

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期/自動運転(システムとサービスの拡張)

# ITS無線路側機等の路車間通信以外の手法 による信号情報の提供に係る研究開発

## 2019年度 成果報告

2020年3月31日

一般社団法人UTMS協会

日本信号株式会社

パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社

オムロンソーシアルソリューションズ株式会社

# 1 研究開発の目的および概要

## <目的>

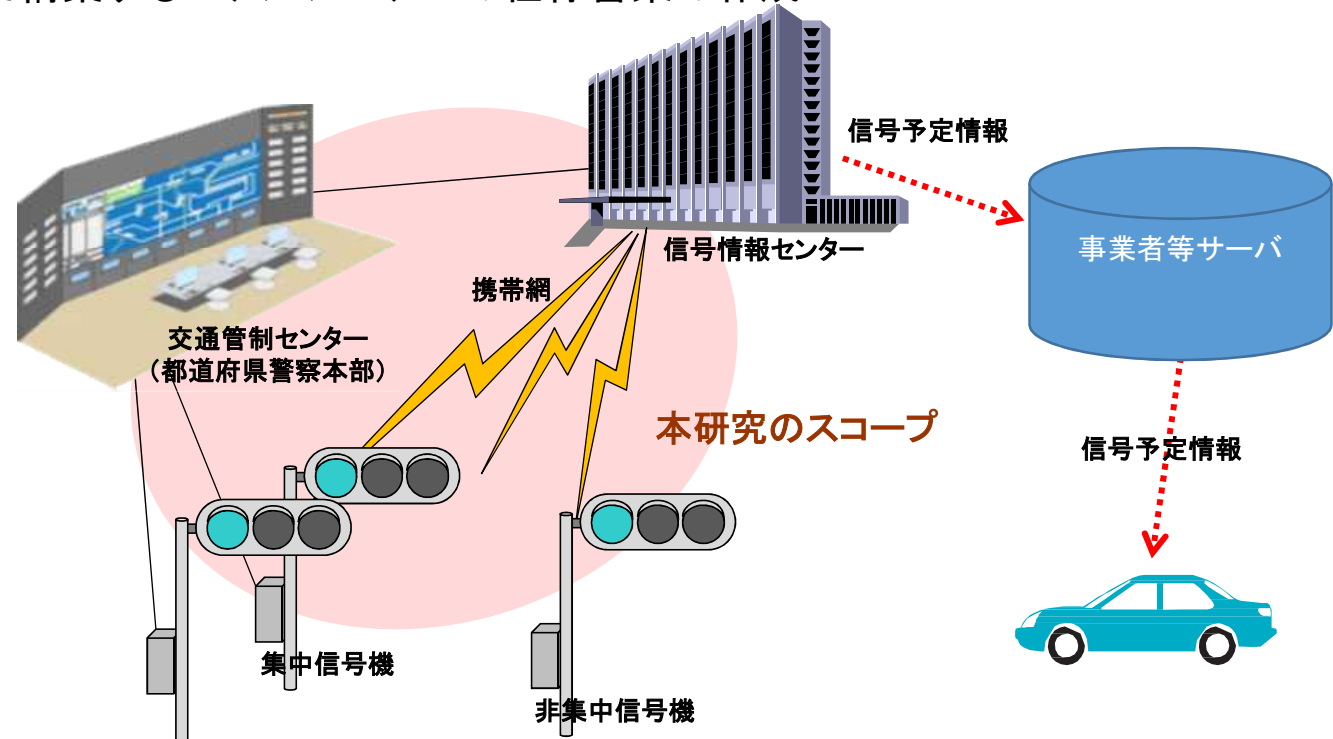
本研究開発では、2018年度調査により得られた適用可能性の高い3つの信号情報提供手法（管制方式、集中方式①、制御機方式）に、研究の中で追加された集中方式②を加えた4方式について、機能・技術要件の詳細化を行うとともに、2020年度に予定しているモデルシステムの整備に向けた仕様書の検討・作成を行う。

## <概要>

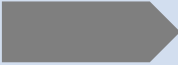




- ① 信号情報提供手法に対する機能・技術要件の詳細化
- ② 4つの信号提供手法案の模擬システムによる信号情報提供手法の検証
- ③ 2020年度事業において構築するモデルシステムの仕様書の作成

## <参加メンバー>

- ・自動車メーカー
  - ・信号インフラメーカー
  - ・通信キャリア
  - ・自工会
- 参加による委員会を設置



## 2 本事業の位置付け

事業内容	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
ITS無線路側機等の路車間通信以外の手法による信号情報の提供に係る基本機能に関する調査研究					
信号情報提供手法に対する機能・技術要件の詳細化 4つの信号提供手法案の模擬システムによる信号情報提供手法の検証 2020年度事業において構築するモデルシステムの仕様書案の作成					
都道府県警察モデルシステムの整備・検証 警察庁モデルシステム仕様書の検討					
警察庁信号情報集約モデルおよび3都道府県へのモデルシステムの整備					
警察庁信号情報集約モデルおよび3都道府県へのモデルシステムの効果検証					

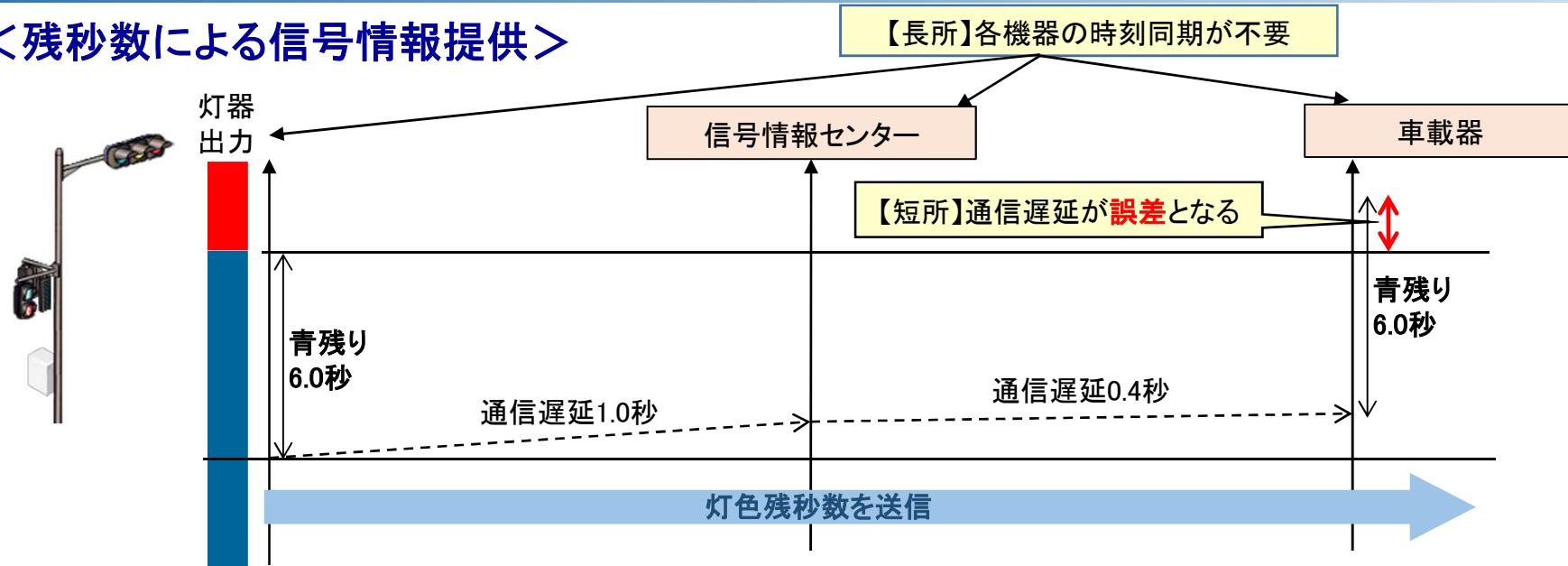
### 3 信号情報提供手法

評価対象となる信号情報提供手法は下記の4手法である。

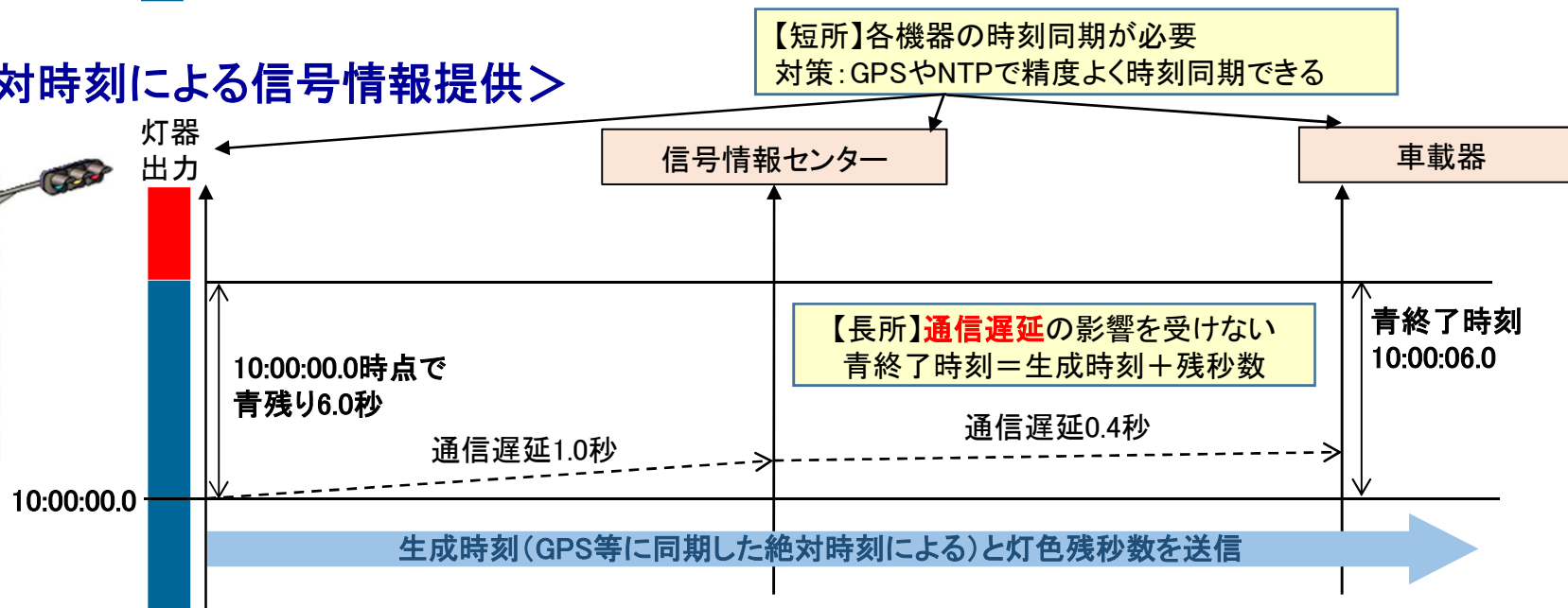
方式	信号情報生成元	構成
管制方式	交通管制センター	<pre> graph LR     TCC[交通管制センター] -- "信号予定情報" --&gt; SISC[信号情報センター]     SISC --&gt; DC[配信センター]     DC --&gt; V[車両]     TCC --- TSCU[交通信号制御機]             </pre>
集中方式①	交通管制センター	<pre> graph LR     TSCU[交通信号制御機] -- "信号予定情報" --&gt; TCC[交通管制センター]     TCC --&gt; SISC[信号情報センター]     SISC --&gt; DC[配信センター]     DC --&gt; V[車両]             </pre>
集中方式②	交通信号制御機	<pre> graph LR     TSCU[交通信号制御機] -- "信号予定情報" --&gt; TCC[交通管制センター]     TCC --&gt; SISC[信号情報センター]     SISC --&gt; DC[配信センター]     DC --&gt; V[車両]             </pre>
制御機方式	交通信号制御機	<pre> graph LR     TSCU[交通信号制御機] -- "信号予定情報" --&gt; SISC[信号情報センター]     SISC --&gt; DC[配信センター]     DC --&gt; V[車両]             </pre>

# 4 絶対時刻管理による評価システム構築

## <残秒数による信号情報提供>



## <絶対時刻による信号情報提供>



## 5 主な評価結果(1)

各方式毎に、信号予定情報の生成から、模擬車載器での信号予定情報表示までの環境を準備し、精度や遅延の検証を実施した。

### <通信遅延検証>

各方式とも携帯網を利用しているため、最大1.4~2.5秒の通信遅延が発生している。階梯秒数が固定の信号予定情報では、絶対時刻を基に、遅延を起因とする信号灯色のずれを補正可能だが、感応制御など、階梯秒数が幅付きになる信号予定情報については、遅延短縮などの検討課題がある。

通信遅延測定結果例(信号予定情報生成元~車載器間) (単位:ミリ秒)

	管制方式	集中方式①	集中方式②	制御機方式
最大値	1840	2220	2490	1343
最小値	460	590	840	160
平均値	875	1150	1411	673
標準偏差	394	400	400	393

※各方式毎に経由する装置の数が異なるため、遅延についても方式毎にばらつく結果となった。

管制方式: 信号情報配信装置(管制センター) → 模擬信号情報センター → 模擬車載器

集中方式①: 端末制御ブロック(管制センター) → 信号情報配信装置(管制センター) → 模擬信号情報センター → 模擬車載器

集中方式②: 交通信号制御機 → 端末制御ブロック(管制センター) → 信号情報配信装置(管制センター)

→ 模擬信号情報センター → 模擬車載器

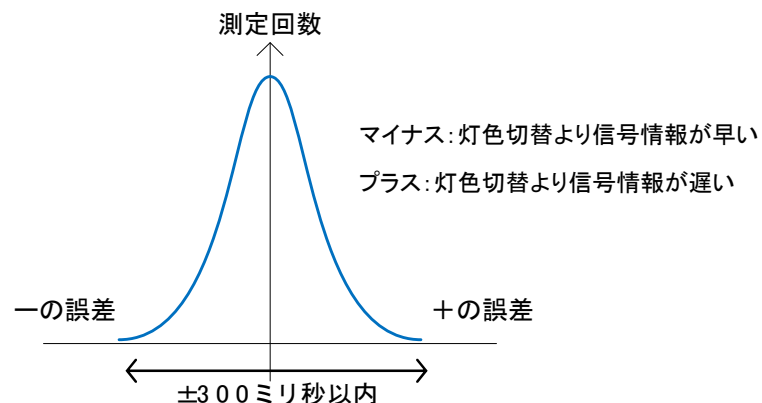
制御機方式: 交通信号制御機 → 模擬信号情報センター → 模擬車載器

## 6 主な評価結果(2)

### ＜信号情報提供の精度検証＞

各方式で、数百ミリ程度灯色切替と信号情報で誤差があり、現状では自工会の要求する範囲(±300ミリ秒)から逸脱する結果となった。

今後、絶対時刻との同期精度を向上するなど、誤差を抑える検討をする必要がある。



### 誤差測定結果例(現示1 方路1)

(単位:ミリ秒)

		管制方式	集中方式①	集中方式②	制御機方式
青開始	最大値	200	1020	470	420
	最小値	※-920	20	270	170
	平均値	-90	110	370	230
	標準偏差	430	180	60	90
青終了	最大値	200	150	450	290
	最小値	※-950	20	250	200
	平均値	-120	70	340	250
	標準偏差	440	50	60	30

※管制方式では、交通信号制御機の時刻修正により、端末の追従動作が実行された場合、マイナス側に1秒近い誤差が生じることがあるため、端末の追従を禁止するなどの検討課題がある。

## 7 主な評価結果(3)

### <各機能の実施可否調査>

制御機の機能	管制方式	集中方式①	集中方式②	制御機方式	
				集中	非集中
系統機能	△	○	○	○	△
リコール機能	×	×	△	△	△
ギャップ感応機能	×	○	○	○	○
(他の機能)	管制方式を除き、機能の実施可否はほぼ同じであった				

1. 現状の管制方式では、感応制御等の結果をリアルタイムに得ることができない
2. 他の方式については、各機能の実施可否はほぼ同じであった

### <その他>

様々な評価視点から洗い出し、一覧表にまとめることで、方式選定の材料とした。

#### 【比較項目】

- ・ 異常検出…信号制御機を含めたシステムの異常検出の可否など
- ・ 導入の容易さ…導入するために既存の交通信号システムに与える影響など
- ・ 運用上の制限…既存の交通信号システムに変更を加えないと精度に問題が出るなど
- ・ 規制、制度面の課題…既存警交仕規の変更が必要など



## 8 モデルシステム選定のポイント

---

評価を踏まえ、モデルシステムの方式について選定を実施した。

### <選定のポイント>

#### 本事業の目的によるポイント

1. ITS無線路側機での整備に比べて、安価に広範囲の信号予定情報を提供することを目的として実施している
2. 信号予定情報提供のため、現在の交通管制の運用方法については変更が可能である
3. 信号情報の必要性が高いと考えられる集中エリアを優先して整備を検討する

#### 将来の交通管制を見据えたポイント

4. 端末側で秒数を決定するような制御方式(端末自律分散制御等)であっても、信号予定情報提供が可能である

上記のポイントを踏まえ、各方式の比較を行った。

## 9 モデルシステム方式選定

検証結果を基に、警察庁が総合的な判断で方式を決定した。

項目	評価理由	管制	集中①	集中②	制御機
コスト	全国の交差点で信号予定情報提供を行う想定をしたコスト	◎	○	○	△
	特区の交差点で信号予定情報提供を行う想定をしたコスト	◎	△	○	○
遅延誤差	実験結果だけでは明確な方式間の差を見出せなかったため、来年度、実環境下で再度検証する	—	—	—	—
各機能の実施可否	感應制御への対応	× ※1	○	○	○
その他	異常検出	×	○	○	○
	導入の容易さ	◎	△	○	○
	運用上の制限	△	○	○	○
	規制・制度面の課題	◎	△ ※2	△ ※3	○

※1 信号制御方式や機器間I/Fの変更などの検討課題がある。

※2 交通管制センタ構成各機器と信号制御機の改造および機器間I/Fの仕様変更が必要。

※3 信号制御機から信号予定情報出力のためのI/F仕様の制定が必要。

- **管制方式**を軸としてシステムの構築・検証を行うこととする。
- 信号制御方式の変更によっても対応できない場合への対応のため、導入の容易な**集中方式②**および**制御機方式**も合わせて小規模に検証する。

## 10 今後の課題について(1)

---

### <課題>

1. 感応制御やリコール等、サイクル開始後に端末側の制御により灯色順序や階梯秒数が可変する制御において、自動運転車両に、灯色打ち切り数秒前に、信号予定情報を提供するための方策の検討と実証



(対策案) 信号灯色変更タイミングよりも前に、感応秒数や灯色順を決定するような制御を取り入れる

2. 信号予定情報の伝達遅延や灯色表示誤差の精度向上策の検討と実証



(対策案) データが経由する機器の処理周期の見直し等を行う

## 11 今後の課題について(2)

### ＜検討の必要なその他の課題＞

項目	課題の内容
通信回線	本研究開発では、制御機方式における交通信号制御機と模擬信号情報センター間の通信回線にはLTEを用いたが、「リアルタイム性」、「セキュリティ性」、「ロバスト性」を考慮した通信回線の調査、及び検証が考えられる。
通信アプリケーション規格	本研究開発では、各方式間で通信アプリケーション規格が共通の仕様とはなっていない。今後は、方式間で共通化を検証していく必要がある。
障害通知機能検証	障害情報を保守・運用者および利用者に通知する機能について検討が必要である。