

# 鉄道車両用 電機品 専業 メーカーとして

## 鉄道におけるシステムインテグレーション

鉄道とは、線路・軌道、き電システム、信号・保安システム、通信情報システム、運行管理システム、車両システムなどのサブシステムから構成される一つの巨大なシステムである。その中で当社は、車両システムを構成する主要なサブシステム（あるいはコンポーネント）を製造するメーカーとしての歴史を積み重ねてきた。

## 鉄道車両工業ビジネスの二つの形態

鉄道工業、とりわけ車両システムのビジネスモデルは二つに分けられる。一つは発注者、すなわち鉄道事業者が車両システムの設計スキルを有し、車両システムインテグレーターとして発注者側仕様を取りまとめるケースである。ここでのメーカーは、発注者側の仕様に沿った電機品を設計・製造し、提供するという役目を担う。

もう一つは、車両メーカーあるいは電機メーカーが具体的な仕様を取りまとめ、システムインテグレーション業務を代行するケースである。なかでも海外プロジェクトでは、発注者側が雇ったコンサルタントが発注者側の仕様を取りまとめるケースが多くなっている。

## 車両システムインテグレーターとしての東洋電機製造

当社は創業当初から、主電動機、パンタグラフなどの主要な鉄道車両用電機品の製造と販売を手掛け、パンタグラフから駆動装置に至るまで、電気車の主要部品の取りまとめができる企業として、鉄道省・国鉄をはじめとする数々の顧客から信頼を得てきた。そのうち、いくつかの案件においては車両システムのシステムインテグレーションを手掛けた。

以下に、当社が車両システムのシステムインテグレーターとして力を発揮した事例を紹介したい。

## 鉄道省・国鉄向け電気機関車

当社の発展をたどる上で忘れてならないのが、国鉄向け電気機関車の設計・製造への貢献である。当社は1925（大正14）年から1982（昭和57）年にかけて鉄道省・国鉄および各民鉄向けに電気機関車を納入した実績をもつ。特に鉄道省・国鉄向けとしては、国鉄と主要メーカーの共同設計に係る旅客用EF53形、貨物用EF10形電気機関車

をはじめとし、電気機関車の黄金時代を築いたEF58形、EF64形、EF65形、EF66形などの製作に携わった。鉄道省・国鉄向けに納入された電気機関車の総数は、全形式を合わせると210両に上る。なかでも最大勢力となったEF65形においては、全319両中の117両が当社の元請けとなっている。これらの案件で当社は、汽車製造株式会社（後に川崎重工業株式会社に吸収合併）とのコラボレーションにより製作に携わった。

## 電車・路面電車の製作・納入

当社は、電気機関車のみならず電動客車、すなわち電車を製作し、納入した実績も合わせもつ。1920年、玉川電気鉄道にDK9-D形（36HP）40人乗り電動客車10両を納入したのが当社初の事例として記録されている。戦後は、日本鉄道自動車会社との提携を経て、同社を傘下に収めて東洋工機株式会社と改称し、中小鉄道事業者を中心とする電車の製作に携わった。絶対数は少ないものの、熊本市交通局、鹿児島市交通局、西日本鉄道、江の島鎌倉観光会社、大分交通、京都市交通局などへの路面電車も製作・納入している。また、三岐鉄道からは18メートル大型郊外電車2両を受注し、TDカルダン（中空軸平行カルダン）電動機、総括制御方式による制御装置を適用したモハ120形電車を納入した。

## システムを一括受注した上信電鉄1000系

車両一括受注の事例として特筆すべきは、1976年に製作された上信電鉄1000系電車である。これは車両システムを一括で受注し、車体を新潟鉄工所（現 新潟トランス株式会社）に、ブレーキ装置を日本エヤーブレーキ株式会社（現 ナブテスコ株式会社）に、台車を住友金属工業株式会社（現 新日鐵住金株式会社）に、それぞれ発注し、パンタグラフをはじめとする主要電機品を当社で製作、全体のシステムインテグレーションを担当した案件である。当時は主回路システムとして抵抗制御が全盛の時代であったが、空気バネ付台車、電気指令式空気ブレーキ装置、ワンハンドルマスコン、発電ブレーキ付制御装置など、当時の最新技術を採用した車両として登場した。同車両は、関係各方面から高い評価を受け、1977年にローレル賞を受賞した。

## システムインテグレーションの神髄

前述のように、当社は車両システム用のサブシステムとして、パンタグラフ、主制御装置、補助電源装置、主電動機、駆動装置、戸



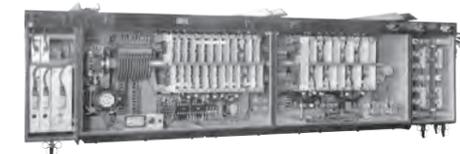
EF65形電気機関車 (1965年)



玉川電気鉄道 DK9-D形 (1920年)



上信電鉄1000系電車 (1976年)

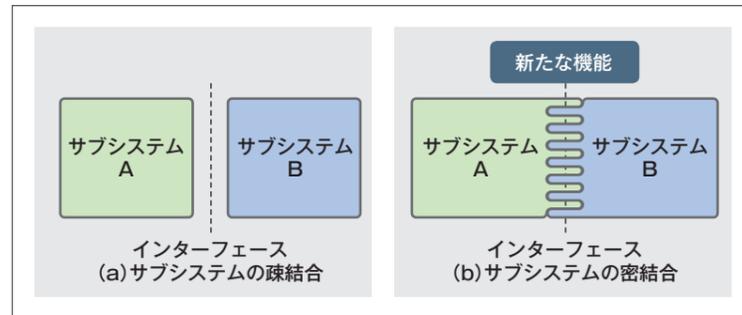


発電ブレーキ付制御装置 (1976年 上信電鉄納入)

閉装置、主幹制御器、列車情報システムなどの製造を行ってきた。さらに、単なる部品供給メーカ（サブシステムの供給者）という立場に留まることなく、システムインテグレータとして車両システム全体の最適化を常に追い求めてきた。これは、単なるサブシステムの寄せ集めではなく、それぞれの特質に着目し、それらの有機的な結合をもって新たな機能を創出し、システム全体の最適化を図るという観点である。

通常、システムインテグレーションにおいては、それぞれのサブシステム間インターフェースはでき得る限り“疎”にすることを指す。なぜなら、サブシステム間のインターフェースが疎であればあるほど、個々のサブシステム検証の手間が省けるからである。ただし、各サブシステム間のインターフェースを疎にすることによってシステム全体は大規模化する傾向にある。

■ サブシステム間の結合度



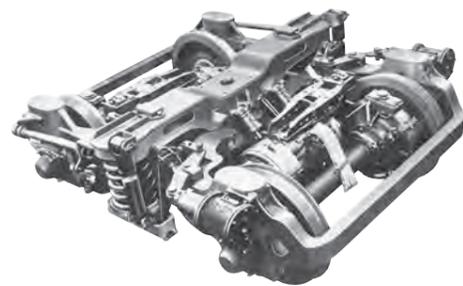
逆に考えると、個々のサブシステム間のインターフェースを密にすることによって、新たな機能の創出が可能になる。その事例を、以下に三つ紹介したい。

### 1. 中空軸平行カルダン式駆動装置

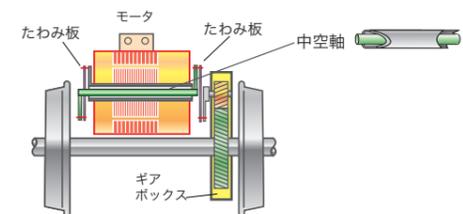
一つ目は、中空軸平行カルダン式駆動装置の例である。

この装置は、狭軌用の駆動システムにおいて、車輪間の限定された空間に所定の容量の主電動機と歯車装置を、それぞれ変位の自由度をもたせて収容しなければならないという、極めて困難な課題を解消したものである。

中空軸構造で結合するというアイデア自体は、スイスのブラウンボベリー社のシステムによるものであるが、狭軌用駆動装置としてまとめ上げたのは当社である。主電動機の電機子軸の構造変更と、軸の両端にたわみ板継手を配置させて変位を稼ぐという発想は、主電動機を含めた駆動システム全体を見極める視点があってこそ生まれたものであり、それぞれのサブシステム間の結合を密にし、互いに深く関わることによって実現し得たものと言えるだろう。同システムは、その後、国鉄をはじめとする大手民鉄各社の車両の標準的な駆動システムとして広く普及した。



中空軸平行カルダン駆動装置 (1953年 京阪電気鉄道納入)



中空軸平行カルダン駆動装置 断面構造説明図

### 2. 界磁添加励磁式制御装置

二つ目は、国鉄末期に大量に採用された界磁添加励磁式制御装置である。これは、直流直巻電動機を用い、直巻界磁に添加励磁することによって弱界磁制御と回生ブレーキ制御を容易に行い、同時に界磁制御装置の電源として大容量補助電源装置の出力を利用するというユニークな制御方式である。

回生ブレーキ付電機子チョップ制御については営団地下鉄が先駆者であるが、国鉄も1979年に電機子チョップ制御による201系電車の導入を開始した。しかし、この方式は製造コストに難があった。一方、大手民鉄では製造コストの低減が可能な界磁チョップ制御を採用していたが、構造が複雑な直流複巻電動機を必要とし、架線電圧変動時の過渡特性にも難があるため、国鉄では直流直巻電動機による低コストシステムの開発を進めていた。

そして、国鉄主導で当社が界磁制御装置等を担当した界磁添加励磁制御方式が、次期新形式車両205系の主回路システムとして採用されることになった。この方式は、従来の直巻直流電動機を用いるとともに、補助電源装置の出力を利用した界磁制御装置を付加することにより、安価かつ回生ブレーキも容易に実現できるというメリットがあった。

ここにも、異なる二つのサブシステムを融合することにより、新たな機能を創出するパターンが当てはまる。すなわち、車両システム全体を俯瞰し、トータルシステムの最適化を図るといふ当社のシステム技術の神髄が垣間見える。

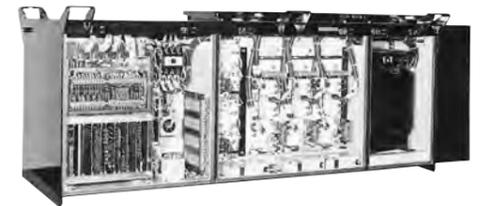
### 3. 回生・発電ブレンディング制御

三つ目は、東日本旅客鉄道株式会社のE127系直流電車で初めて採用された回生・発電ブレンディングによるブレーキ制御システムである。閑散線区で回生負荷が安定的に得られない線区では、回生ブレーキのみでは電気ブレーキ力が不足するという問題がある。これに対し、従来は回生失効時に発電ブレーキに切り替える方式を採用していたが、これでは回生失効以降の省エネ効果が得られない。そこでVVVFインバータ装置とブレーキチョップ装置を組み合わせ、回生ブレーキと発電ブレーキを適切にブレンディングする方式を開発した。これによって安定したブレーキ力を得るとともに、状況に応じた最大限の電力回生が可能となった。VVVFインバータ装置とブレーキチョップ装置との有機的な結合を図ることによって、新たな機能を創出した事例である。

以上のように、当社のシステム技術には、車両システム全体の最適化を目指す思想が根底にあると言える。今後、新たな100年に向け、これらのシステム技術に更に磨きをかけていかなければならない。



国鉄205系電車 (1985年)



HS52励磁装置 (1985年 国鉄納入)



JR東日本E127系電車 (1995年)



E127系電車で搭載されたSC51 VVVFインバータ装置 (1995年 JR東日本納入)