

# 交通システム研究部の今後の取組 について

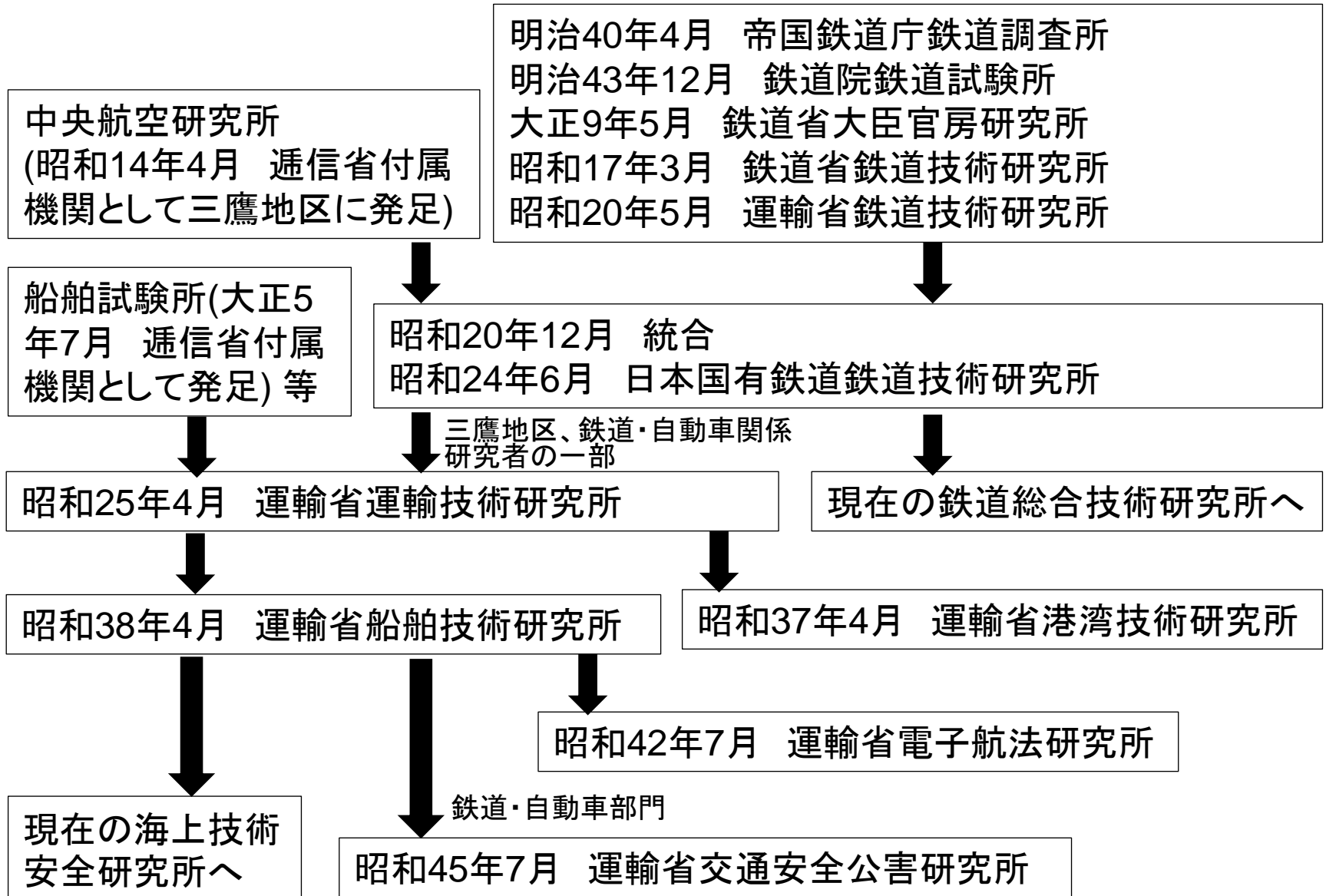
～公共交通の可能性を広げる  
交通システムの技術と社会との橋渡し～

交通システム研究部 佐藤 安弘

# 講演内容

- 1.交通研の鉄道研究部門の沿革
- 2.50年前の振り返り
- 3.これまでの主な取組
- 4.今後の取組
- 5.将来の方向性
- 6.まとめ

# 1. 交通研の鉄道研究部門の沿革



## 2. 50年前の振り返り

### 昭和45年度の鉄道部門の研究一覧

◆ 脱線事故防止に関する試験研究

分岐器通過時と曲線部での脱線原因の究明、許容速度決定のための基礎資料

◆ 車両の不燃化に関する試験研究

鉄道車両用材料の燃焼試験の実施

◆ ロープウェイの安全度の試験研究

新穂高ロープウェイ、立山黒部貫光普通索道などの試験

◆ 鉄道橋の健全度判定法に関する研究

列車通過中の橋りょうの非接触たわみ測定方法の検討等

◆ 特殊軌道構造の安全度に関する研究

レール変位による安全性の評価方法の検討等

◆ 鉄道用電子保安装置の機能に関する研究

鉄道の保安装置として主要私鉄に設置されたATS,ATCの現車による性能試験等

公正・中立な立場から事故防止上必要な安全基準策定に関する研究と安全確認のための試験を実施



交通システムの技術と社会との橋渡しの役割

50年前の交通技術と現在とでは大きく変わっているものの、鉄道部門の役割は変わっていない

# 3.これまでの主な取組

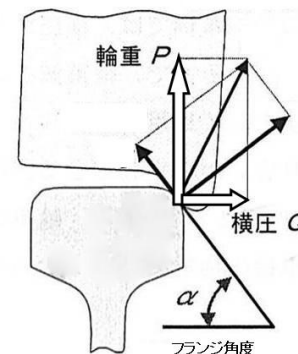
過去概ね20年間に、事故の原因究明、新たな交通システムの安全性評価等に取り組むとともに、公共交通の導入促進・評価等の自動車との連携を含む取組を実施

## 3.1. 鉄道事故の調査

- 平成12年3月 日比谷線中目黒事故(急曲線部乗り上がり脱線)



脱線現場付近におけるレール・車輪間の測定に交通研の研究成果を活用



脱線係数 $Q/P$ は、時間帯によって大きく変動することが初めて判明

営業列車による脱線係数のモニタリングの研究

- 平成17年4月 福知山線事故(曲線部転覆脱線)



運転状況記録装置の具備すべき仕様案を検討し技術基準へ反映

運転状況記録装置の設置義務づけ

運転状況記録装置に記録されたデータの活用法の研究



列車運行システム安全性評価シミュレータ

# 3.これまでの主な取組

## 3.2. 安全性評価試験

### 磁気誘導式鉄道(IMTS)の試験

- ✓ 隊列走行試験
- ✓ 光車車間通信試験
- ✓ 可動安全壁の試験
- ✓ 隊列合流試験
- ✓ 連動機能試験 等



特殊鉄道の技術基準に「磁気誘導式鉄道」が新設され、平成17年愛知万博の開業時に実用運転

走行面に埋め込まれた磁気マーカーを利用した自動運転システム



### LRTの試験

独立回転車輪方式を採用した超低床式車両が既存の鉄道線のほか新たに整備された併用軌道を走行する際の安全性、運行システム等の安全性



曲線部地上側輪重・横圧の測定



雪撒き状態での列車検知試験



平成18年に富山ライトレールが開業  
その後同様に走行試験を実施し、平成21年に富山地方鉄道軌道線の環状運転開始

# 3.これまでの主な取組

## 3.3. 都市交通システムの安全性評価

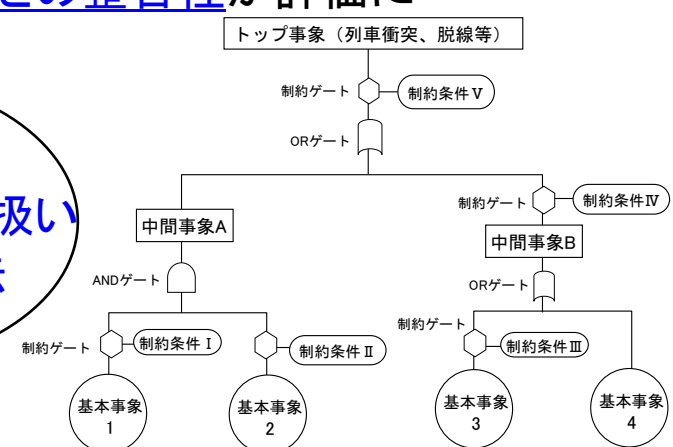
海外向けの新たなシステムの試作や実用化に先立ち、設計段階での第三者評価が必要とされる事例が増加

- 技術力を有する海外の事業者がシステム受入の妥当性判断を行うが、その判断材料の1つとして第三者評価が要求されるケース
- 技術ノウハウが少ない事業者が、技術力を要する業務を事業者側の第三者に委託し、事業者側第三者がシステム受入れの妥当性を判断するケース

安全性の数値管理等の概念が反映された国際規格との整合性が評価に求められるようになってきた

要素	機能	故障モード	故障原因	故障の影響	対策	危険度	発生頻度	リスク評価
a	地上電源	地上電力供給断	停電	地上信号保安システム機能停止	無停電電源設置	2	3	6
b	在線/非在線認識	非在線を在線と誤認	車両位置の誤認	当該軌道進入不能 →列車遅延	位置検知精度向上	1	2	2
		在線を非在線と誤認	車両位置の誤認 非防護車両の進入	他列車と衝突	SIL4装置の採用 位置検知精度向上	4	1	4
c	ATP信号送受信	信号断	送受信機故障	非常制動、出発不能 →列車遅延	通信系統の二重化	2	2	4
		伝送中のデータ化け	ノイズ	パターン生成条件錯誤 →列車衝突	所要SN比の確保 CRC検定等	4	1	4
d	車上電源	車上電力供給断	停電、過電流	車上信号保安システム機能停止	停電時の非常停止	2	3	6
e	速度パターン生成	停止点手前側誤り	プログラム誤り	列車遅延	プログラムチェック	1	2	2
		停止点遠方側誤り	データベース誤り	他列車と衝突	データベースチェック	4	1	4
f	速度検出	高速側に誤認	素子不良	速度抑制→列車遅延	速度検出値のクロスチェック	2	2	4
		低速側に誤認	断線	速度超過→脱線、他列車と衝突	速度検出値のクロスチェック	4	1	4

安全性の水準  
信頼性等の取扱い  
リスク解析手法等



FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)  
(リスク解析手法の例)

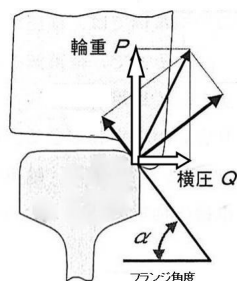


FTA (Fault Tree Analysis)  
(リスク解析手法の例)

海外向けの標準的な第三者安全性評価報告書の構成を提案し、個別の安全性評価に活用

# 3.これまでの主な取組

## 3.4. 走行安全性の評価



### 脱線係数のモニタリング



営業列車で脱線係数をモニタリングして保守に活かす方法を研究



営業車両の輪重・横圧・脱線係数を測定・蓄積し、データの変動傾向等の分析が実用化

### プローブ車両



曲線部等の脱線係数 $Q/P$ 増加

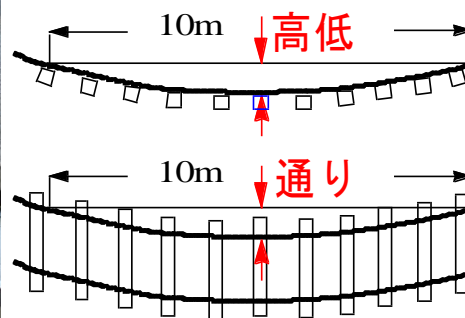
輪重減少

横圧増加

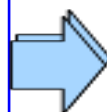
車両の異常

軌道変位増加等

摩擦係数増加等



営業列車に簡単なセンサを設置し、軌道状態の劣化を早期に把握する方法を研究



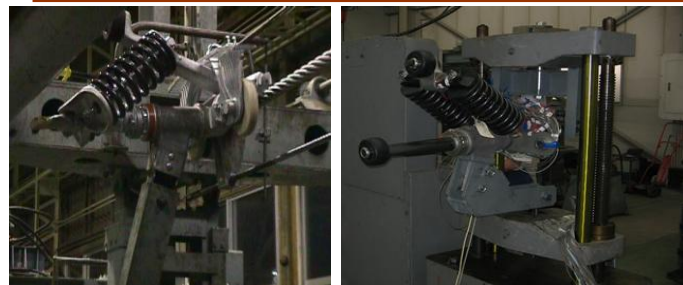
地方鉄道の動的な軌道管理方法の一つとして活用



# 3.これまでの主な取組

## 3.5. 索道の安全性評価

### 新形式の握索装置の安全性確認試験



耐滑動力試験

耐荷重試験

➡ 握索装置の新規導入・更新

### 現地試験による安全性評価



➡ これまでの技術基準を上回る運転速度(12m/s)が実現

### ワイヤロープの疲労特性評価



### ロープ曲げ疲労試験

これまでの技術基準にないワイヤロープが実用化



合成樹脂心ロープ

### 画像解析によるチェアリフトの状態監視



セーフティバー(転落防止の可動式手すり)

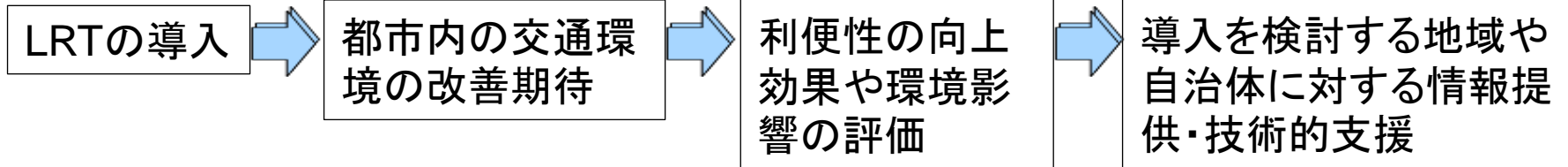


転落防止のための対策としてチェアリフトに備え付けられているセーフティバーを未使用の乗客に対し注意喚起を行うシステムを検討

➡ 実用化に向けたモニタランを実施

# 3.これまでの主な取組

## 3.6. 公共交通の導入促進・評価



### LRT国際ワークショップ



ヨーロッパの実例紹介と日本への適用方策について、内外の実務者および研究者が議論(4回:平成9年~22年)



LRT普及促進懇話会(研究者、軌道事業者、車両メーカー、LRT導入を考える自治体等)へ継続

### 交通流シミュレーションに関する研究



- ✓ 自動車交通と公共交通が同じ道路空間で走行
- ✓ 停車(乗降)時間、加減速度、最高速度、エネルギー消費等
- ✓ 年齢による趣向の変化や、将来の年齢構成比の変動



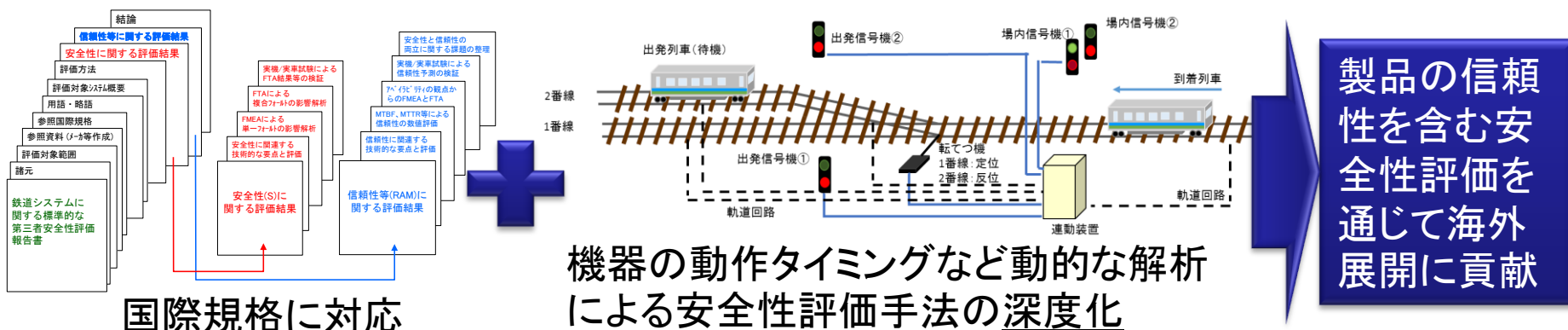
- LRT導入効果
- 超小型モビリティ導入効果
- 交通流のみならず環境影響やライフサイクルを通してのCO<sub>2</sub>削減効果を評価



# 4. 今後の取組

## 4.1. 新技術を用いた交通システムに対応する安全性評価

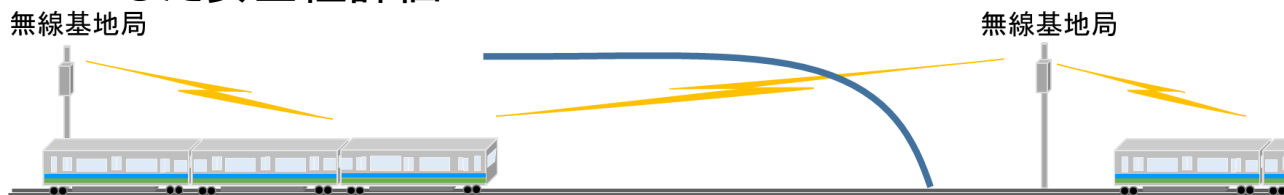
鉄道製品の海外展開や国内導入において、新技術のリスク分析や安全性評価が引き続き重要な課題。これまでの交通研の強みを生かせる以下の取組を計画。



国際規格に対応した安全性評価

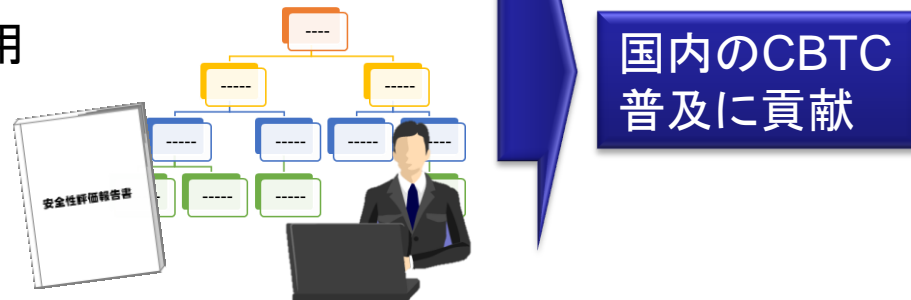
機器の動作タイミングなど動的な解析による安全性評価手法の深度化

製品の信頼性を含む安全性評価を通じて海外展開に貢献



地上一車上間の情報伝送に無線通信を利用する無線式列車制御システム(CBTC)

CBTCに対応した安全性評価手法の検討



国内のCBTC普及に貢献

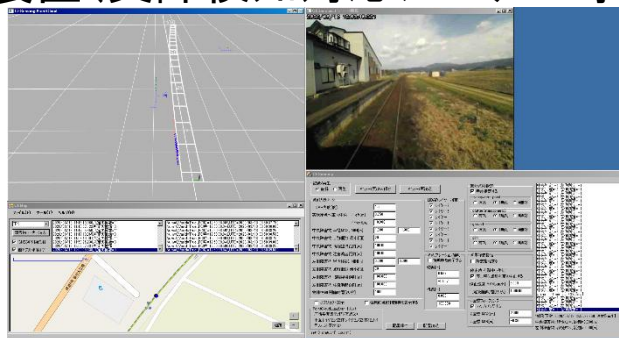
## 4. 今後の取組

### 4.1. 新技術を用いた交通システムに対応する安全性評価

これまで列車運転士が列車を操縦してきた一般的な鉄道路線において自動運転を導入する際に必要となる装置(支障検知対応システム等)の評価方法を検討



車両にセンサを仮設

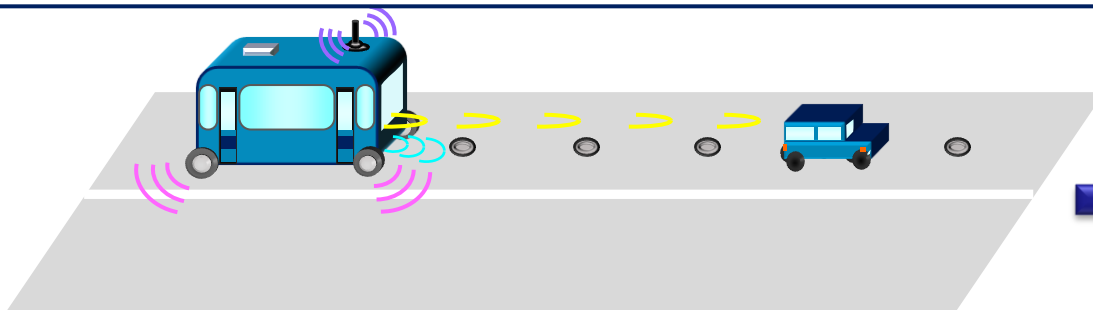


支障検知データ収集ソフトウェア

評価試験法等の整理



鉄道における自動運転に必要なシステムの普及に貢献



(道路に敷設する電磁誘導線などの路車間連携技術による自動運転システム等)開発が進む新しい交通システムへの対応



安全性評価手法の検討

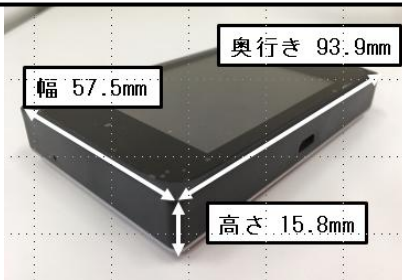


自動運転移動サービス等の新しい交通システムの普及に貢献

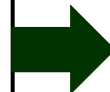
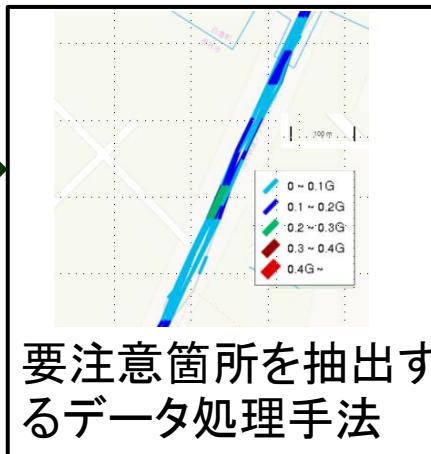
# 4. 今後の取組

## 4.2. 列車の安全運行や施設の維持管理の省力化に資する技術の評価

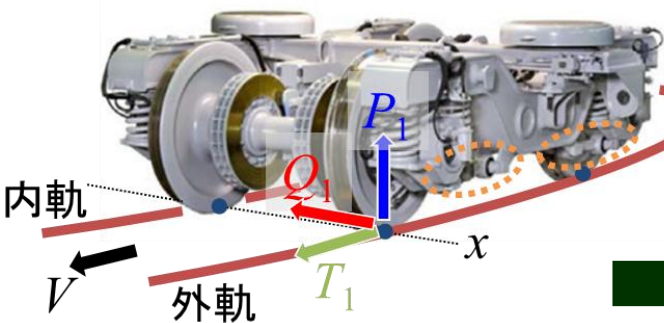
低コストでの輸送の安全確保を前提とする地方鉄道・索道等の維持が重要な課題。これまでの交通研の強みを生かせる以下の取組を計画。



センサ及び通信機能内蔵小型端末等の活用による軌道状態の省力化監視手法

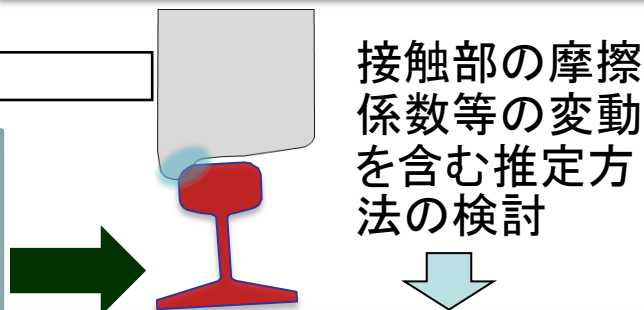


軌道の巡回点検箇所の重点化や検査周期の見直しなど施設の維持管理の省力化等に貢献



実現象

営業列車で脱線係数をモニタリングして保守に活かす方法の深度化

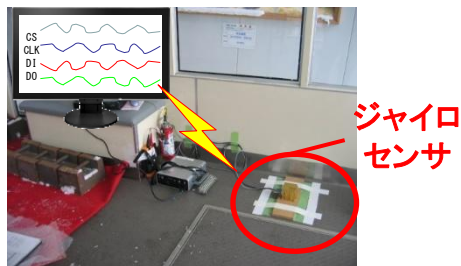


レール/車輪の摩耗軽減、検査周期の見直しなど施設の維持管理の省力化等に貢献

# 4. 今後の取組

## 4.2. 列車の安全運行や施設の維持管理の省力化に資する技術の評価

### 索道の運転状態の評価(走行中の搬器の動揺)



画像解析技術や各種センサを活用したモニタリング

運転の停止判断や点検整備に活用できる搬器動揺の省力化監視手法を検討

### 索道の運転状態の評価(保安設備の状態)



各種保安設備の状態を常時記録し、事故や異常が発生した場合の原因究明に活用できるシステムを検討

検証実験等により機能等の評価



技術要件の整理



索道施設の設計標準の改正の際の資料や索道技術管理者の研修会等の資料として活用

施設の維持管理の省力化等に貢献

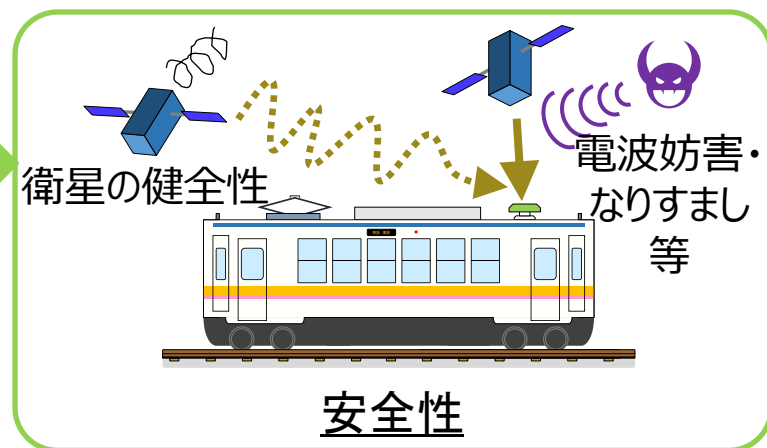
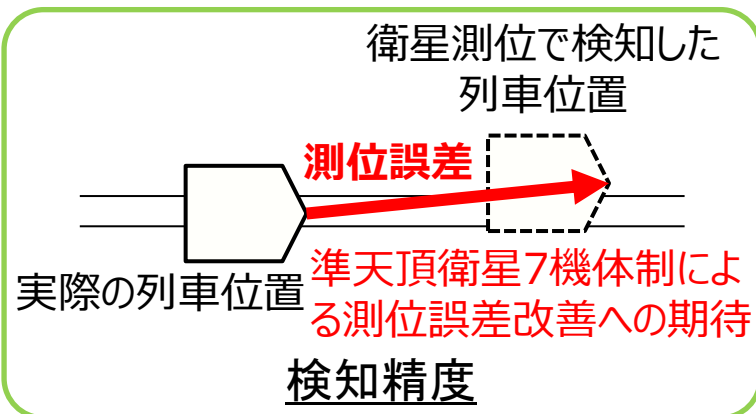
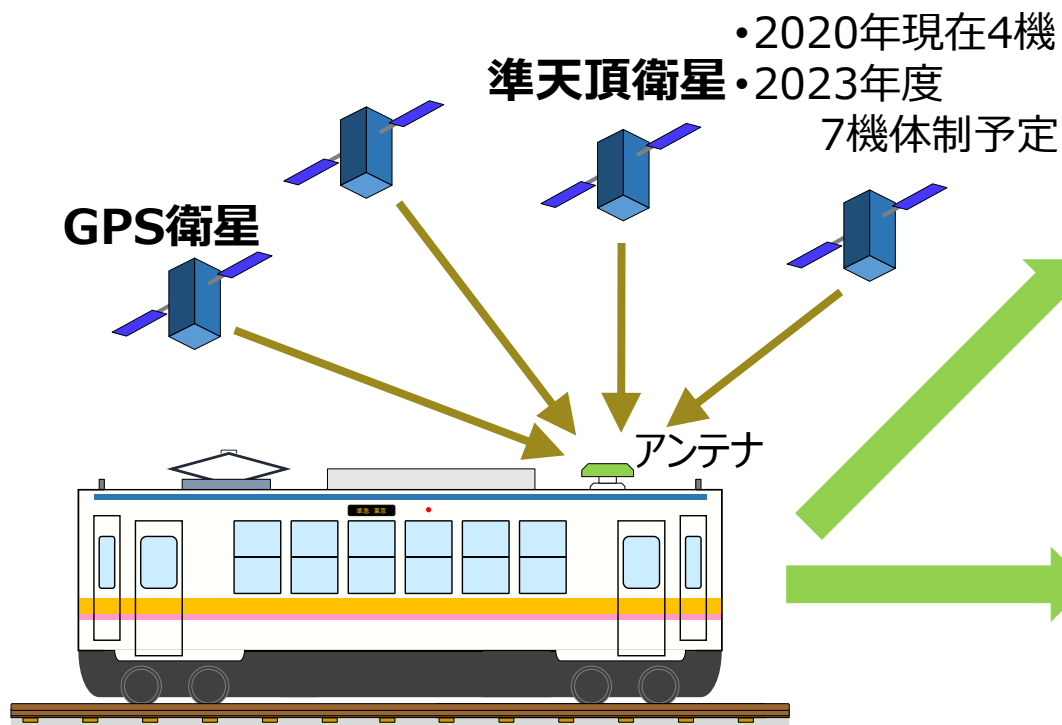
# 4. 今後の取組

## 4.2. 列車の安全運行や施設の維持管理の省力化に資する技術の評価

衛星測位技術を列車位置検知等に活用する場合の要求性能(検知精度、安全性等)及び要求性能を満たすことの評価方法の検討

技術要件の整理

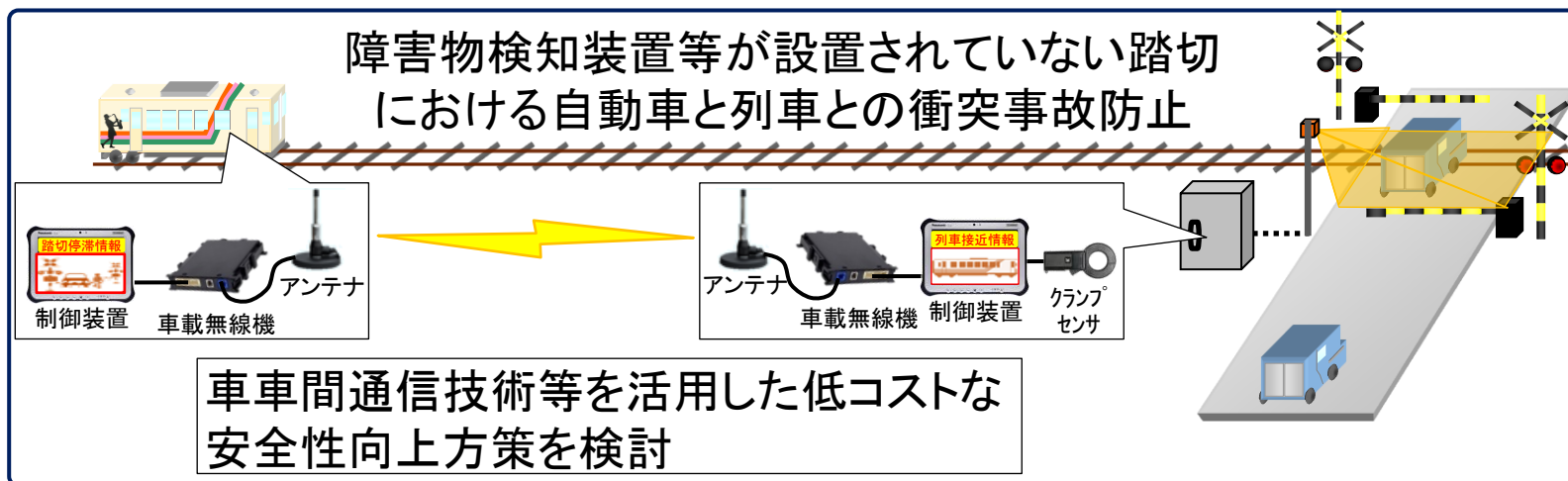
施設の維持管理の省力化等に貢献



軌道回路等の地上設備に頼っている列車の位置検知を車上主体に置き換え、地上設備を削減・省力化

# 4. 今後の取組

## 4.2. 列車の安全運行や施設の維持管理の省力化に資する技術の評価



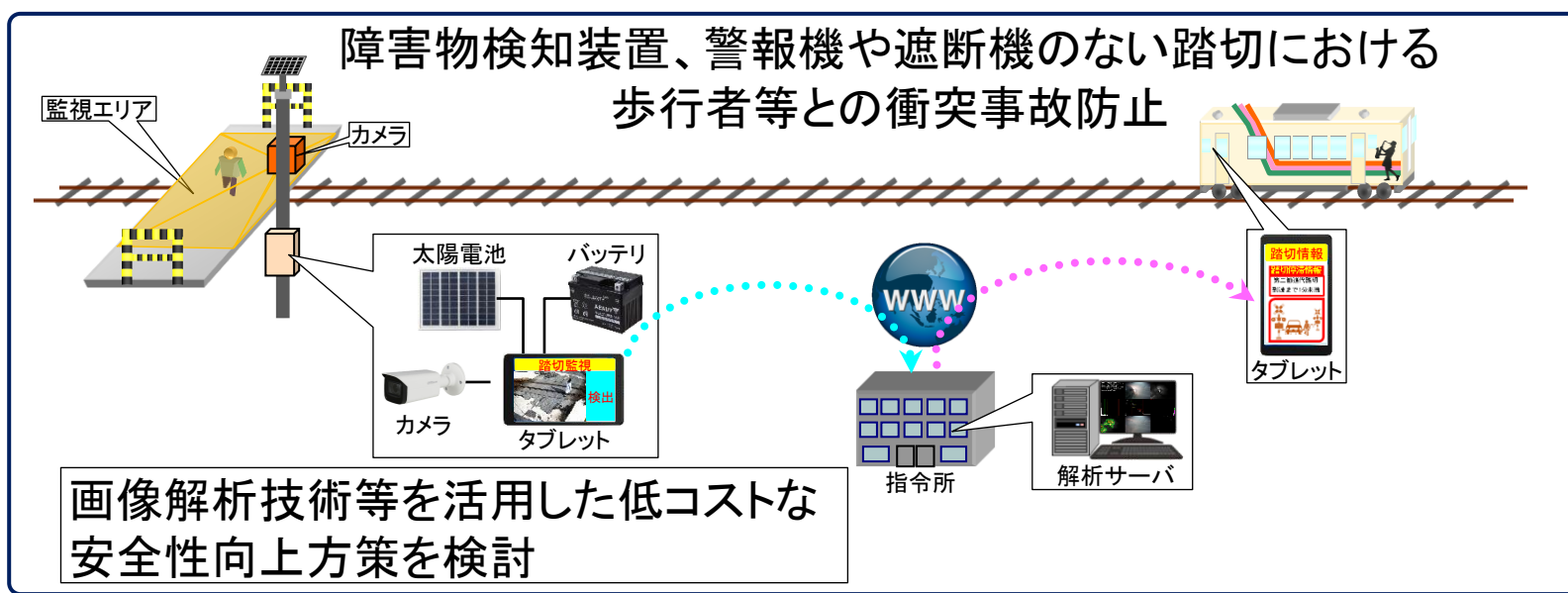
検証実験等により機能等の評価



技術要件の整理



将来の地方鉄道の踏切事故防止に貢献



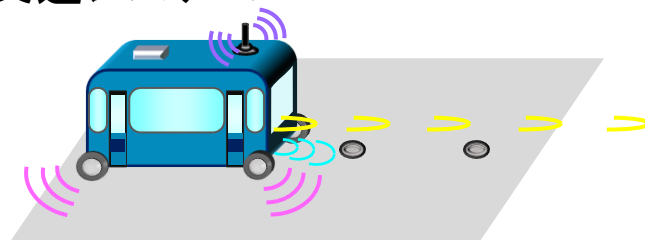


# 4. 今後の取組

## 4.3. 新技術を含む公共交通の地域に応じた導入促進評価

人口減少・高齢化が進む中で、地域における交通手段の確保が重要な課題。これまでの交通研の強みを生かせる以下の取組を計画。

中～小量輸送向けに開発が進む新しい公共交通システム



グリーンスローモビリティ

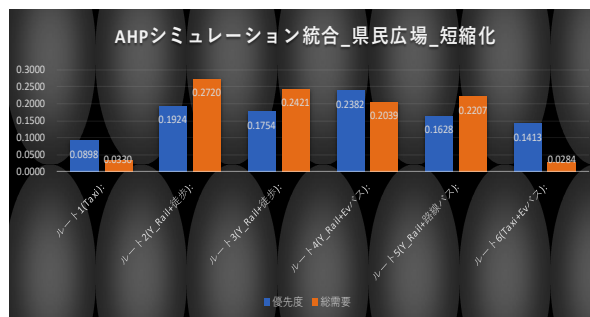
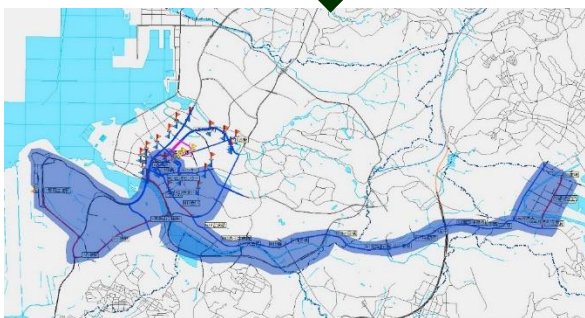
バスへの自動運転の適用

路車間連携技術による  
自動運転システム等

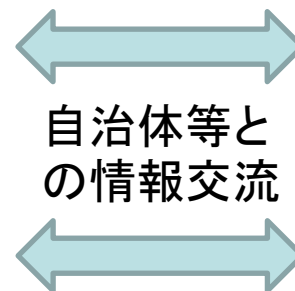
各交通システム単体での利便性の評価等



シミュレーションへ反映



既存の交通との連携を含む各種交通システムを組合せた地域全体の交通ネットワークの評価を深度化



自治体等との  
情報交流



地域への適切な交通  
システムの導入に貢献

## 5. 将来の方向性

### 将来の地域・都市の姿

- ◆ 集落が散在する地域において、日常生活に不可欠な機能を歩いて動ける範囲に集め、周辺地域とネットワークでつなぐ「小さな拠点」の形成
- ◆ 都市において、都市機能や居住機能を都市の中心部等に誘導し、再整備を図るとともに、これと連携した公共交通ネットワークの再構築を図り、コンパクトシティの形成を推進



小さな拠点

＜出典＞国土交通省：国土の  
グランドデザイン2050

### 将来の公共交通の姿

- ◆ 大量・高効率・省エネルギーな輸送機関である鉄道は自動車・パーソナルモビリティ等とシームレスに連携
- ◆ 現在の公共交通と将来の完全自動運転自動車が近いものになる可能性(自動車の所有から自動運転車のシェア利用へ、運行管理の導入等)
- ◆ 情報ネットワークとビッグデータによるオンデマンド化、MaaS等の新たなモビリティサービスの進化

## 5. 将来の方向性

◆ 将来に向けて、公共交通の可能性を広げる交通システムの技術は  
営々と開発される

◆ 将来の公共交通の姿を考えると、自動車・鉄道の双方を所管する  
交通研の特長を生かした研究が多くなるものと想定

◆ 新たな技術を用いた交通システムが社会に導入される際には、い  
つの時代にあっても安全性等が確保される必要



研究所の組織などが変わろうとも、交通システムに対する安全性等の評価に関  
わり社会への橋渡しをする研究部門の機能は必要となる

新たな時代に対応すべく、行政とも連携しつつ、引き続き、革新的・創造的な研  
究に積極的に取り組むことにより、安全で持続可能な交通社会の実現に貢献し  
ていきたい

# 6.まとめ

1. 交通安全環境研究所発足50年といっても、そこで初めて鉄道部門が生まれたわけではなく、前史がある
2. 50年前の交通技術と現在とでは大きく変わっているものの、これらの技術の安全性評価を主とする鉄道部門の役割は引き続き重要
3. これまでの主な取組として、鉄道事故の調査、安全性評価試験、都市交通システムの安全性評価、走行安全性の評価、索道の安全性評価、公共交通の導入促進・評価を実施
4. 今後、新技術を用いた交通システムに対応する安全性評価、列車の安全運行や施設の維持管理の省力化に資する技術の評価、新技術を含む公共交通の地域に応じた導入促進評価に積極的に取り組む
5. 交通システム研究部は、公共交通の可能性を広げる交通システムの技術と社会との橋渡しの役割を引き続き果たしていく