

# 当社のステンレス車両 sustina に至る開発史

Development History of Stainless Steel Vehicles in J-TREC from 1958 to “sustina”

松岡茂樹 Shigeki MATSUOKA

米盛逸人 Hayato YONEMORI

及川昌志 Masashi OIKAWA

鈴木久郎 Hisao SUZUKI

わが国は、特急車両を除く旅客車両の6割がステンレス車両であり、沖縄を除く46都道府県で運用されている世界でも類を見ないステンレス車両大国である。その歴史は、1958年に当社（当時東急車輛製造）が日本初のステンレス車両である東京急行電鉄5200系を開発したことから始まった。その後、米国技術導入によるオールステンレス車両の開発、米国技術を越えた軽量ステンレス車両の独自開発と日本国有鉄道および業界各社への無償技術公開により、全国に普及が拡大した。本稿では、その技術史を現在の“sustina”に至る5世代に分類して概観し、ステンレス車両の技術史が純技術開発の歴史だけではなく、技術経営の歴史でもあることを示した。

Japan is a country of stainless steel railway vehicles, which is quite unique in the world. 60% of the regional passenger's railway vehicles in almost all prefectures are made of stainless steel. The history of Japan-made stainless steel vehicles had begun with Tokyu series 5200 developed in Tokyu Car Corporation (present J-TREC) back in 1958. Development of “all-stainless steel” vehicles with introduction of US technology, followed by the original light-weight stainless vehicle and later free disclosure of this technology to the other manufacturers had lead the stainless steel vehicles to spread in nationwide. Five generations to the latest “sustina” are summarized herein.

key word : car body shell, stainless steel, railway vehicle, innovation, technological history

## 1 はじめに

鉄道車両の構体の構造部材としては、普通鋼，ステンレス鋼，アルミニウム合金の3種類が使われている。このうちステンレス車両の歴史は、1958年11月18日に当社を出場し、同12月1日に竣工した3両の東京急行電鉄（現東急電鉄，以下，東急電鉄）5200系から始まった<sup>(1)(2)</sup>。うちデハ5201は、東急電鉄各線，上田交通（現上田電鉄）で活躍後、2008年から生まれ故郷の当社横浜事業所で保存（図1）されており<sup>(3)</sup>，製造から60余年後の今でも製造当時と変わらない外板の輝きを保っている。このことは、ステンレス車両の特長である耐候性の高さや、それともなうライフサイクルコストの良さを物語っている。

東急電鉄5200系から始まるステンレス車両は、米国技術導入による東急電鉄7000系から始まるオールステンレス車両に発展し、戦後の高度経済成長を支えた。そして東急電鉄5200系と7000系は、技術・経済・社会・文化面での普遍的価値が高く評価され、日本機械学会「機械遺産」、産業考古学会「推薦産業遺産」に認定されている<sup>(3)</sup>。

本稿では、東急電鉄5200系に始まり、現在の sustina

に至る当社のステンレス車両の開発史を、以下の5世代に分けて概観する。

- ・セミステンレス車両（1958年-）
- ・米国技術提携ステンレス車両（1962年-）
- ・軽量ステンレス車両（1978年-）
- ・新系列ステンレス車両（1992年-）
- ・J-TREC “sustina” ブランド車両（2013年-）

表1に当社のステンレス車両の世代分類を、表2に、各世代のステンレス車両と当社の歴史を示す。

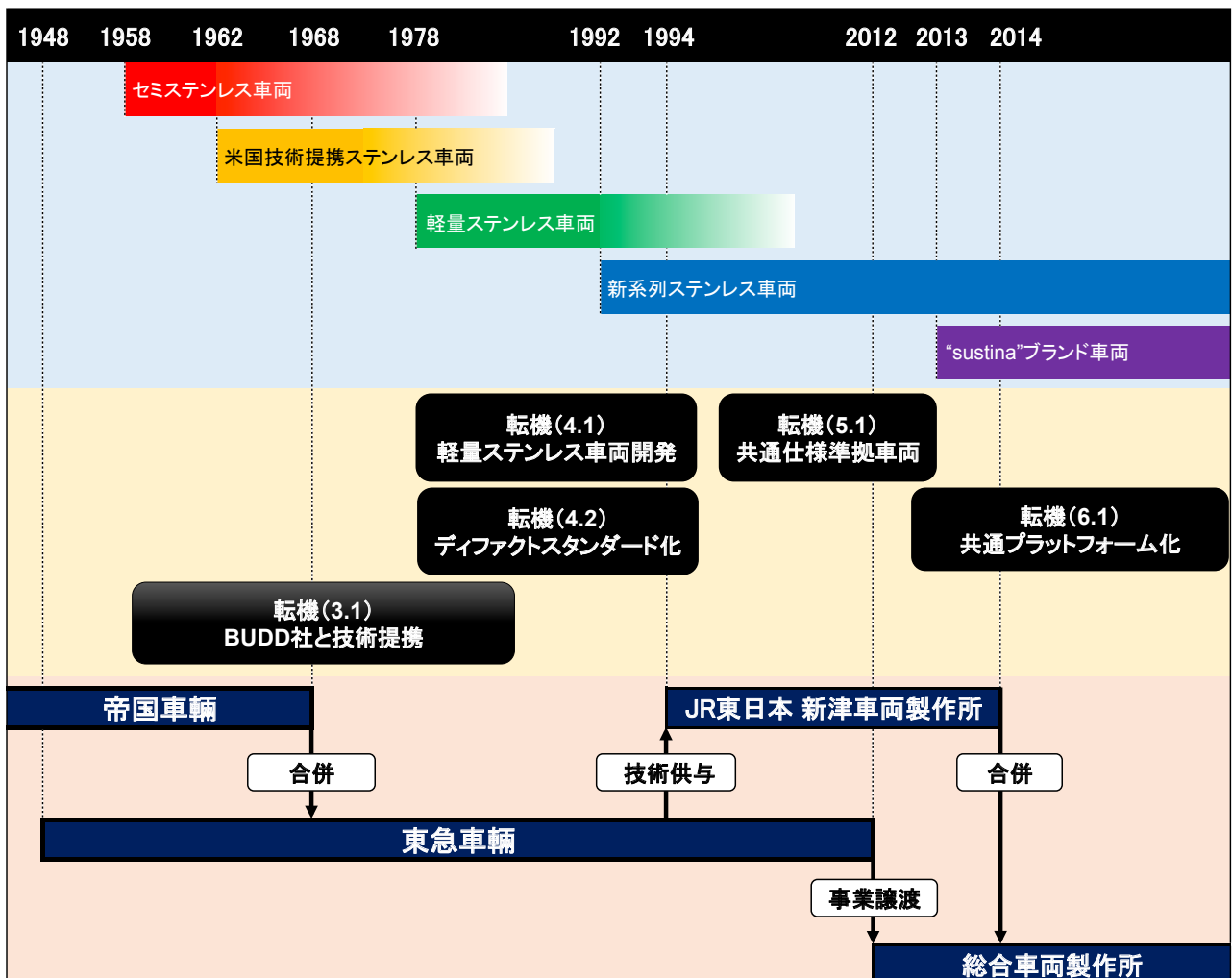


図1 機械遺産東急電鉄デハ5201<sup>(4)</sup>  
(1958年，東急車輛製)

表1 当社のステンレス車両の世代分類

項目	セミステンレス車両 (スキステンレス車両)	米国技術提携 ステンレス車両	軽量ステンレス車両	新系列ステンレス車両	“sustina”ブランド車両
外観上の特徴 (基本型)	・外板のみステンレス ・コルゲート外板	・骨組もステンレス化 ・コルゲート外板	・ビード外板	・フラット外板(セギリ付)	・フルフラット構造 ・外板継ぎセギリおよび開口部外フレーム廃止
側外板 断面形状 (形状の総称)					
	(二山型コルゲート)	(台形コルゲート)	(ビードプレス)	(セギリ)	(フルフラット)
技術開発	・外板をステンレス化、車体の無塗装化	・米国技術導入、国産化 ・設計・解析技術 ・材料・塑性加工技術 ・スポット溶接技術	・自社開発 ・有限要素法解析による軽量化 ・車両用ステンレス鋼開発	・自社開発 ・量産化FA技術による低コスト化・軽量化 ・新保全体系	・自社開発 ・レーザー溶接による外観向上と省メンテ化
技術供与		・米国BUDD社から技術導入・国産化 ・米国ライセンス技術のため、東急車輛独占生産	・無償技術公開にともない、国鉄制式採用 ・ディファクト技術となり、全国に普及	・JR東日本新津車両製作所に技術供与 ・共通仕様標準車両として普及	

表2 当社のステンレス車両の歴史と会社の変遷



当社は、1948年に東急横浜製作所として創業した東急車輛製造（以下、東急車輛）を前身としている。東急車輛は、米国BUDD社と1958年～1985年に技術提携を行い、ステンレス車両の技術を導入している。また梅鉢鉄工所として19世紀からの歴史を有する帝国車輛工業（以下、帝国車輛）を1968年に合併し、東急車輛大阪工場としている。1985年には日本国有鉄道と各車両メーカーにステンレス車両技術を無償公開し、1995年には東日本旅客鉄道（以下、JR東日本）新津車両製作所にステンレス車両技術を提供している。

東急車輛は2012年に経営権移転により総合車両製作所となり、2014年にはJR東日本から新津車両製作所を併合した。

表3に、当社およびその前身の東急車輛、帝国車輛、JR東日本新津車両製作所も含む、当社のステンレス車両生産両数を示す。

東急車輛⇒当社横浜事業所、帝国車輛⇒東急車輛大阪工場（現当社和歌山事業所）、JR東日本新津車両製作所⇒当社新津事業所の3事業所におけるステンレス車両の総生産両数は、1958年12月1日から2020年3月31日までで、14901両に達している。

こうしてみると当社のステンレス車両開発史は、いくたびかの開発の転機が訪れ、保有技術の提携や公開、そして供与といった自社開発のたゆまない努力を経て、現在の sustina へつながるというストーリーが見えてくる。

次項から、各世代の開発史の概観、開発の転機と最も特徴が表れる車体外観の特長を順に述べていく。

## 2 セミステンレス車両

### 2.1 開発史の概観

1958年12月1日、日本初のステンレス電車である東急電鉄5200系電車（図2）が東急車輛で製作され、落成した。東急電鉄5200系は、東急電鉄5000系の骨組を活かし、外板をステンレス鋼に置き換えたもので、外板にステンレス鋼が用いられたことから、無塗装化による省メンテナンス化を実現した。その一方で骨組主要部は普通鋼のままであった。このような構造を持つ車両群を、外板と骨組の主要部を全てステンレス鋼としたオールステンレス車両との対比で、セミステンレス車両と呼称する。

セミステンレス車両は、公営の地下鉄車両を中心に普及した。公営車両は複数社発注を基本としており、1965年には東急車輛大阪工場の前身である帝国車輛でも生産を開始している。

セミステンレス車両は、無塗装化が可能であるものの、骨組が普通鋼製のため軽量化には寄与せず、また腐食の問題もあって浸透しなかったが、その後のオールステン

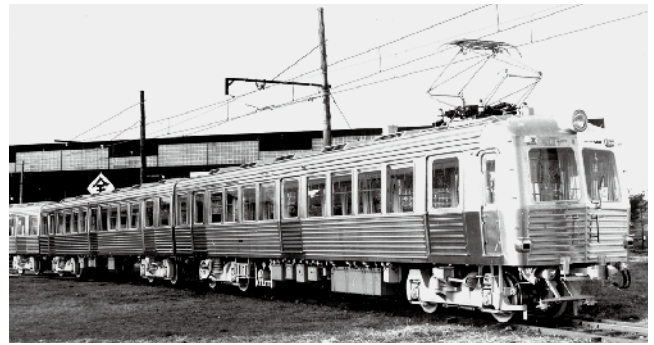


図2 日本初のステンレス電車  
東急電鉄5200系（1958年、東急車輛製）<sup>(1)</sup>



図3 セミステンレス車両のコルゲート外板<sup>(5)</sup>



図4 東急電鉄5200系の端部処理をしたコルゲート外板

レス車両の本格普及に向けて先導的な役割を果たした。

### 2.2 車体外観上の特徴

東急電鉄5200系の無塗装で銀色に輝く車体は、コルゲート外板のデザインとともに、戦後復興期のシンボルとなり、銀ガエルの愛称で親しまれた。

修正加工の困難なステンレス外板のひずみ抑制のため、波形の凸凹形状に加工したコルゲート外板（図3）を用いた。そのステンレス鋼の塑性加工の技術や、ステンレス鋼と普通鋼の異種金属の溶接技術を開発した。

なお、東急電鉄5200系は手作りのコルゲートを採用し、その端部は図4に示すように、溶接加工によって塞いでいる。このような手加工により美観を保っていたため、生産性は必ずしも高くはなかった。

表3 当社ステンレス車両製造両数（1958年12月1日-2020年3月31日）

鉄道事業者 輸出国・地域	製造初年	セミステンレス		米国提携	軽量	新系列		sustina		合計
		横浜	大阪	横浜	横浜	横浜	新津	横浜	新津	
東日本旅客鉄道	1987				310	2666	4583	24	690	8273
東京急行電鉄 (現東急電鉄)	1958	44		770	352	814		59	130	2169
京王帝都電鉄 (現京王電鉄)	1962			201	229	105		60		595
南海電気鉄道	1962			256	64	144				464
東京都交通局	1978	50			2	304	20	72		448
東武鉄道	1981			65	262					327
小田急電鉄	1987				96	213	16			325
京成電鉄	1972	28		36	62	110				236
帝都高速度交通営団 (現東京地下鉄)	1961	180	28							208
京浜急行電鉄	2007					182				182
相模鉄道	2001					85	35	60		180
西武鉄道	1991				170					170
大阪市交通局 (現大阪市高速電気軌道)	1967	14	12		126					152
日本国有鉄道	1963			10	135					145
横浜市交通局	1984				144					144
アメリカ	1984			60	64					124
タイ	1970			38				63		101
大阪府都市開発 (現泉北高速鉄道)	1970	62	16	12		4				94
横浜新都市交通 (現横浜シーサイドライン)	2010					90				90
台湾	1966			76						76
アイルランド	2000					68				68
東海旅客鉄道	1989				61					61
横浜高速鉄道	1999					54				54
静岡鉄道	1973			24				16		40
モザンビーク	1963	32								32
伊豆箱根鉄道	1986				30					30
北総開発鉄道 (現北総鉄道)	1978	6			8	8				22
江ノ島電鉄	1989	12				4				16
北大阪急行電鉄	1969		15							15
北海道旅客鉄道	1988				12					12
東京臨海新交通 (現ゆりかもめ)	1995				12					12
コスタリカ	1960	10								10
四国旅客鉄道	2003					6				6
しなの鉄道	2019								6	6
福岡市交通局	1981	6								6
青い森鉄道	2013					4				4
阿武隈急行	2019					4				4
<b>合計</b>		<b>444</b>	<b>71</b>	<b>1548</b>	<b>2139</b>	<b>4865</b>	<b>4654</b>	<b>354</b>	<b>826</b>	<b>14901</b>
		<b>515</b>				<b>9519</b>		<b>1180</b>		

注) 鉄道事業者は、製造初年当時の名称で表記している

### 3 米国技術提携ステンレス車両

#### 3.1 開発の転機（BUDD社技術提携）

骨組までステンレス鋼としたオールステンレス車両の開発は、世界初のオールステンレス車両を開発した米国のBUDD社からの技術導入を待たなくてはならなかった。

世界初のオールステンレス車両Pioneer Zephyr（図5）は1934年にBUDD社で開発され、商業的にも大成功した<sup>(1)</sup>。オールステンレス車両の製造技術は当時BUDD社の独占技術であり、技術の信頼は世界的であった。

1956年、東急車輛の社長だった吉次利二は、ブラジルを訪れた際に出会ったBUDD社のステンレス車両の商品価値に注目した。戦後新進の車両メーカーだった東急車輛は、ステンレス車両で世界にはばたくという経営理念のもと、BUDD社との技術提携（1958-1985）に踏み切った。

BUDD社からはステンレス車両の設計技術とともに、塑性加工技術・溶接技術・品質保証技術が移転され、1961年にはオールステンレス車両の専用工場が横浜工場内に完成した。床下の機器吊り金具や一部の配管・ダクトなどを、下面を上に向けたまま先に組み付ける床下反転ぎ装技術は、この時に日本で最初に導入され、鉄道車両業界では先駆けとして注目を浴びた。

#### 3.2 開発史の概観

1962年、日本初のオールステンレス車両である東急電鉄7000系（図6）が開発された。このグループは、コルゲート外板による機能的な外観を特長としており、第1世代ステンレス車両と呼称することもある。

オールステンレス車両では、外板だけでなく骨組もステンレス鋼製となり、軽量化と耐腐食性の向上が実現した。

BUDD社のライセンスポリシーが1国1企業であったため、わが国では東急車輛の独占生産となった。

そのため日本国有鉄道や公営鉄道など複数社発注を前提とする事業者には採用されず、グループの中核企業で



図5 Pioneer Zephyr（1934年、BUDD社製）<sup>(1)</sup>



図6 東急電鉄7000系（1962年、東急車輛製）<sup>(4)</sup>



図7 東急電鉄7000系のコルゲート外板<sup>(5)</sup>



図8 南海電気鉄道6000系<sup>(2)</sup>

ある東急電鉄を除き、比較的少量生産の単独受注車種に限定されていた。

限定的な採用例として、京王帝都電鉄（現京王電鉄）では本線が普通鋼製5000系、井の頭線がステンレス製3000系、南海電気鉄道では本線が普通鋼製の7000系、高野線がステンレス製の6000系（図8）などの例がある。なお、南海電気鉄道6000系が2019年まで1両の廃車もなく、1962年から長きにわたり第一線で活躍していることは特筆すべき事実である。

- また、使用済オールステンレス車両を用いて、
- ・腐食状況調査 日本国有鉄道キハ35形900番代
  - ・疲労強度試験 京王帝都電鉄3000系
  - ・リサイクル実験<sup>(6)</sup> 京王帝都電鉄3000系

が行われた。その結果として構体の腐食や劣化がないこと、アルミニウム合金製車両等と比較してもリサイクル性が極めて良好なことが実証され、その後の普及拡大に資する基礎データを提供することになった。

### 3.3 車体外観上の特徴

東急電鉄7000系の製造にあたり、専用の塑性加工機械の導入を行い、コルゲート外板の生産性が大幅に向上した。このコルゲート形状を図7に示すが、図3と比較しシンプルな形状である。また端部処理は、東急電鉄5200系では、ステンレス製の別部材で溶接によって塞いでいたが、東急電鉄7000系ではコルゲート端部をつぶして塞ぐ方法を採用し（図9）、デザイン性よりも機能性や生産性を優先した、米国流の合理主義的な割り切りがされていた。

その一方で、コルゲート外板は腰板幅を確保できないため、図10に示すようにコルゲート外板同士を重ね合わせ、シーム溶接によって接合している。

米国を起源とするオールステンレス車両は、日本の高温多湿・高荷重の条件下では、アーク溶接熱影響部の鋭敏化により、粒界腐食を起点とする応力腐食割れが発生することがあった。

また、やや機能的すぎるデザイン性も含め、国内ニーズに合った車両開発が待たれる状況になっていった。



図 11 東急電鉄 8090 系 (1980 年, 東急車輛製)<sup>(1)</sup>



図 12 日本国有鉄道 205 系 (1985 年, 東急車輛製)<sup>(1)</sup>



図 9 東急電鉄 7000 系のコルゲート板端部処理



図 10 東急電鉄 7000 系のコルゲート板同士のシーム溶接部分

## 4 軽量ステンレス車両

### 4.1 開発の転機 (国産化開発)

1974年のオイルショックを契機に省エネの機運が高まり、エネルギー効率の向上が求められたことから、当時量産化が進んでいたアルミ車両に対する競争力を高めるために、軽量化開発を行うことになった。

第1世代オールステンレス車両は、米国の車両設計基準を前提とした構造であったため、日本の車両設計基準からは過剰な強度となっていた。そこで、当時黎明期を迎えていたコンピュータを用いた有限要素法 (FEM) 解析を実施して、極限まで軽量化を進めた設計を行った。

2年後の1976年には試作構体を完成させた。そして、この構体に荷重を加え、剛性・強度の不足する部分に限り補強を追加する手法で、構造の最適化を行った。さらに、鉄道車両用の低炭素ステンレス鋼SUS301Lを鉄鋼メーカーと共同で開発し、それまでのステンレス車両で懸案となっていた溶接部近傍の粒界腐食による応力腐食割れの問題を解決した。SUS301Lは調質圧延による強度選択性が高く、車体部位ごとの強度要求に応じた材料を配置できるので、車体の軽量化にも大きく寄与することとなった。

### 4.2 開発史の概観

そして、1978年に軽量ステンレス車両の量産先行車として、構体質量を25%ほど軽減させた東急電鉄8000系の中間車8400形2両を完成させた。1980年には8400形の結果を基に編成単位で新造された東急電鉄8090系（図11）

が登場した。電機品やブレーキ装置なども可能な限り軽量化が図られ、東急電鉄8000系と比較して1両当たり平均2.8tの軽量化に成功した。

この軽量ステンレス車両のグループは、ビード外板によるすっきりした外観を持っていることから好評を得て、1984年には横浜市交通局2000形に採用されている。

また、東急電鉄8090系の登場後、日本国有鉄道でも次世代の通勤車両として軽量ステンレス車両の研究を1982年から各車両メーカーと共同で検討した。これをきっかけに当社は、軽量ステンレス車両の技術を日本国有鉄道および車両メーカー各社に無償公開する決断をした。公開した東急車輛の軽量ステンレス車両の技術をベースにしながら、加工法の一部には他社技術も採用された。

その結果、日本国有鉄道205系(図12)を皮切りに、211系、415系1500番台、207系、121系、213系、キハ185系、キハ31、キハ54と、在来線のさまざまな車種に軽量ステンレス車両が制式採用された。東急車輛としては、それまでの独占技術から市場シェアを大幅に落とすことになったが、市場が爆発的に拡大したため、生産両数は倍増することとなった。

そのように開発された軽量ステンレス車両は、米国のステンレス車両技術を超え、1985年にはBUDD社との技術提携が終了し、1987年に同社はステンレス車両生産から撤退する。

#### 4. 3 車体外観上の特徴

従来のコルゲート外板による機能的ではあるが無機質なデザインが、ビード外板(図13)の採用で一変することになる。ビード形状を採用することで外板の塑性加工部分を最小限とし、凹凸のない平面部分を広くとることが可能となったため、接着フィルムを施工することを可能とした。それゆえ東急電鉄8090系は、それまでの白黒モノトーンであったステンレス車両にはあまり見られない、赤いラインカラーでカラフルに彩られることとなった。見栄えを大幅に向上させたビード外板に接着フィルムのラインカラーの組合せはその後の主流となった。



図13 軽量ステンレス車両のビード外板<sup>(5)</sup>

## 5 新系列ステンレス車両

### 5. 1 開発の転機

1987年の日本国有鉄道分割民営化後は、JR各社で独自の車両開発が進み、JR東日本と共同で「寿命半分、価格半分、重量半分」という次世代コンセプトの車両の開発に取り組んだ。寿命を半分にすることにより需要が倍増するため、FA技術を用いて大量生産効果を追求した。有限要素法解析を深度化することで、軽量化とコストダウンを両立している。

1992年にはJR東日本901系(図14)が開発され、東急車輛は3編成のうち1編成(B編成)を担当した。

このグループはフラット外板を持ち、ボルスタレス台車、交流誘導電動機VVVF制御、車両情報伝送装置などを併せて採用したことにより、新保全体系の構築による大幅なメンテナンスコスト低減を成し遂げたことから、新系列ステンレス車両と呼称している。

### 5. 2 開発史の概観

JR東日本では1990年より、メンテナンス工場であった新津車両所で車両を製造するプロジェクトが発足し、東急車輛は技術協力に参画した。

車両に関するライフサイクル(計画から設計、製造、運用、保守、メンテナンスまで)の内在化を目的に、JR東日本 新津車両製作所として再出発させるもので、工場建屋や製造ラインを旧新津車両所の跡地に新設し、ステンレス車両を新造する巨大なプロジェクトであった。そして1995年に第1号車である209系が出場している。

さらに2000年以降には相模鉄道1000系(図15)を皮切りに、公民鉄向けのいわゆる共通仕様準拠車両を共同開発・製造するようになる。共通仕様準拠車両とは、JR東日本E231系の車体基本構造や車両システムを共通仕様として、前面形状やMT比などの変更により、各ユーザーのニーズを満たしつつ、低コスト化を実現した車両である。このコンセプトは、後述のsustinaの共通プラットフォームに発展している。

開発史を振り返るとき、まさにこの新世代ステンレス車両の出現が、現在のsustinaを生み出すための不可欠な環境やコンセプトを打ち出す礎になっていることが見えて非常に興味深い。

### 5. 3 車体外観上の特徴

車体の外板をビード外板からフラット外板(表1)にするとともに、外部からスポット溶接できる構体結合構造が採用された。

外板の継ぎ目部は、図16に示すようにセギリ加工して重ねスポット溶接で接合したため板厚分の凹凸は残ったが、外板の平滑化によってカラーフィルムを貼り付けることへの制限が格段に少なくなった。ライン状のカラーフィルムに限らず、グラフィカルでカラフルなデザインのステンレス車両が次第に増えることにつながった。さらに、外板をより平滑化し、意匠性向上や清掃などのメンテナンスコスト削減を目的としたセギリの廃止や、出入り口フレーム・窓フレームの段差をなくす構造とレーザ溶接を採用した sustina へとつながっていくのである。

さらに、従来は作業による手作業であった側構体と屋根構体の接合には、図17に示すようにガントリーによる自動溶接機を導入し生産性の向上を行った。



図17 側構体と屋根構体の自動溶接機<sup>(6)</sup>



図14 JR 東日本 901 系 B 編成 (1992 年, 東急車輛製)<sup>(2)</sup>



図15 相模鉄道 10000 系 (2001 年, 東急車輛製)<sup>(2)</sup>



図16 第3世代車両フラット外板 (セギリ結合)<sup>(5)</sup>

## 6 J-TREC “sustina” ブランド車両

### 6. 1 開発の転機

2012年には、東急電鉄からJR東日本への経営権移転により東急車輛は総合車両製作所（以下、J-TREC）となり、2014年には新津車両製作所がJR東日本からJ-TRECに併合されて新津事業所となった。そしてその新生J-TRECの開発する次世代ステンレス車両のブランド名を、“sustina”とした。

sustina は JIS のステンレス鋼材記号の SUS、環境に優しく持続可能の意味から sustainable、地球環境問題を救う女神の意からラテン語の語尾 -ina (-イナ) を組み合わせさせた造語である。鉄道利用者の安全確保を第一に、共通プラットフォームによる多様なニーズの実現と大幅なコストダウンの両立、ステンレス車両と新保全体系による持続可能な環境性能、高い安全性と快適性を基本的なコンセプトとしている。

このように、単なる商品名としてだけではなく、当社の企業理念や顧客である鉄道事業者、鉄道を利用するお客様の思いや潜在的な要求を取り込み、それを商標（ブランド）として社内外に発信する形がJ-TRECの大きな特徴である。

sustina はその第1号ブランド名であり、以来、新機軸を取り入れた製品群やモデルにブランド名をつけることから、当社における sustina の存在感の大きさを物語っているといえよう。

### 6. 2 開発史の概観

2013年、J-TRECの開発する次世代ステンレス車両 sustina プロトタイプとして、東急電鉄 5050 系 5576 号車が開発された。sustina にはフラット外板(セギリあり)を用いたグループと、レーザ突合せ溶接によりセギリをなくし、側窓部と側出入口部のフレームを外板の内側に収めることにより、完全にフラット化したグループがあり、2017年以降、京王電鉄 5000 系 (2代)、東京都交



通局 5500 形，東急電鉄 2020/3020/6020 系，相模鉄道 12000 系で相次いで実用化されている。

### 6.3 車体外観上の特徴

次世代車両 sustina は，共通化によるコストダウンを図りながら安全性と快適性を向上するというコンセプトの下，当社が開発を続ける次世代ステンレス車両のブランドである。sustina は抵抗スポット溶接を用いた従来からのセギリ構造の構体も存在するが，それに加えフルフラット構体も実現した。フルフラット構体は，図 18 に示すようにレーザ突合せ溶接により従来のセギリを廃し，図 19 に示すようにレーザ重ね隅肉溶接で出入口や窓のフレームに使用されている樹脂シールを廃しつつ水



図 18 sustina フルフラット外板<sup>(5)</sup>  
(外板のレーザ突合せ溶接)



図 19 sustina 窓フレームと外板のレーザ溶接部分



図 20 京王電鉄 5000 系 (2 代) (2017 年, J-TREC 製)<sup>(5)</sup>

密性を確保して，車体の凹凸を極力減らしている。

このフルフラット構体は，車体自体のデザイン性を向上させるとともに，接着フィルムの制限をより少なくし，デザインの自由度を高めることとなった。カラーリングデザインは，ホームドアの普及に伴い，図 20 に示す京王電鉄 5000 系 (2 代) のように，窓上に帯を配置するなど，側面上部にカラーリングを施すデザインが主流になりつつある。さらなるデザイン性の向上を狙い，ステンレスを全塗装する車両やフルラッピングを施す車両も出現するようになった。このように sustina は企業イメージを車体で表現できるデザインを目指している。

## 7 おわりに

本稿では，東急電鉄 5200 系から現在の sustina に至る当社のステンレス車両の開発史を 5 世代に分け，各世代の開発の契機，開発史上の概観，車体外観上の特徴について述べた。

その結果，ステンレス車両の進化には，低コスト化，軽量化，省メンテナンス化，環境負荷低減，外観のデザイン性向上など，時代の変化にも変わらぬ方向性があることがわかる。技術面では，材料・構造・加工技術，有限要素法解析や FA 技術，抵抗スポット溶接やレーザ溶接などの溶接技術は，その時代の最新技術が応用されている。さらに，純技術面だけではなく，米国の BUDD 社からの技術導入，日本国有鉄道と業界各社への無償技術公開，JR 東日本新津車両製作所への技術協力など，技術移転と技術のデファクト化の歴史でもある。その結果，わが国における通勤電車の 6 割はステンレス車両となっており (図 21)，世界でも類を見ないステンレス車両大国となった。

日本初のオールステンレス車両である東急電鉄 7000 系 (1962 年) は，世界初のステンレス車両 Pioneer Zephyr (1934 年) を開発した BUDD 社から東急車輛への技術供与により誕生した。やがて，日本独自技術による軽量ステンレス車両開発 (1978 年) により元祖米国技術を超え，元祖 BUDD 社がステンレス車両の生産から撤退 (1987 年) する。BUDD 社の生産期間は 1934 - 1987 年の 54 年間であるが，東急車輛⇒ J-TREC は 1958 年から 62 年目に入っており，すでに元祖を超えている。また，J-TREC が開発した sustina は受注両数も順調に伸びており (図 22)，市場に一定の評価を受けたと考えている。そういう観点から，東急車輛⇒ J-TREC は，世界初のステンレス車両 Pioneer Zephyr を起源とした 85 年に及ぶステンレス車両技術の正統な後継者であると，誇りを持って自負している。

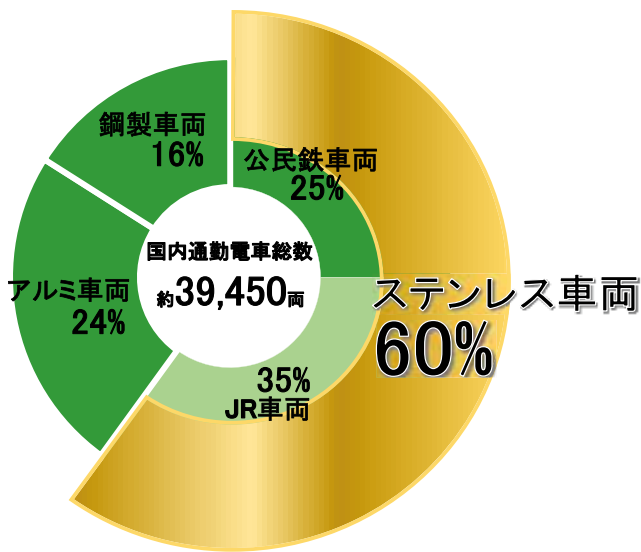


図 21 国内通勤電車総数  
(除 新幹線・有料特急・路面電車)

当社は、我が国におけるステンレス車両のパイオニアメーカーであり、今後も sustina の開発・生産を通じて、ステンレス車両の技術をリードし、全ての人に使いやすく、環境にやさしく、安全で快適なモビリティ文化の創造に貢献していきたい。

参考文献

- (1) 松岡茂樹, 鈴木久郎:「ステンレス車両技術の系譜－Pioneer Zephyrからsustinaまで－」, 総合車両製作所技報, Vol.6 (2017), pp.8-21, (株) 総合車両製作所
- (2) 杉山隆:「東急車輛技報で迎えるステンレス車両の技術史」, 東急車輛技報, No.60 (2010), pp.2-11, 東急車輛製造 (株)
- (3) Shigeki Matsuoka, Shinya Kudo, Preservation and Utilization of the First Stainless Steel Railcars in Japan, JSME Proceedings of ICBTT (2012)
- (4) 米盛逸人, 及川昌志, 松岡茂樹:「ステンレス鋼製鉄道車両技術の系譜」, JSME, No.198 (2019)
- (5) 松岡茂樹, 齊藤和彦:「ステンレス車両60年 外観デザインの進化」, JREA, Vol.62, No.6 (2019), pp.43226-43231, (一社) 日本鉄道技術協会
- (6) Shigeki Matsuoka, Recyclability of stainless steel railway vehicles, Proc. Instn Mech. Engrs, Vol.217, Part F: J. Rail and Rapid Transit, F03202 (2003)
- (7) 鈴木正幸, 遠山肇, 山口敏明, 玉木将純:「新津事業所の概要と生産ラインの特徴」, 総合車両製作所技報, Vol.3 (2014), pp.4-9, (株) 総合車両製作所

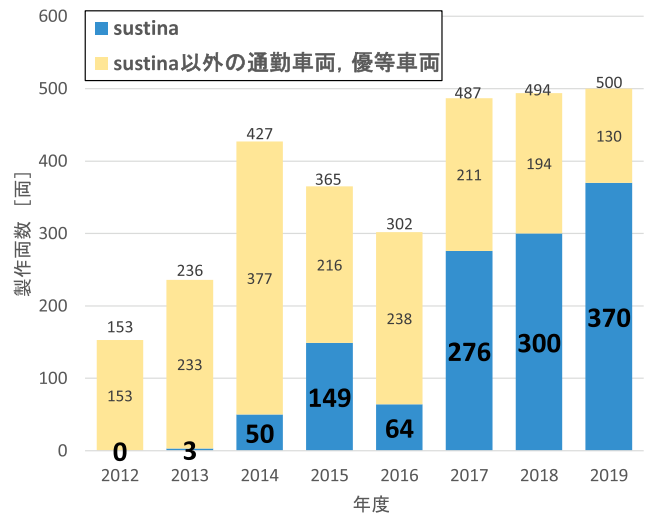


図 22 当社における製作両数の推移

著者紹介



**松岡茂樹**  
技術士 (機械部門), 日本機械学会フェロー  
技術本部 技術部  
部長 (国際規格・オープンイノベーション)



**米盛逸人**  
技術本部  
技術部 (国際規格化戦略)



**及川昌志**  
博士 (工学), 技術経営修士  
技術本部  
技術部 (国際規格化戦略) 課長



**鈴木久郎**  
J-TRECデザインサービス (株)  
設計部 担当部長 (ぎ装)