

車載製品群のラインナップと保有技術

Lineup of On-board Products, and Proprietary Technologies

長本 昌樹 Masaki NAGAMOTO
松岡 茂樹 Shigeki MATSUOKA

当社は、鉄道車両本体の他に、「車載製品」と呼ばれる鉄道車両搭載部品の開発・実用化に取り組み、一部製品については実車への搭載だけでなく、量産製品化され、各鉄道事業者にて供用され「製品群」としての地位を確立している。また、今後の鉄道車両の低コスト化・高機能化に資する可能性に期待されている。

本稿では、これら車載製品群の生い立ちとラインナップを紹介するとともに、製品を実現するための当社保有技術（車両技術・電気電子技術・システム開発技術）と将来の展望（今後の製品化展開・鉄道車両設計・製作技術への応用）について解説する。

1 はじめに

当社は、主力製品である鉄道車両本体に加えて、「鉄道車両向け（メカトロ）製品群」（以下、「車載製品」とする）と称する電子部品を、開発・供給している。

鉄道車両の安全性・安定性・快適性などに係る付加価値向上により、鉄道利用者や鉄道事業者に貢献すべく、「車載製品」は新製品開発および拡販推進を行っているが、これまで製品別の紹介はされてきたが、製品ラインナップと保有技術に関する包括的な紹介はされていなかった。

そこで、今後の車載製品による鉄道車両の付加価値向上に向けて、「車載製品」の全体像を解説する。

2 「車載製品」とは何か

鉄道車両を60余年にわたり設計・製造してきた当社は、軽量ステンレス車体やボルスタレス台車をはじめとする車両の主構造・重要部位における技術開発を進めてきており、これを実用化した。その技術開発の過程において、車両の運動解析や電子制御に関する研究を付带的に実施してきたが、「そこで得られた知見や技術を新たな分野の製品開発に結びつける」というコンセプトを見出し、鉄道車両に搭載し機能する装置（類）を、鉄道車両とは別個の単位の製品として提供するに至った。

その特色として、「自社ブランド」での製品企画（アイデアの着想・市場調査等を含む）と基本設計・プロジェクト管理を実施する形で顧客に「商品」を提供する形態となっており、製品ラインナップも上記のコンセプトに基づいたものが多い。キーワードは「安全・安定」「省人化」「UD」である。

3 「車載製品」ラインナップ（現行製品）

本項では、2015年現在製品の量産対応を行っている車載製品について紹介する。

3. 1 車内情報表示装置⁽¹⁾

国内初の営業用ディーゼルハイブリッド車両であるJR東日本向けキハE200形が2007年に登場したが、この車両の客室内でハイブリッド車両のエネルギーフローの変化の様子を見ていただく目的の「エネルギーモニター」を追加設置することになり、車両を設計・製作した当社が本装置を提案し受注したものである。



図1 車内情報表示装置

受注してから実車に搭載し営業運転開始されるまでの期間が短かったこともあり、装置システムの基本構成は運転台モニタ表示機（5.3項参照）のものを踏襲することとし、画面デザインおよび表示制御のシステムも同じく自社で手掛けた。室内に設置するため、表示ディスプレイは運転台モニタの10.4インチから15インチに拡大しており、上位装置である車両モニタシステムとRS-485HDL Cの伝送手順にて表示に必要な情報を取得して表示する仕様となっている。納入時期の関係で国内初の営業車両向

け車載製品であり、現在も問題なく営業稼働中である。

その後、2015年落成のHB-E210系にも同様な装置が設置されている。こちらについては、製品企画と仕様の決定、画面デザインを当社が担当し、ハードウェアと制御システムの設計は車両モニタ装置メーカーに委託する形で実現している。当初製品化を手掛けて得られた技術力やノウハウをもって、品質とコストの最適化を図った事例であり、今後このようなケースでの車両機器提案とその実現が増えてくることが予想される。

3. 2 防護無線自動発報装置^②

2005年、4月に発生したJR西日本福知山線脱線事故や12月に発生したJR東日本羽越本線脱線事故を契機に、鉄道車両の脱線・転覆・衝突事故発生時における事故のこれ以上の拡大防止と安全性の向上を目的にこれら事象を自動的に検知し、それをもって防護無線を自動発報する装置の開発をJR東日本に打診され、同安全研究所と共同開発にて完成させた装置である。そのため、本装置は正式名称を「安研型防護無線自動発報装置」と称する。



図2 防護無線自動発報装置

本装置は、脱線検知装置（後述）で採用した、マイコンボードに実装した加速度センサによるセンサ出力信号をフィルタ処理して所定の演算にて得た値がそれぞれ脱線・転覆・前面衝突・側面衝突に相当するしきい値を越えたことを検出する方式で検知を行い、専用のリレー回路を経て防護無線を自動発報する仕組みになっている。

製品の開発はまずJR東日本の安全研究所と行い、脱線検知については脱線検知装置で実用化した仕様を踏襲、新たに追加した転覆および衝突検知については、過去の事故事例による仕様検討とモックアップによる実験検証を経て得られたしきい値をもって製品試作機を完成させた。

その後、本装置は首都圏のJR東日本の主要路線を走る新系列車両の先頭車に設置搭載されることとなり、当

時設計中だったE233系より取り付けられることになった。そのため、本格的な鉄道車両搭載品の国内規格の遵守や顧客要求仕様への対応はもちろんのこと、今まで当社が経験していなかった数百台規模の量産製造に対する品質管理体制の構築など、「鉄道車両部品メーカー製品」として必要な性能・機能・体制構築に相当量の努力を加えて実現している。そしてこの実現には、顧客であり共同開発者であったJR東日本の理解と協力があったことを忘れずに付け加えておきたい。

その結果、本装置は2015年現在、約2000台が稼働し、2014年度には脱線および衝突事故を実際に検知・発報した実績もあり、鉄道の安全性向上に寄与している。

3. 3 カメラ撮影記録装置（運転台前方カメラ等）

21世紀に入ってから映像に関する技術革新は目覚ましく、近年ではだれでも手軽にデジタル画像を撮影・記録・活用できる時代になっている。当社は以前よりこの分野の製品開発の実績を持っていたが、このような情勢の下、今後の車内防犯システムの普及を見越した試作機の開発と鉄道事業者への提案を行ってきた。



図3 カメラ撮影記録装置（試作機）

基本的な仕様は小型で高解像度なカメラと安価な画像記録基板と記録メディアによる構成で、鉄道車両電子機器の規格を満たすものである。JR東日本向けに「運転台前方カメラシステム」を提案し受注するなど製品化の実績も出てきた。今後公営・大手・地方民鉄向けに低コストで高信頼性の高いシステムを開発・提案しさらなる実績を積んでいく。

このほか、高機能車載製品としての「車体剛性向上棒」などの「車体アイテム製品」の開発も手掛けている。

4 「車載製品」開発前史（メカトロ製品の開発）

「車載製品」の実現にあたっては、前項で紹介した製品群の基礎となる電子制御技術の取得が必須であることは論を俟たない。当社の「車載製品」の礎は、前身の東

急車輛時代である1990年頃より、鉄道車両以外の事業化を目指した基礎技術研究開発と製品化に取り組み、その成果としてメカトロニクス技術を応用したハードウェア制御およびシステム構築技術を得、その実用化例としていわゆる「メカトロ製品」の開発・新規製品の企画・提案を行ったところから始まる。その製品群を当社の既存の事業領域外（いわゆる「民生品」分野）に求め、それが市場に受け入れられることで2000年代初頭まで発展、一定期間当社の事業の多様化に貢献した。以下に、代表的な製品の概要と製品開発に伴い得られた技術とノウハウについて紹介する。

4. 1 リライトカード・リーダライタ

「リライトカード」は表面の文字を何度も書き換えることが出来るカードで、その表面には、一定の温度で発色し、一定の温度で色が消える特殊な塗料が使用されており、この2つの温度を使い分け、文字を発色させたり消去させたりすることができる。1990年台初頭より大量に市場に投入され、主に店舗などで使用される「ポイントカード」に活用され普及した。

本装置は、この「リライトカード」をサーマルヘッドを用いて印字および消去するとともに、カード裏面の磁気層に数十バイト程度のデジタルデータ（日時・ポイント数・金額やユーザ情報など）を更新する磁気ヘッドを備えた端末装置で、上位装置であるPCやPOSレジなどと通信インターフェース（主にRS-232C）で接続することで様々なアプリケーションを実現できるポテンシャルを有していた。



図4 リライトカード・リーダライタ

当社は、本装置の筐体およびハードウェア構成の設計・製造を実施し、「メカトロ製品」展開の基礎的な技術力を高め、スタンドアロンでシステム完結するために上位装置を内蔵すべく開発した制御用電子制御基板（CPU）およびソフトウェアの自社開発を行い、10000台以上の出荷実績を残している。この時に得られたハードウェア・ソフトウェア・システム開発技術はこの後紹介する各製品開発の礎となり現在に至っている。

4. 2 自動貸出返却装置⁽³⁾

大学や地方自治体保有の図書館の図書貸し出し、返却は、従来手作業で行うことが多く、人件費負担や業務効率化に課題があった。その後、図書の管理技術の向上により、図書の識別が容易になったことと、センサ等による自動認識技術の向上に伴い、利用者が自身で図書の貸し出し・返却作業を行うニーズが高まり、開発した製品である。



図5 自動貸出返却装置

自動貸出返却装置は、マイコン基板を中心に接続される機器やセンサの数が多いことが特徴であり、それらの個別制御の信頼性とシステムとしてバランスよく動作させる統合制御が肝となっている。その後汎用OSの発達に伴い、容易にGUI（Graphical User Interface）の構築と上位システムとのLAN（Local Area Network）によるネットワーク接続が可能となったことにより、本製品の発展型製品も使い勝手の良いものに進化し、400台以上の出荷実績を残した。

4. 3 マルチメディアステーション⁽⁴⁾

前項のリライトカード・リーダライタおよび自動図書貸出装置で得られた技術ノウハウを結集して開発した情報操作端末機である。



図6 マルチメディアステーション

主なハードウェア構成は産業用PCを核とし、タッチパネルディスプレイ・リライトカード・リーダライタユニット・商品券等とレシートの印刷が可能なサーマルプリンタで、システムはインターネット接続により顧客管理データベースを持つサーバとリアルタイム通信を行うことができ、また、ネットワークシステム下位装置として同一拠点内のリライトカード・リーダライタ端末とLAN接続して各端末で収集したデータの定時集約や設定情報の送信が可能となっていた。

本製品の開発・製品化の実現により、当社のメカトロ事業において必要とされる基礎的な技術および製品化ノウハウが蓄積され、それらを応用した各種派生製品を生み出した。また、次項に述べる鉄道車両向け製品の実用化（市場投入・量産化）に対する「死の谷」を乗り越えるための様々な橋渡しをしたことも特筆すべき事項として付け加えておく。

5 「車載製品」開発の歴史

「車載製品」としての鉄道車両向け製品への応用は、前項のメカトロ製品の開発とは別に、当社の基礎研究開発部門が自社の保有する鉄道車両技術の応用開発件名として進めてきたのが源流となっている。ここで得られたハードウェア制御技術と解析・演算技術が、2000年前後に前項のメカトロ製品化技術と融合することで製品としての実用化を実現している。本項では「車載製品」開発の歴史として過去の製品を紹介する。現在は製品ラインナップから外れているが、現行製品に技術とノウハウが生かされている。

5. 1 脱線検知装置⁽⁵⁾

脱線検知装置は、「脱線起因による事故の拡大防止」を観点に当社社員が発明した脱線現象に対する簡素な検出機能を、理論構築とJR東日本との共同実験によって技術の実用化を実現させ、その後JR東日本のE993系試作車（ACトレイン）搭載を経て、同E331系向けに製品の量産化を実現したものである。

この基本技術は3.2項で述べた防護無線自動発報装置の製品化に大きく寄与している。また同時に、基礎技術開発と実用化（市場投入・量産化）との間にそびえる「死の谷」の現実を当社技術陣に課題として認識させた事案としても注目される。

5. 2 車内CCTVシステム⁽⁶⁾

当社は、2000年にアイルランド国鉄向け8510系車両を受注した。その際の顧客要件として客室内の監視シス

テムの設置が求められ、当時のメカトロ製品開発部門が協力会社と共同で製品企画・開発を実現した製品である。

基本システム構成は、客室内に設置した2台のカメラ画像をアナログ伝送にて列車の先頭車両に設置した記録装置（HDD内蔵のPC）に接続し、各車両で撮影した画像を常時記録するほか、運転台のコンソールにて撮影画像を任意に選択して確認する機能、各車の非常通報装置の信号を受けて当該車両の画像を運転席に表示する機能があり、CCTV（Closed Circuit Tele-Vision）システムを構成した。記録画像はオフィスシステムにて地上で再生確認ができる仕様であった。

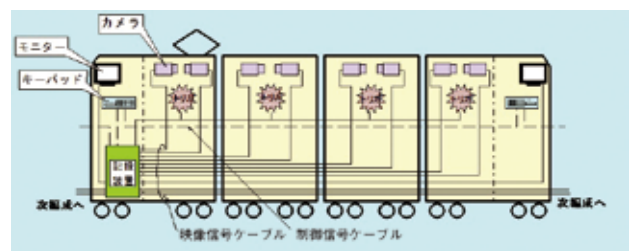


図7 車内CCTVシステム

その後、増備車の8520系では電子透かしの導入⁽⁷⁾によるセキュリティ性の向上とシステムの簡素化を実施した。

奇しくも当社最初の鉄道車両向け量産実用化製品は海外向け車両用となった。これは、顧客仕様が明確であったことと、それに対応して製品を系統的に構築する技術と量産製品の取り扱いとメンテナンスに関する知見を当時のメカトロ製品開発部隊が保有していたこと、海外向け車両のため車両技術者の発想や技術に対する受け入れ方が柔軟であり、実現に対する障壁が国内向けに比べ小さかったためと思われる。

5. 3 運転台モニタ表示機⁽⁸⁾

JR東日本では、NE Trainと呼ばれる、車両の革新的なエネルギーの研究開発のための実験車両を開発することになり、当社が受注、設計・製作を担当しキヤE991



図8 運転台モニタ表示機（表示画面）

形式として2003年に落成した。この車両の運転台は、新エネルギー管理・制御システムの動作状況の監視のためのモニタ表示機が装備されているが、この機能を既存の汎用技術を組み合わせて構築することになり、通常であれば専門機器メーカーに発注するところを当社の開発品として構成したところが特徴である。

モニタ表示は市販されているFA用のタッチパネルディスプレイを採用し、画面制御と取得情報のデータセットや判定は内蔵のPLC (Programable Logic Controller) を用いている。車両システムとの接続は車両向けに一般的なRS-485HDLとリレーロジックを使用しているが、通信については自社開発のプロトコルコンバータ基板にて汎用の通信I/Fに変換させ、リレーについても定格を車両向けに合わせつつも汎用の市販品を活用してコストダウンを図っている。

さらに特筆すべき点としてはPLCと画面表示の制御の設計およびデザインを当社社員がすべて手掛けている点にある。このことにより、車両システム制御の全体像を把握しながら最適なモニタシステム設計が迅速かつ確実に行うことができるほか、急遽な仕様変更にも柔軟かつ低コストで実現可能となる。実際、当該車両は当初はディーゼルハイブリッド車両であったが、2007年に燃料電池車両、2009年に蓄電池車両へと駆動エネルギーシステムが更新されたため、モニタシステムも更新が必要となったが、本件も当社が能動的に対応してコスト低減と完成納期の縮減に寄与している。

当社における車載製品の発展性を秘めた当製品であったが、実験車での成功と営業量産車への展開は必ずしも結びつかず、結局本件は当該車1両のみの実績である。

5. 4 大井町駅向けホームドア^⑨

当社は鉄道車両向け製品を一步一步着実に製品化して実績を積んできた。その折、東急車輛時代の親会社でもあった東急電鉄より、自社でのホームドア設置の計画に際し、当社へ駅設備業界への参入と製品開発の打診があった。当時の当社経営陣は、保有している鉄道車両の設計・製造技術と本文で紹介してきたメカトロ製品や鉄道車両向け製品化技術を融合することでホームドア製品の開発が可能と判断、2010年より本格的な開発体制をもって製品の開発と実用化を実現させた。

2012年3月に東京急行電鉄大井町線仕様の可動式ホーム柵のシステムとして完成・供用開始し、開口幅2480mm、ドアリーフ耐荷重100kgf、耐風速50m/sなどの基本仕様は業界標準仕様である。

他社製品との差別化を前面に押し出した設計であり、

UD (Universal Design) を多用した乗務員操作スイッチや表示灯設置組み込み、FRPを用いた丸みを帯びた筐体デザインおよび配色が外観上の特徴である。

大井町線での使用のため、車両ドアとの連動動作を行わない仕様であり、列車編成も5両編成と6両編成が混在する条件のため、扉の開閉は操作盤スイッチの押下によって行うが、安全性の確保のため、超音波センサを用いた「車体検知センサ」による列車有無と到着編成両数の判別を行う機能が組み込まれている。

これら機器類の制御および保守支援機能は、番線あたり1台の「総合制御盤」と呼ばれるコントローラで行っており、ハードウェア選定・構築および制御ソフトウェアの設計は前項までに紹介した各種製品群の開発で得られた技術・設計思想・ノウハウ・品質保証体制のすべてが盛り込まれ、集大成的な製品となっている。

稼働開始より3年が経過した現在、特筆すべき大きな障害等もなく安定稼働中である。残念ながら今後の製品としての拡大展開は望めない状況となっているが、本製品で得られている技術的知見や特に品質管理に関するノウハウは今後の新製品開発における製品品質の向上に寄与していくであろう。



図9 大井町駅ホームドア

6 当社保有技術

本項では、前項までに紹介した車載製品群の開発・製品化を背景として保有している各種技術について紹介していく。なお、本稿の性格上、当社が元々保有している車両設計・製造・品質管理等に関する保有技術は省略させていただくことをお断りしておく。

6. 1 車両技術

車両メーカーならではの車体構造・装置のぎ装（取り付け）設計に関する技術は、設計段階での車両技術者との密接な交流や実務上の手続きなどを通じて得られており、これはほかの車両用機器メーカーにない特徴といえる。

6. 2 電気電子技術

4項で述べた「メカトロ製品」の開発時より、開発設計セクションには電気技術者が集中投入されているため、電源・電子制御・EMC・ソフトウェア開発などの電気電子工学分野のノウハウがあり、それが製品開発に脈々と生かされている。自社で試作・評価のための拠点が「メカトロ工房」の名称で設置されており、電子基板や製品のアセンブリに関してパートナー会社への仕様提示、製品のEMC試験等の実施・評価も自社で計画し、実行されている。

6. 3 システム開発技術

製品群の紹介でも登場しているが、システムの基本設計の企画だけではなく、自社の社員が自力で製品のシステムやアプリケーションソフトウェアの企画・設計・プロジェクト管理が可能な技術力を保有している。なお、一例として著者もシステムエンジニア出身であり、万が一の製品異常発生時の原因の推定・調査および検証も自力で可能である。そのため、完全自社開発からパートナー会社への設計委託まで、コストと開発規模に応じた開発・製品化が可能となっている。

7 将来の展望

2015年現在、現行製品の後継機種の開発・製品化を推進している。また、他業界の先進技術を積極的に取り入れて鉄道車両向けに応用していくための研究開発も進めている。これらについては、成果が得られ次第本技報にて報告・発表していきたい。

コストパフォーマンスの高い製品化の要求は、本稿の主題でもある車載製品分野では特に顕著であり、一部製品については市場原理に基づいた競争になっており当社もそれに対応すべく努力しているが、その要求は近年当社の主力製品である鉄道車両にも求められている。

当社経営陣は、その状況に鑑み、低コスト設計・工法の開発を指示し推進中であるが、その中で車載製品で得られた技術やノウハウを活用して実現させるテーマがある。特にICT技術の活用がキーワードと認識しており、調査と基礎研究を進めている。この実現には自社の能力だけでなく、鉄道事業者や製作メーカー等パートナー会社との協力体制が欠かせない。その核となる機能をもって、テーマの実現に邁進していく。

8 おわりに

当社の車載製品のラインナップと歴史、保有技術について解説してきた。

当社は2012年にJ-TRECとなり、鉄道車両専門メーカーとして歩みを進めているが、必ずしも鉄道車両設計・製作（改造含む）専門というのではなく、小規模ながら制御システム分野に実績を築いている状況と、それに基づいた保有技術やノウハウがあることをご理解いただけたと思う。

そして今後の当社の事業展開発展に際し、本稿で紹介した技術が寄与していくことを確信している。

本稿の作成に際し、製品の開発・実用化にご協力頂いた顧客企業各位、情報提供頂いた関係各社に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 長本昌樹：「JR東日本キハE200形向け車内情報表示装置」，東急車輛技報 58号，102-105，(2008)，東急車輛製造（株）
- (2) 茂呂貴史：「安研型防護無線自動発報システム」，東急車輛技報 58号，46-53，(2008)，東急車輛製造（株）
- (3) 竹中肇，他：「ABC－Ⅲ，ABC－STⅡ」，東急車輛技報 55号，99-100，(2005)，東急車輛製造（株）
- (4) 高野直樹：「マルチメディアステーション」，東急車輛技報 51号，78-79，(2001)，東急車輛製造（株）
- (5) 平林健一：「車両モニタリングシステム」，東急車輛技報 53号，65-67，(2003)，東急車輛製造（株）
- (6) 山本徹：「車内監視システム」，東急車輛技報 51号，72-73，(2001)，東急車輛製造（株）
- (7) 山本徹：「電子透かし対応改良型車内監視システム」，東急車輛技報 54号，31-33，(2004)，東急車輛製造（株）
- (8) 春木英将，他：「車両情報表示装置」，東急車輛技報 53号，41-42，(2003)，東急車輛製造（株）
- (9) 谷口宏次，他：「ユニバーサルデザインホームドアの開発—東急大井町線 大井町駅可動式ホーム柵—」，総合車両製作所技報 1号，64-67，(2013)，（株）総合車両製作所

著者紹介



長本昌樹
生産本部
技術部（商品開発） 課長



松岡茂樹
技術士（機械部門）
生産本部
技術部 部長（商品開発）