

昇降機の安全・安心を提供する遠隔監視システム

Remote Monitoring System for Elevators and Escalators Providing Safety and Security

中村 元美 Motoyoshi Nakamura
五十嵐 芳治 Yoshiharu Igarashi

河野 賢治 Kenji Kawano
山口 伸一郎 Shinichiro Yamaguchi

三好 雅則 Masanori Miyoshi
会田 敬一 Keiichi Aida



図1 昇降機遠隔監視システムの全体構成

エレベーターやエスカレーターに取り付けられる遠隔監視システム「ヘリオス」は、ネットワークを介して管制センター、データセンターと接続されており、全国の昇降機と利用者を24時間365日体制で見守る。万一故障が発生したときには、サービスセンターのメンテナンスエンジニアが出勤し、迅速に故障復旧する。

わが国では、現在65万台以上の昇降機が稼働しており、毎年約3万台が新たに設置されている。今やビルの「縦の交通手段」として欠かせない存在となった昇降機には、安心して利用するための維持・管理が強く求められている。

日立グループは、約70年にわたって昇降機とそのメンテナンスを提供してきた。1987年には遠隔で昇降機の故障信号を捕捉(そく)できるシステムを、その後1994年には稼働データを収集する遠隔監視システム「ヘリオス」を開発して、予防保全を可能としてきた。最近では、ヘリオスを基盤としたエレベーター内の異常行動検知や地震時の遠隔自動復旧システム、エスカレーターの故障予防診断技術など、昇降機のさらなる安全・安心につながる技術を開発している。

1.はじめに

昇降機は、「ビルの「縦の交通手段」として欠くことのできないシステムであり、常に安心して利用できる運行機能の維持が要求される。また、地震災害・故障などの緊急時における迅速な復旧対応や、通常メンテナンス作業(点検・整備・修理)による停止時間の短縮が求められている。

このために日立グループは、全国に350箇所ものサービス拠点を設けるとともに、大規模な遠隔監視システムによって24時間対応が可能な体制を構築してきた。

ここでは、日立グループが昇降機の安全・安心を提供するためにメンテナンスという視点で取り組んできた技術開発について述べる。

2. 保全の品質向上に向けた遠隔監視技術

2.1 昇降機遠隔監視システムの開発経過

日立グループは、1987年に公衆回線網を使ったエレベーター遠隔監視システムを開発し、故障発生時には管制センターへ自動通報する機能を備えてメンテナンスエンジニア（保全技術者）の迅速な出勤を可能にした。

この監視システムを発展させ、1994年には業界で初めて、エレベーター各機器の電氣的・機械的な変化をとらえて予防保全を行うエレベーターリモートメンテナンスシステム「ヘリオス（Hitachi Elevator Remote and Intelligent Observation System）」を、1999年には、エスカレーターへ予防保全を展開したエスカレーター用ヘリオスを開発した。

また、このような昇降機遠隔監視技術をビル全体に拡張して、ビルの設備機器を最良の状態でも効率よく管理する遠隔機器操作システムや、空調・冷凍機の効率的な運転と異常を予測する遠隔監視システムも開発してきた。

2.2 昇降機遠隔監視システムの概要

日立グループの昇降機遠隔監視システムの全体構成を図1に示す。ヘリオスは昇降機に取り付けられ、故障発生時に管制センターへ自動通報する。管制センターは定期的にヘリオスから運転性能や各機器の状態データを収集する。収集されたデータはデータセンターで分析して、メンテナンスエンジニアに作業指示を出力し、精度の高い予防保全を実現している。主な診断内容を表1に示す。

さらに、純正部品を常備する部品センター、24時間体制での技術支援を行うテクニカルサポートセンターによって、最前線のメンテナンスエンジニアを支援している。

2.3 昇降機遠隔監視システムの新たな展開

2006年には、さらなる安全性の向上をねらいとし、エレベーター乗りかご内の利用者の異常行動を検知するヘリオスウォッチャー付き防犯カメラシステム、2007年には地震発生時のすばやい復旧を実現する地震時エレベーター自動診断・復旧シ

表1 主な診断内容

管制センターは、定期的にヘリオスからデータを収集して分析し、メンテナンスエンジニアに作業指示を出すことができる。

項目	診断内容
運転状態 (エレベーター)	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行状態 ● 各階停止時の段差 ● 各階ドア開閉状態
機械室の各機器の状態	<ul style="list-style-type: none"> ● 制御盤内マイコン診断 ● プレーキ動作状態 ● 接触器の動作状態
乗りかご内・乗り場 (エレベーター)	<ul style="list-style-type: none"> ● 行き先階、乗り場呼びボタンの作動 ● インターホンのバッテリー電圧
移動手すり (エスカレーター)	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行状態診断 ● 駆動装置の診断

ステム「ヘリオスドライブ」、2008年にはインバータ制御を生かして新たな予防保全機能を搭載したVXシリーズエスカレーター用ヘリオスを開発した。

3. さらなる安全・安心の提供に向けて

3.1 ヘリオスウォッチャー付き防犯カメラシステム

昇降機の安全・安心はヘリオスによって充実が図られてきており、今後はエレベーターの利用者にも今以上の安全・安心を提供する必要がある。そこで、乗りかご内に設置したカメラの映像から異常行動を自動検知して、音声で注意を喚起し、エレベーターを緊急停止する防犯カメラシステム「ヘリオスウォッチャー付き防犯カメラ」（以下、ヘリオスウォッチャーと記す。）を開発した。

ヘリオスウォッチャーはエレベーターと連携して動作し、次の機能を提供する（図2参照）。

- （1）「あばれ」検知機能:「あばれ」などの異常行動を検出し、音声アナウンスで呼びかけ、異常度に応じて乗りかごを最寄りの階に停止させてドアを開く。
- （2）滞留検知機能:しゃがみ込むなどの滞留行動を検出し、音声で呼びかけ、乗りかごを指定階に停止させてドアを開く。
- （3）遠隔救出機能:万一の閉じ込め時に、管制センターで乗りかご内の映像を確認しながら、利用者を誘導して救出する。

また、システムの中核である映像装置や挙動検知装置はエレベーターとともに昇降機遠隔監視システムによって状態監視されている。

ヘリオスウォッチャーの中でも特徴的な「あばれ」検知機能について以下に述べる。この機能では、入手しやすい正常行動映像の特徴を学習しておき、これと乖（かい）離したものを「あばれ」として検出する。処理の概略を図3に示す。まず、

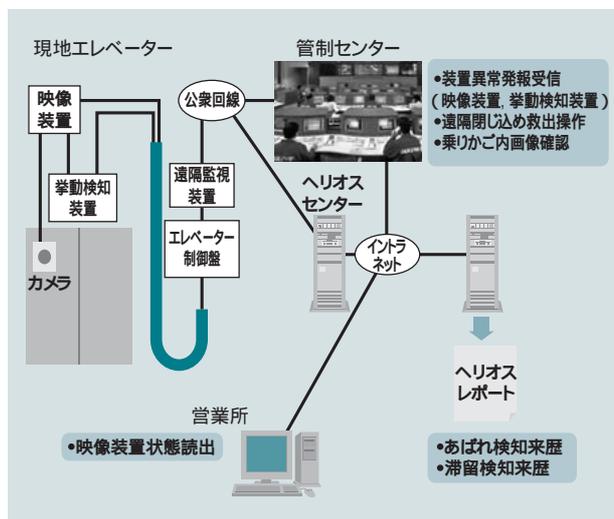


図2 ヘリオスウォッチャー付き防犯カメラのシステム構成

エレベーターの乗りかごに取り付けられた挙動検知装置が「あばれ」や「滞留」を検知して、エレベーター制御盤によってアナウンスや最寄り階停止などの運転制御を行う。

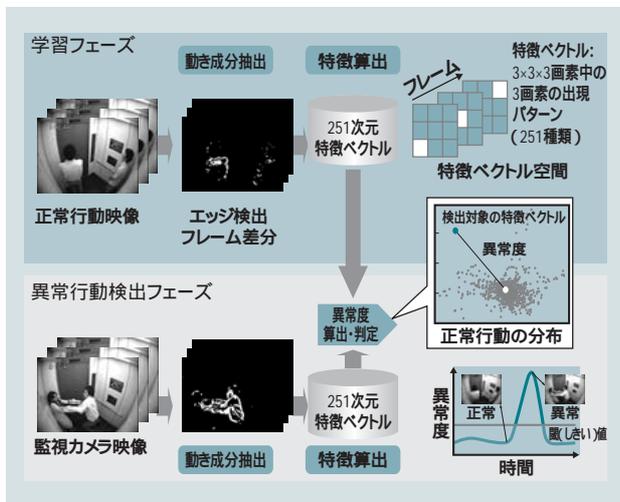


図3 「あばれ」検知の流れ
 正常行動の特徴を学習フェーズで生成し、異常行動検出フェーズから得られる特徴との乖離を異常度として評価する。

入力映像の中から動き成分を抽出する。次に、抽出した動き成分の特徴量を算出する。

ここでは、独立行政法人産業技術総合研究所で開発されたCHLAC (Cubic Higher-order Local Autocorrelation: 立体高次局所自己相関) と呼ばれる251次元の動画の特徴量を用いた。ここで得られた特徴量を判定空間に射影し、正常行動の特徴量の分布との乖離度を異常度として算出する。判定空間は、正常行動の特徴量の分布をよく表す空間であり、学習によって事前に得られる。最後に、算出した時系列の異常度と判定用の閾(しきい)値を比較して異常が発生しているかどうかを判定する。

3.2 地震時エレベーター自動診断・復旧システム

震度5弱程度の強い揺れを感知し、地震管制運転によって停止したエレベーターは、メンテナンスエンジニアが1台1台について安全を確認して復旧することが決められており、すべてのエレベーターの復旧には多くの時間を要していた。

この問題を解決すべく、地震発生後の安全確認を自動的に行い、仮復旧させる機能「地震時エレベーター自動診断・復旧システム」をヘリオスに追加し、2007年8月に運用を開始した。これにより、被害のないエレベーターであれば、復旧を一定時間内(10階床のエレベーターで約17分)で行えるため不稼働時間を飛躍的に短縮できるようになった。

(1) 地震特有の被害分析と診断技術

地震でエレベーターが受ける被害には、主に(a)主ロープなどの長尺物が塔内機器に引っ掛かり、ロックする状態、(b)釣合いおもりがレールから外れる状態などの特徴がある。そこで、高さ30 m以上の建物でもこれらの被害を安全に検出する診断技術を新たに開発してヘリオスに組み込んだ。エレベーターの機器構成と主な診断項目を図4に示す。

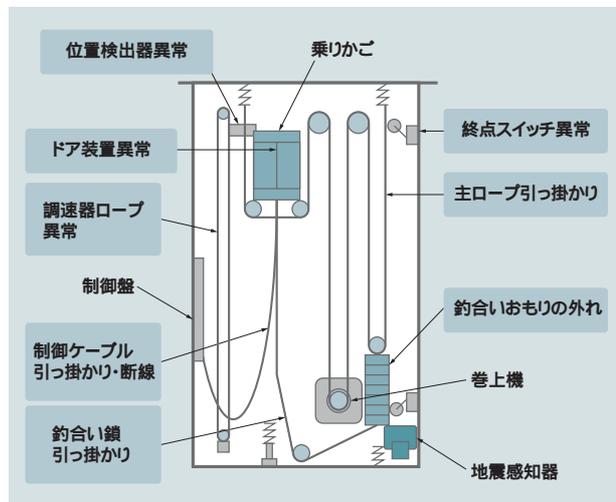


図4 エレベーターの機器構成と主な診断項目
 診断項目としては、機器そのものの故障に加えて主ロープや調速器ロープなど長尺物の引っ掛かり異常の診断が必要となる。

(2) メンテナンスエンジニアとの復旧作業の連携

このシステムは、現行の昇降機耐震設計指針・施工に沿った耐震構造や、診断ソフトウェアの組み込みが必要であり、既設のエレベーターに適用できない場合がある。このため、地震発生後のエレベーターの状態や復旧状況を「広域災害支援システム」で情報を一元管理し、メンテナンスエンジニアおよび対策本部が情報を共有することによって、復旧作業全体の効率化を図った。そして、仮復旧できなかった現場を集中して巡回することにより、全体の復旧時間を短縮することができるようになった。

(3) 適用範囲

現在は、2006年10月発売の標準型エレベーターと2007年12月発売の制御リニューアルエレベーターに適用している。今後は、オーダー型エレベーターへ適用機種を拡大するとともに、建物高さ60 m以上まで適用範囲を広げることでエレベーターの不稼働時間の短縮に努めていく。

3.3 VXシリーズエスカレーターの新たな診断技術

エスカレーターは全体の約90%がスーパーマーケットやデパート、駅などに設置されており、施設の稼働時間の延長に伴って、点検のためにエスカレーターを停止できる時間が短くなってきた。そこで、2008年1月に発売したVXシリーズエスカレーター用ヘリオスでは、インバータ制御という特徴を活用して、以下の新しい保全機能を搭載した。

- (1) 重要機器の毎日点検をサポートする機械化点検
 - (2) 必要なときに必要な作業を指示する故障予防診断
 - (3) 故障時のすばやい原因究明が可能となるデータレース
- 毎朝、エスカレーターを起動するときに、約3秒間、通常よりも緩やかな加速で診断専用運転を行い、インバータ出力、ステップ回転開始時間、ハンドレール回転開始時間などを計測

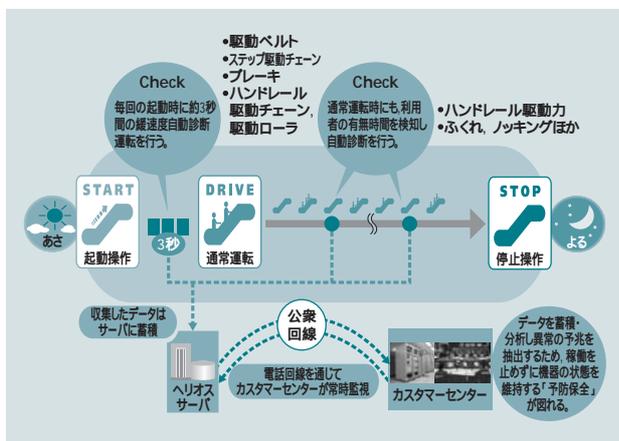


図5 起動時診断運転

起動操作直後の約3秒間に緩やかな加速で自動診断運転を行い、インバータ出力、ステップ回転開始時間などを計測する。

する。この起動時診断運転によって、ステップ駆動チェーン、ハンドレール駆動チェーン、マグネットブレーキ、モータ動力伝達ベルトの4項目の摩耗・劣化が診断できるようになった（図5参照）。

診断運転は毎日1項目ずつローテーションされるので、例えばステップ駆動チェーン診断は月に10回行われることになり、きめ細かな点検が可能になった（図6参照）。

また、故障予防としての機器診断は、摩耗・劣化によって現れる機械的な挙動の変化をとらえて行う。例えば、ステップ駆動チェーンのテンション変化は、緩やかに停止したときにチェーンに張りりと緩みを発生させる。この状態でブレーキを解放すると、張りりと緩みがバランスしようとしてチェーンが回転をはじめ、バランスすると停止する。このときのチェーン回転量をエンコーダで計測する。テンションが弱くなると、チェーン回転量が多くなる。このような特性を利用することにより、テンション調整作業の時期を予測できるようになった。

執筆者紹介



中村 元美
1992年株式会社日立ビルシステム入社、技術開発本部ビルシステム開発部 所属
現在、昇降機向けの遠隔監視システム開発に従事



五十嵐 芳治
1992年株式会社日立ビルシステム入社、技術開発本部保全技術開発部 所属
現在、昇降機の高効率保全システムの開発に従事



河野 賢治
1981年株式会社日立ビルシステム入社、技術開発本部ビルシステム開発部 所属
現在、昇降機向けの遠隔監視システム開発に従事

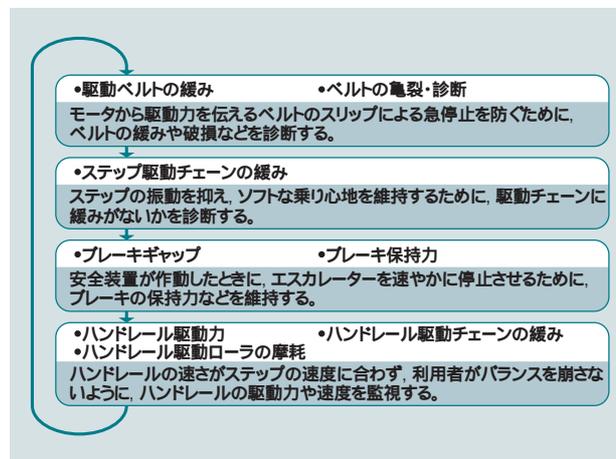


図6 起動時診断の項目

起動時の診断運転は毎日1項目ずつのローテーションで実施する。バランスの取れた、きめ細かな点検を機械が行う。

4. おわりに

ここでは、昇降機のメンテナンスという観点から、日立グループが開発してきた遠隔監視技術について述べた。

今後は、通信のブロードバンド化に伴って、さらにインテリジェントな遠隔監視が可能になると予想される。

日立グループはメンテナンス事業によって、安全・安心の提供だけでなく、昇降機利用者に快適で便利、さらに省エネルギーや地球温暖化防止につながる高効率な昇降機の運用にも貢献していく所存である。

参考文献など

- 1) 河野, 外: 遠隔知的診断システムを用いたエレベーターの予防保全, 日立評論, 75, 7, 487 ~ 492 (1993.7)
- 2) 南里, 外: 複数人動画画像からの異常動作検出, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No. SIG15 (CVIM12), p.43 ~ 50 (2005)
- 3) 国土交通省, 建築分科会建築物等事故・災害対策部会, http://www.mlit.go.jp/singikai/infra/architecture/accident/accident_.html



山口 伸一朗
1982年日立製作所入社、株式会社日立ビルシステム技術開発本部 ビルシステム開発部 所属
現在、昇降機向けの画像処理応用システム開発に従事



三好 雅則
1990年日立製作所入社、日立研究所 情報制御研究センタ 情報制御第二研究部 所属
現在、セキュリティ向けの画像認識技術の研究開発に従事



会田 敬一
1992年日立エレベータエンジニアリング株式会社(現 日立水戸エンジニアリング株式会社)入社、日立製作所 都市開発システムグループ 水戸ビルシステム本部 所属
現在、エレベーター製品のソフトウェア開発に従事