

# 無線技術を利用した閑散線区向け列車制御システム

信号通信技術研究部 信号  
研究室長 平栗滋人

## 1. はじめに

閑散線区を対象として、国鉄末期に導入された電子閉そく装置は、運営の効率化や省力化に効果を発揮したが、近年、設備の老朽化、交換部品の入手が困難になっていることなどが課題となっている。そこで、電子閉そくに置換え可能な、汎用無線技術を使用した「拠点無線式列車制御システム」と称するシステムの開発を行っている。

## 2. システム開発の基本方針

本システムでは現行の設備をできるだけ活用することで、部分的な設備更新を可能とするようなシステム移行性を確保しつつ、機能拡張性も持たせるアプローチをとることとした。

具体的には、駅構内の列車検知には軌道回路を使用し、保安制御は従来と同様の連動機能によるものとした。したがって、連動機能については、既設の継電連動装置を使用することも可能とした。また、列車走行の安全については、地上信号機とATSの機能によって確保するものとした。使用する無線システムについては2.4GHz帯の汎用無線を使用し、免許取得が不要な方式を採用することとした。

機能の拡張性については、速度照査機能付きのATSを使用し、電子閉そくと類似の機能を持つ車載器にインタフェースを設け、両者が連携した動作を行うことによって、踏切防護機能などを実現することとした。

## 3. システムの基本構成

本システムの地上、車上の基本構成を図1に示す。

地上システムは中央装置、駅制御装置、駅無線機から構成される。この他、踏切に沿線制御装置と沿線無線機を設ける。

中央装置は線区全体の運行状況の表示の他、進路設定機能や簡易なダイヤ管理機能などを持ち、PCレベルのハードウェアを使用する。

駅制御装置は閉そくと駅構内の連動機能、駅無線機とのインタフェースを持つ。連動機能については、外部に設けた継電連動装置で行う構成も可能である。

無線の周波数は2.4GHz帯であり、スペクトラム拡散技術を使用するものを適用した。なお、接続方式としてはTDMA、FDMA、CDMAの3方式を併用している。また、この無線装置は、地上局と車上局との間の電波到達時間を使用した距離計測に基づいて、列車位置を地上側で検出する機能を持つ。

沿線制御装置は踏切近傍に設置し、沿線無線機と接続され、後述する踏切防護機能を実現するものである。制御装置では既設の踏切制御装置から踏切の警報条件を入力し、この条件を列車に無線伝送するための電文を作成する。

駅制御装置間の伝送には、既設の閉そく回線を使用する。なお、中央装置と駅制御装置間の伝

送については、汎用の通信網などの利用にも対応することを考えているが、電子閉そくと同様に中央装置をある駅の制御装置と接続し、中央一駅間の情報も閉そく回線を通じて伝送する構成も可能である。

車上システムは、無線アンテナと車載器、および速度照査機能付き ATS から構成する。車載器は車上側の無線伝送機能を持つ他、ATS とのインタフェースを持つ。

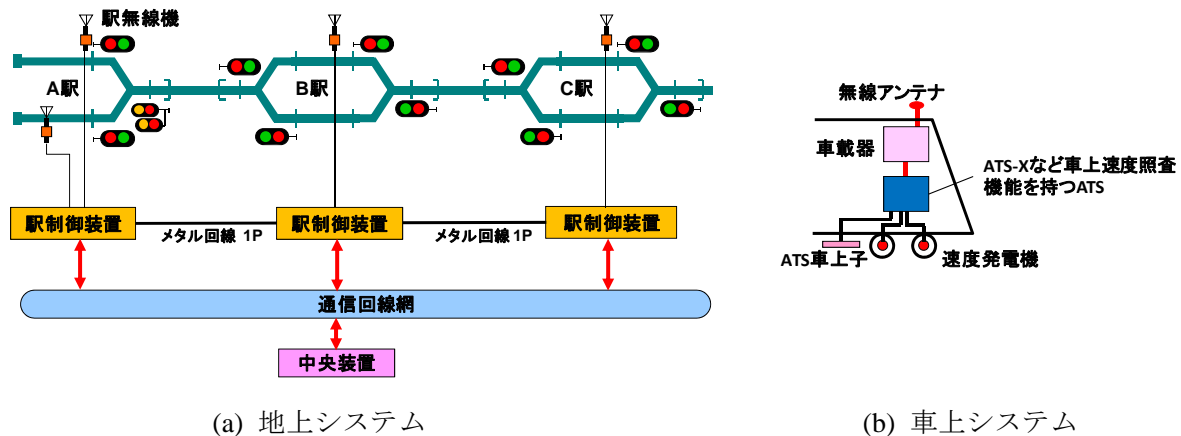


図1 システムの基本構成

#### 4. システムの基本機能

閉そく制御については、発駅で検知した車載器 ID を着駅で照合し、一致することで閉そく解除を行うという基本的な考え方は電子閉そくと同様である。しかし、本システムでは乗務員による進路設定要求の操作を省略できることを目的の1つとしている。この場合には、始発駅において何らかの手段によって車載器 ID を自動的に検知する必要がある。このため、本システムで採用する無線装置が持つ、測距機能を利用することとした。これによって、従来は事前に固定的に割当てていた列車番号（列車行路）と車載器 ID の対応付けを、始発駅でその都度、ソフト的に行うこともできる。この結果、車載器故障時に代わりに充当できる車載器の制約を無くすることができる。さらに、通常時は中央装置の扱い者が車載器 ID を意識する必要がなくなることから、運用上の負担軽減につながるものと考えられる。

出発進路の制御は、駅での車載器 ID 受信をトリガとして行うが、中央装置においてダイヤを参照し、設定タイミングの可否を判断することで、出発進路の早期構成を防ぐことができる。

図2に始発駅で車載器 ID と列車番号の対応付けを自動的に行う場合の制御手順を示す。

- ①電源が投入されている車載器 ID が駅制御装置で受信されているが、列車番号との対応は行われていない。
- ②中央装置ではダイヤデータに基づいて、各番線から出発する列車番号を認識する。
- ③ダイヤで定められた出発時刻が近付くと中央装置は、駅制御装置に進路設定情報を送信する。駅制御装置はあらかじめ設定した仮 ID を使用して閉そく処理を行う。

- ④列車が信号機の現示に従って出発する。ここで、本システムで使用する無線装置が持つ測距機能を利用し、軌道回路の条件と合わせることで、車載器 ID の移動方向（駅からどちらの方面へ出発したか）を把握する。これを受けて、駅制御装置では仮 ID を確定した ID に置換えるとともに、中央装置で列車番号との対応付けを行う。

⑤列車が隣接駅に到着した際、車載機 ID を照合して閉そくを解除する。

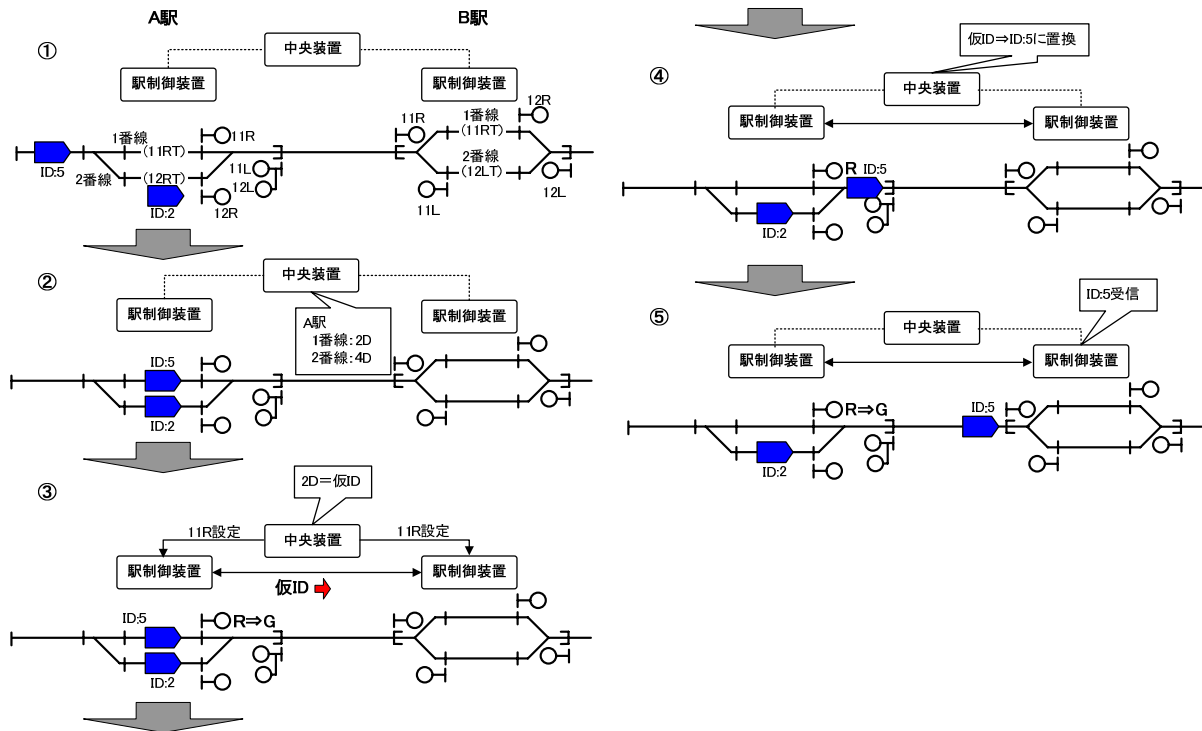


図2 無線測距機能を利用した ID-列車の自動対応付けの手順

## 5. 踏切防護機能

閑散線区では、レール面上の錆などの環境条件や、近年の車両軽量化など幾つかの要因によって、踏切の警報制御のための列車検知が不安定になることがある。本システムの踏切防護機能は、万一、踏切での警報制御が行われていない場合に、踏切手前に列車を停止させるものである。なお、踏切の警報制御自体は現行の装置を使用することを前提としている。踏切近傍に沿線無線機を設置し、既設の踏切制御装置から警報開始条件を列車に対して送信する。列車は踏切に接近すると、速度照査機能付き ATS の機能によって、踏切手前に停止できるような防護パターンを発生し、無線を介して警報開始条件を受信したことによって、このパターンを消去する。

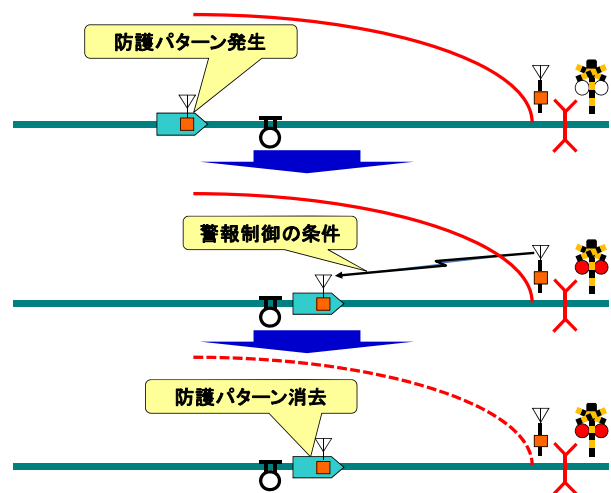


図3 踏切防護機能

この場合、ATSとしてATS-Xを使用する場合には、ソフトウェアの改修のみで対応可能である。また、ATS-S改良形の既設地上子ケーブルや車上子を利用できる他、地上設備の新設を抑制できることから、閑散線区への適用性にも優れていると言える。

## 6. 現地試験

JR 西日本殿の小浜線（栗野－十村間）において、試作装置を仮設し、機能確認のための現地試験を実施した。試験は延べ10日間にわたって実施し、機能の確認を行った（図4）。主な試験項目を表1に示す。試験の結果、基本的な閉そく機能の他、車載器IDと列車番号の自動割当て、踏切防護機能などについて、問題無く動作することを確認している。なお、中央装置と駅制御装置との間の伝送について携帯電話回線を使用した試験も実施し、問題のないことを確認している。

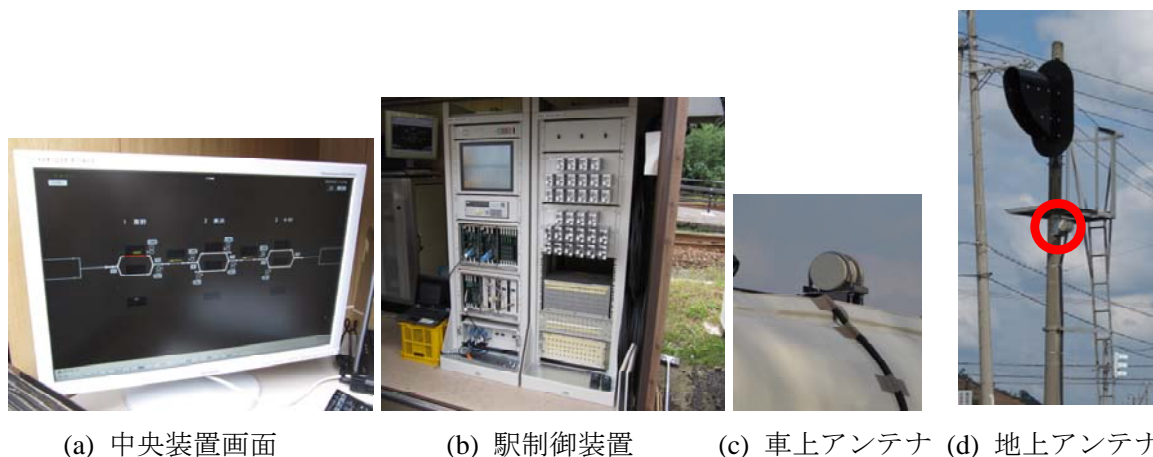


図4 現地試験用試作装置

表1 現地試験での主な確認項目

分類	内容
列車管理機能 (中央装置)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 進路設定タイミングの判断</li> <li>● 列車番号と車載器IDの自動割当て（無線測距利用）</li> <li>● 列車番号と車載器ID割当て（車上でのボタン操作による）</li> <li>● 複数の車載器ID存在時の列車番号との割当て</li> <li>● 途中駅での車載器交換を想定した、列車番号の再割当て（中央での手動操作）</li> </ul>
閉そく機能 (駅制御装置)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 中央装置に対する進路設定要求の自動送信</li> <li>● 隣接駅との閉そく処理</li> <li>● 通過進路の制御</li> <li>● 閉そく設定の取消し、再設定</li> </ul>
踏切防護機能 (沿線および車上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車上データベースによる防護パターンの発生</li> <li>● 踏切警報条件の無線伝送による防護パターンの消去</li> </ul>
無線伝送 (地上および車上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 無線伝送特性</li> <li>● 車上アンテナを室内タイプとした場合の情報伝送</li> </ul>
地上通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 既存のメタル回線を使用した駅間、中央－駅間の情報伝送</li> <li>● 中央－駅間に携帯電話データ通信を使用した情報伝送</li> </ul>

## 7. おわりに

本システムは、既存設備を活用することで段階的なシステム置換えにも対応でき、移行性を確保している他、列車の速度制御機能の拡張などの発展性も併せ持つものである。現地試験を通じた基本機能の確認により、実用化への見通しを得ており、今後は試験結果を踏まえてシステム仕様をまとめるとともに、システムの実用化を推進していきたいと考えている。