

都市鉄道向け無線式列車制御システム (CBTC)仕様共通化検討会 とりまとめ

令和3年3月

都市鉄道向け無線式列車制御システム(CBTC)
仕様共通化検討会

目 次

1. 検討の背景、目的	2
2. 検討内容	2
3. 検討体制	3
4. 検討の方針	3
5. 令和元年度における検討内容	6
5.1 検討対象とする機能等の整理	6
5.2 地上制御装置及び車上制御装置への機能割付けの検討	10
5.3 無線回線設計ガイドラインの検討	11
6. 令和2年度における検討内容	13
6.1 検討方針の整理	13
6.2 インターフェース仕様共通化ガイドラインの検討	19
6.3 無線回線設計ガイドラインの検討	22
7. 今後の活用について	33
8. まとめ	34

1. 検討の背景、目的

我が国は、現在、人口減少社会を迎えており、鉄道分野においても、保守作業員等の鉄道係員の確保が困難になりつつあるなど、人材の不足が懸念されている。国民生活に多大な影響を与える鉄道にとって、鉄道事業の維持等の面からこれらは重要な課題となっている。

現在、首都圏等で無線を利用した列車制御システム（以下「CBTC」という。）の開発・導入が進められているが、CBTC では列車間隔を短くすることが可能で高い遅延回復効果が得られるなど運行の安定性が向上するとともに、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、今後の更なる導入が期待されている。

一方、首都圏等では相互直通運転が進んでいることから、各鉄道事業者が路線毎に様々なシステムを開発・導入すると、複数のシステムに対応させる必要があり、コスト増等の要因になる。

このため、鉄道分野における生産性革命に資する CBTC のより一層の導入促進を図るために、相互直通運転も考慮した仕様共通化等に関する調査検討を行うこととした。

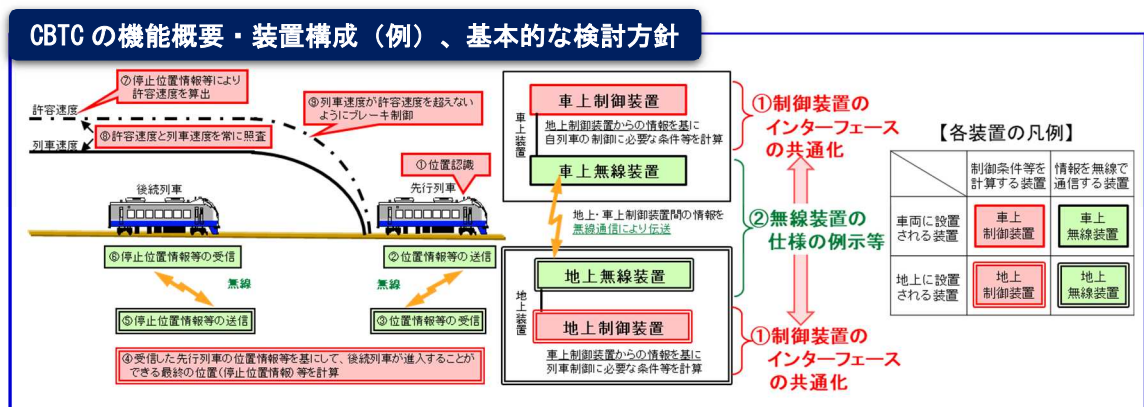


図1 CBTC の機能概要・装置構成（例）、基本的な検討方針

2. 検討内容

(1) 検討対象とするシステムの選定及びその構成・機能の整理

仕様の共通化を検討するにあたりベースとする開発済みのシステムを選定するとともに、その構成・機能を整理する。

(2) 共通化すべき項目・範囲・機能等の整理

(1)の結果を基に、仕様を共通化すべき項目、範囲、機能等について整理する。

3. 検討体制

検討の実施にあたっては、有識者、鉄道事業者、研究機関、関係協会、国土交通省のメンバーから構成される「都市鉄道向け無線式列車制御システム(CBTC)仕様共通化検討会」(以下、「検討会」と示す)を開催して検討した。検討会は日本大学 中村英夫名誉教授を座長とし、委員 20 名で構成され、WG は日本大学 中村英夫名誉教授を主査とし委員 18 名から構成された。検討会、WG のメンバーは【別紙①】に示すとおりである。

検討会、WG の開催実績は【別紙②】のとおりである。

4. 検討の方針

(1) CBTC に関する現状と課題

現状では、CBTC の仕様は各メーカーによって異なっている。各路線で独立して CBTC を導入する場合は、各メーカーにおいて、システム全体の安全性や安定性は検証されている。しかしながら、各メーカーの CBTC の詳細な機能や実現方法に差異があると、複数路線を跨ぐ首都圏等の相互直通運転線区においては、メーカー毎に装置を導入する必要が生じ、結果として車両に複数の装置を搭載することとなるため、導入コスト・メンテナンスコストともに高くなることが見込まれる。

また、CBTC の特徴である無線装置においては、同一周波数を用いた複数の無線装置を搭載する際には相互の干渉による安定性に対する配慮等も必要になる。

このことから、仕様の共通化が図られないまま各鉄道事業者が CBTC の導入を進めた場合、設置スペースや運用面、安定性にデメリットが生じることが見込まれる。

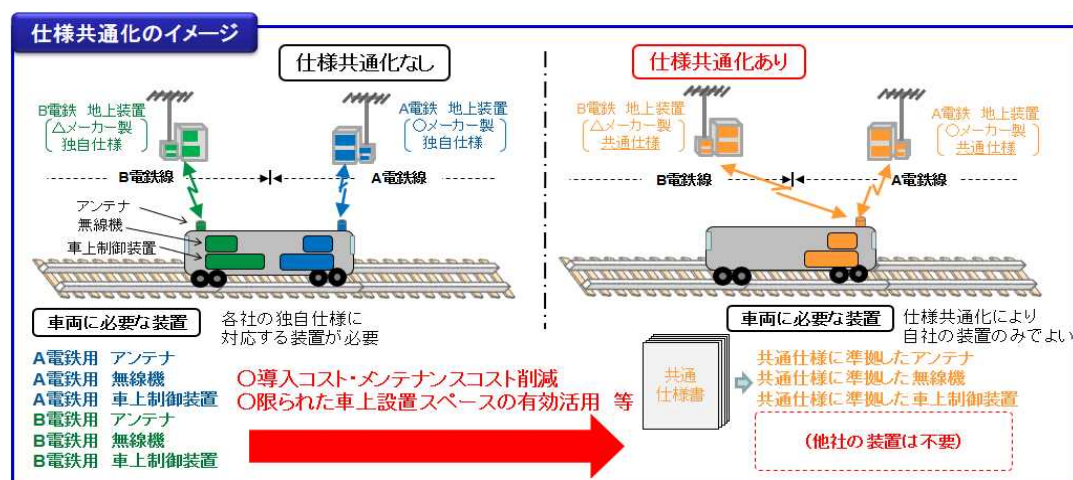


図2 仕様共通化のイメージ

(2) 基本的な検討方針

地上制御装置及び車上制御装置の仕様を共通化すると異なる路線においても列車制御が可能となる一方で、詳細な仕様を定めると各鉄道事業者が各種装置を選択する際の自由度を低下させるおそれがある。このことから、様々なシステムの導入を前提に、異なる路線においても制御が可能となるよう、必要最小限の範囲の仕様の共通化を検討することとした。

また、地上無線装置及び車上無線装置についても、仕様を共通化すると異なる路線においても情報伝送が可能となる一方で、欧州において、無線方式を含め通信システム全体を統一化した事によって、その一部である無線方式の更新が容易にはできず、利用を継続せざるを得なくなった事例がある。従って、新しい無線技術の採用を容易にしつつ、異なる路線においても通信が可能となるよう、無線装置については仕様の例示等に留め検討することとした。

これらを踏まえて、本検討会の基本的な検討方針を以下のとおり設定した。

【基本的な検討方針】

- ① 異なる路線の地上制御装置及び車上制御装置の組み合わせにおいても制御が可能となるように、地上制御装置及び車上制御装置の機能割付け等を基にして、「地上制御装置～車上制御装置間において交換される情報の内容等（情報の種類、その精度等）（以下「インターフェース」という。）の共通化」を目指す。
- ② 異なる路線の地上無線装置及び車上無線装置の組み合わせにおいても情報伝送が可能となるように、無線装置の仕様の例示や設計の考え方を整理した「無線回線設計ガイドライン」の作成を図る。

(3) 検討の進め方

【検討の前提】

IEEE 1474 規格において定義されている CBTC は、自動列車管理装置、自動列車運転装置、自動列車防護装置 (ATP 装置) より構成されている。しかし、同規格において必須装置は ATP 装置とされており、それ以外は任意に選択が可能とされている。

本検討会においては、各鉄道事業者の選択の自由度を低下させないために必要最小限の範囲の仕

様の共通化を検討することから、本検討会で示す CBTC は、ATP 装置のみを有する狭義の CBTC とする。

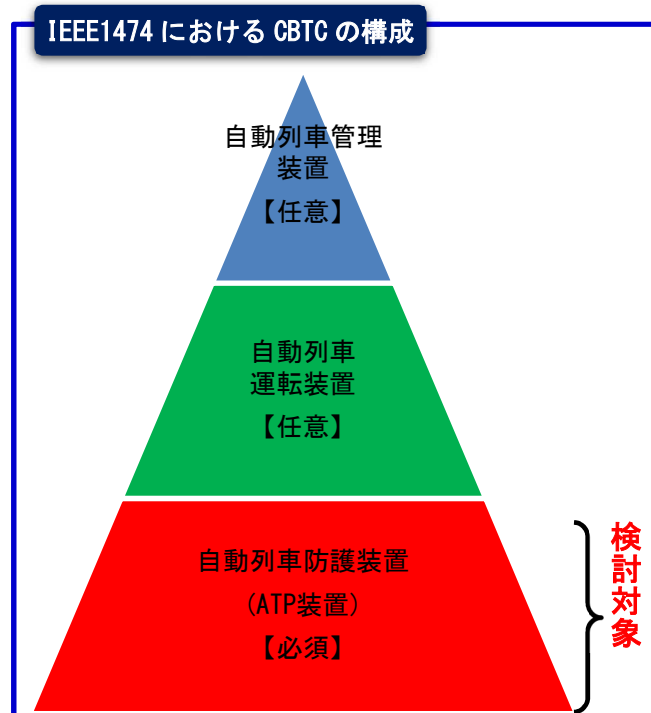


図3 IEEE1474におけるCBTCの構成

【検討の進め方】

① 検討対象とする機能等の整理

ATP 装置は、ATP 機能（列車間安全確保機能など）や無線を利用した付加機能（ホームドア制御機能など）等の機能を有するが、これらを調査し、共通化等を検討するための機能等の範囲を整理する。なお、IEEE 1474 では ATP 機能には連動装置の機能も含まれているが、この機能は別装置に持たせることも可能とされているため、本検討会では連動装置の機能は検討の対象外とする。

➤ 共通化等の対象範囲の整理

② 地上制御装置及び車上制御装置への機能割付けの検討

①で整理した機能をどの装置（地上 or 車上）が担うか、検討する。

➤ 関連規格等に準じた ATP 機能の割付けの検討

③ 各装置の共通仕様等の整理

①、②で整理した内容を基に、地上制御装置～車上制御装置間におけるインターフェースの共通化を検討するとともに、地上無線装置～車上無線装置間の伝送に用いる無線について仕様の例示等を検討する。

- 検討対象とする機能や地上制御装置及び車上制御装置への機能割付けに基づく、装置間のインターフェースの共通化の検討
- 無線装置の仕様の例示、無線回線設計ガイドラインの検討
- ④ 決定事項のドキュメント化
 - ①～③での検討、整理結果を文書にまとめる。
 - 検討内容、経緯のとりまとめ
 - インターフェース仕様共通化ガイドライン
 - 無線回線設計ガイドライン

検討にあたっては、国内の鉄道事業者において導入済み又は導入が検討されている CBTC の仕様や機能も考慮して議論を進め、共通化の範囲等の整理を行う。

(4) 検討にあたっての留意事項等

① 関連規格との整合性について

CBTC に関連する各規格との整合性を考慮しながら検討、整理を行う。

② 運転取扱いについて

検討にあたっては鉄道事業者毎に運転取扱いが異なる（許容速度を超過した場合の減速又は停止の違いなど）ことを前提に議論する必要はあるが、本検討会では、運転取扱いの共通化は考慮せず、共通的な範囲と鉄道事業者により取扱いが異なる範囲を明確化し、それらを踏まえた上でシステムに係る共通化を検討する。

③ データベースについて

CBTC においては、曲線の大きさや勾配、最高制限速度、車両性能等のデータベースを制御に利用している。このデータベースに登録すべき項目や地上制御装置及び車上制御装置への割付け、バージョン管理及びその数値の精度は、共通化を検討するうえで非常に重要な項目である。データベースに登録すべき項目等を定量化して共通化した場合、共通事項が明確化される反面、各鉄道事業者における設計の自由度が制約されることが懸念される。このため、本検討会では、これまでに実用化されているシステムの方式やその数値等は参考情報として参照するのみにとどめ、データベースの決め方等による影響を考慮しながら検討を進める。

5. 令和元年度における検討内容

5.1 検討対象とする機能等の整理

(1) インターフェースの共通化及び無線装置の仕様の例示等の対象範囲

第 4 章で整理した基本的な検討方針を踏まえ、共通化の対象とする機能は、

各線区において基本的に必要となる ATP 機能とし、当該機能の実現に必要な項目を対象範囲とする。また、無線部分は、新しい無線技術の採用が容易となるよう、仕様の例示や設計の考え方を整理することとする。

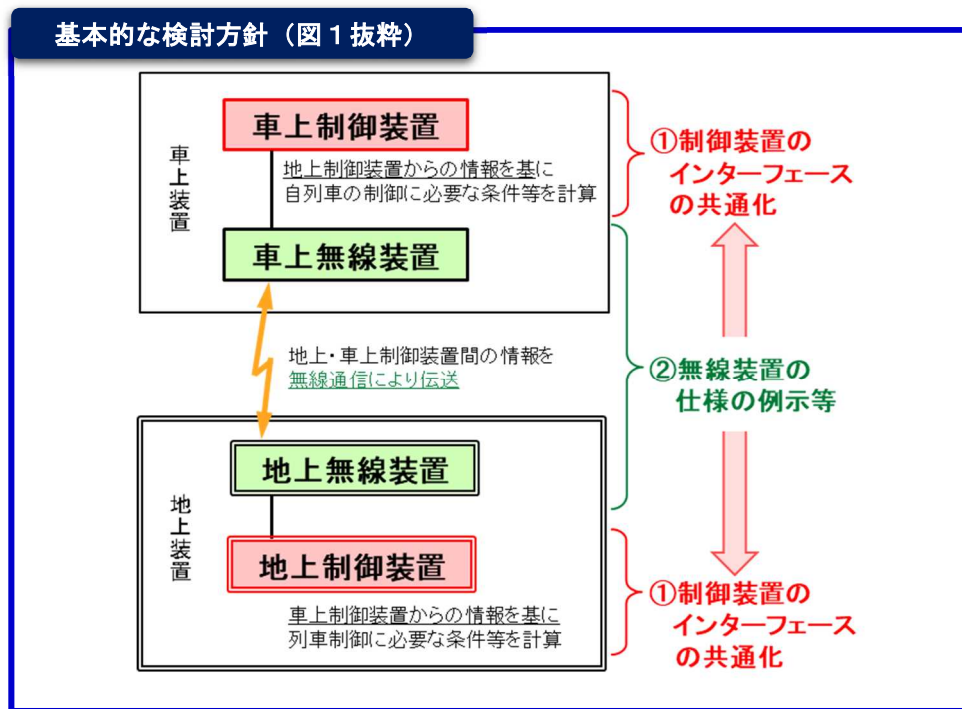


図 4 基本的な検討方針（図 1 抜粋）

① インターフェースの共通化の対象範囲について

➤ 対象装置

- ・ ATP 装置（地上制御装置及び車上制御装置）

➤ 対象範囲

- ・ ATP 機能と機能割付け

速度監視制御機能や列車位置決定機能等の ATP 機能を共通化の対象とする機能とし、当該機能の実現に必要な機能割付け（これらをどの装置（地上 or 車上）が担うか）についても共通化の対象範囲とする。

- ・ 地上制御装置～車上制御装置間で伝送する制御に必要な情報と伝送方法

ATP 機能の実現に必要な、制御装置間で伝送する制御に必要な情報（停止位置情報や列車位置情報等）や、これらの情報を伝送する方法（伝送周期）等についても共通化の対象範囲とする。

- 検討の過程において抽出された課題等

- ・無線情報授受の方法が変わったとしても、地上制御装置～車上制御装置間におけるインターフェースは変わらないという姿を目指し整理を行う。
 - ・ATP 装置が共通仕様化されても、相互直通運転する鉄道事業者が同時に共通仕様の ATP 装置に切替えられない状況も想定されるため、過渡期の対応について考慮する必要がある。
 - ・電文フォーマットの共通化により、様々な地上制御装置と車上制御装置の組み合わせが可能となることが期待されるため、電文フォーマットの共通化の実現の可能性について調査を行う。
- ② 無線装置の仕様の例示等の対象範囲
- 対象装置
 - ・ATP 無線装置（地上無線装置及び車上無線装置）
 - 対象範囲
 - ・無線装置の仕様の例示

周波数帯や伝送周期等の無線装置の詳細な仕様を、例示の対象範囲とする。
 - ・無線回線の設計の考え方

無線装置の仕様設定時の考え方や伝送品質評価時の測定項目等の、無線回線の設計において考慮する事項等を、対象範囲とする。
 - 検討の過程において抽出された課題等
 - ・無線の周波数等を厳密に定めると各鉄道事業者の自由度がなくなる可能性がある。
 - 周波数等は限定せず、相互直通運転を実施する鉄道事業者間で定めることを考慮して空間波を利用する際の設計の考え方と留意事項を整理し、無線回線設計ガイドラインとしてまとめる。
 - 無線回線設計ガイドラインは、IEC/TS 62773 を踏まえ、日本での無線回路の設計・評価手法を整理する。同ガイドラインで策定するのは CBTC における無線通信システムの導入及び設計に向けた考え方や判断基準の整理であり、関係する規格類の読み解き方や導入に向けて検討する事項を整理し、各鉄道事業者における CBTC の導入を幅広くサポートできるようにする。
 - ・目指すべき姿として、車上装置の共通化による車上設備の設置スペース確保もあるが、ここでは仕様が例示に留まっているため、具体化においては関係する鉄道事業者間による調整・検討が必要となる。

(2) CBTC に関連する主な規格類との整合性など

① JIS E 3801

- 規格名：無線式列車制御システム
- 発行年：2009
- 整合性への配慮等
 - ・日本において既に開発済みの CBTC を網羅的に包含した規格として制定された。よって、他の CBTC と同様に比較検討を行うことで整合性の確保が可能である。
 - ・Part1 と Part 2 が規格化されており Part3 はインターフェース要求事項で今後検討される予定である。Part3 では、インターフェースを詳細に定めると特定システムに限定されるおそれがあるため検討が保留されていることから、本検討会と考え方を連携することは重要である。

② IEC/TS 62773

- 規格名：鉄道アプリケーションー無線式列車制御システムで使用する無線システムの性能要求事項決定手順
- 発行年：2014
- 整合性への配慮等
 - ・IEC/TS 62773 は日本から提案した規格である。制定当時、国外においても CBTC の導入初期であったため、導入のノウハウを保有する鉄道事業者が僅かであった。そこで、CBTC における無線通信システムをメーカー等から提案された際に、鉄道事業者において導入の可否が判断可能なガイドラインとして制定された。本検討会の検討においては、電波強度に関する規制や電波の利用状況など、日本の状況を加味しながら活用することが有用である。

③ その他の関連規格

IEEE 1474 や IEC 62280 等の様々な関連する規格があるが、これらについては必要に応じて参照することとする。

(3) 導入済み又は導入を検討しているシステムに関する調査

各鉄道事業者が導入済み又は導入を検討しているシステムの共通となるシステム要件について検討を行うため、以下の項目について調査を実施した（調査結果については、セキュリティの観点から省略）。

① 調査事項

(ア)システム構成の概要

(イ)各装置のユニット構成

(ウ)各装置間で伝送する情報

- 列車制御に必要な項目
- 各項目の分解能
- 通信周期

(エ)特筆する機能の有無（踏切など）

② 調査・整理の過程で抽出した留意事項等

(ア)CBTC における車上制御装置の機能としては、位置検知、保安パターンの生成、ブレーキ制御、データベースの活用が主な項目である。これらの共通点を見出し共通事項として整理する。

(イ)CBTC において列車の位置の表現方法などの安全上重要な部分はシステム構成の基本となるほか、他システムとも関連する事項であることから、慎重に整理する必要がある。

(4) 検討にあたっての留意事項

その他の留意事項等を以下に示す。

- ① 相互直通運転の参考例としては、欧州で制定されている ERTMS/ETCS があり、こちらは国境を越えて相互直通運転を可能とするために仕様を共通化したシステムである。EU においては相互直通運転をする国が多いことからデータベースを車両に搭載すると各車両に多くのデータベースが必要となることから、ERTMS/ETCS はデータベースを車両に搭載せずに地上で保有するシステムとしている。
- ② 相互直通運転を念頭に置くことは重要であり、過去の国内事例としては複数の公民鉄が仕様策定に参加した C-ATS が挙げられる。C-ATS では、安全に関する重要な部分は共通化したデータを、各社固有の取扱い等は各社仕様のデータを有するシステムとしている。
- ③ 過去には、相互直通運転において、多数の車上制御装置を搭載する事例が散見されたが、近年は技術の発展により統合型の車上制御装置による対応が可能である。これにより、CBTC 区間と非 CBTC 区間を一つの装置で走行することも可能になっている。CBTC 区間のみの共通化だけでなく、非 CBTC 区間でのパターン生成、ブレーキ制御等が共通化できるかといった点も念頭に、相互直通運転時に、どの機能を共通化すると鉄道事業者やメーカーにとって有益であるかを検討、整理する必要がある。

5.2 地上制御装置及び車上制御装置への機能割付けの検討

(1) 機能割付けの現状調査

下記の項目について複数社へ調査を実施した。

- ① システムの概要図
- ② システムの基本仕様
- ③ 機能間の情報授受が分かるブロック図

(2) 共通化の候補となるシステム要件の整理

① 共通となるシステム要件の整理

各鉄道事業者が導入済み又は導入を検討している各システムにおける主に制御情報等の共通事項を抽出するため、調査結果を以下に基づき分析した（詳細な分析結果については、セキュリティの観点から省略）。

(ア)「制御に係る機能の配分」と「情報の流れ」に着目し、各システム間での共通項と差分を抽出する。

(イ)共通項と差分を抽出する際に基準とするシステムは、過去に（公財）鉄道総合技術研究所が開発しオープンな仕様である「CARAT (Computer And Radio Aided Train control system)」システムを基本とする。

その結果、停止位置情報や列車位置情報等の制御情報等の共通事項を抽出するとともに、各システムにおける地上制御装置及び車上制御装置への機能割付けを整理した（整理結果については、セキュリティの観点から省略）。今後は、今回整理した制御情報等の共通事項や各システムにおける地上制御装置及び車上制御装置への機能割付け等を基に、機能割付けも含めてインターフェースの共通化を検討する。

② システム要件の抽出時における留意事項

(ア)地上制御装置～車上制御装置間のインターフェースを共通化できれば、地上制御装置、車上制御装置それぞれの機能の共通化は不要である。

(イ)基準となる CARAT と差異が発生した場合にはどのような対応が必要か検討・整理する。対応の一例として、地上制御装置、車上制御装置ともにインターフェース変換部を設けるなど、差異を吸収可能な方式も視野に入れ検討する。

(ウ)鉄道事業者毎に運転取扱いが異なる場合など相互直通運転でシステムを作るときに注意する項目については仕様の共通化と関連した留意事項としてまとめることを検討する。

5.3 無線回線設計ガイドラインの検討

(1) 無線通信システム設計の考え方

CBTC に適用される無線通信システムに関しては、設計の考え方や設計時

に考慮する事項が IEC/TS 62773 に規定されている。

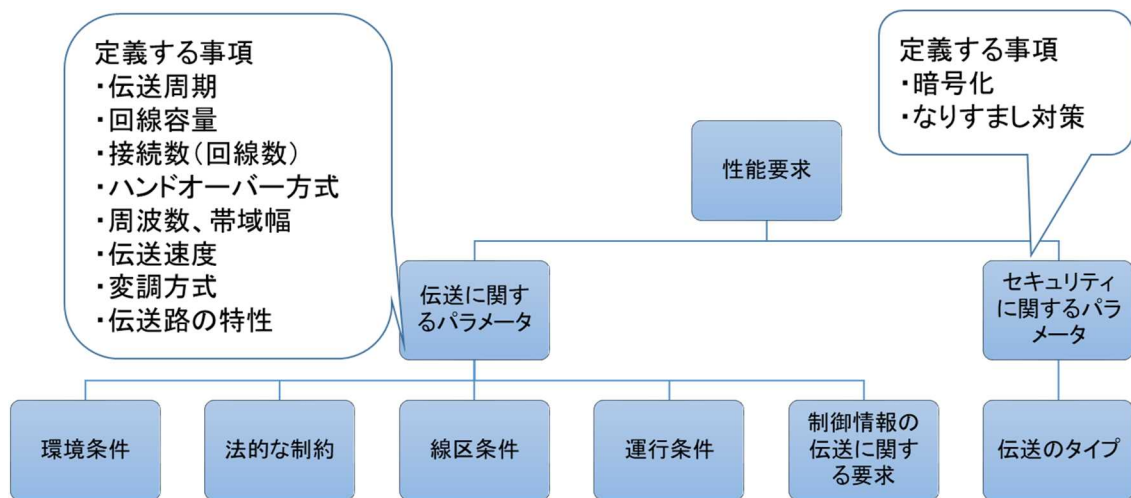


図5 設計時に考慮する事項

(2) 無線回線設計ガイドラインに記載する事項の検討

CBTC を導入するにあたっての評価の考え方を共通化するための無線回線設計ガイドラインに記載する事項について検討した。

① 記載する事項の例

- (ア) 伝送周期や回線容量などの具体的なパラメータの設定手順の考え方
- (イ) 受信レベルなどの伝送品質を評価する際の測定項目
- (ウ) 相互直通運転を行う際の留意事項や設計の考え方

② ガイドラインの策定における留意事項

- (ア) IEC/TS 62773 に準じた無線通信システムの仕様決定法、相互直通運転を行う場合に考慮する事項がガイドラインの重要な項目となる。
- (イ) 免許波と免許不要波のメリット・デメリットを整理し、鉄道事業者が選択する際に参考となるよう整理する。基本的な考え方としては、列車制御に無線を使用する際に設定・確認する要件の項目は免許波と免許不要波どちらにおいても同一である。しかしながら、免許不要波は同一周波数を使用する他のシステムが送出する電波による影響を考慮する必要があることを踏まえ、留意点が明確になるよう整理する。
- (ウ) ガイドラインはメーカーが持っている固有技術が各線区で利用できるかを鉄道事業者が評価し確認する手順として活用できるものと考えている。無線機配置や要求性能の定義、様々な環境条件における調査方法や解決項目など、無線装置を使用する観点で整理する。

6. 令和2年度における検討内容

6.1 検討方針の整理

6.1.1 無線式列車制御システムにおける相互運用の現状

現在、日本国内にて相互運用について言及された無線式列車制御システムの規格・仕様として以下が挙げられる。

- ① JIS E 3801 無線式列車制御システム
- ② CBTC 仕様共通化 要求機能仕様検討報告書（CBTC 仕様共通化ワーキンググループ（主査：東京地下鉄株式会社）：2017 年発行）

前者については、相互運用性や互換性について、附属書内の参考として記載されるにとどまっている。また、後者については、相互直通運転を踏まえたうえでのレベル2相当の具体的な事項まで定められているものの、特定のシステムに限定したものとなっている。

これらの概念を図示すると図 6 となり、日本国内において、明確に相互運用を前提として定義した基準や規格等は存在していない。特に置局配置（アンテナを置く位置や間隔）や回線設計などの情報伝送の項目に関しては、レベル1相当が定義されていないために相互運用を実施するための制御情報伝送の大きな方針が明確となっておらず、相互直通運転を行う各鉄道事業者間の調整に依る状態になっている。

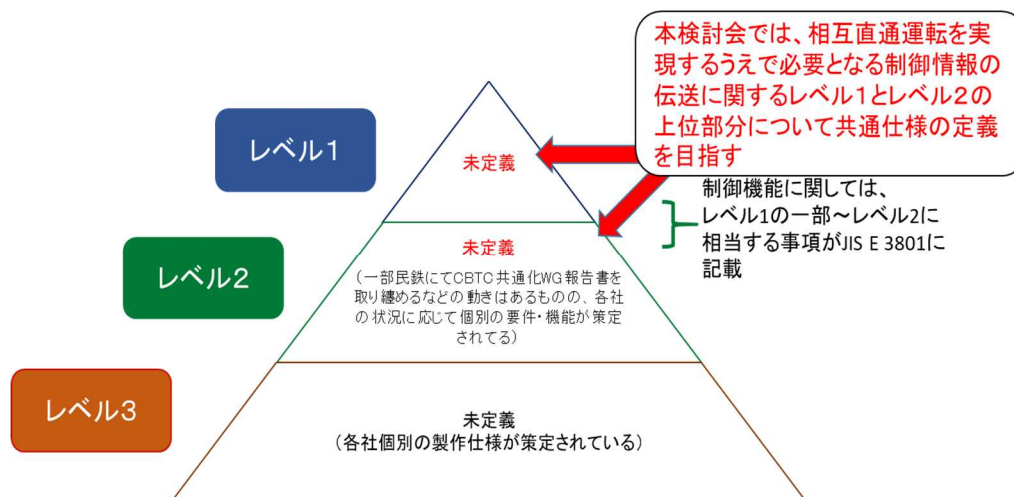


図6 日本における無線式列車制御システムの共通化仕様の定義状況

6.1.2 仕様共通化の参考となる事例

仕様共通化の事例として、欧州におけるインターオペラビリティ指令に伴う仕様共通化が挙げられる。欧州においては、我が国と異なり、乗務員オペレーションも含めた相互運用をインターオペラビリティと呼んでおり、インターオペラビリティ指令とは、欧州委員会によって制定された「欧州域内における鉄道シ

システムのインターオペラビリティに関する欧州議会及び欧州閣僚理事会指令」
 “Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community (2008/57/EC)” のことである。この指令には、鉄道システムのインターオペラビリティの促進及びインターオペラビリティを実現するための技術的な仕様の制定の命令、適合性評価等を規定した指令である。なお、「指令」とは、達成すべき結果のみが拘束力を有す EU 法の種類の一つであり、指令が発効されると、加盟国は指令に記載されている期限までに、指令を遵守するのに必要な法令及び行政規定を定めなければならないという法律である。

欧州における技術基準の体系を図 7 に示す。インターオペラビリティ指令の適用範囲は、同指令の附属書（ANNEX）I に記載されており「汎欧州横断ネットワークのガイドラインに関する欧州議会及び欧州閣僚理事会決定」で計画された路線の軌道、電力供給設備、制御・通信・信号、そして、その路線を走行する鉄道車両及びそれらを構成する装置である。

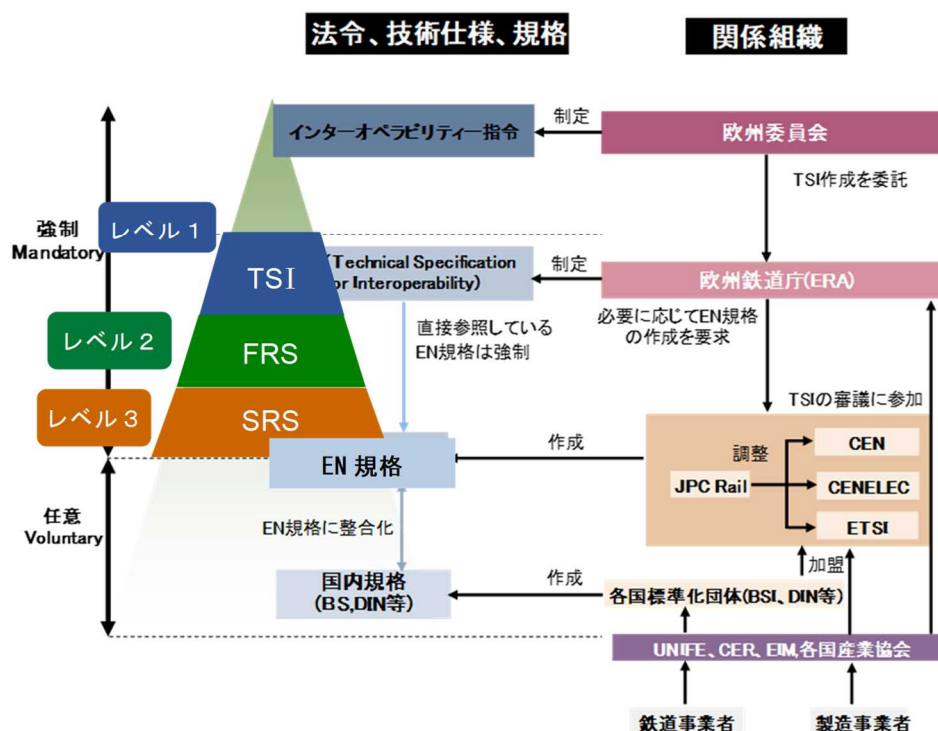


図 7 欧州における技術基準の体系

欧州におけるインターオペラビリティを実現するための具体的な技術仕様は、インターオペラビリティ指令第 2 章で作成が指示されている「相互直通運転のための技術仕様」(Technical Specifications for Interoperability: TSI)で定めら

れている。TSI とは、欧州鉄道庁（European Railway Agency: ERA）が作成しているインターオペラビリティを確保する上で遵守しなければならないサブシステム、コンポーネントの基本的なパラメータと、サブシステム、コンポーネントの適合性評価で用いられるモジュールを規定したものである。TSI は、産業界が参画している欧州の標準化機関 CEN、CENELEC、ETSI で策定された EN 規格を参照している。TSI 及び TSI が直接参照している EN 規格に関しては原則、強制であるが、参照していない EN 規格の適用に関しては任意である。

本検討会と同様に、欧州においてインターオペラビリティを考慮した信号システムである ERTMS/ETCS の例を仕様共通化の概念に照らし合わせると、インターオペラビリティ指令を基にレベル 1 である TSI が策定され、TSI を基にレベル 2 の機能仕様書である ERTMS/ETCS Functional Requirements Specification(FRS)が定義され、FRS を基にレベル 3 のシステム仕様書である ERTMS/ETCS System Requirements Specification(SRS)が定められている。

ERTMS の中で信号システムである ETCS については、規格上システムの実現レベルに応じて最も基礎的な ETCS レベル 1 から、日本の無線式列車制御システムと同等に考えられる ETCS レベル 3 までが定義されている。そのため、技術基準の体系等を参考として検討を行なうこととした。

しかし、現在欧州において実現されているのは ETCS レベル 2 までに留まっており、既設信号システムからの移行難易度の高さより、ETCS レベル 3 の導入は未だに実現していない状況である。

さらに、当該仕様書では、伝送方式を第二世代携帯電話に類した専用周波数による無線通信システムであり、現状ではすでに陳腐化している GSM-R を強制規格としていることが、技術発展のボトルネックとなっているという課題があるため、本検討会ではそれらの点に留意し検討を行う必要がある。

6.1.3 本検討会の位置付け

共通化を考慮して仕様を整理する場合、図 8 に示すとおり、上位概念としてシステムのあるべき姿を定義するレベル 1 から、具体的かつ技術的に多岐にわたる事項を詳細に定義するレベル 3 まで、3 つのレベルに分けることができる。

仕様共通化のレベル 1 では、システムのあるべき姿を必要最小限の機能や情報で定義する。

仕様共通化のレベル 2 では、レベル 1 で定義したあるべき姿をシステムで実現するための仕様を具体的に定義する。

仕様共通化のレベル 3 では、レベル 2 で定義した機能をシステムに実装し、装置化するため具体的な実現方法や手法を詳細に定義する。

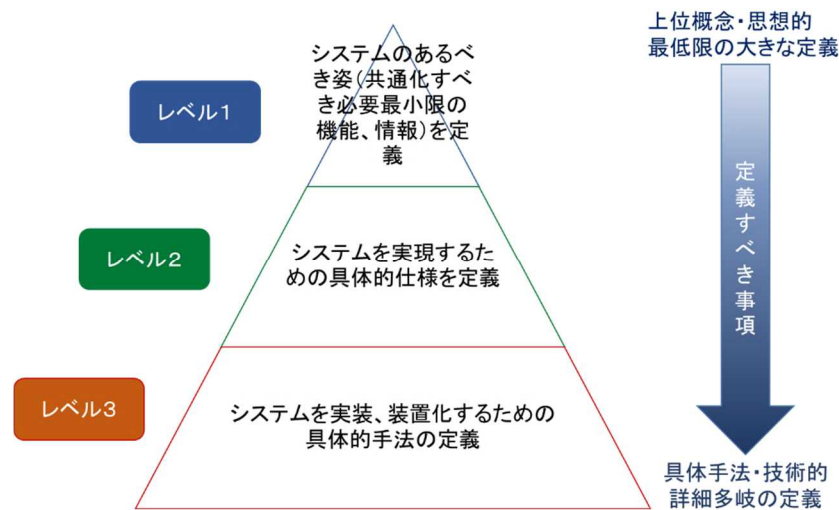


図8 仕様共通化の概念図

本検討会では、将来の無線式列車制御システムをターゲットとして、線区条件を考慮したスムーズな相互直通運転の実施における課題や留意事項が明確になるよう示すこととした。

議論の過程においては、特定方式への統一ではなく、異なる CBTC 方式の区間における相互直通運転が容易になることを目指す事が望ましいこと、また、インターフェースの要件を明確化することにより、相互運用の要件が明確になり、国内外からの新規参入を促すことも視野に検討を進める事とした。

6.1.4 検討方針

前述を踏まえ、現行ではなく将来の無線式列車制御システムをターゲットとして、鉄道事業者特有の事情を考慮した相互直通運転の実施における課題や留意事項が明確になるように、レベル1に該当する情報伝送の任意仕様やガイドラインの策定、および、それを前提としたレベル2に相当する共通項目・設定の考え方の定義を目指すこととした。

検討の方針として、まずは安全を担保するために必要な最低限の機能を抽出し、それを前提として高密度運転に必要となる情報を追加することで都市圏輸送にも対応させる方向で進めることとした。これは、上記の検討で抽出する安全を担保する最低限の機能およびその機能の実現に必要な情報（および、インターフェース）が、相互運用性の確保を実現するために必要となる最低限の要件となるためである。

すなわち、安全を最低限確保する機能を共通化したうえで、各鉄道事業者において独自に高密度化をはかることも可能とし、スムーズな相互直通運転の実施と各々の特有の事情に合わせた運用の両立が合理的なシステムの基で可能とな

る。

なお、レベル3については、技術革新が生じた際に対応できずに陳腐化する可能性があることや、各鉄道事業者独自の取扱い・システムの要求に対応できずに規格外システムの乱立を招く恐れがあることから、本検討の対象外とする。

以上より、本検討会では、将来の無線式列車制御システムを想定したレベル1とレベル2の概念を対象範囲とすることとした。

6.1.5 伝送方式に依存しない無線式列車制御システムの考え方

(1) 制御機能と伝送機能の機能分担の明確化

無線式列車制御システムの初期の開発では、列車制御と情報伝送を一体として開発することにより、要求機能を実現し、実用化を達成した。

しかし、現状においては、無線式列車制御システムを構築するノウハウが蓄積されたことに加えて、列車制御及び情報伝送に適用する技術が向上しているため、一体として開発することは必須の条件ではなくなっている。

特に、今後、情報通信技術の著しい高度化や汎用通信技術の普及が見込まれることを鑑みると、列車制御の機能と情報伝送の機能を一体として開発することは、開発コスト、人的リソース・技術力の確保、伝送技術の向上への対応や長期にわたるメンテナンス体制維持等の問題点がある。これらは、汎用通信技術の開発規模や市場が非常に大きいこと、製品ライフサイクルが列車制御システムと比べて短いことによる。

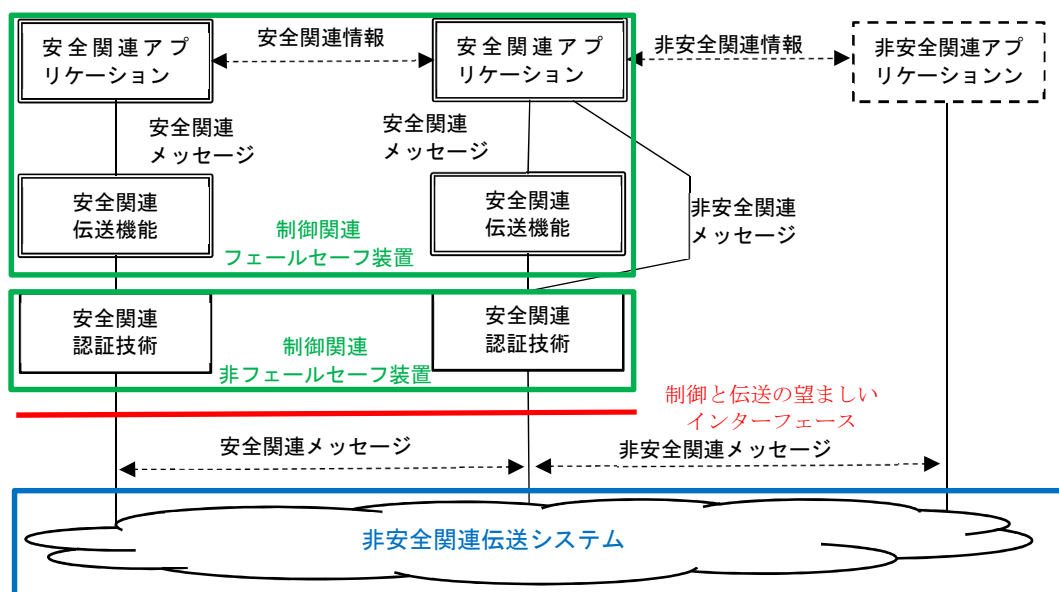
したがって、列車制御の機能と情報伝送の機能は独立して構成し、それぞれのシステムの境界を明確にすることが望ましい。それにより、伝送方式等に依存しない列車制御のシステム（以下、制御システム）を構築することで、情報伝送のシステム（以下、伝送システム）については、ライフサイクルにあわせて最新技術を適用可能となり、伝送システムの高機能化や低コスト化が可能となる。

伝送機能も制御機能もそれぞれが独立して同様に重要であるため、令和元年度に検討した仕様共通化に関する検討を深度化した成果を、制御システムの相互運用の検討を目的とした「都市鉄道向け無線式列車制御システムのインターフェース仕様共通化ガイドライン」に、伝送システムの相互運用の検討を目的として令和元年度にアウトラインを作成した無線回線設計ガイドラインの検討を深度化したものを「都市鉄道向け無線式列車制御システムの無線回線設計ガイドライン」に、それぞれとりまとめる事とした。

(2) 制御システムと伝送システムとのインターフェース

無線式列車制御システムの様な安全性に関わる装置間において、安全性に係る情報を授受するためには伝送システムを介する必要がある。この安全性に関わる装置はフェールセーフな機器で構成され、無線式列車制御システムにおい

それらの伝送システムとしては有線・無線を問わず様々な手法が存在するが、どの様な伝送システムで障害が発生した場合においても、不安全的状態に遷移することが無いよう、発生する状況を考慮し適切な対応策を講じる必要がある。



「非安全関連伝送システム」は、無線機やアンテナだけでなく、有線の伝送機器（ネットワーク機器）やそれらの伝送媒体などから構成される伝送システム全体に該当する。

6.2 インターフェース仕様共通化ガイドラインの検討

6.2.1 インターフェース仕様共通化ガイドラインの検討方針

無線式列車制御システムは様々な線区で導入が検討されているが、首都圏等では各鉄道事業者間の相互直通運転が進んでいるため、各鉄道事業者が路線毎に様々なシステムを開発・導入すると、車上設備は複数のシステムへの対応が必要となり、コスト増等の要因となることが懸念される。

そこで、無線式列車制御システムのより一層の導入促進を図るために、相互直通運転も考慮した仕様共通化等に寄与することを目的としてガイドラインを定める。ガイドラインでは、特定の方式への仕様の統一を目的とせず、異なる無線式列車制御システムの区間における相互運用性の確保が容易になることを目指す。また、無線式列車制御システムの制御や無線伝送システムの要件を明確化することにより、国内外からの新規参入を促すことにも資する。

本インターフェース仕様共通化ガイドラインでは、相互運用のための要件としてインターフェースとなる伝送情報の主要な項目を設定するための考え方を示す。

インターフェースについては、具体的には次の考え方で仕様共通化を図る。安全を担保するために最低限必要な機能とその機能において授受される情報を、令和元年度検討会の共通となる項目及び関連規格群より抽出し、将来構築することが想定される無線式列車制御システムの基本的な参照モデルを定義する。

そのうえで、インターフェースとなる伝送情報の主要な項目を定義するとともに、各項目を設定する際の考え方を示す。本ガイドラインで示した事項に従ってシステムを構築することで、高い相互運用性を確保できる。また、異なるシステム間で相互直通運転する際の技術的な協議をする際にも、本ガイドラインに示されたインターフェース要件を協議のベースとして適用することが可能である。

また、参照モデルに限らず、異なる構成のシステムとの間で相互運用性を確保する考え方についても示しており、特定のシステム構成に限定することなく幅広いシステムに対して適用可能である。

6.2.2 インターフェース共通化ガイドラインの構成

インターフェース共通化ガイドラインでは、第2章で適用範囲と位置づけを示したのち、第3章で関連する規格を、第4章で用語および略語の定義を行っている。第5章では、インターフェースを定義するために前提とする機能について解説を行っている。第6章では、伝送に依存しない無線式列車制御システムの考え方を整理し、制御と伝送の望ましいインターフェースを定義している。

第 7 章ではインターフェースにおいて授受される情報を将来のシステムで前提となると考えられる情報と、事業者によって選択される情報の観点で整理している。第 8 章では、第 7 章で挙げた情報を定義するうえで必要な考え方について整理している。第 9 章では相互運用を実現するうえで考慮すべき事項を整理している。

6.2.3 インターフェースを定義するための前提とする機能

現在我が国において導入済みもしくは開発中のシステムで実装されている機能と、JIS E 3801 が定義している制御に関する機能をもとに、将来導入が見込まれる無線式列車制御システムの参照モデルを図 10 に示す。また、この参照モデルに実装される機能を以下の項目に示す。

なお、定義する機能等は、将来のシステムにおいて必要と考えられる機能等であるが、その実現方法について制約を設けるものではない。また、参照モデルに合致しないシステム構成を排除するものではなく、インターフェース仕様共通化ガイドラインの第 7 章に記載する手法により相互運用性を確保することを目指す。

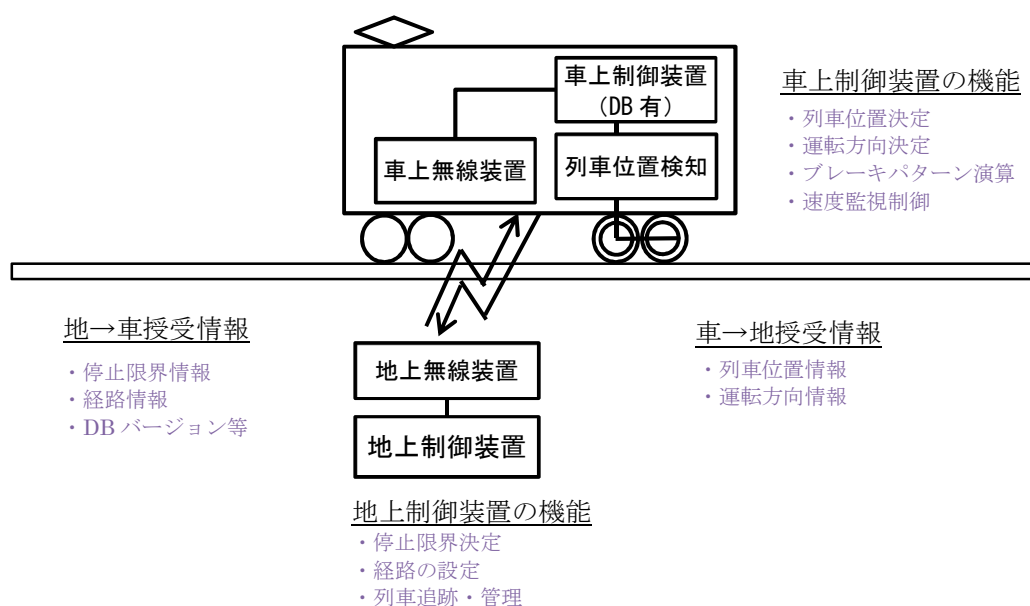


図 10 インターフェースを定義するための参照モデル

(1) 機能の概要

- ・双方向通信

地上制御装置と車上制御装置を、無線および有線回線を介した双方向通信により情報伝送する。

- ・軌道回路によらない列車検知

車上制御装置が列車位置を常時把握し、列車位置情報を地上制御装置へ送信することで、軌道回路によらない列車検知を実現する。

- ・ブレーキパターンによる速度制御

列車制御情報及び車上データベースを基に、車上制御装置がブレーキパターンに対して自列車速度を常時照査し、ブレーキ出力を制御する。

- ・様々な運転規制機能の実現

列車防護、臨時速度制限等を実現する。

- ・システムのセキュリティ

個別に定められたセキュリティのマネジメント・ポリシーに従ったセキュリティ技術を適用し、その範囲で人為的脅威を低減する。

6.2.4 課題と対応方法

(1) インターフェースが異なる場合の対応

授受される情報が異なる際の対応案について、図 11 に示す。対応案を検討する主旨は、既存で無線式列車制御システムを導入している路線に対し、本検討会で検討したインターフェースで相互運用を実現する場合を想定し、対応案を検討するものである。検討の前提としては、地上車上で実現している機能は同等の機能を実現しており、授受される情報のフォーマットが異なるケースを前提とし、検討した。対応案としては下記の 2 案が考えられる。

①車上装置を改修し、フォーマット変換を行うプログラムを実装する。

②車上装置と車上無線装置間にフォーマット変換用の装置を実装する。

いずれの対応案についても、システムの改修が発生する。①の場合は、ハードウェアの構成や性能によって、改修範囲はソフトウェアのみとなるケースも想定される。②の場合においては、外部に装置を設ける事となるため、実装スペースの確保や保安に関わる部分のフォーマットを変換することから、フェールセーフなハードウェアの実装が必要となる。

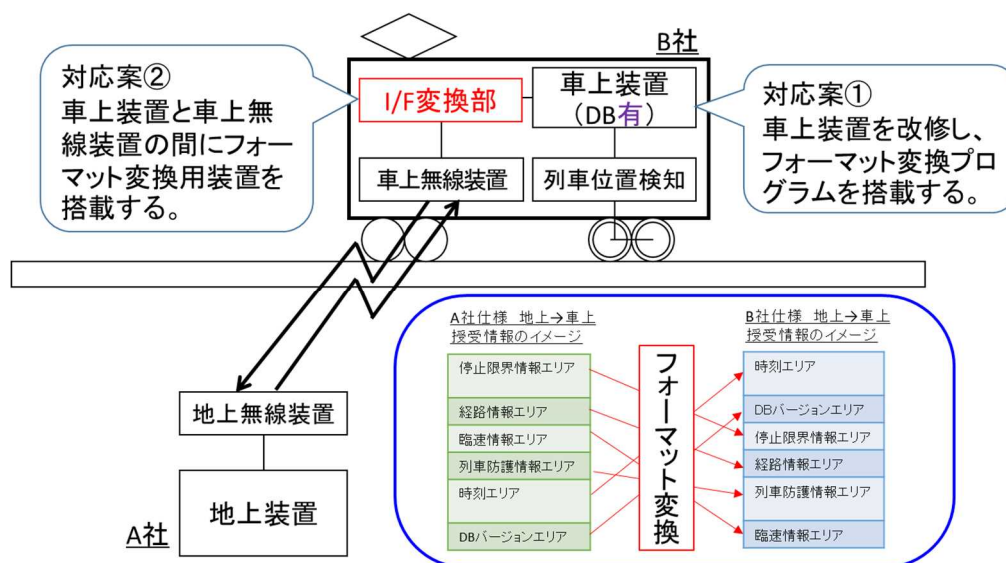


図 1 1 授受される情報が異なる場合の対応例

(2) 各周期が与える影響、位置認識および伝送に関連する要素の関係の整理

ブレーキパターンを用いた列車制御（ATP 機能）は、許容速度を逐次伝送する方式と異なり、情報の瞬断を含め、地上制御装置と車上制御装置間の情報更新の間隔にある程度の余裕が許容できる。この余裕は列車密度や運転の考え方などの条件により異なるため、事業者や線区毎に情報更新間隔の要件を定めることが望ましい。

情報更新の間隔は、地上制御装置や車上制御装置の処理周期（制御周期）及び、制御装置間の伝送周期、伝送品質に依存する。したがって、制御周期及び伝送周期、伝送品質は、情報更新間隔の要件を満たすように設定する必要がある。情報更新間隔の要件を満たせる範囲であれば、ATP 機能には直接的な影響を与えないため、制御周期及び通信周期を鉄道事業者間で共通化することは必ずしも必要ではない。なお、設定した伝送品質が確保できない（あるいは、伝送品質が確保されていても偶発的に伝送エラーが継続する）場合は、列車を停止させるなどの安全側制御を行う。

しかし、緊急停止や踏切制御などの機能については、これらの周期を考慮して制御の範囲やタイミング等を決定しているシステムもあるため、それぞれの制御方法を確認し、安全のための距離や時間に不足が生じないようにする必要がある。

6.3 無線回線設計ガイドラインの検討

6.3.1 無線回線設計ガイドラインの検討方針

令和元年度の検討会においては、CBTC を導入するにあたっての評価の考え

方を共通化するための無線回線設計ガイドラインに記載する事項とガイドラインの策定における留意事項を整理した。そこで、令和2年度においては、令和元年度に整理した内容を踏まえて無線回線設計ガイドラインを策定した。

無線回線設計ガイドラインでは、無線式列車制御システムに適用される無線通信システムの適切かつ効率的な設計・構築に資することを目的として、無線通信システムを設計する際の基本的な考え方と、制御情報の伝送に必要な性能要件を設定するための手順を示した。

また、無線回線設計ガイドラインは、無線式列車制御システムにおいて制御情報を地上・車上間で伝送するために使用される無線通信システムに適用するものとし、対象とする無線通信システムは以下の2種類とした。

- ・ 鉄道事業者が免許を受けて運用する無線局を利用する無線通信システム
- ・ 免許不要で運用できる無線局のうち 2.4GHz 帯と 5GHz 帯を利用する無線通信システム

なお、将来における第五世代移動通信システムなどの活用を想定し、通信事業者が提供する回線サービスを利用する際に考慮することが望まれる事項についても参考情報として示すこととした。

6.3.2 無線回線設計ガイドラインの構成

無線回線設計ガイドラインでは、一般的な無線通信システムの概要とその設計方法を説明した後に、その内容を踏まえて無線式列車制御システムで使用する無線通信システムを設計するための手順を示すこととした。これを踏まえて、無線回線設計ガイドラインの構成を次のように定めた。第1章で無線回線設計ガイドラインの目的を、第2章で適用範囲と対象とする無線通信システムを示し、関連する規格の概要とガイドラインで使用する用語の定義をそれぞれ第3章、第4章で説明した。次に、第5章と第6章では一般的な無線通信システムを対象として、その概要と設計方法をそれぞれ説明した。そして、第7章では無線式列車制御システムにおける無線通信システムを設計するための手順を説明した。最後に、第8章では設計事例と仕様を例示した。

以下、本節では、無線回線設計ガイドラインにおける一般的な無線通信システムの設計方法の概要を6.3.3項に示す。また、無線式列車制御システムにおける無線通信システムの設計方法の概要を6.3.4項に示し、設計事例と仕様の例示の概要を6.3.5項に示す。

6.3.3 一般的な無線通信システムの設計

無線回線設計ガイドラインでは、無線通信システムの基本的な構成、一般的に

無線利用時に考慮すべき事項と無線通信システムの伝送品質を示した上で、無線通信システムの設計方法を記載した。以下にその概要を示す。

無線通信システムの設計においては、無線伝送を利用するアプリケーションが要求する最低限必要な伝送品質を把握した上で、それよりも高い伝送品質を提供することができるように無線通信システムの仕様を定める必要がある。無線通信システムの設計の考え方を図 12 に示す。

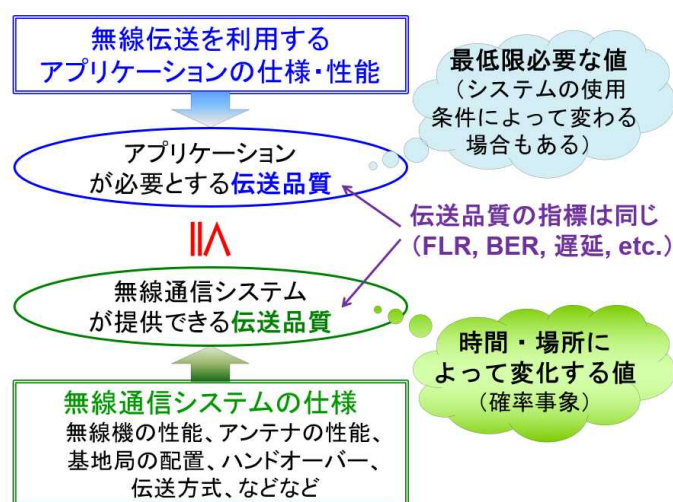


図 1 2 無線通信システムの設計の考え方

無線通信システムを構築するためには、アプリケーションの機能を満足するために伝送すべき情報を明確にした上で、その情報を伝送するために最低限必要なサービスエリアや品質などを定める必要がある。これらを踏まえて、無線通信システムを設計し、導入するまでの概略手順を図 13 に示す。

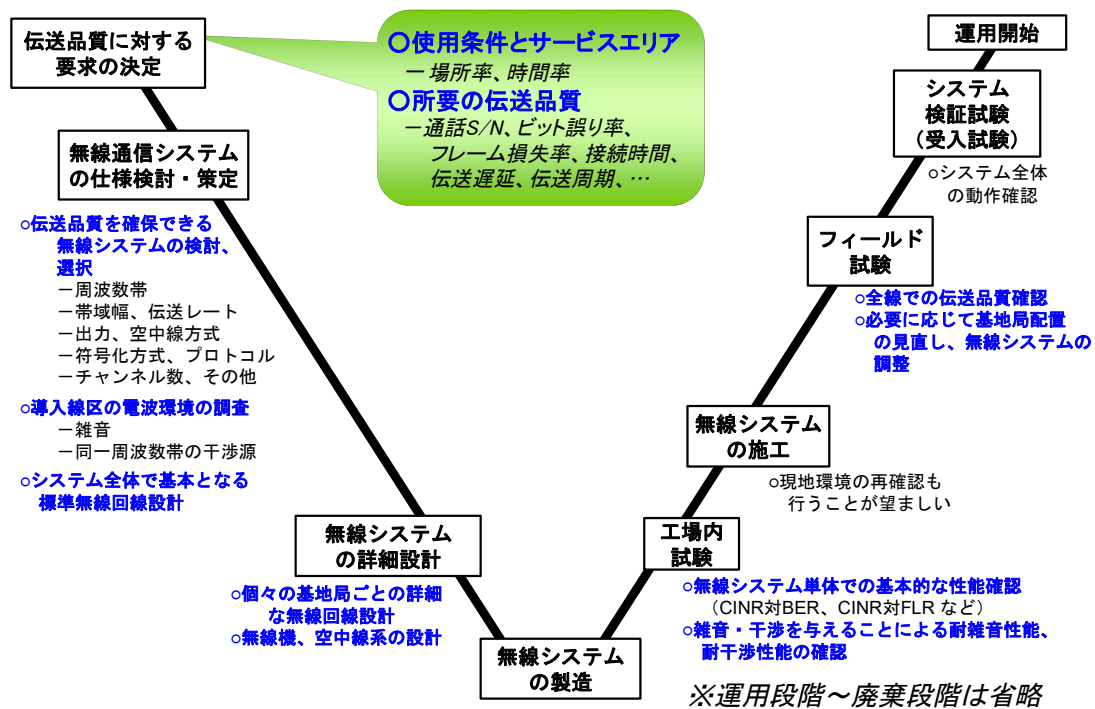


図 1 3 無線通信システムの設計段階から導入段階までの概略手順

無線通信システムを構築する際には、アプリケーションが必要とする伝送品質がサービスエリアの中で得られるように、無線機の仕様と性能、アンテナの性能や配置を適切に設計する、無線回線設計という作業を行う必要がある。

無線回線設計では、サービスエリアから求められる伝送距離において、送信機から到来する電波の強さと雑音・干渉波の強さの比が、所望の伝送品質が得られる CNR (Carrier to Noise Ratio : 搬送波電力対雑音電力比) や CINR (Carrier to Interference and Noise Ratio : 搬送波電力対干渉波電力・雑音電力比) の値となるように、送信機、受信機、アンテナの仕様、置局配置 (アンテナを置く位置や間隔) などを設計する。図 14 は、無線回線設計を行う際に用いられるレベルダイヤの例である。レベルダイヤは、送信機の出力から受信機の入力に至るまでの電波の強さの変化をグラフとして描いたものである。最終的には、図 14 に示した図を、表 1 に示す無線回線設計表として整理し、施工の際の基準値として使用する。

無線回線設計ガイドラインでは、上記に加えて、無線回線設計を行う上で重要な作業である、所要品質を得るための CNR、CINR の求め方、伝搬損失の求め方、雑音強度・干渉波強度の想定方法についても説明している。特に、雑音強度・干渉波強度の想定方法については、免許を受けて運用するものと、免許を受けずに運用できるもののうち 2.4GHz 帯と 5GHz 帯を利用する 2 種類の無線通信システムを対象として、想定することが望まれる雑音・干渉の発生源と、それらの強度の把握・推定の考え方を概説している。加えて、無線回線設計を確認・評価

する項目である受信電力（受信電界強度）や伝送品質（電文の損失率、遅延等）をシミュレーションと試験で検証する際の考え方を説明している。

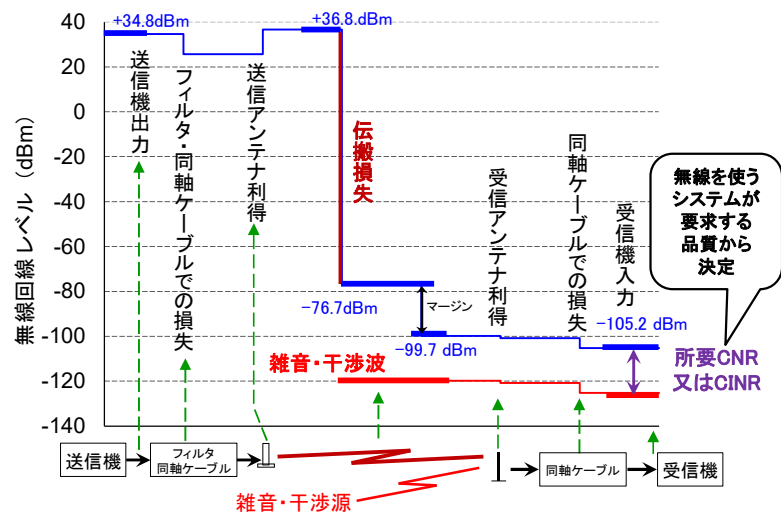


図 1 4 無線回線設計におけるレベルダイヤの例

表 1 列車無線の無線回線設計表の例

送信出力(3W)	+34.8 dBm
フィルタ・共用器損失	-6.0dB
ケーブル損失	-3.0dB
地上アンテナ利得	+11.0dBd
実効輻射強度	+36.8 dBm
許容伝搬損失	-113.5dB
受信アンテナ入力	-76.7 dBm
雑音マージン	-5.0dB
保守マージン	-5.0dB
フェージングマージン	-8.0dB
車両雑音マージン	-5.0dB
最低所要アンテナ入力	-99.7 dBm
車上アンテナ利得	-1.0dBd
ケーブル損失	-2.5dB
フィルタ等損失	-2.0dB
所要品質を確保するために必要な最低受信機入力	-105.2 dBm

6.3.4 無線式列車制御システムにおける無線通信システムの設計

無線回線設計ガイドラインでは、図 9 に示した IEC 62280 に規定されている参照アーキテクチャにおいて、制御システムと伝送システムのインターフェースが図中の赤線におかれていることを想定し、青枠で囲まれた非安全関連伝送

システムの設計手順を示すこととした。以下にその概要を示す。

無線式列車制御システム用の無線通信システムを設計するにあたっては、性能要求の手順を定めている IEC/TS 62773 で示されている前提条件を考慮することが望ましい。IEC/TS 62773 で示されている、考慮すべき前提条件の概要と性能要求事項との関係を図 15 に示す。

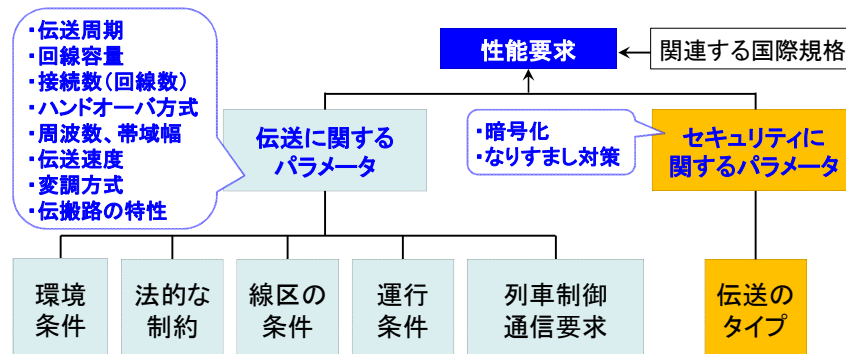


図 15 性能要求事項に影響を与える要因 (IEC/TS 62773)

国際規格 IEC/TS 62773 では、無線式列車制御システムにおける無線通信システムの性能要求事項を決定するための手順として、①サービス品質に影響を与える条件の特定、②個々の状況の評価、③性能要求事項に反映させるかどうかの判断、が必要であるとしている。そこで、無線回線設計ガイドラインでは IEC/TS 62773 に示された手順を踏まえて、無線式列車制御システムで使用する無線通信システムの性能要求事項を具体的に決定するための手順を示すこととした。IEC/TS 62773 の Table 2 で示されている性能要求条件と前提条件との関係を日本の事情を考慮して整理したものを表 2 に示す。なお、都市鉄道向け無線式列車制御システムのインターフェース仕様共通化ガイドラインにおいては、将来の無線式列車制御システムのあるべき姿として、制御システムと伝送システムを分離する構成を提唱している。そこで、無線回線設計ガイドラインにおいても、図 9 に示したインターフェース点において制御と伝送が分離されたシステムを想定し、伝送システムが移動局の位置を把握して適切な基地局と接続する機能を有していることを前提とした。このため、表 2 中の無線パラメータのうち、ハンドオーバーの機能については割愛することとした。また、表 2 中の数字（前提条件は 1～17、無線パラメータは 1～11）は、IEC/TS 62773 に記載されている Table 2 に記載の項目番号をそのまま転記したものである。

表 2 システムの前提条件と性能要求事項として決定する無線パラメータとの関係

			無線パラメータ OUTPUT										
			セキュリティ		（通信リソース）						伝送方式 （無線方式と伝搬媒体）		
			暗号化	なりすまし	通信周期	通信容量	チャネル数	ハンドオーバー	周波数	帯域幅	伝送速度	変調方式	伝送路の種類
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
前提条件 INPUT	環境条件	(伝搬上の)障害物	1		△			△	△		△	△	○
		気候条件	2		△			△	△		△	△	△
		電磁障害	3		△			△	△		△	△	○
	法令的制約条件	電波法(設備規則など)	4		※		※	△	○	○		○	○
		線区最高速度	5					○	△			△	
	線区条件	線路条件	6		△	△	△	△	△		△	△	○
		線区構成	7			○	○						
		駅の構成	8		△	○	○						○
	運転条件	最小運転時隔	9			○	○	○		△			
		1制御エリア当たりの最大列車数	10		○	○	○			△			
	制御システムからの伝送に対する要求	最大許容通信損失	11				○	○	○			○	○
		ネットワーク遅延時間	12		○	○	○	△	○		○	○	○
		制御周期	13		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		スループット	14		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		制御エリア	15				○						
		保守条件	16		△	△	△						
	伝送方式のタイプ	オープン	17	○	○								

○: IEC/TS 62773で前提条件と性能要求事項が強固な関係があるとされているもの
△: IEC/TS 62773で前提条件と性能要求事項が間接的に関係があるとされているもの
※: IEC/TS 62773では無関係とされているが、日本では場合によって考慮が必要となるもの

表 2 において○と△で示されている前提条件と無線パラメータとの関係を図 16 に示す。図 16 では、入力となる前提条件の項目には”I-”、出力となる無線パラメータの項目は”O-”の記号を項目の番号の前に付して、前提条件もしくは無線パラメータを識別するための記号として使用することとする。また、表 2 中の○を実線、△を点線で表している。

表 2 および図 16 に示した個々のパラメータは、それぞれに独立した並列の関係ではなく、相互に関係しあうものである。上記の 4 つのパラメータ群の分類は、無線通信システムを設計していく流れに沿って、グルーピングと設定する順番を示すために整理したものである。すなわち、前提条件に基づいて、まず①通信リソースに関するパラメータ群と、②セキュリティに関するパラメータ群を設定し、その通信リソースとセキュリティ要件を確保できるように③の無線方式のパラメータを設定・選定する。③の無線方式のパラメータが設定されれば、無線機の性能が決まることになるので、④の伝搬媒体に関するパラメータと合わせて、無線回線設計ガイドライン第 6 章で述べている無線回線設計を行うことにより、基地局／アンテナの配置を決定することができる。

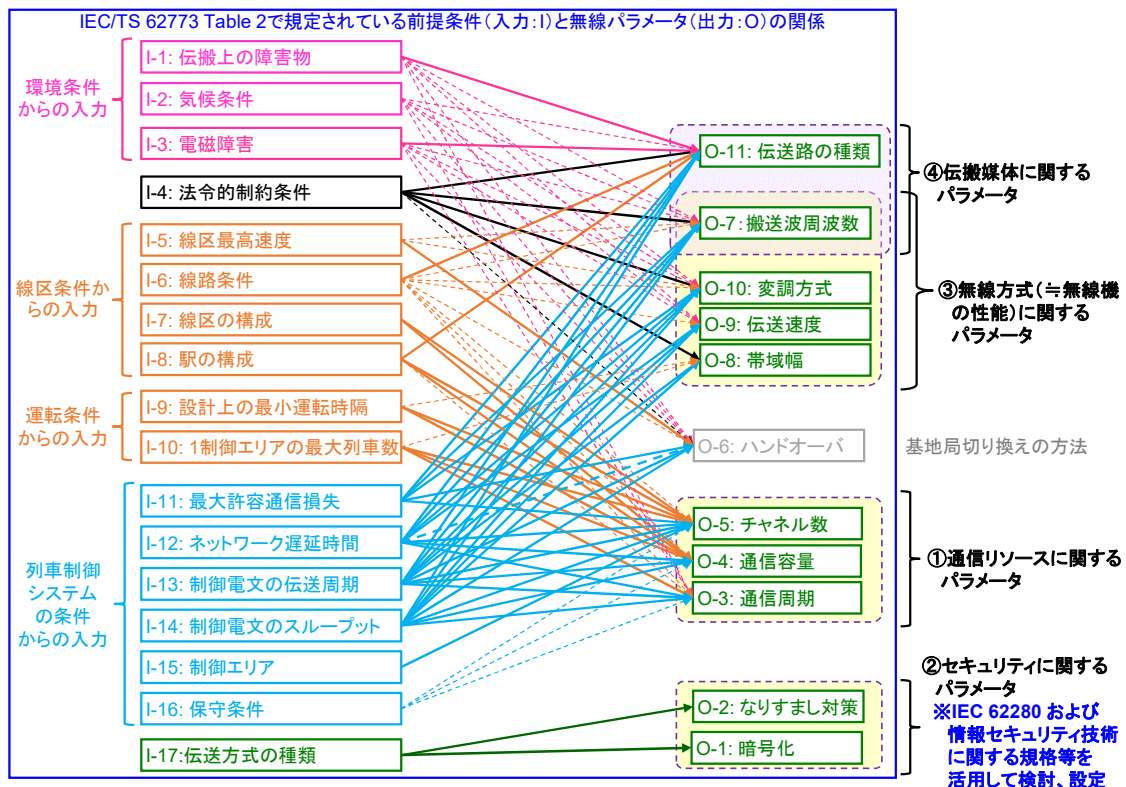


図 1 6 IEC/TS 62773 Table 2 で規定されている前提条件と無線パラメータの関係図

無線回線設計ガイドラインでは、図 16 に示した前提条件（入力：I-1～17）と無線パラメータ（出力：O-11）との関係図を使って、無線パラメータを設定もしくは選定していくプロセスと、無線回線設計との関係を示すこととした。前提条件に基づく無線パラメータの設定と無線回線設計までの流れとして、本無線回線設計ガイドラインでは、利用する無線システムが免許を受けて運用するもの、免許を受けずに運用できるもののうち 2.4GHz 帯と 5GHz 帯を利用するもの、将来の 5G などの公衆網を利用するものを取り上げ、それぞれのケースごとに流れを示した。無線回線設計ガイドラインに示した具体例の一例として、鉄道事業者が免許を受けて運用する無線局を利用する場合の設計手順のイメージを図 17～19 に示す。

免許を受けて運用する無線局を利用する場合は、制御システムからの無線通信システムに対する要求事項を踏まえ、まず通信リソースに関するパラメータ（①：チャンネル数、通信容量、通信周期）と、セキュリティに関する要件（②：暗号化、なりすまし対策）を設定する（図 17）。

次に、通信リソースとセキュリティ対策の要件を基に、多重化方式や符号化方式、認証方式等を検討、設定し、無線方式のパラメータ（③：搬送波周波数、帯域幅、伝送速度、変調方式）に反映する（図 18）。なお、符号化方式を検討する

際には、伝搬上の障害物や電磁妨害による影響と最大許容通信損失なども考慮して設定する必要が生じる場合がある。また、セキュリティ対策の要件を基に具体的な符号化方式や認証方式を設定する際には、情報セキュリティに関する ISO/IEC 規格等も参考にしながら、IEC 62280 が示す考え方に準じて具体的な方式を検討することが望ましい。

そして、無線方式のパラメータと、線路条件や線区・駅の構成、電波伝搬環境と電磁環境を考慮して伝送媒体に関するパラメータ（④：伝搬路の種類＝主には空中線方式）を設定する（図 19）。

最後に、無線方式と伝搬媒体のパラメータに基づいて、無線回線設計ガイドライン第 6 章で述べた無線回線設計手順に沿って空中線の仕様や出力、アンテナ間隔等を設計する（図 19）。

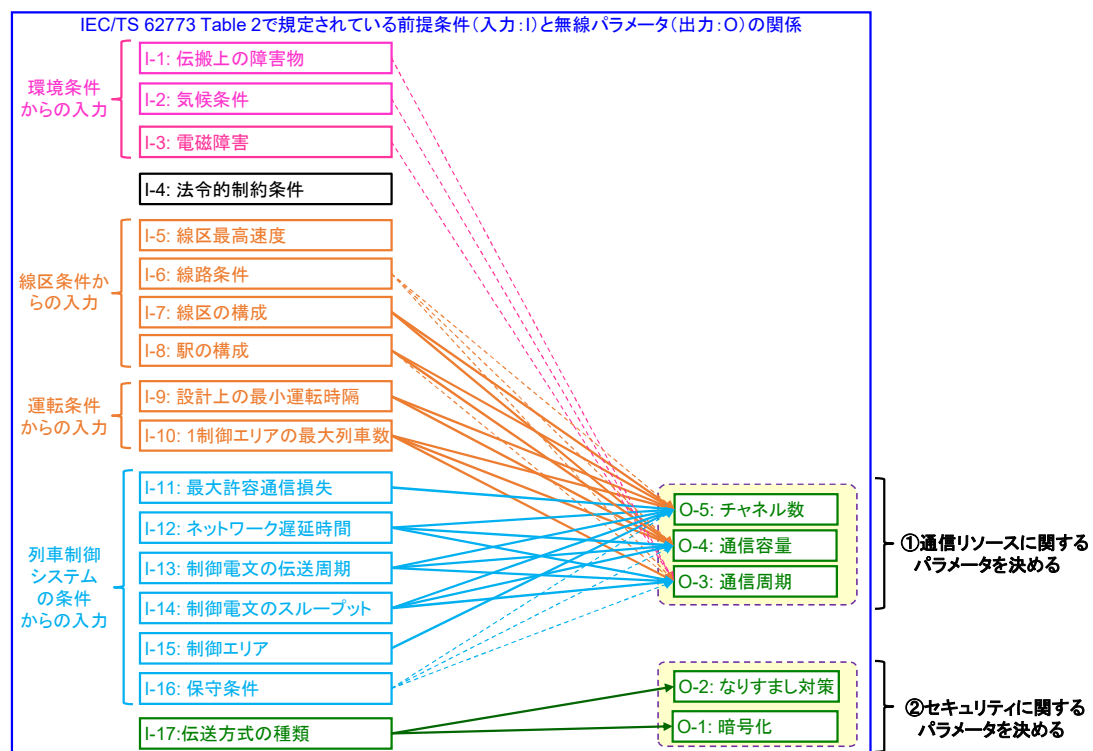


図 17 鉄道事業者が免許を受けて運用する無線局を利用する場合の設計手順のイメージ（その 1）

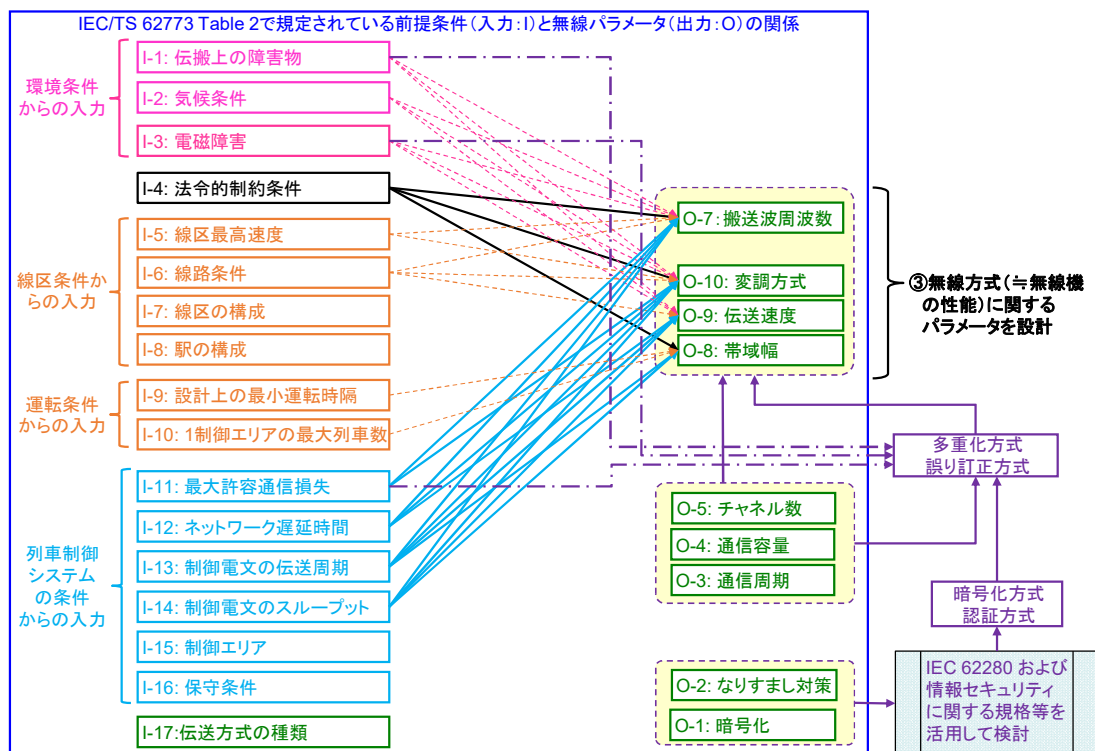


図 1 8 鉄道事業者が免許を受けて運用する無線局を利用する場合の
設計手順のイメージ (その2)

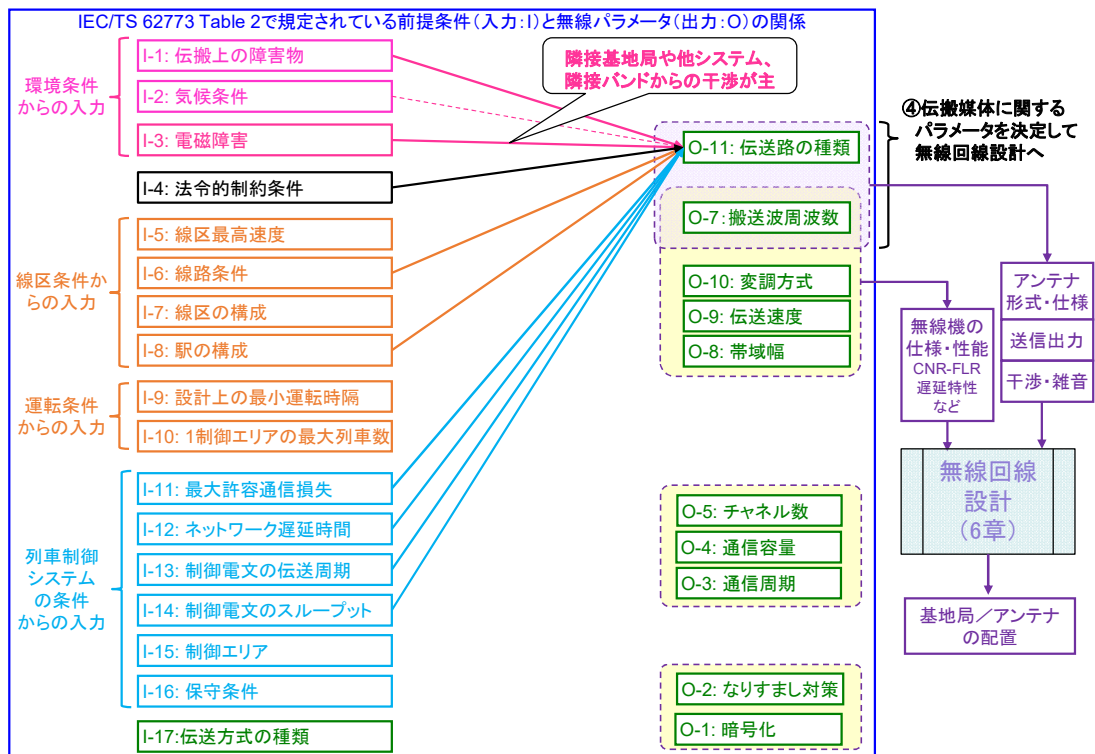


図 1 9 鉄道事業者が免許を受けて運用する無線局を利用する場合の
設計手順のイメージ (その3)

一方、現在、同一列車が複数の線区に相互に乗り入れる相互直通運転が多数の線区で行われている。このような線区では、相互運用を考慮して無線通信システムを設計、構築する必要がある。そこで、無線回線設計ガイドラインでは相互運用に際して必要となる無線通信システムの設計の考え方、すなわち表 2 と図 16 に示した無線パラメータ (O-1~11) を設定するにあたっての基本的な考え方を、①既に導入済みの線区と新規に導入する線区で直通運転する場合、②無線方式が異なる 2 つのシステムが既に稼働している場合、③未導入の 2 つの線区に新たに導入する場合の 3 つの場合に対して示した。

6.3.5 設計事例と例示

無線回線設計ガイドラインでは、図 16 で示した各パラメータや無線回線設計の結果得られる基地局間隔等の具体例として、免許を受けて運用する無線システムと、免許を受けずに運用できる 2.4GHz 帯の無線通信システムを利用した場合について、鉄道事業者が導入又は導入を検討しているシステムの設定例を示した。無線回線設計ガイドラインに示した具体例の一つとして、実験システム (CARAT) に適用された無線通信システムの設計例を図 20 に示す。CARAT は日本で初めてコンピュータと無線によって列車を制御するシステムとして (公財) 鉄道総合技術研究所で開発された。ここでは 1990 年代に行われた山陽新幹線と上越新幹線での実証実験に適用された無線通信システムを例として、図 16 で示した入力条件 (I-1~17) と無線パラメータ (O-1~11) の内容との対応関係を図 20 に示す。なお、図 20 は、図 16 で示した前提条件と無線パラメータの関係を事例に沿って示すものであり、具体的な標準として示すものではない。このため、図中に示すパラメータの値等は、文献等で公表されている範囲、もしくは一般的に知られている範囲内で記載している。

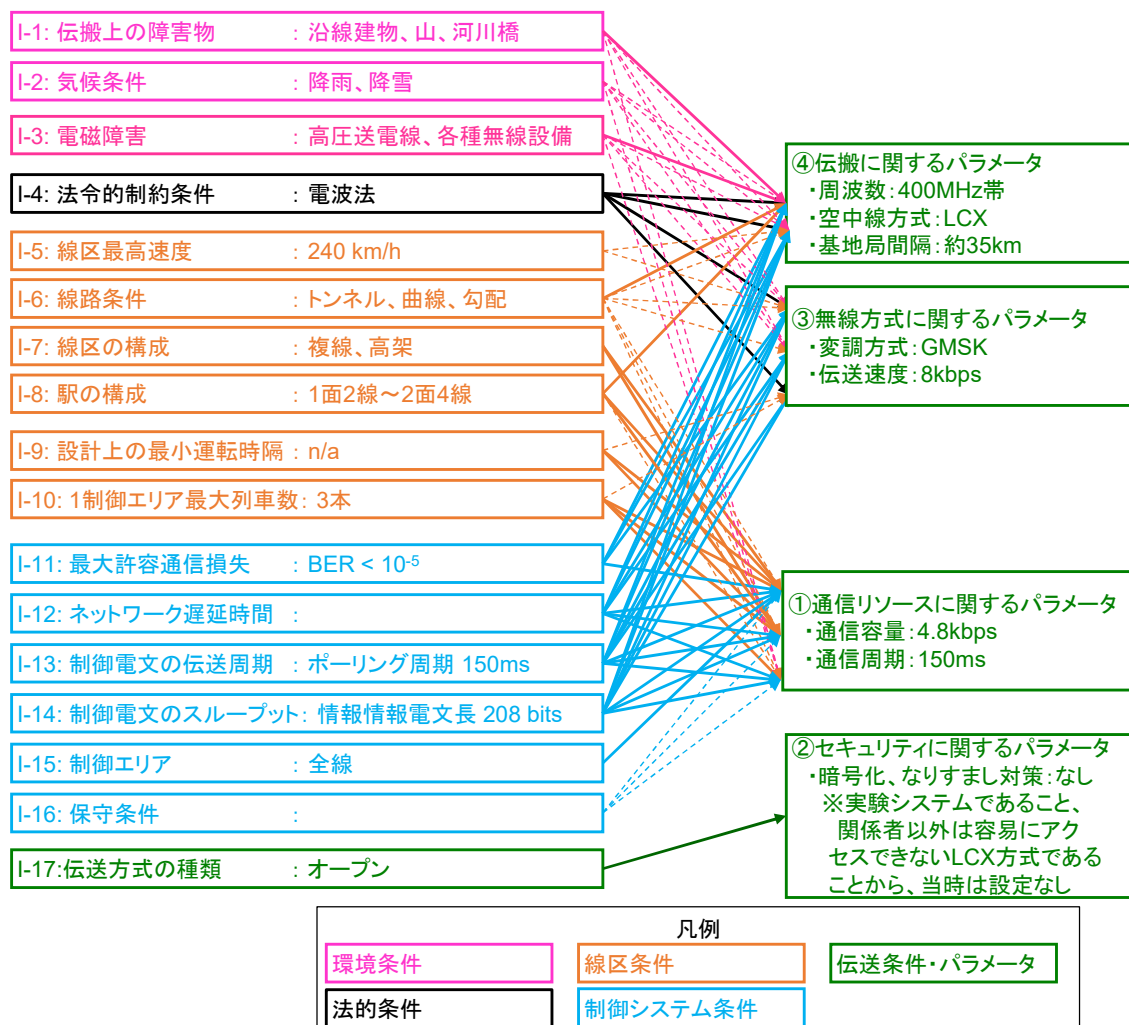


図 2 0 実験システムに適用された無線通信システムの例

7. 今後の活用について

本検討会の成果物で、期待される活用の例を図 21 に示す。本検討会で定義したガイドラインを活用し、レベル 1 を定義する。そのことにより、相互運用を考慮した機能仕様を共通化する根拠が生まれる事となるため、無線式列車制御システムの共通化議論の活性化が期待され、それに伴い既存規格や各種報告書を含み、当ガイドラインに基づいた民間レベルでの規格等の一元化が期待される。

さらに、各鉄道事業者間での相互直通運転を考慮した機能仕様が定められることにより、システム仕様の共通仕様化が民間の製造会社間で促進され、それぞれの得手不得手に応じた技術交流等により、市場の活性化や新たな技術革新が期待される。

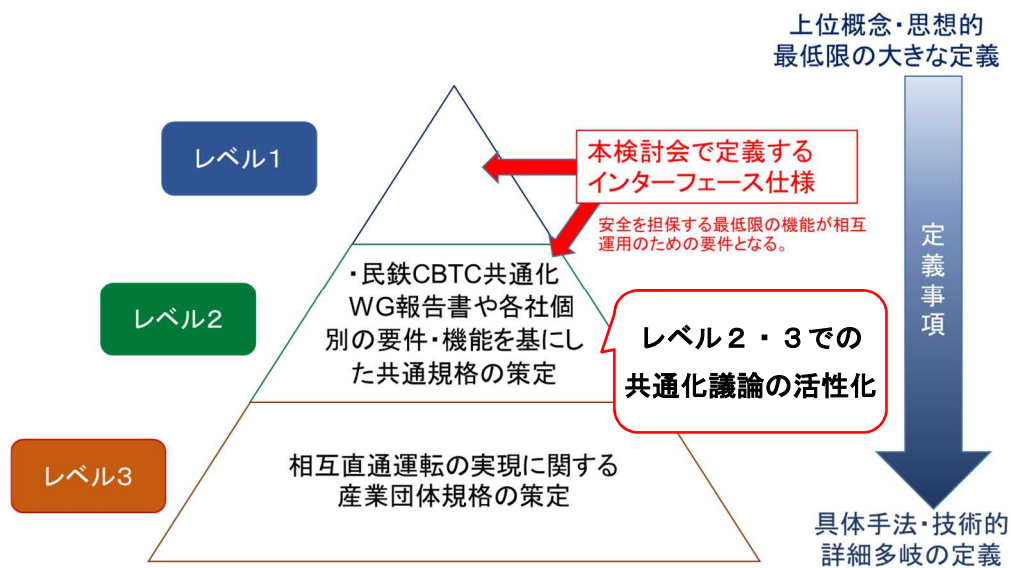


図 2 1 本検討会で作成したガイドラインの活用像

8. まとめ

首都圏等における CBTC のより一層の導入促進を図るために、相互直通運転も考慮した仕様共通化等に関する調査検討について、「都市鉄道向け無線式列車制御システム（CBTC）仕様共通化検討会」（座長：日本大学 中村英夫名誉教授）を組織して実施した。

本検討会では、将来の無線式列車制御システムをターゲットとして、線区条件を考慮した相互直通運転の実施における課題や留意事項を明確にした。

検討にあたっては、各鉄道事業者における設計の自由度を確保しつつ、異なる CBTC 方式の区間における相互運用性を確保することが望ましいことから、特定方式への統一ではなく、インターフェースを共通事項として定義することを目指すとともに、国内外からの新規参入を促すことなども視野に入れて検討を行った。

また、情報通信技術の著しい高度化や汎用通信技術の普及に伴う情報伝送システムの最新技術を適用するため、制御機能と伝送機能の望まれるあり方として、両者を分離する考え方を整理した。

さらに、制御機能と伝送機能を分離する考え方にに基づき、令和元年度に検討した仕様共通化に関する検討を深度化した成果を、制御システムの相互運用の検討を目的とした「都市鉄道向け無線式列車制御システムのインターフェース仕様共通化ガイドライン」に、伝送システムの相互運用の検討を目的として令和元年度にアウトラインを作成した無線回線設計ガイドラインの検討を深度化したものを「都市鉄道向け無線式列車制御システムの無線回線設計ガ

イドライン」に、それぞれとりまとめた。

今後、CBTC による相互直通運転の実現のために、事業者間で仕様を策定する際には、これらのガイドラインが共通仕様の策定に活用されることを期待する。

また、これらのガイドラインは、本検討会の英知を結集して作成されたものであるが、実際の運用に際しては、ガイドラインの項目の妥当性を含めて検証し、ブラッシュアップを図っていくことが望まれる。

検討会 委員名簿

(敬称略、順不同)

	氏名	所属
座 長	中村 英夫	日本大学 名誉教授
委 員	馬場 裕一	東日本旅客鉄道 鉄道事業本部 電気ネットワーク部次長
委 員	三津野 隆宏	西日本旅客鉄道 鉄道本部 電気部 執行役員 電気部長
委 員	衣川 裕司	東武鉄道 鉄道事業本部 施設部部長
委 員	本田 直志	西武鉄道 鉄道本部 電気部 電気部長
委 員	大津 俊成	小田急電鉄 交通サービス事業本部 電気部電気部長
委 員	野川 達也	東急電鉄 技術戦略部 統括部長
委 員	佐藤 晃	東京地下鉄鉄道本部 電気部部長
委 員	加納 晴生	東京都交通局 技術調整担当部長
委 員	市橋 国之	近畿日本鉄道 鉄道本部 企画統括部 技術管理部部長
委 員	中島 良樹	阪神電気鉄道 都市交通事業本部 電気部電気部長
委 員	神尾 純一	横浜高速鉄道 取締役 運輸部長
委 員	佐藤 安弘	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部長
委 員	川崎 邦弘	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部部長
委 員	高橋 俊晴	日本民営鉄道協会 常務理事 技術部長
委 員	西堀 典幸	日本鉄道電気技術協会 事業部 技術顧問
委 員	中山 修一	日本鉄道車両機械技術協会 車両部 車両部長
委 員	石田 弘文	日本鉄道運転協会 安全企画部長
委 員	江口 秀二	国土交通省 大臣官房技術審議官
委 員	岸谷 克己	国土交通省鉄道局 技術企画課課長
アドバイザー	東平 伸 (2021年1月まで)	国土交通省鉄道局 技術企画課 技術開発室室長
アドバイザー	平石 正嗣 (2021年2月から)	国土交通省鉄道局 技術企画課 技術開発室室長
アドバイザー	小林 穰	国土交通省鉄道局 安全監理官付首席鉄道安全監査官
アドバイザー	磯本 耕一	国土交通省鉄道局 技術企画課技術基準管理官
事務局	小川 優	国土交通省鉄道局 技術企画課 専門官
事務局	青木 秀和	国土交通省鉄道局 技術企画課 電気基準係長
事務局	福田 光芳	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 列車制御 研究室長
事務局	中村 一城	鉄道総合技術研究所信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 研究室長
事務局	羽田 明生	鉄道総合技術研究所信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 主任研究員
事務局	小川 祥吾	鉄道総合技術研究所信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 主任研究員
事務局	北野 隆康	鉄道総合技術研究所信号・情報技術研究部 列車制御 副主任研究員
事務局	栗田 いずみ	鉄道総合技術研究所信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 研究員
事務局	荒木 尚人	日本鉄道電気技術協会 常務理事
事務局	藤本 公道	日本鉄道電気技術協会 事業部 調査役
事務局	峠 誠人	日本鉄道電気技術協会 事業部 調査役

WG 委員名簿

(敬称略、順不同)

	氏名	所属
主 査	中村 英夫	日本大学 名誉教授
委 員	馬場 裕一	東日本旅客鉄道 鉄道事業本部 電気ネットワーク部 次長
委 員	木村 哲也	西日本旅客鉄道 鉄道本部 電気部 信号課 信号課長
委 員	今井 秀行	東武鉄道 鉄道事業本部 施設部 信号保安課課長
委 員	犬塚 隆晴	西武鉄道 鉄道本部 電気部 信号通信課 信号通信課長
委 員	澤田 和巳	小田急電鉄 交通サービス事業本部 電気部 課長
委 員	飯塚 義明	東急電鉄 技術戦略部 イノベーション推進課 主査
委 員	大島 学	東京地下鉄 鉄道本部 電気部 無線式列車制御システム担当 担当課長
委 員	乙訓 諭	東京都交通局 車両電気部 信号通信課 信号通信課長
委 員	三重 和宣 (2020年10月まで)	近畿日本鉄道 鉄道本部 企画統括部 技術管理部課長
委 員	高道 和博 (2020年11月から)	近畿日本鉄道 鉄道本部 企画統括部 技術管理部課長
委 員	田端 雅文	阪神電気鉄道 都市交通事業本部 電気部 通信課長
委 員	千葉 直義	横浜高速鉄道 運輸部 施設課 施設課長
委 員	工藤 希	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主任研究員
委 員	福田 光芳	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 列車制御 研究室長
委 員	中村 一城	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 研究室長
委 員	西堀 典幸	日本鉄道電気技術協会 事業部 技術顧問
委 員	小林 穰	国土交通省 鉄道局 安全監理官付 首席鉄道安全監査官
委 員	磯本 耕一	国土交通省 鉄道局 技術企画課 技術基準管理官
事 務 局	小川 優	国土交通省 鉄道局 技術企画課 専門官
事 務 局	青木 秀和	国土交通省 鉄道局 技術企画課 電気基準係長
事 務 局	川崎 邦弘	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 部長
事 務 局	羽田 明生	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 主任研究員
事 務 局	小川 祥吾	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 主任研究員
事 務 局	北野 隆康	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 列車制御 副主任研究員
事 務 局	栗田 いずみ	鉄道総合技術研究所 信号・情報技術研究部 ネットワーク・通信 研究員
事 務 局	荒木 尚人	日本鉄道電気技術協会 常務理事
事 務 局	藤本 公道	日本鉄道電気技術協会 事業部 調査役
事 務 局	峠 誠人	日本鉄道電気技術協会 事業部 調査役

開催実績

検討会

第1回 令和元年9月30日

(於 経済産業省別館 11階 1111 各省庁共用会議室)

令和元年度検討結果メール審議 令和2年5月1日～11日

第2回 令和2年6月29日

(於 経済産業省別館 3階 301 各省庁共用会議室)

第3回 令和2年11月18日

(於 弘済会館 4階 桜会議室およびWEB)

第4回 令和3年2月18日

(於 国土交通省 8階特別会議室およびWEB)

WG

第1回 令和元年11月14日

(於 日本鉄道電気技術協会 第1・3会議室)

第2回 令和元年12月25日

(於 日本鉄道電気技術協会 第1・3会議室)

第3回 令和2年2月13日

(於 日本鉄道電気技術協会 第1・3会議室)

第4回 令和2年9月18日

(於 日本鉄道電気技術協会 第1・3会議室およびWEB)

第5回 令和2年10月29日

(於 TKP スター貸会議室 四ツ谷第2会議室およびWEB)

第6回 令和2年12月21日

(於 日本鉄道電気技術協会 第1・3会議室およびWEB)

第7回 令和3年1月21日

(於 WEB)