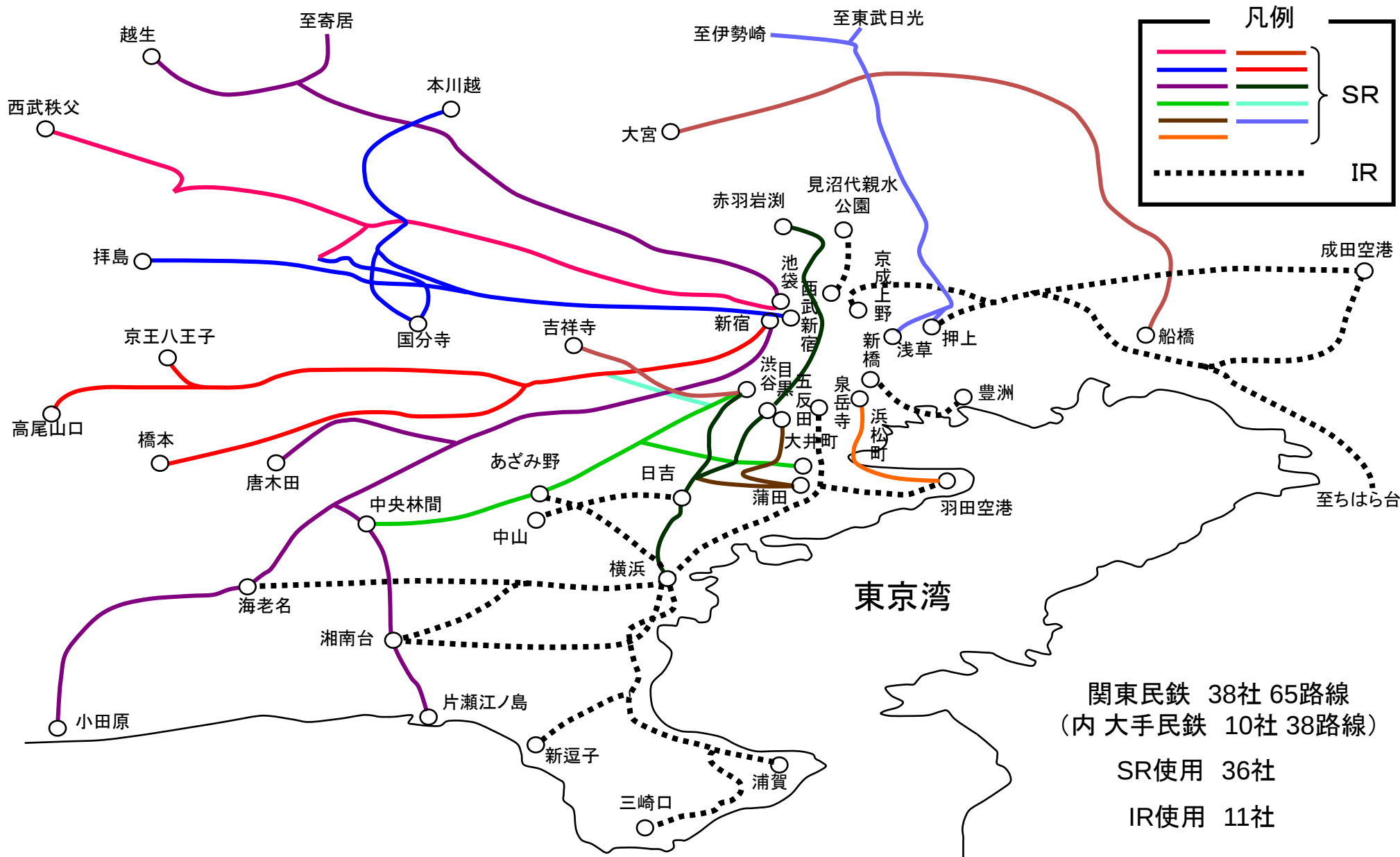


デジタル無線による 列車無線の高度化に向けて

平成25年10月30日
関東鉄道協会技術委員会
電気部会

関東民鉄 S R ・ I R 設備状況



相互直通運転による鉄道ネットワークの拡大

平成25年3月16日
5社相互直通運転開始

大きなトラブル

(西武鉄道 鉄道運転事故等)

平成24年度
59件※

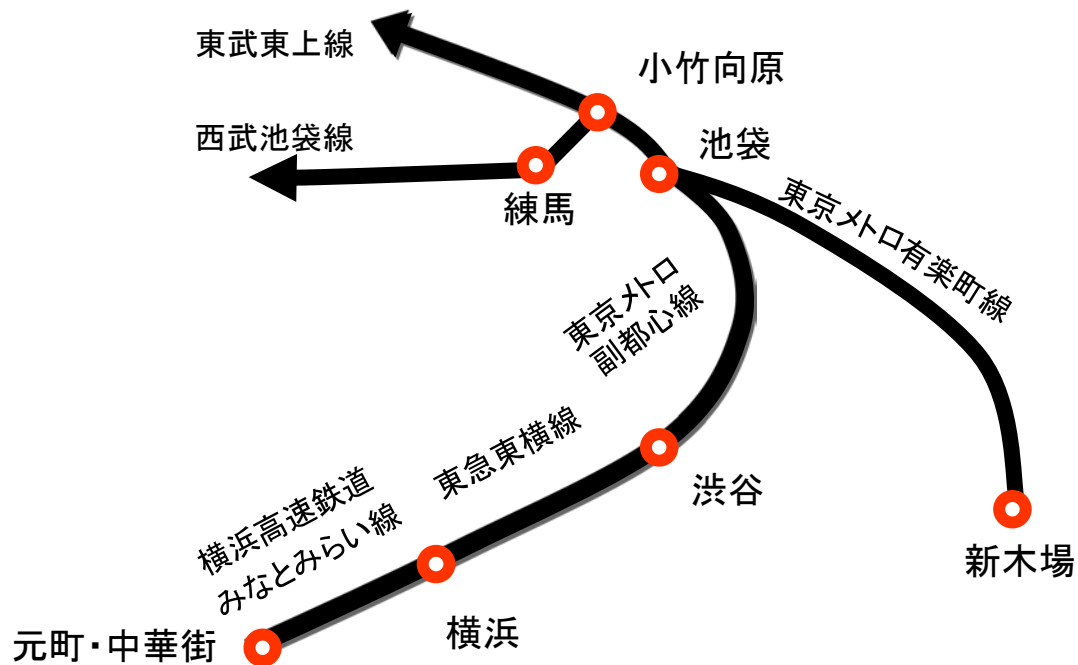
鉄道人身障害
死傷(自殺)
踏切障害事故
車両故障
運転設備故障

※西武鉄道2013安全環境報告書より

小さなトラブル

多数

車内トラブル
急病人対応
お忘れ物
遮断カン折損



メリット

・シームレスな鉄道移動

デメリット

・1鉄道会社の事故が広範囲に拡大
・乱れたダイヤの回復に時間を要す

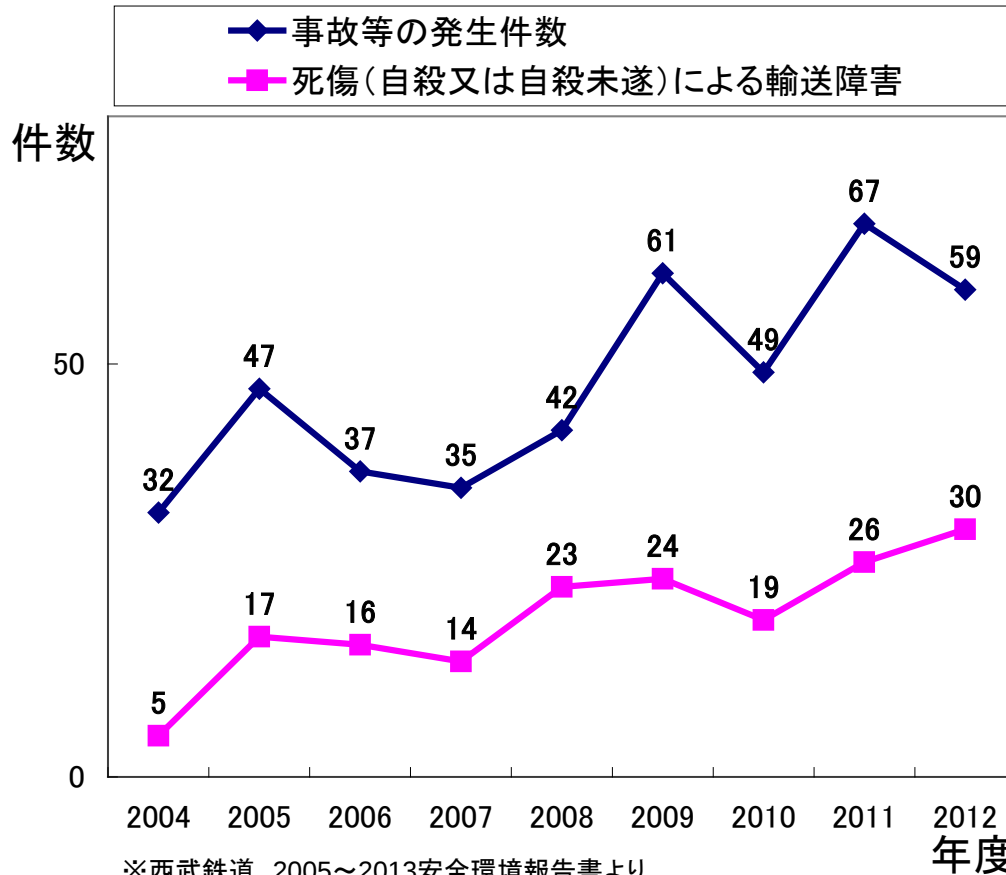


都心部の過密ダイヤも要因

輸送障害の増加と高密度運転の実態

輸送障害の増加

事故等の発生件数の推移※



事故等、自殺は増加傾向にある

西武池袋線列車ダイヤ 朝間ラッシュ時(7時-9時)

都心部の輸送需要に必要な輸送力(ダイヤ)



池袋～小手指間 午前8時 同時在線列車数 24本

※ 10両編成 乗車率150%での乗車人数 約2200人

既 設 の 列 車 無 線 概 要

運転指令



アナログ
無線方式

誘導
無線方式

アンテナ
(誘導線)

基地局

雑音(ノイズ)

雑音(ノイズ)発生源

鉄道に関する技術上の基準を定める省令

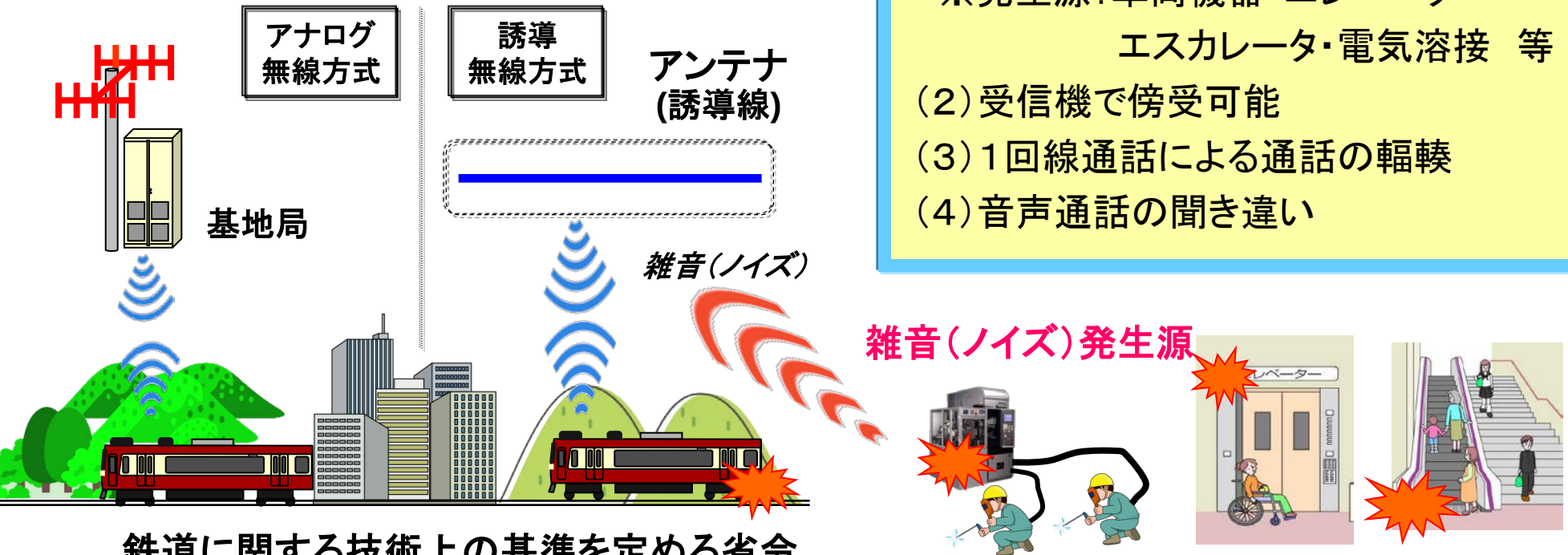
第七章 運転保安設備 第二節 保安通信設備 (保安通信設備) 第六十条

～(略)～ 迅速に**連絡通報**することができる**保安通信設備**を設けなければならない。

[解釈基準(解説) 抜粋] 広範囲にわたる**異常時等**においても**通信を確保**すべきことと、緊急時に**交換回線の話中や混線等のため連絡系統に支障を生ずるおそれのないこと。**

問題点

- (1) 外来雑音混入による通話品質悪化
※発生源: 車両機器・エレベータ
エスカレータ・電気溶接 等
- (2) 受信機で傍受可能
- (3) 1回線通話による通話の輻輳
- (4) 音声通話の聞き違い



列車無線に要求されている事項

(1) 通話品質改善（耐ノイズ性向上）

(2) 同時通話実現（複数通話回線）

(3) 指令に列車情報表示（防護発報列車番号等）※

(4) 列車に文字情報表示（運転規制と乗務員確認）※

(5) 車内案内表示器に運行状況表示※

(6) 運転指令で車両状態監視※

※（3）～（6）の機能はデータ通信により実現

運転指令と乗務員間の通話内容

運転指令

・運転時刻変更 ・臨時徐行 ・地震発生 ・異常箇所確認依頼 等

・防護発報 ・踏切障害 ・車両故障 ・線路内立入 ・飛来物 等

・運転状況 ・接続情報 ・他社線情報 ・運転士の代行 等

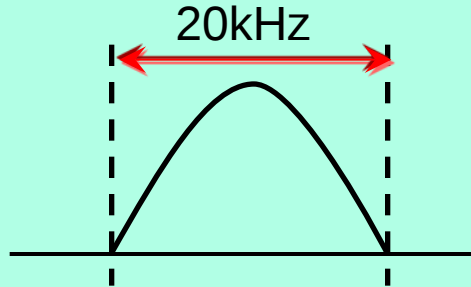
・急病人 ・旅客トラブル ・不審物 ・車両不具合 ・遺失物 等

運転士

車掌

デジタル狭帯域化による多チャネル化

アナログ列車無線(150MHz帯)

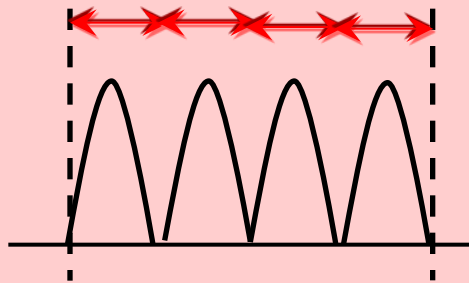


通話チャネル: 1ch (音声)

- ✓ 通話品質の確保に課題
- ✓ 列車の高密度運転に伴う通信トラヒック増に対応できていない

デジタル列車無線

25kHz ($6.25\text{kHz} \times 4$)



1~3ch 通話/データ
4ch 制御チャネル/データ※

- ✓ 高品質な通話(通信)の確保
- ✓ 列車の高密度運転に伴う通信トラヒック増に対応

※大手事業者の場合。中小事業者では、輸送規模、通信需要に応じて通話/データch数を増減。

アナログ方式と比較して周波数帯域は広がるものの、帯域幅と比較し通話チャネルを効率よく増加させることができ、周波数の有効利用(周波数の高密度利用)に寄与

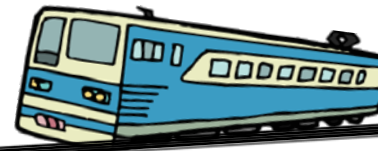
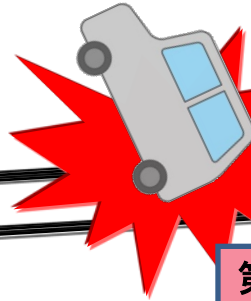
非常時における列車無線通話事例

対向車両



事故車両

その他の列車



第2順位
正面衝突を防止する
ための緊急停止指示

第1順位
事故車両との通話

第3順位
付近の列車へ
停止指示
(駅間停止の防止)

第4順位
その他の列車へ
事故状況連絡



運転指令

非常時(事故等)には列車無線により安全確保・早期復旧・旅客案内
の為多くの情報が運転指令に集約される。

経過時間

アナログ方式 1ch (音声通信)

第1順位通話 第2順位通話 第1順位通話 第3順位通話 第4順位通話

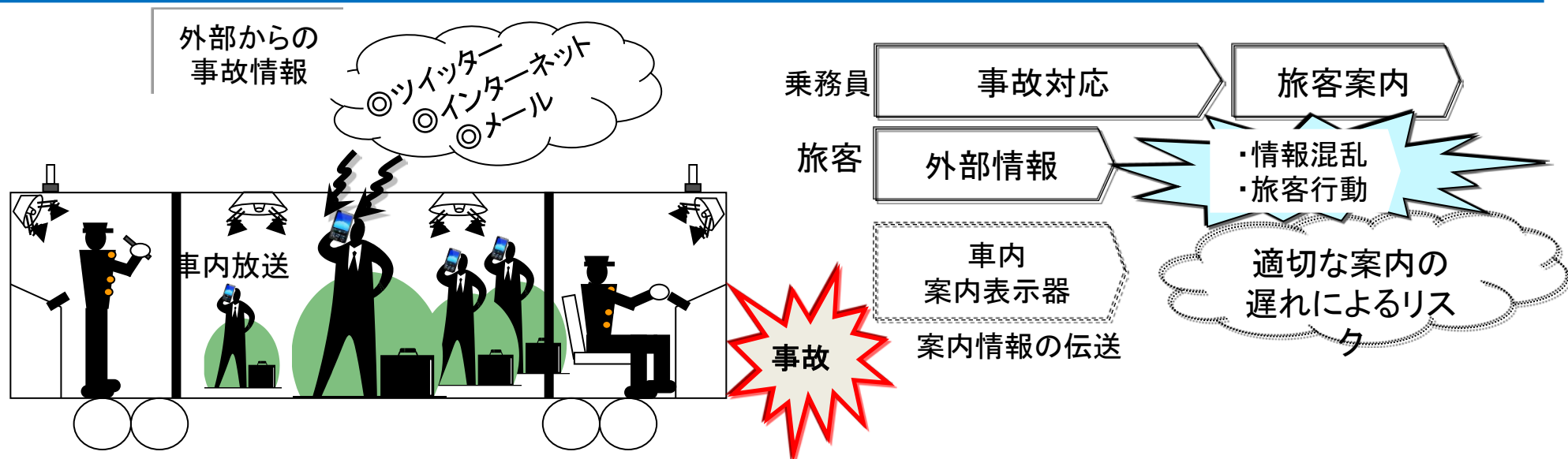
デジタル方式※ 1ch (音声通信) 緊急
2ch (音声通信) 信号
3ch (データ/音声通信)
4ch (制御/データ)

第1順位通話
第2順位通話 第4順位通話
第3順位通話
制御/データ(防護無線等の受信状態等)

時間短縮

- ✓ アナログ方式では、通話回線が1回線のため、通話に優先順位が生じるが、デジタル方式では、通信の並列処理が可能のため、優先順位が解消
- ✓ データ通信を利用した一斉同報により、確実な連絡・応答が可能

データ通信機能の活用



適切な旅客案内の重要度の高まり ⇒ 情報伝送による案内装置の活用

データ通信の活用例

指令 ⇒ 車両		車両 ⇒ 指令	
定時通信	非定時通信	定時通信	非定時通信
「運行情報」 ・遅れの有無 ・自社線 / 他社線 ・乗り継ぎ案内 等	「事故情報」 ・事故状況の進捗 ・代替輸送案内 ・運転再開案内 等	「列車情報」 ・位置情報 ・車号 / 列車番号 ・ドア数 / 両数 等	「列車故障情報」 ・モータ故障 ・電源系統故障 ・ドア故障 等

高密度運転区間でのチャネル使用 「音声」2ch+「データ伝送」1ch+「制御+データ」1ch

データ通信機能の必要性①

雨、風、雪等で運転規制(速度制限など)を行う場合は、
指令所から、列車乗務員へその旨を指示する必要(運転通告)

従来の
音声通信の場合



文字情報
(データ)の場合



(通話例)

指 令：〇〇橋梁の風速が20m/sを記録したため、
△△駅～□□駅間は55km/h以下の規制速度
で運転して下さい

運転士：了解しました。△△駅～□□駅間は55km/h
以下で運転します。

- ・ 聞き間違い、失念の原因や、駅進入・出発時など
特に注意力を要する際の通信は安全の阻害要因
になり得る。

- ・ 列車ごとに通信を行わなければならない、大規模
事象の際には通信がふくそう。

列車 番号	1002 A	運転規制
12:00 △△駅～□□駅間 強風のため55km/h制限		
規制情報確認せよ		確認

(使用例)

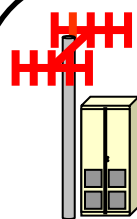
文字情報による運転通告を受けた
運転士は、内容を確認したのち、
「確認」ボタンを押下。

(表示例)
運転台の画面に表示

- ・ 対象エリア内の列車に一斉同報が可能なため、
通話時間の大幅短縮。
- ・ 運転士への負担の軽減と確実性・安全性の向上

データ通信機能の必要性②

車両構造の複雑化、メンテナンスの合理化により、車両状態を常時把握する必要性



運行中に収集した車両情報をデジタル列車無線のデータ通信機能を利用し送信

デジタル列車無線のチャンネル構成例

上り方向

下り方向

1ch

音声通話

音声通話

2ch

音声通話

音声通話

3ch

データ(列車情報)

データ(運転通告・運行情報)

4ch※

制御
データ(防護発報の受信状態)

制御
データ(緊急信号)

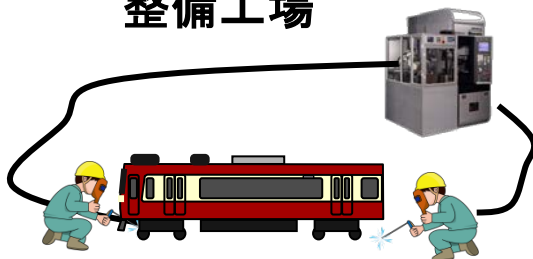
なお、チャンネル構成は、各社により異なる

※制御チャンネル(4ch)のデータ通信は小さなデータの取り扱いが可能

列車情報

- ・混雑率(応荷重装置より)
- ・車内温度
- ・モータ電流・電圧
- ・車両“正常”情報
- ・走行キロ ...等

整備工場

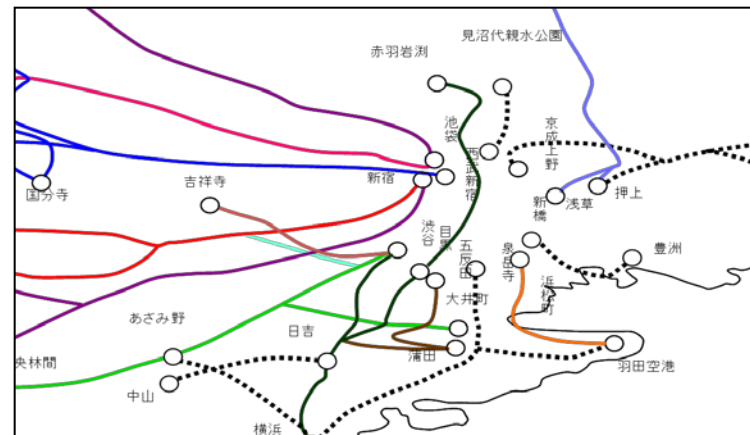
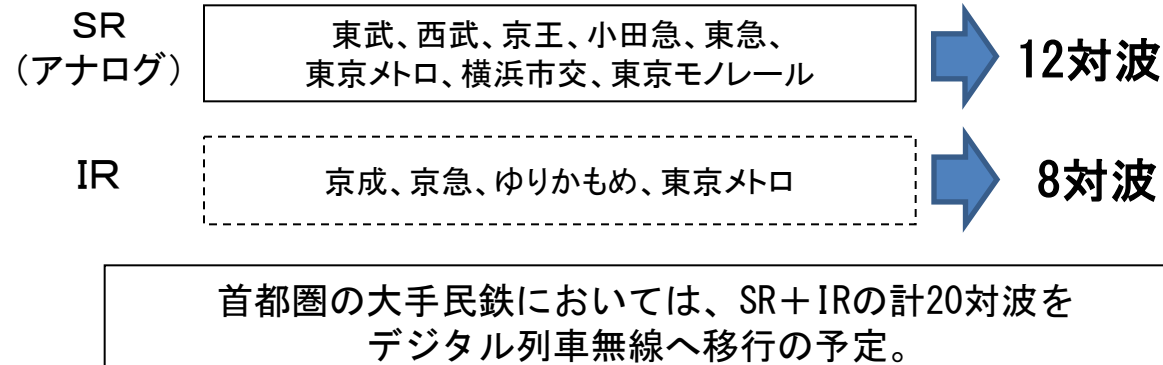


収集した走行キロ等のデータをもとに
運行計画や点検・整備を実施

整備効率の向上や車両の信頼性の向上

都心部に乗入れる民鉄 デジタル列車無線への移行予定

1. 首都圏民鉄における使用状況



2. 必要周波数帯域の試算

現行方式

SR (アナログ列車無線)
IR (誘導無線)

アナログ列車無線(音声のみ)

12ch

IR(音声のみ)

8ch

S R (12ch) の周波数帯域:

$$20\text{kHz} \times 12\text{ch} = 240\text{kHz}$$

IRは高周波利用設備のため考慮外

デジタル列車無線

アナログ列車無線から移行した場合の必要周波数帯域:
 $6.25\text{kHz} \times (12\text{ch} \times 4\text{ch}) = 300\text{kHz}$

デジタル列車無線

(アナログからの移行分)

48ch

(IRから移行分)

32ch

300kHz

200kHz

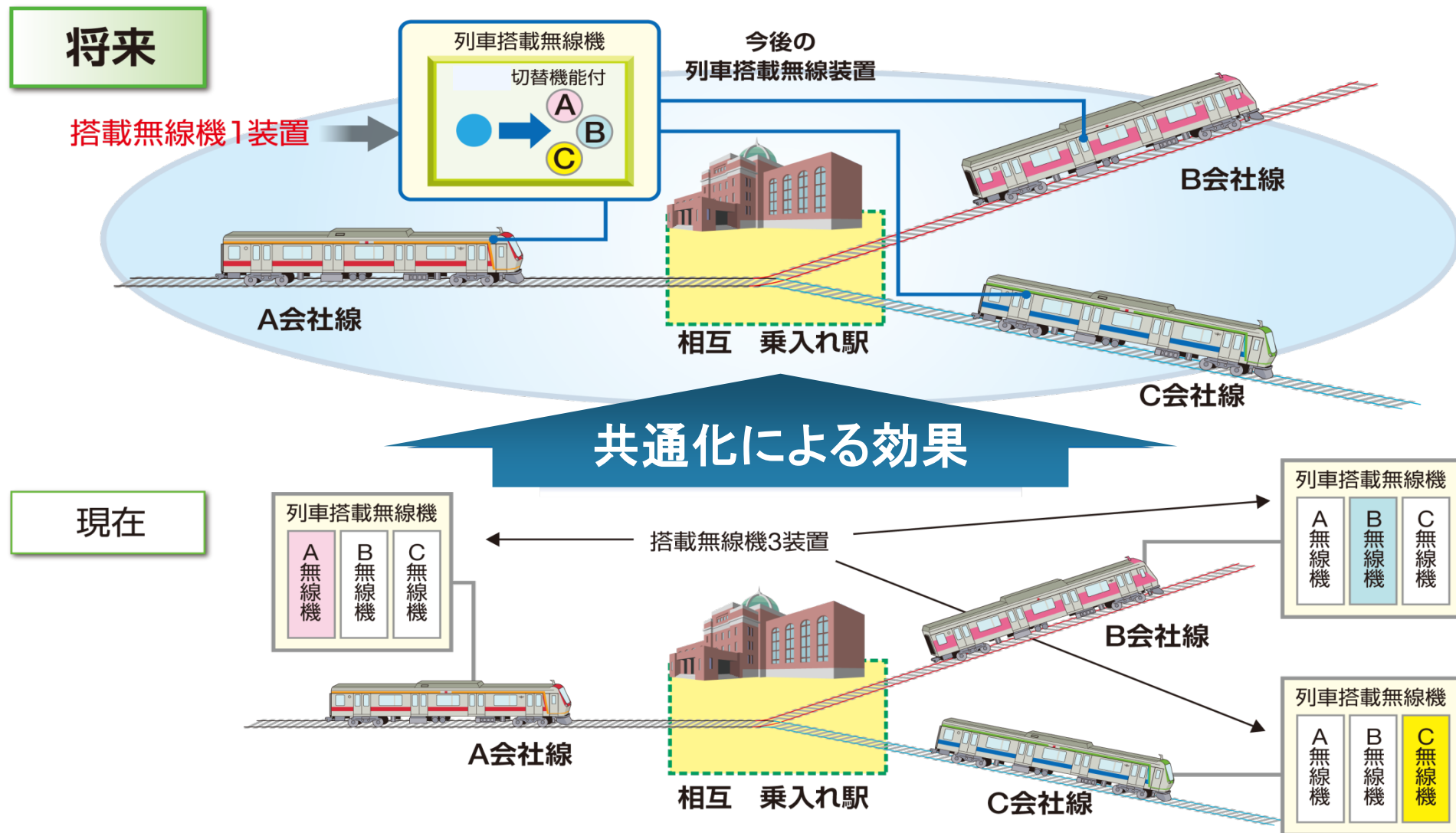
IRから移行した場合の必要周波数帯域:
 $6.25\text{kHz} \times (8\text{ch} \times 4\text{ch}) = 200\text{kHz}$

周波数の繰り返しを考慮

関東鉄道協会の試算では、都心部に乗入れる民鉄においては、500kHzの周波数帯域が必要
さらに、その他の鉄道会社の周波数帯域が求められる

周波数の繰り返しを考慮

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。

ご清聴ありがとうございました

平成25年10月30日
関東鉄道協会技術委員会
電気部会