

平成26年度
交通安全環境研究所講演会
講演概要

平成26年6月6日（金）

於：国際連合大学 ウ・タント国際会議場



独立行政法人 交通安全環境研究所

はじめに

鉄道は、日々の生活に不可欠な交通手段であり、世界的に見ても我が国の鉄道は高い安全性・信頼性を有していますが、日常生活の安全・安心に対する国民の関心が高まる中で、鉄道分野においても更なる安全・安心の確保が求められています。

また、LRT等を含む地域鉄道は、住民の足として重要な役割を担うとともに、地域の経済活動の基盤であり、通勤・通学等の移動手段の確保や少子高齢化への対応等の観点から、まちづくりと連携した整備や活性化が求められている重要な社会インフラです。

交通安全環境研究所は、行政が行う施策を支援する活動を基本的な業務と位置づけており、そのような視点から、鉄道・LRTなどの軌道系交通システムの安全性向上や導入支援・利用促進につながる様々な研究を進めています。当研究所の特徴として、自動車技術と鉄道技術の双方をカバーしていることが挙げられますが、自動車交通と道路空間を共有するLRTに関する研究や、自動車分野が主導するITS技術の軌道系交通システムへの適用に関する研究など、その特徴を活かした研究にも力を注いでいるところです。

また、国の重点施策の一つとなっている鉄道技術の海外展開への貢献として、海外鉄道プロジェクトにおいて主に安全性の実証のために求められる国際規格適合性認証に対応するため、当研究所は我が国初の鉄道分野における認証機関として活動しています。

本日は、そのような鉄道に焦点を当て、日本大学中村英夫教授より「明日の鉄道技術を考える - 地域から幹線へのステップ -」と題して、鉄道技術のあるべき将来像等についてご講演をいただきます。また、そのご講演を受けまして、当研究所が行っている研究活動のうち、安全性向上や地域輸送にかかわる研究成果の一端をご紹介させていただくこととしております。

ご参加の皆様には、この機会に当研究所の取組みについて理解を深めていただくとともに、忌憚のないご意見を頂戴できればと願っております。

今後とも交通安全環境研究所への一層のご理解とご支援をお願いいたします。

独立行政法人 交通安全環境研究所
理事長 飯村 修

ご来場の皆様へ

〈お願い〉

- 動画・写真等の撮影および録音はご遠慮ください。
- 会場内では、携帯電話はマナーモードに設定のうえ、通話をご遠慮ください。
- 環境に配慮し、会場内のエアコン温度を高めにご設定しております。クールビズへのご理解とご協力をお願いいたします。
- ゴミはお持ち帰りください。
- 会場内及び会場敷地は全て禁煙となっております。
- 質疑応答時間内に質問ができなかった方のために質問票をご用意しております。
講演者へご質問・ご意見等がございましたら質問票にご記入いただきスタッフまでお渡し下さい。
後日、担当者より E-mail で回答させていただきます。
なお質問票は受付にてご用意しております。

2014

交通安全環境研究所講演会

テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

Time	講演内容
13:30～13:35	開会の挨拶 理事長 飯村 修
13:35～14:05	招待講演 明日の鉄道技術を考える – 地域から幹線へのステップ – 【講演者】 日本大学工学部応用情報工学科教授 中村 英夫
14:05～14:35	講演1 地域の輸送ニーズに応えるLRT普及促進への取組み – 沖縄の事例から – 【講演者】 主席研究員 大野 寛之
14:35～15:05	講演2 ITS技術を応用した鉄道の安全性向上への取組み – 車車間通信を活用したLRTの安全運転支援システム – 【講演者】 主席研究員 長谷川 智紀
15:05～15:20	休憩
15:20～15:50	講演3 営業列車を用いた軌道・車両のコンディションモニタリング 【講演者】 上席研究員 佐藤 安弘
15:50～16:20	講演4 ホームにおける安全・安心向上への取組み – 新たなホーム柵の評価 – 【講演者】 研究員 森 裕貴
16:20～16:50	講演5 鉄道における安全技術と鉄道製品認証 【講演者】 鉄道認証室長 田代 維史
16:50～17:00	閉会の挨拶 理事 水間 毅

【お願い】 講演中は携帯電話の電源をお切りになるかマナーモードに設定の上、会場内での通話はお控えください。
会場のエアコンを弱めに設定いたします。節電へのご理解とご協力をお願いいたします。

※講演内容・講演者は変更になる場合がございます。

目 次

明日の鉄道技術を考える ー地域から幹線へのステップー 日本大学工学部応用情報工学科	教授	中 村 英 夫	1
地域の輸送ニーズに応えるLRT普及促進への取組み ー沖縄の事例からー	主席研究員	大 野 寛 之	15
ITS技術を活用した鉄道の安全性向上への取組み ー車車間通信を活用したLRTの安全運転支援システムー	主席研究員	長谷川 智 紀	27
営業列車を用いた軌道・車両のコンディションモニタリング	上席研究員	佐 藤 安 弘	41
ホームにおける安全・安心向上への取組み ー新たなホーム柵の評価ー	研究員	森 裕 貴	57
鉄道における安全技術と鉄道製品認証	鉄道認証室長	田 代 維 史	69

招待講演

明日の鉄道技術を考える
－地域から幹線へのステップ－

日本大学工学部応用情報工学科教授

中村 英夫

明日の鉄道技術を考える

地域から幹線へのステップ

日本大学 教授 中村英夫

地域鉄道対策（国土交通省ホームページ）

[HTTP://WWW.MLIT.GO.JP/TETUDO/TETUDO_TK5_000002.HTML](http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk5_000002.html)

・ 地域鉄道の現状

地域鉄道は、地域住民の通学・通勤などの足として重要な役割を担うとともに、地域の経済活動の基盤であり、移動手段の確保、少子高齢化や地球環境問題への対応、まちづくりと連動した地域経済の自立・活性化等の観点から、その活性化が求められている重要な社会インフラです。

しかしながら、地域鉄道を取り巻く環境は、少子高齢化やモータリゼーションの進展等に伴って極めて厳しい状況が続いており、その結果、平成24年度には全91社中69社、割合にして約8割の事業者が鉄軌道業の経常収支ベースで赤字を計上するに至っています。

地域の将来にとってどのような交通機関や輸送サービスが必要不可欠なのかについては、まずは沿線地域において議論し、判断すべきであり、その結論に基づいて鉄道の活性化に取り組んでいく場合にあっては、地元自治体をはじめとする地域が中心的な役割を担うことが何より重要です。国においては、そのような地域が主導する意欲的な取組みに対し、積極的に支援していくこととしています。

このような観点から、平成20年7月各地方運輸局に「地域鉄道活性化支援相談窓口」を設置いたしました。地域鉄道の活性化に関する地域の関係者からのご相談に応じ、幅広く助言や情報提供などを行っていますので、お気軽にご活用下さい。

地域鉄道対策（国土交通省ホームページ）

[HTTP://WWW.MLIT.GO.JP/TETUDO/TETUDO_TK5_000002.HTML](http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk5_000002.html)

平成20年6月19日に開催された交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会において、地域鉄道に関して以下のとおり提言されております。

・ 地域鉄道に対する提言

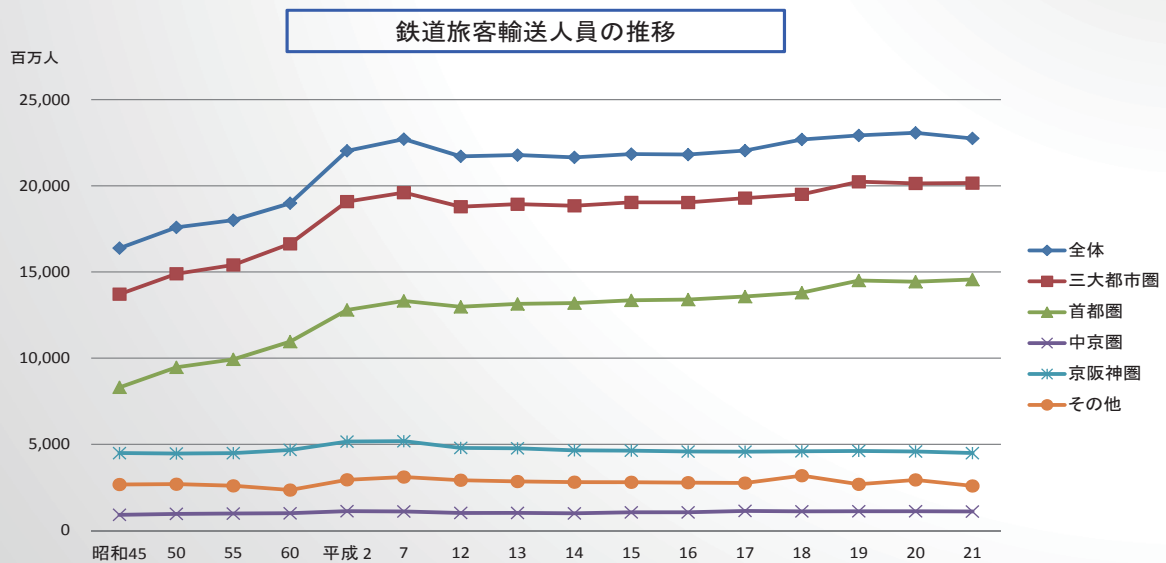
今後、本格的な少子高齢化時代を迎える中、地方鉄道は、**バスや福祉タクシー等地域の様々な交通手段と連携**しながら、高齢者等の日々の移動を支え、駅の拠点性を活かして、地域の形成・発展や観光振興に寄与する等、地域の活性化に極めて大きく貢献するよう期待されており、地域と一体となったサービス向上を通して「**地域の暮らしに組み込まれた持続可能な存在**」となっていくことが必要である。

その際、潜在的な利用者が見込まれる地方都市近郊等においては、駅間の短縮や覚えやすく利用しやすいダイヤ設定、弾力的な運賃設定等様々な取組みをパッケージで展開することにより、**既存の輸送のあり方を一新して地域の輸送ニーズにきめ細かく応える「コミュニティレール化」**を進めることも有効なアプローチであり、また、観光を切り口として、鉄道が地域の観光資源を結んで走ることにより観光振興の役割を果たすと同時に、イベント実施や車両の改装により「**鉄道自らが観光資源**」となり観光客の取り込みを図るなどの取組みも有効である。

3

鉄道旅客輸送人員の推移

鉄道による旅客輸送状況は、昭和から平成にかけて大きく伸びたが、平成に入ってからほぼ横ばいの状況が続く。

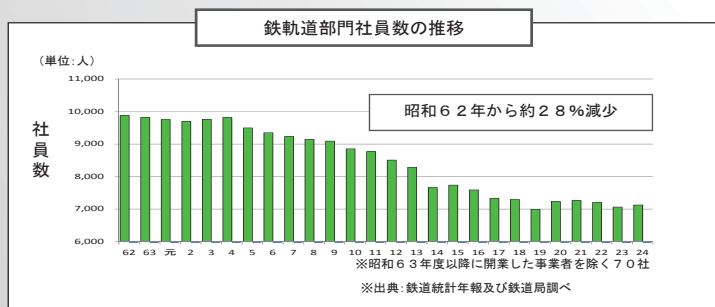
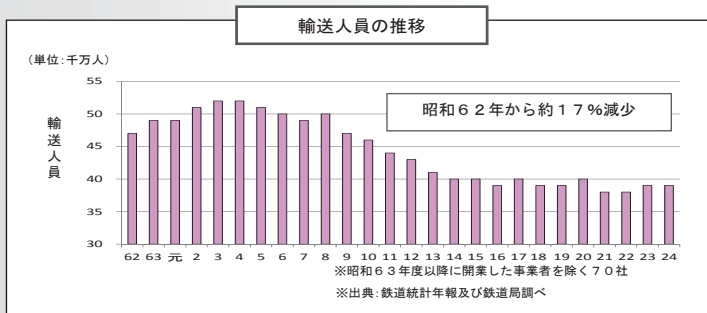


(出所) 数字で見る鉄道2013

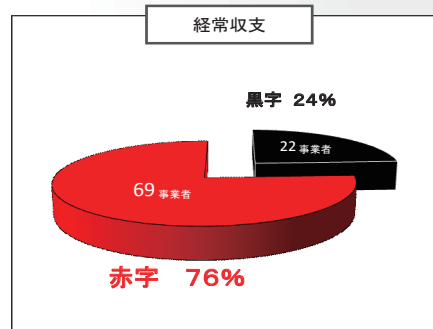
(出典：国土交通省ホームページ)

4

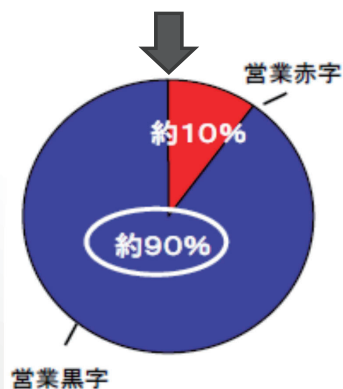
地域鉄道の現状と政策



(出典: 国土交通省ホームページ)



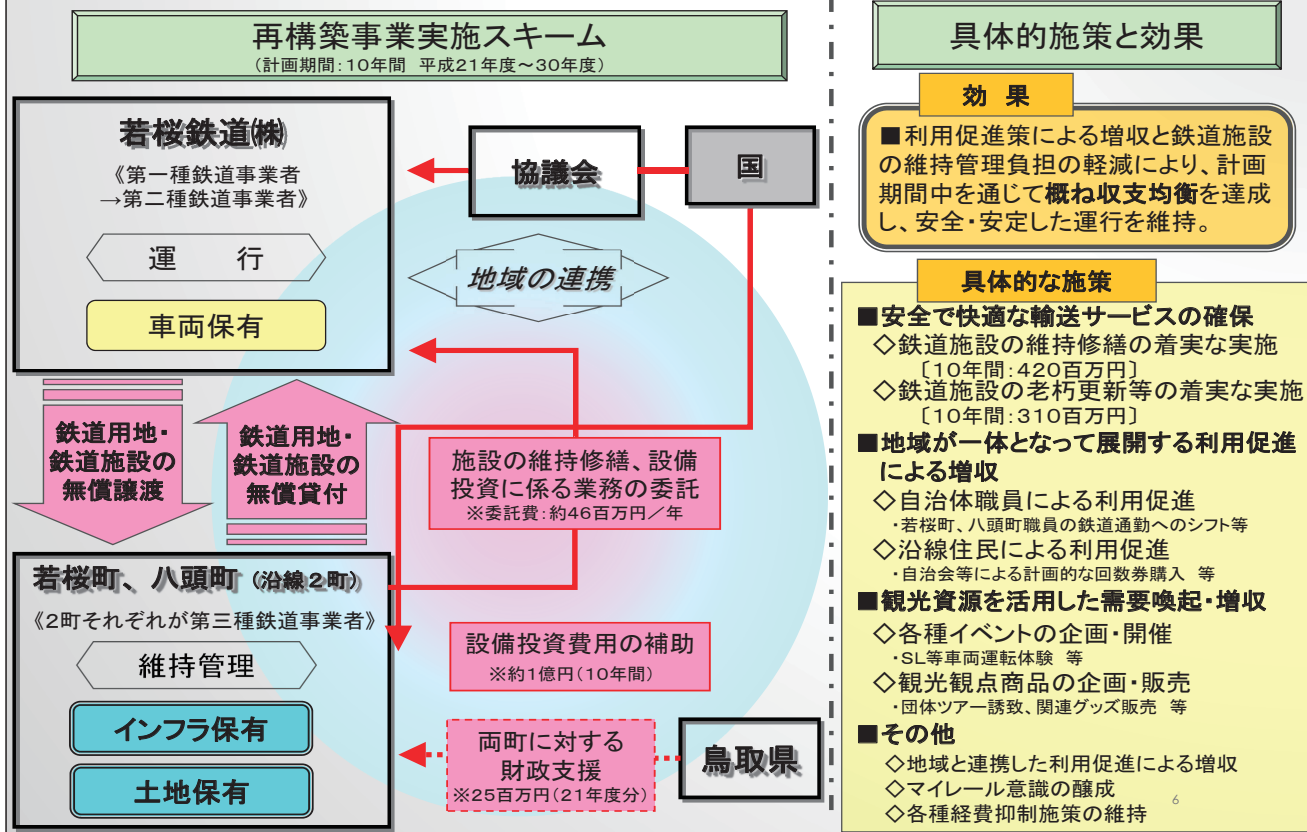
施設保有に係る経費を除いた場合の収支状況(試算)



5

若桜鉄道の鉄道事業再構築事業の概要

(出典: 国土交通省ホームページ)



地域鉄道の再生・活性化等研究会

第1回 平成24年4月12日(木)

第4回 平成25年3月6日(水)

I はじめに

本研究会は、一年間にわたって、地域鉄道について考えてきた。存続をかけた実践的な取組みを勉強し、有識者、地域鉄道事業者、自治体、国が各々の情報やリソースを持ち寄って、再生と活性化のためにどんな手法があるのかを検討してきた。本報告書は、その方策について、これまでに得られた経験と研究会での議論をもとに整理したものである。今後、方策の妥当性について実証実験的なモデル事業を実施し、そこで得られた成果やノウハウを他の地域にも展開していく。

地域鉄道の再生・活性化等研究会
報告書
「観光とみんなで支える地域鉄道」



運行再開
(三陸鉄道北リアス線：田野畑～陸中野田間)
平成25年6月
国土交通省鉄道局・観光庁

「地域鉄道の再生・活性化等研究会」報告書の概要

地域鉄道の再生・活性化モデル事業調査報告書の概要

(出典：国土交通省ホームページ)

調査の目的・概要

平成25年度においては、先の報告書の方に基づき、地域鉄道事業者から応募いただき、その一部の取組みをモデル事業として調査を実施した。本調査では、地域鉄道事業者等の取組みに対し、効果や改善点等の分析を行うとともに、今後の取組みに向けた展開方策について、検討を行った。

本調査の結果の中から、地域鉄道等の活性化に寄与している事例の一部を以下に紹介する。

事例1：震災学習列車の運行(三陸鉄道)

[概要] 震災と防災について学ぶ列車を運行し、教育旅行などとして全国各地から利用客を誘致している。
[効果] 平成24年度27団体1,500人から平成25年度120団体5,600人(予定)へと大幅に拡大した参加を得ている。
[実施体制] 岩手県その他、車内ガイド等に、体験村・たのはたネットワーク(田野畑村)、椿の里・大船渡ガイドの会(大船渡市)、ふるさと体験学習協会(久慈市)など、地元団体の協力を得ている。



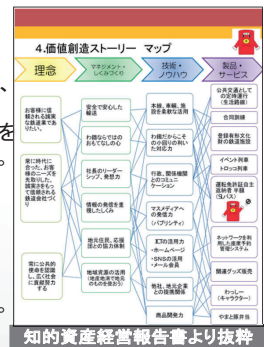
事例2：岐阜の宝もの運動(長良川鉄道ほか)

[概要] 長良川鉄道など県内4つの鉄道事業者は、岐阜県から「明日の宝もの」に認定され、ローカル鉄道の利用促進を図るため、地元企業等と協働して拵酒列車などの共同企画列車の運行などを行っている。
[効果] 長良川鉄道の運行する「こたつ列車」(定員20名)は、平成25年度に計43回(予定)運行され、盛況となっている。
[実施体制] 岐阜県ローカル鉄道協議会(長良川鉄道、明知鉄道、養老鉄道、樽見鉄道)と岐阜県や地元企業等の連携体制で実施している。



事例3：知的資産経営報告書の作成、PR活動(わたらせ渓谷鉄道)

[概要] 鉄道の知的資産に関する報告書(鉄道の良さ、価値等をまとめたもの)を作成し、「ぐんま知的資産経営セミナー」を開催している。また、知的資産見学のため、トロッコ列車への乗車イベントを開催したほか、知的資産のPRにより地域の活性化を目指す。
[効果] セミナー参加者は75人、斬新な発想により人気を呼んでいる。
[実施体制] NPO(ぐんま知的資産経営ファーム)の協力を得ている。



地域鉄道の再生・活性化を目指した取り組みに、技術者はどう貢献するか

- これまでの取り組みから、現状分析結果に立脚した現実的な提言が得られた。
- 技術者は、現状がどこまで変えられ、経営にどう貢献できるか、具体的に展望を示し、彼らの検討に明るい材料を提供する。
- 技術者も、鉄道のこれからのあり方を議論し、合議の上で将来展望を確立し、技術開発のベクトルを定めて工程表を持たねばならない。



- 現状維持や延命ではなく、鉄道を核とした新しい地域の再生に確信を持てるような政策や、提言がほしい。
- そのためには、技術者の真摯な検討に裏付けられた「検討材料」の提供が求められる。

9

鉄道に対する施策の現状と残された課題

これまでの施策

新幹線

- (1) 新幹線ネットワークの整備
 - 整備新幹線及びリニア中央新幹線について、着実な整備を推進
- (2) 幹線鉄道ネットワークの整備
 - 幹線鉄道等活性化事業費補助等を活用しつつ、全国の幹線鉄道について整備を推進

都市鉄道

- (1) 都市鉄道ネットワークの拡充・充実
 - 新線整備や相互直通運転によりネットワークを拡充
 - 平成17年には都市鉄道等利便増進法の制定による、既存ストックを有効活用した都市鉄道ネットワークの充実化
- (2) 厳しい混雑の緩和
 - 新線建設や複々線化等の輸送力増強が図られた結果、平均混雑率は徐々に低下
〔ピーク時平均混雑率の変化（平成12年度→平成24年度）〕
東京圏176%→165% 大阪圏144%→122%
名古屋圏150%→130%

地域鉄道

- (1) 安全性の向上に資する施設整備等の推進
 - 予算措置、税制特例、地方財政措置等により安全性向上に資する鉄道施設の整備等を推進
- (2) 鉄道事業者の運営負担の軽減
 - 鉄道事業再構築事業による事業構造の変更（「公有民営方式」による上下分離の導入等）
 - 鉄道事業再構築事業の特例として、予算措置、税制特例、地方財政措置等による総合的な支援

課題

新幹線

- (1) 新幹線ネットワークの着実な整備
- (2) 新幹線網と在来幹線鉄道の連携をはじめとする広域的な幹線鉄道ネットワークの充実
- (3) 海外の速度向上を目指した技術開発への対応
- (4) 設備の低コスト化と高信頼化

都市鉄道

- (1) 空港アクセスの一層の改善
- (2) 遅延や輸送障害の拡大への対応
- (3) 依然として続く厳しい混雑への対応
- (4) 2020年オリンピック・パラリンピックへの対応
- (5) まちづくりや他の交通モードとの連携
- (6) 輸送力増強
- (7) 在来線列車の速度向上
- (8) 踏切障害対策と高機能化

地域鉄道

- (1) 厳しい経営環境における安全な鉄道輸送の確保
- (2) 沿線住民の地域鉄道に対するマイレール意識の喚起
- (3) 沿線地域外からの利用者の確保
- (4) 多モード車両・レールバスの検討推進
- (5) 経営コスト削減
- (6) 交通システムとしての競争力確保
- (7) 踏切障害対策

(参考：国土交通省資料、青文字は追加部分)

10

地域鉄道の課題を解決する道

- (1) 厳しい経営環境における安全な鉄道輸送の確保
万全な安全を支える仕組みの低コストでの実現（ICT利用）
- (2) 沿線住民の地域鉄道に対するマイレール意識の喚起
頼れる交通機関への脱皮（生活の足となる頻度の確保）
- (3) 沿線地域外からの利用者の確保
経営基盤の確立と積極的施策の常態化
- (4) 多モード車両・レールバスの検討推進
信号システムの制約からの解放
- (5) 経営コスト削減
導入コスト、運転コスト、保全コストの低減
- (6) 交通システムとしての競争力確保
速度向上・安定輸送への基盤整備
- (7) 踏切障害対策
クローズドループによる安全性と効率性の向上

11

地域鉄道の課題解決への選択肢

- (1) 万全な安全を支える仕組みの低コストでの実現
センターと車両間の通信で車内信号と連続パターンによる
ATC/ATSを実現
- (2) 頼れる交通機関への脱皮（生活の足となる頻度の確保）
単線でも無線交信ポイントの増加のみで続行列車運転を実現
- (3) 沿線地域外からの利用者の確保
経営基盤の確立と積極的施策の常態化
- (4) 信号見通し距離や軌道回路・踏切警報制御子によらない
新たなシステムで、速度向上や多モード車両の走行を可能に
- (5) 経営コスト削減
導入コスト（センターと車両のみ）、運転・保全コストの低減
- (6) 速度向上・安定輸送への基盤整備
速度信号からの脱却と地上設備レスによる信頼度向上
- (7) 踏切障害への抜本的対策
クローズドループによる安全性と効率性の向上

12

先進的列車制御システム

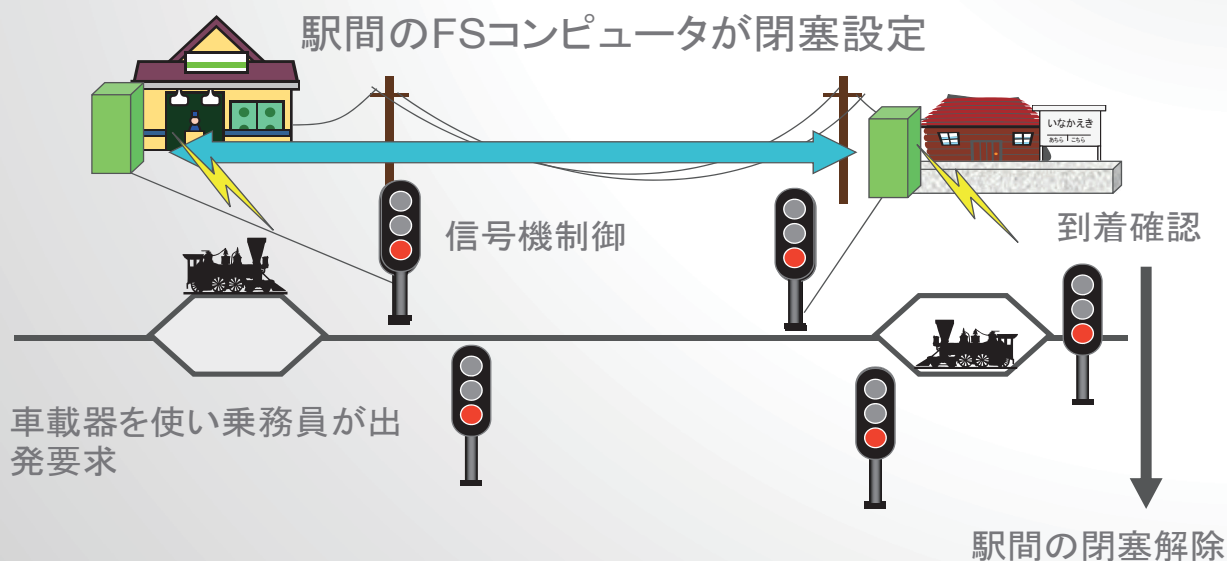
- 電子閉塞システム
国鉄民営分割に際して大量導入
コンピュータと無線によりCTCを設けずに進路設定可能に
保安制御は地上信号機とATS-Sx
- デジタルATC
新幹線や山の手・京浜東北、首都圏公民鉄に導入
固定閉塞ながら高密度運転を支える
単一パターンによる万全な速度監視
制御電文生成と対列車伝送を担う地上装置が主体のシステム
- ATACS
移動閉塞を実現する車上主体のシステム
次世代のシステムとして導入が期待される
拠点処理装置単位の列車制御
地上インフラの削減による信頼性向上
- 常磐線CBTC
無線式列車制御システムとして海外で多くの実績
ATACSに匹敵する制御性能
運行管理まで内包するトータルシステム



地域鉄道を指向した無線式列車制御システムの開発が急務
汎用無線による地上インフラレスで高度な列車制御を実現

13

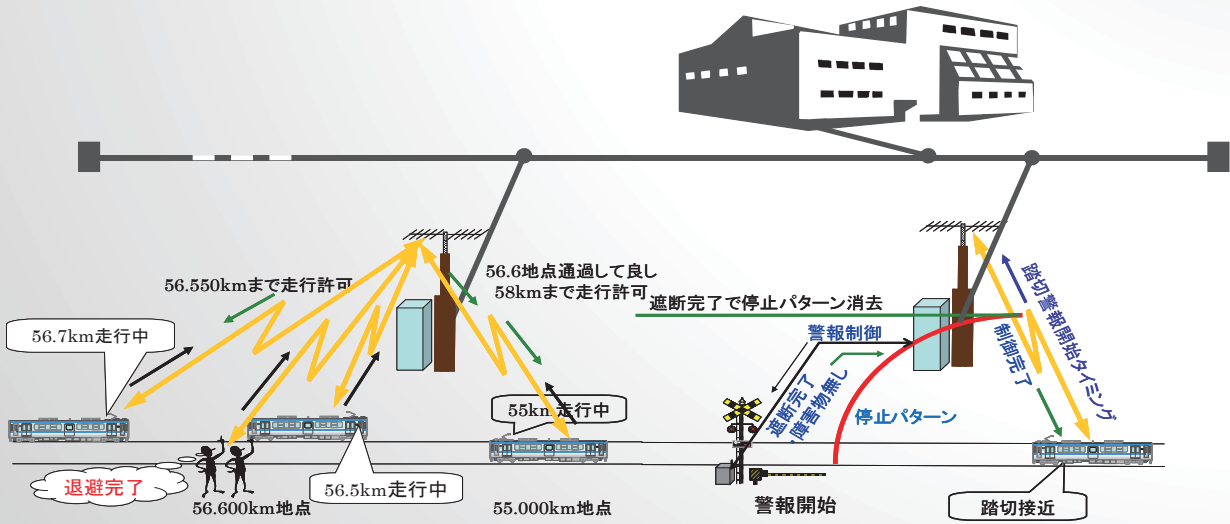
地域鉄道を支えたシステム (電子閉塞システム)



14

ATACSシステム

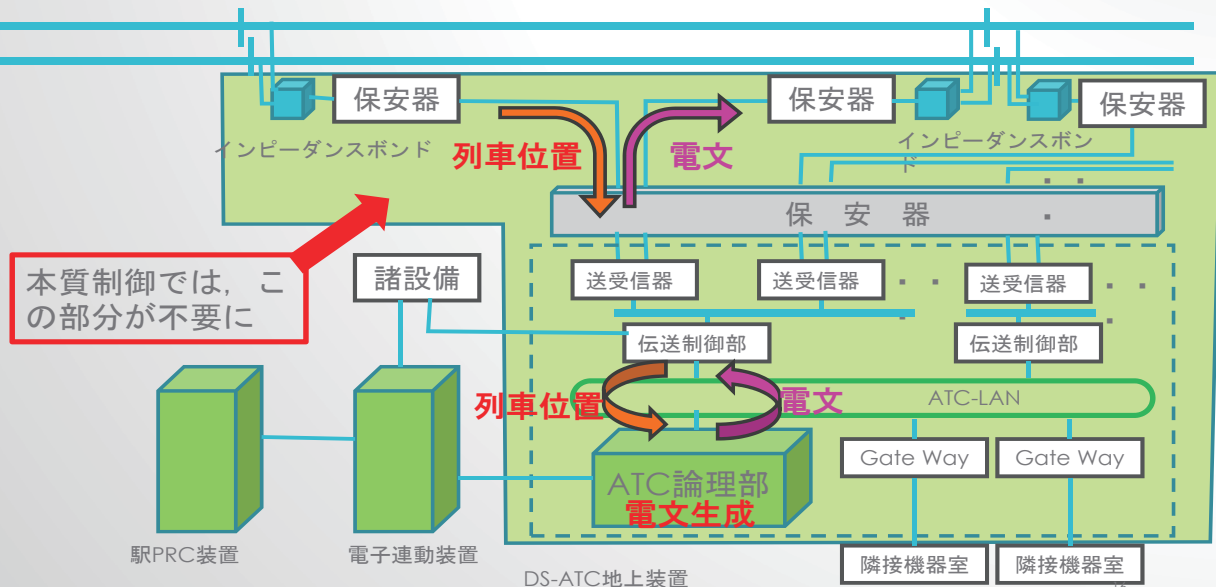
車上での位置検知と空間波利用列車無線が鍵



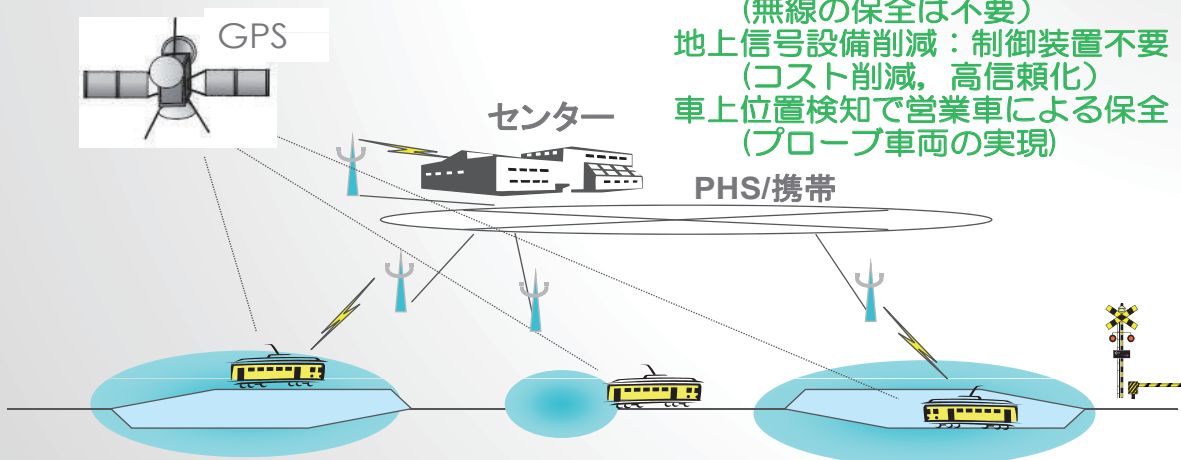
15

デジタルATC装置(地上)

デジタル伝送技術を用いた新幹線ATCシステム (DS-ATC) の開発
平成13年度 信号セミナー予稿 参考



汎用無線利用地上インフラレス 地域鉄道向け列車制御システム



携帯電話：汎用の無線インフラ
(無線の保全是不要)
地上信号設備削減：制御装置不要
(コスト削減, 高信頼化)
車上位置検知で営業車による保全
(プローブ車両の実現)

速度発電機出力(積分で距離算出)とGPS、地図情報併用で確実な位置検知
汎用無線(携帯, PHS)を用い駅構内や閉塞境界でセンターと交信
車上からは位置を送信し、センターから走行許可を得て車上パターン生成
位置検知機能を使い、プローブ車両機能を具備

汎用無線による地域鉄道向け理想システム



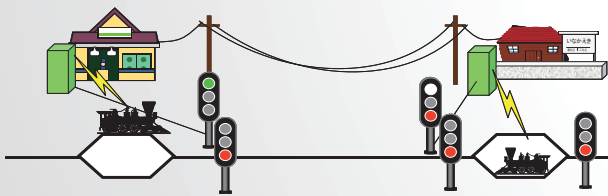
車上主導型の鉄道システム ： ATP閉塞システム

1. 電子閉塞で不可能であった通過・追い越しや続行列車の増発が可能な単線閉塞の実現
2. 設備の大幅省略により、保全の低コスト化に資するシステム
3. 技術進歩に対応できるシステム
4. 単線並列の可能な閉塞制御
列車の時隔を柔軟に変えられる制御システム
5. プローブ車両技術と保全データを解析できる専門機構整備による適切な保全

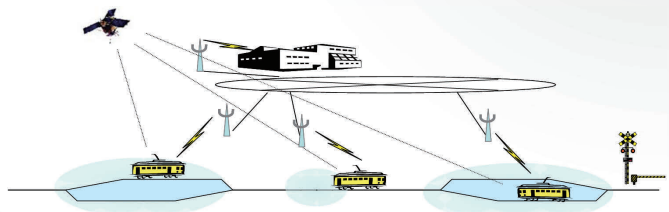
持続的な速度向上、競争力強化が可能なシステム

19

電子閉塞との比較



- ・隣接駅装置間で閉塞制御
- ・専用無線(一部 光利用)
- ・ATS-Sn型：同時進入が困難
- ・通過・追越しが困難
- ・信号機を見て運転
- ・駅間1閉塞（続行列車が出せない）



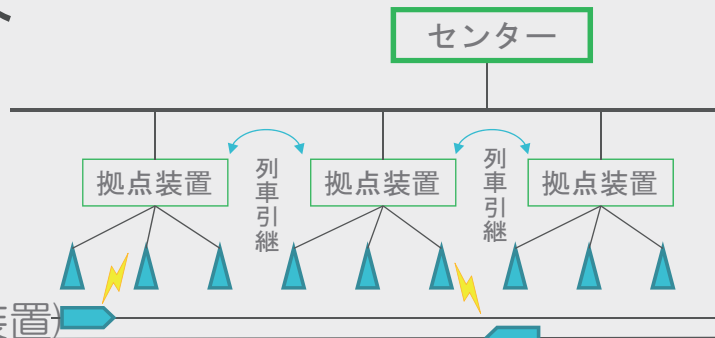
- ・センター装置が全列車を管理
- ・携帯電話・PHS利用
- ・車内信号とパターン式ATPで連続速度照査：同時進入可能
- ・通過・追越し運転が可能
- ・運転手への直接指令伝達が可能
- ・駅間複数列車走行も可能
- ・単線並列運転への発展性

20

ATACSとの比較

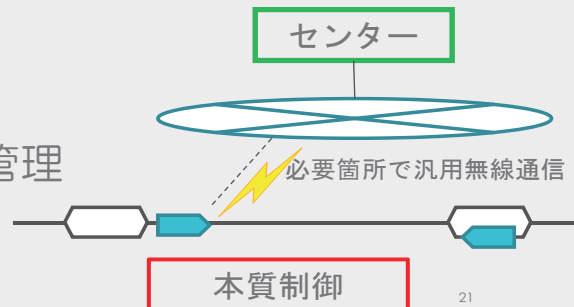
• ATACS

- 高頻度連続交信
- 専用無線と無線基地局
- 複数の拠点装置(FS処理装置)
- 被制御列車の引き継ぎ；ハンドオーバ制御



• ATP閉そく

- 必要箇所限定した離散的交信
- 汎用無線（携帯電話等）
- センターによる線区列車の一括管理



21

要素技術の列車制御への影響

要素	方式	特徴	地域鉄道	都市鉄道	新幹線
無線交信周期	連続	列車密度大・ 運転余裕大		<input type="checkbox"/>	
	離散的	コスト削減	<input type="checkbox"/>		
無線	専用無線	連続交信		<input type="checkbox"/>	
	汎用無線	離散交信	<input type="checkbox"/>		
位置検知	速発	編成両数：多		<input type="checkbox"/>	
	速発+GPS	1両/2両	<input type="checkbox"/>		
保安制御	車内信号+単一パターン		<input type="checkbox"/>		
踏切制御	クローズドループ制御	高信頼化 安全性向上	<input type="checkbox"/>		
単線並列		24時間運転		<input type="checkbox"/>	

22

都市鉄道・新幹線対応へのステップ

ATP閉塞技術を基本に、ニーズに合った列車位置検知と無線の選択、ローミングで情報をセンタ集中とし、最適運行管理システムを実現

- ・ 混雑緩和の抜本的解決→移動閉そくも視座に入れた列車密度向上
- ・ 24時間運転への発展→単線並列運転
- ・ 定時刻運転の復活→遅延要因となる装置故障の抜本的解消
- ・ 速度向上による競争力確保→見通し距離，踏切制御の制約解消
- ・ 車両とのEMC協調→地上設備レスで抜本的解決
- ・ 多様な車両の開発の妨げとならない状況を構築
- ・ 保全データ・走行データの常時観測による予知保全と適応制御への道を切り開く
- ・ 海外の高速鉄道に対する競争力を確保
- ・ 柔軟かつ自由にシステムが構築でき信頼性の高い鉄道を生み出す、鉄道復権の切り札に

23

明日の鉄道技術を考える

地域から幹線へのステップ

終わり

日本大学教授 中村英夫

24

講演 1

**地域の輸送ニーズに応える LRT 普及促進への取組み
－沖縄の事例から－**

主席研究員

大野 寛之



地域の輸送ニーズに応える LRT普及促進への取組み

— 沖縄の事例から —

交通システム研究領域 主席研究員 大野寛之



講演内容

1. 地域公共交通の充実に向けた国の施策
2. 沖縄におけるLRT導入の可能性
3. 沖縄へのLRT導入実現に向けて
4. 我が国へのLRT新規導入実現に向けて

地域公共交通の充実に向けた国の施策

交通政策基本法 平成25年12月4日

国の施策(第16条～第31条)

【豊かな国民生活の実現】

- 日常生活の交通手段確保(第16条)…離島等の地域の諸条件への配慮
- 高齢者、障害者等の円滑な移動(第17条)…妊産婦、ベビーカー等にも配慮
- 交通の利便性向上、円滑化、効率化(第18条)…定時性確保、乗継ぎ円滑化等

【地域の活力の向上】

- 国内交通ネットワークと拠点の形成(第20条)
- 交通に関する事業の基盤強化、人材育成等(第21条)

【環境負荷の低減】

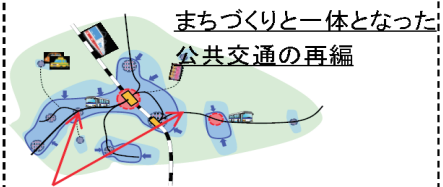
- エコカー、モーダルシフト、公共交通利便増進等(第23条)

【適切な役割分担と連携】

- 総合的な交通体系の整備(第24条)…交通需要・老朽化に配慮した重点的な整備
- まちづくり、観光等との連携(第25条～第27条)

- 調査研究(第28条)
- 技術の開発及び普及(第29条)…ICTの活用
- 国際的な連携の確保及び国際協力の推進(第30条)…規格標準化、交通インフラの海外展開
- 国民等の意見を反映(第31条)

地域公共交通の活性化及び再生に関する法律 平成19年5月25日



計画的に配置された生活サービス機能へのアクセスの確保のため、公共交通の充実が必要。



▲LRT

▲デマンド交通

出典:国土交通省HP公表資料(一部を抜粋)

基本法:交通政策基本計画の策定・実行により、政府が一丸となって対応
活性化法:主体的に創意工夫して頑張る地域を総合的に支援

地域公共交通の充実に向けた国の施策

地域公共交通の活性化及び再生に関する法律施行規則

第二節 軌道運送高度化事業

より優れた加速・減速性能を有する車両を用いること等により軌道事業の質の向上を図る事業

- ・LRT整備に関する軌道事業の上下分離制度の導入
- ・LRT車両購入等について自治体助成部分の起債対象化等

実施具体例

○富山市地域公共交通総合連携計画(平成19年度～)

- ・富山市内線路面電車環状化
- ・軌道法の上下分離の特例措置を活用
(整備:富山市, 運行:富山地方鉄道株式会社)

○札幌市軌道運送高度化実施計画(平成25年度～)

- (富山市内路面電車環状線化以来、5年ぶりの軌道運送高度化実施計画)
- ・路線のループ化(サイドリザベーション方式を採用)
 - ・新型低床車両の導入
 - ・既設線の整備



沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄本島中南部の渋滞は3大都市圏並

都市内鉄道
ネットワーク無し



都市圏に軌道系交通のネットワークがあれば、渋滞は回避できるのではないかと？



LRTはその有力な候補となり得る！



沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄本島中南部都市圏(17市町村)の現況



面積：約478km²，人口：約118万人
沖縄県公表資料より



政令市である北九州市に匹敵
(面積：約489km²，人口約96万人)
国土地理院電子国土Web

沖縄県内唯一の軌道系交通は、ゆいレール(営業キロ12.9km)
北九州市にはモノレールの他、JR線、筑豊電気鉄道、平成筑豊鉄道が存在

沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄にふさわしいLRTに関する考察

生活の足として、また観光の足として利用される広島電鉄(株)の例



- ・市内は稠密なネットワーク
- ・郊外へは高速運行



沖縄では；南部都市圏のLRTネットワークと、中部方面の鉄道線との乗り入れが考えられる

沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄にふさわしいLRTに関する考察

鉄道駅を中心にフィーダー路線を整備する富山市の例

出典: 富山市都市整備事業の概要



- ・JRの駅(新幹線も開通予定)を中心にフィーダー交通を担うネットワークを形成
- ・公共交通中心のコンパクトな街づくりを目指す市の方針



沖縄では；南北軸幹線鉄道と、その駅を中心に、フィーダー交通としてのLRTの整備が考えられる。

沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄における軌道系交通の歴史

路面電車

1914年 沖縄電気軌道 大門前 - 首里間(5.7km)開業

1917年 大門前 - 通堂間(1.2km)開業

1933年 休止

軽便鉄道(県営)

1914年 与那原線開通

1922年 嘉手納線開通

1923年 糸満線開通

1945年 沖縄戦により破壊される

58年間に及ぶ断絶!!

都市モノレール

2003年 那覇空港 - 首里間 開業

**日本の都道府県でこれまでに唯一、国による
鉄道整備が行われたことがない土地、沖縄!**

沖縄におけるLRT導入の可能性

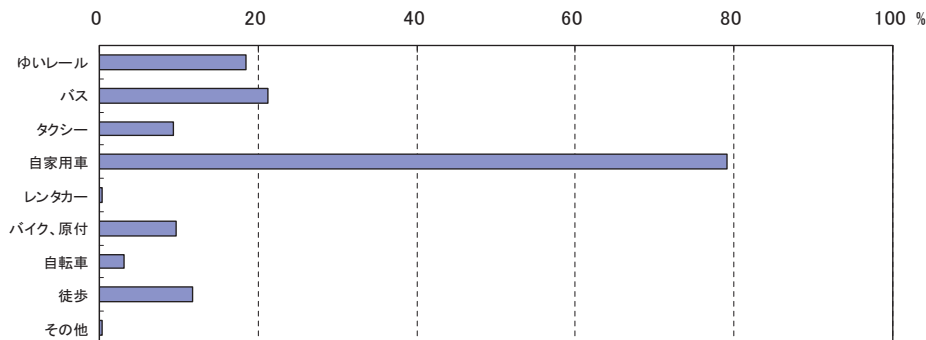
沖縄の人々は軌道系交通を利用するのか?

本島南部自治体(那覇市、浦添市、西原町、南風原町、豊見城市、与那原町)に居住する成人500人(男250人, 女250人)に対し、LRTの利用意向等を調査。

Q「通勤・通学・通勤以外の業務」での利用の場合、那覇市市街地まで、どのような交通手段で行きますか。(いくつでも)

※「那覇市市街地」とは、ゆいレールの駅の近傍を想定してください。

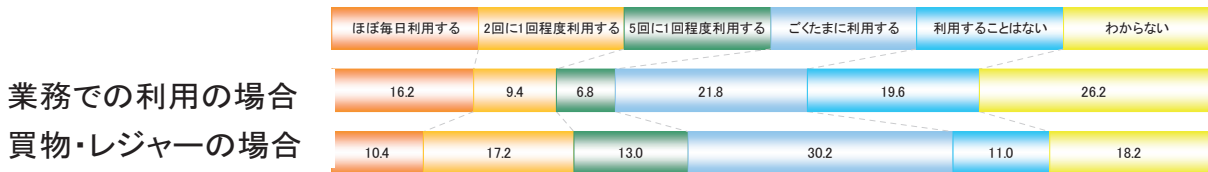
※那覇市市街地にお住まいの方は、那覇市市街地内での移動についてお答えください。



沖縄におけるLRT導入の可能性 沖縄の人々は軌道系交通を利用するのか？

本島南部自治体(那覇市、浦添市、西原町、南風原町、豊見城市、与那原町)に居住する成人500人(男250人, 女250人)に対し、LRTの利用意向等を調査。

Q仮に那覇市市街地からLRT(次世代路面電車)が導入された場合、あなたはLRT(次世代路面電車)を利用するようになりますか。



- 3～4割がそれなりに利用意向を持っているものと考えられる
- 業務利用では通勤・通学等で、毎日利用したいというニーズも



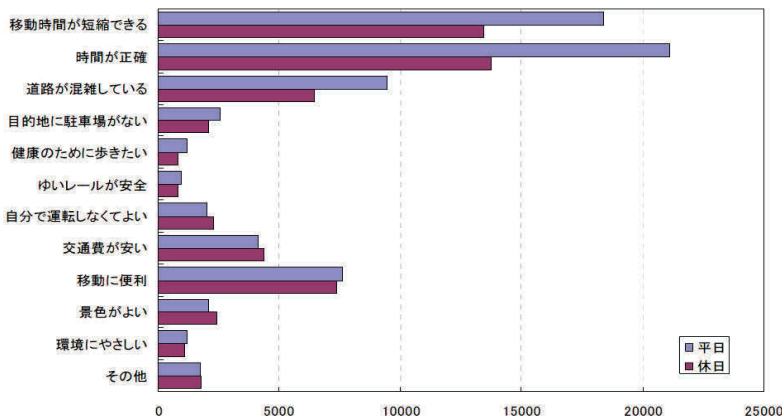
それならば、既存の“ゆいレール”利用者は、軌道系交通をどのように評価しているのか？

沖縄におけるLRT導入の可能性 沖縄の人々は軌道系交通を利用するのか？

利用者は、定時性への信頼、渋滞への嫌悪、利便性に関して、モノレールへの評価が高い

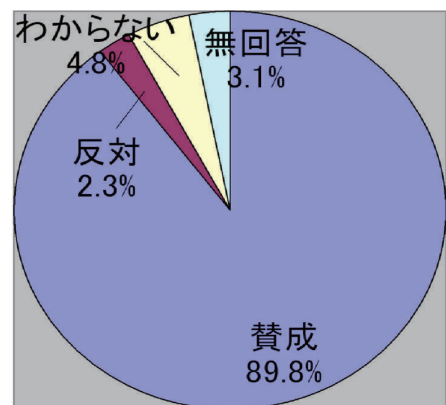


延伸計画に9割が賛成！



モノレールを利用する理由(平日・休日) ※複数回答可

出展:「ゆいレールの整備効果と需要喚起アクションプログラムについて」(沖縄県)



モノレール延伸への賛否

出典:平成19年度沖縄都市モノレール延長検討調査(沖縄県)

沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄におけるLRT導入に向けた提言等

○八重山経済人フォーラム

新石垣空港から離島ターミナルまでのルートを想定したLRTの導入について提言
(平成19年6月以降、継続的に提言を公表)

○沖縄経済同友会

「公共交通の活性化に向けて(LRT等次世代型公共交通機関の導入)」に関する提言 (平成21年10月)

○(一社)トラムで未来をつくる会

「LRT基本導入計画(案)」に、本島南部の6つのLRT路線を提案(平成22年5月)

○沖縄の新たな発展につなげる大規模基地返還跡地利用計画提案コンペ

最優秀賞作品には「LRTを軸に都市拠点をつなぐ」との提言(平成25年2月)

○南部に鉄道を走らせる八重瀬の会

八重瀬町を含む本島南部にLRT導入を呼びかけ(平成26年4月)

沖縄におけるLRT導入の可能性

沖縄県も新たな公共交通体系の整備へ

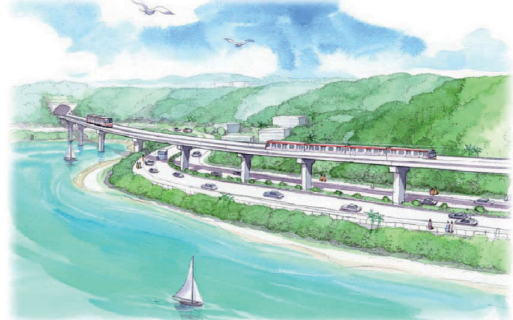


段階的な整備
長期 イメージ

鉄軌道を含む新たな公共交通システム 導入促進検討 (平成24年度～)

○那覇市～名護市間の鉄道(高速
小型鉄道)を検討

○上記「南北軸鉄軌道」を中心に
議論を進めており、フィーダーに
関しての議論はこれから



出典: 鉄軌道を含む新たな公共交通システム
導入促進検討業務報告書(沖縄県:平成25年)

出典: 沖縄県総合交通体系基本計画(平成23年)

沖縄へのLRT導入実現に向けて 交通安全環境研究所の沖縄との関わり

○第4回LRT国際ワークショップ(2010年)

それまでのLRT国際ワークショップは;

- 第1回(1997年) 東京及び熊本で開催・・・熊本への低床LRV導入 他
- 第2回(2000年) ドイツ・フランス・スイスで移動ワークショップを開催・・・先進地へ
- 第3回(2006年) 京都で開催・・・富山ライトレール開業 他

第4回(2010年) 路面電車の走っていない地、沖縄での開催!



子どもたちも興味津々



市民向けポスター展示



白熱の学術討論

子どもたちも含め3日間で延べ700名を超える参加者

沖縄へのLRT導入実現に向けて 交通安全環境研究所の沖縄との関わり

○ LRT普及促進懇話会(第2回:平成24年2月, 第3回:平成26年2月)の開催

第1回LRT普及促進懇話会は平成23年7月にて東京で開催

第2回懇話会プログラム(市民向け)

- ・ 沖縄 21 世紀ビジョンに見る交通と LRT
- ・ アメリカで導入進むLRT
- ・ 「生活の足・観光の足」として活躍する路面電車
- ・ 架線レス低床電池駆動LRV
- ・ 鉄道乗り入れ可能なバッテリーtram
- ・ 新しい都市交通システム導入の評価について
- ・ 全体討論
- ・ 総括講演

第3回懇話会プログラム(自治体向け)

- ・ 「鉄軌道を含む新たな公共交通システム導入促進検討業務」調査結果の概要について
- ・ アメリカにおけるLRT導入事例 (附 宇都宮の導入事例)
- ・ 鉄道は地域活性化に貢献できるか!
- ・ 新たな都市機能として
～LRTその優れた魅力～
- ・ 街づくりとLRV
～都市と交通のデザインを考える～
- ・ 新しい都市交通システムと導入の評価について
- ・ 全体討論

沖縄へのLRT導入実現に向けて 交通安全環境研究所の沖縄との関わり

○ LRT普及促進懇話会（第2回:平成24年2月，第3回:平成26年2月）の開催

第2回には約90名、第3回には約100名の参加を得た他、新聞にも大きく取り上げられ、沖縄県内に於ける鉄軌道への関心の高さをうかがうことができた。

主な参加者

- ・ 沖縄県内自治体職員
- ・ 沖縄県内自治体首長・議員
- ・ 沖縄県内各種企業（交通事業者を含む）
- ・ 沖縄県内市民（市民団体会員等）
- ・ 国内鉄道車両メーカー
- ・ 国内信号機器メーカー
- ・ 国内重電メーカー
- ・ 学識経験者
- 他



沖縄へのLRT導入実現に向けて 交通安全環境研究所の沖縄との関わり

○ 県南部3自治体「新たな公共交通に関する勉強会」への参加

那覇市・南風原町・与那原町がLRT導入を検討する勉強会を立ち上げ（平成24年）
→交通安全環境研究所職員も技術的アドバイス等を実施

参加自治体の新たな公共交通導入に向けた動き

那覇市

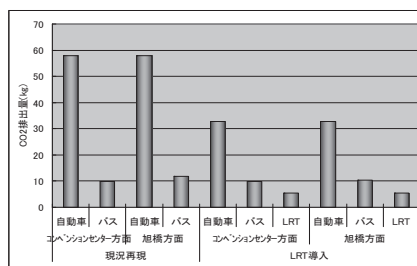
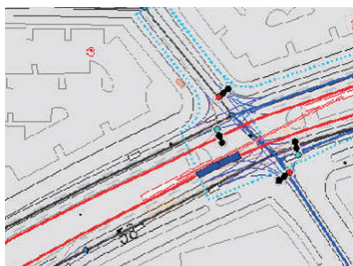
- ・ 那覇市総合交通戦略（平成22年3月公表）に「モデル性の高い基幹的公共交通の導入」イメージとしてLRTを紹介
- ・ 公共交通セミナー（那覇市環境政策課主催で平成24年8月開催）にてLRTについて紹介

与那原町

- ・ 第4次与那原町総合計画（平成23年4月～）に「新たな公共交通システム（基幹バス、LRT等）」の整備を目指すことを記述

沖縄へのLRT導入実現に向けて 交通安全環境研究所の沖縄との関わり

那覇～宜野湾間でLRT導入効果予測交通シミュレーションを実施



LRTの導入の効果を確認 (CO2排出量減, 渋滞緩和, 平均移動速度向上, etc.)

LRT導入プランのある那覇～与那原間で交通流実態調査を実施

平日朝ラッシュ時のバス専用レーンの効果大 → LRTに置き換え可能か

LRT導入プランのある南部自治体でLRT利用意向調査を実施

導入されれば一定の利用が見込まれることを確認

我が国へのLRT新規導入実現に向けて

これまでの我が国におけるLRTの歴史を振り返ると・・・

1997年: 熊本市交通局への低床LRV導入・・・LRV元年

2005年: 広島電鉄への国産100%低床LRV導入・・・国産低床LRV元年

2006年: 富山ライトレール開業・・・LRT元年

2009年: 富山市内線環状化・・・上下分離元年

いずれも、既存路線へのLRV導入、鉄道線からの転換、
路線の延長等によるもので、ゼロから新規にLRTが開業
した事例はこれまで一つもない！！

交通安全環境研究所は沖縄を公共交通導入の最重要エリアと
認識し、我が国初の「新設」LRTの導入実現に向けて、地域と
協力して行きます。今後も御協力頂けますようお願いいたします。

講演 2

ITS 技術を応用した鉄道の安全性向上への取組み －車車間通信を活用した LRT の安全運転支援システム－

主席研究員

長谷川 智紀

2014



交通安全環境研究所講演会

テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

ITS技術を応用した 鉄道の安全性向上への取り組み ー車車間通信を活用したLRTの安全運転支援システムー

交通システム研究領域 主席研究員 長谷川智紀



独立行政法人
交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

2014



交通安全環境研究所講演会

テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

講演内容

1. 背景
2. 本取り組みの目的
3. 本取り組みの体制
4. 検討したシステム構成
5. 支援の対象
6. 支援方法
7. 公道における実証実験
8. まとめ
9. 今後の取り組み



独立行政法人
交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

1. 背景

- 日本におけるITS技術は自動車を中心に開発が進められ、例えば、国土交通省自動車局が推進しているASV(Advanced Safety Vehicle: 先進安全自動車)プロジェクトでは、ITS技術を活用した予防安全技術の技術開発、実用化、普及への取り組みが進められていた。

衝突被害軽減ブレーキ

前方の障害物との衝突を予測して警報し、衝突被害を軽減するために制動制御する装置

システムあり

間に合った!

前方注意!

警報により自分でブレーキ

被害が少なくてすんだ

警報に気付かない時は...

自動ブレーキ

ブレーキの制御

システムなし

発見遅れにより遅いタイミングでブレーキ

間に合わない!

レーンキープアシスト

走行車線の中央付近を維持するよう操作力を制御する装置

システムあり

車線維持支援

運転支援

運転負担軽減

車線逸脱警報

システムなし

車線中央付近を走行するように自らハンドル操作を行う

国土交通省自動車局「第5期ASV推進計画パンフレット」より抜粋

ACC (Adaptive Cruise Control)

一定速で走行する機能および車間距離を制御する機能を持った装置

先行車なし

設定した速度で走行

運転負担軽減

先行車あり

車間距離を一定に保って走行

停止

停止

先行車に続いて停止

運転負担軽減

ふらつき警報

ドライバーの低覚醒状態を注意喚起する装置

システムあり

低覚醒状態

注意喚起

注意喚起により、休憩をとった後

覚醒状態

シャキ!

システムなし

低覚醒状態

ESC (Electronic Stability Control)

車両の横滑りの状況に応じて、制動力や駆動力を制御する装置

システムなし*

システムあり

システムなし*

あぶない!

* 路面状態が滑りやすいカーブを走行中に、急激なハンドル操作やアクセル操作を行った場合の車両挙動の例

駐車支援システム

後退駐車時、ハンドルを自動制御して後退駐車を補助する装置

システムあり

後退開始位置

運転負担軽減! 車庫入れも簡単!

システムなし

自分でハンドル操作

駐車は苦手

国土交通省自動車局「第5期ASV推進計画パンフレット」より抜粋

1. 背景

軌道系交通からの視点

自動車と鉄道

- 自動車と鉄道の接触点となる踏切では、**鉄道事故全体の4割程度**に上る事故が発生しており、鉄道の安全にとって踏切事故対策は極めて重要である。

	鉄道事故件数	踏切事故件数
平成18年度	849	367
平成19年度	892	350
平成20年度	849	312
平成21年度	851	353
平成22年度	872	301
平成23年度	867	329
平成24年度	811	294

約4割が踏切事故

国土交通省鉄道局「鉄軌道輸送の安全にかかわる情報」より抜粋

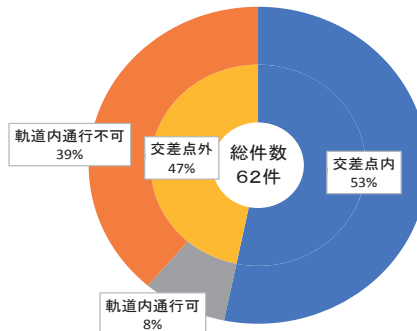
1. 背景

軌道系交通からの視点

自動車と路面電車

- 自動車と路面電車は道路を共有して走行することから、自動車との事故が多く、年60~90件程度の道路障害が発生しており、その半数以上が交差点において発生している

平成24年度軌道事業者道路障害事故の場所別割合



公益財団法人鉄道総合技術研究所の作成した「鉄道安全データベース」より

2. 本取り組みの目的

- ITS技術を活用し、**路面電車と自動車の双方の安全性を高め**道路を共用する両者が共存できる交通社会を構築することを目的とし、以下点について取り組むこととした。
 - 路面電車に第5期ASVプロジェクトで実用化の検討がされている通信利用型運転支援システムを活用し、路面電車運転士に提供する安全運転支援システムを検討、構築する。
 - 世界初となる公道における路面電車・自動車間通信による安全運転支援システムの実証実験の実施
 - 第20回ITS世界会議東京のポストコングレスツアーとしてデモンストラーションを実施

3. 本取り組みの体制

広島地区ITS公道実証実験連絡協議会 (会長: 広島大学 藤原教授)

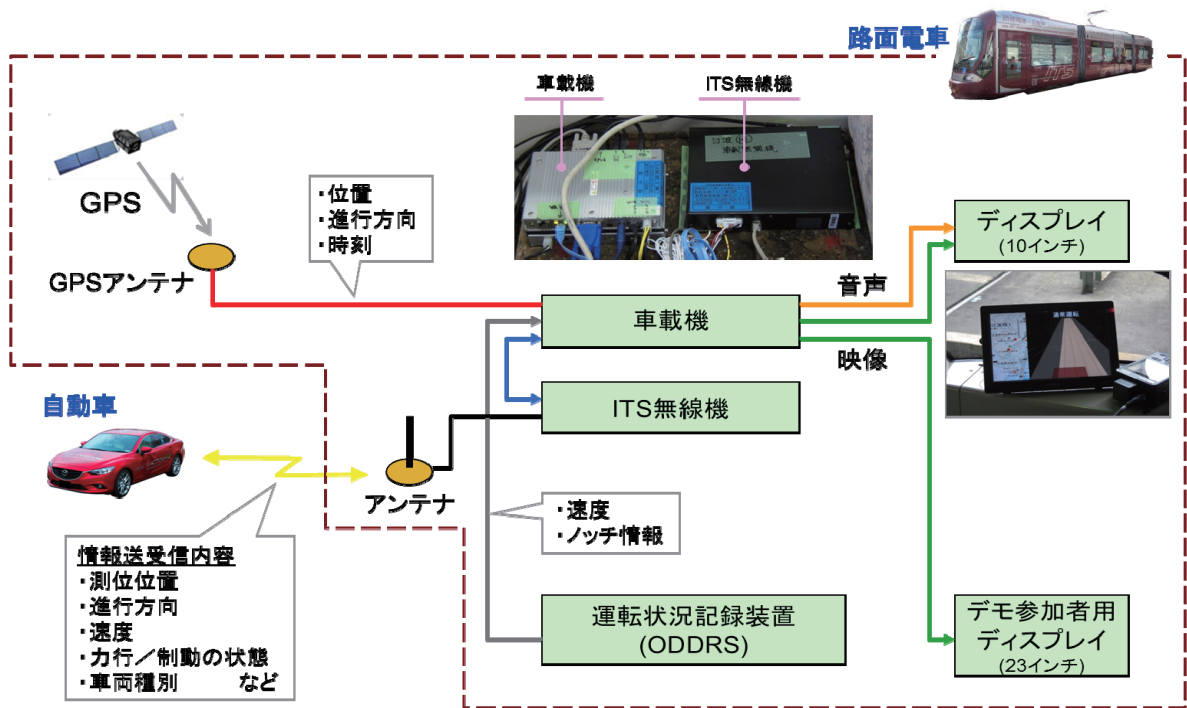
広島大学大学院国際協力研究科
総務省 中国総合通信局・国土交通省 中国地方整備局
広島県警察本部・広島県土木局・広島市道路交通局
西日本高速道路(株)中国支社
国土交通省 中国運輸局(オブザーバ)

広島地区ITS共同研究体(公道実験実施主体)

東京大学
マツダ(株)・広島電鉄(株)・(独)交通安全環境研究所

4. 検討したシステム構成

760MHz帯 車車間通信(100ミリ秒周期)



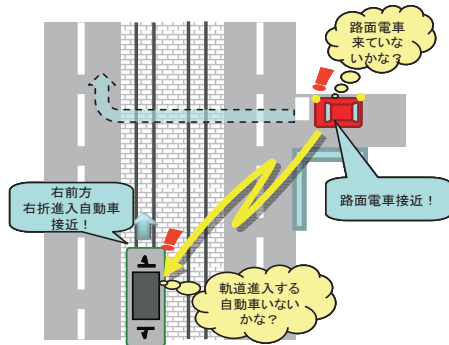
支援の対象

- 路面電車と自動車の事故の6割が交差点であること。
- 事故形態の8割が路面電車の直前を自動車が通行する「直前通行」(出会い頭事故、右折時事故等)であること。

以下シーンに対する支援を行うこととした。

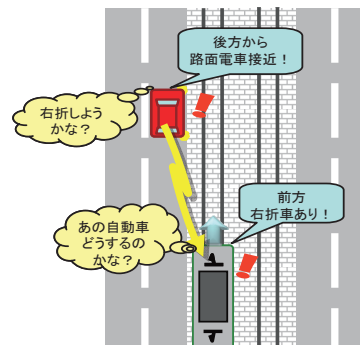
A

右折自動車存在情報提供
(Vehicle to Tram)

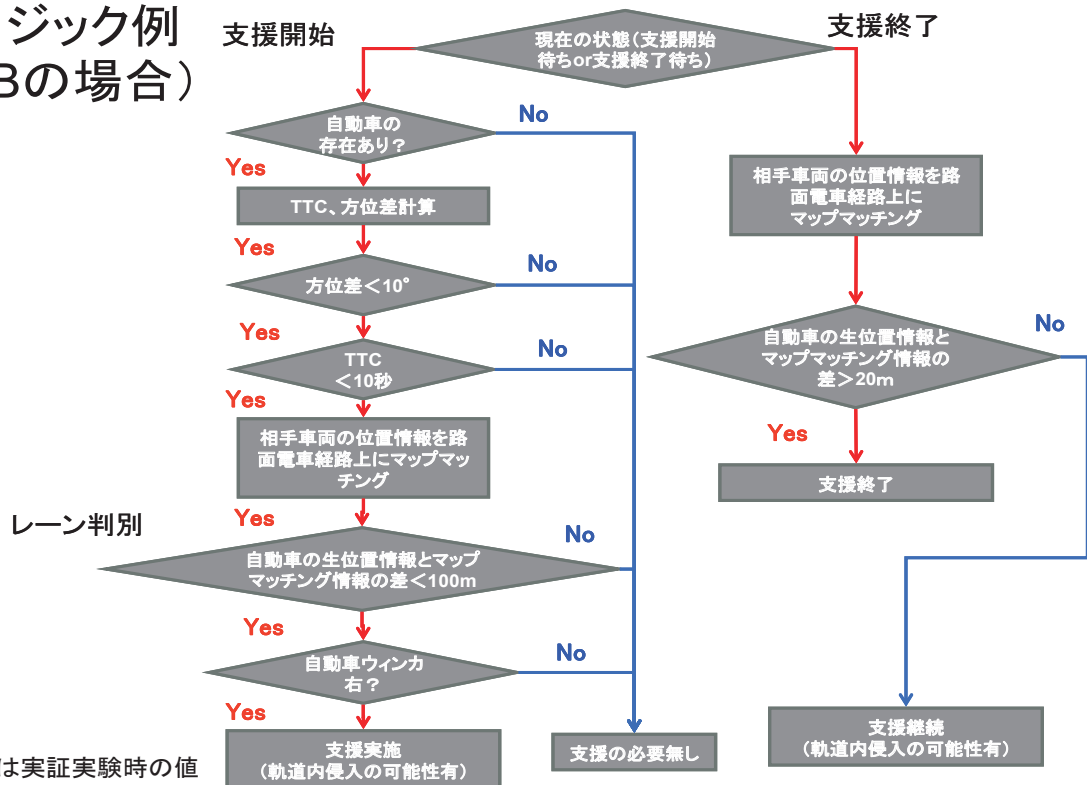


B

前方右折自動車情報提供
(Vehicle to Tram)



支援ロジック例 (支援Bの場合)



※判断パラメータは実証実験時の値

6. 支援方法

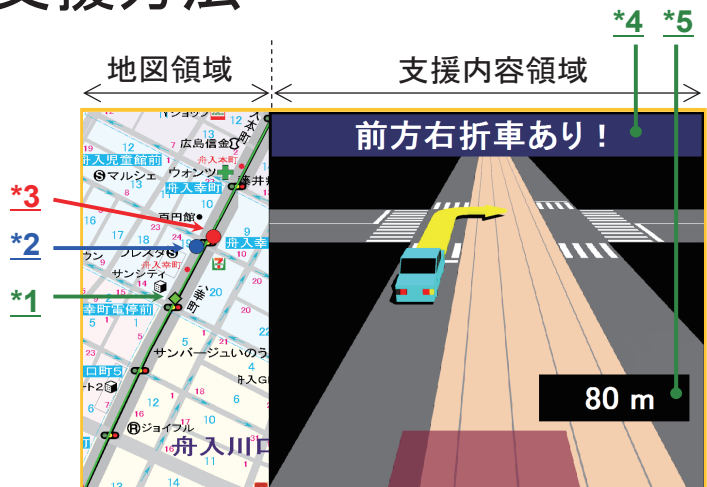
音声

運転士の前方不注意を防ぐため、運転支援の基本は音声により実施

映像

聴覚支援の補助としての位置づけとし、以下の内容を表示

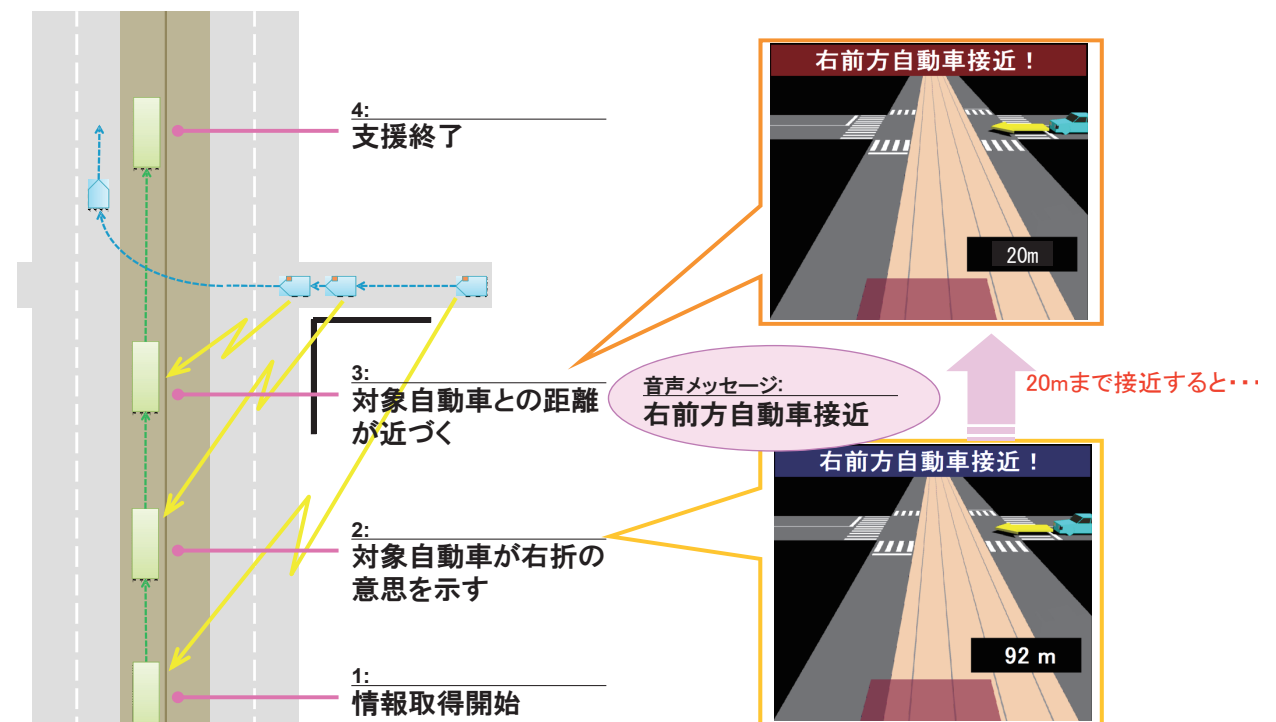
- ・地図領域と支援内容領域の二つに区分
- ・地図領域には路面電車、路面電車が受信している自動車、路面電車の情報を利用している自動車を表示
- ・支援内容領域には文字とイメージにより支援内容がひと目でわかるように表示
- ・支援の対象となる自動車との距離を支援内容領域に表示



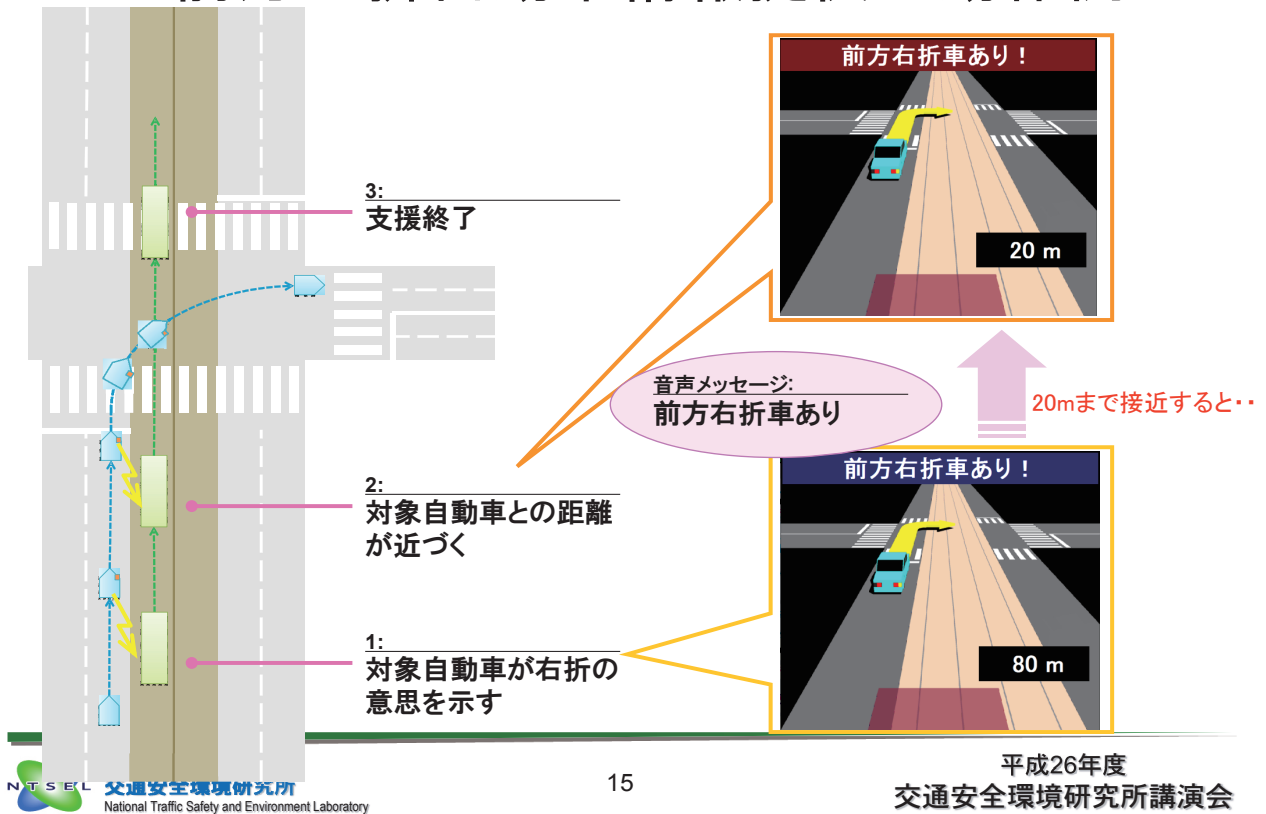
- *1: 路面電車
- *2: 路面電車の情報を利用して自動車のドライバを支援した自動車
- *3: 路面電車が受信している自動車
- *4: 支援情報
- *5: 路面電車から支援対象自動車までの距離



A. 右折自動車存在情報提供の動作例



B.前方右折自動車情報提供の動作例



7. 公道における実証実験

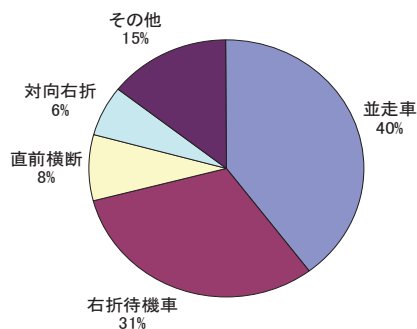
○実験場所

広島電鉄 江波線 「江波」～「舟入本町」間

◎広島電鉄

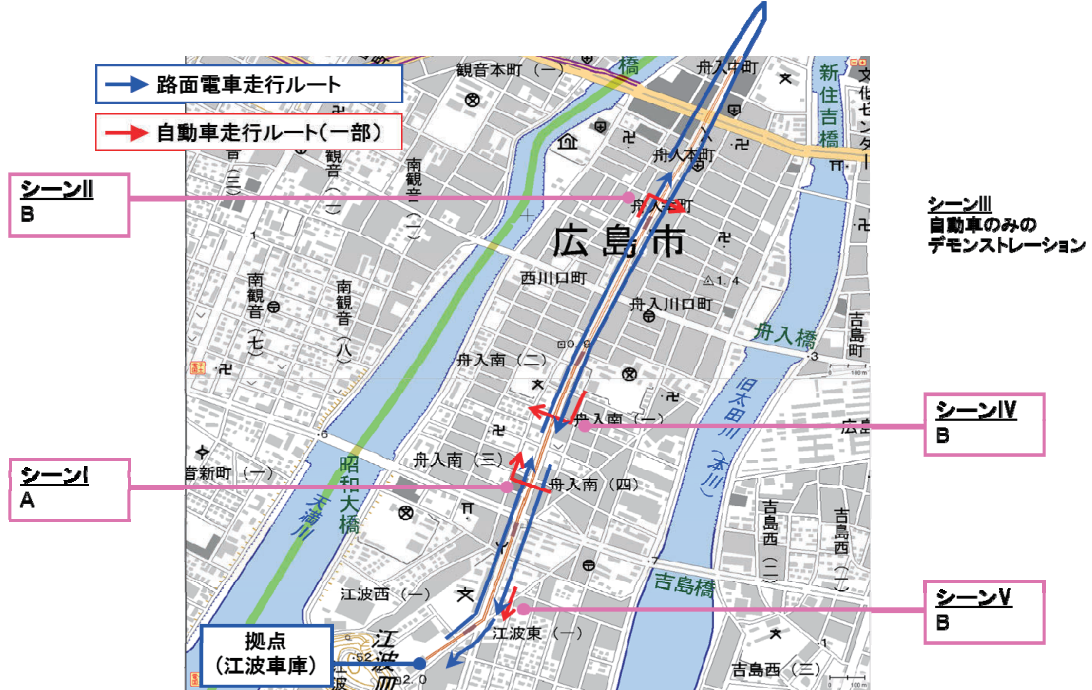
- 一日平均15万人を運ぶ地域住民の足となる公共交通機関
- 鉄・軌道35.1km(鉄道16.1km、軌道19.0km)

広島電鉄における道路障害の傾向



広島電鉄ホームページより抜粋

実証実験実施場所



この背景・地図等データは国土地理院の電子国土Webシステムから提供されたものです

7. 公道における実証実験

○実験期間

2013年9月29、30日

及び10月20、21日の4日間

(うち10月20、21日はITS世界会議のポストコングレスタワー)

○実験車両

・路面電車: 広島電鉄 1000形 1002号車「PICCOLA」

・自動車: マツダ アテンザ ASV-5

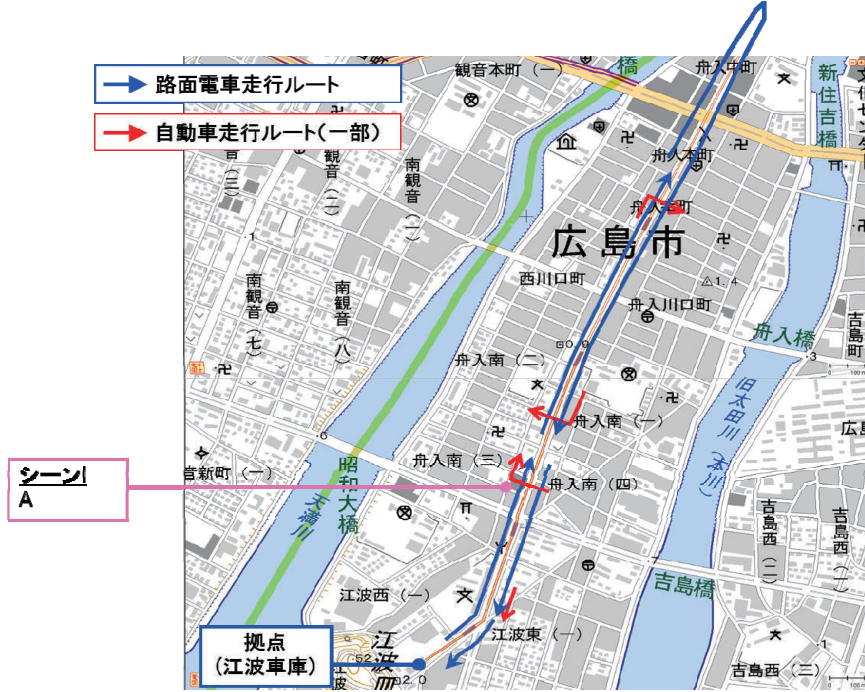


1002号車「PICCOLA」



マツダ アテンザ ASV-5

実証実験実施例(シーン I)



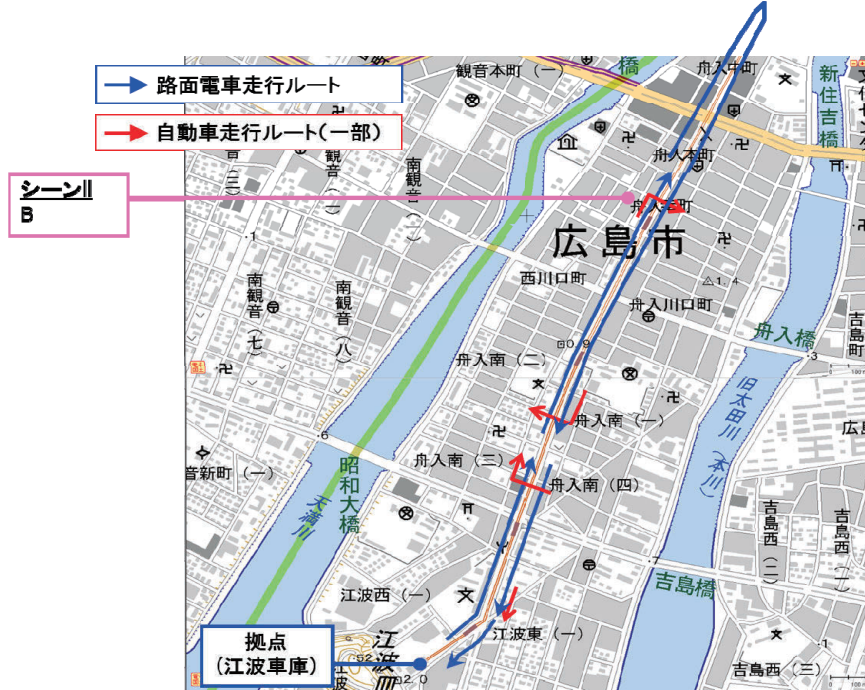
この背景・地図等データは国土地理院の電子国土Webシステムから提供されたものです

実証実験実施例(シーン I)



画像: 東京大学提供

実証実験実施例(シーンⅡ)



この背景・地図等データは国土地理院の電子国土Webシステムから提供されたものです

実証実験実施例(シーンⅡ)



画像: 東京大学提供

8. まとめ

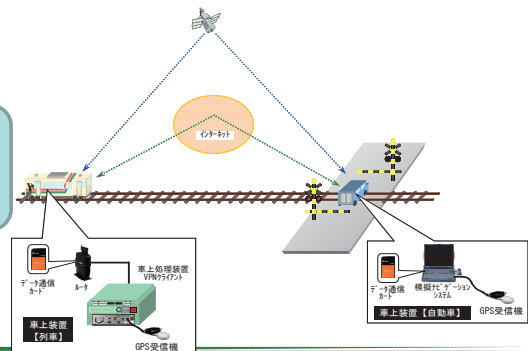
- ・ ASVで検討が進められている車車間通信を路面電車に応用し、自動車と位置、速度等のデータを授受することにより路面電車の安全運転を支援するシステムを検討し、構築した。
- ・ 路面電車の運転支援機能を、車車間通信機能を有するマツダ アテンザ ASV-5と共に実施した**世界発の路面電車・自動車間通信による安全運転支援システムの公道実証実験**によって検証し、接近場面に応じて音声や画面表示による路面電車運転士への情報提供が行われることを確認した。
- ・ 第20回ITS世界会議東京2013のポストツアーとしてのデモンストレーションを実施し、路面電車およびASVを含めた支援システムのコンセプトや動作状況を国内外からのデモ参加者や関係各方面に提示した。

9. 今後の取り組み

車車間通信システムを用いた安全運転支援システムの実用化のため、東京大学、マツダ(株)、広島電鉄(株)、交通安全環境研究所の検討体制を引き続き維持し、以下の項目の検討を進めていく予定

- ・ 位置精度向上による機能向上の検討
- ・ 支援機能の改良と効果検証の実施
- ・ 支援方法の改良(画面のデザイン、音の出し方等)
- ・ 複数自動車が存在した際の動作及び支援方法の検討
- ・ 支援から制御(ブレーキ等)への検討

将来的には、
踏切における鉄道車両と自動車の安全向上
を目指していきたい



講演 3

営業列車を用いた軌道・車両の
コンディションモニタリング

上席研究員

佐藤 安弘

2014



テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

営業列車を用いた軌道・車両の コンディションモニタリング

交通システム研究領域 上席研究員 佐藤 安弘

2014



テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

講演内容

1. コンディションモニタリングの重要性
2. コンディションモニタリングの例
3. 交通安全環境研究所の取組
4. 脱線係数のモニタリング
5. プローブ車両
6. その他の取組
7. まとめ

1. コンディションモニタリングの重要性

鉄道の安全・安定輸送 \longleftrightarrow 施設や車両の的確な維持管理(保全)が不可欠

保全の対象	保全の事例	検査の周期(例)
軌道	軌道変位の検測及び補修、摩耗したレールの交換等	1年
車両	車両の状態及び機能についての検査、部品交換、補修	3月
	車両の動力発生装置、走行装置、ブレーキ装置その他の重要な装置の主要部分についての検査、部品交換、補修	4年または走行距離60万km以内
	車両全般についての検査、部品交換、補修	8年
電気設備	電車線、変電所機器、運転保安設備等の検査、部品交換、補修	重要なもの1年、その他のもの2年
土木構造物	トンネル、橋りょう等の目視検査、補修等	2年

コンディションモニタリング \rightarrow センサを活用して、検査の頻度(や精度)を高める



安全性の向上に役立つ(脱線に対する安全性にかかわる**軌道・車両の予防保全に着目**)

1. コンディションモニタリングの重要性

平成25年6月閣議決定「日本再興戦略」

○安全で強靱なインフラが低コストで実現されている社会

インフラの損傷度等をデータとして把握・蓄積・活用することにより、早期の異常検知により事故を未然に防ぎ、最適な時期に最小限のコストによる補修によってトータルライフサイクルコストが最小化

平成20年6月 交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会提言

○新技術の導入の促進と今後の技術開発の方向性

省力化等による、コストパフォーマンスに優れた鉄道輸送の実現(センシング技術を活用した施設・車両の故障検知システム等)

○鉄道施設・車両の今後のあり方

予防保全の考え方に基づく計画的な維持管理、各種機器状態監視機能の導入など省力化技術の導入

2. コンディションモニタリングの例

鉄道事業者等の取組例

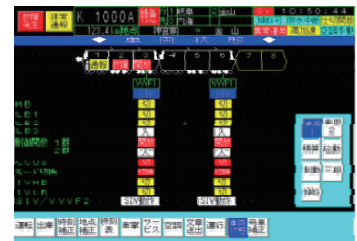
検査対象	軌道	車両
センサ搭載場所		
営業車両	<ul style="list-style-type: none"> 自動動揺測定装置 慣性正矢軌道検測装置 自動継目遊間測定装置 	<ul style="list-style-type: none"> 車両モニタ装置
地上側	<ul style="list-style-type: none"> 軌道変位常時監視システム レール軸力・温度監視 	<ul style="list-style-type: none"> 車輪フラット検出装置 軸箱温度検出装置 車両走行状態監視装置



慣性正矢軌道検測装置



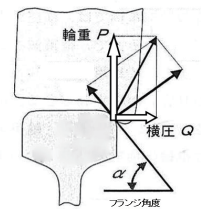
自動継目遊間測定装置



車両モニタ装置

3. 交通安全環境研究所の取組

検査対象	軌道
センサ搭載場所	
営業車両	<ul style="list-style-type: none"> 脱線係数のモニタリング (PQモニタリング台車) プローブ車両



脱線係数のモニタリング



プローブ車両



曲線部等の脱線係数Q/P増加

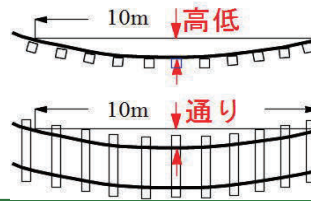
輪重減少

横圧増加

車両の異常

軌道変位増加等

摩擦係数増加等



3. 交通安全環境研究所の取組

背景

脱線係数のモニタリング

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)



原因究明のための脱線係数測定

脱線に対する安全の評価指標である脱線係数Q/Pは、レール・車輪間の潤滑の影響を受け、**時間帯によって大きく変動することが初めて判明**

営業列車で脱線係数の増大を検知して保守に活かす方法を研究

3. 交通安全環境研究所の取組

背景

プローブ車両

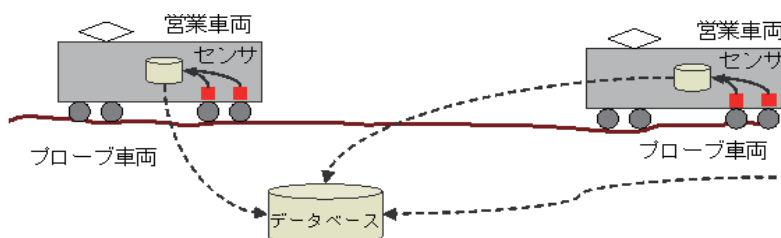
地方鉄道はどこも厳しい
経営環境

このままでは軌道の十分な
メンテナンスができず
安全が脅かされる恐れ



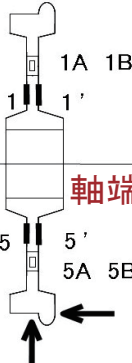
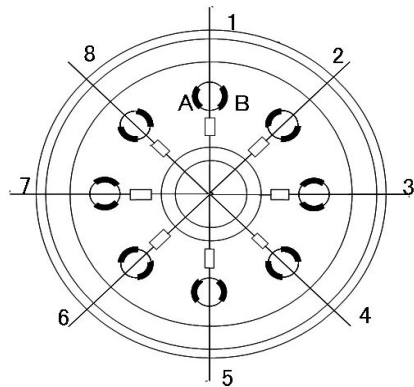
軌道変位大、道床不良の例

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



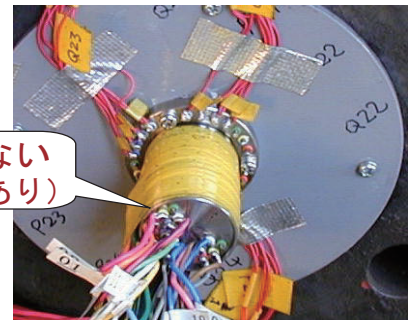
4. 脱線係数のモニタリング

4.1. 従来の脱線係数測定法



回転しない
(摺動部あり)

軸端の穴あけ



スリップリング取付

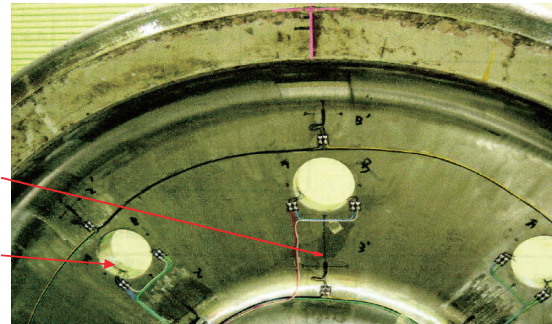
測定システム自身の
耐久性に難



横圧測定用ひずみゲージ

輪重測定用ひずみゲージ

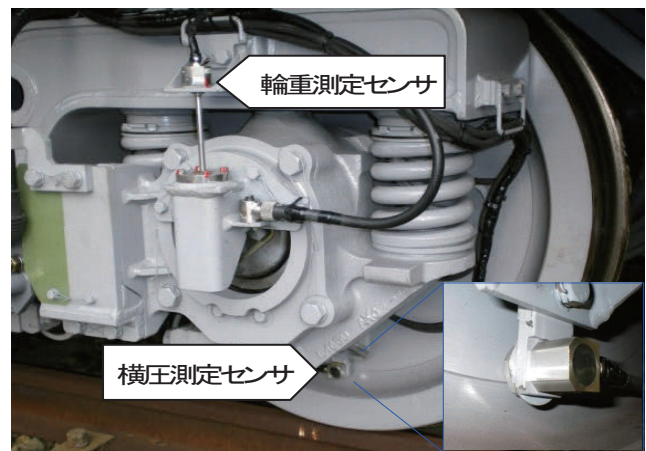
営業車による常時観測



4. 脱線係数のモニタリング

4.2. モニタリングに用いる脱線係数測定法

回転部分 = 輪軸にセンサを直接につけない



非接触変位センサを用いる

4. 脱線係数のモニタリング

4.3. 実用化までの取り組み

平成15年～ 輪重測定法の実験的検討



軸ばねひずみ
による測定法



台車枠ひずみ
による測定法



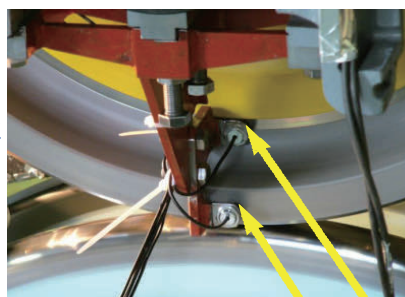
軸ばねたわみ
による測定法

平成16年～ 車輪の曲げ変形量により横圧を推定する方法の検討

0.1mm以下の微少量を正確に測定する必要



既存の台車軸箱の改良(ガタ縮小)、
変位センサ取付治具の検討、台車
試験機による曲線通過実験等



リム部 板部

車輪の曲げ変形量測定

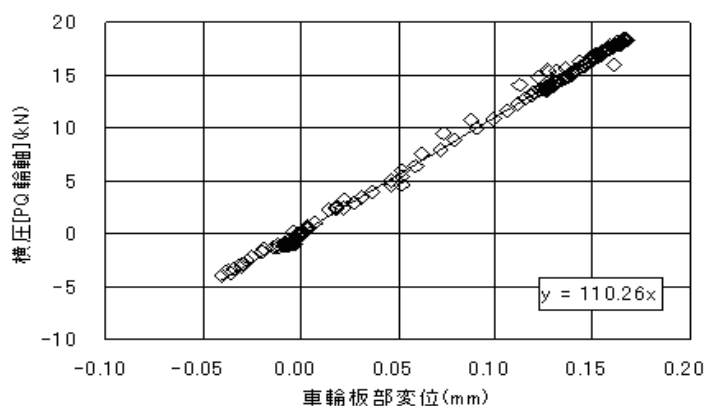
4. 脱線係数のモニタリング

4.3. 実用化までの取り組み

平成17年～実車走行試験



従来の輪重横圧測定法との
同時測定による比較検証



車輪板部変位と横圧の関係

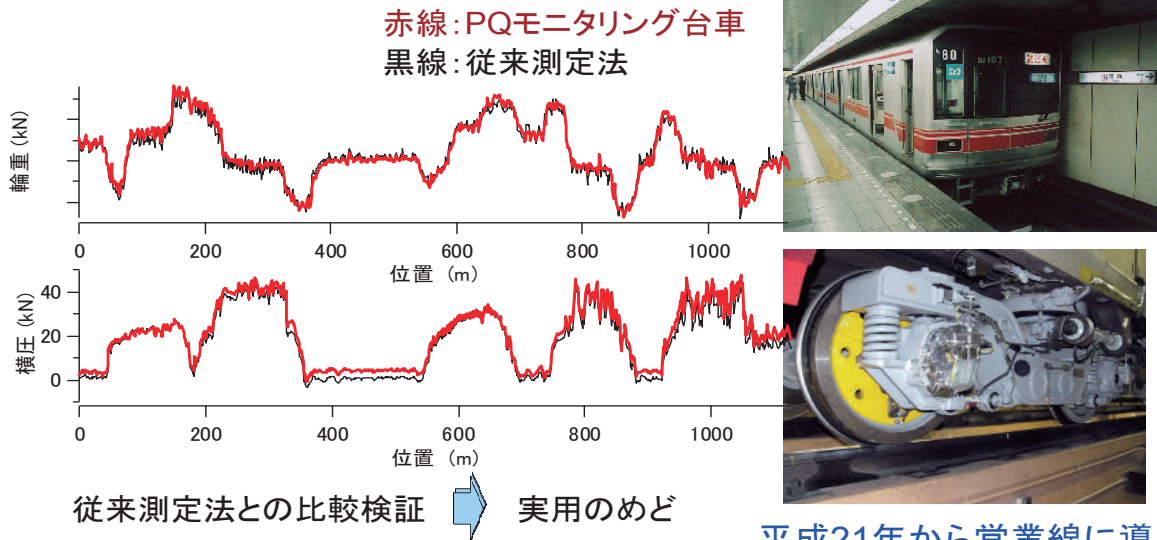


線形関係にあることを確認

4. 脱線係数のモニタリング

4.3. 実用化までの取り組み

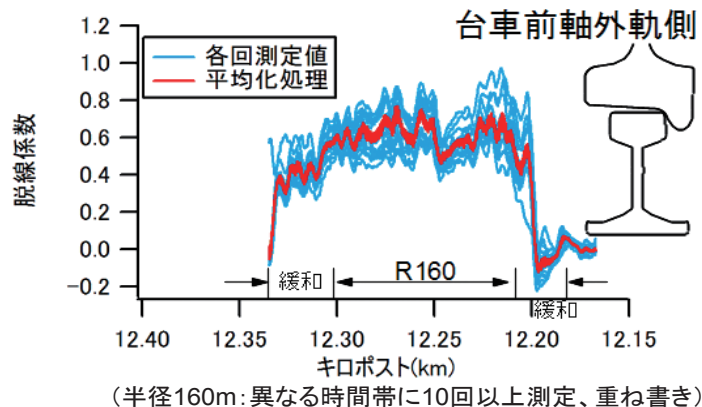
平成19年～量産仕様台車による実車走行試験



4. 脱線係数のモニタリング

4.4. 脱線係数のモニタリング結果例

(1) 特定曲線の脱線係数



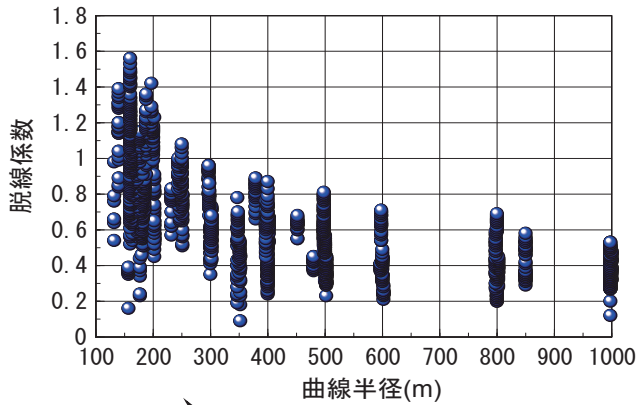
同じ曲線を走行するたびに脱線係数が変動

→ レール表面の潤滑状態等の影響

4. 脱線係数のモニタリング

4.4. 脱線係数のモニタリング結果例

(2) 路線全線の脱線係数



同じ曲線半径でも
脱線係数のばらつきが大きい



レール表面の状態のほか、軌道の線形や軌道変位等の影響

脱線係数の増大要因を絞り込む必要

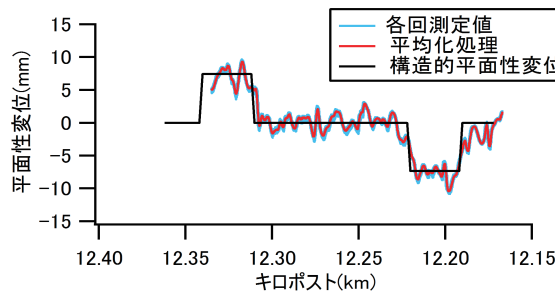
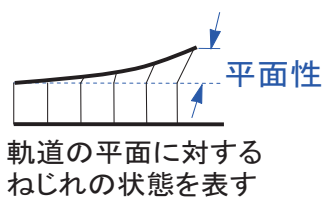
半径250mより急な曲線では、脱線係数の大きな値も見られるが、外軌レール塗油等による摩擦係数低下に伴い乗り上がりは発生しにくく、脱線防止ガードにより安全性は担保されている

4. 脱線係数のモニタリング

4.5. 現在の研究

モニタリングにより得られる情報 → 軌道の保守に活用するための研究

- 前軸外軌側Q/P → 安全性の評価に用いるが、軌道側で直接管理しにくい
- 前軸内軌側Q/P → 急曲線部における摩擦係数に近似
⇨ レール・車輪間の摩擦係数の大小を評価
- 各車輪のP → 輪重変動を評価 ⇨ 平面性変位を算出可能

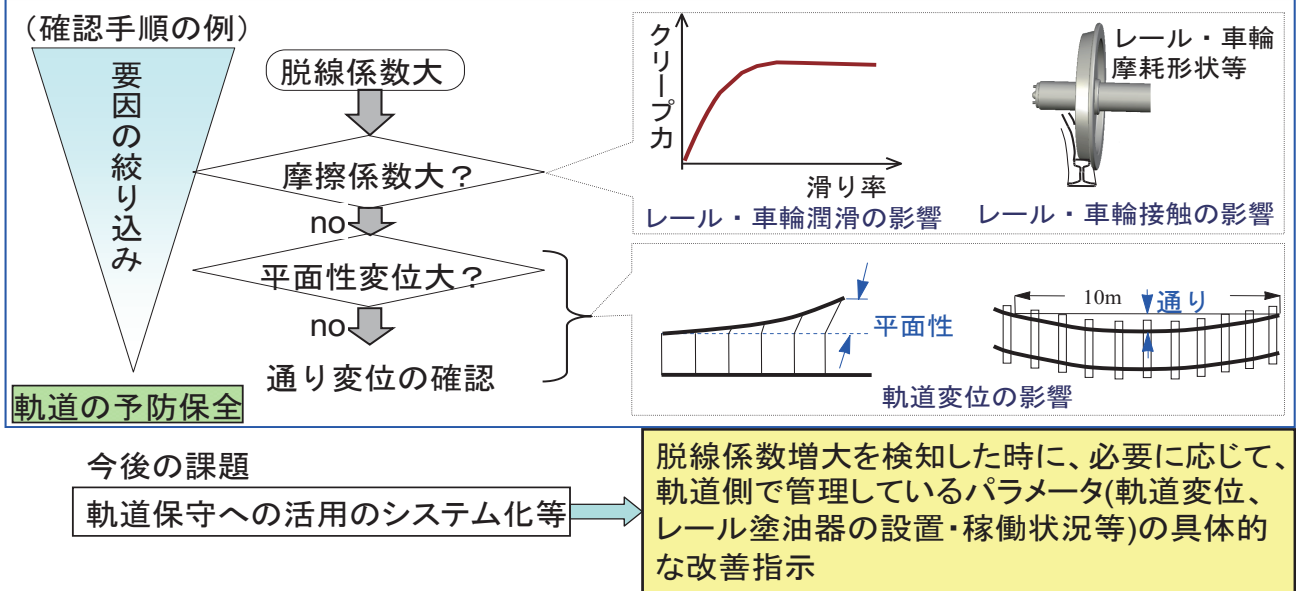


平面性変位の算出例

4. 脱線係数のモニタリング

4.6. 今後の方向性

脱線係数増大要因を絞り込み、保守へ活用



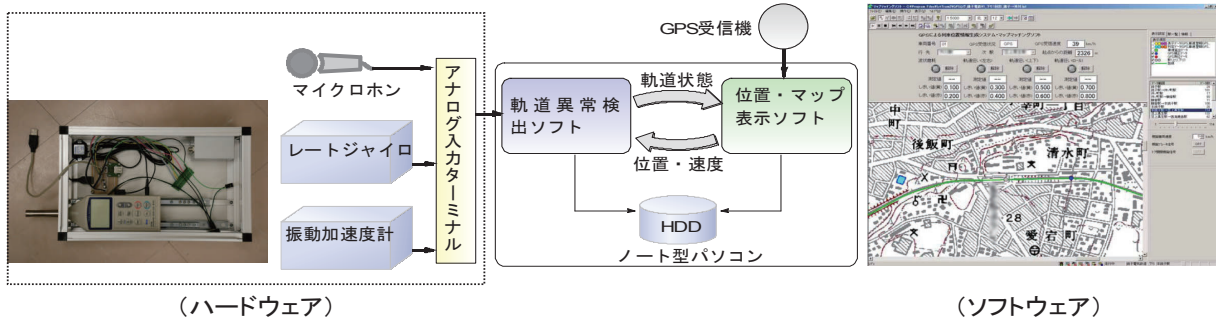
5. プローブ車両

5.1. これまでの取り組み

平成16年度～19年度 地方鉄道の安全性・保守性向上のためのプローブ車両の技術開発

(日本大学生産工学部、日本大学理工学部、三菱重工業株式会社、交通安全環境研究所)

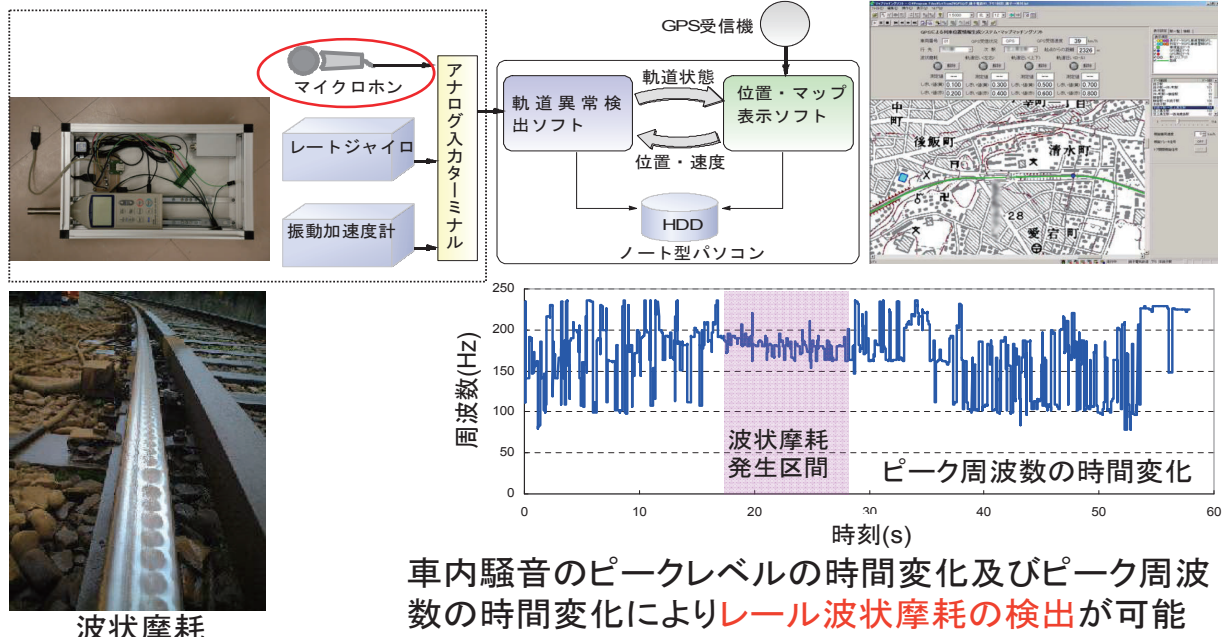
鉄道・運輸機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」



営業車両の車内で振動等を測定し、軌道の異常等の発生位置をモニタ画面上の地図上に表示するシステム(可搬型プローブシステム)を構築

5. プローブ車両

5.1. これまでの取り組み



5. プローブ車両

5.1. これまでの取り組み

平成20年度～22年度

車両振動等の測定により軌道状態を動的に評価



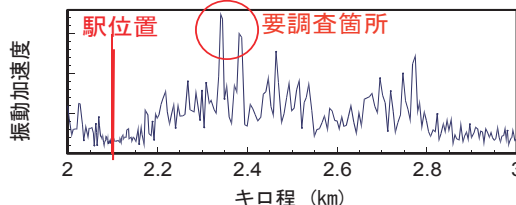
運転台等への設置

車両改造の必要が無い
(車両機器との接続不要)



軌道異常の発見

従来の目視や体感による動揺検知よりも客観的なデータを提供可能



測定データ例

高頻度の測定により軌道状態の変化を診断可能

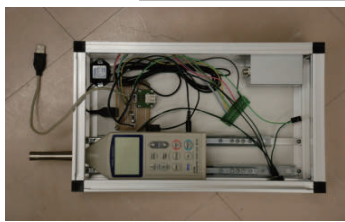
5. プローブ車両

5.1. これまでの取り組み

平成23年度～24年度 可搬型レール状態診断装置の高性能化
(株式会社京三製作所、日本大学生産工学部、
交通安全環境研究所)
科学技術振興機構「研究成果最適展開支援プログラム」

信頼性の高い実用レベル
の装置として可搬型装置
の高性能化を果たした

- ・小型化(従来装置の40%に削減)
- ・操作の簡略化及び自動化を実現
- ・バッテリー駆動連続約6時間



手作りの従来装置



新装置

従来装置

5. プローブ車両

5.1. これまでの取り組み

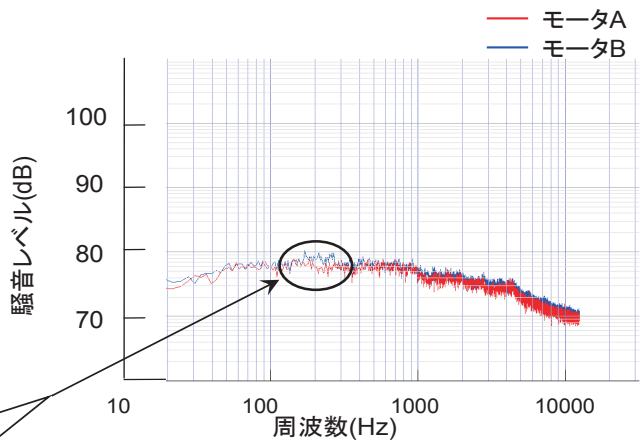
車内騒音による車両の
予防保全への適用検討

モータなど駆動系の
モニタリング

マイクロホン(騒音計)で取得したデータ
を周波数解析することにより、
加減速時の周波数分布のずれを検出



今後、異常の兆候検出の検証



実車走行試験における同型式の2つのモータ
の周波数特性(52km/hから減速時)

5. プローブ車両

5.2. 現在の研究

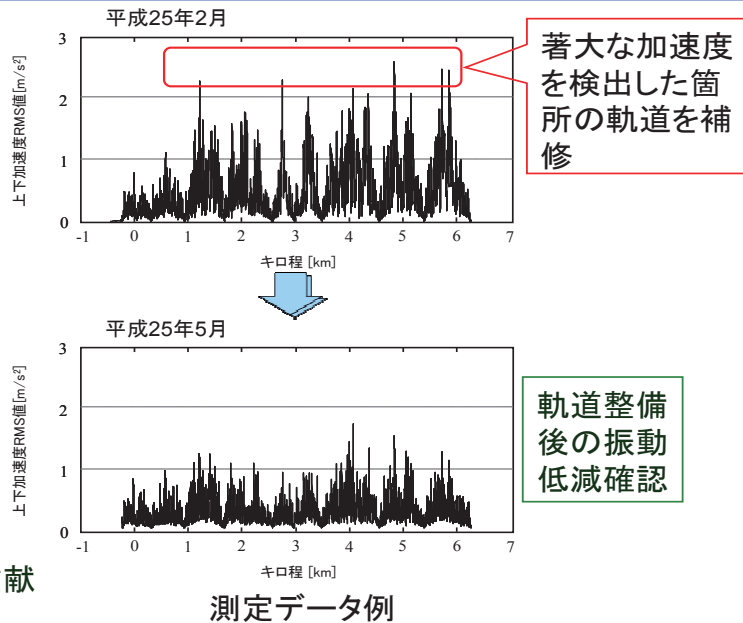


実路線にて測定、その結果を事業者へフィードバック

事業者が必要に応じて軌道補修等を実施

地方鉄道の安全・安定な維持に貢献

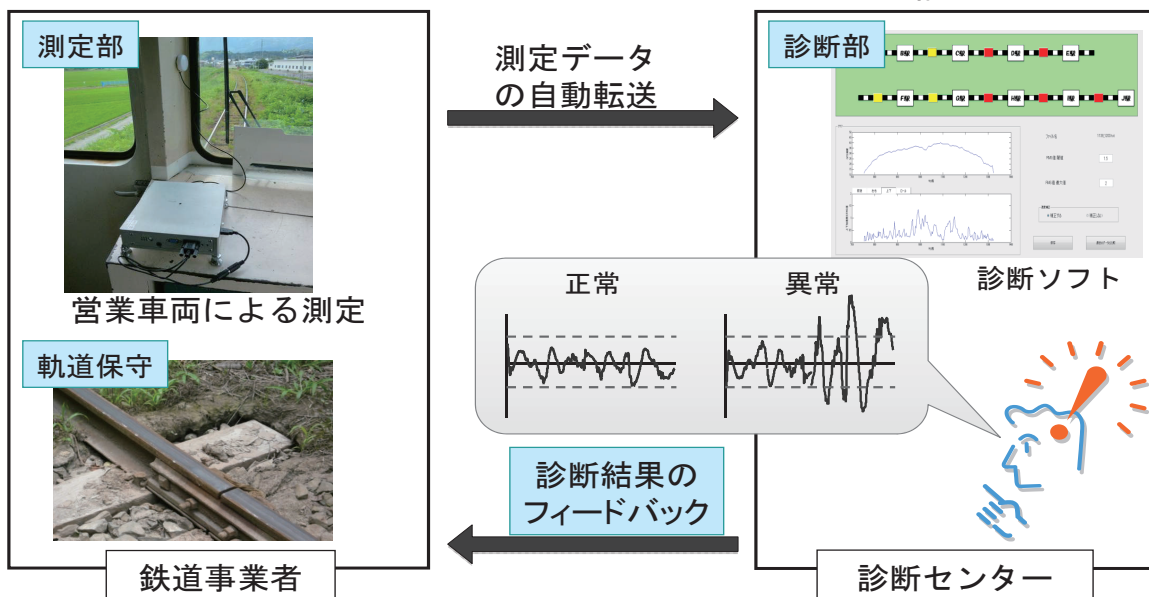
プローブ車両(新装置)を使用した軌道状態の評価



5. プローブ車両

5.3. 今後の方向性

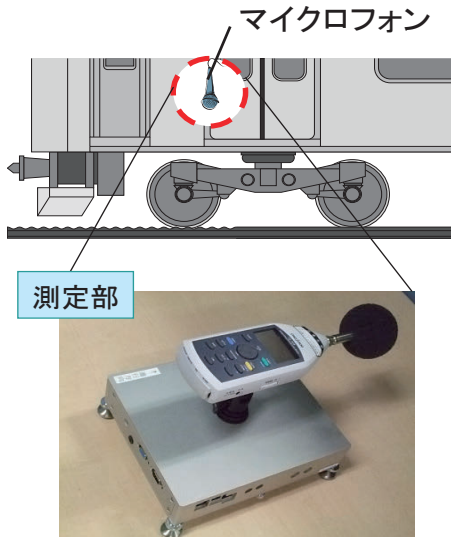
(1)測定データの分析と診断を遠隔地で一元的に行える仕組みの構築



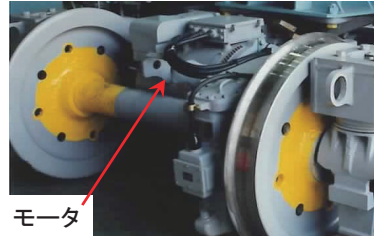
5. プローブ車両

5.3. 今後の方向性

(2)車両の予防保全への適用



騒音測定機能を活用し、モータなど駆動系の故障の未然防止



6. その他の取組

6.1. 車両のコンディションモニタリング

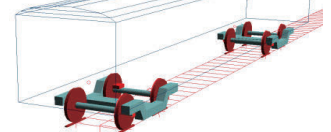
目的 走行安全性に影響を及ぼす
車両側故障の未然防止

台車(軸箱、台車枠)や車体に振動センサ

走行中の各部の振動をモニタリング

比較することにより異常判定

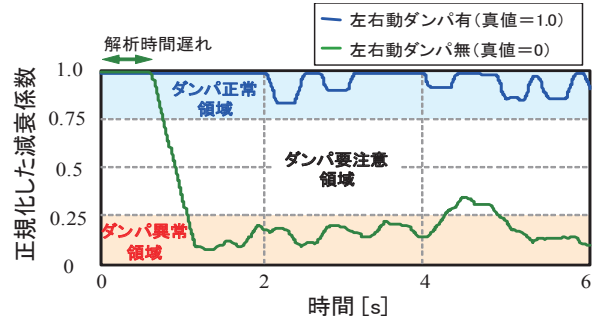
車両モデル及び軌道モデルを構築



走行中の台車・車体各部の振動(正常時・異常時)をシミュレーションで予測



ダンパの故障模擬検証実験




実験結果(ダンパの異常が判定できることを確認)

6. その他の取組

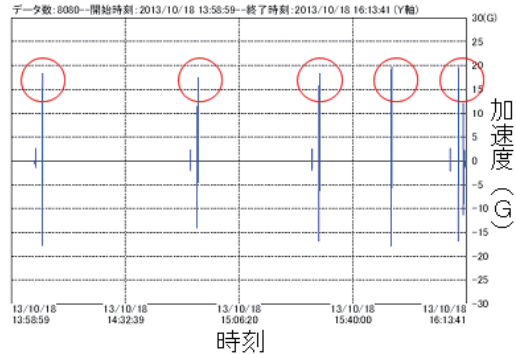
6.2. 発条転てつ機のモニタリング

目的 発条転てつ機の転換不良等による脱線の未然防止

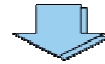
発条転てつ機に振動センサ



地方鉄道向けにできるだけ簡易な構成(センサ・記録部の小型化、バッテリー駆動)
 転換動作中の振動をモニタリング →
 加速度値、復位動作までの時間



通常の転換動作時には再現性があることを現地実験で確認



今後、異常の兆候検出の検証

定期的な目視等による点検のほかに、定量的な指標により日々の稼働状態を把握することが可能

7. まとめ

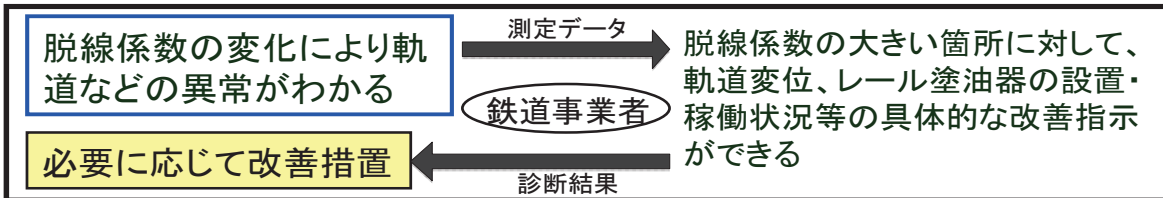
軌道・車両のコンディションモニタリングの取組について紹介

センサを活用して、検査の頻度(や精度)を高め、安全性の向上につなげる取組を進める

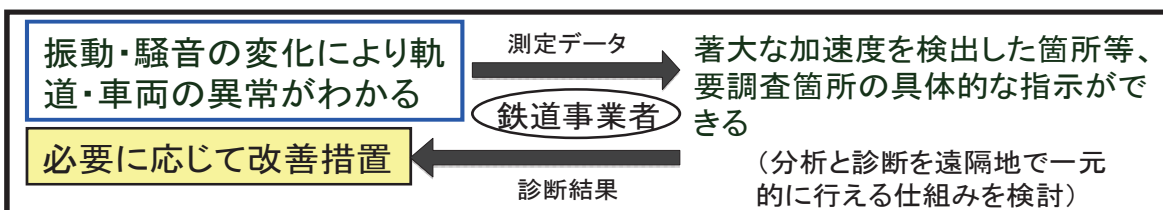


予防保全への貢献

脱線係数のモニタリング(望ましい姿)



プローブ車両(望ましい姿)



講演 4

ホームにおける安全・安心向上への取組み
－新たなホーム柵の評価－

研究員

森 裕貴

2014



テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

ホームにおける安全・安心向上への取組み — 新たなホーム柵の評価 —

交通システム研究領域 研究員 森 裕貴

2014



テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

講演内容

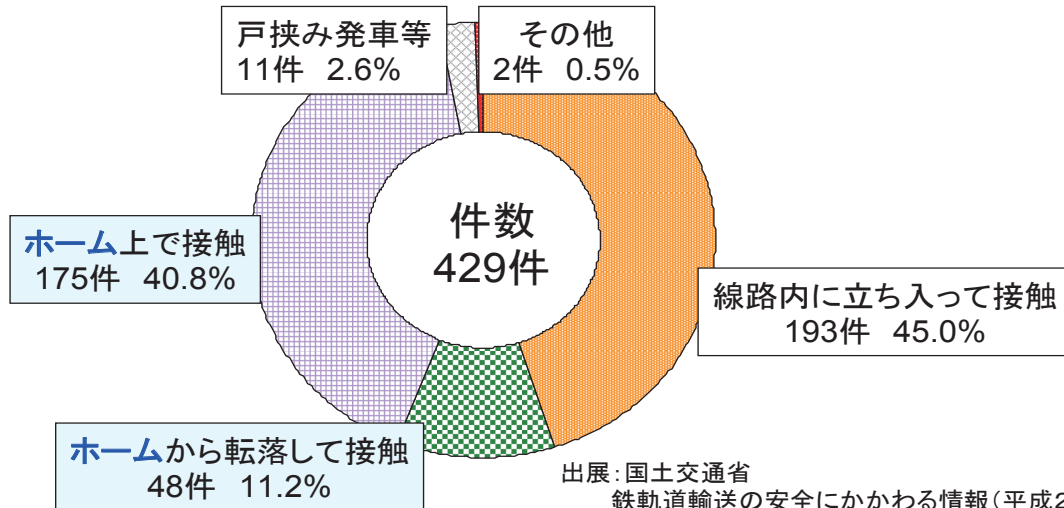
1. ホームにおける事故について
2. 国内におけるホーム柵
3. 新たなホーム柵の評価
 - 乗降位置可変型ホームドア
 - 昇降ロープ式ホームドア
 - 昇降バー式ホーム柵
4. まとめ
5. 今後の展開

1. ホームにおける事故について

□ 鉄道的人身傷害事故件数（平成24年度）

人身傷害事故の約半数がプラットホームで発生している

→ 対策としてホーム柵が有効



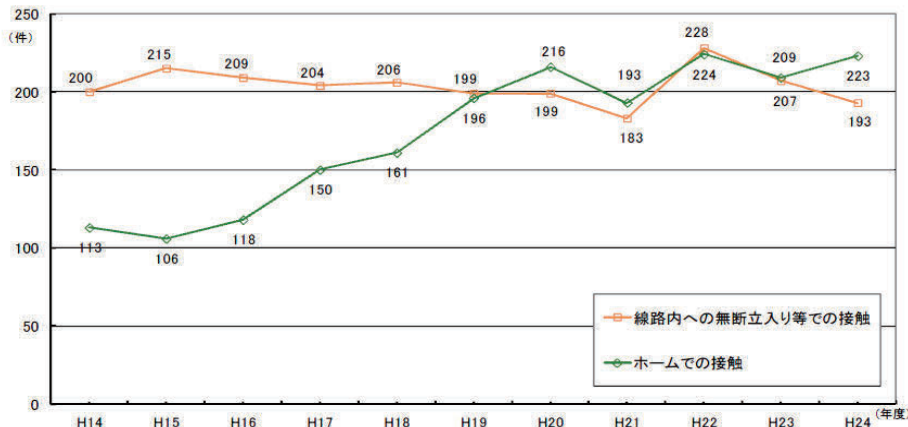
出展：国土交通省
鉄軌道輸送の安全にかかわる情報（平成24年度）

1. ホームにおける事故について

□ 原因別人身傷害事故件数の推移

鉄道事故全体件数は減少傾向にあり、線路内立入り接触も漸減傾向であるが、ホーム上での接触事故は増加傾向にある

酔客に加え、近年では携帯端末等による前方不注意も



出展：国土交通省
鉄軌道輸送の安全にかかわる情報（平成24年度）

ホーム上での事故への対策

□ 「プラットホーム事故0運動」

関東鉄道24社局合同キャンペーン 協賛: 関東鉄道協会 後援: 国土交通省
 旅客に対してプラットホーム上での列車との接触やホームから線路への転落について
 注意喚起をするとともに、危険と感じたときは非常停止ボタンを押していただくことを
 目的とする

期間 : 平成24年12月1日(土)～平成25年1月10日(木)

□ 車両扉位置の相違やコスト低減等の課題に対応可能な 新たなホームドア等の研究開発の促進(補助制度)

低コストで安全な
ホーム柵

国土交通省がホームドア等の普及推進のために実施している補助制度
 → 1駅あたり数億～十数億と試算されるホームドアに係る膨大なコスト
 車両ドア数の違いにより物理的に設置ができない等の問題解決へ

従来とは異なる
構造のホーム柵

2. 国内におけるホーム柵

□ ホーム柵の分類

日本国内ではフルハイト型をホームドアと呼称するが、
 国際規格では自動で車両ドアと連動するものを指して
 ホームドアと呼ぶ



種別		車両ドアとの連動	特徴	新型の分類
フルハイト (天井まで)		自動 (システム)	新交通システムに多く採用 構造上後付けには向かない	—
ハーフ ハイト (腰高式)	可動式 ホーム柵	自動 (システム)	国内で最も普及しているタイプ 多くはトラポンによる連動	乗降位置可変型 昇降ロープ式
		半自動 (システム+車掌)	開閉動作の一方を車掌が担当	昇降バー式
	手動 (車掌)	開閉動作を車掌が担当	昇降ワイヤー式	
固定式 ホーム柵		無し	ドア部分は常に開放されている 短編成路線等の一部駅で採用	—

2. 国内におけるホーム柵

□ 「移動等円滑化の促進に関する基本方針」抜粋(平成23年3月31日 改正)

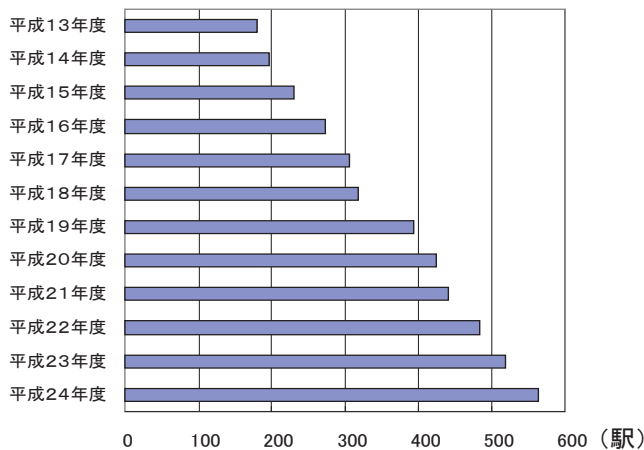
一日当たりの平均的な利用者数が三千人以上である鉄道駅及び軌道停留場については、平成三十二年度までに、原則として全てについて、エレベーター又はスロープを設置することを始めとした段差の解消、ホームドア、可動式ホーム柵、点状ブロックその他の視覚障害者の転落を防止するための設備の整備、視覚障害者誘導用ブロックの整備、便所がある場合には障害者対応型便所の設置等の移動等円滑化を実施する。

ホームドア又は可動式ホーム柵については、視覚障害者の転落を防止するための設備として非常に効果が高く、その整備を進めていくことが重要である。そのため、車両扉の統一等の技術的困難さ、停車時分の増大等のサービス低下、膨大な投資費用等の課題について総合的に勘案した上で、優先的に整備すべき駅を検討し、地域の支援の下、可能な限り設置を促進する。

2. 国内におけるホーム柵

□ ホームドア等の普及数

年間で事故件数が急増する(1.82件/駅)利用客数が10万人/日を超える駅へはホームドア、可動式ホーム柵の転落防止対策が強く求められている
(ホームドアの整備促進等に関する検討会、平成23年「中間取りまとめ」)



1日の利用客数	事故発生件数
10万人 ~	1.82 件/駅
5万人 ~ 10万人	0.75 件/駅
1万人 ~ 5万人	0.28 件/駅

<平成24年度9月末実績>

10万人/日超え駅数	: 235駅
転落防止対策整備済	: 119駅
ホームドア等整備済(一部)	: 34駅
(全番線)	: 16駅

可動式ホーム柵の課題

□ ドア数の異なる車両や停止位置が異なる駅

戸袋(ドア収納部)は固定のため、乗降位置数が多い場合、構造上設置が不可能である駅がある

車両を買い換えてドア数を統一した例もあるが、乗り入れ路線などは困難

→ 乗降位置可変ホームドア、昇降ロープ式ホームドア



□ 設置コスト

フルハイト型に比べれば安価ではあるが、広く普及するためには依然高コスト
ホーム柵の重量に耐えるため、ホーム基礎の大幅な改修が必要となる

→ 昇降バー式ホーム柵、昇降ロープ式ホームドア

交通安全環境研究所では…

新たに開発された新方式のホーム柵について安全性を評価

安全性を確保する上で、検討すべき項目の提案等を実施

3. 新たなホーム柵の評価

□ 安全性評価手法について

交通研では従来より、様々な鉄道システムの安全性評価を実施している
その知見を用いて、新しいホーム柵の設計安全性を評価するにあたり、
共通する評価項目を下記に示す

ー 動作シーケンスの確認

ホーム柵が、通常時・異常発生時にどのような挙動を示すか確認

ー 強度設計確認

ホーム柵においては、通過列車の風荷重に十分耐える強度を有しているか
また、電動車いす等旅客の衝突に耐えうるか等を確認

ー リスクアセスメント

システム毎に考えられる旅客への危険事象を抽出、対策の妥当性を評価

ー 故障解析

FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)およびFTA(Fault Tree Analysis)
により、各機器の故障モードによる影響等を確認し、対策の効果を評価

3. 新たなホーム柵の評価

□ リスクアセスメント例

<対策前>

事象	ホーム柵の動作状況	危険事象	危険度	発生頻度	リスク
可動部への寄りかかり	停止→開	転倒	4	3	12

評価基準に基づき
点数化

積算にてリスク算出
許容リスクは事前に決定

例)リスクは9以下とする

<対策例>

センサにより旅客を検知し
接近時は音声による注意
動作支障時は動作停止

<対策後>

事象	ホーム柵の動作状況	危険事象	危険度	発生頻度	リスク
可動部への寄りかかり	停止→開	転倒	4	1	4

対策による
点数の変動を算出・評価

許容リスク以下への
低減を確認

3. 新たなホーム柵の評価

乗降位置可変型ホームドア

- 開発メーカー
: (株)神戸製鋼所
- 現地試験
: 西武鉄道 新所沢駅
- 試験期間
: 2013年8月31日～
2014年2月末
- 特徴
戸袋が移動することで様々な
ドア位置の車両に対応
多少のオーバーランにも追従可



安全性評価一例

乗降位置可変型ホームドア

リスク解析において危険度が
高いものを中心に紹介

□ 戸袋移動中にドアが開く

通常のホーム柵は、基本的にドアの開閉動作シーケンスで構成されるが、戸袋移動があることで発生した事象

→ 各シーケンス毎に故障モードを子細に検証し、動作の整理を実施した扉のロック機構についてFTAにより対策の効果を確認するなど、安全性を確認

□ 旅客の乗降中に戸袋が移動

駆動モータの暴走等により発生の可能性が生じる事象

→ 使用されるモータの性能などを確認
誤指令による戸袋移動が発生しないことを確認

□ 実証試験に向けて

本システムの車両位置検出は新たな方法を採用しているため、鉄道車両の停止位置を確実に検出することの検証が重要

→ 様々な気候、長期間の運用に耐えうるか確認が必要

3. 新たなホーム柵の評価

昇降ロープ式ホームドア

□ 開発メーカー

: 日本信号(株)

□ 現地試験

: 東京急行電鉄 つきみ野駅

□ 試験開始

: 2013年10月11日～

□ 特徴

左右方向ではなく上下に開口
軽量であるため、支柱間が広く
ドア数の違う車両に対応可



安全性評価一例

昇降ロープ式ホームドア

- 昇降ロープへの荷物の立て掛け、吊り上げ
上下方向へ動作するため、立て掛け荷物の転倒、吊り上げ荷物の落下等により乗客との衝突する事象
→ 昇降ロープ付近へ近接センサを配置し、乗客および荷物の接近時は動作停止
- 通過列車時に昇降ロープが上昇する
停止前に昇降ロープが上昇するため、動作すべきでない列車に反応する事象
→ 独自の列車検知装置の信頼性等、誤動作を起こさない設計であることを確認すると共に、実証試験を通じた検証を提言
他のシーケンスも併せてFTAにて詳細解析を実施し、対策の効果を確認
- 実証試験に向けて
本システムは、ドア開方向が上下方向であることを十分周知し、異常事態の発生等にそなえて、係員が対応すべき事象を整理・教育する必要がある
→ 乗客に対して、係員による注意喚起等を実施する

3. 新たなホーム柵の評価

昇降バー式ホーム柵

- 開発メーカー
：(株)高見沢サイバネティクス
- 現地試験
：相模鉄道 弥生台駅
- 試験開始
：2013年10月28日～
- 特徴
左右方向ではなく上下に開口
昇降バー支持部も上下移動し
車掌確認の視認性を確保



安全性評価一例

昇降バー式ホーム柵

□ 昇降バーが旅客と衝突する

- 昇降バー降下中に乗客が接近したり、停電などによりバーが落下する事象
- 昇降バー付近に近接センサを複数設置し、昇降中のバーに乗客が接近した場合も動作を停止する等、安全側となる設計であることをFTAにて確認
 - 動力が断たれた場合も、落下せずその場に静止する機構であることを確認

□ 旅客の昇降バーへの腰掛け、足掛け

- 昇降バーの上昇に巻き込まれ、旅客が転倒・落下する事象
- センサによる注意喚起および動作停止を行うとともに、一定の荷重がバーに負荷された場合も動作停止する安全対策を実施することを確認

□ 実証試験に向けて

- 本システムは、ドア開方向が上下方向であることを十分周知し、異常事態の発生等にそなえて、係員が対応すべき事象を整理・教育する必要がある
- 乗客に対して、係員による注意喚起等を実施する

4. まとめ

□ 新しいホーム柵の安全性について

- いずれのホーム柵も、これまでに無い動作や構造を有しているが、特有のリスクや異常時の対策について整理
- 実証試験の実施にあたっては係員の監視を前提とすれば、安全性を確保できる設計であることを確認
- ただし、実証試験を通じて各種パラメータを再検討するとともに、異常が生じた場合は想定通りの原因であったこと、ホーム柵の停止・復旧が規定の機能分担(システムor係員)に基づき実施されたことを検証することが必要

□ 信頼性の向上のために

- 各ホーム柵とも安全性等の目的のため、複数のセンサを採用
- センサ故障が発生した場合も、危険側事象が発生することの無いよう設計されているが、広く普及した際に故障が頻発すると稼働率の低減につながる
 - 採用するセンサの検証は今後とも継続することが望ましい

4. まとめ

□ 路線合わせた運用、設計の必要性

- 各ホーム柵とも実証試験については、比較的混雑せず見通しの良い駅で実施
- 長期的な動作を確認する実証試験としては問題ないが、曲線ホームで視認性の悪い駅や、ホームが混雑している駅ではホーム柵と乗客の接触が頻発することも考えられる
 - 事業者と供にどのような対策がとれるか、事前に検討する必要

□ 人的対応が必要なハザード

- 各種解析において、運用時のモニタ監視、定期点検、異常時の復帰動作など係員等が対応すべき事象を整理
- 実運用までには各種マニュアル等が整備され、十分な教育を実施しシステムに対する理解を深めることが重要

□ 今後の課題

- 実証試験中は係員による対応を前提としていた異常についても、今後の検証を通してシステムで確実に動作を停止し、早期復旧できるホーム柵が望まれる

4. 今後の展望

□ 新たなホーム柵の評価

これまでのホーム柵に対する安全性評価から多くの知見を獲得
→ 今後も新たなホーム柵の安全性評価に、この知見を活用して取り組む

□ ガイドラインおよび技術基準について

戸袋移動、上下開閉などこれまでにない機構のホーム柵を含めた、技術的な基準は整備されていない
→ 安全のためのガイドラインや技術基準が整備される際は、この成果を活かして貢献

□ 国際規格化について

交通研はIEC規格へ日本式の「腰高式ホームドア」を反映するために貢献した実績あり
→ 将来的に新規構造のホーム柵が国際規格化される際は、積極的に協力する

講演 5

鉄道における安全技術と鉄道製品認証

鉄道認証室長

田代 維史



テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

鉄道における安全技術と 鉄道製品認証

鉄道認証室長 田代 維史



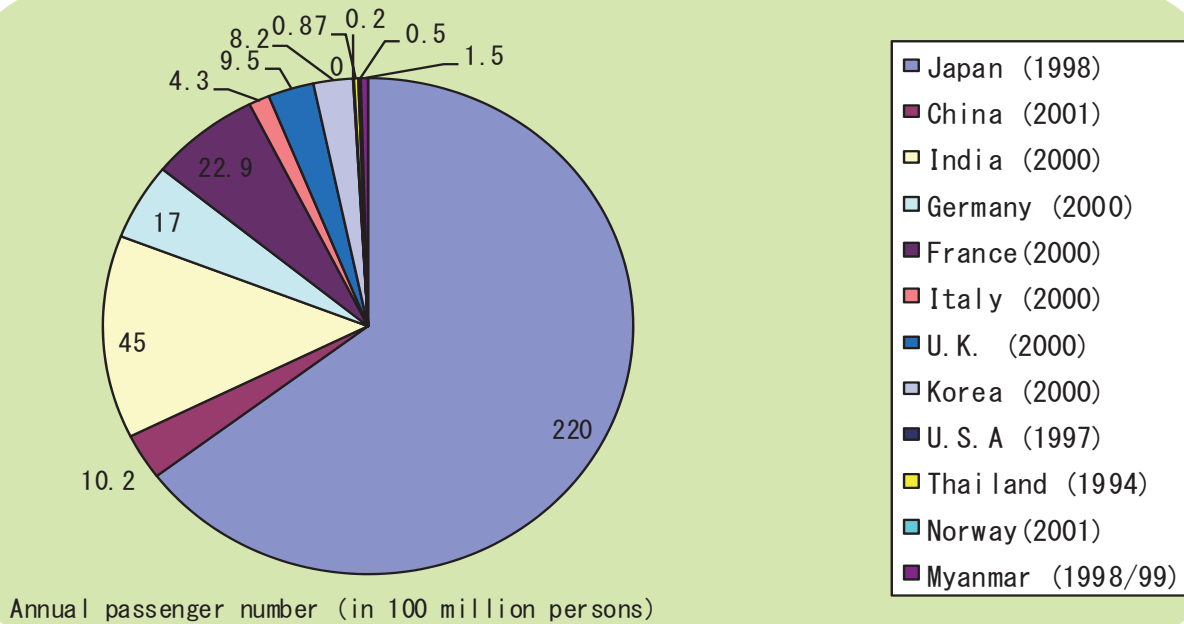
テーマ 鉄道の安全・安心と地域輸送を支える技術

講演内容

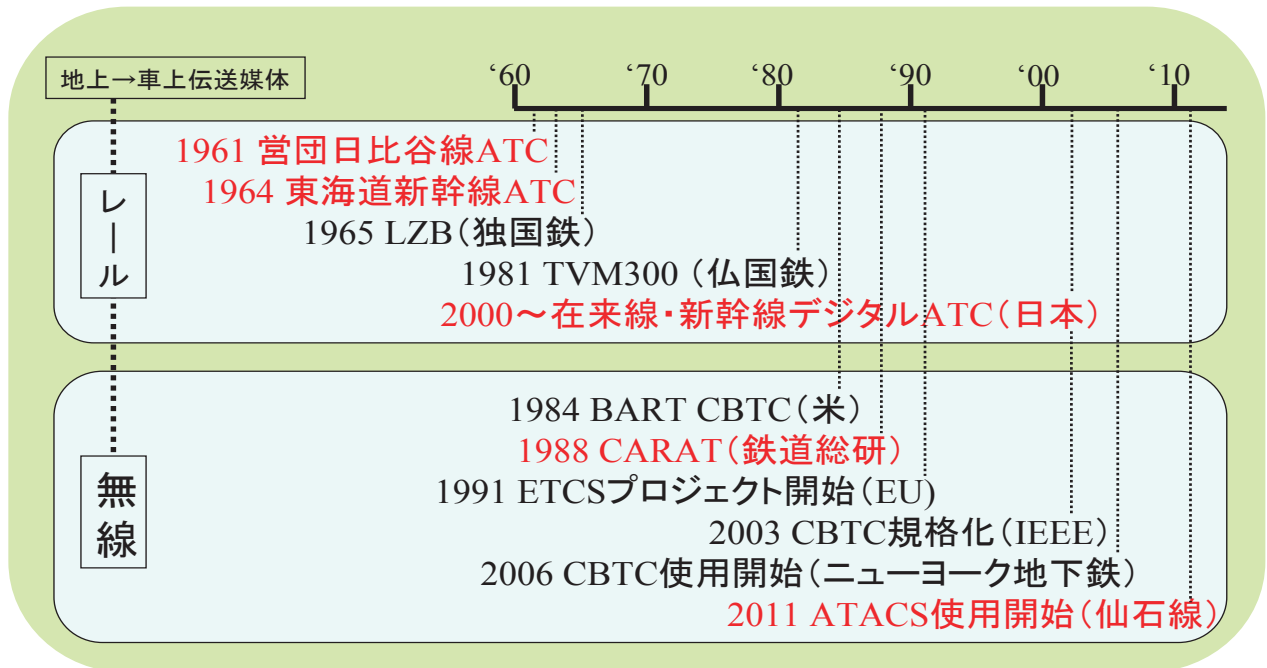
1. 高安全化努力の事例
2. 安全性実現の考え方
3. 機能安全規格
4. 鉄道の安全関連規格と認証
5. まとめ

1. 高安全化努力の事例

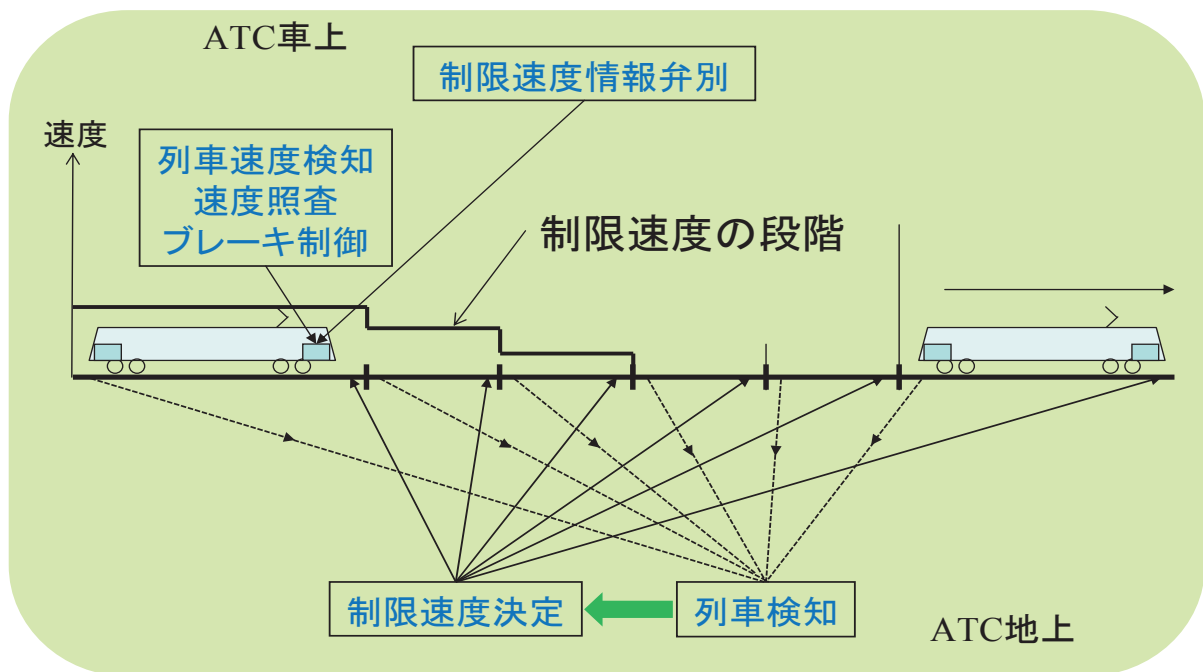
輸送人数に見る日本の鉄道の実績



ATC(自動列車制御)技術史



日本が先行したATC技術



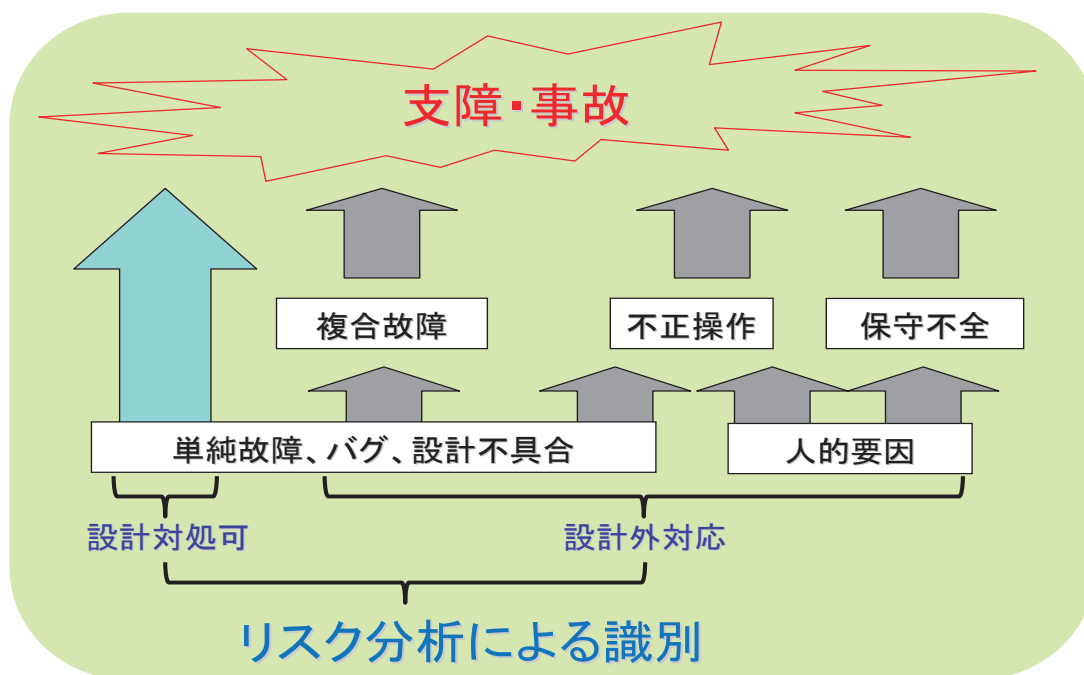
ATCの安全技術 (1/3)

* : 危険側故障率 $< 10^{-9}$ /時 : SIL4相当以上

・ATCの高安全機能(*)

- 区間毎の列車検知機能
- 区間毎の制限決定機能
- 制限速度情報弁別機能
- 列車速度検知機能
- 速度照査機能
- ブレーキ制御機能

ATCのリスク識別の考え方 (2/3)



ATCの安全技術 (3/3)

* : 全て開発着手時点から開始

- ATCの高安全化努力(*)
 - 機能・インタフェースの確定
 - リスク要因分析
 - 危険側故障率計算
 - 高安全化設計(高信頼・フェイルセーフ)
 - 保全・保守システム構築
 - 運用ルールの確立

2. 安全性実現の考え方

鉄道の安全思想

- 日本^の鉄道の安全思想
 - 確実な安全の達成を目指す
 - 安全性水準は、従来と同等またはそれ以上
- 欧州流の安全規格の精神
 - 製造物責任対応の証拠として安全努力の全プロセスを文書化

鉄道におけるリスク許容の考え方

日本流

MEM (ドイツ流): Minimum Endogenous Mortality
- 合理的に死者率が最小であること

国際規格

GAMAB (フランス流): Globalement Au Moins Aussi Bon
(globally at least as good)

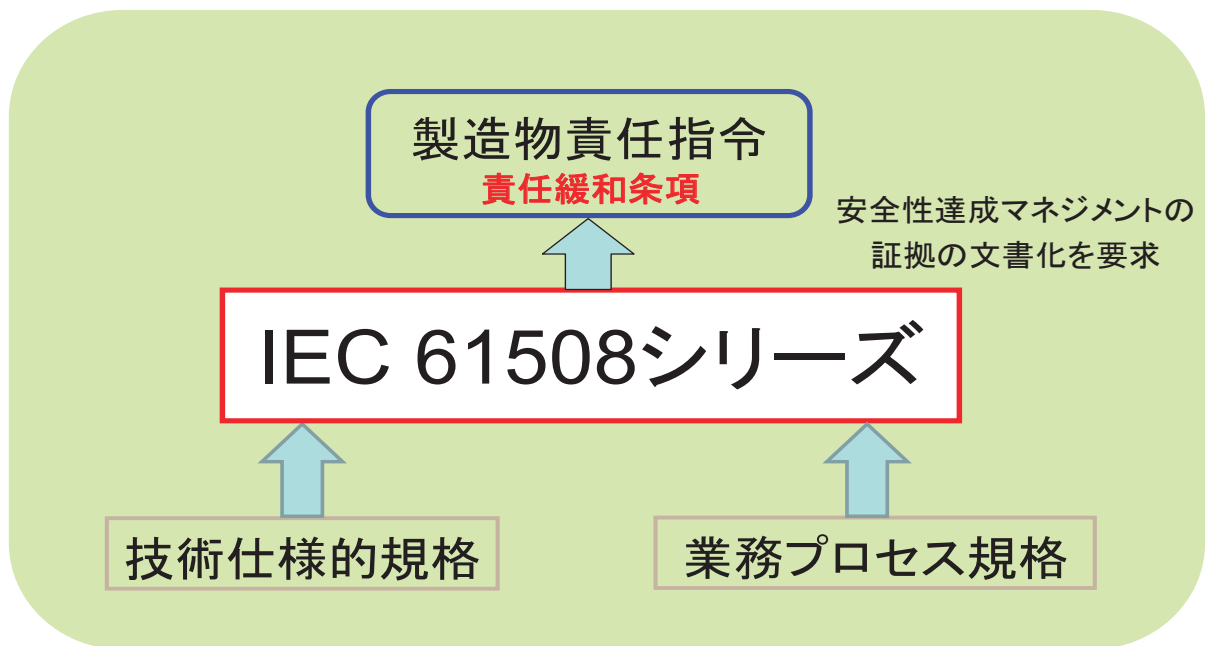
- 全体として、従来と同等またはそれ以上(比較法)の安全性を有すること

ALARP (英国流): As Low As Reasonably Practicable

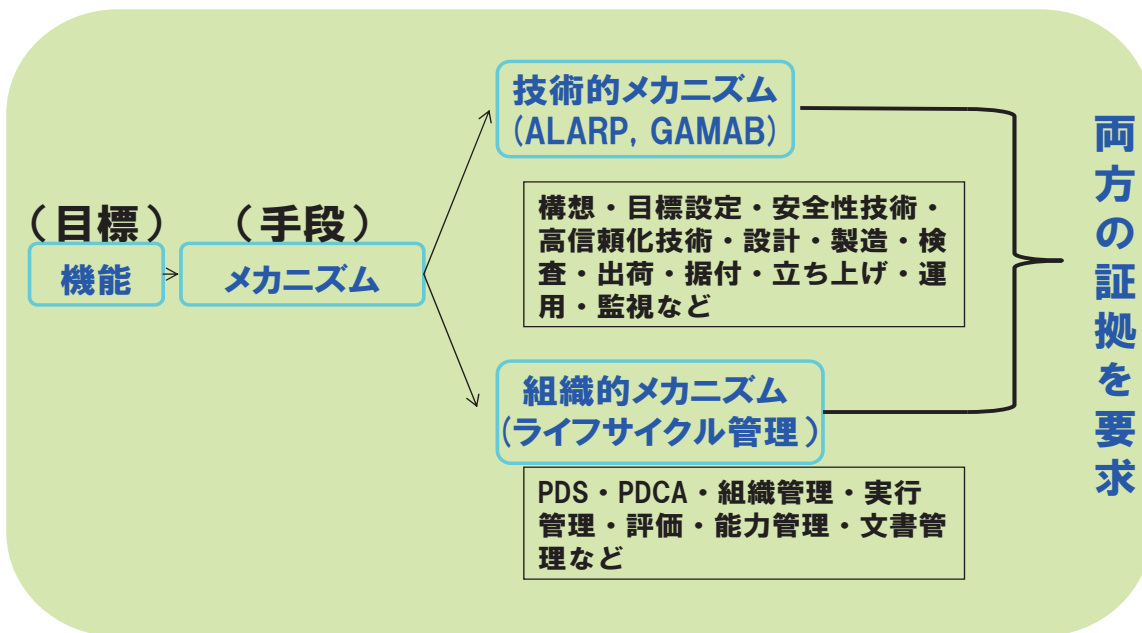
- リスクを「受容可能」なレベルに抑えること
- 対策コストは合理的な範囲でなければならない

3. 機能安全規格

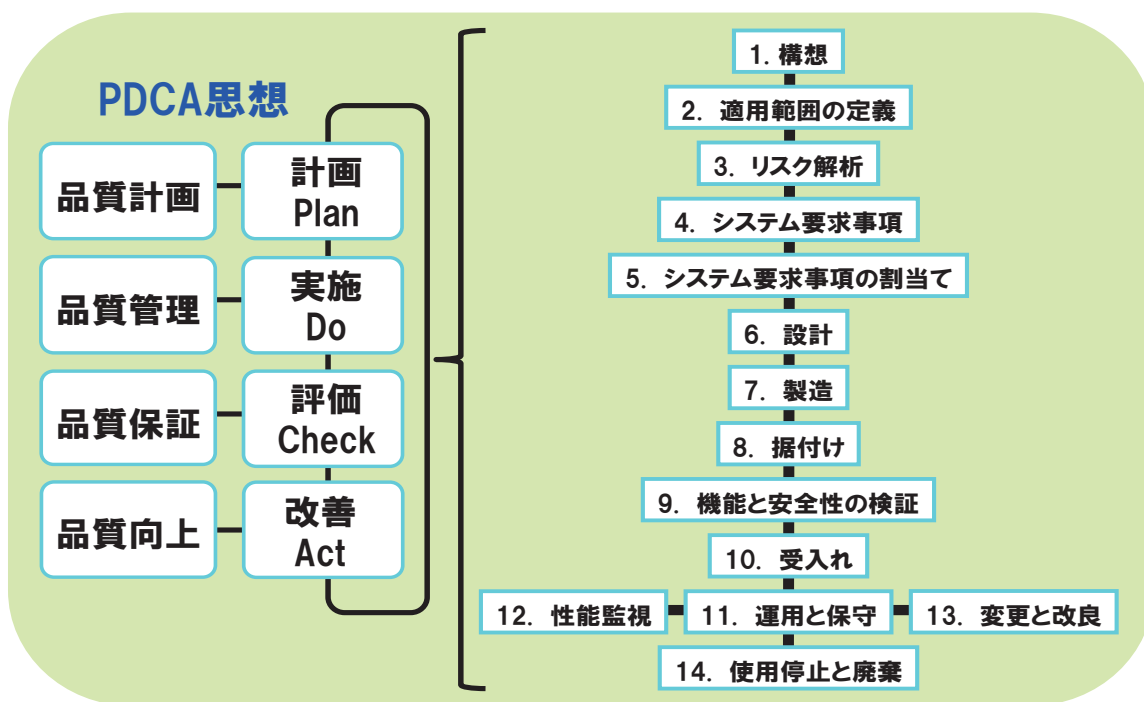
欧州起源の機能安全規格の背景



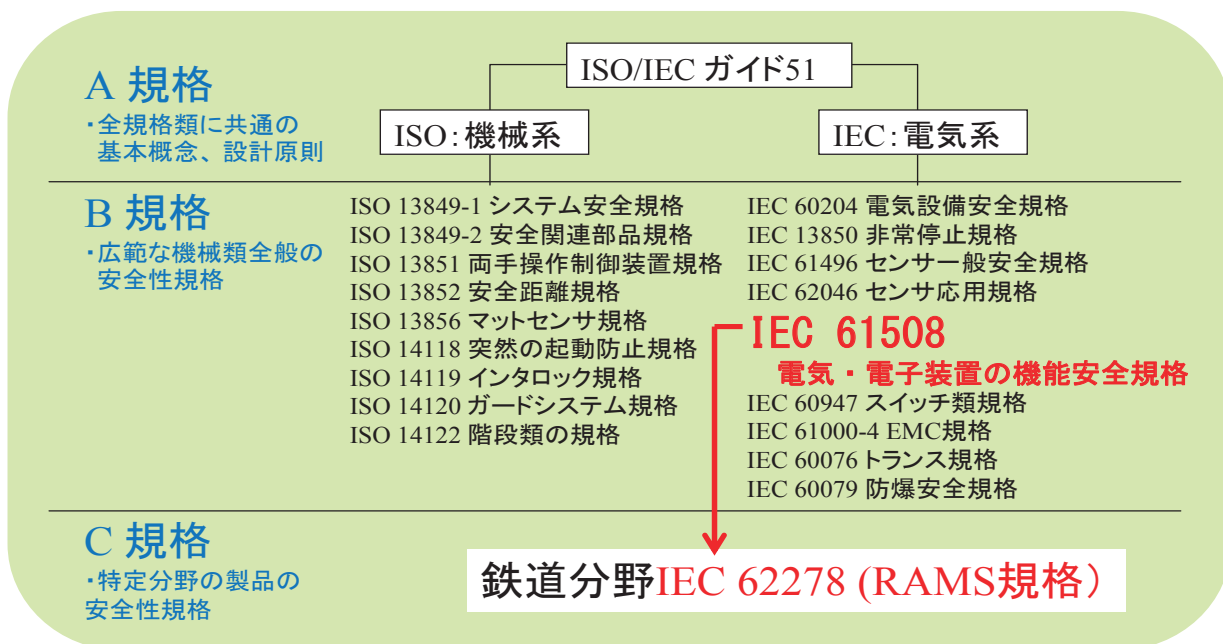
機能安全規格の要求



機能安全規格におけるライフサイクル

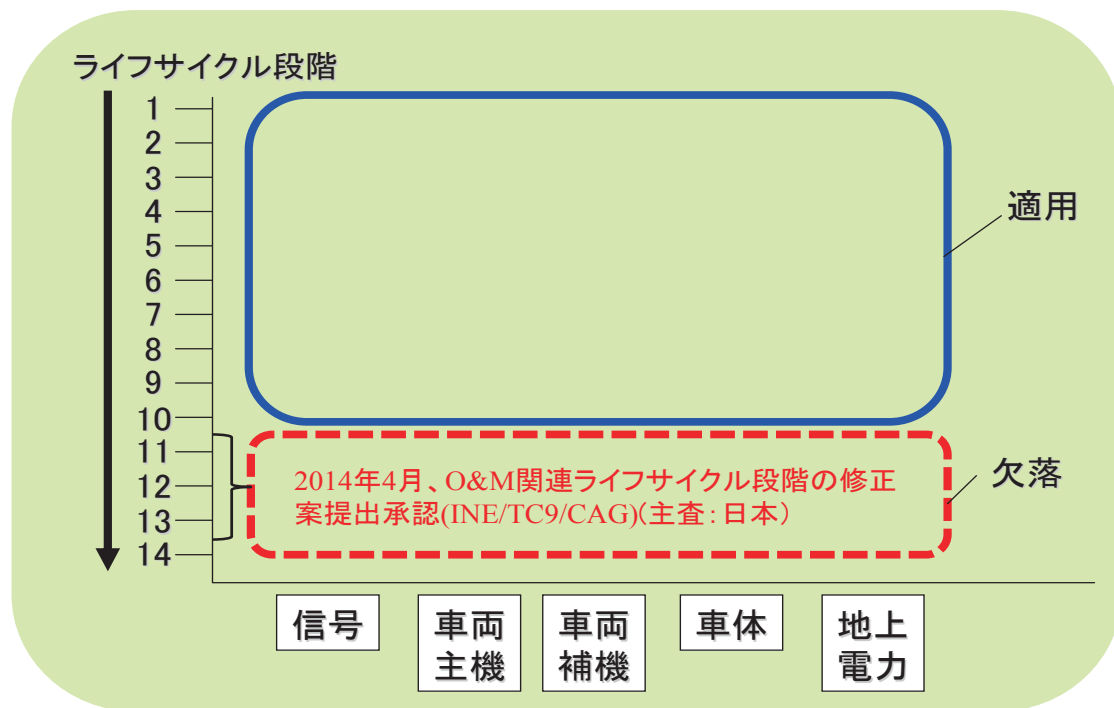


安全関連規格体系と鉄道

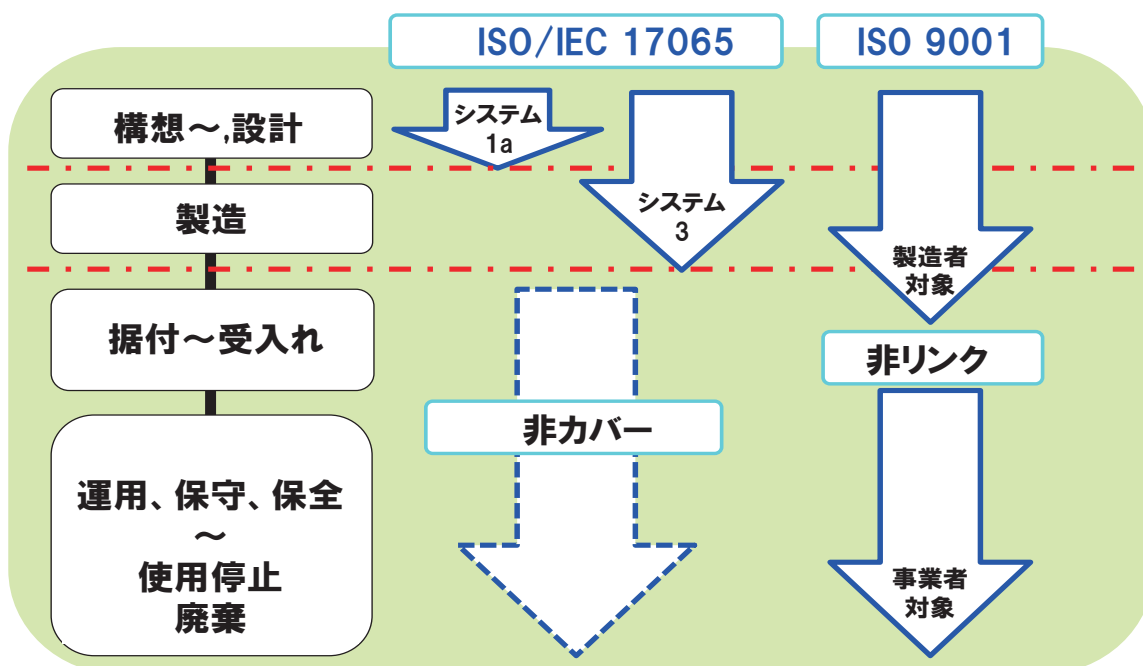


4. 鉄道の安全関連規格と認証

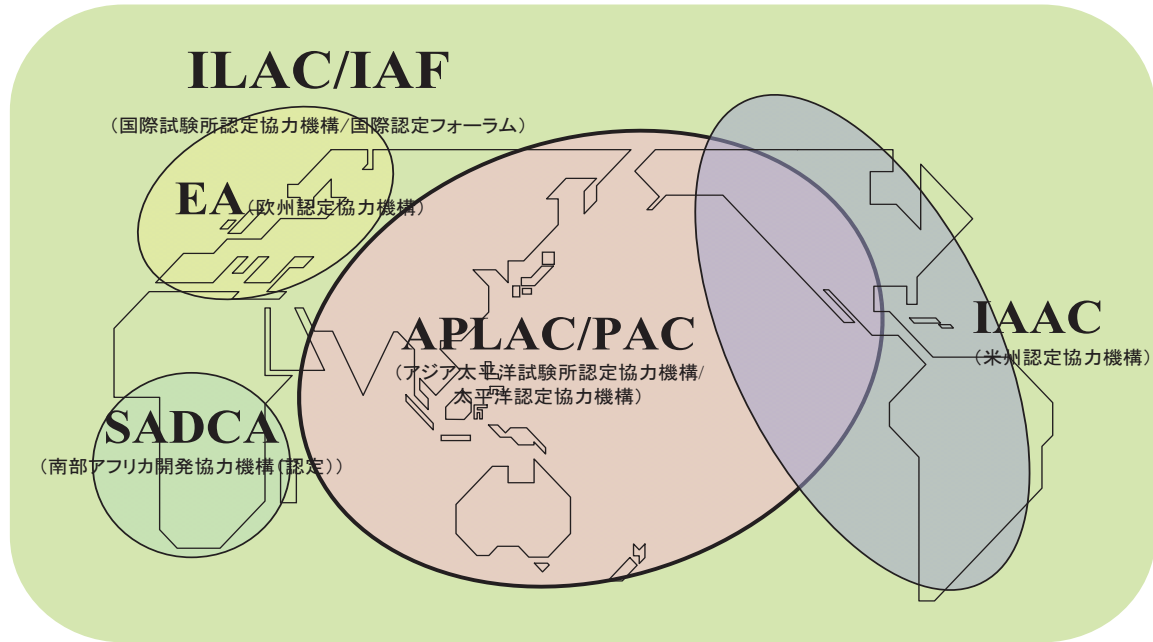
RAMS規格適用の実態



認証スキームとライフサイクル管理



認定機関ネットワーク



5. まとめ

まとめ(1/2)

内外の安全手法の比較

比較項目	安全性評価の考え方	リスク分析手法	安全性目標決定手法	文書作成手法
日本流	GAMABに近い	FMEA、FTAなど。ほぼ共通	既存の保安レベル製品と同等	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性計算書 ・設計文書
国際規格	GAMABまたはALARP		リスク分析に基づく積上げ算定	<ul style="list-style-type: none"> ・ライフサイクルとPDCAベース ・評価観点別文書

まとめ(2/2)

課題

- ・鉄道安全関連規格への適合性認証における安全性・信頼性評価手法について
 - 日本で実績ある評価手法の維持・普及
 - 欧州流評価方法との融合
 - 規格に適合した文書作成手法の普及
- ・鉄道安全関連規格の体系について
 - IEC、ISOにおける、日本の鉄道の強みが生きる規格の開発

交通安全環境研究所は国際規格活動と規格適合性
認証を通じて、日本の鉄道技術の維持・発展および、
鉄道システムの海外展開に貢献したい。
関係各位の御理解、御支援をお願い申し上げます。



受託・施設利用等について

■ 受託・共同研究について

皆様のご要望に応じて、当所の研究業務に関連した受託研究、試験及び共同研究を行っています。
詳細については、企画室 (kikaku@ntsel.go.jp) へお問い合わせください。

● 実績 (受託元)

関係省庁 (国土交通省、環境省 等)、関係団体、民間企業 等

年間50件以上

■ 施設利用について

ご希望される方には施設を有償でお貸ししています。希望される方は総務課 (soumu@ntsel.go.jp) までご連絡ください。なお、貸与は、研究所の業務に支障のない範囲で一定の基準の下となりますので、予めご了承ください。

平成26年度

交通安全環境研究所講演概要

平成26年6月6日発行

編集兼発行人 独立行政法人 交通安全環境研究所

発行所 独立行政法人 交通安全環境研究所

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7-42-27

URL <http://www.ntsel.go.jp/>

本書についてのお問い合わせは、企画室までお願い致します。

交通安全環境研究所 企画室

電話 (0422) 41-3207

FAX (0422) 41-3233

○本冊子は、グリーン購入法 (国等による環境物品等の調達に関する法律) に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。

○リサイクル適正の表示：紙へリサイクル可

本冊子はグリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準に従い、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [A ランク] のみを用いて作製しています。