

「関東大震災100年」 鉄道地震工学研究センター 第10回 アニュアルミーティングおよび 鉄道地震工学分野技術交流会を開催しました

公益財団法人鉄道総合技術研究所では、2014年度より鉄道地震工学研究センターの活動を紹介し、研究開発や情報配信について意見交換する場として、アニュアルミーティングを開催しています。

2023年は首都圏で未曾有の被害をもたらした、日本における地震防災の契機ともなった関東大震災から100年の節目の年でもあることから、「関東大震災から

100年を経て、あらためて鉄道の地震への備えについて考える」をテーマとし、第10回アニュアルミーティングを開催しました。また当日は、鉄道における地震防災に関する意識のより一層の向上を目指し、鉄道地震工学分野の技術交流会を同時開催しました。両会は有楽町朝日ホール等で開催し、鉄道事業者をはじめ官公庁、大学および一般企業から327名に参加いただきました。

I. 鉄道地震工学研究センター 第10回 アニュアルミーティング

「関東大震災から100年を経て、あらためて鉄道の地震への備えについて考える」をテーマとし、基調講演やパネルディスカッションを通し、関東大震災以降、鉄道における耐震設計の高度化などこれまでの地震に対する取り組みを振り返るとともに、今後の地震対策のあるべき姿など、あらためて鉄道における地震防災について議論されました。

第1部の基調講演では、株式会社西村耐震防災研究所 取締役西村昭彦様から「関東大震災以降の主な地震と耐震設計法の進歩と課題」と題し、関東大震災以降の鉄道における耐震設計法のあゆみに関わるご講演をいただきました。

次に第2部では、「関東大震災から100年を経た鉄道における地震対策の現在」と題し、これまで日本の社会インフラの地震対策を指導・牽引してこられた方々によるパネルディスカッションを行いました。パネラーの皆様がこれまで取り組まれてきた地震対策の経験を振り返り、今後に向けて何が大切か、何を伝えていかなければならないかについて議論し、「現場調査や観測などを通じた現象の的確な把握」、「事実から学ぶことの重要性」などが示されました。

続く第3部のパネルディスカッションでは、第2部を受け「鉄道における地震対策の将来像」と題し、地震に対してより安全・安心な鉄道とするためにハード、ソフトの両面において取り組むべき方向性について、これから研究・実務・施策の中核を担うパネラーの皆様により、「データ連携の重要性」や「危機耐性の発展」など今後の地震対策の将来像において重要な点が議論されました。



基調講演 西村昭彦様



パネルディスカッション
「関東大震災から100年を経た
鉄道における地震対策の現在」

- 開催日時：2023年12月6日(水) 13時00分から16時30分
- 場 所：有楽町朝日ホール
- プログラム(敬称略)

- 開催挨拶 鉄道総研 専務理事 芦谷 公稔
- 第1部 基調講演 「関東大震災以降の主な地震と耐震設計法の進歩と課題」
(株)西村耐震防災研究所 取締役 西村 昭彦
- 第2部 パネルディスカッション1 「関東大震災から100年を経た鉄道における地震対策の現在」
パネリスト： 横浜国立大学 総合学術高等研究院 客員教授 前川 宏一
ライト工業(株) R&Dセンター テクニカルオフィサー 古関 潤一
(一財)首都高速道路技術センター 上席研究員 矢部 正明
日本交通技術(株) 代表取締役社長 館山 勝
モデレータ： 鉄道総研 研究開発推進部長 室野 剛隆
- 第3部 パネルディスカッション2 「鉄道における地震対策の将来像」
パネリスト： 国土交通省 鉄道局 技術企画課 課長補佐 重村 綾子
防衛大学校 システム工学群 建設環境工学科 准教授 松崎 裕
東日本旅客鉄道(株) JR東日本研究開発センター 防災研究所 副主任研究員 宮腰 寛之
鉄道総研 鉄道地震工学研究センター 地震応答制御研究室 室長 坂井 公俊
鉄道総研 鉄道地震工学研究センター 地震解析研究室 主任研究員 是永 将宏
モデレータ： 鉄道総研 鉄道地震工学研究センター 地震動力学研究室 室長 井澤 淳
古川 敦
- 閉会挨拶 鉄道総研 理事 小島 謙一
司会 鉄道総研 鉄道地震工学研究センター長

II. 鉄道地震工学分野技術交流会

技術交流会では、日本における「鉄道の地震に対する技術開発の変遷」を解説するメイン展示とともに、JR4社からのご出展も含めて地震対策に係る開発技術を紹介しました。

- 開催日時：2023年12月6日(水) 11時00分から17時30分
- 開催場所：有楽町朝日スクエア
- 内 容

①鉄道の地震に対する技術開発の変遷

No.	展 示 件 名
1	耐震設計と早期地震警報の変遷
2	早期地震警報システム
3	海底地震計情報の活用

②各社の地震対策技術

No.	展 示 件 名	出展者
1	JR 東日本における地震観測と早期地震検知の取組み	東日本旅客鉄道(株)
2	『JEMAPS』における鉄道×防災に関する取組み紹介	東海旅客鉄道(株)
3	これまでの東海道新幹線の主な地震対策	西日本旅客鉄道(株)
4		
5	山陽新幹線における地震対策(逸脱防止ガードの整備)	九州旅客鉄道(株)
6	九州新幹線の地震対策	(株)ジェイアール総研エンジニアリング
7	JRSE における地震関係の業務の取組み	(株)ANET
8	可搬型微動測定装置 GEODAS (Geophysical Data Acquisition System)	鉄道総研
9	ストレステストを併用した DISER による地震後の早期運転再開支援	
10	脈状地盤改良工法による液状化対策	
11	危機耐性を向上させる自重補償構造と倒壊方向制御構造	
12	既設土留め構造物の耐震補強技術(ネット補強工法/ロータスアンカー工法)	



鉄道の地震に対する技術開発の変遷



各社の地震対策技術
「ストレステストを併用した DISER による地震後の早期運転再開支援」(鉄道総研)

運転曲線予測を活用した 省エネ運転支援システムを開発しました

公益財団法人鉄道総合技術研究所は、運転曲線予測を活用した省エネ運転支援技術とそのプロトタイプシステム（以下、運転支援システム）を開発しました。この運転支援システムは、駅の通過が多い列車を対象にして、運転台に設置したタブレット端末にて、列車の編成情報および走行状況をもとに複数の運転方法による次の通過駅までの**運転曲線**^{※1}を予測し、その中から定時性及び省エネ性の観点で優れた運転方法を「推奨運転」として運転士に提示します（**図1**）。



図1 運転支援システムの運転台への設置事例

1. 開発の背景

列車の消費エネルギーを削減し効率的な走行をすることは、コストの低減や脱炭素化などにおいて重要な課題です。列車の消費エネルギーは、同じ区間を走行しても運転方法で増減するため、より効率の良い走行を実現するには、走行時分や制限速度等の条件を満たした上で、列車の編成情報（質量や走行抵抗や電気機器特性など）や勾配等の走行区間の情報を考慮し、走行状況（位置と速度）に応じた運転方法を支援することが重要です。そこで、タブレット端末にてリアルタイムに予測した適切な運転方法を運転士に提示する、省エネ運転支援技術とそのプロトタイプシステムを開発しました。

2. 省エネ運転支援システムの概要

定時性を保ちつつ省エネを実現するため、下記の2点により消費エネルギーの削減が期待される運転方法を運転士に提示します。

- 走行抵抗や車両電機機器の特性を考慮した、列車運転時のエネルギー損失抑制
- 駅の通過時分の精度の高い予測による、走行時分調整のための加減速回数の抑制

この運転支援システムでは、通過駅までの運転方法として、いくつかの運転パターンを定めて、編成情報および列車の位置と速度から運転曲線を予測します（**図2**）。具体的には、「**力行運転**」^{※2}、「**定速運転**」^{※3}、「**惰行運転**」^{※4}といった運転方法の中から、使用する運転方法とそれを切り替える地点や速度といった条件を定め、それらの運転パターンに従って走行した場合の速度の推移を予測します。こうして得られた運転曲線の

- ※1 **運転曲線**：列車の運転扱いに応じた路線上の各地点での速度を示すもので、横軸を路線上の基準となる地点からの距離、縦軸を速度で表す線図。
- ※2 **力行運転**：列車を加速させるために、モーターやエンジンから力を出している状態。
- ※3 **定速運転**：列車の速度を一定に保つために、モーターやエンジンから出す力を自動調整して運転している状態。
- ※4 **惰行運転**：力行操作やブレーキ操作をせずに、惰性で走行している状態。

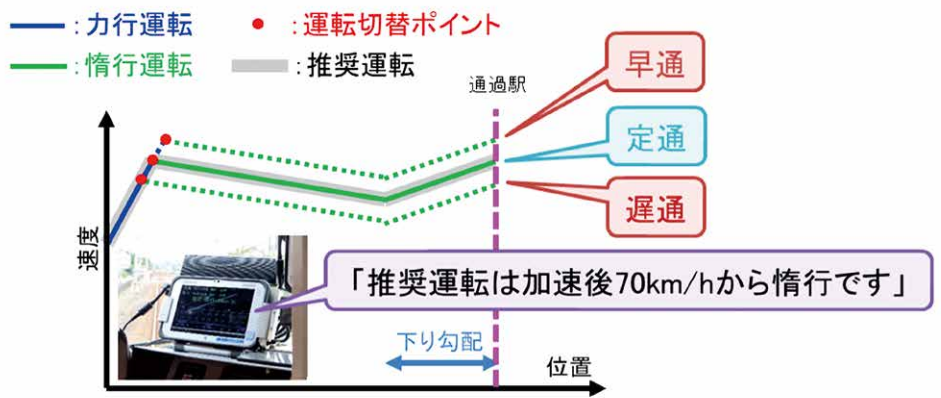


図2 運転曲線予測のイメージ
(定通：定時通過 早通：定時より早い通過 遅通：定時より遅い通過)

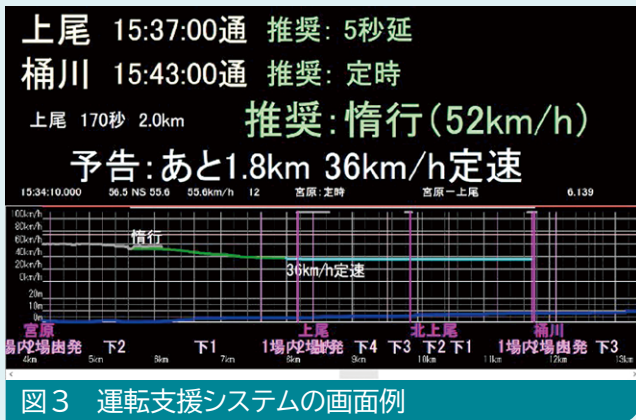


図3 運転支援システムの画面例

候補の中から駅通過時刻が定時に近く、消費エネルギーが少ない運転方法を「推奨運転」としてリアルタイムに運転士に提示し、現在地点での推奨される運転方法と、駅通過時刻の予測などの情報を画面表示し、その概要を音声でも通知します(図3)。運転士は推奨運転を行うことで、定時性が高くかつ省エネとなる走行が可能となります。

なお、電気機関車が石油タンク貨車をけん引する貨物列車にて検証した結果、走行する区間やけん引条件によって省エネ効果は異なってきますが、4~14%程度の省エネ効果が確認されました(図4)。

3. 今後の予定

運転支援システムの検証対象線区や対象車両を拡大

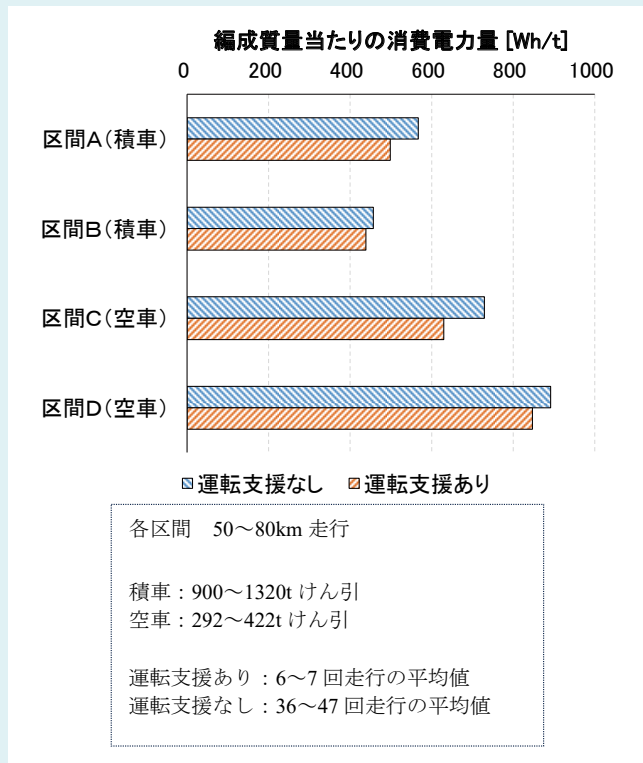


図4 運転支援システムの使用有無による消費エネルギー比較

して、2025年3月まで運転支援システムの試験運用を実施します。その上で、実用的なシステムとしての開発を進めていきます。

なお、開発品で用いた技術の一部は、特許取得済みです(特許第7365320号)。

鉄道総研ニュース

「鉄道GX推進課」の設置について

公益財団法人鉄道総合技術研究所は、2050年カーボンニュートラル社会の実現に向けて、鉄道のエネルギー源の脱化石燃料化と省エネを軸に各種の研究開発を実施しています。その研究開発成果を社会実装するためには、新技術の法規上の取扱いに関する外部諸機関との調整などの課題に対処する必要があります。

そこで、研究開発成果の社会実装の支援業務を専門に担当する部署として、2024年1月1日付けで研究開発推進部に鉄道GX推進課を設置しました。

1. 新たに設置した部署

研究開発推進部 鉄道GX推進課
(英語名称: Railway Decarbonization Promotion Section)

2. 主な担当業務

- (1) 鉄道GXに関わる外部諸機関との交渉や調整に関わること
- (2) 鉄道GXに関連する情報収集や技術動向の調査、得られた情報等の所内外への展開

3. 体制

- ・グループリーダー 1名
- ・専任1名、兼務2名