

中国市場向け CAシリーズエレベーターの開発

呉 红兵
Wu Hongbing

郭 志海
Guo Zhihai

邱 成东
Qiu Chengdong

唐 电波
Tang Dianbo

崔 喜明
Cui Ximing

许 忠荣
Xu Zhongrong

钟 秀琼
Zhong Xiuqiong

会田 敬一
Aida Keiichi

世界最大のエレベーター市場である中国では、世界のエレベーターメーカーが参入しているばかりではなく、国内メーカーも急速に成長し、製品を投入している。これに対し、日立は競争力のある中国国産機種の開発に注力し、2010年にCA (China Ace) シリーズを市場へ投入した。現在では、高速機種から機械室レス機種までのフルラインアップをそろえた日立の主力製品であり、受

注台数の約半数を占めている。

CAシリーズでは、大規模化する建築施設に対して高速・大容量化を推進し、エレベーター占有空間の縮小を望む顧客向けに省スペース化を図るとともに、省エネルギー化の要求に対しては回生コンバータの適用やLED照明の採用などによる消費電力削減を実現している。

1. はじめに

近年、中国では経済の急速な発展に伴い、大都市のみならず中小都市に至るまで都市化が進んでいる。各都市では大規模な商業施設や住宅の建設が相次ぎ、この結果中国のエレベーター市場は急速に拡大している(図1参照)。2011年にはエレベーター生産台数・保有台数が世界一となった。

この市場に対し、世界のエレベーターメーカー各社が注力するようになり、シェア獲得のための競争が年々激しくなっている。

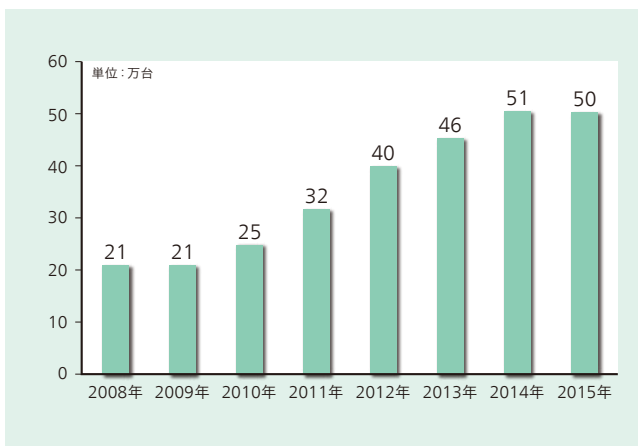


図1 | 中国市場における受注台数

2008年～2015年の主要メーカーの受注台数を示す(日立調べ)。

2. エレベーターに対するニーズの変化

世の中の変化に伴ってエレベーターに対する要望が年々変化しており、それに応える各社製品の市場投入が続いている。

2.1 高速・大容量化

都市化が続く中、高層ビルの建築規模の拡大が続いている。これにより、それらの建物に要求される高速エレベーター市場は拡大を続けていることから、エレベーター開発方針は、高速化と大容量化を優先課題とした。

2.2 機械室レスエレベーターの普及

ここ数年、建築側からの省スペース化要求が増加し、機械室レスエレベーターの需要が急拡大している。2007年には19,300台/年だったものが、2015年には83,500台/年に急増し、年率で約20%の伸びを見せている。今後も機械室レスエレベーターの普及は進み、これからの10年間は、機械室レスエレベーターが市場の主流製品となると考えている。

2.3 インテリジェント化

近年エレベーターに対する社会的関心が高まっており、安全性ばかりではなく、表示器やボタンなどの外観・質感や、乗り心地、待ち時間、身体障がい者対応などにまで広

がっている。そのため、製品開発時には、安全性・信頼性を第一とするほかに、インテリジェント化、HUMAN FRIENDLY設計などを開発課題として取り入れている。また、集中する利用者の輸送効率を向上させ、利用者が迅速で快適なビル内交通手段としてエレベーターを利用できるようにするため、いかに効率よく利用者を運搬するかを考慮したソリューションの提案にも取り組んでいる。

2.4 据付・保全の効率化

中国における労働賃金は上昇しており、建築工事全体（着工から竣工まで）の期間短縮が要求されるようになってきている。その中にはエレベーターの据付・試運転調整期間も含まれており、新製品の開発にあたっては据付・試運転調整作業の効率化が新たな課題となっている。

また中国では、エレベーター保全事業へ多数の保守会社が参入しているが、サービス品質の差が大きく、主なエレベーター事故の原因は保全不良によるものと言われている。この状況を改善するため、メーカーによる保全の強みを生かし、ネットワーク技術と情報化手段を活用し、保全効率の向上とエレベーター安全運行の提供、知能化管理を推進している。

2.5 省エネルギー化

中国においては、全エネルギー消費量のうち建築物のエネルギー消費量が28%以上も占めており、しかも建築物は年々増加している状況であった。そこで中国政府は、第11次5カ年計画の中で2006年～2010年のエネルギー消費削減の目標を提示し、関係者に省エネルギー施策を要求した。エレベーターは建築物の構成要素であることから、エレベーターの省エネルギー化要求が高まった。

3. CAシリーズ製品

3.1 開発背景

急速に拡大する中国市場に対し、日立は日本からの輸出機種（高級志向）と中国国産機種（普及型）の2つのシリーズ製品で受注を拡大していた。しかし、2007年頃から、競合他社が中国国産高級機種を市場に投入し始めたため、これに対応すべく、日立は従来の中国国産機種の上位機種の開発に着手した。

主要制御システムは日本で開発した制御システムを適用拡大したものとし、巻上機は自社製（日立電機機製）を採用した。基本制御性能と安全設計は日立グローバル基準[※]とし、乗り心地の向上と信頼性向上を図った。さらに、

※) 従来は日立電機(中国)企業標準および中国国家標準(GB)基準としていたもの。

意匠の刷新・オプション仕様の追加などを行い、2010年に新中国国産機種CA (China Ace) シリーズを発売した。

3.2 CAシリーズの機種展開

最初に、市場のボリュームゾーンである機械室あり中速エレベーターMCA (Medium Speed CA) を発売した。LEDかご照明の採用や回生コンバータの採用などで省エネルギー化を図り、新群管理システムFI-600シリーズを適用し、輸送効率の向上を図った。

その後、CAシリーズの高速・大容量化を推進し、高速エレベーターHCA (High Speed CA)、超高速エレベーターUCA (Ultra High Speed CA) を発売した。

現在CAシリーズは、さらなる大容量巻上機の開発を完了し、最大積載2,250 kg、最高速度分速480 m、最大昇降行程330 mまで適用範囲を拡大している。これにより、大規模・高層化を続ける市場ニーズに応えている。

また、前述のとおり、急速に必要な高まりを見せる機械室レスエレベーター市場に対し、機械室レスエレベーターLCA (Machine-Room-Less CA、最大積載2,000 kg、最高速度分速150 m) を発売した。新薄型巻上機の開発、安全装置の小型化などにより、市場ニーズに応える省スペース化を実現した。

さらに、シリーズ展開と並行し、目的階予約システムの適用や遠隔監視装置を用いた稼働状態の監視による、稼働品質の向上・保全効率向上にも取り組んでいる。

以上により、現在はほぼすべての市場ニーズに応えるシリーズ構成を実現している（[図2](#)参照）。

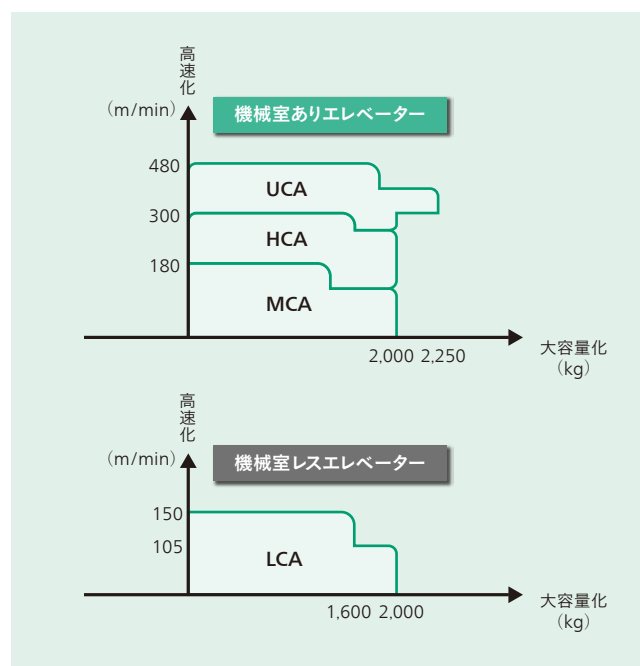


図2 | CAシリーズの製品展開

市場ニーズに合わせ、高速化・大容量化した製品をシリーズ展開している。

3.3 製品の特長

3.3.1 大容量巻上機と駆動システム

高速化・大容量化のため、巻上機の容量拡大を推進した。ただし、エレベーター機械室（巻上機・制御盤の設置スペース）の広さ・高さ、保全作業スペースの確保などの制約があるため、従来型に比べて小型化を図った。現在CAシリーズにおいて最大容量の巻上機の外観を図3に示す。

この巻上機の開発にあたっては、設置する機械室スペースや保全作業性を考慮し、小型化を図った。インナーロータ、回転軸の両持ち支持構造を採用し、また、従来のドラム式ブレーキからディスクブレーキとして小型化し、シーブ径も小径化した。さらに、マシンベースに鋼板溶接構造を採用するとともに薄型化し、マシンビーム受台の薄型化と併せ、巻上機の小型化（従来型巻上機対比高さ-465 mm）を実現し、対応可能な機械室高さを900 mm低くした。

駆動システムでは、大容量のパワーモジュールを採用し、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュール並列駆動、均流、保護の技術を開発することにより、インバータ容量を拡大した。容量拡大にあたり、パワーモジュールの発熱の問題に対しては小型で高熱伝導率のヒートパイプを採用し、パワーモジュールの寿命を2倍以上（従来機種対比）に延長した。さらに、小型化したLCLフィルター回路を適用することで、電流高調波の最大値を中国国家規格の25%に抑え、外部電源への影響を防止している。

省スペース化の要求は高速エレベーターにもあり、昇降路寸法を縮小する必要がある。そのために終端階強制減速装置 [ETSL (Emergency Terminal Speed Limiting) システム] を採用した。このシステムは、EN61508:2010 に定義されている機能安全における安全度水準3 [SIL (Safety Integrity Level) 3] を有し、乗りかごの位置に応じた制動

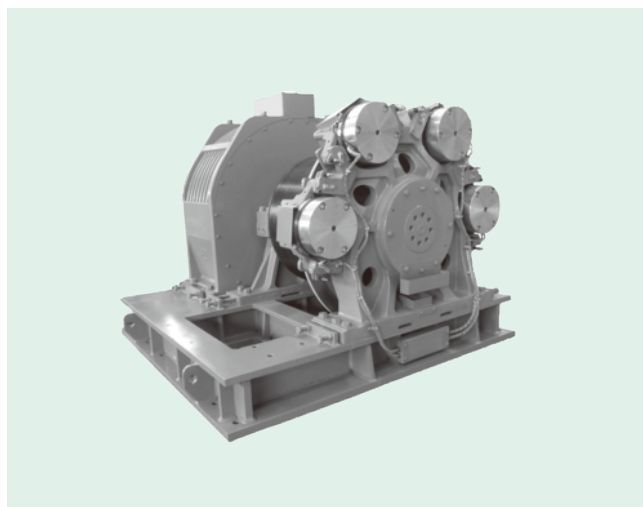


図3 | 91 kW巻上機

コンパクトな構造で体積を小型化し、エレベーター機械室のレイアウトの自由度を高めた。

可能速度とかご実速度を比較することで、非常停止を実施するかを判断する機能を持つ。この機能により、非常事態が発生しても、乗りかごが一定速度以下で昇降路底部の緩衝器に衝突することが保障され、さらに緩衝器の小型化によって、本システムを採用しない場合に比べて約30%の省スペース化を実現した。

3.3.2 機械室レスエレベーター

省スペース機械室レスエレベーターの要求が急増する中、日立は最新の機械室レスエレベーターLCAを発売した。

LCAでは、薄型巻上機の昇降路上部設置を採用し、同一エレベーター仕様における省スペース化と、安全性・信頼性の向上を図り、さらに快適で、高速という市場ニーズを満足している。

構造の最適化による巻上機の薄型化を実現し、昇降路内部品配置を見直し、大幅に建築空間を節約したうえ、巻上機をレール上部固定とし、建築側負担を軽減した（図4参照）。

さらに、高性能の防振材を採用することで巻上機振動の影響を減少させ、乗り心地の向上を図り、耐震設計の採用と、巻上機のブレーキ制動トルク、保護等級や絶縁等級などの向上により、エレベーターのさらなる安全性と信頼性の向上を実現した。

3.3.3 インテリジェント化

(1) マルチビームドアセンサ

日立オリジナルのマルチビームドアセンサを開発し採用している。エレベーター制御装置とマルチビームドアセンサ間の情報量を増やし、マルチビームドアセンサの状態をエレベーター制御装置に伝送し、ドア制御装置に対し、マルチビームドアセンサの状態に応じた制御を指令すること

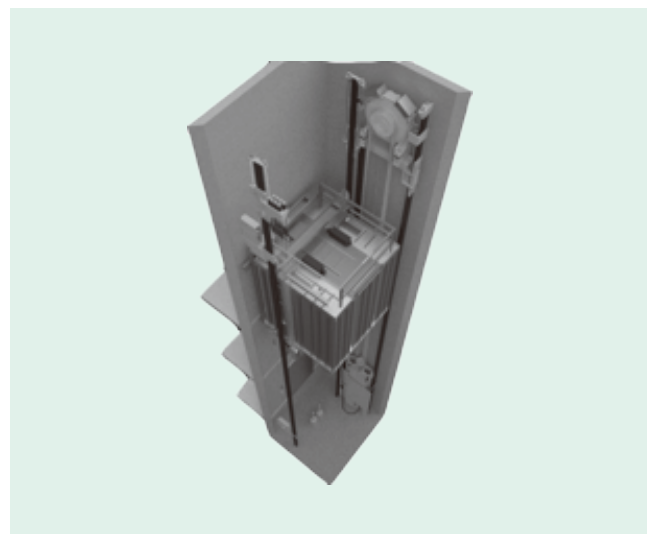


図4 | LCAエレベーター

巻上機を昇降路上部に設置し、省スペースを実現した。

で、ドアシステムの冗長性を向上させている。また、エレベーターがドアを閉じ、呼びのない休止状態では、自動的に電源を遮断し、センサの長寿命化を図っている。

(2) 目的階予約機能

エレベーター群管理システム上に目的階予約機能を追加しているため、ホールの目的階選択装置によって目的階を登録すると、この情報をエレベーター群管理システムで処理し、最適なエレベーターを選択する。これにより利用者を誘導することで分散運行を実現し、起動回数の削減、高効率運転を実現し、輸送能力向上の効果を得る。さらに、フラッパーゲートと連動することで利用者の流れを制御することも可能となり、比較的人が集中する大規模ビルなどで各階床の用途が固定されている場合には、目的階予約機能が大きな効力を発揮する(図5参照)。

3.3.4 据付・保全の効率化

(1) 据付作業の改善

CAシリーズの開発にあたっては、据付作業効率の向上を目的とした。そのため、薄型表示器の採用による作業の軽減、機械室配線ダクトに成型部品を採用することによる現場作業の低減、マシンビームを溶接固定からボルト固定式に変更することによる現地溶接作業の削減、現地での寸法調節が可能なレールブラケットの採用など、現地据付作業の改善を図っている。

(2) 保全技術の向上

エレベーターサービス支援システムと携帯型保全端末を開発することにより、日立保全時の独自の機能を形成することで、エレベーターの安全な運行を提供し、保全効率を向上させる。

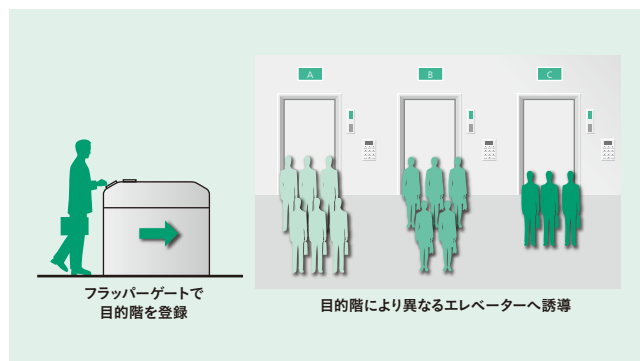


図5 | 目的階予約システム

利用者の流れを制御するとともに、停止階を減少させ、高効率運行を実現する。

エレベーターサービス支援システムは、エレベーター通信・ネットワーク技術を応用し、シリアル通信を用いてエレベーター情報を収集するとともに、移動通信技術により無線でデータを遠隔監視センターに伝送する。これを遠隔監視センターで処理し、遠隔でエレベーターの状態や故障情報を監視することで、保守員による故障分析と現地対応を支援し、保全効率の向上とエレベーターの安全な利用を支援している(図6参照)。

携帯型保全端末は、移動通信技術を採用し、保全、据付調整業務などの情報の配信・受信、業務情報のアップロードなどに用い、現地のデータ管理が煩雑であった問題を解決し、現地作業の管理と業務伝達効率の向上を実現した。また、エレベーターの調整機能とプログラム変更機能を組み込み、専門技術者がエレベーター制御装置と特定の通信プロトコルを使用することにより、データの読み取りや書き込み操作をすることが可能である。

保全業務をサポートする携帯型保全端末を使用すること

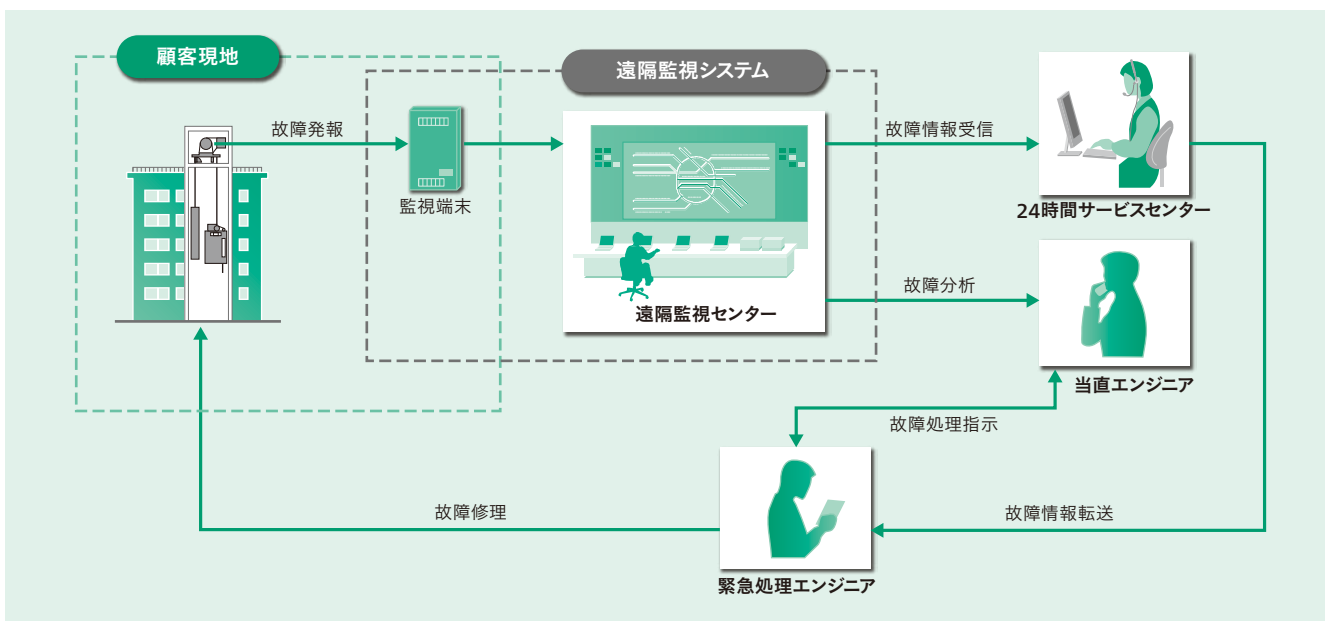


図6 | エレベーターサービス支援システム

ITを応用し、遠隔で保守員を支援するためのシステムである。

で、各種保全ツールの集約化と管理強化を行い、保全品質の向上を図っている。

3.3.5 省エネルギー化

CAシリーズエレベーターでは、省エネルギー化のため、以下に示すような技術を採用した。また、VDI 4707とISO 25745のエネルギー効率認証でAクラスを獲得しており、米国グリーンビルディング協会が所管する任意の認証制度である建物のLEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 認定にも有利である。

(1) エネルギー回生技術

回生コンバータ付き制御システムを採用しているため、回生エネルギー変換処理により、外部電源に電力を還元し、他の設備で使用している。電流高調波歪(ひずみ)率は10%以下、電圧高調波含有率は1%以下とし、中国国家標準である37%、5%より小さく抑えている。

(2) LEDかご照明

CAシリーズでは、LED光源のかご照明を採用した。蛍光灯を用いた場合と比較して30%以上の省エネルギーとなり、寿命は3倍以上となる。LED照明のパネルは、水銀などの有害な重金属を使用しないため、環境負荷も少なく、かつ省エネルギーを実現している。

(3) かご枠

かご枠製造における溶接加工の一部をボルト締結に変更し、溶接作業を削減し、作業性向上と生産品質の安定化を図っている。また、高精度レーザー加工技術と自動組み立て技術により、構造部品の加工精度、品質を確保し、環境への影響を軽減した。

4. おわりに

CAシリーズは、これまで述べてきた乗用エレベーターに加え、展望用エレベーター、病院向けエレベーター、消防用エレベーターを追加している。先進技術の採用と環境保護への配慮を進め、安全で乗り心地もよく、品質に優れた、中国市場で競争力を持つ中国国産機種となっており、広東省機械工程学会科学技術奨励賞(2015年HCAが受賞)のほか、中国政府、中国エレベーター協会の賞を獲得している。

2010年から市場に投入して以来、毎年受注台数を伸ばし、中国市場での実績を積み重ね、2015年にCAシリーズは、日立の中国における全受注台数の50%以上を占める主力機種となっている。

参考文献など

- 1) 徐偉：中国建築エネルギー消費状況と省エネルギー技術対策(2010)
- 2) 李，外：中国建築エネルギー消費現状と省エネルギー施策概要(2008.2)
- 3) 中国政府，第11次5カ年計画(2006.3)
- 4) Certificate of Conformity (AK50349290 0001)，TüV Rheinland (2016.6)

執筆者紹介



吳 紅兵
日立電梯(中国)有限公司 技術開発総部 製品開発部 所属
現在、エレベーター製品の開発に従事



郭 志海
日立電梯(中国)有限公司 技術開発総部 部品開発部 所属
現在、エレベーター制御システムの開発に従事



邱 成东
日立電梯(中国)有限公司 技術開発総部 製品開発部 所属
現在、機械室ありエレベーター製品の開発に従事



唐 电波
日立電梯(中国)有限公司 技術開発総部 製品開発部 所属
現在、機械室レスエレベーター製品の開発に従事



崔 喜明
日立電梯(中国)有限公司 品質保証総部 製品品質部 所属
現在、エレベーター製品の試験と品質管理に従事



許 忠荣
日立電梯電機(広州)有限公司 技術部 所属
現在、エレベーター巻上機の開発に従事



钟 秀琼
日立電梯(中国)有限公司 技術開発総部 製品開発部 所属
現在、エレベーター製品の電気部品の開発に従事



会田 敬一
日立製作所 ビルシステムビジネスユニット
グローバル昇降機事業部 グローバル開発本部 エレベーター開発部 所属
現在、エレベーター製品の開発に従事