

「150/260/400MHz 帯業務用移動無線の周波数有効利用」の提案募集結果

(募集期間:平成25年6月15日(土)から7月5日(金)まで)

○提案総数 : 21者

○募集内容に対する提案件数

- | | |
|------------------------------|------|
| ① アナログ方式とデジタル方式の混在時の共用・干渉低減策 | [3件] |
| ② 効率的にアナログ方式からデジタル方式へ移行する方法 | [6件] |
| ③ デジタル方式の無線設備の低廉化 | [9件] |
| ④ デジタル方式の特徴を生かしたアプリケーション活用方法 | [5件] |
| ⑤ 今後、需要・通信量の増加が想定される業務用無線の用途 | [5件] |

※一の者で複数の案件の提案があるため、提案者数と件数は一致しない。

※募集内容との関係が明示されていない提案は、内容を踏まえて事務局で振り分けた。

分類	名称	提案区分					
		①	②	③	④	⑤	その他
無線機器製造メーカー、無線システム関連メーカー	日立国際電気(株)	●	●				
	三菱電機(株)				●		
	Hytera Communications Co.,Ltd		●	●			
	日本電気(株)	●		●			
	日本無線(株)			●			
	バーテックススタンダードLMR合同会社			●			
	八重洲無線(株)			●		●	
	アイコム(株)				●		
	モトローラ・ソリューションズ(株)		●	●			
	(株)情報システム総合研究所				●		
	ビーム計画設計(株)	●	●				
電気通信事業者	ソフトバンクモバイル(株)		●	●			
無線局ユーザー、ユーザー関連団体	(一社)日本鉄道電気技術協会				●		
	関東鉄道協会					●	
	(一社)全国陸上無線協会					●	
	QoLセンシングネットワーク推進協議会					●	
	日本空港無線サービス(株)、アビコム・ジャパン(株)、関西国際空港情報通信ネットワーク(株)、中部国際空港情報通信(株)			●			
	(一社)日本ガス協会		●	●			
	久米島町				●		
	国土交通省					●	
個人						●	

①アナログ方式とデジタル方式の混在時の共用・干渉低減策

- 従来の個別専用波による方策ではなく、新たな自営系共用波の概念による周波数共用条件の検討が有効と考える。【(株)日立国際電気】
- コグニティブ無線技術により、端末が電波の使用状況をダイナミックに認識し、未使用周波数を利用することにより干渉を低減。【日本電気(株)】
- デジタル無線機がアナログ波に対するキャリアセンス機能を具備することによる混信防止、BERにより変調方式を変化させる階層型変調方式や周波数インターリーブ機能の活用によって混信を軽減。【ビーム計画設計(株)】

②効率的にアナログ方式からデジタル方式へ移行する方法

- 防災時に市町村間で迅速に広域連携できるように、全国一律の同一システムで災害に強いシステムを導入する。
「一般業務用」として移動体通信事業者等に260MHz帯を割当て可能とし、市町村にネットワークを貸し出す仕組みを設ける。【ソフトバンクモバイル(株)】
- アナログ・デジタル共用機のスキャン機能を活用することにより、無理の無い移行を実現。【Hytera Communications Co.,Ltd】
- デジタル化の普及促進に向け、現状の国内周波数配置を継承、尊重した方策が望ましい。また、デジタル化再更新を想定する場合においても、周波数の有効利用、従来の隣接共用条件、移行時の経済性等の総合的な観点からも同様と考える。【(株)日立国際電気】
- デジタル移行のためにアナログ周波数帯を設定し、アナログ波を周波数変更により運用。【ビーム計画設計(株)】
- アナログと同じ周波数でデジタル/アナログ両用機を導入し、全数が更新された時点でデジタルに統一する。【(一社)日本ガス協会】
- アナログ無線局を他の帯域に移行しつつ、空いた周波数について段階的にデジタル方式を導入【モトローラ・ソリューションズ(株)】

③ デジタル方式の無線設備の低廉化

- 防災時に市町村間で迅速に広域連携できるように、全国一律の同一システムで災害に強いシステムの導入することを提案。【ソフトバンクモバイル(株)】
- 12.5kHz TDMA方式は世界複数国での採用によるスケールメリットから価格優位性が享受できる。【Hytera Communications Co., Ltd】
- ソフトウェア無線を活用することにより、共通のプラットフォームにアナログ方式及びデジタル方式を実装することで、アナログ方式とデジタル方式の混在時の共用、効率的な移行が可能となり、更にコスト低減が可能。【日本電気(株)】
- 製造コストの削減および公平な競争が可能となる国際標準に準拠することが適当である。【日本無線(株)】
- 世界標準で使用されているグローバルな標準規格での製造、及びグローバルスタンダードの製品が導入できるような周波数再編を検討すべき。【バーテックススタンダードLMR合同会社】
- すでに世界標準となっており欧米各国で採用されているDMR、TETRA、APCOなどの製品が日本の公共及び一般業務用に採用されることで子機の低廉化が促される。【八重洲無線(株)】
- 無線装置数が少なく高トラフィックに対応でき、かつ端末の省電力が期待できるTDMA方式を基本とし、インターオペラビリティを確保し拡張性に優れるシステムを導入するために、国際的な規格のシステムの導入が可能となる技術的条件とすべき。【日本空港無線サービス(株)、アビコム・ジャパン(株)、関西国際空港情報通信ネットワーク(株)、中部国際空港情報通信(株)】

- 業務別の開発はコストがかさむため、一般業務用として統一の仕様で各メーカーが製造・販売する。【(一社)日本ガス協会】
- 世界的かつ競争的市場が確立している標準規格の市場は世界で成長を続けることにより機器の低廉化は促進することから、日本においてもグローバルスタンダードの製品を使えるよう検討すべき。【モトローラ・ソリューションズ(株)】

④デジタル方式の特徴を生かしたアプリケーション活用方法

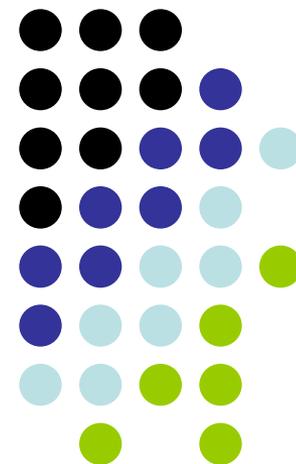
- テレメータ・テレコントロール(河川監視、水門制御・監視)用に、帯域幅を変更することで監視制御用のデータ伝送と映像伝送が可能な無線システムについて提案。【三菱電機(株)】
- 業務用移動無線での廉価で効率的な静止画伝送システムについて提案。【(株)情報システム総合研究所】
- 無線列車制御システムの開発による軌道回路レスと単線並行運転を目的とした新たな列車運転システムの構築 【(一社)日本鉄道電気技術協会】
- 国際VHF、アマチュア無線のD-STAR等で取り入れられているスキャン機能やワッチ機能により、機能的で円滑な運用が図れる。【アイコム(株)】
- 画像伝送等のマルチメディア対応、携帯電話網とのディアルネットワーク対応、他機関ネットワークとの相互接続が可能となるソフトウェア無線技術などを可能とする「緊急自治体業務用無線」への利用 【久米島町】

⑤ 今後、需要・通信量の増加が想定される業務用無線の用途

- 文字データ等を用いた運転指示を可能とする列車無線の高度化や誘導無線方式からの移行により、150MHz帯における列車無線は、今後、需要・通信量が増加。【関東鉄道協会】
- デジタル簡易無線の需要はますます高まってくるものと考えられ、将来的には周波数がひっ迫することも視野に入れ、周波数帯域の拡大は不可避 【(一社)全国陸上無線協会】
- 登録局(デジタル簡易無線)は、従来業務用無線を使用してきた市場だけでなく、業務用無線機のレンタルビジネス市場も含め大きな市場となっており、登録局の増加傾向に対応するために周波数帯を増やすことが必要。【八重洲無線(株)】
- 近年の医療の高度化に伴い医療用テレメータの需要は増加しており、今後、双方向通信などによって信頼できる生体情報を伝送するためには専用周波数の拡充が必要不可欠。【QoLセンシングネットワーク推進協議会】
- 既存のK-COSMOS及びアナログVHFシステムからの移行需要等を考慮すると、デジタル化によって狭帯域化したとしても多くの周波数が必要。【国土交通省】

「150/260/400MHz帯業務用移動無線の 周波数有効利用」に関する提案意見

平成25年8月8日
株式会社日立国際電気



1. 意見提案の事項・提案骨子

- アナログ方式とデジタル方式の混在時の共用・干渉低減策
- 効率的にアナログ方式からデジタル方式へ移行する方法



- (1) 150/400MHz帯における新たな周波数割当においては、従来の個別専用波による方策以外に、免許波による新たな自営系共用波の概念による周波数共用条件の検討が有効。
- (2) 150/400MHz帯においては、デジタル化の普及促進に向け、現状の国内周波数配置を継承、尊重した方策が望ましい。
また、デジタル化再更新を想定する場合においても、周波数の有効利用、従来の隣接共用条件、あるいは、移行時の経済性等の総合的な観点から同様と考える。

2. 共用・干渉低減策の事例(1)

■ アナログ・デジタル方式混在時の周波数共用の検討

● 150MHz帯デジタル簡易無線(DCR)における周波数割当の事例

✓ チャンネル間隔

アナログ方式: 20kHz、デジタル方式: 6.25kHz

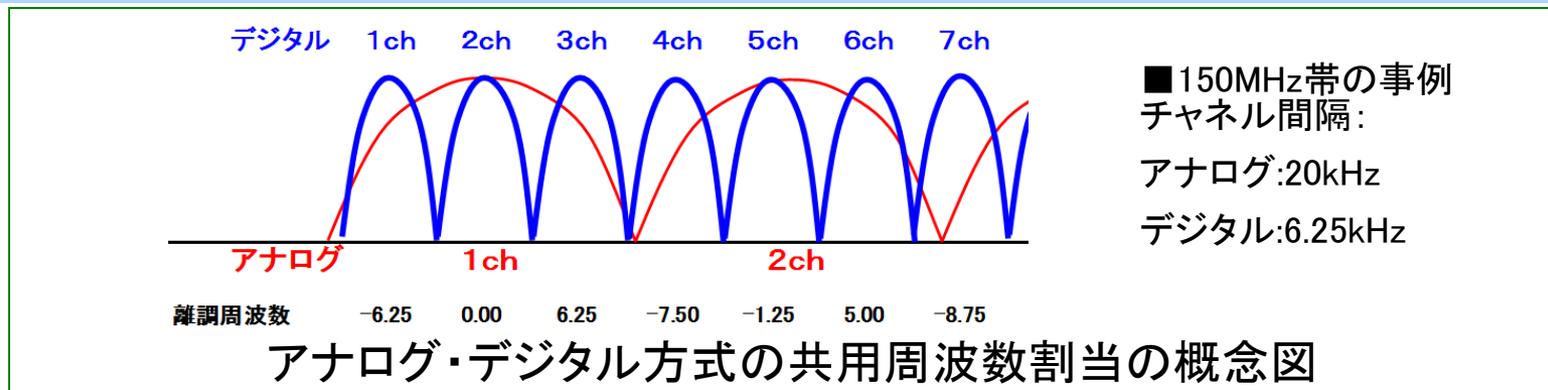
✓ アナログ方式とデジタル方式に同一周波数を割当

異なる方式間でのキャリアモニタ(検出)機能を実現 (→干渉軽減)

● 現行の技術的条件・基準を踏まえた上で、このような周波数共用方法も有効と考えられる。

✓ 業務用無線(SR)においては、更なる干渉検討が必要

✓ アナログ・デジタルのデュアル方式の採用とは必ずしもリンクしない



2. 共用・干渉低減策の事例(2)

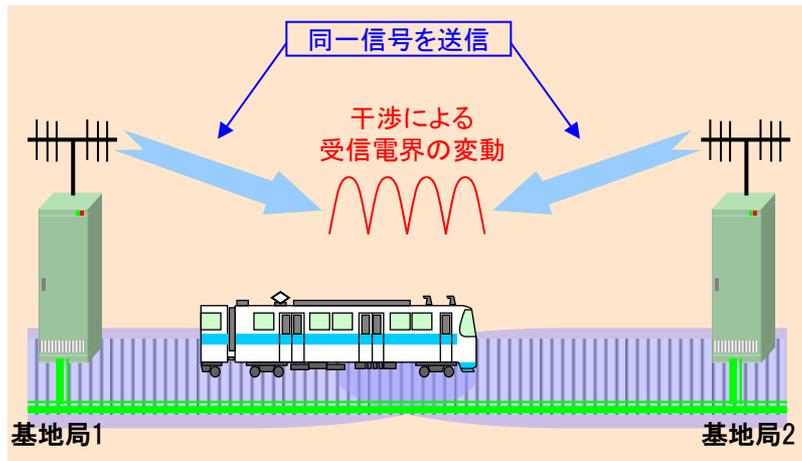
■ デジタル化における同一波干渉軽減システムの事例

● D-STBC方式による同一波干渉軽減システム (デジタル列車無線システム)

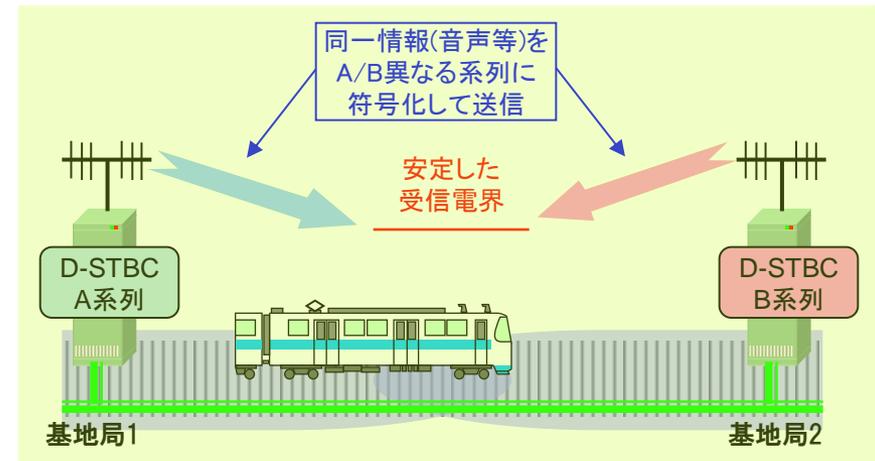
D-STBC: Differential Space-Time Block Coding (差動時空間ブロック符号)=MIMO(送信ダイバーシティ)の一方式

- ✓ 特長 ・従来規格や機器構成に対して最小限の変更で優れた効果を実現
- ✓ 実績 ・フィールドにおける効果実証試験

◇ 同一波干渉の原理



◇ D-STBC適用の効果



参考文献: V. Tarokh and H. Jafarkhani, "A differential detection scheme for transmit diversity," IEEE Journal of Selected Areas Communications, Vol. 18, No.7, pp.1169-1174,(2000)

3. 効率的なデジタル移行の方法

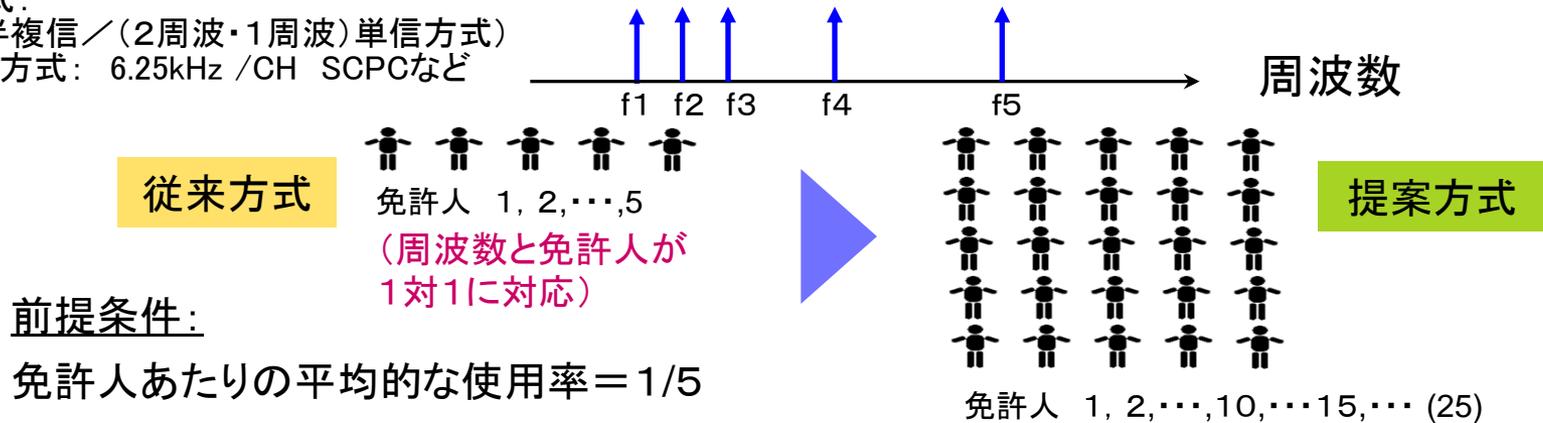
150／400MHz帯・空き周波数における効率的なデジタル移行方策

■ 新たなシステム概念（自営系共用波）の導入検討

✓ 提案： 免許人単位の周波数割当 → 複数免許人に対して、共用波割当によるシステム運用形態の導入

✓ 期待される効果： 周波数割当における周波数有効利用の向上（比較的簡便な無線システムに有効と想定される）

- ・通信方式：
2周波半複信／(2周波・1周波)単信方式)
- ・アクセス方式： 6.25kHz /CH SCPCなど



自営系共用波の周波数割当の概念図

4. 従来デジタル方式・基準の踏襲

150／400MHz帯における基本的な考え方:

■ 従来の狭帯域デジタル方式による継続的な周波数有効利用

① 自営系無線の特長である専用波免許局(輻輳・干渉の軽減)による音声・簡便なデジタル伝送などの高度化指向による無線システムの継続的導入が望ましい。

② 周波数配置

- ✓ チャンネル間隔: 6.25kHz／CHを主体、その他25kHz／CHなど
- ✓ 送受信間隔(複信・半複信): 原則、現状の周波数間隔の踏襲が望ましい。

③ 変調方式・周波数共用条件

- ✓ 移動系: 既存 π / 4シフトQPSK、4値FSK方式の採用
(汎用化技術)
- ✓ 周波数共用条件(同一周波数・隣接周波数):
原則、現行技術基準の踏襲が望ましい。(有効性確保)

150／260／400MHz帯 業務用移動無線の周波数有効利用 についての提案

2013年8月8日

日本電気株式会社

概要

◆背景:近年、デジタル・アナログ通信をはじめ、一つのハードウェアで種々の通信方式に対応できる多機能無線機などの無線技術の高度化が実現されてきている

- 災害対処現場における、異組織間での情報共有やアドホックネットワークを用いた、基地局に依存しない通信手段の確保
- 安心安全社会実現のために、災害情報や安否情報等の住民サービスを迅速に提供する防災無線の重要性の高まりと高度利用への期待
- 業務用移動無線方式に対し、画像・位置データなどの広帯域データ通信のニーズ拡大

ニーズ

異組織間情報共有

広帯域データ通信

多機能な
自営無線通信網

デジタル移行時の
コスト低減

技術

ソフトウェア無線

コグニティブ無線

アドホックネットワーク

⇒多品種な業務用無線方式の
H/W統合による無線設備低廉化

⇒空き周波数自動選択による
運用性・周波数利用効率向上

⇒端末間ネットワーク構築・維持
によるネットワーク信頼性向上

普及に向けた課題

- ・技術基準・規定の策定
- ・実用化／実用性向上に向けた技術開発の加速
- ・実証実験による課題の抽出と解決

ソフトウェア無線とは

ソフトウェア無線機とは、ソフトウェアで通信処理を行うことにより、無線通信を実現するもので、ハードウェアに変更を加えることなく、ソフトウェアにより機能性能の変更が可能な無線機である。さらに、ハードウェアを共通化することによる、無線機の低廉化を図ることができる。

ソフトウェア無線機の特徴

- (1) マルチバンド、マルチモード、マルチチャネルの無線機
- (2) ソフトウェアのダウンロードによる機能・性能の拡張性
- (3) ソフトウェア標準化

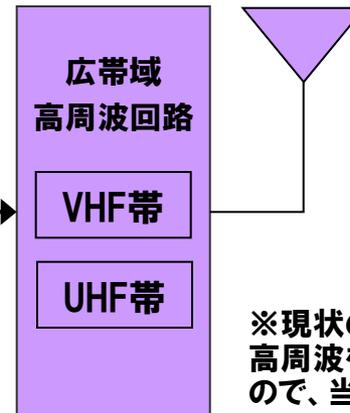
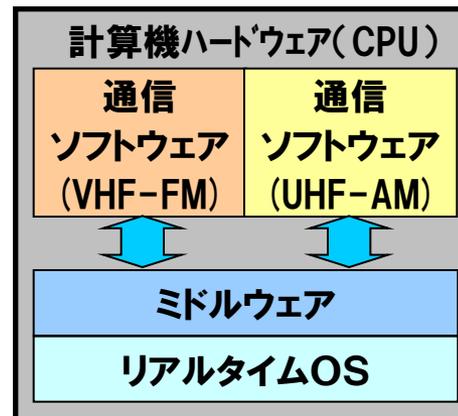
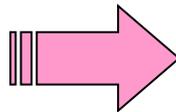
ソフトウェア無線機適用の効果

- (1) **低コスト化**
 - ・ハードウェア構成の低減
 - ・ソフトウェア再利用による開発コスト低減
- (2) 小型・軽量化
- (3) 異種ネットワークとの相互通信性の向上
- (4) 技術の進展に対応



HF-SSB,
VHF-FM,
UHF-AM...

ダウンロード

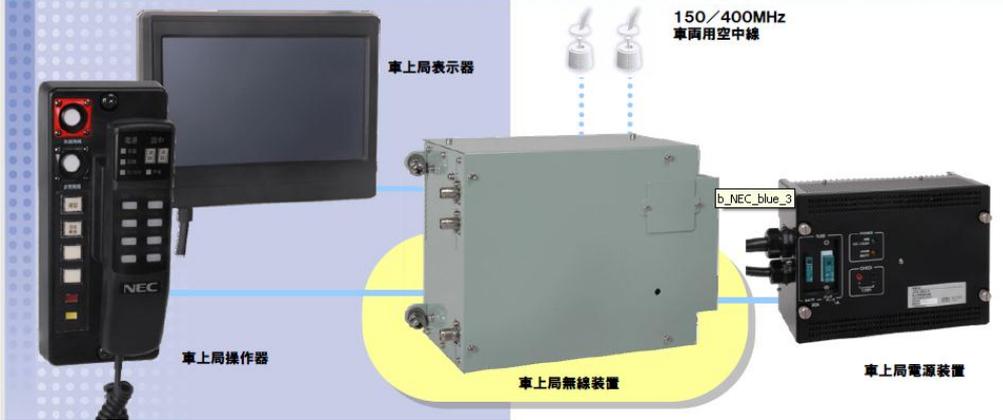


※現状のCPUの処理能力では高周波を直接信号処理できないので、当面は高周波回路が必要。

ソフトウェア無線の例

NECのデジタル列車無線 SDR(ソフトウェア無線)

Software-Defined Radio

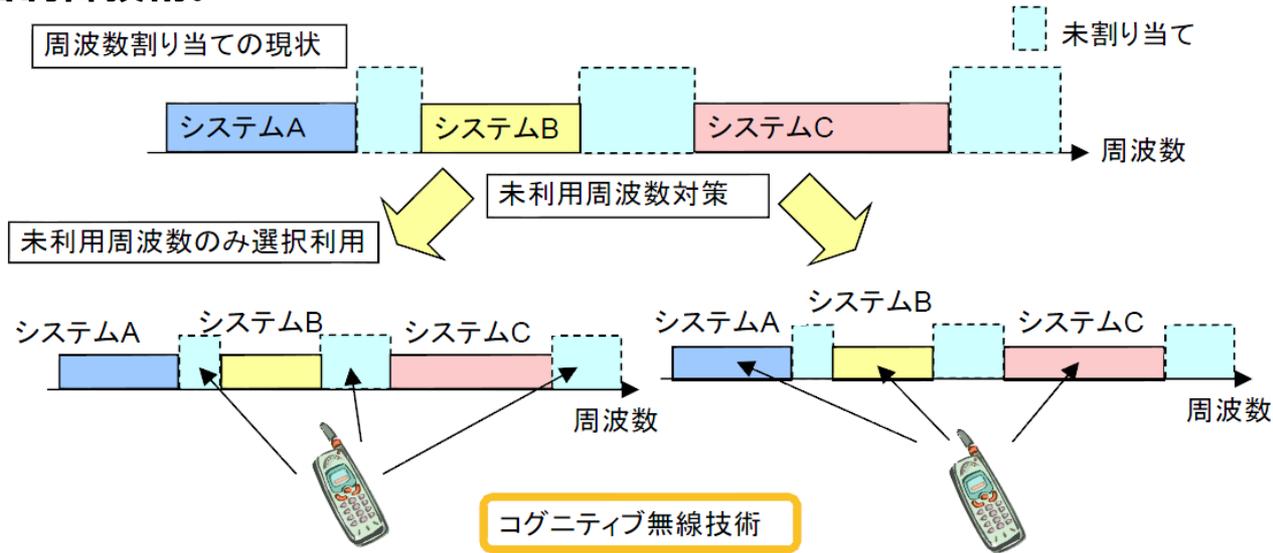


デジタル消防無線 (SDR)



コグニティブ無線

周辺の電波環境や利用者のニーズを認知し、利用する通信方式を自律的に最適化する無線通信制御技術。



無線機が、割り当てられているが使われていない周波数“White Space”を検知し、既存システムに干渉を与えず使用。

周波数共用型

無線機が、複数の既存通信システムをセンシングし、状況に応じ最適なものを選択して使用。既存システムの利用効率を向上。

ヘテロジニアス型

図出典：NICT殿公開資料に加筆

【効果】

- 電源投入のみで最適な無線通信方式を自動選択し即利用可能
- 既存無線通信システムと干渉を起こさず同時運用可能
- 通信網の抗たん性を強化可能
- リアルタイムデータから大容量データまで多種多様なデータを効率的に通信可能

アドホックネットワーク

アドホック (ad-hoc) ネットワークとは？

1. アクセスポイント (AP) が**不要**
2. 無線で接続される**端末のみ**でネットワークを構成



アクセスポイント(基地局)に制約されない
動的なネットワークが構成可能

技術課題

1. 端末が移動したり電源が切られたりするため、端末相互間の**リンクが不確実**
2. 通信経路をどのように**確保**し、情報を**転送**するか

実現方式

移動端末での自律的なネットワーク構成の実現のため、種々のルーティングプロトコルが提案されたが、インターネット関連の標準化組織 IETF(Internet Engineering Task Force)では以下2つのプロトコルに絞られてきている。

DYMO

Reactive型

通信開始時にルーティングを検索・決定する方式

OLSRv2

Proactive型

非通信時に情報交換してルーティングを決定する方式

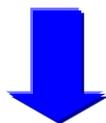
普及に向けた課題

普及に向けた課題

- 技術基準 規定の策定
- 実用化／実用性向上に向けた技術開発の加速
- 実証実験による課題の抽出と解決

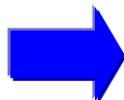
ソフトウェア無線技術

- H/W共通化による低廉化の検討
- 異組織間情報共有時の運用検討
- ソフトウェア変更に適した認証の検討



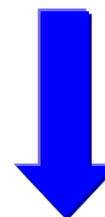
コグニティブ無線技術

- 実証実験による有効性検証
- 業務用無線のワイドバンド化の検討



アドホックネットワーク技術

- 新たな基準、規定の制定



業務用デジタル化促進
さらなる有効利用



資料3-3-3-3

150/260/400MHz帯業務用移動無線の 周波数有効利用に関する モトローラ・ソリューションズ(株)の提案

～ デジタル方式の無線設備の低廉化について ～

情報通信審議会技術分科会

陸上無線通信委員会

2013年8月8日

モトローラ・ソリューションズ株式会社



1. デジタル方式の無線設備の低廉化について

無線設備の低廉化には、安価に製造できる技術規格であることと同時に、規模が大きく競争的環境となっている市場で用いられている標準規格の機器の利用が大きく寄与します。

150/400MHz帯のデジタル業務用無線機においては、公共的用途及び一般業務用途において、ETSIのDMRやTETRA、TIAのAPCO P25などすでに世界的且つ競争的市場が確立している標準規格があり更にその市場は世界で成長を続けています。

また、製品がその標準規格に準拠する限り、同規格が高度化されても、その技術標準規格に準拠して多くの機器メーカーが製造を継続するため、競争的環境、機器の低廉化を促進する環境は自ずと維持されます。

日本の150/400MHz帯においてもユーザーがこれらのグローバルスタンダードの低廉で且つ多様な製品を希望に応じて使えるよう、周波数割当を検討していくべきです。



2. グローバルスタンダードのシステム・製品を 日本国内の一般・公共業務用無線で利用 していただくための制度上の問題点について

技術基準としては、TETRA, P25, DMR等のトランキングシステムについても狭帯域デジタル通信方式の無線局の無線設備として規定されている。
(無線設備規則第57条の3の2)

しかし、TETRAの場合、電波法関係審査基準の地域周波数利用計画策定基準一覧表においてTETRAに対応する周波数ペア(25kHzチャンネル、送受間隔10MHz)がない。

DMR、P25の場合、12.5kHzチャンネルの割り当てが極めて少なく、特に関東においては新たな需要に対応できない。



TETRAの世界の採用状況



TETRAシステムは世界117カ国で導入されている
特にアジアパシフィックでは広く用いられている



Africa

Algeria
Angola
Botswana
Congo
Djibouti
Kenya
Libya
Morocco
Namibia
Nigeria
Senegal
South Africa
Sudan
Tanzania
Tunisia
Uganda



Asia Pacific

Afghanistan
Australia
Azerbaijan
Bagladesh
Bhutan
Brunei
China
East Timor
Georgia
India
Indonesia
Kazakhstan
Malaysia
Maldives
Mongolia
New Caledonia
New Zealand
Pakistan
Philippines
Singapore
South Korea
Taiwan
Thailand
Tukmenistan
Uzbekistan
Vietnam



Middle East

Bahrain
Egypt
Iran
Iraq
Israel
Jordan
Kingdom of Bahrain
Kuwait
Lebanon
Oman
Palestine
Qatar
Saudi Arabia
Syria
Turkey
UAE



Latin America

Argentina
Aruba
Bermuda
Brazil
Chile
Colombia
Costa Rica
Curaçao
Dominican Republic
Ecuador
Haiti
Mexico
Panama
Peru
St. Martin
Trinidad & Tobago
Venezuela



East Europe

Belarus
Bosnia
Bulgaria
Croatia
Czech Republic
Estonia
Hungary
Kosovo
Latvia
Lithuania
Macedonia
Poland
Romania
Russia
Serbia
Slovakia
Slovenia
Ukraine



Scandinavia

Denmark
Finland
Iceland
Norway
Sweden



South Europe

Andorra
Gibraltar
Greece
Italy
Malta
Monaco
Portugal
Spain



West Europe

Austria
Belgium
France
Germany
Ireland
Luxemburg
Netherlands
Switzerland
UK
Vatican City

TETRA networks around the world

TETRA networks in 117 countries around the world

出典: TCCA (TETRA + Critical Communication Association)

Motorola Solutions Japan Ltd. ©2013, All rights reserved.

MOTOROLA, MOTO, MOTOROLA SOLUTIONS and the Stylized M Logo are trademarks or registered trademarks of Motorola Trademark Holdings, LLC and are used under license. All other trademarks are the property of their respective owners. © 2010 Motorola, Inc. All rights reserved.



世界の稼働システム数、端末数

- ▶ 世界で稼働中のシステム数は2,000以上
- ▶ 端末累計出荷台数400万台超
2012年は新規及び機種更新で50万台超が出荷された。
2012年の出荷台数は2011年から12%の伸びである。
- ▶ ヨーロッパでは主たる市場はPublic Safetyとセキュリティーであることに変わりがないが、ミッション・クリティカル以外のビジネスの場面で使われるなど用途の多様化がみられる。

(弊社調査)



TETRA 機器メーカー



(弊社調査)



世界の稼働システム数、端末数

- ▶ 世界で稼働中のシステム数は10,000以上
- ▶ 世界の端末累計出荷台数250万台超
APCO, TETRAに比べ利用シーンが多目的で機器も安価であるため出荷台数の伸び率はこれらの2つに比較して高い。

(弊社調査)



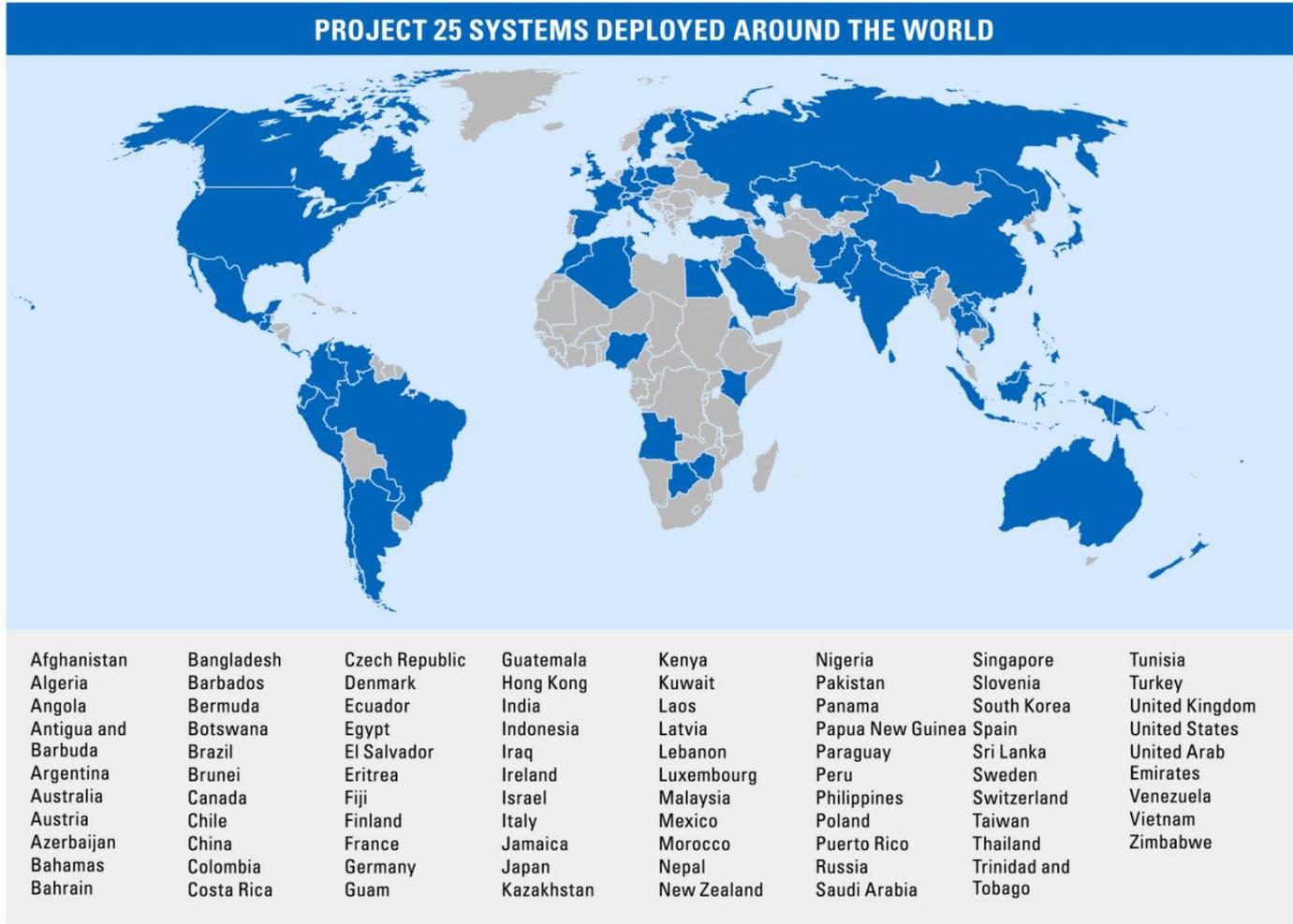
DMR 機器メーカー



(弊社調査)

P25の世界の採用状況

P25システムは世界83カ国で導入されている



Source: Project 25 Technology Interest Group (PTIG), July 2011

出典: Project 25 Technology Interest Group (PTIG) @ IWCE2013



マルチベンダー ~ 競争的な調達源



Project 25 では37のベンダーが機器とサービスを提供している

PTIG Project 25 Industry List - March 2013

15 の固定局・レピーターメーカー

15 の端末メーカー

11 のコンソールメーカー

15 のネットワークプロバイダー

5 の試験装置メーカー

PTIG Member Organizations	Fixed Stations & Repeaters	Mobile & Portable Equipment & Subscribers	Consoles	Networks	Software	Test Equipment	Systems Integration	Consultant Services
AECOM								
AERO FLEX								
AIRWAVE SOLUTIONS								
ANRITSU								
AVTEC								
CASSIDIAN COMMUNICATIONS								
CATALYST COMMUNICATIONS								
CISCO SYSTEMS								
COBHAM AVIONICS								
CODAN RADIO - DANIELS								
CYNERGYZE								
DAIRON								
DVSI								
EF JOHNSON TECHNOLOGIES								
EIHERSTACK								
FEDERAL ENGRG INC								
GENESIS GROUP								
HARRIS CORPORATION								
ICOM AMERICA								
KENWOOD USA								
MIDLAND RADIO								
MODUCOM								
MOTOROLA SOLUTIONS								
PANTEL INTERNATIONAL								
POWERTRUNK								
RADIO COMMUNICATIONS SOLUTIONS								
RAYTHEON CIVIL COMMUNICATIONS								
RELM WIRELESS								
SIMOCO								
SPECTRA ENGINEERING								
TAIT RADIO								
TECHNISONIC								
TELEX RADIO DISPATCH								
THALES COMMUNICATIONS								
VERTEX STANDARD								
WIRELESS PACIFIC								
ZEIRON								
37	15	15	11	15	5	5	15	5

出典: Project 25 Technology Interest Group (PTIG) @ IWCE2013



Project 25 関連機器メーカー



Raytheon

THALES

KENWOOD



MOTOROLA SOLUTIONS



出典: Project 25 Technology Interest Group (PTIG) @ IWCE2013

Motorola Solutions Japan Ltd. ©2013, All rights reserved.

MOTOROLA, MOTO, MOTOROLA SOLUTIONS and the Stylized M Logo are trademarks or registered trademarks of Motorola Trademark Holdings, LLC and are used under license. All other trademarks are the property of their respective owners. © 2010 Motorola, Inc. All rights reserved.



周波数割当に係る各標準規格の規定

～送受信周波数間隔など～

	標準規格周波数範囲	送受信間隔	利用実績帯域
P25 (Phase II)	規定なし	規定なし (注1)	150MHz帯 400MHz帯 800MHz帯
TETRA	300MHz~1GHz	10MHz (注2)	400MHz帯 800MHz帯
DMR (Tier III)	66~960MHz	規定なし	150MHz帯 400MHz帯

注1: 800MHz帯については45MHz

注2: ETSI標準規格にはある帯域において5MHz, 7MHz等がオプションとして追加されているが、世界で実運用されている設備は10MHzのみ。
なお、800MHz帯においては45MHzである。



ご清聴ありがとうございました。

資料3-3-3-4

○ 「150/260/400MHz業務用移動通信の周波数有効利用」

提案募集内容 : デジタル方式の特徴を生かしたアプリケーション活用方策

提案件名 : 無線列車制御システム

提案者

一般社団法人 日本鉄道電気技術協会

無線列車制御システム、提案理由

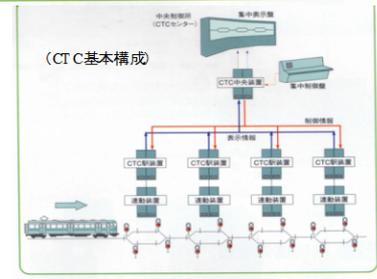
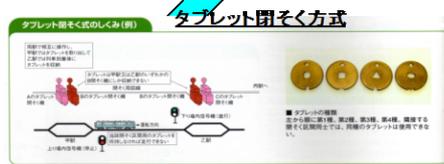
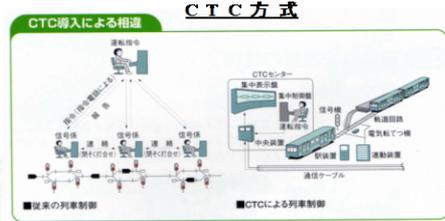
21世紀鉄道においては大都市線区・地方線区にあっても、技術革新(軌道回路レス等)と共に業務革新(単線並列運転等)を目的とした、鉄道130年余の歴史と発想に捉われない新たな列車運転システム構築、かつ、将来に向けての輸送コスト削減化も必要であり、ここに無線列車制御システムの開発・導入を図るものであります。そのためのシステム・周波数利用の提案であります。概検討結果からはUHF 400MHz帯においてデジタル復信方式での各1MHz幅 所要周波数帯域幅計2MHzとなります。

列車運転保安方式の発展

- 列車運転**
- 高密度列車運転取り扱いにおける安全性の向上(常時運転状況の監視・制御)
 - スピードアップ(速達性の向上)
 - 列車運転間隔の短縮(輸送力増強)
 - 乗り心地・輸送の快適性の向上(サービス向上)
- 施設・装置**
- 踏切遮断時分の短縮
 - 効率的・経済的な設備構成・更新の容易性
 - 設置数・設置スペースの縮小化
 - 設備管理の効率化・低コスト化並びに保守情報のリアルタイム処理化
- 21世紀の鉄道運転方式**
- 21世紀鉄道を目標しての新しい運転方式の開発・実用化
 - 新無線利用列車制御方式の実用化実証確認



信号保安方式発展方向



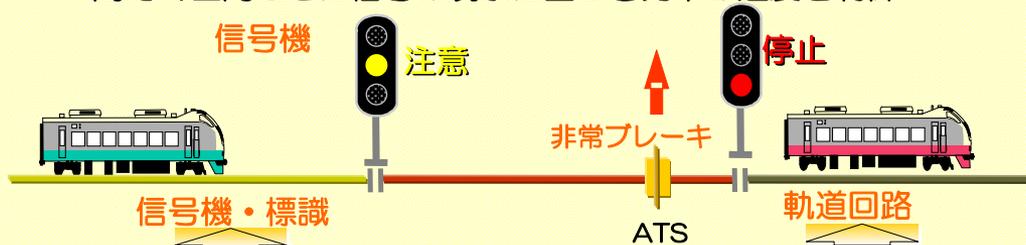
無線列車制御システム概念図

無線列車制御システムは、地上（拠点装置）と車上（車上制御装置）間の無線伝送を基盤とし、従来からの軌道回路（レール間電気回路）によらないで位置検知、先行列車位置に基づく列車間隔制御方式を特徴とした21世紀鉄道に相応しい無線システム活用での「新しい列車運転保安システム」である。欧州、米国でも開発実用化が進み当該方式の世界標準化も進んでいる。

自動閉そく式

現
行

- 閉そく区間ごとに信号の現示に基づき列車の速度を制御



運転情報

列車位置検知

無線制御方式

車内信号

④ 速度照査パターン

車上

列車位置

①

③ 停止限界

⑥ 列車防護

- 列車間隔に応じて列車を減速、停止 ⑤

② 列車追跡
停車限界位置算出

(拠点装置)

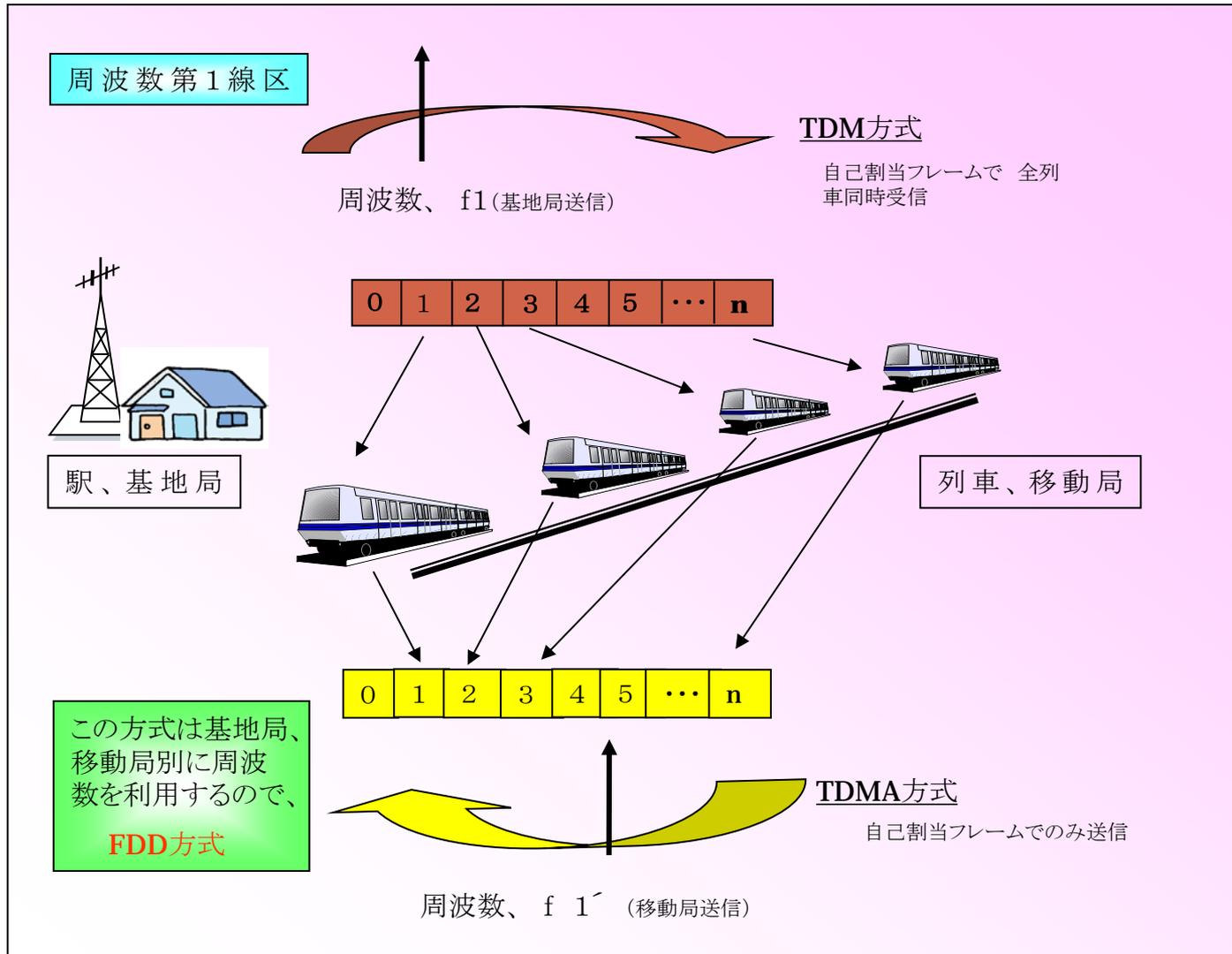
システム名称：無線列車制御システム(仮称)

基本的な制御の仕組みと機能

このシステムは、車上での列車位置検知、列車の間隔制御、駅構内の連動制御、踏切り制御、在線管理機能、システム管理機能、保守作業の安全に関わる制御、無線伝送制御等の機能を有する。

- ① これまでの軌道回路に代わって列車自ら位置検知を行なう。
- ② 自己列車位置を地上装置に無線系を介して伝送する。
- ③ 拠点装置は、各列車の位置情報を基に列車追跡を行い各列車の安全走行条件、停止限界位置等を無線より各列車に伝送する。
- ④ この停止限界を受信した列車のブレーキ制御用速度照査パターンに合わせて走行する。パターンを超過した場合にはブレーキ制御を出力する。
- ⑤ 地上ー車上間の無線伝送は約1秒間隔の周期で行う。車上装置は進路設定や先行列車の進行により、時々変化する運転条件に追従運転制御する。
- ⑥ 線路・地上施設の異常を列車防護情報として無線系を介して行う。

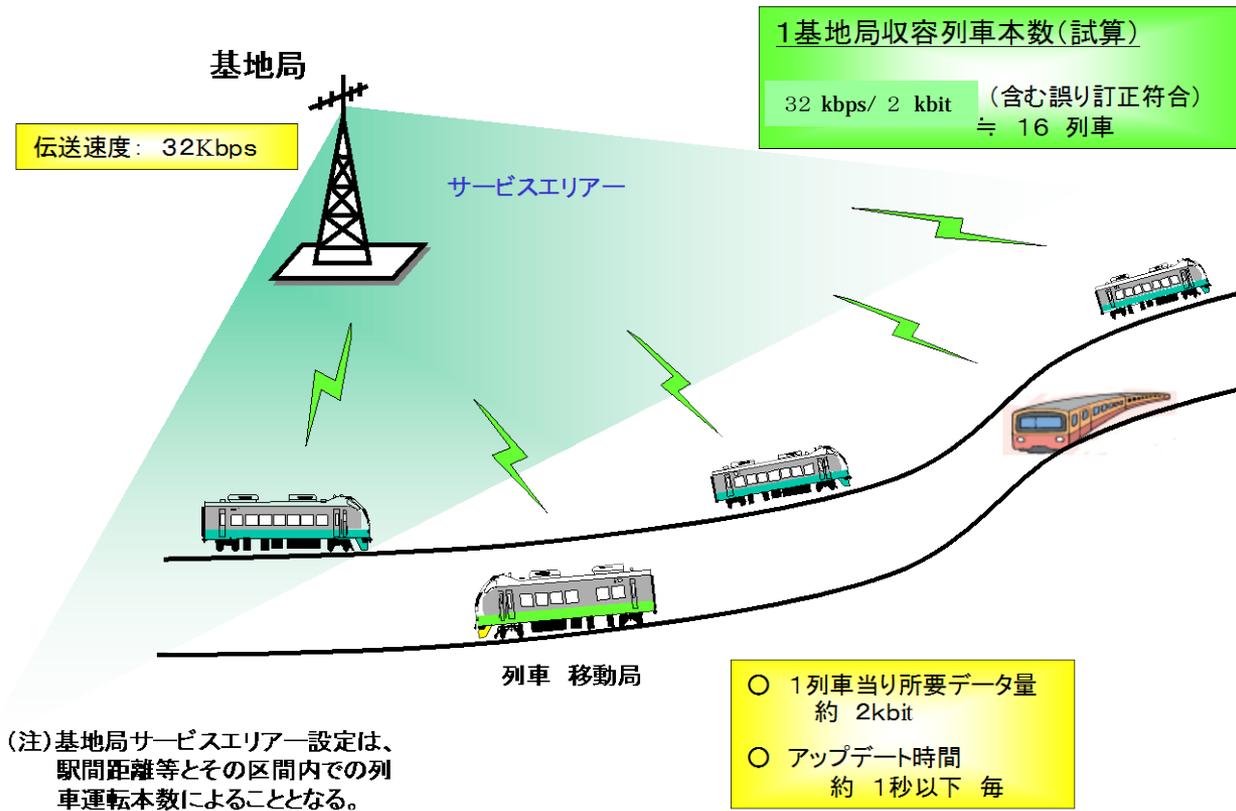
無線列車制御、列車毎時分割制御概念図



基地局伝送容量と収容列車本数

基地局の伝送能力は、割当周波数占有帯域幅、変調方式等で決まるものである。当提案では400MHz帯、周波数割当間隔25kHz^(注)、変調方式 $\pi/4$ QPSK、データ伝送速度32kbpsとしており、この1基地局伝送容量内において16列車を収容し、1列車当たり2kbitを割り当てる。なお、この2kbitでは列車運転制御情報と共に車両保守・故障情報等の100～120項目の情報伝送を可能とする。

(注) ARIB標準規格を参考にした。 JR東日本 仙石線実施例での周波数利用は、6.25kHz幅、伝送速度 9.6kbpsとなっている。



無線列車制御システムと周波数利用計画(案)

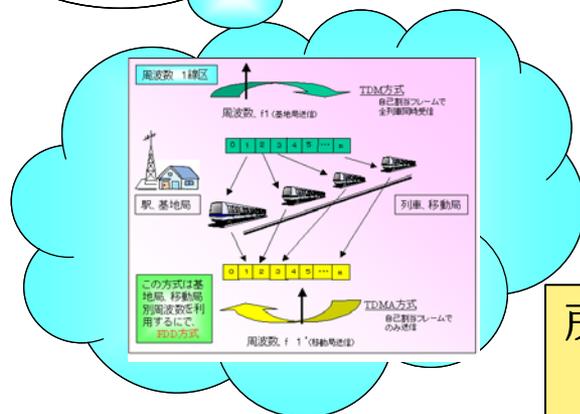
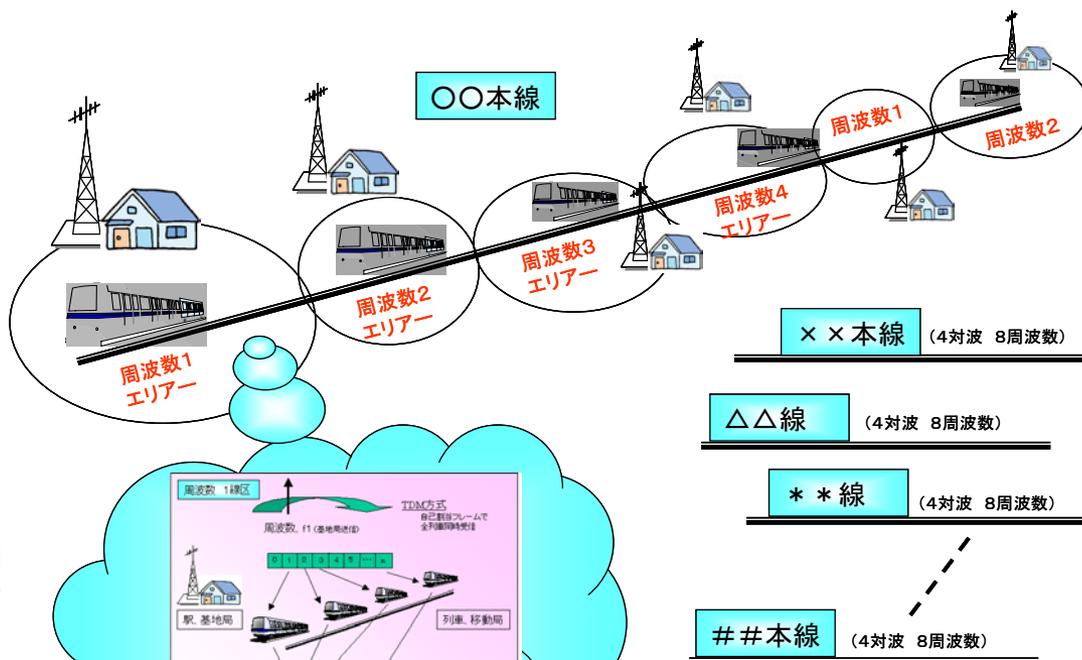
周波数利用基本条件

- 当該無線通信系は、装置対装置間通信である。
1基地局対16列車(移動局)間通信方式(データ伝送のみ)
- 専用周波数であること。
妨害、干渉が少なく、鉄道網に対応した線区毎専用無線周波数を有すること。(VHF帯又はUHF帯を利用して)
- 列車運転保安システムであり、列車・地上間の制御・監視用伝送路は「閉」回路を構成し(許容時間内閉回路作動)フェールセーフ機能を基とする。
- システム設計としては、1管理業務区間内(1基地局無線サービスエリア)においては、被制御・監視列車本数限度が定められていること。
そのためには、1列車当たりの送受信情報量、列車・地上間送受信レスポンス許容時間、又基地局・列車移動局間の送受信データ伝送速度(変調方式)等の諸条件の決定が必要である。
- 情報伝送量
基地局 : 32Kbps (TDM方式)
移動局 : 32kbpsの中での指定フレームで送信(TDMA方式 1/16 列車当たり)

(注)

周波数利用に当ては、電波産業会標準規格 都道府県・市町村デジタル移動通信システムSTD-T80に準拠したものである。

周波数利用計画(案)



所要周波数

- 1線区4対波(8波)
- 10線区(都市部集中地域)
- 周波数間隔 25kHz

25×2(復信)×10線区×4(繰返)
計 2MHz幅

需要・通信量の増加が想定される 業務用無線の用途等

平成25年8月8日

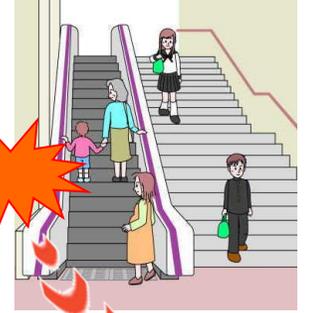
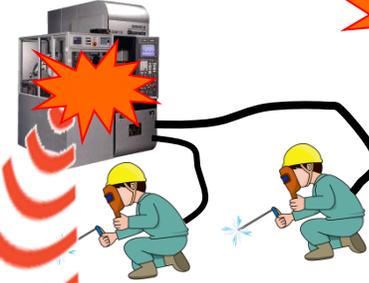
関東鉄道協会技術委員会

電気部会

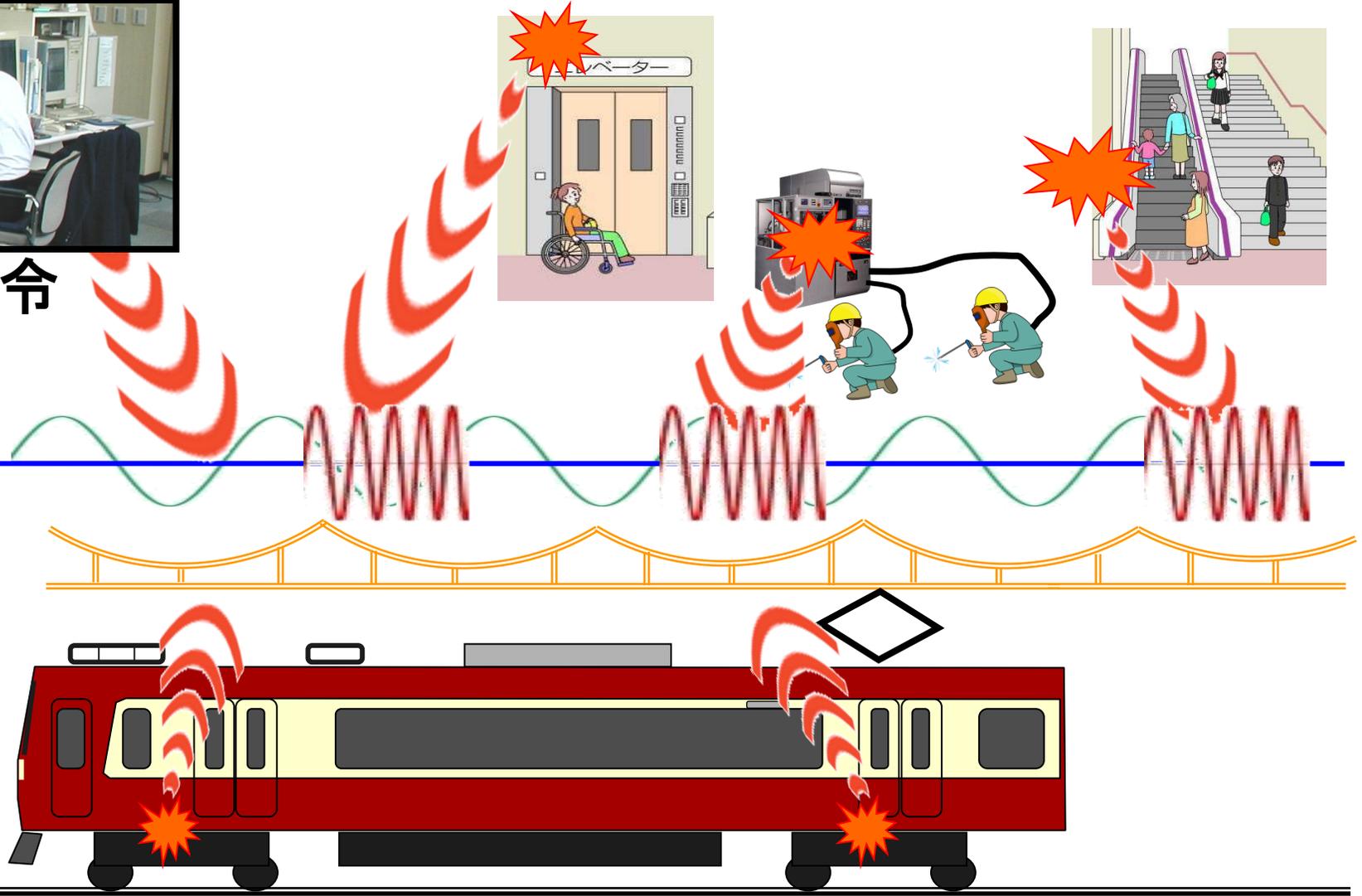
背景誘導無線方式の概要



運転指令



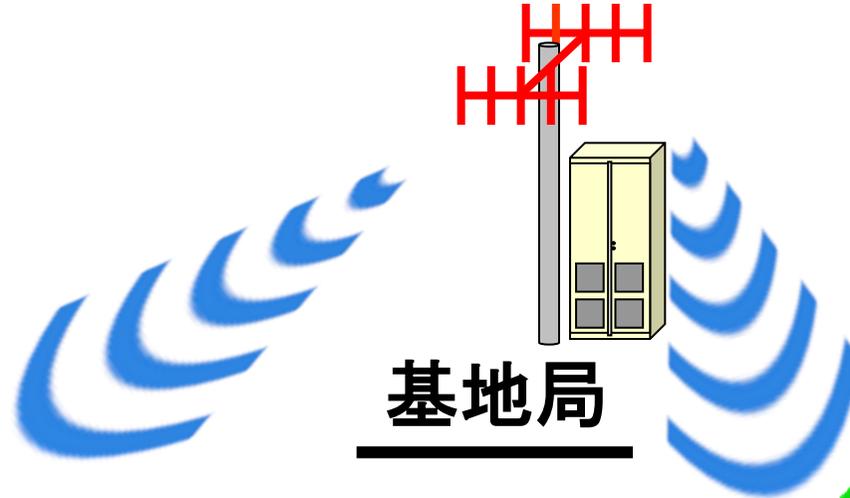
アンテナ
(誘導線)



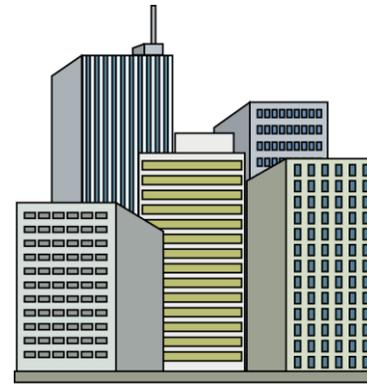
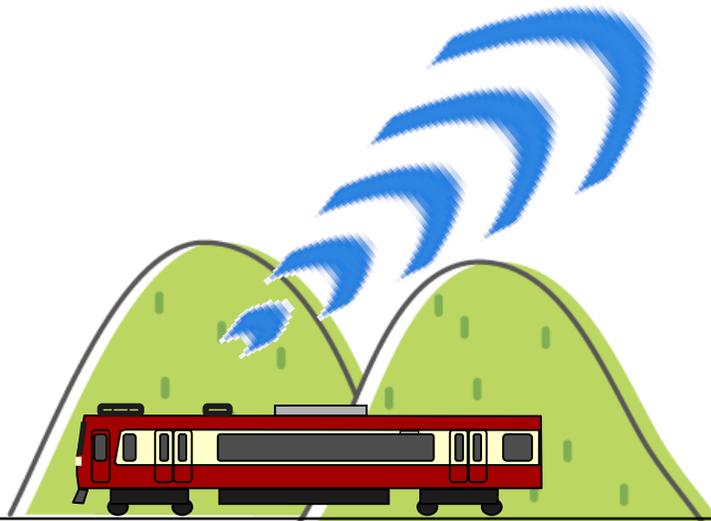
背景 空間波無線方式の概要



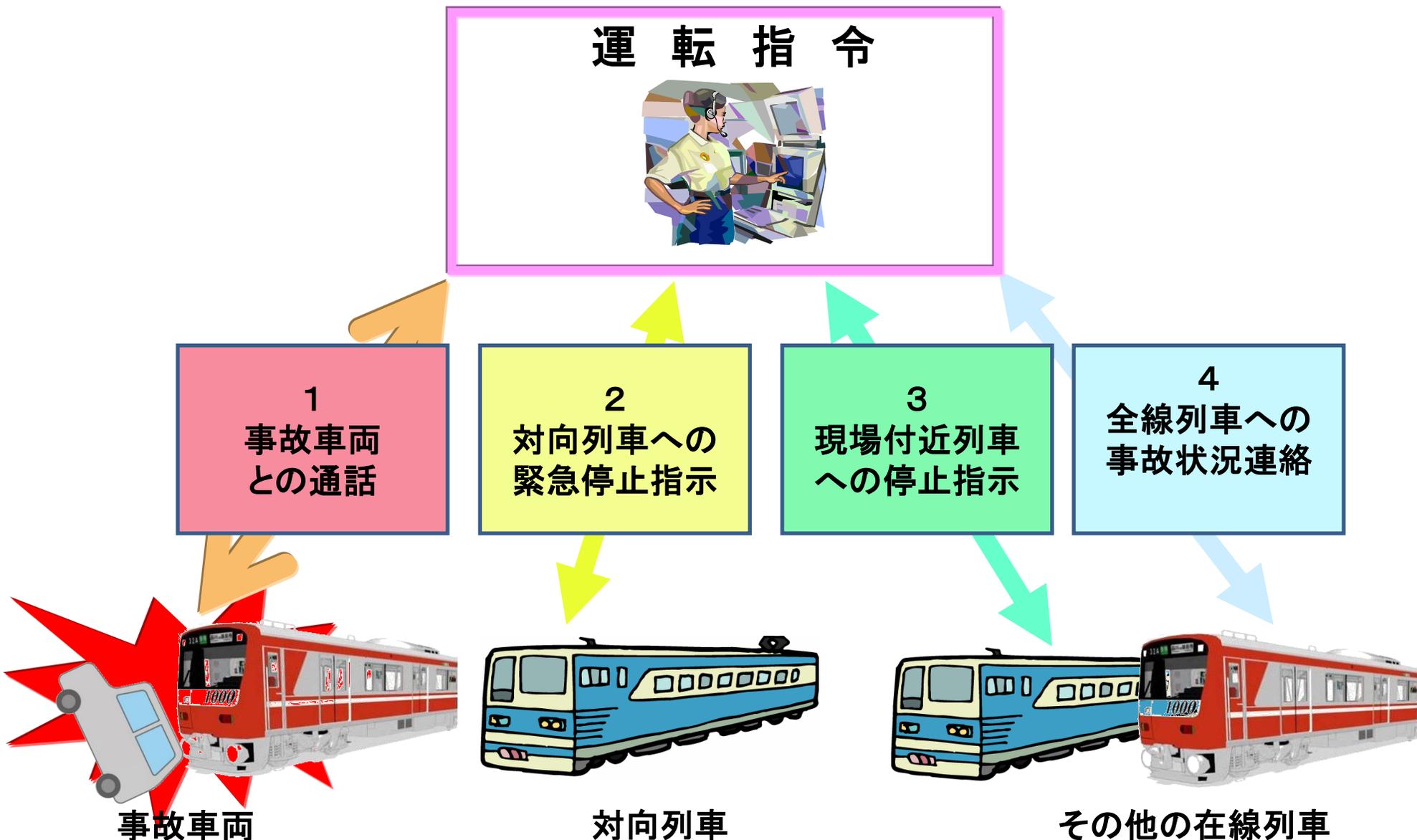
運転指令



基地局



非常時におけるアナログ方式列車無線通話事例



アナログ方式列車無線システムの問題点

(1) 外来雑音混入による通話品質の悪化

(2) アナログ方式によるセキュリティーの脆弱性

(通常の受信機で傍受可能)

(3) 同一通話エリア内での1回線通話による通話の輻輳

(4) 音声通話の聞き違いによる連絡内容のくい違い

列車無線に要求されている事項

- (1) 通話品質の改善(デジタル方式による改善)
- (2) 同一通話エリア内での複数回線通話(通話輻輳対策)
- (3) 運転指令への列車情報表示(防護発報時の列車番号表示等)
- (4) 運転指令から列車へのデータ伝送を用いた文字情報による

運転規制の表示および列車乗務員の受領確認

- (5) 列車運転台や列車内の案内表示器への運行状況表示
- (6) 電車制御機器等の機器状態の運転指令への情報伝送(車両状態監視)

デジタル列車無線方式による新規機能の例

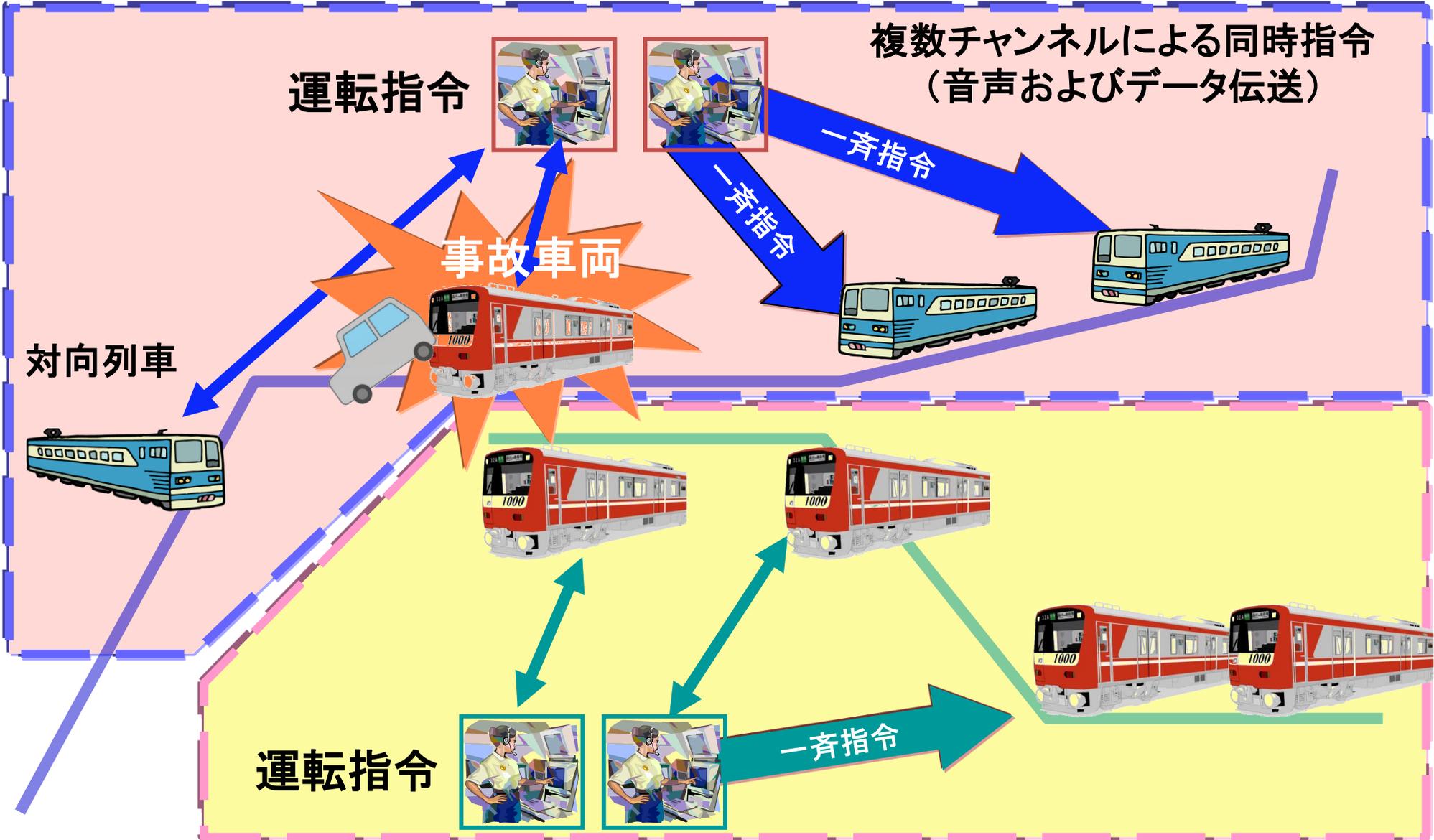
文字情報伝送機能

- ① 運転台表示設備に
運転規制等の表示
- ② 客室表示設備に
運行情報の表示
- ③ 車両故障情報の
運転指令への送信

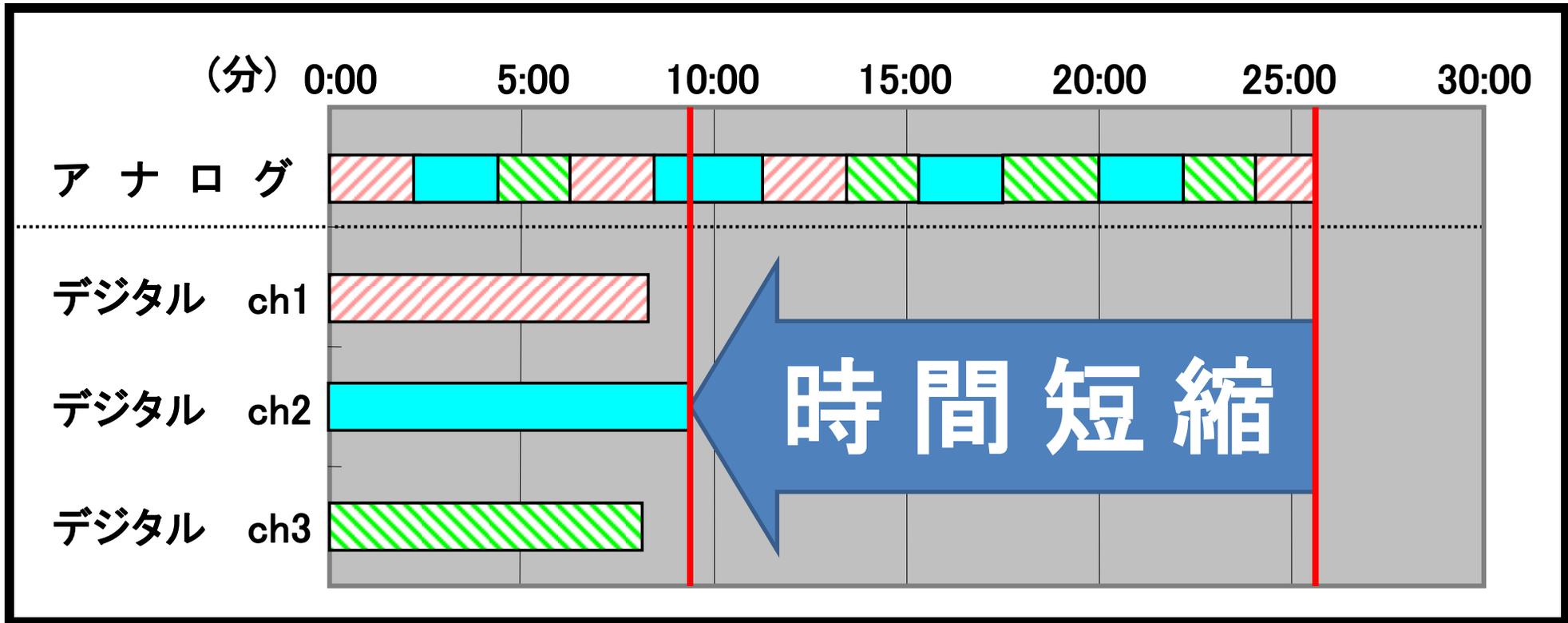


運転台の画面に表示

列車無線多チャンネル化の効果（例）



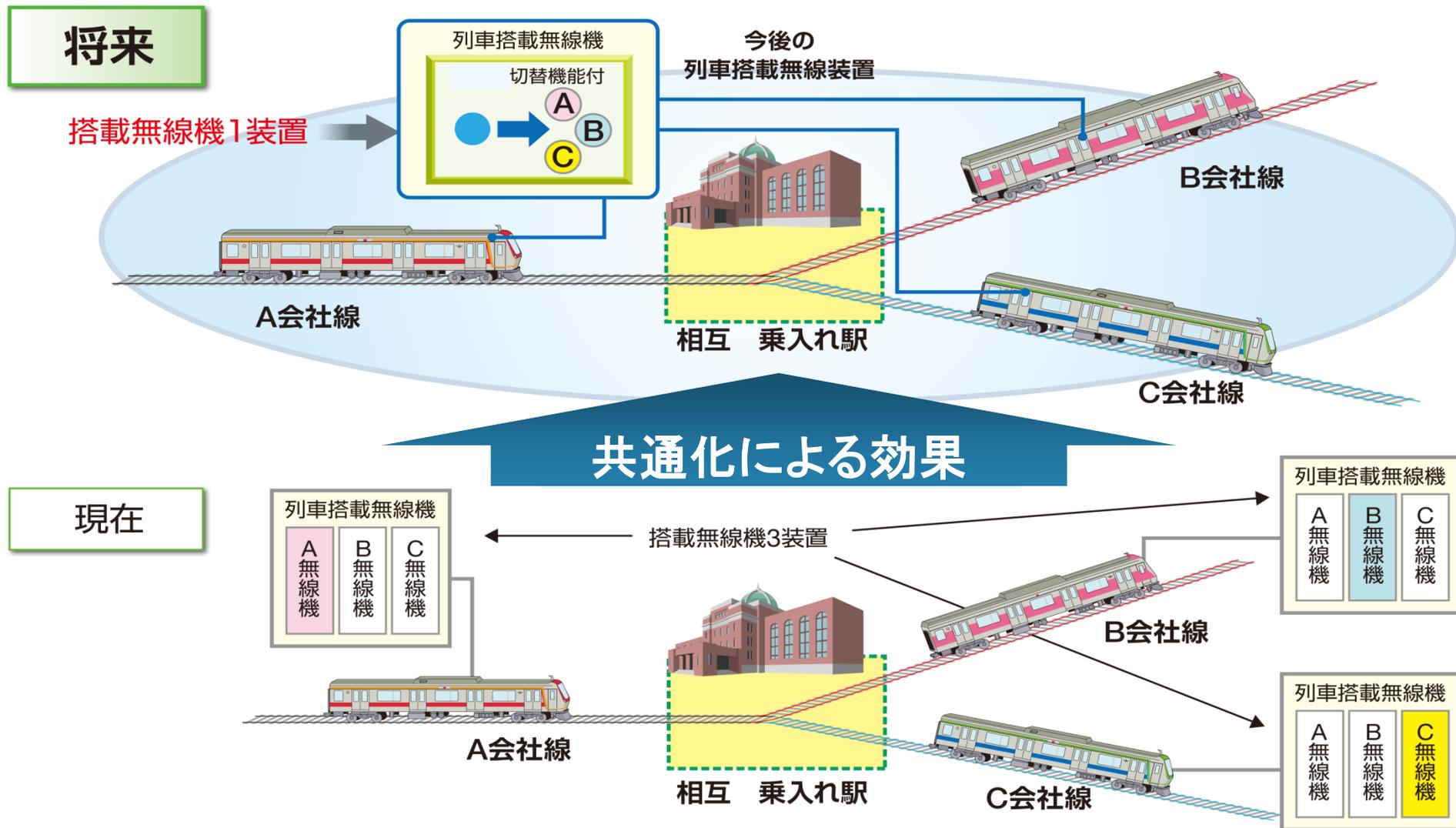
【アナログとデジタルの通話時間比較】



凡例

-  A列車
-  B列車
-  C列車

列車無線方式共通化による搭載無線装置の効率化



現在、相互乗入れ会社線区毎無線方式別の無線装置を運転台に搭載・設備している。

150MHz帯及び400MHz帯簡易無線局 の現状と今後の動向

平成25年8月8日

一般社団法人全国陸上無線協会

I 150MHz帯及び400MHz帯簡易無線局の概要

1 簡易無線局の特徴

- 無線従事者の資格が不要
→無線局免許・登録のみで使用でき、手軽に利用可能。
- 他の資格不要の無線システムと比較し高出力
→特定小電力無線局(出力10mW)と比べ、出力は1W~5W、郊外で2~3km程度の通信距離を確保。
- 1つの周波数帯を大人数で共用するため、周波数の利用効率が高い
→例:150MHz帯の簡易無線局にあつては、9ch(アナログ)を全国約13万局で共用。
- 電気通信回線などの、他の通信ネットワークに依存しない自己完結性システム
→東日本大震災以降、企業・自治体から非常時の通信手段として見直されている。

2 簡易無線局の利用形態

簡易無線局は、従来どおりの「免許局」と、簡便な手続で開設できる「登録局」の2通りがあり、登録局はその制度が導入された平成20年以降、増加傾向にある。

種類	免許局	登録局
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・無線局の免許が必要 ・高出力(5W以下) ・免許人以外での使用は不可 ・陸上での使用に限定 	<ul style="list-style-type: none"> ・免許局と比べて簡易な「登録手続」にて利用可能 ・高出力(5W以下) ・免許人以外でも使用可能 ・一部のものは上空でも使用可能(1W以下)
利用シーン	<ul style="list-style-type: none"> ・主に企業等における業務用通信 	<ul style="list-style-type: none"> ・企業等における業務通信 ・免許人以外も利用できることから、イベント等においてレンタル機器として利用 ・個人等におけるレジャー通信

II デジタル簡易無線局の現状

3 デジタル化の状況とメリット

- 一般的にアナログ方式とデジタル化を比較した場合のメリットとして…
- 音質や秘話性能の向上
- データ通信が可能(150MHz帯にあっては、計9chのデータ専用チャネル)
- 占有周波数帯幅がアナログ方式の20kHz又は12.5kHz間隔から6.25kHz間隔となり、周波数の有効利用

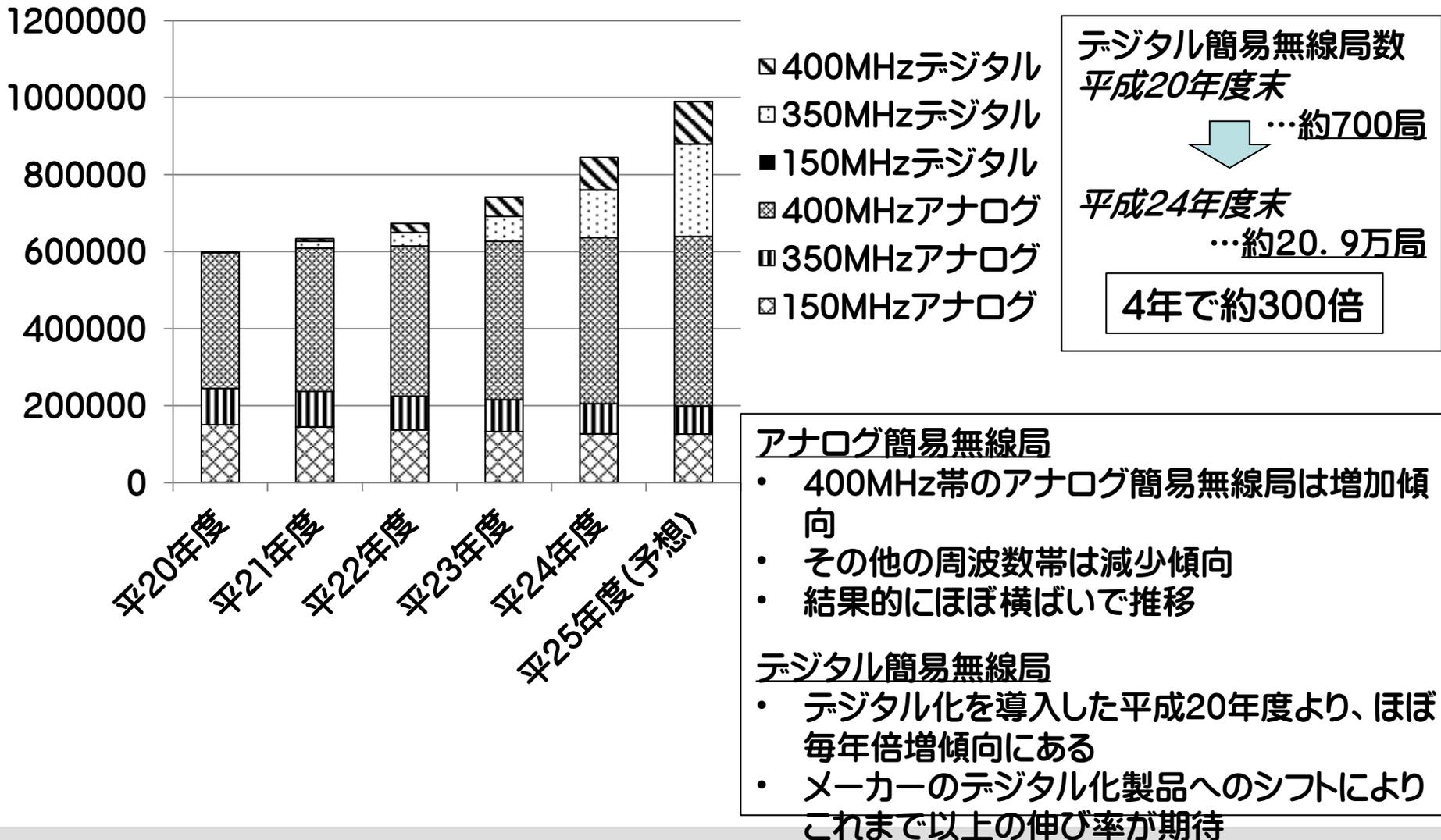
簡易無線局におけるデジタル化の状況

周波数帯	150MHz帯		350MHz帯			400MHz帯	
	アナログ	デジタル	アナログ	デジタル		アナログ	デジタル
ch数 (周波数 間隔×ch 数)	20kHz 間隔の 9波 (180kHz)	6.25kHz 間隔の 28波 (175kHz)	12.5kHz 間隔の 18波 (225kHz)	6.25kHz 間隔の 5波 (31.25kHz)	6.25kHz 間隔の 30波 187.5kHz)	12.5kHz 間隔の 35波 (437.5kHz)	6.25kHz 間隔の 65波 (406.25kHz)
免許形態	免許局		免許局	登録局		免許局	
無線局数	約12.6万局	約300局	約7.8万局	約12.4万局		約43万局	約8.5万局
備考	平成24.12～デジタル化 アナログとデジタルが周 波数を共用して利用		この周波数 の使用は平 成34年11 月30日まで	上空使用可 平成20.8～デジタル化		この周波数の 使用は平成 34年11月30 日まで	平成20.8～ デジタル化

◇ 簡易無線局は、上記のほかに、27MHz帯、920MHz帯、950MHz帯、50GHz帯の電波を使用するものがある。
(無線局数は平成24年度末現在の概数)

Ⅲ 簡易無線局数の推移及び今後の需要予測

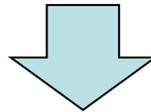
4 簡易無線局数の推移及び需要予測



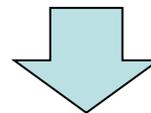
IV 今後のデジタル簡易無線局のあり方

5 今後のデジタル簡易無線局のニーズ

- ・ 無線機メーカーのアナログ簡易無線局からデジタル簡易無線局への生産シフト
- ・ 免許制度と比べ、簡易な手続で利用可能な登録局制度の導入により、利用シーンの拡大
- ・ 電波伝搬特性の優れた150MHz帯デジタル簡易無線局の市場投入による山間部などの利用拡大
- ・ テータ専用チャネルの導入による音声通信以外での利用シーンの拡大
- ・ 災害時における連絡用としての利用の拡大
- ・ 現在、総務省で検討している簡易無線局の海上利用による利用範囲の拡大



利用シーンの拡大に伴い、簡易無線局数の増加が見込まれるため、今後、デジタル簡易無線局の周波数ひっ迫の可能性が大きい。



150MHz/400MHz帯において、デジタル簡易無線局用の周波数帯域の拡大が必要