

⑨ 省エネルギー運転、回生効果最大化のための オンボード運転支援装置の開発

交通システム研究領域

※長谷川 智紀 竹内 俊裕 工藤 希

林田 守正

理事

水間 毅

1. はじめに

鉄道は自動車等に比べて1人当たりのCO₂排出量やエネルギー消費量が格段に少なく、定時性・輸送力等の面でも優れた交通機関といわれている。しかし、特に地方部では沿線における少子高齢化による人口減少や乗用車の利用増加により、輸送人員は昭和62年から減少の一途をたどり、その結果平成12年以降23路線532kmもの鉄道路線が廃線を余儀なくされた。廃線に至る理由の一因として、鉄道のランニングコストの負担が大きいことが挙げられる。そこで、少ない輸送量でも鉄道的环境・エネルギー面での優位性が確保できるよう、一層の省エネルギー化を図る必要がある。

これに資する技術として、制動によるエネルギー回収を可能とする回生制動の有効活用が重要である。しかし、回生エネルギー有効活用にはさまざまな技術的課題が存在している。

また、省エネルギー運転方法として伝統的に知られている運転曲線は、最大加速で駅間最高速度まで加速した後、だ行、最大減速という、力行からノッチオフする点をできるだけ手前に、制動開始点をできるだけ後ろにおいて制動距離を最小に取るという運転方法であるが、運転士にとってかなり難しい運転手法である。加えて、回生制動は、架線を通して、回生エネルギーを返す場合、周辺の車両の動作状況（力行か、だ行か、制動か等）や自車のブレーキ力（ノッチ）によるブレーキ電流や架線電圧に左右されるため、運転士に効果的な回生制動力の制御をさせることは不可能である。

そこで、我々は上述のような、効率的な運転を安全性、定時性、速達性を保ちつつ回生ブレーキを最大限有効に働かせることを目的とし、省エネルギー運転を

列車運転士に支援するオンボード運転支援装置の開発を鉄道建設・運輸施設整備支援機構の「運輸分野における基礎的研究推進制度」の平成22年度採択課題「持続可能な低コスト・省エネルギー鉄道のためのパワーマネージメント」において、東京大学 古関准教授、千葉大学 近藤准教授、新京成電鉄株式会社とともに進めることとした。

本論文では、オンボード運転支援装置として機能を実現するために必要なハードウェア及びソフトウェアを開発・製作し、システム単体での動作確認試験により全体システムにおける有効性を検証した結果を示す。

2. オンボード運転支援装置の概要

2. 1. 装置構成

オンボード運転支援装置の装置構成の概要を図1に示す。本装置は、低コストで擬装可能な装置とするため汎用技術を用いることとし、GPS等を利用した

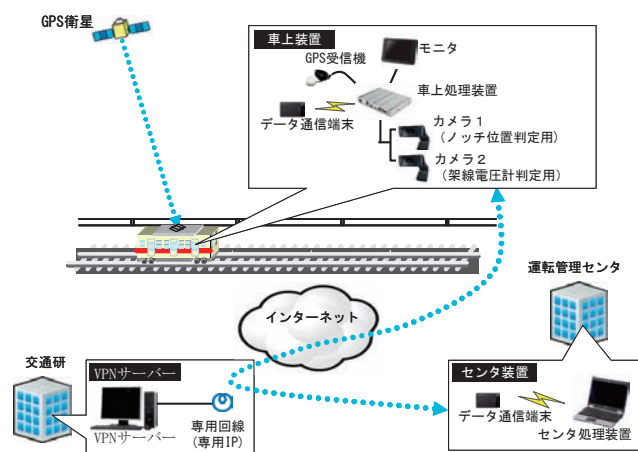


図1 オンボード運転支援装置の構成

位置検知や、簡易なカメラによるノッチ位置や架線電圧計の画像解析による判定、公衆無線を利用し列車間

で運行状況の情報伝送等を行い、回生ブレーキが有効に働き、他車両で電力の消費が可能であるか否か等の情報を運転士に伝えられるものである。

ノッチや電圧計を画像解析による判定とした理由は、支援装置をぎ装するにあたり、低コストで行うためである。通常、ぎ装を行うにあたり既存装置の安全性を損なわないことを確認する必要がある、この作業にコストが生じる。今回、画像による検知を行うことにより、既存装置と絶縁した形となり、万が一、本装置に不具合が生じた場合においても、既存装置へ影響を与えず、安全性が担保されることとなる。

また、公衆回線に運行に係る情報をやり取りするため、VPN 通信を用い仮想的な専用回線を作り出すことにより、セキュアな通信回線を作り出すこととした。

2. 2. 支援機能

回生ブレーキを最大限有効に働かせるための省エネルギー運転を列車運転士に支援方法としては、「力行コントロール機能」と「初込カット機能」を盛り込むこととした。

「力行コントロール機能」とは、架線電圧が基準電圧より低下した場合、力行を無理に行うと通常運転を行うためには、多くの電流が必要になるため、省エネルギー運転にならない。そこで、架線電圧を把握し、フルノッチの力行にはそぐわない状況の場合（例えば、架線電圧が基準より低い場合や、周囲に力行車が存在する場合等）は、運転士に力行をゆるめる指示を出す機能である。

また「初込めカット機能」とは、架線電圧が基準電圧より低下している場合で、回生失効の恐れが無い場合、機械制動を加えずにブレーキ指令がでたら、全て回生制動のみで制動制御を行う機能である。

3. オンボード運転支援装置の動作確認試験

前章までに検討を行ったオンボード運転支援装置について、新京成電鉄殿のご協力のもと、動作確認を行った。

画像検知については、架線電圧及び力行ノッチ共に当初の機能を確認することができた。（図2，3参照）ただし、太陽光等の外部環境の影響を受ける等の課題についても確認され、耐外部環境対策を行う必要があることがわかった。

また、支援機能については、当初の状況件通りの支援が実施されることが確認できた。（図4参照）

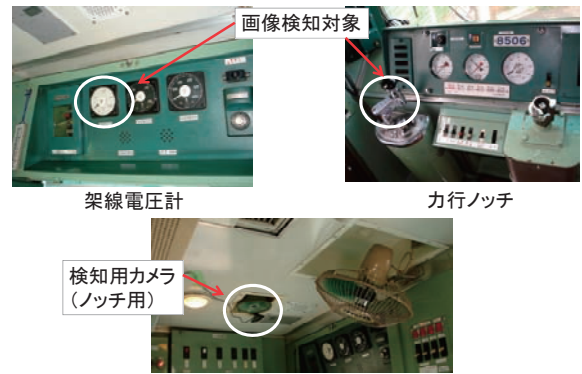


図2 実車試験における画像認識対象とカメラ搭載位置



図3 画像認識状況

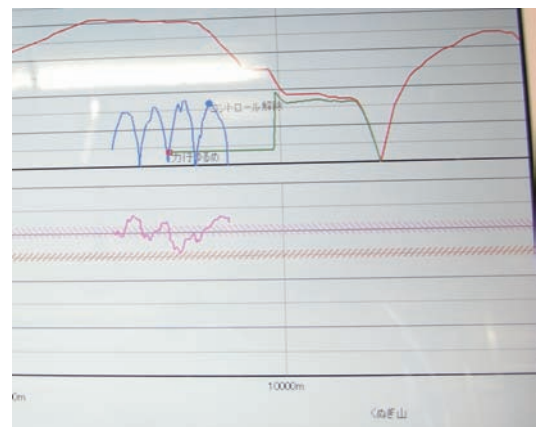


図4 支援機能動作確認状況（力行コントロール）

青線：速度、ピンク線：架線電圧

4. まとめ

今回、オンボード運転支援装置の機能検討、開発を行った。概念設計は完成し、プロトタイプ装置による実験では、車庫内の走行ではあるが、基本的な機能は確認された。その結果、本装置による運転支援を行うことにより、省エネルギー運転が可能になる方向性が示された。ただし、動作確認試験においては、画像認識において耐環境性対策が必要であることが確認された。

今後は、これらの課題とさらなる省エネルギー化を測るために共同研究機関の成果の取り込みを行っていく予定である。