資料 199-３-２

情報通信審議会　情報通信技術分科会

陸上無線通信委員会

報告

諮問第 2033 号
「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち
「300MHz 帯無線式列車制御システムに係る技術的条件」

令和８年 10 月 28 日

陸上無線通信委員会報告

Ⅰ　検討事項 1

Ⅱ　委員会の構成 1

Ⅲ　検討経過 1

Ⅳ　検討概要 5

第１章　検討の背景 5

１．１　300MHz 帯無線式列車制御システムについて 5
１．２　検討の目的 8
１．３　新方式について 9
１．４　300MHz 帯周波数使用状況と利用形態 10

第２章　周波数共用に関する検討 12

２．１　周波数共用の考え方 12
２．１．１　300MHz 帯各鉄道システムの配置 12
２．１．２　300MHz 帯各鉄道システムの諸元 13
２．１．３　共用検討における与干渉・被干渉システム 13
２．２　同一周波数共用検討 14
２．２．１　同一周波数共用検討の考え方 14
２．２．２　同一チャネル周波数共用条件を満たす D/U $|_{\Delta f=0}$ 14
２．２．３　同一周波数共用例 15
２．３　隣接帯域（隣接チャネル、相互変調、感度抑圧）共用検討 16
２．３．１　隣接チャネル干渉（基地→移動局の例） 16
２．３．２　相互変調（IM：Inter Modulation）干渉（基地局→移動局） 17
２．３．３　感度抑圧（基地局→移動局） 18
２．３．４　基地局→移動局回線の干渉対策 19
２．３．５　隣接チャネル、相互変調（IM）干渉対策（移動局→基地局） 20

第３章　技術的条件 21

３．１　一般的条件 21
３．１．１　通信方式 21
３．１．２　変調方式 21

３．１．３　電波の型式 21
３．１．４　使用周波数帯 21
３．１．５　無線チャネル 21
３．２　無線設備の技術的条件 21
３．２．１　送信装置 21
３．２．２　受信装置 22
３．３　測定方法 22
３．３．１　送信装置 22
３．３．２　受信装置 23

参考資料 25

Ⅰ　検討事項

陸上無線通信委員会は、情報通信審議会諮問第 2033 号「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「300MHz 帯無線式列車制御システムに係る技術的条件」について検討を行った。

Ⅱ　委員会の構成

委員会の構成については、別表のとおり。

Ⅲ　検討経過

１　第 100 回（令和 8 年 5 月 14 日）

300MHz 帯無線式列車制御システムに係る技術的検討を開始し、システムの概要を踏まえて検討を行った。

２　第 101 回（令和 8 年 6 月 11 日）

300MHz 帯無線式列車制御システムにおける必要周波数の考え方及び既存システムとの周波数共用について検討を行った。

３　第 102 回（令和 8 年 7 月 9 日）

300MHz 帯無線式列車制御システムに係る技術的条件についての検討結果を委員会報告案として取りまとめ、意見募集を実施することとした。

４　第 103 回（令和 8 年 9 月 10 日）

300MHz 帯無線式列車制御システムの技術的条件案に対する意見募集の結果を踏まえて検討を行い、委員会報告を取りまとめた。

別表

情報通信審議会　情報通信技術分科会

陸上無線通信委員会　構成員一覧

（令和 8 年 9 月 10 日現在）

氏名		主要現職
主査 専門委員	三次　仁	慶應義塾大学　環境情報学部　教授
委員	高田　潤一	東京科学大学 執行役副学長（国際担当）／環境・社会理工学院　教授
〃	藤井　威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター教授
専門委員	飯塚　留美	一般財団法人マルチメディア振興センター 調査研究部　研究主幹
〃	井家上　哲史	明治大学　理工学部　教授
〃	伊藤　数子	特定非営利活動法人 STAND　代表理事
〃	今村　浩一郎	日本放送協会　放送技術研究所 伝送システム研究部　研究主幹（～令和 8 年 8 月 18 日）
〃	太田　香	東北大学　大学院　情報科学研究科　教授
〃	岡野　直樹	一般社団法人電波産業会　専務理事
〃	岡野　正寛	日本放送協会　放送技術研究所 伝送システム研究部　部長（令和 8 年 8 月 26 日～）
〃	加藤　康博	NTT 株式会社　技術企画部門　電波室長
〃	杉浦　誠	一般社団法人全国陸上無線協会　専務理事
〃	杉本　千佳	横浜国立大学大学院工学研究院 知的構造の創生部門　准教授
〃	田丸　健三郎	日本マイクロソフト株式会社　技術統括室　業務執行役員 ナショナルテクノロジーオフィサー
〃	辻　宏之	国立研究開発法人情報通信研究機構　ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター　研究センター長
〃	藤野　義之	東洋大学　理工学部　電気電子情報工学科　教授
〃	松尾　綾子	株式会社東芝 防衛・電波システム事業部　小向工場　フェロー
〃	森田　久美子	欧州ビジネス協会　電気通信機器委員会委員
〃	森田　耕司	一般社団法人日本アマチュア無線連盟　会長
〃	吉田　貴容美	日本無線株式会社　ソリューション事業部 システム設計統括部 防災アプリケーション技術部 副部長

Ⅳ　検討概要

第１章　検討の背景

１．１　300MHz 帯無線式列車制御システムについて

鉄道は国民生活を支える重要な役割を担うとともに、経済成長を支える土台として必要不可欠な公共機関であり、社会全体に大きく貢献している。一方、今後、我が国では人口減少や高齢化の進展により労働力人口の減少が見込まれ、また鉄道施設の経年劣化も進展している。このため、既存施設の有効活用を図りながら、鉄道の運営や施設の維持管理の効率化・省力化を可能とし、利用者の利便性の向上にも資する鉄道分野での生産性革命を進める必要がある。

鉄道事業者は、様々な施策を実施している中で、列車制御システムについても、近年進展著しい移動体通信や情報通信技術等を適用し、列車制御システムのフルモデルチェンジを図っている。

軌道回路や信号機を用いた従来の列車制御システムは長い歴史をもち、高度の安全性を有しているが、多くの地上設備を必要とする方式であり、線路周辺に軌道回路、地上信号機、ケーブル類など多数の地上設備を必要とすることに加え、保守作業の負担が大きい。運転間隔を見直す場合も、その都度工事が必要であり、手間とコストがかかる。また、近年は経年劣化も進んでおり、設備更新に当たって、多くの地上設備の更新が必要となるなど、労働力人口が減少していく中で多くの課題を抱えている。

このような環境の中、近年、列車位置検知を軌道回路によらず、走行する列車自らが在線位置を認識し、無線を使って車上・地上間で双方向に情報交換を行うことにより列車を制御する「無線式列車制御システム」について、様々な方式が議論されている。無線式列車制御システムは、これまでの地上設備主体の制御方式に代えて、情報通信技術を活用することで地上・車上に制御機能を分散配置した安全・シンプルな列車制御システムであり、軌道回路等の地上設備を簡素化することで保守作業の効率化や輸送障害の削減等にも寄与することから、前述した課題の解決に寄与する方策の一つとして都市内鉄道・都市間鉄道を問わず導入が期待されている。

300MHz 帯を使用した無線式列車制御システムは、2011 年に国内初の無線式列車制御システムとして仙石線（あおば通～東塩釜間）で使用開始、2017 年に首都圏線区への展開として埼京線（池袋～大宮間）で使用開始されており、今後、京浜東北線及び山手線への導入が予定されている。

また、将来の自動運転・ドライバレス運転の実現に向けた首都圏標準化が行われ、山手線においてはドライバレス運転の導入も計画されている。このほか、複数の鉄道事業者が 300MHz 帯無線式列車制御システムの導入に関心を示している状況である。（図 1-1）

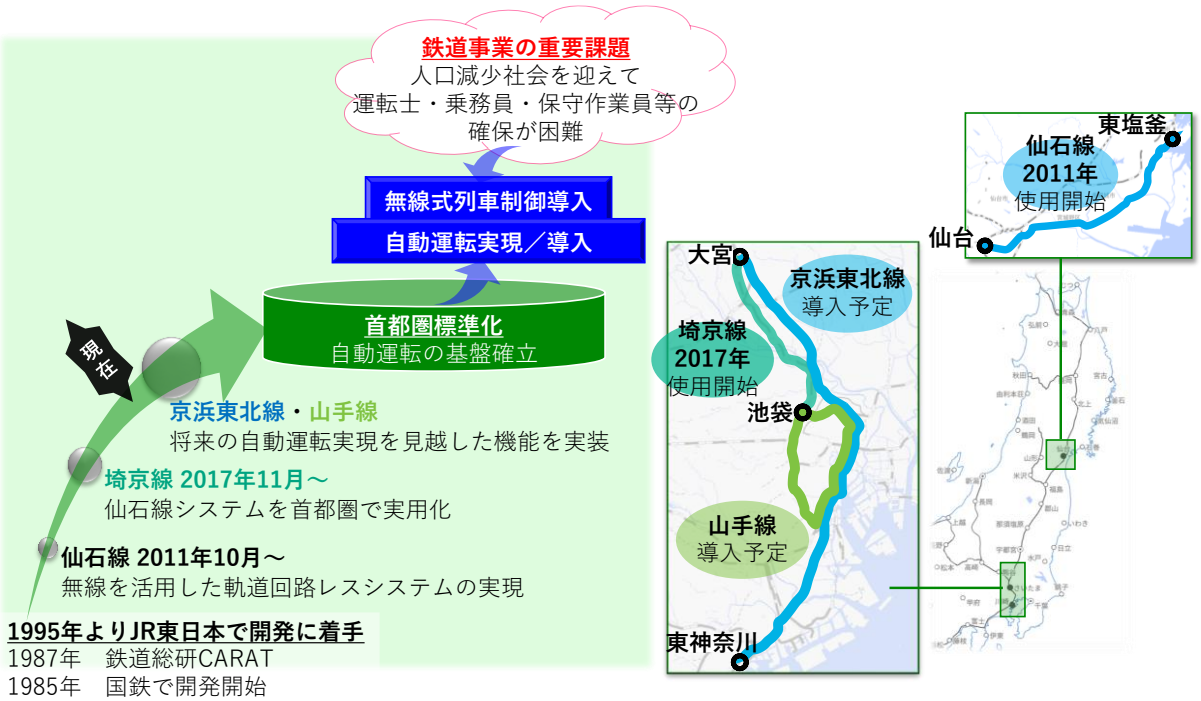


図 1-1　300MHz 帯無線式列車制御システムの適用状況と今後の展望

【従来の列車制御システム】

軌道回路などの地上設備を用いた従来の列車制御システムは以下のとおり、列車検知、及び列車の制御を行っている。（図 1-2）

① レールを電気的に区切り、その区間ごとのレールに電気を流した「軌道回路」を用いる。

② 列車の車輪で左右レールを短絡し電流を遮断することで、その区間の列車の在線位置を検知する。

③ 列車の在線状況によって、信号機の現示を制御する。

④ 信号機によって後続列車の運転士に対して走行可能な区間と速度を指示する。列車は信号機で限られた 1 区間（閉そく区間）に 1 列車のみ運転することとし、安全を確保する。

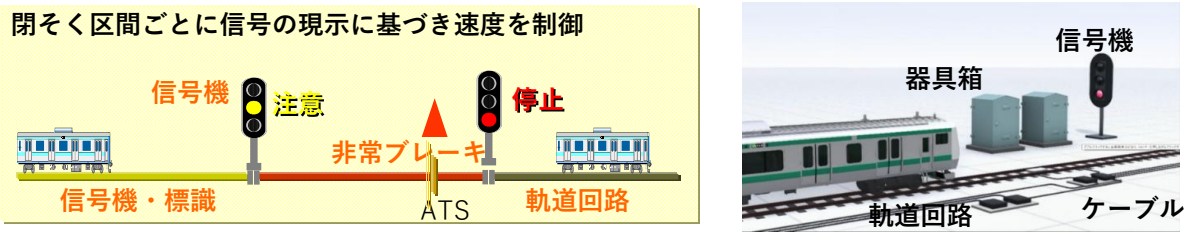


図 1-2　従来の列車制御システム

【無線式列車制御システム】

無線式列車制御システムは以下のとおり、列車検知、及び列車の制御を行っている。（図 1-3）

① 列車は自らの位置を車上制御装置の線路データベースと軌道上に設置する地上子（トランスポンダ）から、絶対位置を認識する。そして、車上制御装置は速度検知装置の情報（速度等）から移動距離を算出し、連続的に現在位置を認識する。

② 地上制御装置（基地局）・車上制御装置（移動局）は共通の線路データベースを持ち、車上制御装置から無線により送信される列車位置情報を地上制御装置で受信・管理することで全列車の位置把握を行う。

③ 地上制御装置は、受信した列車位置情報をもとに列車走行に必要な進路を構成し、前方を走行する列車、システム境界、経路終端など、進路の末端までの間で走行に支障となる条件検索を行い、列車が走行できる最遠端の位置（停止限界）を算出し、車上制御装置へ無線を介して伝送する。

④ 車上制御装置は、停止限界から現在位置までのブレーキパターンを作成し、列車はその範囲内を走行する。列車速度がブレーキパターンを超過した場合、車上制御装置は、ブレーキ制御を出力し停止限界の手前に列車を停止させる。

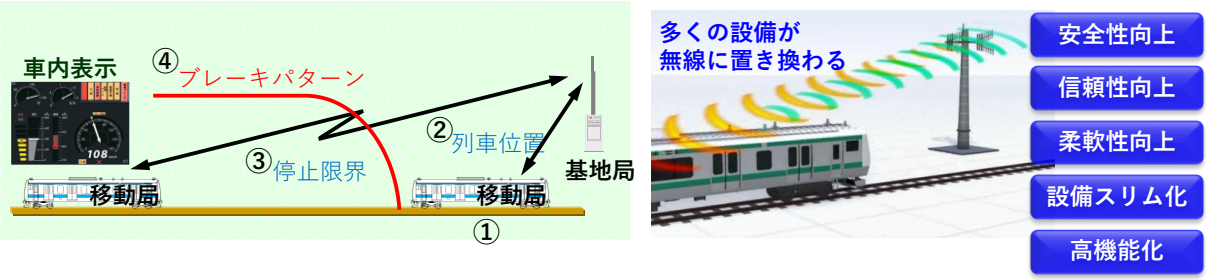


図 1-3　無線式列車制御システム

１．２　検討の目的

300MHz 帯無線式列車制御システムは、従来方式として、無線の変調方式に関してπ/4 DQPSK を使用してきた。しかし、将来の自動運転・ドライバレス運転に対応するためには、無線区間で伝送する情報量が従来方式では不足しており、伝送容量を 2 倍化する必要があった。

この要件に対応するため、新方式として、無線の変調方式に関して相対空間マッピング変調方式を採用している（詳細は 1.3 章に記載）。

従来方式は、電波の型式が「G1D」であり、狭帯域デジタル通信方式の無線設備として技術適合証明の対象となっている。一方、新方式は従来の位相情報に加えて振幅情報にも変調を行うため、電波の型式として「D1D」が適用される。D1D は、狭帯域デジタル通信方式として規定されておらず、技術基準適合証明の対象外であるため、現状、無線局ごとに個別に免許を受けている状況である。

今後、様々な線区において 300MHz 帯無線式列車制御システムが導入されることにより、新方式が実装された無線局の量産・設置が見込まれる。大量の無線局に対して、個別に免許の対応を実施することは、300MHz 帯無線式列車制御システムを採用するにあたっての障壁となる可能性がある。新方式に対応する技術基準を策定し、技術基準適合証明の対象とすることは、300MHz 帯無線式列車制御システムの効率的な導入に寄与する。

上記の目的により、今回、300MHz 帯無線式列車制御システムで使用する新しい変調方式の制度化に必要な技術的条件に関する検討を行った。

１．３　新方式について

本項では、新方式である相対空間マッピング変調方式の詳細について述べる。

新方式は、列車無線や 300MHz 帯無線式列車制御システム等、列車の高速移動に対応した無線通信システムにて周波数帯域幅（6.25kHz）を維持しつつ、従来方式の 2 倍の伝送速度 19.2kbps を実現する変調方式である。

従来の変調方式である 4 つの位相を使用する QPSK では一度に 2 ビットを送ることができる。16 の位相を使用する 16PSK は 4 ビットを一度に送ることができ、QPSK の 2 倍の伝送速度を実現できるが、信号点間隔が狭くなるため、雑音によって誤りやすいという課題がある。

図 1-4 に新方式の送信イメージを示す。新方式は従来の位相に加え、2 つの送信（空間）ダイバーシチアンテナ間の送信信号の相対的な振幅の差異にも情報を乗せる。振幅大小の組合せに 1 ビット、16PSK に 4 ビット、8PSK に 3 ビットをマッピングでき、合計 8 ビットを 2 回の送信時間(t1, t2)で送信することにより、実質的に 1 度に 4 ビットを送信することができ、従来から伝送容量 2 倍化を実現している。また、位相に加えて相対的な振幅を活用することで、通常の 16PSK よりも信号点間隔を広げることができるため、雑音耐性を向上させつつ伝送速度の向上を図ることができる方式となっている。

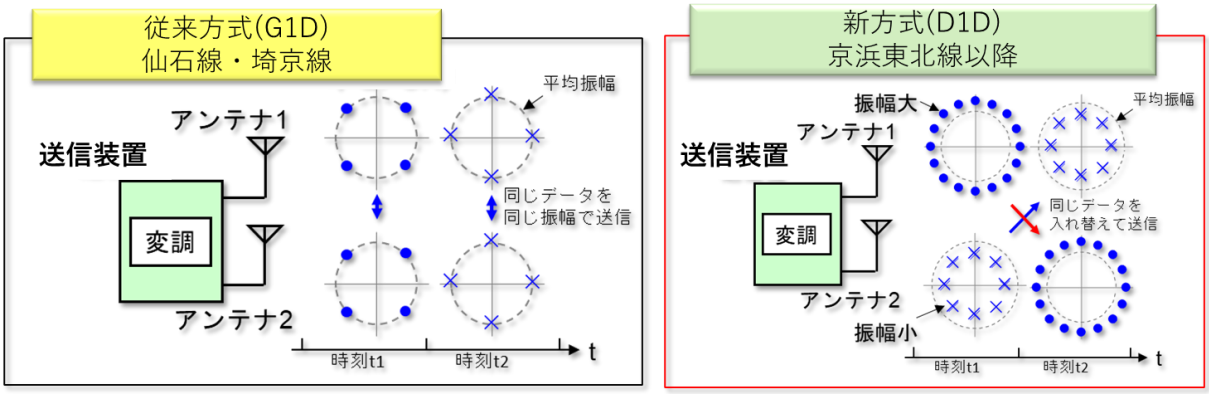


図 1-4　従来方式と新方式の送信イメージ図

なお、本検討は相対空間マッピング変調方式の導入を契機として実施したものであるが、将来的な拡張性を考慮すると、特定の変調方式に限定しないことが望ましい。

１．４　300MHz 帯周波数使用状況と利用形態

300MHz 帯無線式列車制御システムで使用する周波数帯は、移動局から基地局への送信が 335.88750MHz から 336.03125MHz までの 330MHz 帯、基地局から移動局への送信が 352.38750MHz から 352.53125MHz までの 350MHz 帯で、1 チャネル 6.25kHz 幅として、それぞれ 24 対波を使用する。

隣接する周波数帯については、300MHz 帯無線式列車制御システムで使用している帯域の上側に隣接して、1 チャネル 6.25kHz 幅の 22 対波を鉄道無線（デジタル列車無線）用途で使用している状況である。（図 1-5）

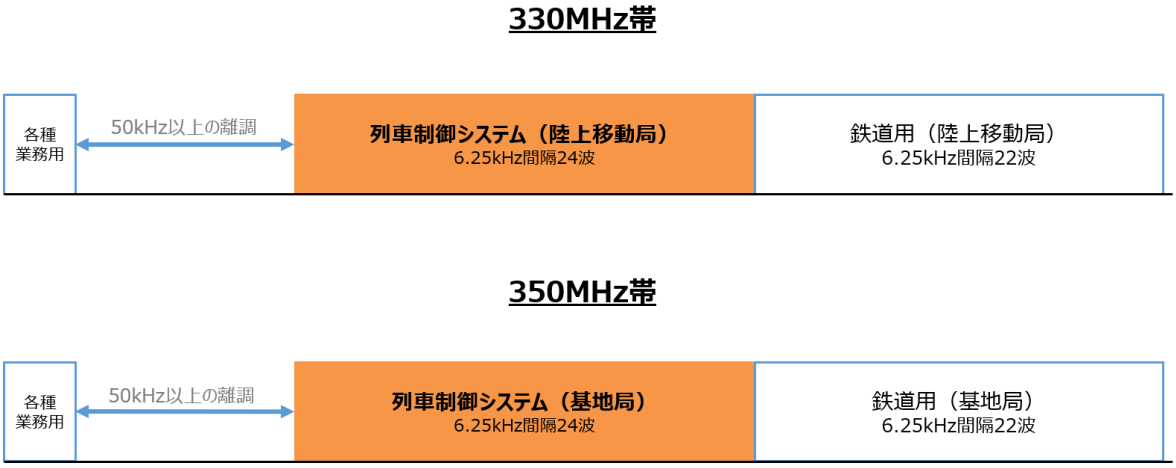


図 1-5　300MHz 帯無線式列車制御システム使用周波数帯

次に、300MHz 帯無線式列車制御システムの周波数利用形態の中から検討に関連する以下 3 点について述べる。

(1) 基地局・移動局の無線通信における周波数利用方法について

300MHz 帯無線式列車制御システムの基地局は、1 局につき 1 周波数を使用する。移動局は、各基地局の無線エリア内を走行中、当該基地局に対応する周波数に設定することで、当該基地局と通信を実施する。

参考として、列車無線システムは、一般的に、線区ごとに 1 つの周波数群※を割り当て、同一線区の基地局は同じ周波数群を使用している。移動局は、当該線区の周波数に設定することで、各基地局と通信を行う。

※京浜東北線、山手線の場合、通話、第二通話、旅客、制御の用途ごとに、合計 4 つの周波数を各線区に割り当て。

(2) 限られた周波数でエリアをカバーするための周波数繰り返しについて

基地局が使用する周波数について、各基地局で使用する周波数を繰り返し割り当てることで、無線エリアをカバーする※1。（図 1-6）

- 基本※2、1 基地局の無線エリアは 3km、1 線区に 4 波を割り当てて繰り返し使用する。
- 干渉が考えられない遠隔地（概ね 12km）の線区同士（図 1-6 の線区 A と線区 G）は同一周波数を割り当てる。

※1　当面、300MHz 帯無線式列車制御システムが導入される予定の線区を 24 波で運用可能。

※2　湾曲した線形など干渉対策で 5 周波以上使用する場合もあり。

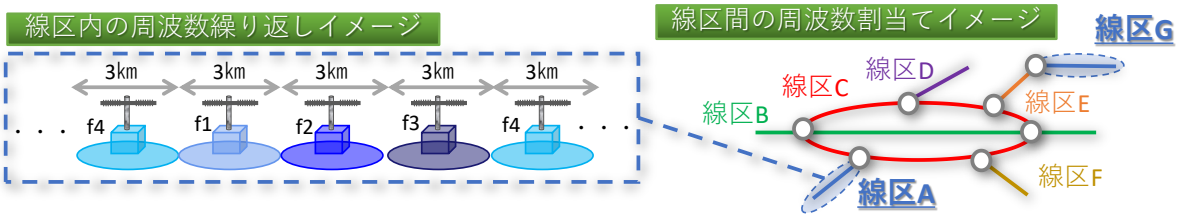


図 1-6　周波数繰り返しイメージ図

(3) 1 周波数内の情報を複数編成の列車で共用する多元接続について

基地局－移動局間の無線通信について、960ms ごとに 1 フレームとし、1 フレームを 12 のタイムスロットに分割する。各基地局の無線エリア内を通信する移動局ごとに使用するスロットを割り当てて、時分割多元接続（TDMA）による通信を行う。これにより、1 基地局（1 周波数）あたり、最大 12 編成の列車と通信を実施することができ、京浜東北線や山手線などの高密度線区においても支障のないことが確認できている。（図 1-7）

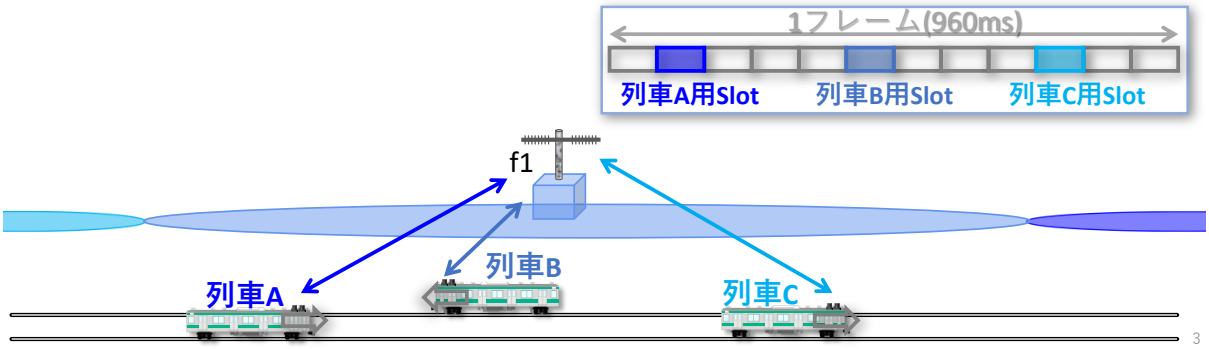


図 1-7　多元接続イメージ図

第２章　周波数共用に関する検討

２．１　周波数共用の考え方

２．１．１　300MHz 帯各鉄道システムの配置

1.4 項に記載のとおり 300MHz 帯各鉄道システムとしては、列車無線システムと列車制御システムが割り当てられており、それぞれ独立したシステムである。

無線設備の配置としては、同じ線区の沿線に列車無線、列車制御それぞれのシステムの基地局が配置され、1 つの基地局で半径 1～3km 程度の範囲をカバーする。

また、図 2-1 に示すように複数線区並走や交差する区間があり、線区間でもサービスエリアがオーバラップしている区間がある。

これらのサービスエリアがオーバラップしている区間においては、システム間及び線区間で隣接帯域（隣接チャネル、相互変調、感度抑圧）の共用について検討する必要がある。

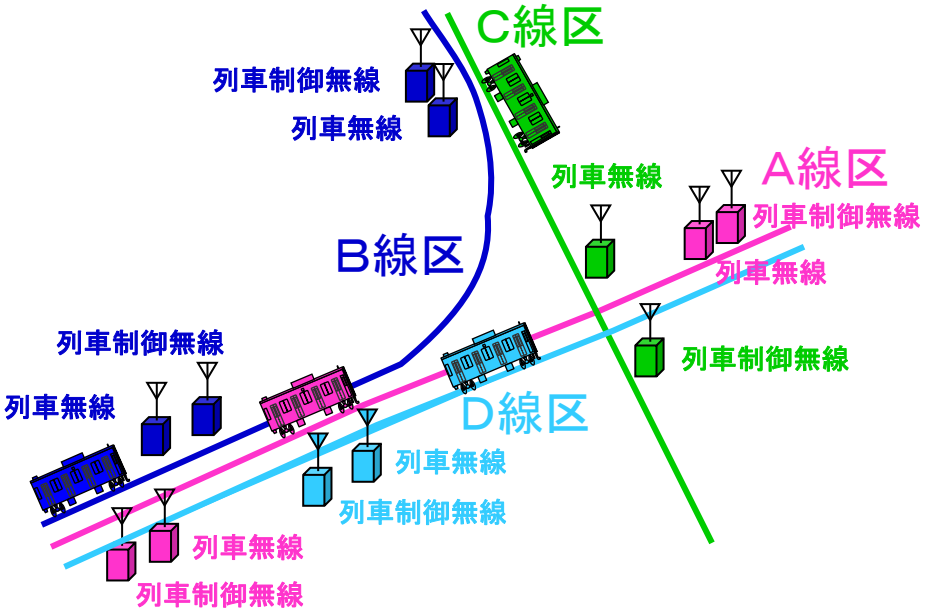


図 2-1　300MHz 帯各鉄道システムの配置イメージ

２．１．２　300MHz 帯各鉄道システムの諸元

既に導入済みの列車無線システム、従来列車制御システム、新方式列車制御システムの標準的なモデルとして、表 2-1 の諸元を設定し、検討を行った。

表 2-1　300MHz 帯各鉄道システムの諸元

システム／項目	列車無線システム	列車制御システム	
		従来方式	新方式
変調方式	位相変調(G1D)	位相変調(G1D)	振幅位相変調(D1D)
使用周波数帯	(1) 移動局：330MHz 帯　(2) 基地局：350MHz 帯		
無線チャネル間隔とチャネル数	(1) 移動局： 6.25kHz 間隔の 22 波 (2) 基地局： 6.25kHz 間隔の 22 波	(1) 移動局：6.25kHz 間隔の 24 波 (2) 基地局：6.25kHz 間隔の 24 波	
空中線電力	(1) 移動局：1W 以下 (2) 基地局：4W	(1) 移動局：1W 以下 (2) 基地局：1W、3W	
占有周波数帯幅	5.8kHz		
隣接チャネル漏洩電力の許容値	1W 以下の場合は搬送波より 45dB 以上低い値、 1W を超える場合は 32μW 以下又は搬送波より 55dB 以上低い値		

２．１．３　共用検討における与干渉・被干渉システム

表 2-2　共用検討における与干渉・被干渉システム

与干渉側システム	被干渉側システム
・新/従来無線式列車制御システム ・新/従来無線式列車制御システム ・列車無線システム	・新/従来無線式列車制御システム ・列車無線システム ・新/従来無線式列車制御システム

表 2-3　システム間における共用検討の組合せ

被干渉側（受信機）／予干渉側（送信側）	新無線式 列車制御システム	従来無線式 列車制御システム	列車無線 システム
新無線式 列車制御システム	①同一周波数（※） ②隣接周波数、 相互変調、感度抑圧	①同一周波数（※） ②隣接周波数、 相互変調、感度抑圧	②隣接周波数、 相互変調、 感度抑圧
従来無線式 列車制御システム	①同一周波数（※） ②隣接周波数、 相互変調、感度抑圧	現行基準 につき省略	現行基準 につき省略
列車無線システム	②隣接周波数、 相互変調、感度抑圧	現行基準 につき省略	現行基準 につき省略

（※）最も干渉影響を受ける新方式間での特性にて検討する

２．２　同一周波数共用検討

２．２．１　同一周波数共用検討の考え方

無線式列車制御システムは基地局エリアごとに通信内容が異なるため、線区あたり4周波数を基本に繰り返し割り当てを行う。

表 2-4　従来・新列車制御システム通信方式

項目	従来方式	新方式
変調方式	π/4 シフト QPSK	相対空間マッピング
帯域幅	6.25kHz	6.25kHz
伝送速度	9.6kbps	19.2kbps
誤り訂正符号	リード・ソロモン符号	LDPC

新方式は、位相情報だけではなく振幅情報も用いて変調しており、従来方式と比較して干渉の影響を受けやすい。そのため、同一周波数共用検討では、干渉の影響を最も受けやすい新方式同士の組み合わせにおける D/U 特性を検討した。

２．２．２　同一チャネル周波数共用条件を満たす D/U $|_{\Delta f=0}$

列車制御システムは誤り訂正後の BER 特性 1×10^{-4} にてシステム設計を実施しており、同一チャネル周波数共用条件を満たす D/U は 19.5dB となる。

新方式間での同一周波数干渉特性を図 2-2 に示す。

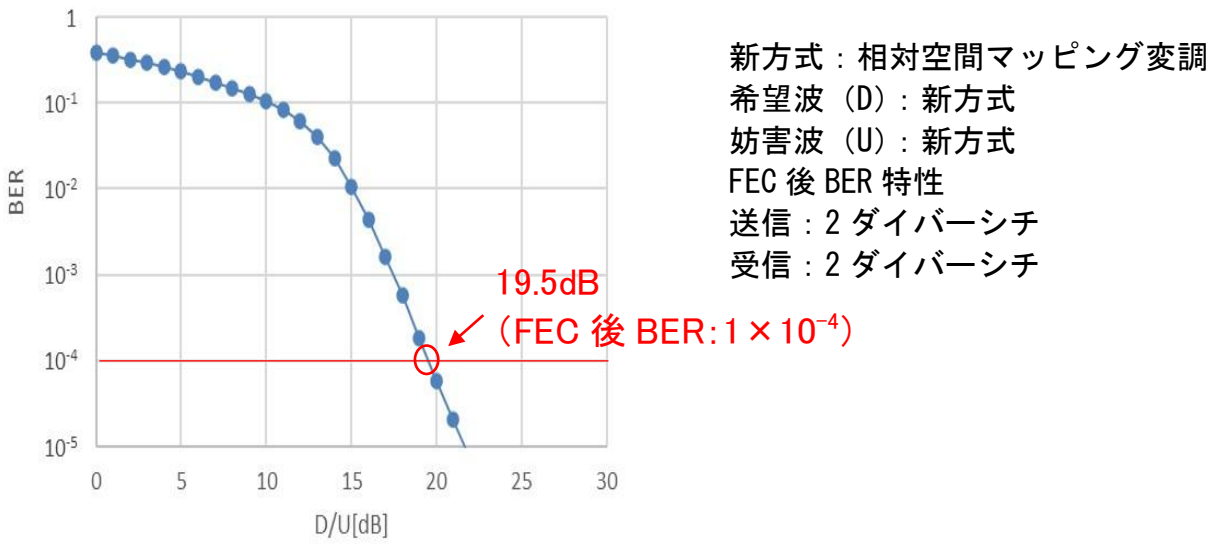


図 2-2　BER-D/U 特性（新方式×新方式）

２．２．３　同一周波数共用例

秦式電波伝搬特性を図 2-3 に示す。4 周波繰り返しのため、A 局と E 局が同一周波数の割り当てとなる。

希望波（D）：A 局エリアで受信レベルが低い個所（A 局と B 局の境界：秦式市街地で算出）

妨害波（U）：E 局からのオーバリーチ波のレベル（秦式郊外で算出）

図 2 - 3 のとおり、基地局間距離 3km で 4 周波繰り返しの条件において、同一周波数を使用する A 局から 1.5km の距離で、E 局間（離隔距離 12km）との D/U が 22.5dB であり、同一チャネル周波数共用条件を満たす D/U 19.5dB 以上を確保できていることから、共用が可能である。また、干渉影響を一番受けやすい新方式同士で共用条件を満足できているため、従来方式との共用も可能である。

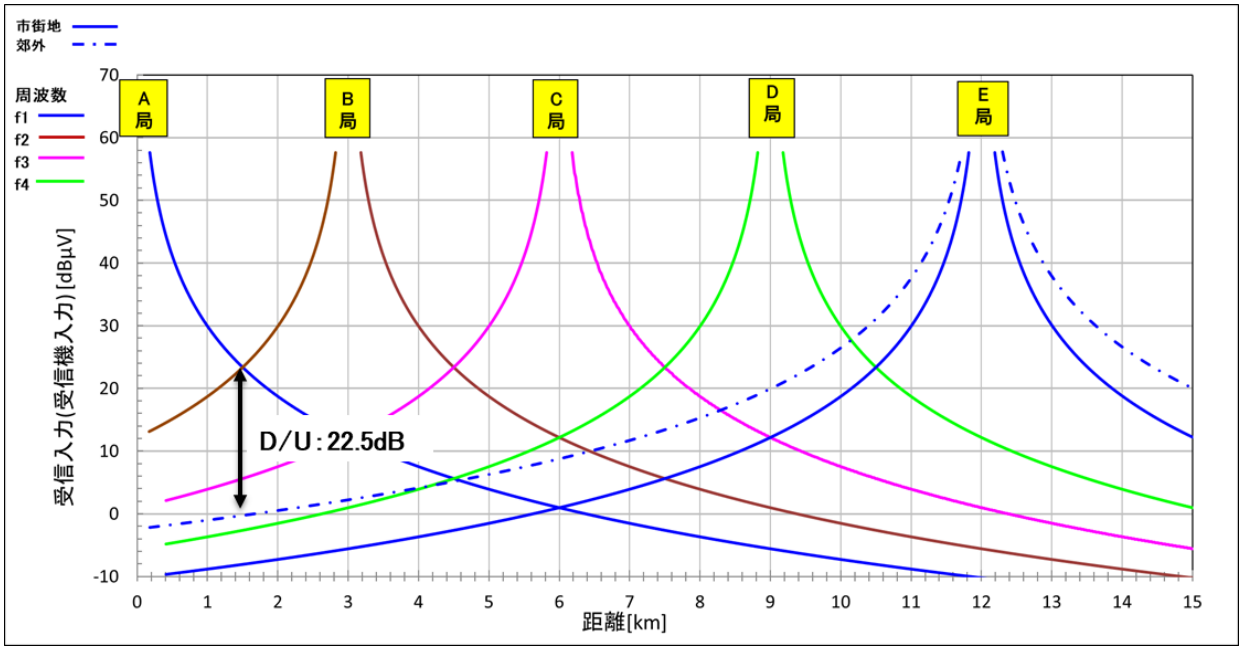


図 2-3　秦式電波伝搬特性による 4 周波繰り返し

【諸元】
基地局間隔：基本 3km
周波数：350MHz 帯
送信出力：3W
地上アンテナ高：15m
車上アンテナ高：4m
A-E 局：市街地
E 局：郊外も追加

注：本検討条件の基地局アンテナ高 15m は秦式の標準的な適用範囲の 30m を下回るが、市街地及び郊外地共に実測電界値より秦式のほうが厳しめの特性になるため、秦式を用いて同一周波数干渉検討を実施した。（参考資料参照）

なお、実際の置局に当たっては高架区間や遮蔽物、沿線環境の影響を受ける路線もあるため、個別に同一周波数干渉を考慮・検討していく必要がある。

２．３　隣接帯域（隣接チャネル、相互変調、感度抑圧）共用検討

２．３．１　隣接チャネル干渉（基地→移動局の例）

自システム基地局Ａ（ch1）からの距離が遠く、電波が弱い場所において、他線区や他システムの基地局Ｂ（ch2）近傍で隣接周波数の送信があると、基地局 B の隣接チャネル漏洩電力が ch1 に影響を与え、希望波に対する隣接チャネル干渉を受ける場合がある。

図 2-4 に隣接チャネル干渉のイメージを示す。

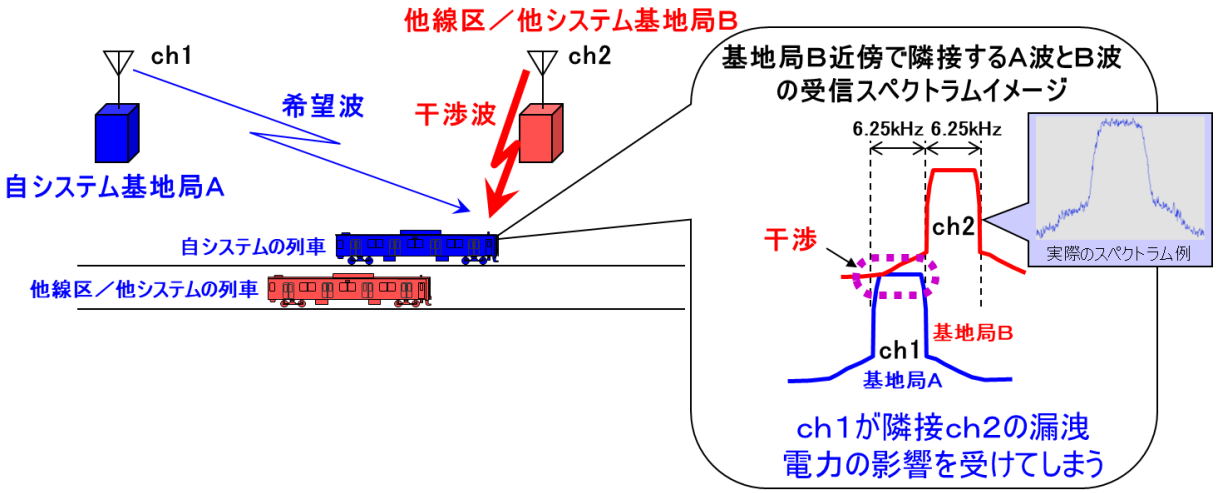


図 2-4　隣接チャネル干渉のイメージ

２．３．２　相互変調（IM：Inter Modulation）干渉（基地局→移動局）

列車無線は各基地局から 3～4 周波数を同時に送信し、列車無線と列車制御の各基地局も同時に送信する場合がある。さらに、複数線区並走や交差する箇所では線区分の複数の基地局から複数の周波数が同時送信される。並走又は交差する自線区と他線区や他システムの基地局配置が離れている場合、他線区や他システムの基地局近傍で複数波同時送信される場合に IM 干渉を起こす場合がある。例えば、自システムの基地局 A（ch: f3, f6, f8）が遠く、電波が弱い場所において、他システムの基地局 B（ch: f1, f2, f5）の近傍では、移動局無線機の内部で大入力による歪が発生して IM 干渉の影響を受ける場合がある。

図 2-5 に相互変調干渉のイメージを示す。

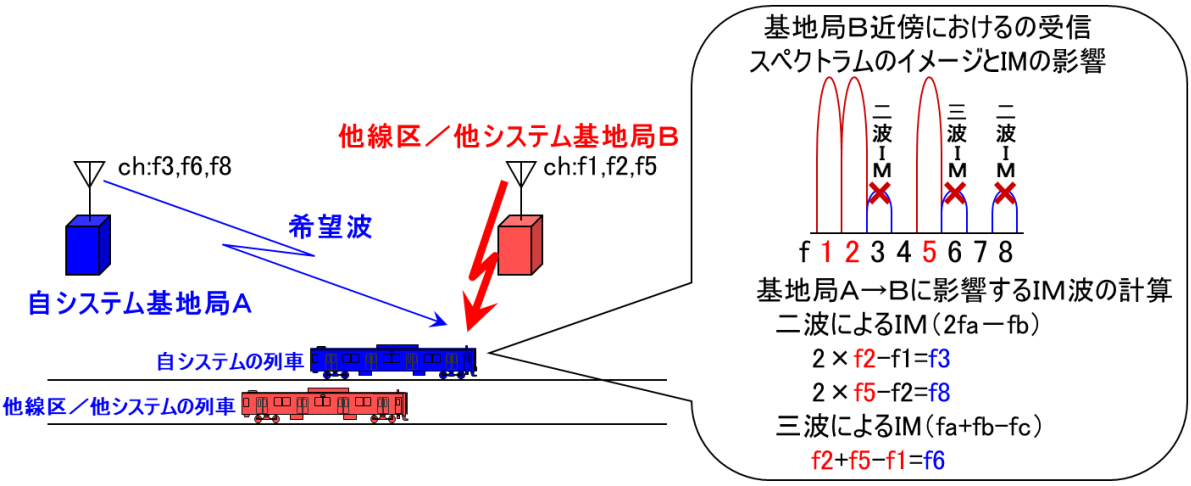


図 2-5　相互変調干渉のイメージ

２．３．３　感度抑圧（基地局→移動局）

隣接チャネルや IM にあたらない周波数であっても、移動局の受信フィルタで除去できない周波数の大入力妨害波によって感度抑圧の影響を受ける場合がある。

図 2-6 に示すように、BPF 帯域内周波数の他線区や他システムの基地局 B 近傍では強い干渉波信号により移動局の受信機で過入力防止のための自動利得制御（AGC）が動作（アッテネータが挿入された状態になる）し、希望波の信号レベルも低下してしまうことで影響が生じる。

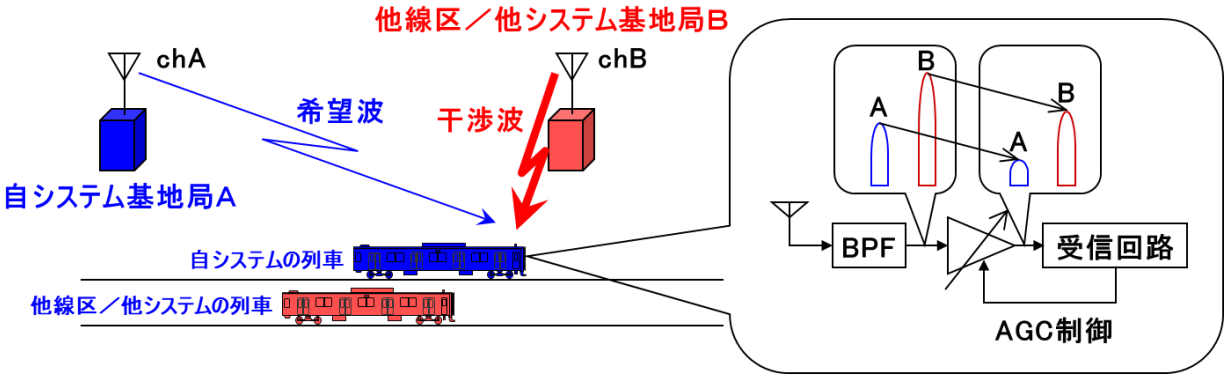


図 2-6　感度抑圧のイメージ

２．３．４　基地局→移動局回線の干渉対策

基地局から移動局への干渉は、自システムの基地局と他線区／他システムの基地局との距離に応じて、希望波と干渉波の D/U の差が大きくなることが要因として挙げられる。

同一線区のシステム間、他社を含む複数線区が並走する区間や交差する箇所では、物理的に線路の離隔を取って干渉を回避することは現実的ではない。また、干渉が起こらないよう周波数離調を取るためには多くの周波数と帯域が必要となる。

このため、サービスエリアがオーバラップする区間においては、基地局の置局配置をそろえることで、基地局→移動局回線の受信レベル差が緩和され、所要 D/U を確保できるため、干渉の影響を回避できる。なお、用地や構造上、置局配置をそろえることが困難な場合には、アンテナ指向方向の調整など代替的な手段で D/U のレベル差を抑える対策をすることが考えられる。

図 2-7 に基地→移動局回線の干渉対策例を示す。このような手法は、鉄道無線における干渉対策として、鉄道事業者において一般的に採用されている。

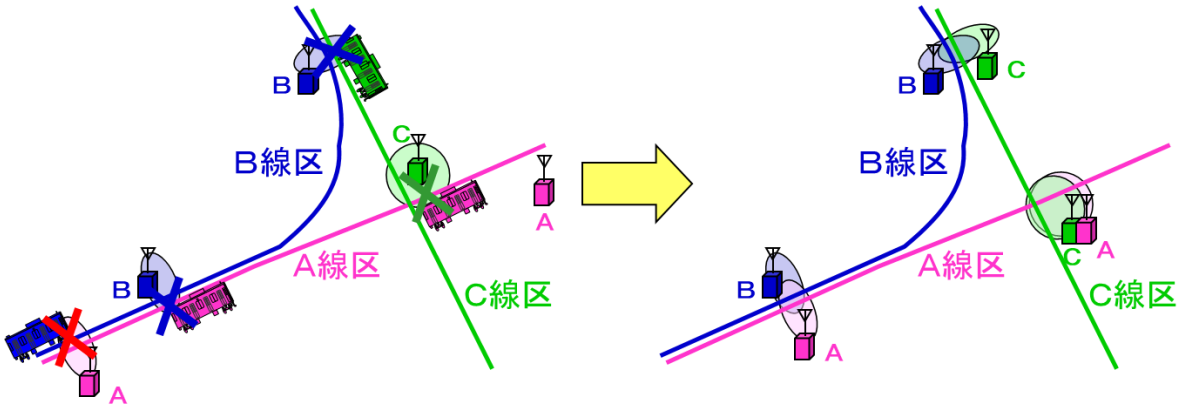


図 2-7　基地→移動局回線の干渉対策例

【結論】

同一線区のシステム間、他社を含む複数線区が並走する区間や交差する箇所では、基地局の置局配置をそろえることで、隣接チャネル、相互変調、感度抑圧による干渉を回避することが可能であり、共用は可能である。

２．３．５　隣接チャネル、相互変調（IM）干渉対策（移動局→基地局）

複数チャネルを 6.25kHz 間隔で隣接させて配置した場合、移動局→基地局回線において異なる場所の車両から同時刻に送信が行われた場合、基地局で干渉の影響を受ける現象が発生する恐れがある。

対策としては、各システムの移動局側で基地局の電波が強く受かる時には、自局の送信出力を下げることで基地局に過大入力が入らないようにする自律送信出力制御を行う。このような手法は、鉄道無線における一般的な干渉対策として、他の鉄道事業者間においても採用されている。

図 2-8 に移動局→基地回線の隣接チャネル干渉例を示す。

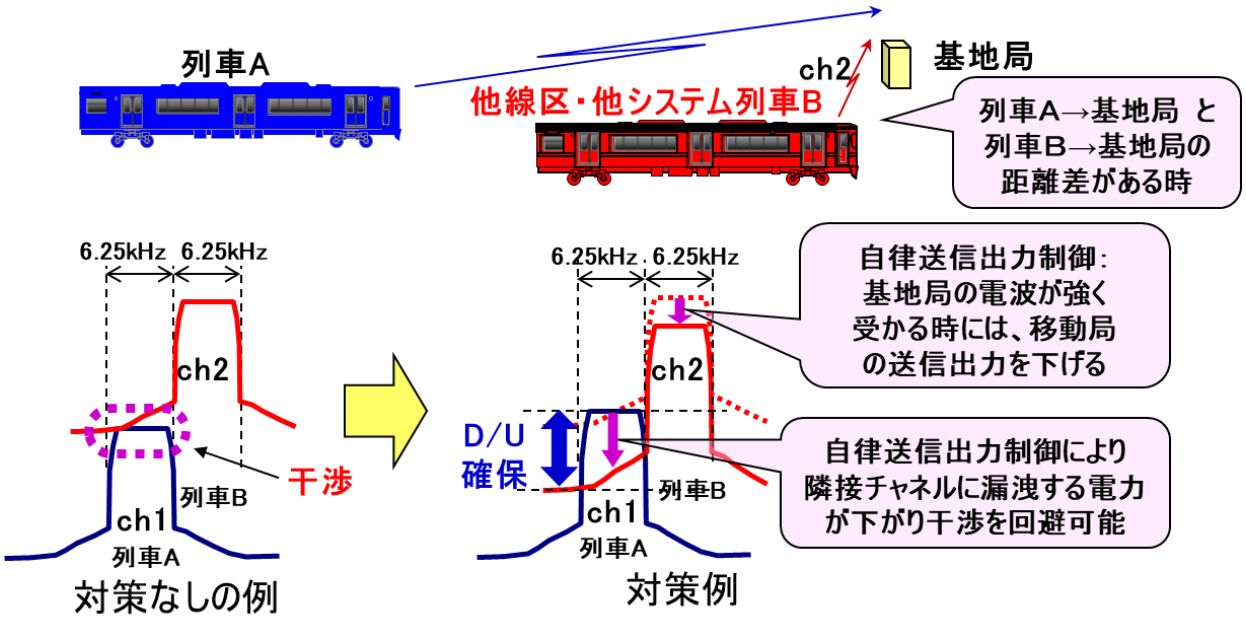


図 2-8　移動局→基地回線の干渉対策例

【結論】

移動局→基地局回線においては、移動局側で自律送信出力制御を行うことで、隣接チャネル、相互変調、感度抑圧による干渉を回避することが可能であり、共用は可能である。

第３章　技術的条件

第 2 章までの検討結果を踏まえ、300MHz 帯無線式列車制御システムの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当である。

３．１　一般的条件

３．１．１　通信方式

規定しない。

３．１．２　変調方式

規定しない。

３．１．３　電波の型式

規定しない。

３．１．４　使用周波数帯

移動局：330MHz 帯とする。

基地局：350MHz 帯とする。

３．１．５　無線チャネル

移動局：335.88750～336.03125MHz の 6.25kHz 間隔 24 波

基地局：352.38750～352.53125MHz の 6.25kHz 間隔 24 波

３．２　無線設備の技術的条件

３．２．１　送信装置

(1) 周波数の許容偏差

基地局：±0.9ppm 以内（基準局の場合は、±0.2ppm）

移動局：空中線電力 1W 超　±0.9ppm

（基準局に対する周波数追従機能を使用する場合は、±0.7＋A※ ppm）

空中線電力 1W 以下　±1.5ppm

（基準局に対する周波数追従機能を使用する場合は、±0.7＋A※ ppm）

※A は、基準局の周波数の偏差とする。

(2) 空中線電力

規定しない

(3) 空中線電力の許容偏差

+20%～-50%

(4) 占有周波数帯幅の許容値

5.8kHz

(5) スプリアス発射及び不要発射の強度の許容値

2.5μW 以下又は基本周波数の平均電力よりも 60dB 以上低い値。

ただし、1W 以下の無線局は 25μW 以下

(6) 隣接チャネル漏えい電力の許容値

搬送波から 6.25kHz 離れた周波数の±2.4kHz の帯域内に輻射される電力が、1W 以下の場合は搬送波より 45dB 以上低い値、1W を超える場合は 32μW 以下又は搬送波より 55dB 以上低い値

３．２．２　受信装置

副次的に発する電波等の限度については、4nW 以下とする。

３．３　測定方法

測定については、一般的な測定法を適用することとし、空中線給電点において空中線端子で測定すること。

３．３．１　送信装置

ア　周波数の偏差

無線設備を無変調の連続送信状態としてスペクトルアナライザ等を用いて測定する。

イ　占有周波数帯幅

通常の変調状態で連続送信として動作させ、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。測定点はアンテナ端子とする。標準符号化試験信号により変調をかけた状態において得られるスペクトル分布の全電力についてスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5%となる周波数幅を測定すること。標準符号化試験信号による変調が困難な場合は制御符号等を除くデータ領域のみ標準符号化試験信号とすることができる。

ウ　空中線電力の偏差

通常の変調の状態で連続送信として動作させ、送信設備の出力電力を電力計又はスペクトルアナライザ等を用いて測定し、定格出力との偏差を求める。測定点はア

ンテナ端子とする。標準符号化試験信号による変調が困難な場合は制御符号等を除くデータ領域のみ標準符号化試験信号とすることができる。

送信ダイバーシチ構成の場合は、それぞれの規定点での測定値とする。

エ　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

無変調の状態で連続送信として動作させ、スプリアス発射の平均電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。測定点はアンテナ端子とする。

この場合において、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、10Hz から１kHz 程度まで（帯域外領域の周波数範囲が 10MHz を超える場合は１kHz 以上とすることができる）。

オ　スプリアス領域における不要発射の強度

通常の変調状態で連続送信として動作させ、スプリアス領域における不要発射の参照帯域幅当たりの平均電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。

測定点はアンテナ端子とする。標準符号化試験信号による変調が困難な場合は制御符号等を除くデータ領域のみ標準符号化試験信号とすることができる。

この場合において参照帯域幅は、不要発射の周波数が 9kHz を超え 150kHz 以下の場合は 1kHz、150kHz を超え 30MHz 以下の場合は 10kHz、30MHz を超え 1GHz 以下の場合は、100kHz、1GHz を超える場合は 1MHz とし、スプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、9kHz から 2 次高調波までとする。

カ　隣接チャネル漏えい電力

通常の変調の状態で連続送信として動作させ、スペクトルアナライザ等を用いて搬送波の電力及び搬送波から隣接チャネル間隔離れた周波数において技術的条件で定められる帯域内の電力を測定し、搬送波の電力との比を求め隣接チャネル漏えい電力を算出する。測定点はアンテナ端子とする。標準符号化試験信号による変調が困難な場合は制御符号等を除くデータ領域のみ標準符号化試験信号とすることができる。

３．３．２　受信装置

ア　副次的に発する電波等の限度

無線設備を連続的受信状態としてスペクトルアナライザ等を用いて測定する。

なお、送信空中線端子と、受信空中線端子が独立している場合は、受信空中線端子で測定する。

この場合において、副次発射の強度の測定を行う周波数範囲については、9kHz から 2 次高調波までとする。

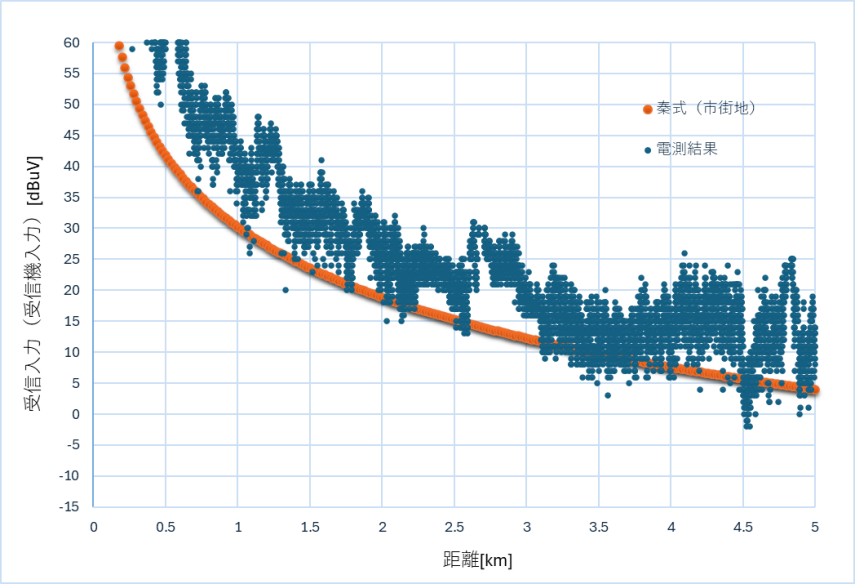
参考資料

秦式では地上アンテナ高 30m 以上が適用範囲であることから、基地局の地上アンテナ高 15m である本件の検討に当たり適用の妥当性について検討を行った。

電界測定は、地上アンテナ高 15m の基地局から 350MHz 帯の電波を 3W で発射し、線路上を走行する車上アンテナ高 4m の列車で受信する通信系を構築して実施した。
また、市街地として高層建築物が密集している東京圏で見通しが遮られやすい区間を、郊外地として田園地帯で障害物が少なく安定した電界が得られやすい関東圏外の区間を抽出して測定を行った。

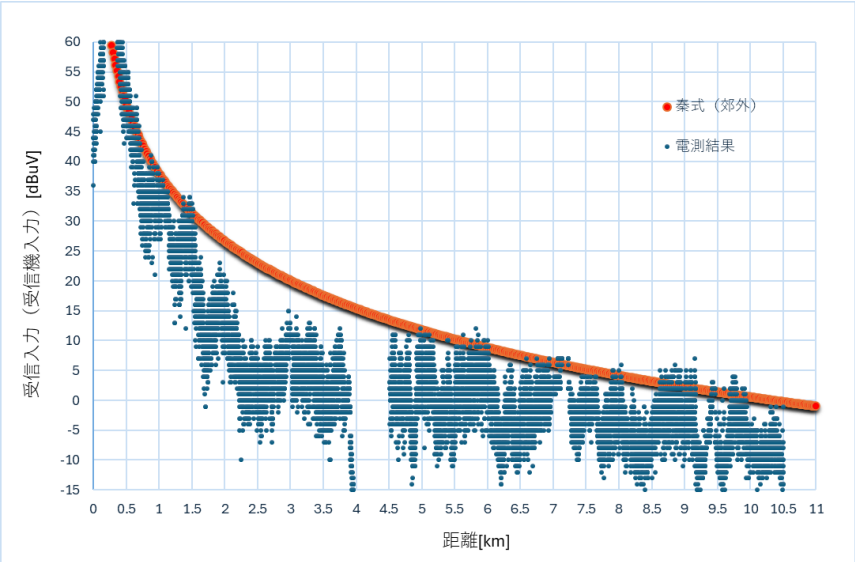
図 1 に秦式電波伝搬特性（市街地）と市街地線区での電界測定結果、図 2 に秦式電波伝搬特性（郊外地）と郊外地線区での電界測定結果を示す。
実測の結果、秦式市街地曲線では実測値が高めに、また郊外地曲線では実測値が低めの結果になっており、干渉条件として厳しめの特性となっていることがわかる。
以上を踏まえ、秦式による電波伝搬特性を用いて検討を行うことは妥当であると考えられる。

なお、実際の置局に当たっては高架区間や遮蔽物、沿線環境の影響を受ける路線もあるため、個別に同一周波数干渉を考慮・検討していく必要がある。



【電界測定条件】
周波数：350MHz 帯
送信出力：3W
地上アンテナ高：15m
車上アンテナ高：4m
測定場所：市街地線区

図 1：秦式電波伝搬特性（市街地）と電界測定結果



【電界測定条件】
周波数：350MHz 帯
送信出力：3W
地上アンテナ高：15m
車上アンテナ高：4m
測定場所：郊外地線区

図 2：秦式電波伝搬特性（郊外地）と電界測定結果