

## より快適な車両をめざして



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 橋本 克史

車両は移動する居住空間です。そのような意味から、車両の快適性を確保・向上するためには、一般の建物などの居住空間とは違った点に注意をする必要があります。ここでは新幹線と通勤電車を例に、動揺や振動、騒音、空調、座席、車内スペース、バリアフリーなどの観点から、これまでの取り組みや、現在の開発の状況について概要を紹介いたします。

### 1 はじめに

鉄道は「移動」の手段です。品質の高い「移動」をお客様に提供するため、JR東日本では常に改善に努めています。「移動」の品質の基盤となるのは「安全」と「正確」ですが、同じように「快適」もとても重要な項目であり、特に「移動」の際に直接お客様が接する「車両」が快適であることは、「移動」の品質にとって極めて重要です。ここでは、車両の快適性について、これまでの取り組み状況と、現在開発を進めている内容について、概要を紹介いたします。

### 2 車両に求められる快適性

居住空間としての車両に求められる快適性は、スペースや室内気候（温度・湿度）など、基本的には建物などに求められるものと同様といえます。しかし、車両が移動する居住空間であることから、建物とは違った点に注意を払って快適性の確保・向上に努めています。

建物と違う点は、まず走行することに起因するもので、振動、動揺、騒音への対応があります。一般的には速度が高くなるほど、これらは大きくなります。目的地までの所要時間を短縮するために速度向上をする際にも、快適性は維持・改善しなければなりません。

次に、公共の居住空間であることに起因するものがあります。

これは、複数のお客様が居住空間を共有することに起因するもので、喫煙や携帯電話の問題などが最近ではよく話題になります。共用するトイレの快適性などもこの中に含まれます。また、バリアフリーも重要な要素となっています。

さらに、これも走行による制約の一つといえますが、車両という一種の閉鎖された空間に

入っている間は、通常の上での生活環境と遮断された状態になります。このため、情報の提供や、時間の有効利用ができる設備の提供などが、快適性に関係してきます。

このように、車両の快適性には多くの項目が関わっています。安全な走行を確保するためには、車両の大きさや重量には制限があります。この、制限の中で最大限の快適性を確保するために、いろいろな工夫をして、これまで車両の開発に取り組んできました。

ここまで快適性に関係がある項目をあげてきましたが、どの項目に重点を置いて改良を進めていくのかは車両の用途によって違ってきます。たとえば、ご乗車になる時間の長さで分類してみると、長時間に及ぶ新幹線や特急列車と、比較的短時間でよい普通電車や通勤電車に分けられます。

以下に、新幹線及び通勤型電車の快適性について述べます。

### 3 新幹線の快適性

#### 3.1 新幹線車両のコンセプト

JR東日本の新幹線は、大きく分けると3種類のコンセプトを持ったグループに分類されます。それぞれを代表するのが、「E2系・はやて」、「E3系・こまち」、「E4系・MAX」です（図1）

E2系は、最高時速275キロの高速運転により、目的地までの所要時間の短縮を実現しています。「はやて」は、東京～八戸



図1：JR東日本の新幹線のコンセプト

間を2時間56分で結び、運転開始前に比べ37分の短縮を実現しました。

E3系は、在来線に乗り入れができる構造を取り入れ、乗り換えの不便を解消するとともに、目的地までの所要時間の短縮を果たしています。乗り換えの時間が不要になるのはもちろんですが、荷物を持つでの乗り換えがなくなるのはとても便利です。

E4系は、新幹線通勤の増加に対応して、より多くのお客様に座っていただくため、ダブルデッカーの車両構造を採用して座席数を最大限確保した車両です。2編成を連結すると1列車の座席数は1634席になります。これは、高速列車では世界最大です。

このように、明確なコンセプトに基づいて車両を開発することは、車両の快適性にとっては重要なことと考えています。

次に、新幹線の快適性に関する個別の取り組みについて述べます。

### 3.2 車両動揺防止システム(アクティブ制御システム)

車両の快適性の要素として乗り心地があります。乗り心地は広い意味では「快適さ」そのものを指す言葉ですが、ここでは走行中の車両の動揺や振動に関係した快適性のことを言います。走行速度が高くなるほど乗り心地は悪くなる傾向がありますから、高速走行を使命とする新幹線にとっては、非常に重要な項目になります。

—昨年、東北新幹線の八戸開業の際に「はやて」の乗り心地の良さが話題になったことを覚えておいでの方も多いのではないのでしょうか。その秘密はこのシステムにあります。

アクティブ制御システムは、図2に示すような構造になっています。車両は座席などがある「車体」と、車輪を持つ「台車」で構成されています。このシステムでは、車体と台車の間にアクチュエータを設置しています。車体には振動センサーが設置されています。車体が左に揺れ始めたことを振動センサーが検知す

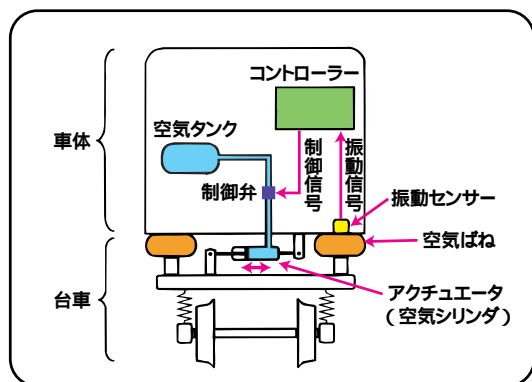


図2：アクティブ制御システム

ると、コントローラーがアクチュエータに、車体を右に動かすよう命令を出して、動揺を打ち消します。この方式は、「はやて」が世界で初めて採用しました。現在、「こまち」にもこのシステムは採用されています。

JR東日本では、このアクティブ制御システムを更に改良する研究に取り組む一方、台車構造の改良による乗り心地改良等にも取り組んでいます。検討した結果は実際の台車に組み込み、台車試験装置(図3)を使用して、実際に車輪を駆動して試験を行いその効果を確認します。



図3：台車試験装置

### 3.3 車内静粛性(車内騒音)

新幹線の車内での過ごし方は、「睡眠」「読書」「仕事」「おしゃべり」など、さまざまですが、どれをとっても、車内が静かであることが大切です。お客さまに快適な新幹線の旅を楽しんでいただくため、車内騒音の低減に向け、各種の開発に取り組んでいます。

車内騒音には、「車外の音が透過してくる透過音」と「台車や機器の振動が伝わってきて車内で音になる固体伝播音」があります。その侵入経路は、床、壁、天井など車体の各部分になります。各部分ごとに「透過音」と「固体伝播音」がどれほどの大きさか、どんな周波数成分かを、実際の車両の測定データを分析し、各部分ごとに最適な構造の検討を進めています。また、機器類や空調ダクトから発生する騒音の低減についても開発を進めています。

### 3.4 空調

温度・湿度・風速などの室内気候は、建物の場合と同様に快適性を語る上で基本的な事柄です。車両が建物と異なるのは、部屋が細長い形であること、荷棚など風の流れを妨げるものがあること、比較的天井が低いことなどがあげられます。このよう

な、室内の状況においても、快適な室内気候を維持しなくてはなりません。特に、客室内の全域でむらなく均一にすることが重要です。

現在では、車内の温度・風速分布のコンピューター・シミュレーションの精度が向上したことから、基本的な検討は図4のようなシミュレーションを使用して行います。しかし、最終的には、空調ダクトのモックアップを製作して、必要な風量が得られるかを確認をして、確実な構造のものを実際の車両に採用する手順をとっています。

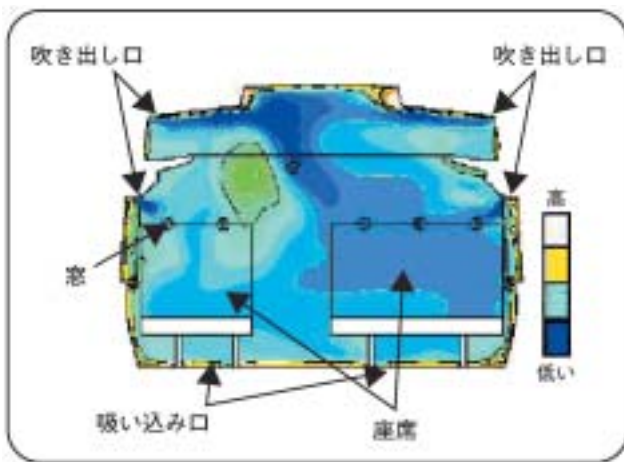


図4：車内温度シミュレーション例

### 3.5 座席

座席はお客様の体に直に接するものですから、車両の快適性にとって極めて重要です。現在、新幹線や特急列車で採用している座席は、リクライニングのほか、座の部分前後方向に自由に動かせる構造になっています。これは、JR東日本が開発した特有の構造で、姿勢の自由度が大きい点で、長い時間座る座席に適しています。体を支える座席の形状や、柔らかさも快適性を決める重要な要素です。これらは、車両と同じ振



図5：座面スライド座席

動を与えた状態で、実際に座って感応チェックする試験などを実施して決めています。

## 4 通勤型電車の快適性

次に、新幹線とは対比的に、短い距離の移動にご利用いただく車両について、紹介いたします。

### 4.1 E231系通勤型電車の快適性

現在、普通電車、通勤電車の標準タイプとして導入している新型車両は、E231系です。山手線、総武・中央線、宇都宮線、高崎線、常磐線などに導入されていますが、ここでは山手線のE231系を例に、以前から使用している205系との違いを紹介します。



図6：E231系（左）と205系（右）

#### 車体幅の拡大

E231系の特徴のひとつは、車体の幅が205系に比べ約15cm程広がっていることです。在来線の車体の幅はおよそ3mですから、車内の空間は5%程度広くなりました。車両の外観を見比べると、205系の側面が垂直な平面であるのに比べ、新しいE231系ではホームから少し上の付近から上が曲面になって、上部が幅広になっていることが分かります。これは、車両が使用することが許されているスペースを有効に利用した効果です。これによって、車内スペースが広がり混雑を緩和することができました。

#### 情報提供装置( VIS: Visual Information System )

もうひとつの特徴は、図7に示す車内のドア上部に設置された、ディスプレイです。ご乗車の客様にさまざまな情報を提供しています。表示は15インチの大型ディスプレイ2台で、静止画はもちろんですが、動画を表示することもできますので、豊富な情報提供が可能となりました。左のディスプレイは、文字放送、お知らせ、広告などを、右は運行情報などを表示しています。また、事故や遅れの情報についても、インターネットや携帯電話で提供している情報サービスと同じ、リアルタイムの情報を表示





図7：E231系のVIS

することができます。

#### 4.2 次世代の通勤型電車 ACTレイン

ACTレイン(Advanced Commuter Train)は、次世代の通勤電車をめざして、「サービス向上」「バリアフリー」「エコロジー」「システムチェンジ」「コストダウン」「輸送の安定性向上」をコンセプトとして、さまざまな機能の向上策を導入した試験車両です。2002年1月に完成し、これまで、さまざまな試験を実施してきました。

以下に、ACTレインの快適性に関する特徴について紹介します。

##### 車内スペースをさらに拡大

ACTレインは、E231系に比べさらに車内スペースを拡大しています。車体巾は在来線車両で拡大可能な最大限にまで広げました。また、外吊式のドアを採用することで、戸袋をなくし壁を薄くした効果も加わり、車内の巾はE231系に比べさらに8cm広げることができました。

また、ACTレインでは接続車と呼ばれる、車体の連結部分に台車を設置した構造を採用しました。接続車は連結部分の揺れが小さいので、連結部も客室とすることが可能となり、客室スペースをさらに拡大しています。

##### バリアフリー

ACTレインでは、バリアフリーに関していくつかの開発を盛り込んでいます。

そのひとつが、車椅子のお客さまがご利用の際に乗降しやすいように、ホームとの段差と隙間を解消する車いすスロープです。また、床のレールが不要な構造を考案して、レールの段差もなくなりました。また、従来の音声による扉開閉案内に加え、耳が不自由な方への配慮として、点滅式の表示によるドア閉の案内を設置しました(図8)。

#### 4.4 座席

普通電車の座席の配置方法には、ロングシートとセミクロスシートがあります。ロングシートは、ラッシュ時にお立ちになっているお客様のスペースを広くとれる利点があります。一方、セミクロスシートは、座席数を多くすることができるので、デertimeに向けた配置といえます。利点を生かすことを検討した結果、座席を可変式として、両方の座席配置に対応できる、可変座席を開発しました。動作の状況を図9に示します。今後、実用化に向け、耐久性の確認などを行っていく予定です。



図9：可動座席の動作

## 5 おわりに

快適性は、安全、正確と同様に車両にとって重要なものです。今後とも快適性の向上をめざして今後とも努力してまいります。



図8：ACTレイン(左：外観 中央：車内連結部 右：車いすスロープ)