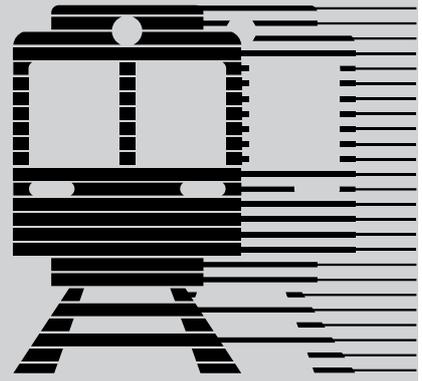


# 交通



電気鉄道地上システム  
車両システム

## 展望

1997年は、国内経済の回復の兆しが見えずに推移したが、鉄道分野においては、東日本旅客鉄道(株)が3月に秋田新幹線、10月に長野行新幹線を開業した。また、西日本旅客鉄道(株)が3月に山陽新幹線へ500系電車を投入し、さらに東海旅客鉄道(株)と西日本旅客鉄道(株)が1999年の運用開始をめざして共同開発した、東海道・山陽新幹線用700系試作車が10月に登場するなど、活況を呈した年であった。これらは、パワーエレクトロニクス技術、システム制御をはじめとして世界最先端の技術を駆使しており、21世紀の鉄道システム技術が進むべき方向性を示すものといえよう。

電気鉄道地上システム分野では、東京都交通局地下鉄12号線をはじめとして、公営や第三セクター鉄道分野において、21世紀へ向けて多くの新線プロジェクトが推進されている一方、昇圧・更新工事や納入後20～30年を経過する老朽設備の更新プロジェクトも多い。

このようななかで富士電機は、パワーエレクトロニクス技術、マイクロエレクトロニクス(ME)技術、ガス絶縁技術などの最新技術を駆使し、設備の省保守化、小形化や現地でのガス処理の不要な母線接続による工事の容易化、環境調和・不燃性などの特長をもつガス絶縁機器やME形制御装置などを中心としたシステムを提供し、多様なニーズにこたえてきた。

直流変電所の主器であるシリコン整流器は、1994年に通商産業省資源エネルギー庁により示された「高調波対策ガイドライン」を遵守すべく、その具体的な対応方法が検討されてきたが、単器12相方式や等価12相方式など、各ユーザーの電力系統の実状にあわせた諸方式が検討され、その方向性が定まったといえよう。

き電用変電設備としては、西日本旅客鉄道(株)にME形制御配電盤を採用した更新設備一式を、日本鉄道建設公団には運輸省のモーダルシフト政策に対応した設備強化のための新設変電所設備一式を納入した。

また、駅舎電源設備としては、東日本旅客鉄道(株)東北・上越新幹線や在来線更新工事において、クライアント・サーバシステムで構成した、充実したマンマシン機能

を持つME形制御・保護システムを納入した。

公営・民営鉄道のき電用変電設備としては、最新鋭の省保守形機器やME形制御配電盤を中心に構成した設備を東京都交通局、京成電鉄(株)、京阪電気鉄道(株)および富士急行(株)ほかに納入した。また、車両の余剰再生電力対策として、経済性や簡便性、安定性などの面からご好評をいただいている再生電力吸収装置を大阪市交通局、(株)大阪港トランスポートシステム、京阪電気鉄道(株)に納入した。さらに、車両工場設備として、日本貨物鉄道(株)における新小岩車両所から川崎車両所への検修設備の移管にあたって、貨車用輪軸格納自動立体倉庫システムを納入した。

車両システム分野では、乗り心地の向上、高性能、低騒音、小形・軽量、省保守などのニーズにこたえる製品を製作ならびに開発した。

新幹線分野においては、東海旅客鉄道(株)の700系新幹線先行試作車用主変換装置の主回路部の設計を担当し、世界最大容量の2.5kV 1.8kA 平形IGBTを適用した小形で高性能な主変換装置を納入した。

在来線分野においては、モジュール形IGBTを適用した3レベル主変換装置に富士電機独自のベクトル滑り周波数制御と再空転抑制制御を搭載した高性能な車両駆動システムを山陽電気鉄道(株)5030系電車用として納入した。また、東日本旅客鉄道(株)と共同開発した高性能・省保守のリニアモータ式ドアシステムを、E217系電車側引戸駆動用として納入し、試用中である。

低騒音、省保守などを目的とする東日本旅客鉄道(株)と(財)鉄道総合技術研究所の直接駆動システムの開発計画に参画した。インナロータ式永久磁石同期電動機システムを担当し、高効率、低騒音、省保守の電動機を製作し、現車試験でその性能を確認した。

車両制御技術においても東日本旅客鉄道(株)の技術課題として、ベクトル制御の特長を生かした軽負荷電力回生制御方式を開発し、回生制動失効の低減と電力回生率の向上を図った。

電気鉄道地上システム

1 東京都交通局西新宿変電所変電設備

都営12号線放射部の延伸工事の一環として、西新宿変電所に変電設備一式を納入した。この変電所は地下に設置することから、耐環境性、安全性の向上を十分考慮している。主な設備は、24 kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS)、ガス絶縁自冷式変圧器、沸騰冷却式シリコン整流器、電力回生インバータ、直流 1,500 V/7.2 kV 閉鎖配電盤および主制御用配電盤である。次のような特長ある機器を適用している。

- (1) ヒートパイプ自冷式電力回生インバータの採用により、電車回生失効の防止と省エネルギー化を図っている。
- (2) C-GIS は固体絶縁母線の採用により、現地ガス封入作業の不要化と据付け工期の短縮を図っている。
- (3) 機械保持式直流高速度遮断器の採用により、保持電源の不要化と閉鎖配電盤の小形化を図っている。

図1 電力回生インバータ



2 京成電鉄(株)津田沼変電所受変電設備

京成電鉄(株)津田沼変電所受電電圧66 kV 化に伴う設備改良工事の一環として、受変電設備一式を納入し、切替が完了した。主な設備は、72 kV ガス絶縁開閉装置、3×3,000 kW 整流設備、直流閉鎖配電盤、主制御用配電盤などである。この変電所は、京成電鉄(株)本線と千葉線の分岐箇所を設置するため、次のように信頼性向上を図っている。

- (1) 受電設備は2回線受電(2×MOF)方式および母線区分断路器付きとし、系統切替を容易にしている。
- (2) 制御システムは汎用プログラマブルコントローラ(PLC)の二重化構成とし、使用系 PLC 異常時には待機系への自動切替を行えるようにしている。
- (3) 系統別ユニット形デジタルリレーは、主要部の二重化構成、常時監視および自動点検機能付きとしている。

図2 受変電機器



N99-2427-3

3 京阪電気鉄道(株)石山変電所受変電設備

京阪電気鉄道(株)京津線・石山坂本線の1,500 V 昇圧工事の一環として、石山変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は、24 kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS)、油入自冷式整流器用変圧器、沸騰冷却式シリコン整流器、直流 1,500 V 閉鎖配電盤、および主制御用配電盤である。次のような特長ある機器を適用している。

- (1) C-GIS は、固体絶縁母線の採用により、分割搬入の実現と現地ガス封入作業の不要化を図っている。
- (2) 主制御用配電盤は、デジタル形保護リレーと EL 表示器およびプリンタの採用により、縮小化と保守省力化および高信頼性の追求を図っている。

さらに、四宮変電所には GTO サイリスタ式回生電力吸収装置を納入し、急こう配区間の抑速回生対策を図っている。

図3 整流器設備



## 電気鉄道地上システム

## ④ 日本鉄道建設公団舞阪変電所受変電設備

日本鉄道建設公団施工の東海道本線貨物輸送力増強工事の一環として、舞阪変電所に受変電設備一式を納入した。

主要設備は、デジタル保護リレーを採用した主制御用配電盤、84 kV ガス遮断器、4,000 kW 沸騰冷却式12相整流器、直流1,500 V 閉鎖配電盤で構成され、小形化、安全性、耐環境性、高信頼性および保守性向上が配慮されている。特長は次のとおりである。

- (1) 12相整流装置の採用により、電源品質の向上を図っている。
- (2) デジタル保護リレー（二重化）の採用により、信頼性および保守性の向上を図っている。
- (3) 直流閉鎖配電盤は、外線用断路器を外部背面に設置することにより、保守性の向上を図っている。

図4 直流1,500 V 閉鎖配電盤

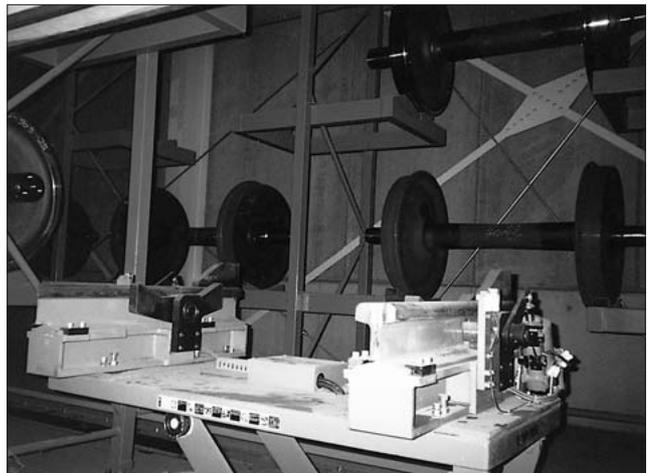


## ⑤ 日本貨物鉄道(株)川崎車両所輪軸格納装置

貨車用輪軸の自動立体倉庫システムを納入した。入庫口パソコンと出庫口パソコンの2台で全体の管理制御を行っている。回転重量物搬送に伴う危険回避の観点から倉庫部と検修場を隔離するとともに、入出庫時の受渡しを自動化した。

- (1) 基本要目
  - ラック構成：2列×19連×6段
  - 寸法：全長約45m、全幅約3.2m、全高約9m
  - 荷重：つり上げ2.2t、負荷1.2t
  - 輪軸受渡し：油圧リフタ付傾斜レールによる自走式
- (2) 運転方式
  - 自動運転、リモート運転、手動運転の3区分
- (3) 安全装置
  - 位置ずれ、二重誤格納、クレーン動作域侵入検知など

図5 入庫リフタと格納ラック



## ⑥ 長野行新幹線ホーム安全柵駆動用リニアモータシステム

日本交通機械(株)経由で東日本旅客鉄道(株)へ長野行新幹線ホーム安全柵(さく)駆動用リニアモータシステムを納入した。これは新幹線熱海駅に納入したりニアモータシステムの量産形である。

安全柵の設置駅は、通過電車がある安中榛名駅、佐久平駅、上田駅の3駅で、計94セット納入している。安全柵は1997年10月1日の長野行新幹線開業時から現在まで、良好に稼働している。

この安全柵の特長は次のとおりである。

- (1) 空気式では、開閉時間を一定にするための調整が必要であったが、リニアモータ駆動方式にすることでメンテナンスの大幅な低減が図れた。
- (2) 寒冷地の凍結対策として車輪レス扉方式を採用した。

図6 新幹線ホーム安全柵



車両システム

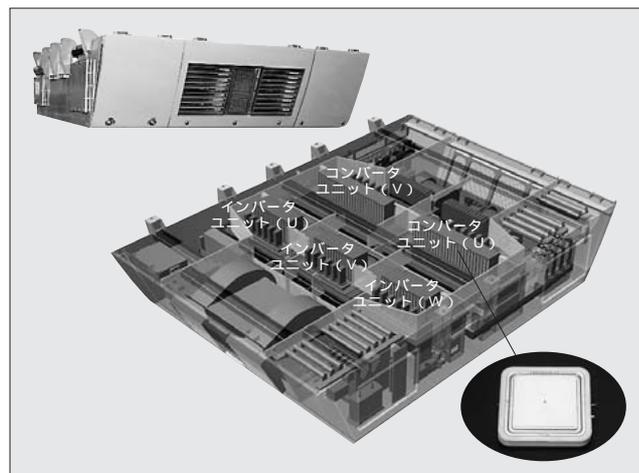
1 東海旅客鉄道(株)700系新幹線用主変換装置

東海旅客鉄道(株)は、乗る人に心地よく環境に優しい新形車両として700系新幹線電車(先行試作車)を開発し、主回路機器の低騒音化・高効率化をめざして IGBT を適用した主回路システムを採用した。富士電機はこの IGBT 適用主変換装置(TCI2)の設計を担当し、2.5kV 1.8kA 平形 IGBT を適用した主変換装置を製作・納入した。

TCI2形主変換装置の主な特長は次のとおりである。

- (1) 大容量平形 IGBT (2.5kV 1.8kA) の採用でコンバータ、インバータともに 2S1P2A 接続構成が可能となり、IGBT スタックの共通化・シンプル化が図れて装置の小形軽量化を達成した。
- (2) 機器室内循環冷却方式、側点検方式を採用し、防じん気密性を向上、高信頼性化、省メンテナンス化を図った。

図7 700系新幹線用主変換装置(TCI2)



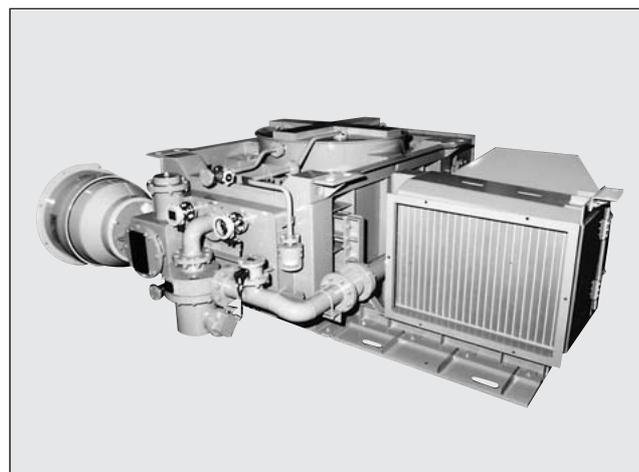
2 東海旅客鉄道(株)700系新幹線用主変圧器

700系新幹線用主変圧器(TTM3)は、12M4T構成に対応した二次3等分割方式の巻線構成を採用している。また、ギャップ鉄心を用いた対称コイル構成およびアルミコイルの採用などにより PWM コンバータ用主変圧器として最適なりアクタンス特性を実現するとともに小形・軽量化を図っている。さらに、300系用主変圧器と GTO 主変換装置(TCI1C)、IGBT 主変換装置(TCI903)の組合せ運転で取得した騒音評価を考慮した設計・製作とした。

TTM3形主変圧器の主な仕様は次のとおりである。

- (1) 方式 : 単相 60Hz 外鉄形 無圧密封式
- (2) 通風方式 : 送油風冷式
- (3) 定格(連続) : 一次 4,160kVA 25,000V 166A  
 : 二次 3,660kVA 1,220V×3 1,000A  
 : 三次 500kVA 430V 1,163A

図8 700系新幹線用主変圧器(TTM3)



3 東海旅客鉄道(株)700系新幹線用主電動機

700系新幹線用主電動機(TMT6)は、300系新幹線で実績のあるフレームレス構造とアルミブラケットを採用し軽量化を図るとともに、軸受には電触防止のために外輪周上に絶縁皮膜を持つ絶縁軸受を採用している。IGBT の高周波スイッチングに対応した巻線構造と堅ろうな回転子構造で設計・製作した。また高信頼性の新形パルスジェネレータを採用している。

TMT6形主電動機の主な仕様は次のとおりである。

- (1) 方式 : かご形誘導電動機
- (2) 通風方式 : 強制他力風冷式
- (3) 定格(連続) : 275kW 1,850V 110A 102Hz  
 3,000 r/min
- (4) 最高使用回転速度 : 5,700 r/min
- (5) 絶縁種別 : H種

図9 700系新幹線用主電動機(TMT6)



## 車両システム

## ④ 山陽電気鉄道(株)5030系車両駆動用電気品

山陽電気鉄道(株)の5030系車両に IGBT を適用したVVVF インバータ装置、補助電源装置、主電動機、フィルタリアクトル、パンタグラフ、主幹制御器などの車両駆動用電気品一式を納入した。

電気品およびシステムの特長は次のとおりである。

- (1) IGBT による高周波 PWM 制御と 3 レベル制御により、騒音と高調波の発生を低減している。
- (2) 空転滑走制御に最大接線力演算に基づく再空転抑制制御を適用し、加減速性能と乗り心地を向上させている。
- (3) 回生ブレーキにおいて、高粘着(19%)と動作低速限界の引下げを実現した。
- (4) フィルタリアクトルの漏れ磁束シミュレーションにより、シールド板の最適形状を決定した。

図 10 5030系電車

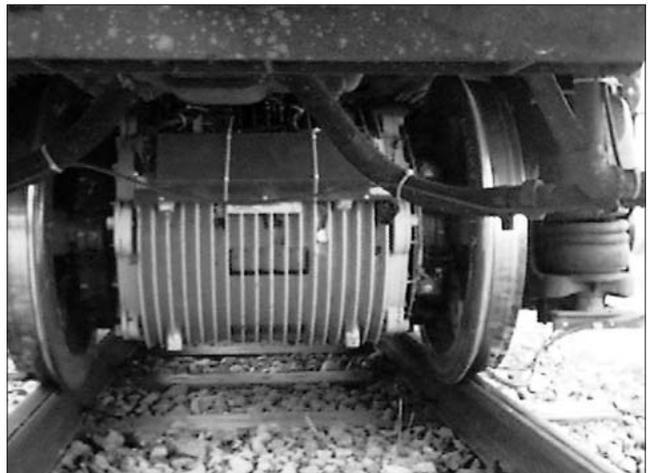


## ⑤ 次世代通勤電管用直接駆動システム

東日本旅客鉄道(株)および(財)鉄道総合技術研究所は、低騒音・高効率・省保守をめざして1995年度から直接駆動システムを開発しており、富士電機も共同開発に参画し、インナロータ式永久磁石同期電動機駆動システムを担当した。1995年度から1996年度にかけて電動機を製作し、現車試験を実施し性能を確認した。特長は次のとおりである。

- (1) 回転子に永久磁石を用いており、損失がなく高効率である。
- (2) 電動機は全閉自冷式で分解清掃が不要な構造である。
- (3) ギヤ装置がなく低回転、かつ電動機が全閉自冷式でファン騒音がなく従来車より騒音は約10dB低減した。
- (4) 車軸を電動機の中空軸に貫通させてゴム継手で接続する装荷方式とし、ばね下荷重の低減を図り、レールへの衝撃の減少と従来の車軸・車輪の使用を可能とした。

図 11 主電動機装荷状況



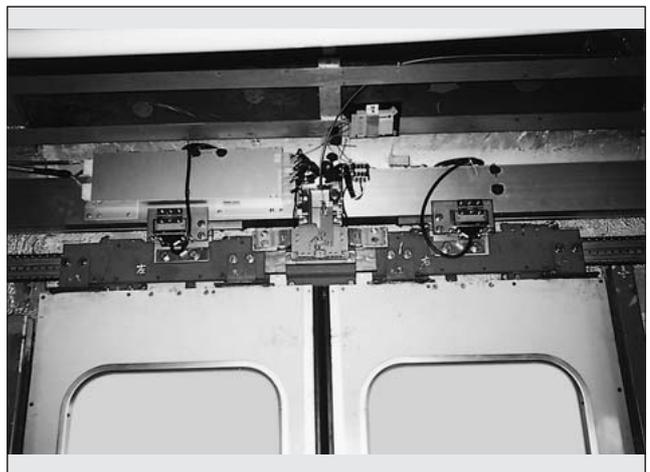
## ⑥ E217系電車側引戸駆動用リニアモータシステム

東日本旅客鉄道(株)と共同開発した側引戸駆動用リニアモータをさらに改良し、首都圏近郊電車であるE217系電車で搭載し、試用中である。首都圏通勤電車への搭載にあたり、さらなるぎ装および点検の簡略化、安全性の向上を志向し、改良を行った。改良点は次のとおりである。

- (1) 電動機駆動用制御回路をリニアモータと一体化し、システムの小型化を実現した。
- (2) インタフェースユニットを扉上部の点検スペースに搭載した。
- (3) 従来の永久磁石式のロック装置に加え、機械式のドアストッパを設け、二重のドアロック装置とした。

今後、実車搭載結果を吟味し、量産品へ反映していく予定である。

図 12 側引戸駆動用リニアモータ





\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。