

## 「今後の研究開発の方向」 ～新たな顧客価値の創造をめざして～

東日本旅客鉄道株式会社 技術企画部長 兼 JR 東日本研究開発センター所長 遠藤 隆



### 1 はじめに

「今後の研究開発の方向」～新たな顧客価値の創造をめざして～と題して、当社の研究開発部門が今後どういう方向で、また何に重点を置いて研究開発を進めていくかという点について述べたいと思います。

JR 東日本研究開発センターが発足してちょうど 3 年になります。研究開発の具体的な成果も一定程度目に見える形になってきました。これも、全社の研究開発体制を集中させ、所員一同ベクトルを合わせて頑張ってきた成果とも言えますが、各界の多くの皆様のご指導あるいはご協力があってこそだと思います。この場を借りて冒頭にお礼を申し上げます。

### 2 JR 東日本の研究開発の目指す方向

当社は 2005 年 1 月 24 日、2005 年度から 2008 年度に至る新たな中期経営構想ニューフロンティア 2008 を発表いたしました。

このニューフロンティア 2008において、お客様の視点に立脚したサービスの実践を意識改革とし、また強くたくましい企業グループづくりを事業改革、そして社会的責任の遂行と持続的成長の実現を経営改革と定め、基本的な経営の方向といたしました。

また、新たな顧客価値の創造、グループの総合力の發揮ということを重要な経営課題として定めました。

新たな顧客価値の創造については 6 つの挑戦を掲げ、研究開発に力を入れることも挑戦課題として、技術による事業の革新を目指しています（図 1）。



図 1 新たな顧客価値の創造を目指した「6 つの挑戦」

今後の研究開発の目指す方向について、さらにブレーカウンドして考えてみると、鉄道を取り巻く環境の変化、またそれにどのように対応していくのかという観点から 4 つの点に絞れるのではないかと思います。

まず、他交通機関との競争については、今後ともに鉄道が交通市場における競争優位性を確保、確立していくこと。2番目が、生産年齢人口の減少という状況の中、鉄道も新しいビジネスモデルを構築していくことが必要であるということ。3番目が、お客様の嗜好はますます多様化していくことに対する多様なサービスの提供をしていく必要があるということ。4番目が、企業の社会的責任が増えていく中で、社会的責任の遂行と企業としての成長をいかに両立させるかということだと考えています。このためには、鉄道の大幅なシステムチェンジが必要です。

また、鉄道のシステムチェンジを図るために、当社の研究開発が目指す 5 つの目標を定めました（図 2）。

一つめが安全性・安定性のさらなる向上。二つめが利便性・快適性の向上。そしてコストダウンの推進。さらには地球環境への貢献。それと駅における新たな展開の

5つです。特に、駅については単なるお客様の列車への乗降場というよりは、多くのお客様が集う最大の経営資源であり、研究開発の面からもこういった点に力を入れていきたいと考えています。以下、この5つの目標に従い、重点課題を紹介します。

### 3 安全性・安定性の向上

安全性・安定性の向上については、既に2004年度からスタートしている「安全計画2008」と連動し、さらなる鉄道の安全性と安定性の向上を目指す研究開発を推進しています。

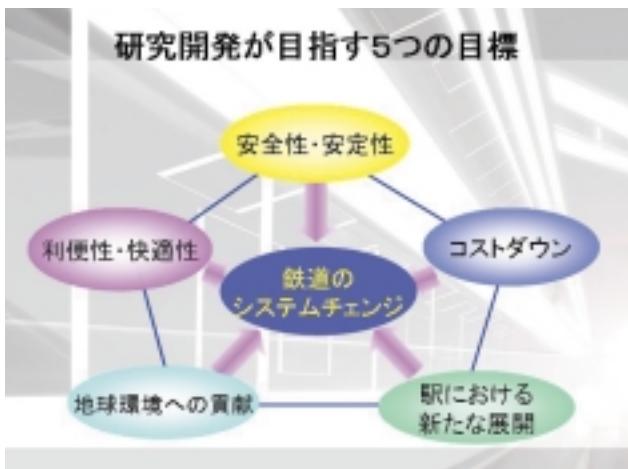


図2 JR東日本の研究開発が目指す「5つの目標」

#### 3.1 大規模地震に対する対策

2004年10月23日に発生した新潟中越地震における新幹線の脱線については、新幹線開業以来、初の事態ということで、直ちに社内に調査専門委員会を立ち上げ、徹底した現地調査とともに現在、脱線メカニズムの解明に努めています。今後は関係機関とも連携を取りながら脱線の防止策、あるいは、万一の場合でも被害を最小限に抑えるための対策を目指していきたいと考えています（図3）。

#### ～地震による脱線メカニズムの解明と对策～

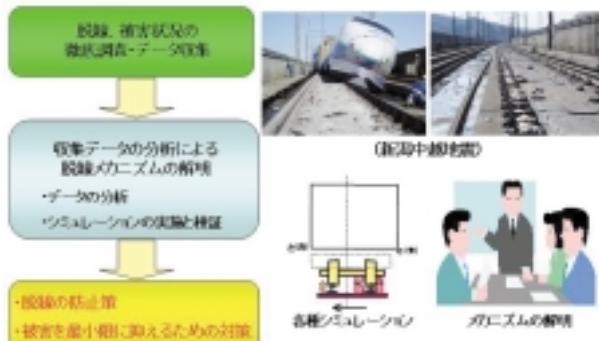


図3 大規模地震に対する対策

#### 3.2 平常ダイヤへの早期復旧

超過密ダイヤで運行する首都圏の輸送において輸送障害が発生した場合、いかに平常ダイヤに早期に復旧するかというのがお客様へのサービス上の大きな問題です。特に、その場面において乗務員への指示伝達をいかに迅速にするかということが大変重要になってきます。従来、この伝達を列車無線、あるいは駅員から紙による通告指示という形で行ってきました。これに代わって、NTTのパケット通信で指令本部から車上、運転台モニターへデータ伝送するシステムを開発し、2004年4月に中央緩行線で使用開始をしました。

ほぼ1年弱取組んできた効果例を図4に棒グラフで示します。導入前の2003年度に対して、2004年度は総武緩行線においても人身事故が何度か発生していますが、その際の平均の実績は、遅延本数はほぼ65%の減、総遅延時分（ダウンタイム）は約80%の減となっています。今後は、全社のデジタル無線の拡大に併せて、東京エリア

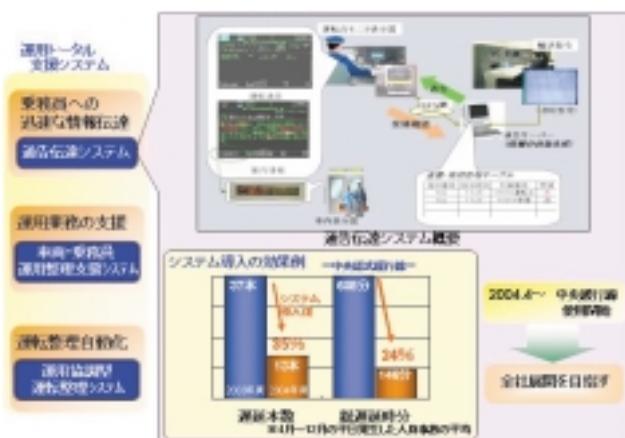


図4 平常ダイヤへの早期復旧

を中心とした全社展開を進めていきたいと考えています。

また、今後さらに運用業務の支援、あるいは運転整備の自動化についてIT技術を活用し、この種の業務の近代化に取組みます。

### 3.3 信号システムの革新

信号システムは、連動、列車制御、列車検知、そして情報伝送などの論理を持った非常に膨大な鉄道のオペレーションシステムです。

列車制御については、これまでATS-PやデジタルATCといった新たなデジタル技術を織り込んで一定程度の革新を進めてきました。

今回、次のステップとして、情報伝送を光ケーブルのデジタル伝送のシステムに置き換えるという開発プロジェクトをスタートしました。また、中長期的には連動は分散タイプへ、あるいは列車制御に無線を活用していくという新たな革新のシナリオを考えています（図5）。

以下に2つの取組みを紹介します。

項目	現状	近期	中長期
			分類
連動装置	集中	集中	分散
	地上信号方式（ATS-P）	地上信号方式（次世代ATS-P） -地下化による省線化	
列車制御装置	車内信号方式（D=ATC）	車内信号方式（次世代D=ATC） -地下化による省線化	分散
	軌道回路（一般、直通電機）	軌道回路（一般、直通電機） -地上子供・地上回路電機	
情報伝送	光ケーブル	光ケーブル ネットワーク信号伝輸システム（局内、中間） -ケーブルの削減、配線作業の削減、多系統連携化	光ケーブル

図5 信号システムの革新

ネットワーク信号制御システムについては、従来の膨大な信号ケーブルを光ケーブル、光LANに、そして信号機と転てつ機には制御端末を内蔵し、全体をデジタル伝送化する取組みです。その効果例として、ケーブル数は約40%減少、配線作業は約80%減少できると試算しています（図6）。

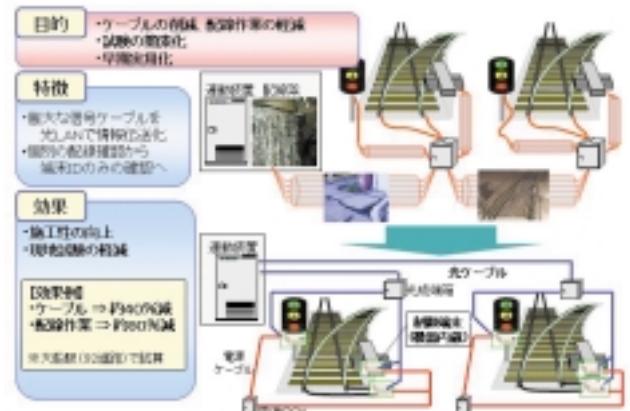


図6 ネットワーク信号制御システム

また、ATACSについては無線を活用した列車制御システムであり、将来の信号システムの革新を視野に入れ、基礎試験の段階から長期に渡って研究開発を続けてきたテーマです。仙石線において試験用に地上システムを設備し、全編成に車上装置を搭載して、2003年秋から約1年半かけて、プロトタイプ試験を実施してきました（図7）。現在、実用化の目途が立ったので、今後は実用化の準備に取組んでいきます。

このATACSは、欧州でいうところのETCSのレベル3に相当します。欧州ではまだ構想段階ですが、日本が世界をリードできる技術がまた一つ完成に近づいたと言えるかもしれません。



図7 ATACSプロトタイプの試験概要

## 4 利便性・快適性の向上

### 4.1 世界一の新幹線

新幹線については、走行速度の向上、環境への適合、快適性の向上、信頼性の確保のいずれにおいても世界トップレベルの新幹線の実現を目指しています。

新幹線高速化の取組みについては、2002年4月に全社を挙げた高速化推進プロジェクトを設置しました。具体的には要素技術開発あるいは現有車両を使った高速試験などを研究開発センター中心に開発を進めてきました（図8）。

現在、これまでの成果をまとめあげ、高速試験電車の設計制作に取り掛かっています。新幹線専用車両は2005年6月、新在直通車両は2006年春ごろに落成を予定しています。この高速試験電車の落成後には、2005年度から2007年度にかけて大規模な走行試験を実施する予定であり、その後、将来の新幹線の量産への反映、地上設備の改良への反映に生かしていきたいと考えています。

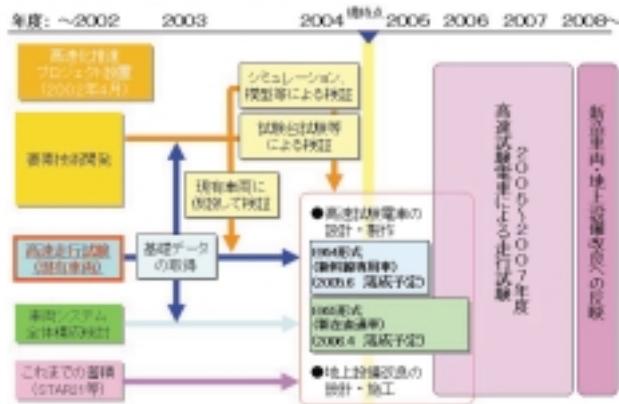


図8 新幹線高速化の取り組み経緯

高速試験車両の概要を図9及び図10に示します。

新幹線専用車両は8両編成、新在直通車両は6両編成であり、目標は360km/hレベルの安定高速運転ですが、この試験車両自体は405km/hの高速性能を保持した試験車両としています。

高速試験車両の特徴のひとつとして、非常ブレーキ距離の短縮があります。これは、地震発生のような非常時にいかに早く短い距離で停止できるかを車両側から追求しているものです。また、先頭のノーズの長さは約16m

であり、現有の新幹線車両に対して非常に長く、トンネル微気圧波の抑制を追求しています。



図9 高速試験車両の概要 (1)



図10 高速試験車両の概要 (2)

さらに、この試験車両は高速技術を追求するばかりでなく、今後、お客様の多様な価値観の中で求められる車内の快適性についても追求しています。特に、TRIZ（トリーズ）といわれる未来予測技術手法を活用し、5



図11 車内空間の革新

年先、10年先を視野に入れ、新幹線をご利用になるお客様に対してどのようなインテリア空間を提供できるかということも研究中です（図11）。

#### 4.2 在来線の高付加価値化

新幹線とともに当社にとって在来線の高付加価値化が経営戦略上極めて重要になっており、マーケティング調査を実施することにより、現在、目標の策定、目標実現のために必要な研究開発を検討しています。具体的には到達時分の短縮、あるいは快適性のさらなる向上、そして在来線の車両においても魅力的な車内空間を創出することによりトータルで在来線の高付加価値化実現を目指しています（図12）。

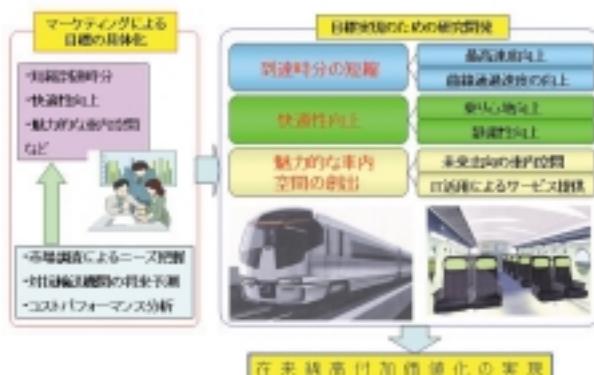


図12 在来線の高付加価値化

取組みの一例として到達時分の短縮があります。最高速度を向上させるということは、裏返すとブレーキ距離をいかに短縮できるかということが一つのクリエイカルパスです。特に、在来線の場合は曲線の通過速度向上が課題であり、その際の乗り心地向上・軌道に対する横圧

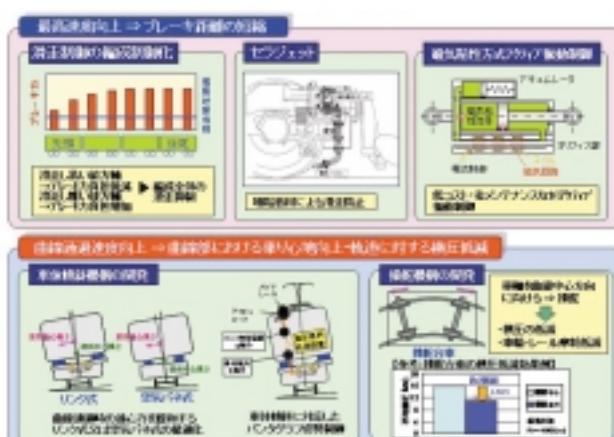


図13 在来線特急における到達時分の短縮

軽減を目的として、新たな車体傾斜機構の開発や操舵台車の開発に着目して取組んでいます（図13）。

#### 5 コストダウン

鉄道は、車両、地上設備を合わせて、ある面では巨大な装置産業と言えます。それに伴う膨大なメンテナンス業務、そしてそのコストパフォーマンスを上げるということは経営上大きな課題になります。そういった観点から、当社ではメンテナンスの革新に取組んできました。現在、特に境界領域の最適化、手のかからない車両・設備の開発、そして検査・作業のインテリジェント化に重点を置いて、さまざまな省力化技術にチャレンジしています（図14）。

特に、レールと車輪、架線とパンタグラフのような鉄道システムの中の境界領域と呼ばれる部分に着目し、その部分の最適化に取組むと共に、レール寿命を延伸させることにも取組んでいます。



図14 メンテナンスの革新

#### 6 地球環境への貢献

当社では、鉄道でNEトレインというハイブリッドシステムの開発を進めてきており、システムは既に2003年度の段階で完成に至りました。2004年度は長寿命、高性能のリチウムイオン電池を再搭載して、真夏・真冬における試験も実施し、実用化設計を始める段階にきています（図15）。

また、ACトレインについては、ダイレクトドライブモーター（DDM）が一つのキー・テクノロジーでしたが、現在、ACトレインをベースとした次世代の通勤電車の先行量産車の設計製作が進んでいます（図15）。



図15 NEトレイン及びACトレインの実用化

## 7 駅における新たな展開

### 7.1 チケッティングの進化

チケッティングの進化のイメージを図16に示します。Suicaの発行枚数は既に1000万枚を超えており、今後もモバイルSuicaあるいは関東圏の相互利用の拡大という非常にダイナミックな進展を遂げているところです。

15年ぐらい前、ICカードをチケッティングに使えないかということで、それこそ研究室の一角からスタートを切ったのがこの技術です。そういう意味で、常に研究開発では5年、10年、あるいはそれ以上先を視野にいれながら、新たな技術に目を向け、具体的な研究を着実に進めることができて大切かということの大きな事例ではないかと考えています。

JR東日本研究開発センターでは、Suicaという技術に留まることなく、さらに改札機にタッチが必要なタッチレス、将来的にはゲートレスといった改札機がなくなるような技術を目指したいと考えています。

タッチレスゲートシステムのイメージを図17に示します。現在、UHF帯のICタグに着目をして研究を進めています。Suicaもある面では一種のICタグですが、短波帯を

使っており、タッチが必要です。超音波帯（950MHz程度）であるUHF帯を仮に上手に活用できることが可能になると、「通信距離が長い」「処理速度が速い」「電波の回り込みが少ない」といった利点を生かして、将来、カードを体のどこかに持つていれば改札にかざさなくてもゲートを通過することができる、あるいは駅構内等々でのナビゲーションが自在にできるというようなことが可能になると考えております。



図16 チケッティングの進化のイメージ

#### 【目的】

- Suicaの利便性を超える「タッチ不要」の改札システムの実現
- UHF帯ICタグの活用

改札機種別	ICタグ	ICタグによる改札機能
簡易改札機	ICタグ	ICタグによる改札機能
簡易改札機	ICタグ	ICタグによる改札機能
簡易改札機	ICタグ	ICタグによる改札機能

【SuicaにおけるUHF帯ICタグの利点】

- 通信距離：長い
- 処理速度：高い
- 電波の回り込み：少く

#### 【メリット】

- 切符を改札機にかざさ必要なし
  - ナビゲーション機能の可能性
- さらなる利便性の向上

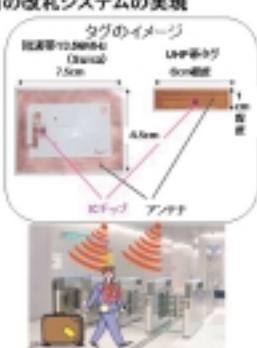


図17 タッチレスゲートシステム

## 7.2 快適で環境に優しい駅

快適で環境に優しい駅については、3つの開発コンセプトを持っています。一つが快適な駅、もう一つが安心できる駅、そして環境に対応した駅です。

快適な駅については、ユビキタス・ネットワークやユニバーサルデザイン、駅そのものの中の心地よさ等に着目して研究を進め、Smart Stationを実現したいと考えています（図18）。

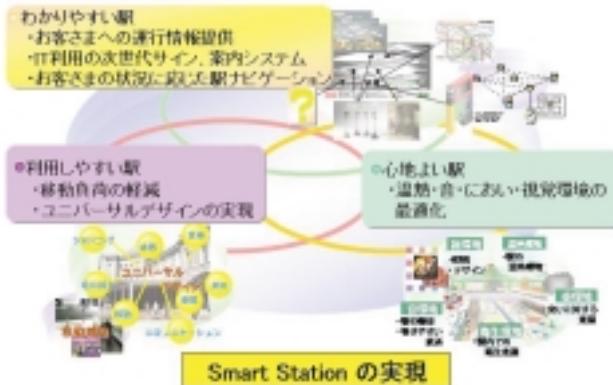


図18 快適な駅 (Smart Station)

安心できる駅についてですが、駅を利用のお客さまの19%の方が犯罪被害に遭うのではないかと考えているという調査報告もあるようです。これに対して、今後、設備面ではお客様との双方向の通報システムや画像モニターによる危険検知等の研究に取組みます。また、ソフト面では環境心理学、コミュニケーション戦略を活用して、Secure Stationの実現を目指していきます(図19)。



図19 安心できる駅 (Secure Station)

環境に対応した駅ですが、駅の多機能化・多様化に伴い、駅におけるエネルギー消費が増えていくのに対して、省エネルギー技術、あるいは効果的なエネルギー・マネジメント技術が大変重要になってきます。また、自然風、雨水、自然光を効果的に活用しながらEco Stationの実現を目指していきたいと思います(図20)。

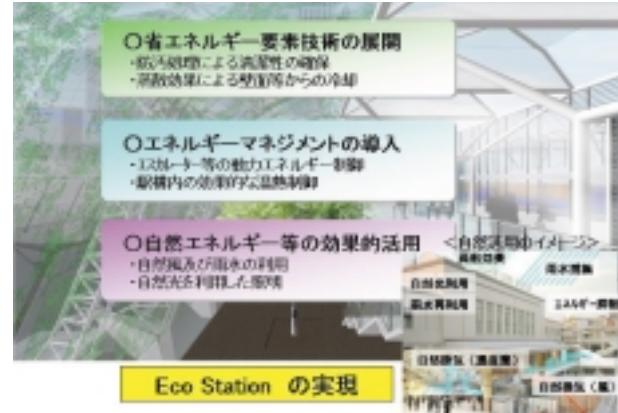


図20 環境に対応した駅 (Eco Station)

### 7.3 サービス提供空間の建設

駅や高架下でさまざまな事業展開を可能にするための高架橋や人工地盤構造の実現に取組んでいます。高架橋では高架下空間の騒音振動低減、人工地盤では建設コスト低減及び居住性向上に取組み、コストダウンと快適性の向上を目指しています(図21)。

#### ～コストダウンと快適性の向上～

様々な事業展開を可能にする高架橋・人工地盤構造の実現



図21 サービス提供空間の建設

具体的には、非常に狭隘なところに杭を打つ工法の開発や昨年開業したホテルドリームゲート舞浜で採用された高架下建物の吊り免振工法があり、このような技術を実際の駅戦略に取り込んでいきたいと考えています(図22)。



図22 サービス提供空間を実現する技術



図23 燃料電池技術の鉄道車両への応用

## 8 先端技術の動向と鉄道への応用

当社では、先端技術と呼ばれるデジタル技術やパワー・エレクトロニクス技術を取り込みながら、鉄道車両や信号システムについては一定程度の進展を図ってきました。

しかしながら、産業界・大学等を中心に先端技術は幅広く、急速な勢いで進展しているのが現実です。これらの技術をすばやく鉄道に取り込んで鉄道自身を進化させていくことが大変重要な命題であると考えています。先端技術といわれるものは多岐で幅広いのですが、私どもの目で見て、今後鉄道への応用の可能性という観点からリストアップした先端技術を述べたいと思います。

### 8.1 燃料電池技術

新エネルギー技術の中で注目しているのは燃料電池技術です。鉄道への応用を目指して、燃料電池を鉄道車両の動力システムとして車載化を試みています。燃料電池にはさまざまな課題がありますが、鉄道車両に上手に応用できれば、地上インフラのスリム化や線路上空をさらに有効活用が可能になると考えています。

当社ではN Eトレインという試験車両を保有していますので、これを開発プラットフォームとして、このユーティリティ技術を開発していきたいと考えています(図23)。

### 8.2 ロボット技術

ロボット技術の変遷を簡単に述べますが、1960年代にロボットが製品として登場し、1980年代に入ってから日本で産業用ロボットが本格的に普及を始めました。1990年代には、ソニーのAIBO、あるいはホンダのASIMOに代表される知能ロボットの時代が到来しています。

産業用ロボットについては相当成熟の段階にきていると思いますが、非産業用では例えば災害対応のロボット、医療介護のためのロボット、警備ロボット、家事支援をするロボットなど、既に具体的にさまざまな検討開発が進んでいます。当社としても、ロボットが持つヒューマン・インターフェースの部分を重視し、今後の鉄道での活用、それに合った形でのロボット開発に目を向けていきたいと考えています(図24)。



図24 ロボット技術活用のイメージ例

### 8.3 ディスプレイ技術

ディスプレイ技術は、液晶あるいはプラズマ・ディスプレイと急激な進展をしていますが、現在、次世代のディスプレイとして有機ELが大変注目されています。既に基盤研究は一定程度進み、さまざまな試作、活用事例が世の中に出でてきました。

鉄道においても、車両、駅の表示媒体や効果的な照明に活用できないかということで、そのものの技術を我々が開発するわけではありませんが、こういった技術に目を向け、必要であれば共同開発なども行っていきたいと考えています（図25）。

ます。

四つめに、そのためには大学・産業界とのさらなる連携強化を図っていきたいと考えています。

五つめに、視点を海外にも向け、海外鉄道への情報発信、あるいは交流を深めることにも注力していきたいと考えています。



図25 有機ELの活用事例

## 9 おわりに

最後にまとめとして、5つの点を強調しておきたいと思います。

まず、当社の研究開発部門はニューフロンティア2008で提起された新たな顧客価値の創造を目指して、タイムリーでスピード感のある研究開発を推進していきたいと考えています。

次に、鉄道のシステムチェンジの目指す方向としては、前述したとおり「安全性・安定性の向上」「利便性・快適性の向上」「コストダウン」「地球環境への貢献」「駅における新たな展開」の5つになります。

三つめに、進展の著しい先端技術を幅広く鉄道に取り込み、鉄道そのものの進化を遂げていきたいと考えてい