



番号や列車位置の伝送には、汎用の無線LANの使用を検討している。車上で曲線などの線路データベースがあるため、それらに対する防護も可能となる。汎用部品が誤動作したときの安全性確保などの検討が重要である。

### 3. 信号機器の開発改良のための支援ツール

#### 3. 1 転換鎖錠装置の転換特性の解析モデル

分岐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（図3）。このような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試作を最小限に抑えことができ、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るとともに、転換鎖錠装置の転換特性等の改善等に利用していく予定である。

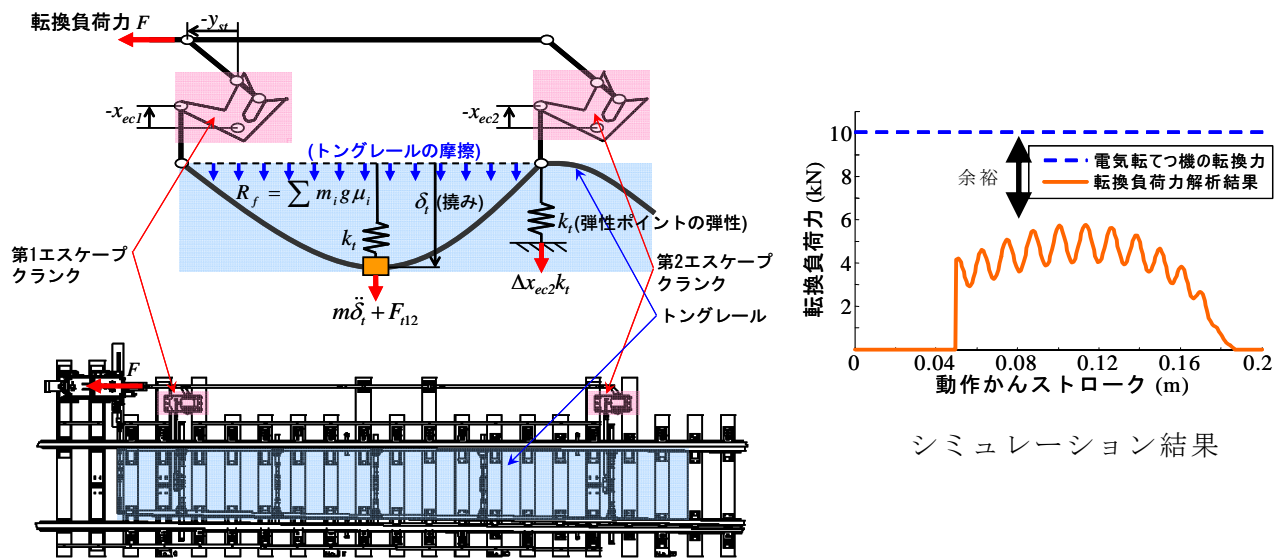


図3 新幹線用転換鎖錠装置の機械モデルと解析結果

#### 3. 2 高安全ソフトウェアの適用

仕様記述からソフトウェアの検証まで一元的に扱えるフォーマルメソッドを信号システムに適用し、ソフトウェア開発の効率および品質向上を図る研究を実施している。VDMやB-Methodといった手法を組み合わせ、信号装置の開発に広く適用する方法を検討している。システムの仕様記述に適用しやすく、テスト支援環境が整っているVDMでシステム全体の仕様を記述して仕様に矛盾がないことを証明し、仕様を満たすコードを生成可能なB-Methodで安全上重要な部分の詳細化を図ることで、上流から下流までフォーマルメソッドを適用することを提案した。今後、実システムへの適用を検討していく。

### 4. 軌道回路の短絡問題、雷害対策

#### 4. 1 軌道回路の短絡

軌道回路の短絡現象の解明とその定量的な評価は列車を確実に検知するために極めて重要である。工業地帯や海岸沿いなど様々な場所で、軌道短絡に影響のあるレールの錆の状態調

査を実施している（図4）。また、車輪・レール間の接触抵抗解析を行い、車輪踏面が粗く、軌道回路電流と荷重が大きいほど接触抵抗が小さくなることなどの性質をある程度定量的に把握することができた。また、レールのさびの厚さがある範囲の条件下では短絡電流を大きくしてもレール間電圧が一定となる半導体の性質を示すことも、実験的に再現できるようになった（図5）。今後、これらの結果を用いて個々の線区の状況に応じた軌道回路の要件をまとめて短絡不良対策を提案するとともに、新しい軌道回路方式についても検討を進めていく予定である。

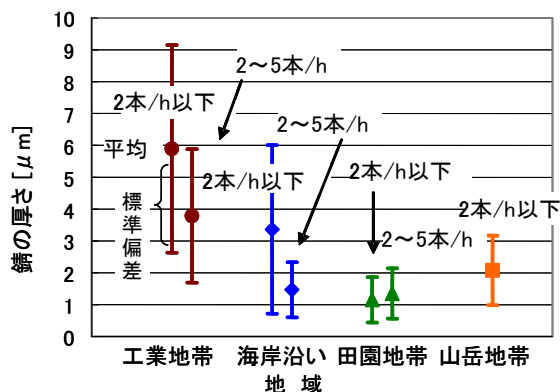


図4 レール頭頂面の錆の厚さの調査結果

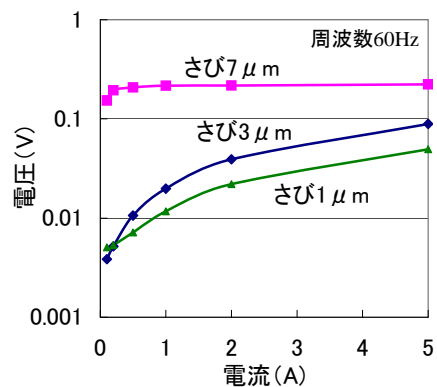


図5 軌道短絡の半導体特性

#### 4. 2 雷害対策

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、雷サージ解析モデルを構築することにより、総合的な雷害対策を確立する予定である。

### 5. 通信技術の適用

#### 5. 1 新しい通信技術の応用

ユビキタスネットワーク実現のための一翼を担う技術であるアドホックネットワークの鉄道への適用検討を行っている。沿線事故現場に臨時カメラを設置してその情報を最寄の駅や通信回線を利用できる場所まで臨時通信回線を構成する手法を検討している。線路沿線に臨時の無線中継器を配置して、無線中継器の配置が変わった時の伝送遅延時間、パケットのロスなどの伝送特性を調査し、適用時の問題点、その解決方法などを検討している。

### 6. 評価技術

#### 6. 1 信号システムの安全性評価

ハザード(危険源)の発生確率およびそ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（図6）。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。

## 6. 2 EMC、誘導障害

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、現在は実測による調査方法しかない。そこで、線路沿線での受信品質を簡易に計算できる手法を検討している(図7)。

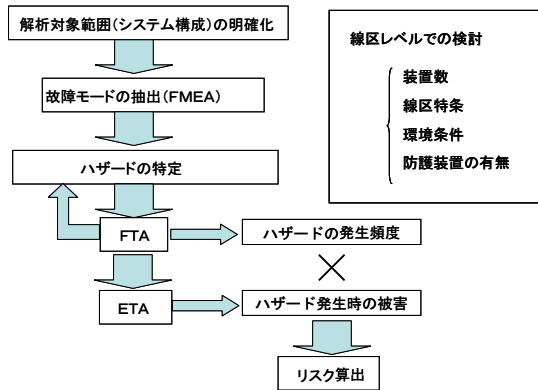


図6 リスク評価の流れ

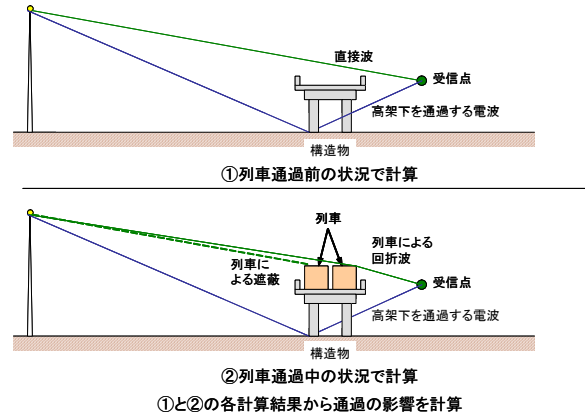


図7 放送波の列車通過の影響を計算するモデル例

## 7. 画像処理の鉄道への応用

駅構内、沿線、踏切あるいは車上に設置した監視カメラの映像を解析することで、不審者、不審物、災害を自動的に検知するシステムを開発している。雑踏下において1台のカメラで10人程度の人物を精度よく追尾し、置き去り荷物、転倒、暴力などのシーンを検知する画像処理アルゴリズムを開発している。また、踏切の障害物検知、列車の運転台からの前方障害物や臨時信号機などの検知・認識などの研究も実施している。臨時信号機の自動認識では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を作成し、実映像を用いた検知実験により有効性を確認している(図8、図9)。

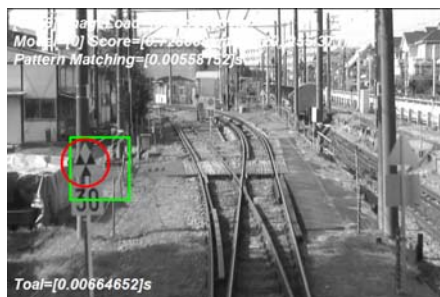


図8 徐行予告信号機の検知例

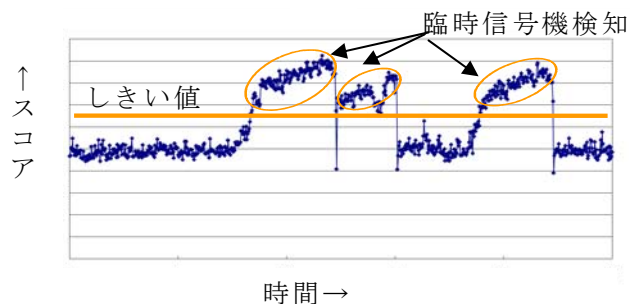


図9 パターンマッチングのスコアの推移

## 8. 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。鉄道における信号通信技術は、安全で魅力的な鉄道を構築していくうえで重要な分野のひとつであり、「鉄道の将来に向けた研究開発」、「実用的な技術開発」、「鉄道の基礎研究」の3つの項目の柱に関してバランスのとれた研究開発を実施していきたいと考える。

なお、本研究開発の一部については、国土交通省からの補助金を受けて実施した。