

信号通信分野の最近の研究開発

信号通信技術研究部

部長 渡辺 郁夫

1. はじめに

信号通信技術は、安全で、かつ魅力的な鉄道を構築していくうえで重要な技術分野である。鉄道総研では、新しい列車制御システムの開発や構成法の研究開発、個々の信号機器の改良・問題解決のための研究開発、移動体通信、通信ネットワークなどの新しい通信技術の鉄道への適用研究、安全性評価やEMC評価などの評価技術の研究、画像処理の鉄道への応用などに関する研究開発などを実施している(図1)。このような信号通信の技術分野における最近の研究開発の取り組みについて紹介する。

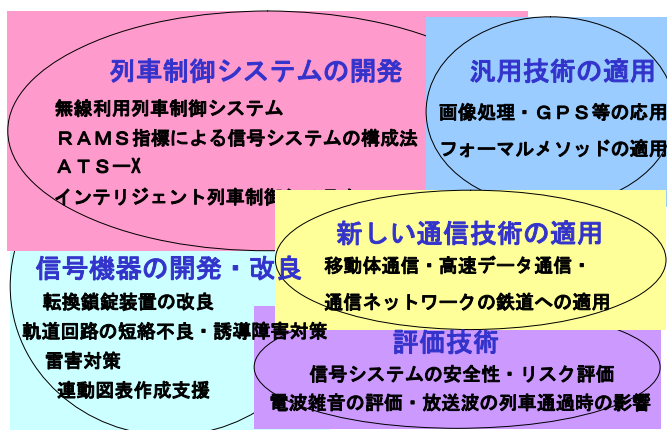


図1 信号通信分野の研究開発

2. 列車制御システムの開発・構成法の研究

2.1 無線利用の閑散線区用列車制御システム⁽¹⁾

地方線区の信号保安設備のシステムチェンジに取り組んでいる。提案するシステムは、閉そく・連動、速度制御、および踏切制御を含む無線制御による総合的な地方線区向け列車制御システムである。速度発電機、GPS、無線ICタグを組み合わせた車上システムで位置・速度を検出し、無線LAN等により必要な箇所でのみ地上システムと情報交換する。制御は車上主体とし、汎用技術を使用することでコストを抑制することも検討している。列車の位置検知に関しては、GPS衛星の不具合情報や軌道誤差、電離層の影響を提供して測位誤差を改善し、高い確率で保証する誤差範囲情報(保護レベル)を提供するMSASを併用することによりGPSでの測位誤差の範囲を限定して、既設の速度計用の速度発電機を組合せて車上のみで位置・速度を検出する方法などを提案している。

2.2 ATS-Xの開発⁽²⁾

現行のATS-Sとの互換性を確保し、車上速度機能照査を持つATS(ATX)の開発を進めている。低コスト化を図るために、車上データベースを活用した速度照査パターン制御機能を追加するとともに、電源ケーブルが不要な電源ケーブルレス地上子を開発した。ATS-Sと互換性があるため、必要線区(箇所)・必要車両からの段階的な取替工事の実施が可能である。いくつかのJRで実用化システムの検討を実施している。分岐器、曲線などの線路条件に応じた速度制限区間に対するパターンは、車上データベースに基づき、発生させるため、曲線毎に地上子を設置することなく、地上装置の省略が可能となる。営業線での現車試験、安全性

評価を行い、営業線に導入可能な性能を有していることを確認し、鉄道事業者において一定期間のモニターランが実施された後、導入される予定である。

2. 3 RAMS指標による信号システムの構成法の研究⁽³⁾

現行の信号システムの構成を抜本的に見直すとともに、RAMS指標に基づいて、安全性や信頼性、保守性、アベイラビリティのバランスに優れ、低コストで信号システムを提案する研究を実施している。様々な線区の障害データを分析し、障害発生時の信号装置の停止時間を削減するために必要となる対策の検討（図2）、アベイラビリティ向上の可能性がある機器構成である分散形の信号システムの構成法などの検討を行っている。

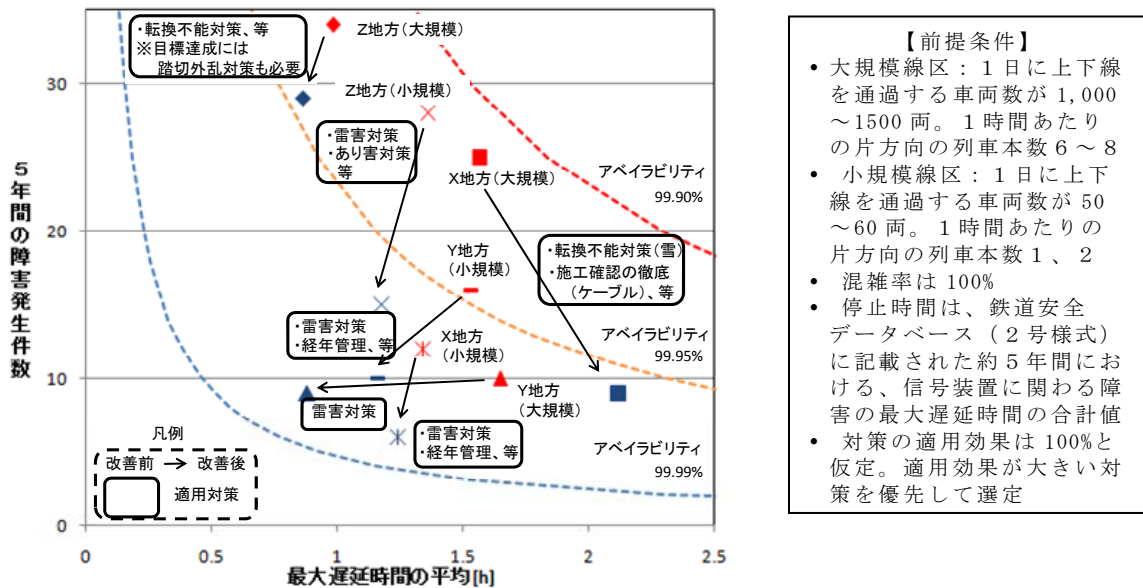


図2 信号装置の停止時間半減に必要な対策の検討

3. 信号機器の開発改良のための研究開発

3. 1 転換鎖錠装置の転換特性の解析モデル⁽⁴⁾

転換鎖錠装置の機械的性能の解析・評価手法を確立することを目指し、転換鎖錠装置の転換、特に転てつ用品の各要素における負荷力の伝達をモデル化し、分機器の転換鎖錠装置の転換力の動特性を再現するシミュレーション解析モデルを検討している。このシミュレーションを利用することで、新しい電気転てつ機の開発時の実機による測定試験の頻度を抑制できるなど、開発の大幅な効率化が期待できる。今後、シミュレーション精度の向上を図っていく予定である。

3. 2 連動図表作成支援システム⁽⁵⁾

駅の配線略図から連動表や連動検査表を自動作成する、連動図表作成支援システムを開発している。単に連動表の作成に留まらず、作成した連動図表データに対して具体的解説を行う解説機能付加したり、同様な条件の事例を検索表示する機能を付加し、連動装置の“教育支援”としても活用できるシステムとなっている。

3. 3 軌道回路の耐ノイズ性向上⁽⁶⁾

一部の低周波軌道回路において、車両からの妨害電流に対する許容値が小さいことが新製

車両開発の障害になっている。そこで低周波軌道回路において、車両からのノイズによる危険側誤動作を防止するための列車検知論理方式を検討し、耐ノイズ性能を向上させることで許容値を緩和する方策を研究している。軌道回路送信出力の極性を符号に従って切り替えることで信号電流に対して2値の位相変調が可能となる。これにより軌道回路信号を符号化し、符号検定により軌道回路の危険側誤動作を防止する手法を提案している(図3)。

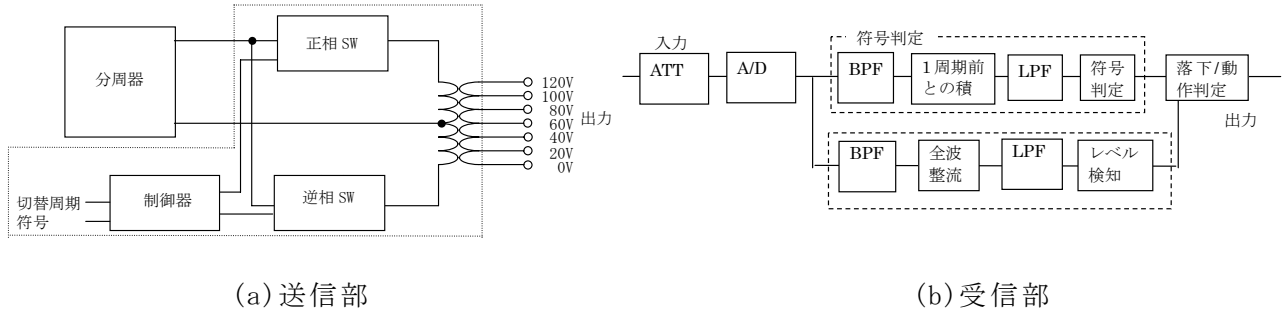


図3 耐ノイズ性を向上した低周波軌道回路の機器構成

3.4 雷害対策⁽⁷⁾

電子機器が信号設備に導入されるに伴い、雷害による障害も多く発生している。これまでに、レールあるいはレール近傍大地に雷サージ電流を印加する大規模な現地試験を行い、現状踏切設備の耐雷性能を定量的に明らかにした。また、多雷地区で実雷撃時の踏切設備に発生する雷過電圧を測定し、雷過電圧発生頻度の定量的把握が可能になった。今後は、雷サージ解析モデルを構築し、総合的な雷害対策に利用していく予定である(図4)。

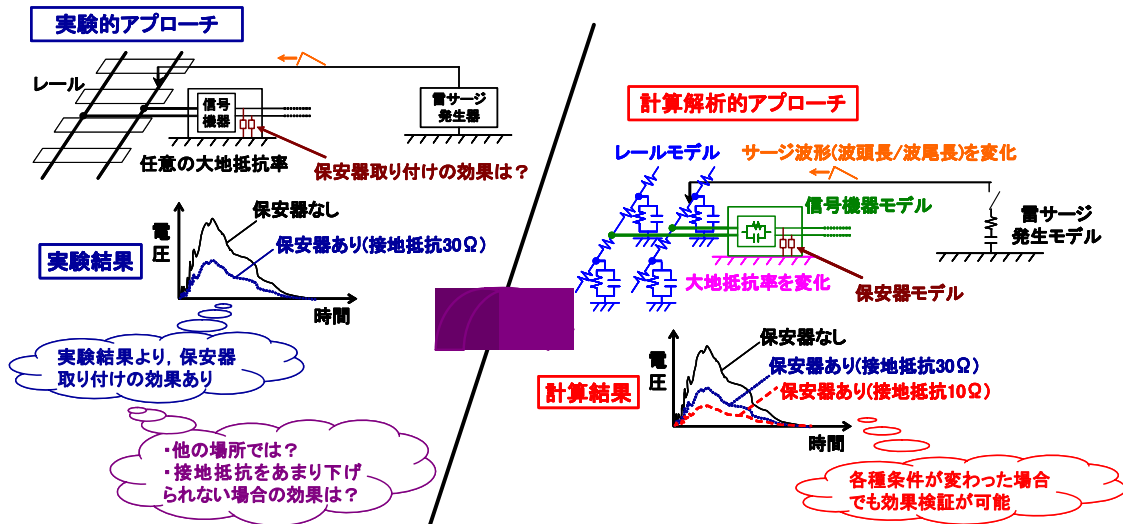


図4 信号設備の雷対策の定量化

4. 評価技術

4.1 信号システムのリスク評価⁽⁸⁾

鉄道の安全性向上のためリスク評価も重要であり、この課題に取り組んでいる。信号装置のハザード(危険源)を洗い出し、その発生確率および発生した時の被害を定量的に予測し、それらからリスクを定量的に算出する方法の検討を実施している。リスクの評価は、各種安全対策の順位付けを行ううえでも重要である。また、リスク低減のための安全性技術適用効果の定量化手法を深度化して適用範囲を広げていきたいと考えている。

4. 2 EMC、誘導障害⁽⁹⁾

鉄道沿線の電磁環境の把握やEMC（電磁両立性）も重要な課題である。そこで、走行列車を電波雑音の発生源、車体・架線・レール・変電所をアンテナとして捉えた計算モデルを考案し、実測で得られる強度変化を再現できるシミュレーションを開発している。今後、モデルの検討をさらに深度化してシミュレーション精度の向上を図り、種々の放射防止対策効果やEMC規格への適合性などの事前確認に適用できるツールへと発展させたいと考える。

また、2003年よりテレビの地上デジタル放送が開始され、鉄道沿線における受信品質の向上が期待されている。しかし、実際の鉄道の影響、特に列車通過による影響の範囲を把握するには、実測による調査方法しかない現状である。そこで、線路沿線での列車通過時の地上デジタル放送の受信品質を簡易に評価できるツールの作成を行っている。

5. 画像処理の鉄道への応用⁽¹⁰⁾

列車の運転台のカメラ画像から臨時信号機や特殊信号発光機などを自動的に検知・認識する手法の開発を実施している。形状ベースパターンマッチング手法により徐行予告信号機及び速度標識を画像認識するプログラム、特殊信号発行機の視認距離を確認するための仕組みなどに関して研究を進めている。

6. おわりに

信号通信の技術分野における最近の主な研究開発の取り組みについて紹介した。今後も安全で信頼でき、便利で魅力的な鉄道を実現するために必要な研究開発を確実に実施していきたいと考える。今後も関係各位のご支援、ご協力をお願いする。

参考文献

- (1) 山本ほか：汎用無線技術による低コストな無線式列車制御システム、平成20年電気学会全国大会講演論文集[5]、5-S22（13-14）、2008
- (2) 新井、佐藤：車上速度照査式ATS-Xの基本システム開発、鉄道総研報告、Vol.20、No.10、pp.5-10、2006
- (3) 岩田、平栗、渡辺：アベイラビリティを観点とした鉄道信号設備評価法、鉄道総研報告、Vol.23、No.1、pp.5-10、2009
- (4) S.Shiomi, Y.Igarashi: Development on analysis model for Shinkansen switch-and-lock system, 8th WCRRAbstract, pp.470-471, 2008.5
- (5) 関根：不確定要素の事前設定による連動図表の効率的自動生成、鉄道総研報告、Vol.23、No.1、pp.17-22、2009
- (6) 福田、寺田、北野：軌道回路に適用する巡回符号の検定方法の検討、電気学会交通・電気鉄道研究会、2009.9（発表予定）
- (7) 新井、土師、藤田：落雷時の大地/レール電位上昇による信号設備への影響と対策、鉄道総研報告、Vol.23、No.1、pp.23-28、2009
- (8) 岩田、渡辺：リスク評価による鉄道信号装置の改善手法の検討、第39回信頼性・保全性シンポジウム発表報文集、pp.395-400、2009.7
- (9) 川崎：電気鉄道による電波雑音強度変動の推定手法の基礎検討、鉄道総研報告、Vol.23、No.1、pp.45-50、2009
- (10) 長峯、鶴飼：列車前方映像を用いた徐行予告信号機の認識手法、鉄道総研報告、Vol.23、No.1、pp.33-38、2009