

標準型車両「efACE」の展開

Gloval Expansion of “efACE” Standard Railcar



加藤 英一①*	Eiichi Kato
神戸 勝啓②	Katsuhiro Kanbe
岡山 千裕③	Chihiro Okayama
多田 章彦④*	Akihiko Tada
矢木誠一郎⑤	Seiichiro Yagi
内田 啓⑥	Kei Uchida

当社の標準型車両「efACE」は、「標準型」の思想でありながらも「柔軟性」を併せもつ特徴を生かし、国内市場でアルミ製車両からステンレス製車両まで適用を広げてきた。

現在、さらに発展の見込まれる海外市場での新規顧客獲得、市場確保を狙うべく、従来の国内向け「efACE」を基礎技術とした海外向け標準型車両も開発している。

Kawasaki's efACE standard railcar combines the concept of a “standard car” and flexibility. In the Japanese market, Kawasaki made full use of this characteristic by applying the efACE model to both aluminum cars and stainless steel cars.

With an eye to capturing new customers and market share in overseas growth markets, Kawasaki is currently developing standard cars for overseas users based on the existing efACE technologies for the Japanese market.

まえがき

昨今、鉄道会社（顧客）からの要望が多様化しており、また短納期・低価格が求められている。このため、車両を標準化するとともに、多様化するニーズに柔軟に対応できることが望まれていた。

1 標準型車両「efACE」

当社はこれまで、さまざまなユーザーニーズに応える提案型車両として、標準型車両「efACE（イーフェイス）：Environmentally Friendly Advanced Commuter & Express train」¹⁾の開発を行ってきた。

標準型車両「efACE」は、鉄道車両に関わる人々、車両の利用客、運行・メンテナンスを実施する鉄道事業者、そして車両を製作する鉄道車両製造メーカー、それぞれの立場において満足のできるバランスのとれた車両としている。

これまでの車両メーカー主導の標準型車両では、車両の製造工程やコストが最優先され、必ずしも、利用客や鉄道事業者にとって満足のいく車両を実現できていなかった。

しかしながら、製造コストを抑えることは、鉄道事業者にとっても車両導入コストの削減につながり、さらには、利用客もより快適な新車を利用する機会が増えるなどのメリットを共有できることになる。

低コストな標準型車両でありながら、それぞれの立場でのメリットを失わないようにするため、当社の「efACE」には三つの基本コンセプト、「付加価値」、「柔軟性」、「合理性」を持たせている（図1）。

「付加価値」とは、安全、快適、意匠など、「柔軟性」とは、さまざまな車両のサイズや用途、材料への適合など、そして、「合理性」とは、安定した品質、低価格化などを意味している。

これら三つの基本コンセプトは、これまでの車両メーカー主導の標準型車両では軽視されがちな項目であったが、



図1 標準型車両「efACE」の基本コンセプト
Fig. 1 Basic concepts of efACE standard car

「efACE」では、常に計画段階から配慮されるべき項目となっている。

特に「efACE」の基本コンセプトの一つである「柔軟性」は、さまざまなユーザーニーズへの対応はもちろん、構体材料や製作方法にも影響されないなど、鉄道車両製造メーカーにとっての「柔軟性」も持ち合わせている。例えば、車両の大きさ、車体の材料、側窓の大きさ、出入口の位置、腰掛の数など、車体の基本構成にも影響を及ぼすような鉄道事業者ごとに異なるユーザーニーズにも柔軟に対応が可能となっている。

2 国内向け「efACE」の適用事例

アルミ製通勤型車両である京阪電気鉄道株3000系電車から適用された「efACE」は、その「柔軟性」を生かし、その後ステンレス製通勤型車両、ステンレス製近郊型車両にまで適用範囲を広げている。

ここでは、アルミ製車両とステンレス製車両の適用事例について紹介する。

(1) アルミ車両

アルミ車両（図2）は、押し出し型材を多用した台ワク、側、屋根、妻の各構体ブロックから構成され、組み立てられる。

当社の「efACE」アルミ構体では、屋根構体の両端に配置される軒ケタと、台ワク構体の両端に配置される側ハリを変動部材とし、さまざまな屋根高さや車体幅のユーザーニーズに対応してきた（図3）。

また、側構体は図3に示すような「ハモニカ構造」を持つ側構体部材から構成され、全車種共通構造としている。この「ハモニカ構造」は、車両内装設備品の種類や取り付

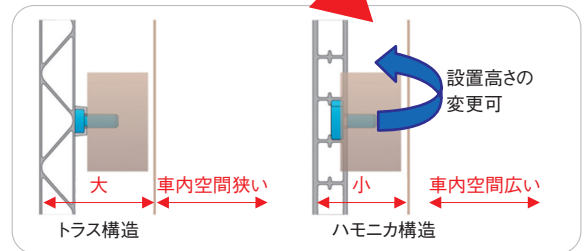
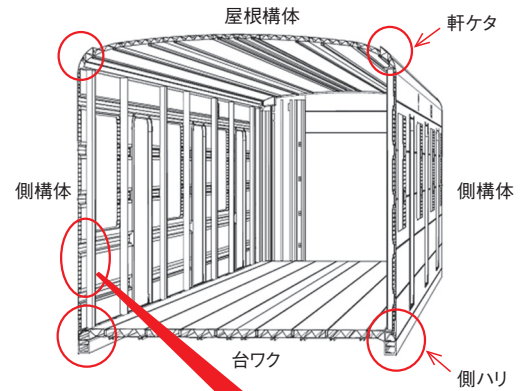


図3 アルミ製「efACE」適用車両の断面構造

Fig. 3 Cross-sectional structure of an aluminum efACE car

け位置などのユーザーニーズに側構体部材の変更なく対応できる「柔軟性」を持っている。

(2) ステンレス車両

ステンレス車両（図4）は、スポット溶接やレーザー溶接でステンレス製の外板、骨組み、ロールフォーミング成型された長尺材などを、台ワク、側、屋根、妻の各構体ブロックに構成し、組み立てられる。



京阪電気鉄道株 3000系

東京地下鉄株 16000系

図2 アルミ製「efACE」適用車両の実績例

Fig. 2 Trains featuring aluminum efACE cars

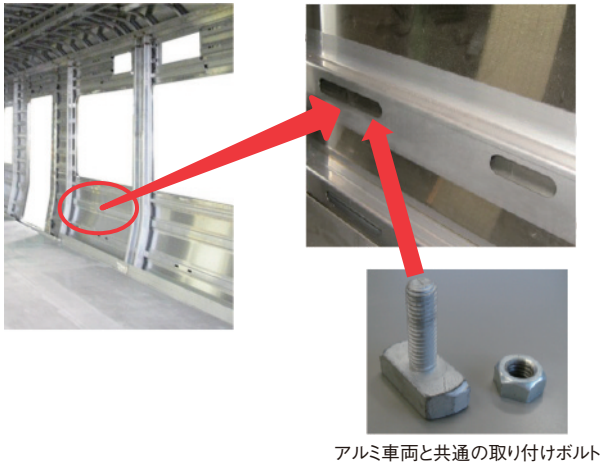


西日本旅客鉄道株 225系

北海道旅客鉄道株 733系

図4 ステンレス製「efACE」適用車両の実績例

Fig. 4 Trains featuring stainless steel efACE cars



アルミ車両と共通の取り付けボルト

図5 ステンレス製「efACE」での内装取り付け構造
Fig. 5 Interior mounting structure of a stainless steel efACE car

「efACE」ステンレス構体では、側構体の車長方向に配置される骨組みをアルミ構体の「ハモニカ構造」と同形状とすることで、内装材の取り付け方法をアルミ車両とステンレス車両で共通化させている（図5）。

3 海外向け「efACE」の開発コンセプト

近年、高まりつつある現地生産化率の拡大といったニーズにも対応できるような海外向け「efACE」を開発するにあたり、三つの基本コンセプト、「付加価値」、「柔軟性」、「合理性」は維持したまま、それぞれの基本コンセプトを下記の通り、海外向けとして具体的に再設定した。

- 付加価値 ⇒ 現地生産化
- 柔軟性 ⇒ 設備、調達、工法の柔軟性
- 合理性 ⇒ モジュール化

さらに、開発メンバーがより具体的に開発コンセプトのイメージを共有できるように、

「どこでも、だれでも」

というキャッチフレーズも設定した（図6）。

(1) どこでも

鉄道車両製造では、長尺という鉄道車両形状の特徴のため、さまざまな専用設備が必要となっている。その専用設備の使用を回避するためには、短尺に分離し、それらを結合することになる。つまり、モジュール化が必須となる。

モジュール化された各構成材は、その短尺化されたサイズにより、鉄道車両製造専門の既存メーカーにとらわれることなく、新たな外部調達先からの入手も可能となる。

また、従来では、構体結合という6面体へ形成する結合工程において、鉄道車両製造メーカー保有の専用地上設備が必須であった。今回、この専用地上設備を必要としない結合方法や治具の開発も行った。

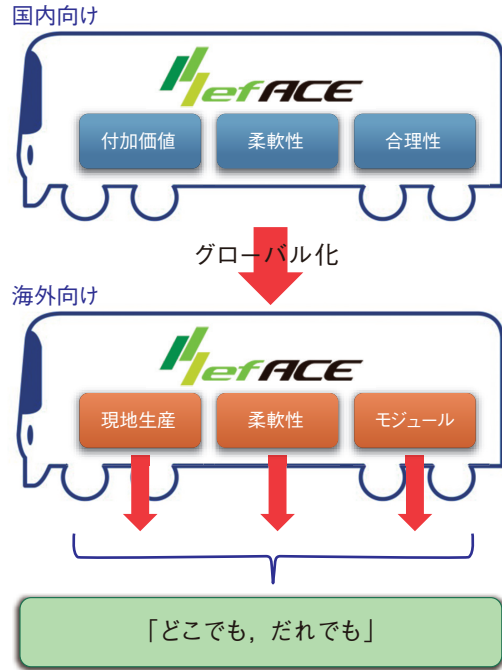


図6 海外向け「efACE」の開発コンセプト
Fig. 6 Development concepts of efACE for overseas

(2) だれでも

従来の鉄道車両は、溶接工、板金工、電気工、配管工など、多種に及ぶ専門工の技量に依存して製造されている。現地生産先や、新たな外部調達先に、この専門的な技量を短期で取得させることは困難である。そのため、作業員個人の技量に頼らない製造方法が必要となる。

モジュール化された各構成材のサイズは、一般的な工場が所有している加工機のテーブルサイズを基本サイズとし、機械化により人の技量に依存しない製作を可能にした。また、各構成材の接合時には、作業員の技量に依存する接合方法でなく、ツールによって施工管理できる接合方法へと変更している。

電線類の施工についても、車両内での電線長の調整、端子類へのピン打ち作業などを排除するため、完全なハーネス化を検討し、適切なハーネスモジュールを設定した。これにより、車両での作業は、外部で完成されたハーネスモジュールを車両へ搭載するのみとなっている。

(3) 艤装単位

鉄道車両製造における「艤装」とは、設備品、電線、機器類を車両へ搭載する作業である。

従来の標準的な設計工程では、車両性能として基本的な要件である車体強度が優先され、その後に「艤装」の設計が着手されていた。海外向け「efACE」の開発では、初期検討時から、各構成材のモジュールの分割単位や分割位置など、「艤装」を考慮に入れている。

「艤装」における最適なモジュール単位と車体強度にお

ける最適なモジュール単位とでは、分割位置や結合方法、製造工程の順序など、従来の製造方法では一致させることができなかった。そこで、製造工程の入れ替えや各製造工程での制約なども考慮した上で、モジュール分割を適切に調整し、各モジュールごとの「先組化」を実現している。

4 海外向け「efACE」のモックアップ製作

上述のキャッチフレーズを基に計画、設計された車両が実現できるかを検証するために、実物大モックアップを製作した（図7、図8）。

各構体のモジュールの構成部材は車両製造メーカー専用設備を使用せず、一般的な板金工場が所有している設備のみを使用し製作した。

6面体結合時にも、車両製造メーカー専用の地上設備を使用しない簡易的な治具を開発・設計して、使用した。

内装部材は、これまでの鉄道車両向け内装素材にとらわれず、建築向け素材や樹脂素材を多用し、新たな外部調達先へ発注した。取り付け方法も、従来工法にとらわれず、



図7 海外向け「efACE」モックアップ外観
Fig. 7 Exterior of a mockup of an efACE car for overseas



図8 海外向け「efACE」モックアップのインテリア
Fig. 8 Interior of a mockup of an efACE car for overseas

店舗建築などで使用されている什器類の据え付け工法を参考にし、鉄道車両向けにアレンジして採用している。

「だれでも」が実現できているかを確認するため、このモックアップ車両の一区画は、開発者と設計者が自ら取り付け作業を実施した。従来の内装作業で技量を要する調整作業を排除した設計および意匠とすることで、当社の熟練作業者が製作した区画と遜色ない仕上がりを得ることができた。

海外向け「efACE」モックアップの製作で得た要素技術は、国内向け「efACE」へ順次フィードバックしている。「柔軟性」を最大限に活用した海外向け「efACE」モックアップは、従来の国内向け「efACE」の「柔軟性」をさらに拡大できることが分かった。その結果、近年、国内向け鉄道車両で要求されている、差別化を図るための高度なユーザーニーズにも、的確かつ柔軟に対応できるようになった。

現在、当社で新規設計される鉄道車両には、「efACE」の数々の要素技術が採用されている。

あとがき

当社の標準型車両「efACE」は、その基本コンセプトの通り「柔軟性」に富み、海外向け車両への展開も可能となることが分かった。

また、開発中の海外向け「efACE」では、「柔軟性」をさらに拡大できることが分かり、従来の海外向け車両の高度な技術と共に、国内案件へのフィードバックも可能となった。

さらに開発を進め、国内および世界各国のユーザーニーズに柔軟に応じていきたい。

参考文献

- 1) 岡山, 平嶋, 真田, 北林, 熊本, 矢野: “さまざまなユーザーニーズに応える提案型車両 – 標準型通勤車両「efACE」–”, 川崎重工技報, No. 170, pp. 28-31 (2010)



加藤 英一



神戸 勝啓



岡山 千裕



多田 章彦



矢木誠一郎



内田 啓