

# Invitation To Railway Technology

## 車上主体列車制御システム〔無線式〕の開発動向

### 1. はじめに

当社の在来線に設置されている自動列車停止装置(ATS)は、停止信号の現示に対し警報を発すると共に、人間に代わってブレーキを動作させることにより、列車衝突などの重大事故を防ぐ重要な役割を担っています。しかしながら、停止現示以外の事象にも視野を広げると、臨時速度制限などの突発的な事象に対するブレーキ操作をはじめ、人間の注意力に頼っている部分が少なからず存在しています。

一方、将来の社会情勢を鑑みると、鉄道インフラの維持を図るための要員確保の問題や、人口減少に伴う運輸収入の減少等が想定されることから、少ない要員で低コストに鉄道事業を運営することが求められ、鉄道オペレーションのシステムチェンジに取り組んでいかなければならない状況になりつつあります。

このような状況を打開するため、列車制御に無線技術を活用し、更なる安全性向上と地上設備の簡素化を両立する車上主体列車制御システム〔無線式〕(以下本システム)の開発を進めています。

### 2. 本システムの概要とメリット

鉄道における一般的な列車制御では、まず地上の装置により先行列車の位置を検知し、検知した列車位置や進路の開通情報などを地上信号機などにより運転士へ伝達し、それに基づいて運転士が列車を制御します。本システムでは、これらの検知・伝達・制御をそれぞれ以下のように置き換えます。

先行列車を検知する方法として、従来ではレール短絡を用いた軌道回路にて列車の検知を行っていましたが、本システムにおいては一部区間を除いて無電源地上子を基準とし、車輪の回転数から自列車の位置を検知し、地上へ伝達しています。

列車と地上との情報伝達は、従来では地上子、レール伝送などが用いられ、運転士に対する信号現示には地上信号機が用いられていましたが、本システムでは連続的な無線通信および車内信号装置を用いて行います。列車位置の情報や構内の連動は地上の装置に集約され、各列車が安全に走れる範囲(停止限界)だけでなく、従来は人間の注意力に頼っていた臨時の速度制限・非常停止などの情報も各列車に伝達します。

車上の装置では、あらかじめ搭載したデータベースより線路形状の情報などを読み込み、地上装置からの情報とあわせて総合的に判断し、速度照査パターンを発生させ、それに基づいて速度制限を行います(図1)。

これらの自動的な速度制限や車内信号などにより、自動列

車制御装置(ATC)の機能を実現すると共に、通告漏れによる速度超過や、非常ボタン扱いのような突発的な事象でのブレーキ操作など、人間の注意力に頼っていた部分を補うことが可能です。

また、本システムではATCと同じく連続的な情報伝達を行っていますが、レール伝送を前提としないため、沿線の設備を少なく抑え、設置コストやメンテナンスコストの増加を防ぐことができます。

このような無線通信を使った列車制御システムは、海外でも開発・導入されており、技術的なトレンドの一つと言えます。日本においては、東日本旅客鉄道株式会で導入されているATACS(Advanced Train Administration and Communications System)があります。

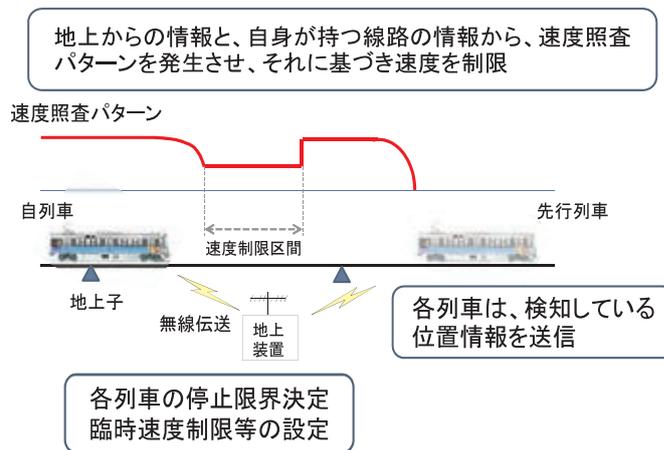


図1：本システムの概要

### 3. 開発内容

平成19年度から始まった本システムの開発は、前述のATACSをベースに進めており、当社に必要な機能の追加を行っています。仕様検討にあたっては、有識者による検討会を開催し、その知見を活かして開発を行っています。

#### (1) 列車の運用に関する開発

当社の列車運用の特徴として、ある線区から別の線区への列車乗り入れを積極的に行うことで、利便性を高めています。また、駅構内での列車分割・併合や折返し運転なども行っています。そのため、複数線区が乗り入れる駅など、列車が高密度に在線する状況においても、限られた通信容量の中でシステムが安定して稼働できることが必要です。これらの複雑な列車運用を安全に行うための機能を追加しています。



### (2)稼働率を確保するための開発

システムの稼働率を確保するために、各装置の冗長化だけでなく、各装置をつなぐ有線ネットワークについても、遅延なく伝送でき、装置故障にも強い構成を検討しています。また、無線通信を含めた伝送を安定して行うため、各種シミュレータの開発及び検討も行います。さらに、装置故障が起きた際にも早期に復旧させるため、列車の在線情報などをバックアップしておくための装置の開発なども行っています。

### (3)その他の開発要素

各種マンマシンインターフェースや、セキュリティを確保するための開発、また導入・メンテナンスコストを軽減するための開発も行っています。

マンマシンインターフェースは、ユーザー評価に向けた表示内容の変更が可能な車内信号装置の開発や、指令所などから地上の各装置ヘルト設定・臨時速度制限などの操作を行うための装置の開発を行っています。また、無線通信のセキュリティを確保し続けるため、暗号方式に脆弱性が見つかったときに変更可能とするなどの機能追加を行っています。導入・メンテナンスコストの軽減策としては、複数の地上装置を集約するための取り組みも行っています。

## 4. 開発工程と今後のスケジュール

平成24年度より各種の機能開発及び営業線での試験を行い、実用化可否の判断を経ての導入を目指しています(図2)。

そのため、機能開発とそれに伴う試験、システムの安全性・信頼性の評価、並びに実用化時の課題整理および仕様見直しを行っています。

### (1)営業線における検証試験の実施

開発した機能について、より営業運転に近い試験を実施するため、平成24年度より、山陰本線の亀岡駅から園部駅間を試験線区として指定し、本システムの設備を設置及び試験を行っています。営業線における検証試験は、3段階に分けて予定しており、今年度初めに二次試験を行いました。一次試験においては基本的な列車制御の機能の確認、二次試験においては主に別線区への乗り入れ機能の確認を行いました。三次試験では列車が高密度に在線する状況においてもシステムを安定させて稼働させるための機能、車両の分割・併合を安全に行うための機能、また指令所など遠隔地の中央に設置する装置の試験などを行う予定です。

### (2)システムの安全性・信頼性評価

本システムを保安システムとして実用化するにあたっては、安全性・信頼性の評価を実施する必要があるため、平成25年度より外部有識者が参加した『システム評価委員会』を開催しています。システムの評価にあたっては、鉄道システム全般の安全性・信頼性評価に関する国際規格であるIEC62278(RAMS)を中心とした各種規格の考え方に沿って評価を行い、評価方法の妥当性を確認しながら評価を進めています。

### (3)実用化時の課題整理及び仕様見直し

運転の取り扱いなど、本システムを導入する際の様々な課題を社内の関係者と共に整理し、実用化に向けた仕様の見直しを行っています。

## 5. おわりに

長期にわたる鉄道運行を支えるシステムとすべく、今後も鉄道オペレーションのシステムチェンジの具現策として、技術研究・開発に全力を注ぐ所存です。

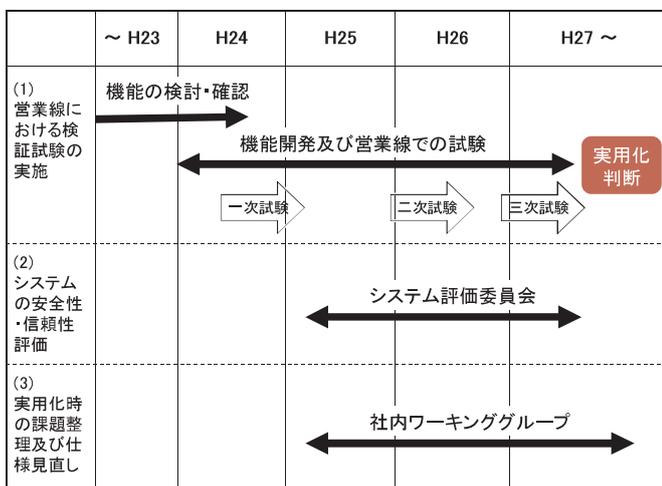


図2：本システムの開発スケジュール