

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

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. 目的 .....	2
2. 適用範囲 .....	3
2.1 適用範囲 .....	3
2.2 本仕様の位置付け .....	3
3. 関連規格等 .....	4
4. 用語および略語の定義 .....	5
5. インターフェースを定義するために前提とする機能 .....	6
5.1 機能の概要 .....	6
5.2 車上制御装置 .....	7
5.3 地上制御装置 .....	7
5.4 踏切制御機能 .....	8
6. 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 .....	8
6.1 制御機能と伝送機能の機能分担の明確化 .....	8
6.2 安全性と安定性に関する考え方 .....	9
6.3 制御システムと伝送システムとのインターフェース .....	9
6.4 伝送において考慮すべき事項 .....	11
7. インターフェースにおいて授受される情報 .....	11
7.1 車上制御装置から地上制御装置 .....	11
7.2 地上制御装置から車上制御装置 .....	11
7.3 制御システム・伝送システム間のインターフェース .....	12
8. インターフェースにおいて授受される情報の内容 .....	14
8.1 車上制御装置から地上制御装置に伝送される情報 .....	14
8.2 地上制御装置から車上制御装置に伝送される情報 .....	16
9. 仕様要件を決定する際の考え方 .....	18
9.1 安全余裕の考え方 .....	18
9.2 制御周期及び伝送周期の考え方 .....	19
9.3 システム境界の考え方 .....	19
9.4 伝送される情報 .....	20
10. まとめ .....	23

## 1. 目的

無線式列車制御システム（CBTC）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向上に寄与すること、軌道回路等の地上設備を簡素化することによる保守作業の効率化が期待できることから、様々な線区で導入が検討されている。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本ガイドラインを定めた。本ガイドラインは無線式列車制御システムの制御を対象としているので、無線伝送システムについては、「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」を参照されたい。これらのガイドラインでは、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のガイドラインでは、相互運用性の確保のための要件として車上装置と地上装置の境界（以下、インターフェースという。）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。無線回線設計については別途、無線回線設計ガイドラインにまとめており、必要に応じて参照することが望ましい。

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。

本ガイドラインの構成は次のとおりである。2章で適用範囲と位置づけを示したのち、3章で関連する規格を、4章で用語および略語の定義を行う。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う。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する。7章ではインターフェースにおける分界点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

整理する。8章では、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する。9章では相互運用性の確保を実現するうえで考慮すべき事項を整理する。

また、本ガイドラインは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、この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。

## 2. 適用範囲

### 2.1 適用範囲

本ガイドラインは、相互運用を考慮した無線式列車制御システムにおいて授受される情報とその前提となる機能に対して適用する。

### 2.2 本仕様の位置付け

共通化を考慮して仕様を整理する場合、図1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。

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。

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。

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。

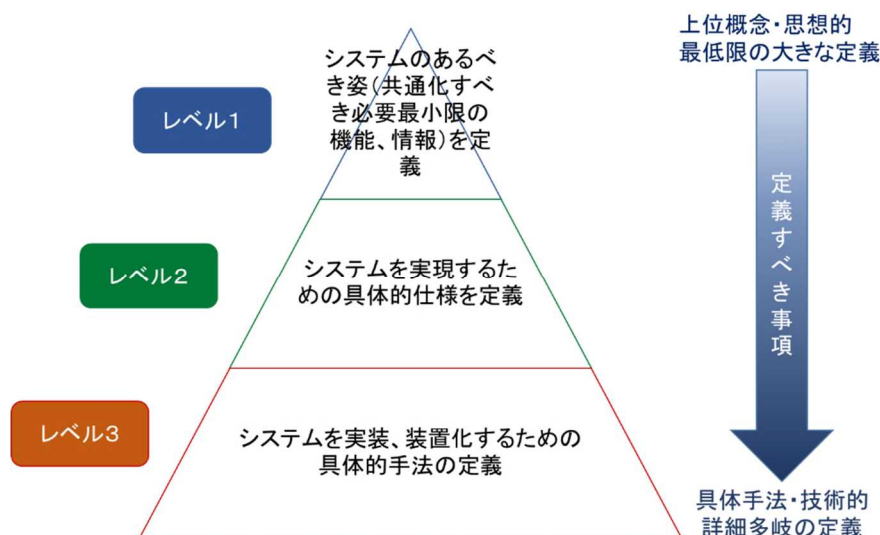


図1 仕様共通化の概念図

本ガイドラインでは、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運用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ガイドラインを6章に示し、それを前提としたレベル2に相当する共通項目・設定の考え方を7章、8章に示す。

### 3. 関連規格等

無線式列車制御システムで使用する関連規格等を次に示す。

#### 3.1 JIS E 3801

- ▶ 規格名：無線式列車制御システム
- ▶ 発行年：本ガイドライン作成時に参照した版は2018年発行の第1版である。
- ▶ 概要：日本において既に開発済みの無線式列車制御システム（既に導入済、または、現在導入検討中のシステムを含む）を網羅的に規定する。第一部にて一般要求事項及び機能要求事項、第二部にてシステム要求事項を定義する。

#### 3.2 IEEE 1474

- ▶ 規格名：無線式列車制御(CBTC)の性能および機能に関する要求事項のための規格
- ▶ 発行年：本ガイドライン作成時に参照した版は2004年発行の第1版である。
- ▶ 概要：CBTCシステムに対する性能および機能に関する要求事項を規定する。第一部にて機能及び性能に関する要求事項、第二部にてユーザーインターフェースに関する要求事項、第三部にてシステム設計と機能分配に関する推奨案、第四部にて試験に関する推奨案を定義する。

#### 3.3 IEC 62280

- ▶ 規格名：鉄道分野ー通信、信号、および処理システムー伝送システムにおける安全関連通信
- ▶ 発行年：本ガイドライン作成時に参照した版は2014年発行の第1版である。
- ▶ 概要：鉄道の保安システムにおいて、安全に関わる情報の伝送を行う通信システムに対する基本的な要求事項を定義する。

#### 3.4 IEC/TS 62773

- ▶ 規格名：鉄道分野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：本ガイドライン作成時に参照した版は 2014 年発行の第 1 版である。
- ▶ 概要：無線式列車制御システムに適用する無線システムのための性能要求事項を決定する手順を規定する。

### 3.5 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

- ▶ 発行年：2021 年（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）
- ▶ 概要：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ている。

## 4. 用語および略語の定義

本ガイドラインで用いる用語の定義は、以下のとおりとする。

### 4.1 ブロック

線路上を任意に分割した区間

### 4.2 経路

ブロックの連なりにより表現した列車の移動のための通りみち

### 4.3 進路

駅構内において、列車の運転の安全を保証する区間

### 4.4 安全余裕距離

先行列車の列車先頭位置又は列車後端位置に基づき停止限界点を演算する場合に、保安制御上必要となる余裕区間

### 4.5 停止限界

列車が保安制御をするうえで停止することを義務付けている位置

### 4.6 ブレーキパターン

列車が停止制御及び減速制御を行うために演算する距離及び速度の関係を表す曲線

#### 4.7 制御電文

車上制御装置と地上制御装置が無線装置を介して伝送する情報の総称

#### 4.8 データベース

地上制御装置及び車上制御装置で使用する固定値情報の集合体

### 5. インターフェースを定義するために前提とする機能

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2に定める。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、本章で定義する機能等は、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、後述する手法（7.3.3 項参照）により相互運用性を確保することを目指す。

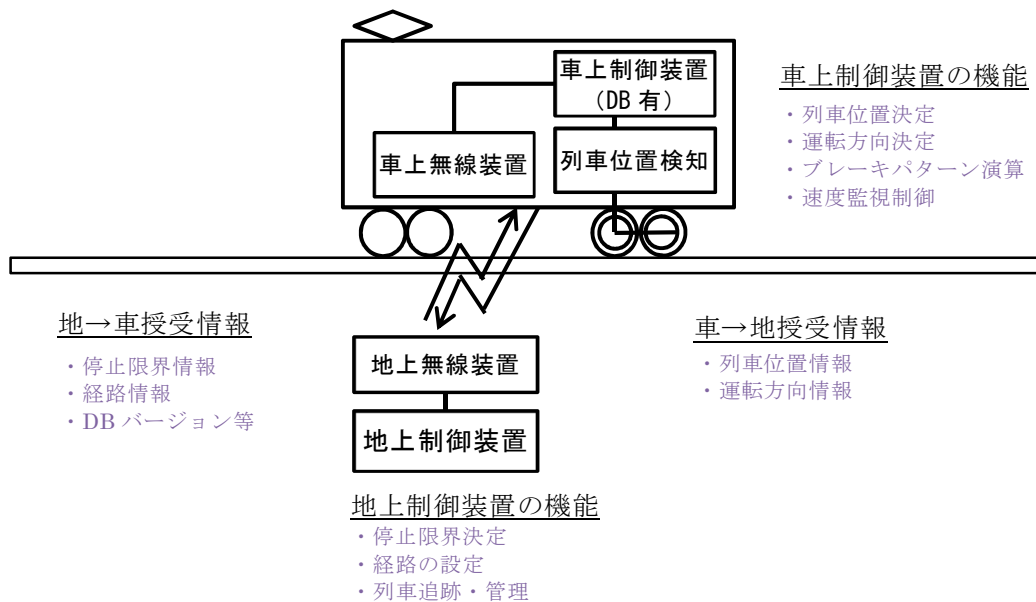


図2 インターフェースを定義するための参照モデル

#### 5.1 機能の概要

##### 5.1.1 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。

#### 5.1.2 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。

#### 5.1.3 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。

#### 5.1.4 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。

#### 5.1.5 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。

### 5.2 車上制御装置

#### 5.2.1 将来のシステムで前提になると考えられる機能

- a) 列車位置の決定機能
- b) 運転方向の決定機能
- c) ブレーキパターンの決定機能
- d) 列車速度の監視制御機能

#### 5.2.2 事業者によって選択される機能

- a) 分割・併合時の安全確保の機能
- b) 線路条件による速度制限の決定機能
- c) 車両性能による速度制限の決定機能
- d) 他の制約条件の決定機能
- e) 踏切制御機能

### 5.3 地上制御装置

#### 5.3.1 将来のシステムで前提になると考えられる機能

- a) 停止限界の決定機能



- b) 経路の設定機能
- c) 列車追跡・管理機能

### 5.3.2 事業者によって選択される機能

- a) 列車留置機能
- b) システム進入出管理機能
- c) 臨時速度制限の決定機能
- d) 他の制約条件の設定機能
- e) 異常時における列車占有区間の決定機能
- f) 連動装置との必要情報の授受機能
- g) 列車運行を管理する装置との必要情報の授受機能
- h) 保守作業管理機能
- i) 踏切制御機能

## 5.4 踏切制御機能

踏切制御機能を従前の保安装置で実現することも可能であるが、無線式列車制御システムの機能を活用し、踏切と列車の間でクローズドループを構成して踏切を制御することにより、安全性が向上する。踏切の制御判断を行う機能の割り付け方は一意ではなく、車上制御装置に割り付ける方法、地上側の装置（地上制御装置、踏切制御用の装置等）に割り付ける方法がある。

## 6. 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

### 6.1 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。

また、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に鑑みると、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インターフェースを明確にすることが望ましい。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）の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と同様に重要である。本ガイドラインとあわせて「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」をまとめたので、無線伝送システムの検討の際は、こちらを参照されたい。

## 6.2 安全性と安定性に関する考え方

制御システムと伝送システムを独立して構成するうえで重要なこととして、列車制御全体としての安全性を制御システムのみで担保できるようにすることである。具体的には、制御システムに属する装置に対して各装置間で伝達される電文の正当性を確認する機能を搭載し、IEC 62280などの規格やその他のセキュリティ技術で定義されている電文異常を検知すると列車を停止させるなどの安全側制御を行う。このような制御を行うことで、制御システム間の電文の伝達を担う伝送システムの形態に依らず制御システムにて安全性を担保できると考えられる。

一方、通信途絶や伝送異常が発生して電文異常が検知されると安全側制御となり安定した列車運行の阻害要因となることから、伝送システムに対して、列車運行の安定性の観点で信頼性と堅牢性が要求される。

## 6.3 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ては地上制御装置や車上制御装置がこれに該当する。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、不安全な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。

IEC 62280においては、安全性に係る情報の授受に必要な性能を有する伝送システムの仕様策定支援を目的とし、基本的な要求事項や手順、対策の考え方を示している。同規格では、クローズド又はオープンな伝送システムを介した通信の要件を規定しており、3つのカテゴリに分類し、要件を定義している。

- ・カテゴリ 1：クローズド
- ・カテゴリ 2：オープンだが未承認アクセスのリスクは無視できる
- ・カテゴリ 3：オープン

無線式列車制御システムで使用する伝送システムは、オープンな空間で無線通信を行うため、カテゴリ 3 に分類される。オープンな伝送システムを使用して安全関連アプリケーション間で行う安全関連情報の授受を行うために必要なプロセスが「安全関連伝送機能」である。図 3 は、IEC 62280 で示されているアーキテクチャを参考に制御システムにおけるサブシステムの構成と、制御システムと伝送システムのインターフェースを示したものである。

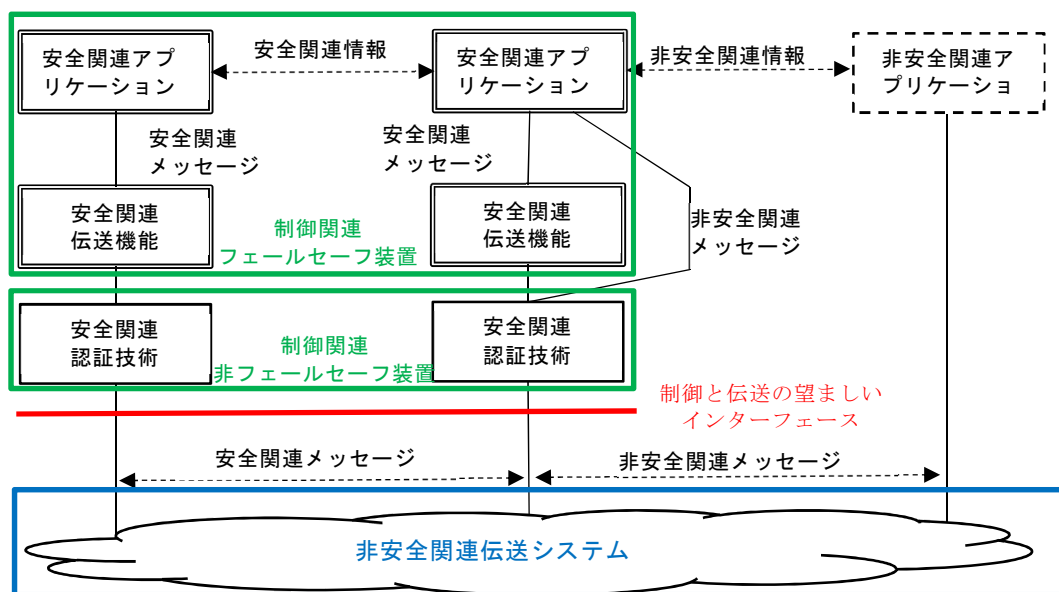


図 3 安全関連通信のための参照アーキテクチャ

図 3 に示したように、「安全関連アプリケーション」及び「安全関連伝送機能」は地上制御装置や車上制御装置のフェールセーフ性を有した装置に実装される機能である。「安全関連認証技術」は、安全に関わる機能であり、列車制御の機能の一部と言えるが、セキュリティ技術の発展に伴って柔軟に更新する必要があることから、フェールセーフではない装置に実装することが望ましい。ただし、実装される装置の正常動作と安全関連情報の完全性についてフェールセーフ性を有した装置にてチェックすることが要件となる。

「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。非安全関連伝送システムの中に暗号化技術などが含まれる場合もあるが、IEC 62280 で示されている安全関連の暗号化技術には該当しない。したがって、IEC62280 に示される暗号化技術等による対策は、図 3 の「安全関連認証技術」の部分で実施すべきである。

無線式列車制御システムにおいて望ましい制御と伝送システムにおけるインターフェースは、図3の赤線部であり、このインターフェースにおいて地上制御装置や車上制御装置が授受する情報を共通事項として定義することにより、仕様の共通化に寄与する。

#### 6.4 伝送において考慮すべき事項

伝送システムの性能要求事項は IEC/TS 62773 に準じて設定することが望まれる。性能要求事項の具体的な項目と設定方法の詳細については「無線回線設計ガイドライン」で示す。

### 7. インターフェースにおいて授受される情報

#### 7.1 車上制御装置から地上制御装置

##### 7.1.1 主要な情報（主要な協議項目）

- a) 列車位置情報
- b) 運転方向情報

##### 7.1.2 事業者によって選択される情報（補助的な協議項目）

- a) 列車 I D 情報
- b) 運転台方向情報
- c) 運転モード情報
- d) 後退検知情報
- e) 位置種別情報
- f) 列車速度情報
- g) 車上装置状態情報
- h) 通番情報
- i) 時刻情報

#### 7.2 地上制御装置から車上制御装置

##### 7.2.1 主要な情報（主要な協議項目）

- a) 停止限界情報
- b) 経路情報
- c) データベースバージョン情報

##### 7.2.2 事業者によって選択される情報（補助的な協議項目）

- a) 臨時速度制限情報

- b) 列車防護情報
- c) 線路閉鎖情報
- d) 制御に必要な他システムから受信した情報
- e) 緊急停止情報
- f) 通番情報
- g) 時刻情報

### 7.3 制御システム・伝送システム間のインターフェース

#### 7.3.1 ATP 機能（列車安全確保の機能）の授受情報

都市鉄道において ATP 機能として授受される情報を図 4 に示す。情報の種類の内訳については、都市鉄道においてシステムに依らず最低限必要となる情報であり、その内容は 7.1.1 および 7.2.1 に挙げた各項目である。

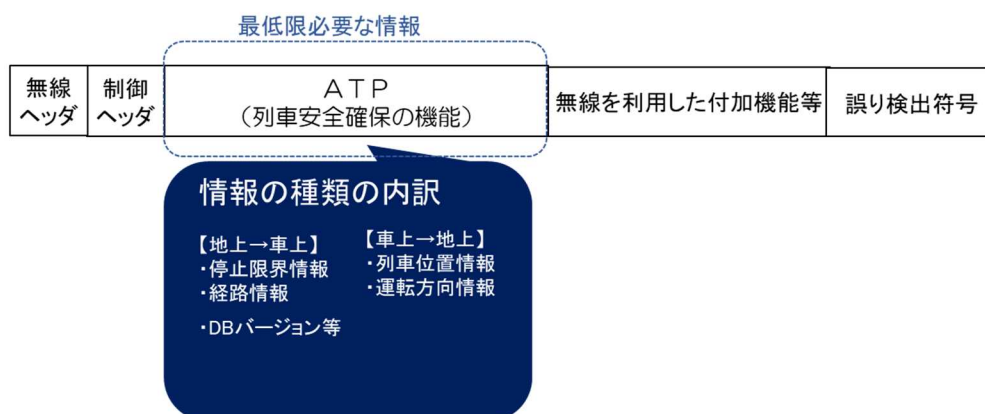


図 4 ATP 機能として授受される情報の種類

#### 7.3.2 無線を利用した付加機能の情報授受について

追加が見込まれる機能や利用形態を考慮した空き容量を予め確保する事により、ATP 機能以外の情報を授受する事も可能である。この場合に想定される項目について図 5 に示す。

前提となる機能が異なるシステムの場合においても、前提が異なる機能や利用形態に必要な情報量を検討して予め空き容量を確保する事で、必要な情報を補完する事が可能となる。

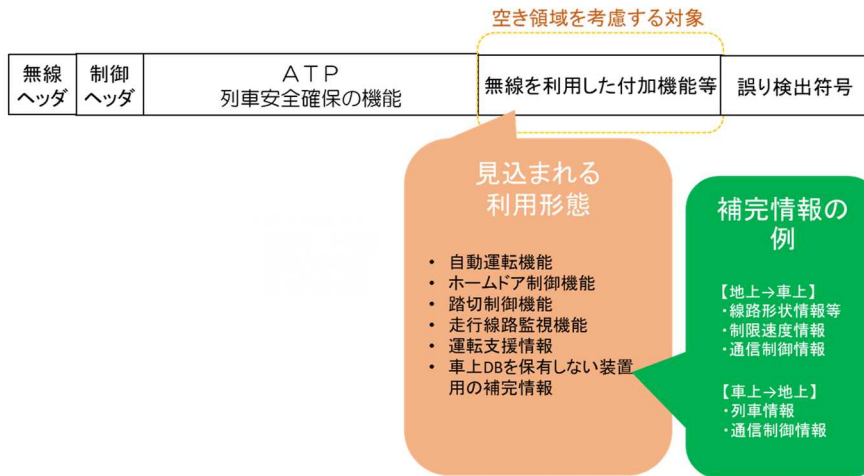
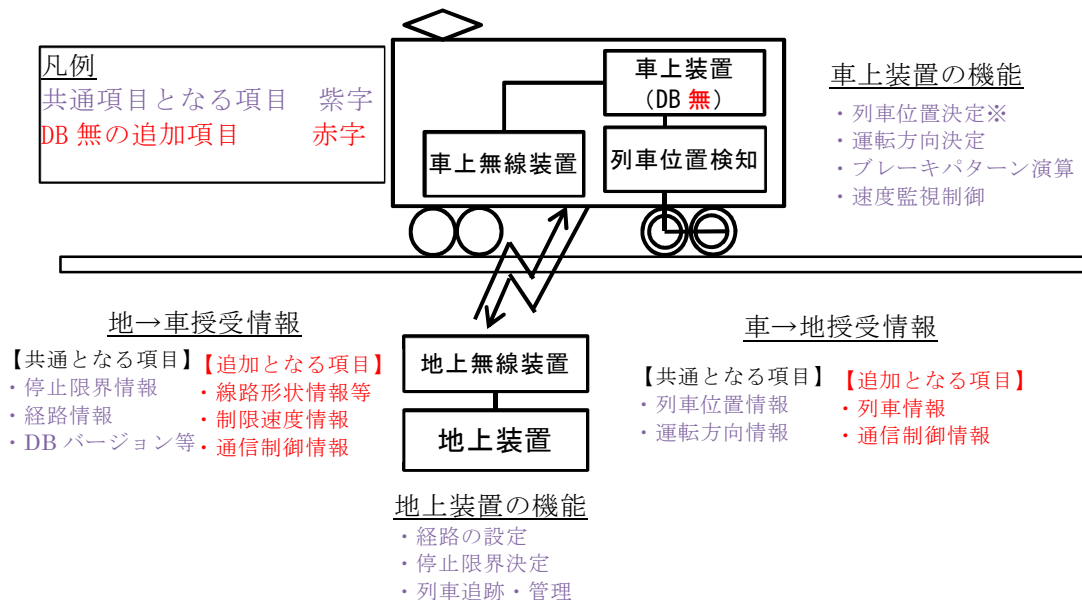


図5 無線を利用した付加情報と授受される情報の活用例

### 7.3.3 前提となる機能が異なる場合の対応例

前提となる機能が異なるシステムに対応させる場合の例を図6に示す。

ここでは例として車上DBを保有していない機能のシステムを挙げるが、大きな相違点として、車上装置における線路形状や制限速度を記録する機能の有無があげられる。車上装置が前述の機能を有していない場合は、地上装置から車上装置への授受情報として線路形状情報や制限速度情報御などの情報が追加が必要となるが、7.3.2で示した無線を利用した付加機能等の領域にて対応が可能である。



※車上DB有路線との相互運用には、列車位置の決定を車上で行う必要がある。

図6 検討の前提となる機能が異なる場合の授受される情報

### 7.3.4 インターフェースが異なる場合の対応例

授受される情報が異なる際の対応案について、図7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。

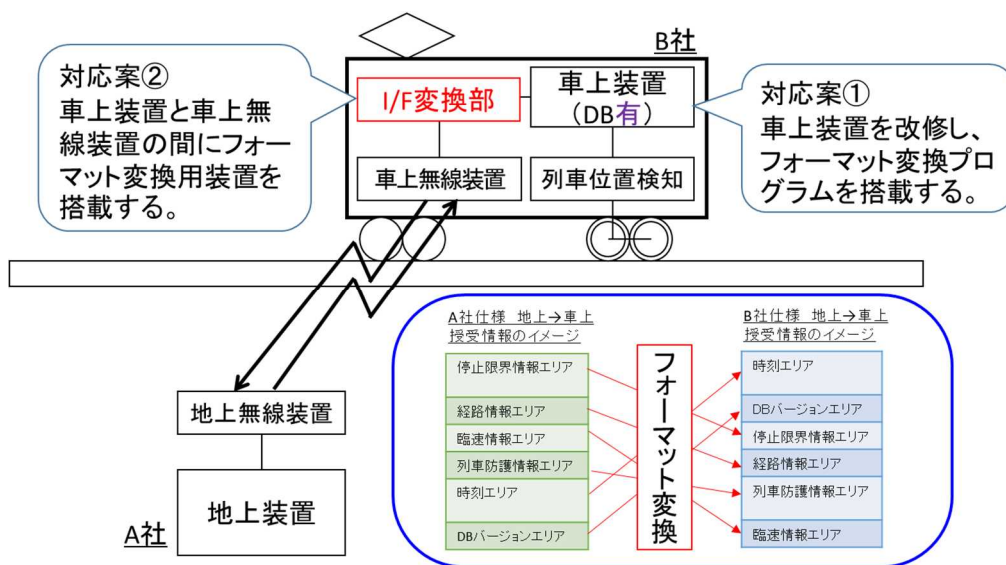


図7 インターフェースが異なる場合の対応例

## 8. インターフェースにおいて授受される情報の内容

### 8.1 車上制御装置から地上制御装置に伝送される情報

#### 8.1.1 主要な情報（主要な協議項目）

- a) 列車位置情報

列車が在線する位置を表現する。列車の先頭位置と列車の後尾位置からなる。列車先頭位置の算出方法の例としては、地上に定められた絶対位置と、そこからの走行距離により算出される。また、走行距離を算出する装置の精度や誤差、空転・滑走に応じて、一定の割合にて補正をする必要がある。

列車後尾位置の算出方法の例としては、先頭位置と同様にリアルタイムに算出する場合と、先頭位置に安全を加味した列車長を付加し後尾位置を算出する方法がある。

補正を含め、車上制御装置にて列車先頭位置及び列車後尾位置を決定し、地上制御装置へ伝送する。

伝送する情報としては、列車先頭位置に関する情報と、列車後尾位置もしくは列車後尾位置を計算できる情報にて表現する。

b) 列車運転方向情報

列車の運転方向は、運転台方向とレバーサ位置の組み合わせにより、車上制御装置にて定義される。

伝送する情報としては、組み合わせの状況に応じて列車の運転方向を表現する。

8.1.2 事業者によって選択される情報（補助的な協議項目）

a) 列車ID情報

列車ごとに付与され、列車を識別するための固有の情報。必要に応じて、鉄道事業者名、仕様路線などと組み合わせて使用することが望ましい。

b) 運転台方向情報

列車の使用する運転台の方向を示す情報。運転台の方向が、当該路線の運転方向に対して順方向または逆方向かを示す。マスコンキーの入力状況や運転台保安装置の投入状態に応じて車上制御装置にて設定する。

c) 運転モード情報

列車の運転モードは、無線式列車制御システムで使用するATPモードの他に、他の保安装置で運転される他保安装置モードや列車の入換時に使用される入換モード、制限速度を一定速度以下に制限する制限速度モード、車両基地などで使用される非保安モードなどが存在し、車上制御装置の運転モードにより定義される。

伝送する情報としては、運転モードの設定状況に応じて運転モード情報を表現する。

d) 後退検知情報

列車の後退を検知した際に伝送する情報。車上制御装置の後退検知機能により定義されるか、地上制御装置の列車追跡機能により表現する。

伝送する情報としては、後退検知の状況を表現する。

e) 位置種別情報

位置種別は、列車の起動初期時において列車位置が確定しているか否かを表す。車上制御装置の列車位置の確定状況に応じて表現する。



伝送する情報としては、位置の確定状況に応じて情報を表現する。

f) 列車速度情報

列車の運転速度は、車上制御装置の速度検出機能により表現される。列車の運転速度は地上制御装置が合理的な列車速度で運行しているかの確認に使用する。

伝送する情報としては、列車速度の状況に応じて列車速度の情報を表現する。

g) 車上装置状態情報

列車に搭載されている車上制御装置の状態を表す情報。

伝送する情報としては、障害の発生の有無に応じて情報を表現する。

h) 通番情報

通番は電文の通し番号を表す。車上制御装置及び地上制御装置によって付与され、相手方が電文を受け取った際に正しい情報が伝送されているか確認するために使用する。

伝送する情報としては、電文を送信する毎に番号を更新・増加し通番情報を表現する。

i) 時刻情報

時刻は電文の送信時刻を表す。車上制御装置及び地上制御装置によって付与され、相手方が電文を受け取った際に正しい情報が伝送されているか確認するために使用する。

伝送する情報としては、年月日時分秒などの時刻情報を表現する。

## 8.2 地上制御装置から車上制御装置に伝送される情報

### 8.2.1 主要な情報（主要な協議項目）

a) 停止限界情報

停止限界は様々な支障要因を考慮し、当該列車に最も近接している支障に安全余裕距離を付加し停止限界として設定する。地上制御装置が停止限界を設定し、情報を受け取った車上制御装置は、停止限界情報に基づきブレーキパターンを演算し、速度の監視制御及び間隔制御を行う。位置の精度は列車位置の精度に準ずる、もしくは安全側の区間を設定する。

伝送する情報としては、停止限界の設定地点を表現する。

b) 経路情報

経路は列車が進むべき道のりを示す。地上制御装置によって定義し、情報を受け取った車上制御装置は、経路情報に基づきブレーキパターンを演算し、速度の監視制御を行う。区間の精度は列車位置の精度に準ずる、もしくは安全側の区間を設定する。

伝送する情報としては、経路の開始地点・終了地点を複数区間表現する。

c) データベースバージョン情報

データベースとは線路形状情報や車両性能を保有するデータの集合体を表す。車上制御装置及び地上制御装置が保有し、双方が同一のデータベースを使用し、相違が無いことを確認するために使用する。

伝送する情報としては、データベースのバージョン情報を表現する。

## 8.2.2 事業者によって選択される情報（補助的な協議項目）

### a) 臨時速度制限情報

線路の状況などに応じ、鉄道事業者が臨時に速度制限を行う。地上制御装置によって、開始地点・終了地点・制限速度を設定し、情報を受け取った車上制御装置は、臨時速度制限に応じたブレーキパターンを演算し、速度の監視制御を行う。区間の精度は列車位置の精度に準ずる、もしくは安全側の区間を設定する。

伝送する情報としては、臨時速度制限の開始地点・終了地点・制限速度を複数区間表現する。

### b) 列車防護情報

異常の発生状況などに応じ、臨時に列車防護を行う。地上制御装置によって、開始地点・終了地点を設定し、情報を受け取った車上制御装置は、列車防護に応じたブレーキパターンを演算し、速度の監視制御を行う。区間の精度は列車位置の精度に準ずる、もしくは安全側の区間を設定する。

伝送する情報としては、列車防護の開始地点・終了地点を複数区間表現する。

### c) 線路閉鎖情報

作業による線路閉鎖などに応じ、線路閉鎖区間の設定を行う。地上制御装置によって、開始地点・終了地点に応じた停止限界を設定し、情報を受け取った車上制御装置は、停止限界に応じたブレーキパターンを演算し、速度の監視制御を行う。区間の精度は列車位置の精度に準ずる、もしくは安全側の区間を設定する。

伝送する情報としては、線路閉鎖区間の開始地点・終了地点を複数区間表現する。

### d) 制御に必要な他システムからの受信情報

車上側及び地上側に接続された他のシステムから受け取った情報を基に各種制約条件を設定する。伝送する情報としては臨時速度制限および列車防護と同様である。

### e) 緊急停止情報

異常の発生状況などに応じ、列車の緊急停止を行う。地上制御装置によって、緊急停止を設定し、情報を受け取った車上制御装置は、緊急停止に応じ即時に緊急停止を行う。区間の精度は列車位置の精度に準ずる、もしくは安全側の区間を設定する。

伝送する情報としては、緊急停止の区間または当該列車の列車IDを表現する。

### f) 通番情報

通番は電文の通し番号を表す。車上制御装置及び地上制御装置によって付与され、相手方が電文を受け取った際に正しい情報が伝送されているか確認するために使用する。

伝送する情報としては、電文を送信する毎に番号を更新・増加し通番情報を表現する。

g) 時刻情報

時刻は電文の送信時刻を表す。車上制御装置及び地上制御装置によって付与され、相手方が電文を受け取った際に正しい情報が伝送されているか確認するために使用する。

伝送する情報としては、年月日時分秒などの時刻情報を表現する。

## 9. 仕様要件を決定する際の考え方

相互運用性の確保を実現する仕様要件を決定する際に鉄道事業者間で内訳や根拠等を理解して認識を共有する項目について示す。ただし、本書では ATP 機能のみをターゲットとして最小限の機能に関する事項のみに言及することとする。

### 9.1 安全余裕の考え方

安全余裕としては、列車位置情報、停止限界とブレーキパターンの終端の間の余裕に含まれる列車前後の余裕などが設定される。これらの余裕は、下記の誤差や許容公差のほか、その他不特定の誤差等の影響を回避し、安全性を確保するために設定される。誤差や公差の考え方は一意ではなく、それらをどの安全余裕に割り当てるかもシステムにより差異が生じるため、事業者間で認識を共有することが必要である。以下、協議において着目すべき項目を示す。

#### 9.1.1 列車位置における誤差・公差

列車位置の認識のズレについては、以下の要因が考えられるため、鉄道事業者間で根拠とその設定理由について認識を共有する必要がある。なお、列車位置の精度（分解能）については、現行システムで用いられている精度の範囲であれば、ATP 機能に与える影響はないと考えられるため、精度の共通化は必ずしも必要ではない。

a) 位置検知誤差

- ・速度検出装置の性能に起因する誤差（積算誤差、極低速域における誤差等）
- ・レール上の走行軌跡による誤差
- ・車輪の空転滑走による誤差
- ・車上子・地上子の性能に起因する応動範囲や検出タイミングによる位置誤差

- b) データベースの設定誤差
- c) 車上子・地上子の取付誤差（公差）

### 9.1.2 停止限界とブレーキパターン

地上制御装置は様々な支障要因（先行列車位置や進路設定状況）に安全のための余裕距離等を考慮して停止限界を決定し、車上制御装置に指示する。車上制御装置は停止限界をもとにブレーキパターンの終端位置を決定し、ブレーキパターンを作成する。

ブレーキパターンの作成方法は、パターンの形状、速度照査誤差や減速度低下の考え方、ブレーキパターンに対する制動余裕の設定方法等、システムにより異なるので、鉄道事業者間において考え方、具体的な計算方法及びパラメータ等の情報を共有する必要がある。

## 9.2 制御周期及び伝送周期の考え方

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。

無線通信に関する項目の考え方については、都市鉄道向け無線式列車制御列車制御システムの無線回線設計ガイドラインにより解説する。

## 9.3 システム境界の考え方

相互運用を実現するうえで、制御するシステムを切り替える、あるいは、制御方法を切り替えるシステム境界において、安全に列車を引き継ぐことは保安装置の重要な役割である。したがって、事業者間において、下記のようなシステム境界におけるシステム切替の条件等について、整理する必要がある。

- ・ 切替箇所
  - 棒線駅
  - 連動駅
  - 駅中間
- ・ 運用方法
  - 通過の可否
  - 折り返しの可否
  - 無線式列車制御システム以外の線区との乗り入れ有無
- ・ システムにおける切替機能
  - システム切替に関する異常時の安全性（乗り入れ先のシステムが正常に機能しないなど）
  - システムが担保する範囲と運転士の取扱いが必要な部分を整理

事業者間の相互直通運転に際しては、駅（ホーム部）にてシステム切替を行う場合が多いと思われるので、ホーム部におけるシステム切替に関わる留意点を以下に示す。

運転取扱としては、ホーム部による乗務員の引継ぎにて路線間の切替えを実現するが、保安装置としての切替えも乗務員と同様にホーム部の停車時に ATP 機能の事業者間の切替を行う事が望ましい。

また、ホーム区間において事業者間の切替えを安全に行う際には、以下の点を留意する必要がある。

- 1 車上制御装置が初期起動を完了し、使用可能なこと。
- 2 車上無線装置が起動を完了し、無線通信が可能なこと。
- 3 進入側地上制御装置がシステム進入を許可し、列車追跡を開始していること。
- 4 進出側地上制御装置が列車追跡を継続していること。
- 5 ホームに確実に列車が在線し、停止していること。

上記のほかに進路に応じて切替の要否がある路線などの扱い等、必要な事項を鉄道事業者間で協議する必要がある。また、駅中間での切り替え方式については、上記の考え方を踏まえ、関連する事業者間で方式などについて十分吟味する必要がある。

## 9.4 伝送される情報

本項においては、伝送される情報に着目し、鉄道事業者間で協議する事が望ましい項目等について示す。

### 9.4.1 車上制御装置から地上制御装置に伝送される情報

- a) 主要な情報（主要な協議項目）
  - 1) 列車位置情報

複数の表現方法が存在するため、制御に応じた適切な列車位置の表現が重要である。各鉄道事業者間で制御情報として不足がない表現の方法について協議する必要がある。

2) 列車運転方向情報

運転台条件とレバーサ位置との組み合わせにより表現される方向が異なると、危険側制御となる恐れがある。鉄道事業者間において条件の表現方を統一することが望ましい。

b) 事業者によって選択される情報（補助的な協議項目）

1) 列車 ID 情報

ユニークな ID で表現される。事業者、路線、車種等の情報が必要となる場合があるため、必要に応じて表現方法を検討する必要がある。要求される桁数などの表現に応じて必要となる容量が変わるため、鉄道事業者間で協議する必要がある。

2) 運転台方向情報

運転台とレバーサ位置との組み合わせで表現される方向が異なると危険側制御となる恐れがある。鉄道事業者間で協議する必要がある。

3) 運転モード情報

導入する鉄道事業者により複数の運転モードが考えられる。これらのモードを包括するために必要な容量を確保する必要がある。鉄道事業者間で協議する必要がある。

4) 後退検知情報

後退検知については複数の手法が存在し、表現方法が異なると適切な停止点の算出が困難となる。また、検知精度については、鉄道事業者の規則等により要求される精度を満たす必要がある。鉄道事業者間で協議する必要がある。

5) 位置種別情報

位置種別情報の表現方法が異なると適切な列車制御が困難となる。鉄道事業者間で協議する必要がある。

6) 列車速度情報

列車速度情報の表現方法が異なると適切な列車制御が困難となる。鉄道事業者により要求精度が異なる可能性がある。鉄道事業者間で協議する必要がある。

7) 車上装置状態情報

車上装置状態情報を表現する状態の数や表現の方法が鉄道事業者により異なる可能性がある。鉄道事業者間で協議する必要がある。

8) 通番情報

正しい情報の精査に必要な桁数や番号が飛躍した際に許容可能な範囲などの誤った電文を正しく検出する考え方等について、鉄道事業者間で協議する必要がある。

#### 9) 時刻情報

時刻情報については表現を統一することが望ましい。

### 9.4.2 地上制御装置から車上制御装置に伝送される情報

#### a) 主要な情報（主要な協議項目）

##### 1) 停止限界点情報

表現方法が異なると適切な停止限界点を表現できず、進路制御・間隔制御が困難となる。加えて、制御上必要となる精度を定める必要がある。要求精度が異なる可能性があるため、鉄道事業者間で協議する必要がある。

##### 2) 経路情報

経路情報の実現手段は、直接距離を表現する方法や任意に区切った区間のユニークな名称で表現する等、様々な手法が考えられる。表現方法が異なると経路情報を取得できず、制御が困難となる。また、列車の速度の監視制御や緊急停止に必要な制動の距離などを考慮する必要がある。要求される位置精度や区間数が異なるため、鉄道事業者間で協議する必要がある。

##### 3) データベースバージョン情報

同じバージョンで異なるデータベースが存在する場合は危険な事象となる可能性があり、ユニークな名称で表現する必要がある。鉄道事業者の管理に応じて名称等が異なるため、鉄道事業者間で協議する必要がある。

#### b) 事業者によって選択される情報（補助的な協議項目）

##### 1) 臨時速度制限情報

臨時速度制限については実現手段が事業者によって異なる可能性がある。また表現方法についても、直接距離を表現する方法や任意に区切った区間のユニークな名称で表現する等、様々な手法が考えられる。この表現方法が異なると適切な臨時速度制限が困難となる。速度制限区分や、位置の精度、区間数について、要求精度が異なる可能性があるため、鉄道事業者間で協議する必要がある。

##### 2) 列車防護情報

列車防護情報については実現手段が事業者によって異なる可能性がある。また表現方法についても、直接距離を表現する方法や任意に区切った区間のユニークな名称で表現する等、様々な手法が考えられる。設定する防護区間に応じた停止限界点の扱い等、扱いが異なると適切な列車防護が困難となることから、鉄道事業者間で協議する必要がある。

### 3) 線路閉鎖情報

線路閉鎖については鉄道事業者の取扱いが関わることに加えて、直接距離を表現する方法や任意に区切った区間のユニークな名称で表現する等、様々な表現手法が考えられる。また、設定された防護区間に応じて停止限界点をどの様に扱うか等、扱いが異なると適切な列車防護が困難となる。鉄道事業者間で協議する必要がある。

### 4) 制御に必要な他システムからの受信情報

鉄道事業者により導入する設備・機能が異なるため、確保すべき電文の容量が異なる。鉄道事業者間で協議する必要がある。

### 5) 緊急停止情報

鉄道事業者により緊急停止の取扱いが異なることに加えて、設備に依らず適切に停止制御できるような表現を選定する必要がある。表現方法により確保すべき電文の容量が異なるため、鉄道事業者間で協議する必要がある。

### 6) 通番情報

正しい情報の精査に必要な桁数や番号が飛躍した際に許容可能な範囲などの誤った電文を正しく検出する考え方等について、鉄道事業者間で協議することが望ましい。

### 7) 時刻情報

時刻情報については表現を統一することが望ましい。

## 10. まとめ

本ガイドラインでは、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運用の実現のための課題や留意事項を明確にした。

検討は、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運用性の確保が容易になることを目指す事が望ましいこと、インターフェース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などを視野に入れて行った。

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の伝送機能と制御機能の考え方等についても整理した。伝送機能においては、インターフェースを定義するために前提とする機能を定義し、インターフェースにて授受される情報とその内容の考え方について示した。

さらに、相互運用を実現する仕様要件を決定する際に鉄道事業者間で内訳や根拠等を理解して認識を共有する項目について示した。

今後、CBTC による相互運用の実現のために、事業者間で仕様を策定する際には本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、本ガイドラインは、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、記載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。