

超高速エレベーターを支える先端技術

Advanced Technologies Supporting Super High-Speed Elevators

近年、超高層ビルの計画が中国・中東を中心としたアジアで急増しており、超高層ビルに適した超高速エレベーターのニーズが増加している。

このような超高速エレベーターでキーとなる“快適”“安全”“省エネルギー”を実現するため、当社では、様々な先進技術の開発を進めてきた。ここでは、その主要課題の一つである“快適性”を実現する先進技術として、かごの低振動化と低騒音化技術について述べる。

かごの低振動化に関しては、かごの振動を抑制するアクティブローラガイドの新しい構成と制御方法を開発した。当社の高速エレベーター(速度300～540m/分)では、昇降路内に設置したレール上を転動するローラガイドをアクチュエータで駆動し、かごの振動を大幅に抑制するアクティブローラガイドを適用している。しかし、エレベーターの速度が更に上昇して800m/分を超えると、レールの曲がりによって起因するかごの加振周波数の上昇によって、かごとかご枠の揺れ位相が相反する新たな振動が発生するため、十分な振動抑制効果が得られなくなる。また、隣接するかごどうしや、かごと釣り合いおもりのすれ違いによる風圧変動に起因するかごの振動も増大する。そこで、図1に示すように、これまでかご枠だけに設置していた振動センサをかごにも設置してそれぞれの揺れを検出可能とし、さらに、かごの下部だけでなく上部にもアクティブローラガイドを設置するとともに、複数のセンサ信号に基づいてそれぞれのアクティブローラガイドを最適に制御する新アクティブかご制振システムを開発した。図2は、当社の超高層エレベーター試験塔“SOLAE”での走行試験結果である。この

システムによって、かご振動が65%低減可能と確認でき、さらに、実測した振動とシミュレーションによる計算結果が精度良く一致することも確認できた。このシミュレーションを用いて、世界最高速^(※1)となる1,080m/分で走行したときのかご振動を計算した結果、かごの揺れを人がほとんど感じないレベルにまで抑制でき、質の高い乗り心地を実現できることが分かった。

かごの低騒音化に関しては、かご先端に取付ける新しい整風カバーを開発した。まず、音源となる昇降路内でのかごの動きによって変化する気流を三次元解析し(図3)、気流の剥離や急激な増速を抑制する流線型整風カバー形状を決定した。また、整風カバーから突出して配置するローラガイドにガイドカバーを設置して気流騒音を低減した。このガイドカバーには、軽量で形状加工性の良いCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)を新規採用した。当社が1993年に納入した横浜ランドマークタワーに設置したエレベーターのかごと、今回開発した流線型整風カバーを装着したかごについて、1,080m/分で走行した場合の気流変化の三次元解析結果を比較したところ、新しく開発した流線型整風カバーの方が気流の増速や乱れが抑制されていることを確認した。さらに、かご室の外部から侵入する騒音を遮断するかご室遮音技術も合わせて開発した。

これらの開発によって、1,080m/分という世界最高レベルの高速走行でも、静粛性の高い快適な乗り心地を実現できる。今後も、より“快適”“安全”“省エネルギー”なエレベーターの実現を目指して、先進的な技術を開発していく。

※1 2011年9月1日現在、当社調べ

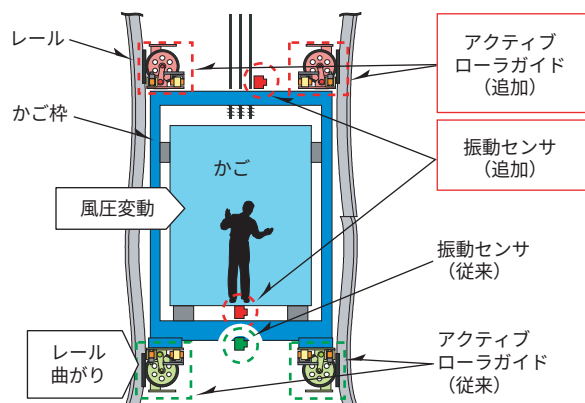


図1. アクティブかご制振システム

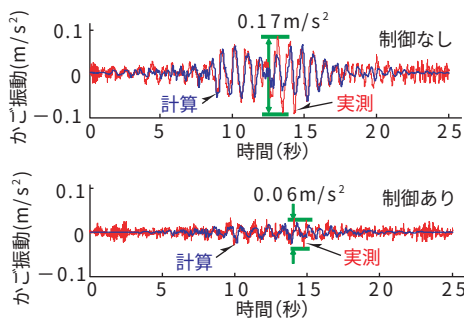


図2. 走行試験結果及び計算結果
(当社試験塔SOLAEでの走行試験)

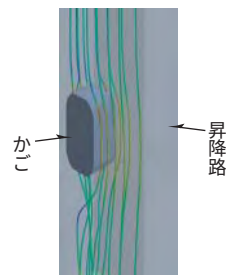


図3. 三次元気流解析

安全・安心・省エネルギーを支える車載情報処理技術

In-vehicle Information Processing Technologies Supporting Safe, Reassuring, Energy-Saving Drive

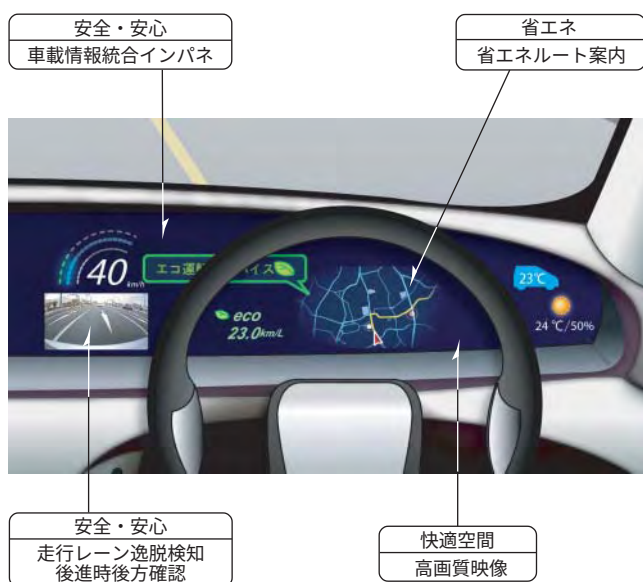
近年、カーマルチメディア製品には、従来の基本的なナビゲーション機能に加えて、安全・安心・省エネルギー（省エネ）志向の高まりから映像や情報処理技術を活用した、より高度な付加価値機能が求められるようになってきた。安全・安心面では、インスツルメント・パネル（インパネ）をフルグラフィックス化することで、運転者に対し計器類とともに安全運転を支援する補助情報も提示する統合インパネが注目されている。また、欧米では、車載カメラによる走行レーン逸脱警報機能搭載や後進時の車両後方安全確認の義務化、映像を安全運転に活用するための開発が活発に行われてきている。さらに、ユーザーの環境への意識の高まりから、エコ運転診断や省エネルギー検索等、環境負荷を抑えた省エネに役立つ機能の充実化がカーナビゲーションシステムにも求められている。

当社では、統合インパネに安全運転の要となる速度計や各種警告灯のみならず、矢印型のナビゲーションやナイトビジョン、死角への他車両の接近などを分かりやすく表示するための開発を進めている。保安部品である速度計を常

時確実に表示するための表示ソフトウェアの頑健性向上、適時・適所に情報を提示するレイアウトエンジン等によって、再生中の音楽の曲名や目的地の気象情報等のインフォテイメント情報もインパネに表示することが可能となり、運転手の視線移動を最小限に留（とど）めて運転に集中する環境を提供することができる。また、シミュレータによる操作安全性評価技術の開発も進めている。

安全運転支援のための映像利用では後方確認用のリアカメラ映像から走行レーンの白線の特徴量を検出し、カーナビCPU(Central Processing Unit)で高速にレーン検出を行うアルゴリズムを開発した。カメラ映像からの白線特徴量抽出には新たに開発した映像処理用LSI“Cammue(Car Multi-media Multi-solution Engine)”を用い、映像中のレーンの幾何学的特徴によって事前に有効な候補を絞り込み、リアルタイム処理に必要な高速化を達成した。レーン位置検出精度は±0.17mであり、欧米の法制基準を満足し、レーン逸脱の危険性を検知すると音と画面表示でユーザーに注意喚起を図るシステムとなっている。また、Cammueは白線の特徴量抽出のほか、4倍の高感度化を実現するカメラ画像補正、640Mpixel/sの高速グラフィックス描画、超解像や12色を独立に色調整可能なカラーマネジメント機能等最先端の映像処理技術を1チップに集積し、高音質技術とあわせて快適なカーエンタテインメント環境の提供が可能である。

省エネ目的に対し、走行ルート of 勾配や信号機数、渋滞予測情報等を用いて走行前に各ルートの燃料消費量を推定する燃費推定技術を開発し、燃料消費量が最小となるルートをユーザーに推奨する省エネルギー機能を実現した。この機能で算出されるルートによって、実走行で確認した結果、10～200kmの中長距離16ルートでは、走行時間を優先した従来の推奨ルートと比べ、最大32.4%、平均で12.9%の燃費改善効果が得られることを確認した。この機能は、走行レーン逸脱検知機能とともに2011年夏発売のメモリカーナビゲーションシステムに搭載している。



安全・安心・省エネルギーを支える車載情報処理技術

EV／HEV駆動用永久磁石モータの開発

Development of Permanent Magnet Synchronous Motor for EV/HEV Propulsion

自動車の燃費に対する規制の導入・強化が各国で進められており、自動車メーカー各社は、電気自動車(Electric Vehicle：EV)やハイブリッド自動車(Hybrid Electric Vehicle：HEV)等の電動化開発を進めている。このような背景の下、当社はEVやHEVの駆動用として、高トルク密度の永久磁石モータを開発した。

開発した永久磁石モータは、これまで産業用途や家電用途で培ってきた技術を適用し、永久磁石埋込構造の回転子と集中巻固定子構造を採用している。発生損失を最小化する磁気設計技術や絶縁設計技術、冷却設計技術及び生産技

術を用いることで、小型化・軽量化・高生産性を実現するとともに、モータ最高効率96%以上を達成した。

今後は、多様な客先ニーズに対応したモータを提供するためのシリーズ化開発を進め、2015年頃の製品化を目指す。



永久磁石モータ

EV／HEV駆動用レアアースレスモータの研究

Prototyping Rare Earth-Less Motor for EV/HEV Propulsion

EV／HEV駆動用モータとして、レアアース磁石を用いないレアアースレスモータの研究開発を進めている。

今回、車載発電機で用いるランデル型回転子を採用し界磁束を可変にした当社独自構造のレアアースレスモータを試作した。種々の運転状態のうち低トルク駆動時の界磁束量を減らすことで効率を向上させ、市街地一定走行を想定した運転条件で、永久磁石モータに匹敵する効率を得るとともに、トルク密度の開発目標値である5 Nm/kgを達成する見込みを得た。今後、自動車の燃費測定に使用される運転パターンであるモード運転時を想定した効率測定

を行い、既存の永久磁石モータとの比較を行う。

なお、この開発は“次世代自動車用高性能モータ蓄電パワエリシステムの研究開発”プロジェクト(委託元：NEDO((独)新エネルギー・産業技術総合開発機構)の一環として行われた。



試作したレアアースレスモータの回転子

SiCパワーモジュールの鉄道車両用インバータへの適用

Application of SiC Power Module to Traction Inverter

当社では次世代半導体素子として期待されているSiC(Silicon Carbide)の開発を進めており、今回、大容量SiCパワーモジュールの鉄道車両用インバータへの適用を行った。

鉄道車両用インバータに適用したのは1,200A／1,700V定格のパワーモジュール(図1)であり、SiCダイオードを搭載している。従来のSiパワーモジュールに比べ、小型・低損失化を実現しており、従来の鉄道車両用インバータと比べて30%の損失低減が可能となる。また、SiCのスイッチングロスが低いという特長を利用して、高周波駆動方式を採用した。この方式を用いることによって、従来の駆動方式に比べ、電流高調波が抑制され(図2)、その結果、電動機損失の低減も可能となる。

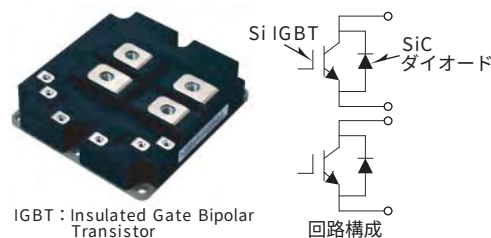


図1．SiCダイオード搭載パワーモジュール

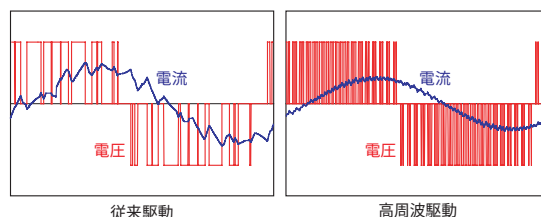


図2．高周波駆動による電流高調波低減

スマートグリッド自社実証システムとそれを支える技術

Demonstration System and Technologies to Support Smart Grid

低炭素化社会及び電力安定供給実現のため、当社では電力システム技術とIT技術を融合したスマートグリッド自社実証システムを構築し、それを支える技術を開発している。主要設備は、太陽光発電システム4MW、可変速揚水発電模擬装置200kW、系統用蓄電池500kW、系統シミュレータ、模擬配電系統、次世代電子メータなどである。関連する主要成果は次のとおりである。

(1) 需給制御技術

火力発電・揚水発電・系統用蓄電池の協調運用を可能とする最適需給制御技術によって太陽光発電の大量導入に伴う周波数変動を規定値 $\pm 0.2\text{Hz}$ 以内に抑制した。

(2) 配電制御技術

最適潮流計算技術を配電自動化システムに組み込み、電圧調整器などの配電系統機器を集中制御し、太陽光発電導入に伴う配電系統の電圧変動を $101\pm 6\text{V}$ 以内に制御できる。

(3) 自動検針技術

コンセントレータからの送信タイミング制御によって、

500台の次世代電子メータを収容しての30分ごとの自動検針を実現、これによって電力使用量が見える化した。

(4) 需要予測・可視化技術

データのばらつきを適応的に抑制する需要予測技術によって予測精度を高精度化。対話的な分析を簡易に実行可能とする可視化技術によって予測精度の評価を効率化した。



SVC : Static Var Compensator, SVR : Step Voltage Regulator

スマートグリッド自社実証システム

準天頂衛星システムの実用化を支える技術

Technologies to Support Practical Use of Quasi-Zenith Satellite System

準天頂衛星システム(QZSS)とは、日本付近で常時天頂付近に1機以上の衛星が見えるように、複数の衛星を準天頂軌道に配置した日本独自の衛星測位システムである。GPS(Global Positioning System)と同等の信号を発信しGPS衛星の代わりになる補完機能と、補強情報を配信して測位精度を飛躍的に向上させる補強機能と、災害時の情報提供・安否確認等にかかわる通信機能を合わせ持つことが検討されている。

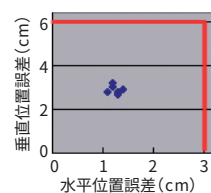
このうち補強機能について、国土全域の補強情報を近接エリアの誤差情報の補間によって、2 kbps(従来方式の場合の1/1,000)に削減し衛星回線で配信する技術を開発した。初号機を用いた試験で地域や季節によらず水平位置誤差3 cm以内、垂直位置誤差6 cm以内の測位精度(rms)を確認した。

また、準天頂軌道に4機配置することで24時間の測位サービスができる。さらに、機数を増やすことで持続測位が可能となる。準天頂衛星4機と静止衛星3機の構成が持続測位可能な測位システムの有力な候補となることを確認した。

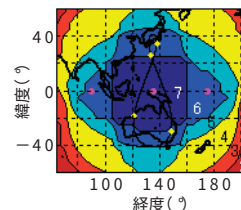
今後、高精度な測位が可能な範囲を、例えば東アジア・太平洋地域等に広げるために補強情報配信方式や衛星配置の最適化を図るなどの発展が期待されている。



準天頂衛星システムの3つの機能



全国の測位精度評価例



持続測位可能な7機構成の場合の最小可視衛星数

物流業務の再構築による製品供給体制の確立

Improvement of Delivery System by Logistics Innovation

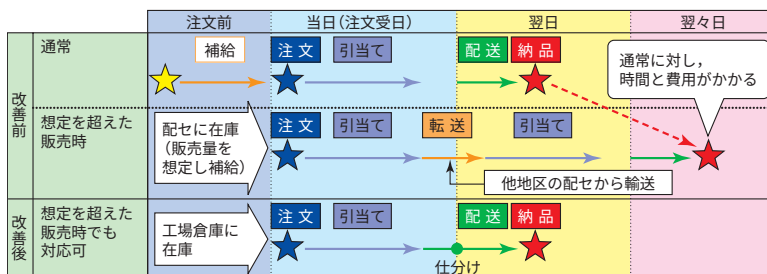
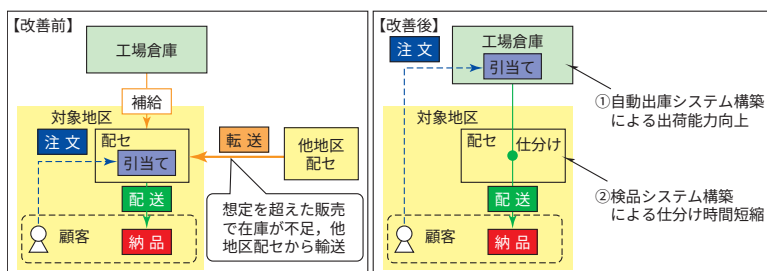
工場倉庫・配送センター(以下“配セ”という。)業務と配送方法の見直し・再構築によって、短納期化と物流費の適正化を目指した製品供給体制を確立した。

改善前は、対象地区の販売量を想定し、工場倉庫から事前に対象地区の配セへ製品を補給・在庫し、顧客への翌日納品を実施していた。しかし、想定を超えた販売によって、対象地区の配セの在庫が不足し、他地区配セからの在庫転送によって、顧客への翌日納品ができないことや転送にかかる輸送費用増加等の問題があった。

改善後は、対象地区の配セへの補給を廃止し、工場倉庫へ在庫を集約、顧客からの注文に基づき工場から翌日納品を行う体制(工場倉庫→配セ→顧客)を構築した(2002年名古屋製作所、2007年福山製作所、2010年可児工場で順次実施)。

体制強化は、工場別に対象とする地区(配セ)

を選定し、①工場倉庫での自動出庫システム構築による出荷能力向上と当日出荷受付時間延長、②配セでの検品システム構築による仕分け時間短縮などの対策によって実現した。



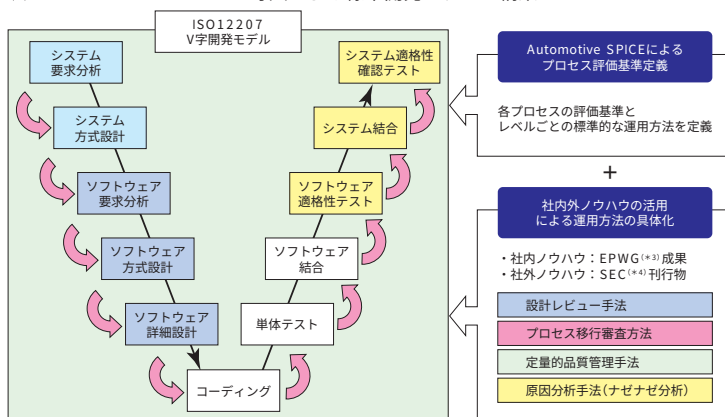
製品供給体制の確立

国際規格に適合したソフトウェア開発プロセスの構築

Structuring of Software Development Process Conformed to the International Standard

自動車業界での受注要件となっている“Automotive SPICE^{(注1)(*)1)}に適合したソフトウェア開発プロセス”に基づく開発を当社製品のソフトウェア開発に展開し、Q・C・D(Quality, Cost, Delivery)向上を実現している。従来、ソフトウェア開発モデルは、ISO12207^(*)2)をベースに製品ごとに定義しているが、開発現場への定着を目的に次の活動を実施している。当社グループ全体で統一したソフトウェア開発プロセス評価モデルをAutomotive SPICEをベースに、社内外のノウハウを盛り込んで標準開発モデルを構築し、製品への適用を進める(図中の(1))。また、①繰り返し型開発用のV字開発モデルの定義、②ソフトウェア開発規模や流用率に応じたプロセス変更、③プロセス移行審査基準の見直し等のテーラリングを行い、効果的に適用を進める(図中の(2))。

(1) Automotive SPICEの導入による標準開発モデルの構築



(2) 製品特性に応じたカスタマイズと実工事適用

- ① 繰り返し型開発用のV字開発モデル定義
- ② ソフトウェア開発規模や流用率に応じたプロセス変更
- ③ プロセス移行審査基準の見直し等

*3 EPWG：全社横断でプロセス改善活動を実施するワーキンググループ。
*4 SEC：Software Engineering Center(経財省が管轄する独立行政法人。ソフトウェア開発に関するガイドラインの刊行などを実施。)

開発標準モデルと実工事適用ノウハウ

*1 Automotive SPICE：Automotive Software Process Improvement and Capability dEtermination(国際規格ISO15504に準拠して欧州車製造団体が車載組み込みソフトウェア開発用に策定したプロセス評価モデル)
*2 ISO12207：ソフトウェア開発モデル