

## 連携記事

# E5系新幹線電車（量産車）の概要

## Overview of Series E5

田中修司  
Shuji Tanaka

東日本旅客鉄道（株） 鉄道事業本部  
運輸車両部 車両技術センター  
新幹線車両グループ 主席

### 1 はじめに

東日本旅客鉄道株式会社では、東北新幹線の新青森駅延伸開業に向けて、お客さまサービスの向上を目的に新幹線高速車両の開発に取り組んできた。今回、Fastech360Sの開発成果及びE5系量産先行車の試験結果を反映して、E5系新幹線電車（量産車）を新造し、2011年3月5日より、最高速度300km/hにて「はやぶさ」号として営業を開始した（図1）。

この車両は、営業運転性能としては国内最高速となる320km/h走行までの力行性能及びブレーキ性能を備え、高速走行時においても環境性能や車内快適性を満足させる技術を搭載している。さらに、新幹線電車として初めてのグレードとなるグランクラスを設置するとともに、これに合わせインテリアデザインをコーディネートした。

以下、E5系新幹線電車（量産車）の概要を紹介する。

### 2 主要諸元

E5系は、現行のE2系「はやて」車両と同様に10両編成と

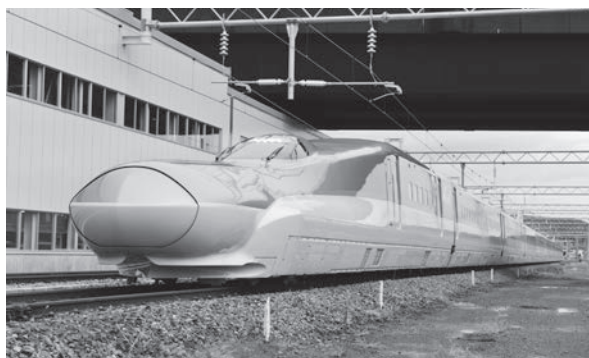


図1 E5系新幹線電車（量産車）

し、グランクラスを10号車、グリーン車を9号車、普通車を1～8号車の10両で構成している。MT比\*1は8M2Tとし、3両+2両+2両+3両の4ユニットで構成している。

車両の最高運転速度は320km/hで、50Hzの電源周波数にのみ対応している。起動加速度は0.474m/s<sup>2</sup> (1.71km/h/s) とし、上り3%での均衡速度は360km/hとした特性を有している。さらに、E3系と併結した場合はE3系と同等の特性とする切替機能を有し、起動加速度は0.444m/s<sup>2</sup> (1.6km/h/s)となる。

### 3 デザイン

#### 3.1 エクステリアデザイン

先頭形状は、Fastech360Sのアローラインをベースに、定員を確保する目的で先頭長を15mとしたうえで、環境性能を最適化する形状とした。

外観のカラーリングは、上部色は太陽光に光り輝く「常盤グリーン」、下部色は「飛雲ホワイト」、帯は「つつじピンク」を配色している。なお、「常盤グリーン」は東日本旅客鉄道（株）のコーポレートカラーを意識し、「飛雲ホワイト」「つつじピンク」は現行「はやて」と同色である。また、外板には、鳥類の「はやブサ」をモチーフとし、E5系の持つ先進性とスピード感を表現したシンボルマークを両先頭車に配置した（図2）。



図2 シンボルマーク

\*1 MT比：動力車（M）と付随車（T）の構成比

### 3.2 インテリアデザイン

「ゆとり」、「やさしさ」、「あなたの」をキーワードとして、グランクラスの設置に伴い、デザインコンセプトを「特別な旅のひと時をあなたに—Exclusive Dream—」として、グランクラスを頂点に各客室グレードに応じてしつらえた。

グランクラスは、「本草」「ウール」などの質感の高い素材を採用し、濃い木質の効果的な使用によるウォーム&ナチュラルなインテリアとした。照明はすべてLEDを用い、複数の間接照明と手元照明の組み合わせにより、プライベート感あふれる心地よい印象を醸し出し、非日常的でありながら、上質で洗練されたインテリア空間を演出した (図3)。

グリーン車は、ライトウォールナットの木目とブラウンベージュのシートをベースに、銅色メタリックによるアクセントを加え、さらに、開放感を演出する柔らかな間接照明と、パーソナル感を高める荷棚下照明により、暖かみがあり、エレガントで上質感のある空間を演出した (図4)。

普通車については、明るいグローブ照明により天井の開放感を表現するとともに、荷棚まわりに明るい白木調の木目を配し、全体をブラウン+グレー系のトーンでまとめ、交互に色の濃さを変えた繊細な柄のファブリックにより、座席の

パーソナル感と品質感を表現し、ナチュラルで広々とした空間を演出した (図5)。

## 4 車体設備

### 4.1 構体

E2系1000代と同様に基本構体は、中空トラス断面の大型形材を使用した気密構造とし、E5系ではダブルスキン構体の適用範囲を妻構体及び台車上部にも拡大し、剛性向上と低騒音化を図っている。車体断面積はトンネル微気圧波を低減するためFastech360Sと同じとして、車体高さを3650mmとした。最大車体幅は車体傾斜を考慮したため、3350mmとしてE2系1000代より縮小したが、腰掛の肘掛高さでの車体幅を最大として客室空間を確保した。なお、構体型材を最適化設計することにより剛性向上を行い、乗り心地の向上を図った。

### 4.2 腰掛

お客さまからのご要望が多い、それぞれがくつろぎの時間を持てるような座り心地に配慮した腰掛とした。

グランクラス腰掛 (図6) は、バックシェルタイプの斬新な



図3 グランクラス車内



図5 普通車室内



図4 グリーン車室内



図6 グランクラス腰掛

デザインに、広いシートピッチと広い座面によるゆとりと、大きなリクライニング角度と、座面とレッグレスト・フットレスト連動によるあらゆるポジションで快適な座り心地を提供する座席にするとともに、グランクラスのアテンダントサービスにお使いいただけるダイニングテーブルやカクテルトレイをはじめ、読書灯、パソコン用のコンセントを装備している。

グリーン車の腰掛はレッグレストを装備し、レッグレストと連動して座面がチルトする機構を採用するとともに、座席背面の形状を改良、座面幅もE2系と比較し各5mm拡大するとともに、背もたれには読書灯を内蔵した。背もたれの背面と肘掛内蔵の大小2種類のテーブルを用意し、パーソナル感を高め、快適性を向上させた。

普通車の腰掛は、E2系と比較し、シートピッチを+60mm広げて1040mmとし、3列席の座席幅をB席+25mm、A、C席+10mm拡大した。新幹線車両としては初めて、すべての座席に可動式の枕を取り付け、リクライニングと連動して座面がスライドする機構を採用し、ゆとりと座り心地の向上を図った。

#### 4.3 バリアフリー設備

5、9号車に車椅子対応の腰掛及び洋式トイレを、5号車には多目的室及び車椅子対応の洗面所を配置した。なお、車椅子対応トイレ及び多目的室は、改良型ハンドル形電動車椅子でも利用可能な構造とするとともに5号車車椅子対応トイレには、オストメイト設備を装備した。

なお、点字、音声やランプによる乗降扉の開閉方向のお知らせなどはE2系1000代4次車やE3系2000代を踏襲した。

#### 4.4 セキュリティ向上

セキュリティ向上のため、新幹線として初めて客室に非常通話装置と連動して動作する防犯カメラを設置した。出入口には防犯カメラ、洋式トイレには客室と同じ非常通話装置と炎検知器を設置した。

#### 4.5 その他客室設備

車内案内表示器は、フルカラーLED及び2段表示可能なように大型化を図った。パソコン対応のコンセントは、グランクラス及びグリーン車は全座席、普通車は窓側及び客室端部の座席に設置した。

#### 4.6 出入り台設備

9号車の出入り台は、グランクラス、グリーン車共通の空間として、グレード感のある木質をベースにドア周りに真紅のアクセントを加え、上質感のある空間を表現した(図7)。

普通車の出入り台は、落ち着いたあるグレイッシュな木目

と華やかなイエローを組み合わせ洗練された空間を表現した。

#### 4.7 トイレ・洗面所

トイレはすべて洋式とし、車椅子対応トイレ以外にはベビーベッド、ベビーチェアを装備した。1、3、7号車のトイレ1箇所は洗面所と一体化した女性専用のスペースとし、扉を通路と直角に配置することにより出入りへの抵抗を軽減するとともに、トイレ内には姿見と更衣台を、洗面所には側面鏡と明るい照明を配置し、女性にやさしい構成とした(図8)。

## 5 環境対策

#### 5.1 トンネル微気圧波

Fastech360sは16m先頭長で構成したが、営業用として以下の見直しを行った(図9)。

- ・定員を可能な限り確保するために先頭長を15mとする。
- ・地上設備に影響を及ぼさないため、E6系を併結したときの編成長を考慮する。
- ・乗り心地の確保とメンテナンス性を考慮し、台車を共通化する。



図7 9号車デッキ



図8 女性専用エリア



- ・運転台の前方及び後方視認性、機器の操作性はE2系並みとする。
- ・Fastech360Sでの試験的要素項目を省略する。

この条件のもと、Fastech360Sと同等の微気圧波性能を達成するため、遺伝的アルゴリズム解析の手法を用い、断面積変化率の最適化を図った。

## 5.2 車外騒音

### 5.2.1 台車フルカバー

側面にはフサギ板を取り付けることにより平滑化し、可能な限り吸音材付きとすることにより、さらなる騒音低減を図った。台車部についても、新幹線として初めて全台車をフルカバーで完全に覆うことにより、台車部の機械騒音を遮音し、車体側面を平滑にして空力音を低減させた。

### 5.2.2 パンタグラフ及び屋上機器

パンタグラフは台枠部分を片側に寄せて主樑を片持ち式とし、従来の「はやて」に使用しているパンタグラフを低騒音化させたとともに、多分割すり板の採用により、架線に対する

追随性を向上させ320km/h走行で安定した集電性能を確保し、1本のパンタグラフで走行することを可能とした。さらに、屋根上には、極力機器を設置しないようにするとともに特高ケーブルを車内天井部配置とし、走行時の騒音を低減させている(図10)。

### 5.2.3 全周ホロ

車両連結部分からの空力騒音を低下させる目的で車体間を覆う全周ホロを採用した(図11)。曲線通過時には、リンク機構により干渉することなく偏倚を吸収する構造としている。

# 6 走行装置

## 6.1 台車

E2系で実績のある支持板方式をベースに走行性能及び信頼性、快適性の向上を図った(図12)。

## 6.2 輪軸

車輪は、車輪径φ860mm、中央締結式のブレーキディスクを

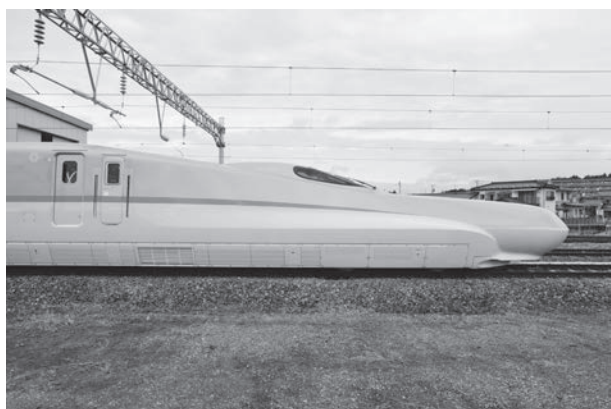


図9 先頭形状



図10 低騒音パンタグラフと遮音板



図11 リンク式全周ホロ

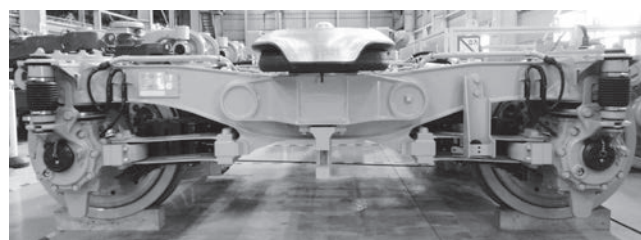


図12 E5系用電動台車

搭載できる構造とした。駆動装置は、実績のあるハスバ歯車方式を採用し、走行速度の向上に合わせ、設計、製造管理方法の見直しを行った。歯車型タワミ軸継ぎ手はWN方式とし、軽量化のための小径化と低振動、低騒音化を目的に歯面の加工精度を上げている。

### 6.3 軸箱及び軸箱支持装置

車軸軸受は、実績のある油浴式円筒ころ軸受とし、走行速度の向上に対応し、軸箱構造は温度上昇を低減する形状としている。軸箱体は軽量化のためアルミ製とした。軸箱支持方式は、信頼性とメンテナンス性を考慮し実績のある支持板方式を採用し、走行安定性を向上させるため、軸箱支持剛性を見直しを行うとともに、軸バネ及び軸ダンパの定数の最適化を図り、乗り心地を向上させている。

### 6.4 車体支持装置

車体支持装置については、一本リンク牽引方式とし、速度向上による安定性向上を図るため、ヨーダンパの高減衰化を行った。車体傾斜装置に対応するため、空気ばねの許容ストロークの拡大及び高さセンサーを一体化した自動高さ調整装置を採用している。

### 6.5 基礎ブレーキ装置

基礎ブレーキ装置は、空圧方式のキャリパ方式と均圧のパッドを採用し、中央締結式のブレーキディスクと組み合わせることで熱影響を極力小さくし、高速からのブレーキ性能の向上を図った。

### 6.6 車体傾斜装置

空気ばねにより車体を傾斜させて遠心力を緩和することで、曲線通過時の乗り心地を向上させる車体傾斜装置を全車両に装備し、曲線の通過速度を向上させている。最大傾斜角度は1.5度であり、半径4000mの曲線においても320km/hで走行が可能である。

### 6.7 動揺防止制御装置（フルアクティブサスペンション）

高速化に対応して、応答性と出力を高めた電気式アクチュエータを採用し、車体の揺れを感知して、左右振動を低減する動揺防止制御装置を全車両に搭載した（図13）。なお、世界で初めて、車体傾斜装置と動揺防止制御装置を同時に制御することにより、E2系275km/hと同等の乗り心地をE5系の320km/hで実現している。

## 7 ブレーキ装置

### 7.1 概要

ブレーキ方式は、回生ブレーキ併用電気指令式空気ブレーキ方式を採用し、常用、非常、緊急、耐雪の4種類のブレーキ方式を有している。なお、先頭車のBCU\*2を2重系とすることによりBCU異常発生時のバックアップ機能を追加し、信頼性を向上させている。

### 7.2 編成ブレーキ制御

S-TIMSにより、回生ブレーキ力と空気ブレーキ力の演算を行う編成ブレンディング制御を行う。

### 7.3 停電検知ブレーキ

地震発生時の停電検知装置動作においては、通常の非常ブレーキよりも高いブレーキ（HEB）を出力するとともに、セラジェットを散布する。なお、Fastechで採用した空気抵抗増加装置は、最高速度からの停止距離を従来の車両並みに確保できることが確認されたため、E5系には装備していない。

## 8 主回路及び補助回路装置

### 8.1 概要

主回路システムは、E2系と同様にM1車、M2車の2両1ユニットを基本としている。電源は単相交流50Hz、25kVの電車線電圧をパンタグラフにて集電し、VCB（真空遮断器）を介して主変圧器1次巻線へ接続している。主変圧器2次側2巻線は、主変換装置の入力となっている。補助電源装置は、主変圧器3次巻線出力を変換して各補助回路に電力を供給している。

### 8.2 主回路装置

主変換装置は、力行時の主電動機への電力供給や制動時の



図13 電気式アクチュエータ

\*2 BCU：ブレーキ制御器（Brake Control Unit）

電力回生制御を行うほか、保護機能も有している。また、車両情報管理装置からの情報を元に、コンバータ間で搬送波位相差制御を行い、架線電流の高調波低減を図っている。なお、コンバータ、直流平滑回路、インバータ、真空交流接触器と、無接点制御装置、制御電源等の制御回路機器を1つの箱に収納した一体箱構造により機器寸法を縮小し、アルミニウム製筐体採用により軽量化を図った。

コンバータ・インバータ部とも3レベル構成の採用によりきめ細かな電圧制御が可能であり、主回路半導体素子として高速スイッチング可能なIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を採用することにより、主電動機や主変圧器の電磁騒音やトルクリプルを低減している。

主電動機は、320km/h走行を行うE5系用に新規に設計し、出力はE2系と同じ定格300kWであるが、特性を変更することにより高速走行を可能としている。

### 8.3 補助電源装置

出力は、バッテリー・直流負荷に電力を供給するDC100V、サービス機器等に電力を供給するAC100V (50Hz) の2系統あり、ヒータ等にAC100Vを供給する補助変圧器を内蔵している。

## 9 分割併合装置

10号車に分割併合装置を搭載しており、E3系及びE6系との併結走行を可能としている。基本的には、2分割の分併カバ、密着連結器の上に取り付けるタイプの電気連結器など、実績のあるE2系と同じ構造を採用した。

## 10 車両情報管理装置

高速走行における編成制御及びモニタリングを行うため、E2系の車両情報制御装置をベースに在来線のTIMSやFastech360SのS-AIMS (Shinkansen Advanced train

Information Management System) の開発成果を基にシステム構築を行った。S-TIMS (Shinkansen Train Information Management System) は高速走行に対応した、力行・ブレーキの編成制御、機器の遠隔開放、制御機能、モニタリングや故障記録、車上試験機能などの機能を有するとともに、セキュリティ機器及び案内表示機器の表示制御、運転状況記録に対応している。制御伝送の高速化による高機能化と高速メタル伝送線の採用によるメンテナンス性の向上を図った (図14)。

## 11 おわりに

E5系は、2011年3月5日より、最高速度300km/hで「はやぶさ」号として営業を開始した。なお、高速走行に伴う車両、地上設備のメンテナンスを適切に行うために、段階的に速度向上を実施することとしており、今後、車両の増備を進めつつ、2012年度末に「はやぶさ」320km/h運転及び「E5・E6系」併結300km/h運転、2013年度末には「E5・E6」併結編成を320km/h化とすることを予定している。



図14 運転台及び運転台モニタ

(2011年12月6日受付)