

第2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2年9月8日(火) 13:00~14:30

場所 合同庁舎3号館8階特別会議室(ウェブ会議併用)

< 議 事 次 第 >

1. 開会
2. 挨拶
3. 議事
 - 3-1 地方鉄道向け無線式列車制御システムの開発の実施状況
 - 3-2 安全性評価について
4. その他
5. 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の検討状況 |
| 資料 5 | 地方線向け列車制御システムの動向 |
| 資料 6 | 安全性評価について |

第 2 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

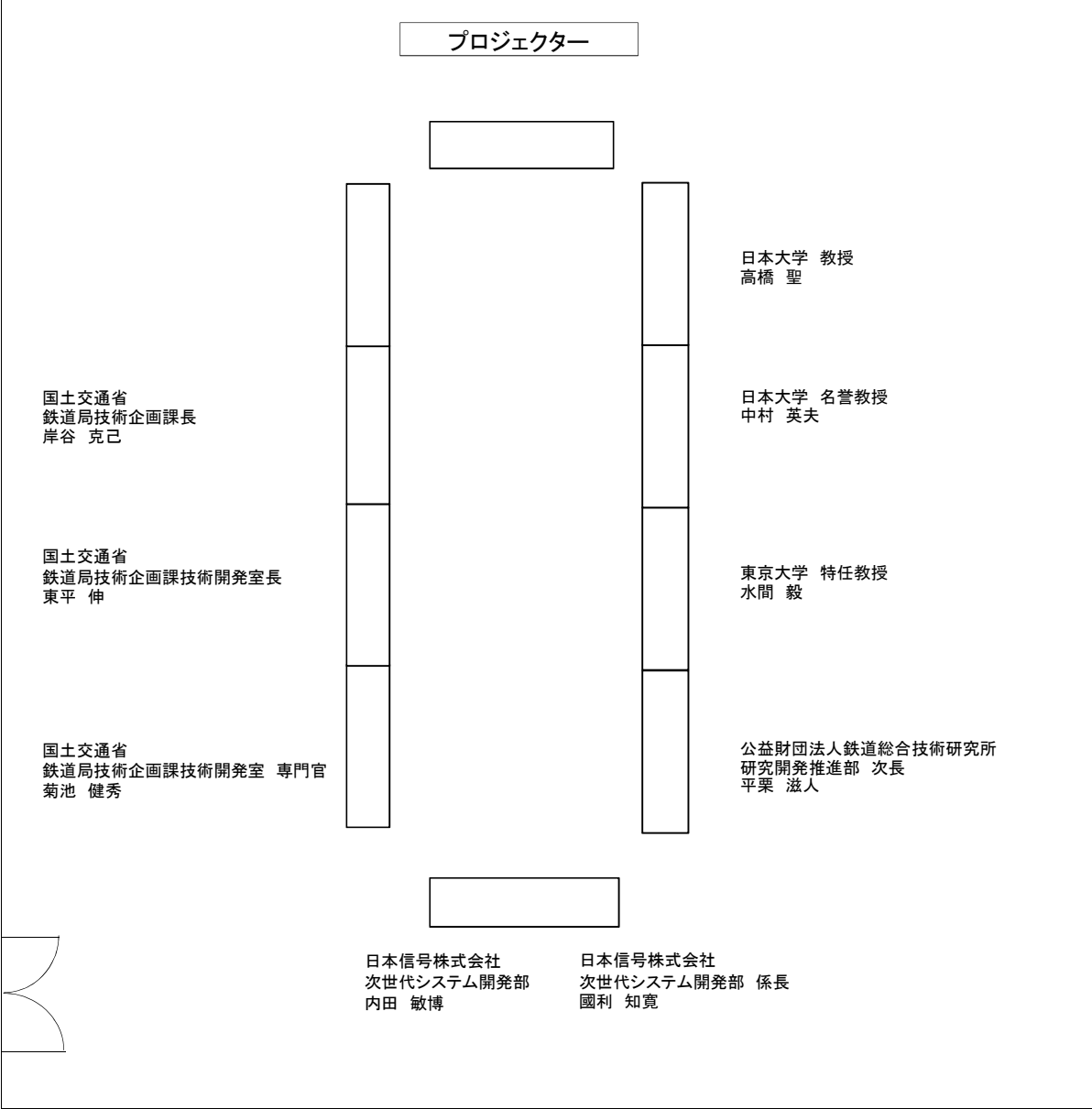
委員名簿

(敬称略)

委員長	中村 英夫	日本大学	名誉教授
委員	水間 毅	東京大学	特任教授
〃	高橋 聖	日本大学	教授
〃	藤田 浩行	伊豆箱根鉄道株式会社	執行役員 鉄道部長
〃	押切 榮	山形鉄道株式会社	専務取締役
〃	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
〃	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 次長
〃	荒木 尚人	一般社団法人日本鉄道電気技術協会	常務理事
〃	高橋 俊晴	一般社団法人日本民営鉄道協会	常務理事
〃	吉田 捷治	第三セクター鉄道等協議会	常任幹事
〃	中山 修一	一般社団法人日本鉄道車両機械技術協会	車両部長
〃	石田 弘文	一般社団法人日本鉄道運転協会	安全企画部長
〃	江口 秀二	国土交通省大臣官房	技術審議官
〃	岸谷 克己	国土交通省鉄道局	技術企画課長
オブザーバー	澤田 秀樹	北海道旅客鉄道株式会社	電気部副部長
〃	杉浦 弘人	東日本旅客鉄道株式会社	電気ネットワーク部信号システム管理センター 次長
〃	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
〃	森 崇	西日本旅客鉄道株式会社	鉄道本部イノベーション本部保安システム室課長
〃	谷 芳彦	四国旅客鉄道株式会社	鉄道事業本部 工務部長
〃	佐藤 孝之	九州旅客鉄道株式会社	電気部信号通信課担当部長
事務局	国土交通省	鉄道局	

第2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2年9月8日(火) 13:00~14:30
中央合同庁舎3号館8階特別会議室



ウェブ会議による出席者	
伊豆箱根鉄道株式会社 執行役員 鉄道部長	藤田 浩行
山形鉄道株式会社 専務取締役	押切 榮
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	佐藤 安弘
一般社団法人日本鉄道電気技術協会 常務理事	荒木 尚人
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 常任幹事	吉田 捷治
一般社団法人日本鉄道車両機械技術協会 車両部長	中山 修一
一般社団法人日本鉄道運転協会 安全企画部長	石田 弘文
北海道旅客鉄道株式会社 電気部 副部長	澤田 秀樹
東日本旅客鉄道株式会社 電気ネットワーク部 信号システム管理センター 次長	馬場 裕一
西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 イノベーション本部 保安システム室 課長	森 崇
四国旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 工務部長	谷 芳彦
九州旅客鉄道株式会社 電気部 信号通信課 担当部長	佐藤 孝之



地方鉄道向け 無線式列車制御システムの開発 検討状況

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



日本信号株式会社

2020年9月8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. 令和元年度の進捗
 4. 1 「システム調査・検討」について
 4. 2 「仕様の具体化」について
 4. 3 「標準部品製作・無線試験」について
5. 令和2年度の開発



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

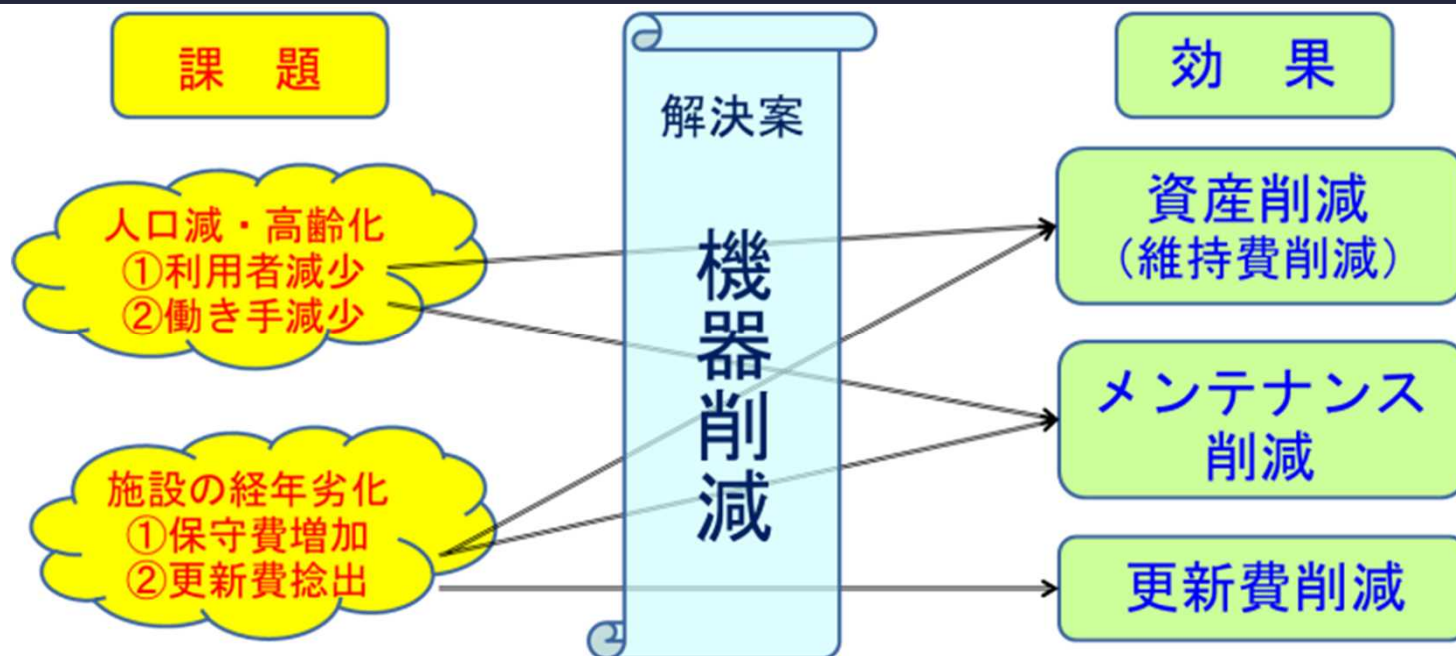


Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.

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

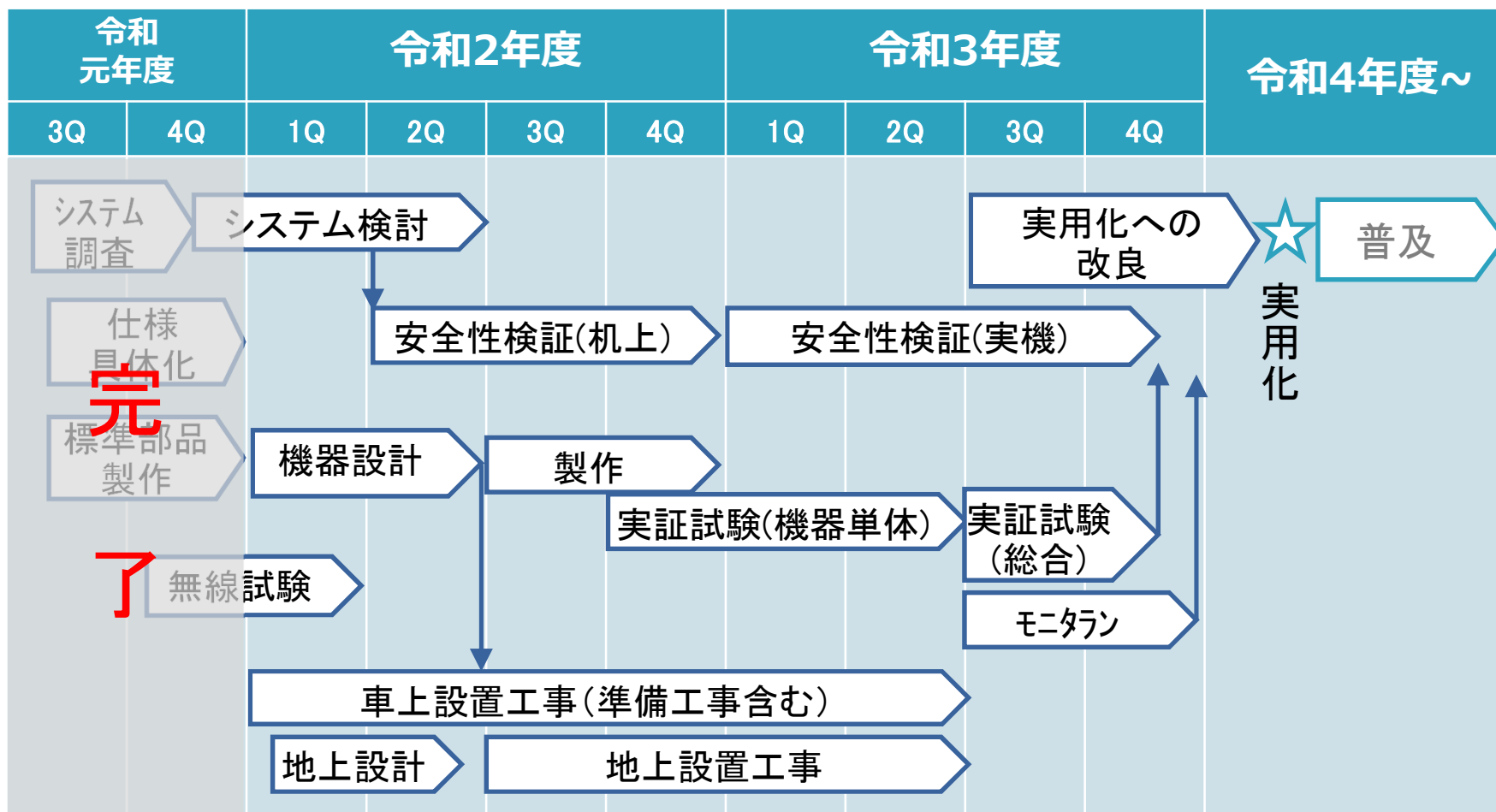


2. 開発工程



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

- 令和元年度 : 現状システムの調査と仕様の具体化を行う。
- 令和2年度 : 試験導入に向けたシステム検討・機器製作を行い、試験に着手する。
- 令和3年度 : 実用化に向けた試験・安全性検証を行う。開発成果を標準的な仕様書として取り纏める。



まずは前回の技術評価検討会の振り返りを行い、令和元年度の進捗を報告する。



3. 前回の技術評価検討会



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

令和2年2月に行われた「第1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」で頂いたご意見として、以下のようなものがあった。

これらの意見を参考にして、令和2年度以降の開発に反映していく。

○コスト面

- ・システムを導入するにあたり、都市鉄道向けのものと比較して、簡素化することで初期投資を抑えることができるが、導入後の運用コストにも配慮する必要がある。

○通信

- ・無線を用いるため、状況により通信が途切れてしまうことがある。今後の試験等を実施していく中で、システムの安全性だけでなく、安定性についても検討していただきたい。
- ・使用する無線について、将来構想の一つとして5G等の公衆無線通信（携帯電話システム）が利用できるのか、提言等をしていただきたい。



3. 前回の技術評価検討会



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

○安全性

- ・システム開発をする上で、無線機器や制御機器等の故障等、異常時の対応を含めて、検討していただきたい。
- ・車内信号現示化にあたっては、「信号現示」は安全上有用なポイントであり、また信号現示に相当する表示内容は 運転取扱にも関連することから、車内信号現示化への条件や見せ方などの整理が必要である。

○機能面

- ・踏切制御について、列車本数の少ないところでは、レール研磨等を実施し無遮断対策をしていることから、検討に含めて欲しい。
- ・システムの理想的にはこうだが、この事業者であればこうするとの説明ができるようなシナリオを考えて頂きたい。



4. 令和元年度の進捗



4. 1 「システム調査・検討」について

- 機器を減らし、運用コストを最小化できる「理想とするシステム構成」について

4. 2 「仕様の具体化」について

- 3年での導入を前提としたシステム構成
※伊豆箱根鉄道殿で行う「実証試験の構成」について

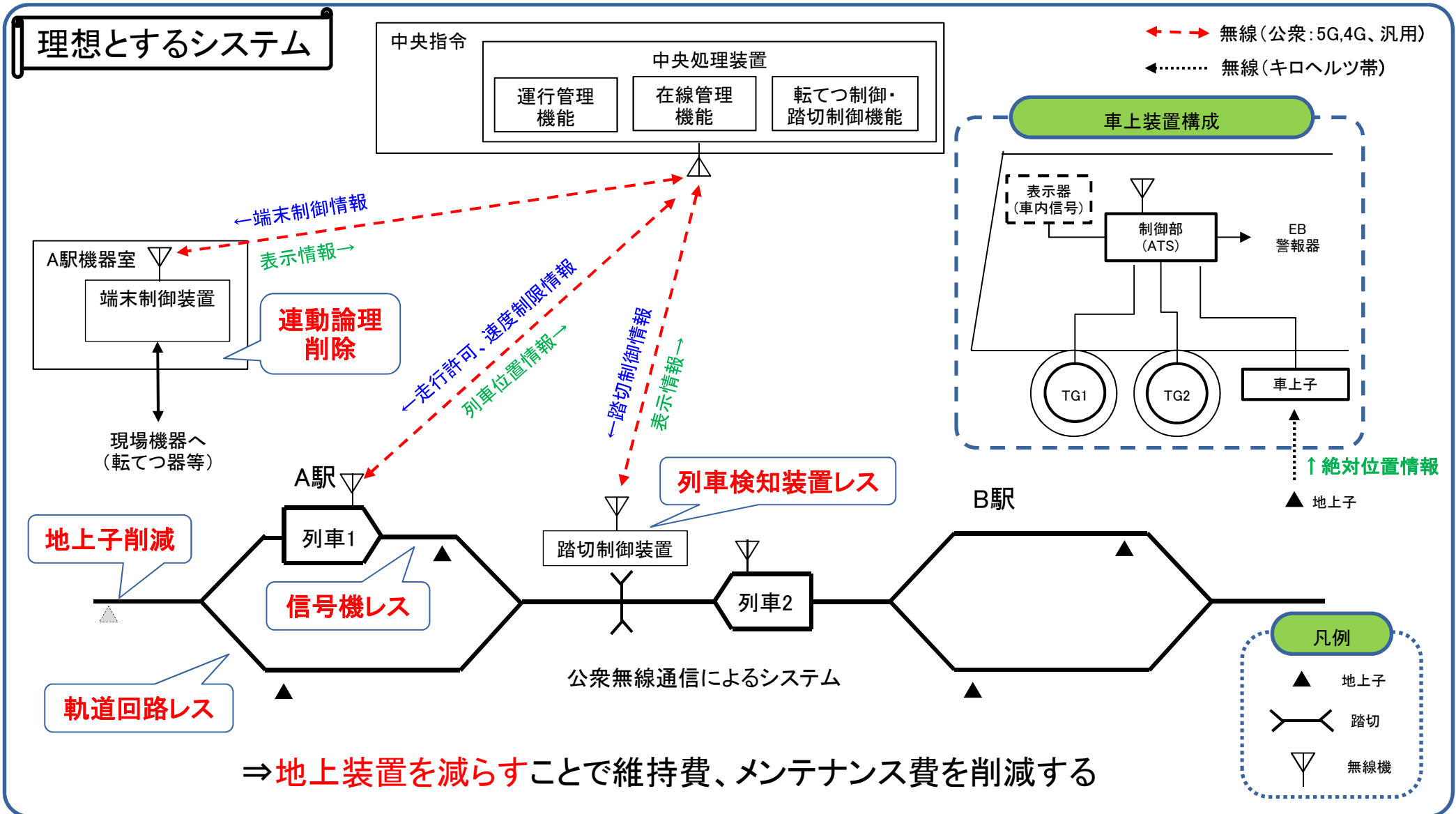
4. 3 「標準部品製作・無線試験」について

- 標準部品製作
- 無線試験(ノイズ調査)について



4. 1. システム検討

4. 1. 1. 理想とするシステム構成(概要)



4. 1. システム検討

4. 1. 2. 装置間通信



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

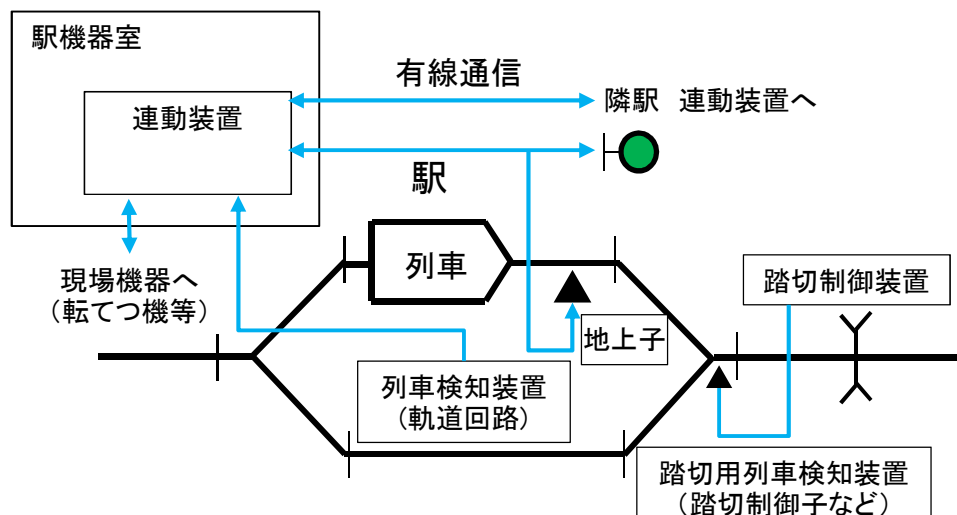
「5Gの鉄道活用に向けた検討」の報告書

(一財)日本鉄道電気技術協会 2020年2月発行

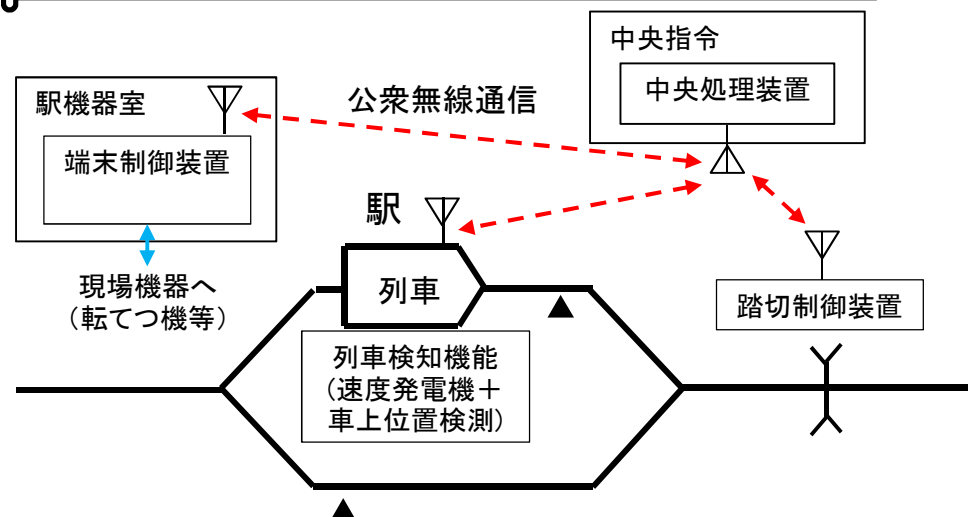
- 5Gのみならず、4G回線(但し線区の状態等による)を含めて、鉄道の保安通信用途や信号保安用途に公衆無線通信サービスを活用することに問題はない
- ただし、5Gの公衆無線通信サービスを活用するには、鉄道事業者と通信事業者間での現状の専用通信と同等以上となる品質の合意が必要である
- 線区の状態等を勘案し、鉄道事業者がシステム全体としての要求レベルを緩和する場合がある

導入コストやメンテナンス等を考慮すると、装置間の通信を公衆無線通信とすることが理想と考える。

現行のシステムにおける装置間通信

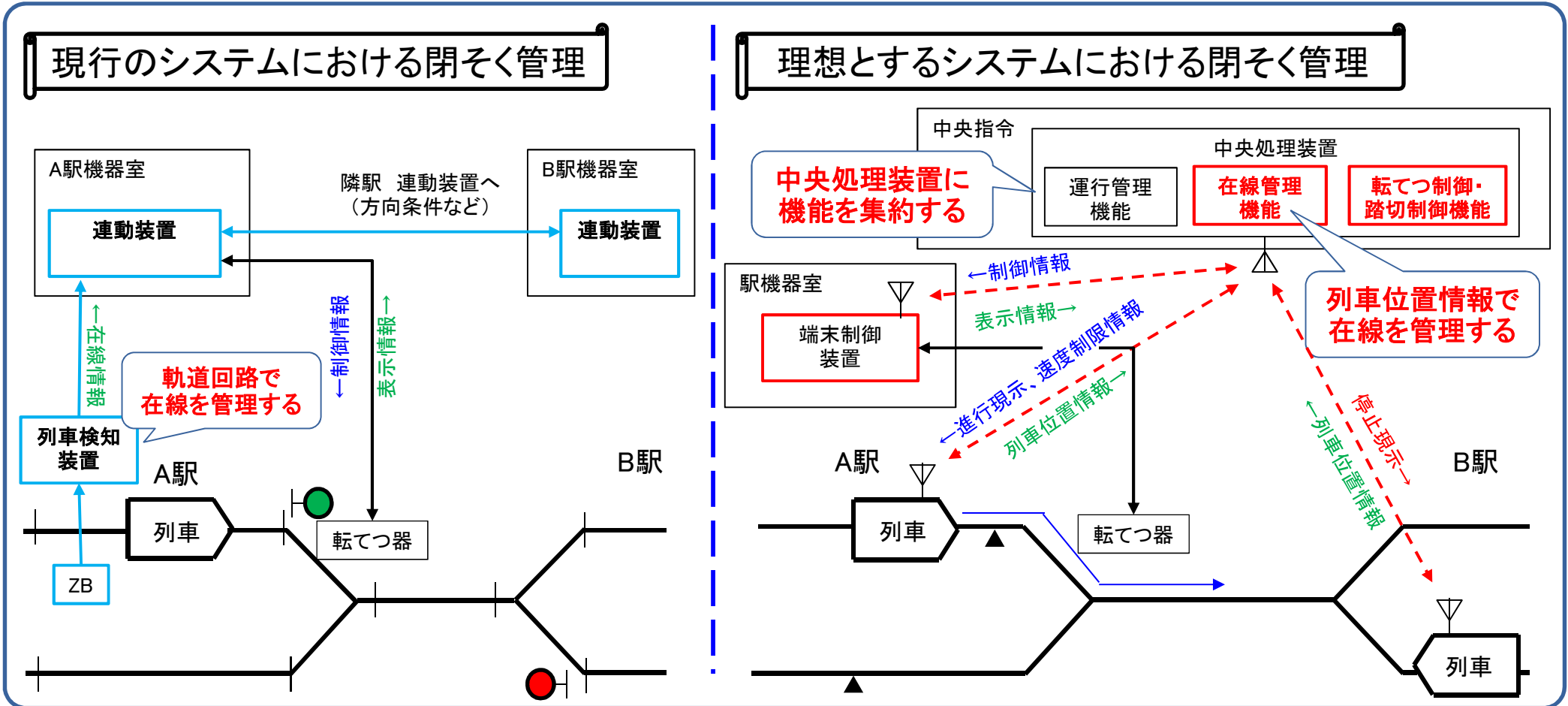


理想とするシステムにおける装置間通信



4. 1. システム検討

4. 1. 3. 閉そく管理



- ⇒ 連動論理の中央集約により、線区全体の一括進路制御が可能
- ・ 駅間の方向条件の授受が不要になる
 - ・ 中央処理装置の1か所で線区全体の進路設定・管理が可能
 → 運転要員に対するコスト削減が可能となる。

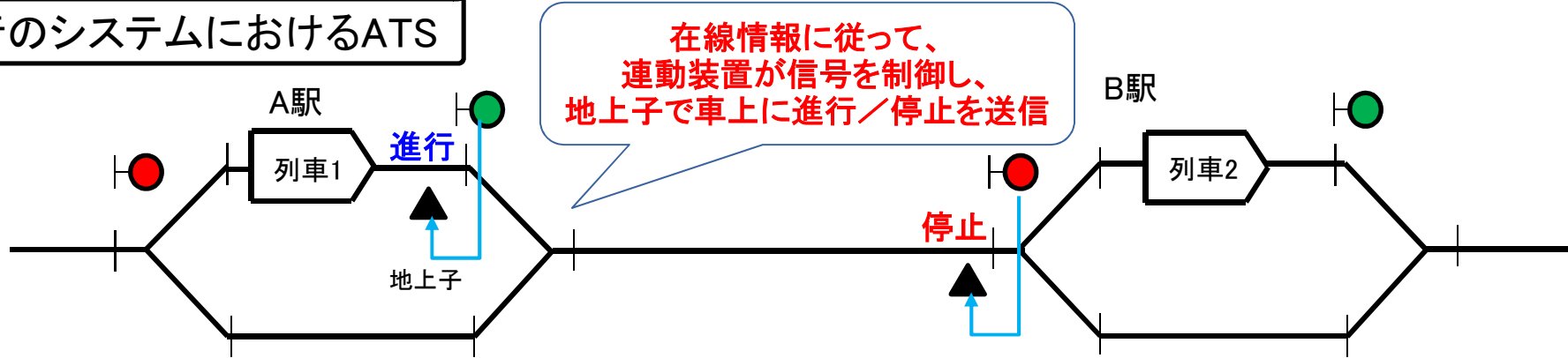


4. 1. システム検討

4. 1. 4. ATS機能



現行のシステムにおけるATS

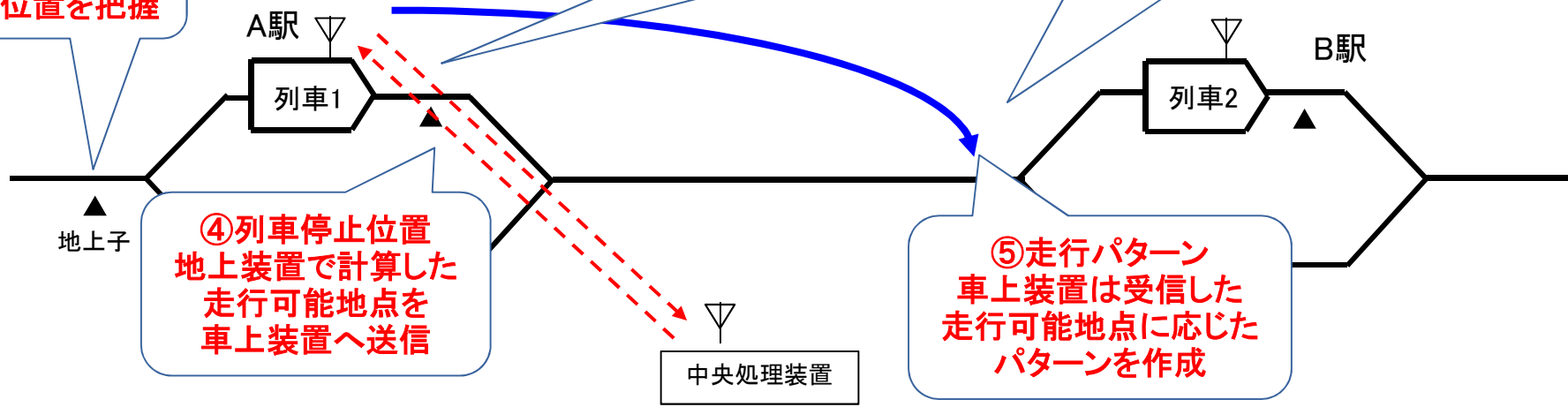


理想とするシステムにおけるATS

①車上装置は地上子受信で絶対位置を把握

②列車位置情報
車上装置は絶対位置からの走行距離を地上へ送信

③停止点
地上装置は在線状況から列車停止位置を把握



4. 2. 仕様の具体化

4. 2. 1. システム構成の比較(概要)



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

理想とするシステム構成の検討を行ったが、令和3年度までに実証試験を行う必要がある。現行のシステム構成、理想とするシステム構成を比較し、実証試験を行う構成を検討した。

機能	現行のシステム	理想とするシステム	実証試験の構成
列車検知	軌道回路	公衆無線等	無線(2.4GHz帯)
信号現示	信号制御ユニット +信号灯器	+地上装置	+地上装置
		+地上子(デジタル)	+地上子(デジタル)
ATS	地上子+ATS車上装置	公衆無線等 +車上装置	無線(2.4GHz帯) +車上装置
連動・閉そく管理	連動装置	公衆無線等 +中央処理装置 +端末制御装置	有線+PRC(分散:既設)(※2) +駅処理装置 +連動装置(各駅分散:既設)
踏切制御	有線 +踏切装置	公衆無線等または有線 +踏切装置	無線(2.4GHz帯) +踏切装置【一部踏切で検証】
機器保全(※1)	現場巡回、検査が必要	遠隔監視モニタ 車上検測化	遠隔監視モニタ 車上検測化

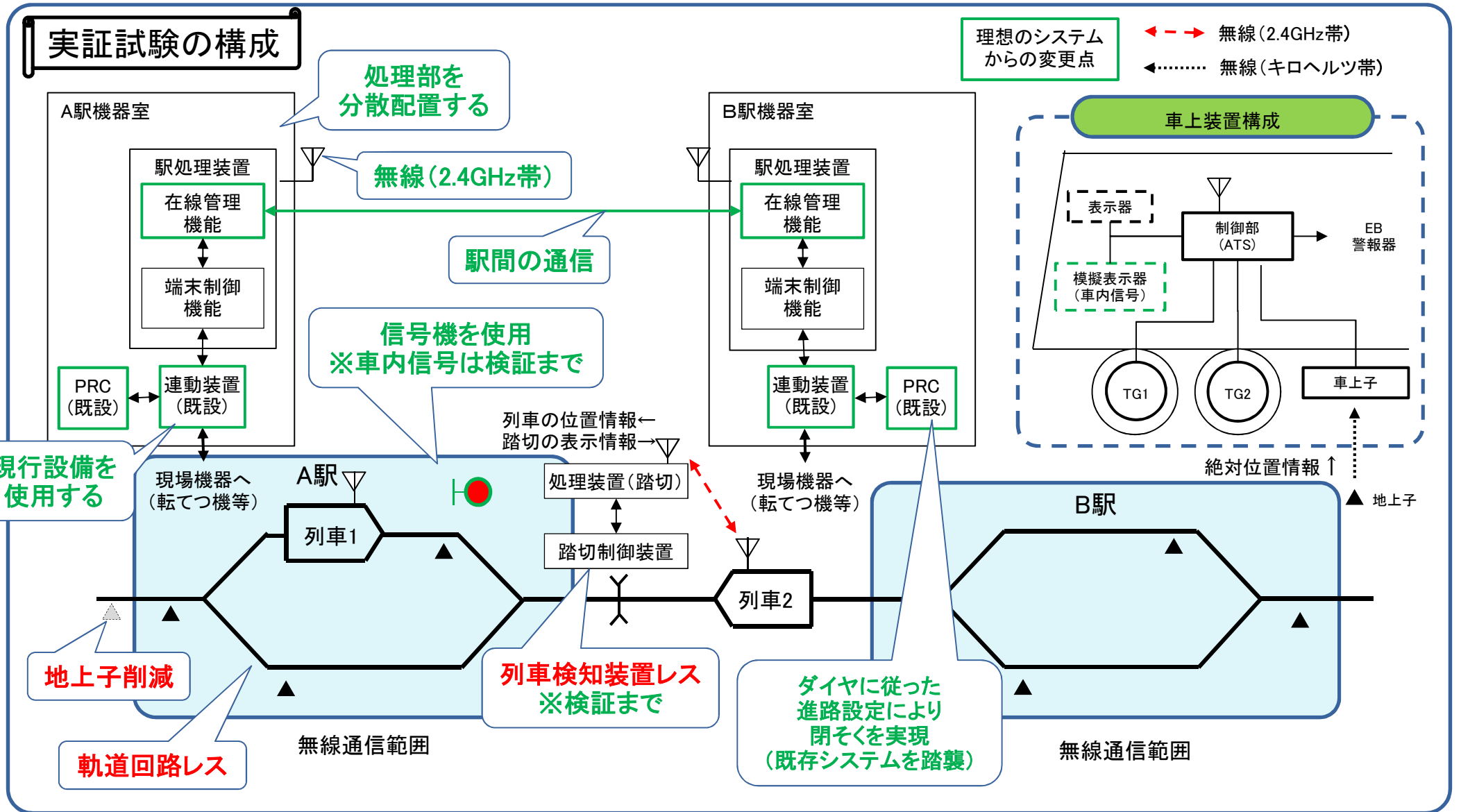
※1 無線機や地上子などの信号設備を対象とする

※2 分散PRCにより閉そくを確保



4. 2. 仕様の具体化

4. 2. 2. 実証試験の構成



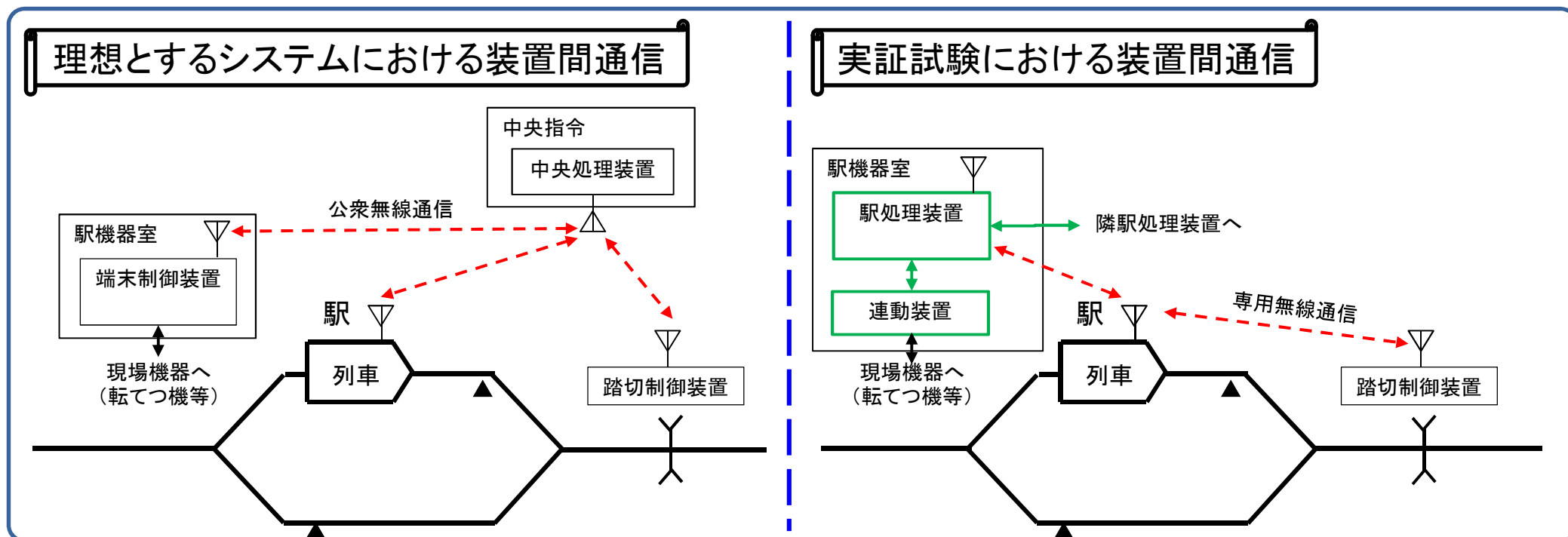
4. 2. 仕様の具体化

4. 2. 3. 装置間通信について



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

公衆無線通信を鉄道の保安通信設備に採用するには、地方鉄道での導入実績がなく、更なる検討が必要であるため、実証試験では、運用実績がある2.4GHz帯を用いた専用無線装置を使用した構成とする。



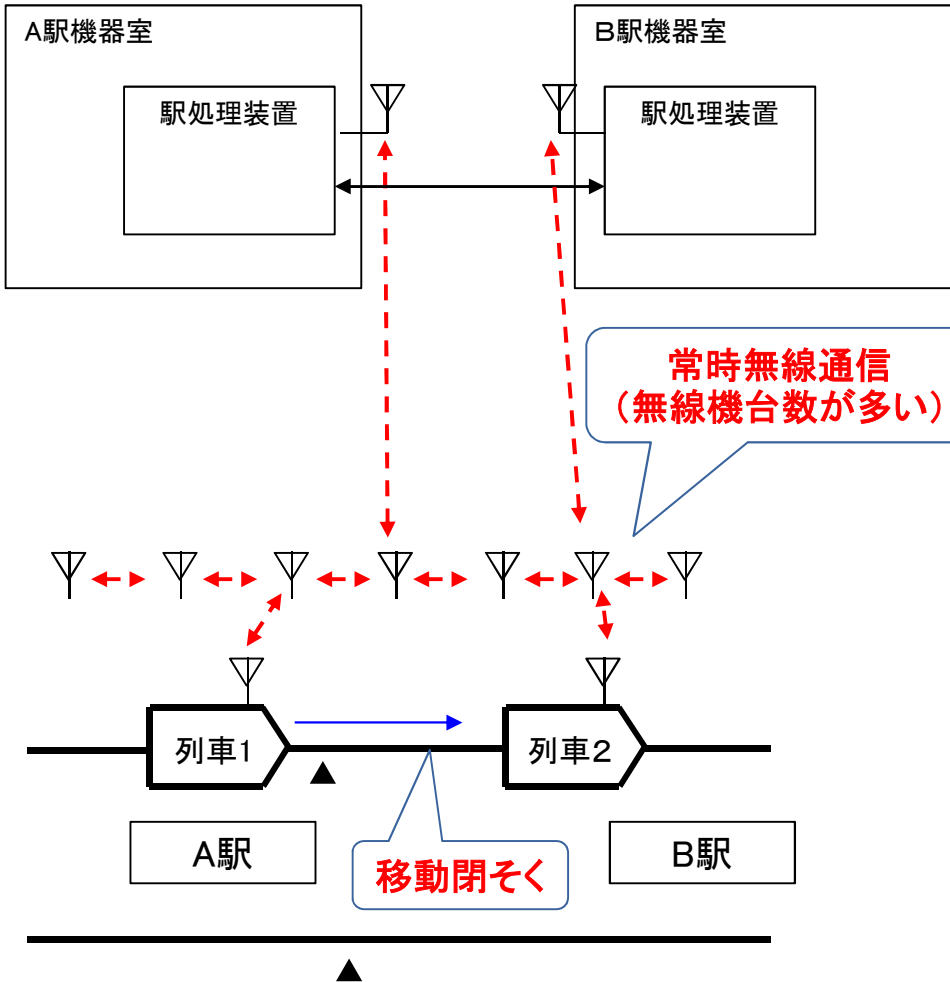
実証試験では専用無線装置を使用するが、将来的に公衆無線通信に流用できるように、必要なインターフェース仕様の策定を実施する。



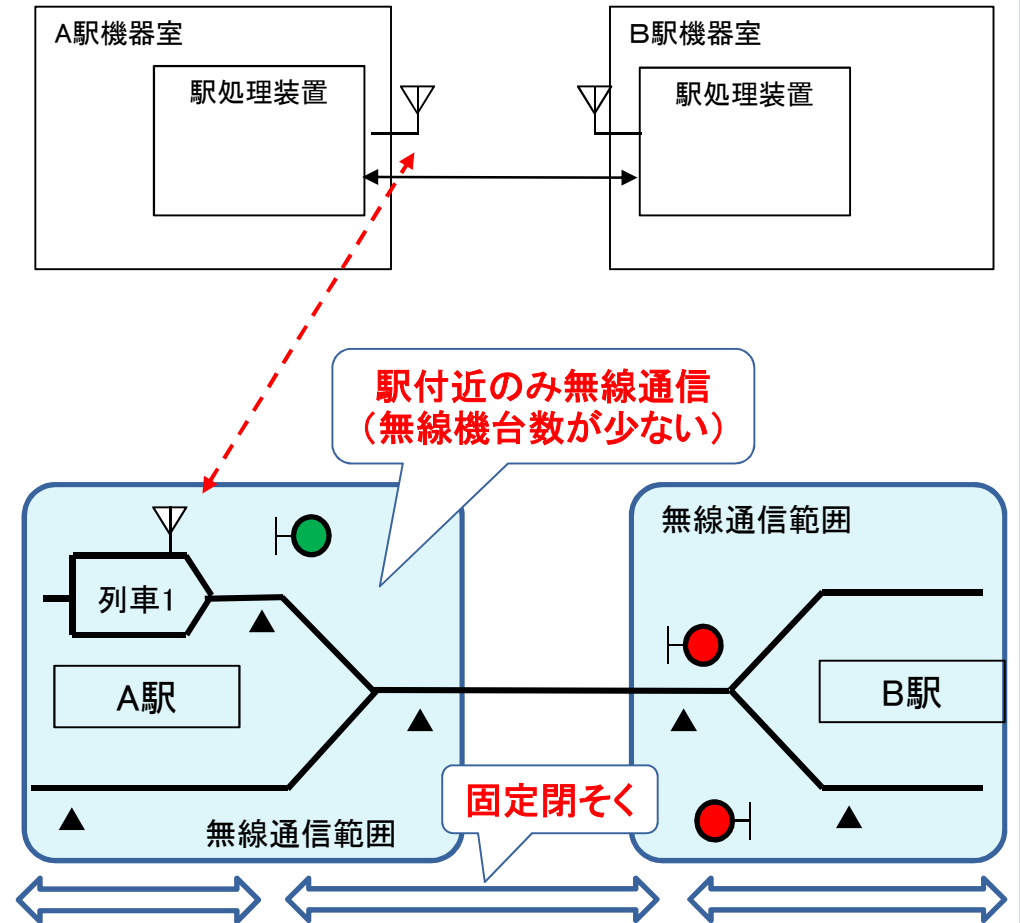
4. 2. 仕様の具体化

4. 2. 4. SPARCSとの比較

SPARCSの構成



本開発の構成

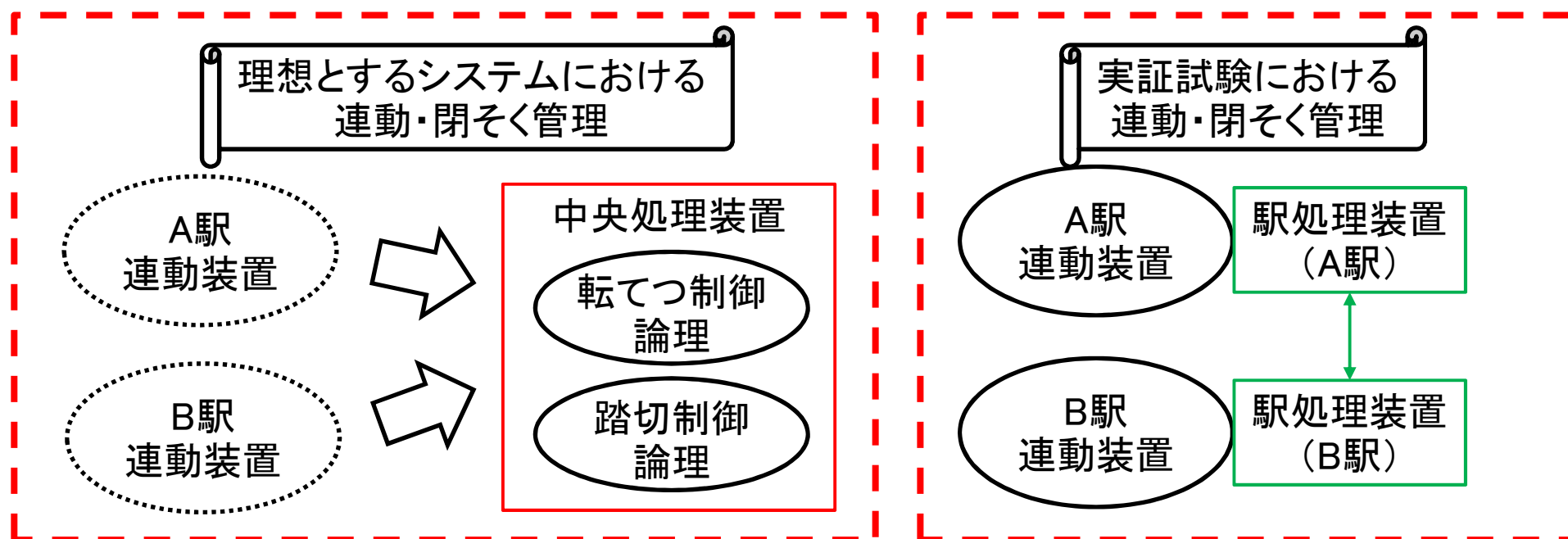


4. 2. 仕様の具体化

4. 2. 5. 連動・閉そく管理、車内信号について

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

連動論理を中央指令に集約するには、集約化に伴う連動論理の変更を行う必要があり、開発期間内の実行は難しいため、実証試験においては連動装置をそのまま利用する構成とする。それに伴い、処理装置を各駅に分散配置し、隣駅の処理装置と有線接続する。



信号現示の車内表示化は、運転士の取扱や技術基準との整理等が必要と考えられるため、実用化へ向けての検証・検討を行い課題を抽出する。



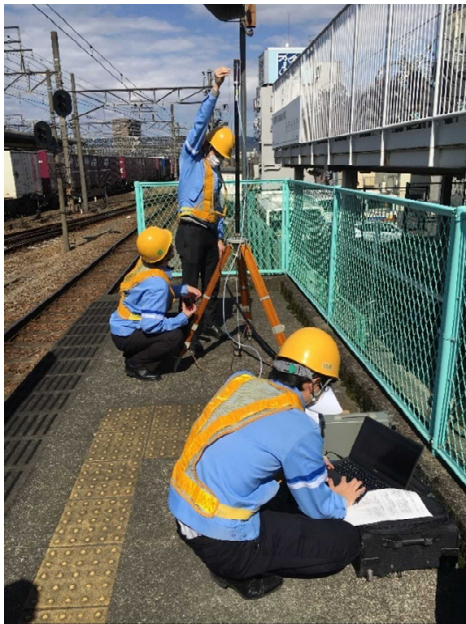
4.3 「標準部品製作・無線試験」について



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

伊豆箱根鉄道 大雄山線での現車試験への協力が得られたことから、大雄山線において開発システムの無線機構成で実証試験が可能か、無線機設置箇所および無線周波数帯(2.4GHz帯)のノイズ調査を実施した。

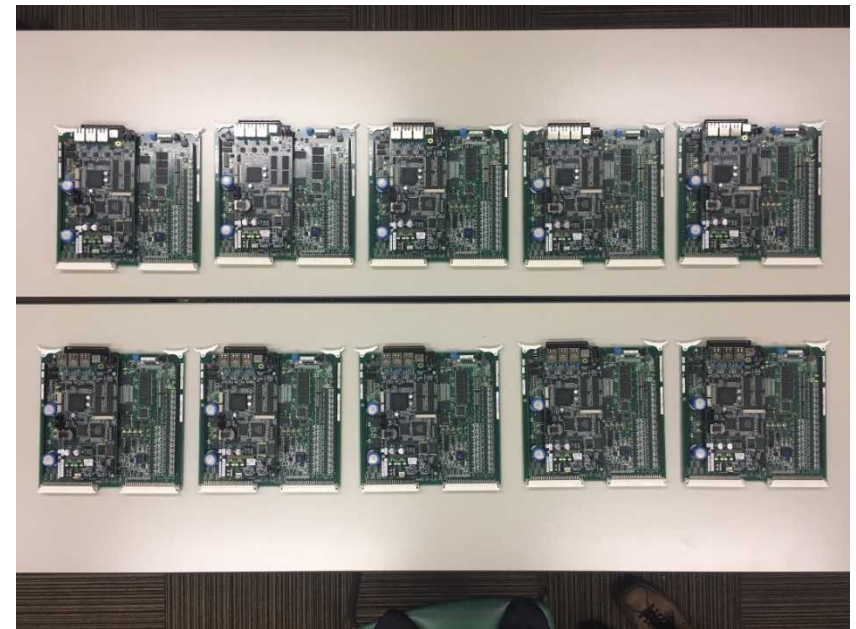
調査した結果、無線通信に影響が生じる可能性は低いことが確認できた。また、CPUボードなど標準的に使用できる部品については、製作を行った。



ノイズ測定の様子



無線機設置箇所調査



標準部品の製作

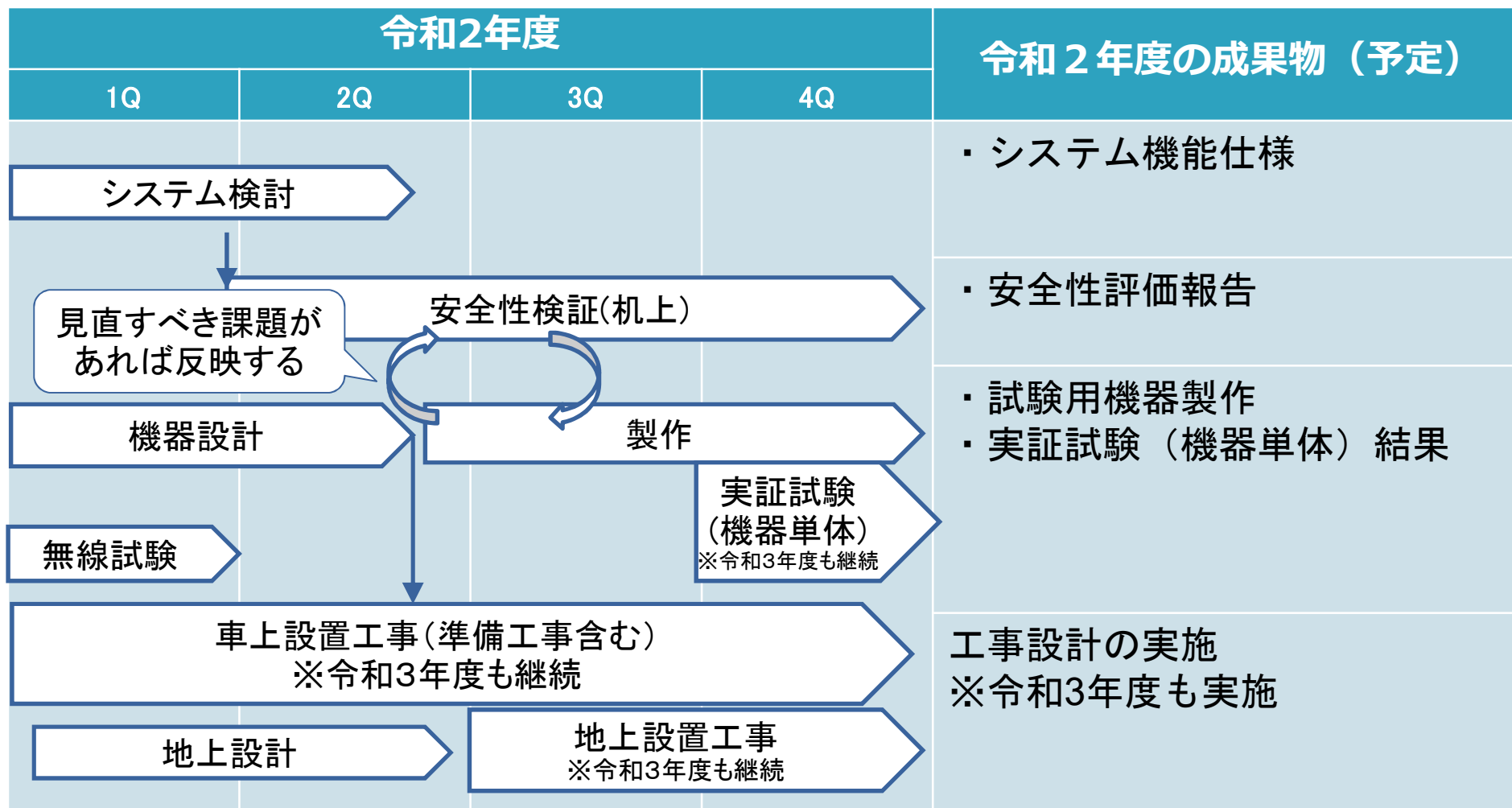


5. 令和2年度の開発



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

- 令和元年度 : 現状システムの調査と仕様の具体化を行う。
- 令和2年度 : 試験導入に向けたシステム検討・機器製作を行い、試験に着手する。
- 令和3年度 : 実用化に向けた試験・安全性検証を行う。開発成果を標準的な仕様書として取り纏める。



5.1 システム検討、安全性評価



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

令和元年度にまとめたシステム概要をベースにして、
在線管理、閉そく機能、連動機能、ATS機能等を検討、設計するとともに、
これらの機能を自由に組合せて導入できる仕様を具体化する。

システム概要 令和元年度実施



令和2年度実施

システム機能仕様

- 【在線管理】 無線化＝軌道回路レス
- 【閉そく機能】 中央集約、各駅分散
- 【ATS機能】 車上速度照査式
- 【連動機能】 在線管理との一体化



安全性評価

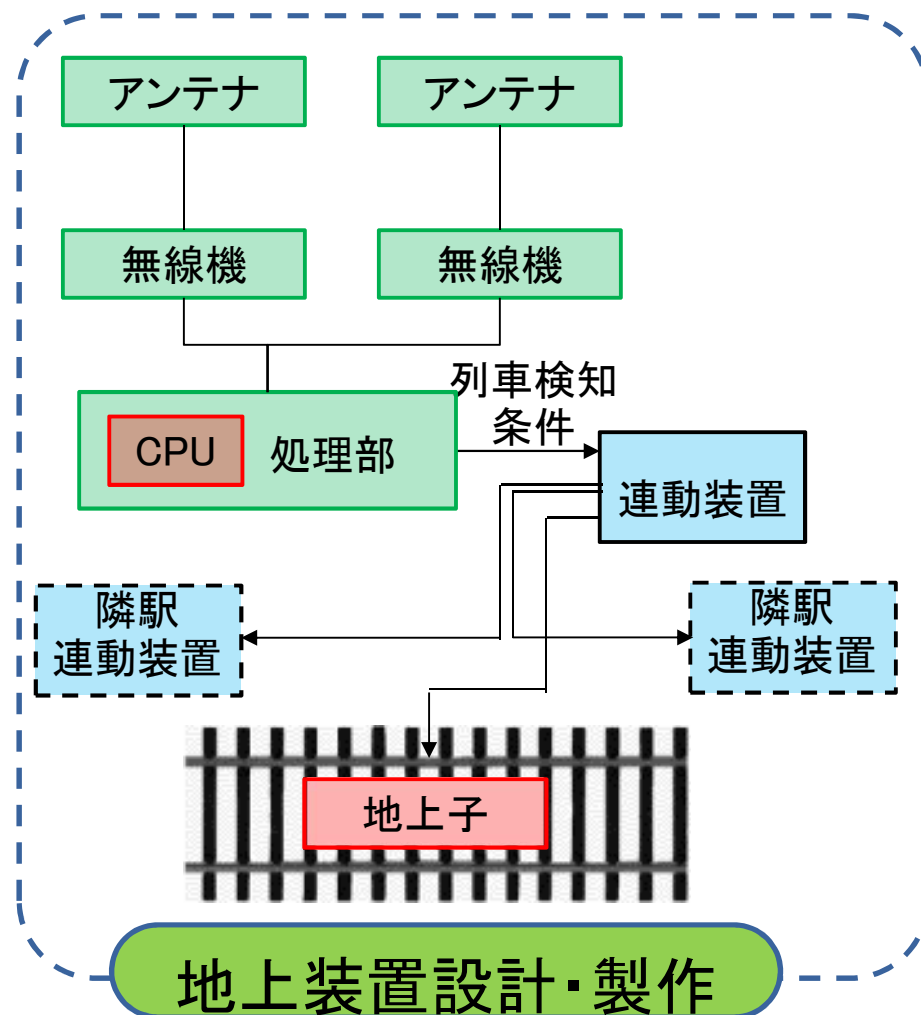
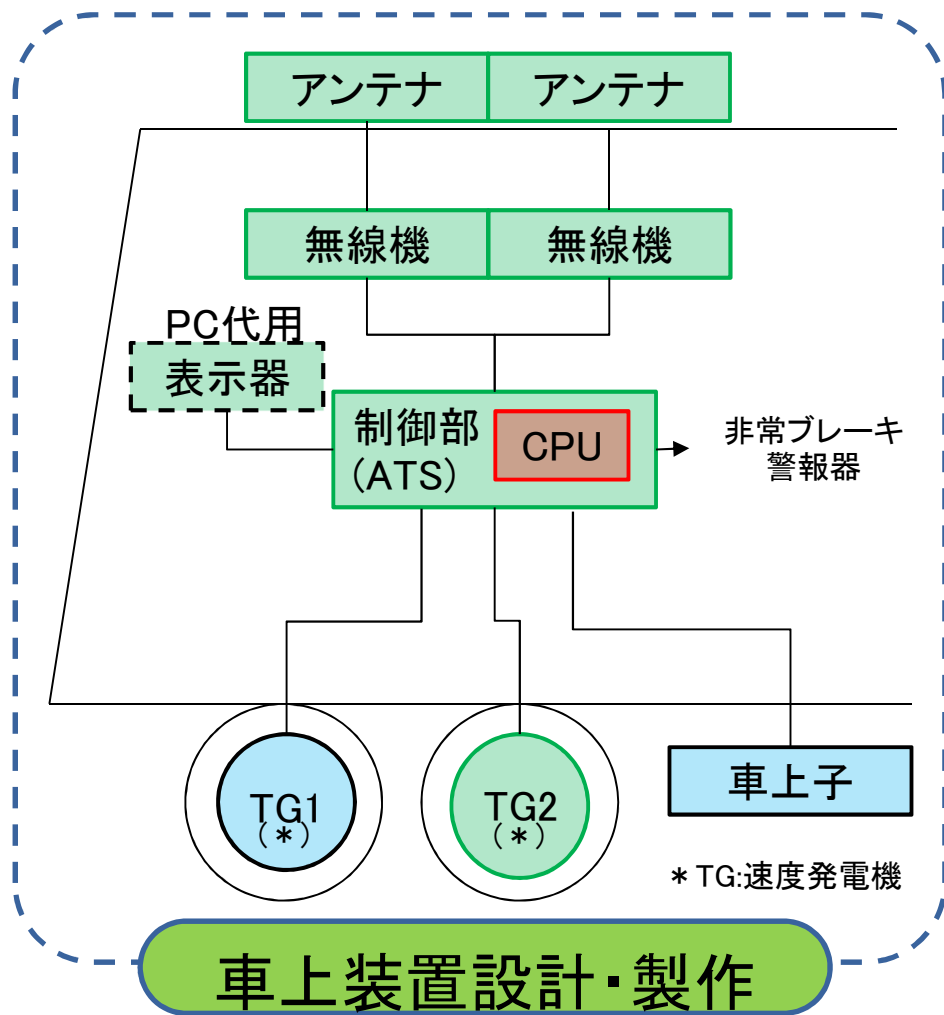


5.2 機器設計・製作、設置工事



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

システム機能仕様をベースにして、現車試験を実施する予定の伊豆箱根鉄道大雄山線の既存システムと共存できる機器設計・製作を行う。また、これら機器を設置するための、車両、地上の改造設計・工事を行う。



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

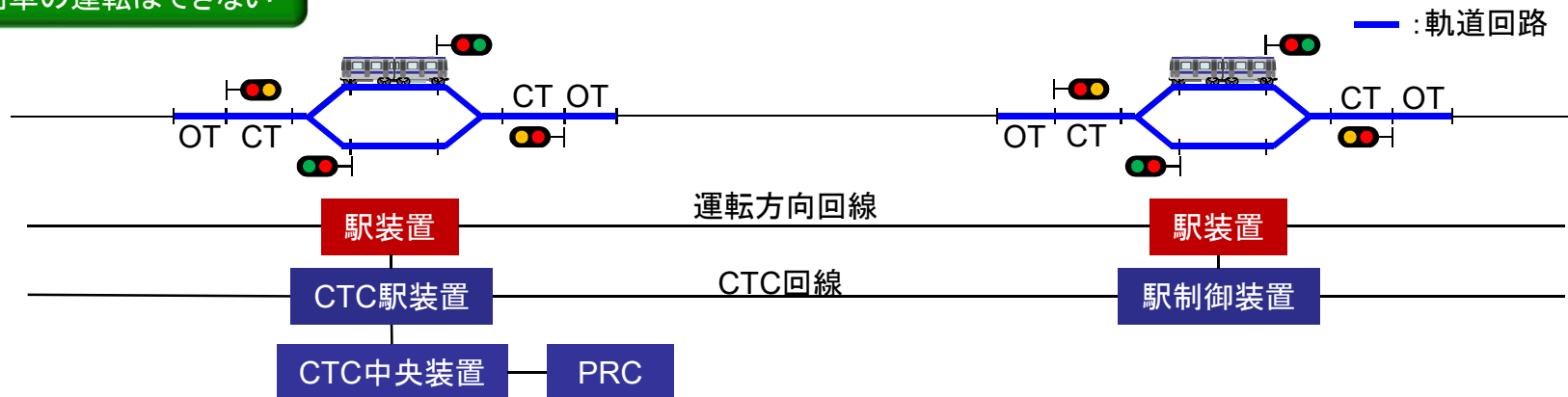


地方線向け 列車制御システムの動向

公益財団法人鉄道総合技術研究所

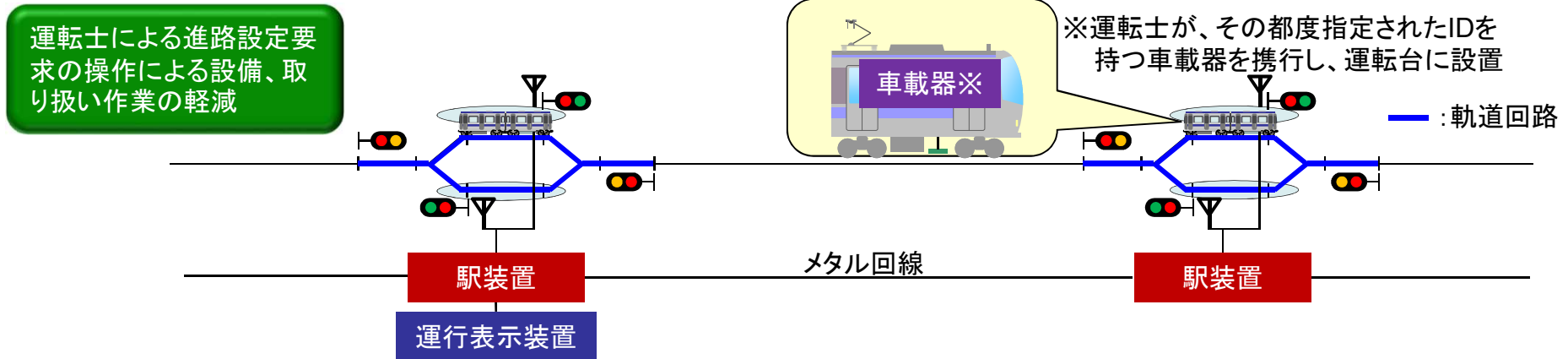
特殊自動閉そく(軌道回路検知式)

駅間の軌道回路が不要
⇔ 続行列車の運転はできない



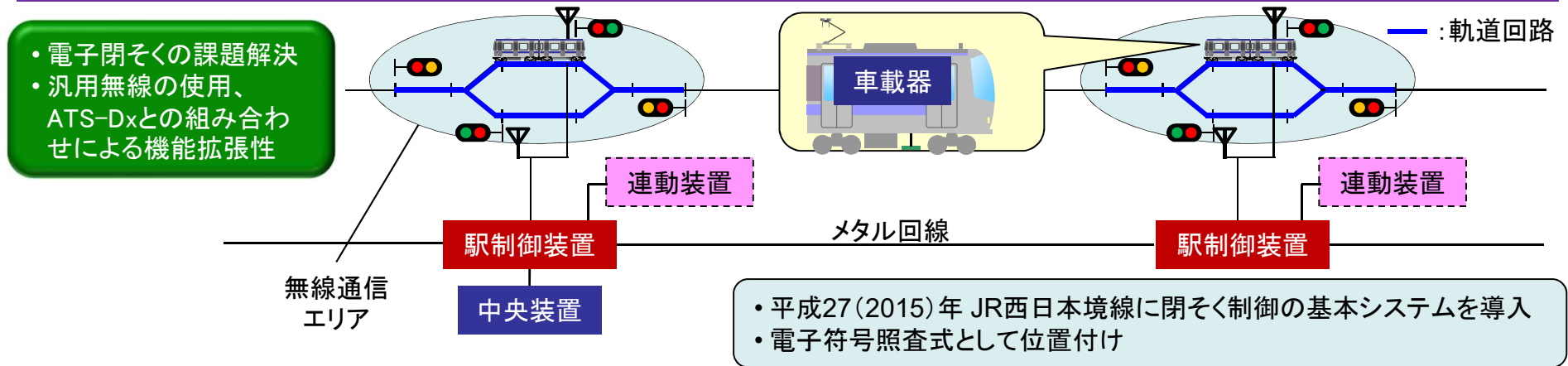
機能	概要	記事
運行管理	PRCが列車ダイヤを保有	
進路設定の扱い	PRCがCTCを介して、駅装置に進路設定要求	
閉そく制御	発駅、着駅の駅装置での方向でこ扱いにより運転方向を設定 ・場内信号機近傍の軌道回路(OT・CT)の検知条件によって閉そくを確保・解除	
転てつ機制御	駅装置の連動論理	
信号情報の現示方法	地上信号機	
停止信号、速度制限に対する列車制御	使用するATSによる	
列車検知	軌道回路(駅構内のみ)	
無線通信	なし	
車上装置	なし	

特殊自動閉そく(電子符号照査式)



機能	概要	記事
運行管理	運行表示装置が列車ダイヤ、および車載器の行路を保有	• 車載器は定められた行路で運用されることが前提 (列車の発順序、交換順序等が原則固定) ⇒車載器故障時等の運用の柔軟性に課題
進路設定の扱い	運転士が駅出発の都度、車載器のボタンを操作することで進路設定を要求	• ワンマン運転の普及に伴い運転士の負担増が課題
閉そく制御	発駅、着駅の駅制御装置間で実施 • 発駅で受信した車載器IDで閉そく設定・確保 • 着駅で車載器IDを受信、照合・一致で閉そく解除	
転てつ機制御	駅装置の連動論理	
信号情報の現示方法	地上信号機	
停止信号、速度制限に対する列車制御	使用するATSによる	
列車検知	軌道回路(駅構内のみ)	
無線通信	着発線近傍のエリア・400MHz帯	(赤外線通信を使用するものもあり)
車上装置	車載器(無線通信機能。運転士が携行して運転台に設置)	

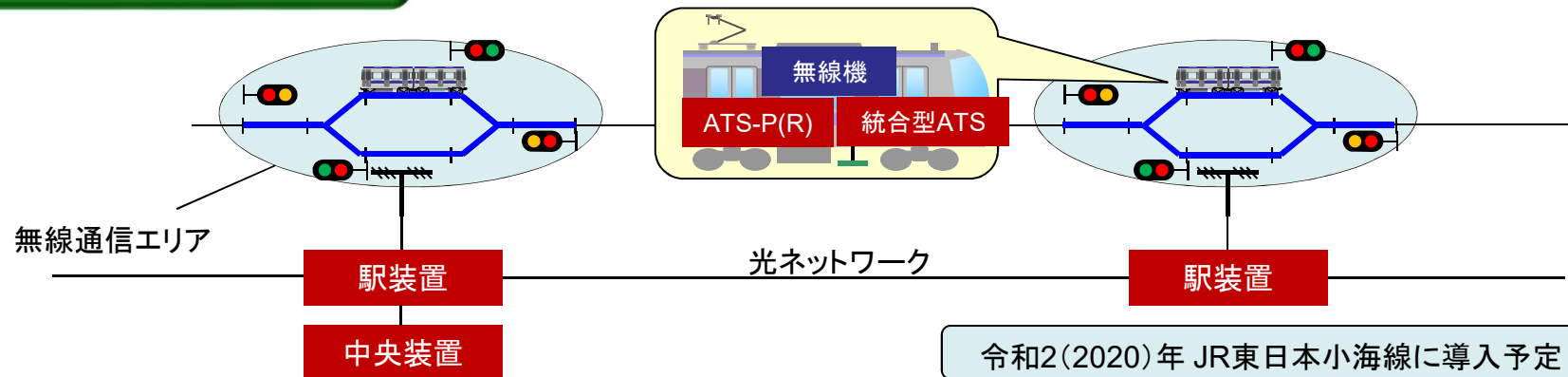
拠点無線式列車制御システム



機能	概要	記事
運行管理	中央装置が列車ダイヤを保有	車載器IDとダイヤの対応は始発駅でソフト的に実施 ⇒ 運行の柔軟性向上 (その都度、事前に設定したIDの車載器の運搬・搭載することが不要)
進路設定の扱い	<ul style="list-style-type: none"> 始発駅のみ運転士が車載器のボタンを操作 始発駅以外では車載器が自動で設定要求 	
閉そく制御	発駅、着駅の駅制御装置間で実施 <ul style="list-style-type: none"> 発駅で受信した車載器IDで閉そく設定・確保 着駅で車載器ID受信し、照合OKで閉そく解除 	
転てつ機制御	既存の駅連動装置を活用	駅制御装置に連動機能を持たせることも可能
信号情報の現示方法	地上信号機	
停止信号、速度制限に対する列車制御	使用するATSによる	車載器とATS-Dxを接続した場合(オプション) ⇒車上位置検知をベースとする 連続パターン制御 ⇒速度制限は車上データベース使用により 速度地上子増設なしに対応
列車検知	軌道回路(駅構内のみ)	
無線通信	駅近傍のエリア・2.4GHz帯	
車上装置	車載器(無線通信機能)	車載器とATS-Dxを接続した場合(オプション) ⇒ 踏切制御状態に応じたパターン制御が可能

小海線無線式列車制御システム

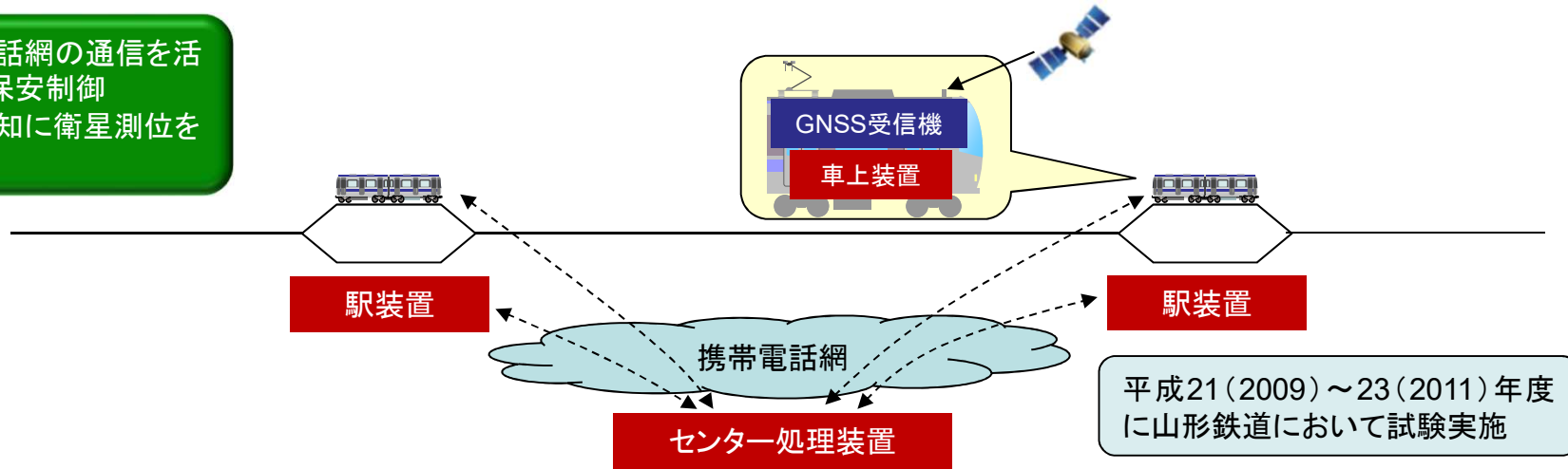
- 各駅の連動装置を中央装置に集約
- 無線を用いた連続パターン制御
- 無線を用いた閉そく管理



機能	概要	記事
運行管理	ダイヤ管理、列車追跡、自動進路制御を行う小海線運行管理システム(小海線PRC)	
進路設定の扱い		
閉そく制御	中央装置の論理で線区全体を制御(集中方式)	
転てつ機制御		
信号情報の現示方法	地上信号機	
停止信号、速度制限に対する列車制御	無線式ATIS(ATIS-P(R))による	
列車検知	軌道回路(駅構内)+軌道回路と車上位置検知機能(駅間への列車の進入・進出の判断)	車上位置検知(速度発電機+地上子補正)
無線通信	駅近傍のエリア・専用周波数帯	
車上装置	ATIS-P(R)、統合型ATIS、無線機	

ATP閉そくシステム

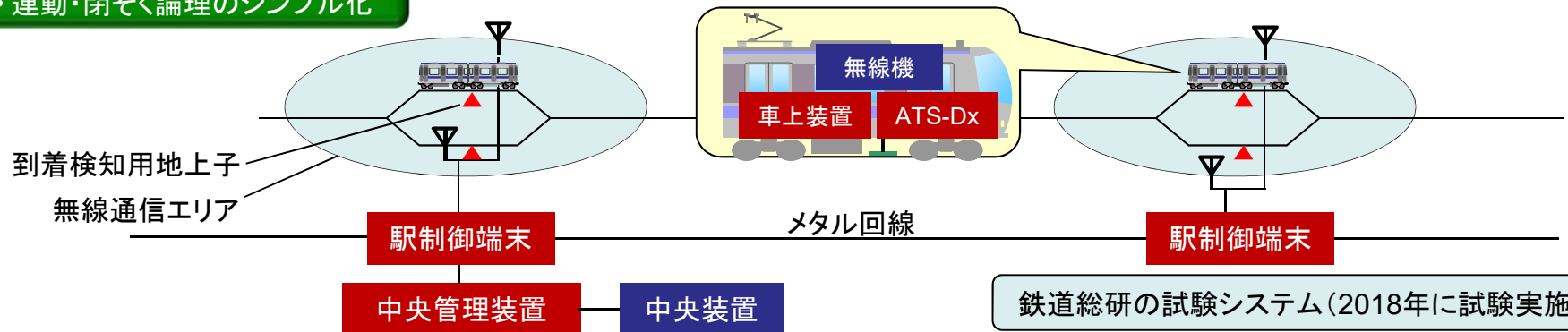
- 携帯電話網の通信を活用した保安制御
- 列車検知に衛星測位を活用



機能	概要	記事
運行管理	センター処理装置に接続するPRC等が列車ダイヤを保有	
進路設定の扱い	センター処理装置に進路設定要求を入力	
閉そく制御	センター処理装置の論理で線区全体を制御(集中方式)	
転てつ機制御		
信号情報の現示方法	車内信号機	
停止信号、速度制限に対する列車制御	車上主体型の連続パターン制御	
列車検知	車上検知(速発+地上子等による補正)+衛星測位	
無線通信	汎用の携帯電話網等(路線全体をカバーする必要なし)	
車上装置	車上装置(位置検知、パターン式速度制御)、携帯電話等送受信機、GNSS受信機	

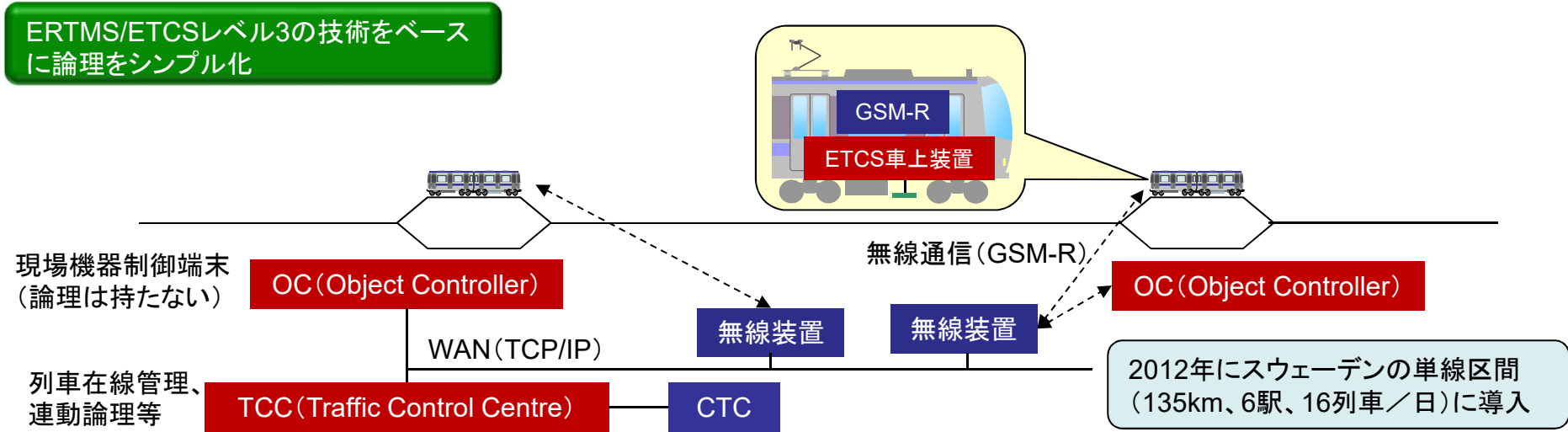
地方線向けシステム

- ・軌道回路によらない列車検知
- ・連動・閉そく論理のシンプル化



機能	概要	記事
運行管理	中央装置が列車ダイヤを保有	
進路設定の扱い	中央装置が中央管理装置に対して進路設定要求	
閉そく制御	<ul style="list-style-type: none"> ・中央管理装置の論理で線区全体を制御(集中方式) ・到着検知用地上子を閉そく解除処理に使用 	
転てつ機制御		
信号情報の現示方法	車内表示装置	
停止信号、速度制限に対する列車制御	ATS-Dxの機能 <ul style="list-style-type: none"> ・車上位置検知をベースとする連続パターン制御 ・速度制限は車上データベース使用により速度地上子増設なしに対応 	
列車検知	車上検知(速発+地上子等による補正)	
無線通信	駅近傍のエリア・5.6GHz無線LAN(試験システムの場合)	
車上装置	車上装置、ATS-Dx送受信器、無線機	

ERTMS-Regional



機能	概要	記事
運行管理	TCCに接続されたCTCを介して行う	
進路設定の扱い	CTCを介してTCCに進路設定を要求	
閉そく制御	TCCの論理で線区全体を制御(集中方式)	
転てつ機制御		
信号情報の現示方法	車内信号機	
停止信号、速度制限に対する列車制御	車上主体型の連続パターン制御	
列車検知	車上検知(速発+地上子(ユーロバリス)による補正)	
無線通信	GSM-R(TCCとOC間の通信に使用する場合あり)	
車上装置	ERTMS/ETCSレベル2以上に対応する装置、GSM-R無線機	



地方鉄道向け 無線式列車制御システムの開発 安全性評価について

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



日本信号株式会社

2020年9月8日

日本信号株式会社



1. システム開発における安全性評価
2. 安全性評価の進め方
3. 安全性評価の対象
4. リスクの分析
5. 実証試験段階

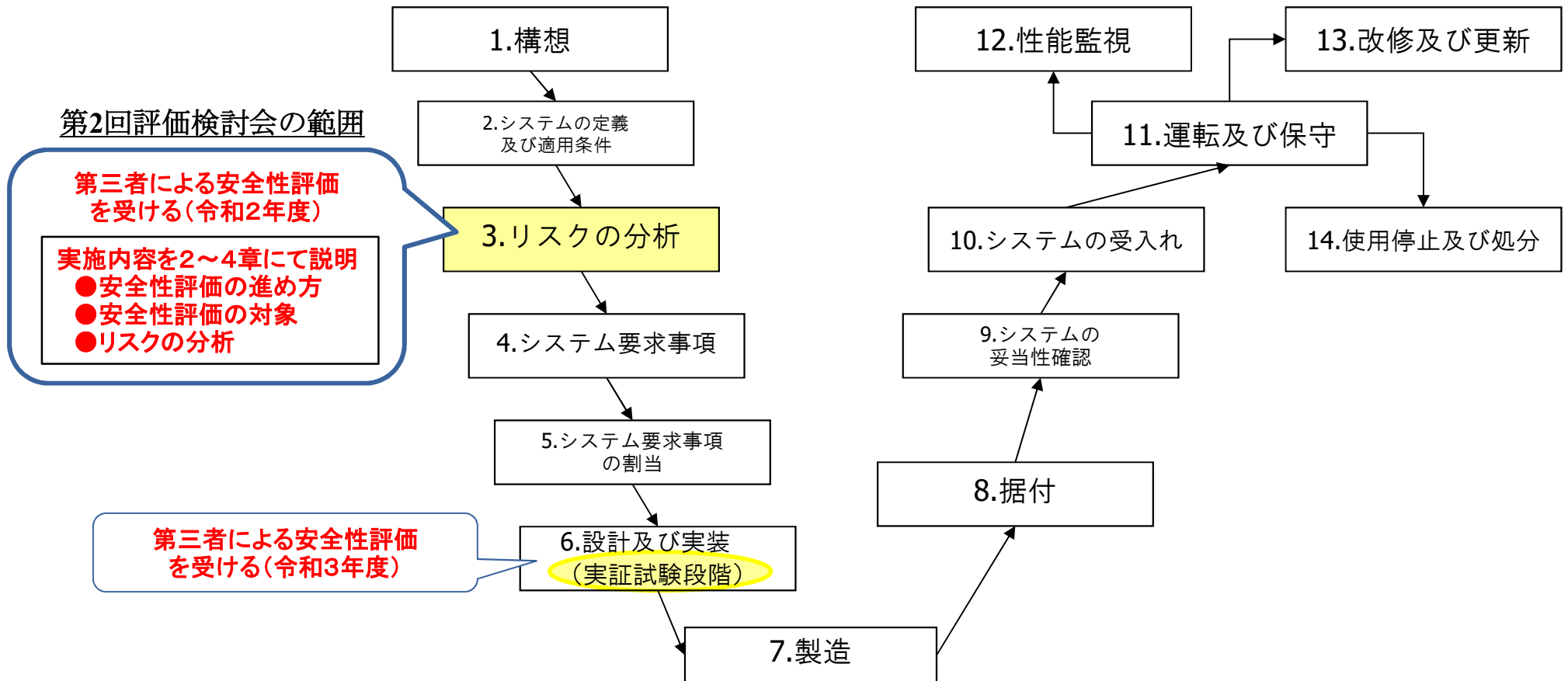


1. システム開発における安全性評価



- 本システムの開発を以下の手順に基づいて進める中で、設計段階での安全性検証(リスクの分析)および、実証試験段階での安全性検証(システムの妥当性確認)を行い、各検証結果について、第三者による安全性評価を受ける。

《今回実施する安全性評価とシステムライフサイクルとの対応》



2. 安全性評価の進め方



- システムの構成や装置は事業者ごとに異なる。システム導入時の負担軽減を考慮し、構成や装置の違いによる安全性評価の必要性を整理して評価を進める。

①理想のシステム(中央集約)での安全性評価を行う



②実証試験の構成(各駅分散)での安全性評価(①との差分)を行う



③システムの構成や装置を変更した場合の評価方法について分析を行い、知見を得る



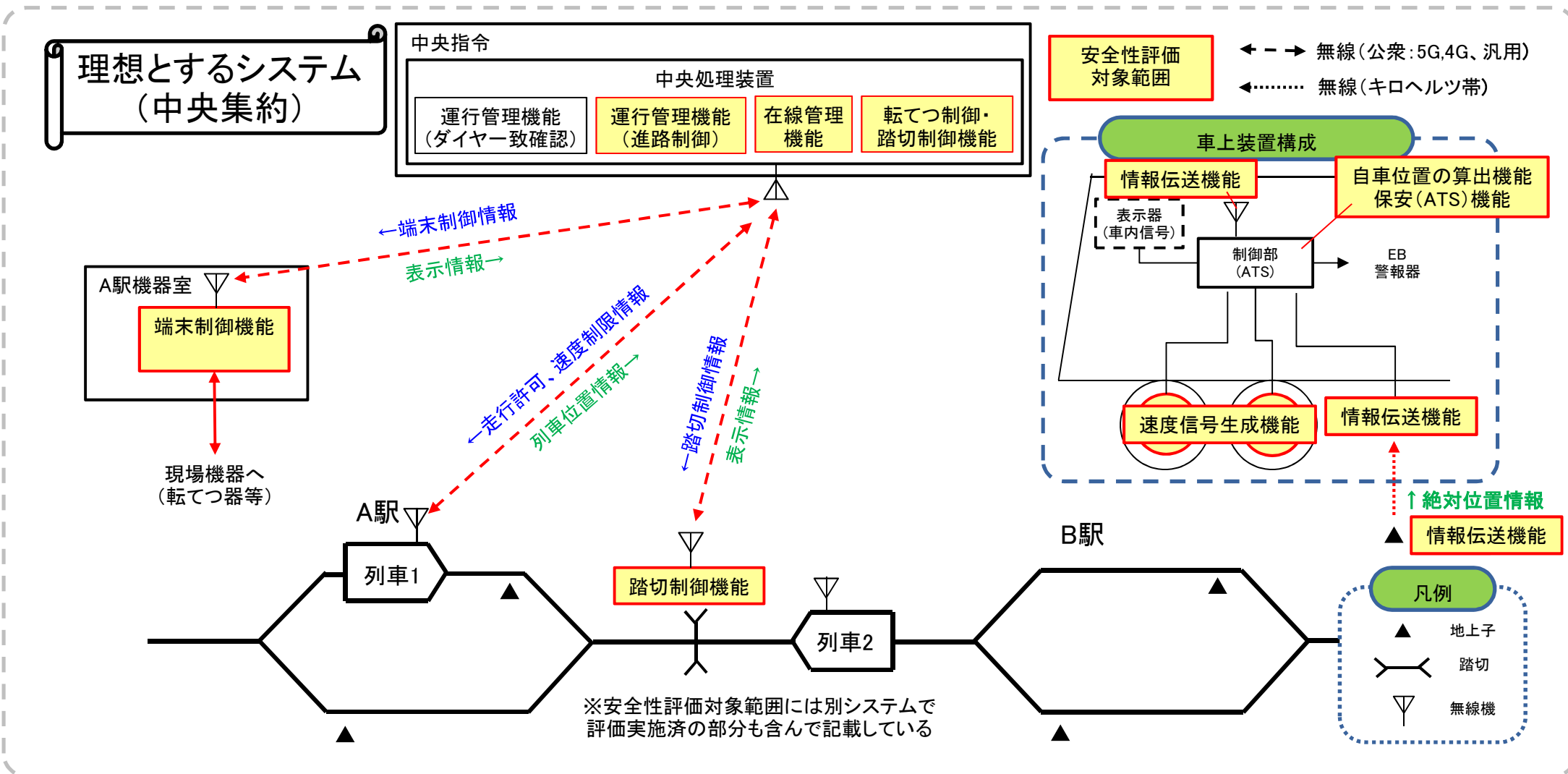
④地方鉄道事業者殿への展開において、事業者殿の要望や既存設備に応じて、システムの構成や装置を変更した場合における、安全性の再評価の要否や評価方法を整理し、本システム導入時の負担を軽減



3. 安全性評価の対象



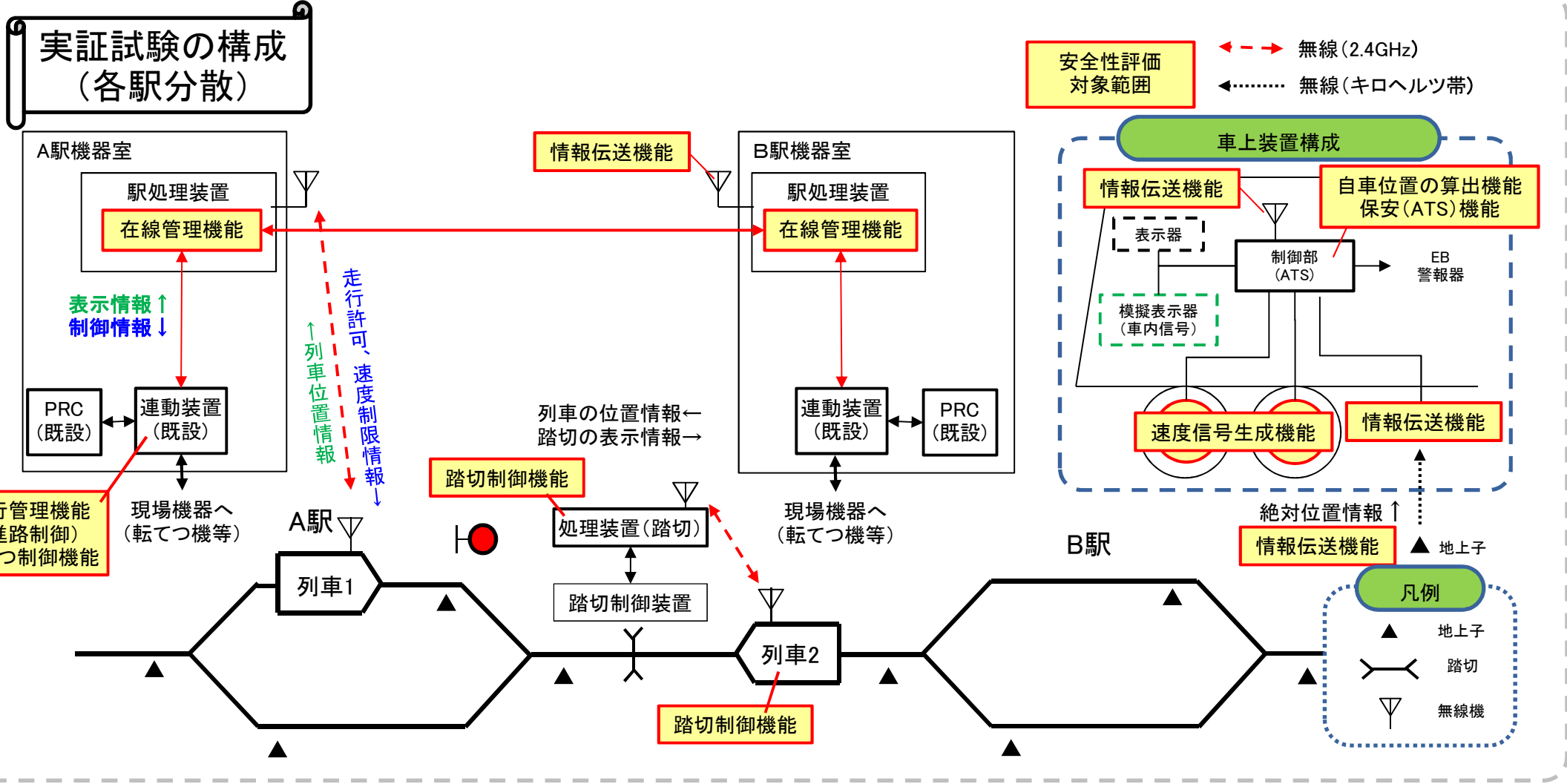
Copyright © NIPPON SIGNAL CO., LTD. ALL rights reserved.



3. 安全性評価の対象



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



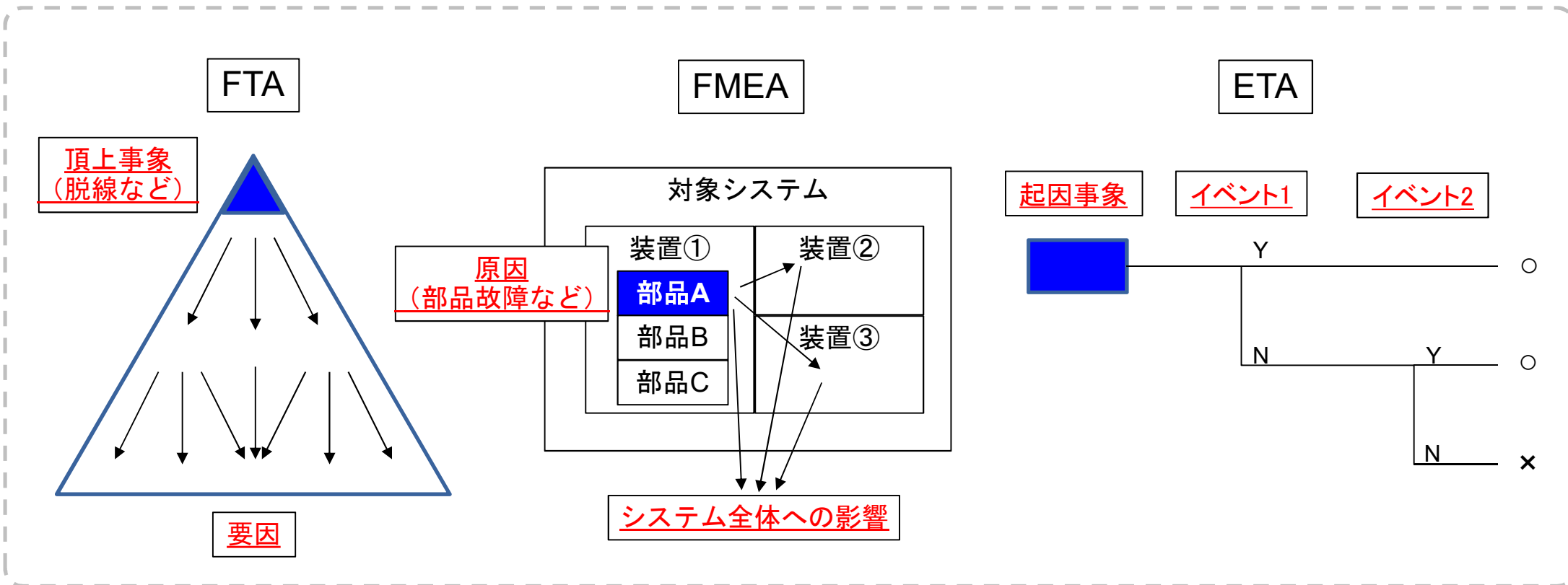
4. リスクの分析



■ リスクの分析では、FTA、FMEAに加え、ETAの分析手法をとることとする。

※ FTA: Fault Tree Analysis、FMEA: Failure Mode and Effect Analysis、ETA: Event Tree Analysis

危険事象を要因に分解していくFTA(トップダウン)と、機能の異常状態からシステムとして危険事象にならないかを分析するFMEA(ボトムアップ)に加え、ETAにより異常事態の進行状況が見える化することでリスクの見落としを防ぐとともに、安全性確保のための対策を検討する。



4. リスクの分析

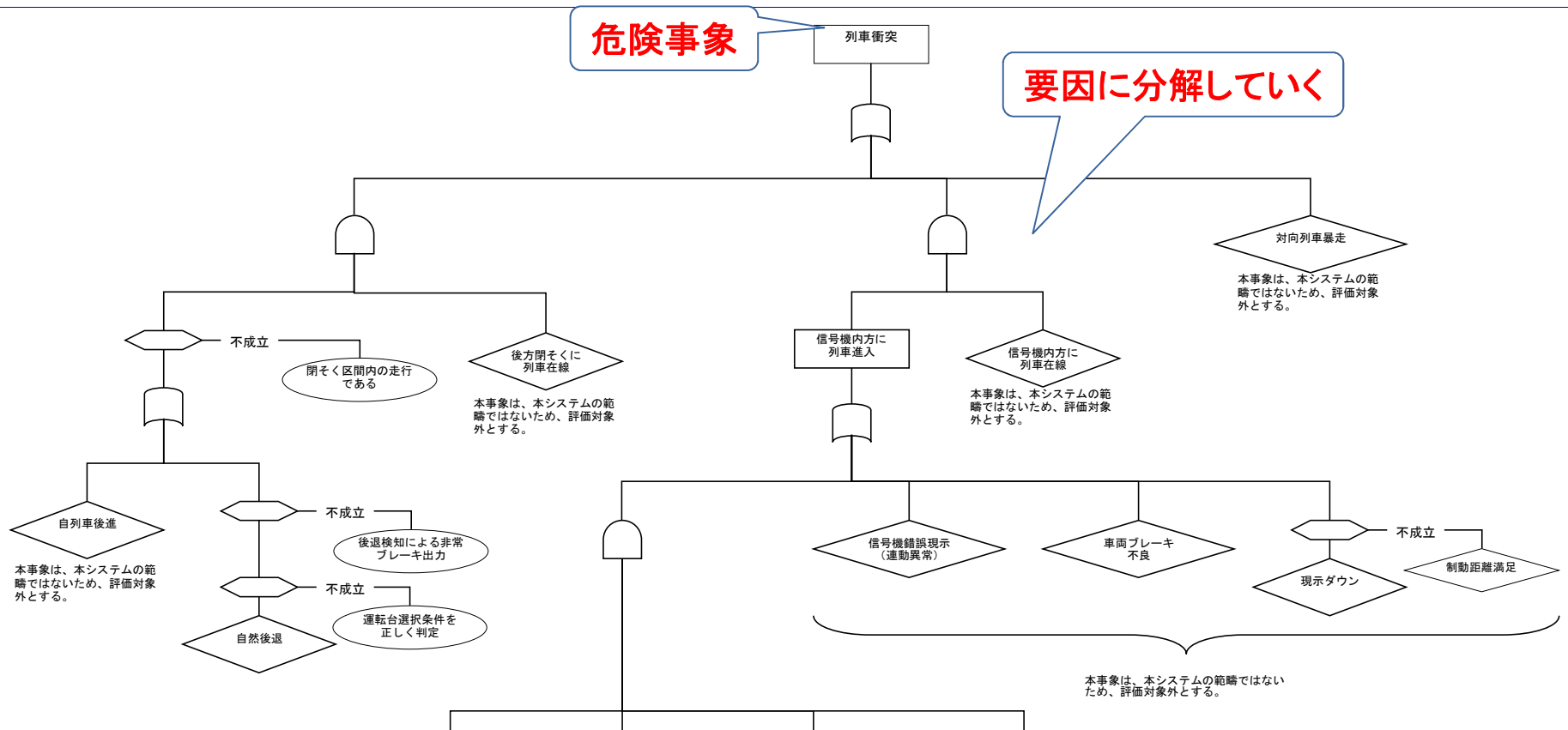
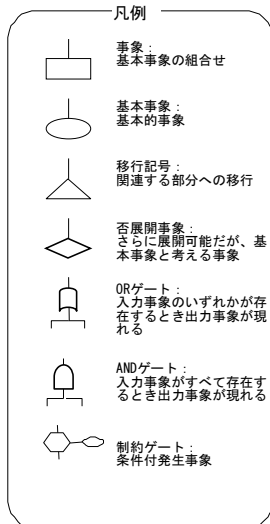
4.1 FTA(Fault Tree Analysis)



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

- FTAでは、危険事象を①衝突、②脱線、③踏切無遮断と定め、各危険事象において、それに至る要因を洗い出すこととする。
- FTAの結果について、想定されるリスクが網羅されているか第三者からの評価を受ける。

FTAの例



4. リスクの分析

4.2 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)



- FMEAでは、異常状態を①システムの設備故障、②列車運行異常、③無線通信異常(一時的な通信断も含む)と定め、各機能においていずれかの異常事態が発生した際に、システムのとる動作が安全性を確保するものであるか、検討することとする。
- FMEAの結果について、各動作が、上記検討のとおり安全性を確保するものであるか第三者からの評価を受ける。

FMEAの例

故障モード

ハザードレベル
 I : その故障があっても装置全体は正常
 II : 故障があって装置の一部は止まるが、機能は(列車運行)正常
 III : 故障があって装置全体が止まる
 IV : 故障があって装置全体が異常となるだけでなく、錯誤的に動作する

装置番号	装置名	異常状態	機器動作	安全性確保の考え方	ハザードレベル
1	中央処理装置	故障	故障により動作不可	故障を検知し、警報をあげる。車両側の走行可能範囲は更新されないため、安全は確保される。	III
		無線機故障	無線通信不可	通信異常を検知し、警報をあげる。車両側の走行可能範囲は更新されないため、安全は確保される。	III
2	車上制御部	故障	故障により動作不可	地上側の列車在線範囲は更新されないため、安全は確保される。	III
		車上子故障	絶対位置情報受信不可	故障を検知し、警報をあげる。地上側の列車在線範囲は更新されないため、安全は確保される。	III
		速度発電機故障	列車走行位置不明	故障を検知し、警報をあげる。地上側の列車在線範囲は更新されないため、安全は確保される。	III
3	地上子	故障	絶対位置情報送信不可	地上子は2個セットで配置するので、1個の故障ではシステム動作に影響を与えない。	II
4	端末制御装置	故障	故障により動作不可	制御結果のフィードバックがなく、車両側の走行可能範囲が更新されないため、安全は確保される。	III
		無線機故障	無線通信不可	制御結果のフィードバックがなく、車両側の走行可能範囲が更新されないため、安全は確保される。	III



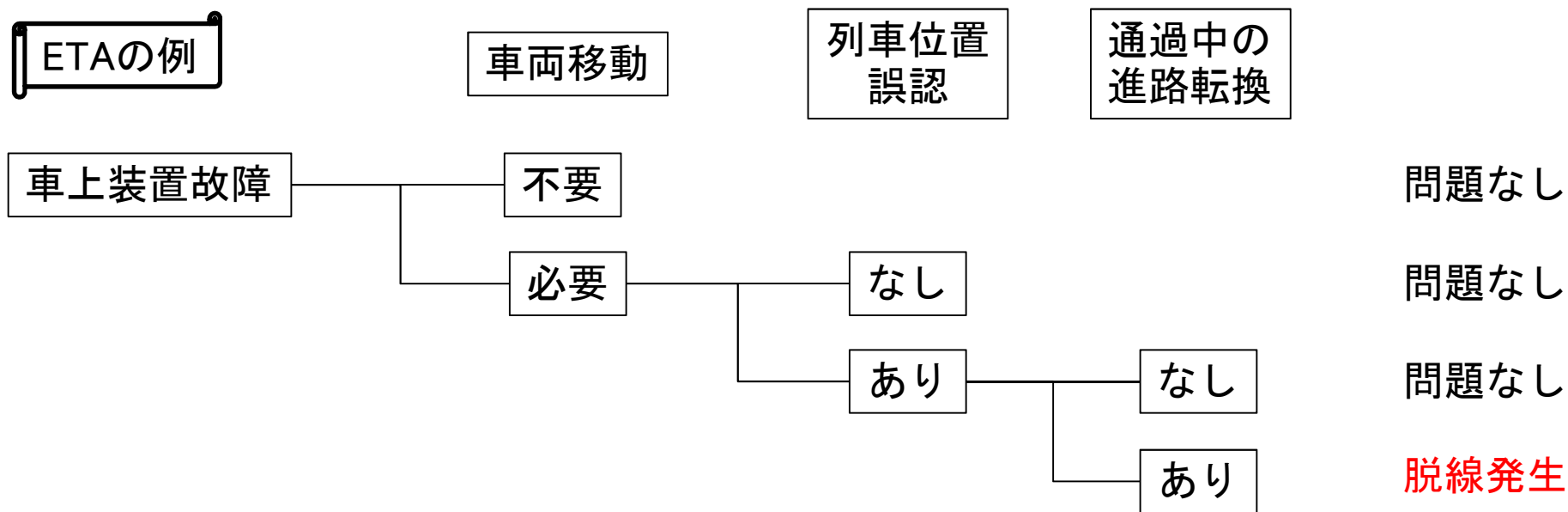
4. リスクの分析

4.3 ETA(Event Tree Analysis)



- ETAでは、列車運行時に発生が想定されるイベントから出発して、人の扱いを中心として想定されるイベントの結果として危険事象に至るケースを抽出する。
- ETAの結果について、人の取り扱いにより防ぐことができると想定される危険事象が、想定外の取り扱いにより危険事象に繋がるおそれがないか分析し、対策を検討する。その分析、対策が妥当かどうかについて、第三者からの評価を受ける。

ETAの例



- また、FTA、FMEA、ETAの各分析に矛盾がないこと(整合性が取れている)を確認する。



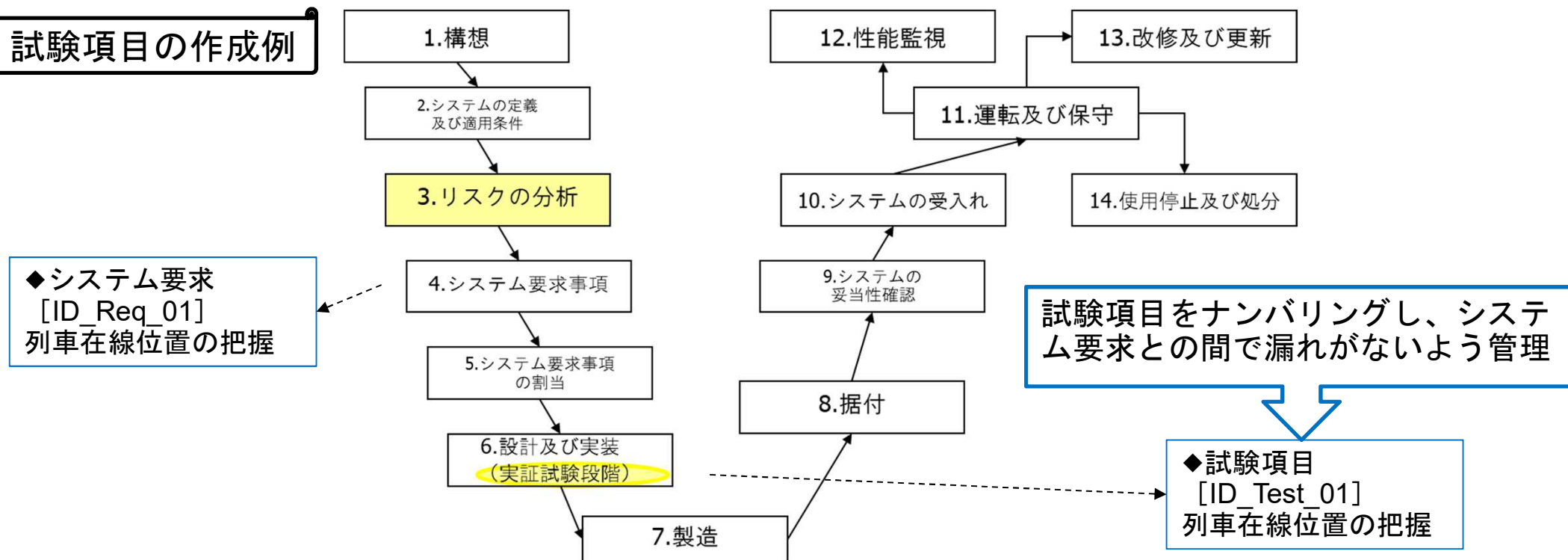
5. 実証試験段階



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

- 実証試験段階では、工場内試験及び現車試験の実施にあたり、以下を確認するための試験項目、実施手順、判定基準などを作成する。
 - ①各機能がシステム要求を満たすものであるか
 - ②リスク分析に基づく「安全を確保するための機能」が正常に動作するか
- 作成した各試験項目について、試験によって上記確認を行う上で妥当であるか、第三者からの評価を受ける。

試験項目の作成例



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