

第7回 地方鉄道向け無線式列車制御システム 技術評価検討会

日時 令和6年3月13日(水) 9:30~11:30

場所 合同庁舎3号館8階特別会議室(WEB上で同時開催)

< 議 事 次 第 >

1. 開会
2. 議事
 - ・ 地方鉄道向け無線式列車制御システムの開発検討結果報告について
 - ・ 地方鉄道向け無線式列車制御システム開発に関する中間とりまとめ(案)について
3. その他
4. 閉会

< 配 布 資 料 >

- 資料 1 議事次第
- 資料 2 委員名簿
- 資料 3 配席図
- 資料 4 地方鉄道向け無線式列車制御システムの開発検討結果報告
- 資料 5 地方鉄道向け無線式列車制御システム開発に関する中間とりまとめ(案)

※資料 5 については、検討会での審議結果を踏まえ、会議後に国土交通省のホームページに公表予定。

第 7 回 地方鉄道向け無線式列車制御システム技術評価検討会

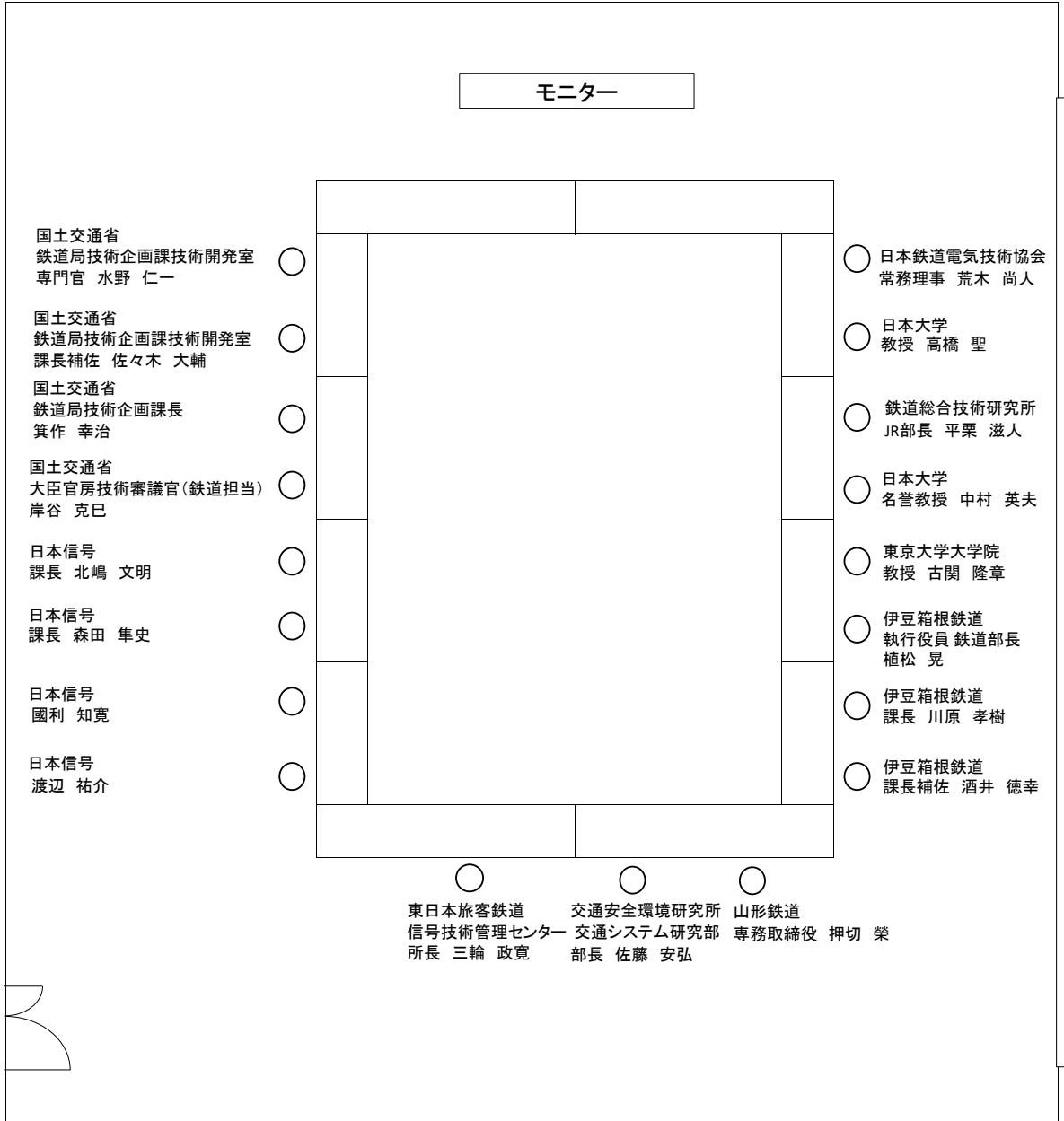
委員名簿

(敬称略)

委員長	中村 英夫	日本大学 名誉教授
委員	古関 隆章	東京大学大学院 教授
委員	高橋 聖	日本大学 教授
委員	植松 晃	伊豆箱根鉄道株式会社 執行役員 鉄道部長
委員	押切 榮	山形鉄道株式会社 専務取締役
委員	佐藤 安弘	独立行政法人自動車技術総合機構 交通安全環境研究所 交通システム研究部長
委員	平栗 滋人	公益財団法人鉄道総合技術研究所 研究開発推進部 JR 部長
委員	荒木 尚人	一般社団法人日本鉄道電気技術協会 常務理事
委員	高橋 俊晴	一般社団法人日本民営鉄道協会 常務理事
委員	高橋 正人	第三セクター鉄道等協議会 事務局長
委員	星 勝芳	一般社団法人日本鉄道車両機械技術協会 車両部長
委員	湯田 豊人	一般社団法人日本鉄道運転協会 安全企画部長
委員	岸谷 克巳	国土交通省大臣官房技術審議官
委員	箕作 幸治	国土交通省鉄道局技術企画課長
オブザーバ	澤田 秀樹	北海道旅客鉄道株式会社 電気部副部長
オブザーバ	三輪 政寛	東日本旅客鉄道株式会社 電気システムインテグレーションオフィス 技術管理部 信号技術管理センター 所長
オブザーバ	田口 尚	東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部技術開発部信号通信技術チームマネージャー
オブザーバ	伴 貴弘	西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 電気部 信号通信課長
オブザーバ	岡村 昌志	四国旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部電気課 信号技術審査担当課長
オブザーバ	屋久 秀一	九州旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部 信号通信課長
事務局	国土交通省鉄道局	

第7回 地方鉄道向け無線式列車制御システム技術評価検討会

令和6年3月13日(水) 9:30~11:30
中央合同庁舎3号館8階 特別会議室



オンライン出席者	
一般社団法人日本民営鉄道協会 常務理事	高橋 俊晴
第三セクター鉄道等協議会 事務局長	高橋 正人
一般社団法人日本鉄道車両機械技術協会 車両部長	星 勝芳
一般社団法人日本鉄道運転協会 安全企画部長	湯田 豊人
北海道旅客鉄道株式会社 電気部 副部長	澤田 秀樹
東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部技術開発部信号通信技術チームマネージャー	田口 尚
西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 電気部 信号通信課長	伴 貴弘
四国旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部電気課 信号技術審査担当課長	岡村 昌志
九州旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部 信号通信課長	屋久 秀一



地方鉄道向け 無線式列車制御システムの開発 検討結果報告(中間)

Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.



日本信号株式会社

2024年3月13日

日本信号株式会社



1. 背景
2. 開発工程
3. 前回の技術評価検討会
4. TG1軸＋補助手段の開発
5. 現車試験(2023年度)
6. 費用対効果
7. 安全性評価(差分)
8. まとめ
9. 今後の展望と期待される波及効果



1. 背景



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

- ✓ 人口減や高齢化により生産年齢人口（働き手）が減少
- ✓ 地域の人口減少等による事業環境の悪化

Key Point

特に地方の鉄道事業者において
鉄道運営や施設維持管理の**効率化・省力化**



地方鉄道の課題について複数の地方鉄道事業者にヒアリングを行った結果、フィールド機器の故障対応や保守メンテナンスへの負担が大きいことが挙げられた。



1. 背景

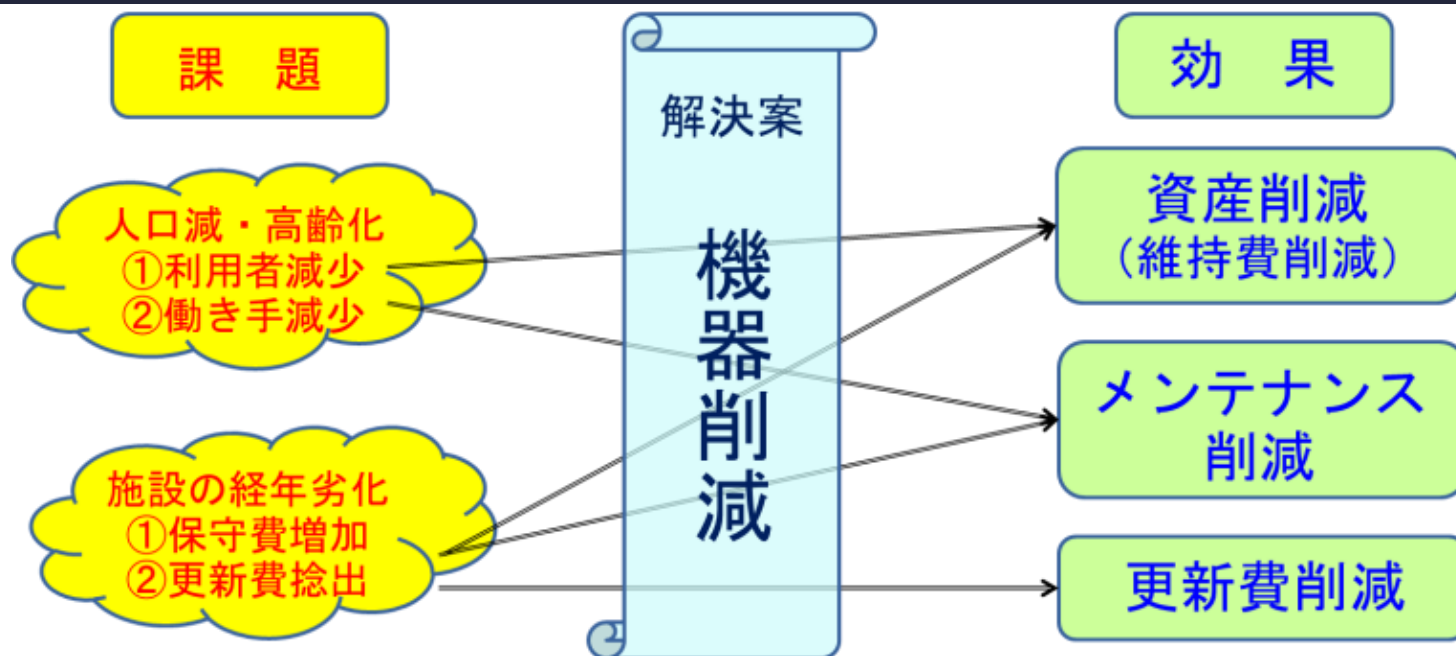


Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

フィールド機器を削減して故障を減らすことを考え、無線等を活用した地方鉄道向けの運転保安システムを開発し、効率化ならびに省力化を行うことで、永続的な地方鉄道の運営に寄与することができる。

機器削減 & ケーブルレスによる施設システム簡素化

- ✓ 無線伝送 + 車上位置検知技術の導入
- ✓ 機器削減・更新により維持費、メンテナンスコスト削減



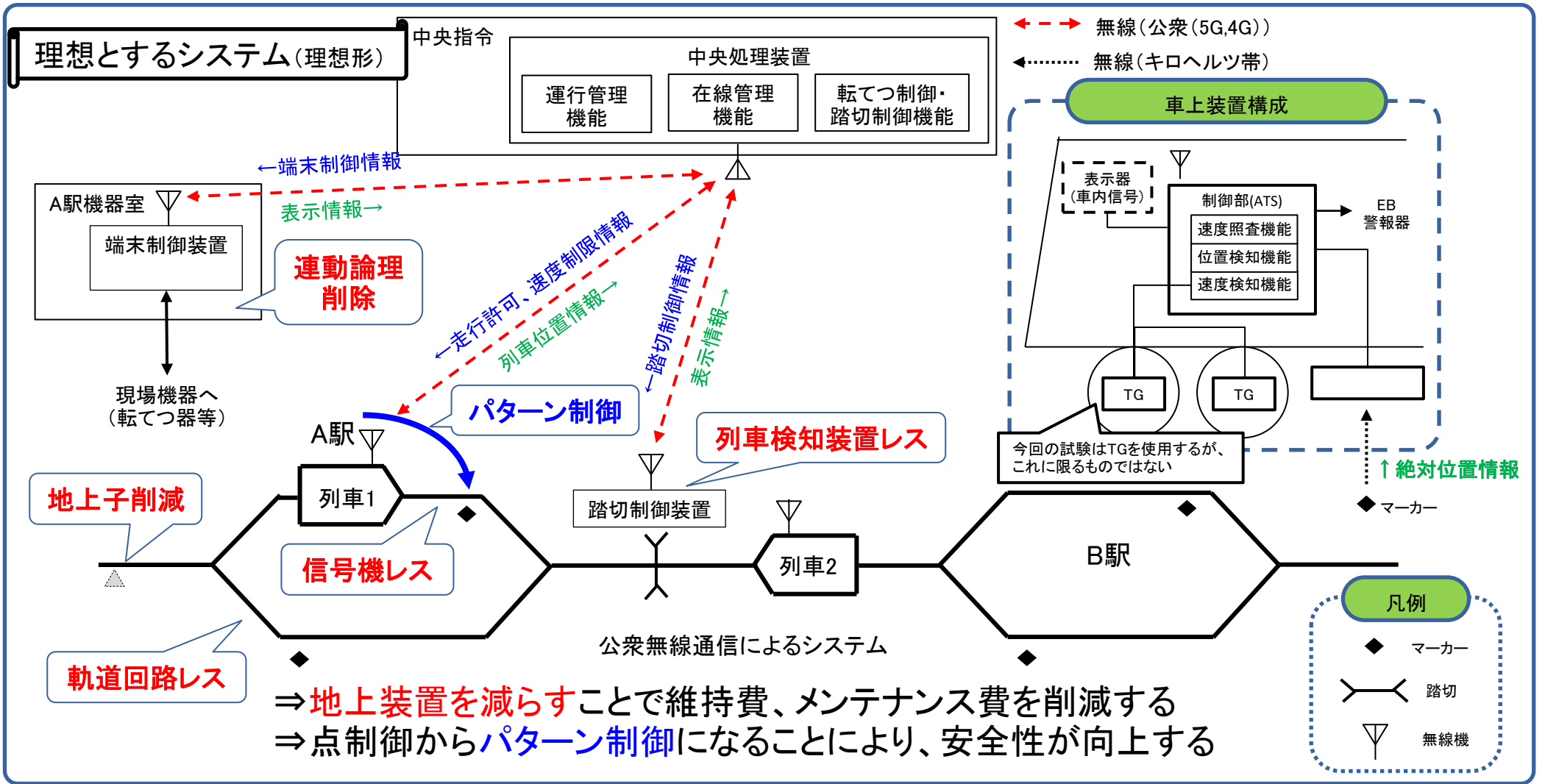
1. 背景

1.1 システム構成 [理想]



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

検討した理想とするシステム構成について以下に示す。
※以降、本システムを「理想形」と記載する。

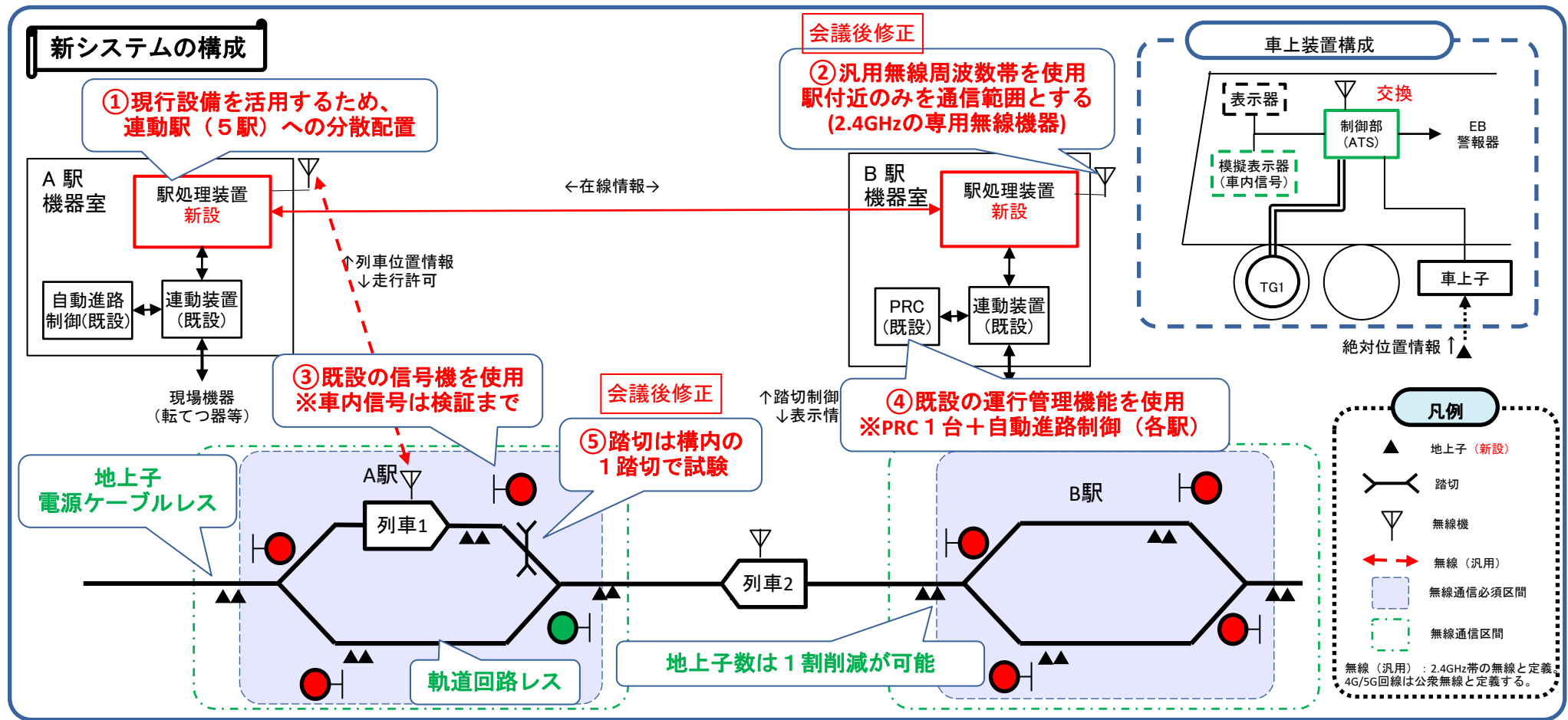


1. 背景

1.2 システム構成 [新システム]



早期の実用化を実現するため、現行システムをできる限り活用し、運用を既存システムから大きく変更しない方針で、システム構成の検討を行った。(専用無線機器を使用する分散構成) 会議後修正
※以降、理想形のシステム構成と区別するため「新システム」と記載する



赤字: 理想形からの変更点 緑字: 既存システムからの設備削減効果

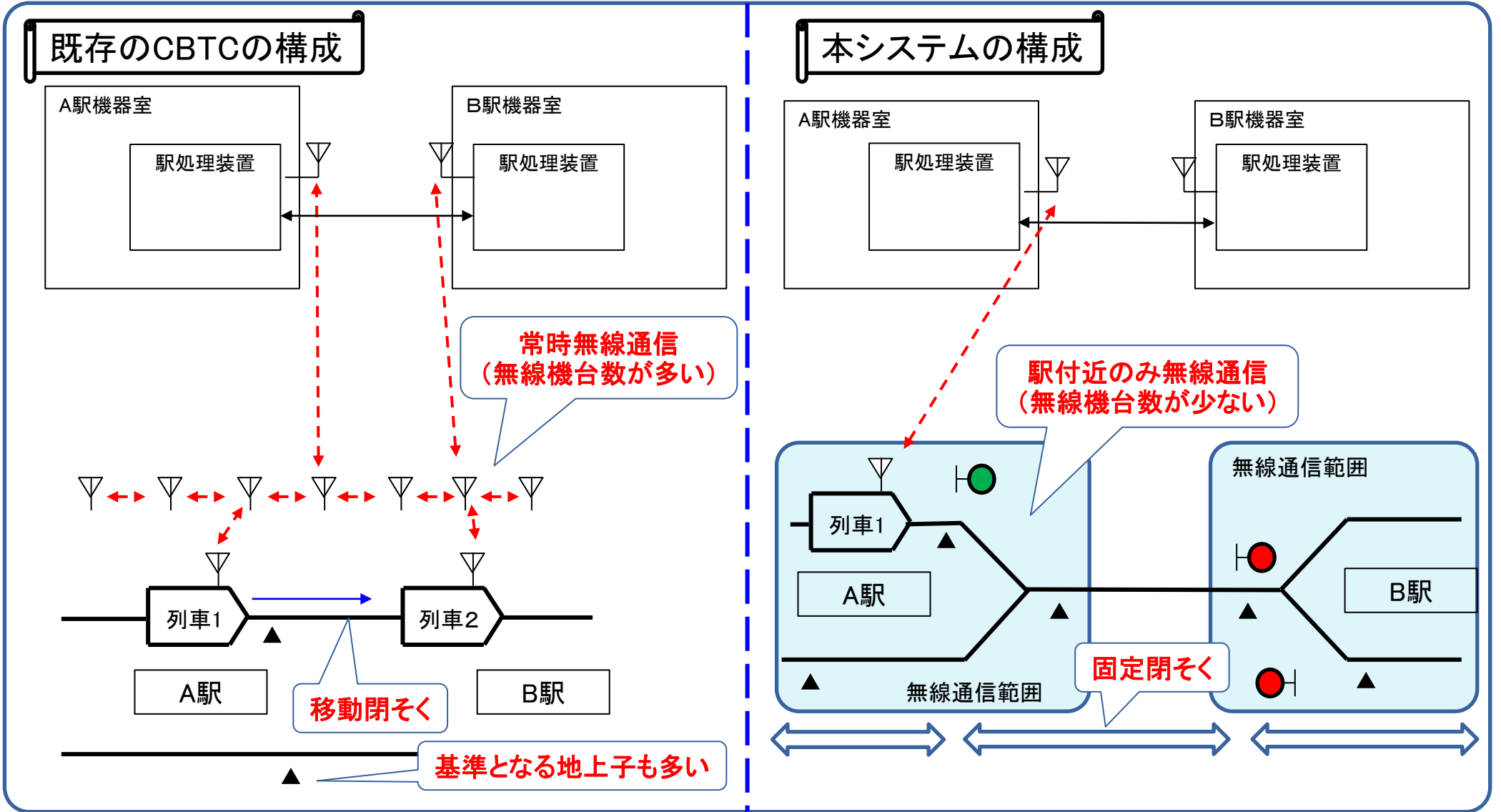


1. 背景

1.3 システム構成 [既存のCBTC(参考)]



参考に既存のCBTCシステムとの構成の比較を以下に示す。



2. 開発工程

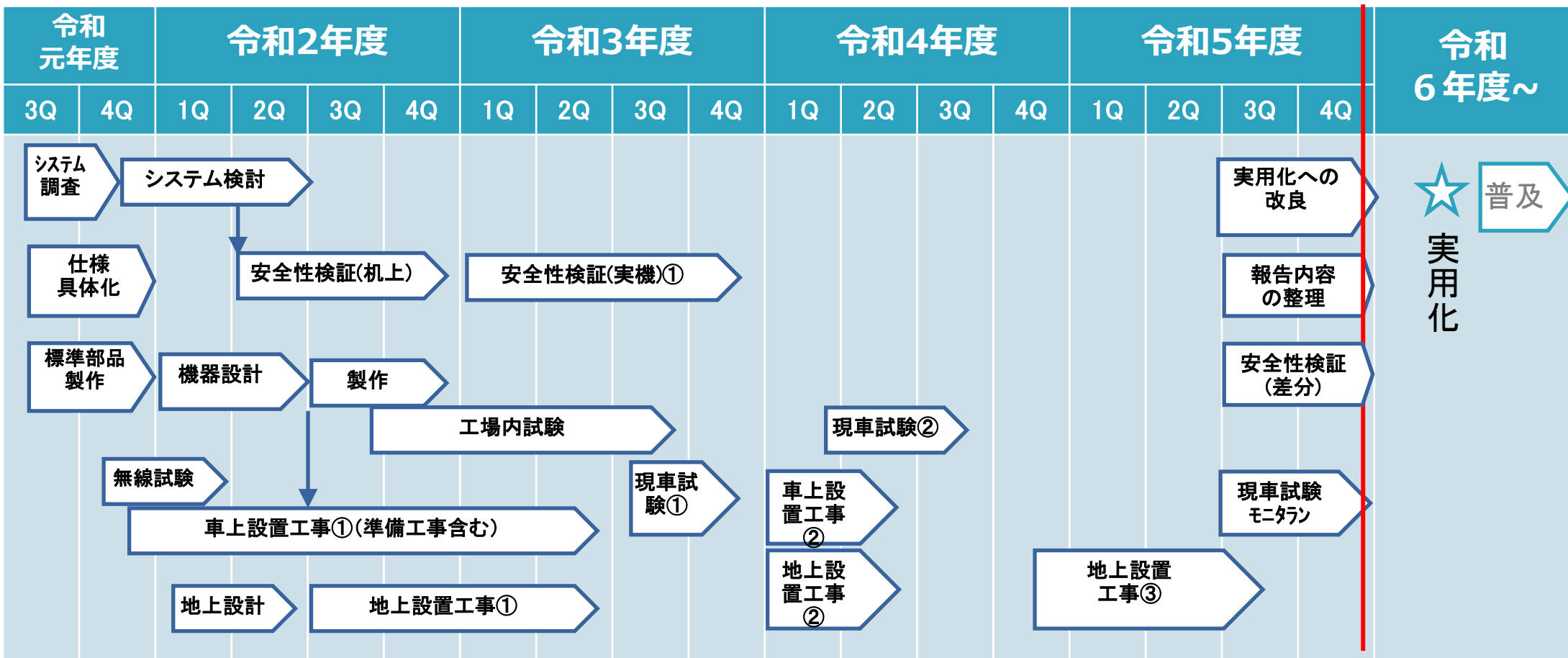
2.1 開発スケジュール(全体)



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

当初想定していた開発スケジュール(全体)は以下の通り。

- 令和元年度 : 現状システムの調査と仕様の具体化を行う。成果物はシステム概要書など
- 令和2年度 : 試験導入に向けたシステム検討・機器製作を行う。成果物はシステム機能仕様書など
- 令和3年度 : 3駅1編成での試験・安全性検証を行う。成果物は試験・検証報告書など
- 令和4年度 : 3駅2編成での試験を行う。成果物は試験・検証報告書など
- 令和5年度 : 5駅1編成での試験・安全性検証を行う。成果物は試験・検証報告書など



2. 開発工程

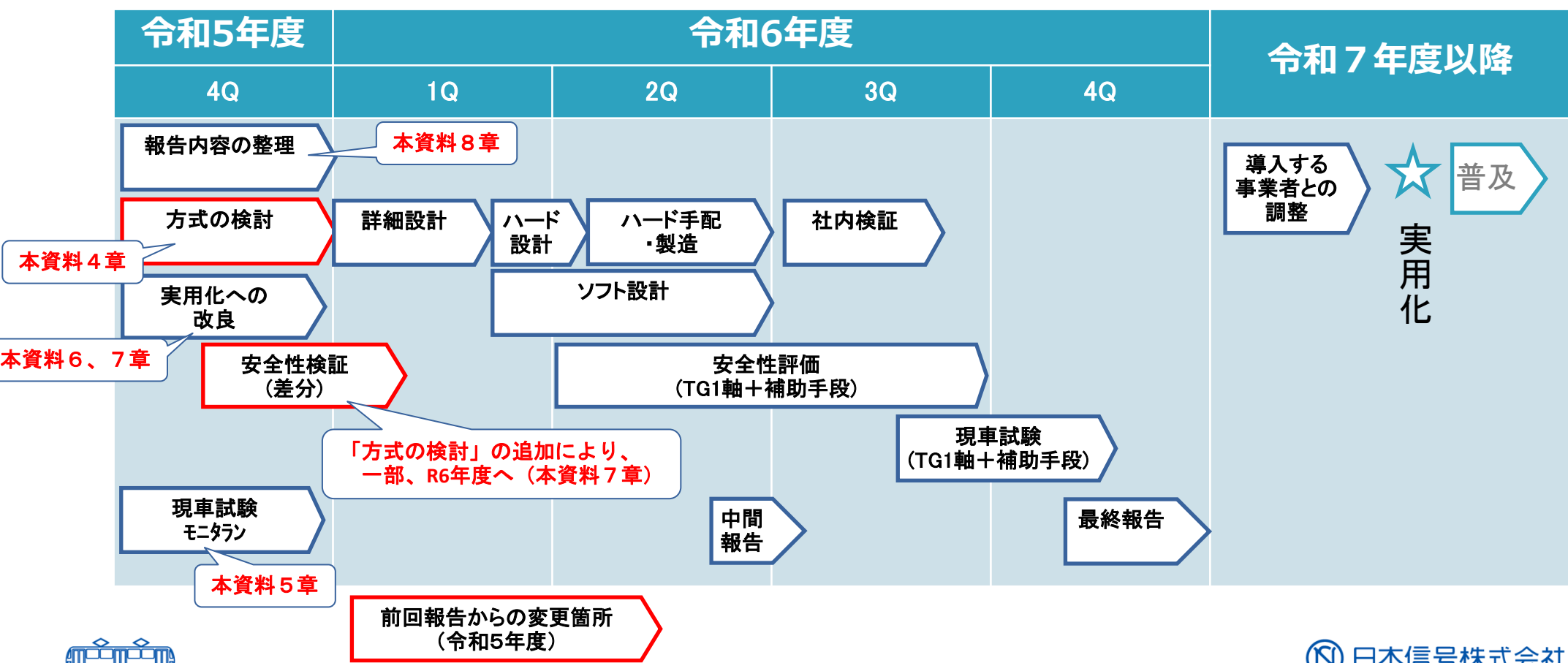
2.2 追加検討について



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

- ・令和5年10月の技術評価検討会にて、速度発電機(TG)の追加に伴う車両改造が課題である旨を報告。
- ・委員から「TG2軸ではなく、現実に即してTG1軸+補助で追加検討すべき」との意見をいただいた。
- ・令和6年度末まで開発スケジュールを延長し、対策手段の選定、安全性評価、現車試験を実施予定。

※進め方については本資料の4章で説明



3. 前回の技術評価検討会



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

令和5年10月に行われた「第6回 地方鉄道向け無線式列車制御システム技術評価検討会」で頂いた主なご意見及びその対応方針は以下の通り。

○システム

・速度発電機1軸での安全性について整理する。

→第三者機関等に相談の結果、速度発電機1軸目の故障検知手段として用いられている2軸目を別の手段(補助手段)で代替し、安全性を証明する方向で進めることとした。詳細については、来年度、安全性評価を実施し、整理予定。会議後修正

・車上装置での踏切パターン消去条件に障害物検知の条件を加える。

→追加予定。

・通信可能範囲、通信必須範囲の説明を追加する。

→無線通信の試験結果(本資料5章)で説明させていただきます。



3. 前回の技術評価検討会



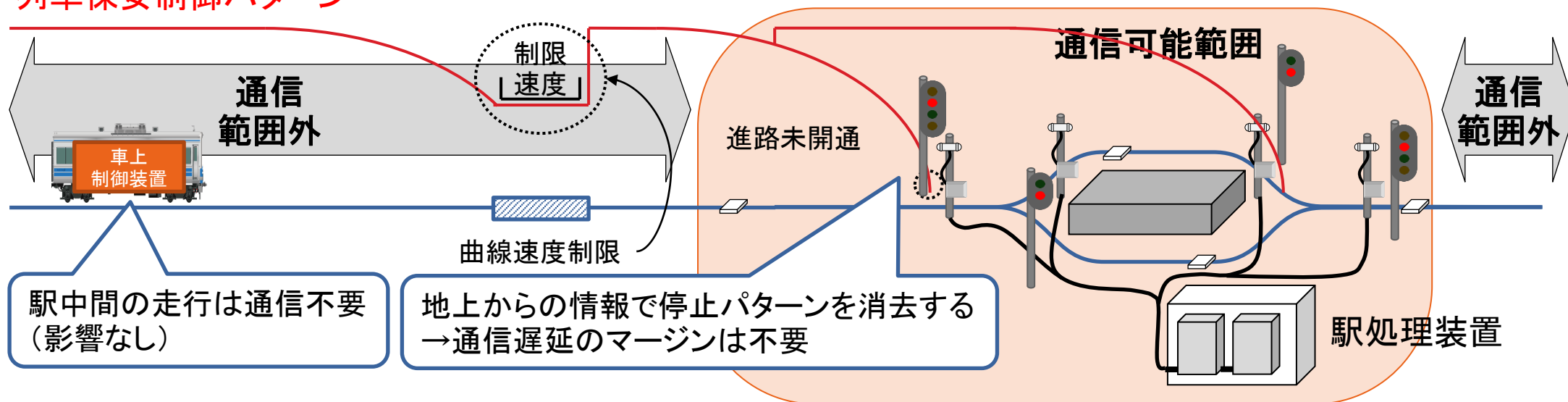
Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

○システム

- ・通信遅延に対するマージンの必要性について整理する。

【地上→車上(信号現示)の通信遅延について】

列車保安制御パターン



- ・本システムは固定閉そくであり、地上から受信する現示情報と車上の位置情報をもとに、車上データベースから停止点を作成している。列車が通信可能範囲に進入し、地上から現示情報を受信することで、信号機前での停止パターンが消去され、内方に進入可能となる。
- ・仮に通信遅延があったとしても、信号機前での停止パターンの消去が遅れるのみであり、安全側の動作になることから、通信遅延に対するマージンを持つ必要はない。



3. 前回の技術評価検討会



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

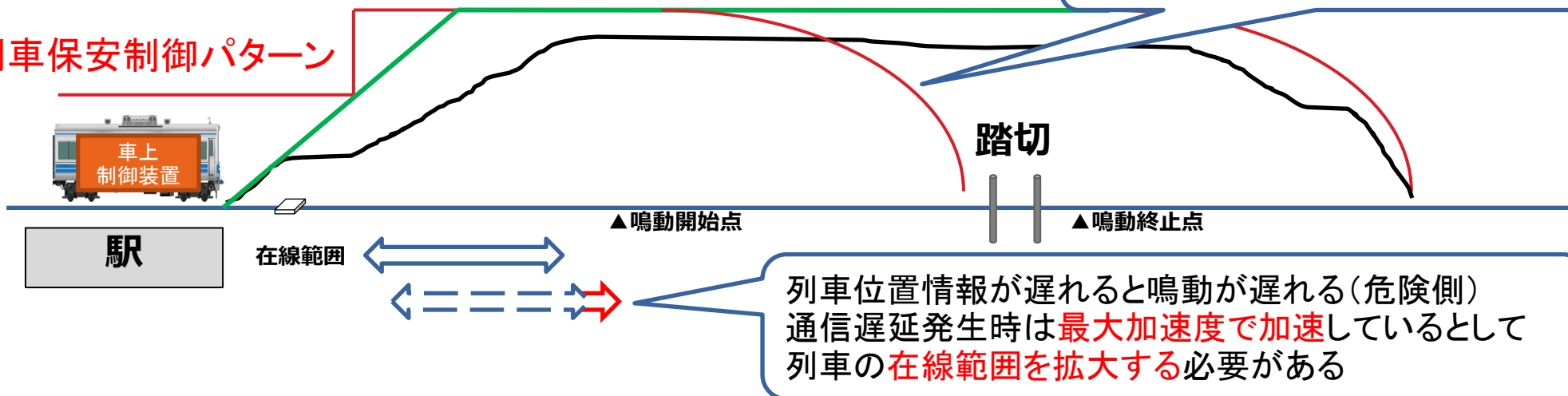
○システム

- ・通信遅延に対するマージンの必要性について整理する。

【車上→地上(列車位置情報)の通信遅延について】

踏切停止パターンは車上のDBから発生
→通信遅延は無関係

列車保安制御パターン



現行の踏切制御と同じように、鳴動開始点に在線範囲が到達した段階で踏切に鳴動開始を指示し、鳴動終了点を抜けたら鳴動を停止する。

→列車位置情報が遅れると鳴動が遅れるため、通信遅延発生時は在線範囲を拡大させる必要がある(マージンが必要) ※マージンを持たせて設計済

※本機能については汎用無線機のある構内踏切で確認



3. 前回の技術評価検討会



○現車試験

- ・現車試験項目の選定理由について記載を残しておくこと。
→現車試験結果の報告(本資料5章)に追記させていただきました。

○費用対効果

- ・グラフのある年度における内訳を評価できるよう検討する。
- ・信号制御以外の分野における課題について検討する。
→費用対効果(本資料6章)にて説明させていただきます。

- ・自動運転の効果として「安全性の向上」の記載があるが、その理由如何。
→自動運転導入の一般的な効果ではないため記載は削除する。
※日本信号の自動運転装置がフェールセーフCPUで速度を照査しており、保安装置相当の構成となっているという趣旨で記載していた。



4. TG1軸＋補助手段について

4.1 経緯



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

これまで速度発電機は2軸で検討していたが、安全性評価結果及び地方鉄道の現状を鑑み、「速度発電機1軸＋代替手法」で継続検討予定。（理由は下記参照）

- ・速度発電機1軸では検知できない故障モードがあり、第三者機関からも速度発電機2軸を強く推奨されている。会議後修正
- ・しかし、速度発電機をもう1軸追加するには、既存の台車への改造が困難な場合がある。会議後修正
- ・速度発電機1軸で走行する場合は、代替手法の追加が必要。

※従来システムは1軸だが、該当する故障モードが発生する場合でも、列車検知に軌道回路を用いているため安全上問題はない。しかし、本システムでは軌道回路がないことから、別途、該当する故障モードを検知する手段が必要となる。会議後修正



4. TG1軸+補助手段について

4.2 開発スケジュール



(1) 詳細設計

補助手段の選定と詳細設計
制御部への接続方法の整理

(2) ハード設計

補助手段追加による伝送線の追加

(3) ソフト設計

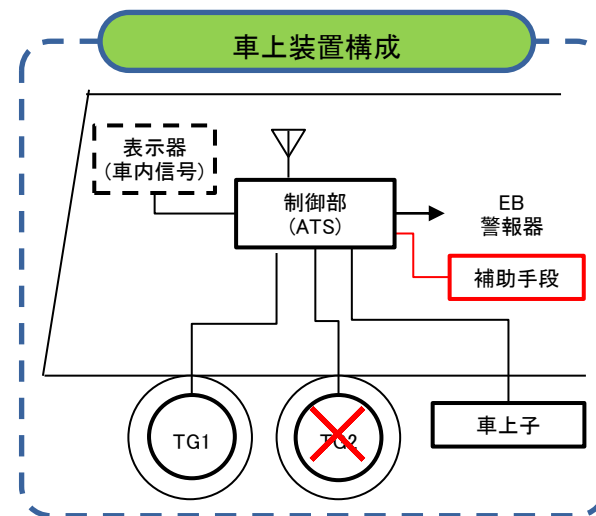
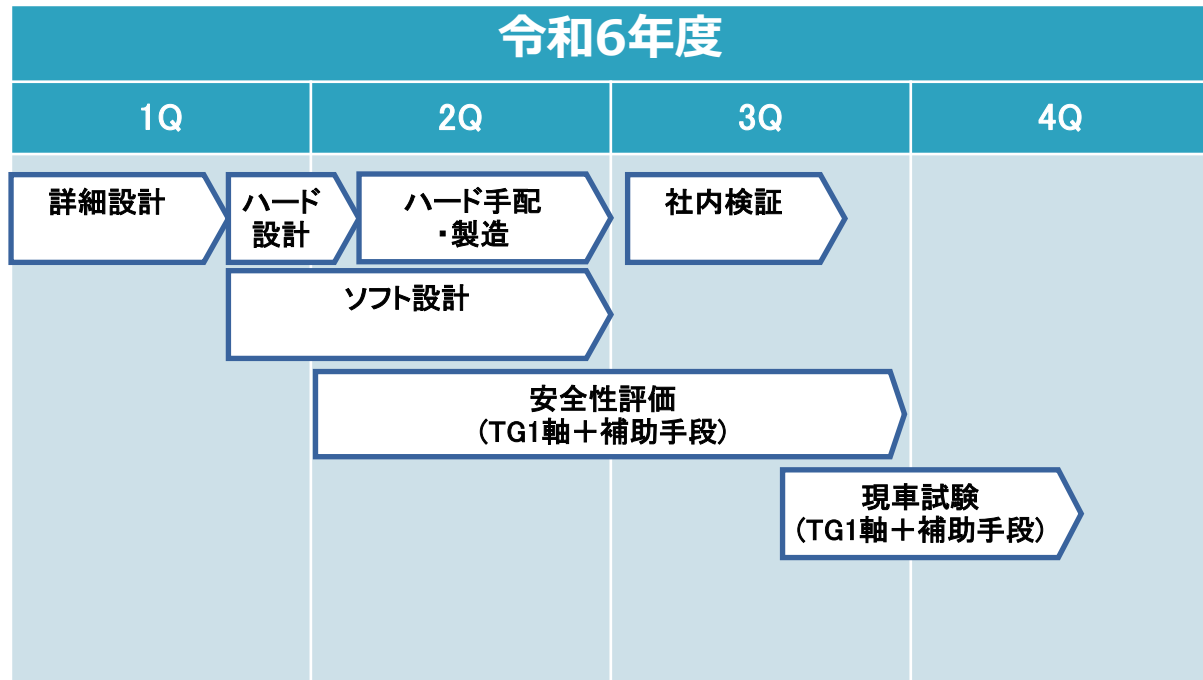
補助手段を用いた速度発電機(TG)の故障検知

(4) 安全性評価

補助手段を用いた列車位置検知の安全性評価

(5) 社内検証、現車試験

社内、現車での確認試験を実施



4. TG1軸+補助手段について

4.3 補助手段の整理



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

代替手法として、①加速度センサ、②GNSS、③ミリ波速度計、④地上子を用いた防護の4案が挙げられる。それぞれについて、メリット・デメリットを整理した。

補助手段	機器費	設置箇所	機器数	安全性に対する課題	総合評価
加速度センサ	○ 10万円～	○ 車内設置	○ 2台/編成	△ 惰行中の動作	○ 惰行時の精度 誤差の累積
GNSS	○ 10万円	○ 車内窓際設置	○ 2台/編成	△ 不通区間の対応	○ 不通区間がネック
ミリ波速度計	▲ 300万円	△ 台車のレール上	○ 2台/編成	○ 機器異常時の動作	△ 高性能だが高価
地上子追加	○ 10万円×台数	○ 地上	× 多数	△ 線形の違いによる 地上子の設置位置検討	△ 線形ごとに設計 地上設備が増える

- ・「地方鉄道で汎用的に使用できる」「地上設備を増やさない」「コストを抑える」の観点から、加速度センサで開発を進める方針。
- ・※1月の現車試験時に加速度センサとGNSSを列車に搭載し、データを測定。
- ・今後、取得したデータ等を用いて課題の確認、システム設計を実施していく。



5. 現車試験(2023年度)

5.1 試験項目



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

2023年度に実施した現車試験は以下の通り。

項番	内容	評価項目	実施理由	備考
1	位置検知精度 (5駅) ※昨年度までは3駅	軌道回路との差 TG誤差の確認	設備の区間拡大による基本機能の試験	追加試験
2	無線通信 改善の結果確認	通信成功率 (大雄山無線機追加後) 無線機 1 台故障時の動作	無線機の改良、地上無線機の追加による試験	再試験 追加試験
3	システムの安定性	パターン接近箇所	運用を見据えた際の運転への影響を確認する試験	追加試験
4	安全性の検証	冒進防護機能 (追加)	システムへの機能追加・変更による試験	追加試験



5. 現車試験(2023年度)

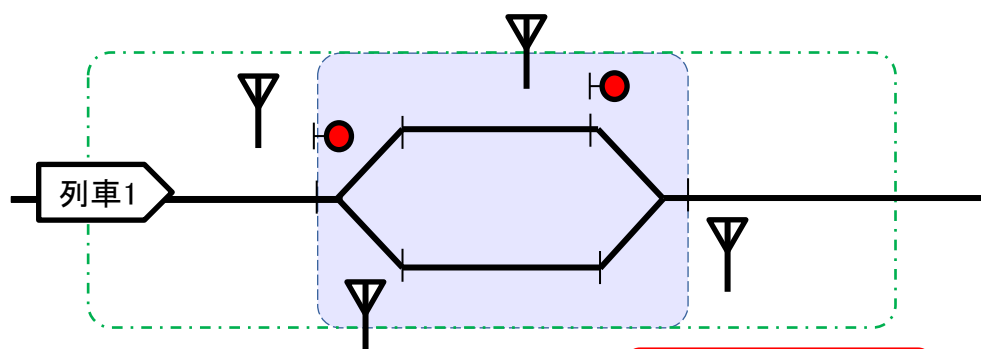
5.2 試験項目(詳細)と試験結果



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

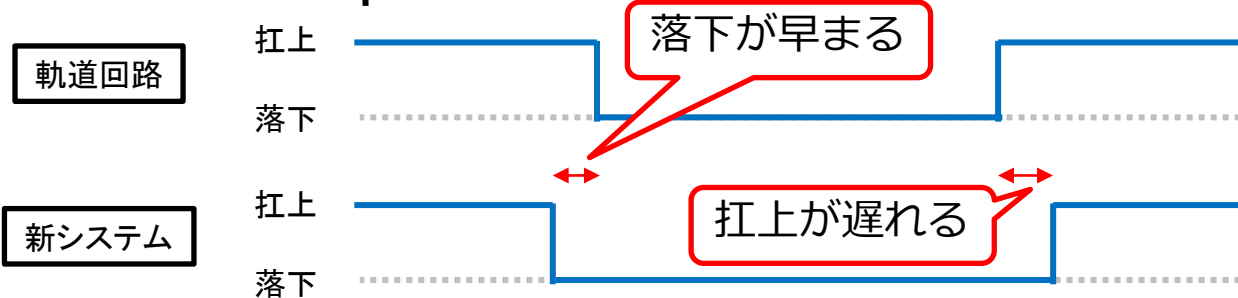
(1) 位置検知精度の試験

- ・軌道回路ごとの落下・扛上タイミングを軌道回路と新システムで比較
→全線での評価(※5駅中2駅は新設)



【評価基準】

- ①場内進入時 新システム仮想軌道回路落下～軌道回路落下が3秒以内
- ②てっ査区間進出時 軌道回路扛上～新システム仮想軌道回路扛上が5秒以内



それぞれのタイミング(距離)が許容範囲内であることを確認

場内進入時の時間差	最大:1.5s 最小:0.5s 平均:1.11s	【判定】良(3s以内)
距離換算	最大:8.6m 最小:3.4m 平均:6.4m	
てっ査区間進出時の時間差	最大:4.0s 最小:0.5s 平均:1.44s	【判定】良(5s以内)
距離換算	最大:5.7m 最小:4.2m 平均:5.2m	



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果



※車輪が削れた場合の位置検知精度

- ・車輪径設定を大きくして検知精度を悪化させた状態での評価
- ・車輪径858mmに対して20mm大きい878mmに設定して走行(誤差:2.3%)
→車輪径が実際より大きいため、在線範囲が想定より進行方向に拡大する。
軌道回路相当の落下がより早くなり、扛上は適正側になる。

場内進入時	最大: 3.0s 最小:0.0s 平均:1.50s	【判定】良(3s以内)
距離換算	最大: 20.9m 最小:0.0m 平均:9.3m	

てっ査区間進出時	最大: 1.0s 最小:0.0s 平均:0.57s	【判定】良(5s以内)
距離換算	最大: 4.9m 最小:0.0m 平均:2.8m	

→進入時の誤差が大きくなったものの、判定時間内。

※車輪径設定を小さくした場合の評価については2024年度に実施予定。



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果



(2)無線通信 改善の結果確認

・通信成功率の確認

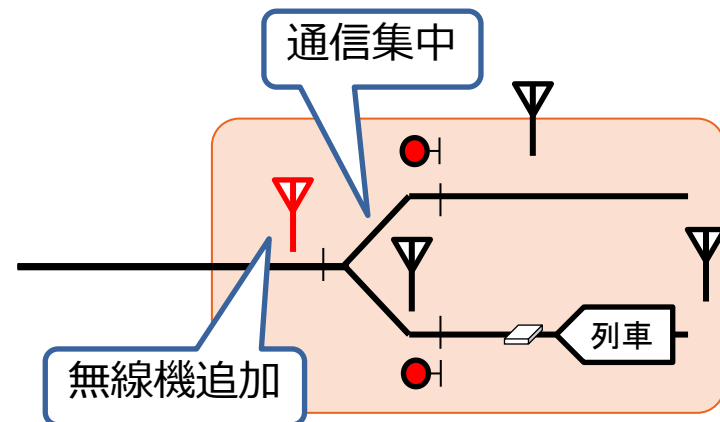
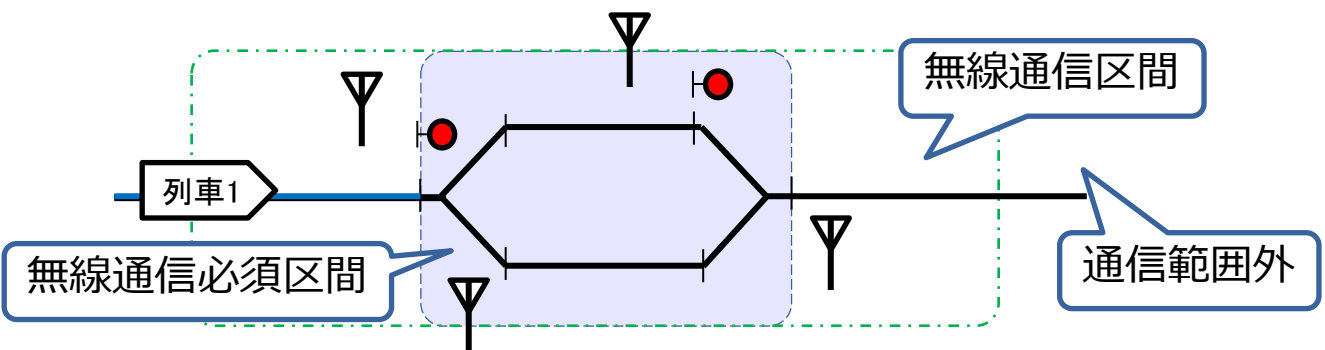
→無線通信必須区間 / 無線通信区間それぞれでの通信成功率

通信方式改善結果の再確認(2駅)、無線機新設(2駅)、無線機追加(1駅)

・無線機1台故障時の動作確認

前回大雄山で1台の地上無線機に通信が集中したため、地上無線機を追加して、

その無線機が故障しても通信ができるよう改良→その動作を確認



- 1:無線通信必須区間:安全上、地車間の通信が必須な区間
- 2:無線通信区間:地車間の通信が切れても危険にはならないが、定時運行に影響する区間
- 3:通信範囲外:地車間の通信が発生しない区間



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果



(2) 無線通信 改善の結果確認

・通信状況の確認

通信異常が発生した場合、安全側の動作にはなるが運行を支障する可能性。

➡システムの安定性を確認するため、10年の運行で通信異常が発生する確率を計算する。

<基準の考え方>

・10年の運行で通信異常が発生する確率を検討

①10年の通信回数=1日の列車本数×10年×1本の走行時間(通信区間)÷通信周期
=158本/日×365日/年×10年×10分/本÷0.5s/回=6.92×10⁸回

②装置が通信異常を検知するまでの通信失敗回数: 9回

基準➡ 通信異常が発生する確率が、10年の運行(6.92×10⁸)で1回未満

→[通信失敗率]⁹ < 1.4×10⁻⁹(=1/6.92×10⁸)未満であればOK



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

(2) 無線通信 改善の結果確認

無線通信必須区間の通信失敗率 最大: 1.80% (相模沼田)

必須区間外での通信失敗率 最大: 9.66% (相模沼田) 会議後修正

現車走行試験(5駅)での通信異常検知回数 0回

駅名	通信失敗率 (A)		通信異常検知確率 (A ⁹)		通信失敗率 (A)		通信異常検知確率 (A ⁹)	
	[必須] 上り	[必須] 下り	[必須] 上り	[必須] 下り	[必須外] 上り	[必須外] 下り	[必須外] 上り	[必須外] 下り
小田原	0.16%	0.47%	6.87×10^{-25}	1.12×10^{-21}	0.26%	2.40%	5.43×10^{-24}	2.64×10^{-15}
五百羅漢	0.31%	0.29%	2.64×10^{-23}	1.45×10^{-23}	5.22%	3.17%	2.88×10^{-12}	3.23×10^{-14}
相模沼田	1.80%	0.49%	1.98×10^{-16}	1.63×10^{-21}	9.66%	6.37%	7.32×10^{-10}	1.72×10^{-11}
和田河原	0.69%	0.73%	3.54×10^{-20}	5.89×10^{-20}	1.78%	8.41%	1.79×10^{-16}	2.10×10^{-10}
大雄山	0.77%	1.35%	9.51×10^{-20}	1.49×10^{-18}	4.90%	3.67%	1.63×10^{-13}	1.21×10^{-13}

※通信異常検知確率=通信失敗率^(通信異常検知までの通信回数[9回])

全区間で 1.4×10^{-9} (=1/ 6.92×10^8)未滿となり、システムとして問題ない値となった。



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果

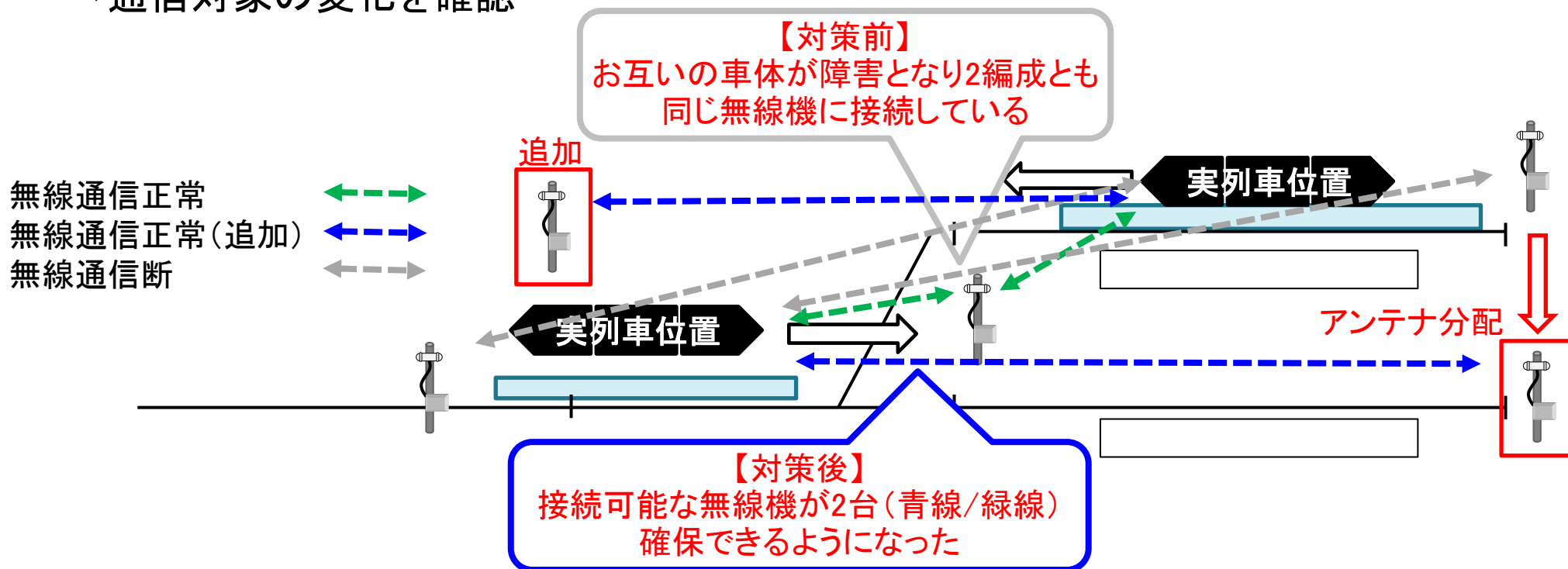


(2) 無線通信 改善の結果確認

・無線機1台故障時の動作確認

前回大雄山で1台の地上無線機に通信が集中したため、地上無線機を追加して、その無線機が故障しても通信ができるようにした。

→通信対象の変化を確認



5. 現車試験(2023年度)

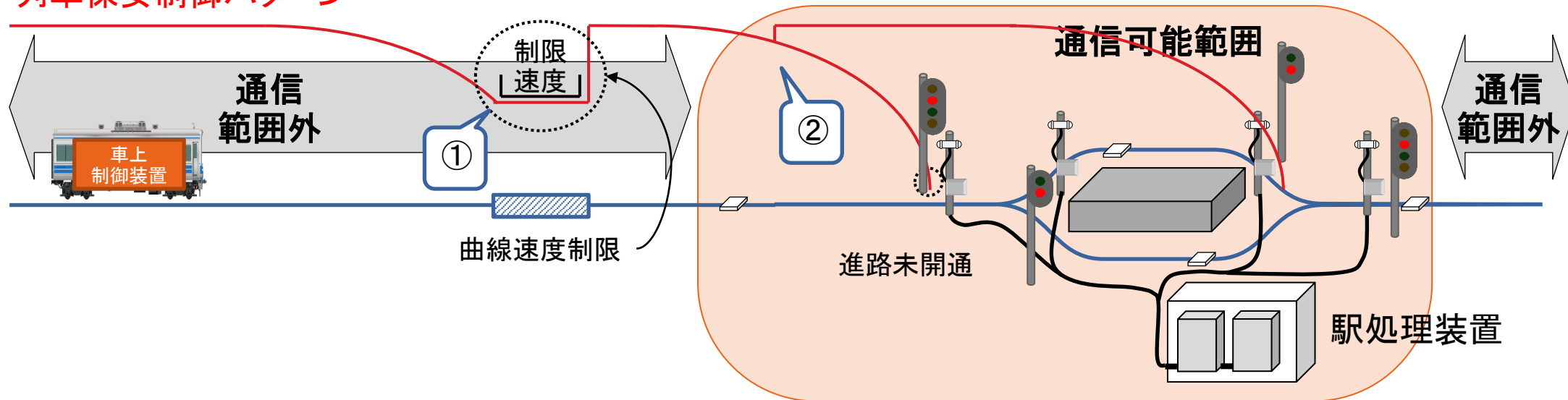
5.2 試験項目(詳細)と試験結果



(3) システムの安定性

- ・ 運転曲線とパターン接近箇所の確認 (※5駅中2駅は新設)
 - ① 速度制限に対するパターン
 - ② 地上と車上の通信が確立し、場内信号機の停止パターンが消えるタイミング

列車保安制御パターン



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

(3) システムの安定性

通常の運転操作で新システムのパターンを超過または接近する箇所の有無を確認。

① 速度制限に対するパターン

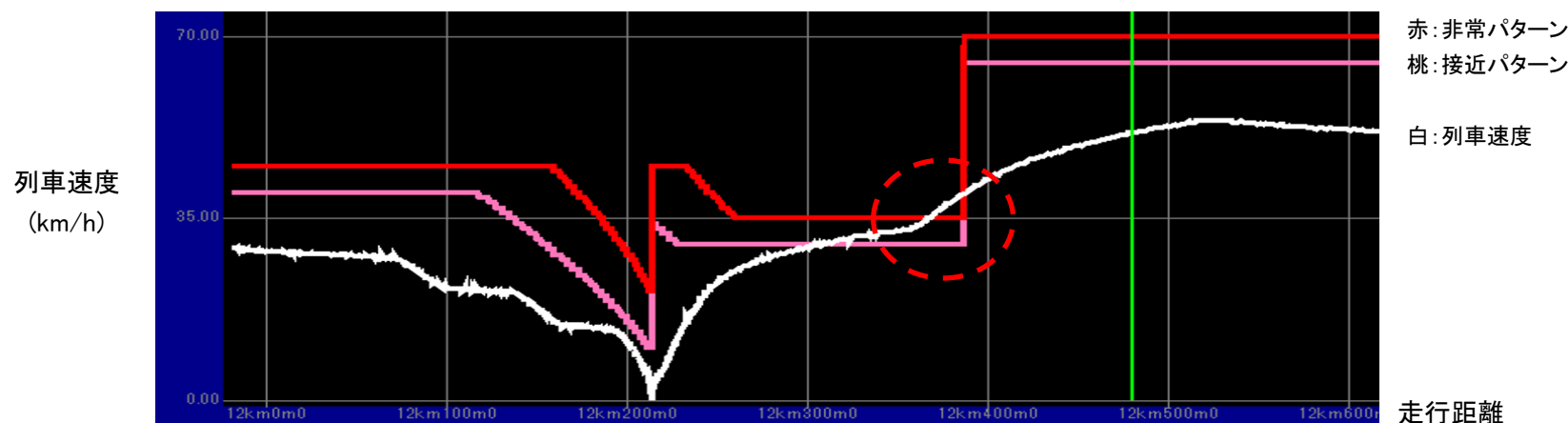
パターン超過箇所

転てつ器: 3箇所

パターンから5km/h以内に接近

転てつ器: 1箇所

区間最高/曲線: 6箇所



・通常の運転操作で、パターンを超過・接近する箇所が存在。

→客先と速度制限区間の妥当性や加速のタイミングについて調整していく。

※点制御からパターン制御への変更による事象であり、本システム特有の事象ではない。

・それ以外のパターン接近箇所は制限速度付近での定速走行であり、設計通りコントロールされていることを確認。



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果



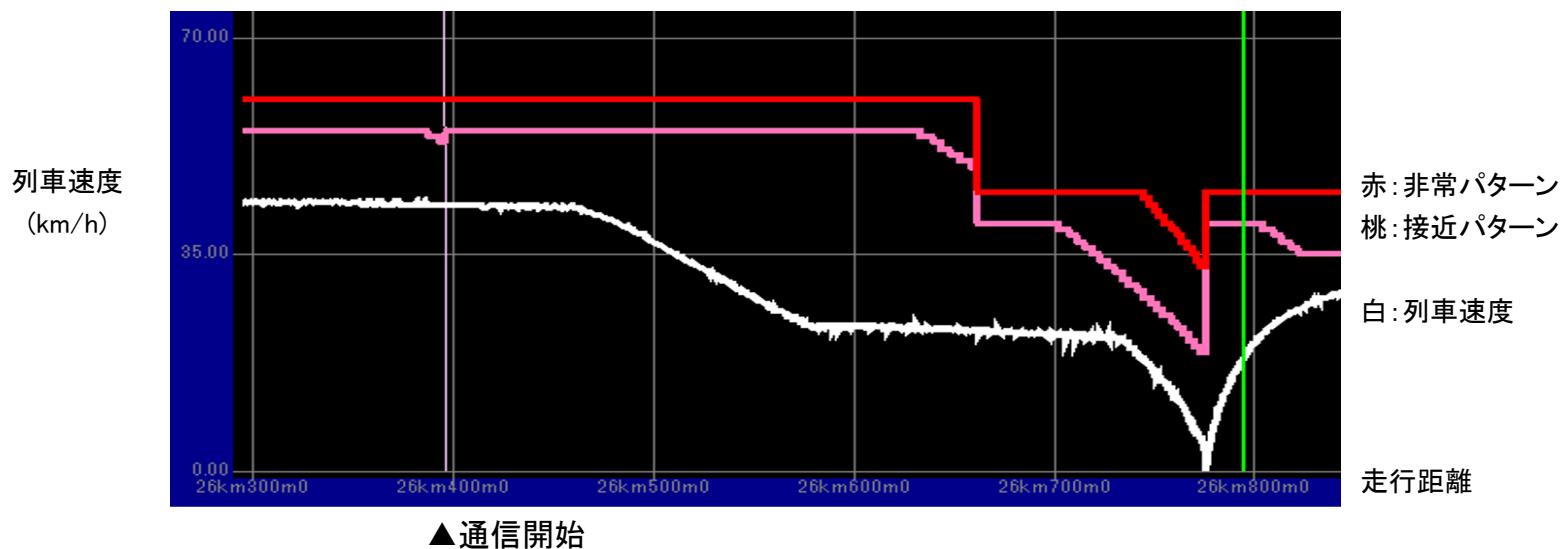
Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

(3) システムの安定性

- ② 地上と車上の通信が確立し、場内信号機の停止パターンが消えるタイミング
最外方の無線機1台を停止した状態でパターン超過の約8s手前
停止パターン消去～信号機通過までの最小時間 17.9s=178m

駅中間での再接続は今回のシステムでの特徴的な部分となるが、
十分な余裕をもってパターンが消去できていることを確認。

駅中間で無線通信を開始したタイミング付近でのパターン



5. 現車試験(2023年度)

5.2 試験項目(詳細)と試験結果

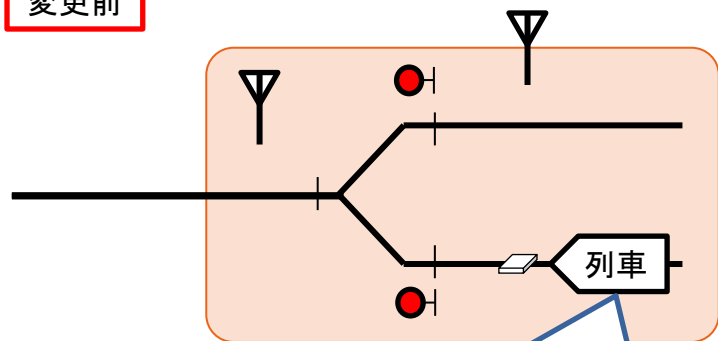


(4) 安全性の検証

・冒進防護機能(追加)

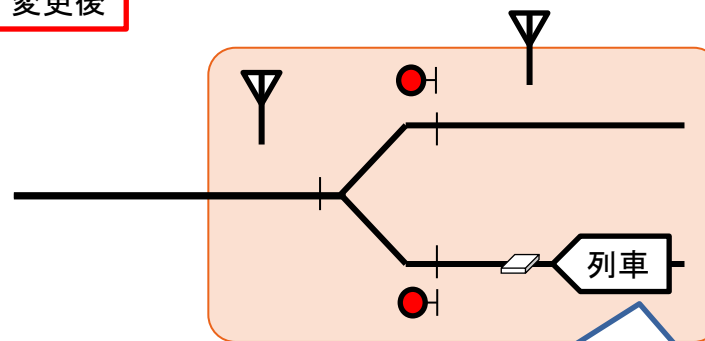
→位置未確定時の冒進防護機能(追加)

変更前



滞泊等で位置未確定の場合、
頭打ちパターン+直下地上子で防護
→地上子から減速分走行可能

変更後



位置未確定かつ前方停止現示の場合、
駅処理装置から走行禁止情報を送信する
→走行開始時点で非常ブレーキ動作

走行開始から3s (2km/h)で非常ブレーキがかかり、
想定通りの動作になっていることを確認。



6. 費用対効果

6.1 前提条件



実用化に向けてシステムの導入による費用対効果を整理。
費用対効果の算出に当たっての前提は以下の通り。

- ①伊豆箱根鉄道大雄山線を想定して試算
- ②既設のままの状態、新システムの2つの費用等を比較
 - ・既設システムからの更新とする(試験用機器を設置する前の状態を基準とする)
 - ・既設システムについても、各機器の更新費を初年度に計上
- ③国土交通省の「鉄道施設総合安全対策事業費補助」を適用し、初期費を2/3とする

【対象外】

- ・認可申請に関わる費用
- ・線形改良や線形変更によるDBの更新費用



6. 費用対効果

6.1 前提条件

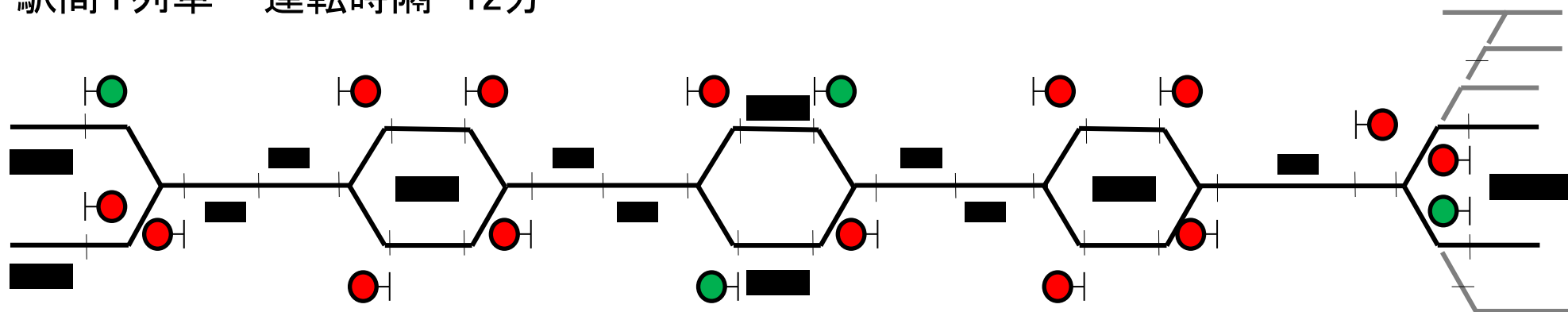


伊豆箱根鉄道 大雄山線の路線イメージで費用対効果の検討を実施。

※大雄山線での導入に係る費用等は引き続き精査

【諸元】

- ・営業キロ 10km
- ・連動駅 5駅
- 27軌道回路
- ・営業車 7編成(車上装置14台)
- ・既設システムの保安装置 軌道回路+変周式ATS
- ・踏切 40箇所(AF-FC制御)
- ・最小曲線半径 R=100
- ・区間最高速度 60km/h
- ・他社乗り入れなし
- ・駅間1列車
- ・運転時隔 12分



線形イメージ



6. 費用対効果

6.1 前提条件



既設システムにおいて、計上する費用としては以下を考慮する。

①初期費

- ・機器費 車上送受信器、ATS地上子、軌道回路関係機器、踏切関係機器

②保守費

- ・検査費 上記機器の保守費、検査費
- ・電気代 軌道回路の電気代

③更新費

- ・機器費 オーバーホール 8年、ユニット更新 15年
※1年ごとの費用に換算

④その他費用

- ・復旧対応費 異常発生時の対応費用、落雷による機器交換費用



6. 費用対効果

6.1 前提条件



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

既設システムと新システムにおいて、計上する費用としては以下を考慮する。

【車上設備】

大分類	中分類	既設システム	新システム
初期費	機器費	車上ATS受信器 速度発電機、試験器	制御装置、 速度発電機、試験器
		—	表示器、車上無線機、アンテナ
	DB設計費	—	車両性能、編成長、編成番号、線形、 速度制限、信号機、踏切(構内)
	車両改造費	—	設計費(機器配置、配管・配線図、 CAD化)、材料費、労務費
ランニングコスト	保守・検査費	保安装置の機能検査	
	更新費[機器]	オーバーホール8年、ユニット更新15年 ※1年ごとの費用に換算	



6. 費用対効果

6.1 前提条件



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

既設システムと新システムにおいて、計上する費用としては以下を考慮する。

【地上設備】

大分類	中分類	既設システム	新システム
初期費	機器費	(連動装置)	駅処理装置(各駅)
		—	地上無線機、アンテナ (約35台)
		地上子 (周波数)、試験器	地上子 (電文形)、試験器
	DB設計費	—	線形、速度制限、 閉そく、踏切(構内)
	連動改修費	—	設計費、改修費、材料費 (駅処理装置との接続)
	工事費	—	機器設置、無線用光回線敷設
ランニングコスト	保守・検査費	軌道回路、地上子 踏切機器	駅処理装置、踏切機器(構内除く)
			車上検測:地上無線機、地上子
	電気代	軌道回路	駅処理装置、地上無線機
	更新費[機器]	オーバーホール8年、ユニット更新15年 ※1年ごとの費用に換算	



6. 費用対効果

6.2 費用対効果(シミュレーション)



本ページは議論途上のため非公開



6. 費用対効果

6.3 信号制御以外の分野への効果



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

本システムを導入することで得られる、信号制御以外の分野への効果を以下に示す。

項番	分類	内容
1	保線	GNSSや加速度センサを使用する場合、垂直方向への速度/加速度の値と列車位置情報を用いることで、線路の保守が必要な箇所を営業運転車で見つけることができ、保線作業を効率化できる。
2	踏切	踏切がパターン制御になるため、未遮断時や障害物検知時は踏切の手前に安全に停止するため、踏切事故を防止できる。 ※駅中間（踏切部）に地上無線機の設置が必要
3	運転	実績運転曲線を取得できるため、その利活用が期待できる。

会議後修正

会議後修正



7. 安全性評価(差分)



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

今年度の安全性評価で差分として評価を実施した内容を表に示す。

項番	内容	詳細
1	冒進防護機能（追加）	位置未確定時の冒進防護
2	空転・滑走時の在線範囲	空転・滑走時の在線範囲を車上で認識した範囲を反映するように修正
3	入換モード	車庫から本線に移動する際の人間による取扱いを地上から車上へ変更した

※第6回で報告した評価内容予定項目からシステム切替と余裕距離の安全性評価は来年度に変更

安全性評価の結果(鉄道総研) 会議後修正

日本信号株式会社殿からの委託により、地方鉄道向け無線式列車制御システムの安全性評価(差分)を実施した。

2020年度～2021年度までに鉄道総研にて安全性評価を実施したシステム仕様から変更となった項目を評価対象とし、2023年度は、評価対象項目の抽出結果の妥当性の確認と、安全性に関わる一部の機能について安全性評価を実施した。なお、2023年度に安全性評価を実施した機能以外の、その他の機能に対する安全性評価については、2024年度以降に実施することとしている。

安全性評価済みのシステム仕様からの変更点のうち、**安全性に関わるとして抽出された評価対象項目についての妥当性を確認した**。また、今回、安全性評価を実施した項目である、入換モード切替条件の変更、空転・滑走バッファ算出機能の変更、誤出発防止機能の追加、および頭打ち速度の変更については、抽出されたハザードに対して対策されており、**安全上問題となる点は見られない**。

なお、今回、安全性評価を実施した項目は、システム仕様の変更項目の一部であり、今回、対象としなかった項目については、別途、安全性評価を実施する必要がある。



8. 本年度までの開発成果のまとめ



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

本年度までの開発成果のまとめを以下に示す。

2024年度に「速度発電機1軸＋補助手段」を用いたシステムとして報告内容を更新する。

項番	内容	状況
1	システム仕様の具体化	完了
2	安全性評価（速度発電機2軸）	完了
3	試験項目に基づく社内試験	完了
4	試験項目に基づく現車試験	完了
5	費用対効果の分析	完了



9. 今後の展望と期待される波及効果



Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

項番1～6から必要な機能を選択してシステム構築可能



事業者の要望に合った
最適なシステムを導入しやすく
地方鉄道の維持発展に寄与

項番	内容	備考
0	①車上位置検知機能 ②無線を利用した列車検知	令和3年度に現車試験（導入前提）
1	連続速度照査式（パターン式）ATS	令和3年度に現車試験（導入前提）
2	信号現示の車内点灯化	令和3年度に現車試験（試験のみ）
3	車上検測機能	令和4年度に現車試験（試験のみ）
4	無線による踏切制御	令和4年度に現車試験（試験のみ）
5	全線在線管理による連動機能の集約化	オプション（将来構想）：開発対象外
6	自動運転	オプション（将来構想）：開発対象外



本技術開発を行うことにより、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ことに寄与していければと考えています

ご清聴ありがとうございました