

# 鉄道車両における 環境性, 快適性向上への取り組み

吉田 敬  
Yoshida Takashi

川口 裕太  
Kawaguchi Yuta

植木 直治  
Ueki Naoji

岡村 一輝  
Okamura Kazuki

奥 徳一郎  
Oku Tokuichirou

大隈 健二  
Okuma Kenji

日立は車両メーカーとして、新幹線をはじめとする高速車両から通勤車両まで、数多くの鉄道車両の開発を手がけている。

新幹線では、長時間の乗車でも快適な客室空間を確保するため、床下からの振動伝達を抑制するアクティブサスペンションの採用や、バリアフリーを意識した部品の採用

を進めている。

一方、通勤車両においても、車両用前照灯にLEDを採用し、消費電力を低減した機器を適用している。また、公共機関、医療機関で適用されているUDシートを鉄道車両用として開発を進めており、さらなる環境性、快適性の向上をめざしている。

## 1. はじめに

近年、エネルギー消費の少ない公共交通機関としての鉄道が注目されている。

日立では新幹線に代表される高速車両および、A-trainとして開発した通勤車両を軽量であるアルミニウム合金を用いて製作することで環境負荷の低減をめざした車両を提供してきた。

近年ではさらなる環境性の向上、快適性の向上が望まれており、この要望に応えるべく高速車両・通勤車両において開発を進めている。

ここでは、高速車両・通勤車両での環境性・快適性の向上への取り組みについて述べる。

## 2. 新幹線高速車両の技術開発について

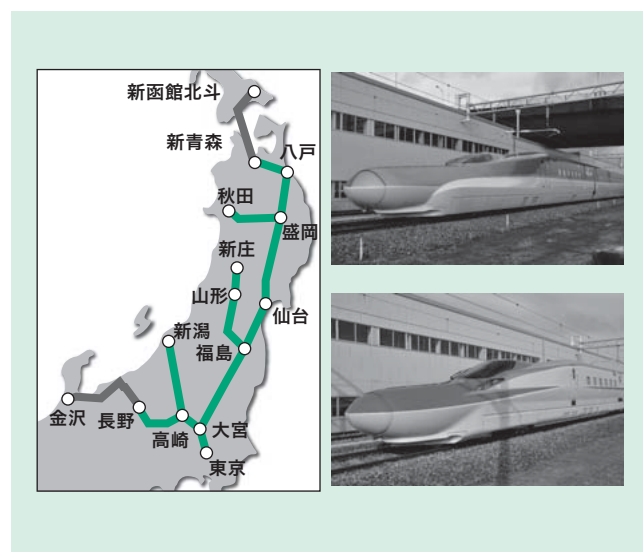
新幹線高速車両は国内の長距離移動において必要不可欠な存在であり、定時性、快適性、利便性の面で大きな進歩を遂げている。最新の新幹線高速車両では、「走る」、「止まる」の基本性能だけでなく「車内・車外騒音の抑制」、「走行振動抑制」、「省エネルギー性」、「小型軽量化」、「保守性の向上」などにもさまざまな新技術を適用している。

### 2.1 最新の新幹線高速車両

東日本旅客鉄道株式会社では、東北新幹線にE5系新幹線高速車両（以下、「E5系」と記す。）を、秋田新幹線にE6

系新幹線高速車両（以下、「E6系」と記す。）を投入し国内初となる営業最高速度320 km/hでの運転を開始している（[図1](#)参照）。

また、東日本旅客鉄道および西日本旅客鉄道株式会社では、2015年3月の北陸新幹線の金沢開業に合わせて、営業最高速度260 km/hとなるE7系新幹線高速車両（以下、「E7系」と記す。）、W7系新幹線高速車両（以下、「W7系」と記す。）の投入を予定している。さらに、北海道旅客鉄



**図1 | 高速新幹線電車のネットワークおよびE5系、E6系の外観**  
E5系「はやぶさ」(右上)、E6系「こまち」(右下)をはじめとする新型新幹線高速車両で東北・関東甲信越の主要都市を結ぶネットワークを構築している。

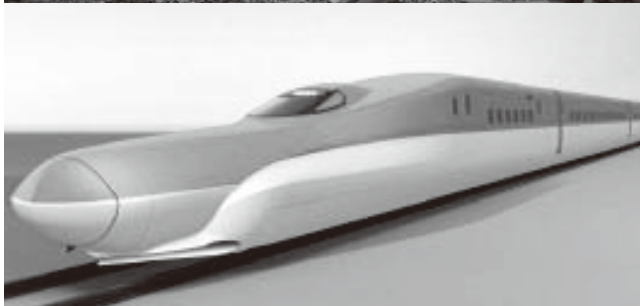


図4 | 新幹線高速車両のエクステリアデザイン

E7系/W7系(上)は日本の伝統文化と未来を結ぶコンセプト「和の未来」を採用、H5系(下)は北海道の花々をイメージしたデザインを採用している。

## 2.4 新幹線高速車両の最新デザイン

新幹線高速車両のエクステリアデザインは、地域性を考慮した配色を施している。E7系、W7系ではデザインコンセプトのキーワードとして「和の未来」を取り入れており、北陸のもつ日本の伝統文化と未来をつなぐという意味を持たせている。車体色も「アイボリーホワイト」を基調とし、車体上部を伝統文化を示す「空色」、車体中央の帯色を「銅色(カッパー)」としている。また、H5系では「緑色(常盤グリーン)」、「白色(飛雲ホワイト)」をベースとし、車体中央の帯色に採用した「紫色(彩香パープル)」は、北海道の花々であるライラック、ルピナス、ラベンダーをイメージしている(図4参照)。

## 3. A-trainの環境性・快適性向上への取り組み

### 3.1 進化するA-train

日立は1997年から「環境負荷の低減」、「ライフサイクルコストの低減」をコンセプトとした鉄道車両A-trainを開発し、延べ2,300両を納入、数多くのユーザーに利用されてきた。近年の環境性・快適性向上の要求に対応し、省エネルギーおよびユニバーサルデザイン(UD: Universal Design)の観点で開発した、鉄道車両用LED前照灯および高齢者や足の不自由な利用者などが快適に使用できる腰掛けについて述べる。

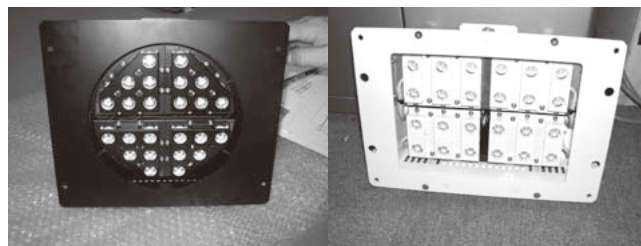


図5 | 今回開発したLED前照灯外觀

車両デザインにより選択できるように開発した丸型(左)・角型(右)LED前照灯外觀を示す。

## 3.2 鉄道車両用LED前照灯

鉄道車両用の車両用前照灯は前方視認性を向上させるため高輝度のハロゲンランプやHID(High Intensity Discharge)ランプを採用してきたが、近年地球温暖化対策として、車両用照明の消費電力低減が重要となっており、前照灯においても消費電力の小さいLED前照灯適用の要望が増えている。日立では室内LED照明での開発ノウハウを生かし、省エネルギー化、信頼性向上、長寿命化を図った、環境性に優れた鉄道車両用LED前照灯を開発・納入した(図5参照)。

### 3.2.1 LED前照灯開発の課題

鉄道車両の前照灯は安全確保のため、重要な機器となる。このため、従来の前照灯以上の照度・視認性の確保が必須となることから、従来の前照灯との比較検証を実施した。確認試験の結果、150 m前方にHighビーム焦点を当てた照度を基準とした場合に、シールドビームは0.75 lx以上、HIDは0.5 lxとなることから、LED前照灯は0.75 lx、LED発光光度としては16,700 cd以上を目標とした。照度測定結果を表1に示す。

### 3.2.2 視認性確認試験

配光シミュレーションの結果、光度を16,700 cdとすることで、照度に換算すると0.75 lxとなり、シールドビームおよびHID以上の照度となることから、シミュレーション結果を基に作成した試作品と実際の車両に搭載されているシールドビームおよびHIDとの視認性比較を実施し、従来の前照灯よりも視認性が向上していることを確認した(図6参照)。

また、照度に関してもLED前照灯は50 m前方にHighビーム焦点で0.78 lxとなっており、シールドビームおよびHID以上の照度を確保できていることを確認できた。

表1 | 照度測定結果

前照灯の種類別照度測定結果を示す。

	A社	B社
前照灯の種類	シールドビーム	HID
光軸基準	150 m前方にHighビーム焦点	
照度基準値	0.75 [lx] 以上	0.5 [lx]

注: 略語説明 HID (High Intensity Discharge)

道株式会社では、2016年3月の北海道新幹線の新函館北斗の開業に合わせて、H5系新幹線高速車両(以下、「H5系」と記す。)の投入を予定している。北海道新幹線の営業最高速度は260 km/hを予定しており、青函トンネル区間など在来線との共用走行区間は当面140 km/hでの走行を想定している。

## 2.2 新幹線高速車両の最新技術

最新の新幹線高速車両ではさまざまな最新技術を導入している。E5系、E6系は営業最高速度320 km/hに対応したロングノーズ型の先頭形状を採用しており、H5系でもこの形状を採用する予定である。E7系、W7系は営業最高速度が260 km/hである。

乗り心地について、最新の新幹線高速車両では長時間の乗車を前提としており、高速走行時に床下からの振動伝達を抑制し快適な客室空間を確保するために、新幹線高速車両ではアクティブサスペンションを採用している。

E5系をはじめとする新幹線高速車両には、停止性能について、既存車種と比較し地震発生時に短い時間で停止できるようにブレーキ性能の向上、減速度の改善を図っている。また、地震発生時のような緊急時に、架線電圧の無加圧停電状態を検知し、走行中の新幹線高速車両をより短い時間で止められるような架線停電検知装置の導入を行っており、緊急時の停止性能を向上させている。

電気機器について、E7系、W7系は交流50 Hz区間と60 Hz区間の双方を走行するため、両方の周波数に対応した機器を搭載している(図2参照)。新幹線の高速化に伴い、主回路機器については、高速走行に必要な出力を確保しつつも、既存車種と比較して小型軽量化や騒音低減を図っている。

## 2.3 新幹線高速車両の車内設備

新幹線高速車両には快適な客室空間の確保やバリアフリーを目的とした車内設備が設置されている(図3参照)。

### (1) バリアフリー対応

デッキ部に客室構成を示す点字銘板を示すほか、E7系、

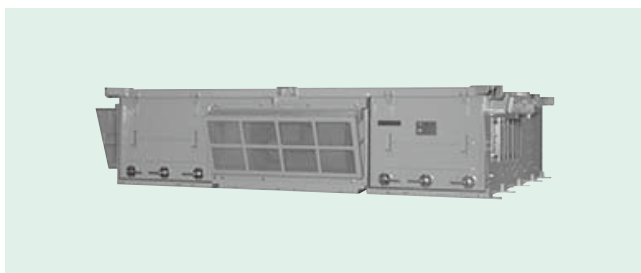


図2 | 新幹線高速車両の電気機器

北陸新幹線で使用されている主変換装置(50 Hz/60 Hz対応)の外観である。



図3 | 最新の新幹線高速車両の車内設備

LED(Light Emitting Diode)照明をはじめとする最新技術、バリアフリーを目的とした車内設備が採用されている。

W7系ではすべての腰掛け上部に座席番号を示す点字標記を設置する、電動車椅子に対応した多機能トイレを採用するなど、バリアフリーを意識した部品の採用を進めている。

### (2) 客室照明へのLED(Light Emitting Diode)の採用

E7系、W7系では客室天井の灯具にLED照明を採用しており、必要な照度を確保するための消費電力量を従来灯具と比較し抑えることができるほか、寿命向上に伴う省保守化を図っている。

### (3) 全席コンセント設置

E7系、W7系は普通車についても全席にコンセントを設置しており、窓側は側パネル下部、通路側中央席および通路側席は前列腰掛け下部にコンセントを設置している。

### (4) 温水洗浄機能付便座

E7系、W7系はすべての洋式トイレに温水洗浄機能付便座を設置しており、トイレを快適に使用できるように工夫している。また、非常通報装置のSOSボタンとトイレ洗浄ボタンの誤操作防止のために標記を見やすくするなどデザイン上の工夫を施している。

### (5) セキュリティ

新幹線高速車両にはデッキ部および客室に防犯カメラを採用しており、客室やトイレに非常通報装置を設置することで、セキュリティの向上を図っている。

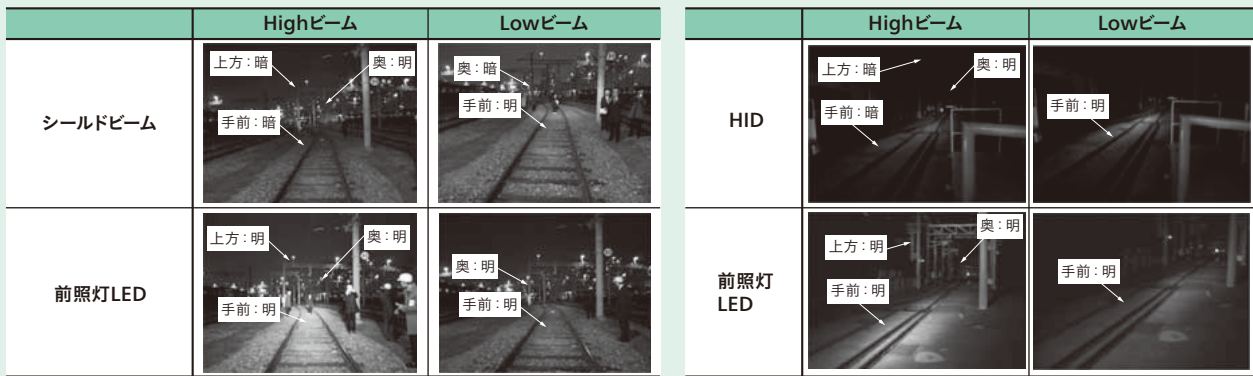


図6 | LEDの視認性比較結果

実際の車両を使用した、シールドビームおよびHID、LED前照灯の視認性確認試験の状況を示す。

### 3.2.3 消費電力

既存のシールドビームおよびHID前照灯と同等の視認性が確認できたLED前照灯の消費電力は16,700 cdで350 mA、42 W/灯となる。従来のHID前照灯の消費電力は250 W/灯である。このことから、消費電力を1灯当たり $\frac{1}{6}$ 程度に削減することが可能となる。

## 3.3 体に優しいUDシートの開発

鉄道車両では、高齢者や、体の不自由な利用者、妊婦のために優先席が用意され、利用者に配慮した室内空間を採用してきた。従来は腰掛けモケットや床敷物、室内のパネルの色彩を一般部と差別化を図ることで区別してきたが、適用される材質や形状は一般部の腰掛けと同一品を主に使用していた。

一方、駅などの公共空間や医療施設では、身体的な負担が少なく、立ち座りに時間がかかる高齢者や足の不自由な利用者に優しいUDタイプのシート（以下、「UDシート」と記す。）が普及しつつある。

優先席は高齢者や妊婦、体の不自由な利用者のための座席であり、UDシートの思想を適用することが本来の利用目的に合致していると考え、公共機関で使用されているUDシートの調査を実施し、鉄道車両に適用できないかを検討した。

### 3.3.1 UDシートの調査結果

調査の結果、既存のシートの寸法は座面の高さが約42 cm、奥行きが45 cm程度であるのに対して、UDシートは座面の高さが50~60 cm程度と従来のシートより高く、奥行きが15~30 cmと浅いことが確認された。

この調査結果を基に、外部有識者との連携により、鉄道車両に適したUDシートの開発を開始したが、単に優先席

用の座席とはせずに、「多目的に使用できる新しいシート」を開発の狙いとして進めた。

### 3.3.2 UDシート開発の狙いと効果

市場調査などの結果から「座面を少し高くし、奥行きを浅くすることで、立ち座り動作をスムーズにする」ことを基本としつつ、以下の効果を狙ったシートとすることとした（図7参照）。

(1) 座る際、膝を深く曲げずに済むため、身体的な負担を軽減できる（立ち座りに時間がかかる高齢者や足の不自由な人に優しく、立ち座りがしづらい、子どもを抱いた親などにも優しい）。

(2) 座面を高く、奥行きを浅くすることで、車内の空間を広く使用できる（座面を高くすることで座席下に荷物が置けるようになる。また、足の投げ出しも抑制され、立ち席部の空間を広くできる。それにより、ベビーカーやスーツケースなどが通路を塞ぐ可能性が低減される）。

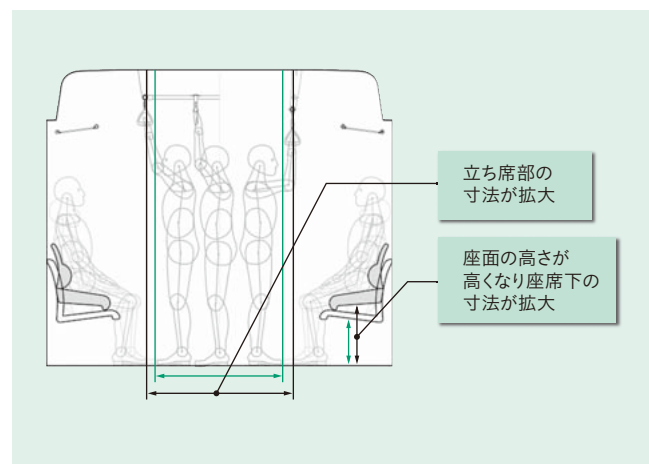


図7 | UDシート配置図

UD (Universal Design) シートを配置することで立ち席部および座席下の寸法が拡大し、スペースの有効利用が図れる。



図8 | UDシートモックアップ

実物大モデルとして作成した2種類のモックアップを示す。

### 3.3.3 UDシートモックアップの作成・検証試験

UDシートは市場調査，寸法検討を実施し，モックアップ（実物大のモデル）を用い実際に座ってもらい，評価調査を実施する。作成したモックアップを図8に示す。

- ・立ち座り動作に負担を感じる利用者
- ・妊婦の利用者
- ・身長低位群の利用者

上述の利用者の調査結果を基に最終の寸法を決定した後，実際の鉄道車両に搭載し，使用環境での評価・検証を実施し，製品化をめざす。

## 4. おわりに

ここでは新幹線における最新の適用技術およびユニバーサルデザインの取り組みと，A-trainにおけるLED前照灯での環境性向上，UDシート導入による多種多様な乗客の快適性向上の方策について述べた。

鉄道車両は，今後も環境性，快適性の向上が強く望まれる。日立は今後も顧客のニーズをいち早く捉え，さらなる快適性，環境性の向上に取り組んでいく所存である。

## 執筆者紹介



吉田 敬

日立製作所 交通システム社 笠戸交通システム本部 車両システム設計部 所属  
現在，新幹線の設計に従事



川口 裕太

日立製作所 デザイン本部 プロダクトデザイン部 所属  
現在，鉄道車両のデザイン取りまとめに従事



植木 直治

日立製作所 交通システム社 笠戸交通システム本部 車両システム設計部 所属  
現在，A-train・モノレールの設計に従事



岡村 一輝

日立製作所 交通システム社 笠戸交通システム本部 車両システム設計部 所属  
現在，A-train・モノレールの設計に従事



奥 徳一郎

日立製作所 交通システム社 営業統括本部 国内車両システム部 所属  
現在，国内車両システムの取りまとめに従事



大隈 健二

日立製作所 交通システム社 営業統括本部 国内車両システム部 所属  
現在，国内車両システムの取りまとめに従事