

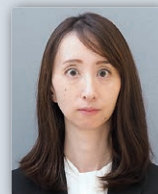
# 鉄道無線システムに関する 日本と欧州の違い



**中村 一城**  
Kazuki Nakamura  
情報通信技術研究部  
通信ネットワーク研究室長



**竹内 恵一**  
Keiichi Takeuchi  
情報通信技術研究部  
通信ネットワーク研究室  
主任研究員



**流王 智子**  
Satoko Ryuo  
情報通信技術研究部  
通信ネットワーク研究室  
主任研究員

## はじめに

鉄道では、さまざまな無線システムが利用されています(図1)。特に列車の安全・安定運行のためには、走行中の列車(車上)と地上間で必要な時に連絡を取るための手段として、無線システムが欠かせません。この車上-地上間の無線システムのうち、車上の乗務員と地上の指令員の間で列車の運行に関わる情報のやりとりを利用される無線システムを列車無線システムといい、日本においても欧州においても、安全・安定輸送に重要な役割を担っています。

本記事では、この列車無線システムを対象に、日本と欧州それぞれにおける社会的な背景や列車の運行形態の違いなどについても触れながら、その概要を紹介します。

## 日本の鉄道無線システム

日本の列車無線システムは、主に音声でのやりとりに用いられており、そのほとんどが鉄道専用の仕様で構築されています。特に在来線では、沿線に基地局を設置して線路沿線をサービスエリアとし、そのサービスエリア内にある列車との間で電波を使って通信を行う空間波方式が多く採用されています(図2)。空間波方式では、主に150MHz帯や300~400MHz帯の周

波数が使用されており、その中から鉄道事業者や線区ごとに個別に免許を受けて運用しています。近年は、アナログ方式からデジタル方式への更新が進み、周波数の有効利用、データ伝送機能の付加、セキュリティー向上などが図られています。さらに、無線を利用した列車制御システムの導入も広がりつつあります。

現在の世の中では、携帯電話によりいつでもどこでも通話ができるのが当たり前になっています。しかし、列車無線システムが導入され始めた頃は、携帯電話などはなく、鉄道の車上-地上間のように高速で移動しながら通信を行うためには、専用の無線システムが必要でした。日本では、高密度で正確な列車運行が求められる大都市圏と、列車密度は低いが広いエリアの運行管理が求められる地方があり、また通勤や通学を支える地域、生活の足としての役割を担っている地域など、鉄道が果たしている役割はさまざまです。一方で、安定した定時運行は地域や役割に関わらず共通に求められるものであり、その列車運行を支える列車無線システムにも、高い安定性と信頼性が必要でした。先に述べたように列車無線システムが必要とされ始めた時代は、現在当たり前となっている高性能な携帯電話システムなど高速で移動する列車と



図1 無線周波数と主な用途

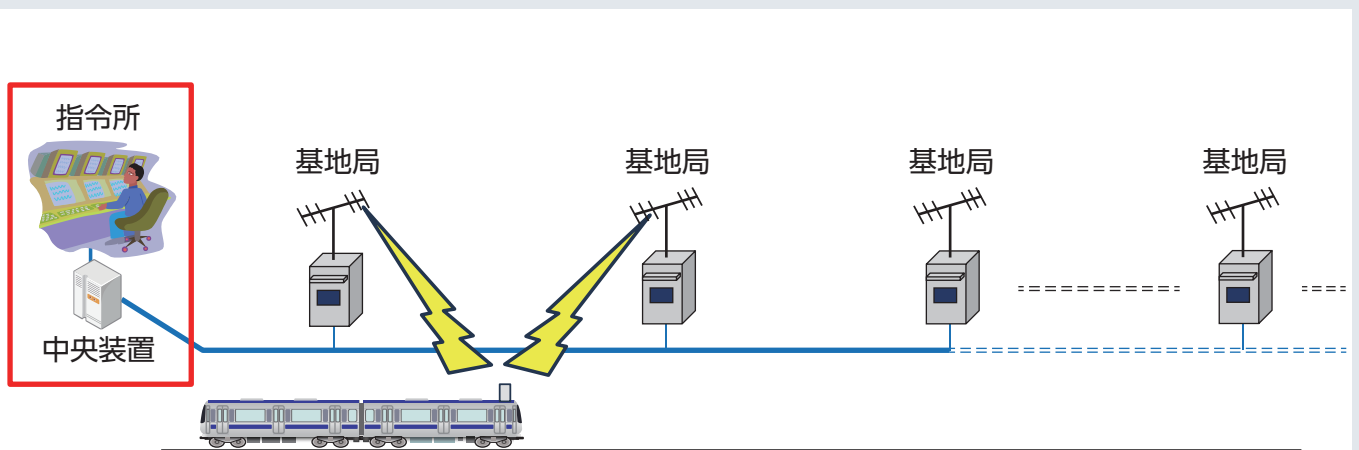


図2 空間波方式列車無線システム

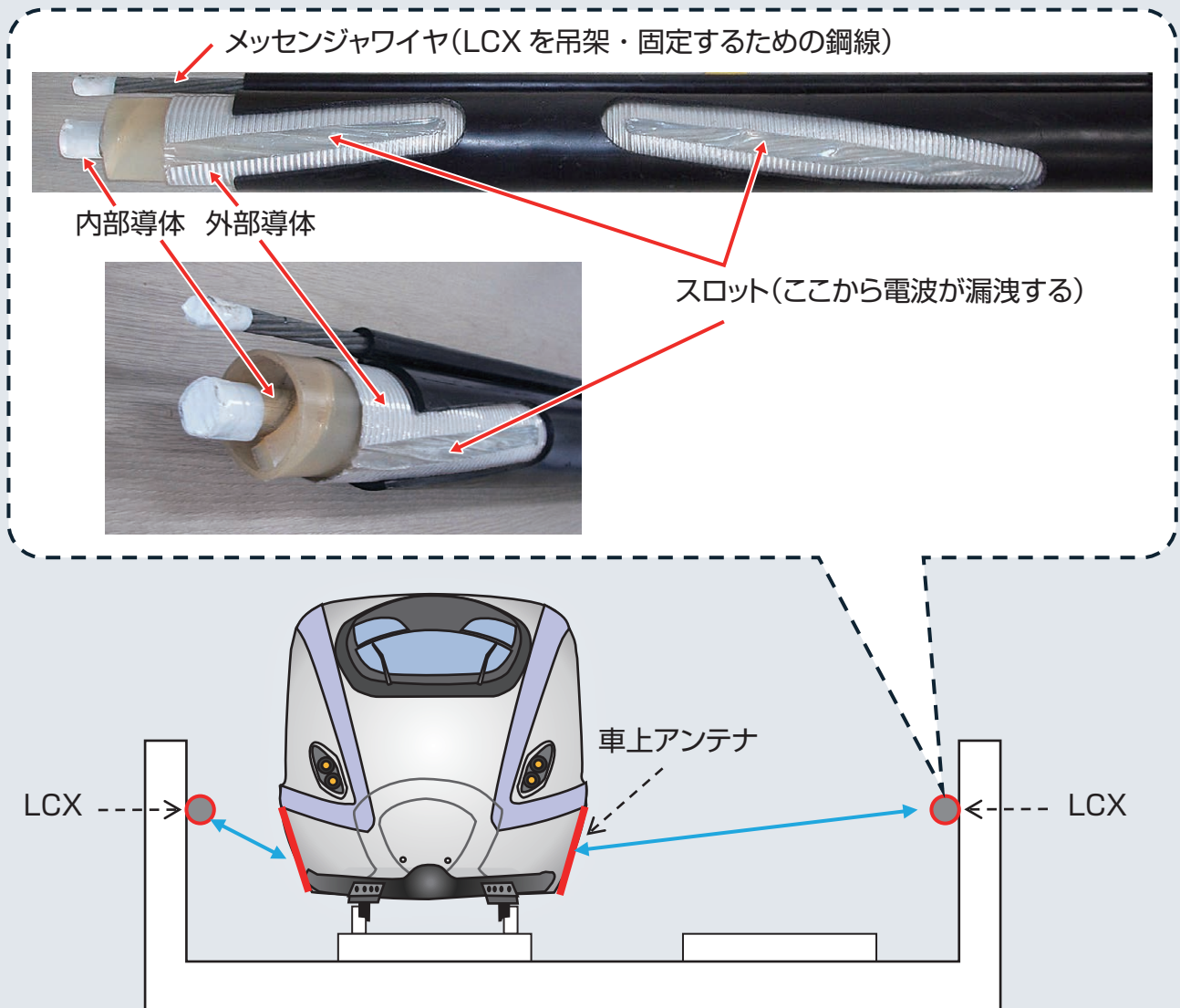


図3 LCX方式列車無線システム(新幹線)

地上間での情報伝送に使える無線システムが存在しませんでした。そこで、地域や線区ごとに異なる鉄道の安定・安全輸送に必要な要件を満  
 足したうえで列車と地上間で安定した通信を実現するには、鉄道用に設計された専用の無線システムを整備する必要がありました。このような背景の中、日本の列車無線システムは、その時代ごとの技術水準の中で実現しうる、高い信頼性を確保するために作り込まれてきた仕組みといえます。

さらに、日本が世界に誇る高速鉄道である新

幹線においては、在来線以上に高速走行時の安定通信が必要となります。そのため、**LCX (Leaky Coaxial cable : 漏洩同軸ケーブル)**<sup>1)</sup> という特殊なケーブルを全線に布設することで、全線に渡って安定かつ高品質な音声通話とデータ伝送を可能としています(図3)。しかし、近

**1) LCX**

表面に利用する周波数に最適化された溝(スロット)が刻まれており、そこから漏れる電波を用いて車上のアンテナとの間で通信を行うための同軸ケーブル。新幹線や空間波方式における電波の弱い区間で主に用いられている。

年では画像をはじめとする様々な情報を伝送可能な大容量通信システムが求められており、ミリ波帯の周波数を用いた新たな列車無線システムの整備が進められています<sup>1)</sup>。この新幹線の列車無線システムは、高速・高密度運行を支えるために整備された日本の代表的な列車無線システムの一つといえます。

## 欧州の鉄道無線システム

欧州においても、日本と同様に沿線に基地局を設置して線路沿線をサービスエリアとし、列車と地上間で通信を行う方式が多く採用されています。一方で、欧州では国をまたいだ列車運行が盛んに行われていることから、列車運行を行うためのルールや設備の共通化・標準化が重視されてきました。国境をまたいでスムーズに列車運行を行うためには、列車無線だけでなく、列車運行システムについても欧州全域で共通に使うことができることが重要となっています。

そこで欧州では、共通仕様の鉄道無線システムとしてGSM-R (Global System for Mobile communications - Railway) が広く導入され、運用されてきました。GSM-Rは、携帯電話規格であるGSMに、指令から各設備拠点や乗務員等へ指示などを伝達するための指令通話や緊急時に優先的に通信を行うことができる緊急呼び出しなどの鉄道向け機能を付加したシステムとなっています。また、欧州全体で共通のGSM-R用周波数が割り当てられています。さらに、欧州で導入が進められてきた統一的な列車運行システムとも連携して利用されています。

ただし、欧州でも最初から現在のような共通のルールや仕様が合ったわけではありません。もともとは日本と同じように各国・路線ごとに独自の鉄道専用無線システムが導入されました。それが共通仕様を策定するに至った背景

には、先述したように多くの国をまたいだ列車運行が行われており、国・鉄道事業者・メーカーと多くの機関が関わっていることが挙げられます。そのような背景から特定の国や鉄道事業者ごとに独自仕様を策定して運用するよりも、共通の仕様を標準化してオープンにすることで、設備の導入や更新、他の国や鉄道事業者への乗り入れなどをしやすくしています。すなわち、日本では、列車無線システムに高密度運行や秒単位での安定運行を支える役割が求められているのに対し、欧州では、効率的な国をまたいだ列車運行を意識した標準化が重視されてきたという、鉄道に求められる事情の違いが列車無線システムの違いに反映されてきたといえるでしょう(表1)。

## 今後の鉄道無線システム

欧州では、GSM-Rの導入から約30年が経過し、2035年を目途に廃止される見込みであることから、その後継としてFRMCS (Future Railway Mobile Communication System) の開発が、国際鉄道連合 (UIC) の主導で進められています<sup>2)</sup>。

日本においても、先述したような列車無線システムが構築されてきた背景を踏まえた日本の既存システムとの関係や、地域や線区ごとに異なる多様な列車運行に求められる条件を考慮して今後の鉄道無線システムの検討を進める必要があります。特に近年は、従来のように1つの無線システムのみでアプリケーション要求を満足させるだけでなく、複数の無線システムを柔軟に組み合わせることで、高い安定性と信頼性を備えた無線システムを実現することも検討されています。この考え方は、欧州で検討中のFRMCSと同じ方向性ではありますが、欧州の考え方をそのまま日本に当てはめるのではな

表1 列車無線システムの比較 (デジタル)

	GSM-R (欧州)	日本		
周波数	876-880MHz (車→地) 921-925MHz (地→車)	150/400MHz 帯	150MHz 帯	150MHz 帯
帯域幅	200kHz	6.25kHz	25kHz	6.25kHz
変調方式	GMSK	$\pi/4$ シフトQPSK	$\pi/4$ シフトQPSK	4 値 FSK
伝送速度	14.4kbps	9.6kbps	32kbps	4.8kbps

く、先述したような日本の実情に合わせて、必要な条件を満足するように新しい技術を導入していくことが重要となります。その実現に向け、5Gをはじめとする汎用技術の活用やこれまで専用の無線システムを利用していた用途に通信事業者のサービスを活用する新しい通信基盤の構築に向けた取り組みが行われています<sup>3)4)</sup>。そのひとつが、鉄道総研が取り組む鉄道向け統合ネットワークに関する取り組みです。この統合ネットワークでは、アプリケーション装置と無線システム間にゲートウェイを設置し、複数のアプリケーションの情報を複数の無線シス

テムで伝送する構成が考えられています (図4)。こうした取り組みは、これまで専用システムで培ってきた信頼性の高い無線システムを、汎用技術を活用して実現させるという、新たな日本の鉄道無線システムの方向性を決める重要な一歩であると考えられます。

### おわりに

本記事では、高密度で安定した列車運行を支えるために、地域や路線ごとに異なる条件を満足させるために高信頼な列車無線システムを構築して発展してきた日本と、国をまたいだス

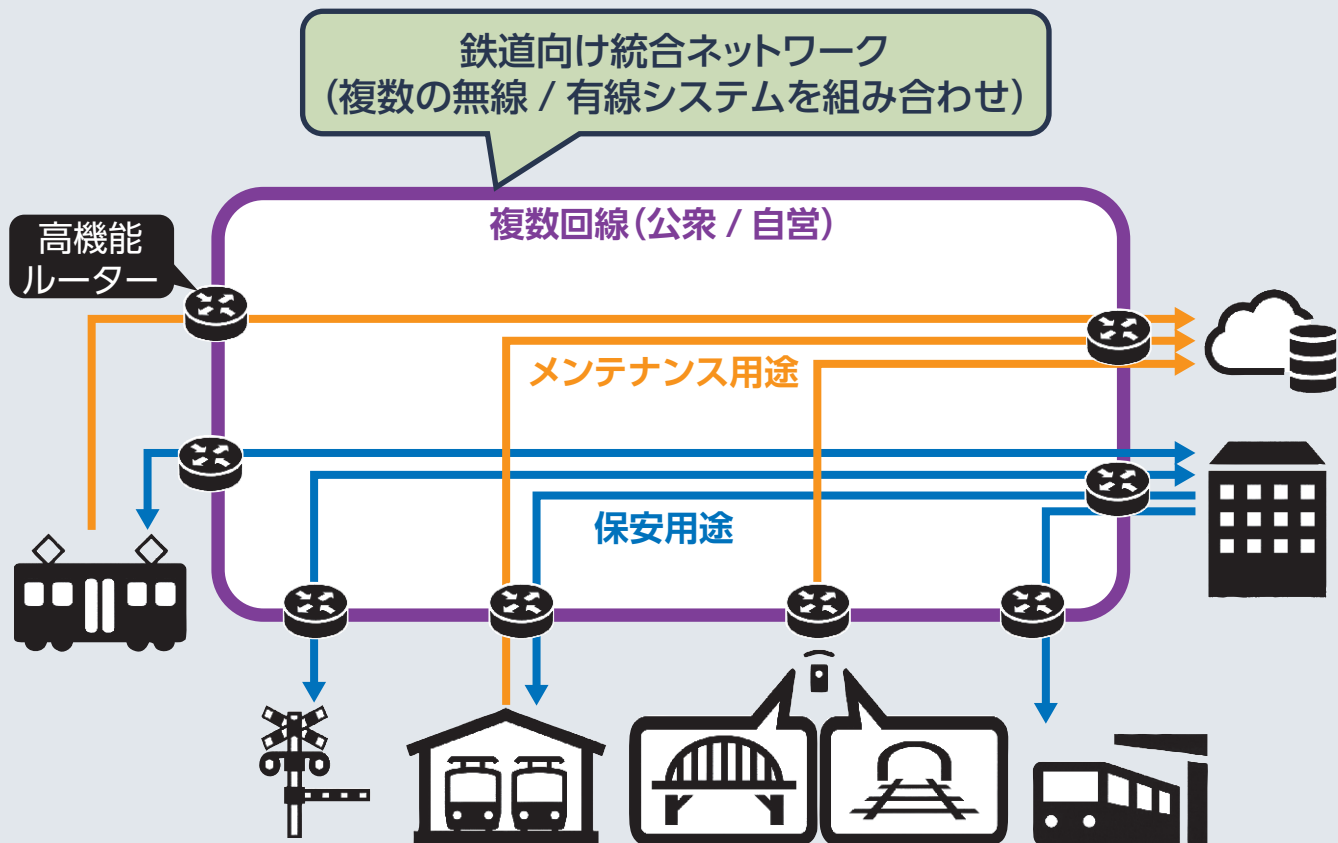


図4 鉄道向け統合ネットワークの構成イメージ

ムーズな列車運行を支えるために、仕様の共通化・標準化が重視されてきた欧州との列車無線システムとその背景の違いを紹介しました。

日本における今後の鉄道無線システムは、専用無線システムで培ってきた高い信頼性を維持しつつ、欧州など海外の動向も踏まえて新たな無線技術を取り込み、発展させていくことが重要です。鉄道総研では、国や鉄道事業者、メーカーなどの関係企業・機関と連携し、鉄道向け統合ネットワークによるさらなる高信頼で安定した無線システムの実現に向け、今後も研究開発に取り組んでいく所存です。 **RRR**

## 文 献

- 1) 東海旅客鉄道：東海道新幹線におけるミリ波方式列車無線の整備について，JR東海ニュースリリース (2021年9月22日)，[https://jr-central.co.jp/news/release/\\_pdf/000041438.pdf](https://jr-central.co.jp/news/release/_pdf/000041438.pdf) (入手日：2026/01/26)
- 2) UIC：FRMCS，<https://uic.org/rail-system/telecoms-signalling/frmcs> (入手日：2026/01/26)
- 3) 鉄道総合技術研究所：5Gを活用した各種鉄道システムの実証試験によって有用性を確認，鉄道総研ニュースリリース (2025年6月18日)，[https://www.rtri.or.jp/press/ee5ala0000000b4q-att/20250618\\_001.pdf](https://www.rtri.or.jp/press/ee5ala0000000b4q-att/20250618_001.pdf) (入手日：2026/01/26)
- 4) 流王智子，小川勇貴：鉄道向け統合ネットワークの実現に向けた高機能ルーターの開発，JREA，Vol.69，No.3，pp.15-18，2026