

R&Dシンポジウム 社内講演

魅力ある鉄道車両

～EvolutionからRevolutionへ～

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 課長

藤野 謙司



1. はじめに

鉄道車両と言っても、通勤車両や特急車両など様々な車両がありますが、今回は新幹線車両に特化して発表します。また、サブタイトルは、今後の新幹線の車両の開発には技術的な進化“Evolution”ではなく、技術的な革命“Revolution”が必要であるという意味合いを込めています。

2. 新幹線ネットワーク

現在、JR東日本の新幹線ネットワークは、新在直通タイプも含めて5方面にわたっています。このネットワークは、新函館や金沢への延伸による拡大が計画されていますが、新幹線が航空機に対する競争優位性を維持するためには、どうしても到達時分を短縮することが必要になってきます。

JR東日本の新幹線ネットワーク

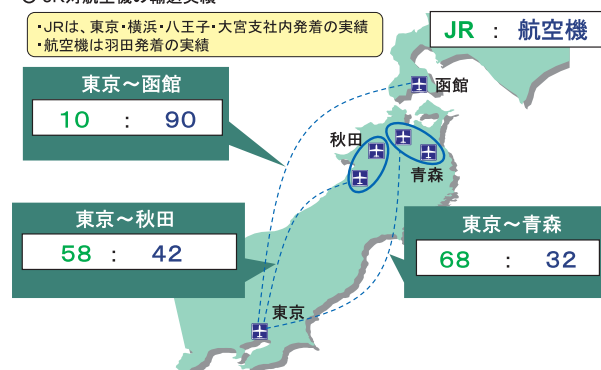


飛行機とのシェアを比べてみます。「こまち」で4時間かかる秋田までは、JRが58%のシェアを占めています。

航空機とのシェア分析

○ JR対航空機の輸送実績

- ・JRは、東京・横浜・八王子・大宮支社内発着の実績
- ・航空機は羽田発着の実績

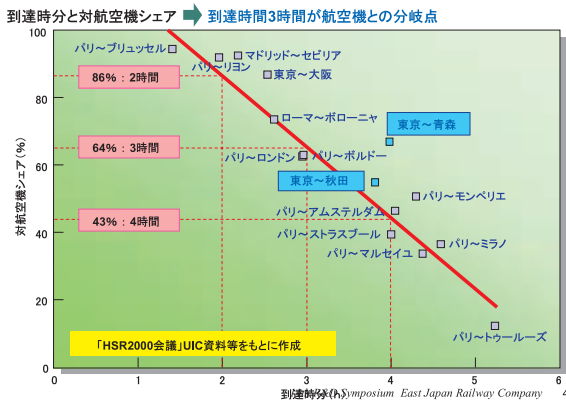


14th R&D Symposium East Japan Railway Company 3

また「はやて」で八戸まで行き、乗換えて青森まで行くと同じく4時間かかりますが、JRが68%というシェアとなっています。

海外に目を向けると、航空機とのシェアと到達時分の間には相関関係があります。おおよそ3時間が航空機とのシェアの分岐点となっています。

航空機とのシェア分析



そこで、20年後の新幹線車両を開発する上での目標として、東京からの到達時分を考えてみます。現在、東京から仙台までは1時間40分、盛岡までは2時間20分で運転しています。これを20年後の新幹線車両で走らせた場合を考えてみると、先ほども述べたように、航空機とのシェアの分岐点は3時間ですので、JR東日本管内のすべての主要都市に3時間でいくとすると、仙台や新潟までは1時間、青森までは2時間で到達する必要があります。これを実現するためには、400km/hで走行しなければなりません。そこで、20年後の新幹線車両は、400km/h走行を開発の目標の1つとしました。

20年後の新幹線車両開発の目標

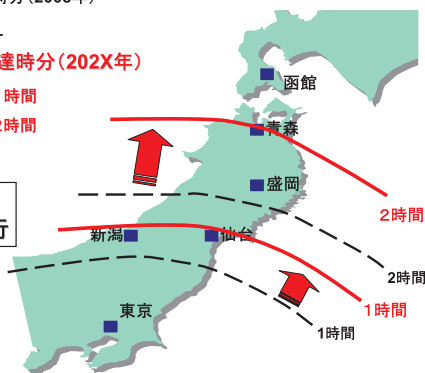
○ 東京からの到達時分(2008年)

○ 東京からの到達時分(202X年)

東京～仙台・新潟:1時間

東京～青森:2時間

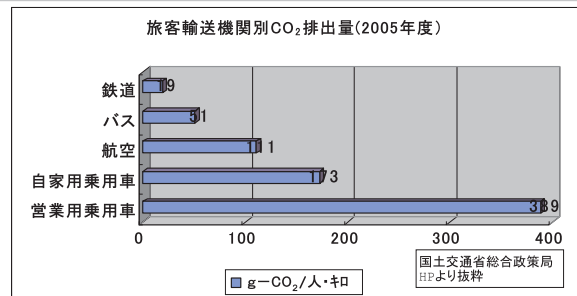
目標は
400km/h走行



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 5

さらに、近ごろ話題になっている地球環境問題を考えてみます。旅客輸送機関別のCO₂の排出量を比較すると、グラフのように鉄道は他の交通機関に比べて排出量が少なくなっています。すなわち、多くのお客さまに乗っていただいて鉄道のシェアを拡大することが、地球の環境負荷低減にもつながっていくと考えます。

地球環境影響の比較



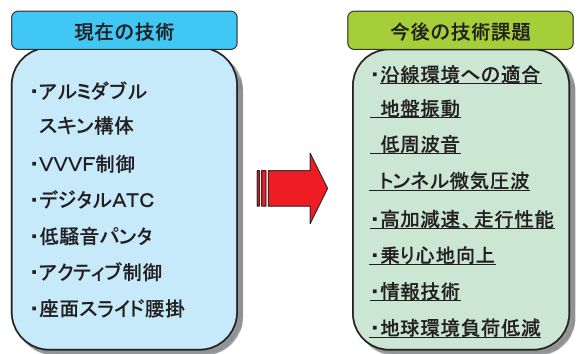
CO₂排出量は、鉄道は航空機の1/6

⇒鉄道のシェア拡大が環境負荷低減につながる

14th R&D Symposium East Japan Railway Company 6

このように目標を定めました。それでは、未来に向かってどのような技術課題があるのかを考えてみました。まず、現在新幹線に使われている技術では、アルミニウムを使ったダブルスキン構体やVVVF制御、デジタルATC、低騒音パンタグラフ、アクティブ制御、座面スライド腰掛などがあります。今後の技術的な課題としては、沿線環境への適合として、騒音問題のほか、地盤振動、低周波音、トンネル微気圧波の問題、それから加減速を含めた走行性能の向上、乗り心地の向上、情報技術の向上、地球環境負荷の低減といったことが挙げられます。

未来の新幹線車両への技術課題



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 7

以上の課題を踏まえた上で、未来の新幹線の車両像を考えてみると、到達時間の短縮、サービスの向上、地球環境負荷の低減、沿線環境への適合、これらがキーワードとして絞り込まれてきます。

未来の新幹線車両像

到達時間の短縮	走行速度の向上 安全性の向上
サービス向上	他の交通機関を上回るサービスレベル
地球環境負荷低減	軽量化、空気抵抗低減、 省エネルギーシステム
沿線環境への適合	沿線騒音、トンネル微気圧波、地盤振動、 低周波音対策

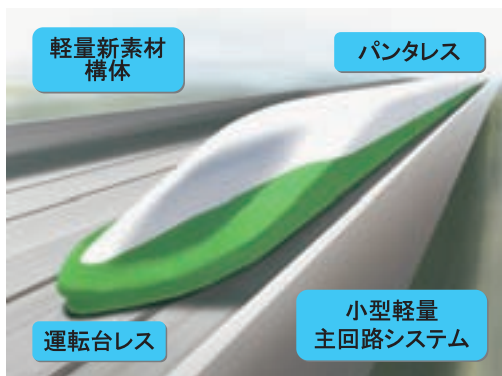
14th R&D Symposium East Japan Railway Company 8

3. 今後の技術開発問題

3.1 走行速度の向上

それでは、この4つのキーワードについて、具体的な技術開発の内容について述べます。まずは、到達時間の短縮についてです。次の図が20年後の新幹線のイメージです。

走行速度の向上



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 11

走行速度を向上するために、軽量で強度のある新しい素材を使った構体を開発していきます。軽量化は、少ないエネルギーで車両を走行させるために必要となります。現在は構体にアルミニウムを使用していますが、車両を軽くするために、アルミニウムに代わり例えばマグネシウムやチタン、もしくはカーボンといった新しい素材を使った構体を開発していきます。また軽量化は、地球環境問題の解決にもつながっていきます。さらに、走行速度を向上させるため、パンタグラフや運転台をなくします。列車が走行すると、そこには走行抵抗が発生し、車

両を減速させてしまいます。車両の凹凸も大きな走行抵抗の原因となりますが、特に大きな凹凸である運転台やパンタグラフをなくすことでこの走行抵抗を低減させます。そして、運転台やパンタグラフをなくすために、前方の画像を認識する技術、マイクロ波送受電システムを開発していきます。そのほか、小型で軽量な主回路システムの開発も進めていきます。

3.2 安全性の向上

新幹線が速く走るためには、安全性の向上も必要です。安全性の向上を図るため、高減速度の非粘着ブレーキを開発します。緊急時に早く短い距離で止まるためには、現在のレールと車輪間の粘着によるブレーキだけではなく、いわゆる粘着に依存しないブレーキシステムの開発が必要となります。FASTECHでは、空気抵抗を利用した装置を搭載しましたが、そのほかに磁力の吸引や反発を利用したブレーキを開発していきます。

また安全性の向上のためには、横圧を低減させる必要があります。そして、車両の軽量化や粘着力を最大限に活用することも安全性の向上につながります。横圧の低減は、特に曲線通過時の脱線係数を下げることが目的ですが、この横圧を低減させるためには曲線形状に追随する輪軸、すなわち高速操舵台車の開発が必要です。

3.3 サービスの向上

サービスの向上について触れます。次の図が20年後の新幹線車両の室内を俯瞰した絵です。出入口から入ったデッキ部は、お迎えしたお客さまがワクワクするような空間として提供していきます。奥の部分がドアになって

サービス(快適性)を向上させた車内空間



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 18

サービス(快適性)を向上させた車内空間



そこは
お客さまを迎え
お客さまが
ワクワクする
空間

14th R&D Symposium East Japan Railway Company 19

いますが、向こうの景色が見える一方、運行状況などを表示しています。

そして一歩客室内に入ると、側面には全面有機ELを使用した大きなディスプレイが配置され、車窓はほぼ360度にわたって見渡すことができます。また景色を立体的な映像として表すこともできます。そして、腰掛背面には大型のディスプレイを配置することにより、いろいろな情報を見たり、またゲームなどができます。また、お客さまがゆっくりくつろげる快適な車内とするためには、車内は静かでなければなりません。そのために、アクティブノイズコントロールを活用し、また遮音効果の高い構体を開発します。

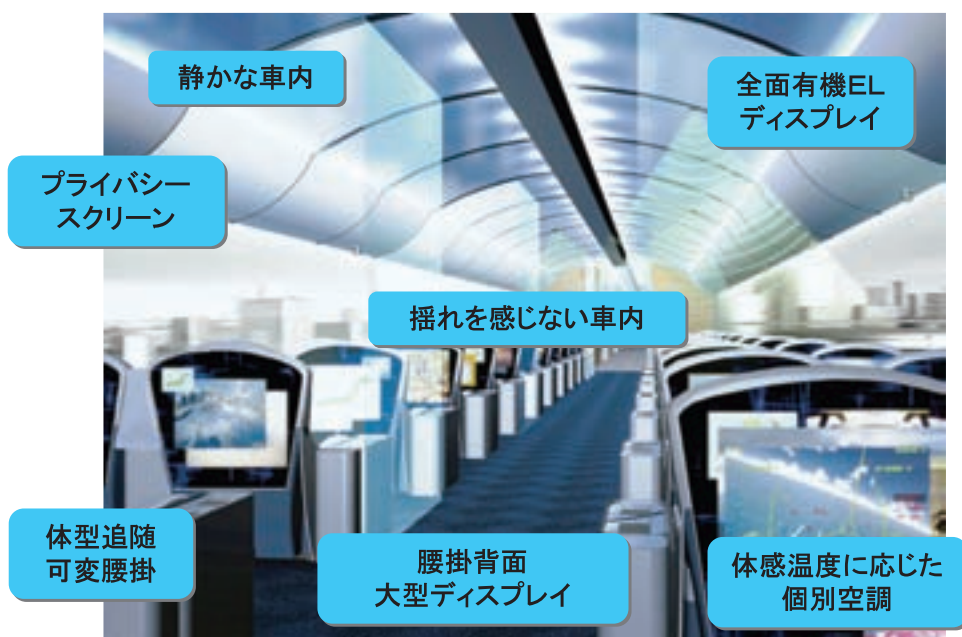
続いて、快適性を向上させるために、揺れを感じない車内にします。そのほかに、周囲の視界は光の乱反射を利用したプライバシースクリーンで遮断し、音はアクティブノイズコントロールを活用して遮断します。また腰掛は、1人ひとりの体形や自分の好きなリクライニング角度などをSuicaに覚え込ませて、自分が腰掛に座りSuicaをタッチすると、自動でシートが自分の好きな状態に変化してくれるような腰掛にします。また空調は、1人ひとりの体感温度に応じた個別空調とします。

揺れを感じない車両では、不快な振動をなくすることが大切ですが、特に上下左右方向の振動を抑制するために次世代のアクティブサスペンションや車体傾斜装置の開発を行い、さまざまな揺れを無くしていきます。

3.4 地球環境負荷の低減、沿線環境への適合

CO₂排出量を抑えた車両にするために、エネルギー循環システムを開発します。エネルギー循環システムとは、まさしく省エネルギー化をめざしたもので、資源を有効に活用することができます。具体的には、電気や空気、水といった資源を循環利用し、また空調の排熱などを有効活用する技術を開発していきます。CO₂排出量を削減するもう1つの方法として、完全リサイクル車体を開発します。完全リサイクルにすることによって、車両の新造か

サービス(快適性)を向上させた車内空間



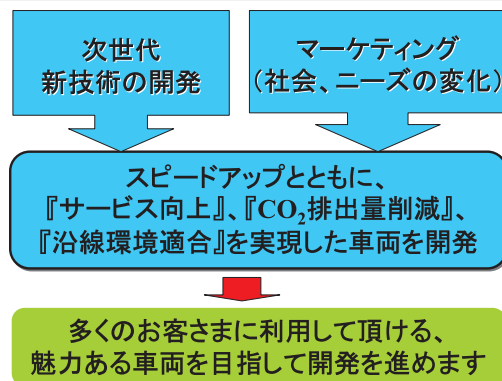
14th R&D Symposium East Japan Railway Company 20

ら廃棄までのトータルのCO₂排出量を抑制します。また、車体を軽量化したり、空気抵抗を低減することもCO₂の排出抑制につながります。

次に、沿線環境への適合です。パンタグラフや架線がなくします。パンタグラフと架線との摺動による集電方法は、騒音の発生源となっています。その騒音対策として、パンタグラフや架線によらない送受電方法、すなわちマイクロ波を利用した送受電技術を開発していきます。沿線環境への適合としては、ほかに車体を軽量化すること、空気抵抗を低減することをめざし、そしてトンネル微気圧波を低減する先頭形状を開発していきます。

4. まとめ

魅力ある鉄道車両まとめ



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 32

以上、魅力ある鉄道車両についてまとめます。これからの新技術の開発や、社会、ニーズの変化に対応しながら、スピードアップを図るとともに、サービスの向上、CO₂の排出量削減、沿線環境への適合を実現した車両を開発していきます。そして、多くのお客さまにご利用いただける魅力ある車両をめざして、今後とも開発を進めていきます。