

エレベーターの省エネと停電時継続運転を実現する蓄電システム

Battery System for Standard Elevators Realizing Energy-Saving Operation and Uninterrupted Operation in Event of Power Outage

大坪 亮 野島 秀一 児嶋 大輔

■ OTSUBO Ryo ■ NOJIMA Shuichi ■ KOJIMA Daisuke

エレベーターは利用者に対する利便性や快適性を追求して進化しているが、更に停電時のサービス充実への要求が高まっている。東芝エレベータ(株)は標準形エレベーター SPACEL-GR™に適用する蓄電システムを開発し、停電時継続運転機能“トスムーブ™”を既に商品化している。

今回、平常時には省エネ運転を行い、停電時には利便性と快適性を向上させた“トスムーブNEO™”を商品化した。この蓄電システムは、高入出力性能、長寿命耐久性、及び優れた安全性確保を兼ね備えた東芝製二次電池 SCiB™を採用し、エレベーターが回生運転時に発生する電力を蓄え、力行運転時にその電力を放出することで省エネを実現している。また、停電が発生した場合に停止することなく滑らかに最寄り階に着床する停電時ショックレス運転機能や、停電時には平常運転に近い速度で運転を継続する機能など、新たなサービス機能も実現している。

In order to meet the growing demand in recent years for elevators offering more effective operation even in the event of a power outage, Toshiba Elevator and Building Systems Corporation developed a battery system for the SPACEL-GR™ standard elevator. Applying this battery system, a function for uninterrupted operation in the event of a power outage, called TOSMOVE™, was released. We have now developed the TOSMOVE NEO™ function, which realizes energy-saving operation under normal conditions and improves usability in the event of a power outage while also enhancing user friendliness and comfort.

The battery system for the TOSMOVE NEO™ function, composed of SCiB™ rechargeable batteries with high input/output performance, long life durability, and high safety, makes it possible to reduce power consumption under normal conditions by storing regenerative power and discharging it during powered operation taking the principles of elevator operation into consideration. It also offers new functions in the event of a power outage, including a low-impact operation function that keeps the elevator running smoothly to the nearest floor without stopping and a new service function that allows it to continue running at close to the normal speed.

1 まえがき

エレベーターは、建物内の縦の交通手段として、安全・安心、利便性、及び快適性が求められている。更に省エネの要求が高まるなかで、東芝エレベータ(株)は、これらの要求に応えるために最新のパワーエレクトロニクス技術を逐次取り入れている。エレベーターを駆動する巻上機にはギヤ付きの誘導電動機から高効率のギヤレス永久磁石同期電動機(PMSM)を採用している。巻上機を駆動する回路にはGTR(大容量パワートランジスタ)インバータに始まり、現在はIGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)、IPM(インテリジェントパワーモジュール)を採用している。このような大電力向け半導体や永久磁石駆動のモータ採用は省エネ及び小型化に大きく貢献してきている。

近年、リチウムイオン電池は技術革新とともにエレベーターにも適用されるようになった。エレベーターでは、以下の必要性から蓄電池の採用に至っている。

- (1) 平常時、回生運転時に発生する電力を蓄え、力行運転時にその電力を使用する

- (2) 停電時に運転できる

回生運転時に発生する電力の利用ということで、再生可能エネルギーの活用が図られている。

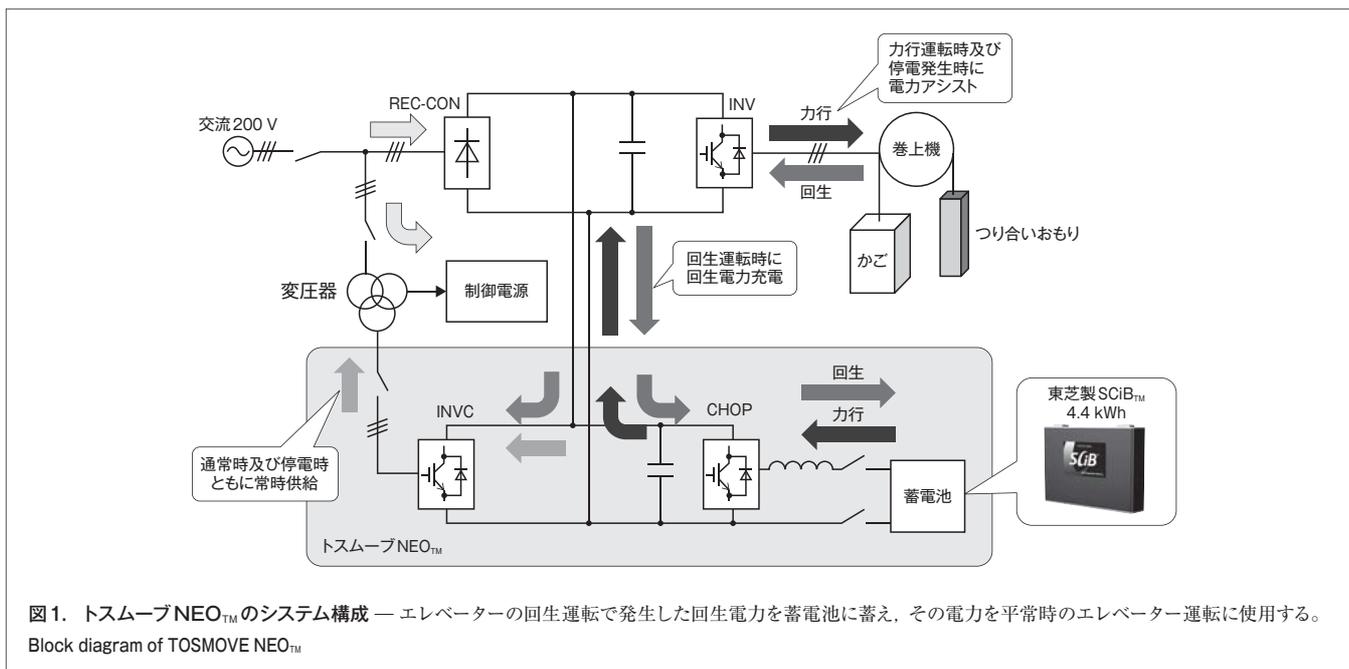
当社は、標準形エレベーター SPACEL-GR™に適用する蓄電システムとして、停電時継続運転機能“トスムーブ™”を既に商品化しているが、今回、平常時の省エネと、停電時の利便性と快適性を向上させた“トスムーブNEO™”を商品化した。ここでは、新たに開発した機能と装置の特長について述べる。

2 トスムーブNEO™の構成と機能

2.1 システム構成

標準形のエレベーターシステムにトスムーブNEO™を組み合わせたときのシステム構成を図1に示す。

エレベーターシステムでは、駆動回路構成であるダイオード整流回路(REC-CON)で三相交流を直流に変換し、更にIGBTを適用したインバータ(INV)でVVVF(可変電圧可変周波数)制御を行っている。この直流部分にトスムーブNEO™のシステムを接続し、電力の受渡しを行う。



トスムーブNEO™のシステムは、蓄電池と、その充放電制御を行うチョップ回路(CHOP)、エレベーターの制御電源を供給するためCVCF(定電圧定周波数)制御を行うインバータ(INVC)から構成される。

2.2 運転機能

トスムーブNEO™を搭載したエレベーターの運転機能と運

転動作を表1、図2に示し、従来適用していた停電時自動着床装置“トスランダー™”との運転比較を図3に示す。

トスムーブNEO™を適用した運転機能の主な特長は、次のとおりである。

- (1) 平常時の省エネ機能
- (2) 停電発生時のショックレス運転機能
- (3) 停電時の継続運転機能

2.2.1 平常時の省エネ機能

エレベーターはつるべ式と呼ばれる構造を採用しており、定格積載質量の半分相当の乗客が乗車したときに、かごの質量とつり合いおもりがつり合うように設計されている(図4)。そのため、図5に示すように、

表1. 運転機能表
Differences in functions in energy-saving and uninterrupted operations

運転パターン	省エネ重視タイプ	停電重視タイプ
停電時継続運転時間	30 min	2 h
停電時継続運転速度	最大 60 m/min (定格速度が 45 m/min の場合は 45 m/min)	20 m/min
力行運転アシスト機能	適用	なし
回生電力充電機能	適用	なし
停電時かご内照明	一般照明と同一	
ショックレス運転機能	停電時に急停止せず、減速して最寄り階へ走行	

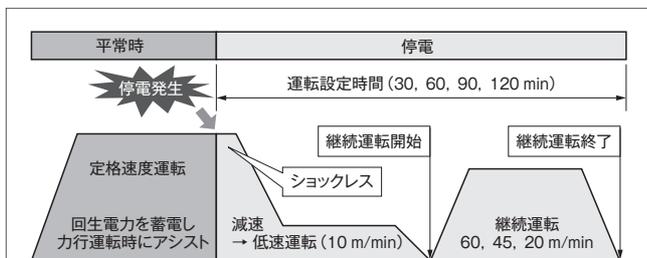


図2. トスムーブNEO™の運転動作 — 平常時は省エネ運転を行い、停電時はショックレスに減速して低速で最寄り階まで走行し、その後継続運転を開始する。

Operation diagram of TOSMOVE NEO™

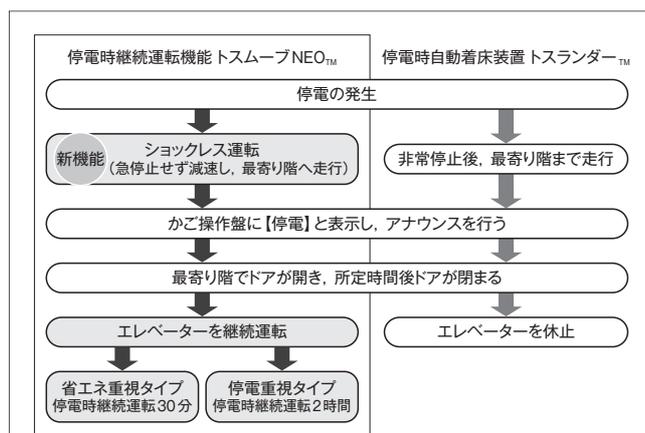


図3. トスムーブNEO™とトスランダー™の比較 — トスムーブNEO™は従来のトスランダー™に比べ、非常停止時の衝撃を緩和するとともに、停電時の一時的な継続運転を可能にしている。

Comparison of operations of TOSMOVE NEO™ and TOSLANDER™ automatic landing positioning equipment

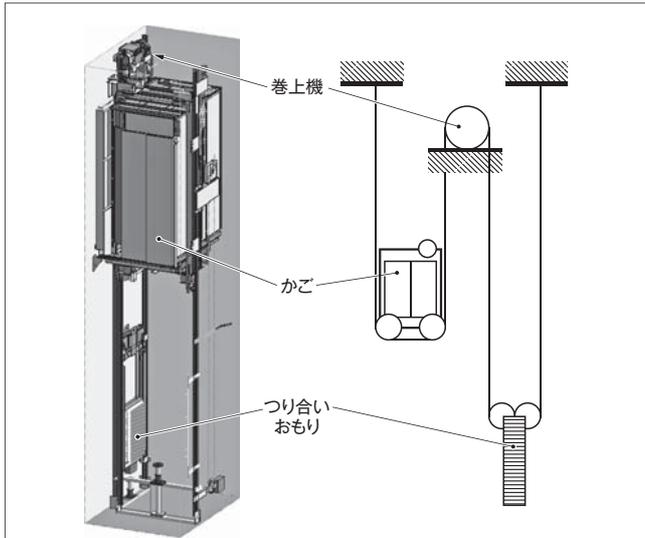


図4. エレベーターの基本構成 — つりべ式で動作するため、乗客の人数により力行運転か回生運転かが決まる。
Basic configuration of elevator system

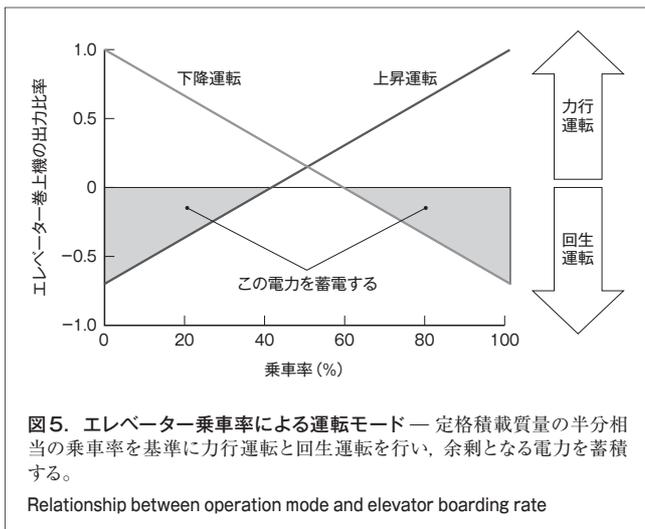


図5. エレベーター乗車率による運転モード — 定格積載質量の半分相当の乗車率を基準に力行運転と回生運転を行い、余剰となる電力を蓄積する。
Relationship between operation mode and elevator boarding rate

運転方向と乗車率により力行運転か回生運転かが決まる。回生運転では巻上機が発電機として動作する。従来システムでは、この回生電力を抵抗で熱エネルギーに変換していたが、トスムーブNEO_{TM}を適用したシステムでは蓄電池へ蓄え、力行運転時に電力供給のアシストをすることで省エネを実現する。

当社の研究塔で試験運転を行い、省エネ効果を比較した。その結果を、トスムーブNEO_{TM}の適用の有無で比較して図6に示す。力行運転では電力アシストを行うことで節電効果がある。回生運転では、全ての使用電力は回生電力を使用しているため、商用電力からの給電はゼロとなる。定格積載質量1,000 kg - 105 m/minで、積載1,000 kg時の上昇及び下降運転を行う条件下で、1往復の走行で約25%の省エネを達成している。

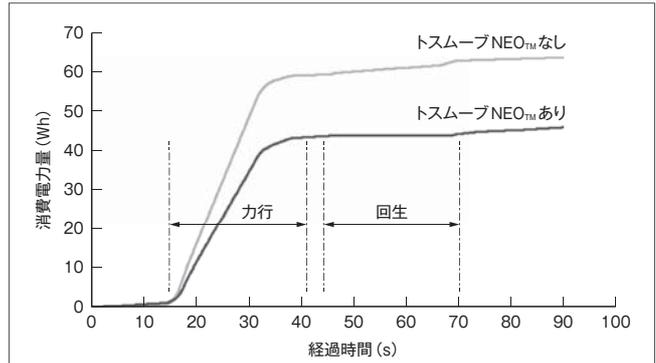


図6. 省エネ効果 — トスムーブNEO_{TM}を適用しエレベーターが1往復走行したときの消費電力を実測した結果、25%の省エネ効果が得られた。
Improvement of power consumption by application of TOSMOVE NEO_{TM}

2.2.2 停電発生時のショックレス運転 停電が発生した場合、従来のエレベーターで適用していたトスランダー_{TM}は、安全を最優先し、図3に示したように非常停止後、最寄り階まで走行する。トスムーブNEO_{TM}では更に快適性を向上させるため、瞬時に蓄電池の電力を使用することで従来の非常停止時の衝撃を緩和し、一定の速度まで減速して、安全に最寄り階へ着床する。

この制御は、チョッパ回路の高速応答性能と、過放電耐量が高いSCiB_{TM}により実現した。停電時に発生する電力不足を数ms以内に判断して電力を供給するもので、現代のパワーエレクトロニクス技術を駆使して可能にした。

2.2.3 停電時の継続運転機能 停電発生時にいったん、最寄り階へ着床した後、蓄電池による運転が開始される。短時間でもよいのでエレベーターを速く動かしてほしいとの声もあり、蓄電池の容量は一定であるため、低速で2時間運転する場合と高速で30分間運転する場合と2種類の設定とした。また、利用者がより安全に利用できるように、かご内の照明を平常どおり点灯する。

停電時の高速運転は、巻上機をドライブするインバータへ供給する電力を、チョッパ回路により適切な電圧に変換して供給することで実現した。また、エレベーターが回生運転するとき発生する電力を蓄電池へ充電することで運転時間を延長することができた。

3 装置の特長

3.1 制御装置

トスムーブNEO_{TM}制御装置の外観を図7に示す。

トスムーブNEO_{TM}のほか、標準形のエレベーターシステムに含まれない機器を1台の制御装置としてまとめた。外形寸法は、2,000 (高さ) × 450 (幅) × 135 (奥行き) mmである。

トスムーブNEO_{TM}の装置性能を表2に示す。



図7. トスムーブNEO™制御装置 — 主に制御回路と蓄電池から構成される。

TOSMOVE NEO™ controller

表2. 性能一覧

Specifications of TOSMOVE NEO™ controller

項目	特性	備考
チョップ入出力	10 kW 連続	—
充電時間	2 h	停電放電後、通常運転まで
電池容量	4.4 kWh	—

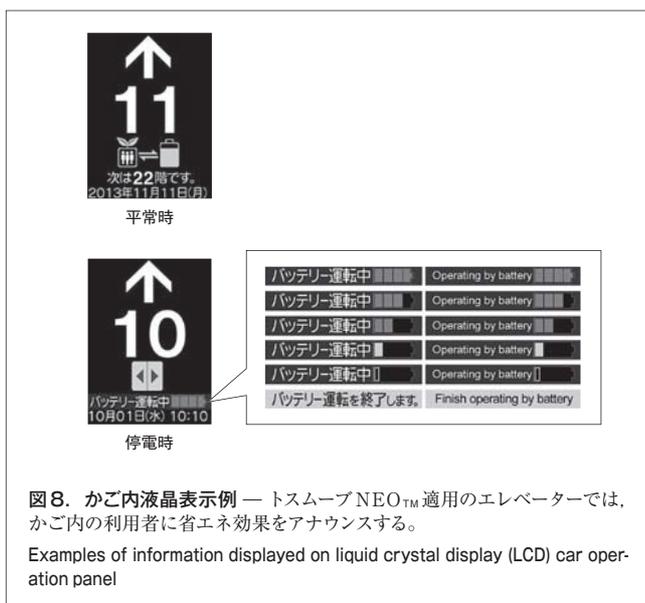


図8. かが内液晶表示例 — トスムーブNEO™適用のエレベーターでは、かが内の利用者に省エネ効果をアナウンスする。

Examples of information displayed on liquid crystal display (LCD) car operation panel

3.2 表示装置

エレベーター乗りかご内の液晶表示器には、平常時は省エネ運転の情報を、停電時運転中は電池の残容量を表示する(図8)。

利用する乗客へ省エネに関心を抱かせる情報や、停電時に継続運転可能な状況がわかる情報を提供することで、より安心して快適に利用できるようになる。

4 あとがき

再生可能エネルギーを有効利用する手段として、蓄電池システムへの期待は大きい。特に高出力で耐久性の優れたSCiB™の優れた特性を生かし、停電時を含めて安定したエレベーターの運転を可能にした。

SPACEL-GR™では、エレベーターシステムとしての省エネ機能だけでなく、トスムーブNEO™という蓄電池システムと組み合わせることで、更なる省エネ機能と、停電時の継続運転を兼ね備えることができた。これらのことが評価され、「第10回エコプロダクツ大賞」エコプロダクツ部門の経済産業大臣賞と、「平成25年度地球温暖化防止活動」技術開発・製品化部門の環境大臣表彰を受賞した。

今後も蓄電池をはじめとするパワーエレクトロニクス技術を集結して、省エネに優れ、災害時に強いエレベーターを提供していく。



大坪 亮 OTSUBO Ryo

東芝エレベータ(株) 技術本部 開発部グループ長。
エレベーターのパワーエレクトロニクス機器の開発・設計に従事。電気学会会員。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



野島 秀一 NOJIMA Shuichi

東芝エレベータ(株) 技術本部 開発部主任。
エレベーターのパワーエレクトロニクス機器の開発・設計に従事。電気学会会員。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



児嶋 大輔 KOJIMA Daisuke

東芝ITコントロールシステム(株) 電機システム事業部 電機システム部主務。電源装置及び蓄電池応用システムの開発・設計に従事。
Toshiba IT & Control Systems Corp.