第41回 日本産業技術大賞

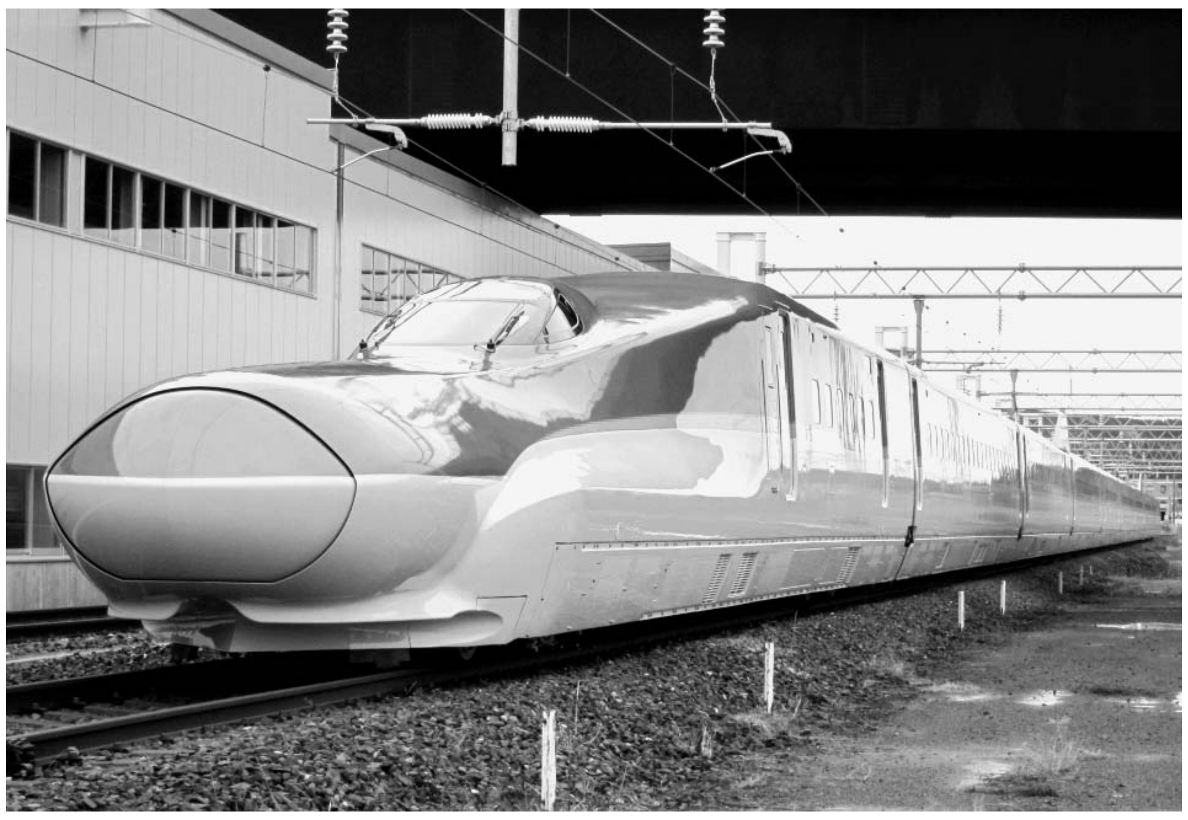
文部科学大臣賞

新型高速新幹線電車E5系

東日本旅客鉄道　川崎重工業
日立製作所　三菱電機　東芝
東洋電機製造　住友金属工業
三菱重工業　曙ブレーキ工業
クノールブレムゼ鉄道システム

速度上げつつ音・揺れ抑制

時速360kmを想定 工夫重ね基準クリア



長い〝鼻〟が特徴のE5系

座席シートは45度までリクライニングできフットレスト、読書灯などを備え居心地の良さを追求

改良されたE5系パンタグラフ

はやぶさ車両

現在、東北新幹線において国内最速の最高時速300キロ㍍で運行しているJR東日本のE5系新幹線電車（愛称「はやぶさ」）。2012年度末には最高速度を時速320キロ㍍に引き上げるこの車両は、日本の技術の粋を結集し、従来の新幹線車両よりも速度を上げつつも、静粛性や乗り心地は向上させた。それもそのはず。E5系開発の経緯を振り返ると、音と揺れの発生をいかに抑えるかに腐心した歴史が浮かび上がる。車両製作に携わる技術者たちが騒音と振動との戦いの末に実現させたのが、国内最速の鉄道車両E5系だった。

E5系の開発が始まったのは02年ごろ。当時の大塚陸毅JR東日本社長が「時速300キロ㍍を超える」ことを具体的な目標として掲げ、新車両開発の指令を出したことから、JR東の技術陣がその具現化に向け動きだした。

新幹線開発において、「速度向上」の壁になるのは、「騒音と振動を軽減させること」。それまでは最高速度時速275キロ㍍で営業しているE2系が最新の車両だった。だが、単純に車両の速度だけを上げるのであれば、E2系でも時速300キロ㍍は超えられる。問題は速度が高まるのに比例して大きくなる騒音と振動だ。E2系に採用している騒音や振動を減少させる技術では、時速300キロ㍍で走る際に生じる騒音や振動などの環境性能が国の基準をクリアできない。

そこでJR東は試験車両「FASTECH360」を製作した。「FASTECH」は「ファースト・テクノロジー」の略語であり、「360」は時速360キロ㍍を意味する。最高速度時速360キロ㍍程度で線路を走らせた際、その基本性能や信頼性に加え、騒音、振動といった環境性能の三つの要素を検証し、現行の新幹線の改良点を探ることから始めた。

走行したのは主に仙台市―岩手県北上市間。この区間だけ、線路を「軌道などの地上設備を時速360キロ㍍でも対応できるように変えた」（田島信一郎鉄道事業本部車両技術センター所長）。

鼻の長さ15m

また、環境規制で大きな障害となるトンネル微気圧波（車両がトンネル突入時に圧縮した空気が発する騒音や振動）の対策のため、その測定をする体制も整えた。そして、05年度から3年をかけて、営業列車が走行しない夜間に、徐々に速度を上げながら、試験走行を続け、評価を積み重ねた。そして、国の基準のクリアとそれを達成する技術にかかるコストの兼ね合いを考慮して、営業車両は最高速度を時速320キロ㍍に設定した。

こうして生まれた技術の一つが、E5系の特徴でもある「ロングノーズ」と呼ばれる長い〝鼻〟だ。FASTECH360では、鼻の形を2種類用意し、比較試験を実施。さらにシミュレーション、風洞実験の実験を加味した結果、E2系では9㍍だった鼻の長さを15㍍に伸ばして、トンネル微気圧波を軽減した。

また、はやぶさの外見で従来の新幹線から変わったもう一つの大きな点に、台車がカバーで覆われ、車輪が外から見えなくなったことがある。これは台車から出る機械的な騒音を閉じこめつつ、車体側面を平滑にして空力音を抑える狙いがある。カバーは「メンテナンス時に取り外す手間が増えるので、できればない方がいい」（田島車両技術センター所長）ものだが、騒音を減らすという大命題のため、採用された。

パンタグラフもまた、電流が流れるスパークの音と、風きり音で大きな騒音を出している。そこで、パンダグラフが電線と接して集電をするすり板部分を蛇腹状に変更。電線への追従性能を向上させた。従来は二つのパンタグラフを立てていたものを、はやぶさでは一つだけで済むようにし、騒音源を減らしている。

このほか、搭載した振動計のデータをもとに、車両の左右の振動を低減するフルアクティブサスペンション装置と、カーブを通過する際、車体を曲がる方向に傾斜することで、遠心力を緩和し、乗り心地を良くする車体傾斜装置も全車両に装備している。いずれも従来の新幹線に採用している技術だが、フルアクティブサスペンションと車体傾斜装置を併用したのは初めてだ。

新幹線はその誕生時から技術革新を進め、速度を向上させてきた。E5系の次となる車両のポイントとなる技術は何なのか。田島車両技術センター所長は「測定技術や素材などの周辺技術がどこまで高まるかがカギ」と話す。

安全と環境

レールの上を車輪で安定させて走らせるという鉄道固有の技術は、鉄道が生まれてからほとんど何も変わっていない。速度を上げるだけならば、モーターの出力を高めれば鉄道はリニアモーターカー並みの速度も出せる。問題はそれをいかに安全と環境性能を維持して高速化を実現するかにある。シミュレーションや解析の技術、素材の軽量化とその加工技術の高度化が鉄道の高速化を支えてきた。

E5系もまた、3年間にわたる試験走行をはじめ、数々のシミュレーションや実験の蓄積をもとに、騒音と振動という古くからの鉄道の障害を改めて研究、解析し直すことを開発の出発点にしている。今回、試験車両の最高速度は時速360キロであり ながら、コスト面からE5系は最高速度を320キロ㍍に抑えた。ただ、環境性能を高めるための周辺技術の進歩がさらに進めば、「時速360キロ㍍の実現は、そう遠いことではない」（田島車両技術センター所長）という。

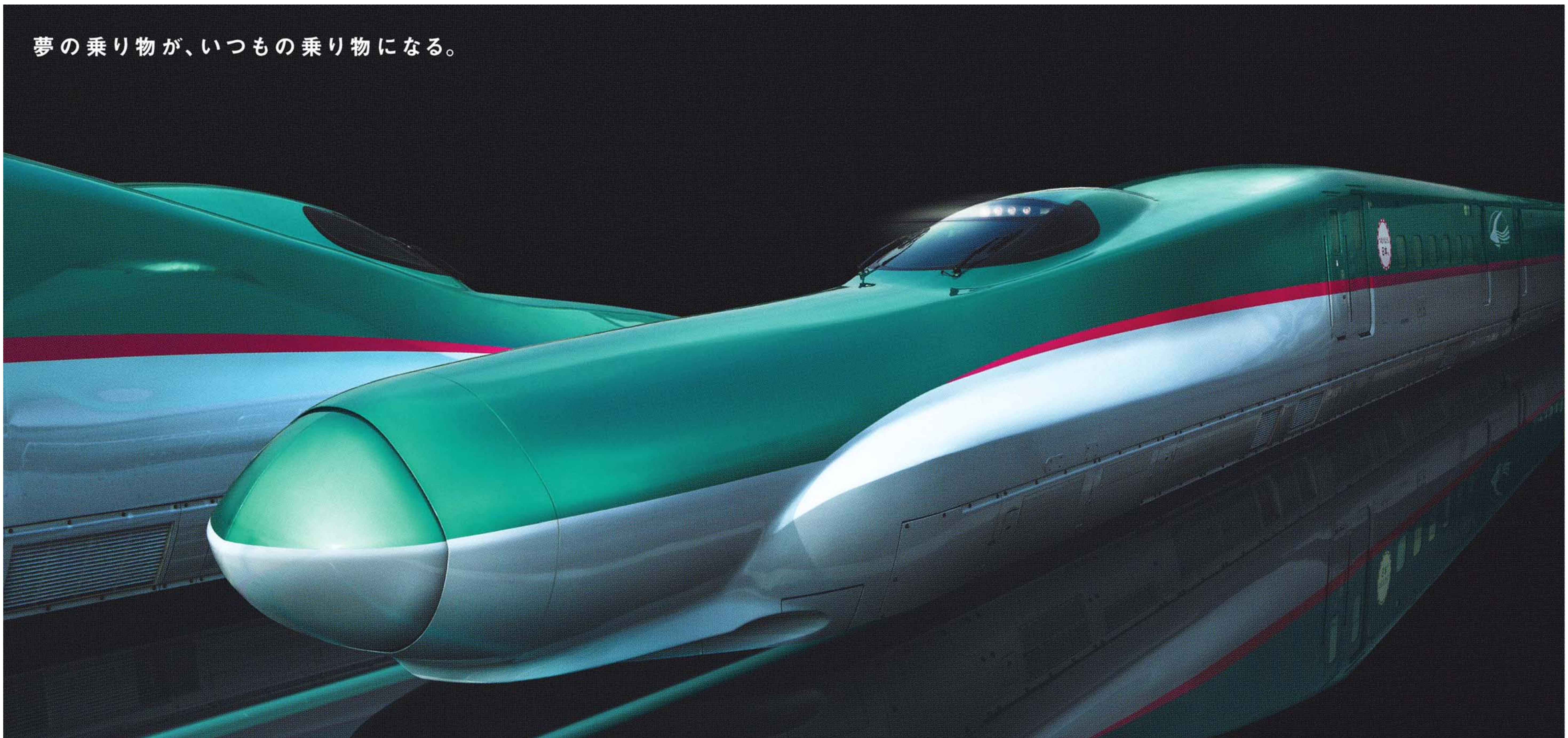
第41回日本産業技術大賞審査委員

◆審査委員長◆
総合科学技術会議議員　相澤　益男氏

◆委員長代理◆
科学技術振興機構理事長　中村　道治氏

◆審 査 委 員◆
産業技術総合研究所副理事長　小野　晃氏
新エネルギー・産業技術総合開発機構副理事長　羽藤　秀雄氏
東北大学総長　井上　明久氏
日本宇宙フォーラム理事長　間宮　馨氏
理化学研究所社会知創成事業本部長　土肥　義治氏
土木研究所理事長　魚本　健人氏
内閣府政策統括官　泉　紳一郎氏
文部科学審議官　藤木　完治氏
経済産業省産業技術環境局長　菅原　郁郎氏
日刊工業新聞社社長　井水　治博

（順不同、所属は審査委員委嘱当時のもの）



受賞団体・企業

東日本旅客鉄道株式会社　曙ブレーキ工業株式会社　川崎重工業株式会社　クノールブレムゼ鉄道システムジャパン株式会社　住友金属工業株式会社　株式会社東芝　東洋電機製造株式会社　株式会社日立製作所　三菱重工業株式会社　三菱電機株式会社