

東海道新幹線の車両の進化と アルミ水平リサイクルの推進

東海旅客鉄道株式会社
新幹線鉄道事業本部 車両部
担当部長 藤井 忠





Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における
水平リサイクル事例

○水平リサイクルの効果

○まとめ

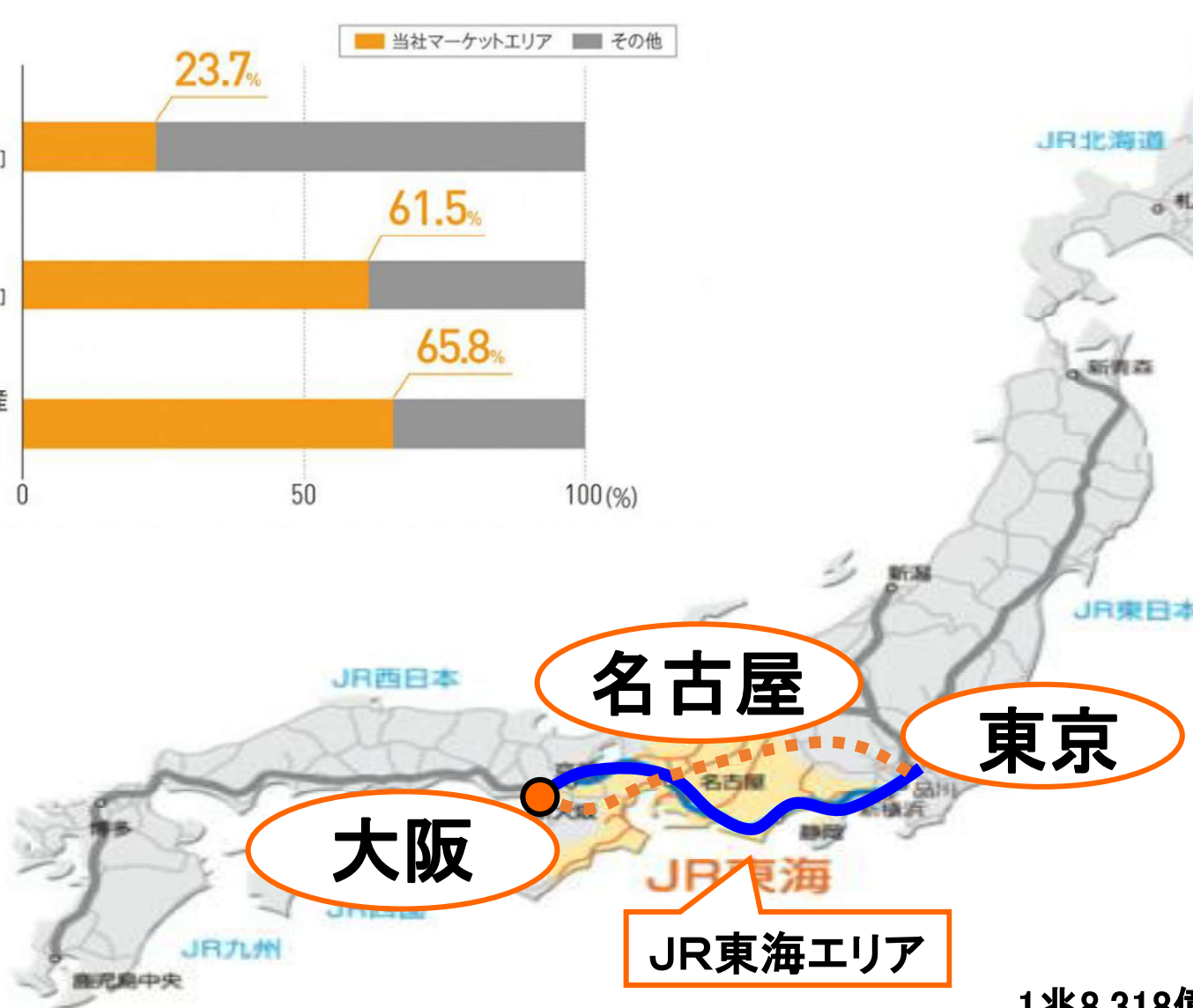
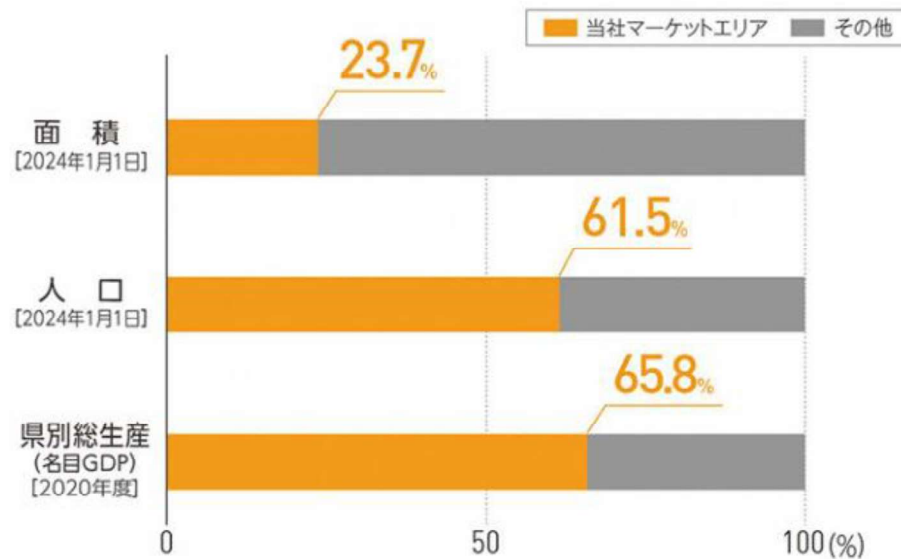
○今後の展望



会社紹介



○ 日本全体に占める割合



【営業キロ】

東海道新幹線
東京～新大阪
552.6km

在来線 12線区
1,418.2km

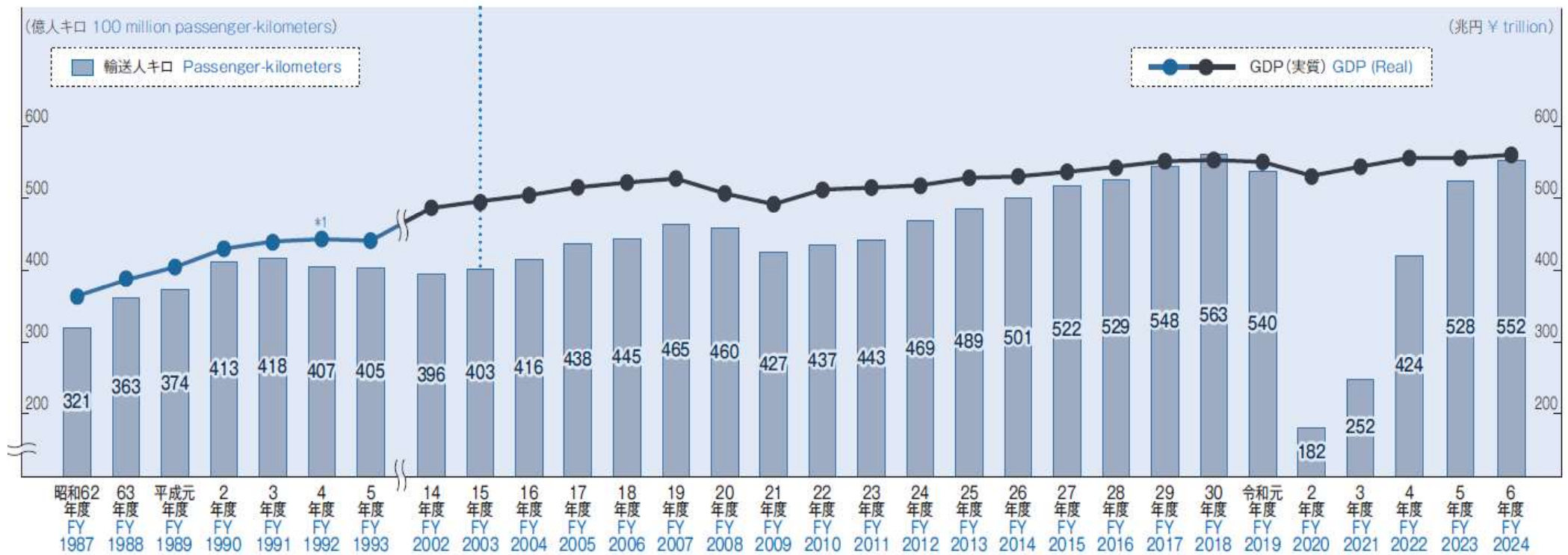
【社員数(単体)】
18,514人

【営業収益(連結)】

1兆8,318億円 (2024年度実績)

会社紹介

○ 東海道新幹線の輸送人キロとGDPの推移



東海道新幹線の特徴

東京～名古屋～大阪を結ぶ『大動脈輸送』



安全

乗車中のお客様が死傷される事故 **0**件

正確

1列車あたり平均遅延 **1.4**分

高速

最高速度 **285**km/h

高頻度

1日あたりの列車本数 **383**本/日

大量

1日あたりの輸送人員 **46**万人/日

環境

1日座席あたりのCO₂排出量 航空機の約 **1/12**

※2024年度実績

東海道新幹線の概要～車両の変遷

1992

1999

2007

2013

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

- ・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)

- ・車体傾斜

- ・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



210km/h

970t

100系



220km/h

925t

300系



270km/h

711t

700系



270km/h
(285km/h)

708t

N700系・N700A



270km/h
(300km/h)

715t



285km/h
(300km/h)

713t

N700S



285km/h
(300km/h)

709t

※ () 内は山陽区間

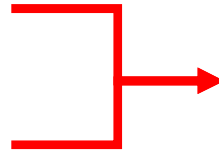
速度向上、大幅な軽量化、新技術により、進化を続けている

新幹線車両 N700S

N700系以来13年振りのフルモデルチェンジ車両（2020年7月～）
N700Sの「S」は「最高の」を意味する“Supreme”を表す

<コンセプト>

- ・さらなる安全・安定輸送の実現
- ・快適性、利便性の向上
- ・より一層の環境性能向上
- ・「標準車両」の実現
- ・革新的技術の採用

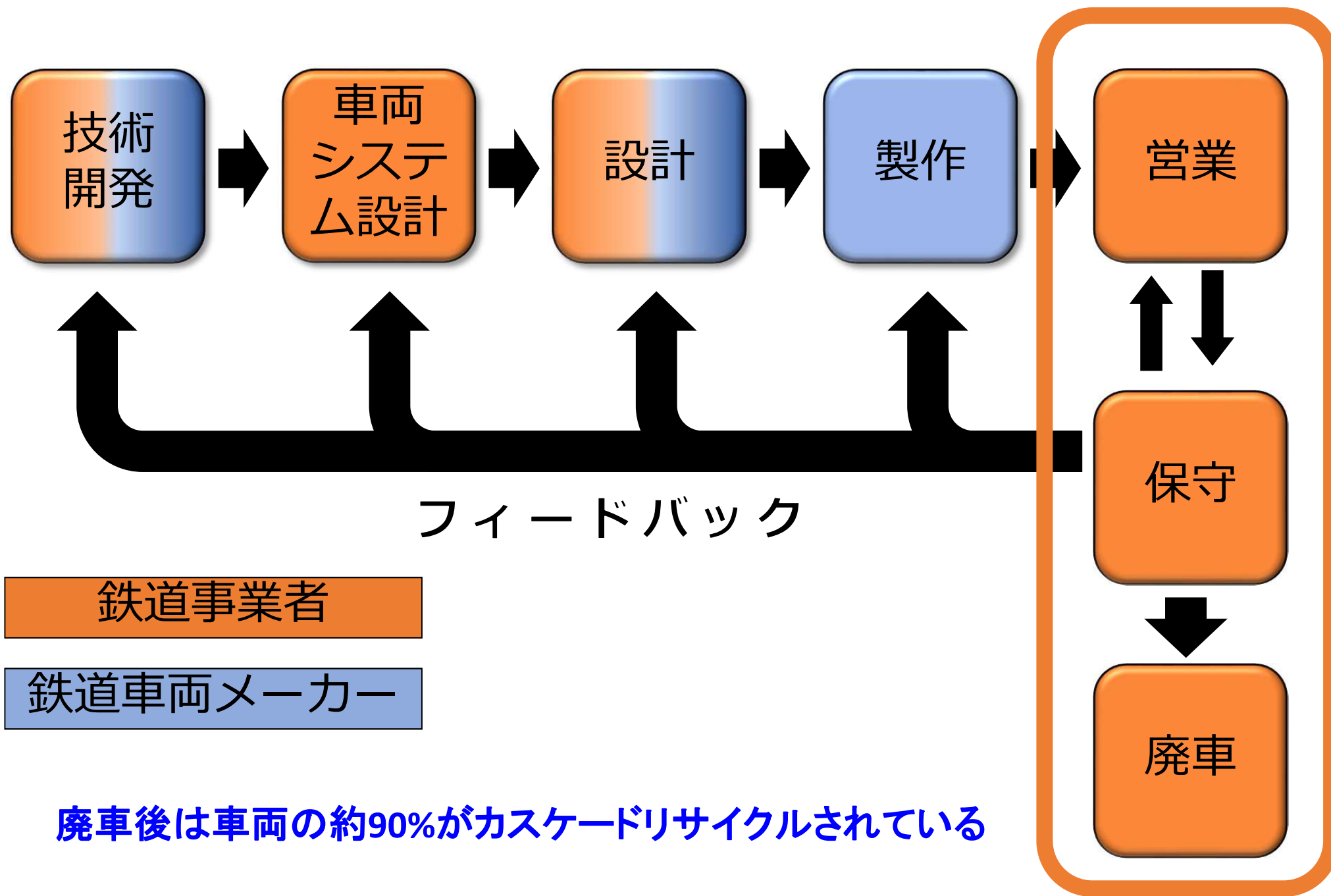


革新的なりサイクル技術により
省エネルギー・資源循環システム
の構築を図る



N700
Supreme

新幹線車両の開発設計の流れ



廃車後は車両の約90%がカスケードリサイクルされている



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における
水平リサイクル事例

○水平リサイクルの効果

○まとめ

○今後の展望

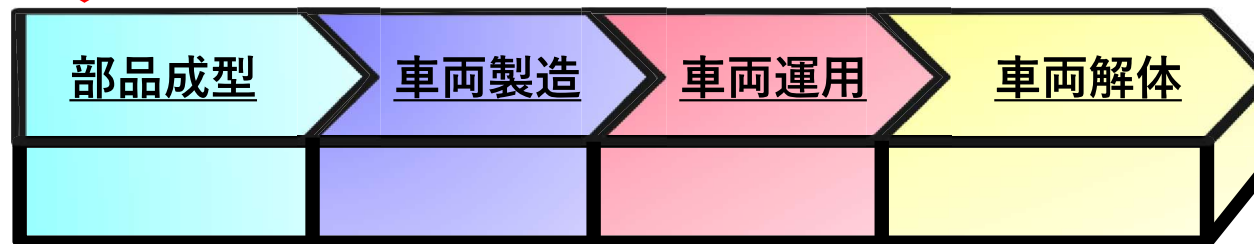


車両新製から廃棄までの流れ

- ・ 車両製造時は、海外から輸入したアルミ新地金等を多く使用して部品成型
- ・ 廃車解体はJR東海工場内で行っており、合金種別が混ざった状態で解体業者に売却
- ・ 大部分は、グレードを落とした鋳物用や脱酸剤等へのカスケードリサイクル



海外から輸入した
アルミ新地金



合金種別が混ざった
アルミ屑として売却

鉄道車両の特徴は、

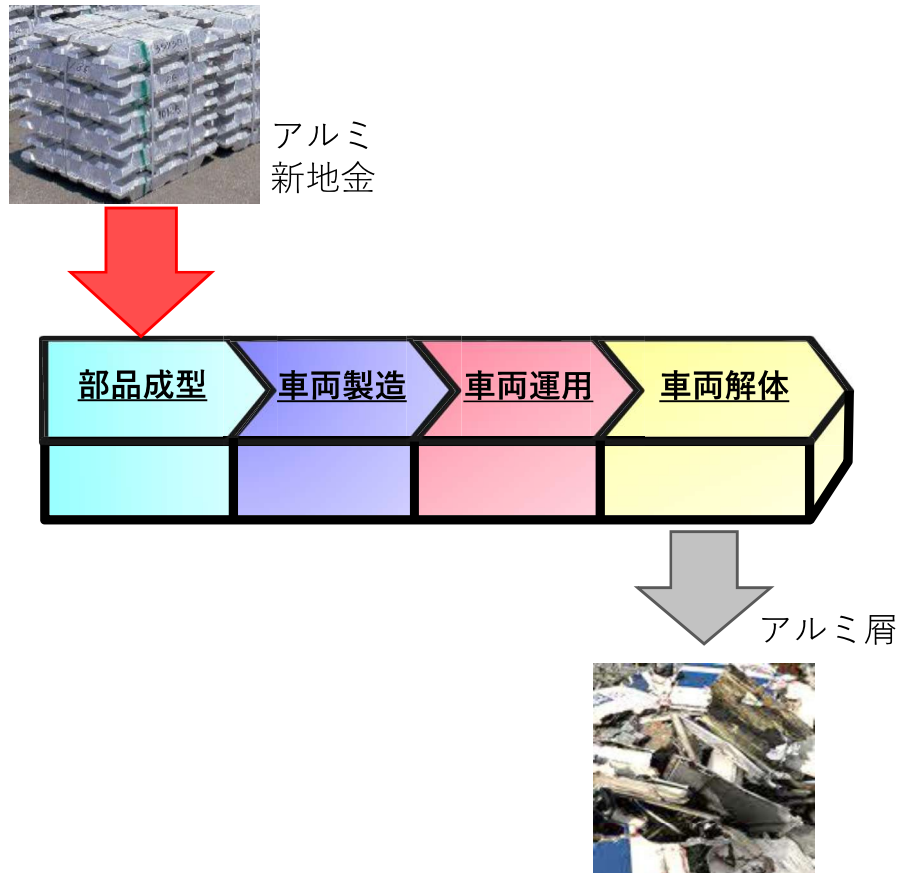
- ・ 製造→運用→廃車までの個体のトレーサビリティを有している
- ・ 車両解体工程においても、他製品の混入がない

⇒循環利用に適した環境であるため、水平リサイクルの取組み開始
(2018年～)

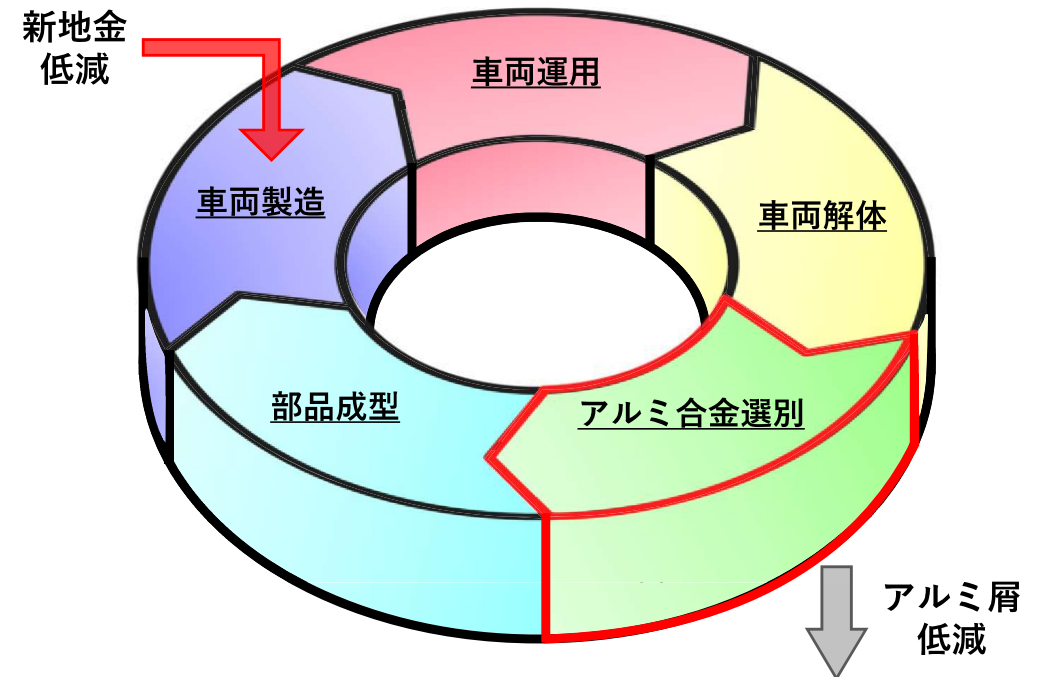
アルミ水平リサイクル

- ・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

<従来（カスケードリサイクル）>



<アルミ水平リサイクル>



鉄道車両に使用されているアルミ合金を合金系別に選別することで、製品から製品への循環使用（Car to Carリサイクル）が実現可能

■CO₂排出量の削減

新幹線車両に使用されるアルミ合金を合金種ごとに選別することで、製品から製品への使用（Car to Carリサイクル）が可能になり、**新地金の製錬に使用していたエネルギーの削減**による、CO₂削減効果が期待できる。
※新地金の製錬拠点は海外にあるため、精錬過程におけるCO₂削減をコントロールできない課題もある

■持続的かつ安定的な原料調達

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**安定的な原料調達**が期待できる。

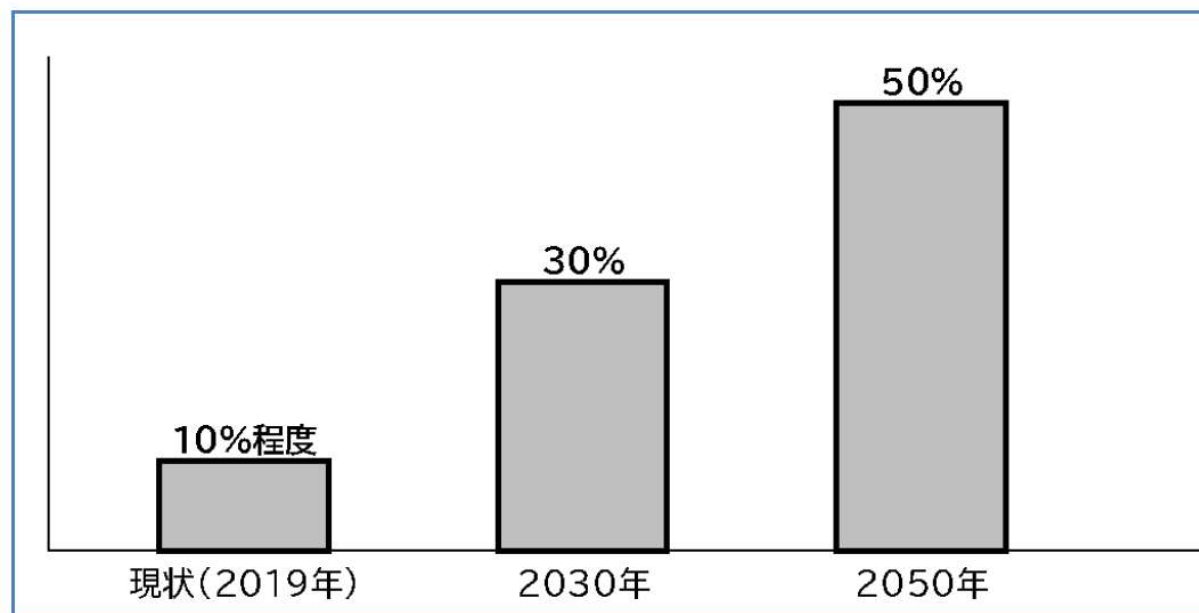
■資源循環型社会の構築

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、国内での**持続可能な資源循環ループの実現**が期待できる。

■アルミ水平リサイクルに関する課題

- ・現在の国内における展伸材の循環使用率は低い水準（10%程度）であり、2050年までに50%程度まで水準を引き上げる必要あり
- ・展伸材の水平リサイクルの課題は、異物（異合金種/異金属）の除去、リサイクルコスト、安定した品質の確保などがあり、これらを改善したリサイクル手法が必要

○展伸材における循環使用率の目標



※アルミニウム
VISION 2050から抜粋

最適な水平リサイクル手法を確立するため、複数のリサイクル手法を実装し、各手法の得失について評価することとした。



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における水平リサイクル事例

手法①：高精度な選別技術を用いたリサイクル手法

手法②：再生材の強度要求緩和を前提としたリサイクル手法

手法③：廃車解体工程を最適化したリサイクル手法



○水平リサイクルの効果

○まとめ

○今後の展望



最終的には廃車構体から新製構体への水平リサイクルの実現を目標に設定したものの、リサイクル手法の確立、パートナーシップの構築、物流の整理など、**多岐にわたる課題に対して段階的に対応するため、2ステップに分けて検討を進めてきた。**

■STEP1（導入期）

①目的

- ・ 水平リサイクルの検証ならびに技術的手法の確立
- ・ リサイクル材の品質確保
- ・ 物流の整理
- ・ 課題の抽出

②対象

- ・ 強度要件が比較的緩い内装材（荷棚部材）を対象

■STEP 2（発展期）

①目的

- ・ 経済性/持続性の確保
- ・ リサイクル物量の拡大

②対象

- ・ 強度/品質要件の厳しい構体を対象

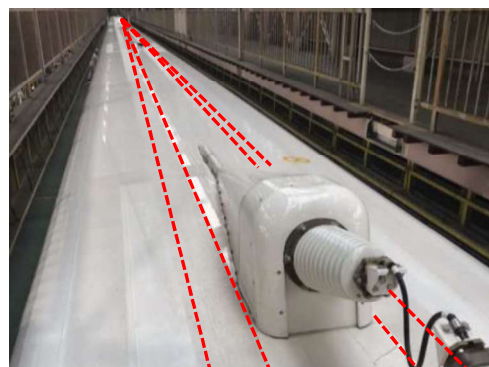
N700Sにおける水平リサイクルの実施状況

リサイクルに係わる各工程において要素技術の検証を行うため、以下の3手法に関して実装した

手法①：高精度な選別技術（LIBS選別）を用いたリサイクル手法

手法②：再生材の強度要求緩和（低物性材料）を前提としたリサイクル手法

手法③：廃車解体工程を最適化（部位別解体）したリサイクル手法

	手法①	手法②	手法③
適用部位	荷棚先端形材（A6063） 	荷棚下パネル（A6005C） 	屋根構体（A6005C） 
廃車解体	一括解体 ※簡易な解体 (屋側＋側＋床＋妻構体)	分別解体 ※丁寧に解体 (屋根＋側構体)	分別解体 ※さらに丁寧に解体 (屋根構体のみ)
選別	・風力選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ・LIBS選別 ※精密な選別	・風力選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ※最も簡易な選別	・風力選別 ・振動選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ※簡易な選別
溶解 鑄造	新地金との混合 (水平リサイクル材：10%以下)	新地金との混合 (水平リサイクル材：50%)	新地金/他リサイクル材との混合 〔 水平リサイクル材：10% 〕 〔 他リサイクル材：40% 〕
物性	JIS規格内	新規物性(JIS規格外)	JIS規格内



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における水平リサイクル事例

手法①：高精度な選別技術を用いたリサイクル手法

手法②：再生材の強度要求緩和を前提としたリサイクル手法

手法③：廃車解体工程を最適化したリサイクル手法



○水平リサイクルの効果

○まとめ

○今後の展望



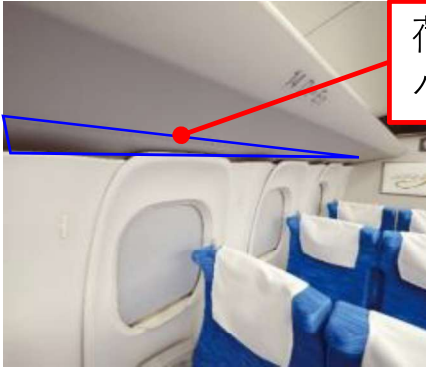
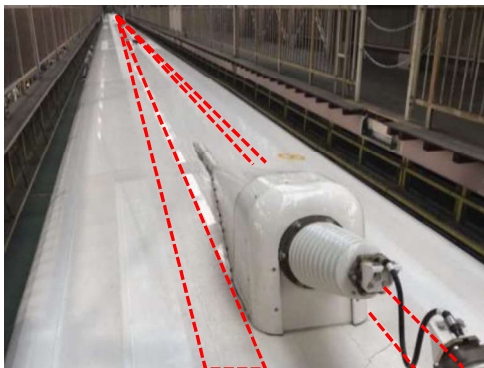
N700Sにおける水平リサイクルの実施状況

リサイクルに係わる各工程において要素技術の検証を行うため、以下の3手法に関して実装した

手法①：高精度な選別技術（LIBS選別）を用いたリサイクル手法

手法②：再生材の強度要求緩和（低物性材料）を前提としたリサイクル手法

手法③：廃車解体工程を最適化（部位別解体）したリサイクル手法

	手法①	手法②	手法③
適用部位	荷棚先端形材（A6063） 	荷棚下パネル（A6005C） 	屋根構体（A6005C） 
廃車解体	一括解体 ※簡易な解体 (屋側＋側＋床＋妻構体)	分別解体 ※丁寧に解体 (屋根＋側構体)	分別解体 ※さらに丁寧に解体 (屋根構体のみ)
選別	・風力選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ・LIBS選別 ※精密な選別	・風力選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ※最も簡易な選別	・風力選別 ・振動選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ※簡易な選別
溶解 鑄造	新地金との混合 (水平リサイクル材：10%以下)	新地金との混合 (水平リサイクル材：50%)	新地金/他リサイクル材との混合 〔 水平リサイクル材：10% 他リサイクル材：40% 〕
物性	JIS規格内	新規物性(JIS規格外)	JIS規格内

手法①② リサイクルの流れ

①廃棄車両（700系/N700系）
から素材を回収



②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）



⑥N700Sの荷棚先端部材、
荷棚下パネルとして循環使用



手法①
荷棚先端形材

手法②
荷棚下パネル

④ビレットを押出し成型



③溶解後にビレットを鋳造



手法①② 廃車解体・選別手法

手法①：LIBS選別による高精度なりサイクル手法

手法②：水平リサイクルビレットの強度要求緩和による低コストなりサイクル手法

廃車解体

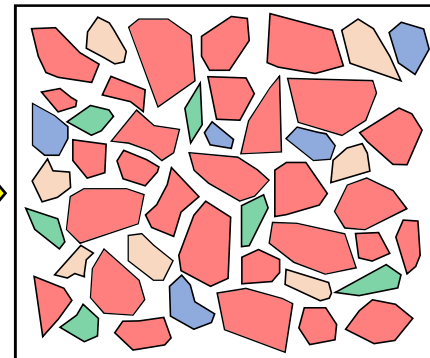
スクラップ（イメージ）

- ・選別難度：高
- ・コスト：大

手法①

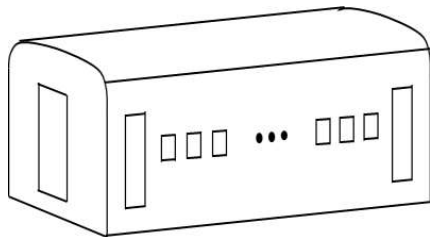
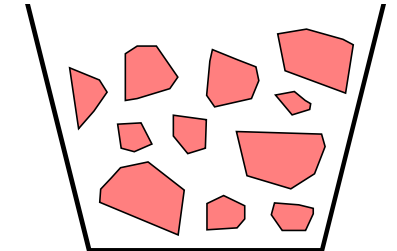


部位毎に分けずに解体



異種合金が混在

LIBS
選別

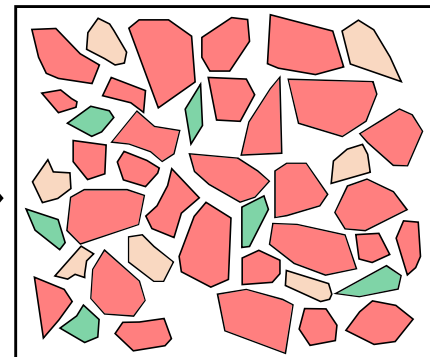


手法②



屋根と側部を分けて解体

スクラップ（イメージ）

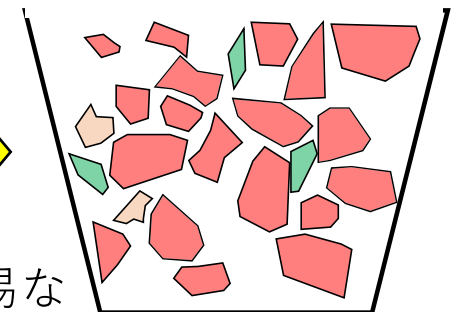


異種合金が混在

（手法①より異物混入が少ない）

- ・選別難度：低
- ・コスト：小

簡易な
破碎・選別

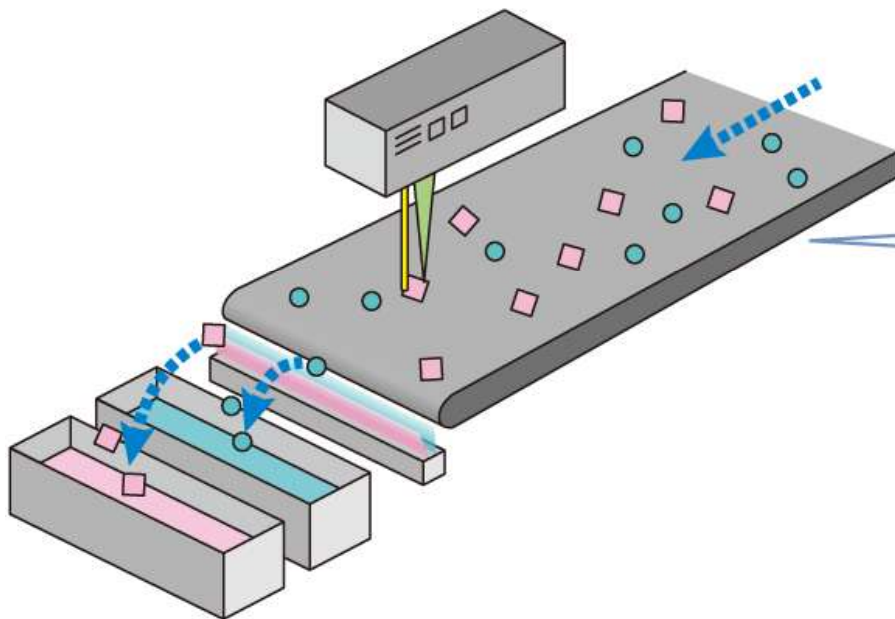


手法① LIBSについて

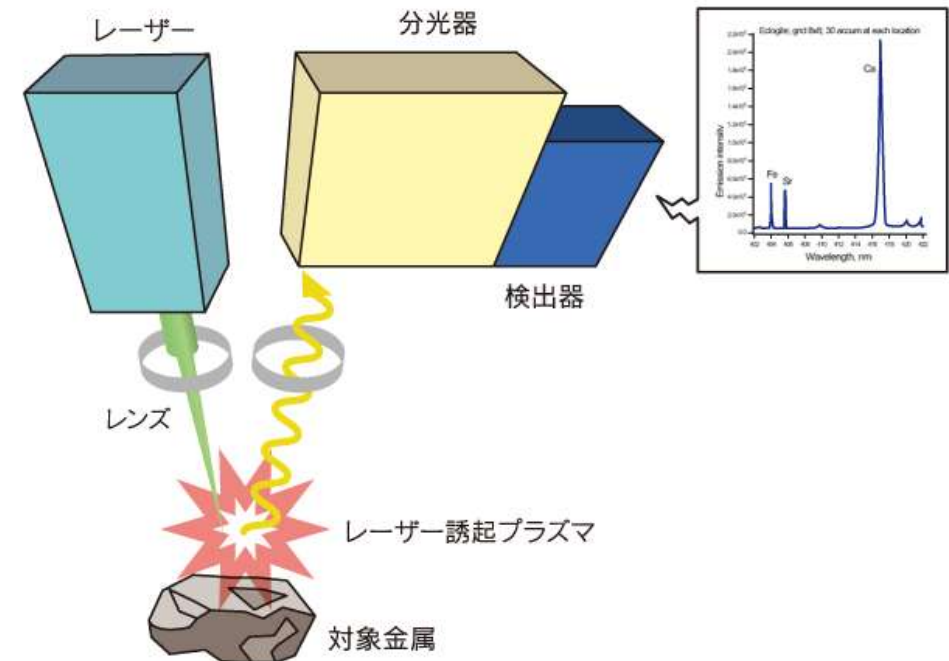
■LIBS選別（Laser Induced Breakdown Spectroscopy）

高出力パルスレーザ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)

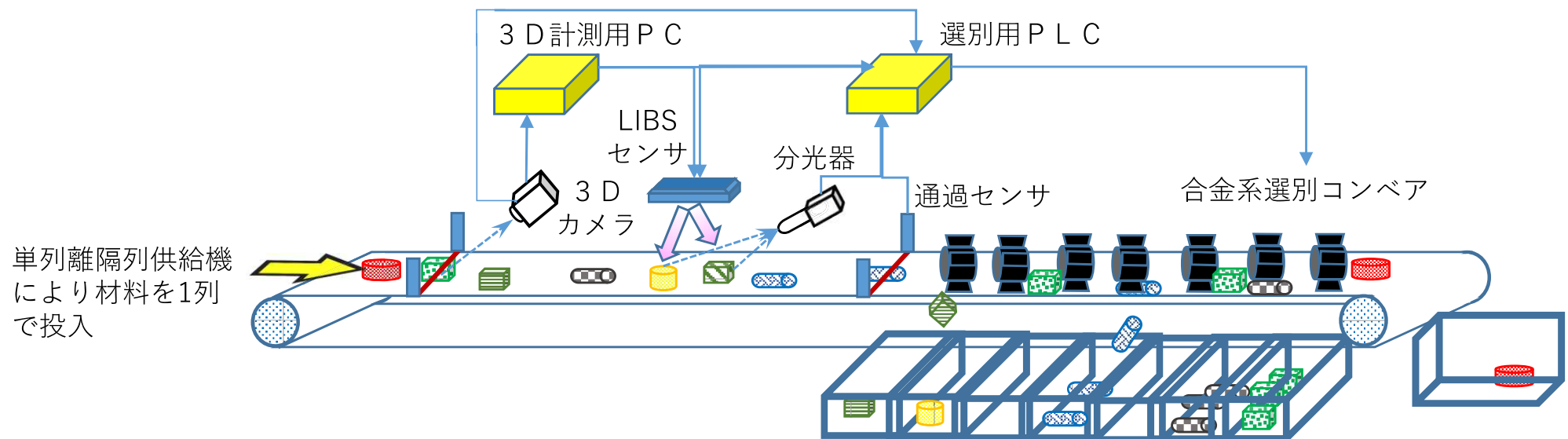


※株HARITA提供

手法① LIBSについて

■LIBS選別機構

- ① 3Dカメラにより材料のLIBS対象位置を把握
- ② 分光器からレーザー照射を行い、LIBSセンサにて合金系を判定
- ③ 合金系選別コンベアに設置した複数台のキッカーにて
アルミ合金系7種（1000系～7000系）＋その他の8種類に自動選別を行う



アルミ合金7種（1000系～7000系）＋その他1種に選別

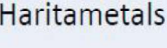
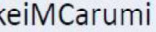
手法① プロセス認証規格への準拠

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、LIBS選別を使用したリサイクルに関するプロセス認証規格 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

※上記のプロセス認証規格を実装した初めての実現例

<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）が一堂に会し、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	Nipponsharyo.Hitachi.Kawasaki.Kinkisharyo    
Recycler	Haritametals We create. HARITA METALS NikkeiMCarumi NMN 日新エムシーアルミ株式会社    
Aluminumvehicle material manufacturer	UACJ. KobesteaL. Nihonkeikinnzoku.Syowadenknkou.     mitubishiarumi. Sankyoutateyama.  
Car manufacturer (observer)	TOYOTA. HONDA. NISSAN   



手法① プロセス認証規格への準拠

■ アルミ再生材規格への準拠状況

項 目	要 件	準拠状況
トレーサビリティ	再生材履歴として以下を提示すること	
	①鉄道車両単体からの再生材であること	○（N700系廃車を使用）
	②廃車両を構成するアルミ合金名リストおよびアルミ以外の主たる部品リスト	○（成分割合をリスト管理）
	③解体（前処理）工程と内容	○（提示の通り）
	④プロセス認証規格を満足した選別品であること	○（プロセス認証規格準拠）
成分	化学組成の代替として以下を提示すること	
	①プロセス認証規格を満足した合金種区分（1000系～7000系までの7区分）	○（6000系のみを選別）
	②複数合金種区分が混合する場合は、それぞれの合金種区分の比率	○（6000系のみを選別）
異物	解体（前処理）とLIBS選別により、アルミニウム合金以外の異物なきこと	○（破砕機とLIBSにて除去）
形状および梱包	①固体1個あたりの大きさの範囲を提示すること	○（ベースメタル状態）
	②納入単位は約500～1000kgを目安とする	○（500kg）
	③梱包形態は、固体をバラで風袋に入れるか、またはプレスした状態とする	○（ベースメタル状態）
その他	水分（前提：水濡れ無き事）	○（水濡れなし）
	風袋（フレコンバック、専用BOX【フォーク爪刺付き】etc）	○（ベースメタル状態）

プロセス認証規格の全てに準拠していることを確認

手法① リサイクル材の評価

■ リサイクル材の評価

- ・ リサイクル材の成分はJIS規格（A6063）の範囲内であることを確認
- ・ 材料の機械的性質もJIS規格に準拠することを確認
- ・ 表面の意匠性や寸法精度に関しても問題ないことを確認

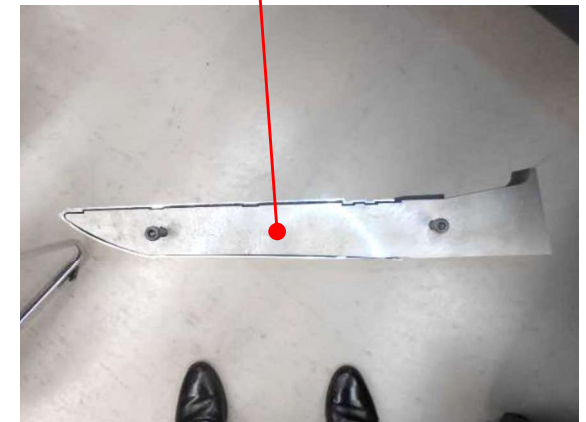
荷棚先端形材試作品



表面の意匠性良好



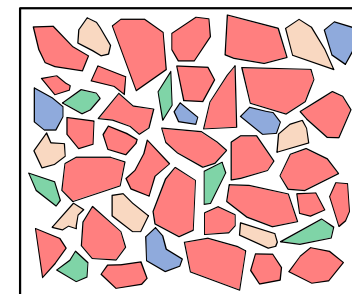
断面形状の寸法精度良好



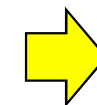
■ 技術的な課題

- ・ LIBS選別の歩留りが悪く、選別コスト大
新幹線廃車構体スクラップ材からリサイクル材に至るまでの全体歩留りは約16%と低水準となる

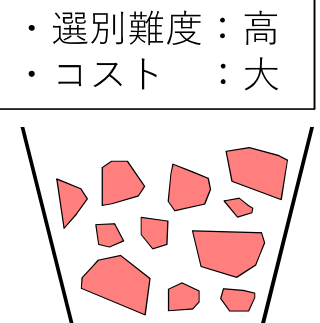
スクラップ（イメージ）



異種合金が混在



LIBS
選別



- ・ 選別難度：高
- ・ コスト：大

手法② 選別手法の最適化による再生材含有率の向上

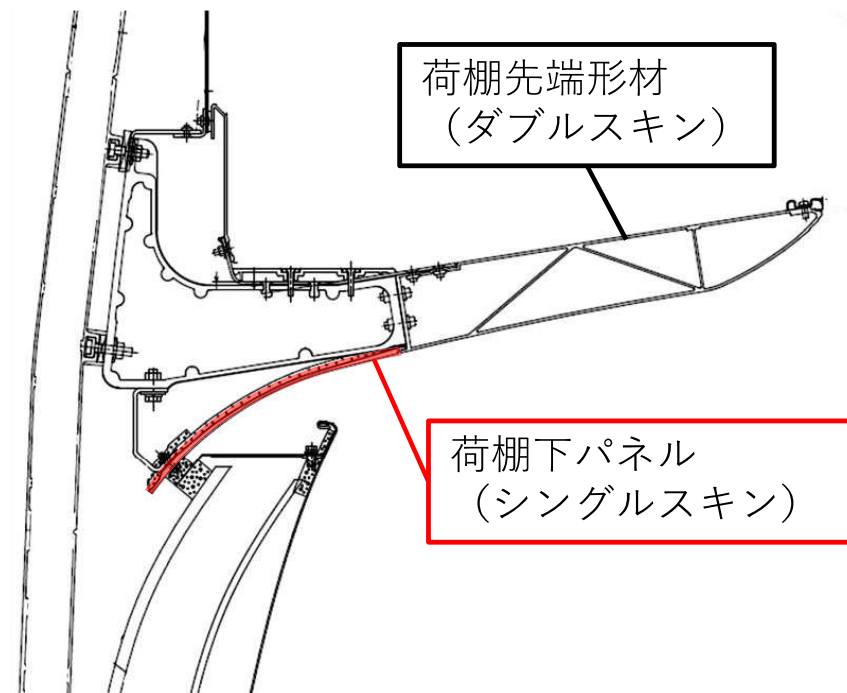
■LIBSを使用しない簡易な選別工程の検討

- ・ 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
- ・ 風力選別、磁気選別、渦電流選別のみを使用した簡易な選別

■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に変更する

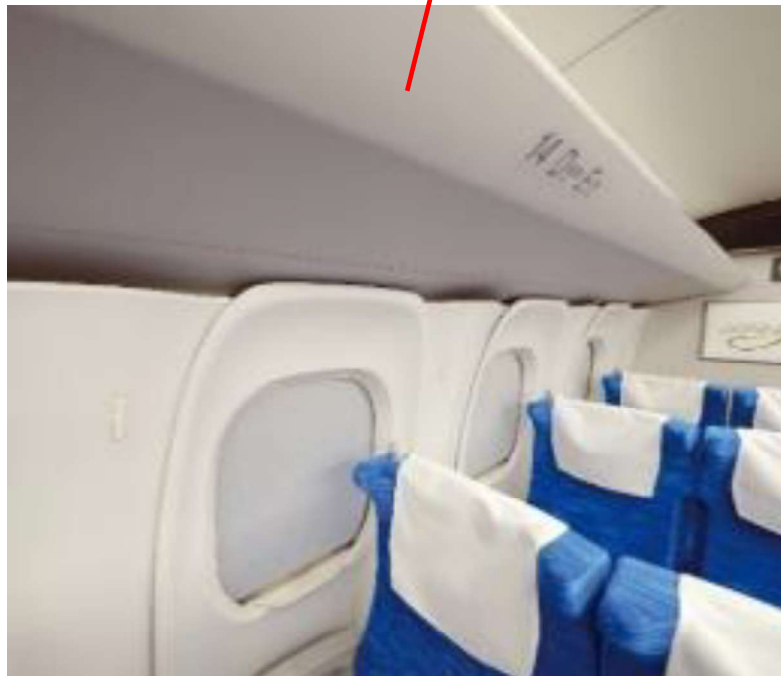


手法①/手法②のN700S 1次車への適用

■ 荷棚先端部材

N700S（J1編成以降）の普通車の荷棚先端部材に搭載

荷棚先端部材



■ 荷棚下パネル

N700S（J1編成）の11号車の荷棚下パネルに搭載

荷棚下パネル



手法①/手法②をN700S 1次車に適用した



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における水平リサイクル事例

手法①：高精度な選別技術を用いたリサイクル手法

手法②：再生材の強度要求緩和を前提としたリサイクル手法

手法③：廃車解体工程を最適化したリサイクル手法



○水平リサイクルの効果

○まとめ

○今後の展望



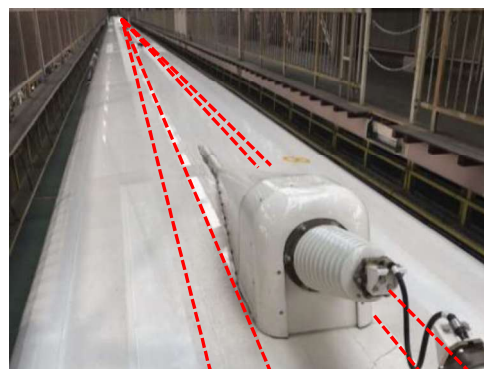
N700Sにおける水平リサイクルの実施状況

リサイクルに係わる各工程において要素技術の検証を行うため、以下の3手法に関して実装した

手法①：高精度な選別技術（LIBS選別）を用いたりサイクル手法

手法②：再生材の強度要求緩和（低物性材料）を前提としたりサイクル手法

手法③：廃車解体工程を最適化（部位別解体）したりサイクル手法

	手法①	手法②	手法③
適用部位	荷棚先端形材（A6063） 	荷棚下パネル（A6005C） 	屋根構体（A6005C） 
廃車解体	一括解体 ※ラフに解体 (屋側＋側＋床＋妻構体)	分別解体 ※丁寧に解体 (屋根＋側構体)	分別解体 ※さらに丁寧に解体 (屋根構体のみ)
選別	・風力選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ・LIBS選別 ※精密な選別	・風力選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ※最もラフな選別	・風力選別 ・振動選別 ・磁気選別 ・渦電流選別 ※ラフな選別
溶解 鑄造	新地金との混合 (水平リサイクル材：10%以下)	新地金との混合 (水平リサイクル材：50%)	新地金/他リサイクル材との混合 〔 水平リサイクル材：10% 〕 〔 他リサイクル材：40% 〕
物性	JIS規格内	新規物性(JIS規格外)	JIS規格内

手法③ リサイクルの流れ

①廃棄車両（700系/N700系）
からアルミ素材を回収



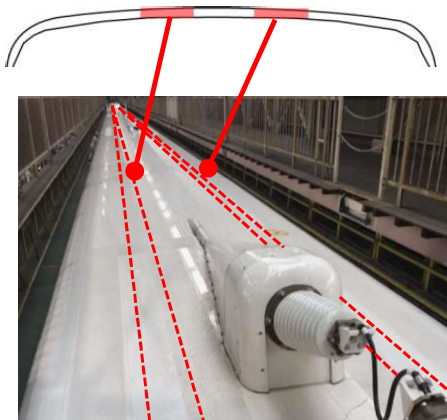
②6000系合金の
シュレッダー材を選別



③選別後の素材を溶解
（成分分析を実施）



⑥N700Sの屋根構体
として循環使用
（車体断面イメージ）



⑤ビレットを押出し成形



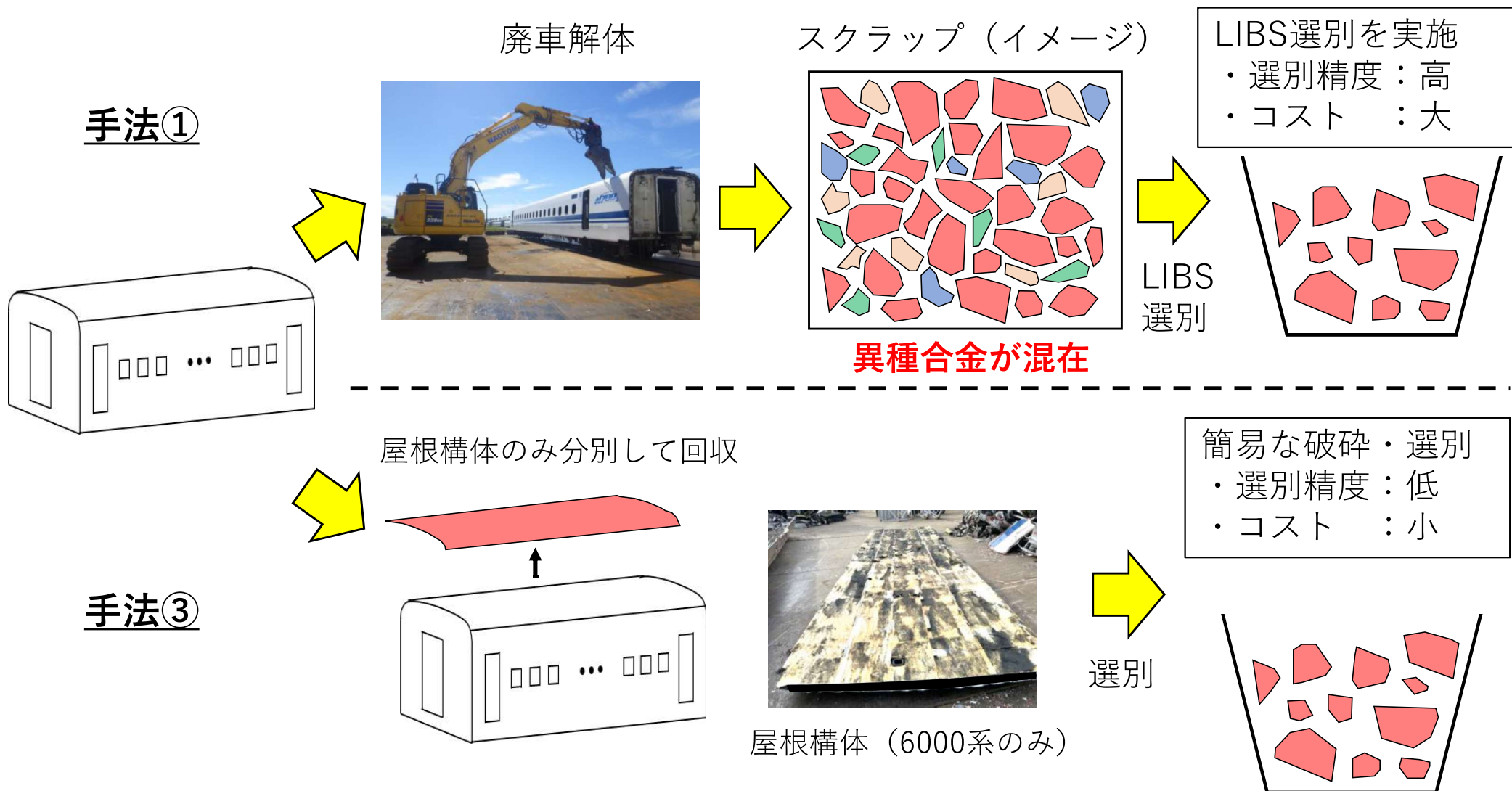
④溶解後にビレットを鋳造



手法③ 廃車解体・選別手法

手法①：車両内装材向けのリサイクル手法（LIBS選別を実施）

手法③：廃車解体時の部位別解体による高精度かつ低コストなリサイクル手法



上流の廃車解体において分別を行う、高精度かつ低コストな合金選別を検討

手法③ 選別手法

■ 破碎・選別工程



破碎した新幹線車両



大型シュレッダー



振動選別機（大きなゴミを除去）



強力磁気選別機



渦電流選別機（アルミを選別）



バイブロスクリーン
（5mm以下のゴミを除去）



磁気選別装置
（鉄を除去）



手選別



選別後のシュレッダー材

手法③ リサイクル材の評価

シュレッダー材の含有率は概ね10%程度で管理するため、製造時のバラつきによる影響を評価するため、7.8%と13.8%の2パターンについて評価を実施。

項目		結果
化学成分値		○：JIS規格(JIS H4100)範囲内
金属組織		○：新地金等を使用した従来品と同等
機械的性質	引張強さ	○：JIS規格(JIS H4100)範囲内
	耐力	○：JIS規格(JIS H4100)範囲内
	伸び	○：JIS規格(JIS H4100)範囲内
溶接性	MIG溶接	○：溶接欠陥無し
	FSW接合	○：溶接欠陥無し
接合部強度 (FSW)	引張試験 (JIS Z3121)	○：新地金等を使用した従来品と同等
	曲げ試験 (JIS Z3122)	○：表曲げ/裏曲げともに良好

- ・ N700Sの屋根構体の一部に水平リサイクル材を採用（2024年3月～）
- ・ 手法①～③の中では、**手法③が品質・コストの観点で最も優れた手法**



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における
水平リサイクル事例

○水平リサイクルの効果

○まとめ

○今後の展望



アルミ水平リサイクルの効果②

■高水準なトレーサビリティによる安定した品質の確保

- ・リサイクル工程においては、廃棄車両の編成番号や号車の情報を共有
- ・スクラップ材の成分のばらつきを把握することで、リサイクル特有の成分調整等の対応を最小限に留めつつ、安定した品質の確保が可能

廃車

編成・号車情報



選別

編成・号車情報

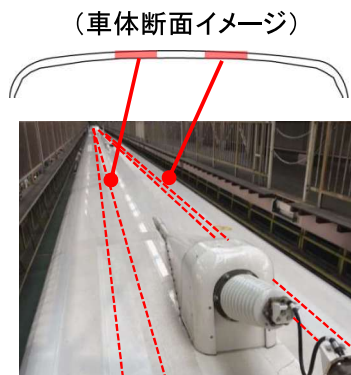


溶解



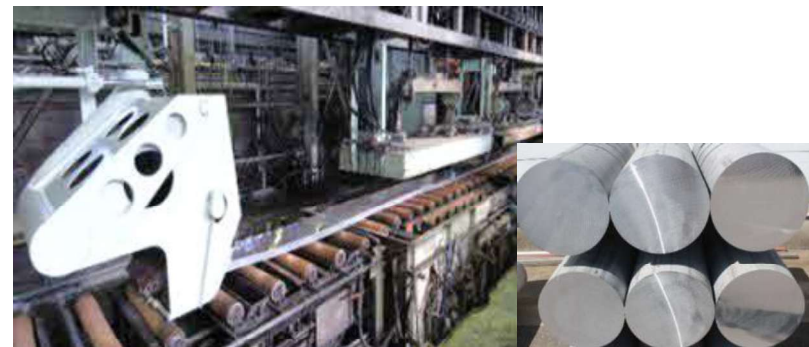
編成・号車情報
スクラップ材成分情報

車両製造



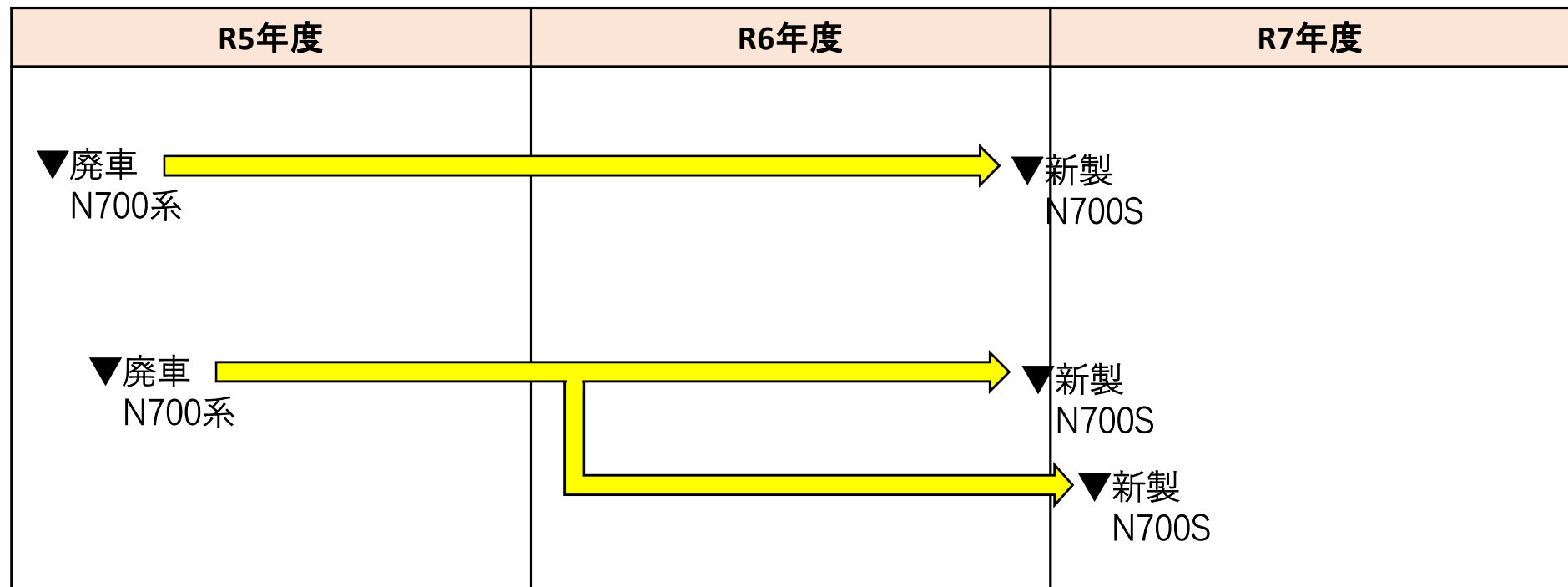
編成・号車情報
ビレット材成分情報
機械的性質情報

鋳造・押出成形



■持続的かつ安定的な原料入手

- ・新幹線では新製車両の投入に合わせて、計画的に車両を廃棄
- ・新製車両の投入時期からリサイクルや製造リードタイム分を遡った時期に廃車となる編成から計画的・安定的にスクラップの入手が可能



スクラップ市況の影響を受けることのない安定した物流を確保可能であり、持続的かつ安定的な原料入手を実現



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における
水平リサイクル事例

○水平リサイクルの効果

○まとめ

○今後の展望



- ・アルミニウム合金の水平リサイクルに関して、2ステップに分けて段階的に実装を進め、内装材への適用から始め、最終的には厳正な強度確保が必要な構体にまで取組みを発展させた。
- ・段階的な実装を通じて、水平リサイクルに関する複数の手法を実装し、得失比較することで、高精度かつ低コストなりサイクルシステムを確立した。
- ・新幹線車両から新幹線車両への水平リサイクル（Car to Carリサイクル）を実現することで、新地金の製錬に使用していたエネルギーの削減によるCO₂削減を実現した。
- ・動静脈に関わる関係者間で循環資源に関するトレーサビリティを確保するとともに、これらのデータを蓄積・共有することで、安定かつ十分な品質を確保しつつ、リサイクルの高効率化や安定した材料入手を実現した。



Agenda

○会社紹介、東海道新幹線の概要

○アルミニウム合金の
水平リサイクル

○東海道新幹線における
水平リサイクル事例

○水平リサイクルの効果

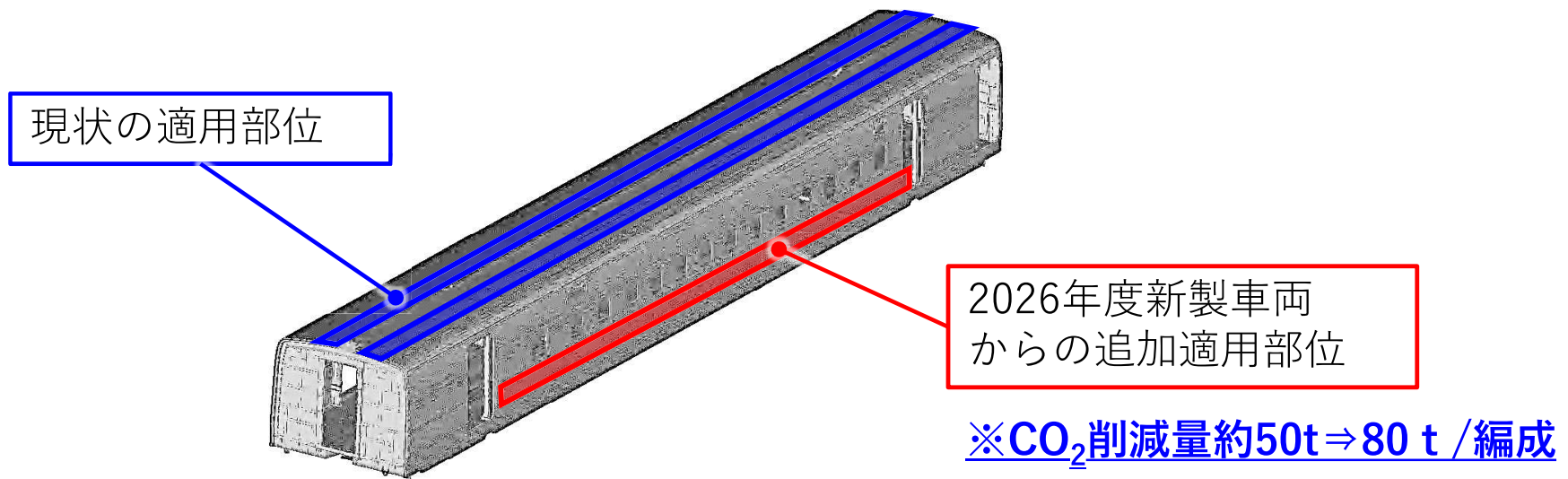
○まとめ

○今後の展望



■さらなる適用範囲拡大に向けた検討

- ・廃車解体、選別工程のさらなる簡易化



■リサイクル性の高い車両構造の検討（循環配慮設計）

- ・廃車の解体作業性を考慮した車両構造
- ・構体を使用しているアルミ合金の7000系レス化

今後も、関係企業間でのパートナーシップの下、
資源循環社会の実現に向けた取組みを推進していきます。

A photograph of Mount Fuji in the background and a Shinkansen train in the foreground. The train is white with blue and grey accents, and the mountain is snow-capped under a clear blue sky.

ご清聴ありがとうございました