

鉄道生産性革命 ～次世代技術の展開による生産性向上～

国土交通省 鉄道局 技術企画課

1. はじめに

我が国では、平成20年に人口がピークに達し、その後、本格的な少子高齢化社会を迎えており、労働人口の減少が進んでいる。これは鉄道分野においても同様であり、軌道やトンネル、高架橋等の鉄道インフラおよび多種多様な車両のメンテナンスなど、一定程度の労力を要する鉄道業界の事情を勘案すると非常に深刻な問題である。

こうした将来的なメンテナンス技術者の減少といった懸念に加え、今後、地上設備や車両等の老朽化がますます進む中、鉄道事業の根幹である“安全”を引き続き維持していくためには、今まで以上に、効果的・効率的なメンテナンス体制の確立が急務である。

また、鉄道は我が国の社会経済活動を支える必要不可欠な交通インフラであることから、安定的な輸送サービスの提供が求められているが、首都圏においては慢性的な列車の遅延が依然として発生している状況である。そこで、都市のビジネス環境を支え、国際競争力を強化するためには、総合的な遅延防止対策を講じ、“定時性”の高い都市鉄道ネットワークを維持することが非常に重要であると考えている。

本稿では、こうした課題を解消すべく、鉄道に

おける新技術を活用し、生産性を向上させるための取り組みについて紹介する。

2. 「鉄道生産性革命 ～次世代技術の展開による生産性向上～」プロジェクト

国土交通省では、平成28年を「生産性革命年」と位置付け、同年3月に「国土交通省生産性革命本部」を設置するとともに、20の生産性革命プロジェクトを選定した。さらに、平成29年を「前進の年」と位置付け、生産性向上の取り組みを進めてきた。そして、3年目である平成30年は生産性革命「深化の年」と位置付け、これまで実施してきた個々の取り組みをさらに具体化・強化するとともに、生産性革命の基礎にある「小さなインプットでも、できるだけ大きなアウトプットを生み出す」という考え方を浸透させていくものである。

鉄道分野における、メンテナンス技術者の減少や老朽化する鉄道インフラの増加、列車遅延といった現状の課題を、IoTなどの先端技術を活用することによって解消し、鉄道事業者と鉄道利用者の生産性を向上させるため、「鉄道生産性革命」プロジェクトに、取り組んでいるところである(図-1)。

鉄道生産性革命は、「鉄道メンテナンスの生産性革命」と「都市のビジネス環境を支える生産性

鉄道生産性革命

～次世代技術の展開による生産性向上～



架線式蓄電池電車 (DENCHA)

社会的ベース
→ 産業別
→ 未来型

○鉄道は国民生活を支える重要な役割を担うとともに、経済成長を支える土台として必要不可欠な公共交通機関であり、社会全体に大きく貢献。
○鉄道には「安全」「安定」輸送が求められており、今後も継続的に維持するため、IoT技術等の活用による安全性の確保や、より定時性の高い都市鉄道ネットワークを整備することが重要。

鉄道を取り巻く現状

- ◆ **メンテナンス技術者の減少**や**老朽インフラの増大**がますます進む中、**効率的なメンテナンス体制の構築**が重要であり、鉄道輸送における安全を維持するための取組が急務。
- ◆ 大都市圏において、**混雑を原因とした遅延**や、増加傾向にある輸送障害による社会的・経済的な損失が発生しているため、**遅延を防止・解消**する対策が必要。

**次世代技術を活用したメンテナンスの効率化・省力化、
モニタリング技術を活用した事故や災害の未然防止などに資する施策を展開**

具体的施策

＜次世代技術の開発補助例＞

【メンテナンスの省力化・効率化】

➢ 保守作業員が徒歩等により実施している**線路の巡視作業の省力化、機械化**等
⇒ 保線作業員による**巡視確認業務の省力化・効率化が可能となる線路巡視支援システム**(営業列車に搭載したカメラ及びAIで沿線環境を確認)を開発。

＜輸送障害の再発防止や影響軽減等の対策検討＞

輸送障害の再発防止や影響軽減等の対策について検討を行うため、「鉄道の輸送トラブルに関する対策のあり方検討会」を開催し、その背景にあると考えられる構造的な要因について分析・検討するとともに、IT技術を活用した対策等に関する方策の検討を行う。



(第1回 検討会の様子)

＜導入効果例＞
○JR九州 架線式蓄電池電車 (DENCHA) ⇒ 現行の気動車に比べてメンテナンスコストを**約5割削減**

＜試算効果＞
○遅延が多い首都圏3路線において遅延を解消した場合**約6千人分/日**の労働力確保、**約1億円/日**の経済効果
※朝ラッシュ時間帯輸送量35%、遅延率80～100%(国土交通省調査(H28))、毎回5分の遅延と想定。平均日給17,041円(厚生労働省調査(H29))。

図-1 鉄道生産性革命パンフレット

革命」の2本の柱で構成されている。そのうち、「鉄道メンテナンスの生産性革命」は、鉄道インフラのIoT化、次世代車両開発・導入を促進することにより、鉄道事業者が行うメンテナンスを効率化することで鉄道事業者の生産性を向上させるものである。一方、「都市のビジネス環境を支える生産性革命」は、次世代型無線列車制御システムの開発・導入等のハード面の対策と、混雑の「見える化」等のソフト面の対策を総合的に促進することにより、列車の遅延など突発的なトラブ

ルにも強い交通システムを構築し、鉄道利用者の利便性向上、さらには、社会全体における生産性を向上させるものと考えている。

(1) 「鉄道メンテナンスの生産性革命」

我が国における鉄道線路は全長約2.5万キロと膨大であるが、この鉄道インフラのメンテナンスは、鉄道事業者等のメンテナンス技術者による定期的な巡視や検査、補修等により行われている。鉄道輸送の安全を確保するうえで極めて重要な業

務であるが、自然条件や気象条件に左右されやすいことや夜間に実施されることも多くあることから、大変な時間と労力、メンテナンスコスト（鉄道事業者全体で年間約 5,500 億円と推計）を要している。

こうしたメンテナンスにかかわる作業の効率化やコスト低減を図るため、営業列車に画像解析技術等を活用したモニタリング装置を搭載し、営業運行と同時に線路等の変状などを常時監視することにより、これまでメンテナンス技術者が行っていた巡視や検査の一部を代替することができる技術が開発されている。この技術は、効率的に線路の点検ができるだけでなく、営業運行している間は常にデータを採取できることから、非常にきめ細やかな状態監視が可能となり、安全性の向上にも資するものと考えている。このモニタリング装置は、既に JR 東日本の山手線や中央線などを走行する一部の列車に搭載され実証実験が行われている。

また、全国には高架橋が約 2 万箇所、橋梁が約 12 万箇所と、非常に数多くの鉄道構造物が存在し、現在、高架構造物等のメンテナンスは、足場等を用いてメンテナンス技術者が高所で打音検査等を実施している。一方、検査対象数が膨大なため、多大なコストと時間を要していることから、省力化・低コスト化するため、ビデオカメラの画像等を用いて、高架構造物等の複数箇所（任意）を遠隔非接触で高架構造物を列車が通過する際の振動を測定することにより、3 次元的な構造物検査を行う技術も開発している（図-2）。

このような技術を活用することにより、鉄道特有の広範囲にわたる構造物検査を省力化し、メンテナンスコストを低減することが期待されている。

また、国内における非電化区間は、地方部を中心に約 9,000 キロで、この区間を運行している気動車（ディーゼルエンジンにより走行するもの）は 3,000 両弱ある。一般的に、気動車は電車に比べて車両の部品点数が多く、メンテナンスコストが高いという課題がある。

JR 九州では、DENCHA（デンチャ）という架

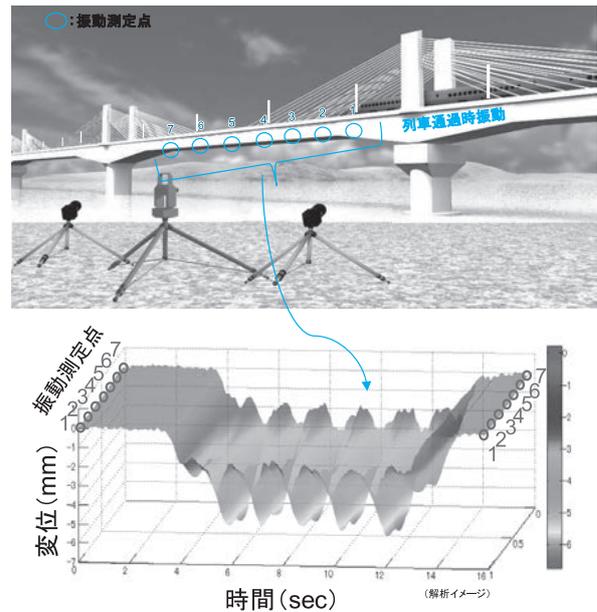


図-2 ビデオカメラ等を用いたインフラ検査システム

線式蓄電池車を開発し、検査方法や部品を電車と共通化することで車両のメンテナンスを効率化・低コスト化している（写真-1）。この DENCHA は、交流電化区間では従来の電車と同様に架線からの電力で走行し、同時に走行中や停車中に架線からの交流電力を変換して蓄電池に充電することにより、非電化区間においてはパンタグラフを下げ、蓄電池のみの電力で走行することが可能である。平成 28 年 10 月からは福岡県の若松線において営業運行を開始しているが、従来の気動車と比べてメンテナンスコストが約 5 割削減されている。

この他にも、老朽化する気動車の代替として、発電機や蓄電池を搭載したメンテナンス性の良い次世代型の車両の開発・導入が鋭意進められている。これらの車両は、駅停車時や発進時における発生音も静かで、乗り心地も良い（電車並み）といったメリットがあり、今後、地方部を中心として広く普及することが期待されている。

また、JR 東日本では、平成 26 年から国内で初めて車両に大容量の蓄電池を搭載して非電化区間の走行を可能とする ACCUM（アキュム）という蓄電池駆動電車を烏山線に導入し、また、平成 29 年 3 月から耐寒耐雪対応などの改良をした交流蓄電池電車を男鹿線に導入している（写真-2）。



写真-1 DENCHA
(JR九州より提供)



写真-2 ACCUM
(JR東日本より提供)

(2) 「都市のビジネス環境を支える生産性革命」

首都圏の全51路線においては、過密ダイヤやホームの混雑などの影響により列車の遅延が発生している。これは大雑把な試算であるが、遅延が多い首都圏3路線において、仮に列車遅延を防止したと仮定すると、1日当たり約6千人分の労働力が確保され、約1億円の経済効果があるとされる。こうした都市部における鉄道利用者の利便性やビジネス環境の向上のため新技術を活用し、列車の遅延を解消する対策を講じる必要がある。

例えば、従来の運行システムは列車間の安全を確保するため、ある一定の区間内に後続列車が進入しないよう制御することにより一定の列車間隔を確保していることから、混雑区間では一度遅延が発生すると通常のダイヤに復旧するまでに時間を要している。そこで、無線を利用した新しい列車制御システムを活用することにより、最低限必要な列車間隔をきめ細かく制御しながら安全な走行ができることから、従来よりも列車間隔を詰め、輸送効率を向上させることが期待できる。

JR東日本では、このシステムを平成23年から仙石線で、平成29年から埼京線の一部区間で導入されており、その他の事業者においても類似のシステム導入が検討されている。

また、旅客による駅ホームからの転落やホーム端での列車との接触により、ダイヤが大幅に乱れることがあり、安定輸送上の大きな障害となっている。このため、ホームドアを整備することは非

常に有効な対策であると考えているが、ホームドアの整備には、車両ドア位置の相違や高額な設置コスト等の課題があるため、それらの課題に対応した新たなタイプのホームドアが開発されている(図-3)。既に、開口部が上下する5本のロープで構成され、ドア位置の異なる車両にも対応可能な「昇降ロープ式ホーム柵」は、JR西日本の六甲道駅や高槻駅で導入実績があり、今後、京都駅や三ノ宮駅での導入が検討されている。その他にも、現在、さまざまなタイプの新型ホームドアの開発が進められており、定時性の高い都市鉄道ネットワークの構築に資するものと考えている。

さらに、近年急速に進歩しているICTを活用し、駅の状況をリアルタイムで鉄道利用者に情報提供することにより、トラブル発生時等に、実際に駅まで行かなくとも、どの程度混雑しているか把握できるようになり、他の鉄道路線やバスなどへの転換を迅速かつ容易に行うことが可能となる。これは、既に東急電鉄のスマートフォンアプリとして利用されている。

タイプ名	昇降ロープ式ホーム柵(支柱伸縮型)	昇降ロープ式ホームドア	昇降バー式ホーム柵	戸袋移動型ホーム柵
外観写真等				
開発主体	(株)JR西日本テクシア	日本信号(株)	(株)高見沢サイバネティクス	(株)京三製作所(株)神戸製鋼所
概要	開口部が昇降する5本のロープで構成されており、開口幅を大きくとることが可能。視認性向上のため、支柱が伸縮型となっている。	開口部が8本のロープ(ワイヤ)で構成されており、開口幅を大きくとることが可能。	開口部が3本のバーで構成されており、開口幅を大きくとることが可能。	車両のドア位置に応じてホームドア(戸袋)が移動することで、ホームドアの開く位置を変更可能。
実用化への動き	【実用化】 JR西日本 六甲道駅(H27年4月~)および高槻駅(H28年3月~)において設置済み。今後、三ノ宮駅および京都駅に設置予定。	【実証実験】 H30年1月~ 近鉄 大阪阿部野橋駅 【実用化】 近鉄 大阪阿部野橋駅において、一部試験設置により検証のうえ、H30年度目途に本設置を予定。	【実証実験】 H25年10月~H26年10月 相模鉄道 弥生台駅 H27年3月~ JR東日本 拝島駅 【実証実験(視認性改良型)】 H29年9月~H30年3月 小田急 愛甲石田駅	【実証実験】 H25年8月~H26年2月 西武鉄道 新所沢駅
タイプ名	マルチドア対応ホームドア	大開口ホーム柵	スマートホームドア®	軽量型ホームドア
外観写真等				
開発主体	三菱重工交通機器エンジニアリング(株)	ナブテスコ(株)	JR東日本メカトロニクス(株)	日本信号(株)・(株)音楽館
概要	車両のドア位置に応じてホームドアの開く位置を変更可能。	通常の横開きタイプのドア部を2重引き戸構造とし、開口幅を大きくとることが可能。	ドア部をフレーム構造として軽量・簡素化などを図り、本体機器費用、設置工事費用等を低減。	重量を従来型ホームドアの半分程度まで軽量化し、ホームの補強工事や設置工事費用を低減。
実用化への動き	【実証実験】 H28年10月~H29年9月 京急電鉄 三浦海岸駅	【実証実験】 H28年3月~H29年10月 東京メトロ 九段下駅 【実用化】 同駅においてH30年2月より運用開始。	【実証実験】 H28年12月~ JR東日本 町田駅	【実用化】 JR九州 九大学研都市駅下り線(平成30年3月~)において設置済み。 今後、平成30年度頃に九大学研都市駅上り線、平成32年度頃に筑肥線下山門駅~筑前前原駅間(5駅)に設置予定

図-3 新型ホームドアの技術開発と実用化について

3. 「鉄道分野における新技術の活用に関する懇談会」について

国土交通省では、新技術の活用を促進し、事業者間における優れた技術情報の共有を推進するため、JRや大手民鉄等の鉄道事業者、鉄道関係研究機関、鉄道業界団体、国土交通省で構成する「鉄道分野における新技術の活用に関する懇談会」を開催した。

4. 鉄道技術開発費補助金について

国土交通省では、こうした「鉄道生産性革命」を推進するため、鉄道分野における新技術の鉄道への応用に係る基礎的・基盤的技術開発および安全対策、環境対策に係る技術開発に対して、事業費用の2分の1を鉄道技術開発費補助金により重点的に支援することとしている。なお、前述の昇

降ロープ式ホーム柵やDENCHAについては、本補助金を活用して実用化されている。

5. おわりに

今後、労働人口の減少がますます進んでいくことを踏まえ、鉄道輸送の“安全”および“安定”を維持するため、中長期的な将来を見据えた取り組みを推進する必要があると考えている。特に鉄道分野においては、数多くのインフラが存在することから、生産性の向上による効果は非常に大きいものであると考えている。

引き続き、あらゆる分野における新技術の開発状況等の動向を注視しつつ、「鉄道分野における新技術の活用に関する懇談会」などの機会を活用しながら、幅広い先端技術に係る情報交換を行うとともに、有用な新技術の活用方法等について議論を深めるなど、鉄道生産性向上に向けた取り組みを行っていききたいと考えている。