

平成29年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「大変形に対応し安全性を向上した
鉄道車両用連結部内装パネルの試作開発」

研究開発成果等報告書

平成30年3月

担当局 中部経済産業局
補助事業者 公益財団法人名古屋産業振興公社

目 次

第1章 研究開発の概要

- 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標
- 1-2 研究体制
- 1-3 成果概要
- 1-4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 本論

- 1. リンク機構の設計
- 2. リンク機構の試作
- 3. 機能評価

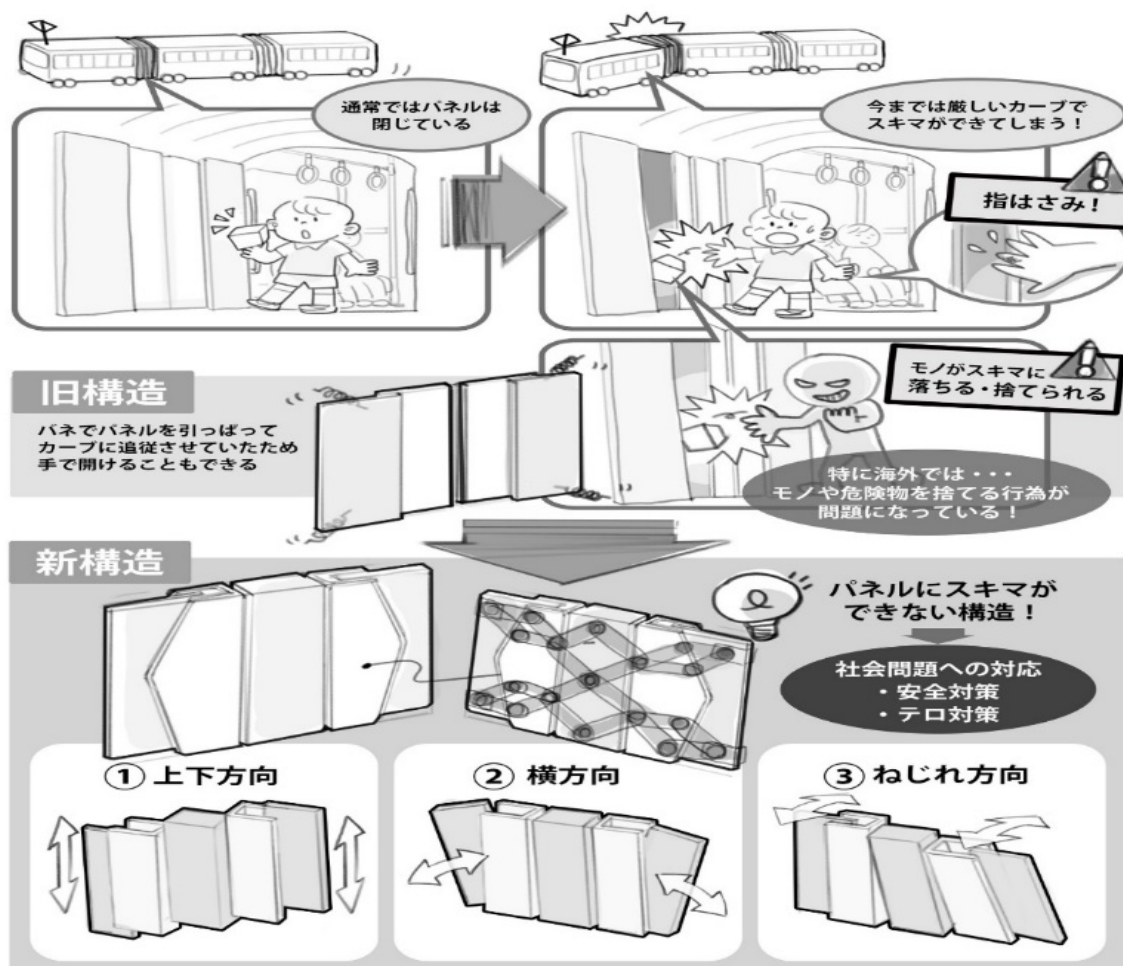
最終章 全体総括

- 1. 複数年の研究開発成果
- 2. 補助事業の成果に係る事業化展開について
- 3. 補助事業の成果に係る知的財産権等について

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

<本事業の概要>



<研究開発の背景>

日本の新幹線の実用化以来、高速鉄道の優位性が各国で認識され、昨今では各国の鉄道事業が活発化しており、国内の鉄道車両メーカーも一層の海外展開を図る動きを進めている。その中で車両の機能部分となる鉄道車両用連結部の在り方についても、技術・社会的要求への対応を強く求められてきている。

鉄道車両において、車両内空間の拡大のために連結部を客室の一部として使用するニーズがあるが、これまで車両の連結部分の複雑な動きへ対応するために、内装パネルを分割・独立して動かす方法を取ってきた。しかし、連結部の内装パネル内部への危険物投入や、連結部のパネル浮きによって指などを挟む事故などが危惧され、安全性への対応は犠牲を余儀なくされてきた。

また近年では、連結部で携帯電話を使用する為の防音対策や鉄道車両用の高い難燃性をクリアする耐火性向上の性能が求められる一方で、リサイクル率の向上やコスト低減の要求も強まっている。


そこで今回の事業では、車両の複雑な偏倚に追従しつつ、内装パネルが浮かない構造を共通プラットフォームのデザインで開発することで、安全性・防音性・リサイクル率を向上させ、尚且つ、材料の共通化による初期費用や工法の改善を促進しコスト低減を可能にする。

<デザイン開発に係る技術において達成すべき高度化目標>

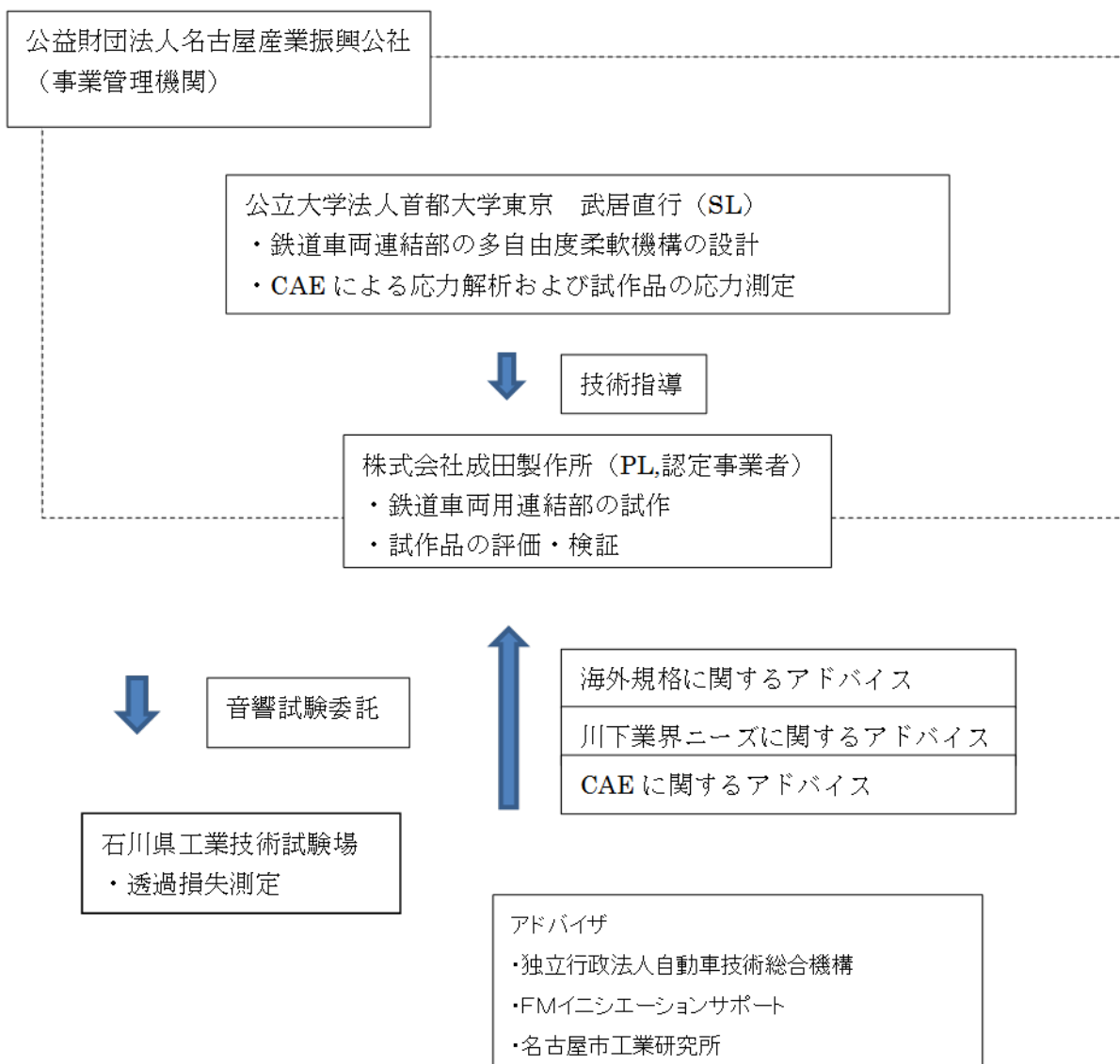
従来の連結機構では、内装パネルをバネで保持するだけの構造であるため、人が内装パネルを引っ張ると隙間ができてしまい、また、車両が大きくカーブする際にも、連結部内部を覆うパネルの間に隙間ができてしまう。このため、指を挟む事故や、隙間から危険物を入れられるテロなどの危険が指摘されている。そこで、リンクとアルミパネルを使った新しい構造を開発し、これらの問題の解決を目指す。

今回の連結部の構造は、車両が線路のカーブ上を通過する際、連結面間が狭くなってもパネルがスライドして室内側へ入り込んでこない構造になっているため、貫通路の幅が狭くなることもなく、カーブ上でも車椅子が通過できる設計となっている。世界各国で要求が高まっているユニバーサルデザインとなっており、乗客の安全性向上が見込まれるとともに、他のパネル構造との差別化が図られ、高い競争力が期待できる。

<現状と目標値>

<p>【現状】 車間1200mm程度において</p> <ul style="list-style-type: none">・左右変位(X軸); ±500mm・前後変位(Y軸); ±110mm・上下変位(Z軸); ±55mm・回転(ローリング角); 2°・偏角(ヨーイング角); ±9°・透過損失; オールオーバー値30dBA・リサイクル率; 0%・接着剤使用量; 8Kg・コスト; 100		<p>【目標値】海外メーカーからの要求仕様値 車間1200mm程度において</p> <ul style="list-style-type: none">・左右変位(X軸); ±1100mm・前後変位(Y軸); ±200mm・上下変位(Z軸); ±200mm・回転(ローリング角); ±3°・偏角(ヨーイング角); ±25°・透過損失; オールオーバー値40dBA・リサイクル率; 70%以上・接着剤使用量; 0Kg・コスト; 90以下
---	---	--

1-2 研究体制



1-3 成果概要

実施内容	実施時期											
	平成28年度				平成29年度							
	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月
研究開発等の年度目標 【1. リンク機構の設計】	＜年度目標＞ リンク機構の基本設計				＜年度目標＞ リンク機構のCAE解析							
【1-1】リンク機構基本設計 (実施機関: 首都大学東京)	→				計画 →							
【1-2】縮小モデルによる確認 (実施機関: 首都大学東京)	→				実績 →							
【1-3】CAEによる最大応力予測 (実施機関: 首都大学東京)					→							

実施内容	実施時期											
	平成28年度				平成29年度							
	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月
研究開発等の年度目標 【2. リンク機構の試作】	＜年度目標＞ リンク機構の試作設計製作 および試験装置の導入				＜年度目標＞ 試作品の動作確認							
【2-1】試作品設計 (実施機関: 成田製作所、首都大学東京)	→											
【2-2】試作品製作 (実施機関: 成田製作所)					→							
【2-3】試験装置の仕様設計 (実施機関: 成田製作所)	→											
【2-4】動作および安全性確認試験・特許出願 (実施機関: 成田製作所)					→							

実施内容	実施時期											
	平成28年度				平成29年度							
	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月	4月 ～ 6月	7月 ～ 9月	10月 ～ 12月	1月 ～ 3月
研究開発等の年度目標 【3. 機能評価】	<年度目標> 性能試験準備				<年度目標> 試作品性能試験							
【3-1】遮音特性評価 (実施機関:成田製作所)												
【3-2】応力測定・耐久性評価 (実施機関:成田製作所、首都大 学東京)												
【4. プロジェクトの管理・運営】 (実施機関:公益財団法人名古 屋産業振興公社) 研究開発委員会の開催 成果報告書とりまとめ			●	●	○	●	○	●				

1-4 当該研究開発の連絡窓口

セールスエンジニアリング部 技術開発設計課 竹下 位里 (たけした いり)

電話：052-881-6195 FAX：052-881-881-6878

E-mail：iri.takeshita@narita.co.jp

第2章 本論

【1. リンク機構の設計】（実施機関：首都大学東京）

【1-1】 リンク機構基本設計

接着構造を用いることなく、溶接とリンク構造のみで柔軟に変形する連結構造の概念設計を実施した。

【1-2】 縮小モデルによる確認（モデルの縮尺に応じて目標値を1/10～1/20に設定する）

1/10縮小モデルにおいては、その縮尺から角度を除く目標値も1/10となる。

- パネルの浮き 0.5mm以下
- 各軸まわりの変位範囲、回転角、偏角が車間距離120mmにおいて
 - 左右変位（X軸）；±110mm
 - 前後変位（Y軸）；±20mm
 - 上下変位（Z軸）；±20mm
 - 回転（ローリング角）；±3°
 - 偏角（ヨーイング角）；±25°

に追従できることを縮小モデルを用いて確認した。

【1-3】 CAEによる最大応力予測（実施機関：首都大学東京）

CAE ソフトを導入し、設計の安全係数150%でステンレスリンク部の最大せん断応力80MPa／引張圧縮応力135MPa以下となることの確認のモデル化を実施した。

【2. リンク機構の試作】

【2-1】 試作品設計（実施機関：成田製作所・首都大学東京）

アルミリンクと溶接のみの構造により接着剤を廃し、リサイクル性に優れた連結部を設計する。

- パネル一枚当たりのリサイクル率の向上
（廃棄物重量／パネルシステムのトータル重量）% ≤ 30%を目標とし、結果、約2%以下を達成した。
- 連結部1台あたり接着剤 8kgの廃止を目標とし、現状100%廃止した。。

【2-2】 試作品製作（実施機関：成田製作所）

部品の共有化と数値制御加工の導入により試作品を製作した。

- ・治具および金型の廃止により20車種各200セット製作時に原価低減18%を目標としたが、製造原価としては約6%の低減となった。

【2-3】 試験装置の仕様設計（実施機関：成田製作所）

今回導入した試験機の仕様設計を行った。仕様は以下の通りである。

①試験機のサイズ

- ・ホ口取付架台の高さ：3000mm
- ・ホ口取付架台の幅：3500mm
- ・ホ口取付面間距離（車間）：200～1500mm

②制御レンジ

方向：ストローク（移動速度）

上下変位：-200mm～+200mm（250mm/s）

左右変位：-1200mm～1200mm（700mm/s）

ローリング角：-12°～+12°（3°/s）

ヨーイング角：-40°～+40°（10°/s）

前後変位：-250mm～+250mm（40mm/s）

③連結棒

- ・連結棒長さ：1320mm～3710mm
- ・連結器の圧縮、引張量：片側150mm（両側300mm）

【2-4】 動作および安全性確認試験・特許出願（実施機関：成田製作所）

製作された試作品を変形試験機に供し、以下の項目を確認した。

- ・内装パネルを引っ張った時および連結部の大変形時に、内装パネルの浮きあがり5mm以下。
- ・各軸まわりの変位範囲、回転角、偏角が車間距離1200mmにおいて
左右変位（X軸）；±1100mm
前後変位（Y軸）；±200mm
上下変位（Z軸）；±200mm
回転（ローリング角）；±3°
偏角（ヨーイング角）；±25°
- ・動きがスムーズで、軋み音等異常な音が発生しないこと。
- ・パネルにもたれ掛かった時に十分な剛性があること。

これらの確認の結果、すべての条件を満たすことができた。

また、技術ノウハウ保護の為、必要な国への海外特許の出願を行った。

【3. 機能評価】

【3-1】 遮音特性評価

透過損失；オールオーバー値40 dBAを目標として、公的試験機関へ現物を持ち込みテストを行った結果、目標値には1 dBA足りなかったが、39 dBA という高い結果を得る事が出来た。

【3-2】 応力測定・耐久性評価

変形挙動中の連結部各部の最大応力が、最大偏倚時において

アルミ材の場合：せん断応力42MPa、引張圧縮応力73MPa

ステンレス材の場合：せん断応力80MPa、引張圧縮応力135MPa

以下となる事を立体カメラによる歪測定システムを導入し確認した。

また、金属部品は最大偏倚 10 万回の繰り返し試験を実施後、破損の無い事を確認した。

最終章 全体総括

1. 複数年の研究開発成果

第2章の通り、本事業は2年間と短い期間ではあったが、計画した全ての研究開発は全て実行完了し、新ホロ機能試験機や実物大の試作品を製作したことにより、実態に則した研究開発が実施できたと考えている。

今後はこれらの研究開発の成果を基に、更なる追加研究と市場開拓に専念したと考えている。

2. 補助事業の成果に係る事業化展開について

(1) 想定している具体的なユーザー、マーケット及び市場規模等に対する効果

・想定しているユーザー、マーケットは

国内：川崎重工業、日本車両製造、日立製作所、総合車両製作所、近畿車両など

海外：ボンバルディア、シーメンス、アルストム、中国軌道車両集団など

の鉄道車両メーカー及びその先の鉄道事業者。

・市場規模等に対する効果

鉄道車両連結部の高機能化、低コスト化により、本製品の競争力を増しシェアを拡大するとともに、現状日本政府が推進するインフラ輸出産業である鉄道車両輸出ビジネスにおいて、車両のトータル価値を高める事による商品の差別化に大きく寄与し、海外車両の受注獲得に向けてメイドインジャパン製品の一翼を担う事が期待される。また、価格競争においても現状からのコスト低減を図る事ができる為、(機能の向上/コストの低減)=(付加価値の向上)による世界的な価格競争力も向上することが期待される。

この開発によって、日本国内でも連結部を客室の一部として使用できるようになるため、安全に一車両当たりの乗客数を増やすことが可能になり、輸送効率が向上し、ラッシュ時の混雑緩和等に寄与することが期待される。

また、このシステムを利用すれば、地震等にも対応できる建物間を安全に移動できる貫通路としても使用することができるため、ユニバーサルデザインの観点からも別業界での大きな経済効果が期待できる。

(2) 事業化見込み(目標となる時期・売上規模)

・目標となる時期

平成30年度～案件受注活動

平成32年度～量産開始を目指す

• 売上規模

現在日本国内での年間車両生産数は約 1,500～1,600 両/年で、日本の車両メーカーの世界シェアは約 10%であることから、全世界における年間車両生産数は約 15,000～16,000 両/年と推測される。

現在、成田製作所のホコの生産は、ほとんどが国内車両メーカー向けであり、そのシェアは約 80%であることから、世界シェアは約 8%と推測される。国内向けの車両生産については大幅な増加が見込めないが、この開発研究後は海外のエンドユーザーの要求に対応できるようになることから、インド・アジア・北米を中心に毎年約 300～500 両の海外案件を積み増し、世界シェアを 30%に高めることを目標としている。

受注額の目標値は（3）の今後のスケジュール内に記載。

（3）事業化に至るまでの遂行方法や今後のスケジュール

スケジュール	事業年度	平成 30 年度	平成 31 年度	平成 32 年度	平成 33 年度	平成 34 年度
	サンプルの出荷・評価	→				
	追加研究	→				
	設備投資	→				
	製品等の生産			→		
	製品等の販売			→		
	特許出願	→				
	出願公開	→				
	ライセンス付与			→	
受注	受注額（千円）			300,000	600,000	900,000
	数量			100	200	300

3. 補助事業の成果に係る知的財産権等について

（1）知的財産権の出願及び取得並びに論文掲載の有無

知的財産権の出願あり

（2）ライセンス契約等による事業展開

現在のところなし

以上