

## 新しい鉄道システムの構築に向けた 先端鉄道システム開発センターの取組み

Innovations in structural technologies to create spaces nearby railways

東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター 先端鉄道システム開発センター 所長

浅野 浩二



### 1. はじめに

先端鉄道システム開発センターは、車両、輸送、信号通信の各系統の研究員で構成され、「車両・信号技術を軸とした新しい鉄道システムの構築」というミッションのもと、研究開発に取り組んでいます。

図1に先端鉄道システム開発センターが取り組んでいる技術開発領域を示します。「鉄道の機能向上」では、当社のグループ経営構想Vにおける3大技術革新項目の一つである新幹線高速化を始め、車内快適性向上、環境負荷低減、安全対策等に関する幅広い分野で将来の鉄道への適用を目指した開発を進めています。また「鉄道システム構造のシンプル化」では、地上システムの構造、車両の構造、業務の構造を低コスト、高信頼度、柔軟性という見地から改善する開発を進めています。

#### 先端鉄道システム開発センター開発マップ

ミッション：車両・信号技術を軸とした新しい鉄道システムの構築

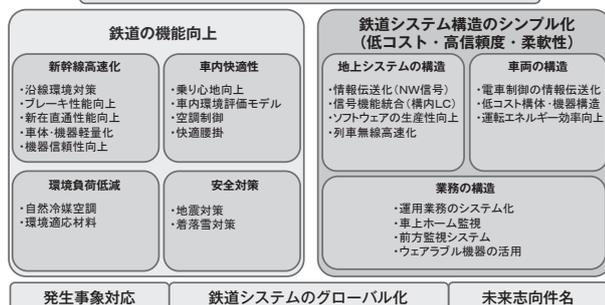


図1 先端鉄道システム開発センター開発マップ

以下に先端鉄道システム開発センターで取り組んでいる開発テーマについて、一部ではありますが、その概要を紹介します。

### 2. 鉄道の機能向上

#### 2.1 新幹線高速化

##### (1) 沿線環境対策(高速車両の空力騒音低減)

新幹線高速化の重要な課題の一つに、高速走行中の沿線騒音を低減することが挙げられます。新幹線の主な騒音発生部位は、パンタグラフと台車周辺です。

このうちパンタグラフの騒音低減に関しては、シミュレーションを活用して騒音発生要因を検討し(図2)、対策形状の風洞試験等での評価、遮音、吸音手法等の検討も併せて、総合的な低減対策の開発を進めています。



図2 パンタグラフ周りの流れ場解析

##### (2) 機器信頼性向上(ヤマバ歯車の開発)

車両の走行速度が高くなるにつれて、車両機器、特に台車等足回り機器の信頼性を如何に確保するかが課題となってきました。新幹線の駆動装置は従来ハスバ歯車式を使用してきましたが、高速走行に対応するためにヤマバ式の駆動装置を開発しました(図3)。

ヤマバ式には静粛性が得られ、スラスト荷重が発生しないというメリットがありますが、歯切りが難しいというデメリットもあるため、ヤマバ歯車の構成方法(一体式、分割式)、歯車の加工方法、コストダウン方法等の検討を行っています。

#### 2.2 車内快適性

##### (1) 車内環境評価モデル(温熱シミュレーション)

特に夏季の通勤列車内の温度に関して、お客様から「暑い」「寒い」といったご意見が多く寄せられており、その対

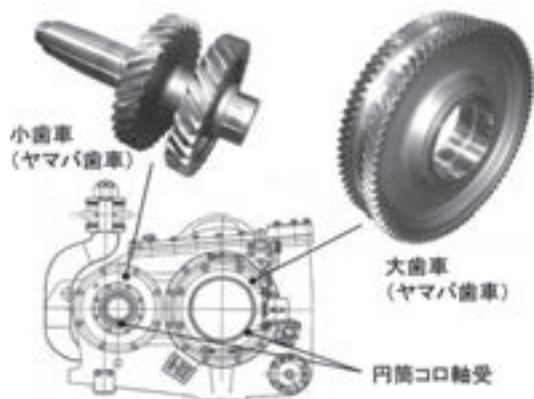


図3 一体式ヤマバ歯車駆動装置の概要

策として空調機器の冷房能力や温度制御性能向上の取組みを行ってきています。

これらの対策の方針検討、効果検証の手法を確立するために、車内の温熱快適性を適切かつ定量的に予測・評価するシミュレーション解析手法を開発しています(図4)。

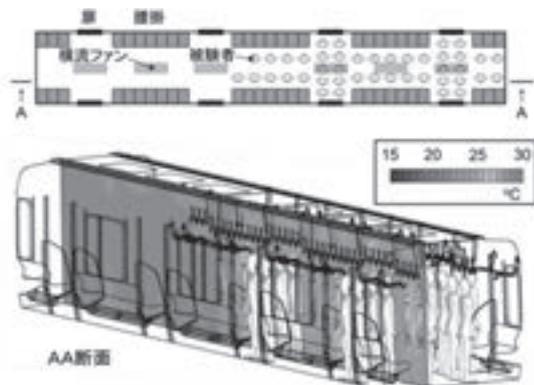


図4 車内温度分布シミュレーション例

## (2) 空調制御(通勤電車用空調予測制御)

混雑による車内の温度上昇を抑えるために、急激に混雑する駅を予測し、駅到着前に冷房能力を増加させる空調制御システムの開発を行いました(図5)。

車両の乗車率は同じ駅でも時間帯や行先方面により変化するため、各駅における乗車率の増減割合を「時間帯・行先方面別」「号車単位」でデータベース化し、この増減比と走行中の乗車率から次の停車駅後の乗車率を予測します。データベースは乗車率実績により学習し、更新することで、乗客の流動変化や新規線区にも対応します。

## (3) 快適腰掛(高速車両用腰掛の振動解析)

高速走行時の車両には軌道変位や車輪アンバランス等に起因する高周波振動(びびり振動)が発生し、乗り心地悪化の原因となります。この振動を低減する腰掛の開発のために実際の腰掛の振動を再現する解析モデルを構築しています(図6)。

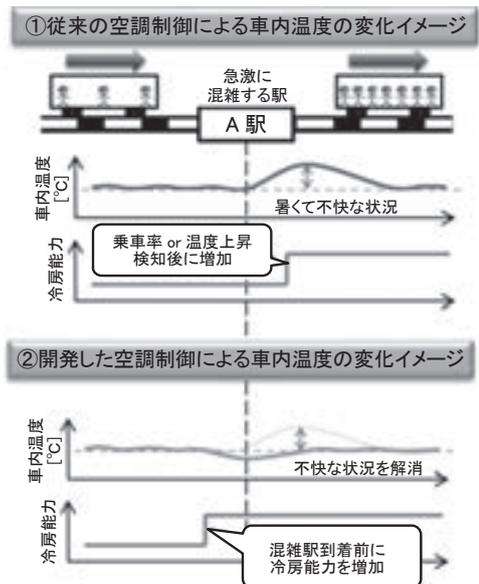


図5 空調予測制御の概要

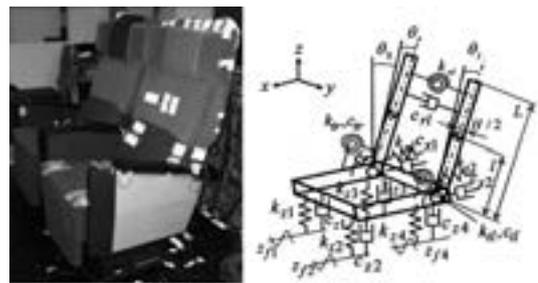


図6 高速車両用腰掛と解析モデル

このモデルによる解析・検討を通して、軽量化を実現しながらも乗り心地を損なわない高速車両用腰掛の開発を目指します。

## 2.3 環境負荷低減

### (1) 環境適応材料(バイオプラスチック)

バイオプラスチックは原料の一部を植物性油脂に代替した材料で、素材製造時の石油などの化石資源への依存性が少なく、廃棄時の燃焼ガス中の二酸化炭素排出量が少ないという特徴があり、環境負荷低減が期待できます。

この材料を吊手に適用(図7)して、基本特性試験、1年間の現車搭載試験、劣化状況確認等を実施し、鉄道車両部品へのバイオプラスチック適用の可能性、課題を検証しました。

## 2.4 安全対策

### (1) 地震対策(地震対策用左右動ダンパ)

地震時の脱線防止等の安全性向上のための車両側対策として、地震対策左右動ダンパを鉄道総研殿と共同で開発しました(図8)。このダンパは、通常走行時には従来の左右動ダンパ性能のままですが、地震発生時には大きな減衰力を発生することで脱線を防止します。



図7 バイオプラスチック製吊手



図8 地震対策左右動ダンパーの外観  
(RRR, Vol.70 No.2 P.33, 2013.2)

(2) 着落雪対策（融雪ヒータ付台車端部フサギ板）

新在直通車両は在来線区間を走行するため、台車部周辺は雪氷が付着しやすく、雪塊が高速走行中に落下すると、沿線や地上設備、車両等に損傷を与える可能性があります。

着落雪対策として融雪ヒータ付台車端部フサギ板を開発しました。この融雪ヒータには自己温度制御が可能なPTCセラミックヒータを採用し、温度センサが不要で均一な温度分布を得ることが可能な構造としました（図9）。

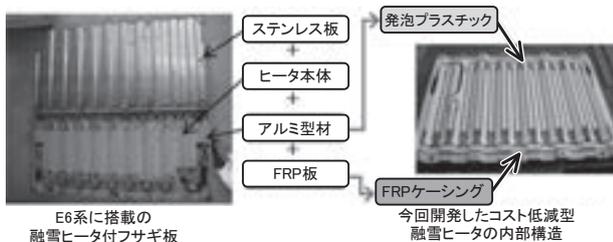


図9 融雪ヒータ付台車端部ふさぎ板外観

### 3. 鉄道システム構造のシンプル化

#### 3.1 地上システムの構造

##### (1) 情報伝送化（ネットワーク踏切システム）（図10）

現在の踏切は事故防止のため、故障すると警報持続となります。しかし、長時間の警報持続は社会的に大きな影響を与えます。

この問題解決のために、踏切同士をネットワークで接続し、当該踏切が故障しても近接踏切の情報を活用して制御を継続する仕組み（縮退運転）づくりを目指しています。

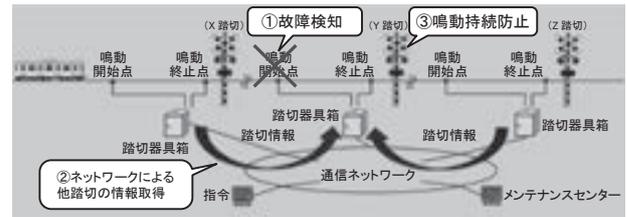


図10 ネットワーク踏切システムの概要（特許出願中）

##### (2) 信号機能統合（駅構内論理装置（構内LC））（図11）

信号システムは、連動、ATSなど機能別に装置化されてきたことから、機器室内には装置が乱立し、装置間のインターフェースも多岐にわたっていました。

そこで、機器室内の駅構内論理装置を統合し、現場信号機器とはネットワークで接続することにより、装置構成の単純化による信頼性向上、システム構成の統一化、機能の統合化による設計・施工性の向上を目指します。

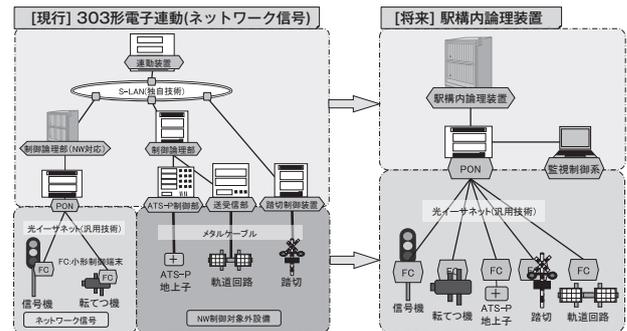


図11 構内LC概念図

##### (3) 列車無線高速化（新幹線用列車無線）

将来の新幹線列車無線として、業務用通信（列車運行に関わる音声通話・データ系の通信）のシステム構成および適用する無線伝送方式の開発を行っています。

既設のLCXケーブルを活用し、MIMO（両側のLCXから異なる情報を同時に伝送する）技術を適用することで、全線にわたり安定した通信が可能、かつ伝送速度の向上が可能となります（図12）。



図12 次期無線方式（LCX-MIMO）

## 3.2 車両の構造

### (1) 電車制御のイーサネット化 (INTEROSのE235系搭載)

大容量、高速の伝送方式であるEthernetを基幹伝送方式および機器接続方式とした次世代車両制御システム (INTEROS: 図13) を開発し、E235系量産先行車に搭載しました。

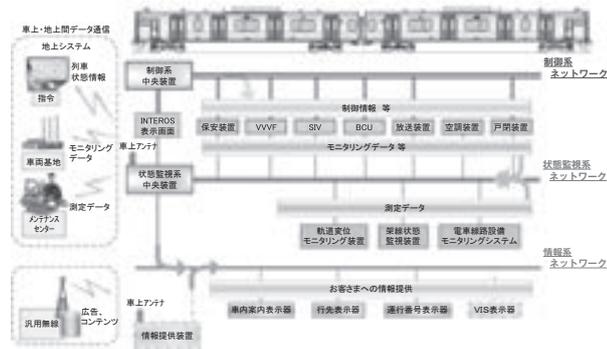


図13 INTEROSの概要

### (2) 高信頼機器構造 (戸閉装置) (図14)

在来線車両の電気式戸閉装置は、従来の空気式戸閉装置に比べ大幅にメンテナンス性が向上しました。しかし、荷物挟まり時の引き抜きが容易ではないことや、不具合発生、メンテナンス性の観点において課題が少なくありません。

そこで安全性・信頼性・メンテナンス性を向上させた「改良型戸閉装置」を開発し、定置試験、営業車へ搭載した現車試験を通して、基本性能、耐久性能を確認しました。

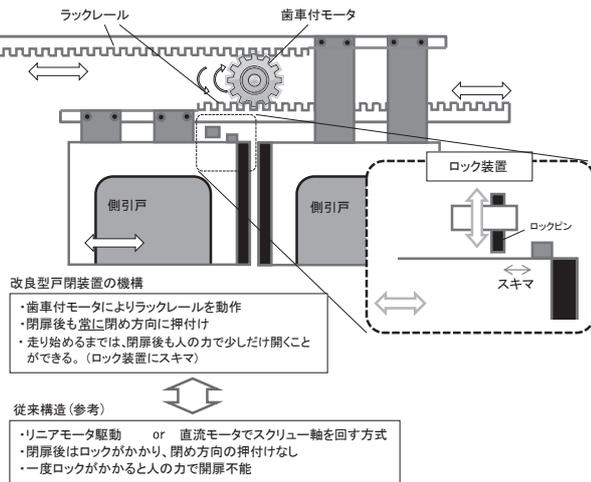


図14 改良型戸閉装置の機構概念図

## 3.3 業務の構造

### (1) 乗務員業務支援システム (乗務員業務支援)

乗務員が携帯している紙の時刻表を電子化し、タブレット表示させることにより、時刻表取得の迅速化、GPSによる走行区間に合わせた時刻表の自動スクロール、縦横表示切換が可能で乗務員支援ツールを開発しました (図15)。

またウェアラブル機器への時刻表情報表示や徐行区間表示 (振動付き) により、時間前発車などのエラー防止対策も検討しています。



図15 乗務員業務支援システム

### (2) 車上ホーム監視

現在、旅客の乗降状況の確認を支援するシステムには、駅に設置されたカメラの映像を運転台に設置したモニタに伝送し表示する方式と地上ITVに表示する方式があります。しかし、地上側の設備に依るシステムではランニングコストなどの課題が残ります。

そこで、車両側面に搭載したカメラ映像を運転台に設置したモニタに映し出すことにより、運転席から旅客の乗降確認を可能とするシステムを開発しています (図16)。

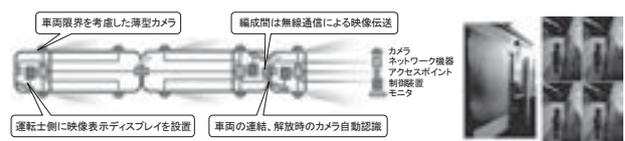


図16 車上搭載型ホーム監視システムの概要

## 4. おわりに

以上ご紹介したように先端鉄道システム開発センターでは、新しい鉄道システムの構築を目指して種々の開発テーマに取り組んでいます。

鉄道事業者としてお客様にご満足いただける鉄道システムを実現するため、今後も従来の鉄道技術の枠組みにとらわれず、進展の著しいICT、AI、IoT等の活用動向も見極めながら、さらなる技術開発に取り組んでいきたいと考えております。