

「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)／
GNSS(位置情報)等を活用した信号制御等に係る研究開発」

2020年度分 成果報告書

概要版

一般社団法人UTMS協会

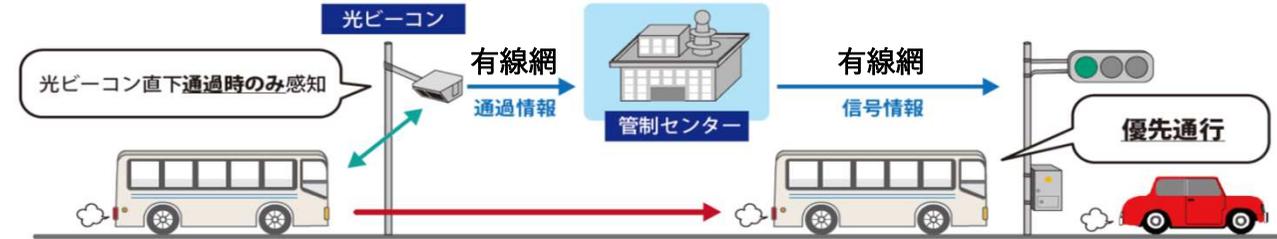
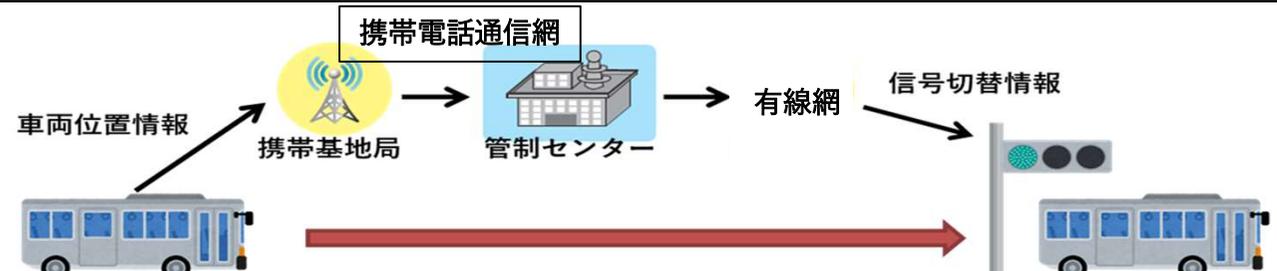
コイト電工株式会社

2021年3月

1 はじめに

1.1 研究開発の目的

全世界測位システム(GNSS)による位置情報及び携帯電話通信網を活用し、都道府県警察の交通管制システムと自動運転バス等を連携させることで、リアルタイムな優先信号制御を広範囲で社会実装を可能とすることを目的とする。

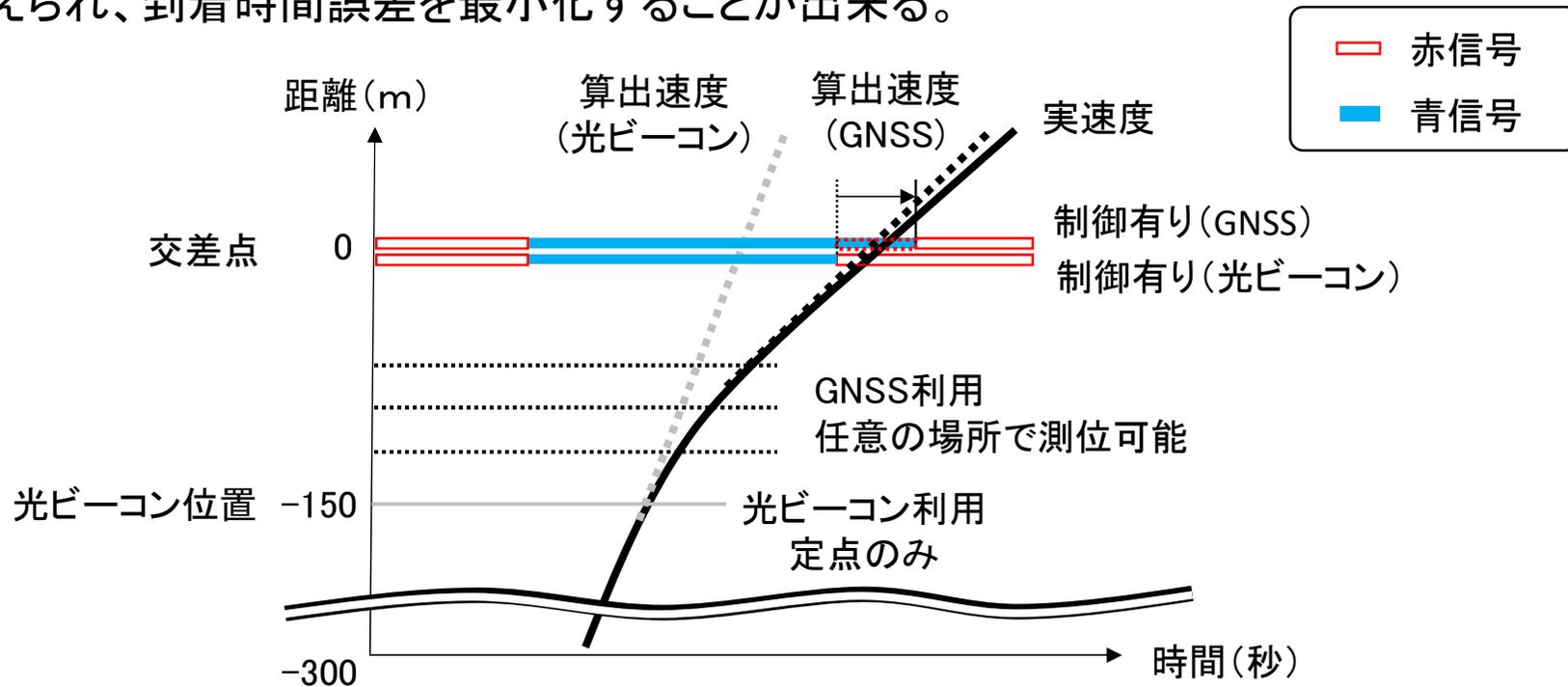
<p>現状の 優先信号制御</p>	<p>光ビーコン直下を通過した公共車両等感知し、優先信号制御を実施</p>  <p>課題: 定点感知のため感知以降の交通状況変化(例えば渋滞)に対応出来ない 光ビーコンが設置された場所でしかサービスが提供できない</p>
<p>本研究開発で 目指すGNSS 等を活用した 優先信号制御</p>	<ul style="list-style-type: none">GNSS等により公共車両等の位置情報を取得し、リアルタイムな信号制御を実施光ビーコンが設置されていない場所でもサービス提供が可能 

2 現状の優先信号制御と課題

<p>光ビーコンを使用した 優先信号制御の有り無し比較</p>	<p>光ビーコンを使用した優先信号制御の課題</p>
<p>距離(m)</p> <p>算出速度 (光ビーコン)</p> <p>実速度</p> <p>赤信号</p> <p>青信号</p> <p>②制御有り</p> <p>①制御無し</p> <p>交差点 0</p> <p>光ビーコン位置 -150</p> <p>光ビーコン利用定点のみ</p> <p>時間(秒)</p>	<p>距離(m)</p> <p>算出速度 (光ビーコン)</p> <p>実速度</p> <p>赤信号</p> <p>青信号</p> <p>②制御有り</p> <p>交差点 0</p> <p>光ビーコン位置 -150</p> <p>光ビーコン利用定点のみ</p> <p>時間(秒)</p>
<p>①制御無し 交差点に進入するタイミングでは赤信号になっており通過出来ない。</p> <p>②制御有り 光ビーコン(定点)でバスの接近を感知し、予め決められた「算出速度^(※)」により設定された交差点到着秒数後に青信号になるよう制御を実施。バスが交差点を通過出来るようにする。よって、<u>算出速度と実速度がほぼ同じ場合に有効となる。</u></p> <p>※算出速度:路線の制限速度等の条件から予め設定したバス速度</p>	<p>【問題】 算出速度と実速度の差が大きい場合、交差点への到着時間誤差も大きくなる。 青信号の延長制御を実施してもバスが赤信号で停止することがある。(この場合、青信号延長時間はムダ時間となる) 例) 実速度 < 算出速度 (渋滞等により実速度が低下した場合) 車両が交差点に進入するタイミングが到着時間誤差分だけ遅れ、青信号時間延長不足となる。 ⇒ 交差点進入タイミングは赤信号となり通過出来ない。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">【課題】 到着時間誤差の最小化</p>

3 GNSS等を活用した優先信号制御

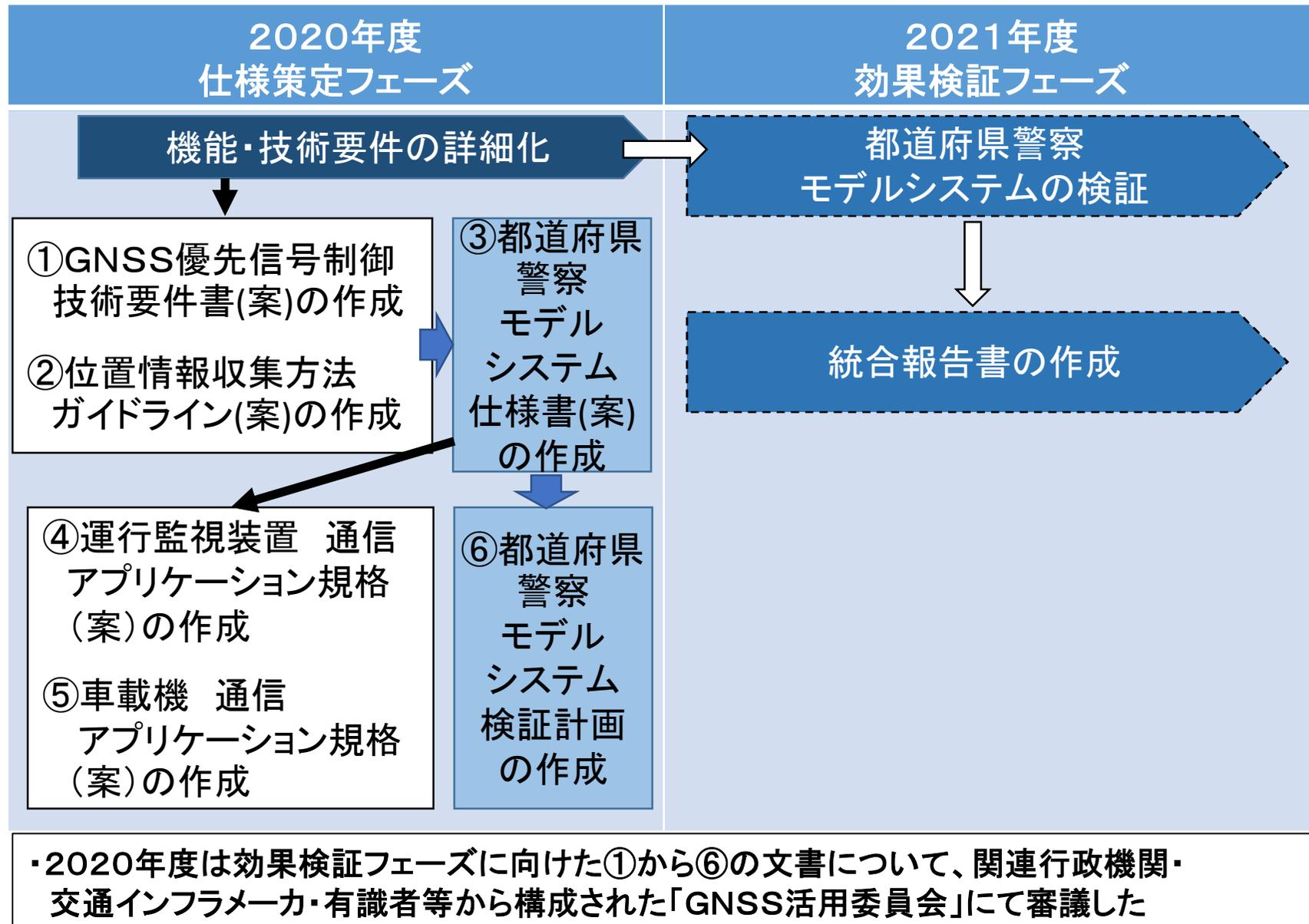
- ・交差点への到着時間誤差を最小化するためにGNSS等を活用した優先信号制御では、光ビーコンよりも交差点に近い位置に最終判定位置を設定する。
- ・最終判定位置で実速度に基づいた到着時間を求めるため、算出速度と実速度の差が抑えられ、到着時間誤差を最小化することが出来る。



光ビーコン制御ありとGNSS等を活用した制御あり(渋滞時)での比較

- 到着時間誤差の減少により、旅行時間の短縮や交差方向の渋滞緩和を期待
- 信号制御機、管制センター等の現状機能を活かし、導入しやすいシステム構成を検討
⇒ 現状実施されている市街地を中心とした地域の更なる普及拡大を狙う

4 本研究開発の位置づけ



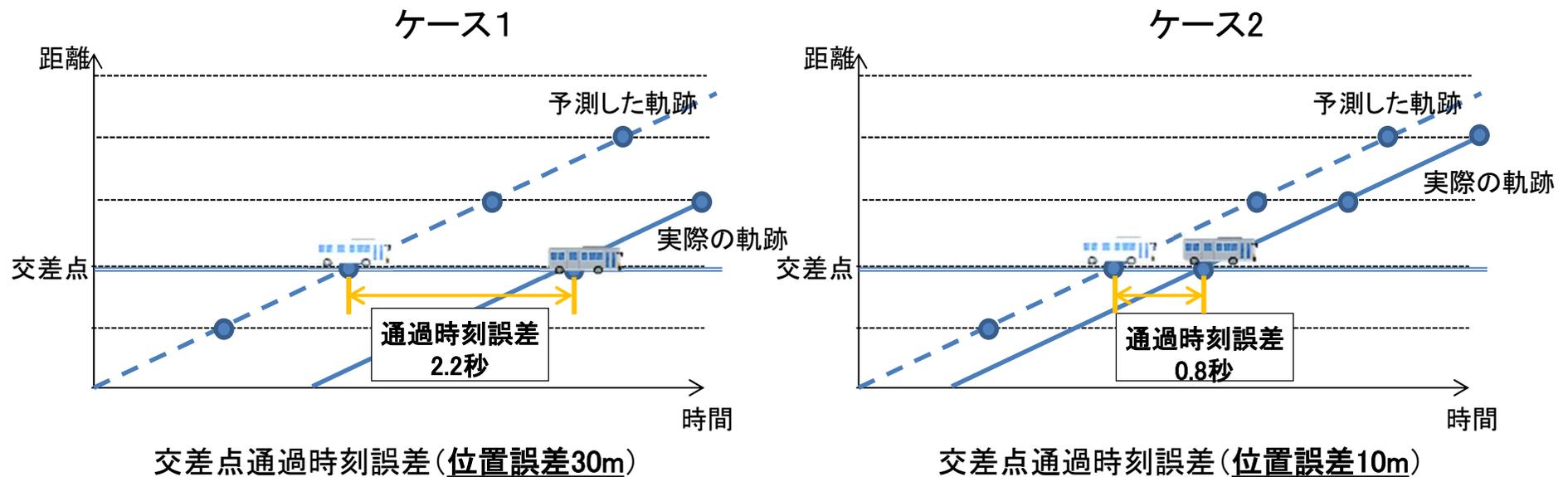
5 機能・技術要件の詳細化

5.1 位置誤差精度の目標性能

交差点を通過する時刻の誤差(走行速度は50km/hを想定)

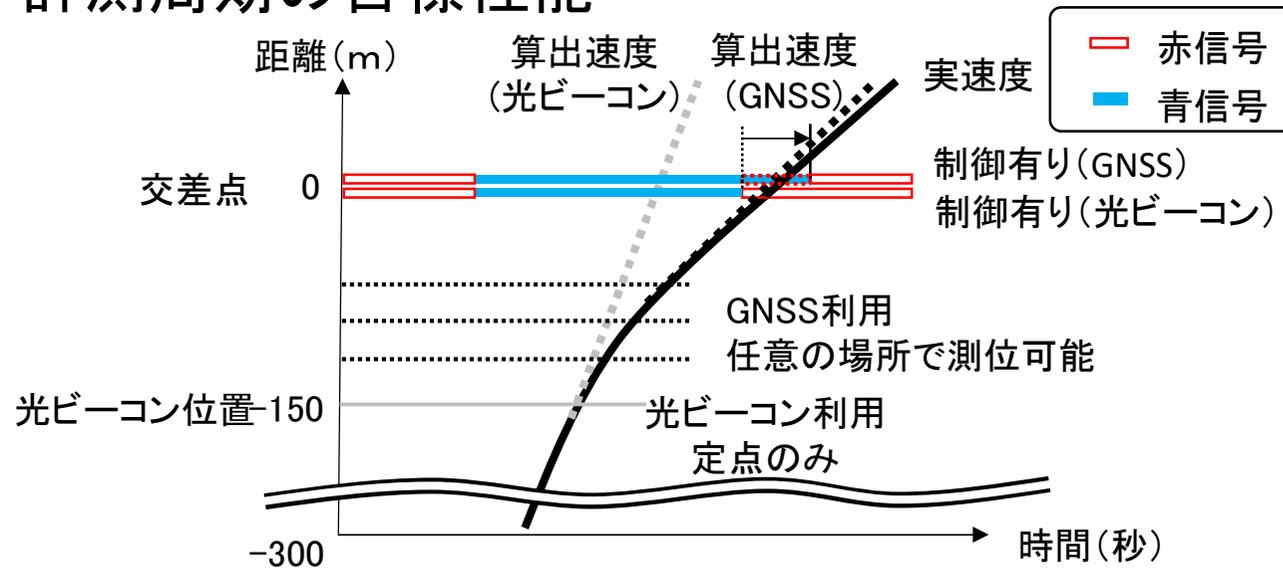
ケース1 位置誤差30mの時、通過時刻の誤差は2.2秒

ケース2 位置誤差10mの時、通過時刻の誤差は0.8秒



- ・信号制御機の設定秒数は1秒単位
 - ・通過時刻誤差を1秒未満に抑えることが望ましい
- ⇒位置誤差精度を10m以下と設定

5.2 計測周期の目標性能



- ・通信遅延時間や処理遅延時間を考慮し、計測周期を2秒と設定
(参考: 既存光ビーコンは約10秒(交差点手前設置位置150m)手前で一度のみ感知)

5.3 測位方式

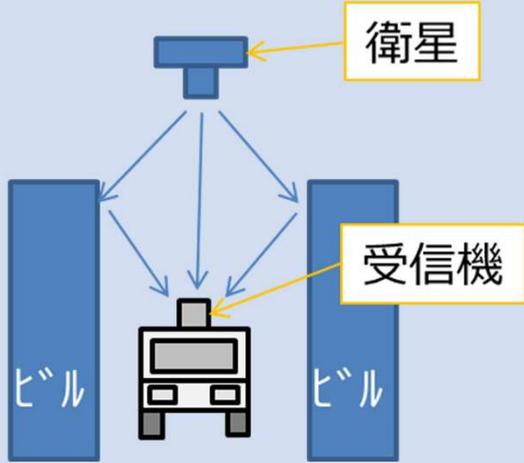
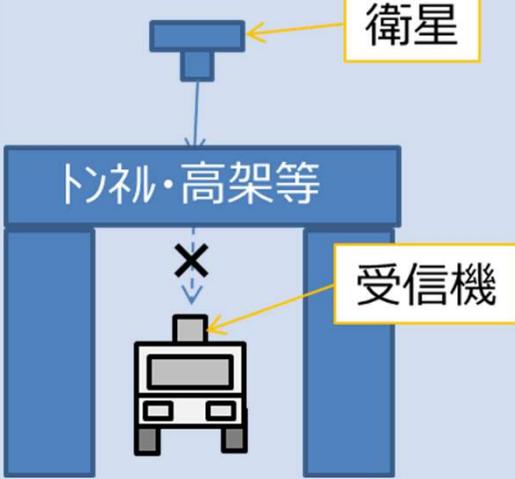
- ・一般的に広く利用されている方式の中から、RTK方式とDGPS方式を採用
(両方式併用も可能)

5.4 位置補正方式

- ・今後の最新技術の導入を踏まえ、任意とした

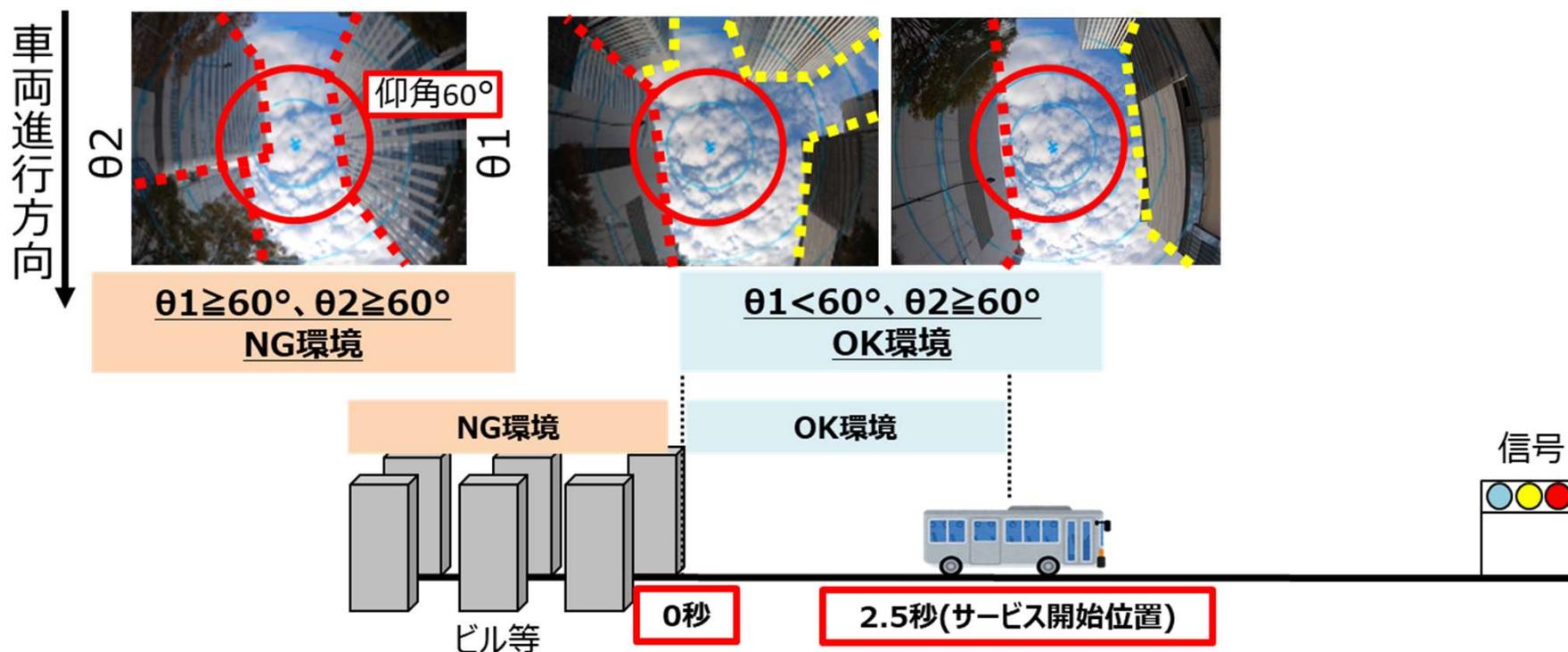
5.5 GNSSに影響を与える建造物等の環境条件の定義

下記2つの環境条件を定義し、環境により受ける影響範囲を明確化した。

マルチパス環境	測位不可環境
	
<p>進行方向に対して左右両側に存在するビル等、衛星電波遮蔽物の仰角が60°以上の環境</p> <p>(衛星電波がビル等に反射し、直接受信機に到達するよりも伝搬距離が長くなり位置誤差が大きくなる)</p>	<p>衛星電波がトンネル・高架等に遮られて受信ができない環境</p> <p>(測位が一時的に不可能となり、通過後もしばらくの間は精度が低下する)</p>

5.5.1 サービス提供エリアの周辺建造物等の条件(マルチパス環境)

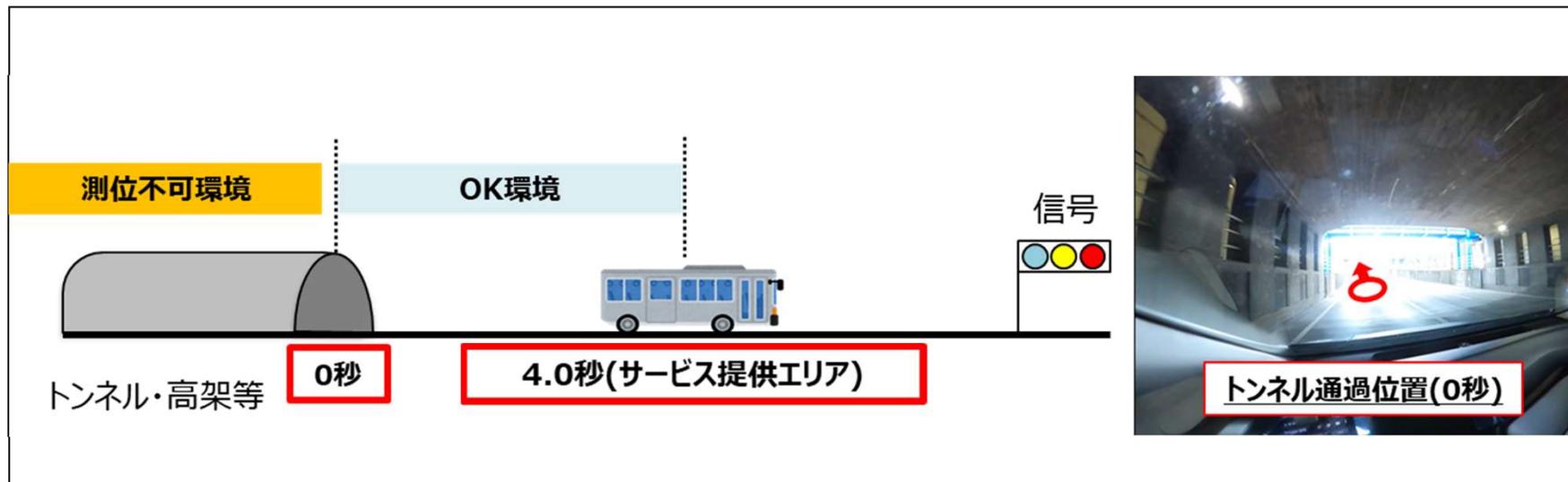
左右仰角が 60° 以上となる環境(マルチパス環境)を抜け、左右いずれかの仰角が 60° 未満となる領域が2.5秒続く区間にサービス提供エリアが無いこと



サービス提供エリアの周辺建造物等の影響(マルチパス環境)

5.5.2 サービス提供エリアの周辺建造物等の条件(測位不可環境)

GNSSの測位が一時中断する環境(測位不可環境)を抜け、左右いずれかの仰角が60°未満となる領域が4秒続く区間にサービス提供エリアが無いこと



サービス提供エリアの周辺建造物等の影響(測位不可環境)

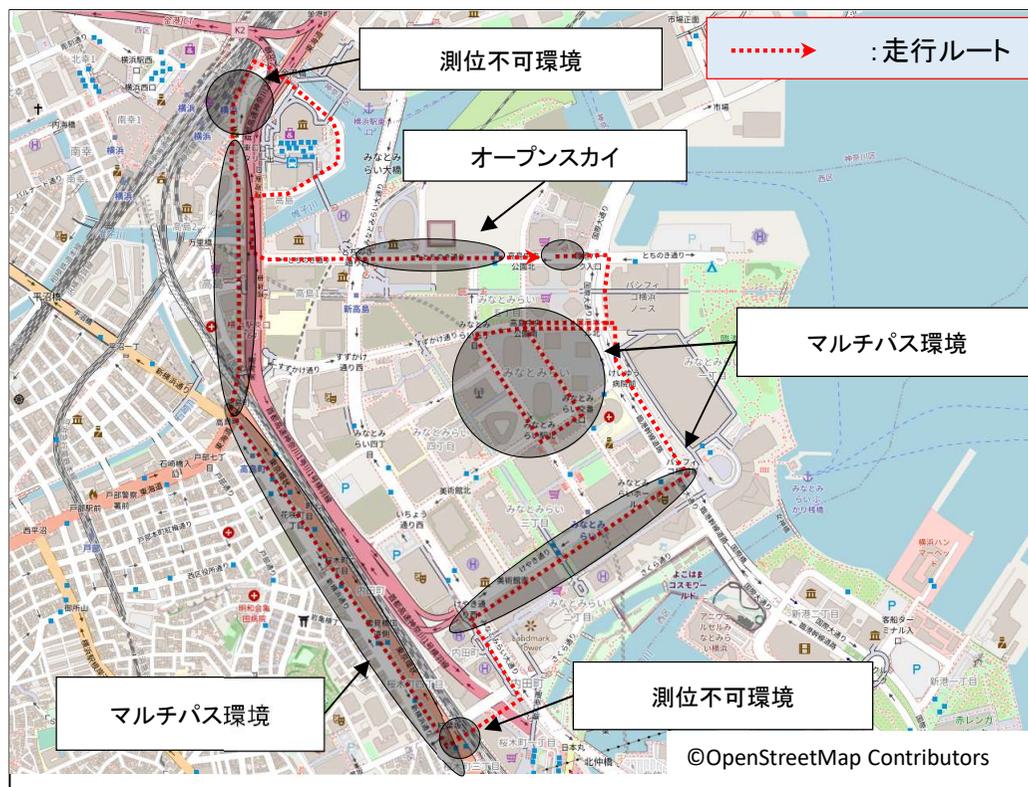
5.6 GNSS受信機の位置誤差精度の検証

5.6.1 公道評価の目的

定義した性能要件が、環境条件定義下において実現可能であることを確認

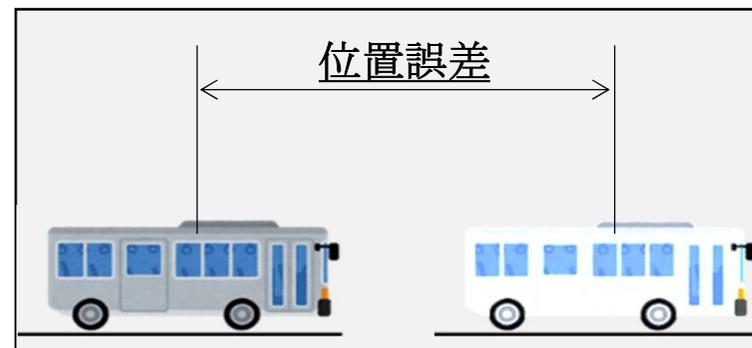
5.6.2 ルート選定

マルチパス環境、測位不可環境が多く存在する「みなとみらい地区(横浜市)」を選定し、位置誤差精度について公道評価を実施



みなとみらい地区の走行ルート

- ・日時: 2020年10月29日(木)
- ・時間: 10時~16時
- ・天候: 晴れ
- ・回数: 4周
- ・車両: ホンダフィット(GK3)



実際の位置 GNSS測位結果
(カメラ映像と時刻より取得)

位置誤差算出方法

5.6.3 公道評価結果

(1) マルチパス通過後の位置誤差精度変化

		マルチパス通過後時間(秒)に対する距離(m)						
測位方式	慣性航法	0.0(秒)	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4
RTK+DGPS	有効	1.3(m)	1.0	1.0	1.0	1.2	1.4	1.6
DGPS	有効	3.0	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.9

(2) 測位不可環境通過後の位置誤差精度変化

		トンネル通過後時間(秒)										
測位方式	慣性航法	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4
RTK+DGPS	有効	12.2	8.6	7.7	7.7	7.2	6.5	5.8	5.4	5.0	3.5	4.0
RTK+DGPS	無効	8.0	6.0	9.0	9.0	8.4	8.2	8.1	7.4	7.0	6.6	6.3
DGPS	有効	9.2	8.4	7.6	6.3	4.9	3.8	3.6	3.1	2.9	2.6	2.5
DGPS	無効	9.0	7.1	5.9	4.9	4.1	3.6	3.7	2.9	2.6	2.2	1.9

- ・マルチパス環境通過後2.4秒の位置誤差精度の最大は2.9m
 - ・測位不可環境通過後4秒の位置誤差精度の最大は6.6m
- ⇒定義した性能要件「位置誤差精度10m以下」は実現可能であることを確認

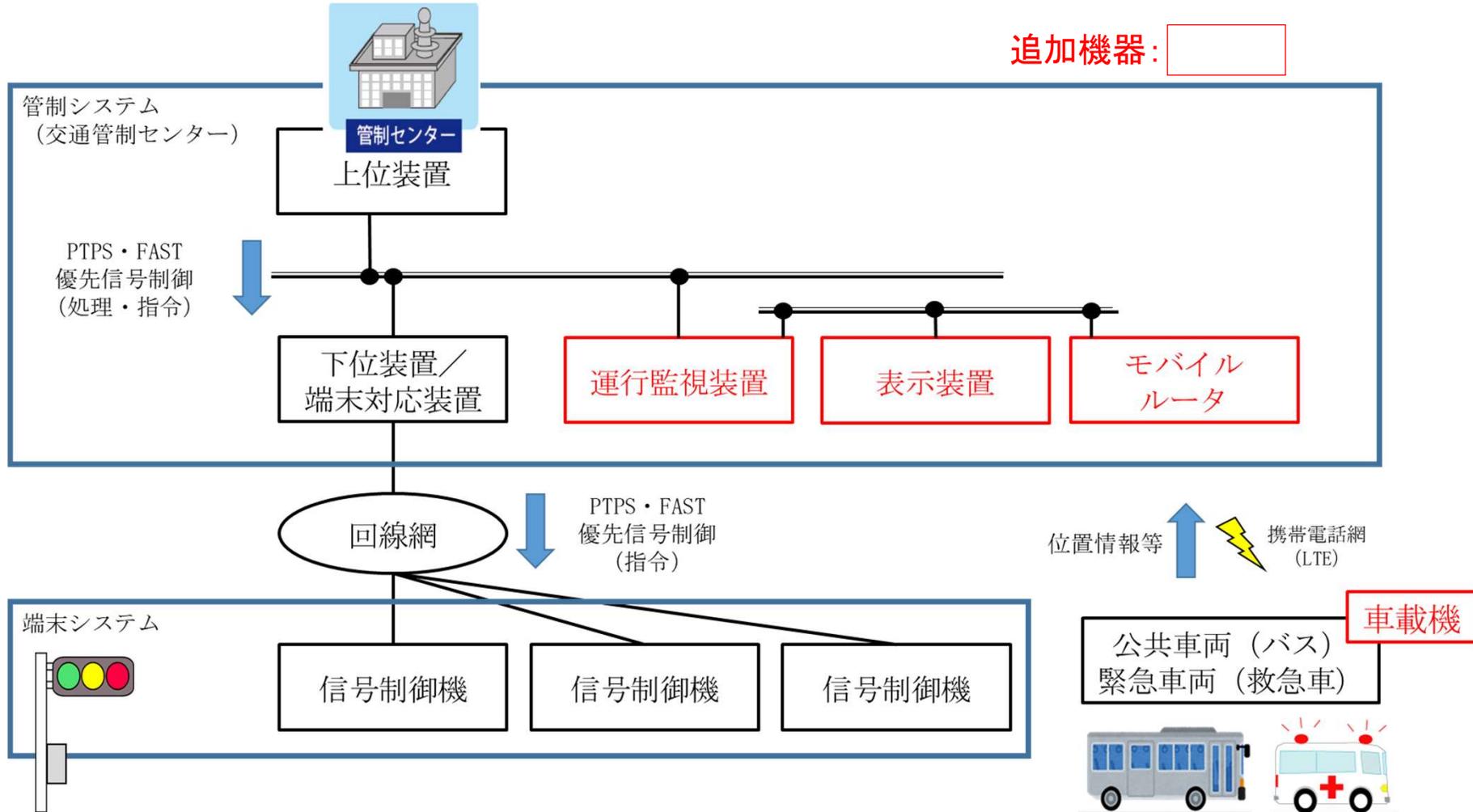
6 モデルシステム検証に向けた仕様書案等の策定

2020年度はGNSS活用委員会における承認を得て、下記6種類の文書を策定した

2020年度成果品	概要
「GNSS優先信号制御技術要件書」(案)	GNSS優先信号制御におけるシステム要件、各装置に求められる機能・性能要件、各機器間のインターフェース概要を記載
「位置情報収集方法ガイドライン」(案)	GNSS優先信号制御で使用する位置情報の収集において、GNSSの概要および運用時の留意点を記載
「都道府県警察モデルシステム仕様書」(案)	2021年度実施予定のモデルシステム実証実験仕様書。実験に使用する運行監視装置/表示装置/車載機の仕様及び既設管制システムの改修仕様を記載
「運行監視装置通信アプリケーション規格」(案)	モデルシステムの運行監視装置と既設管制システム間において、情報交換を行う際のインターフェース条件/通信規格の考え方を記載
「車載機通信アプリケーション規格」(案)	モデルシステムの車載機と運行監視装置間において、情報交換を行う際のインターフェース条件/通信規格の考え方を記載
「都道府県警察モデルシステム検証計画」	GNSS優先信号制御システムの動作検証/効果確認/懸念事項(処理遅延/位置誤差)の検証を目的とした2021年度モデルシステム実証実験の検証計画を記載

7 モデルシステム検証構成

既存の管制システムに、新たにバス等の位置情報収集機能・優先信号制御機能等を有する「運行監視装置」と位置情報送信機能を有する「車載機」等を追加することで、GNSS優先信号制御を導入可能となる汎用性の高い構成で2021年度に検証を実施。



8 今後の計画

- ・携帯電話網と都道府県警察の交通管制センターを連携させたシステムとなるため、システム全体の遅延時間と位置誤差影響を含めた交通円滑化等の効果検証が必要
- ・現状の光ビーコン設置路線において、現行システムとの効果比較および、GNSS優先信号制御の導入に必要なコスト試算を2021年度のモデルシステム実証実験において計画

項目	2021年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q
都道府県警察モデルシステムの検証計画に基づく検証				
・検証準備(制御エリア事前調査)	----->			
・GNSS影響調査		----->		
・効果測定準備(事前確認)			----->	
・検証項目の検証実施				----->
・検証結果のとりまとめ				----->
統合報告書の作成				
・導入コスト試算及びまとめ				----->
・「都道府県警察モデルシステム仕様書」及び効果検証まとめ				----->