

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調査

## 2018年度成果報告

2019年3月



一般社団法人 UTMS協会

# 1 調査の概要

## <目的>

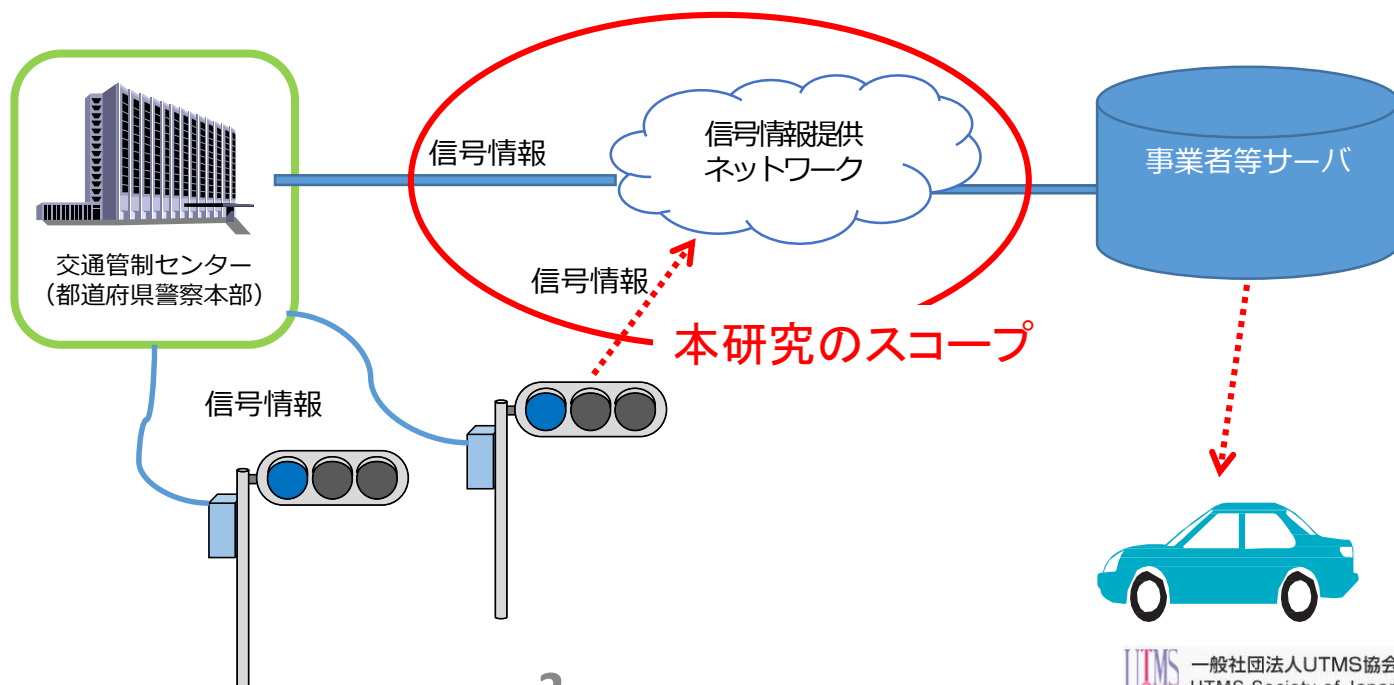
路車間通信以外の手法を用いた信号情報の提供の実現に資することを目的として、信号情報の提供を可能とする路車間通信以外の手法の事例や技術動向に係る調査及び自動車メーカー等の意見・要望を踏まえた、実現可能性と自動運転車への適用可能性が高い手法の実現に向けた課題への対応策を策定する。

## <概要>

- ① 信号情報の提供を可能とする路車間通信以外の手法の事例調査
- ② 信号情報の提供を可能とする路車間通信以外の手法の整理及び各手法における実現可能性等に関する検討
- ③ 実現可能性等が高い手法の実現に向けた課題への対応策の検討

## <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 国内外の事例調査

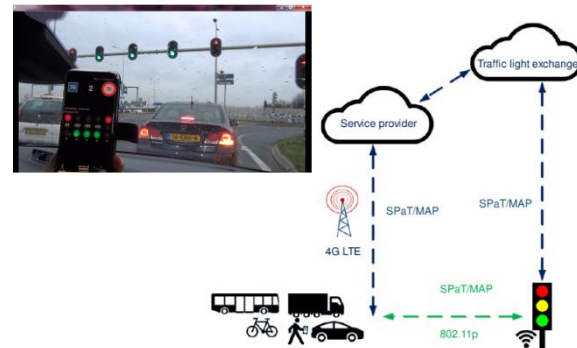
### 米国 ラスベガス市(TTS社)

- Audiに対し信号予測情報をクラウド・携帯電話網経由で提供
- 90以上の交通管理機関と連携し、20,000以上の交差点が対象



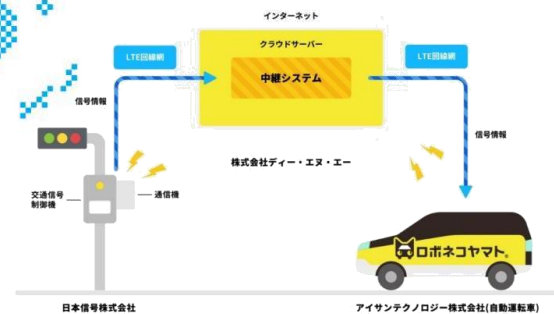
### オランダ 北ホラント州

- 信号情報提供のために標準化された交通信号機を政府が管理
- 政府は信号情報の送信までを管轄、その先は民間の競争領域



### 神奈川県 藤沢市 (DeNA、日本信号)

- LTEにて自動運転車両に対して信号情報送信
- 現在から次に同じ灯色となるまでの灯色と秒数を送信



### 中国 無錫市(Huawei)

- 240交差点に路側機を設置、LTEにて情報送信
- 情報としては、信号現示、交通状態など



## 3-1 有識者ヒアリングの結果

### ○ 信号情報に対する要求

項目	期待
信号情報の内容	<ul style="list-style-type: none"><li>・現在の灯色、灯色の予定時間</li><li>・感応制御の実施状況(灯色の予定時間が動的に変化するか否か)</li></ul>
予定時間	<ul style="list-style-type: none"><li>・現在と次のサイクル以降(2サイクル分以上)</li><li>・赤現示2回分以上</li></ul>
提供交差点数	<ul style="list-style-type: none"><li>・自車が次に通過する交差点及びその次に通過する交差点(2交差点分)</li></ul>
要求精度 (許容誤差)	<ul style="list-style-type: none"><li>・300ms以内(車両側受け取りまで)</li></ul>

### ○ 信号情報の利用方法

分類	利用方法
情報提供	<ul style="list-style-type: none"><li>・運転支援や事故防止のための情報提供・注意喚起</li><li>・信号を考慮した最適なルートのご案内</li></ul>
車両制御	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動運転システムの制御</li><li>・運転支援システムの制御</li></ul>

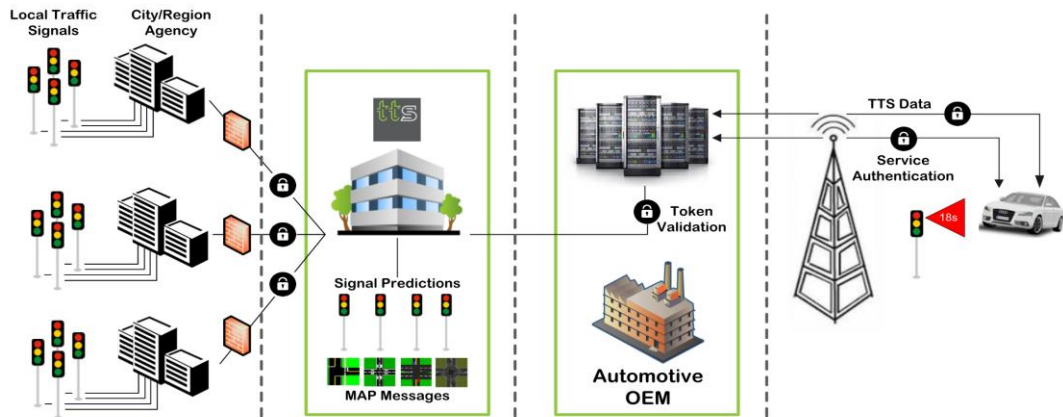
## 3-2 自動運転車両へ適用の検討

### ○ 誤差を最小限にする手法

項番	手法	誤差要因	概要
1	灯色の開始／終了を時刻で指定する	遅延	灯色の開始／終了を絶対時刻で送信し、遅延による影響を少なくする
2	時刻で遅延を補正する	遅延	信号情報に作成時刻を絶対時刻で付与する 車両は受信時刻との差で通信遅延を求めて、通信遅延が考慮された信号情報にする
3	遅延の変動幅を減らす	遅延	車両は固定値で遅延を補正する 遅延が固定値になるように、経由する装置での遅延を一定にする
4	遅延を直接減らす	遅延	遅延を直接減らすことで、遅延による誤差を減らす
5	情報作成時に発生する誤差を抑制する	精度	交通信号制御機などが情報を作成するときの、時刻のずれや、灯色の出力とのずれを減らす

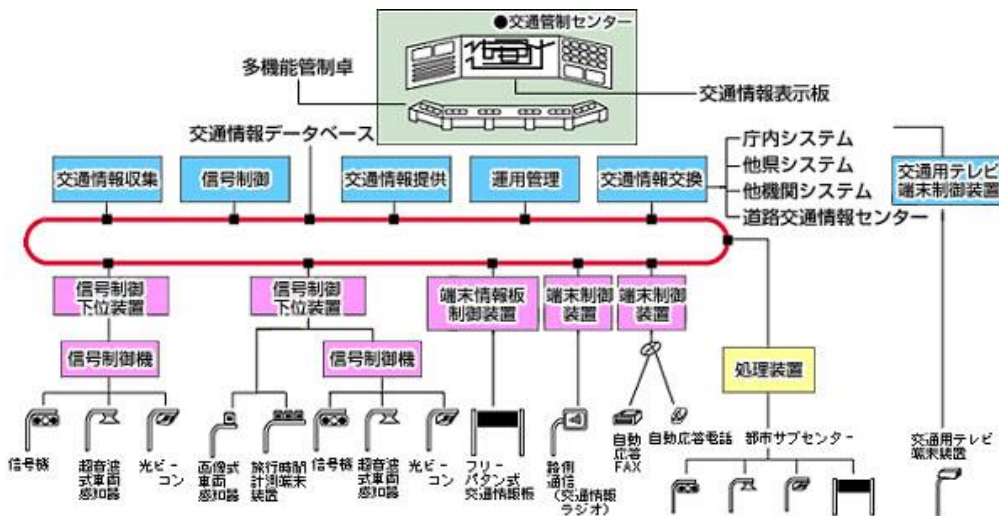
## 4 事例調査とヒアリングより

国内外の事例調査では交差点からの直接通信ではなく、LTE通信網などを利用したクラウド経由で信号情報を提供している事例が確認できた。



米国ラスベガスTTS社の例

また、有識者へのヒアリングでは、信号情報の誤差の最小化と2サイクル先までの予定信号情報が必要との指摘があった。



現在の交通管制システム

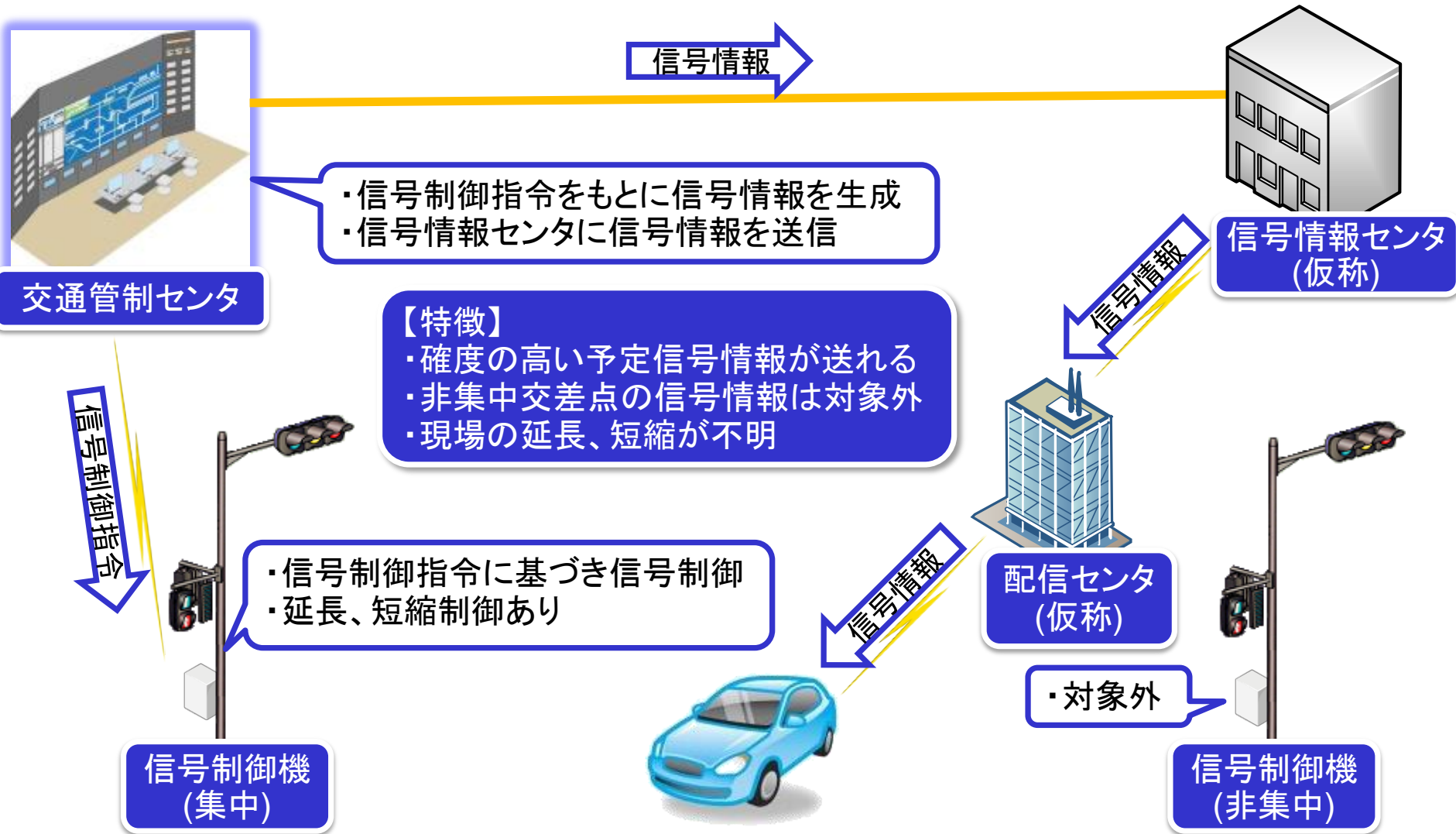
現在の交通管制システムの構成から考えられる信号情報の生成元は交通信号制御機と交通管制センターが考えられる。

既存システムを活用した信号情報提供システムの構成案を次頁以降に示す。



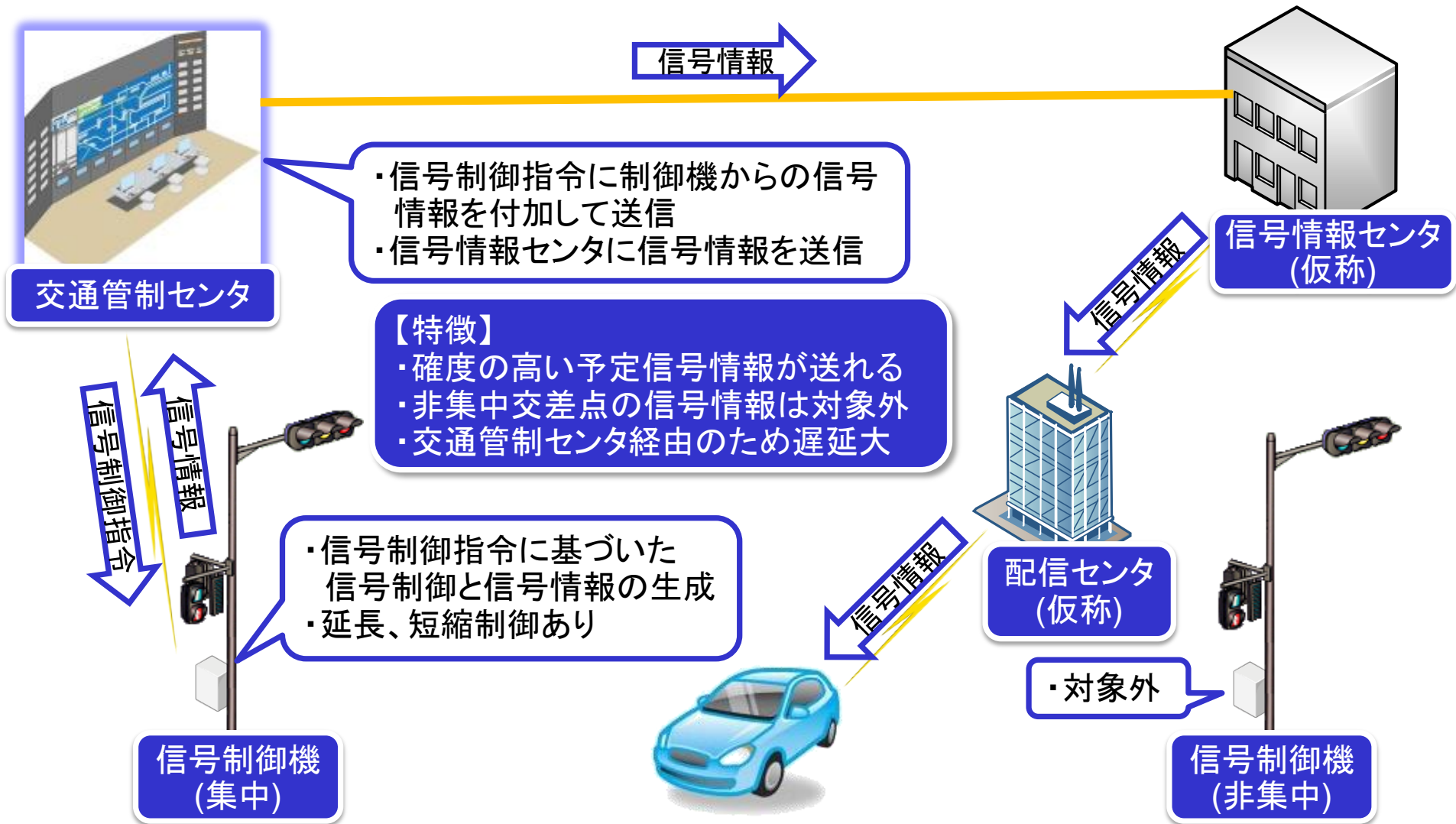
## 4-1 路車間通信以外の手法・システム構成（管制方式）

交通管制センターにて生成している信号制御指令から信号情報を生成して配信する方式



## 4-2 路車間通信以外の手法・システム構成（集中方式）

信号制御機(集中)で生成した信号情報を交通管制センタ経由で配信する方式





## 4-3 路車間通信以外の手法・システム構成（制御機方式）

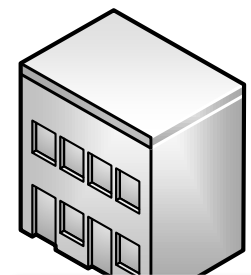
### 信号制御機で信号情報を生成、配信する方式



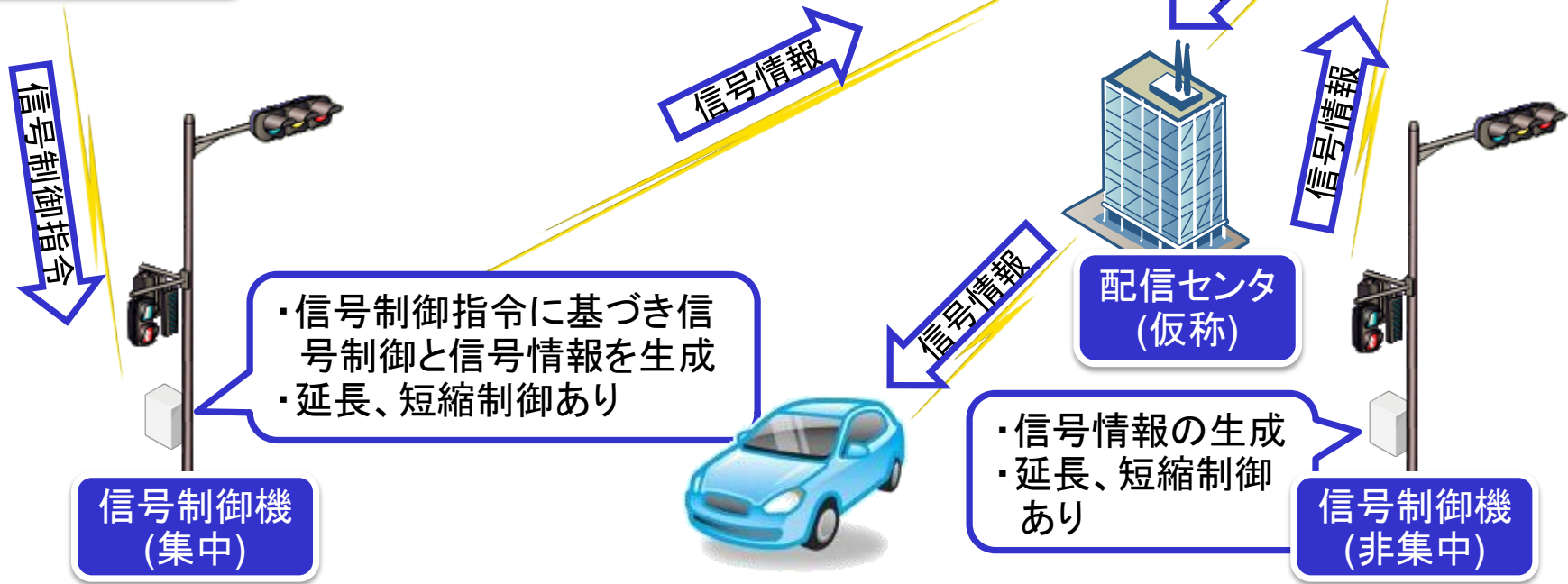
交通管制センター

・制御機に信号制御指令を送信

- 【特徴】
- ・非集中交差点を含めて信号情報が送れる
  - ・管制センターがないため、予定情報の確度が低い
  - ・経路に交通管制センターが入らないため、集中方式と比較して遅延が抑えられる



信号情報センター  
(仮称)



- ・信号制御指令に基づき信号制御と信号情報を生成
- ・延長、短縮制御あり

- ・信号情報の生成
- ・延長、短縮制御あり

## 5 非集中交差点における信号情報の取得方法について

非集中交差点で信号情報提供を行うためには、以下の方法が考えられる。

- 交差点を集中制御化して、集中交差点と同様の方式で実施
- 非集中交差点のみ制御機方式で実施
- 交通管制センタ又は信号情報センタで、非集中交差点の制御状況を交通信号制御機の設定値から推測して、信号情報を作成・送信

課題は下表と考えられるが、普及促進、コスト等を鑑みて、検討を進めていく必要がある。

課題	検討策案
サイクル開始時刻を確定させる (サイクルがいつ開始したのか分からない)	系統制御に組み入れる
時計を同期する (交通信号制御機と管制センターの時刻が異なると誤差が発生する)	交通信号制御機に、時刻補正を行える手段を設ける(GPS等)
信号情報の信頼性 (感応時の秒数、リコール制御時の動作、異常の有無、設定と異なった秒数での動作等が分からない)	交通信号制御機の動作状態をオンラインで把握するための機器を設置する

## 6-1 課題・対応案の例（信号情報の作成について）

項番	課題	対応案
1	システム全体の時計の同期	GPSやNTPによる時刻同期が考えられる。 同期が取れない場合は、信号情報の停止や精度低下の通知などを行う。
3	信号情報作成時の誤差抑制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交通信号制御機が誤差10～100ミリ秒程度の情報を生成する。</li> <li>・交通信号制御機と管制センター間で取扱うことができる情報の精度を10～100ミリ秒単位にする。</li> </ul>
4	信号情報の時間が不確定となる場合（感応制御等）の動作	<p>SIPの「自動運転に向けた信号情報技術の高度化」において検討が行われている内容を反映させる。一例を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・感応制御やリコール制御の制御状況の通知</li> <li>・リコール制御時やFAST制御時の信号情報の提供</li> </ul>
5	各装置及び装置間における遅延の要件定義	「車両が信号情報を受信する何秒前までに秒数を確定した信号情報を送信する必要があるか」及び「異常の検出から、車両が異常の通知を受信するまで、何秒まで許容されるのか」から、システムとして許容される遅延を決定して、その後、システム内の各装置で許容される遅延時間を定義する。
6	信号情報と灯器の点灯状態の整合性	交通信号制御機や伝送装置等で、交通信号制御機の灯色出力と信号情報の一致を確認する。

## 6 - 2 課題・対応案の例（信号情報センター等について）

項番	課題	対応案
1	セキュリティの確保	<p>機能・技術要件を明らかにする過程でセキュリティ要件を定める。 以下にセキュリティ確保のための対応策の一例を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信の暗号化</li> <li>・定期的な暗号化鍵の変更</li> <li>・信号情報センター及び利用者の認証</li> <li>・閉域網や仮想専用線(VPN)の利用</li> <li>・ファイアウォールの整備</li> <li>・最新のセキュリティ技術の搭載</li> <li>・既存システムからの物理的、論理的な隔離(片方向通信など)</li> </ul>
2	信号情報の作成元と信号情報センター間の通信手段	<p>通信手段としては、以下の分類となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有線、無線(携帯電話網、端末間無線)</li> <li>・専用線、仮想専用線、公衆回線</li> </ul> <p>要求される性能(遅延等)、運用コスト、セキュリティなどを考慮して適切な手段を検討する。</p>
3	信号情報センターの分割単位	<p>エリア単位(数交差点)から県単位(数百交差点)までで、どのような設置単位とするのか検討を実施する。</p> <p>検討の際には、整備時の設置の容易さ、運用・保守時のコスト、距離による遅延や端末数の増加による処理遅延等の要素を考慮する。</p>

## 7 今後の課題について

2018年度の調査では路車間通信以外の信号情報提供の手法の整理、実現する上での課題と対応策について検討した。

今後は、検討結果の検証を行い、現在の設備を最大限に活用しつつ、自動運転社会のニーズにこたえるためのシステムを提案する必要がある。

1. 誤差及び伝送遅延の影響の解消に向けた時刻同期等の検討
2. 信号情報と灯器の点灯状態との整合性
3. 感応制御等の信号情報が変動するケースでの運用
4. 導入・運用費用を踏まえた費用対効果の検討

