

アルミ車体50年の歴史と 新車20000系の紹介

相模鉄道(株)運輸車両部車両課
関根 雅人

第16回講演会「アルミ車体50年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

保有車両

旅客車両：398両

うち

アルミ製車体：278両

ステンレス車体：120両

全車両が軽量車体

第16回講演会「アルミ車体50年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

歴代アルミ車両

6021号車	1両
2100系	30両
5100系	20両
7000系	140両
8000系	130両
9000系	70両
20000系	10両

合計 401両

第16回講演会「アルミ車両0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

アルミ車両の変遷

	形式	製造	製造初年	概要
試作	モハ6021号車	日立製作所	1967年 (昭和42年)	初のアルミ車両 (試験車)
第2世代	2100系 (前期)	東急車輛製造	1970年 (昭和45年)	初の量産車体 (機器流用)
	5100系 2100系 (後期)	東急車両製造	1972年 (昭和47年)	冷房装置搭載 一段下降自動窓
	7000系	日立製作所	1975年 (昭和50年)	初の完全新造車
第3世代	8000系 9000系	日立製作所 東急車輛製造	1990年 (平成2年)	拡幅車体
第4世代	20000系	日立製作所	2017年 (平成29年)	A-Train

第16回講演会「アルミ車両0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

モハ6021号車



6000系電車をアルミ車体に（4.5トン軽量化）

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

2100系の登場



- 2000系

旧国鉄車両をはじめとした旧型車
17メートル級半鋼製車体
旧性能機器



- 2100系（1970年）

20メートル級アルミ製車体
走行機器を流用し車体新造
当初は非冷房で登場
6両×5編成＝30両（うち1両新造）

※イメージ

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

輸送力増強への寄与

- ・昭和30年代まで導入の中型車両(17メートル車)
老朽化、陳腐化が進み体質改善が急務

◎アルミ車体の軽量さを活かし大型化
×鋼製車体のまま車体更新

→急速な輸送量増加にアルミ更新車投入で対処
(中型車6両とアルミ大型車5両が同等)

鋼製車新造とアルミ車更新を並行

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

アルミ車体化の効果（5100系）

- ・ 5000系（1955年）

4両編成約110トン

定員580名

18メートル級鋼製軽量車体



before

- ・ 5100系（1972年）

4両編成約120トン

定員612名（5.5%向上）

冷房付き・自動窓



after

アルミ化で車両性能落とさず機器有効活用

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

車体更新車、その後

2100系

走行機器が早期に陳腐化
→昭和50年代に新性能化
(車体は30年程度使用)



5100系

平成元年ごろVVVF化し5000系
に再改称
(車体は35年程度使用)



輸送の一翼を担いながら使命を全う

第16回講演会「アルミ車体の歴史と新車2000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

初の完全新造車7000系

鋼製車完成系新6000系のシステムにアルミ車体を適用

新7000系と合わせて140両の一大勢力

構体は、押し出し材やロール材を用い、軽量化、構造の簡素化をさらに推進

運転台のユニット化など機装の効率化も推進



手堅いシステムと徹底した軽量化

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車2000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

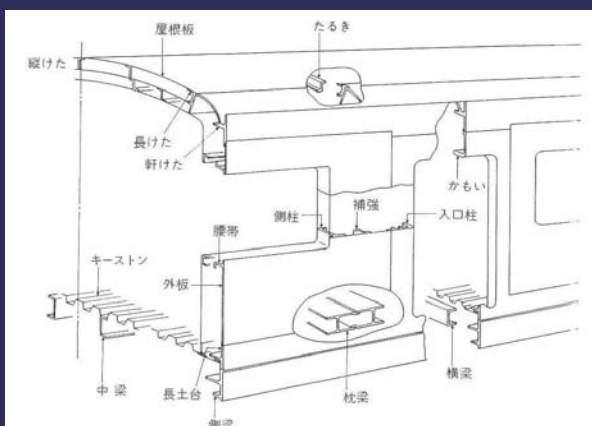
第2世代期の特徴

- ・ 構造簡素化、工作簡易化でコスト増の吸収を図る（車体の骨組みと外板を重ねない、など）
- ・ 5100系からは、長桁・軒桁の一体化などさらなる大型型材の利用など実施（ZK61合金を用い軽合金押出開発(株)製9500トン大型押出機により製造、車両における使用は日本初：第2.5世代の端緒？）
- ・ 昭和40年代後半の数年で構体改良を続々と行う。
- ・ 使用機器は、廃車発生品を体質改善し流用、改善不能なものは新品と置き換え（純粹に軽量化のメリットを追求）：チョッパ制御を経ず、後年、抵抗制御から一気にVVVF制御に移行

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

車体構造のこだわり

- ・ 外観を若干犠牲とした軽量化に努めた構造



構体重量の推移

5.9トン → 4.1トン → 3.9トン → 3.6トン
(モハ6021) (2100系) (5100系) (7000系)

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

新 7 0 0 0 系

車体デザイン一部見直し、VVVF制御導入など



次世代の足掛かり（1990年に大手私鉄に認定）

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

長編成化時代の主力車両

8 0 0 0 系
（日立製作所）



9 0 0 0 系
（東急車両製造）



アルミ車で初の拡幅車体（第3世代）
大容量VVVF、モニタ装置など採用

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

標準車両への移行

10000系
(E231系ベース)



11000系
(E233系ベース)



JR東日本の車両ベース（「吊るし」の背広）
→アルミ製の独自車両はいったん終息

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

20000系

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

計画上の課題（2つの相直）

JR直通と東急直通で車両の規格が相当異なる

- ・ 車両限界
- ・ 加速度、減速度
- ・ 保安装置
- ・ 乗務員の操作（マスコン、スイッチ配置）

両立は相当困難

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

目的別に最適化した車両

JR直通用

12000系
（次回製作）

東急直通用



各種準備期間を勘案し、東急直通車両を先行

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

基本方針

- ネイビーが映える美しい車体
- 造形豊かな前面
- 高品位な室内

車体幅の縮小
前面貫通路設置
裾の絞りなしストレート車体
・・・といった要件

→コンペによりメーカー決定

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

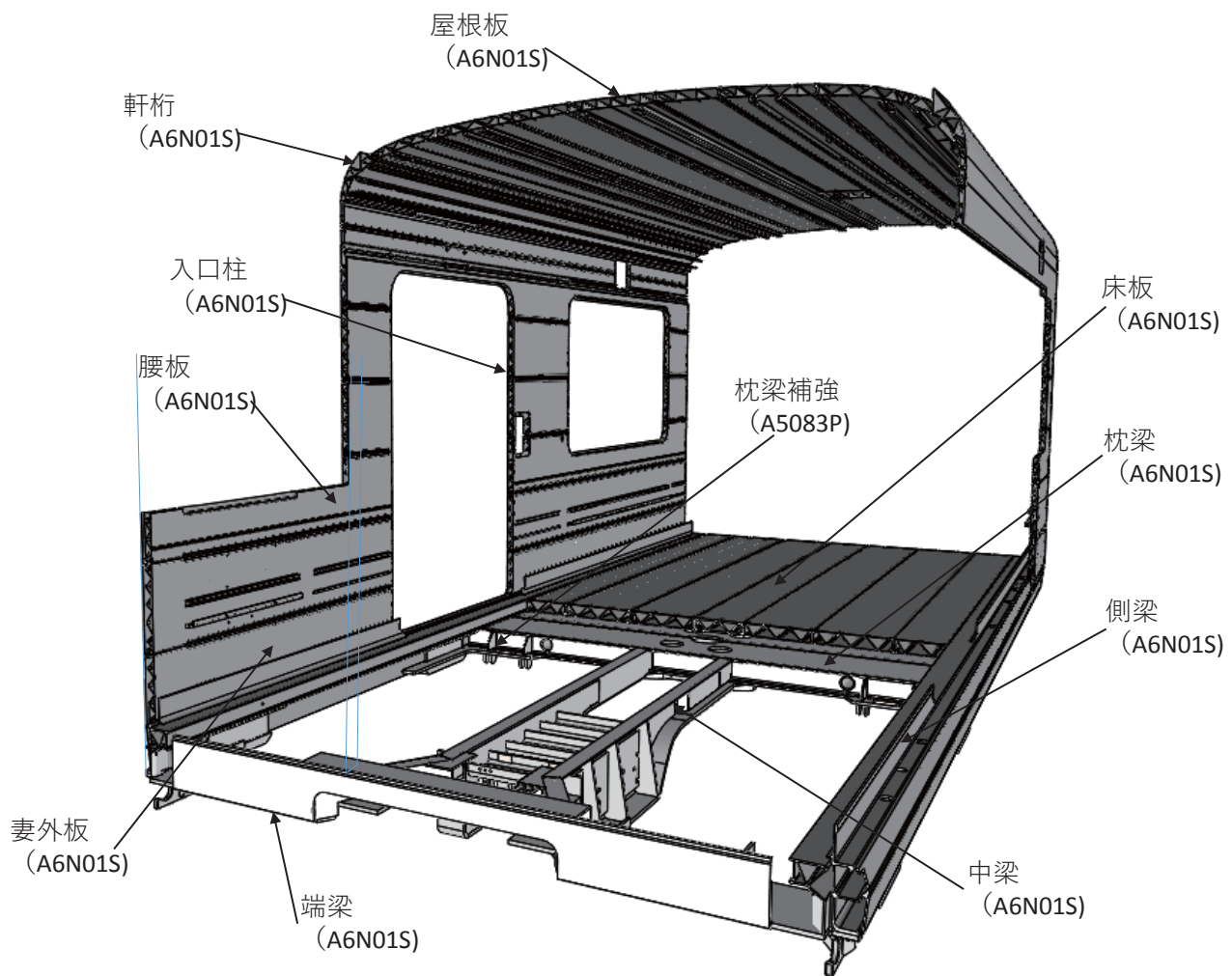
基本仕様

- (株)日立製作所製
A-trainがベース
- 四半世紀ぶりのアルミ製（9000系以来）
- 型材A6N01
板材A5083
- 歪み無い接合
(摩擦攪拌接合FSW)



標準車両を活かし、前面や内装の作り込みに注力

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミニウム協会

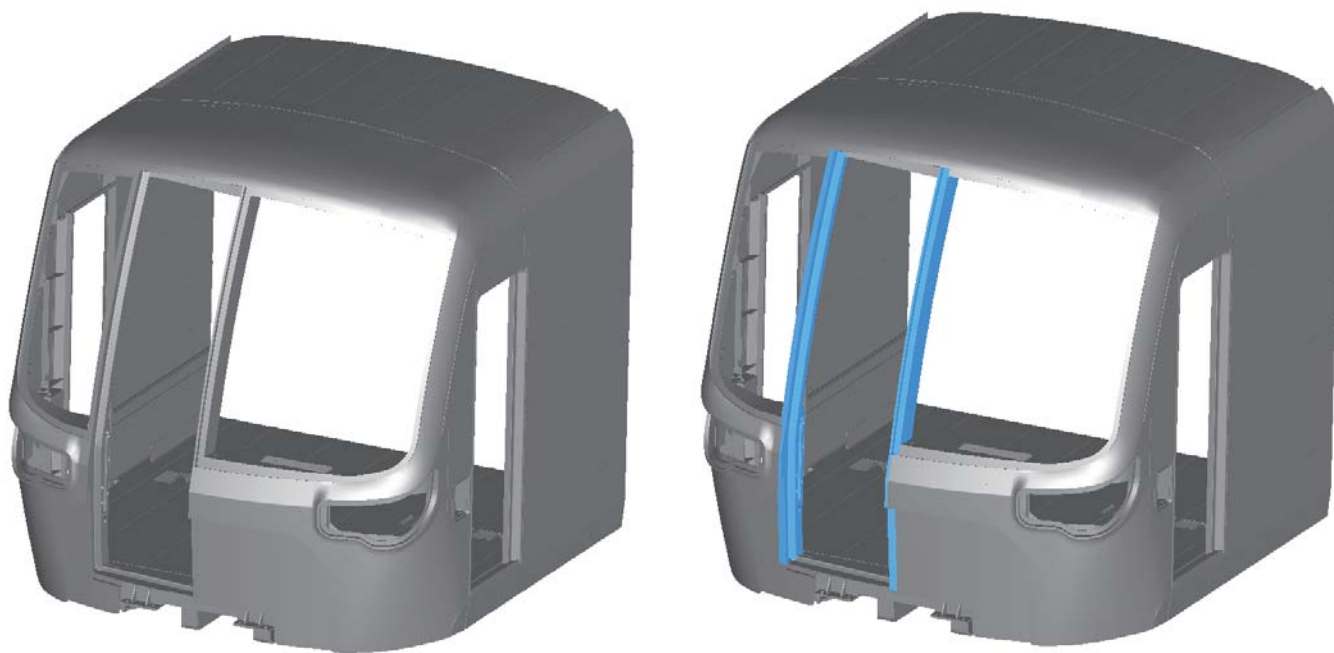
前頭部

- ・デザイナー・メーカー協働による豊かな造形を各種加工を駆使し表現
- ・曲面ガラス
- ・印象的なライト



前面貫通路を感じさせない優美なデザインに

前面構体の構成（１）



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

前面構体の構成（２）



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

前面構体（特徴ある灯具部）



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

インテリア

- ・ 中央高天井構造
- ・ グレートーンで統一
- ・ 昼光色・電球色に変化する照明
- ・ ガラスやアルミ多用



内装モジュール工法を活かしつつ高品位に

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

一般座席



ユニバーサルデザインシート



個別ドアスイッチ



21.5インチ広告画面



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

車いすスペース全車に



アシスト貫通路取っ手



専用の楕円型つり革



鏡・ブラインドの設置



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会

次世代の車両システム

- 加速度の向上 ($3.0\text{km/h/s} \rightarrow 3.3\text{km/h/s}$)
- VVVF制御装置へのSiC素子適用
- 内扇式全密閉式誘導電動機（高効率タイプ、6極式）
- 急曲線対策の台車
- 乗り入れ線区に応じた保安装置（一体型）

都心直通に向けた性能と高効率化を両立

第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会



第16回講演会「アルミ車体0年の歴史と新車20000系の紹介」／鉄道車両の部屋／一般社団法人日本アルミウム協会