

feature article

新しい価値を創造する先進車両技術と車両デザイン

Recent High Speed Train Technology and Train Design for Creating New Values

坂田 聡 Satoshi Sakata

武藤 大輔 Daisuke Muto

奥 徳一郎 Tokuichiro Oku

谷井 靖典 Yasunori Tanii

広瀬 伸吾 Shingo Hirose

大隈 健二 Kenji Okuma

日立製作所は、鉄道車両システムメーカーとして、新しい価値を創造するために最新技術を搭載した高速鉄道車両の開発、製造や、通勤電車の車両デザインなどを行っている。

東日本旅客鉄道株式会社の東北新幹線向けE5系新幹線電車では、走行性能、環境性能、快適性向上に向けてさまざまな新技術を開発した。

また、通勤電車の車両デザインでは「A-train次世代アルミ車両システム」というコンセプトの下、ユニバーサルデザインを考慮した、人に優しい次世代通勤車両のデザインを提案するなど、さまざまな観点から鉄道技術の向上に貢献している。

1. はじめに

鉄道はエネルギー効率のよい公共交通機関として注目を浴びている。現在、鉄道輸送形態の多様化に伴うさまざまなニーズに対応するための新技術の開発が進められており、鉄道車両技術のさらなる発展のため、新しい価値の創造に向けた取り組みが求められている。

日立製作所はこれらの要求を受けて、新幹線電車では、到達時間短縮、すなわち高速化に向けて、快適性向上のほか、高速走行時の信頼性確保、周辺環境への配慮などクリアすべき課題に取り組んでいる。

また、通勤電車では「A-train」技術をさらに進化させ、インテリアやエクステリアなどの意匠・機能面を考慮した

デザインや、ヒューマンフレンドリーなデザインの提案を行っている。人間工学に基づいた快適で過ごしやすい空間づくり、ユニバーサルデザインの採用などにより、乗客が使いやすいデザインをめざしている。

ここでは、日立製作所が提供する鉄道車両への技術ソリューションとして、新幹線車両の新技術とA-trainのデザイン面での取り組みについて述べる。

2. 高速新幹線車両の技術

2.1 新幹線営業車の高速化

わが国で都市間輸送の効率を上げるためには、新幹線の高速化は必要不可欠である。新幹線高速化の課題として



図1 東日本旅客鉄道株式会社のE5系新幹線電車と西武鉄道株式会社の30000系電車の外観

先進車両技術が盛り込まれた東日本旅客鉄道株式会社のE5系新幹線電車（量産先行車）を（a）に、新しいデザインコンセプトを採用した西武鉄道株式会社の30000系電車を（b）に示す。

は、高速走行時の走行安定性を維持しつつ、車外騒音をはじめとする環境性能の向上、長時間の移動を考慮した快適性の向上などが挙げられる。

東日本旅客鉄道株式会社では、2010年12月の東北新幹線の新青森駅開業後の2010年度末に、国内初となる営業最高運転速度320 km/hのE5系新幹線電車（以下、E5系と記す。）の投入を予定している。E5系量産先行車（**図1**参照）は2009年6月に完成し、現在は走行試験による各種走行性能の確認を進めており、将来的には、東北新幹線の営業車としての運用が予定されている。

2.2 高速化のための走行性能の向上

E5系は、高速化に向けて走行性能の向上を図るため、主回路機器については、高速走行に必要な出力を確保しながら、既存車種と比較して機器の小型軽量化、および低騒音化を図っている。

2.3 高速車両の環境性能への配慮

新幹線電車は高速走行を行うため、環境への配慮を重視したものになっている。主な項目を以下に示す。

(1) 車体形状の平滑化、台車フルカバー化

鉄道車両の高速化に伴い、車外騒音を抑制するために車体形状の平滑化を図り、車両間の凹凸をなくすための全周ほろや、台車からの騒音を抑制するため台車全体を覆う台車フルカバー化を採用した。

(2) 車両側面下部への吸音カバー採用

新幹線車両では車体下部から発生した騒音が地上側の防音壁で反射し、車外騒音の原因となるため、車両側面下部の側カバーには吸音材を貼（は）り付けた側カバーを採用して車外騒音を低減した（**図2**参照）。

(3) 屋上機器への騒音対策

屋上機器については風切り音を低減した低騒音パンタグラフや、パンタグラフ遮音板を開発し、車外騒音をさらに低減した（**図3**参照）。



図2 E5系新幹線電車（量産先行車）の吸音材付き側カバー
車体下部に吸音材を付けることにより、車外騒音の低減を図っている。



図3 E5系新幹線電車（量産先行車）のパンタグラフと遮音板
高速新幹線に搭載されているパンタグラフとその周囲を覆うパンタグラフ遮音板は風切り音の低騒音化を目標に開発した。

(4) 先頭形状の最適化

トンネル通過時に発生する微気圧波を緩和するため、全長15 mのロングノーズタイプを採用し、先頭形状を最適化した。

(5) 走行安定性の向上

高速走行時の安定性を確保するために、台車のばね系やダンパなどの最適化を図り、高速走行の走行安定性向上を図った。

(6) 車両重量の軽減化

高速化に伴い、地盤振動への影響を軽減するために、車両重量を軽減した。

2.4 高速車両の快適性の向上

E5系は長時間の移動でも快適に過ごせるように、居住空間の快適性向上を図っている。構体と内装材の中間に吸音性の高い材料を配置し、車内静粛性の向上をはじめ、フルアクティブ動揺防止制御装置や車体傾斜装置を採用することで、高速走行での左右動や曲線通過時の乗り心地を向上させている。

特に10号車については、「世界最高レベルのスピードと『癒し・やすらぎ』を感じていただける時間をご提供」というコンセプトの下、量産車の営業開始に合わせて「スーパーグリーン車（仮称）」を導入する予定である。

3. 通勤電車の技術

3.1 車両デザインと機能

「A-train次世代アルミ車両システム」は、環境負荷の低減やライフサイクルコストの削減、および今後予想される熟練就業者人口の減少への対応をコンセプトに、材料・構造および生産方法を抜本的に見直した車両であり、通勤電車から特急電車に至る各車種に適用させ、着実にファミリーを増やしている。A-trainは車両のデザインに関しても自由度が高く、共通の構造を持ちながらデザインによって特色を出せるという特徴を生かし、鉄道事業者の要望に応えられる車両システムとしている。

また、最近の通勤電車では快適性が重要になることから、A-trainの室内設備は、人間工学に基づいた、快適で使いやすい設備を適用している。

車両のデザイン、人間工学に基づいた設備への取り組みについて以下に述べる。

3.2 A-Trainデザイン

鉄道車両には、誰もが身近に接し利用する公共物として、人々に永く愛される車両デザインが要求される。そこで沿線／利用者／現行車両の調査、鉄道事業者のブランドイメージや発信するメッセージなどを幅広くとらえ、鉄道事業者を象徴する新しいデザインを創出している。

具体的なデザインでは、A-trainの特徴を生かすことを心がけている。A-trainは車両前面に金属を用いる構造とすることで、強度を保ちつつ、直線基調から複雑な曲面形状まで、自由度の高い構造としており、エクステリアデザインでは、この多様な表現によって、先頭デザインで各鉄道事業者の個性の表現を可能にしている。

またデザイン提案時には、CG (Computer Graphics) や、模型による形状確認、実際の沿線風景／駅舎とのCGシミュレーションなど、より具体的でわかりやすい提案を心がけ、鉄道事業者とコミュニケーションをとりながら進めている(図4参照)。

インテリアデザインにおいても、荷棚や腰掛けのタイプをはじめ、平天井構造やドーム形の高天井などA-trainの特徴であるさまざまなモジュールを用意しており、車両のトータルデザインコンセプトを基に、鉄道事業者が望む運用形態に即したタイプを採用することが可能である。

カラーリングにおいては、車両の清潔感や乗客にとっての開放感の創出といった、気持ちに訴えかける部分と、乗降出入り口部の床や、優先席シート色のようにバリアフリーを考慮した機能的な配色を施したり、ユニバーサルデザインに配慮した車両を提案している(図5参照)。



図4 A-trainデザイン

沿線調査、現状調査、鉄道事業者のイメージやメッセージから発信したA-trainエクステリアデザイン模型と実際の車両の外観を示す。



図5 ユニバーサルデザイン

有識者による床色彩の視認性評価と、バリアフリーに配慮した優先席座席を示す。

3.3 つり手に関する検証

つり手が使いやすい形状、高さとなるようにユニバーサルデザインの視点から検討を行った。

検証試験では、つり手の形状、設置高さ、向き、つり革の長さについてモックアップで確認試験を実施した。つり手の向きについては、実際の乗客の多くが車両の進行方向に対して平行に立っていることや、乗車時の揺れを長く体感するのが進行方向と平行の方向であることから、身体に与える負担を軽減するため、つり手についても平行に立って持ちやすい方向に配置した。つり革の長さについては、車両走行時の揺れによる手・肩および足・腰の負担感を軽減できる寸法とし、高さも最適な高さとした(図6参照)。

3.4 腰掛けの開発

座面高さ・奥行きは、着座・離席の頻度が比較的多い通

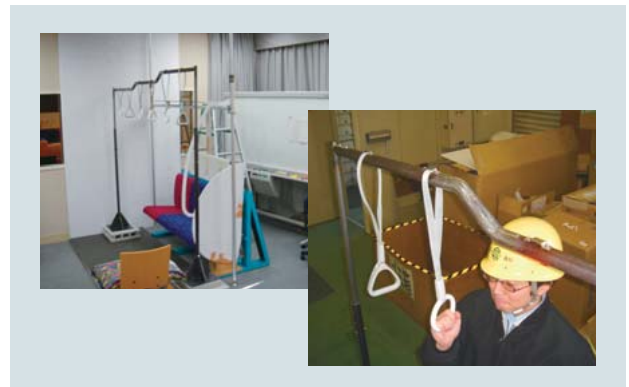


図6 つり手検証試験

モックアップを用い、つり手の高さや長さの検証を実施し、使いやすい高さとなるようにユニバーサルデザインの視点で開発を行った。

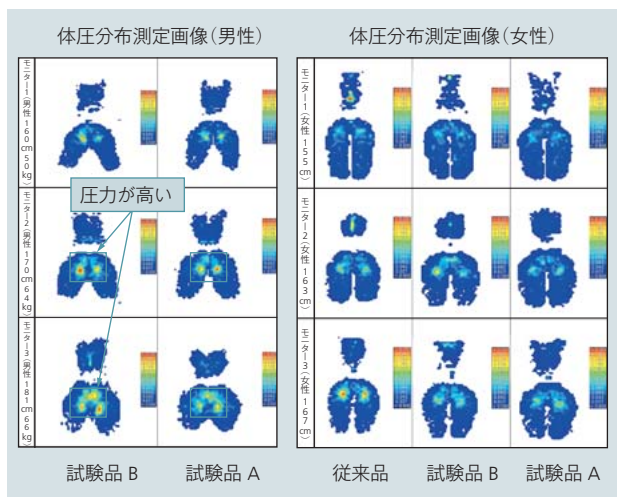


図7 腰掛け体圧分布測定結果

体圧分布測定を実施し、安定感があり圧迫されない腰掛けの開発を行った。

勤電車には、座面が低く奥行きのある腰掛けは適さないことから、A-trainの標準寸法である座面高さ、奥行きを踏襲した。

背ずり（背もたれ）の高さや背角は、着座したときに確実に支持できる高さとし正しい着座姿勢をとりやすい背角に設定した。背ずりの高さは確実に支持できるように、A-train標準寸法よりも高く設定している。背ずりは腰椎（つい）を支持する形状とすることで姿勢が保たれるとの意見を参考に、背中全体を包み込むような曲線形状とした。

座布団は臀（でん）部の収まり感を向上するために緩やかなバケット形状とすることとした。設計理論を基にモックアップを作成し、身体のどの部分に、どれぐらいの圧力が加わっているか傾向を知るために体圧分布測定を実施したところ、臀部の圧力が高いという結果となった。これは臀部が座布団にフィットしている面積が広いためであり、座布団詰め物の積層によって硬度を変更したことにより、安定感の向上とやわらかさを実現し、試験品Aを製品に適用した（図7参照）。

4. おわりに

ここでは、日立製作所が提供する鉄道車両への技術ソリューションとして、新幹線車両の新技术A-trainのデザイン面での取り組みについて述べた。

鉄道車両は国内、海外市場を問わず、到達時間の短縮、省エネルギー効果の高い公共交通機関として注目され、今後の発展が求められる分野である。日立製作所は、これからもさまざまなニーズに対応した新しい鉄道車両の技術開発、機能・意匠を重視したデザインをさらに進めていく考えである。

執筆者紹介



坂田 聡

1994年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 笠戸交通システム本部 車両システム設計部 所属
現在、新幹線車両のシステム設計に従事



武藤 大輔

2000年日立製作所入社、機械研究所 車両システム研究部 鉄道ユニット 所属
現在、鉄道車両の車内騒音予測低減方法の開発に従事
日本機械学会会員、日本音響学会会員、制振工学研究会会員



奥 徳一郎

2003年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 車両システム本部 車両技術部 所属
現在、新幹線車両のシステムエンジニアリングに従事



谷井 靖典

1990年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 笠戸交通システム本部 車両システム設計部 所属
現在、公民鉄車両のシステム設計に従事



広瀬 伸吾

1991年日立製作所入社、デザイン本部 社会ソリューションデザイン部 所属
現在、鉄道車両、モノレールのデザイン取りまとめに従事



大隈 健二

1991年日立製作所入社、社会・産業インフラシステム社 交通システム事業部 車両システム本部 車両技術部 所属
現在、公民鉄車両のシステムエンジニアリングに従事