

03

電鉄用システム



執行役員
電鉄システム事業部長

東家 浩
Hiroshi Toke



鉄道電化の歴史は、1881年ドイツで営業運転開始の年から数えて136年にわたる。これに対して、当社の電気鉄道の歴史は創業から13年後の1910年、覚王山電気鉄道（名古屋市交通局の前身の一部）に納入した電動発電機に始まり、それ以降107年間、一貫して鉄道インフラとしての電力供給設備の発展と安定に寄与してきた。鉄道の歴史は、乗客及び貨物輸送の大容量化と高速化である。一般電力システムを電気鉄道のき電システム供給に変換する基本は約1世紀変わっていないが、鉄道電化は路面電車から都市鉄道、都市間、高速鉄道へと大量化・高速化し、併せてより安全で安定したき電システムへと進化してきた。一時期モータリゼーションの発達で鉄道斜陽化が危ぶまれたが、高度成長期を通じた高速鉄道の建設、都市部を中心とした電気鉄道の建設は鉄道電力設備の技術の発展を促してきた。

近年、当社は九州・北陸・北海道新幹線の電力設備を納入しているが、国内市場では、電力効率改善や環境対策のため再生電力を利用した蓄電設備やインバータ設備の需要が増加している。また、国内では過去蓄積された鉄道インフラの維持・管理が今後のテーマの一つである。維持管理に関連する技術として、当社ではスマートデバイスを活用した最新の電力監視制御システム、画像解析技術を活用し、トロッコ線を検出する架線検出装置を各種鉄道事業者

へ納入している。老朽化した設備の延命、時間ベースから状態をベースとしたメンテナンスシステム、IoT（Internet of Things）、AR（拡張現実）、VR（仮想現実）テクノロジーの活用などは今後の進むべき方向である。

一方、海外では発展著しいアジア諸国や中東における都市化、人口集中、渋滞解消への対策として、MRT（大量高速輸送）システムへの投資が盛んで、当社でも各国の鉄道電力システムに設備を納入している。海外市場ではターンキーシステムへの取り組みとプロジェクトマネジメント、鉄道先進国である欧州を中心とした海外規格、EMC（電磁両立性）、RAMS（システム安全性・信頼性）など、国内とは違った海外市場要求への対応力向上を図っている。

これまで鉄道は、先進国や資本のある国で発展してきたが、今後は発展途上国や従来は輸送手段として鉄道が目目されなかった国々でも鉄道の発達・電化が期待されている。これらの国々における高速鉄道の投資案件では、中国を加えた鉄道先進国からの参入で競争はますます激化するものと考えられる。当社では、日本の電鉄技術発展の中で培われた技術・経験・信頼性をもって世界の鉄道インフラ普及に貢献していくことが次の時代への懸け橋であるとの信念の下、安全・安定・環境負荷低減に貢献できる鉄道電化製品の開発とシステム供給に、今後もまい進していく所存である。

03 電鉄用システム

駅舎や車両に電気を供給する設備・電力の監視設備・架線を検測する設備を提供

2007

- つくばエクスプレス向けに第二世代架線検測装置の初号機を納入

- 電気二重層キャパシタ (EDLC) を蓄電媒体とする回生電力貯蔵装置 キャパポスト CAPAPOSTの初号機を納入



- IP方式遠制を採用した電力管理システム初号機を納入

2008

- 世界最高電圧168kVタンク形真空遮断器 (VCB) の初号機を納入



- 携帯電話網とカメラを組み合わせた無線式変電所監視装置の初号機を納入

2009

- ドバイメトロに全長75km 47駅の電源設備一式を納入

- 抵抗器と電力変換装置を組み合わせた回生電力吸収装置 (KAISEI PLUS) の初号機を納入



- GPS方式列車接近警報システムの初号機を納入

- 九州新幹線向けに架線検測装置を納入

2010

- 東北新幹線八戸～新青森延伸向けに青森地区5ポストき電設備を納入

- 100kAを遮断できるML形直流高速遮断器 (HSCB) の初号機を納入



2011

- 九州新幹線博多～新八代延伸向けに熊本地区5ポストき電設備を納入

- 従来の変形ウッドブリッジ結線に比べて昇圧変圧器が無く、小形・簡素化を実現した70MVAルーフ・デルタ変圧器の初号機を納入



- 昼間検測に対応した架線検測装置の初号機を納入

2012

- メタルIP遠制を採用した電力管理システムの初号機を納入

- IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 適用PWM (Pulse Width Modulation) 制御による1000kW回生インバータの初号機を納入

- 世界で初となる非接触式での接触力測定を実現した台湾高速鉄道向け架線検測装置を納入



- 人間中心設計を導入した新形電力指令システムの初号機を納入



2013

- 新幹線向けとしては当社初となる北海道新幹線向けに電力管理システムを納入

2014

- シンガポールMRT南北線マリーナサウス駅延伸向けにき電設備を納入

- 力行・回生の両方向に対応した電力変換装置2000kWダブルコンバータの初号機を納入



2015

- 北陸新幹線長野～金沢延伸向けに4ポストき電設備を納入
- ミャンマー国鉄がヤンゴン市内の路面電車で実施した初の電化に際し、き電設備を納入
- 中国・ASEAN（重慶・シンガポールSBST）地下鉄用架線検測装置の初号機を納入

2016

- 北海道新幹線新青森～函館北斗延伸向けに函館地区3ポストき電設備を納入
- 世界最高電圧204kVタンク形VCBの初号機を納入
- 津軽海峡線新幹線化に伴う配電盤・電力設備を更新



- プラットフォームを刷新した新電力管理システムの初号機を納入
- タイパープル線の全長23km 16駅電源設備一式を納入

2017

- マレーシアKVMRTに全長51km 31駅の電源設備一式を納入

2018

電鉄用システム分野の今後

鉄道という公共性の高い設備では、提供する装置の信頼性・安全性の追求は最優先事項である。加えて、納入した装置を長期間にわたり運用していただくために、お客様の保守・点検を助ける優しい機能を進化させていく。

機器の状態を常時監視して劣化を診断する機能が今注目されており、研究開発やフィールド検証を進めている。架線検測装置 CATEンナリーアイRY EYEは、摩耗や高さなどトロリー線の保守に必要な基本要素を自動測定するが、測定したデータの変化を分析して寿命を診断する装置へと進化している。

当社が世界に誇る技術の一つが VCB である。昨年世界最高電圧 204kV のタンク形 VCB を北海道新幹線向けに納入した。真空インタラプタの高性能化を更に進め、次は 240kV 級の製品化を目指す。一般産業用と異なり、電鉄用き電遮断器は毎日開閉操作を行う運用

形態のため、ガス遮断器（GCB）では約 18 年で遮断部の開閉点検が必要となる。

一方、VCB は 1 万回開閉回まで遮断部の開放点検を必要とせず、これは毎日開閉したとして約 27 年に相当するため、製品ライフサイクル期間にわたり保守点検の負担を軽減するソリューションとして役に立っている。

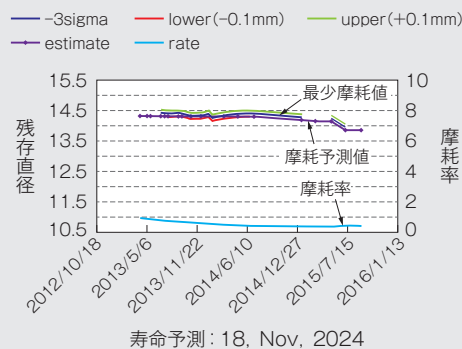
これまで当社は、不平衡補償单相き電装置（SFC）・静止形直流高速度遮断器・168/204kV VCB・高耐圧切替開閉器・異周波混触検出リレー・携帯列車接近警報装置など多くの業界 1 号機を開発し納入してきた。これからもお客様の現場の声をしっかりと聞き、喜んで使っていただける製品を開発していく。



静止形直流高速度遮断器



高耐圧切替開閉器



寿命予測：18, Nov, 2024

架線摩耗予測と寿命予測

03-1 電気設備

電鉄の交流き電と直流き電に対応したシステム

直流き電設備（国内）



HSCB 盤

国内電鉄の電気設備は、新幹線や一部の在来線を除き、直流き電である。

直流き電電圧は、路面電車などに使用される600V、地下鉄などで使用される750V、在来線などで使用される1500Vの3種類が適用されている。

直流き電電源は、受電した交流電源を整流器設備によって直流に変換している。

整流器設備の容量は2000kW～4500kWが主流であるが、当社では6000kWの大容量製品も納入している。

直流は交流と異なり、零点を通

らないため、大電流の遮断が難しいことが知られている。この電流を遮断する機器としてHSCBがある。近年の整流器の大容量化や一括き電方式の採用に伴い、大容量のHSCBが求められているが、当社では、定格6000Aで遮断電流100kAのHSCBをラインアップして、お客様の要望に対応している。



変電所全景（SRあり）

過去10年

●HSCB

推定短絡電流50kAを遮断可能なHSCBを製作した。

●整流器

フロンを冷媒として使用した整流器に替わり、冷媒に純水を使用したヒートパイプ自冷式の整流器を開発した。



HSCB



シリコン整流器

現在

●HSCB

100kAの実電流を遮断できる大容量のHSCBを販売した。

●整流器

コンパクト化を実現した整流器を開発した。整流器用変圧器との組み合わせ寸法の縮小化を実現し、競争力をアップした。



HSCB



シリコン整流器

未来像

首都圏の輸送量増加に伴い、き電設備の大容量化が進められている。大容量に対応するには変電所の増設や整流器設備・HSCBの容量アップなど、大電流への対応が必要である。しかし、大電流化には限界があると思われ、今後は海外電鉄で適用されている3000V化などの研究が進められることが予想される。その場合、お客様の要求事項を把握し、3000V化への対応に取り組んでいく。

交流き電設備（国内）



北海道新幹線新函館変電所

交流き電設備は新幹線全線及び東北並びに九州などの在来線に採用されている。当社は、2015年に開業した北陸新幹線新黒部変電所及び2016年に開業した北海道新幹線新函館変電所など、新幹線の全路線に電力設備を納入してい

る。新幹線設備は一般的に154～275kVで受電し、三相／二相に変換後、単相30kVで新幹線に給電している。

鉄道特有の製品として三相／二相変換のき電用変圧器がある。受電電圧が154kV以下の場合にはス

コット結線形、154kV超では変形ウッドブリッジ結線形が採用されていた。最近ではルーフデルタ結線形が用いられている。

また、新幹線車両が高速走行するために中セクションが設けられ、電源切替設備が設けられている。ここでは、当社の36kV切替用開閉器が活躍している。



北陸新幹線新黒部変電所

過去10年

九州新幹線新玉東変電所にき電用変圧器として、新形70MVAルーフ・デルタ結線変圧器を納入した。

世界初の204kVタンク形VCBを開発し、北海道新幹線新函館変電所に納入した。



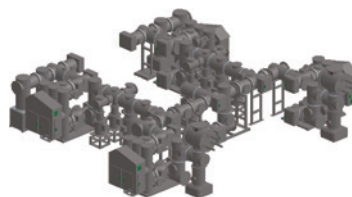
70MVAルーフ・デルタ結線変圧器



204kVタンク形VCB

現在

新幹線用受電設備の新設及び更新に備え、三相187kV対応204kV管路形ガス絶縁開閉装置（GIS）を開発し、今後の適用を推進する。



204kV管路形GIS

未来像

新幹線における三相220kV受電設備向け240kV VCBの製品化を目指す。240kV級のVCBは世界初の製品となる。

制御・保護装置は、伝送システムの進化に伴い高機能化・多機能化による制御システム設備の更なるコンパクト化及びメタルケーブル削減などが推進される。

新幹線システムの海外展開が国土交通省から推進されており、今後とも国内外の交流き電設備に貢献していく。

海外電鉄設備



33kV GIS

海外鉄道の主要な電気設備は、国内同様交流き電と直流き電に分けられる。交流き電では25kV 50Hz・60Hz, 及び15kV 16.7Hz, 直流き電は3000V・1500V・750Vが主流である。

当社は主力市場である東南アジア・南アジア・中東に多種多様な

製品を納入してきた。中でも直流き電向け回生電力対策装置は特長製品である。車両が減速・停止する時に使われる回生ブレーキでは、通常、回生電力は架線に戻して他の車両に供給されるが、系統に余剰電力が発生すると回生失効が起こりブレーキも性能が低下す

る。その対策として、余剰回生電力を抵抗器（KAISEI PLUS）で消費したり、キャパシタなどの蓄電設備（CAPAPOST）に蓄電したり、又は交流へ変換して駅舎で再利用している。近年では整流器とインバータの両機能を兼ね備えたダブルコンバータを導入し、省スペース化・設備の簡素化並びに初期投資の軽減を実現している。



整流器

過去10年

回生時の余剰電力は抵抗器で熱消費していた。



KAISEI PLUS



抵抗器設置の様子

現在

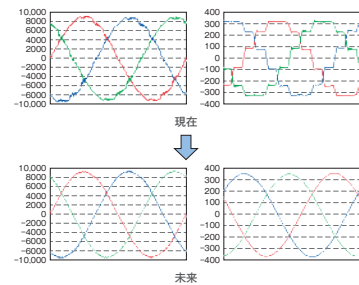
回生時にはキャパシタなどの蓄電設備に余剰電力を充電し、力行時には再利用できるが設備が巨大となる。



CAPAPOST

未来像

回生時に余剰電力を変換するインバータ素子は、IGBTからSiC（シリコンカーバイド）となり、低高調波・高効率を実現される。



インバータ交流側回生波形

03-2 監視制御

豊富な実績を誇る電力管理システムと画期的な架線検測装置 カテナリーアイ CATENARY EYE

電力管理システム



電力管理システム

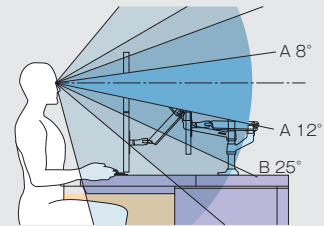
鉄道輸送における電力の安定供給を支える電力管理システムには、高い信頼性とリアルタイム性が要求される。当社は、産業用コンポーネントと組み合わせて、信頼性が高く、長期保守に対応した各種電力管理システムを提供している。特に、携帯電話連係や指令

支援機能及びシミュレーション機能などの電力指令に関するノウハウを実装した電力指令システムに多くの納入実績を持つ。

当社の電力管理システムでは、人間中心設計（HCD：Human Centered Design）を導入し、機器デザイン及びユーザインタ

フェースデザインの両面から「ユーザビリティ（使いやすさ）」を追求したシステムを構築している。

急速に要望が高まっているスマートデバイスについても対応している。システムが持つ信頼性とリアルタイム性を損なわず、スマートデバイスでシステムの見える化を実現している。



HCD検討図

過去 10 年

独自アーキテクチャに基づく当社第一世代システムの更新期を迎え、システムはオープン化が進み、メーカーの独自色は薄れた。外部情報連係は、限定的だった。



作り手の都合が残るシステム

現在

人間中心設計を導入し、ハード及びソフトの両面からユーザビリティを追求した設計へ移行している。成熟したインフラを利用した外部情報・デバイスの活用が広がる。



使い易さを追求したシステム

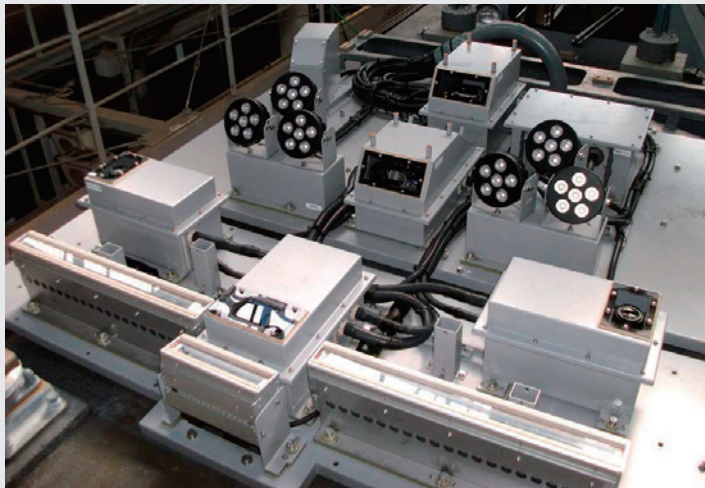
未来像

単なる電力管理システムから脱却し、IoTや人工知能（AI）を取り込み、システムは高度化する。また、各種国際規格への準拠を進める。



賢く標準化されたシステム

架線検測装置 カテナリー アイ CATENARY EYE



架線検測装置（屋根上装置）

CATENARY EYEは、当社の最先端の画像処理技術で、カメラ撮影した架線の映像を基に、架線

の保守に必要な検測項目を非接触で高精度に測定する。標準項目である架線の高さ・偏位・摩耗・勾

配のほかに、離線・硬点・接触力・わたり線・支障物・摺り上げを測定できる。またパンタグラフや路線のモニタ機能のほか、検測位置検出として、車両の速度や曲線引き金具の検出機能を備えている。CATENARY EYEは搭載する車両の種類によって、
 クラス1：新幹線車両向け
 クラス2：在来線営業車両向け
 クラス3：在来線検測専用車両向け
 クラス4：保守用車両・軌陸車向けがある。クラスと検測項目の組み合わせで、検測装置の仕様をカスタマイズできる。

過去10年

カメラによる架線の摩耗測定を開発し、また、世界で初めてカメラによる接触力測定を実用化した。いずれも電気科学技術奨励賞（オーム賞）を受賞した。



摩耗測定



接触力測定

現在

総合電車線設備の検測装置として、電車線の保守に必要な様々な項目を検測する。国内外の多くの鉄道事業者へ納入し、電車線設備の保全に貢献している。



CATENARY EYE

未来像

現在及び過去の検測から蓄積した膨大なデータを活用し、検測項目の相関関係から異常の兆候を検出して要因分析及び将来予測までを含めた電車線設備の知的診断を行う。様々な電車線設備を包括的に検測・診断する総合電車線設備診断システムとなる。



設備を知的に診断