

平成26年度
戦略的イノベーション創造プログラム
(自動走行システム)

信号情報のリアルタイム活用技術の開発及び実証

報告書

平成27年3月

一般社団法人 UTMS 協会

目 次

I	事業の概要	1
1	事業の目的	1
2	事業の内容と実施方法	1
2.1	実施項目	1
2.1.1	信号通過支援システム	2
2.1.2	赤信号減速支援システム	3
2.1.3	発進遅れ防止支援システム	3
2.1.4	アイドリングストップ支援システム	4
2.1.5	クルマとの連携による信号制御	5
2.2	システムの開発	6
2.3	システムの実証	6
3	実施体制	7
3.1	概要	7
3.2	スケジュール	9
II	事業の内容	10
1	信号情報を活用した運転支援システムの概要	10
1.1	システムの基本方針	10
1.1.1	信号通過支援、赤信号減速支援、発進遅れ防止支援及びアイドリングストップ支援システム	10
1.1.2	クルマとの連携による信号制御	10
1.2	システム概念図	11
1.2.1	信号通過支援、赤信号減速支援、発進遅れ防止支援及びアイドリングストップ支援システム	11
1.2.2	クルマとの連携による信号制御	11
1.3	システムの構成	12
1.3.1	信号通過支援、赤信号減速支援、発進遅れ防止支援及びアイドリングストップ支援システム	12
1.3.2	クルマとの連携による信号制御	12
1.4	各サービスの目的と支援概要	13
1.4.1	信号通過支援システム	13
1.4.2	赤信号減速支援システム	13
1.4.3	発進遅れ防止支援システム	13
1.4.4	アイドリングストップ支援システム	13
1.4.5	クルマとの連携による信号制御	14

2	事業の取り組みの流れ	15
3	車載システムの機能要件の策定	16
3.1	各システムにおける車載システムの機能要件の策定	16
3.1.1	信号通過支援システム	16
3.1.2	赤信号減速支援システム	18
3.1.3	発進遅れ防止支援システム	20
3.1.4	アイドリングストップ支援システム	22
3.1.5	クルマとの連携による信号制御	24
4	実験用HMIガイドラインの策定	25
4.1	HMIガイドライン素案の策定	25
4.2	HMIガイドライン素案の評価・検討	25
4.3	実験用ガイドラインの策定	25
5	車載システムの製作	26
5.1	神奈川地区	26
5.1.1	車載システムの仕様策定	26
5.1.2	車載システムの製作	27
5.1.3	車載システムの機能検証	27
5.1.4	車載システムの試験車両への実装	28
5.1.5	試験車両による機能動作試験	28
5.2	群馬地区	29
5.2.1	車載システムの仕様策定	29
5.2.2	車載システムの製作	32
5.2.3	車載システムの機能検証	32
5.2.4	車載システムの試験車両への実装	32
5.2.5	試験車両による機能動作試験	32
5.3	愛知地区	36
5.3.1	車載システムの仕様策定	36
5.3.2	車載システムの製作	37
5.3.3	車載システムの試験車両への実装・機能動作試験	38
6	実証実験の事前調査	38
6.1	実証実験路線の調査・選定	38
6.1.1	神奈川地区	38
6.1.2	群馬地区	41
6.1.3	愛知地区	43
6.2	路線信号情報の調査	45
7	実証実験に向けての課題	46
7.1	車載システムの検討課題	46
7.2	路線信号情報利用上の課題	46
7.3	実証実験に際して、実験参加者に対し周知すべき事項	46

Ⅲ 今後の取り組み	47
1 システムの評価	47
2 HMI の評価	47
3 HMI ガイドライン検討委員会（仮称）の開催	47
4 信号情報活用運転支援システム検討会（仮称）の開催	47
別添資料	48

I 事業の概要

1 事業の目的

我が国の道路交通の課題である安全性と円滑の向上を実現するため、これまで様々な対策が実施されてきている。その一部である交通管制システムは最新の情報通信技術を活用し高度な交通制御を行い交通の安全と円滑化に寄与している。都市部の交通管制は交通管制センターが各種センサーで収集した交通量のデータを基に各交差点の信号機を遠隔制御している。最近、技術開発により路側に設置された高度化光ビーコン（別添資料1参照）を用いて交通管制センターから路線信号情報（進行方向にある交差点までの距離情報、交差点に設置された信号機の赤信号の残時間情報等）（別添資料2参照）を自動車に提供できるようになった。

一方、政府のS I P（戦略的イノベーション創造プログラム）自動走行システム研究開発計画では、車両に設置したレーダ等を通じて走路環境を認識する技術（自律型システム）と車両外部から通信を利用して走路環境を認識する技術（協調型システム）とが相互に補完していくことの必要性が示されている。

本事業では、協調型システムの一環として、この新しいインフラから自動車に提供される路線信号情報のリアルタイム活用技術に基づく信号通過支援システムや赤信号減速支援システム等を開発し、その実用性を実証することにより、現在道路交通の大きな課題となっている交通事故や交通渋滞の削減等に資することを目的とする。

2 事業の内容と実施方法

2.1 実施項目

我が国の交差点における事故は、平成25年I T A R D A（交通事故総合分析センター）データから推計すると、信号交差点での交通人身事故は全国で約9.7万件、交差点付近を含めると約13万件（全人身事故の約2割）、交通死亡事故は約3割が信号交差点とその付近で発生している。

図2.1-1はプローブ情報により把握した急制動発生個所である。多くは信号交差点の付近で発生している。

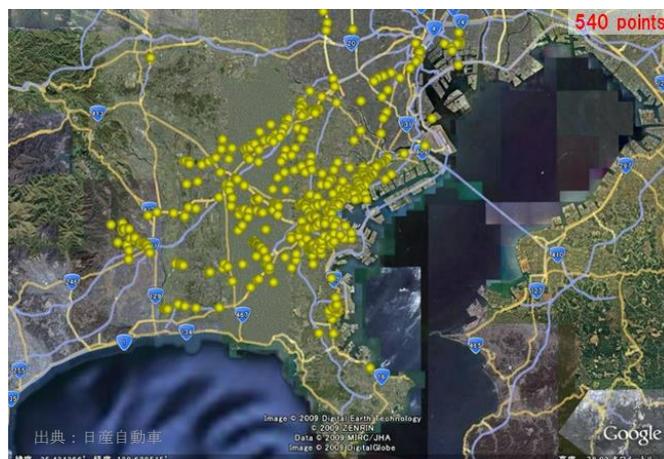


図 2.1-1 急制動発生個所

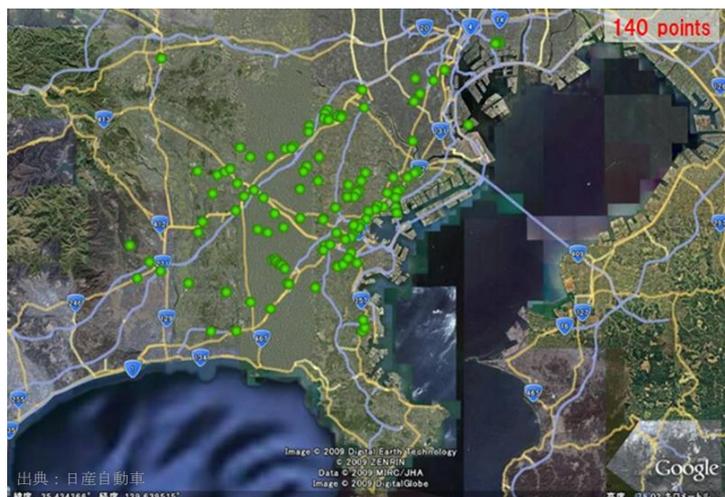


図 2.1-2 事故多発地点

また、図 2.1-2 は事故多発地点を示しているが、これらの多くは同じ地点である。

これは一例であるが、一般に交通渋滞と交通事故に正の相関があることはすでに広く知られており、信号機付近の交通の流れのスムーズ化により、交通事故の削減が期待できる。

一方、自動車で行中のドライバーは信号灯色を目視で確認しているが、前方の大型車両で視界が遮られたり不注意等で信号を見落とすこともある。こうした状況に対応するため、路側インフラ（高度化光ビーコン）から提供される路線信号情報を、車載機で走行状況に応じてリアルタイム処理し、HMI（Human Machine Interface）装置を使い、適切な情報表示によりドライバーの運転を支援するシステムの実用化が期待されている。

本事業では、路側インフラから提供される路線信号情報を活用し、前方の交差点に到達時点の信号灯色を予測したり、赤信号で停止時に青信号への変化を予測することにより交通事故や交通渋滞の削減に資する以下のシステムについて開発・検証を行う。

2.1.1 信号通過支援システム

(1) 概要

一連の信号交差点を走行する際、不要な加減速を抑制し、青信号で通過できるように推奨走行速度をドライバーに情報提供する。



(2) 効果／狙い

安全が確保された範囲内で、無駄な停止発進を抑制することで燃料消費を抑え、環境性能を向上させる。

2.1.2 赤信号減速支援システム

(1) 概要

信号交差点において赤信号で停止する場合、不要な加減速を抑制するようにドライバーに情報提供する。また、赤信号に気づかずに減速操作をしないドライバーに注意喚起する。



(2) 効果／狙い

赤信号の見落としを防止し、安全性を向上させる。

早めの減速により燃料消費を抑え、環境性能を向上させる。

2.1.3 発進遅れ防止支援システム

(1) 概要

交差点での信号待ち時、赤から青への灯色変化の見落としによる発進遅れを改善できるようにドライバーに情報提供する。



(2) 効果／狙い

発進遅れを少なくすることにより、交通流の円滑化、渋滞低減を図る。

2.1.4 アイドリングストップ支援システム

(1) 概要

赤信号で停止する際に、赤信号の残時間に応じてアイドリングストップの作動の適否を判断し、制御することにより、スムーズな発進操作と低燃費運転の促進を図る。



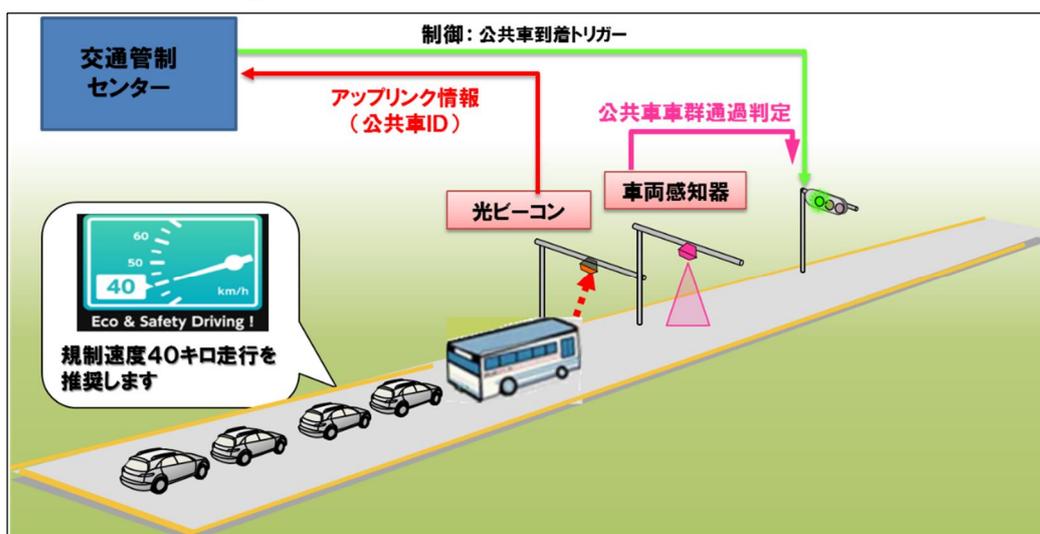
(2) 効果／狙い

短時間のアイドリングストップを防止し、燃料消費を抑えるとともに、ドライバーのスムーズな発進操作につなげる。

2.1.5 クルマとの連携による信号制御

(1) 概要

信号制御に合わせた速度へ車両を誘導すると同時に、アップリンク情報を利用して信号制御タイミングを最適化する。



(2) 効果／狙い

車群をまとめて通過させることにより、交通流の円滑化、渋滞低減を図る。

2. 2 システムの開発

高度化光ビーコンから提供される路線信号情報を活用した運転支援システムの実用化のため、その構成要素である車載機等のハードウェア及び各システムを効果的に機能させるソフトウェアを開発する。

開発に先立ち信号情報リアルタイム活用に関する実験用HMIガイドラインを策定し、これに準じて車載システムの開発を行う。

ハードウェアの開発では、機器構成、各部のインタフェース等検討、仕様作成、機器設計・製造を行う。

ソフトウェアの開発では、各支援システムごとに効果的なアルゴリズムを開発し、ドライバーに提示するHMIの検討、作成を行う。

これらの開発においては、初年度だけではなく実証実験結果を踏まえて必要なフィードバックも行うこととしている。

2. 3 システムの実証

システムの実用性等を確認するため、開発した各システムについて一般道において実証実験を行う。

実証実験は道路の交通状況の違いによる影響等を調査するため、以下に示す条件の異なる3地域で行う。

(1) 交通量が多く、慢性的に交通渋滞が発生している市街路（神奈川地区）

- ・朝夕の交通量が多い主要道路
- ・路線バス・会社連絡バスが昼間でも多い道路
- ・住宅地内の比較的交通量の多い道路
- ・信号制御システムと車載システムの連携検証が可能な路線

(2) 比較的交通密度の変化がある地方道路（群馬地区）

- ・平日の朝夕の通勤車両による交通集中により交通混雑や渋滞が発生する道路
- ・平日の昼間は、比較的交通量が少なく、交通流が円滑である道路
- ・休日は沿道のショッピングセンターやレストランへの流出入など交通流の乱れが多い道路

(3) 走行速度が高くなりがちな郊外道路（愛知地区）

- ・過度の交通集中が少なく、比較的高い速度で走行できる道路
- ・片側2車線以上で、ドライバーが交通流に応じて車線を選ぶことができる道路
- ・高度化光ビーコン設置区間で、連続して2km以上サービスを受けられる道路

また、ドライバーの受容性を確認するため各地域とも50人以上、計150人以上のモニターの参加を得て走行試験を行うこととしている

各システムの開発・実証実験により

- ・HMIの高度化
- ・システムの成立性・受容性の確認
- ・路側信号情報のタイミングの確認

等を行う。

3 実施体制

3.1 概要

本協会は信号情報について、信号制御機や光ビーコンに関連する規格類の作成・発行を行っており、信号情報や光ビーコン通信などの知識経験が豊富である。また、一般道における路車協調システムの実証実験も数多く実施してきており実証実験のノウハウも有している。

本事業では、本協会が実施主体となり全体統括をするとともに、実証実験等を外部に再委託して実施する。再委託先については、異なるメーカーの検討による様々な車載システムとHMIを用いて検証を行うことが必要であることから、カーメーカー3社とした。また、地域別に異なる様々な交通環境で実証を行うことが必要であることから3地域での実証実験を予定しており、各地域の実験実施者と協調して事業の効率的な推進に努める。

なお、事業を円滑、確実に推進していくため、実施担当のUTMS協会、再委託先のカーメーカー及びオブザーバー参加の経済産業省、警察庁関係者による開発検討会を設けた。

実施体制の構成を図3.1に、業務分担を表3.1に示す。

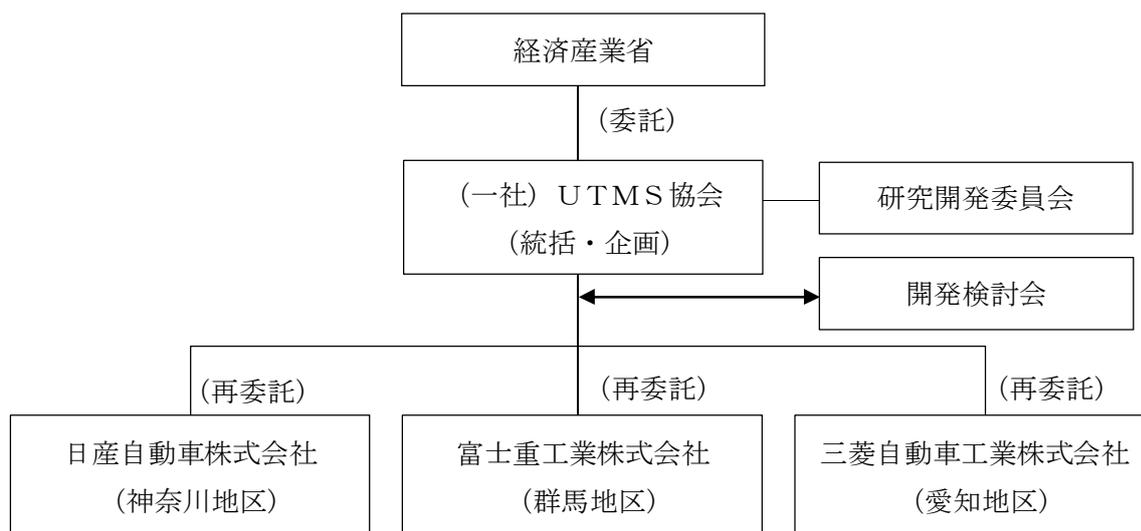


図 3.1 実施体制

表 3.1 実施事業の内容及び業務分担

事業内容	UTMS 協会の業務	実験実施者の業務
○企画・管理 ・企画策定 ・スケジュール管理 ・予算管理 ・総合調整	○ ○ ○ ○	
○開発 ・車載機の仕様検討 ・車載機の設計、製作 ・車載機の機能検証 ・車載機の取り付け ・ソフトウェアの開発 ・ソフトウェアの機能検証 ・HMI の検討 ・HMI のガイドライン作成 ・HMI の機能検証	○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
○実証実験・運用 ・実験計画の検討・策定 ・実験路線の選定及び現地調査 ・実験路線管轄県警察との協議 ・モニター参加者募集 ・アンケート調査方法の検討 ・実験走行（データ取得） ・データチェック ・実験条件の見直し・追加データ取得	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
○評価・検証 ・データの評価・分析 ・システム機能の検証	○ ○	○ ○
○フィードバック ・課題の抽出 ・ハード・ソフトの見直し ・システムの改良（関連規格の改版等を含む）	○ ○ ○	○ ○ ○

3.2 スケジュール

本事業は、平成26年度を初年度とする4カ年で計画されている。初年度は車載システム開発等実証実験の準備作業を実施し、次年度以降モニターの参加を得て一般道における実証実験を実施する。

事業の全体スケジュールを表3.2に示す。

表3.2 全体スケジュール

項目	平成26年度		平成27年度				平成28年度				平成29年度			
車載機開発等	→													
実証実験準備 実証実験・効果算定			→											
実証実験・効果算定							→							
効果分析・評価											→			

II 事業の内容

1 信号情報を活用した運転支援システムの概要

1.1 システムの基本方針

1.1.1 信号通過支援、赤信号減速支援、発進遅れ防止支援及びアイドリングストップ支援システム

信号情報活用運転支援は、ドライバーが自ら周囲の状況を認識・判断し安全に運転・操作できる時間的余裕を持ってドライバーに情報を提供する、路車間通信を用いた運転支援システムである。路側インフラは、路線信号情報を光ビーコンから送信する。車載システムは、自車の走行状態と受信した情報を基に、聴覚・視覚情報等により、ドライバーに運転支援情報の提供を必要に応じて行う。

信号情報活用運転支援のサービス対象は、ドライバーがシステムから提供された情報により、自ら判断・操作を行うための客観的な情報を伝える情報提供とする。

具体的には、信号情報活用運転支援によって効果が期待できるサービスは、巡航時や減速時のシーンから導出されたものと、停止時や発進時のシーンから導出されたものとに分けられる。

巡航時や減速時のシーンからの導出については、交差点進入時の信号灯色を予測し、ドライバーに無駄な加減速を抑制するような情報提供をすることにより、燃料消費量の削減が期待できる。また、交差点進入時の信号灯色を予測し、ドライバーに減速を促すような情報提供をすることにより、安全にもつながると期待できる。

停止時や発進時のシーンからの導出は、アイドリングストップでの燃料消費量とエンジン始動時の燃料消費量を比較し、車両システムを制御することにより、燃料消費量を抑制することができる。また、青信号に変わることをドライバーに情報提供することにより、交通流の円滑化につながることを期待できる。

1.1.2 クルマとの連携による信号制御

光ビーコンで車両から収集するプローブ情報を利活用して、効率的な信号制御を行うことにより交通による環境負荷の低減を目指す。

1. 3 システムの構成

1.3.1 信号通過支援、赤信号減速支援、発進遅れ防止支援及びアイドリングストップ支援システム

(1) システム構成図

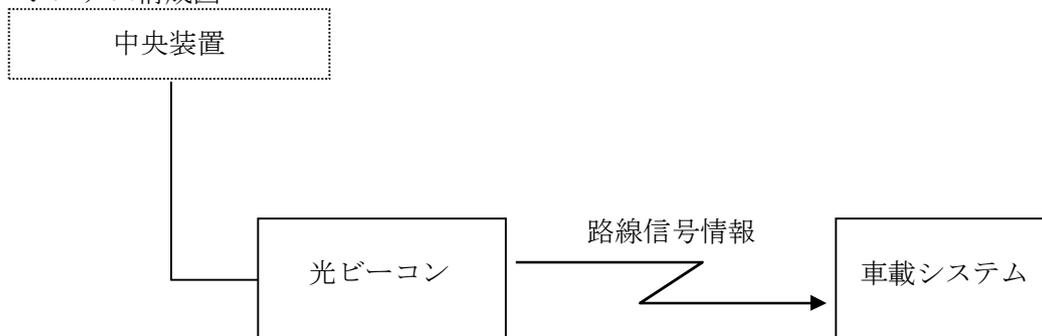


図 1.3-1 システム構成図

(2) 路車間通信のデータ

インフラから提供される主なデータは次のとおりである

通信の方向	情報	データ項目
光ビーコン → 車載システム	路線信号情報	情報有効時間、交差点位置情報、推奨速度、信号制御情報、サイクル長、青時間等

1.3.2 クルマとの連携による信号制御

(1) システム構成図

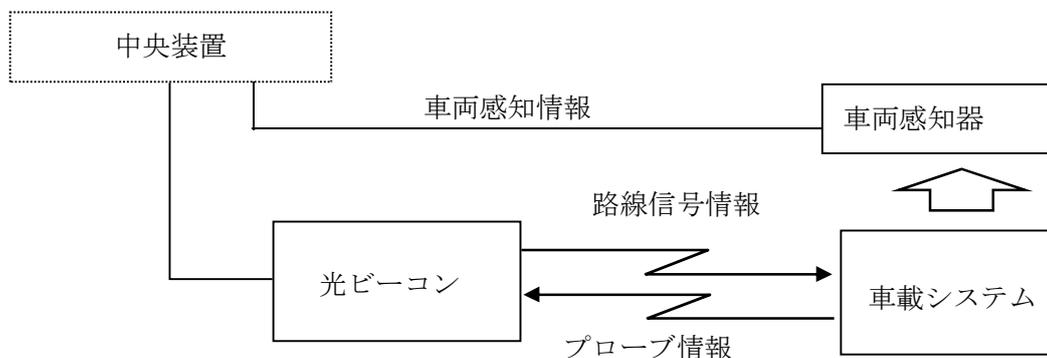


図 1.3-2 システム構成図

(2) 路車間通信のデータ

インフラ及び車載システムから提供される主なデータは次のとおりである

通信の方向	情報	データ項目
光ビーコン → 車載システム	路線信号情報	規制速度等
車載システム → 光ビーコン	プローブ情報	走行軌跡等

1. 4 各サービスの目的と支援概要

1.4.1 信号通過支援システム

(1) 目的

信号交差点において、青信号で通過できるよう走行支援情報を提供することで不要な加減速を抑制し、安全でスムーズな交差点の通過と燃費向上やCO₂排出量の削減を目的とする。

(2) 支援概要

交差点上流部に設置された光ビーコンより、路線信号情報を接近する車両に提供する。情報を受信した車両は、インフラからの提供情報と自車の走行状態（位置・速度等）に基づき、必要に応じて信号交差点を青信号で通過できるような支援を行う。

1.4.2 赤信号減速支援システム

(1) 目的

信号交差点において、赤信号で停止するときの不要な急減速を抑制し、安全でスムーズな交差点の通過と燃費向上やCO₂排出量の削減を目的とする。

(2) 支援概要

交差点上流部に設置された光ビーコンより、交差点に接近する車両に対して路線信号情報を提供する。情報を受信した車両は、インフラからの提供情報と自車の走行状態（位置・速度等）に基づき、前方交差点の信号停止線通過前に信号が赤に変わることが予測される場合に、適切なタイミングで減速を開始できるような支援を行う。

1.4.3 発進遅れ防止支援システム

(1) 目的

交差点での信号待ちにおいて、赤から青への灯色変化の見落としによる発進遅れを防ぐことで、交差点周辺の交通流の円滑化とそれに伴う環境改善を図る。

(2) 支援概要

交差点上流部に設置された光ビーコンより、交差点に接近する車両に対して路線信号情報を提供する。車両が交差点にて赤信号で停止している際、インフラからの提供情報に基づき、安全なタイミングでの前方確認等をドライバーに促すような支援を行う。

1.4.4 アイドリングストップ支援システム

(1) 目的

赤信号で停止する際に、赤信号の残時間に応じたアイドリングストップ支援を行うことでスムーズな発進操作を実現する。付加効果として短時間のアイドリングストップを抑制することによる燃費低減も期待される。

(2) 支援概要

交差点上流部に設置された光ビーコンより、信号交差点に進入/通過してくる車両に対して、路線信号情報を提供する。情報を受信した車両は、インフラからの提供情報と自車の走行状態（位置・速度等）に基づき、当該交差点での赤信号停止時間帯を予測し、不要なアイドリングストップを介入させないような支援を行う。

1.4.5 クルマとの連携による信号制御

(1) 目的

交差点を車群で通過することにより無駄な青信号時間を低減し、信号制御の効率化を図る。

(2) 支援概要

バス等の車両が規制速度で走行することにより車群を形成し、車群を車両感知器で感知すると前方の信号を車群全体が通過できるよう信号を制御する。

2 事業の取り組みの流れ

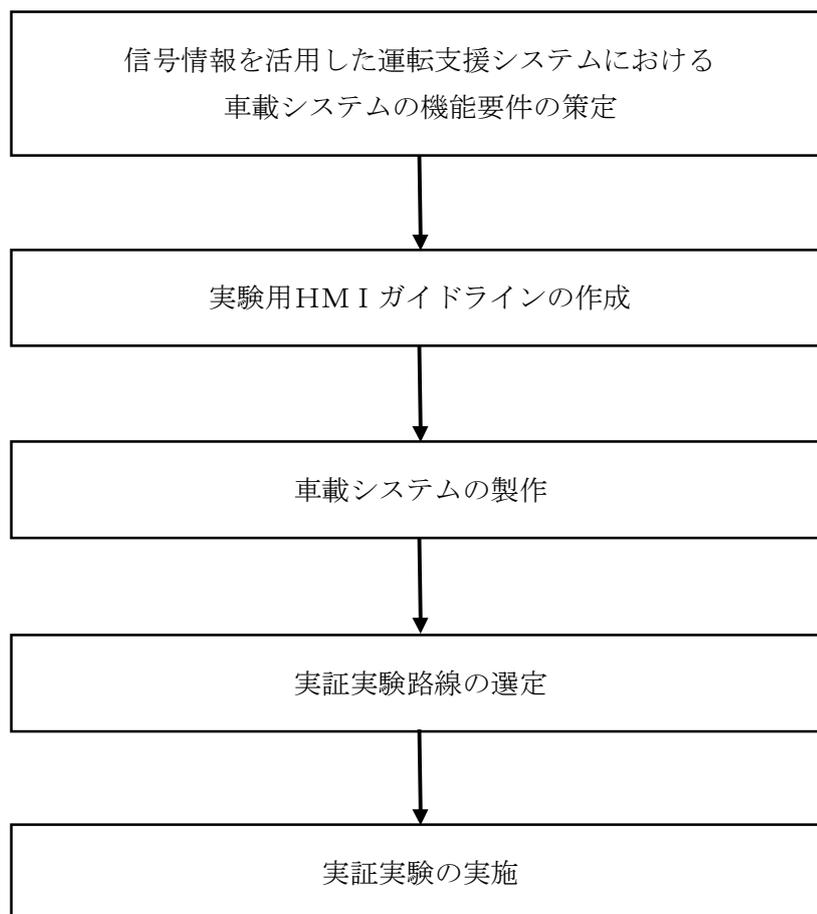


図 2-1

3 車載システムの機能要件の策定

3.1 各システムにおける車載システムの機能要件の策定

インフラから提供される路線信号情報を処理するために各システムにおける必要機能を検討し、車載システムの機能要件を策定した。

3.1.1 信号通過支援システム

(1) 基本機能

- (a) 光ビーコン通過時に自車の位置等を検出すること。
- (b) インフラのシステム稼動状態を確認すること。
- (c) 路線信号情報等光ビーコンから受信した情報と自車の走行状態も踏まえ、必要に応じてドライバーの支援を行うこと。

(2) 付加機能

- (a) 光ビーコンより、路線信号情報を受信した時点で、サービスインの判定を行うこと。
- (b) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新すること。
- (c) サービス対象道路から途中逸脱した場合や対象路線区間を通過した場合は、サービスアウトの判定を行うこと。
- (d) 走行車線、ターンシグナル状態等から、交差点での進行方向を判定すること。

(3) 車載システム処理の例

以下に、車載システム処理の例を示す。

- (a) 光ビーコン通過時に、プローブ情報等のアップリンク情報を光ビーコンに送信し、光ビーコンとの路車間通信により、路線信号情報を受信する。
- (b) 路線信号情報より、信号通過支援サービスの提供状態を判定し、サービスインを行う。
- (c) 路線信号情報より自車の位置標定を行い、自車位置から停止線までの道程距離を算出する。
- (d) 路線信号情報を受信した時点から信号残秒数のカウントダウンを行う。
- (e) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新する。また、交差点位置情報と自車の進行方向等から、サービス対象道路からの途中逸脱を検出し、途中逸脱時はサービスアウト判定を行う。
- (f) 停止線までの道程距離、走行速度、規制速度、信号灯色状態及び残秒数より、信号状態を判定する。
- (g) 交差点を青信号で通過が見込める走行速度を内部で算出し、規制速度、自車速度などから支援の必要性を判断する。
- (h) 支援の必要性があると判断した場合に走行速度情報の支援を実施する。
なお、走行速度情報として規制速度を基準とした情報提供を行う場合は、当該路線の規制速度を予めドライバーに通知しても良い。
 - ・当該路線の規制速度を著しく超過して走行するドライバーに対し、規制速度走行を促しても良い。

(4) フローチャート

車載システムにおける処理フローチャートの一例を図 3. 1-1 に示す。

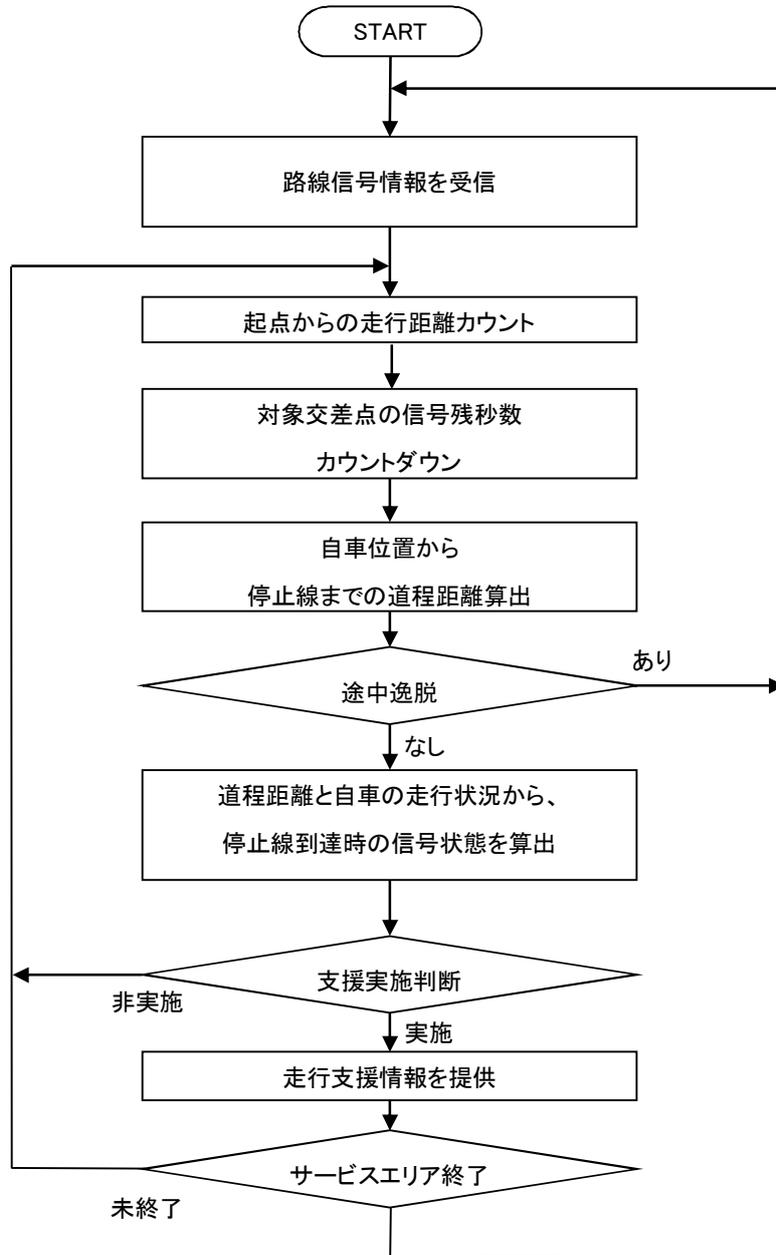


図 3. 1-1

3.1.2 赤信号減速支援システム

(1) 基本機能

- (a) 自車の走行情報として、位置等を検出すること。
- (b) インフラのシステム稼動状態を確認すること。
- (c) 路線信号情報など光ビーコンから受信した情報と自車の走行状態も踏まえ、必要に応じてドライバーに支援を行うこと。

(2) 付加機能

- (a) 光ビーコンより、路線信号情報を受信した時点で、サービスインの判定を行うこと。
- (b) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新すること。
- (c) サービス対象道路から途中逸脱した場合や対象交差点を通過した場合は、サービスアウトの判定を行うこと。
- (d) 走行車線、ターンシグナル状態等から、交差点での進行方向を判定すること。
- (e) ドライバーが赤信号を見落とししていると判断できる場合には赤信号見落とし防止支援を行う。

(3) 車載システム処理の例

以下に、車載システム処理の例を示す。

- (a) 光ビーコンとの通信により、路線信号情報を受信する。
- (b) 赤信号減速支援サービスの提供状態を判定し、サービスインを行う。
- (c) 自車の位置標定を行い、自車位置から各信号交差点の停止線までの道程距離を算出する。
- (d) 情報を受信した時点から各交差点の信号残秒数のカウントダウンを行う。
- (e) 位置標定後の移動距離を算出し、各信号交差点の停止線までの道程距離を更新する。
- (f) 自車前方の各信号交差点の停止線までの道程距離、自車速度、信号灯色状態及び残秒数等より、自車が停止線に到達する時点での信号状態を逐次予測する。
- (g) 自車が信号停止線に到達する時点で信号が赤であると予測される交差点が存在する場合、その最寄りの交差点の停止線までの道程距離、自車速度等から適正な減速度、減速開始タイミングを判定する。
- (h) 判定結果とドライバーの運転操作状況から支援の必要性があると判定した場合、支援を実施する。
- (j) インフラからの提供情報と自車の進行方向等から、サービス対象道路からの途中逸脱を検出し、途中逸脱時はサービスアウト判定を行う。

(4) フローチャート

車載システムにおける処理フローチャートの一例を図 3. 1-2 に示す。

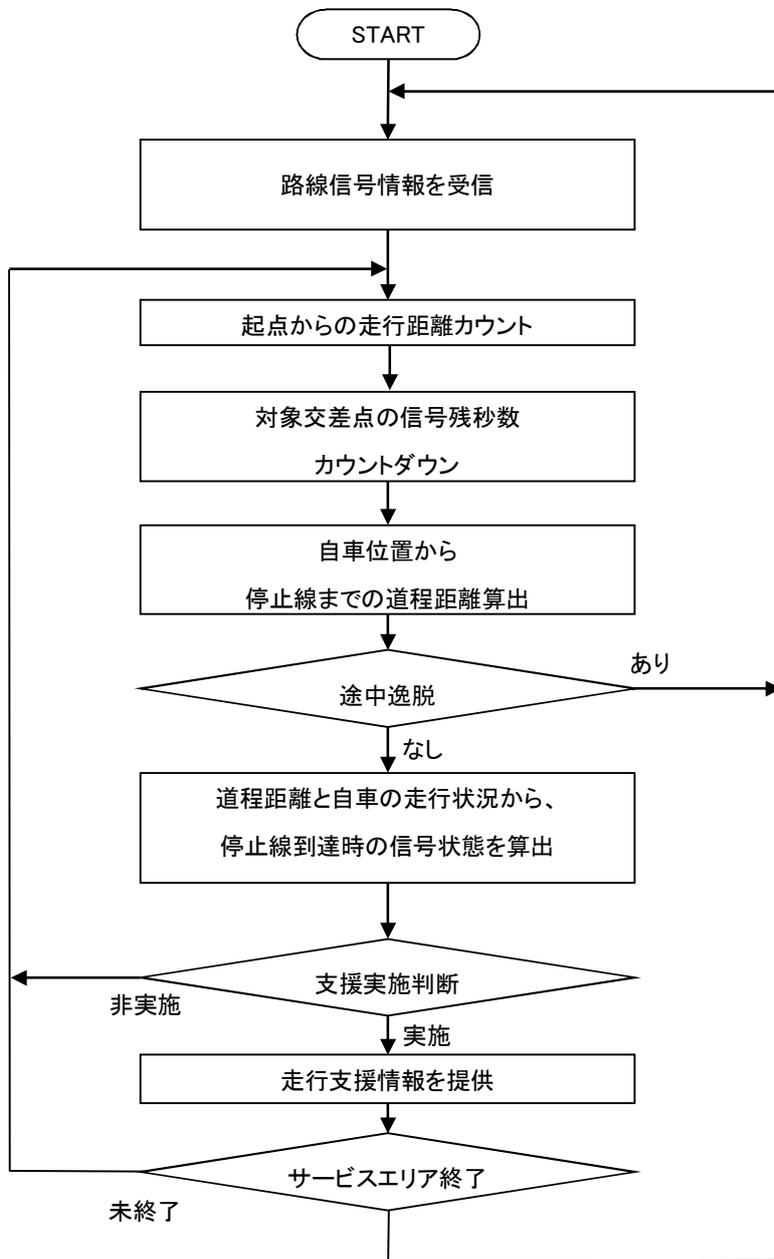


図 3. 1-2

3.1.3 発進遅れ防止支援システム

(1) 基本機能

- (a) 自車の走行情報として、位置等を検出すること。
- (b) インフラのシステム稼動状態を確認すること。
- (c) 自車が赤信号で停車している場合において、信号の赤現示が終了する前の安全なタイミングでドライバーに対して前方確認を促す等の支援を行うこと。その際、ドライバーが見切り発進を行わないように配慮すること。

(2) 付加機能

- (a) 光ビーコンより、路線信号情報を受信した時点で、サービスインの判定を行うこと。
- (b) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新すること。
- (c) サービス対象道路から途中逸脱した場合や対象交差点を通過した場合は、サービスアウトの判定を行うこと。
- (d) 走行車線、ターンシグナル状態等から、交差点での進行方向を判定すること。
- (e) 前方確認を促す支援を行う前に、ドライバーが見切り発進を行わないよう配慮しながら、おおよその赤信号残秒数を通知してもよい。

(3) 車載システム処理の例

以下に、車載システム処理の例を示す。

- (a) 光ビーコンとの通信により、路線信号情報を受信する。
- (b) 発進遅れ防止支援サービスの提供状態を判定し、サービスインを行う。
- (c) 自車の位置標定を行い、自車位置から停止線までの道程距離を算出する。
- (d) 信号情報を受信した時点から信号残秒数のカウントダウンを行う。
- (e) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新する。
- (f) 停止線までの道程距離、自車速度、信号灯色状態及び残秒数より、信号状態を判定する。
- (g) 信号状態より、赤かつ十分な残秒数があると判定された場合、停止線までの道程距離、自車速度等より支援の必要性を判定する。
- (h) 支援の必要性があると判定した場合、支援タイミングを決定する。
- (i) インフラからの提供情報と自車の進行方向等から、サービス対象道路からの途中逸脱を検出し、途中逸脱時はサービスアウト判定を行う。

(4) フローチャート

車載システムにおける処理フローチャートの一例を図 3. 1-3 に示す。

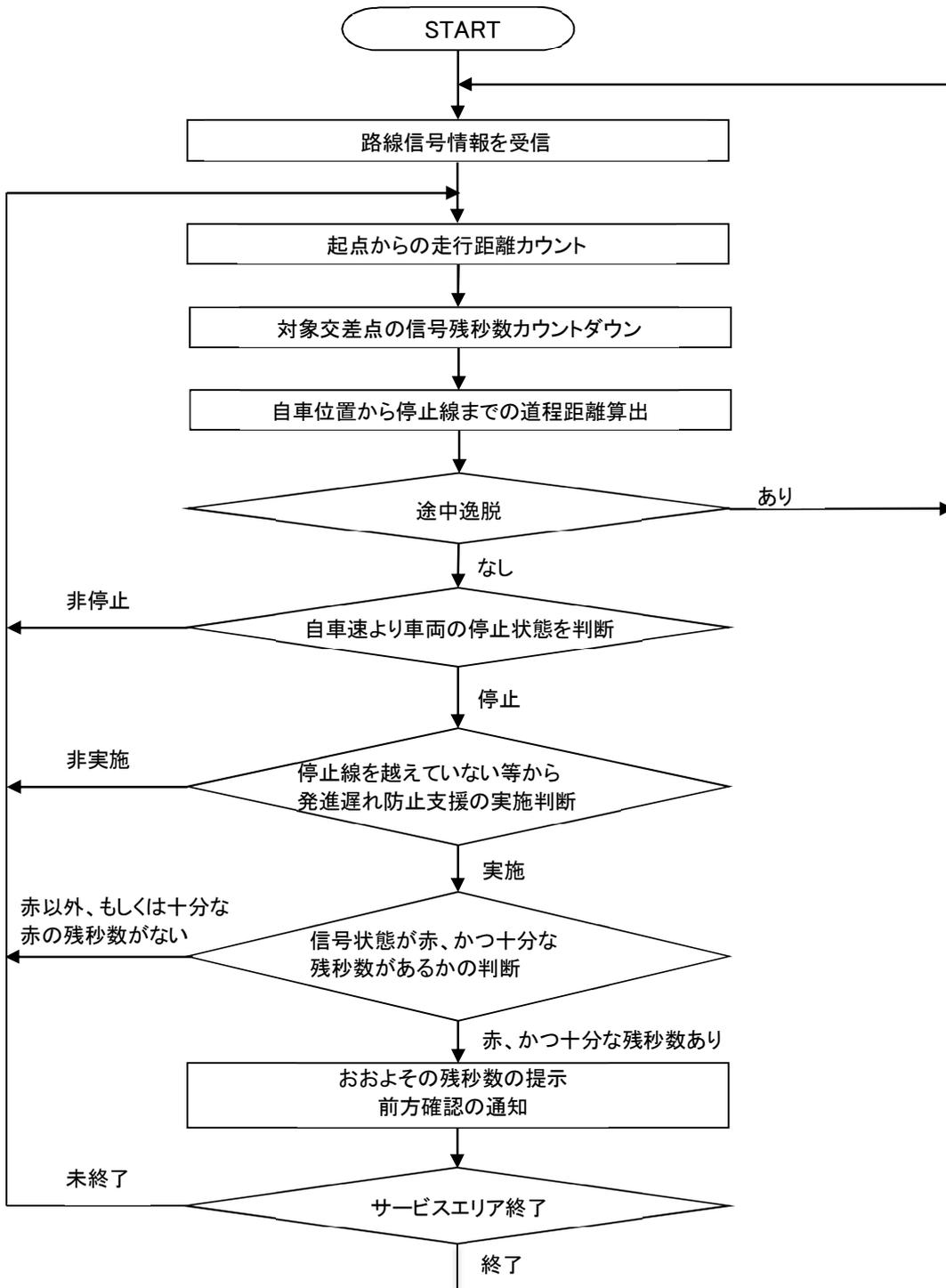


図 3. 1-3

3.1.4 アイドリングストップ支援システム

(1) 基本機能

- (a) 自車の走行情報として、自車の位置等を検出すること
- (b) インフラのシステム稼動状態を確認すること
- (c) 路線信号情報など光ビーコンから受信した情報と自車の走行状態も踏まえ、必要に応じて支援を行うこと

(2) 付加機能

- (a) 光ビーコンより、路線信号情報を受信した時点で、サービスインの判定を行うこと
- (b) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新すること
- (c) サービス対象道路から途中逸脱した場合や対象交差点を通過した場合は、サービスアウトの判定を行うこと
- (d) 走行車線、ターンシグナル状態等から、交差点での進行方向を判定すること

(3) 車載システム処理の例

以下に、車載システム処理の例を示す

- (a) 光ビーコンとの通信により路線信号情報を受信する。
- (b) アイドリングストップ支援サービスの提供状態を判定し、サービスインを行う。
- (c) 自車の位置標定を行い、自車位置から停止線までの道程距離を算出する。
- (d) 情報を受信した時点から赤信号時間帯を算出する。
- (e) 位置標定後の移動距離を算出し、停止線までの道程距離を更新する。また、自車の進行方向等から、サービス対象道路からの途中逸脱を検出し、途中逸脱時はサービスアウト判定を行う。
- (f) 停止線からの道程距離、自車両の速度、ブレーキペダル操作等の情報から、自車が信号交差点での停車中か停車直前か等の判定をする。
- (g) 赤信号時間帯と自車の走行状態等から、停車時間が十分短いと判断した場合は、アイドリングストップ機能を作動させない方が良いと判断する。
- (h) 支援の必要性があると判断した場合、支援(注)を実施する。

注) 支援の形態としては、1) ドライバーへのアイドリングストップの推奨情報の提供、2) アイドリングストップ制御の非介入などが考えられる。

(4) フローチャート

車載システムにおける処理フローチャートの一例を図 3. 1-4 に示す。

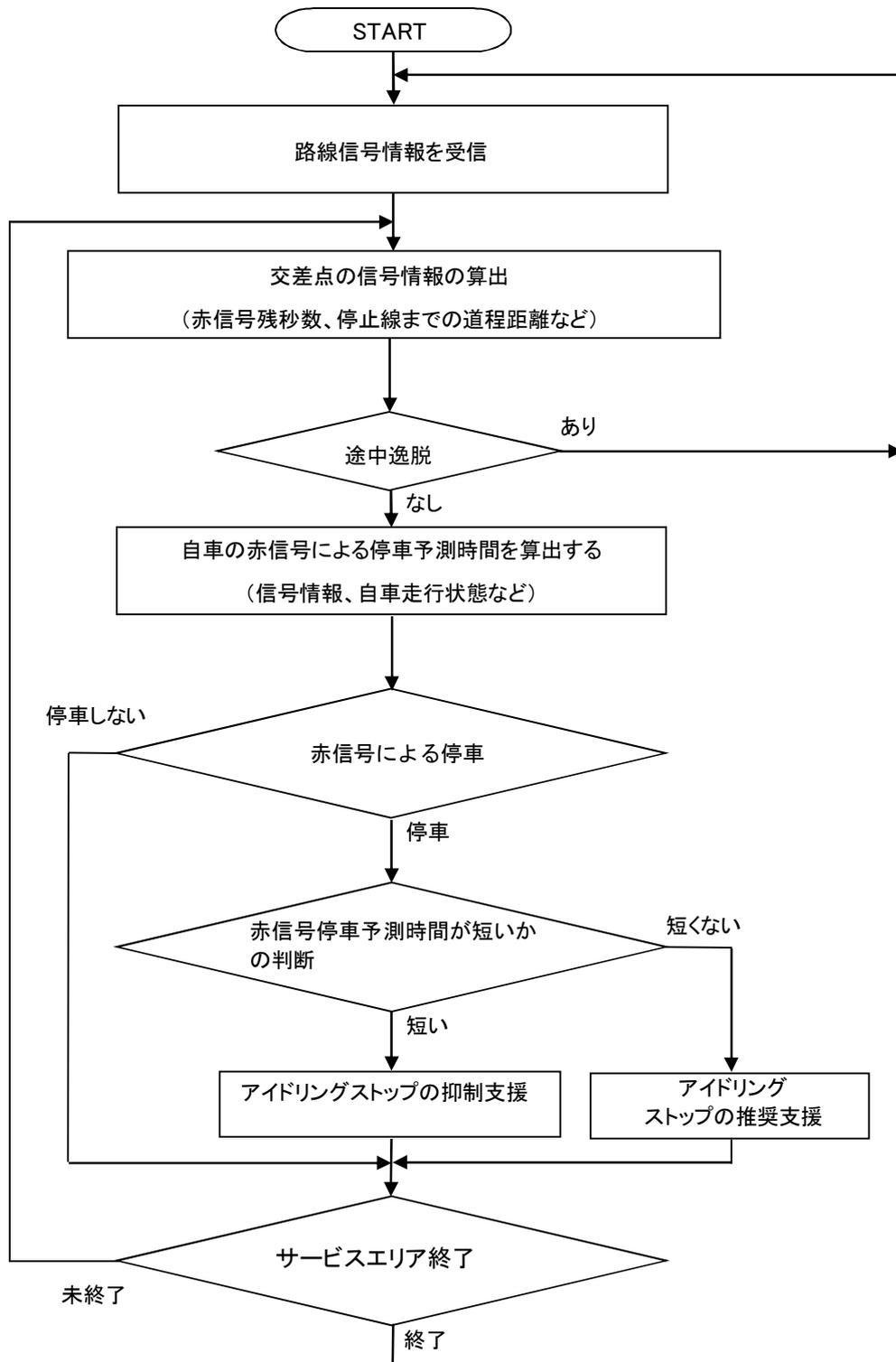


図 3. 1-4

3.1.5 クルマとの連携による信号制御

(1) 基本機能

- (a) 光ビーコン通過時に、プローブ情報を光ビーコンに送信し、光ビーコンから路線信号情報を受信する。
- (b) 路線信号情報など光ビーコンから受信した情報と自車の走行状態も踏まえ、必要に応じてドライバーの支援を行うこと。

(2) 付加機能

- (a) インフラのシステム稼動状態を確認すること。

(3) 車載システム処理の例

以下に、車載システム処理の例を示す。

- (a) 測位衛星等により自車位置を計測する。
- (b) 一定時間ごとに自車位置情報を蓄積する
- (c) 光ビーコンとの通信により、蓄積した自車位置情報を光ビーコンへ送信する。
- (d) 路線信号情報を受信する。
- (e) 規制速度情報をドライバーに表示する。

(4) フローチャート

車載システムにおける処理フローチャートの一例を図 3.1-5 に示す。

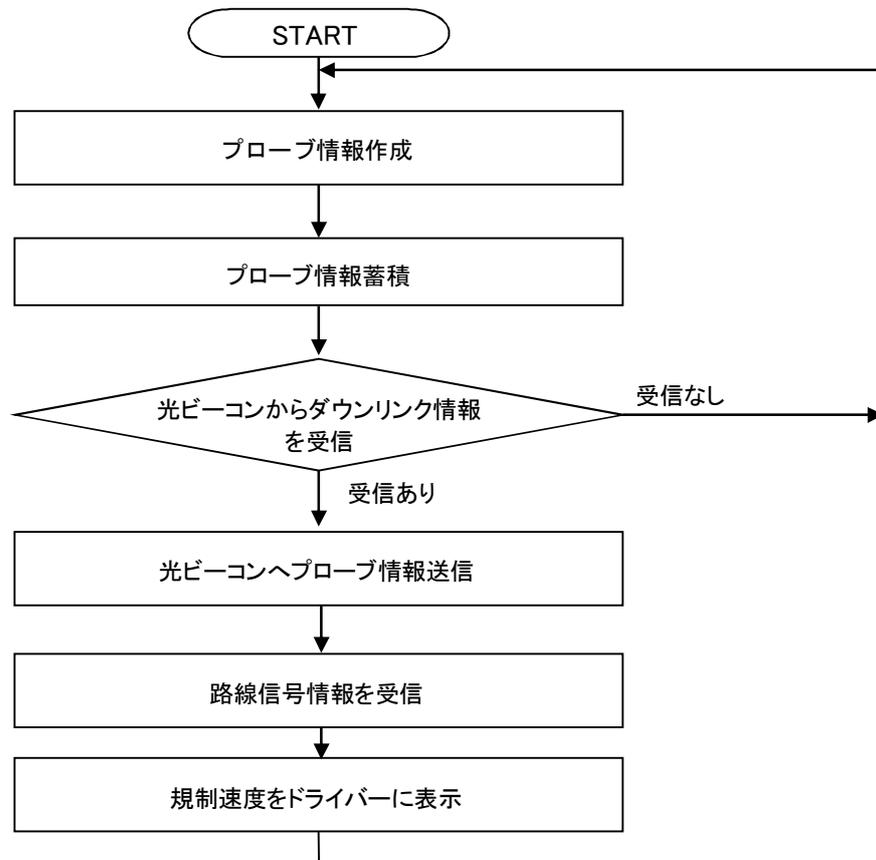


図 3.1-5

4 実験用HMIガイドラインの策定

車載システムの処理ロジックやHMIは、カーメーカー各社の既存の運転支援システムとの整合が必要なことから実験システムの段階で統一版を一つ共通で作るのは難しい。しかしながら、実験を行うにあたり不安全にならぬようなHMIにする必要があり、信号情報のリアルタイム活用に関するHMIガイドライン素案を策定する。

HMIガイドライン素案によりHMIの設計を行い、設計上の観点からガイドライン素案の再検討を行う。関係者の意見聴取後、実験用HMIガイドラインを策定する。

4.1 HMIガイドライン素案の策定

各種既存HMIガイドラインの調査結果を踏まえ、HMIガイドライン素案を策定した。策定における具体的検討項目については、

- ・ 作動状況等の確認
- ・ 分かりやすい情報伝達
- ・ 確実な情報伝達
- ・ 過信・不信の防止
- ・ システムの故障に対する対応
- ・ 不安全行動の阻止

等に重点をおいて検討した。

なお、既存の関連資料として以下のものを参照、引用した。

[引用資料]

- (1) 「インフラ協調による安全運転支援システムに係るHMIの配慮事項について (案)」
— ASV推進検討会 —
- (2) 「安全運転支援システム (DSSSレベルII) システム定義書 ー光ビーコン編ー」
— 安全運転支援システム (DSSS) 有識者懇談会 —
- (3) 「画像表示装置の取り扱いについて 改訂第3.0版」
— (社) 日本自動車工業会 —
- (4) 「信号情報活用運転支援システム システム定義書」
— (一社) UTMS協会 —

4.2 HMIガイドライン素案の評価・検討

- ・ 各実験実施者は、HMIガイドライン素案を基に車載システムのHMIの設計を行った。
- ・ 設計上の観点からHMIガイドライン素案の評価・再検討を行い、実験用HMIガイドライン案を策定した。

4.3 実験用ガイドラインの策定

- ・ 実験用ガイドライン案についてカーメーカー、カーナビメーカー参加の検討部会で意見聴取を行った。
- ・ 提出された意見等を基に必要な修正を行い、実験用ガイドラインを策定した。
(添付資料3参照)

5 車載システムの製作

実験用HMIガイドラインを踏まえて車載システムを開発し、試験車両の構築を実施した。各地域に共通するシステムのHMIについては、交通環境の違いを評価するためHMIガイドラインに基づき基本的信号処理手順を同様なものとしている。各地域の開発対象システムを表5-1に示す。

表5-1 各地域の開発対象システム

開発対象システム	神奈川地区	群馬地区	愛知地区
信号通過支援システム	○	○	○
赤信号減速支援システム	○	○	○
発進遅れ防止支援システム	○		○
アイドリングストップ支援システム			○
クルマとの連携による信号制御システム	○		

神奈川、群馬及び愛知の各地区において、実証実験で使用する車載システムの仕様策定、製作、機能検証、実験車両への実装及び実験車両による機能動作試験を行った。

5.1 神奈川地区

5.1.1 車載システムの仕様策定

(1) 一般車用車載システム

(a) 設計条件

一般車用車載システムは、今後普及が予想される発話型ETC2.0車載器と共通ハードウェア構成とし、商品力向上と交通流円滑化サービス実現の両立化を図る構成を設計条件とした。

(b) ハードウェア構成

一般車用車載システムは、発話型ETC2.0車載器を基本構成として、そこに高度化光ビーコンアンテナを追加し、本体、GPS/DSRCコンボアンテナ、高度化光ビーコンアンテナの3点で構成され、モニター参加者でも取り付けし易くするよう、バス・タクシー用車載システムと同様に、単独で動作可能で、電源供給もACC, GNDの2線タイプとした。

(c) ソフトウェア構成

一般車用車載システムは、信号通過支援システム、赤信号減速支援システムのほかDSSS、ETC2.0の音声サービスを提供する機能に加えてプローブ情報をアップリンクする機能を具備する。

(2) バス・タクシー用車載システム

(a) 設計条件

バス・タクシーは、既に搭載されている電子機器が多く、車載システムはコンパクトで装着性が優れたものである必要がある上、低コストに対しての要請も強い。これら特徴や制約を踏まえ、信号制御高度化への適用を目的に、廉価、コンパクトで、アップリンク機能に特化させた車載システムを設計条件とした。

(b) ハードウェア構成及び構造

バス・タクシー用車載システムは、本体、GPS アンテナ、高度化光ビーコンアンテナの3点で構成され、単独で動作するため、電源供給のみで作動可能である。電源はタクシーとバスでハードウェアを共用できるよう、12/24V 両対応タイプとし、かつ、配線工事の簡便化、ミスの低減を狙い、ACC, GND の2線タイプとした。

(c) ソフトウェア構成

バス・タクシー用車載システムは、自車位置を GPS アンテナで6秒毎に測位、プローブ情報を本体処理部で保持し、光ビーコンからの送信要求に従い、プローブ情報のアップリンクを行う機能とした。

5.1.2 車載システムの製作

一般車用車載システムを20台、バス・タクシー用車載システムを85台（予備5台を含む）、製作した。その他、今回新規開発する一般車用車載システムの機能確認用に5台、今季タイミングズレ計測実験に備え一般車用車載システムにPC接続などの機能拡張したものを3台製作した。

図 5.1-1 に、車載システム一覧を示す。

種類	バス・タクシー用車載システム	一般車用車載システム
構成		
電源	ACC(12/24V)、GND	ACC(12V)、GND
アップリンク	固定ID、サブシステムキー有	固定ID、サブシステムキー無
信号交差点走行支援サービス		発進遅れ防止支援
		信号通過支援
		赤信号減速支援
信号制御の高度化	車群信号制御	

図 5.1-1 車載システム一覧

5.1.3 車載システムの機能検証

高度化光ビーコン車載システムは、路車連携のシステムとしてサービス提供を行うものであり、単体での動作確認内容は限られる。そこで、システム全体での機能検証は車載システムメーカー、交通管制センター処理メーカーと共同で実施した。

(1) 一般車用車載システム

車載システムを搭載するのは対象地域に勤務する社員車であるため、機能検証用に、実験実施会社の実験車両に機能確認用車載システムを搭載し、信号タイミングズレを計測する既インフラ設置路線にて実施した。

実施結果に基づき、サービス提供タイミング、サービスアウト地点、サービス提供交差点が連続する場合のサービス提供回数フィルタリング等、各種チューニングを行なった。その結果を受け、モニター用に配布する一般車用車載システムのプログラムの焼き込みを行うようにした。

(2) バス・タクシー用車載システム

車載システムを搭載するタクシーやバスは、業務車両として運用されており、機能検証のために長時間の貸借は不可能である。そのため、同等モデルを実験実施会社の実験車両に仮搭載して実施した。一方、単体テストは、タクシーやバスに車載システム実装時毎にも実施した。

5.1.4 車載システムの試験車両への実装

(1) 一般車用車載システム

モニター対象者は対象地域に勤務する実験実施会社の社員とし、約 20 名の参加者を募り決定した。

車載システムの実装や単体テストは社員各自が実施した。

開発用に機能拡張した車載システムは、実験実施会社の実験車両や、タイミング実験計測用車両に実装した。本車載システムは、HMI 出力部は組み込みナビゲーションシステムを用い、本体は容易に脱着できる構造として実装した。

(2) バス・タクシー用車載システム

実装は、合計約 80 台と台数も多く、また業務用車両であるため、外部の専門業者に作業委託し実施した。

5.1.5 試験車両による機能動作試験

次年度の実験で用いる路側インフラは未設置であるため、今回の機能動作試験では実験実施会社の事業所近隣にある既存光ビーコンを用いて、機能確認を実施した。

・ アップリンクデータの確認

実際にバス・タクシー用車載システムを実装した車両を走らせ、アップリンクしたプローブ情報を光ビーコンで受信し、交通管制センター側の処理で地図上にプロットすることにより確認した。

確認内容はアップリンク情報がデータフォーマット通りかどうか、データ内容に矛盾がないか、一方、受信されたデータがアップリンクデータと同一か、正しくデコードできたか、等である。

図 5.1-2 は、実際にバス・タクシー用車載システムを実装した車両を走らせ、アップリンクした点列データを、路インフラで受信しセンター側処理で地図上にプロットした例である。水色は 6 秒毎の GPS 測位点、黄色は減速等のイベント点である。走行軌跡が正しくプロットされていることが判る。

データは、アップリンク仕様に従い、最大 16 フレームアップリンクされ、正常にデコード処理ができています。



図 5.1-2 点列データを、路インフラで受信しセンター側処理で地図上にプロットした例

5. 2 群馬地区

5.2.1 車載システムの仕様策定

(1) ハードウェア仕様

信号情報のリアルタイム活用による支援機能が、従来の各種装備を備えた乗用車に追加・統合される商品イメージを想定し、現在市販されている車両のHMIと統合した形で実証実験が可能となるように仕様を策定した。

具体的には、表示先としてインストルメントパネル中央に設置されているMFD（マルチファンクションディスプレイ）部分を用いる。表示するHMIは、車載コンピュータで表示画面を作成することで、コンピュータのソフト変更でHMI仕様を柔軟に変更が可能となる。表示デバイスは、屋外での使用に耐えられる高輝度の液晶パネルで、音声出力にも対応可能なスピーカー一体型のものへの置き換えを行った。

追加した支援機能の表示HMIは、既存のコンテンツと容易に切り替えられることを設計条件とした。具体的には、既存のMFD操作スイッチの変化を、USB経由で車載PC内にキーボード操作として取り込む。HMI表示ソフトでは、実証実験に向け作成した信号情報活用による支援表示画面に加え、既存のコンテンツを再現し、スイッチ操作により切り替えを可能とする。既存のコンテンツ用の情報はメーターECUより直接車載PC上に取り込む。また、既存コンテンツ上に、支援内容の割り込み画面をブレンドして挟むことが可能であり、従来の機能と統合を想定して、機能評価が可能である。

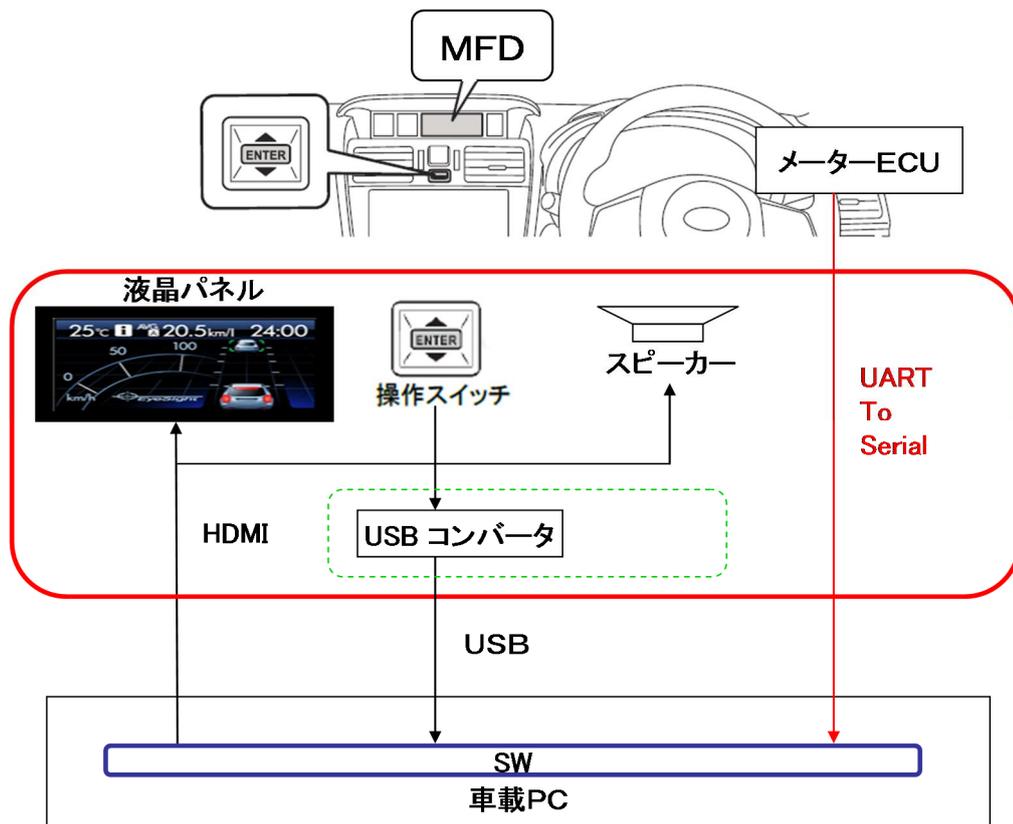


図 5.2-1 ハードウェア仕様

(2) ハードウェア構成

ハードウェアは、商品化の際にベース車両に追加する専用ユニットを想定した車載機と、この車載機に接続される光ビーコンアンテナおよびGPSアンテナで構成される。

光ビーコンアンテナは、路側設置された光ビーコン下を通過時に、車両プローブ情報をアップリンクすることで、路線信号情報をダウンリンクする。このアップリンク情報を作成するため、車載機にはGPSアンテナを接続しており、信号機に対する自車位置特定用としても用いることができる。

車載機では、光ビーコン受信データを解析し、停止線位置、信号サイクル情報等の必要なデータを取得する。取得された情報から、光ビーコンの下流に設置された信号に到達する際の灯色を予測し、各種支援機能の動作判定を行う。判定の結果、動作させる支援機能に応じて、HMI表示内容を決定し、表示画面作成を行う車載PC上のソフトへの指示を、CAN通信を介して行う。

車載PCでは、車載機より指示された内容に応じて、HMI表示内容を作成し、表示デバイス上に表示する。車載機と車載PCの通信周期は、支援タイミングに遅延が生じないように考慮して設定した。

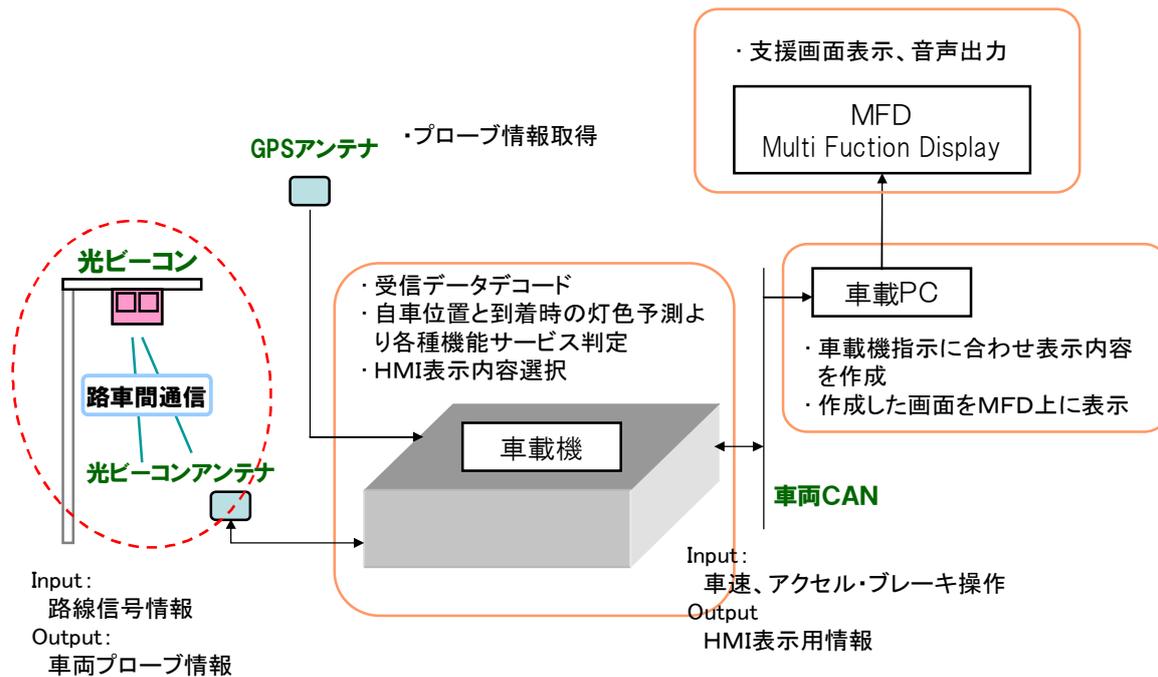


図 5.2-2 ハードウェア構成

(3) ソフトウェア構成

ソフトウェアは、各 I/F の通信制御を行う A P I で構成されるミドルウェアと、実際の支援処理を行うアプリケーションで階層を分けられる。

G P S による走行軌跡データからプローブ情報を生成する部分は、ミドルウェア内で処理が行われる。路線信号情報を元に支援処理を行うアプリケーション部分と分離し、実証実験の過程でアプリケーションの仕様に変更を行う場合にもプローブ情報処理に影響が出ないよう配慮されている。但し、送信したプローブ情報は、アプリケーションから A P I を用いて確認することができ、データ記録等を行うことが出来る。

各種支援アプリケーション				ソフトウェア
メインタスク				
CAN送受信	光ビーコン送受信	GPS受信	データ記録	ミドルウェア
CAN	光ビーコン	GPS,ジャイロ, etc	USB	

図 5.2-3 ソフトウェア構成

5.2.2 車載システムの製作

車載機は、実証実験の車両2台に合わせ2機製作した。表示HMIについても、実験車両の既存MFD部分を改造したものを2機製作した。

5.2.3 車載システムの機能検証

信号情報のリアルタイム活用による支援システムは、インフラとの連携によって機能することから、車載システム単体での機能検証ではなく、試験車両に車載システムを搭載した状態で機能動作試験を行った。車載システム単体では通電チェック等の基礎的な検証のみを行った。

5.2.4 車載システムの試験車両への実装

車載機は車両後部のトリム内に設置し、GPSアンテナおよび光ビーコンアンテナのハーネスもトリム内に格納することで、ベースとなる車両からの外観上の差異が無いように配慮した。GPSアンテナは受信環境として有利となるルーフ上に設置した。光ビーコンアンテナは、ワイパーによる払拭によってフロントガラス越しに光ビーコンとの赤外光の送受信が可能となるダッシュボード上に設置した。HMIについては、前述のMFD部分に新たにモニターを組み込むにあたって、車両側のエアコンダクトに改修が必要となったが、剛性及び冷暖房性能に特段の影響が無いことを確認した。



図 5.2-4 アンテナ設置状況及びHMI設置状況

5.2.5 試験車両による機能動作試験

実証実験対象路線に対する高度化光ビーコンインフラの整備が2014年度末であり、車載シス

テムの機能検証に間に合わなかったことから、既に高度化光ビーコンが整備されている実験実施会社事業所周辺の路線で機能検証を行った。

確認項目は、光ビーコンからの情報が規格に則ったデータとしてデコードできているか、表示HMIに意図したコンテンツが表示されるか、ソフトウェアが正常に実行され信号通過支援システム及び赤信号減速支援システムのアプリケーションが動作可能な状態にあるか、等である。

製作した車載システムの確認のため、東八道路の東側に、往復それぞれ2カ所、計4カ所に設置された、高度化光ビーコンを用いた。



図 5.2-5 機能動作試験場所

図 5.2-6 に受信データログを示す。大区分IDを先頭として、受信した一連のデータ毎に収められた形式で示されている。現在位置情報を示すID=1の後に、路線信号情報を示すID=31のデータが取得できていることがわかり、正常に受信が行われていることがわかる。

次に、図 5.2-7 に受信データを、アプリケーション規格に基づき、解析した結果を示す。受信したデータには、規格通りのサイズで情報が含まれており、データの抜け、異常値等はないことが確認できた。

加えて、図 5.2-8 に受信したデータを用いて、動作する支援機能を選択し、HMI上に表示した画像をキャプチャした。次に向かう信号が青信号で通過可能な状態にあり、さらに一つ先の交差点では、到達時に赤信号であることが予測され、道が赤く表示されている。これは、交差点区間が短い場合に、先の信号に対する判定も示した結果であり、アプリケーションが正しく動作して、意図したコンテンツが表示されることが確認できた。

```

...
01 81 00 00 0D 50 67 00 00 0D 50 67 1A 3F 00 13 8C 84 10 6B 05 AC 20 CF 00 00 00 00 08 00 45
6C 48 2C 46 3B 4F 29 08 00 4C 6E 3A 6A 48 2C 48 28
1E 81 00 00 0D 0F A4 B3 A2 11 0D 0F A4 B3 A2 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 22 10 00 01
    大区分 I D = 3 1  路線信号情報
01 81 00 00 0D 54 C5 00 00 0D 54 C5 1C 34 00 13 8C 84 13 2D 05 4C 21 B1 00 00 00 00 08 00 45
6C 48 2C 46 3B 4F 29 08 00 39 52 36 75 38 26 41 30 00 F0 00 00
1F 82 00 00 08 AB FF 03 E8 EE 8B 11 B3 05 8C 84 13 59 05 48 00 00 00 21 8C 84 13 2D 05 4C 00
00 00 00 3C 00 FF FF FD DA 01 41 07 80 78 00 00 00 04 F0 4F FF FF FF 8C 84 14 30 05 50 00 00
01 15 8C 84 13 59 05 48 00 00 00 21 3C 00 FF FF FD D0 01 41 07 80 78 00 00 00 04 F0 4F FF FF
FF 8C 84 14 CD 05 55 00 00 01 C1 8C 84 14 30 05 50 00 00 01 15 3C 00 FF FF FA 4C 03 01 08 70
87 00 00 00 04 40 44 FF FF FF 01 08 30 83 00 00 00 04 20 42 FF FF FF 41 07 80 78 00 00 00 03
C0 3C FF FF FF 8C 84 16 3F 05 48 00 00 03 62 8C 84 14 CD 05 55 00 00 01 C1 3C 00 FF FF FE CA
01 41 08 40 84 00 00 00 03 F0 3F FF FF FF 8C 84 16 E4 05 40 00 00 04 10 8C 84 16 3F 05 48 00
00 03 62 32 00 FF FF FD 4E 01 41 08 40 84 00 00 00 02 70 27 FF FF FF
...

```

図 5.2-6 光ビーコン受信データログ

```

#####
Packet Star Address: 000001a0:0c
Packet: Number=6 Size=300
Kind of Log: 4(受信光ビーコン路車間情報)
#####
Kind of V2Xdata:現在位置情報
V2X Service data: Number=1 Size=48 AMIS ID: 81

Kind of V2Xdata:高度化光ビーコン路線信号情報
V2X Service data: Number=2 Size=240 AMIS ID: 82

基準点からの経過時間: 221.9 秒
基準点とデータ生成時刻の差: 100.0 秒
情報有効時間: 情報有効時間 1: -446.9 秒 情報有効時間 2: 453.1 秒
格納交差点数:5
交差点路線信号情報
  交差点位置情報
    2次メッシュ座標 533944 正規化座標 X座標:4953Y座標:1352 高度:0 停止線までの道程距離:33
  上流交差点位置情報
    2次メッシュ座標 533944 正規化座標 X座標:4909 Y座標:1356 高度:0 停止線までの道程距離:0
  推奨速度 変動無し 60km/h
  信号制御補足情報 オフセット乗り換え サイクル開始時点
                    スプリット制御 オフセット更新まで固定
  サイクル情報開始までの経過時間: -55.0 秒
  サイクル情報数:1
    サイクル情報利用区分 :最終サイクル 以降継続
  適用サイクル数:1
  サイクル長 (最小) :120 サイクル長 (最大) :120
  青開始時間 (最小) :0 青開始時間 (最大) :0
  青終了時間 (最小) :79 青終了時間 (最大) :79
  . . .

```

図 5.2-7 受信データログ解析結果

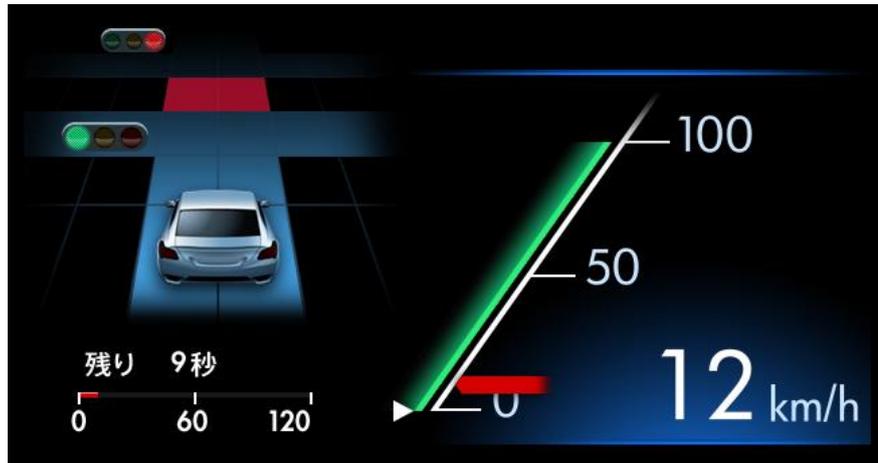


図 5.2-8 HMI 表示キャプチャ

なお、光ビーコン通過時に想定される、以下2点のユースケースについて、ビーコン受信へ

の影響を確認した。

- ・ 光ビーコンと受信機間の遮蔽物となる、ワイパー動作による影響の確認
- ・ ビーコン下通過時に、車線変更を余儀なくされ、車線毎に設定されたビーコンに対し、車線間を通過した場合の影響の確認

それぞれのユースケースを再現し、実際に光ビーコン受信の状態を確認した。結果、どちらも受信への影響は確認できず、試験への影響は無いことが示された。

表 5.2-1 ワイパー作動、車線変更時の受信確認結果

ユースケース	受信失敗回数／試行回数
ワイパー動作	0 / 30
車線変更	0 / 20

5.3 愛知地区

5.3.1 車載システムの仕様策定

(1) 車載システムの構成

車載システムの構成を図 5.3-1 に示す。

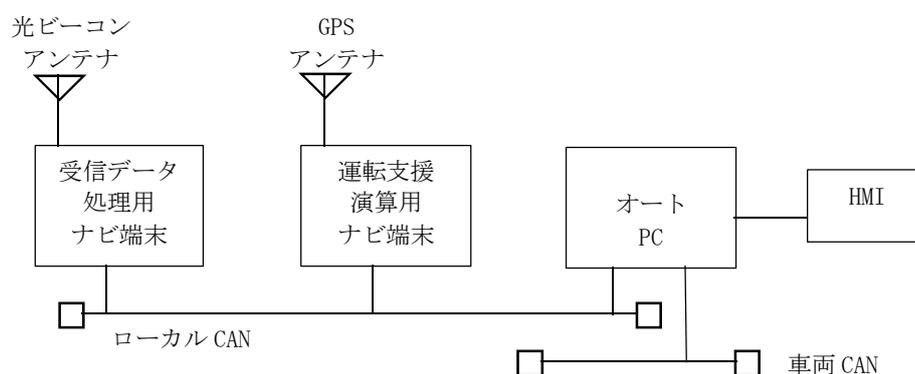


図 5.3-1 システム構成図

(2) 受信データ処理用ナビ端末

本ナビ端末は、高度化光ビーコンから配信されるデータを光ビーコンアンテナ経由で受信処理し、ローカル CAN に出力する。

(3) 運転支援演算用ナビ端末

本ナビ端末は、以下のデータを取得する。

- ①GPS データ
- ②高度化光ビーコン配信データ
(受信データ処理用ナビ端末が出力したものをローカル CAN から取得)
- ③車両 CAN データ
(オート PC が出力したものをローカル CAN から取得)

上記のデータを活用し、次の交差点を青で通過するための推奨速度や、赤信号で減速すべきタイミングなどの演算を行う。演算結果は、ローカル CAN に出力する。

(4) オート PC

車両 CAN データを取得し、運転支援に必要なデータを、運転支援演算用ナビ端末が取得できるようにローカル CAN に出力する。

また、運転支援演算用ナビ端末の演算結果をローカル CAN から取得し、この結果をもとに HMI 出力可否の判断を行う。HMI 出力の必要がある場合、HMI 出力を行う。

(5) HMI

信号情報活用運転支援システムの HMI は、ドライバーの視線移動が少ないことが望ましい。そのため、将来はヘッドアップディスプレイに出力することを想定し、本実験で使用する試験車には、運転席前のダッシュボード上に 4 インチのディスプレイを設置することとした。



図 5.3-2 HMI 用ディスプレイ

5.3.2 車載システムの製作

事業費削減のため、既存の資産を可能な限り流用し、新たに必要となる範囲のみ製作した。製作範囲は、受信データ処理用ナビ端末と光ビーコンアンテナ、運転支援演算用ナビ端末と GPS アンテナ。(図 5.3-3 太点線内)

実証用に試験車両を 2 台準備するため、2 式の車載システムを製作した。

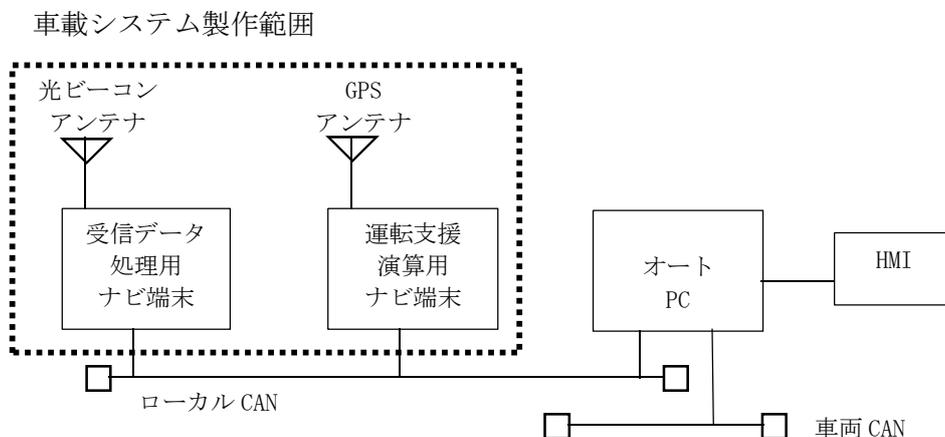


図 5.3-3 車載システム製作範囲

5.3.3 車載システムの試験車両への実装・機能動作試験

製作した車載システムを試験車両に実装し、愛知県豊田市の高度化光ビーコン設置路線を走行。車載システムが正常に動作することを確認した。

6 実証実験の事前調査

6.1 実証実験路線の調査・選定

神奈川、群馬及び愛知の各地区において、次年度実証実験を実施する路線の調査、選定を行った。

6.1.1 神奈川地区

実証実験を計画している対象路線は、クルマとの連携による信号制御として信号制御の高度化も実施する。信号交差点走行支援サービスは、全路線を対象とする予定である。

道路形状は、まず地図上で位置評定や安全上問題が無いか等を机上検討し一次候補を選出、その後、現地調査でその中から2次選定することとした。現地調査では、時間帯別交通状況調査として、例えば本線車速が規制速度に満たない交通が多いか、右折車線信号が本線赤になっても滞留するような場合が多いかといった概略を確認した。

路線1は、沿線に大型の事業所や店舗がある片側2車線路線である。事業所を出入りする業務車や店舗への来客、更に通勤車両も多く、交通需要の変動の多い路線である。

路線2は、沿線に大型事業者がある片側1車線道路である。その事業者の通勤バスが朝夕は1～3分毎、日中でも10分毎に走行するため、そのバスの運行が交通流に大きな影響を与えることが予想される。そこで信号制御の高度化の車群制御路線として選出した。従って、この路線では、車群の到来に合わせて信号タイミングを制御するため、ダウンロードされる信号情報との差異が生じることが予想される。このような路線における両サービスの両立方法についても検討を行う予定である。

路線3は周辺が住宅地の片側2車線路線である。しかしながら国道246号線のバイパスの利用者も多く、交通量は多めである。周辺に大きな店舗などはなく、交通需要変動は規則性があると考えられる。

表 6.1-1 神奈川地区 実証実験路線概要

項目	路線1	路線2	路線3
道路名	県道603号	厚木市市道	厚木市市道
実験区間長	約1.9km	約1.7km	約1.5km
区間始点～終点	森の里～籠堰橋 北側	愛甲宮前～赤坂	温水橋北～毛利 台南入口
区間内交差点数	6	9	6
車線数	片側2車線	片側1車線	片側1車線
規制速度	50km/h	40km/h	40km/h
標準所要時間	約4分	約5分	約4分

項目	路線 1	路線 2	路線 3
光ビーコン数	4	7	2
信号交差点走行支援サービス (注)	<ul style="list-style-type: none"> ・発進遅れ防止支援 ・信号通過支援 ・赤信号減速支援 		
信号制御の高度化		バス車群信号制御	

注：愛甲宮前～赤坂路線のみバス車群信号制御状態との連携も検討

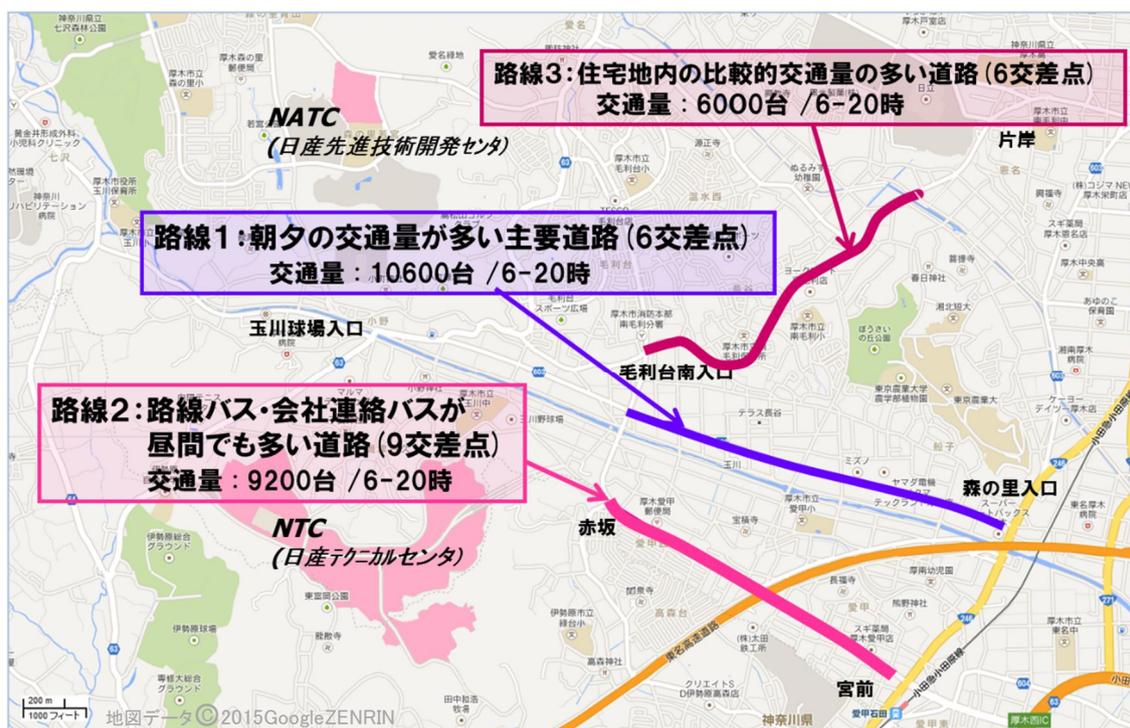


図 6.1-1 神奈川地区 実証実験路線

なお、本年度機能確認試験を行うため、インフラ整備中の実証実験路線とは別に、事業所から近い神奈川県警管内 2 箇所、警視庁管内 3 箇所、計 5 箇所から、高度化光ビーコンが既に配備されている路線を選定した。選定にあたっては、まず机上検討で 10 箇所選出し、次に実験時の安全確保などの観点から現地調査を行い絞り込んだ。図 6.1-2 は選出した神奈川県警管内調査地点、図 6.1-3 は選出した警視庁管内調査地点を示したものである。



図 6.1-2 神奈川県警管内調査地点



図 6.1-3 警視庁管内調査地点

6.1.2 群馬地区

群馬地区の実証実験路線は、北関東自動車道太田桐生インターチェンジに接続する、国道122号線の只上交差点から上小泉交差点までの約8.3 kmを選定した。全線片側2車線以上を有し、地方都市の外縁を南北に貫く規制速度60km/hの路線である。周辺に点在する民間企業の大規模事業所や沿線の大型商業施設の存在によって、交通密度の高い場所と時間があることが見込まれるため、交通密度の差異による支援システムの効果評価に適する路線として選定した。



図 6.1-4 群馬地区 実証実験路線

(1) 選定路線の概要

一般国道で実証実験部分の路線長は約8.3kmである。光ビーコンは路線中に4箇所設置されており、うち3箇所は上下線両方向に設置されている。規制速度は全線60km/hで標準的な走行を行った場合の所要時間は約15分である。含まれる交差点数は18だが、実証実験区間の端に位置する交差点や、押しボタン信号などが設置されている交差点は、一部支援の対象外となっている。

表 6.1-2 群馬地区 実証実験路線概要

道路名	一般国道122号線
実験区間長	約8.3km
区間始点～終点	只上交差点～上小泉交差点
区間内交差点数	18 ※支援対象交差点は上記区間の一部
車線数	片側2車線
規制速度	60km/h
標準所要時間	約15分
光ビーコン数	4箇所 (両方向3箇所、片方向1箇所)

(2) 交通量の確認

実証実験路線は、沿線の事業所や商業施設へ出入りする車両があることから、交差する主要道との交差点を先頭に渋滞が発生する状況が見られる。図 6.1-5 の左側の地図は平日の午前中の交通量の状態の一例を表したもので、赤が渋滞、オレンジが混雑、緑が順調を示す。丸印で示したように、路線の所々で交通集中による渋滞が発生し交通密度の変化が生じており、支援システムによる効果が交通量によって受ける影響を評価する上で有利な路線だと判断した。

また、平日の夜には右の地図のように交通量が少なくなり、全線にわたって順調に走行することができる事から、路線全体としての交通密度の時間変化についても、支援システムの効果に影響を与えるパラメータとして考慮することを想定している。

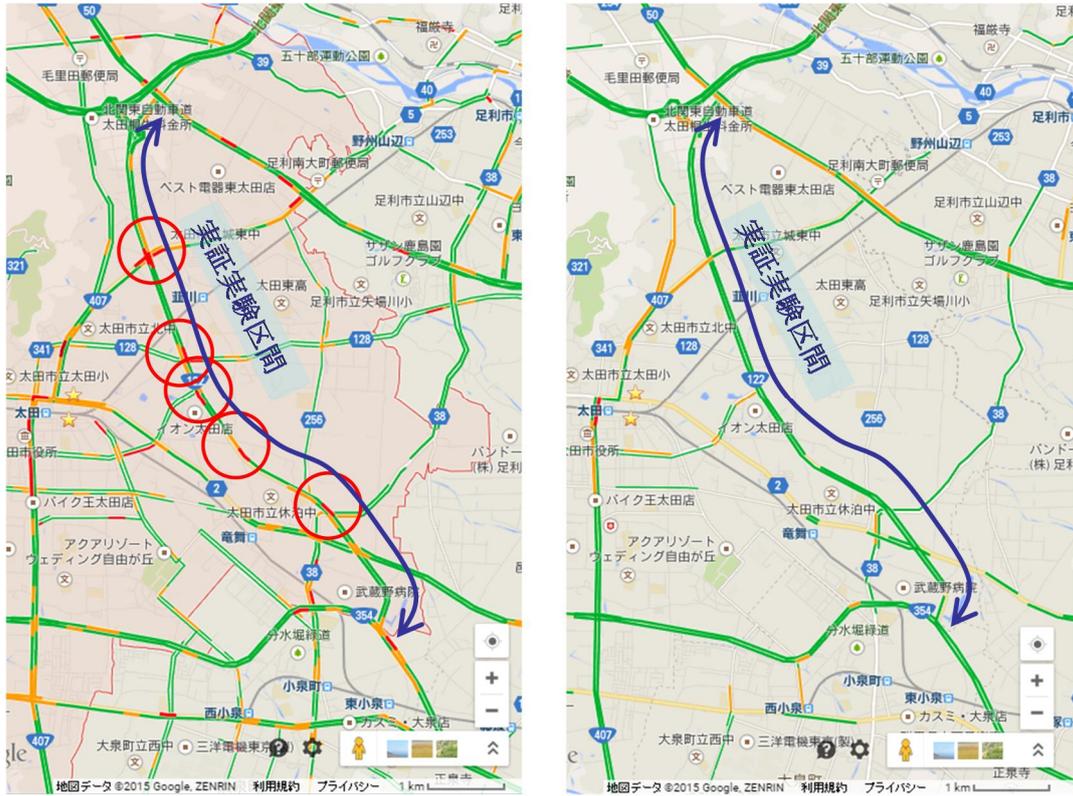


図 6.1-5 交通量の例 (赤：渋滞、オレンジ：混雑、緑：順調)

左側：平日午前の例、右側：平日夜間の例

6.1.3 愛知地区

愛知県豊田市にて高度化光ビーコンの設置状況を調査した。調査の結果、図 6.1-6 に示す 5 つの路線の上下線、合計 10 路線に光ビーコンが設置されていることを確認した。

上記の実証実験候補路線の高度化光ビーコン設置状況、交差点の信号制御方式の調査結果を表 6.1-3 に示す。

表 6.1-3 高度化光ビーコン設置状況、信号制御方式の調査結果

路線	ビーコン数	交差点数			
		全数	バス感応	スプリット	リコール
国道 248 号線 (下市場町 5 丁目→鴛鴨町長根)	4	12	0	5	1
国道 248 号線 (鴛鴨町長根→下市場町 5 丁目)	4	12	0	5	1
国道 301 号線 (加茂川橋西→野見小学校西)	2	4	0	2	1
国道 301 号線 (野見小学校西→加茂川橋西)	2	4	0	1	1
県道 76 号線 (豊田 IC→大林町 8 丁目)	4	12	0	4	1
県道 76 号線 (大林町 8 丁目→豊田 IC)	4	12	0	4	1
豊田市内環状線 (朝日町 6 丁目→土橋町 1 丁目)	3	14	1	6	0
豊田市内環状線 (土橋町 1 丁目→朝日町 6 丁目)	3	14	1	6	0

路線	ビーコン数	交差点数			
		全数	バス感応	スプリット	リコール
豊田市外環状線 (朝日町6丁目→土橋町5丁目)	3	11	1	5	1
豊田市外環状線 (土橋町5丁目→朝日町6丁目)	3	11	1	5	1

実験を効率よく実施するためには、少ない走行距離でより多くの交差点を走行することが望ましい。国道301号線は交差点数が少ない上に、地理的にも他の路線と離れた立地であるため、実験対象路線には向かない。

次年度のモニター実証実験路線として、国道248号線、県道76号線、豊田市内環状線の3路線を選定した。

表 6.1-4 実証実験路線の選定

調査結果		国道 248号線	国道 301号線	県道 76号線	豊田市 内環状線	豊田市 外環状線
インフラ調査		○	×	○	○	○
信号タイミングずれの発生頻度調査		○	○	○	△	△
バス感応信号・スプリット信号の影響度調査	バス感応信号	○	○	○	△	△
	スプリット信号	△	△	△	△	△
リコール制御信号の影響度調査		○	○	○	○	○
道路形状、時間帯別交通状況調査	車線数	○	○	○	○	×
	交通状況	路線による差は少ない。 (朝・夕の時間帯は避ける)				
モニター実験の運用検討		3路線を選定				
選定結果		○	×	○	○	×

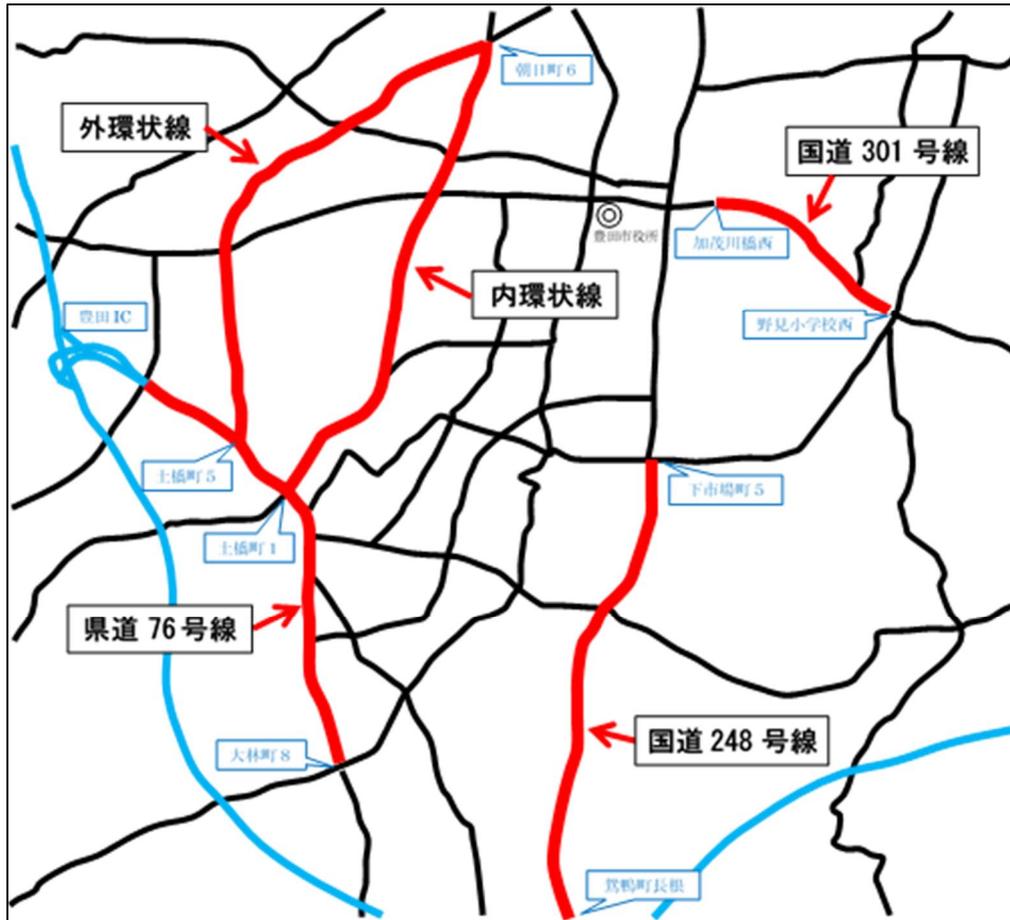


図 6.1-6 愛知地区 実証実験路線

6. 2 路線信号情報の調査

本事業は光ビーコンから配信される路線信号情報を活用することが基本となっている。路線信号情報の中で信号現示に関するデータは各支援システムがサービスを実現するために利用するものである。

路線信号情報は交通管制センターで生成、配信されるが、個々の信号機は交通状況の変化に応じて随時信号現示を制御している。例えば時間帯によって交通流が変化する場合、あるいは車両感知器によって交通流の増加を検出した場合などである。このような場合信号現示が変化するため、路線信号情報のデータはある時間幅を持った値で提供されている。また、信号現示データは時間の経過で変化するので有効時間が設定されている。これらは交通管制を効果的に行い、円滑な交通を実現するための仕組みである。

このような路線信号情報の実態を踏まえたうえで、各支援システムが路線信号情報を活用するため、次年度の実証実験に先立ち、車載システム側の機能確認と並行して、インフラ側から提供されるデータ内容調査を実施した。

調査は各県の既に高度化光ビーコンが設置されている一般道において、本年度製作した車載システムを使用して実施した。

調査の結果、感応制御を実施している交差点等で信号情報が時間幅を持った値で提供されているため、車載システムで予測した信号現示と時間差がでる場合があることが確認された。

また、提供された信号情報の有効時間が短い、あるいは情報を受信した時点で有効時間が切れていたケースがあることも認められた。

今後調査結果の分析を行い、各システムの適用条件、車載システムの信号処理アルゴリズム、HMI表示の仕方等について検討を行うこととしている。

7 実証実験に向けての課題

7.1 車載システムの検討課題

車載システムを製作するに当たり、HMI仕様として、音声等の通知方法の選択、画面表示方法、色、文字サイズなどを、ソフト上で変更できるように、いくつかの候補を選択できるようにしている。今後、モニター評価を進めていく上で、最適な通知方法の選択に加え、新たな手法を抽出することで、改善を図っていく。

また、言葉の表現等、ドライバーの操作に影響を与えるHMIの要素に対し、HMIガイドラインに準拠した範囲内で、最適な通知方法を探っていく。

7.2 路線信号情報利用上の課題

信号情報活用システムのサービス対象路線を選定する際、路側システムから配信される路線信号情報を利用する上で、今後検討すべき以下の課題がある。

(1) 信号情報データの感応時間幅

高度化光ビーコンから送出される信号サイクル情報は、感応制御等を考慮して最小/最大で幅を持ったデータ表示となっている。

感応幅の時間が、信号サイクル長に対して大きな値の場合、灯色予測による支援は困難となるので、サービス非対象とすべき交差点の条件等について対応策を検討することが必要である。

(2) 信号情報データの有効期限

高度化光ビーコンからデータを取得した時点で、信号情報の有効期限切れとなっていることがある。期限切れの状態が多く含まれると、支援可能となるケースが狭まってしまう。期限切れの路線信号情報を受信した場合の車載システムでの処理及びHMIについて検討することが必要である。

7.3 実証実験に際して、実験参加者に対し周知すべき事項

公道における実証実験を行うため、実験に参加するモニタードライバーに対しては予め

- ・ 各システムの目的と機能
- ・ HMIによる情報提供は運転支援にとどまるもので、ドライバーは安全運転に留意すべきこと
- ・ 各システムは、状況により走行中支援サービスを行わない場合があること

等を説明し、理解を得ておくことが必要である。

Ⅲ 今後の取り組み

次年度以降、今年度の実施結果を踏まえ公道における実証実験を実施するとともに、実験で得られる各種データを分析し、システムの改善を進める。

主な実施予定項目は以下の通りである。

1 システムの評価

システムの評価は、交通環境条件に左右されるところがあるため、交通環境の異なる3地域で実証実験を行う。交通状況の違いによる各システムの効果等を把握し、システムの適用地域条件等の分析を行う。

2 HMIの評価

HMIの評価のため、多数のモニター参加によるアンケート調査を計画している。ただし、過信、不信、慣れなどに関する項目について確認するのは、長期使用する被験者が必要になる。また、被験者個人バラつきも予想されるため被験者数もある程度確保する必要がある。従って、これら要件に対して、モニター参加者による体験評価の他、一部の地区では、HMI実験用の車両を製作し、パネラー実験を実施する予定である。社員モニター参加者は長期使用しており、慣れなどの影響も確認でき、一方パネラー実験では、詳細の聞き込みが可能になると期待される。

3 HMIガイドライン検討委員会（仮称）の開催

本事業では実験用HMIガイドラインに基づき実験実施者がHMIを作成したが、信号情報活用運転支援システムの実用化段階では、HMIガイドラインは実験実施者以外のカーメーカー、ナビメーカーに関係が生ずる。ガイドラインを広く一般に適用できる普遍性の高いものとするためには、HMIに関する有識者の意見等を聴取することが必要である。

したがって、HMIガイドライン作成の過程において有識者等の参加によるHMIガイドライン検討委員会（仮称）を立ち上げ、その評価、検討を経てガイドライン成案を作成することとしている。

4 信号情報活用運転支援システム検討会（仮称）の開催

信号情報活用運転支援システムは路線信号情報を提供するインフラとその情報を活用してサービスを実現する車載システムで構成される。本事業では現状規格による路線信号情報を利用することとしているが、実証実験の実施段階でインフラに対する新たなニーズが出てくることも予想される。そのため、本協会研究開発委員会傘下の関係分科会等に実証実験結果のフィードバックを行い、総合的な検討を加える会合の開催も考慮する。

別添資料

1. 高度化光ビーコン近赤外線式インタフェース規格「版2」(抜粋)
2. 高度化光ビーコン近赤外線式 AMIS 用通信アプリケーション規格「版1」(抜粋)
3. 信号情報リアルタイム活用システム実験用HMIガイドライン

高度化光ビーコン
近赤外線式インタフェース規格
(抜粋)

「版 1」 2013-01-10

「版 2」 2013-05-07

作成・発行 一般社団法人 UTMS協会

© UTMS Japan 2013

1. 適用範囲

1.1 適用範囲

本規格は、高度化光ビーコン（以下、「光ビーコン」という。）と近赤外線車載通信機（以下、「車載機」という。）との間の近赤外線を利用した双方向通信に適用する。なお、車載機には、全二重方式と半二重方式とがある。

本規格の適用範囲を図 1.1 に示す。



図 1.1 適用範囲

1.2 制定の趣旨及び経緯

光ビーコンの高度化に伴ない、「B4-206-32-0 光学式車両感知器 近赤外線式インタフェース規格「版2」」を基に、本規格を新たに制定した。

2. 規格の名称

本規格の名称は、以下のとおりとする。

「高度化光ビーコン 近赤外線式インタフェース規格」

3. 物理的条件

本規格の物理的設計条件を表3.1、図3.1、図3.2、及び図3.3に示す。

表3.1 物理的設計条件

項 目	規 格
変調方式	パルス振幅変調
伝送速度	ダウンリンク 1024kbit/s (±0.1%) アップリンク 1 ⁽¹⁾ 64kbit/s (±0.1%) アップリンク 2 ⁽²⁾ 256kbit/s (±0.1%)
通信領域	光ビーコンの通信領域を図3.1に示す。
対応する車速	0 ~ 70km/h
車載機から光ビーコンへのアップリンク到達光量	尖頭値 $2.0 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上 (減衰率に影響するものは、除くものとする。)
車載機の発光波長	車載機の発光素子は、 $850 \pm 50\text{nm}$ (半値幅) 又は $950 \pm 50\text{nm}$ (半値幅) の近赤外光線LEDとする。
光ビーコンの受光波長	光ビーコンの投受光器は、 $850 \pm 50\text{nm}$ 及び $950 \pm 50\text{nm}$ の近赤外線を受信できること。
光ビーコンの発光波長	光ビーコンの発光素子は、 $850 \pm 50\text{nm}$ (半値幅) の近赤外線LEDとする。発光波長は、図3.2に示す $850 \pm 50\text{nm}$ に半値幅が入ること。
光学系通信余裕度	6倍以上
ビットエラー率 (BER)	10^{-5} 以下 ⁽³⁾
車載機のダウンリンク受信感度	尖頭値 $0.75 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以下 (減衰率に影響するものは、除くものとする。)
光ビーコンから車載機へのダウンリンク到達光量	尖頭値 $4.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上 (減衰率に影響するものは、除くものとする。)
光ビーコンのアップリンク受信感度	尖頭値 $0.3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以下 (減衰率に影響するものは、除くものとする。)
発光出力波形	図3.3に示す。

注⁽¹⁾ 64kbit/sのアップリンクをアップリンク1とする。

⁽²⁾ 256kbit/sのアップリンクをアップリンク2とする。

⁽³⁾ 感知媒体に近赤外線を使用する場合、ダウンリンク通信へ影響を与えないこと。

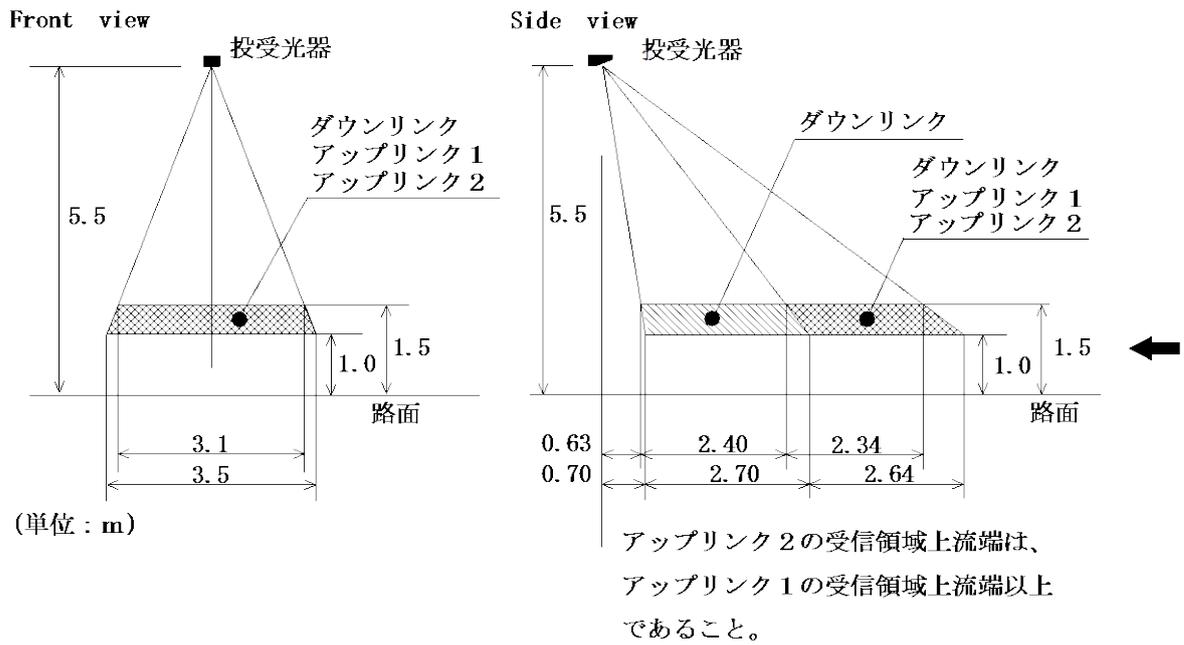


図 3.1 光ビーコンの通信領域

高度化光ビーコン
近赤外線式 AMIS 用
通信アプリケーション規格
(抜粋)

「版 1」 2013-05-07

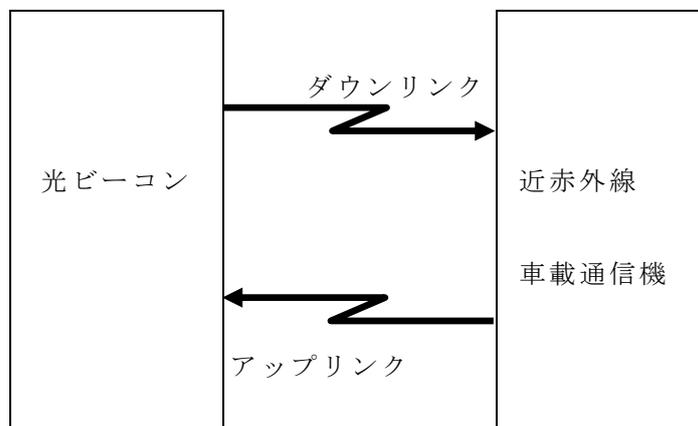
作成・発行 一般社団法人 UTMS 協会

© UTMS Japan 2013

1. 適用範囲

1.1 適用範囲

本規格は、高度化光ビーコン（以下、光ビーコン。）と近赤外線式車載通信機との間の近赤外線を利用した双方向通信に適用する。本規格の適用範囲を図 1.1 に示す。



備考 太線は、規格の範囲を示す。

図 1.1 適用範囲

1.2 制定の趣旨及び経緯

光ビーコンの高度化に伴い、従来の規格の改訂ではなく、名称を変更し、新たな規格として制定することにした。本規格は、「光学式車両感知器近赤外線式 AM I S 用通信アプリケーション規格「版 2」」（B4-206-42-0）を基に、プローブおよびグリーンウェーブ走行支援システム機能に関する規格を追加し、修正を加えたものである。

2. 規格の名称

本規格の名称は、以下のとおりとする。

「高度化光ビーコン 近赤外線式 AM I S 用通信アプリケーション規格」

3. インタフェース

通信における基本的な条件は、すべて別途規定する「高度化光ビーコン 近赤外線式インタフェース規格」によること。

4. 情報提供の概要

4.1 UTMS 情報の定義

UTMS 情報とは、光ビーコンと近赤外線式車載通信機間の双方向通信によりユーザ（ドライバー）と交通管理者がお互いに保有する情報を提供し合う交通情報をいう。

UTMS では、価値ある交通情報をリアルタイムで広く収集・伝達することにより、

総合的な交通管理を行う。

UTMS 情報には、光ビーコンと近赤外線式車載通信機間の通信方向の違いにより、以下の2種類の情報がある。

4.1.1 ダウンリンク情報

ダウンリンク情報とは、光ビーコンから近赤外線式車載通信機に送信提供する情報を指し、その情報の管理、発信元は、基本的に交通管理者側とする。

4.1.2 アップリンク情報

アップリンク情報とは、近赤外線式車載通信機から光ビーコンに送信・提供する情報を指し、その情報の収集・発信元は近赤外線式車載通信機側とする。

- (17) 路線信号情報
 路線信号情報のデータ形式を表7.18に示す。

表7.18 路線信号情報データ形式 (1 / 3)

項目	表現形式	コード	データ長	備考
基準点からの経過時間 ⁽¹⁾	bin(16)	S-16	2	現在時刻と基準点との時刻ずれ幅 (-32768~32767) を表し、100m秒毎にカウントアップされる。(現在時刻-基準点の時刻) なお、負値は2の補数で表すものとする。
予備	bin(8)	A-8	1	無効値としてフルビットを設定する。
基準点とデータ生成時刻の差	bin(16)	S-16	2	路線信号情報生成時刻と基準点との時刻ずれ幅 (-32768~32767) を表す。(路線信号情報生成時刻-基準点の時刻) なお、負値は2の補数で表すものとする。
情報有効時間				
情報有効時間1 ⁽²⁾	bin(16)	S-16	2	現在時刻と路線信号情報生成時点における前回のオフセット更新予定時刻とのずれ幅 (-32768~32767) を表し、100m秒毎にカウントダウンされる。なお、負値は2の補数で表すものとする。 (オフセット更新予定時刻-現在の時刻)
情報有効時間2 ⁽²⁾	bin(16)	S-16	2	現在時刻と路線信号情報生成時点における次回のオフセット更新予定時刻とのずれ幅 (-32768~32767) を表し、100m秒毎にカウントダウンされる。なお、負値は2の補数で表すものとする。 (オフセット更新予定時刻-現在の時刻)
格納交差点数: I	bin(8)	A-8	1	交差点数 (1~16) ⁽³⁾
交差点 (1) 路線信号情報				
交差点位置情報 ⁽⁴⁾				
交差点参照座標				
2次メッシュ座標	bin(8)*2	J-3	2	サービス対象信号交差点中央部等の任意の参照位置 (高度は将来拡張用のオプション情報とする。) X座標: 0~10000 Y座標: 0~10000 高度 (m単位: -32768~32766m) を示す。 なお、負値は2の補数で表すものとし、不明等、無効時は正の最大値を格納する。
正規化座標	bin(16)*2	J-2	4	
高度	bin(16)	S-16	2	
光ビーコンから当該停止線までの概算道程距離	bin(16)	A-16	2	m単位
上流交差点位置情報 ⁽⁴⁾				
交差点参照座標				
2次メッシュ座標	bin(8)*2	J-3	2	サービス対象信号交差点の手前に位置する上流信号交差点中央部等の任意の参照位置 (高度は将来拡張用のオプション情報とする。) X座標: 0~10000 Y座標: 0~10000 高度 (m単位: -32768~32766m) を示す。 なお、負値は2の補数で表すものとし、不明等、無効時は正の最大値を格納する。 光ビーコンと対象交差点の間に交差点が存在しない場合は光ビーコン位置を格納する。
正規化座標	bin(16)*2	J-2	4	
高度	bin(16)	S-16	2	
光ビーコンから当該停止線までの概算道程距離	bin(16)	A-16	2	m単位 光ビーコンと対象交差点の間に交差点が存在しない場合は0mとする。
推奨速度情報				
規制速度変動有無	bin(1)	A-1	1	0: 変動無し 1: 区間途中で変動有り
区間の最小規制速度	bin(7)	A-7		上流信号交差点からサービス対象信号交差点区間内における最小規制速度相当 (km/h)

項目	表現形式	コード	データ長	備考
信号制御補足情報	bin(8)	A-7	1	Bit0: オフセット乗り換えタイミング (0: サイクル開始時点 1: 随時) Bit1: スプリット制御 (0: オフセット更新時刻までは固定 1: 可変) Bit3~Bit7: 予備
予備	bin(16)	A-16	2	無効値としてフルビットを設定する。
サイクル情報(1) 開始までの経過時間	bin(16)	S-16	2	路線信号情報生成時刻からサイクル情報(1) 開始までの経過時間を表す。 なお、負値は2の補数として表すものとする。 32767はデータ無効を表す。
サイクル情報数: J	bin(8)	A-8	1	サイクル情報の数(1~8) ⁽⁵⁾
サイクル情報(1) ⁽⁶⁾				
サイクル情報ヘッダ				
最終サイクル情報の利用区分	bin(2)	A-2	1	0: 最終サイクル情報以外 1: 最終サイクル情報 本サイクル以降のサイクル情報は当該情報を利用 2: 最終サイクル情報 本サイクル以降のサイクル情報は不定
適用サイクル数	bin(6)	A-6		当該サイクル情報が継続して適用されるサイクル数(1~63) 最終サイクル情報の場合は、「1」を格納する。
サイクル長(最小)	bin(12)	A-12	3	当該サイクルにおける、サイクル長の最小値(秒)を表す。 4095はデータ無効を表す。 中央指令による「指令サイクル長」より、「-方向追従量」 ⁽⁷⁾ 、全スプリットの「感応短縮秒数」 ⁽⁸⁾ の合計値及び「前回サイクル感応補正短縮秒数」 ⁽⁹⁾ を減算した値とする。
サイクル長(最大)	bin(12)	A-12		当該サイクルにおける、サイクル長の最大値(秒)を表す。 4095はデータ無効を表す。 中央指令による「指令サイクル長」に、「+方向追従量」 ⁽¹⁰⁾ 、全スプリットの「感応延長秒数」 ⁽¹¹⁾ の合計値及び「前回サイクル感応補正延長秒数」 ⁽¹²⁾ を合算した値とする。
青開始時間(最小)	bin(12)	A-12	3	当該サイクルにおける、サイクル開始からサービス対象流出方向の青開始までの最小値(秒)を表す。 無効時は4095とする。 中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値より、当該階梯までの「感応短縮秒数」 ⁽⁸⁾ の合計値、「-方向追従量」 ⁽⁷⁾ 及び「前回サイクル感応補正短縮秒数」 ⁽⁹⁾ を減算した値とする。 なお、算出結果が、中央装置が保持する下限設定値を割り込む場合は、下限設定値とする。
青開始時間(最大)	bin(12)	A-12		当該サイクルにおける、サイクル開始からサービス対象流出方向の青開始までの最大値(秒)を表す。 無効時は4095とする。 中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値と、当該階梯までの「感応延長秒数」 ⁽¹¹⁾ の合計値、「+方向追従量」 ⁽¹⁰⁾ 及び「前回サイクル感応補正延長秒数」 ⁽¹²⁾ を合算した値とする。 なお、算出結果が、中央装置が保持する上限設定値を越える場合は、上限設定値とする。

表7.18 路線信号情報のデータ形式（3 / 3）

項目	表現形式	コード	データ長	備考
青終了時間（最小）	bin(12)	A-12	3	当該サイクルにおける、サイクル開始から青終了までの最小値（秒）を表す。無効時は4095とする。 対象階梯は、サービス対象流出方向の青玉時間、青矢時間及び両者に挟まれて表示される黄時間の階梯とする。中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値より、当該階梯までの「感応短縮秒数」 ⁽⁸⁾ の合計値を減算した値と、中央指令による対象階梯の「基準秒数」の合計値より、対象階梯の「感応短縮幅」 ⁽⁸⁾ の合計値、「一方向追従量」 ⁽⁷⁾ 及び「前回サイクル感応補正短縮秒数」 ⁽⁹⁾ 減算した値の合計値とする。 なお、算出結果が、中央装置が保持する下限設定値を割り込む場合は、下限設定値とする。
青終了時間（最大）	bin(12)	A-12		当該サイクルにおける、サイクル開始から青終了までの最大値（秒）を表す。無効時は4095とする。 対象階梯は、サービス対象流出方向の青玉時間、青矢時間及び両者に挟まれて表示される黄時間の階梯とする。中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値と、当該階梯までの「感応延長秒数」 ⁽¹¹⁾ の合計値を合算した値と、中央指令による対象階梯の「基準秒数」の合計値に対象階梯の「感応延長幅」 ⁽¹¹⁾ の合計値、「+方向追従量」 ⁽¹⁰⁾ 及び「前回サイクル感応補正延長秒数」 ⁽¹²⁾ を合算した値とする。 なお、算出結果が、中央装置が保持する上限設定値を越える場合は、上限設定値とする。
予備	bin(24)	A-24	3	無効値としてフルビットを設定する。
:				
サイクル情報（J）				
:				
交差点（I）路線信号情報				

- 注
- (1) 基準点の時刻は路線信号情報生成時刻の前後5分以内とすること。
- (2) 時刻制御等で信号オフセットの更新予定が無い場合は、中央装置は最大値を格納すること。
なお、信号制御補助情報でスプリット制御の区分を「可変」とした交差点では、本情報は予定サイクルのみに適用され、次サイクル以降には適用されない。
- (3) 対象路線の信号交差点を上流から順番に格納すること。リコール制御実行中、分周期制御交差点、単独制御交差点等、途中で路線信号情報が生成できない信号交差点がある場合は、その信号交差点を除くこと。
- (4) 1/2500以上の地図情報等から収集すること。カーブ等では線分を50m以内の折れ線に近似して、道程距離を計測すること。
- (5) スプリット制御の区分が「可変」の場合及び追従完了中は提供サイクル情報数を「1」とすること。追従中の場合は、追従完了予定サイクルまでのサイクル情報を提供すること。すなわち、追従がNサイクル予定される場合は、(N+1)サイクルの情報を提供すること。ただし、同じサイクル情報が適用される場合は、適用サイクル数によって情報を集約すること。また、追従完了予定サイクルを確定できない場合は、確定できるサイクル情報までを提供し、最終サイクル情報の利用区分を「2」とすること。
なお、サイクル情報は未来の予定情報のため、提供情報通りに信号制御が実行されることを保証するものではない。
- (6) サイクル情報（1）は、路線信号情報生成時点で実行中のサイクル情報とすること。サイクル情報（2）～サイクル情報（J）には、それ以降に継続するサイクル情報を順番に格納すること。
- (7) 「一方向追従量」：路線信号情報を生成する装置で対象スプリットの追従量が確定できない場合は、以下とすること。
中央指令における追従幅指定及び追従方向指定より、一方向の追従見込み量（指令サイクル長×一方向の指定追従幅）を算出すること。追従方向が+方向と確定できる場合は、「0秒」とすること。追従幅が確定できない場合は「指令サイクル長×12.5%」とすること。
- (8) 「感応短縮幅」：中央指令における対象スプリットの「スプリット-変動値」とすること。
- (9) 「前回サイクル感応補正短縮秒数」：路線信号情報を生成する装置で対象スプリットの感応補正秒数が確定できない場合は、以下とすること。
中央指令における全スプリットの「スプリット+変動値」の合計値とすること。
- (10) 「+方向追従量」：路線信号情報を生成する装置で対象スプリットの追従量が確定できない場合は、以下とすること。
中央指令における追従幅指定及び追従方向指定より、+方向の追従見込み量（指令サイクル長×+方向の指定追従幅）を算出すること。追従方向が-方向と確定できる場合は、「0秒」とすること。追従幅が確定できない場合は「指令サイクル長×25%」とすること。
- (11) 「感応延長幅」：中央指令における対象スプリットの「スプリット+変動値」とすること。
- (12) 「前回サイクル感応補正延長秒数」：路線信号情報を生成する装置で対象スプリットの感応補正秒数が確定できない場合は、以下とすること。
中央指令における全スプリットの「スプリット-変動値」の合計値とすること。

信号情報のリアルタイム活用システム 実験用 HMI ガイドライン

平成 27 年 2 月

作成・発行 一般社団法人 UTMS 協会

SIP「経 3」開発検討会

1 HMI の目的

集中制御地域内の各交差点の信号機は交通管制センターから遠隔制御されているが、最近、次世代光ビーコンから路線信号情報を自動車に提供するシステムが開発された。

このシステムから提供される路線信号情報を車載機で走行状況に応じた処理をし、HMI (Human Machine Interface) 装置を使い、適切な情報表示をしてドライバーの運転を支援するシステムの実用化により交通事故や交通渋滞の削減等の効果が得られるものと期待されている。

具体的には、連続する複数の交差点を走行する際、路側インフラ (次世代光ビーコン) から提供される下流の路線信号情報をリアルタイム活用するものとして

- (1) 先方の交差点を青信号で通過できるような走行アドバイスを行う
(いわゆる Green Wave)
- (2) 前方交差点に到達する時点で赤信号であることが予想される場合、早めのアクセルオフを提示する (赤信号減速支援)
- (3) 路線信号情報を活用したアイドリングストップスマート化の可能性の検証
- (4) 赤信号で停止中に、青になるタイミングを提示する (発進遅れ防止支援)
- (5) 路側インフラからの情報を受けたクルマと信号の連携による円滑な交通の可能性検証 (クルマとの連携による信号制御)

について開発・実証が計画されている。

本ガイドラインは、これらのシステムで使用される HMI の作成に関し、システムからドライバーに安全かつ適切な情報提供を行うための基本的事項についてまとめたものである。

2 開発対象システム

- (1) 信号通過支援システム (いわゆる “Green Wave”)

ア 概要

一連の信号交差点を走行する際、不要な加減速を抑制し、青信号で通過できるように推奨走行速度をドライバーに情報提供する。



イ 効果／狙い

安全が確保された範囲内で、無駄な停止発進を抑制することで燃料消費を抑え、環境性能を向上させる。

(2) 赤信号減速支援システム

ア 概要

信号交差点において赤信号で停止する場合、不要な加減速を抑制するようにドライバーに情報提供する。また、赤信号に気づかずに減速操作をしないドライバーに注意喚起する。



図 2-2

イ 効果／狙い

赤信号の見落としを防ぎ、安全性を向上させる。

早めの減速により燃料消費を抑え、環境性能を向上させる。

(3) アイドリングストップ支援システム

ア 概要

赤信号で停止する際に、赤信号の残時間に応じてアイドリングストップの作動の適否を判断し、制御することにより、スムーズな発進操作と低燃費運転の促進を図る。



図 2-3

イ 効果／狙い

短時間のアイドリングストップを防止し、燃料消費を抑えるとともに、ドライバーのスムーズな発進操作につなげる。

(4) 発進遅れ防止支援システム

ア 概要

交差点での信号待ち時、赤から青への灯色変化の見落としによる発進遅れを改善できるようにドライバーに情報提供する。



図 2-4

イ 効果／狙い

発進遅れを少なくすることにより、交通流の円滑化、渋滞低減を図る。

(5) クルマとの連携による信号制御システム

ア 概要

信号制御に合わせた速度へ車両を誘導すると同時に、アップリンク情報を利用して信号制御タイミングを最適化する。

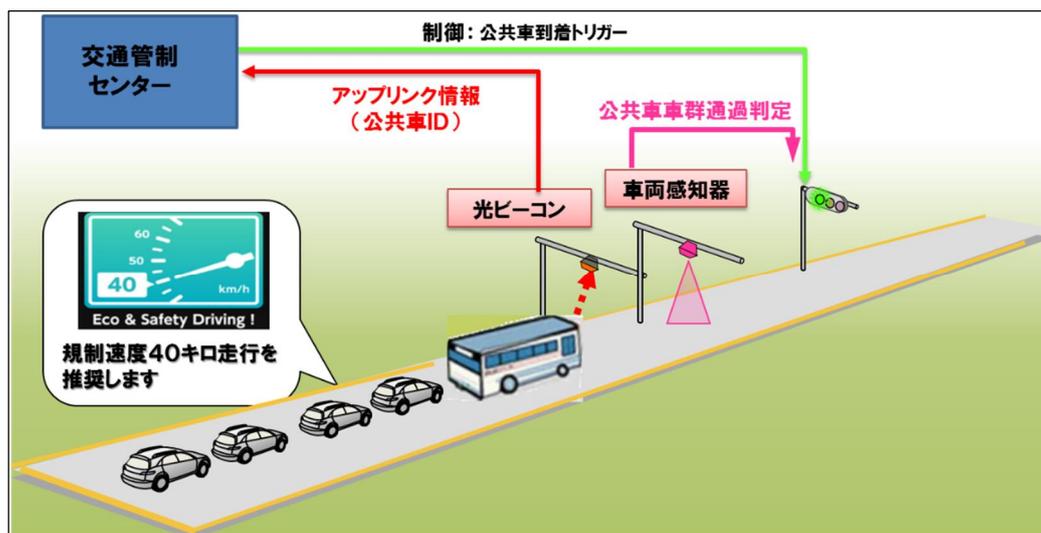


図 2-5

イ 効果／狙い

車群をまとめて通過させることにより、交通流の円滑化、渋滞低減を図る。

3 情報の流れ

光ビーコンからは、路線信号情報としてサービス対象交差点の信号制御情報である信号情報有効時間、交差点座標、道程距離、信号灯色の予定秒数等が車載機に向けて送信される。車載機では、受信した路線信号情報と自車の位置、速度等の情報を基にシステムの機能に即した情報処理を行い、必要な場合はドライバーに情報提供する。

図 3-1 及び図 3-2 に各システムの情報の流れの概略を示す。

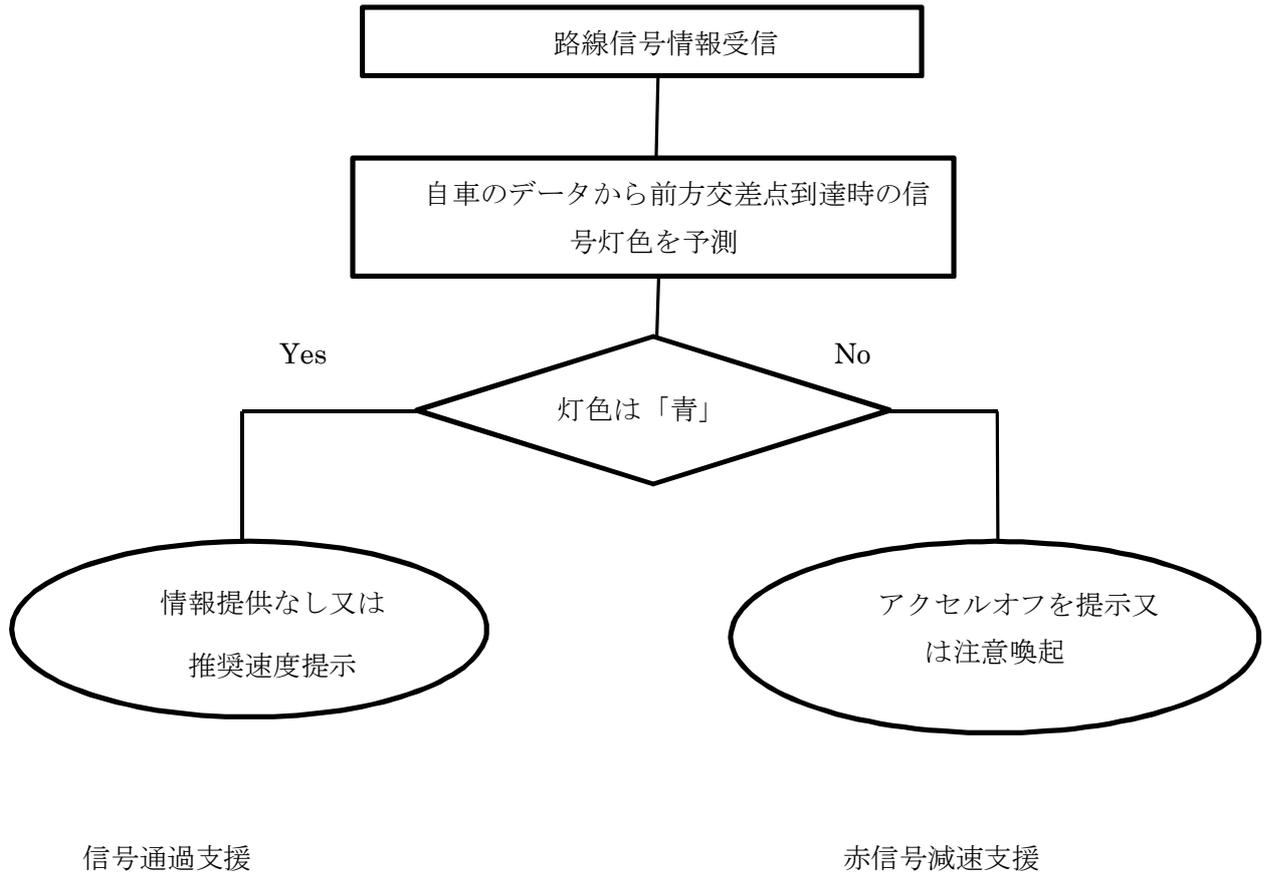
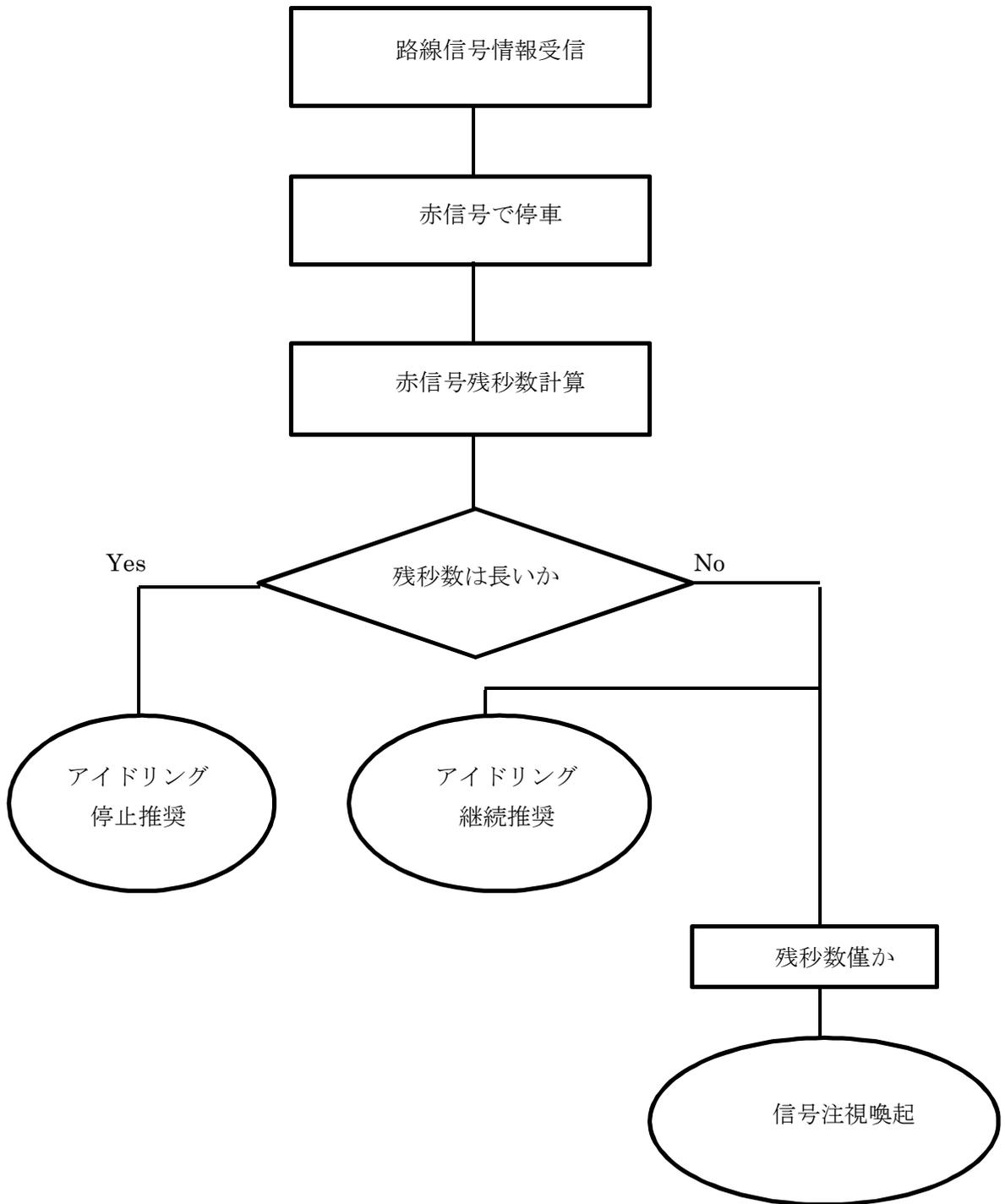


図 3-1



アイドリングストップ支援

発進遅れ防止支援

図 3-2

4 情報の提供方法

各支援システムのドライバーへの支援情報は音響、音声、光、画像、触覚等の形式で、一つ又は複数の手段の組み合わせで提供される。これらの情報提供方法はドライバーの受容性を十分考慮して設計することが望まれる。

5 HMI 作成上の配慮事項

HMI によるドライバーへの情報提供は、各支援システムの情報処理の流れに沿ったものとし、サービスの提供開始から終了までの間、システムの支援目的が確実に達せられるよう作成することが重要である。

5.1 作動状況等の確認

ドライバーがシステムの稼働状態や支援内容を確認できるように配慮すること。

- ・システムが作動中かどうかを提示する。ただし、円滑な交通に資するためのシステムであり、補助情報の提供であるため、ON-OFF 状況がわかる程度でよい。
- ・どのような支援をするシステムかが簡単にわかるように提示する。

5.2 分かりやすい情報伝達

ドライバーにとって分かりやすい情報となるよう伝達手段に配慮すること。

- ・音声を用いる場合又は文字表示をする場合は、短時間に理解できるような的確かつ簡潔な表現で表示する。
- ・音声、音、表示、触覚等の複数の情報伝達手段を用いる場合は、適切な組み合わせになるよう留意する。
- ・実用化されている車載システムの HMI の考え方と整合のとれた情報の提示を行う。

5.3 確実な情報伝達

安定かつ確実な情報伝達となるよう配慮すること。

- ・ドライバーが支援レベルを容易に理解できるように配慮すること。
- ・支援レベルを色によって表示することができる場合には、注意喚起は黄色系統、情報提供は其の他の色（赤色系統以外）を主として使用する。
- ・複数の伝達手段を持つ場合は、支援レベルが高いレベルにあっては、複数の手段を組み合わせることにより、確実に情報を伝達する。

5.4 過信・不信の防止

ドライバーがシステムに過度な依存や不信を抱かないよう適正な信頼が得られるよう配慮すること。

- ・適切な支援タイミングで情報を伝達する。
- ・適切な表現で情報を伝達する。

- ・システムの機能、性能に対する過信を招かないような支援をする。
- ・光ビーコンシステムでは、あたかも連続的に更新情報を受信できていると誤解させる情報の提供をしない。
- ・システムの機能限界についてはマニュアル等によりドライバーへ周知する。

5.5 システムの故障に対する対応

システムが非稼働、誤作動等故障があり得ることを配慮すること。

- ・路側機側の自己診断機能によりサービスの非稼働を検出し、通信によって車両側でサービスの非稼働が認識できた場合は、システムが稼働しているとドライバーに誤解させないように配慮する。
- ・路車間通信が失敗した場合は、システムが稼働しているとドライバーに誤解されないよう配慮する。
- ・自車の車載システムの故障状態を表示する。
- ・システムの誤作動により万一誤った情報がドライバーに提供されても、ドライバーが混乱するような具体的な指示はしないこと。

5.6 不安全行動の阻止

(1) ドライバーに情報を与えることで、かえって不安になるような支援の仕方をしないこと。

- ・規制速度の超過の助長や交通の流れを著しく悪化させるような支援情報の提供をしない。
- ・推奨速度を提示する際は規制速度を上限とすること。
- ・無理な加速や急減速を示唆する情報提供は行わないよう配慮すること。
- ・交通流を乱すような低速走行を助長する情報提供は行わないこと。
- ・青信号の残秒数を表示しない。
- ・赤信号の残秒数を表す際は、ドライバーが見切り発進をしないよう十分に配慮すること。

(2) ドライバー自身による安全確認を怠らせ又は判断を誤らせるような以下の支援はしない。

- ・安全であるという情報の提供をしない。
- ・実際の規制と異なる情報を提供しない。
- ・信号灯色の情報を提供する場合は、現示と異なる情報を提供しない。
- ・配信された信号情報タイミングと実際の信号切り替わりタイミングとのズレ量がわからないような表示方法とすること。

[引用資料]

本ガイドライン作成にあたっては、以下の資料を参照し一部引用した。

- (1) 「インフラ協調による安全運転支援システムに係るHMIの配慮事項について（案）」
— ASV推進検討会 —
- (2) 「安全運転支援システム（DSSSレベルII）システム定義書 —光ビーコン編—」
— 安全運転支援システム（DSSS）有識者懇談会 —
- (3) 「画像表示装置の取り扱いについて 改訂第3.0版」
—（社）日本自動車工業会 —
- (4) 「信号情報活用運転支援システム システム定義書」
—（一社）UTMS協会 —