の改訂が行われた。この中で、安全装置の試験方法が見直され、また、エレベーターシステム試験に、ドアバイパス装置の項目が追加された。このTSGは2018年1月から強制化が予定されている。

#### ■わが国の動向

わが国では、2011年の東日本大震災で得られた様々な事故事例を踏まえ、地震発生時における昇降機の安全対策を強化するため、“釣合おもりの脱落防止”や“エスカレーターの脱落防止”などに関する規定が2014年に強化された。また、ISOと建築基準法を融合し、エレベーターの安全要求事項をJIS(日本工業規格)で規定化する取組みも進められている。

### 昇降機に求められるもの

今や、昇降機は都市生活の中で欠か

すことのできない存在となっており、安全・安心は当然のこととして、利用者の求めるものが、単なる縦の移動手段から、ユニバーサルデザインなどを採用した誰にでも使いやすく、また、より快適な移動手段へと変化している。更に、大規模災害が発生したときには、建物内のライフライン確保のために速やかに復旧することが求められている。

近年、中東や、東南アジア、中国などを中心に、高さが500mを超える超高層ビルが多数計画されている。これらの多くで、利用者を効率的に輸送するために特定階の間だけを往復するシャトルエレベーターを使ったスカイロビー方式が採用されており、ここでは超大容量かつ高速のエレベーターが求められている。

これらのニーズに応えるためには、様々な機能を備えた製品を提供するだけでなく、適切な管理による性能維持が不可欠である。そのため、定期的な訪問による点検に加えて、IoT(Internet of Things)やICT(情報通信技術)などの技術を活用した、365日24時間昇降機を見守る遠隔監視保守サービスや、現場での点検をよりきめ細かくサポートするための保守ツールの充実などが重要になってきている。

長年稼働している既設の昇降機に対しても顧客が求める安全や品質は、新設のものと同じレベルとする要求が高まっており、両者のレベルは乖離(かいり)してきている。また、適切にメンテナンスしていても、経年劣化によって性能維持することが徐々に難しくなり、故障などによる長期停止などのリスクが高くなる。このため、リニューアルの要望が高まっている。わが国や東南アジアでは、一般的に稼働開始後25~30年経過したものがリニューアル対象となっているが、中国では、稼働開始後15~20年経過した昇降機に対してリニューアルを計画するケースが多くなってきている。

## 最新の技術

### ■超大容量高速エレベーター

当社は、世界最速クラスである定格速度1,010 m/minのTAIPEI101向け超高速エレベーター<sup>(2)</sup>や、昇降行程400 mを超える上海環球金融中心向け高昇降行程エレベーター<sup>(3)</sup>、40人乗りで定格速度600 m/minの東京スカイツリー<sup>®</sup>向け大容量超高速エレベーター<sup>(4)</sup>を納入した。これらの開発を通じて超高速、高昇降行程、及び大容量への対応技術を確立してきた。

2016年には、これらの技術力を生かし、高速エレベーターとしては国内最大<sup>(注1)</sup>の定員となる90人乗りで、定格速度300 m/minの超大容量高速シャトルエレベーター(図3)を住友不動産六本木グランドタワーに納入した(この特集のp.23-26参照)。

安全・安心の確保や乗り心地などの快適性の実現はもちろんのこと、地震発生時には専門技術者の到着を待たずに仮復旧運転する自動復旧運転機能を備えている。

### ■長周期揺れ対策

高層ビルは、強風や、長周期成分を含む地震動によりゆっくり揺れる。この揺れでロープなどの長尺物が共振し、これ



図3. 超大容量高速シャトルエレベーター — 住友不動産六本木グランドタワーに納入した、国内最大の積載量(最大定員90人乗り)で高速(300 m/min)のシャトルエレベーターである。

High-speed large-capacity shuttle elevator

(注1) 2016年10月現在、当社調べ。

が長時間継続すると長尺物の振れ幅が大きくなり、昇降路内の突出物に引っ掛かることが懸念される。

この対策として、2007年の国土交通省告示1495号で、引っ掛かり防止保護措置を講じることが定められた。また、昇降機耐震設計・施工指針(2009年版)<sup>(5)</sup>では、長周期の建物揺れを検知する地震計を設け、設定した値を超える揺れが発生した際に、エレベーターのサービスを止める対策を規定している。これらは、長尺物が長周期で揺れた場合の対策である。

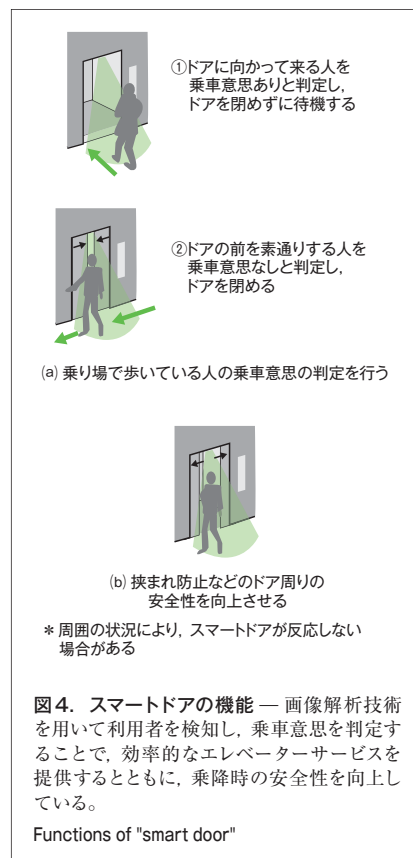
これに対し当社は、リアルタイムに建物揺れとかご位置から長尺物の振れ量を推定して管制運転動作を判断するシステムや、長尺物を建物と共振させずに振れ自体を抑える技術を開発し、東京スカイツリー<sup>®</sup>に導入した(同p.27-31参照)。

### ■安全に配慮したエレベーター

SPACEL-GR IIなどの最新のエレベーターでは、利用者の安全を高めるために、次のような取組みを行っている。

- (1) しきい間すきまレス エレベーターは、建物内を上下に移動するため、移動の際にかごと乗り場の間に一定の隙間が必要になる。ところが、利用者が乗降の際に、この隙間に鍵やカードなどを落としてしまうケースが発生している。従来は、この隙間を狭くするだけであったが、ドアの開閉に連動して隙間そのものをなくす“しきい間すきまレス”を開発した(同p.7-10参照)。

- (2) スマートドア 従来は、ドアパネルなどに設置した光学的センサーで検知することで、乗降時の利用者の有無を判定していた。これに対し、“スマートドア”は、画像解析技術を用いてかごへの乗込み意思を判定する(図4)。これにより、戸閉閉時間を最適化して効率的なエレベーターサービスが提供できるとともに、閉まりかけたドアに挟まれたり、衝突したりすること



を未然に防止できる(同p.32-35参照)。

### ■安全に配慮したエスカレーター

東京消防庁によるエスカレーター事故に関する調査<sup>(6)</sup>では、エスカレーターの利用者事故で、救急車の出動要請につながる要因の90%以上が転倒や転落であるとしている。このため、転倒を抑制する機能や、転倒した場合にもけがの程度を軽減できる製品が望まれていた。

エスカレーター利用者の安全を高めるために次のような取組みをしている(同p.7-10参照)。

- (1) 緩停止機能 インバーター制御により、緊急停止の際にも緩やかな減速度で停止させることで、利用者の転倒やつまずきを抑制する機能<sup>(注2)</sup>である。
- (2) 緩衝階段 階段の先端部を緩衝素材で構成することにより、転倒

(注2) 停電時や一部安全装置が作動した場合を除く。



## 新興国向けのエレベーター

昇降機事業のグローバル化の進展に伴い、特に中国やインドを中心とする新興国の台頭が目覚ましく、低価格化、高機能化が進み、競争がますます激化している。こうした状況のなか、当社は、標準化による世界共通のプラットフォーム作りに注力し、生産効率を上げるとともに、その水平展開を図ってきた。その努力は中国市場向け普及型エレベーター ELCOSMO-Eシリーズ、更にもその設計思想を踏襲した ELCOSMO-TJ として結実した。

ELCOSMO-Eシリーズでは、東芝製 SPMSM (Surface PMSM) 巻上機の採用による小型軽量化の実現をはじめとして、個別用品単位での価値分析 (VA) やコストダウン (CD) を徹底的に行った。また、グローバル化を進めるにあたっては、国ごとに異なる規格を調査し、それぞれを遵守しつつ品質基準を見直すことで、高機能化と低価格化の両立を図った。

ELCOSMO-TJでは、更に、インド向け耐火ドアの現地製造や、戸開放不能時の自

動運転による“他階回避運転”機能の搭載を実現した。

このように、ELCOSMO-Eシリーズをベースとした高機能化や低価格化に加え、現地製造化とあいまったローカルフィットにも配慮して展開された、市場ニーズを捉えた製品のラインアップを基本として、ポリウムゾーンのマーケットシェア拡大を図っている。



などで、この部分に利用者が頭部などをぶつけた際のダメージを、大幅に軽減できる (図5)。

### ■新興国向けへの取組み

当社は、世界第2位の昇降機市場に成長したインドへ、2011年からプレミアムセグメント (高速・高級機種ゾーン) をターゲットに市場参入しているが、インド市場で需要が拡大している中・低層のオフィスビルや住宅をターゲットに適用を広げるため、2016年にインド市場向けの普及型エレベーター ELCOSMO-TJ を製品化した。

ELCOSMO-TJは、中国市場を中心に販売している普及型グローバル機種である ELCOSMO-Eシリーズをベースにインド市場向けに改良した戦略機種で、高い品質と安全性、省エネ性能を維持し、コスト競争力を高めている (囲み記事参照)。

一方、中国では、普及型セグメントにも、仕様範囲の拡大に加え、意匠バリエーションやセキュリティー機能の充実が求められている。そこで、ELCOSMOシリーズをプラットフォームに、機能拡大やマイナーチェンジを行うことで市場の要求に合った仕様や、性能、意匠、サービスの実現を目指した、新世代の ELCOSMO-Eシリーズを市場に投入した (同p.11 - 14参照)。

### ■昇降機リニューアルのグローバル展開

建築物については、これまで、老朽化したら建て替えることが最適とされてきたが、近年では、国内外ともに昇降機などの設備をリニューアルして長寿命化する取組みが増加している。

当社は、昇降機事業開始から30年経過した1998年にリニューアル事業を発足して以来、国内市場を中心に、新

設、保守、そしてリニューアルの循環型ストックビジネスを着実に構築してきた。

海外での昇降機事業は、1970年の東南アジア地域から展開が始まり、稼働開始後40年以上経過したエレベーターも多数ある。

このようななか、近年の各地域における安全・安心への関心の高まりを受けて、2014年には、PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) 巻上機を採用した1:1ローピングシステム (図6) のリニューアル機種を香港向けに投入した。

中国市場への本格参入は、1995年からと比較的日が浅いが、他地域と異なり稼働開始後15~20年の経過でリニューアルが計画されることもあるため、今後、巨大リニューアル市場として期待できる。

現在、グローバル市場向けにリニューアル事業の拡大を進めているが、地域により要求が異なっている。中国市場では、既存機械室の追加工事が顧客から受け入れられており、楊重 (ようじゅう) 作業が容易な2:1ローピングシステム (図6) のリニューアル機種を2016年から投入した。今後海外リニューアルでの標準機種として、販売地域の拡大を進める計画である (同p.19 - 22参照)。

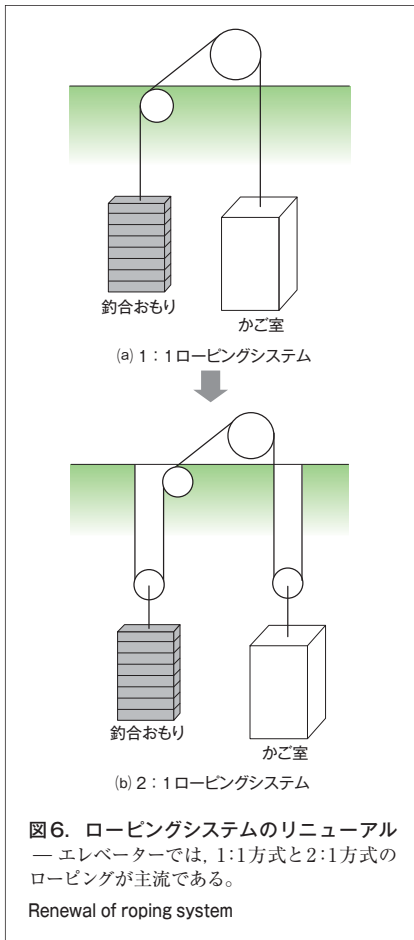


図6. ローピングシステムのリニューアル  
— エレベーターでは、1:1方式と2:1方式のローピングが主流である。  
Renewal of roping system

## IoT・ICT技術を活用した保全業務支援

昇降機の保全業務では、作業に対する信頼性をこれまで以上に向上させることが、利用者や設備管理者から求められており、IoT・ICT技術の活用による作業効率と作業品質の改善を図っている。

“東芝コミュニケーションAI RECAIUS”の音声認識機能を活用した音声つぶやきシステムを構築しており、保守員は、実作業現場でスマートフォンやタブレットなどの情報端末を利用して、効率良く、かつ正確でタイムリーに情報を伝達できる(図7)。また、それらの情報端末を用いて、その場で見聞きした内容を保守管理システムに即時反映することで、顧客との情報共有を実現するなど、更なる安心の提供も目指している。

また、地震発生時には、安全を確保するために、いったんエレベーター運行

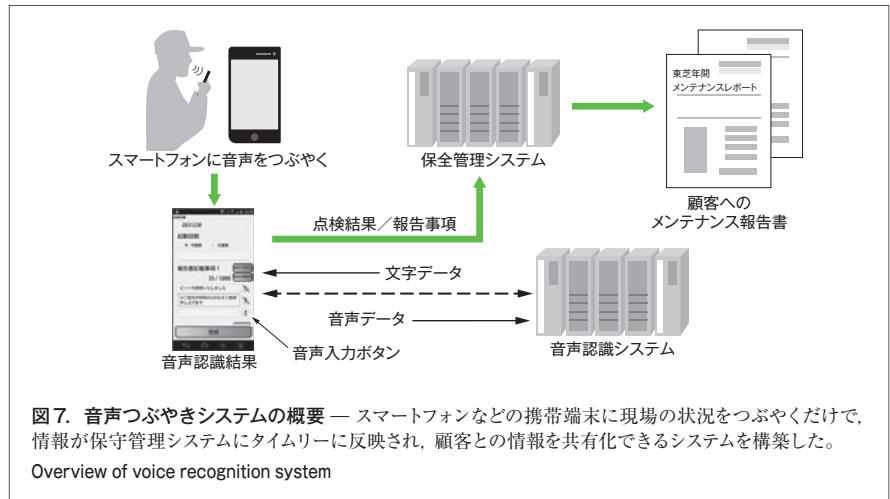


図7. 音声つぶやきシステムの概要 — スマートフォンなどの携帯端末に現場の状況をつぶやくだけで、情報が保守管理システムにタイムリーに反映され、顧客との情報を共有化できるシステムを構築した。  
Overview of voice recognition system

を停止し、専門技術者が安全確認を行ったうえで復旧作業を行っている。復旧情報について、当社と設備管理者とのタイムリーな情報共有が求められている。このため、遠隔監視で得られる最新の復旧情報はもちろんのこと、利用者からの問合せが殺到した場合でも、IVR (Interactive Voice Response) システムや“地震時情報配信サービス”によって、顧客への情報配信を可能とする取組みを展開している(同p.15 - 18参照)。

## 今後の展開

世の中の、昇降機の機能に対する様々な要求が年々高まっている一方で、安全に対する見方も厳しくなっている。当社は、更に利用者の安全・安心・快適性を向上し、誰にでも使いやすい製品を投入し続けるとともに、保守サービスに関しても、IoT・ICT技術を活用した遠隔監視や点検に加え、予兆診断によるサービスなどの充実を図り、現場戦略力を最大限に発揮して利用者の要求に応えることで、今まで以上に進化した昇降機の製品ラインアップやサービスを提供していく。

## 文献

- (1) 日本エレベーター協会. 2015年度昇降機設置台数等調査結果報告. Elevator Journal. 11,

2016, p.1 - 10. <[http://www.n-elekyo.or.jp/about/elevatorjournal/pdf/Journal11\\_01-2.pdf](http://www.n-elekyo.or.jp/about/elevatorjournal/pdf/Journal11_01-2.pdf)>. (参照 2017-03-15).

- (2) 松尾繁憲 他. 世界最高速1,010 m/minエレベーター. 東芝レビュー. 60, 4, 2005, p.56 - 59.
- (3) 東芝. “中国大陸・最高速(分速600メートル)エレベーターおよび階間調整機能付高速ダブルデッキエレベーターの納入について -中国大陸・最高層ビル「上海環球金融中心」向けエレベーター-”. 東芝. <<http://www.toshiba-elevator.co.jp/elv/newsrelease/2008/post-54.html>>. (参照 2017-03-15).
- (4) 田中和宏 他. 東京スカイツリー® 向けエレベーターの最新技術. 東芝レビュー. 67, 11, 2012, p.16 - 19.
- (5) 国土交通省住宅局 監修. 昇降機技術基準の解説: 建築基準法及び同法関連法令2009年版 分冊(昇降機耐震設計・施工指針2009年版). 日本建築設備・昇降機センター, 2009, 203p.
- (6) エスカレーターに係る事故防止対策検討委員会. エスカレーターに係る事故防止対策について -報告書-. 東京消防庁. 2005-03, 129p. <<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-seianka/es/eszen.pdf>>. (参照 2017-03-15).

・東京スカイツリーは、東武鉄道(株)及び東武タワースカイツリー(株)の商標。



佐野 浩司  
SANO Hiroshi

東芝エレベーター(株)技術本部 商品企画部長。  
昇降機の商品企画に従事。  
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.