

東海道新幹線N700Sの概要



令和3年9月30日
東海旅客鉄道株式会社
福島 隆文

目次

○東海道新幹線車両の変遷

○N700Sの特長

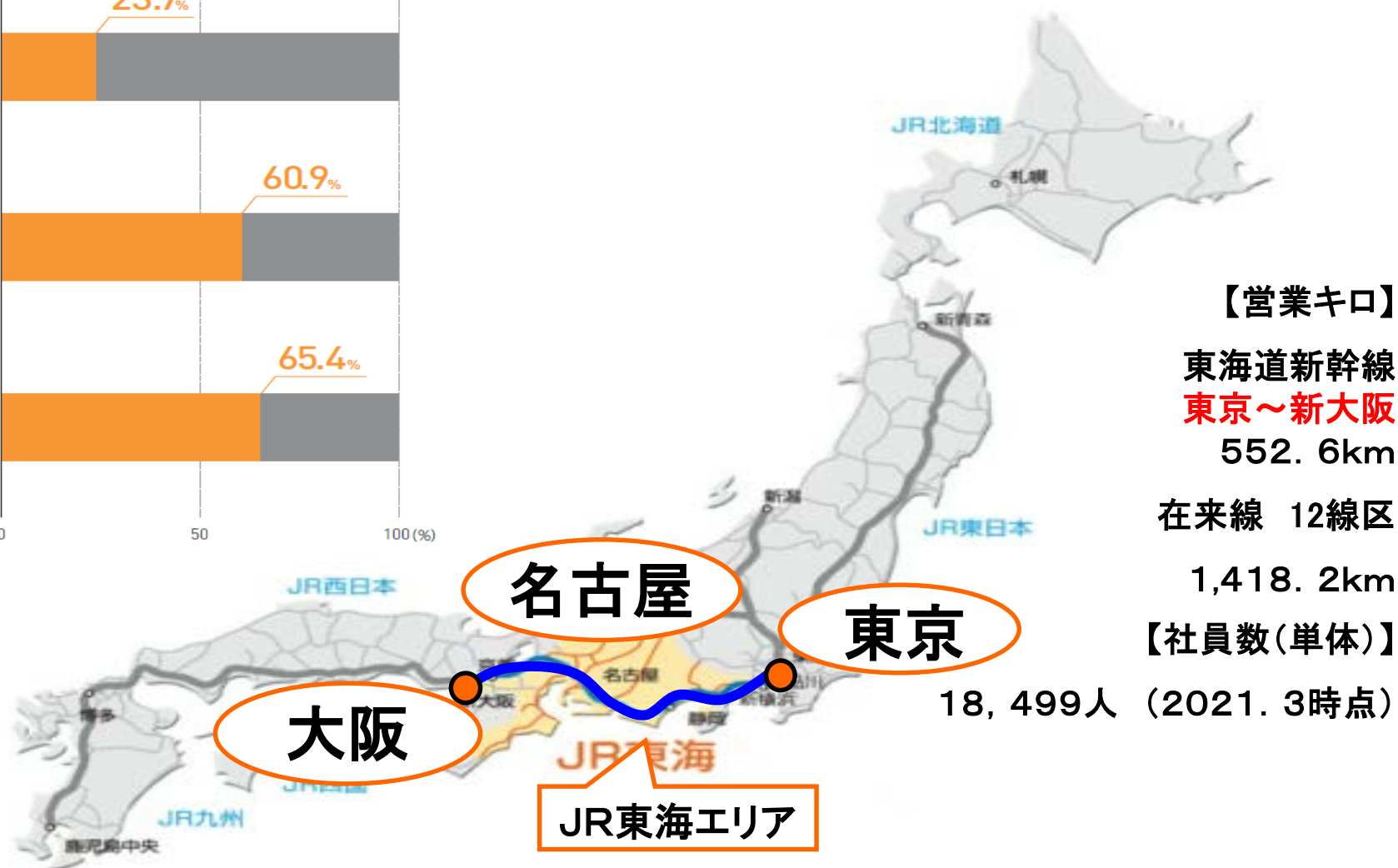
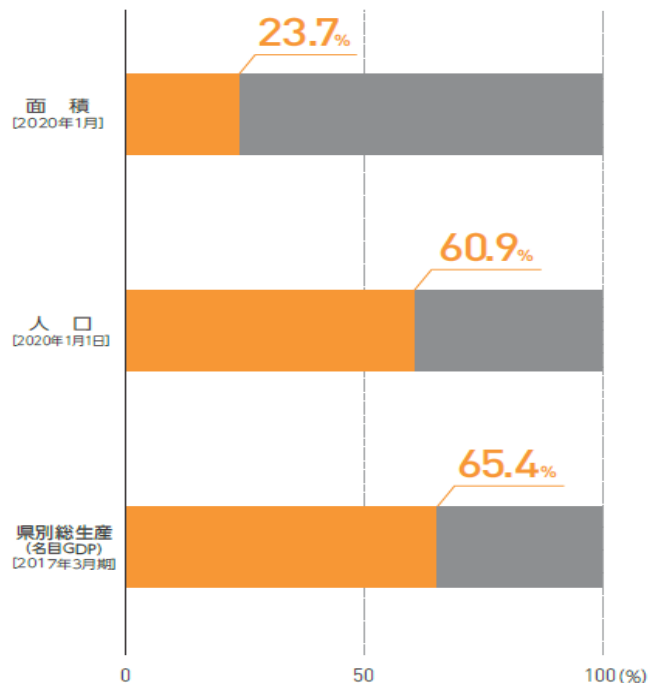
○東海道新幹線車両の構体

○アルミ水平リサイクル

○今後について

JR東海の概要

○ 日本全体に占める割合



東海道新幹線の特徴

① 安全性と信頼性

- ・列車事故によるお客様の死傷事故 ゼロ
- ・平均遅延時分 : 0.2分 / 列車
(2019年度実績)

② 大量輸送

- ・一日あたりの列車本数 378 本/日
- ・一日あたりの輸送人員 約45.8万人/日
(2019年度実績)

③ 高速輸送

- ・東京～新大阪(515km) 2時間21分

④ 環境との調和

- ・低騒音、低振動
- ・消費エネルギーの低減 (対飛行機 1座席あたり約1/8)
- ・CO₂排出量の低減 (対飛行機 約1/12)

※東海道新幹線N700系対、航空機B777-200での比較



<速度向上>

1964年 : 210km/h

1986年 : 220km/h化

1992年 : 270km/h化

2014年 : 285km/h化

東海道新幹線の車両の変遷

1964 1985 1992 1999 2007 2020

第1世代車両

- ・鋼製車体
- ・従来型台車
- ・直流電動機

第2世代車両

- ・車体傾斜

- ・アルミ合金車体
- ・ボルスタレス台車
- ・交流誘導電動機
(VVVF制御、回生ブレーキ)

- ・台車振動検知
- ・定速走行装置

- ・標準車両
- ・バッテリー
自走システム

0系

100系

300系

700系

N700系

N700S



210km/h

220km/h

270km/h

270km/h
(山陽区間:285km/h)

285km/h
(山陽区間:300km/h)

285km/h
(山陽区間:300km/h)

JR発足以降、7～8年間隔で新形式車両を導入し、進化し続ける

目次

○東海道新幹線車両の変遷

○N700Sの特長

○東海道新幹線車両の構体

○アルミ水平リサイクル

○今後について

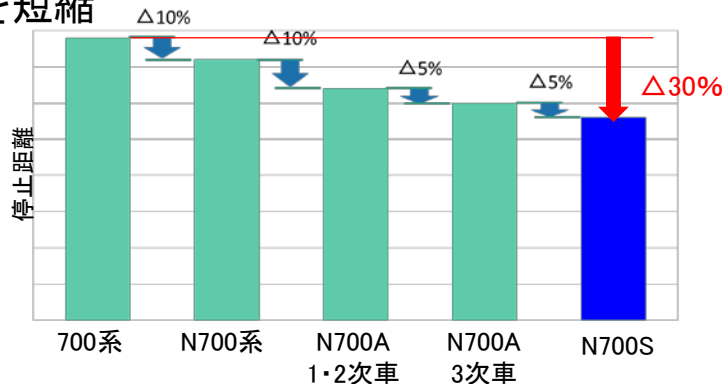
N700Sのコンセプト

1. さらなる安全・安定輸送の確保
2. 異常時対応能力の強化
3. 東海道新幹線の競争力強化
4. トータルコストの削減
5. 様々な線区に適用可能な標準車両の実現

さらなる安全・安定輸送の確保

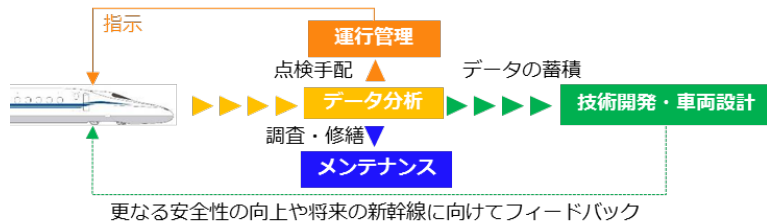
○地震時のブレーキ距離短縮

- ・ATCとブレーキシステムを改良、地震時のブレーキ距離を短縮

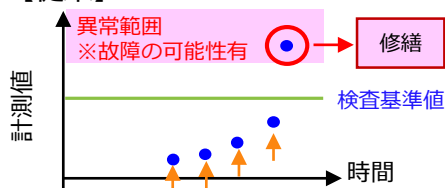


○状態監視機能の強化

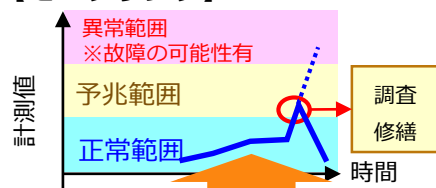
- ・より詳細かつ膨大な機器データを用いた高精度なモニタリングにより故障を未然に防止
- ・取得した機器データは将来の検修作業の省力化にも活用



【従来】

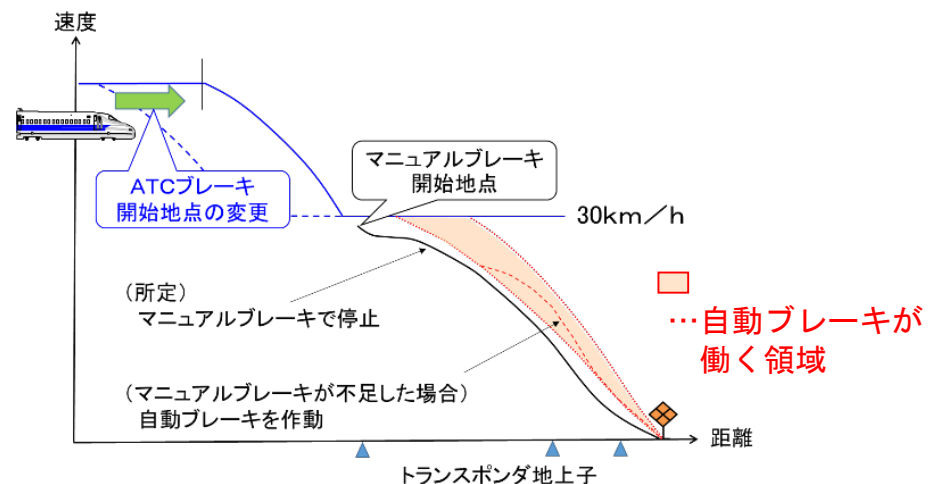


【モニタリング】



○のぞみ12本ダイヤの実現

- ・全列車を最高速度285km/hに統一
- ・乗務員停止支援機能による安定運行

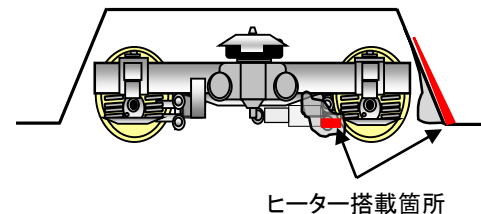
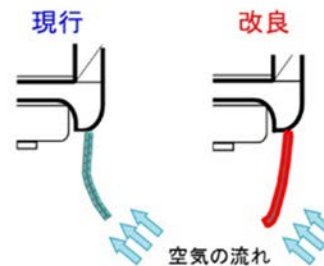


○着雪防止対策の強化

- ・台車カバー形状を改良し、台車周辺に流れ込む空気を抑制
- ・ヒーターを床下カバー等に搭載し、着雪量を低減

【台車カバー】

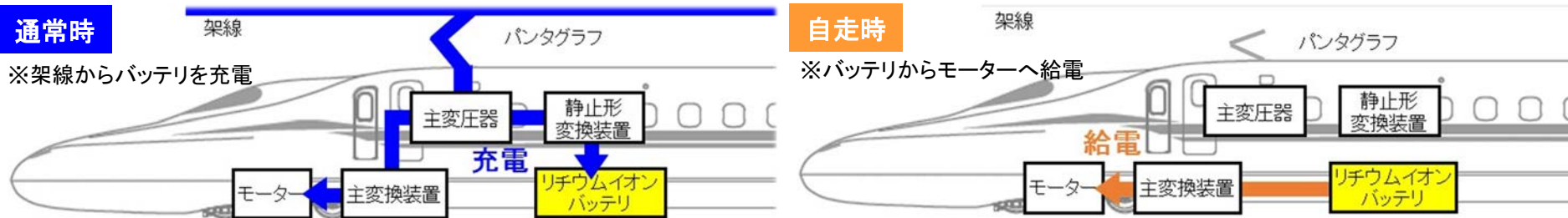
【融雪ヒーター】



異常時対応能力の強化

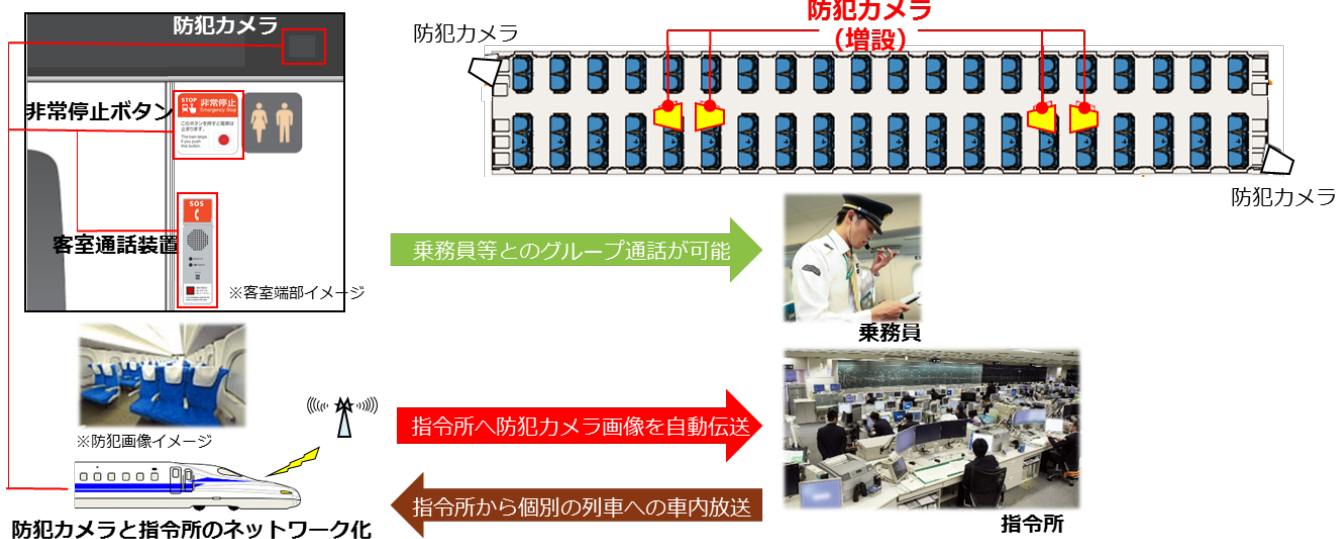
○ 高速鉄道世界初のバッテリー自走システムの搭載

- ・自然災害等による長時間停電時においてもお客様の避難が容易な場所まで自力走行が可能



○ 新幹線車内のセキュリティレベル向上

- ・客室内の防犯カメラの増設(2台/両⇒4台または6台/両)及び指令所とのネットワーク化によるリアルタイムな情報共有
- ・お客様や乗務員間でのグループ通話、指令所から個別の列車への車内放送が可能となる機能を導入



車内快適性・利便性の向上

- 大型液晶ディスプレイ(面積+50%※)を採用
 - ・より多くの情報を鮮明かつタイムリーに取得

N700A

指定席 Reserved 今日も、新幹線を

N700S

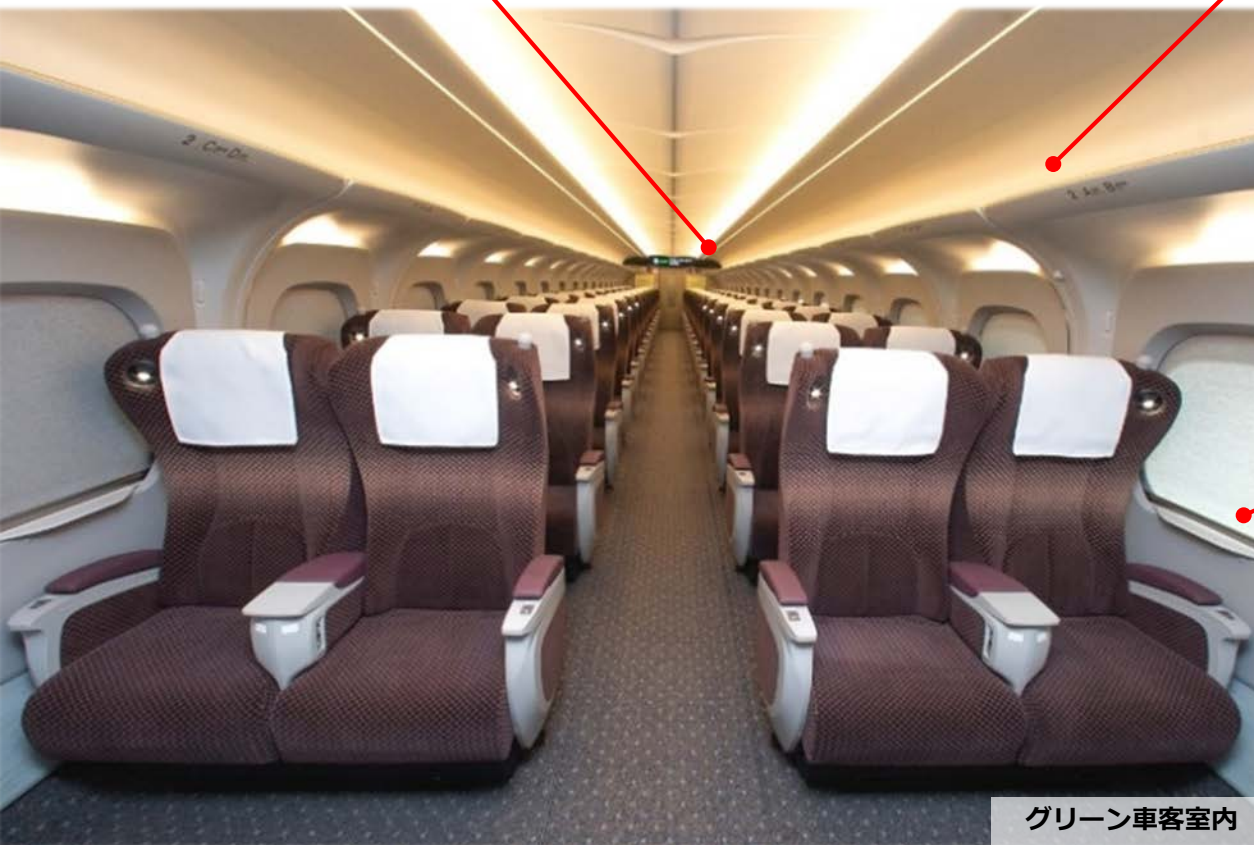
10 指定席 現在: 新横浜 ▶▶▶ 小田原
お客様へのお願い: 車内

※従来比

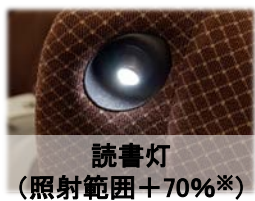
- 荷棚を照らす調光機能の採用
 - ・手荷物の置き忘れ防止をサポート



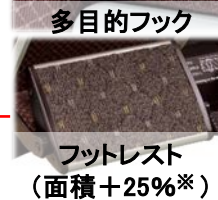
- カーテンを下げて安定して飲料等を置ける側窓テーブル



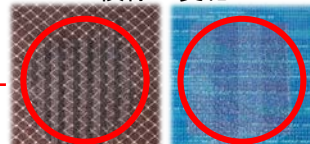
車内快適性・利便性の向上



※従来比



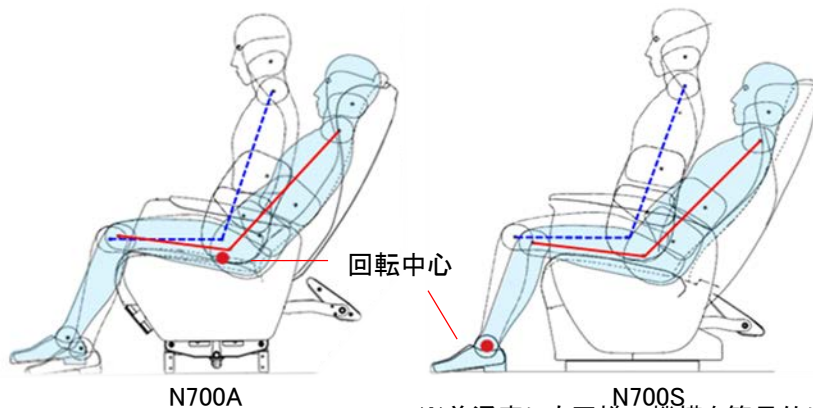
濡れた部分の
模様が変わる



新しいシート素材で水濡れを検知

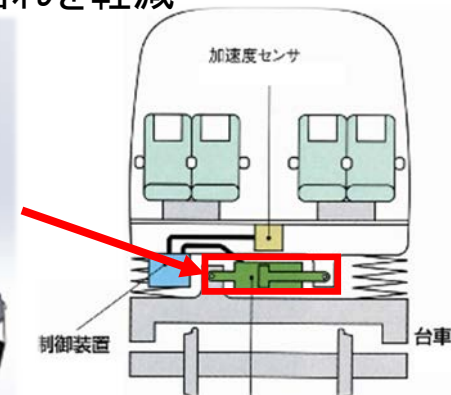
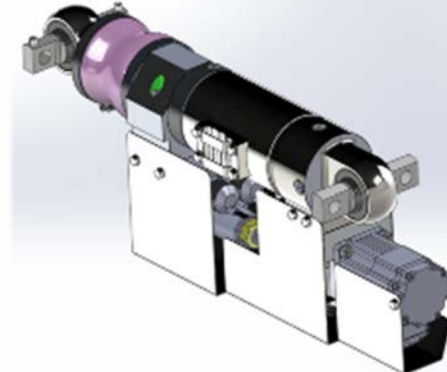


○リクライニング機構の改良 ・より疲れにくい姿勢となるよう改良



※普通車にも同様の機構を簡易的に再現

○フルアクティブ制振制御システム ・より身体に感じる横揺れを軽減

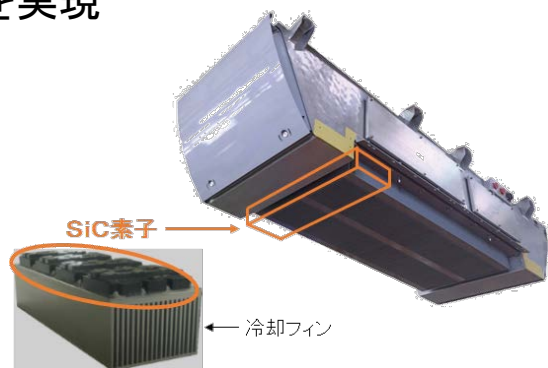


フルアクティブ制振制御システム※グリーン車及び一部普通車に搭載

省エネルギー性能の向上

○高速鉄道の駆動システムで世界初のSiC素子の採用

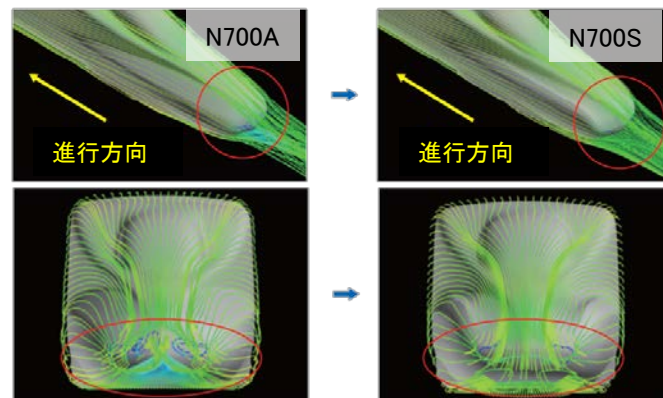
- ・主変換装置(CI)のパワー半導体素子に高出力・低損失のSiC(炭化ケイ素)を採用
- ・当社が独自に進化させてきた走行風冷却の技術と組み合わせることで、機器の小型軽量化を実現



N700S主変換装置

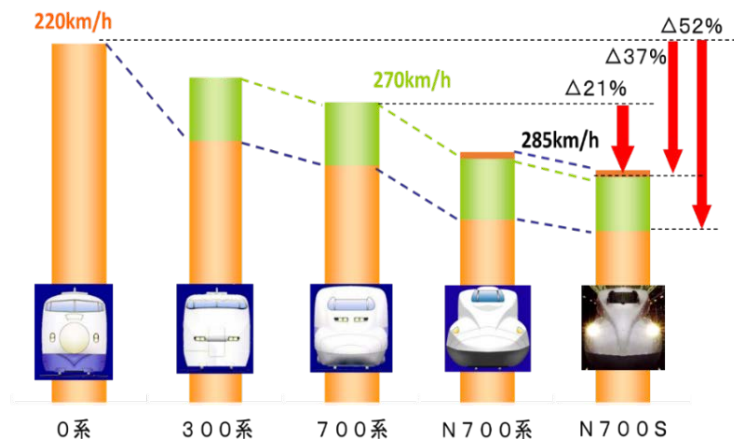
○先頭形状の最適化と走行抵抗の低減(デュアルスプリームウイング形)

- ・50,000種類以上のシミュレーションで解析を実施、形状を最適化
- ・走行抵抗、トンネル微気圧波、騒音、後尾車動揺等の空力性能を向上させ、さらなる省エネルギー化を実現



○電力消費量の低減

- ・SiC、走行抵抗低減、LED灯具の導入により電力消費量を低減し、N700系と比較し△6%の省エネルギー化



国内外の展開を見据えた「標準車両」

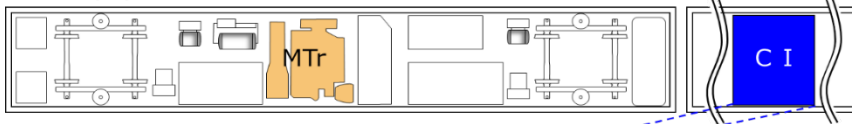
○編成両数とMT比を柔軟に構成可能

- ・「標準車両」の実現により、基本設計の変更なく、両数やMT比を様々な線区に合わせて構成することができ、東海道新幹線と同様の高い信頼性を有する車両を提供可能

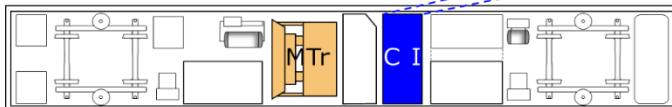
編成両数	MT比	編成構成
16両	14M2T	3M1T 4M 4M 3M1T
	16M	4M 4M 4M 4M
12両	10M 2T	3M1T 4M 3M1T
8両	8M	4M 4M
7両	7M	4M 3M
6両	6M	3M 3M

- ・徹底的な機器の小型軽量化により、床下種別を8種類→4種類に削減
- ・種類削減による製作性向上、品質向上

N700



N700S



○東海道新幹線型システムの海外展開

- ・台湾高鐵への技術支援コンサルティング契約を締結
- ・テキサス州ダラス～ヒューストン間でのN700-I Bulletの展開

台湾新幹線の対象路線
南港～高雄間（10M2T）

東海道新幹線型システム

N700-I Bulletの対象路線：
テキサス州ダラス～ヒューストン間（8M）



目次

○東海道新幹線車両の変遷

○N700Sの特長

○東海道新幹線車両の構体

○アルミ水平リサイクル

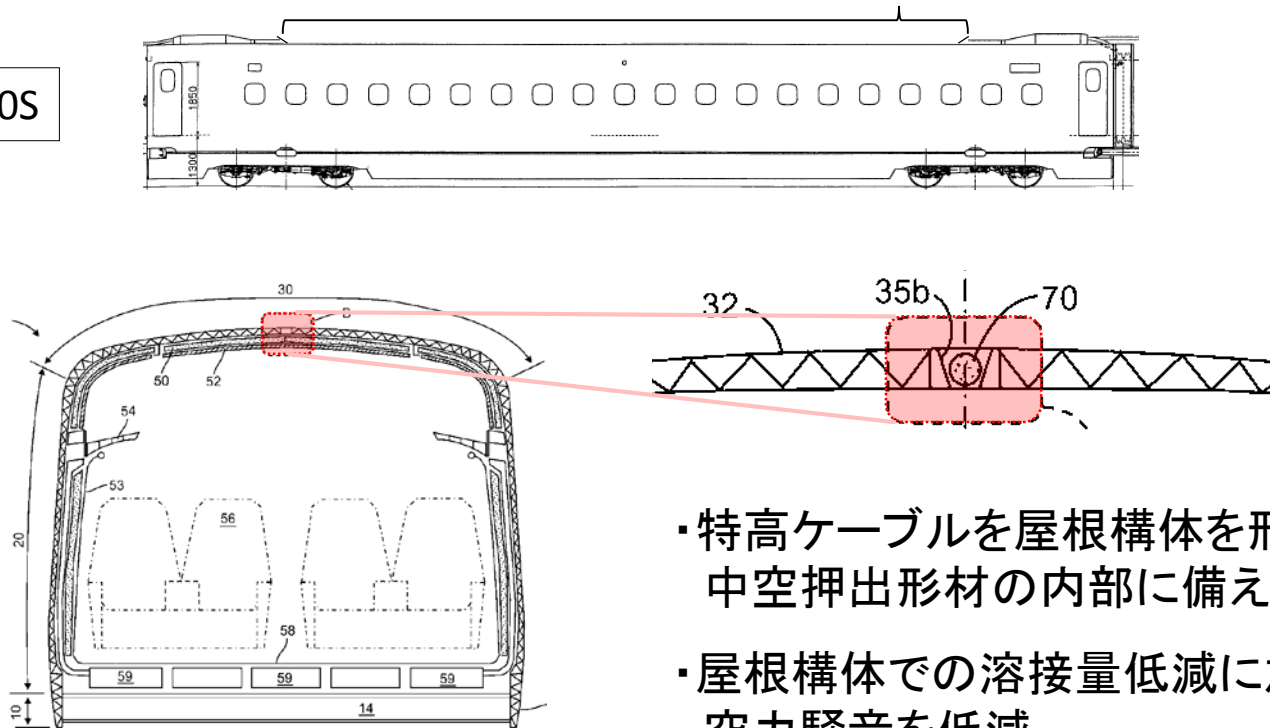
○今後について

N700Sにおける溶接量低減

○特高ケーブルの埋め込み

特高ケーブルの埋め込み

N700S



- ・特高ケーブルを屋根構体を形成する中空押出型材の内部に備える
- ・屋根構体での溶接量低減に加え、空力騒音を低減

溶接長・溶接部品の低減により製作性向上・作業時間短縮

目次

○東海道新幹線車両の変遷

○N700Sの特長

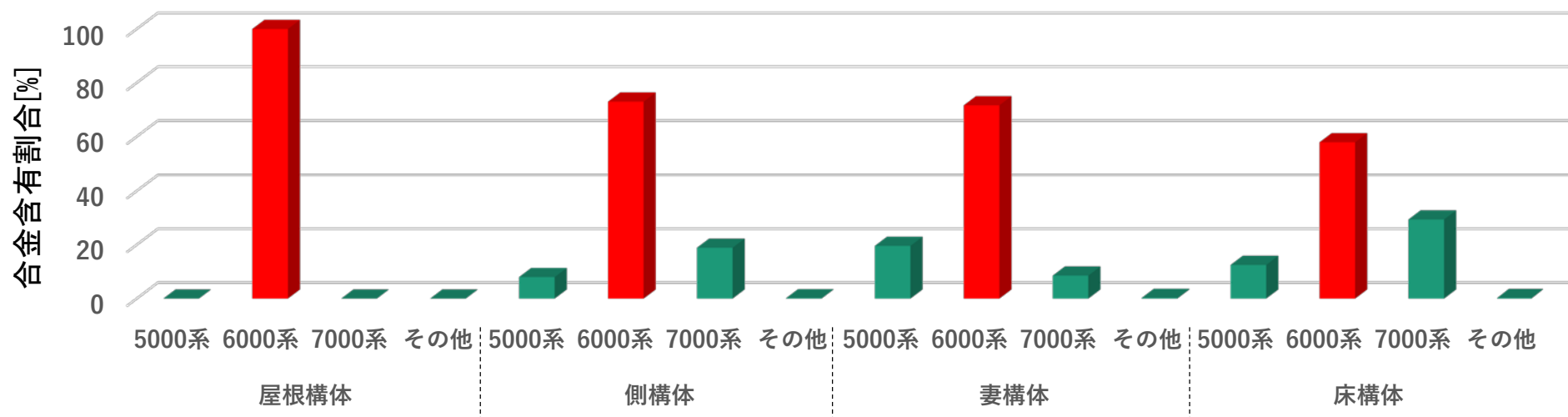
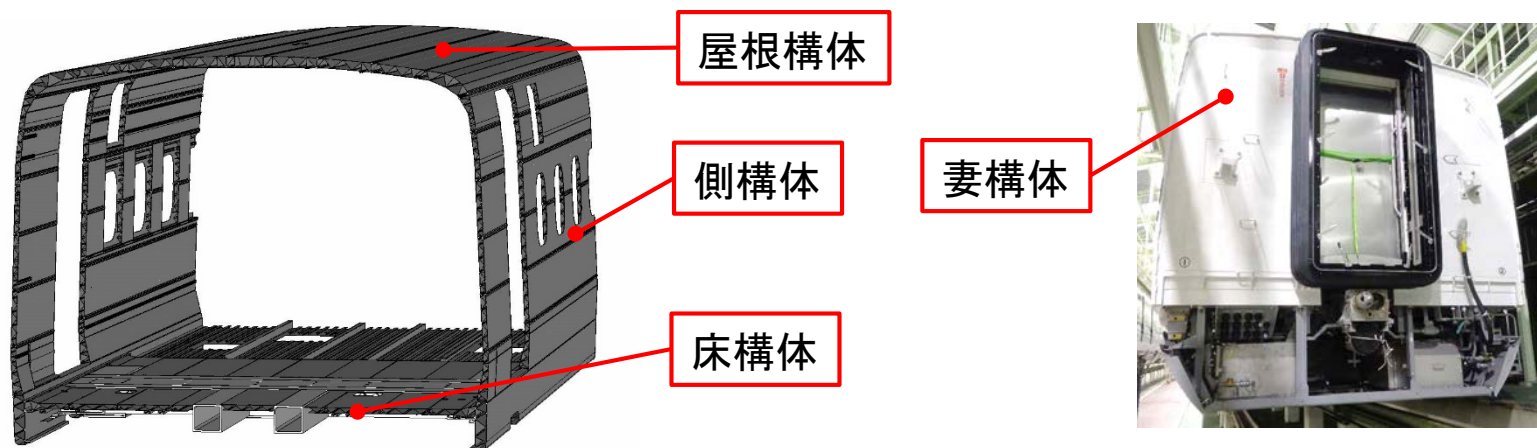
○東海道新幹線車両の構体

○アルミ水平リサイクル

○今後について

東海道新幹線のアルミ合金含有割合

東海道新幹線はアルミ合金を使用したダブルスキン構体を採用

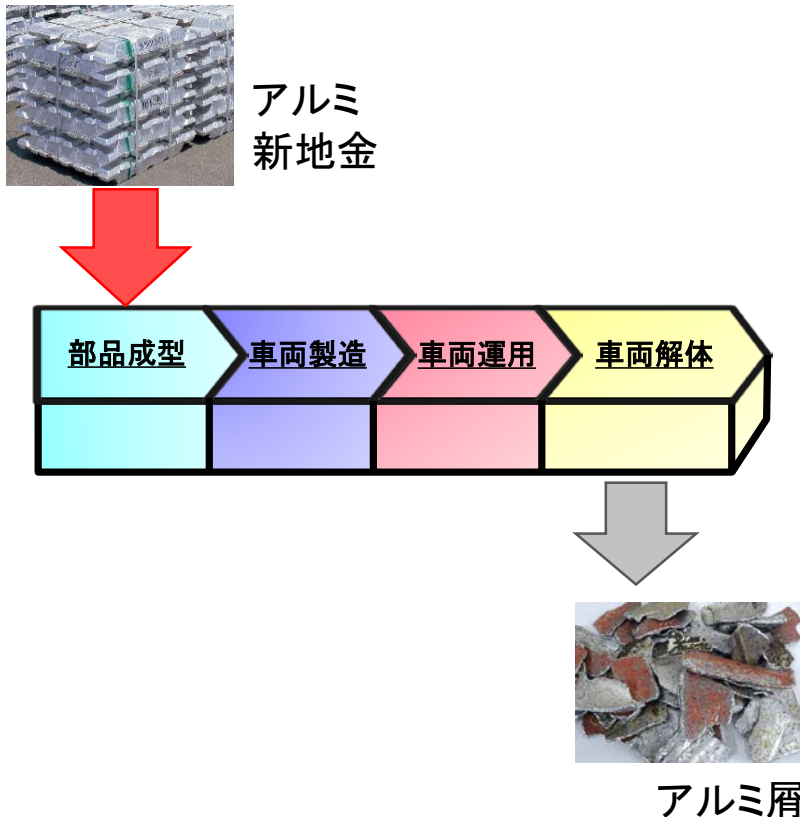


含有率の高い6000系(A6005C)に関して、水平リサイクルを検討

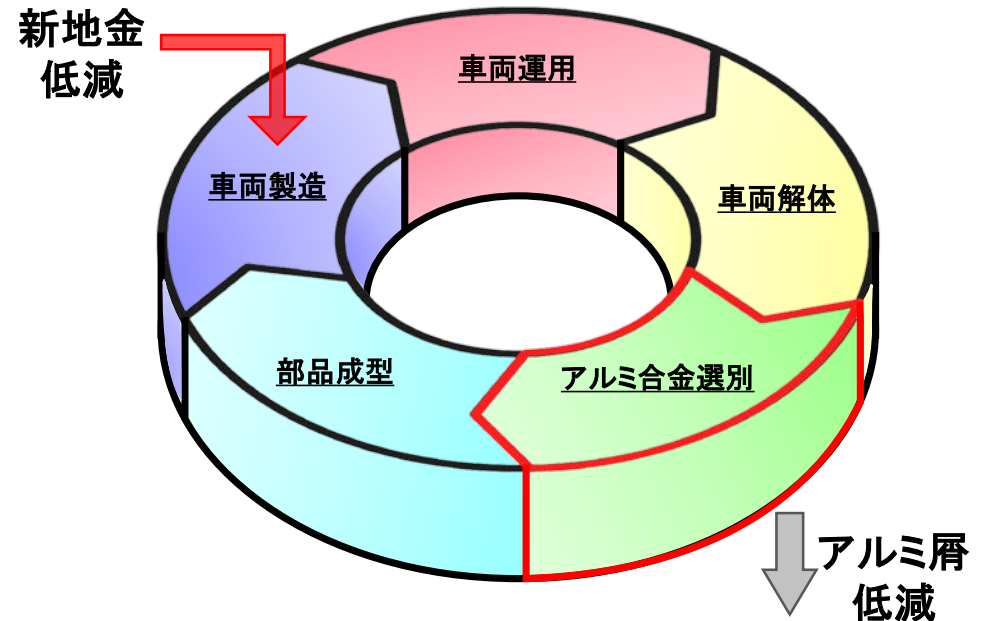
アルミ水平リサイクルの概要

- ・ アルミ車両の動静脈に関わる企業のパートナーシップの下、アルミ資源に関するクローズドループを構築
- ・ 鉄道車両に使用されているアルミ合金を合金系別に個体選別することで、製品から製品への循環使用(Product to Product: 水平リサイクル)を実現

＜従来(カスケードリサイクル)＞



＜アルミ水平リサイクル＞



アルミ水平リサイクルの効果

○ 省エネルギー化

鉄道車両に使用されるアルミ合金を合金系別に個体選別することで、製品から製品への使用(Product to Product: 水平リサイクル)が可能になり、アルミ新地金の精錬に必要なエネルギーの大幅な削減が期待できる。

○ 持続的かつ安定的な原料入手

動静脈一体となった資源循環のクローズドループの構築により、アルミ新地金やスクラップ材相場の変動に影響されにくい安定的なビジネスモデルの構築が期待できる。

○ 資源循環型社会の構築

合金系別に選別されたスクラップは新地金と同等の品質・価値を持つことになるため、今後リサイクル対象がさらに拡大することになれば、国内で持続可能な資源循環(省エネルギー型クローズドループ)の実現が期待できる。

動静脈に関わる企業のパートナーシップ構築

- 動静脈に関わる鉄道事業者（東海旅客鉄道）、アルミ選別業者（ハリタ金属）、アルミ加工業者（三協立山）、車両製造メーカ（日本車輛製造）の4社パートナーシップの下、水平リサイクルの実現に向けて、資源循環のループを結び、資源効率性が高いリサイクルシステムを構築。

日本車輛製造



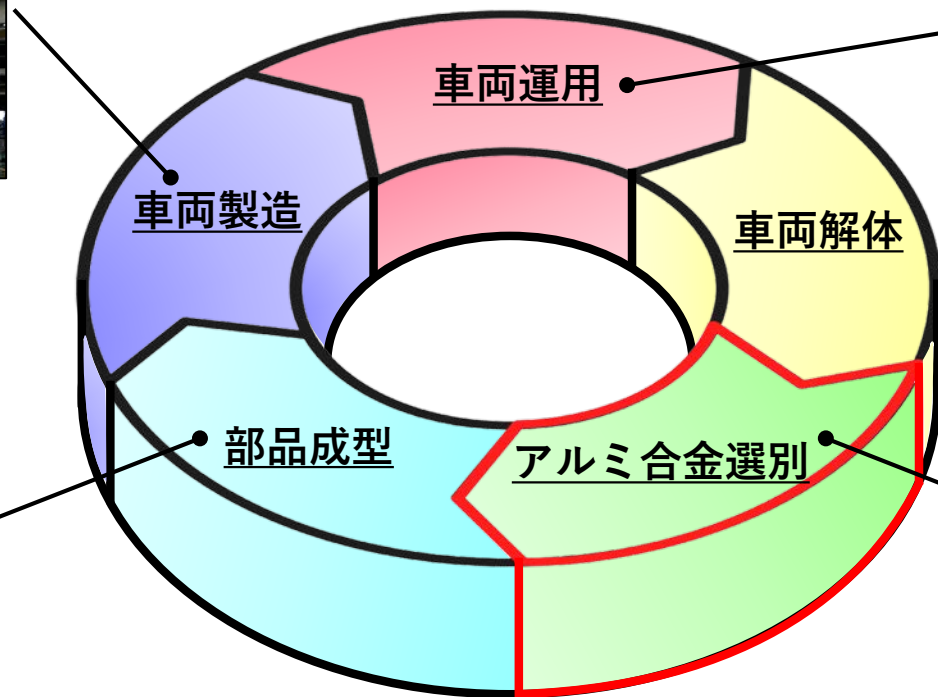
JR東海



三協立山



ハリタ金属



プロセス認証規格への準拠

- アルミ再生資源には規格が存在しないため、今後の循環システムの発展性を踏まえ、プロセス認証規格 LIS AT6-2019「アルミニウム合金製鉄道車両 水平リサイクル」に準拠

＜アルミ鉄道車両の水平リサイクル推進委員会＞

- 日本アルミニウム協会内に設置
- 素材メーカー・車両メーカー・鉄道事業者・リサイクル業者(計18社)が一同に会し、動静脈連携による水平リサイクルの仕組み構築に必要な再生材規格ならびにプロセス認証規格を設定

Railwayoperator company	Tokyo metro . JR tokai . JR east   
Railwayvehicle manufacturers	Kawasakijyukougyo.nihonsyaryou.Hitachiseisakusyo.kinkisyaryou    
Recycler	Haritametals We create.  NikkeiMCarumi  日新エムケーアルミ株式会社
Aluminumvehicle material manufacturer	UACJ. Kobesteal. Nihonkeikinnzoku.Syowadennkou.     mitubishiarumi. Sankyoutateyama.  
Car manufacturer (observer)	TOYOTA. HONDA. NISSAN   



アルミ水平リサイクルの流れ

①廃棄車両(700系/N700系)
から素材を回収



②LIBSで対象素材
(A6005C)を選別



③選別後の素材を溶解
(成分分析を実施)



④溶解後にビレットを鋳造



⑤ビレットを押出し成型



⑥N700Sの荷棚先端部材
として循環使用



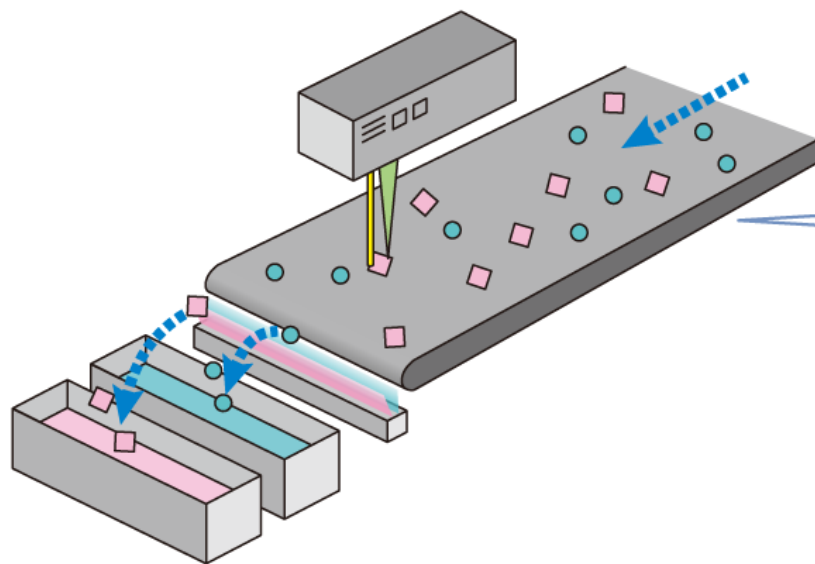
荷棚先端部材

LIBSについて

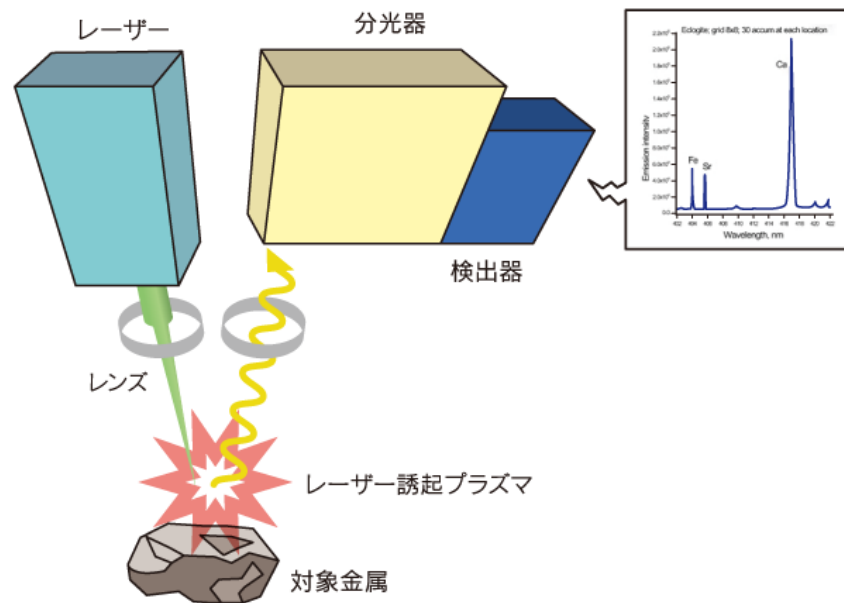
○ LIBS選別 (Laser Induced Breakdown Spectroscopy)

高出力パルスレーザーを試料に照射した際に生成されるプラズマをスペクトル解析し、
試料に含まれる元素を組成判別(主成分と含有元素)する選別方法

■ LIBSソーター機



■ レーザー誘起ブレイクダウン分光法 (LIBS)



再生材の成分分析結果

廃棄車両(700系:C51編3号車)から回収したスクラップ材をLIBS選別後、スクラップの成分分析を実施

[wt%]

		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
700系 廃車		0.61	0.21	0.05	0.07	0.80	0.01	0.08	0.03
JIS 規格	A6005C	0.40～0.9	0.35以下	0.35以下	0.50以下	0.40～0.8	0.30以下	0.25以下	0.10以下
	A6063	0.20～0.6	0.35以下	0.10以下	0.10以下	0.45～0.9	0.10以下	0.10以下	0.10以下

スクラップの成分分析値は全てA6005CのJIS規格範囲内であり、LIBSによる6000系合金の選別能力を確認



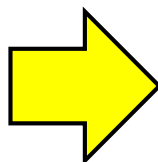
再生材の成分分析結果

○荷棚先端部材の試作

700系廃車から取得した構体スクラップ材(A6005C主体)を選別し、
N700Sの普通車荷棚先端形材(A6063)として循環利用する方法を検討

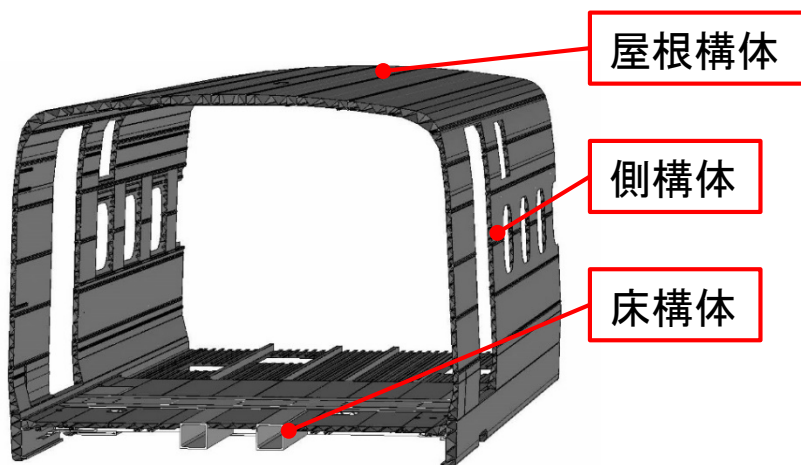
<700系廃車構体>

A6005Cが主成分



<N700S荷棚先端形材>

A6063



再生材を使用した内装部材の試作

○ LIBS選別後のスクラップ材添加物濃度

[wt%]

			Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
廃車	A6005C (構体)	700系 廃車成分	0.61	0.21	0.05	0.07	0.8	0.01	0.08	0.03
加工後	A6063 (荷棚)	JIS規格	0.20～0.6	0.35以下	0.10以下	0.10以下	0.45～0.9	0.10以下	0.10以下	0.10以下

・意匠性、成形性確保のため、JIS規格よりも厳しい範囲で成分管理を実施

- ①銅(Cu)
 - ・押出型材のアルマイト加工において着色不良が発生
 - ・押出型材の成形性が悪化
- ②マグネシウム(Mg)
 - ・押出型材の成形性が悪化
- ③亜鉛(Zn)
 - ・押出型材において表面に模様が発生

- ・再生材の添加物濃度が高い場合には、純アルミ(新地金)を加えて濃度を薄める調整が必要となるため、再生材の使用割合には制限がある。
- ・溶解炉へのスクラップ状態での材料投入は効率が悪く、投入量に上限がある。

アルミ水平リサイクル材の含有率は10wt%以下で管理

再生材を使用した内装部材の試作

○ 荷棚先端形材の試作

- ・再生材を使用した普通車荷棚先端形材を試作
- ・N700S確認試験車(J0編成)7号車に荷棚先端形材を設置

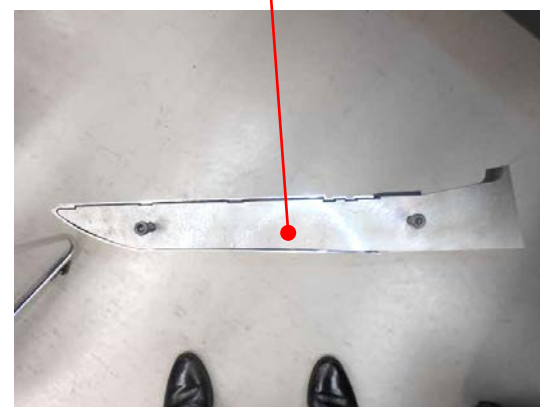
荷棚先端形材試作品



表面の意匠性良好



断面形状の寸法精度良好



○ 検証条件

車体取付状態において、先端部集中荷重・先端部等分布荷重を負荷した際の荷棚先端部のたわみ量ならびに応力を測定



強度、剛性ともに従来と同等であり
十分な安全性を有することを確認

N700S荷棚先端形材への再生材の適用

○ 技術的な課題

① LIBS選別の歩留りが悪い

- ・新幹線廃車構体スクラップ材からアルミ再生材に至るまでの全体歩留りは低水準

② 再生材の含有率が低い

- ・溶解炉内への端材での再生材投入は効率が悪い
- ・スクラップの添加物濃度が高く、含有率向上が困難
- ・添加物の多い構体(A6005C)を添加物が少ない荷棚先端形材(A6063)として循環利用するため、含有率向上が困難

LIBS選別を使わない簡易な選別方法により、再生材の含有率向上が可能か試験を実施

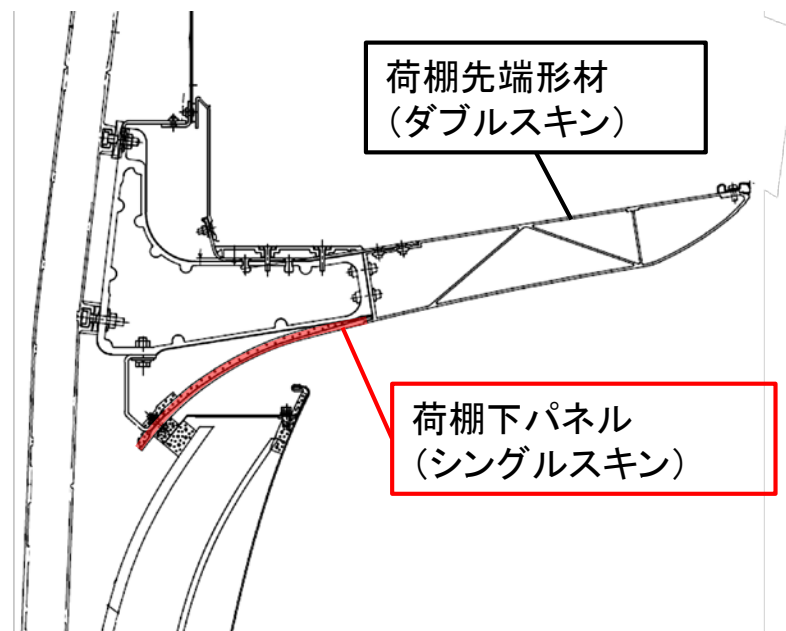
選別手法の最適化による再生材含有率の向上

○LIBSを使用しない簡易な選別工程の検討

- ・上流の廃車解体工程において、部位別に分けてスクラップを保管し、A6005C以外の合金系の混入が少ない屋根構体・側構体のみを使用

○A6005C相当の押出性が適用可能な内装部品を選定

- ・合金系変更に伴う押出性低下への影響が小さい、単純形状の荷棚下パネルを選定
- ※荷棚下パネル材質をA6063からA6005Cに変更

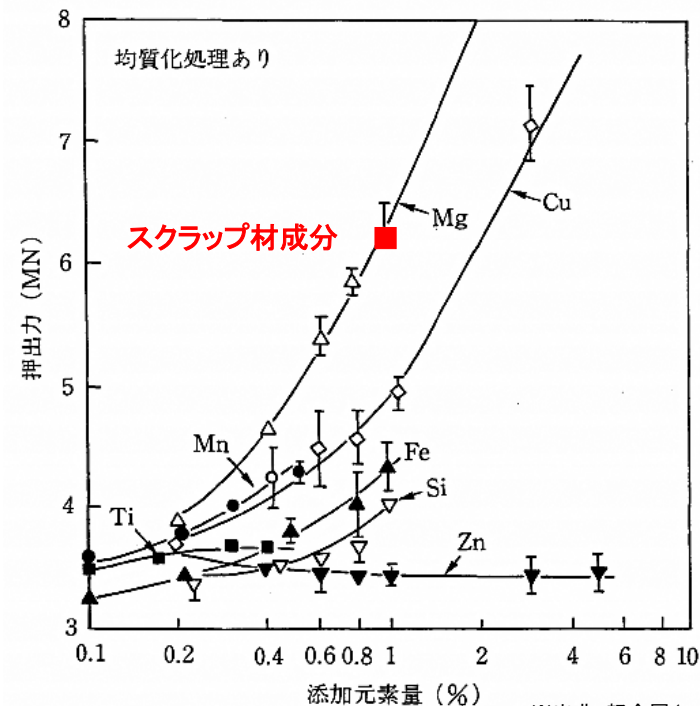
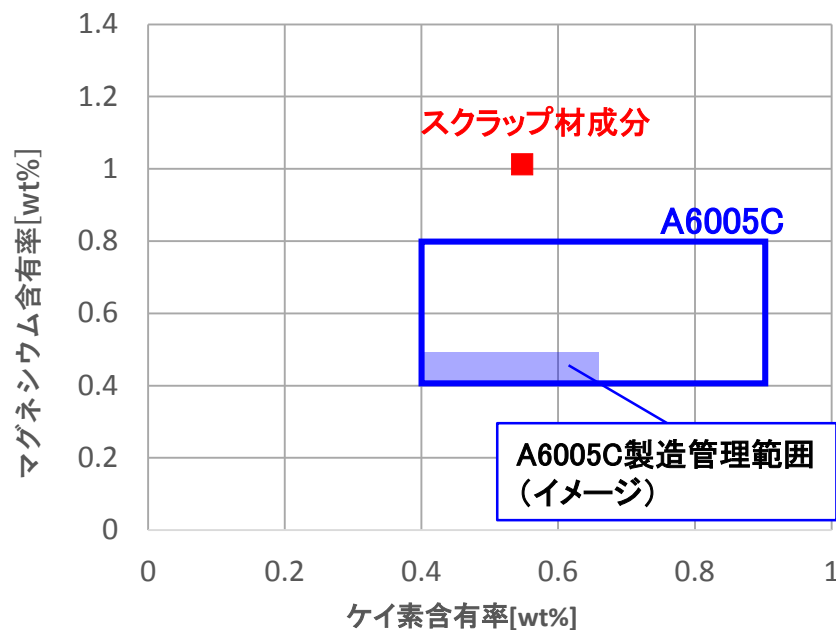


選別手法の最適化による再生材含有率の向上

再生材含有率向上の検討のため、廃棄車両(700系:C52編成11号車)から回収したスクラップ材(LIBS選別なし)の添加物濃度分析を実施

[wt%]

		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
A6005C	700系廃車成分 (C51編成)	0.54	0.27	0.12	0.16	1.04	0.08	0.44	0.02
	JIS規格	0.4~0.9	0.35以下	0.35以下	0.5以下	0.4~0.8	0.3以下	0.25以下	0.1以下



※出典: 軽金属(1988)「Al-Mg-Si系合金」

押出性に特に悪影響を及ぼすマグネシウム濃度が製造管理濃度の2倍程度含有
⇒押出性をA6005Cと同等確保するため、再生材含有率を50%に設定

再生材含有率向上品の試行

○ 材料成分

概ねJIS規格の成分範囲内となっているものの、亜鉛成分のみ規格外

[wt%]

		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
再生材(50%)		0.59	0.19	0.06	0.08	0.40	0.04	0.28	0.03
JIS規格	A6005C	0.40～0.9	0.35以下	0.35以下	0.50以下	0.40～0.8	0.30以下	0.25以下	0.10以下

○ 機械的性質

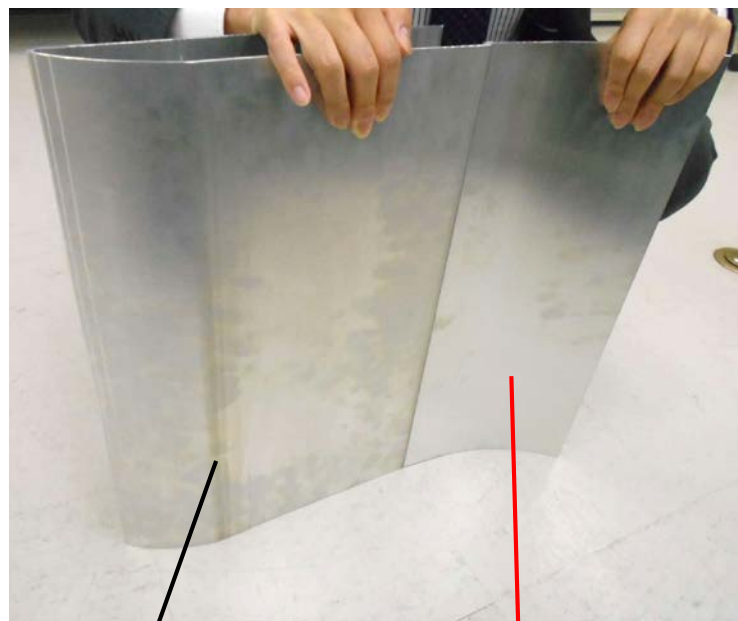
機械的性質はA6005C-T5を下回るものの、A6063S-T5規格以上であることを確認しており、内装品としての強度には問題なし

	引張強さ[MPa]	耐力[MPa]	伸び[%]
試作押出材	239	208	11
JIS規格 (A6063-T5)	150	110	8
JIS規格 (A6005C-T5)	245	205	8

試行部位については、材質を6000系合金として特例採用

個体選別手法の最適化による再生材含有率の向上

再生材含有率を50%とした荷棚下パネルを製作し、
N700S(J1編成)の11号車の荷棚下パネル全箇所へ搭載



荷棚先端形材

荷棚下パネル



荷棚下パネル

形材寸法精度ならびに意匠性が良好であることを確認

取組みの成果

- ①新幹線車両の水平リサイクルシステムを構築
 - ・高速鉄道として世界発の取組み
 - ・日本アルミニウム協会プロセス認証規格に準拠した商用ベースで初の取組み

- ②将来の適用範囲拡大に向けた基礎的な知見の獲得
 - ・LIBS選別の歩留りやスクラップ材の一次溶解によるエネルギーロス等課題を明確化
 - ・廃車解体工程の最適化による選別工程の簡易化が可能

今後も「構体 to 構体」リサイクルの実現に向け検討を継続

目次

○東海道新幹線車両の変遷

○N700Sの特長

○東海道新幹線車両の構体

○アルミ水平リサイクル

○まとめ

まとめ

- N700系以来13年ぶりのフルモデルチェンジとなるN700Sではこれまでの技術開発成果を盛り込み、バッテリー自走システムの搭載や標準車両を実現した。
- 300系以降の新幹線車両の構体はアルミ合金を使用し、大幅な軽量化を実現した。今後もアルミ合金車体の更なる進化を目指す。
- 廃車構体を内装品として再利用するアルミ水平リサイクルを実現し、資源循環型社会の実現に貢献した。今後も「構体to構体」リサイクルの実現に向け検討を続けていく。