

**「SIP（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」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向けた試作・評価に係る調査検討
委託業務成果報告書（本編）**

平成 29 年 3 月 17 日

ダイナミックマップ構築検討コンソーシアム

委託業務成果報告書の
無断複製等禁止の標記について

委託業務に係る成果報告書の無断複製等の禁止の標記については、次によるものとする。

本報告書は、内閣府の平成 28 年度科学技術イノベーション創造推進委託費による委託業務として、ダイナミックマップ構築検討コンソーシアム（構成企業：三菱電機株式会社、アイサンテクノロジー株式会社、株式会社パスコ、株式会社三菱総合研究所、インクリメント・ピー株式会社、株式会社ゼンリン、株式会社トヨタマップマスター）が実施した平成 28 年度「SIP（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」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向けた試作・評価に係る調査検討」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

業務概要

業務の名称

「SIP（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」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向けた試作・評価に係る調査検討

履行期間

平成 28 年 9 月 6 日から平成 29 年 3 月 17 日まで

発注者及び受注者

発注者：内閣府

受注者：ダイナミックマップ構築検討コンソーシアム

構成企業：

三菱電機株式会社

アイサンテクノロジー株式会社

株式会社パスコ

株式会社三菱総合研究所

インクリメント・ピー株式会社

株式会社ゼンリン

株式会社トヨタマップマスター

業務の目的

SIP は、総合科学技術・イノベーション会議が府省・分野の枠を超えて自ら予算配分して、基礎研究から出口（実用化・事業化）までを見据え、規制・制度改革を含めた取組を推進するために創設されたプログラムであり、平成 26 年度の対象課題、各課題のプログラムディレクター、各課題の予算配分については、平成 26 年度 SIP の実施方針（平成 26 年 5 月 23 日総合科学技術・イノベーション会議決定）において決定された。

対象課題の一つである自動走行システムについては、研究開発計画 (http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf) に基づき、

- ① 交通事故低減等 国家目標の達成
- ② 自動走行システムの実現と普及
- ③ 東京オリンピック・パラリンピックを一里塚として飛躍

を目的・出口戦略として関係各省庁と連携して研究開発を推進することとしている。

このうち、内閣府では、

内 1：自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討

内 2：交通事故死者低減の国家目標達成に向けた調査・検討

を実施する。

「内 1：自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討」において、地図情報の高度化技術に着目し、平成 26 年度より地図情報のアセンブリと構造化を進める手法を調査・検討している。

本委託では、平成 26 年度、平成 27 年度の調査報告内容を基に、ダイナミックマップセン

ター機能の検討と試作を実施し、平成 29 年度の実施を検討中の大規模実証実験に向けて、必要な要件や解決すべき諸課題を明確にすることを目的とする。

業務の構成

本業務の構成は以下のとおりである。

1. ダイナミックマップ基盤的地図の作成（下図①）
2. ダイナミックマップセンター機能の検討（下図②）
3. ダイナミックマップセンター機能の構築（下図③）
4. ダイナミックマップセンター機能及び整備コストの検証（下図④）
5. 報告書の作成

	基盤的地図の整備運用	動的データの利用	ダイナミックマップの活用
平成26年度 (2014)	レーンレベル地図の試作		ユースケースの具体化
平成27年度 (2015)	データ仕様書(案)・地図データ作成要領(案)の取りまとめ	プローブ情報活用実用化のロードマップ(案)の検討	ダイナミックマップデータ(動的含む)とビューアの試作要件定義書(案)
平成28年度 (2016)	<p>本年度調査の位置づけ</p> <p>①ダイナミックマップ基盤地図の作成 ・道路地形の計測 ・基盤地図の作成</p> <p>②ダイナミックマップセンター機能の検討 ・基盤的地図の更新の仕組み ・地図サプライヤへのデータ提供の仕組み ・準動的情報の集約/生成の仕組み</p> <p>③ダイナミックマップセンター機能の構築</p>		<p>④ダイナミックマップセンター機能及び整備コストの検証 ・ダイナミックマップセンター機能の検証 ・基盤的地図の整備コストの検証</p>
平成29年度以降 (2017以降)	<p>全国展開可能性検証 更新スキーム具体化 実証実験 標準化 運用方法具体化</p> <p>ダイナミックマップの実用</p> <p>(1)お台場地区での自動走行システムショーケース (2)幅広い道路種別での自動走行システムの実現</p>		

図 本年度調査の位置付け

目次

1. ダイナミックマップ基盤的地図の作成	1
1.1 道路地形の計測	1
1.1.1 整備対象エリアの検討・決定	1
1.1.2 MMS 計測車両による現地走行・データ取得	4
1.2 基盤的地図の作成.....	8
1.2.1 「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver1.0.1」の改訂.....	8
1.2.2 実在地物・仮想地物の作成.....	17
1.2.3 符号化仕様（案）の検討	17
2. ダイナミックマップセンター機能の検討	18
2.1 基盤的地図の更新の仕組み	18
2.1.1 道路更新情報の入手.....	18
2.1.2 基盤的地図の更新	40
2.2 準動的情報・準静的情報の集約・生成の仕組み	61
2.2.1 公共情報による準動的情報の集約.....	61
2.2.2 プローブ情報による準動的・準静的情報の生成	65
2.2.3 データフォーマット.....	89
2.3 地図サプライヤへのデータ提供の仕組み	111
2.3.1 地図サプライヤへのデータ提供の仕組み【ダイナミックマップセンターから地図サ プライヤへのデータ提供】	111
2.3.2 地図サプライヤ機能の実現可能性の検討	126
2.3.3 データの拡張性の検討	135
3. ダイナミックマップセンター機能の構築	138
3.1 実用化時にシステムに具備すべき機能検討	138
3.2 機能検討（機能詳細、機能要件）	140
3.2.1 基盤的地図の生成・更新・管理・配信機能	140
3.2.2 準静的情報/準動的情報の生成・更新・管理・配信機能	147
3.2.3 共通機能.....	152
3.3 ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）の検討	155
3.3.1 全体システム構成	155
3.3.2 ダイナミックマップセンター(プロトタイプ).....	157
3.3.3 検証用クライアント端末	157
4. ダイナミックマップセンター機能及び整備コストの検証	158
4.1 ダイナミックマップセンター機能の検証	158
4.1.1 ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）の検証	158
4.1.2 ダイナミックマップビューアの評価	173
4.2 基盤的地図の整備コストの検証.....	180

4.2.1 本試作における作業工程別の整備コスト	180
4.2.2 整備コスト削減の可能性	183
5. まとめ	187
5.1 本業務の成果	187
5.2 今後の課題	190

1. ダイナミックマップ基盤的地図の作成

平成 29 年度の実施を検討中の大規模実証実験での利用を想定し、一般道路を 50km 程度、高速道路（自専道）を 250km 計測し、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」で規定する基盤的地図を、平成 27 年度の調査検討で報告された「地図データ作成要領（案）Ver.1.0」に従って作成した。

1.1 道路地形の計測

1.1.1 整備対象エリアの検討・決定

SIP-adus のシステム実用化 WG に属するダイナミックマップ SWG でとりまとめられた「自動走行システムのユースケースの検討（地図の役割）」で挙げられているユースケースや、過年度の計測結果と比較し更新データを作成することが可能な箇所であることを考慮し、地図構造化 TF における合意を受け、図 1-1～図 1-4 に示すエリアを整備対象とした。

整備対象は、高速道路（自専道）250km 程度、一般道路 50km 程度である。



図 1-1 対象エリア（高速道路）ルート①

※背景図は国土地理院淡色地図を使用



図 1-2 対象エリア（高速道路）ルート②

※背景図は国土地理院淡色地図を使用



図 1-3 対象エリア（高速道路）ルート③

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

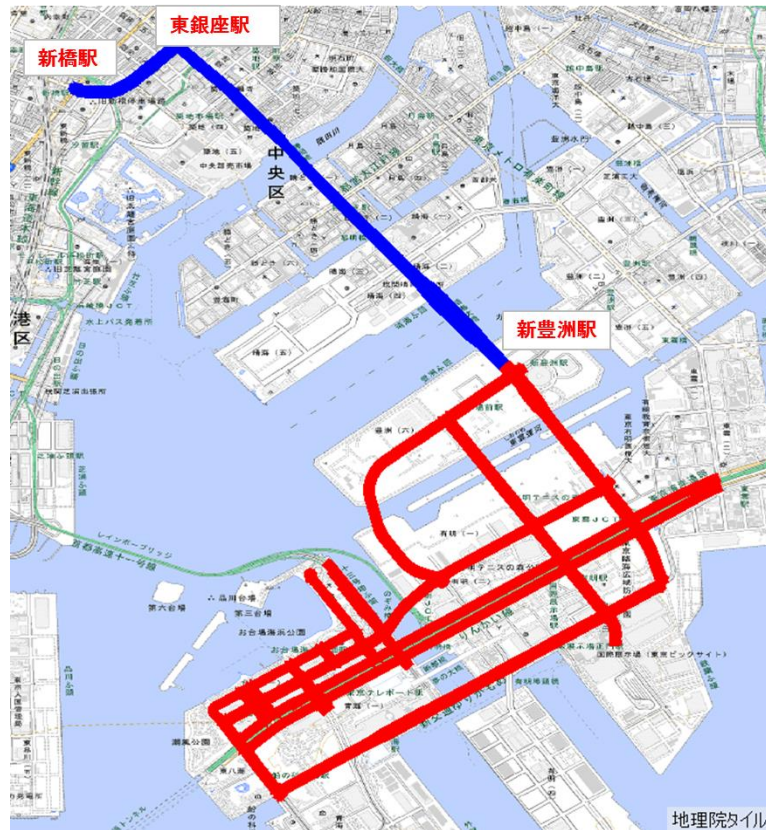


図 1-4 対象エリアと選定理由（一般道路）

凡例：

青線：新規計測路線（約 10km）

赤線：変化箇所抽出用路線（約 40km）

※赤線は基盤的地図の更新手法の検討のため計測

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

高速道路における各ルートを選定理由は、表 1-1 に示すとおりである。

表 1-1 各ルートを選定理由

	対象延長※距離は上下線長で約 250km	選定理由
ルート ①	秦野中井 IC～東名自動車道（左ルート） ～御殿場 JCT～新東名自動車道～清水 いはら IC（約 196km）	大井松田～御殿場 JCT 付近では、「曲率 半径」を考慮した検証が可能。 御殿場 JCT～清水いはら、「直線区間やト ンネル」を考慮した検証が可能。
ルート ②	東京 IC～東名自動車道～横浜町田 IC （約 38km）	東京 IC～横浜町田 IC では、「多くの走行 車両が存在する場所」における検証が可 能。
ルート ③	有明 IC～首都高湾岸線～辰巳 JCT～首 都高 9 号深川線～箱崎 JCT～両国 JCT ～首都高 6 号向島線～駒形 IC（約 20km）	首都高は、複数の JCT を経由し、「分岐 合流」や「バンク」、「ダブルデッキ」を 考慮した検証が可能。

また一般道路においては、地図更新の検討素材とするために、平成 26 年に取得したお台場エリアを中心に計測することとした。

1.1.2 MMS 計測車両による現地走行・データ取得

1.1.1 で示したエリアについて、MMS 計測車両による現地走行・データ取得を実施した。

図 1-5～図 1-7 に、対象エリア（高速道路）の選定ルートごとに区間内で複数回走行した結果を表示した。表示は、解析後予測誤差を用いている。

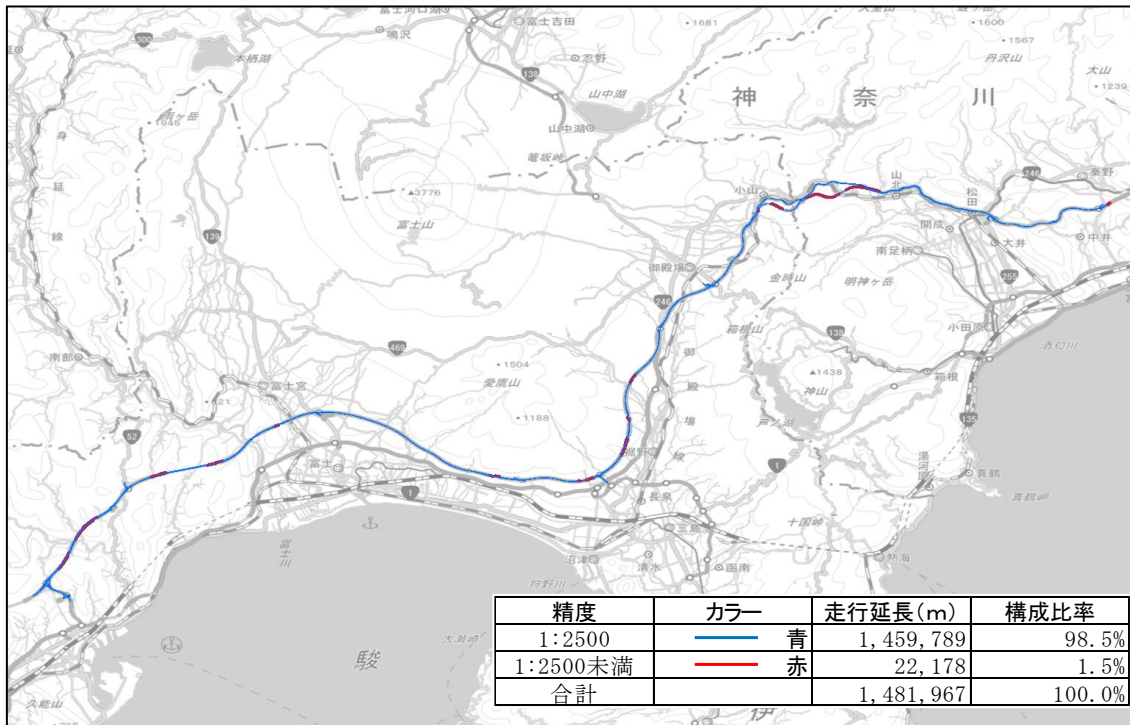


図 1-5 対象エリア（高速道路）ルート①の精度

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

部分的に 1:2500 未満（赤色）があるが、ほぼトンネル区間やその前後である。また走行を複数回実施しているため、トンネル区間以外は 1 回以上の走行で精度が担保されている。高速道路においては、沿道が開けている区間が多く、衛星不可視区間は少ない状況である。

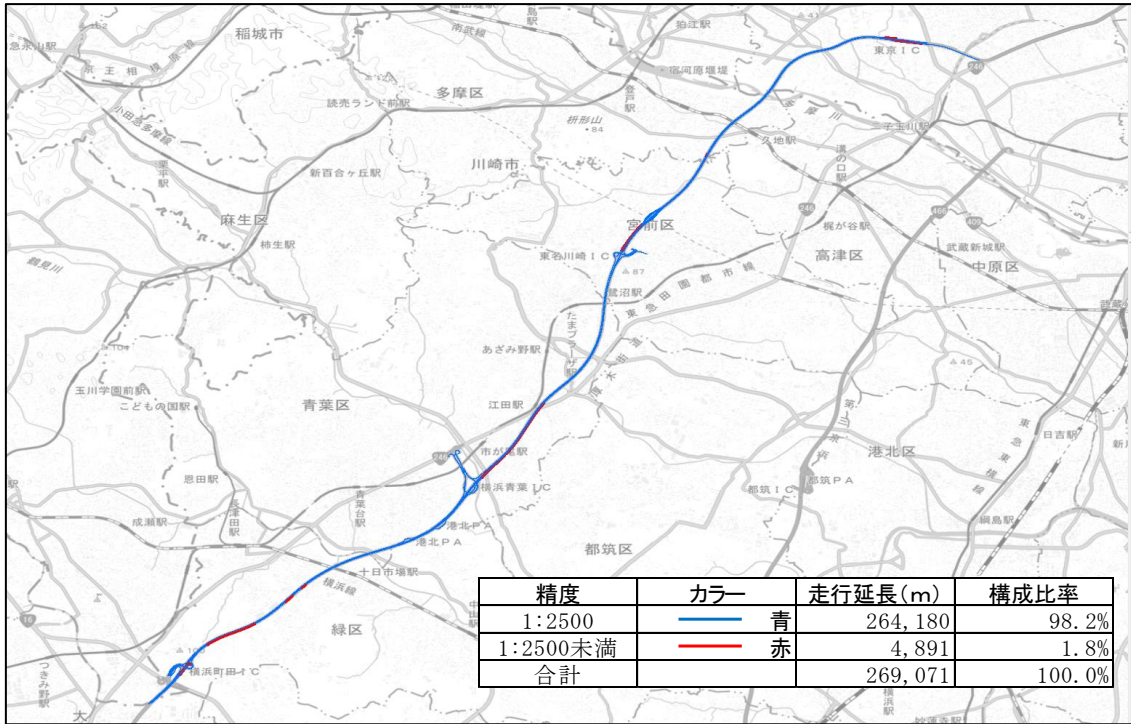


図 1-6 対象エリア（高速道路）ルート②の精度

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

東京 IC、東名川崎 IC、横浜青葉 IC 周辺で一部精度の悪い区間がある。

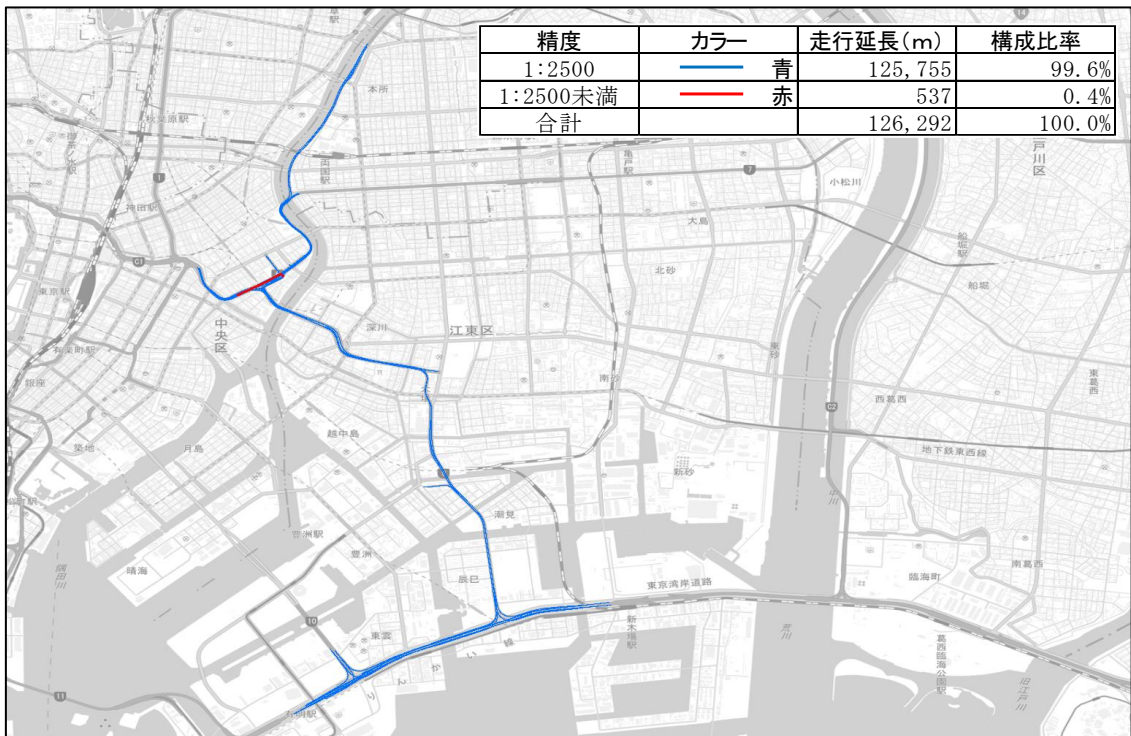


図 1-7 対象エリア（高速道路）ルート③の精度

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

ほぼ精度状況は良いが、一部箱崎 JCT において上空閉塞のため精度が出ない箇所がある。

全般的に要求精度を満たさない延長は、走行延長の 2.0%弱であり、高速道路においては大部分の区間において、比較的高精度に取得され適応できると判断される。なお、解析後予測誤差値であり、実際は数点の検証点を設置することが望ましい。

トンネル区間においては、精度の確認のために既知点を設けて調整するなど精度面の確認は必要と考えられる。ただし、自動走行車両においても GNSS の捕捉は困難であることに変わりはない。この区間については、相対精度を重視し運用することがコスト的にも妥当であると考えられる。

また、対象エリア（一般道路）の区間内で MMS 計測車両により複数回走行した結果を図 1-8 に表示した。表示は、解析後予測誤差を用いている。

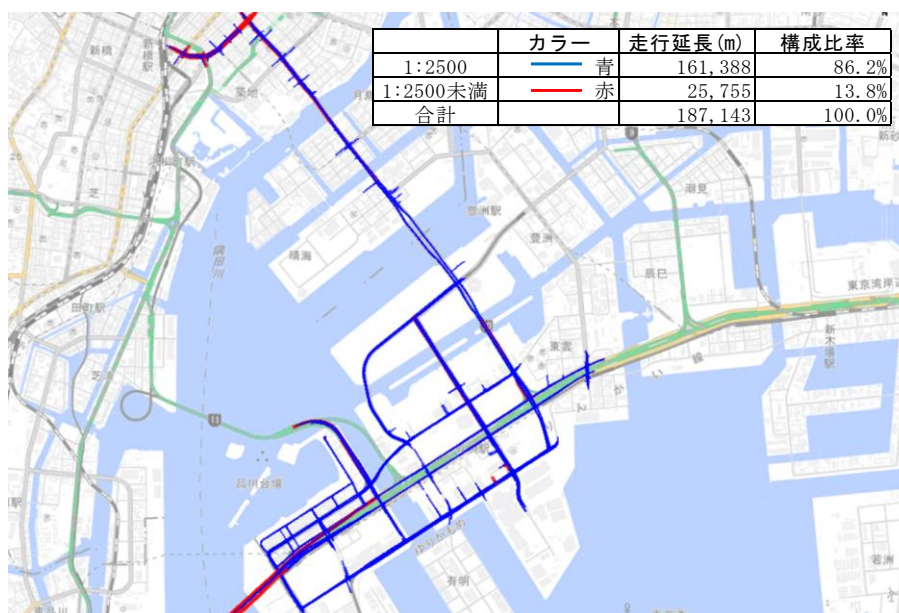


図 1-8 対象エリア（一般道路）の精度

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

ほぼ要求精度を満たしているが、新橋駅・東銀座駅付近では道路周辺に高層ビルが多くあり衛星が見えにくいため、精度が出ない箇所となっている。なお、図 1-8 では南西部に精度 1:2500 未満の区間があるが、ここは東京港トンネルの区間であり、本業務対象外エリアであるため、評価対象外とした。

精度 1:2500 未満であった区間については、標定点を設置することで精度の向上を図った。その精度点検結果を図 1-9 に示す。また、一般道路の対象エリアについては、エリア全体に標定点を設置し、対象エリア全体にて確かに要求精度内に収まっていることを確認した。

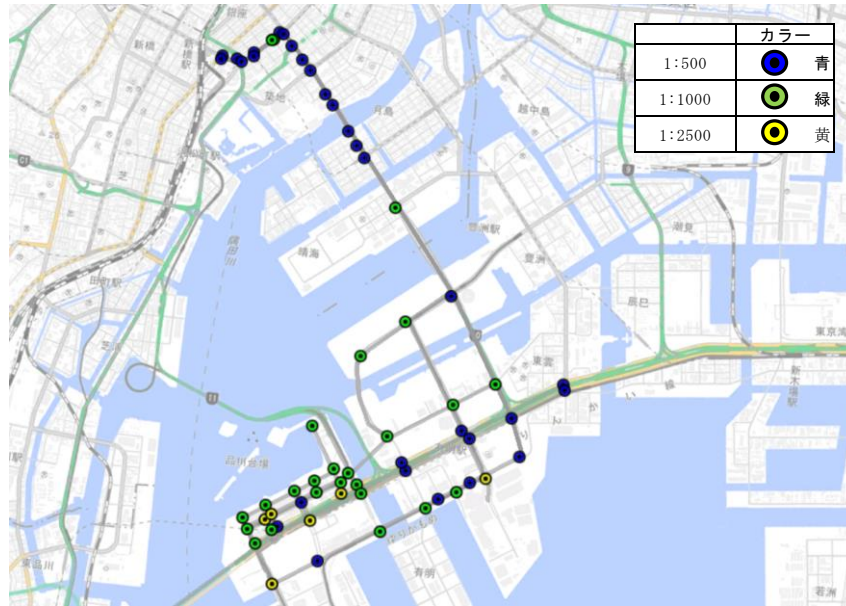


図 1-9 対象エリア（一般道路）の標定点による精度向上の結果
 ※背景図は国土地理院淡色地図を使用

一般道路における MMS を用いたデータ取得においては、走行延長の 13.8%が要求精度を満たさない結果となったが、標定点を設置することにより要求精度を満たすよう改善することができた。一般道路では、トンネル等の他にも、MMS 車両周囲に建築物や樹木がある、上空を高速道路や鉄道の高架橋に遮られている等の、衛星不可視状態となる環境条件が多い。また、特に今回のような都心部では、高層ビル等によりほぼ衛星を捕捉することができないため、標定点を用いた調整処理を行い、精度を確認することが必要であると考えられる。

1.2 基盤的地図の作成

1.2.1 「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」の改訂

ISO/TC204WG3 で国際標準化が進められている車線レベルの位置参照方式や、2016年11月に一般社団法人自動車工業会から提案された「自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書」（以下自工会仕様とする）を踏まえ、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」を改訂し、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1」を作成した。

(1) 車線レベルの位置参照方式への対応

1) Common Reference Point と Anchorage Point の定義について

a. 国際標準における定義

国際標準アイテムである、ISO/NP 17572 Part4 : Lane-level location referencing（以下 NP17572-4 とする）では、Common Reference Point（以下 CRP とする）は、Anchorage Point（以下 AP とする）からの相対的な距離で表現される仮想的な点、AP は、ジオメトリを持つ地物を用いて表現される点とされている。NP17572-4 における CRP と AP の定義・要件は、表 1-2 に示すとおりである。

表 1-2 CRP・AP の ISO/NP 17572-4 における定義・要件

	ISO/NP 17572-4 における定義・要件
CRP	<ul style="list-style-type: none">CRP は、実在するジオメトリを持つ地物からの相対距離を参照するための仮想的な点として定義され、位置情報と ID を持つ。CRP は AP からの相対的な距離で表現される。さらに、CRP は 2 つ以上の AP によって構成される。
AP	<ul style="list-style-type: none">送受信側の両方の地図で用いられているジオメトリを持つ地物で表現される点。AP で用いる地物に求められる要件は、実在する地物であり変化が少ないこと、車載センサで検知しやすいこと。

NP17572-4 では、CRP と AP の例は示しているが、CRP と AP で用いる具体的な地物は定義しておらず、どの地物を CRP と AP とするのか、CRP と AP をどの単位で取得するのかは運用主体が決めることとしている。

b. 「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」への反映

上述のとおり、NP17572-4 では CRP と AP の概念と例のみを提示し、具体的な地物については定義していない。そのため、SIP 提案資料には、CRP と AP を表 1-3 のとおり定義することとした。

表 1-3 CRP・AP の定義

	地物の定義
CRP	<ul style="list-style-type: none"> CRP は、実在するジオメトリを持つ地物からの相対距離を参照するための仮想的な点として定義される。
AP	<ul style="list-style-type: none"> 送受信側の両方の地図で用いられているジオメトリを持つ地物で表現される点。 AP で用いる地物に求められる要件は、実在する地物であり変化が少ないこと、車載センサで検知しやすいこと。

CRP と AP の定義を踏まえ、CRP と AP の属性を表 1-4 のとおり規定した。

表 1-4 CRP・AP の属性

	属性の定義
CRP	<p><u>地点：点型</u> 交差点領域内の点（重心、または AP からの相対距離で表現される点）を CRP とする。</p> <p><u>参照点番号：CharacterString[0..1]</u> CRP に対応する道路区間 ID テーブルの参照点が存在する場合に、参照点の ID が定義される。</p>
AP	<p><u>地点：点型</u> 交差点近傍の整備する地物（信号機もしくは道路標識など）に設定する。</p> <p><u>設定した地物の名称：CharacterString</u> AP を設定した地物の名称が定義される。</p> <p><u>CRP からの距離（Δx）、（Δy）、（Δh）：Real</u> CRP と対応関係を持つ AP までの距離を、CRP を原点として距離（m）で定義される。なお。原点から北方向を x 軸のプラス方向、東方向を y 軸のプラス方向 とする。原点から上方向を h 軸のプラス方向とする</p>

(2) 自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書への対応

1) 自工会仕様と「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」の比較

自工会仕様と「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」を比較した結果、表 1-5 に示すとおりとなった。

表 1-5 自工会仕様との比較結果

区分	件数
地物の取得基準の変更	2 件
地物の属性の追加	12 件
地物同士の関連の追加	1 件
新たな地物の追加	14 件

2) 自工会仕様の反映方針

「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」に対し、表 1-6 に示す方針で自工会仕様を反映した。

表 1-6 対応方針

	自工会仕様	対応方針
地物	取得基準の変更	SIP 提案資料から大きく変わらない場合は変更する。 但し、SIP 提案資料で読み替えできる場合は反映はしない。
	新たな地物の追加	拡張地物として追加する。 但し、SIP 提案資料で読み替えできる場合は反映しない。
属性	新たな属性の追加	拡張属性として追加する。 但し、SIP 提案資料で読み替えできる場合は反映しない。

3) 自工会仕様の反映内容

上述の反映方針を踏まえ、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」に対して、自工会仕様を表 1-7～表 1-10 に示すとおり反映した。

なお、太文字は自工会修正・追加事項であり、変更の必要のないものはグレーの網掛けとしている。

a. 道路基本地物データ集合

表 1-7 道路基本地物データ集合に対する対応

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	反映結果
1	歩道縁	歩道のうち道路と並行する縁線の車道側を取得（Z 値は道路面ではなく、歩道面の高さを取得） 歩道のうち道路と並行する縁線の車道側を取得する	場所（線）	

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	反映結果
2	非常駐車帯		範囲 (面)	
3	導流帯		範囲 (面)	
4	踏切		範囲 (面)	
5	軌道敷		範囲 (面)	
			車両通行の可否	
6	路面電車停留所 (標示)		範囲 (面)	
7	路面電車停留所 (島)		範囲 (面)	
8	横断歩道		範囲 (面)	
9	路肩縁	路肩の車道側の縁線を取得 路肩の車道側の縁線を取得する。	場所 (線)	車道外へのアクセス可否と同様であるため追加しない
			車道外へのアクセス可否※	
			駐車場出入口	
10	道路標示 (文字、矢印、号線)	道路標示 (文字) を囲む領域を取得 →取得位置は、一文字ずつ分ける	範囲 (面)	取得基準の変更となるため追加しない
			道路標示種別	
			規制種別	
11	区画線	「仮想地物 (車線リンク) への投影あり」としたい (車線リンクに対して、左右が分かる形で)	場所 (線)	拡張属性として追加
			区画線種別	
			線種種別	
			線色	
			線幅	
			関連：参照するラバーポール	
			減速標示の有無	
			線種種別コードにおける、破線と実線のパターン (例：進行方向 右実線、左破線)	
破線の端点位置	拡張属性として追加			
12	トールアイランド		範囲 (面)	
13	停止線		場所 (線)	
			線幅	
			関連：参照する信号機	
14	駐車場領域	SAPA の場合、導入路は含まず、駐車場領域のみを取得。 導入路は車線幅が一定の区間とする 駐車場の領域を取得する。 SA/PA の場合、導入路は含まず駐車場領域のみを取得する。 導入路は車線幅が一定の区間とする。	範囲 (面)	
15	駐車マス領域		範囲 (面)	
16	駐車マス線	駐車マス線の中心線を取得 駐車マス線の中心線を取得する。	場所 (線)	
			線種種別	
			線色	

b. 道路関連地物データ集合

表 1-8 道路関連地物データ集合に対する対応

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	対応方針
17	ガードレール	上部の中心位置を取得 ガードレールの上部の中心位置を取得する。	場所（線）	
18	キャッツアイ	反射部の中心位置を取得 →区画線の属性としてキャッツアイの有無を取得 キャッツアイの反射部の中心位置を取得する。	地点（点）	区画線の拡張属性として追加
19	スピードブレーカー	スピードブレーカーの中心線を取得 スピードブレーカーの中心線を取得する。	場所（線）	
20	デリニエーター	反射プレートの中心位置を取得 デリニエーターの反射プレートの中心位置を取得する。	地点（点）	
21	ラバーポール	上端の中心位置を取得 →区画線上のポールは、属性として、有無を取得 ラバーポールの上端の中心位置を取得する。	地点（点） 関連：参照する区画線	区画線の拡張属性として追加
22	照明灯	接地の中心位置 照明灯の接地の中心位置を取得する。	地点（点）	
23	電柱	接地の中心位置 電柱の接地の中心位置を取得する。	地点（点）	
24	信号機	管体の中心位置 信号機の 管体の中心位置を取得する。	地点（点） 信号機種別※ 信号機形状種別※ 矢印信号機の数※ 縦横形状種別※ 関連：参照する停止線	
25	道路標識板	中心位置 「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令 別表第二（第三条関係）」に属する道路標識板を取得。ただし、取得対象とする道路標識の種別は任意 「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令 別表第二（第三条関係）」に属する道路標識板の中心位置を取得する。取得対象とする道路標識の種別は任意とする。	地点 （点 →面（矩形）） 道路標識種別 規制種別	取得基準を面に変更
26	距離標	接地の中心位置 路側に設置された距離標の距離表示中心位置を取得する。	地点（点） 距離程	

c. 仮想地物データ集合

表 1-9 仮想地物データ集合に対する対応

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	対応方針
27	車道リンク	上下線非分離箇所では両側の車道外側線の中心線の中点を結んだ線、上下線分離箇所では車道外側線の中心線と車道中央線の中心線の中点を結んだ線とする 上下線分離箇所では上下線別にリンクを設定する。上下線非分離箇所では両側の車道外側線の中心線の中点を結んだ線、上下線分離箇所では車道外側線の中心線と車道中央線の中心線の中点を結んだ線とする。	場所（線）	
			車道リンク種別	
			道路標識による規制	
			道路標示による規制	
			水平方向属性	
			縦断勾配属性	
			横断勾配属性	
			DRM リンク情報	
			区間 ID 情報	
			VICS リンク情報	
道路種別	拡張属性として追加			
28	車線リンク	隣接する区画線の中心線の中点を結んだ線として取得する隣接する区画線の中心線の中点を結んだ線として取得する。	場所（線）	
			車線リンク種別	
			車線番号（左から付番）	
			車線番号枝番	
			リバーシブルレーン	
			車線数	
			車線開始番号	
			道路標識による規制	
			道路標示による規制	
			水平方向属性	
			縦断勾配属性	
			横断勾配属性	
			車線種別（走行車線、登坂車線、加減車線、分合流等）	拡張属性として追加
			リンク長	拡張属性として追加
車線幅員	拡張属性として追加			
車線中心から道路境界線までの左右距離	拡張属性として追加			
車線リンクの左右関係	拡張属性として追加			
29	交差点内車線リンク	走行可能な経路（ジオメトリ）を記述する。もしくは直線で接続関係（トポロジー）を記述する 交差点領域上の車線リンク上の形状線ノードのうち走行可能な経路を結ぶ線分を取得する。走行可能な経路を記述するもしくは直線で接続関係を	場所（線）	
			走行経路記述の有無	

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	対応方針
		記述する。		
30	車道リンク上のノード		地点（点）	
			関連：対応する車線リンク上のノード	
31	車線リンク上のノード		地点（点）	
			関連：対応する車道リンク上のノード	
32	交差点領域		範囲（面）	
			関連：ノード（交差点領域の境界線上に存在する車線リンク、車道リンクの端点）	
33	車道領域	車両が物理的に通行できる領域を取得。路肩縁によって囲まれる範囲を取得 車両が物理的に通行できる領域を取得する。路肩縁によって囲まれる範囲を取得する。	範囲（面）	
34	車線領域		範囲（面）	
35	道路標識による規制		規制種別	
			道路標識種別	
			可変の有無	
36	道路標示による規制		規制種別	
			道路標示種別	
37	補助標識		補助標識の内容（文字列）	
38	規制内容		規制値	
			標識内容	
39	変更禁止車道位置（車道リンクのみ）	転回禁止、追い越しのための右側部分へのはみ出し禁止等 変更禁止車道位置内容：車道で禁止されている位置等の変更の内容が定義される。 規制なし、転回禁止、追い越しのための右側部分へのはみ出し禁止、車線リンクのいずれかに規制が存在	変更禁止車道位置内容	
40	変更禁止車線位置（車線リンクのみ）	左右へのはみ出し禁止等 変更禁止車線位置内容：はみ出し禁止方向が左方向、右方向もしくは両方向で定義される。 規制なし、左側部分へのはみ出し禁止、右側部分へのはみ出し禁止、左右部分へのはみ出し禁止	変更禁止車線位置内容	
			矢印方向	
41	車線リンク道路構造属性 ⇒曲率半径	方位角は当該点の前点から次点までの角度 方位角：当該点の前点から時点までの角度。360度表記とし、真北を0度、右回りに表	カーブ方向	
			曲率半径（R）	
			方位角	

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	対応方針
		現。		
42	車線リンク道路構造属性 ⇒縦断勾配		勾配値	
43	車線リンク道路構造属性 ⇒横断勾配		勾配値	
44	車道リンク道路構造属性 ⇒水平方向属性 ⇒緩和曲線部		カーブ方向	
			クロソイド方向	
			曲線長 (L)	
			クロソイドパラメータ (A)	
			曲率半径 (R)	
45	車道リンク道路構造属性 ⇒水平方向属性 ⇒円曲線部		カーブ方向	
			曲率半径 (R)	
			車線幅	
46	車道リンク道路構造属性 ⇒水平方向属性 ⇒直線部		車線幅	
47	車道リンク道路構造属性 ⇒縦断勾配属性 ⇒単傾斜部		勾配値	
48	車道リンク道路構造属性 ⇒縦断勾配属性 ⇒曲線部		凹凸種別	
			円曲線の半径 (R)	
49	車道リンク道路構造属性 ⇒横断勾配属性		左右勾配設定種別	
			起点位置の左側勾配値	
			起点位置の右側勾配値	
			終点位置の左側勾配値	
			終点位置の右側勾配値	
50	区間 ID 情報		区間・参照点種別	
			区間・参照点番号	
51	DRM リンク情報			
52	VICS リンク情報			
53	位置参照基盤 ⇒マーカポイント		参照点番号	
			上下線分離・非分離種別	
			流入・流出種別	
			接続先情報	
54	接続先情報		他方の交差点領域と接続するリンクの区間・参照点種	

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	対応方針
			別	
			区間番号	

d. 自工会追加仕様

表 1-10 自工会追加仕様に対する対応

No.	地物	取得位置・取得基準など	属性	対応方針
55	覆い物の有無（トンネル、シエツド等）			道路支持地物という地物を拡張として追加
56	道路境界線	車両が物理的に走行可能なエリアとの境界位置（路肩縁とラバーポールとで、道路に近い方の位置等）	線	路肩縁と同様であるため追加しない
			車線中心から、道路境界までの距離	拡張属性として追加
57	道路標示（記号）		面	記号も道路標示の中に含まれるため追加しない
58	トンネルの高さ制限			道路支持地物（トンネル）の属性として定義
59	アンダーパスの高さ制限			道路支持地物（アンダーパス）の属性として定義
60	橋梁の幅			道路支持地物（橋梁）の属性として幅を定義
61	トンネル内の走行可能な範囲			道路支持地物（トンネル）の属性として定義
62	特車運行可能道路			準静的あるいは準動的情報に該当するため、定義しない
63	ETC ゲート位置			準静的あるいは準動的情報に該当するため、定義しない
64	2 輪車用停止線		線	道路標示（指示標示）として取得できるため、追加しない
65	原付用二段階右折停止線		線	道路標示（指示標示）として取得できるため、追加しない
66	バス停留所		面	バス停留所という地物を拡張として追加
67	バス専用レーン		面	道路標示（規制標示）として取得できるため、追加しない
68	バス優先レーン		面	道路標示（規制標示）として取得できるため、追加しない

1.2.2 実在地物・仮想地物の作成

「自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1」に必須として定義されている地物・属性を作成した。

1.2.3 符号化仕様（案）の検討

「自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.0.1」では、符号化仕様までを規定していない。本業務では、1.2.1 で検討した、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1」の符号化の仕様（案）を検討した。

一般財団法人日本デジタル道路地図協会の高度デジタル道路情報対応検討会では、ISO 14825:2011 Geographic data files (GDF5.0)および ISO で現在検討中の GDF5.1 を踏まえ、XML 符号化のためのデータ仕様が検討されている。具体的な資料は以下に示すとおり。

- ・先進運転支援サービスのための高度 DRM-DB（XML 符号化のためのデータ仕様）
- ・（上記に対応した）XML スキーマ（XSD 形式）

本業務では、国際標準との整合性を確保することから、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1」を踏まえ上記の資料を翻案し以下の 2 つを検討した。なお、翻案に際しては、2017 年 3 月に開示をうけた rev0.8.02.4 を基に実施した。

- ・自動走行システム向け地図データ符号化仕様への提案（試作データ用符号化仕様）Ver.1.0
- ・（上記に対応した）XML スキーマ（XSD 形式）

自動走行システム向け地図データ符号化仕様への提案（試作データ用符号化仕様）Ver.1.0 は、一般財団法人日本デジタル道路地図協会が設置した高度デジタル道路情報対応検討会において検討中の先進運転支援のための新しい高度デジタル道路情報に関する資料（以下、「高度 DRM-DB 資料」という）の「先進運転支援サービスのための高度 DRM-DB（XML 符号化のためのデータ仕様）rev.0.8.02.4」の構成に従い、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1」で検討した地物、属性が表現できる形式に翻案したものである。

2. ダイナミックマップセンター機能の検討

平成 29 年度大規模実証実験で利用するために、第 1 章で作成したデータを用いて、ダイナミックマップセンターの機能に関する以下の検討を行った。

- 基盤的地図の更新の仕組み
- 準動的/準静的情報の収集・生成の仕組み
- 地図サプライヤへのデータ提供の仕組み

2.1 基盤的地図の更新の仕組み

自動走行システムに必要となる基盤的地図情報（以下、ダイナミックマップ）を更新する仕組みとして、道路更新情報の入手の仕組みと、基盤的地図の更新の仕組みについて検討した。

2.1.1 道路更新情報の入手

公共情報等から道路の新設、更新情報を入手する方法（1）を検討した。公開情報より道路管理者等が所有しているとされる公共情報を整理し、それらの公共情報の基盤的地図への活用方策を検討した。

また、車両のセンサ情報（プローブ情報）とダイナミックマップの差分情報から道路の更新箇所を推定する方法（2）を検討した。MMS 計測車両から取得・生成できるデータを用いて道路の更新箇所を推定する方法を検討し、各方法の特徴や自動化の可能性等を洗い出し、比較を行った。

(1) 公共情報等から道路の新設・更新情報を入手する方法

自動走行システムの安全性・円滑性を確保するためにも、ダイナミックマップの構築後は、新規供用等の道路の更新時に併せて、速やかに道路更新の内容を、ダイナミックマップに反映し、実際の道路の状況と齟齬が無いようにすることが求められる。

このため、道路更新に関する情報を効率的に把握すると共に、道路更新箇所を対象とした MMS による計測業務の計画策定・事前準備等、収集した道路更新情報に基づいて、ダイナミックマップを適切に更新する仕組みについて検討しておく必要がある。特に、道路更新に関する情報を効率的に把握するためには、道路管理者や交通管理者が保有する公共情報のうち、利用可能な情報を活用することが、有効と考えられる。

上記を踏まえ、道路更新について、道路管理者等が保有する公共情報の現状を整理すると共に、利用可能と想定される公共情報を活用した場合の、基盤的情報の更新スキーム案について検討を行った。

1) 道路更新に係る公共情報の現状整理

各種公開情報を元に、道路の新規供用に関する公示や工事完成図等、道路更新に伴って道路管理者等が作成、保有していると推定される、現状の道路更新に係る公共情報について整理した。

新規事業採択後の道路事業実施については、大きく分けて、「設計」、「施工」、「検査/完成」、「維持管理（供用後）」の各段階に分けられる。また、道路更新に係る公共情報としては、供用開始の公示等、道路更新自体の発生に関する情報と、工事完成図等、道路更新の内容に関する情報に分けられる。

各種公開情報を踏まえ、道路新設等に関する各事業段階において、道路管理者が所有していると想定される公共情報を表 2-1 の通り整理した。表中、更新発生とは道路更新の発生に関する情報、更新内容とは道路更新の内容に関する情報を指す。

表 2-1 道路管理者等が所有する公共情報（想定）

事業段階	情報の種類	公共情報		
		高速道路	国道	その他一般道路
施工	更新発生	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事発注見通し ・ 工事入札公告情報 		
	更新内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発注図 ・ 施工計画書、図面等 		
検査/完成/ 供用開始	更新発生	<ul style="list-style-type: none"> ・ 供用開始の公示 		
	更新内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事完成図(完成平面図、完成縦断図、工事施設帳票) ・ 線形計算書 		
維持管理 (供用後)	更新内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路管理用平面図 ・ 路面標示図 ・ 標識位置図 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路基盤地図情報 ・ 道路台帳附図 	道路台帳附図
		—	—	—

各種公開情報を踏まえ、各事業段階における道路更新の発生に関する公共情報の概要（想定）について、表 2-2 の通り整理した。関連法令に基づいて、道路区域の決定又は変更の公示や、公共工事の完成時期等を含む工事入札公告の実施が定められている。

表 2-2 道路更新の発生に関する公共情報の概要（想定）

事業段階	公共情報	保有主体	根拠法	更新時期	電子化状況	主な内容
施工	工事発注見通し	全道路管理者	入札契約適正化法第4条	毎年度(見直し変更時)	紙またはHP(一部案件については、発注者HPや入札情報提供サイト※1で提供)	公共工事の名称、場所、期間、種別及び概要※2
	工事入札公告情報	全道路管理者	入札契約適正化法第5条	案件毎		公共工事の名称、場所、種別及び概要 工事着手の時期及び 工事完成の時期 ※2
検査/完成/供用開始	供用開始の公示	全道路管理者	道路法第18条2項	供用開始毎	紙ベース	<ul style="list-style-type: none"> ・路線名 ・区間 ・供用開始又は廃止期日 ・供用区間に関する図面(国道・都道府県道は 1/50,000、市町村道は 1/10,000程度)

※1 PPI 入札情報サービス(<http://www.i-ppi.jp/Search/Web/Index.htm>)等

※2 道路以外の情報も含む

各事業段階における道路更新の内容に関する情報の概要（想定）について、各種公開情報を踏まえ、表 2-3 の通り整理した。全ての道路工事施工時においては、まず発注段階で詳細設計図面を基に発注図面が作成され、検査／完成／供用開始時点では、工事完成図が作成されると想定される。

また、表中で挙げられている既存資料の概要を表 2-4 に示す。

表 2-3 道路更新の内容に関する公共情報の概要（想定）

事業段階	公共情報	保有主体	更新時期	電子データ化	データフォーマット	縮尺
施工	発注図	全道路管理者	発注毎	○ (国交省案件では義務付)	国交省発注案件では、「CAD 製図基準」に基づき、CAD データに関する以下のファイル形式での電子納品が義務付けられている。※1 (1) SXF 形式 (P21 形式と SFC 形式) (2) SAF ファイル: SAF ファイルは、図形にレイヤや線種などの情報の他に、特定の意味を持たせる情報を保存するファイル (3) ラスタファイル (JPEG、TIFF) 完成平面図では、GIS 等のシステムでの重ねあわせなど想定されていない場合もあり、構造化されていない場合もある。	<平面図> 1:500、1:1,000 (道路) 1:200 ~ 1:500 (平面交差点) 1:500 (歩道、立体交差、道路休憩施設) ※2
	施工計画書 (図面)		発注毎			
検査 / 完成 / 供用開始	工事完成図 (完成平面図等)		工事完成毎			
	線形計算書	高速道路会社	工事完成毎	○	—	
維持管理 (供用後)	道路台帳附図	全道路管理者	工事完成毎	○	国土交通省 DM フォーマット、DXF ファイル、SHAPE ファイル などで外部へ提供しているが、紙媒体管理している道路管理者もあり、道路管理者によって、ファイルの形式や記載内容、提供方法が異なる	—
	道路基盤地図情報	国土交通省	工事完成毎	○	GIS などのシステムでの重ねあわせが可能なよう構造化されたデータ。※4	1/500 ~ 1/1,000※4
	道路管理用平面図	高速道路会社	工事完成毎	○	高速道路の管理に必要な道路構造および道路付属施設などを表現した平面図。道路基盤地図情報とともに CAD データ (SXF 形式) 又は GIS データ (XML 形式) として提供される場合もある	—
	路面標示図		工事完成毎	○	CAD データ (DWG 形式など) で提供される場合もある	—
	標識位置図		工事完成毎	○	標識位置図の形式は様々であり、CAD データ (DWG 形式) で提供される場合もある	—

※1 国土交通省「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン」

※2 国土交通省「CAD 製図基準」

※3 国土技術政策総合研究所「道路中心線形データ交換標準 (案)」

※4 国土技術政策総合研究所「道路基盤地図情報製品仕様書 (案)」

表 2-4 各地図情報の概要

種類	概要
道路基盤地図情報	<ul style="list-style-type: none"> 「道路基盤地図情報製品仕様書（案）」に従い、GIS などのシステムでの重ねあわせが可能なよう構造化されたデータ。 完成平面図を基に作成。1/500～1/1,000 の縮尺で作成。 「道路基盤地図情報製品仕様書（案）」で規定されている 100 程度の地物のうち、基本地物 30 地物のみ整備。
完成平面図	<ul style="list-style-type: none"> 「道路工事完成図等作成要領」に準拠し、工事目的物の完成形状を示す。 直轄国道において本線舗装を主体とする工事の場合には、工事の受注者から納品。 完成平面図は、道路の維持管理での活用を想定しているため、設計変更で更新された最終的な発注図を用いることを基本として、初発注図の見え消しとした部分は全て消去し、工事の完成形状を表現。 完成平面図の作成範囲は、延長方向は工事起点から工事終点とし、横断方向は管理境界までとしている。 完成平面図では、GIS 等のシステムでの重ねあわせなど想定されていない場合もあり、構造化されていない場合もある。 通常は CAD データ（SXF 形式）又は GIS データ（XML 形式）で作成されており、1/500～1/1,000 の縮尺で作成されている。 中心線形のみ高さが別途保持されている。
道路管理用平面図	<ul style="list-style-type: none"> 完成平面図に対して更新を行ったもの。高速道路会社などが作成。
道路台帳附図	<ul style="list-style-type: none"> 道路法第 28 条で示される法定図書であり、全ての道路管理者が道路台帳附図を作成 「道路台帳附図データ製品仕様書（案）」が策定されているが、本仕様書（案）に基づくデータは、現状ではほとんど作成されていない。 一部の道路管理者が、国土交通省 DM フォーマット、DXF ファイル、SHAPE ファイルなどで外部へ提供しているが、紙媒体管理している道路管理者もおり、道路管理者によって、ファイルの形式や記載内容、提供方法が異なる。 管理対象道路以外の情報が更新されていない場合がある。 道路管理者毎に整備する地物は異なるが、道路中心線、区画線などは整備されていないことが多い。
路面標示図	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路の路面標示の位置および内容が記載された管理図面。 道路管理者が保有し、CAD データ（DWG 形式など）で提供される場合もある。 図面の更新頻度は、10 年に 1 度程度であることが多い。

種類	概要
標識位置図	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速道路の標識の位置および内容が記載された管理図面。 ・ 国土交通省の道路標識設置基準に基づき、道路管理者が保有。 ・ 標識位置図の形式は様々。CAD データ (DWG 形式) で提供される場合もある。 ・ 図面の更新頻度は、10 年に 1 度であることが多い。
線形計算書	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速道路の平面線形要素、縦断線形要素、横断データの一覧の形式で示したデータ。 ・ 道路管理者が保有。 ・ 平面線形要素から線形変化点の測点番号と XY 座標、線形要素、曲線半径、クロソイドパラメータ、要素長などの情報が取得可能。 ・ 縦断線形要素から縦断変化点の測点番号、標高、縦断勾配などの情報が取得可能。 ・ 横断データから横断勾配変化点の測点番号、横断勾配、幅員などの情報が取得可能。 ・ 電子データ (EXCEL 形式) で提供される場合もあり。
道路中心線形データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国土技術政策総合研究所にて、線形計算書などを成果物として納品する際の標準仕様として「道路中心線形データ交換標準 (案)」が作成済。 ・ 現在では直轄国道での工事が対象。
区間 ID テーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路の区間 ID 方式に基づき日本国内の道路を対象に整備された共通基盤テーブル。 ・ 距離標や市区町村境、その他道路管理者が定める点は、「参照点」として設定され、これは「区間」の経由点となる。
MMS 取得データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ MMS(Mobile Mapping System)計測車両より取得される写真やレーザ点群、位置姿勢解析データを基に、実在地物の位置情報や属性情報、仮想地物の一部の属性情報(車線数、道路標識・道路標示による規制、水平方向属性、縦断勾配属性、横断勾配属性)を把握可能。

2) 道路更新の内容に関する情報内容の整理

道路更新の内容に関する公共情報について、各既存資料に含まれる情報内容について以下に示す。

道路更新の内容に関する公共情報として、道路管理者等が保有する各図面情報のうち、実在地物の作成に用いることができる情報を表 2-5 の通り、仮想地物の作成に用いることができる情報を表 2-6 の通り整理した。

基本的に、道路管理者等が保有する各図面情報には、各地物の情報が含まれる一方で、高さに関する情報が限られると想定される。また、MMS 取得データについては、基本的に全ての実在地物の情報を取得可能であるが、トンネル等、GPS の測位情報が正確に計

測できない箇所等では、MMS の取得データを別途補完する必要がある。

表 2-5 および表 2-6 の判例は、以下の通りである。

凡例

評価	地物/属性	凡例	内容
◎	地物	◎3D 地	データの形状（点・線・面）の変換なしで 3 次元の位置情報を作成することが可能
		◎2D 地	データの形状（点・線・面）の変換なしで 2 次元の位置情報を作成することが可能
	属性	◎属	属性情報の変換なしで作成することが可能
○	地物	○3D 地	データの形状の変換より、3 次元の位置情報を作成することが可能
		○2D 地	データの形状の変換より、2 次元の位置情報を作成することが可能
	属性	○属	属性情報の変換により作成することが可能
△	地物	△地	図面からトレースすることにより作成することが可能
	属性	△属	図面から属性情報を読み取ることにより作成することが可能
—			資料に記載されていないため作成不可

表 2-5 実在地物の作成に用いることが可能な資料

		既存資料								取得データ MMS
		完成 平面図	道路基盤地 図情報	道路台帳 附図	線形 計算書	道路管理用 平面図	路面 標示図	標識 位置図	区間 ID テーブル	
情報保有者		道路管理者	国土交通省	高速道路会社					DRM 協会	
地物	属性									
路肩縁	場所	△地	◎2D 地	△地	—	△地	—	—	—	◎3D 地
	駐車場出入口	—	—	—	—	—	—	—	—	◎属
	車道外への アクセス可 否	—	—	—	—	—	—	—	—	◎属
歩道縁	場所	△地	◎2D 地	△地	—	△地	—	—	—	◎3D 地
区画線	場所	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	◎3D 地
	区画線種別	◎属	◎属	◎属	—	◎属	—	—	—	◎属
	線種種別	—	—	—	—	—	—	—	—	◎属
	線色	—	—	—	—	—	—	—	—	◎属
	線幅	—	—	—	—	—	—	—	—	◎属
横断歩道	範囲	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	◎3D 地
停止線	場所	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	◎3D 地
	線幅	—	—	—	—	—	—	—	—	◎属
導流帯	範囲	—	◎2D 地	◎2D 地	—	—	△地	—	—	◎3D 地
非常駐車帯	範囲	—	◎2D 地	◎2D 地	—	—	△地	—	—	◎3D 地
道路標示 (文字)	範囲	—	—	—	—	—	△地	—	—	○3D 地
	道路標示種 別	△属	△属	△属	—	△属	△属	—	—	◎属
踏切	範囲	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	○3D 地
軌道敷	範囲	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	○3D 地
路面電車停 留所(島)	範囲	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	○3D 地
路面電車停 留所(標示)	範囲	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	△地	—	—	◎3D 地
トール アイランド	範囲	—	◎2D 地	◎2D 地	—	—	△地	—	—	○3D 地
駐車場	範囲	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	○3D 地
ガードレール	場所	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	—	◎3D 地
キャッツアイ	地点	—	—	—	—	—	—	—	—	◎3D 地
スピードブ レーカー	場所	—	—	—	—	—	—	—	—	◎3D 地
デリニエー ター	地点	—	◎2D 地	◎2D 地	—	—	—	—	—	◎3D 地

		既存資料								取得データ MMS
		完成 平面図	道路基盤地 図情報	道路台帳 附図	線形 計算書	道路管理用 平面図	路面 標示図	標識 位置図	区間 ID テーブル	
情報保有者		道路管理者	国土交通省			高速道路会社			DRM 協会	
地物	属性									
ラバーポール	地点	—	—	—	—	—	—	—	◎3D 地	
距離標	地点	◎2D 地	◎2D 地	◎2D 地	—	◎2D 地	—	—	○3D 地 ※	
	距離程	◎属	◎属	◎属	—	◎属	—	—	◎属	
照明灯	地点	—	◎2D 地	◎2D 地	—	—	—	—	◎3D 地 ※	
電柱	地点	—	◎2D 地	◎2D 地	—	—	—	—	◎2D 地 ※	
信号機	地点	—	—	—	—	—	—	—	◎3D 地	
	信号機種別	—	—	—	—	—	—	—	◎属	
	信号機形状 種別	—	—	—	—	—	—	—	◎属	
	矢印信号機 の数	—	—	—	—	—	—	—	◎属	
道路標識板	地点	—	—	—	—	—	—	—	◎3D 地	
	道路標識種 別	—	○属	○属	—	—	—	△属	◎属	

※柱 3 次元位置については、根本が写真に撮影されている場合であり、現状は困難。

表 2-6 仮想地物の作成に用いることが可能な資料

網掛け：形状（属性の地点、場所および範囲の項目）は実在地物を基に作成するため、資料等は不要

		既存資料								MMS 取得データ
		完成平面図	道路基盤地図情報	道路台帳附图	線形計算書	道路管理用平面図	路面標示図	標識位置図	区間ID テーブル	
情報保有者		道路管理者	国土交通省		高速道路会社				DRM 協会	
地物	属性									
車線 リンク	場所									
	車線リンク 種別	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	車線番号 (左から付 番)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	車線番号枝 番	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	リバーシブ ルレーン	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	車線数	—	△属	—	—	—	—	—	—	◎属
	車線開始番 号	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	道路標識に よる規制	—	—	—	—	—	△属	—	—	◎属
	道路標示に よる規制	—	—	—	—	—	—	△属	—	◎属
	水平方向属 性	—	—	△属	△属	—	—	—	—	◎属
	縦断勾配属 性	—	△属	△属	—	—	—	—	—	○属
	横断勾配属 性	—	△属	△属	—	—	—	—	—	○属
	DRMリンク 情報	—	—	—	—	—	—	—	◎属	—
	区間ID情報	—	—	—	—	—	—	—	◎属	—
VICSリンク 情報※1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
車道リンク	場所									
	車道リンク 種別	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	道路種別	—	◎属	◎属	—	—	—	—	◎属	—
	道路標示に よる規制	—	△属	△属	—	—	△属	—	—	◎属

		既存資料								MMS 取得データ
		完成平面図	道路基盤地図情報	道路台帳附図	線形計算書	道路管理用平面図	路面標示図	標識位置図	区間ID テーブル	
情報保有者		道路管理者	国土交通省		高速道路会社				DRM 協会	
地物	属性									
	道路標識による規制	—	△属	△属	—	—	—	△属	—	◎属
	水平方向属性	—	—	△属	△属	—	—	—	—	◎属
	縦断勾配属性	—	△属	△属	—	—	—	—	—	○属
	横断勾配属性	—	△属	△属	—	—	—	—	—	○属
	DRMリンク情報	—	—	—	—	—	—	—	◎属	—
	区間ID情報	—	—	—	—	—	—	—	◎属	—
	VICSリンク情報※1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
交差点内車線リンク	場所									
	走行経路記述の有無	—	—	—	—	—	—	—	—	○属
車道リンク上のノード	地点									
車線リンク上のノード	地点									

※1 VICS リンク情報は VICS リンクデータベースを参照

(2) 車両のセンサ情報（プローブ情報）とダイナミックマップの差分情報から道路の更新箇所を推定する方法

車両のセンサ情報（プローブ情報）やダイナミックマップの差分情報から、道路の更新箇所を推定する手法を網羅的に整理して比較等を行った。

車両のセンサ情報として、MMS 計測車両からは画像、点群画像が取得でき、さらに画像、点群画像により図化されたベクトルデータ（基本的なダイナミックマップデータ）がある。そこで、この3つのデータを用いた場合の道路の更新箇所の推定方法を検討して、各手法の特徴や、自動化の可能性等を整理し、比較を行った。

1) 画像データを活用した地図更新の仕組み

a. 概要

画像データは、駐車車両などの影響により走行箇所が一定とならないことがあり、車両の位置の違いにより、大きく画像の状況が異なる。

周辺状況によりほぼ同一の箇所との判断と地物の増減を判断する情報には成り得るが、そのものを使い自動化を行うためには、別に色の判定など加える必要がある。

舗装面の色調の変化や工事の仮囲いを判定し、更新箇所の特定に役立てることができる。

表 2-7 は、2 時期の情報の違いを示したものである。更新前画像では、置き型のガードレールが設置され工事中の状況であったが、道路工事により歩道改良が実施され街渠が設置されている変化を捉えることができる。また、舗装色も新鮮な色彩となっており区画線工事も実施されていることから、更新箇所として捉えることができる。

表 2-7 2 時期の同一箇所の画像による違い（例）

更新前画像	更新時画像
	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮設のガードレールが存在 ・ 当該規模であれば、工事情報が入手可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 舗装面が新しい（区画線位置の更新） ・ 区画線が新しい（区画線位置の更新） ・ 歩道改良（路肩縁の更新）

b. 作業フロー

図 2-1 に画像データによる変更箇所抽出のフローを示す。

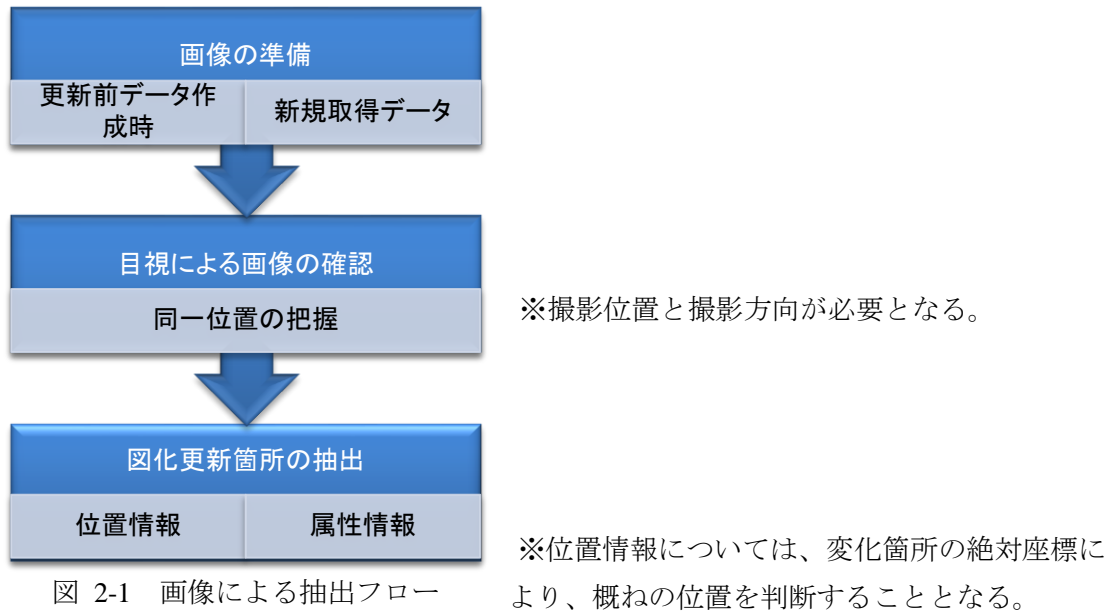


図 2-1 画像による抽出フロー

c. 画像により変化が把握可能な地物

表 2-8 に画像データより変化が把握可能な地物を示す。画像は、人間目線で確認することが可能であり、その有無や属性を把握することができる。

表 2-8 画像により判断可能な地物

種別	判断(有・無・位置)	地物名	追加判断可能要素
構造的変化	有・無	区画線	(色、種別)
		標識	(表示内容)
		ガードレール	(パイプ、ビーム、色)
		路肩	(新設)
		信号	(形式)
		路面標示	(表示内容)
		工事	
		中央分離帯	
		横断歩道	
		柱	



2) 点群データを活用した地図更新の仕組み

a. 概要

異なる2時期の点群を重畳することで、地物の境界、位置の変化を容易に把握する。

表 2-9 の画像は現地の状況である。この箇所の点群を重畳して確認することで差分確認を行う。点群重畳の事例を図 2-2、図 2-3 に示す。

表 2-9 2 時期の同一箇所の画像の違い

	変化前	変化後
現況状況		
変化内容	仮設ガードレール設置	仮設ガードレール撤去 歩道改良 舗装新設 区画線新設 横断防止柵設置

この2時期のレーザ点群を重畳し、変化を確認すると変化前と変化後の状況を確認することができる。点群の重畳パターンは、「前方斜め点群」「平面点群」の2つで実施する。

- 前方斜め点群重畳

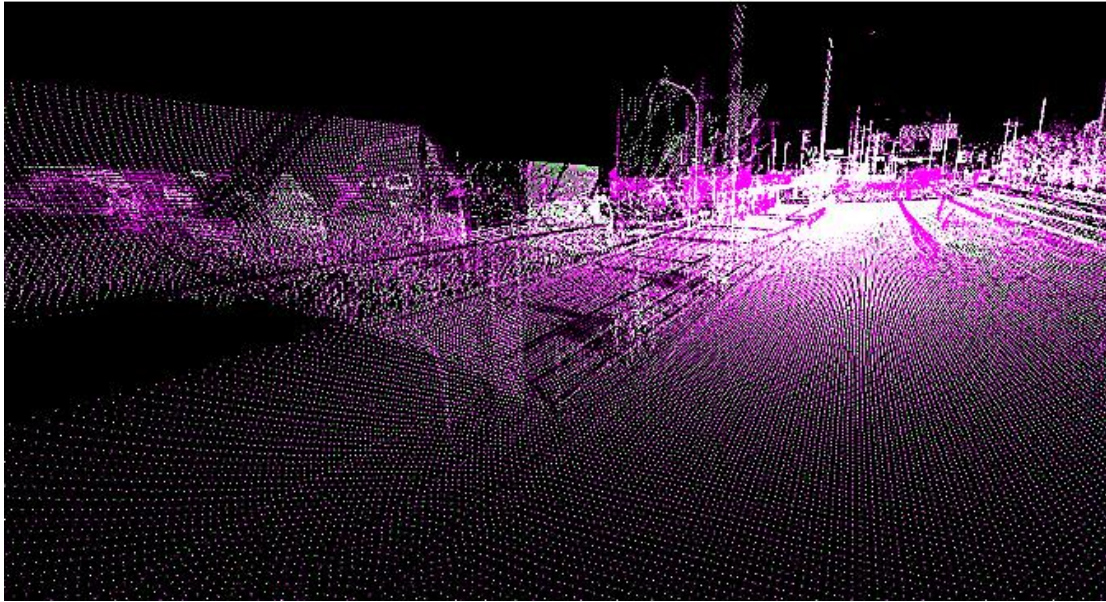


図 2-2 車両の視点による点群の重畳

図 2-2 の白色は、変化後の点群を展開したもの、赤色は、変化前の点群を展開したものである。基本的には、赤と白が重畳している形であるが、変化がある箇所は、道路構造が更新されている箇所として抽出される。

- 平面点群重畳

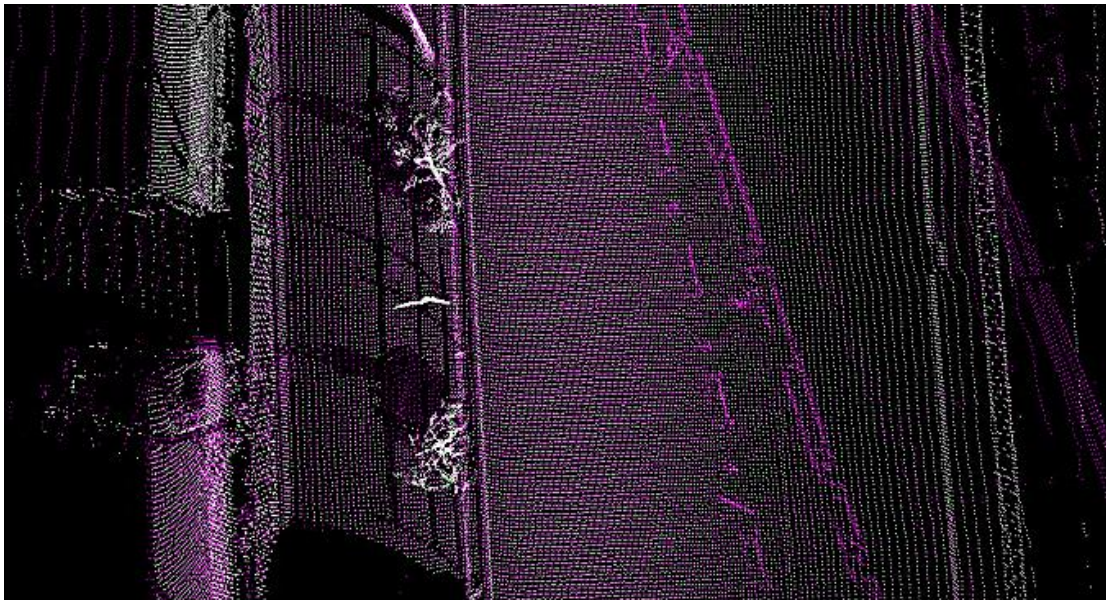


図 2-3 上方から重畳した点群

図 2-3 上方から重畳した点群は、上空から見た形で展開したものである。白色の濃くなっている箇所は植栽が設置されている。また、赤色のみが際立っている箇所は、工事のための車線規制を行っている箇所で変化後の点群には表示されていないため、工事完成し供用されていることが容易に判断される。

- 平面重畳全体図

これらを路線全体で実施することで以下の通り抽出することができる。

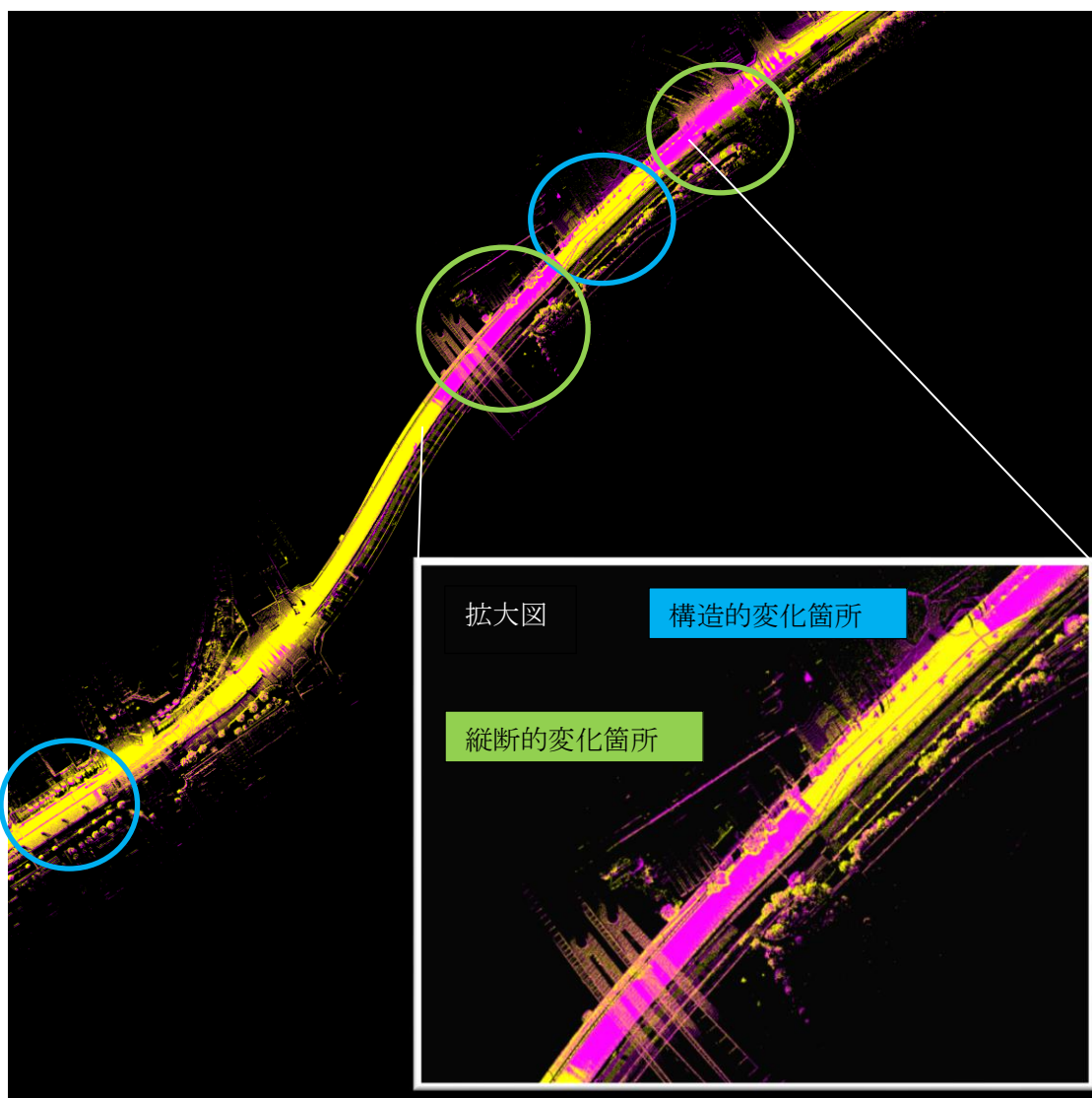


図 2-4 2 時期の平面重畳全体図および部分拡大図

なお、縦断的な変化箇所は、車の上下の挙動により生まれる部分もあるので、判断には注意が必要である。データの作成は、1km 当り 5 分程度であり縦断的な違いを見てとれるところも特徴である。

b. 作業フロー

図 2-5 に点群データによる変更箇所抽出のフローを示す。

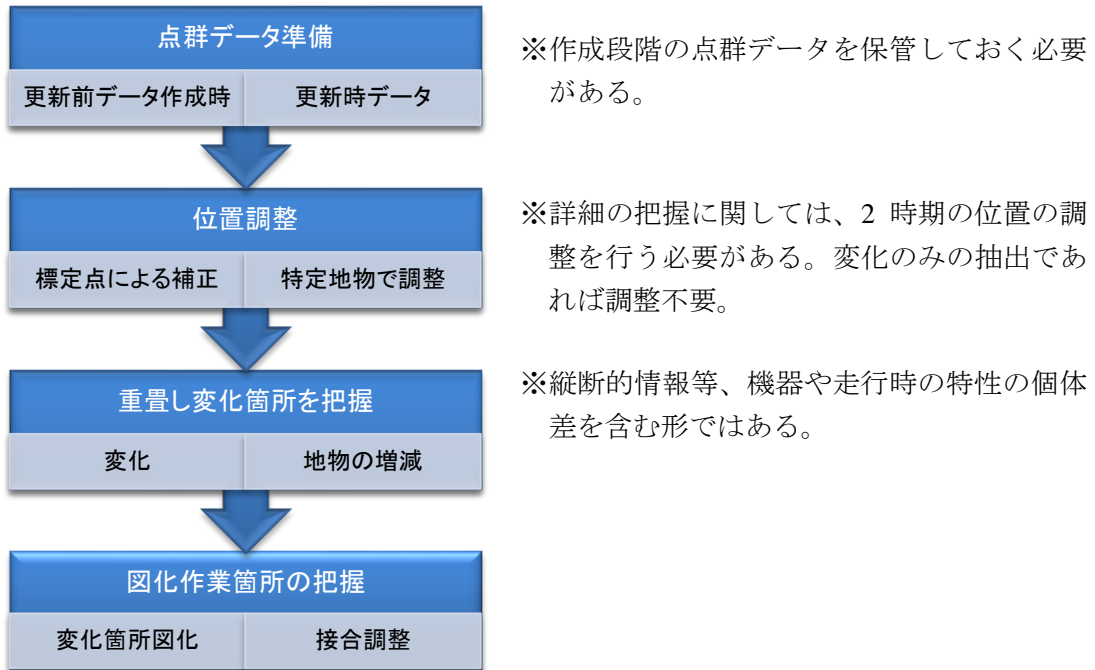


図 2-5 点群による抽出フロー

c. 点群により変化が把握可能な地物

表 2-10 は、点群により更新の判断が可能な地物の一覧である。一部反射強度により判断可能なものを含めている。一般的にレーザに色づけはされていないので、単色の点群であるとそれが何に反射して取得されたものか判断することはできない。物質の特性を活かした反射強度を活用する形が良い。

表 2-10 点群により判断可能な地物一覧

種別	判断(有・無・位置)	地物名	追加判断可能要素
構造的変化	有・無・位置	路肩 (歩車道境界)	
		区画線	(種別) “反射強度”
		標識	(寸法) “反射強度”
		ガードレール	(パイプ、ビーム) “反射強度”
		信号	
		路面標示	(表示内容)
		中央分離帯	(段差)
		横断歩道	“反射強度”
		柱	(径、太さ)

3) ベクトルデータを活用した地図更新の仕組み

a. 概要

位置合せを行った点群データを用いて、基本的な地物ごとに図化を行い、図化データにより変化を把握する。なお、位置合わせのために時間を費やすことから位置合わせ作業を省略して実施することも可能である。

標定点による位置合せを行わない場合でも、基本的には相対位置は確保されている。全体的な移動の場合があるので、CAD あるいは GIS ソフトウェアにより相対移動することで、変化箇所を把握することができる。

図 2-6 は、画像と重畳しているが、点群データを用いて段差を抽出したものである。段差のある箇所の自動図化が可能であり、過去の作成データと重畳することでその変化を把握することができる。ただし、点群による自動処理のため樹木の繁茂により、抽出された線の乱れや複数線の抽出など目視の点検は必須である。



図 2-6 段差自動抽出

図 2-7 のように区画線についても実施可能である。概ねの区画線の位置を図化することが可能であり、効率的な判断を可能とする。

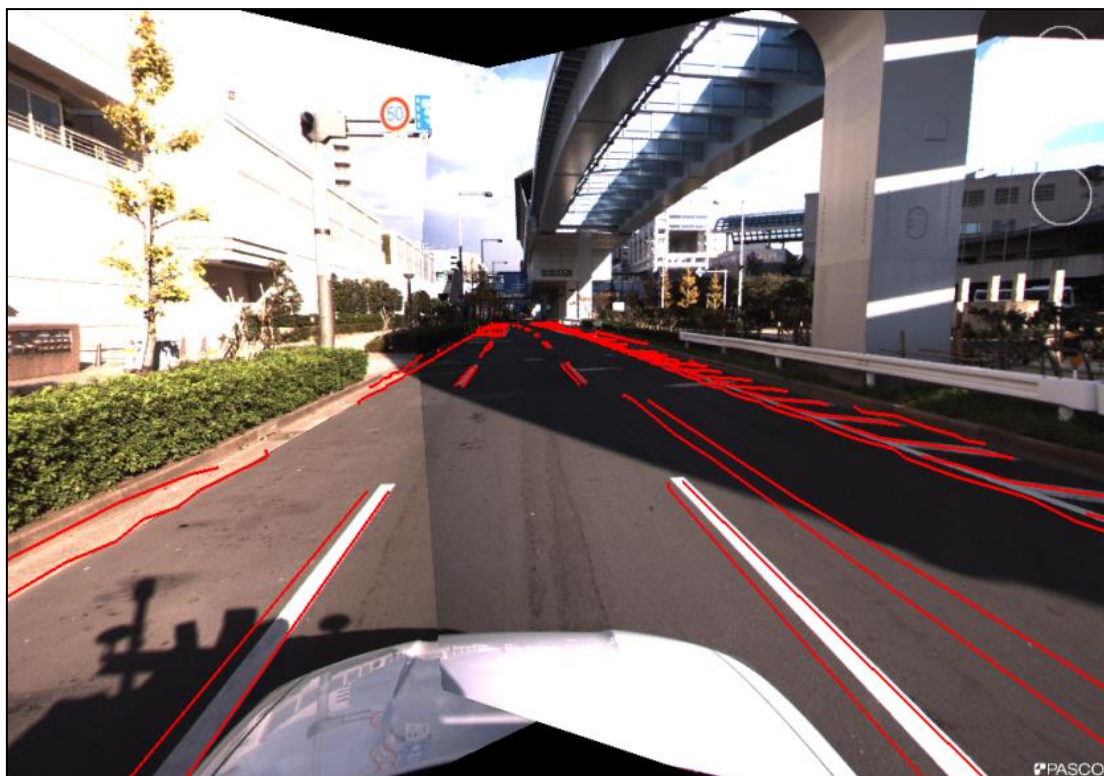


図 2-7 区画線自動抽出

図 2-8 は、2 時期の更新前データと自動抽出データの図化データの重疊を行ったものである。大きくずれている箇所は更新が必要な箇所として認識される。

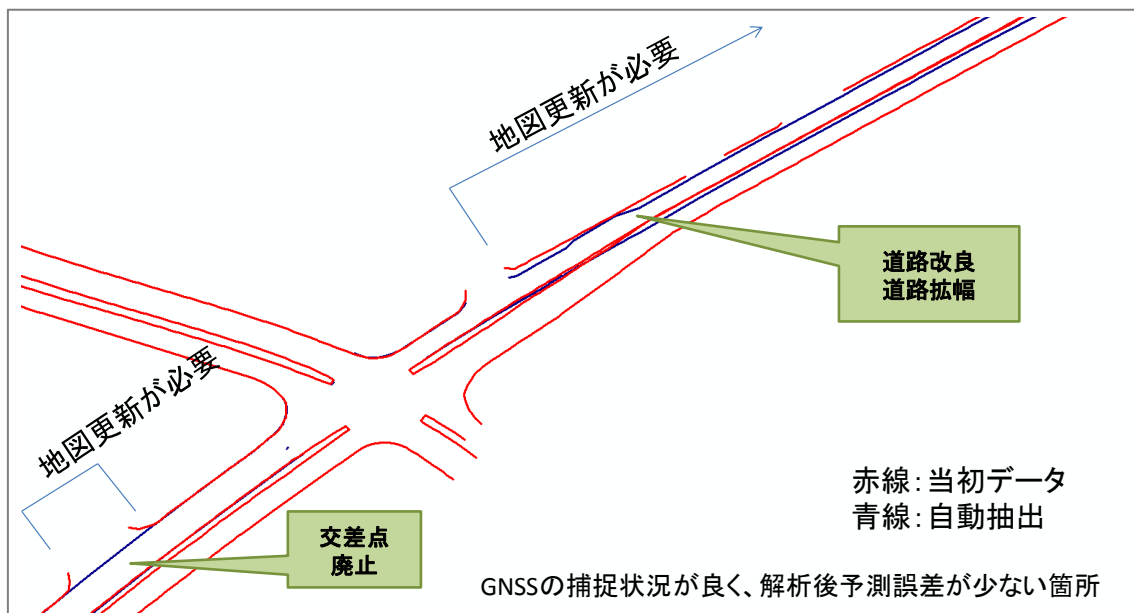


図 2-8 2 時期の図化データ重疊

単純に重疊した場合に、GNSS 精度による位置誤差を吸収できない場合があるが、自動図化処理を行い図化データと重疊し、全体的な平行移動や回転と判断できる場合は、その処理を行うことで、以下のように一致を確認することができる。この様に MMS は、相対

的な位置確保ができているためできることである。

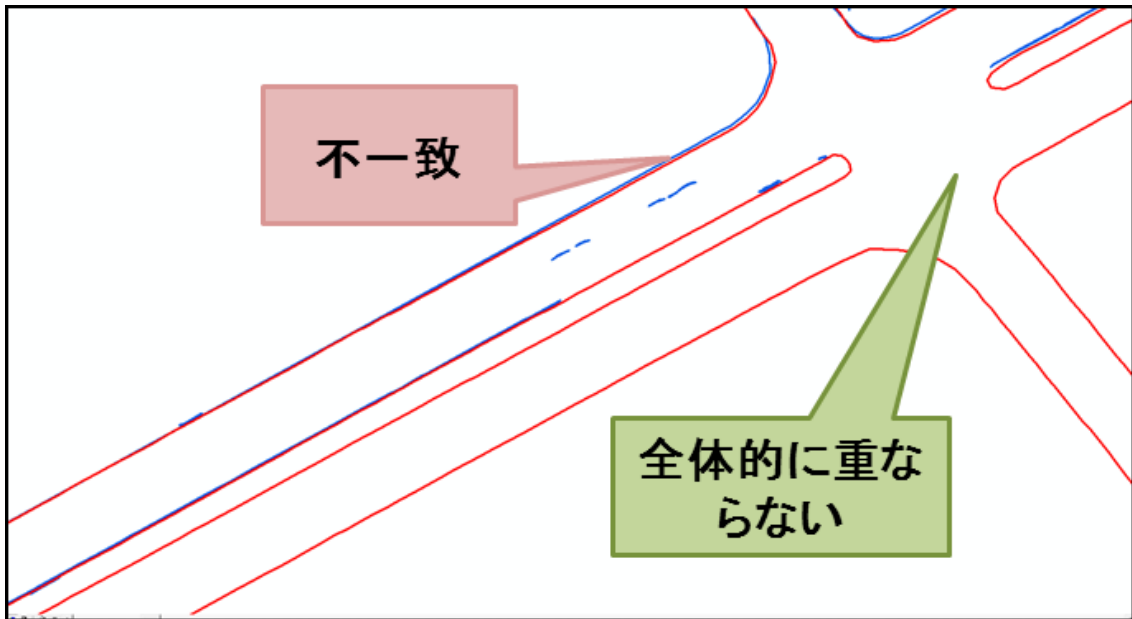


図 2-9 従前データと取得データの重畳

走行方向に向け、広がりを持っているため、一致している箇所を中心に図 2-10 のように回転を掛けると全体的に一致することが確認され、更新対象から外すことができる。

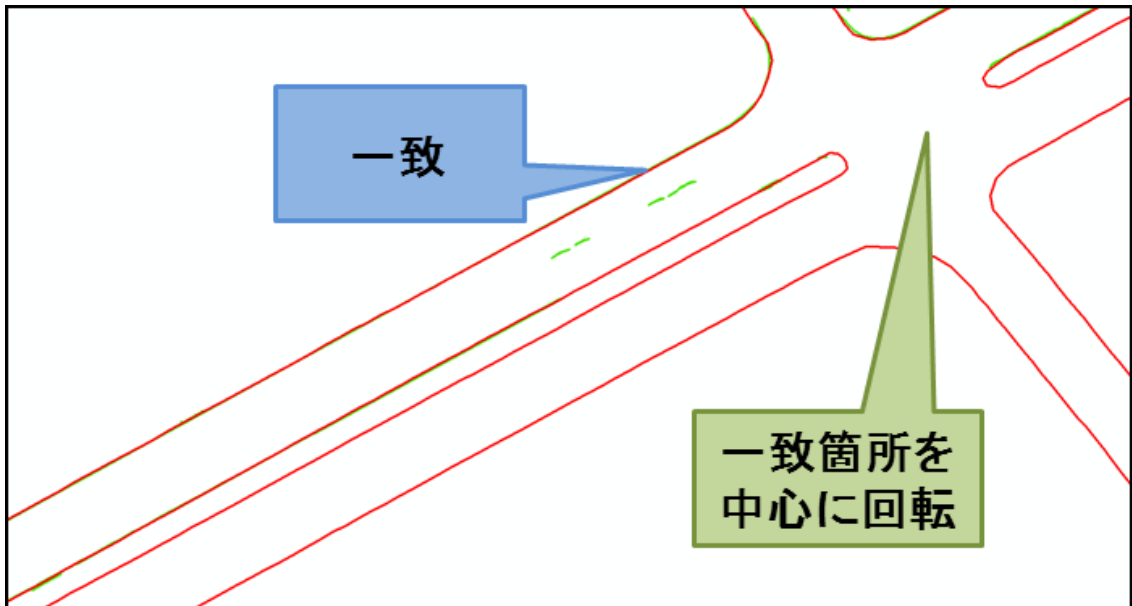


図 2-10 回転することで一致を確認

b. 作業フロー

図 2-11 にベクトルデータを用いた変更箇所抽出のフローを示す。

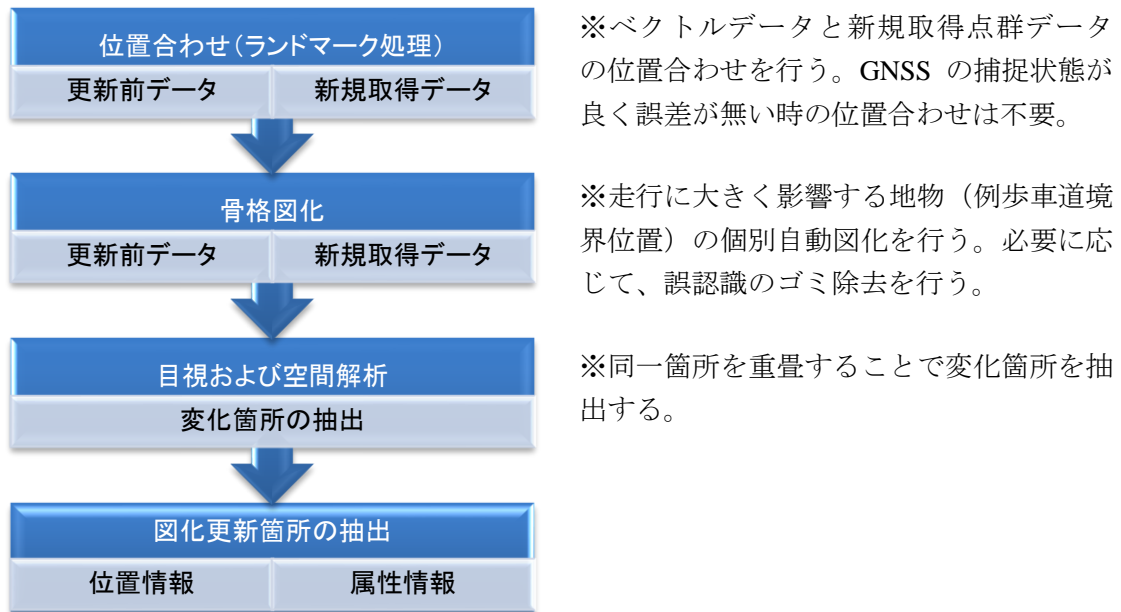


図 2-11 図化による抽出フロー

c. 図化により変化が把握可能な地物（自動抽出）

表 2-11 は、図化により更新の判断が可能な地物の一覧である。自動抽出が可能な地物として一覧を作成している。自動図化によらないものは、通常の図化作業となる。


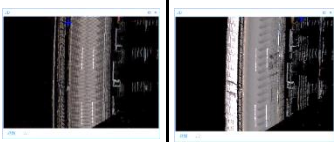
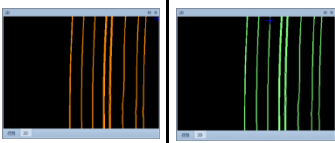
表 2-11 自動図化により把握可能な地物一覧

種別	判断(有・無・位置)	地物名	追加判断可能要素
構造的変化	有・無・位置	路肩縁（歩車道境界）	(段差)
		区画線	(種別)
		標識	(寸法)
		ガードレール	(パイプ、ビーム)
		路面標示	(表示内容)
		中央分離帯	(段差)
		横断歩道	
		柱	

4) まとめ

MMS 計測車両から取得できる画像および点群画像、その画像および点群画像により図化されたベクトルデータ（基本的なダイナミックマップデータ）を用いて、更新箇所を推定する方法の特徴を以下に示す。

表 2-12 比較概要

	①画像データ	②点群データ	③ベクトルデータ	
想定される更新手法	画像データ自体の比較により、差異がある部分を特定。	点群データの比較により、差異がある部分を特定。	点群を用いて自動処理により地物レベルで比較し、地物の有無、変化の有無から更新箇所を特定。	
比較				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・変化の詳細は分からないが、トリガとして利用可能。 ・基本的に二次元による確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・変化の詳細は分からないが、トリガとして利用可能。 ・三次元による確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地物レベルでの更新箇所特定が可能。 ・三次元での確認。 	
	利点	<ul style="list-style-type: none"> ・車両からの視点での確認ができる。 ・単純であり直感で違いが判断できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平面展開することで、精度よく変化位置を確認することができる。 ・走行位置に関わらず、概ね地形の状態を把握することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・確実に変化が判っている箇所には、時間短縮につながる。 ・連続性をもつ仮想地物であるネットワークに関する確認ができる。 ・時間的に余裕がある場合は、有効である。 ・容易に確認することができる。
	欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・季節変動が生じる。 ・走行位置により、視差が生じる。 ・停止車両により、欠落する部分がある。 ・位置情報の確認は、別途判断が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・データが重く処理に時間が掛かる。 ・走行時点のGNSSの状況に依存するため、2時期の調整が必要となる。 ・常に前回データを保管しておく必要があり、管理形態が複雑となる。 ・属性は、別途確認が必要であり、位置情報に限られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・図化作業を実施する必要がある。 ・更新が無い箇所も図化する必要が出てくる。
自動化可能性	目視確認は容易。機械学習が必要であり、自動化のハードルは高い。	比較的容易であるが、ばらつきが生じる。	地物の形状、位置のズレに対して容易に変化を把握することができる。	

2.1.2 基盤的地図の更新

今後、ダイナミックマップセンターにて、道路の新設・更新箇所の道路地形データを収集するにあたり、前項 2.1.1 の方法(1)および方法(2)による道路更新情報を活用できるかどうかを検討した。

また、道路の更新箇所の道路地形データを収集した場合に、前回データとの差分情報を抽出して基盤的地図を効率的に更新する手法を検討し、評価を行った。

(1) 公共情報等からの道路新設・更新情報を活用可能性、有効性についての検証

前項 2.1.1 の方法(1)で整理した取得可能と推定される公共情報等を用いた、ダイナミックマップの差分情報や変化点情報の抽出方法に関して検討し公共情報等の活用方針案として以下の2つの案を整理した。

活用方針案 1	MMS による計測業務を効率的に行うために、事前に道路工事の完了時期や工事箇所等、道路更新に関する情報等を把握し、MMS 計測に係る準備や計画等を前もって行うことを目的として、公共情報を活用する。
活用方針案 2	MMS による計測結果の確認や補完のために、MMS 計測結果の後に、公共情報を活用して、計測漏れの検出や属性情報の付加等を行う。

なお現段階では、一部の地方公共団体による道路台帳附図等の販売事例等を除き、道路管理者等が保有する地図情報等を民間が利用することは限られるが、本検討にあたっては、道路管理者等が保有する地図情報等の活用可能性があるとして想定した上で、公共情報の活用方針案の検討を行った。

1) 活用方針案 1

活用方針案 1 は、MMS による計測業務を効率的に行うために、事前に道路工事の完了時期や工事箇所等、道路更新に関する情報等を把握し、MMS 計測に係る準備や計画等を前もって行うことを目的として、公共情報を活用する案である。

活用方針案 1 では、道路管理者等が保有する工事入札公告情報等の道路更新の発生に関する情報や、道路管理者等が保有する発注図や施工計画書、及び道路開通予定情報、交通管理者が保有する図面、工事規制情報等を閲覧し、道路更新の発生時期や発生箇所を事前に把握した上で、工事完了前に MMS による計測準備等に活用することを想定する。

なお、上記の活用方針案 1 について、道路更新の発生情報の収集にあたっては、工事受注者と調整して速やかに道路更新に関連する情報を抽出する仕組みを構築する必要がある。また、道路開通予定情報や工事規制情報の閲覧にあたっては、これらの情報を保有する管理者と調整して関連する情報を抽出する仕組みを構築する必要がある。

表 2-13 活用方針案 1 (イメージ)

事業段階	利活用する公共情報 (想定)	利活用内容
施工	更新発生 ・工事入札公告情報 更新時期 更新箇所 ・道路開通予定情報等 更新箇所 ・工事規制情報等	<p>課題: 工事受注者と調整して関連する情報を抽出する仕組みの構築が必要</p> <p>課題: 管理者と調整して関連する情報を抽出する仕組みの構築が必要</p> <p>・道路更新の発生(予定)に関する情報の収集・整理 ・道路更新時期 ・道路更新箇所</p> <p>・MMS 計測に係る実施計画策定・事前準備</p> <p>・MMS による計測、ダイナミックマップ更新</p>
検査 / 完成 / 供用開始		

2) 活用方針案 2

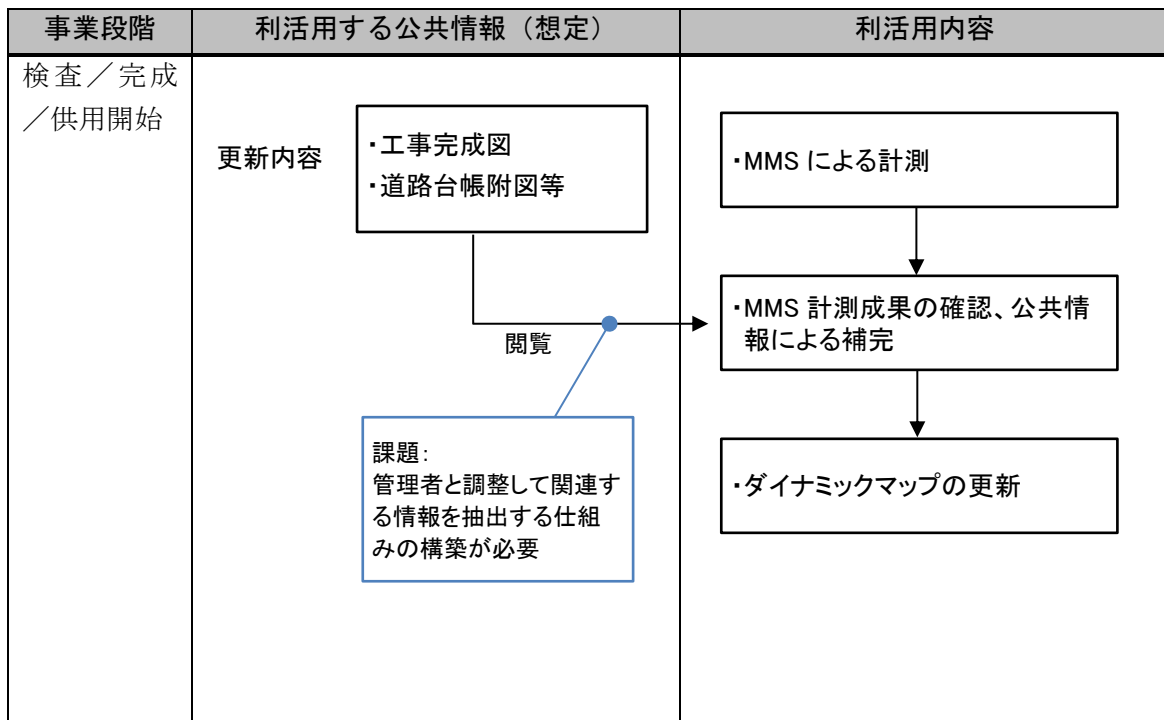
活用方針案 2 は、MMS による計測結果の確認や補完のために、MMS 計測結果の後に、公共情報を活用して、計測漏れの検出や属性情報の付加等を行うというものである。

活用方針案 2 では、MMS 計測成果を基に作成された図化データを対象に、地物の過不足を確認する等のために、道路管理者が保有する工事完成図や道路台帳附図、交通管理者が保有する交通安全施設（信号や速度規制標識等）に関連する情報を閲覧し、予め実施した MMS 計測成果の確認や補完に活用することを想定する。

特に、MMS による計測精度の低下が懸念されるトンネル区間等を対象に、道路管理者等が保有する図面情報を閲覧することで、MMS 計測結果の精度向上を図ることが考えられる。

活用方針案 2 についても、工事完成図や道路台帳附図の閲覧にあたっては、これらの情報を保有する管理者と調整して関連する情報を抽出する仕組みを構築する必要がある。

表 2-14 活用方針案 2 (イメージ)



(2) 差分情報を抽出して基盤的地図を効率的に更新する手法の検討

前項 2.1.1 の方法(2)で整理した MMS 計測車両で取得できる情報や、ダイナミックマップの差分情報から、道路の更新箇所を推定する手法に関して、評価を行った。

平成 26 年度作成データと今年度（平成 28 年度）取得データを用いて、各地物ごとに評価を行った。比較評価における前提条件を以下に挙げる。

- 平成 26 年作成データと平成 28 年取得データでは、取得項目、構造が大きく違うところがある。このため、取得した地物の位置の確認等を主体として検討を行った。
- 平成 26 年度データは、全域で標定点による調整を実施していないため、一部データの精度の悪い状態を残していた。

1) 画像を用いた更新手法









a. 前方画像による確認






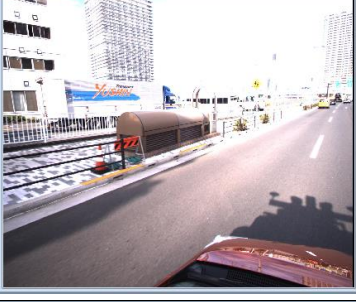



最も一般的な変化箇所の把握で、色彩の変化を捉える要素となる。地物に関して詳細な位置の特定は困難であるが、2次元の画像において、地物有無および地物の表示内容など属性の判読に活用される。


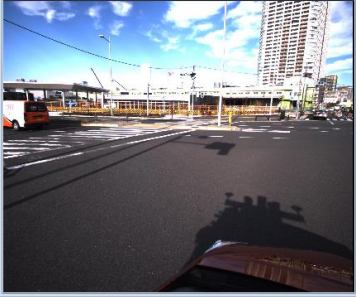
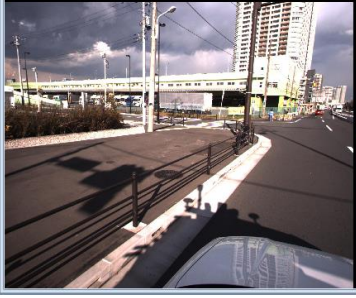







画像における影響は、日照、天候、太陽の位置により色彩が変化する点、さらに取得した時点での車載している車両の走行位置や角度による見え方など様々の状況がある。自動化の視点は、今後も検討が必要であるが、連続的な画像撮影（言い換えれば動画）など安価な手法となる。

道路標識を例とすると本年度取得データと平成 26 年取得データの差として、以下のよう捉えられる。同一の路線のほぼ同一位置の 50m ピッチで画像を比べた。違いとして認識されるものは、表 2-15 の右欄に示す通りである。

表 2-15 画像による変化の抽出

距離	左：平成 26 年	右：平成 28 年	画像判断による変化内容
50			一部導流帯（島）の修復痕が確認される。
100			変化なし 路面標示のかすれを確認
150			変化なし
200			変化なし
250			変化なし 歩車道境界ブロック上の規制表示新設

距離	左：平成 26 年	右：平成 28 年	画像判断による変化内容
300			変化なし 規制表示新設
350			変化なし
400			歩道改良 街路新設 標識新設
450			交差点の廃止 歩道改良 横断歩道廃止
500			歩道改良 植樹柵設置 規制表示追加

距離	左：平成 26 年	右：平成 28 年	画像判断による変化内容
550			変化なし
600			歩道改良 新規舗設 区画線変更 規制表示追加
650			カードレール撤去 バスベイ新設 街路新設 歩道改良拡幅 バス停止屋改良 路面標示変更
700			街路新設 歩道改良 規制標識新設 照明灯新設 新規舗設
750			電線地中化（電柱撤去） ガードレール撤去 横断防止柵新設 照明灯新設 新規舗設 街路設置

距離	左：平成 26 年	右：平成 28 年	画像判断による変化内容
800			電線地中化（電柱撤去） 植樹柵設置 仮設ガードレール撤去 街路新設 照明灯新設
850			バスベイ新設 バス停上屋新設 歩道改良 ガードレール撤去 路面標示改良 新規舗設 照明灯設置 中央分離帯設置
900			歩道改良 ガードレール撤去 路面標示改良 新規舗設 照明灯設置 中央分離帯新設

以上のように多くの変化情報を確認することができる。画像情報を車両の位置情報と共に車両から入手することができれば属性等の変化情報を有効に活用できる。

b. 処理による平面展開画像（路面写真オルソ）

図 2-12 は、前方画像を平面展開したように上空から見るように平成 28 年画像データを処理したものである。区画線情報がどのように変化したか沿道の状況がどのように変化したかを一目瞭然で判断することができる。作成には、点群情報と前方画像データが必要となるが、位置座標を持つ平面写真として展開できるので、GIS を用いて重ねて確認することができる。

一般的に衛星写真等を用いる場合には、高速道路等により階層構造となっている箇所の判定は、困難であるが MMS のように走行して取得した画像を平面展開することで、上空が閉塞している箇所においても平面的に確認することができるメリットがある。作成は、1km 当り 20 分程度で可能である。

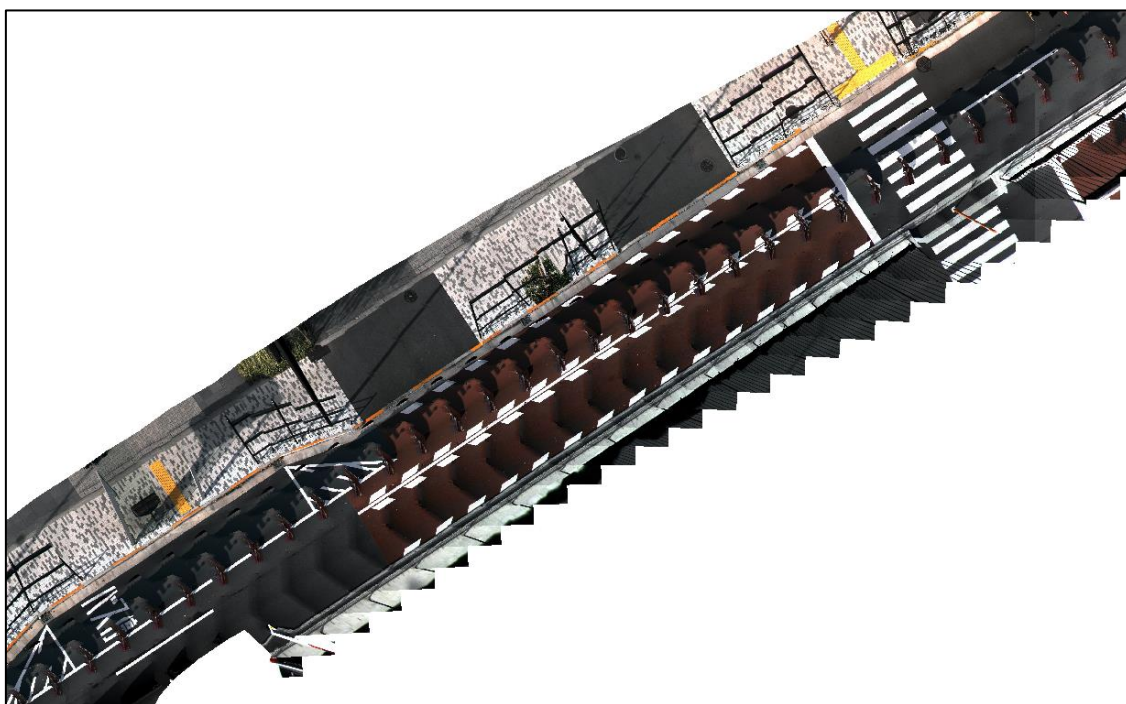


図 2-12 平成 28 年撮影 MMS 画像データ

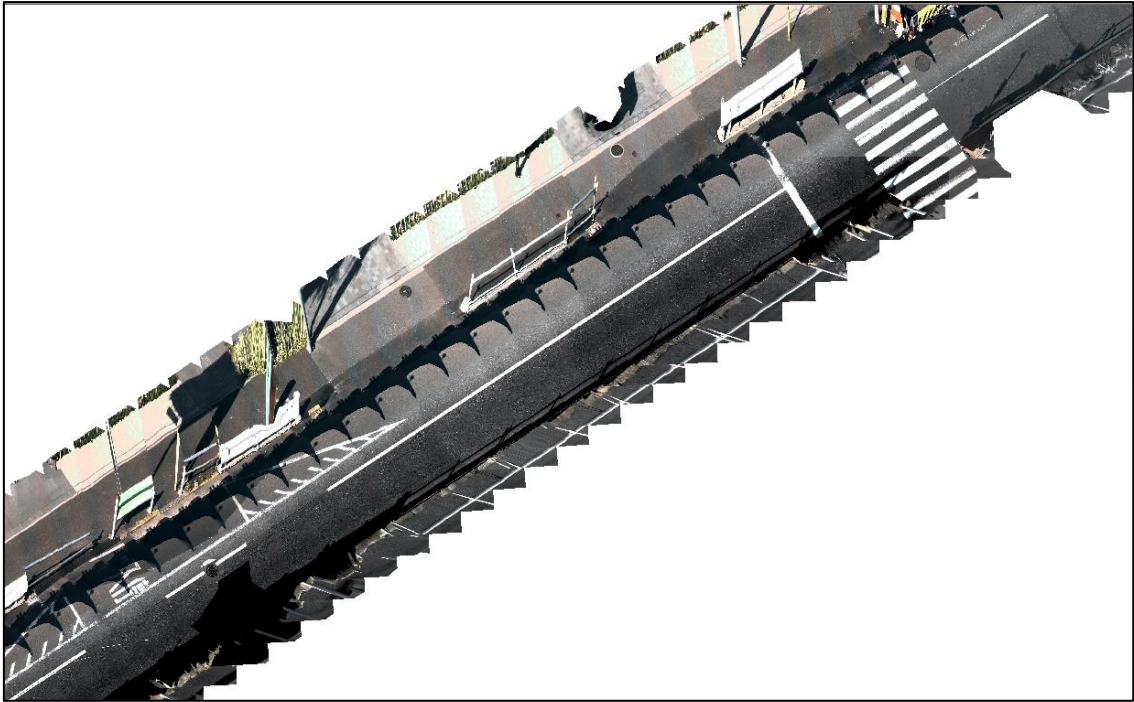


図 2-13 平成 26 年撮影 MMS 画像データ

図 2-14 は、平成 28 年データに平成 26 年データ（図 2-13）を 50%透過して重畳したものである。横断歩道の位置は、一致している反面、交差点付近にカラー舗装が施されており、区画線の種別に変更がある。また、区画線自体の設置位置が変更となっていることが簡単に判断できる。

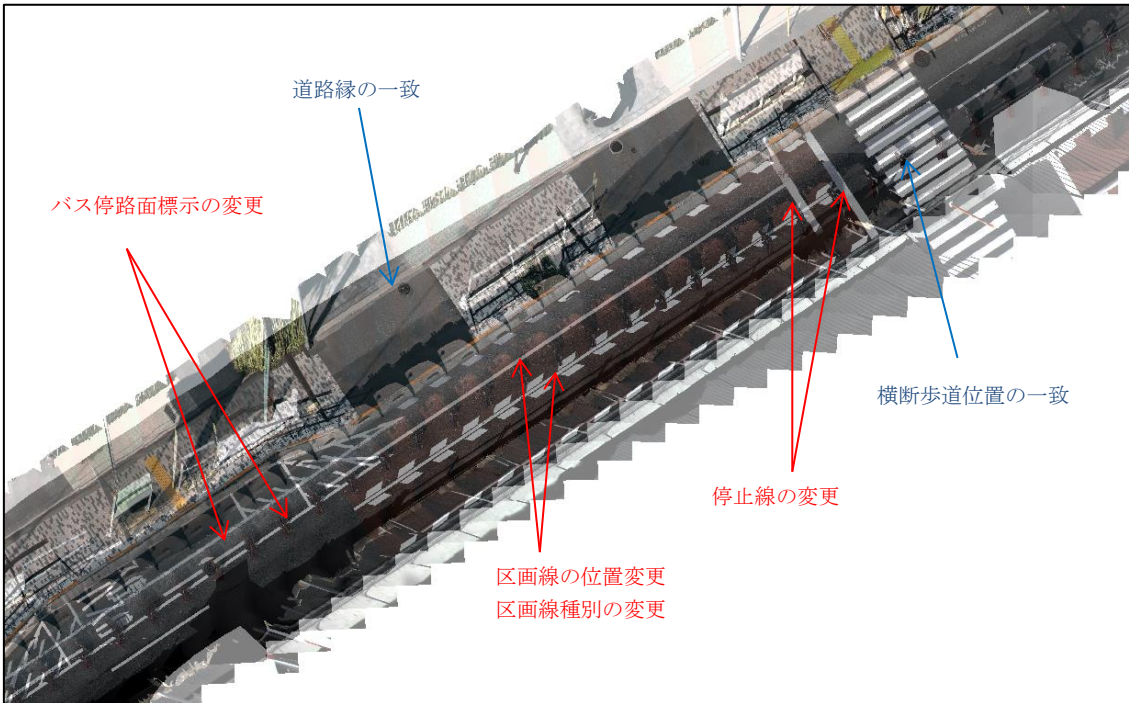


図 2-14 2 時期の画像を重畳して表示


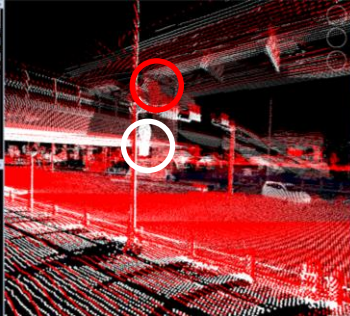
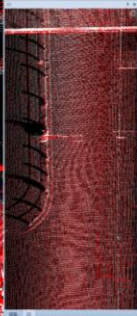

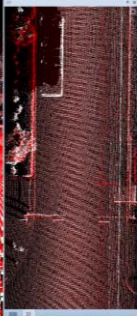

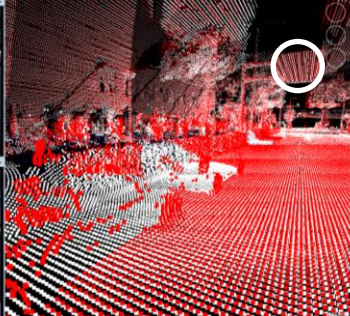
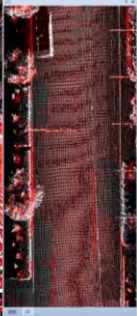
2) 点群を用いた更新手法

点群を用いた更新手法は、「車両目線（横方向）で点群を見る手法」と「平面的に点群を見る手法」に分けられる。位置情報の変化に対して有効な反面、表示内容の確認に関しては、画像との平行運用が必要となる。取得した点群データは、各種ビューアや CAD の中で 360 度の視点で確認することができる特性がある。

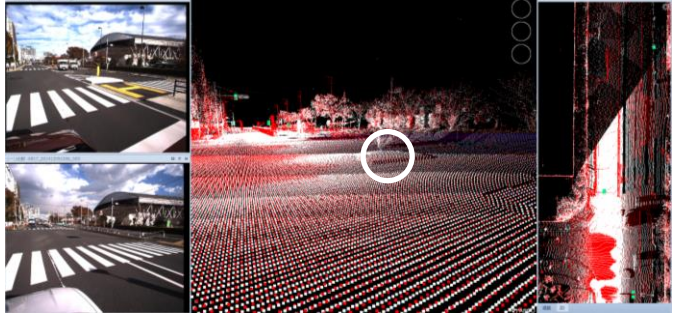
a. 車両目線（進行方向）で点群から地物の変化を判断

車両目視（進行方向）で点群から地物の変更箇所の判断の可否について、平成 26 年に取得した点群データと平成 28 年に取得した点群データを元に表 2-16 の通り整理した。

表 2-16 点群による地物の更新箇所の判断

画像と点群を表示 平成 26 年:赤 平成 28 年:白			内 容
			標識位置変更
			標識位置変更
			変化なし (標識の変化あり)

画像と点群を表示 平成 26 年: 赤 平成 28 年: 白			内 容
	中央分離帯付近変化		
	植樹設置		
	照明灯位置変更		
	歩道拡幅 標識位置変更 標識新設		
	中央分離帯設置		

画像と点群を表示 平成 26 年: 赤 平成 28 年: 白	内 容
	中央分離帯設置

b. 平面投影による確認

点群は、BLh（緯度,経度,標高）あるいはXYH（X座標,Y座標,楕円体高）を持つデータであり、上部から見ると平面位置の変化を捉えることができる。下図は、その部分的なものを現したものであるが、白色の境界と赤い境界の違いを目視確認することができる。白色が浮き出ている箇所は、変化があった最新の状況と判断される。

確実な違いを捉えるためには、前提として標定点による位置合わせの必要が生じる。

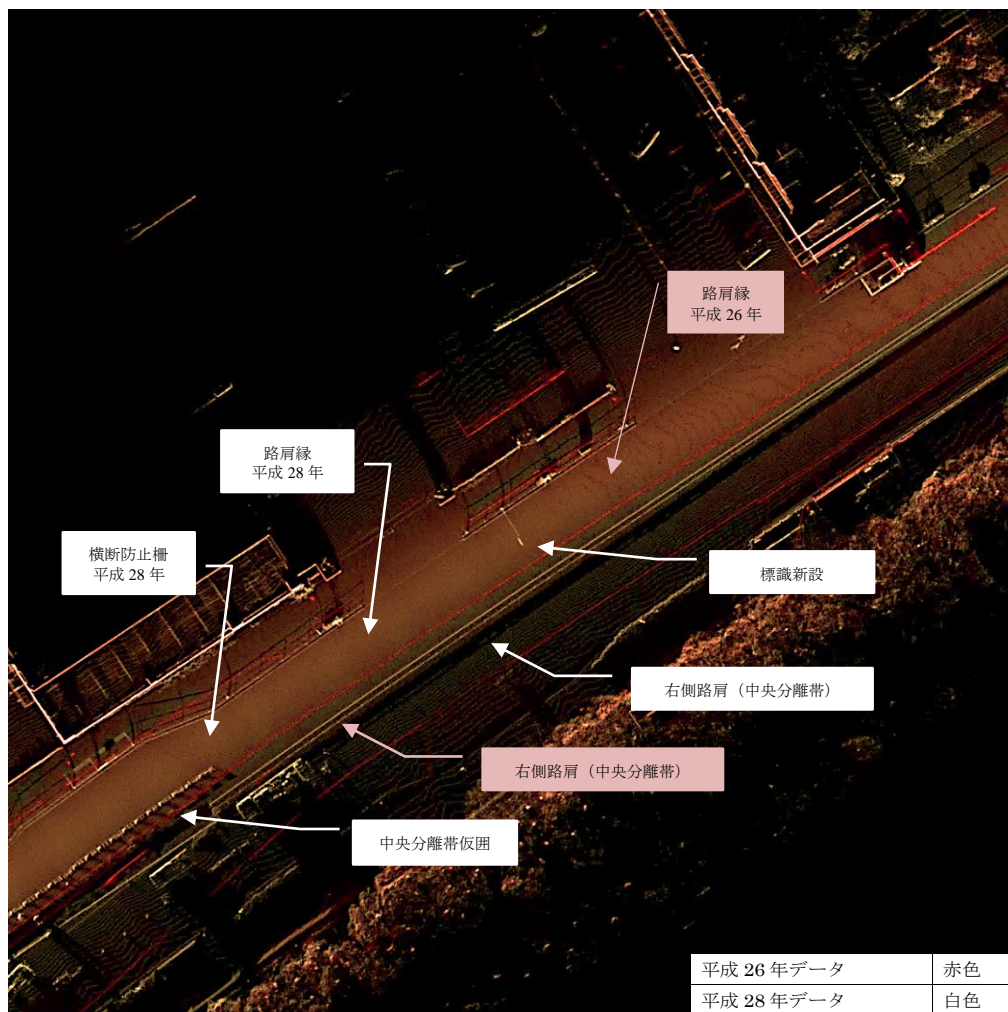


図 2-15 平面展開した 2 時期の点群データ

3) ベクトルを用いた更新手法

平成 26 年度作成の基盤的地図の路肩縁を比較対象として、平成 28 年撮影の MMS 点群から形状の変化箇所の把握の検討を行った。平成 26 年から平成 28 年の変化箇所把握は、段差の抽出を主眼として、路肩縁をベクトルとして自動抽出する手法を活用した。

なお、データ取得時に現地の状況により幾つかの不整合が生じる。不整合の原因は、覆いかぶさる樹木の影響、取得時に並走する車両により自動抽出したエッジに乱れが生じる場合がある。

a. 自動認識と過年度作成データの不整合の内容詳細

まず本検討における不整合について説明する。不整合の原因として、車道内に存在する車両をエッジとして捉えたことやレーザ到達地点が広範囲に及ぶことから自動的に段差を抽出したもの、さらに並走する車両を捉えたものが挙げられる。

これらは、連続性に欠けることから特性を理解しつつ判読を実施することにより変化の確認を進めることができる。図 2-16 は、その事例である。

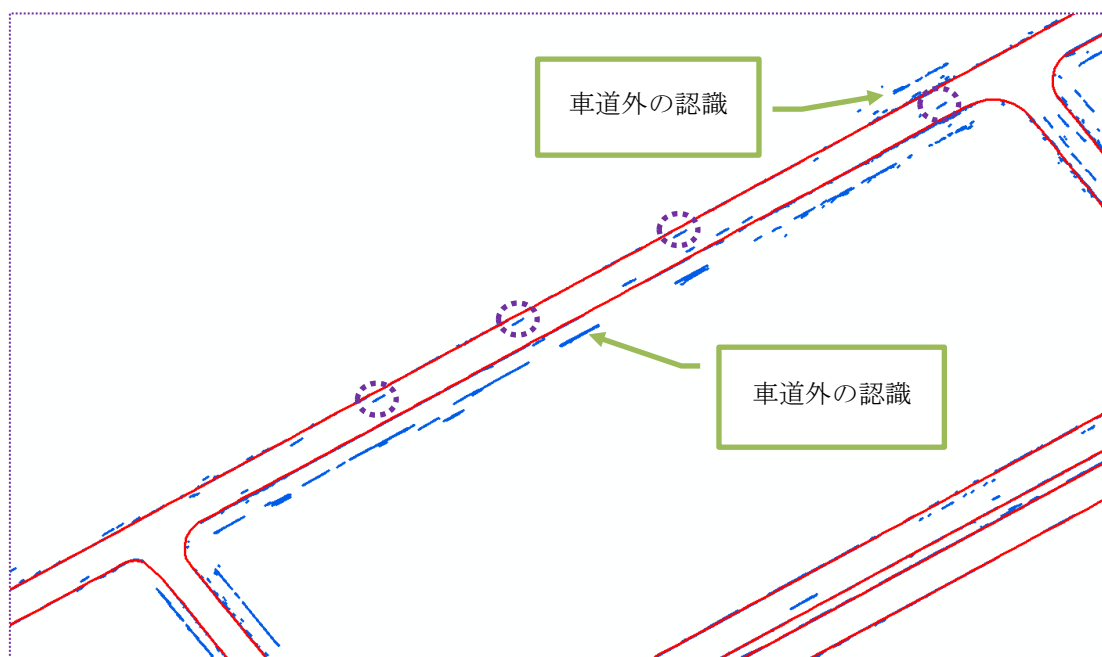


図 2-16 誤認識の事例

丸印は、停車車両や駐車車両を認識しており、旗揚げしている箇所は、道路外の認識線は建物や道路縁を認識した結果などがある。また、複数の段差（歩車道境界ブロックや植樹、ガードレールなど）が存在する場合は、平行して複数線が認識される。

よりの確に実施するための認識パラメータを的確に設定することでより自動的な認識が可能となる。

本検討においては、変化箇所の抽出に主眼を置いており、明らかなる変化として目視認識されることから変化箇所のスクリーニングには十分に対応できるものとする。

b. 平成 28 年取得データからの自動抽出結果

図 2-17 は、平成 28 年撮影の MMS 点群から自動段差抽出を行った結果である。誤認識は一部あるものの道路の形状を概ね捉えている。なお、車道の巻き込み円は図化していない。

連続性が無い部分は、通行・停車する車両の影響により、レーザ欠損が生じている部分や自動認識が困難であった箇所となる。

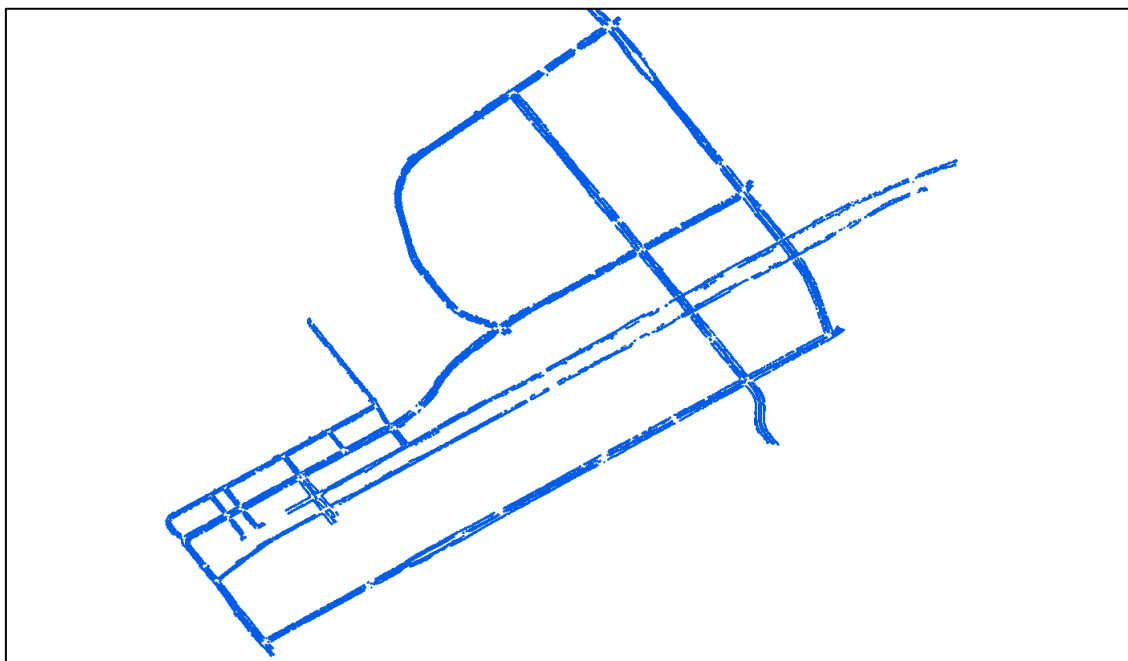


図 2-17 路肩縁自動抽出結果

自動認識が困難な箇所とは、建物のエッジや様々な地物を処理するため、車道付近に範囲を設定して自動認識処理を行っているため、走行位置から離れた巻き込み円の箇所について認識させていない箇所を指す。

また連続性が無く、植栽等により点群に乱れの有る箇所も認識できないこととなる。

c. 平成 26 年データと平成 28 年自動抽出との比較

図 2-18 は、平成 26 年に作成した路肩縁と平成 28 年に取得した MMS 点群データから自動抽出した路肩縁を重畳したものである。一部青の際立つ部分は、平成 28 年に作成された路肩縁であり、平成 26 年には取得していなかったことを示す。逆に赤が際立つ路線は、平成 26 年に取得したが、平成 28 年に取得していない形となる。

ただし、実際データを計測しているが、比較説明を判りやすくするため、一部平成 28 年度データを省いている点に注意されたい。部分拡大図を図 2-19 に示す。

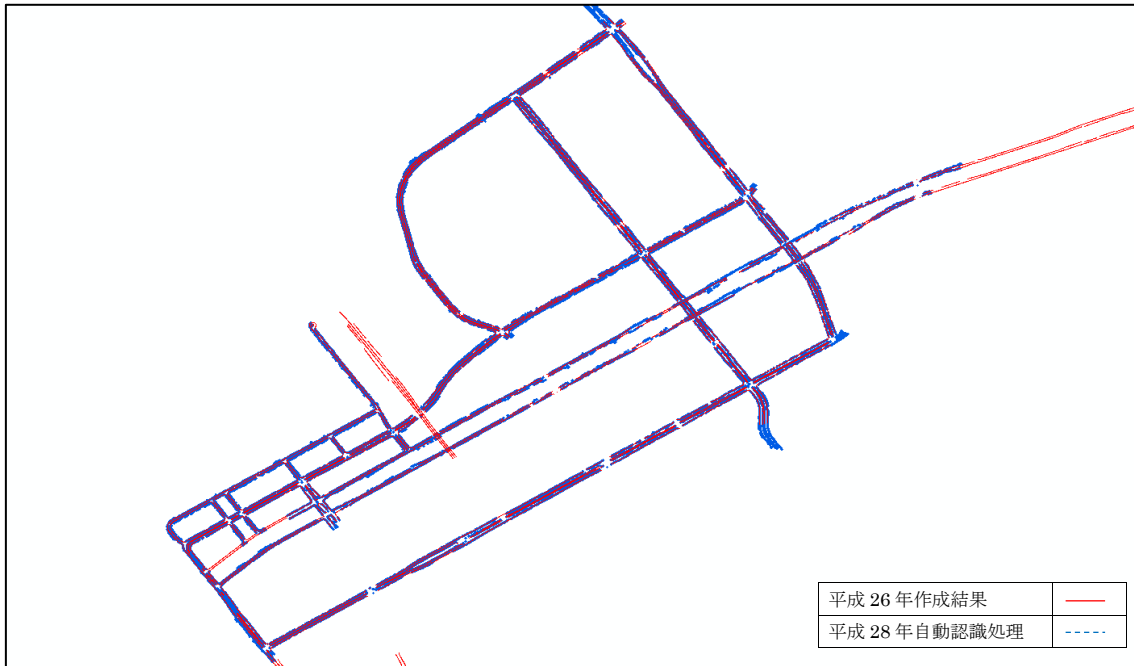


図 2-18 平成 26 年作成データと平成 28 年自動抽出の重畳全体図

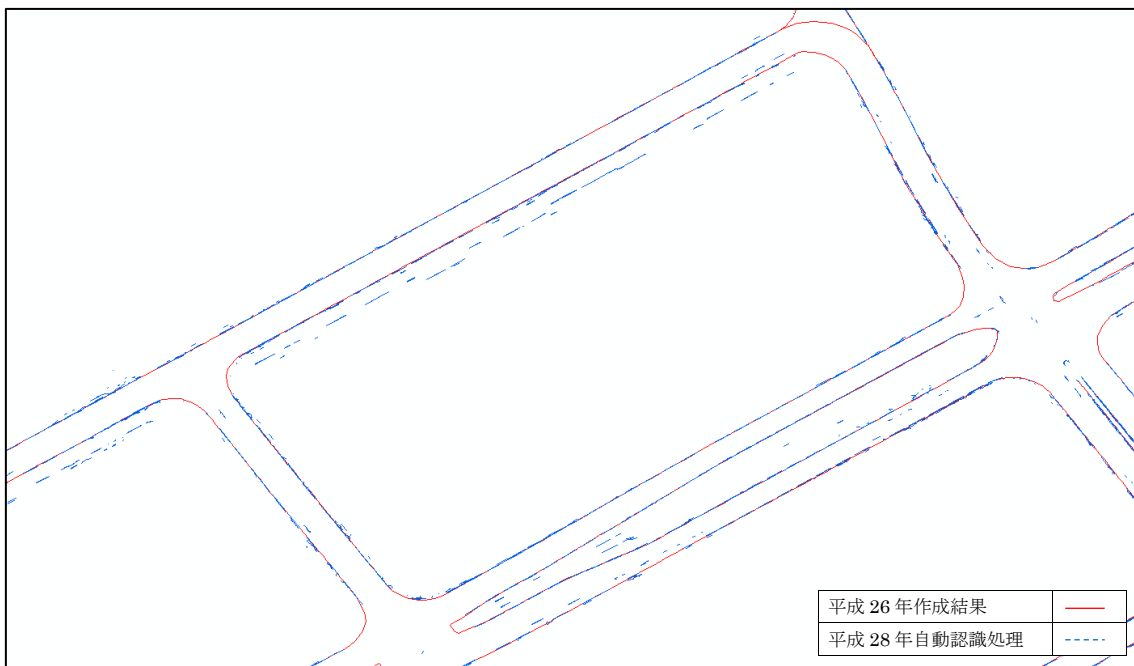


図 2-19 平成 26 年作成データと平成 28 年自動抽出の拡大図

d. 空間解析による変化箇所抽出

図 2-20 は、平成 26 年データと平成 28 年度データを GIS (地理情報システム) により、空間解析 (自動認識に対して 15cm のバッファを設定) したもので、一致するものを緑色として抽出したものである。

全体的に一致しているものの、部分的に赤が目立つ箇所は、並走する車両によりレーザデータに欠損が生じた場合や駐車車両により路肩縁が取得できなかった箇所すなわち「自動認識できなかった箇所」となる。青と赤が同一位置で目立つ箇所は、「変化が生じており更新の対象とする箇所」となる。

なお、本検討に用いた MMS データは、標定点による補正を行わない GPS の生値を用いている。標定点による補正を行っていないため、一致していない箇所でも、衛星状態に左右され並行移動している状況が拡大し個別確認を実施することで、更新箇所のスクリーニングを行うことができる。標定点による補正前に実施することで、十分に変化を捉えることができているため、後続の図化作業において必要以上の図化を行わない形により時間短縮を図ることができる。

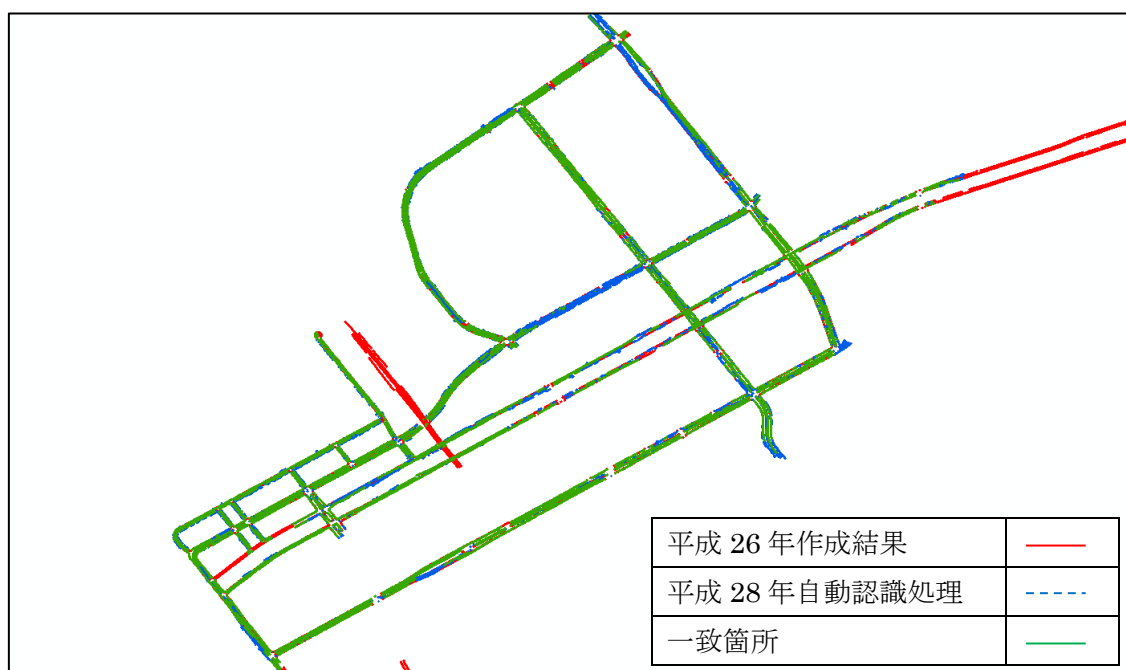


図 2-20 差分解析結果

本抽出の認識率を以下に示す。歩道巻き込みを含めていない状況で 9 割程度と考える。

表 2-17 路肩縁認識率

項目	延長
区間内路肩縁延長 (m)	64,164m
自動認識による一致延長 (m)	60,433m
認識一致率	94.1%

e. 更新対象箇所の詳細

拡大図を用いて詳細を説明する。図 2-21 に示す当該箇所は、道路改良工事が行われ歩道の改築により幅員構成が平成 26 年と平成 28 年で大きく異なっている箇所である。このような箇所においては、非常に乱れた形となり、明らかに道路構造に手が加わっているものという事が容易に判断される。

緑のラインが前後にある反面、当該では、赤線と青線が全く一致することが無い事例となる。

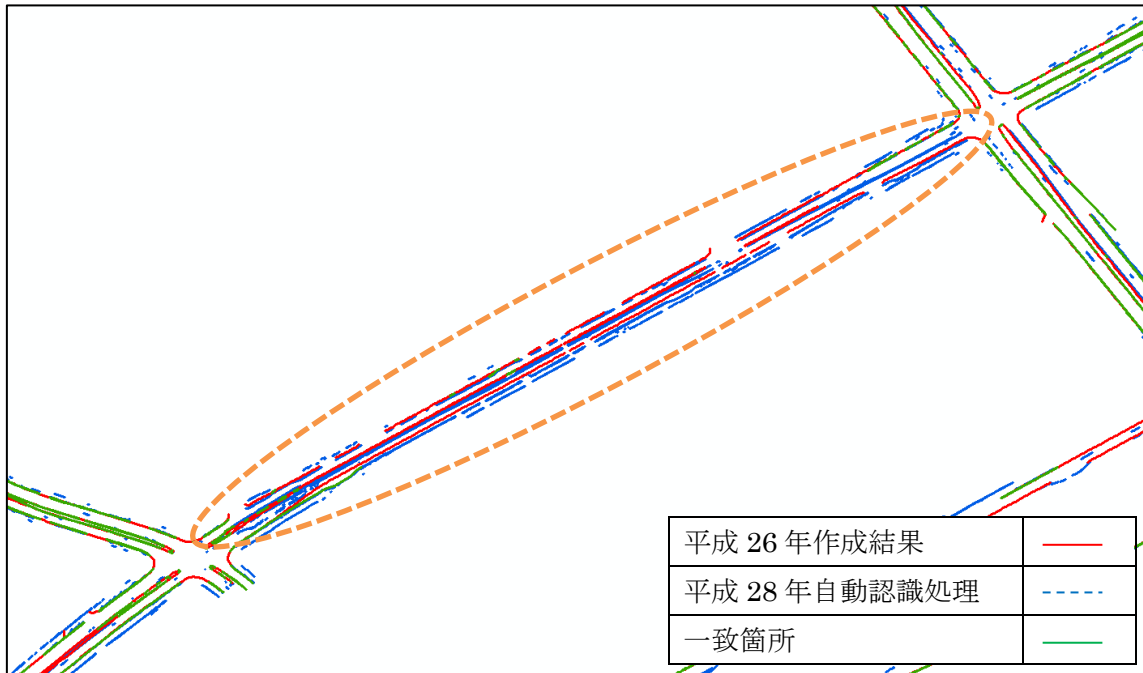


図 2-21 大規模工事が実施された箇所

図 2-22 は、路線の上下において、下向きの方が一致しており上向きの方向の路線で大きな乱れが無く、概ね平行移動している形で一致していない状況である。GPS の誤差と推定される。道路がほぼ直線であり MMS の取得データの相対精度が確保されているため見て取れる。このような場合は、標定点による補正を加え一致を確認することで対応が必要ないものと判断することができる。

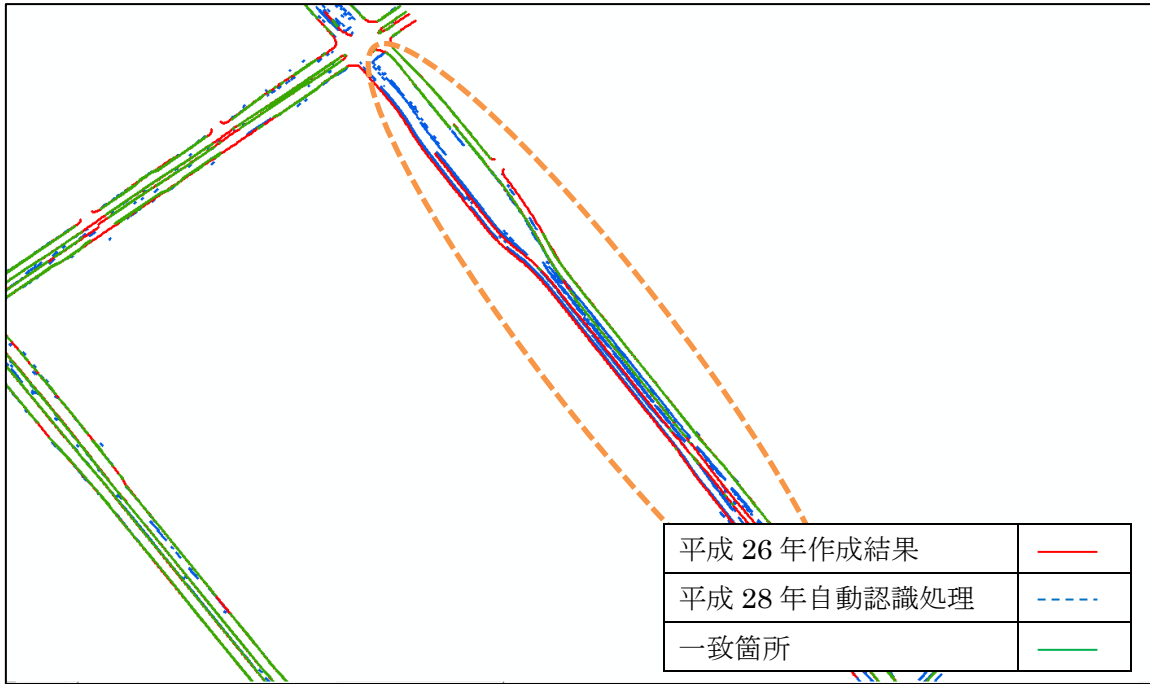


図 2-22 位置情報の誤差によるずれ想定箇所

図 2-23 は、一部青色が際立っている状況に場所である。この様な状況は、新設された何かしらの段差が確認されたこととなり、更新の対象という事が一目瞭然となる。

また、赤線のみが表示される場所は、計測漏れやデータ不足の対象となる。(なお本検討の表示上、当該区間のデータを非表示としている。)

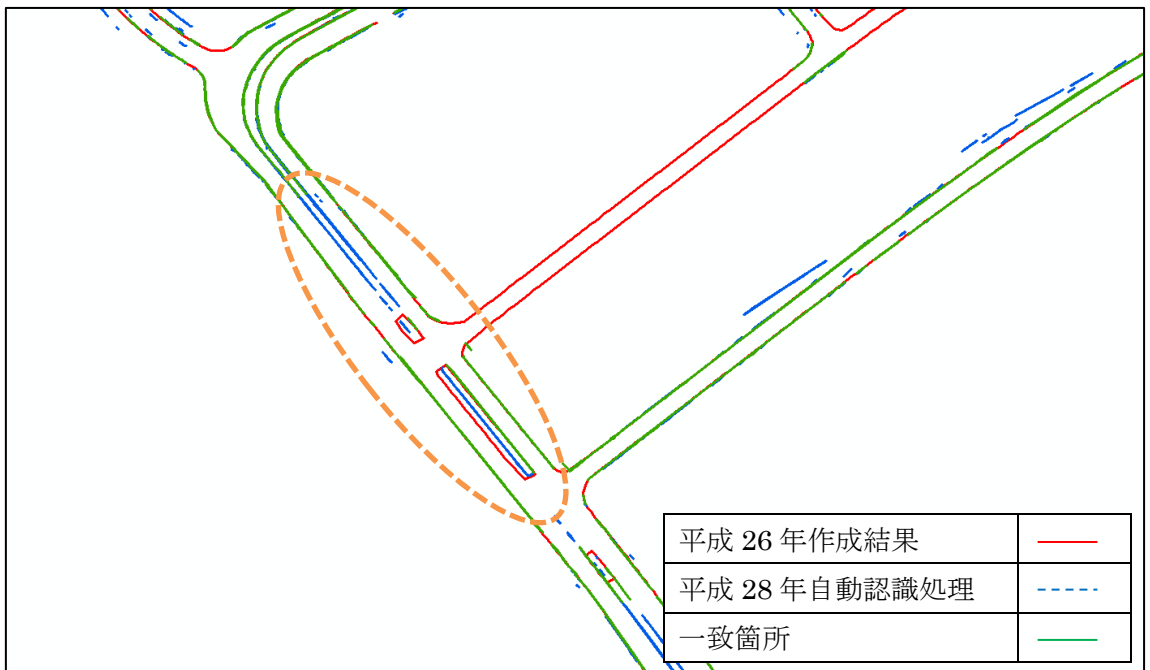


図 2-23 経年変化箇所

f. 工事情報を活用した更新箇所判断

これまでの解析から大きく変化している箇所は、工事に伴う変化と確認された。すなわち工事個所の情報が入手することが出来れば、全数の自動図化を行うなどを省略し効率的な更新につなげることが出来る。

今回の抽出結果から判断すると図 2-24 のように判断できる。

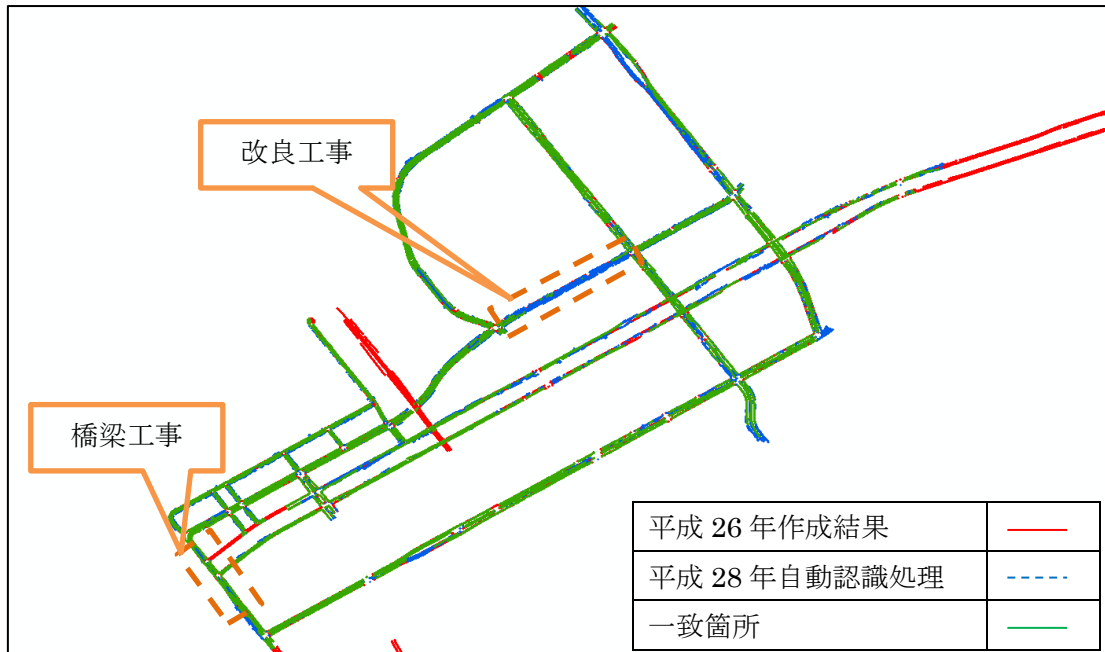


図 2-24 工事情報から更新の必要が判断できる箇所

また、区画線に関する更新についても工事箇所を事後に入手することが出来れば、ピンポイントに MMS データを取得するなど時間の短縮につなげることが出来る。

4) 更新手法の検討結果まとめ

①画像データによる判断は、全般的に局所的更新に適している。有無の把握であれば、画像を連続再生することで変化位置を把握することが可能である。特に上空から鳥瞰的に表現したものは、区画線の判断に適している。

②点群データによる判断は、平面的な位置の把握を瞬時に行える点で有望であるが、一般道路等で GNSS の捕捉が悪い時に信憑性に欠けてしまうことがある。前段に位置合わせ作業を必要とすることから更新箇所の判断には、想定以上に時間を費やすこととなる。

③ベクトルデータによる把握は、路肩縁、区画線など走行に支障を来す主要地物地物や走行時のランドマークの自動処理がある程度可能であることから、最も適している形となる。ただし、現地の状況により誤認識があるため、活用に関しては目視の点検は必要となる。

以上のことから、③ベクトルデータの主たる実在地物を自動認識し図化処理することに

よる変化箇所への把握が時間的に有効であるが、更新判断の手法については、各手法とも特徴があり総括的にこの手法が良いというものはない。各手法については、一長一短あり変化の規模により3種を合わせて更新情報を取得することが、漏れの無い更新につながる。

短時間で更新箇所を判断し、鮮度を追求する形が望まれることから、第一に自動抽出による更新判断を行い画像と点群を用いた二次的確認を経て、図化作業に入り更新時間の短縮と効率化を図ることが望ましい。

表 2-18 は、平成 28 年作成データ数と平成 24 年作成データを単純に比較したものである。一概に差として出すことはできないが交差点が密集している箇所（図 2-25）で参考として数量を比較した。

差が出ている要因は、作成仕様が大幅に変更となっている点および詳細に取得したエリアが平成 26 年は狭く、より詳細に平成 28 年が取得されていることが挙げられる。

特に作成仕様が、面として取得していることも要因であり、2 年間の検討により洗練された結果と判断される。このほか、一部においては、標識の位置が変更になっている事実も含まれる。

規制標識は、取得数が大幅に違うものの一致率が高く、位置合わせにおいては比較的精度を確保できるものと考察される。

表 2-18 取得地物数と一致数

地物	平成 26 年取得数	平成 28 年取得数	一致数	一致率
警戒標識	6	9	4	66%
規制標識	73	144	71	97%
信号機	93	102	45	48%

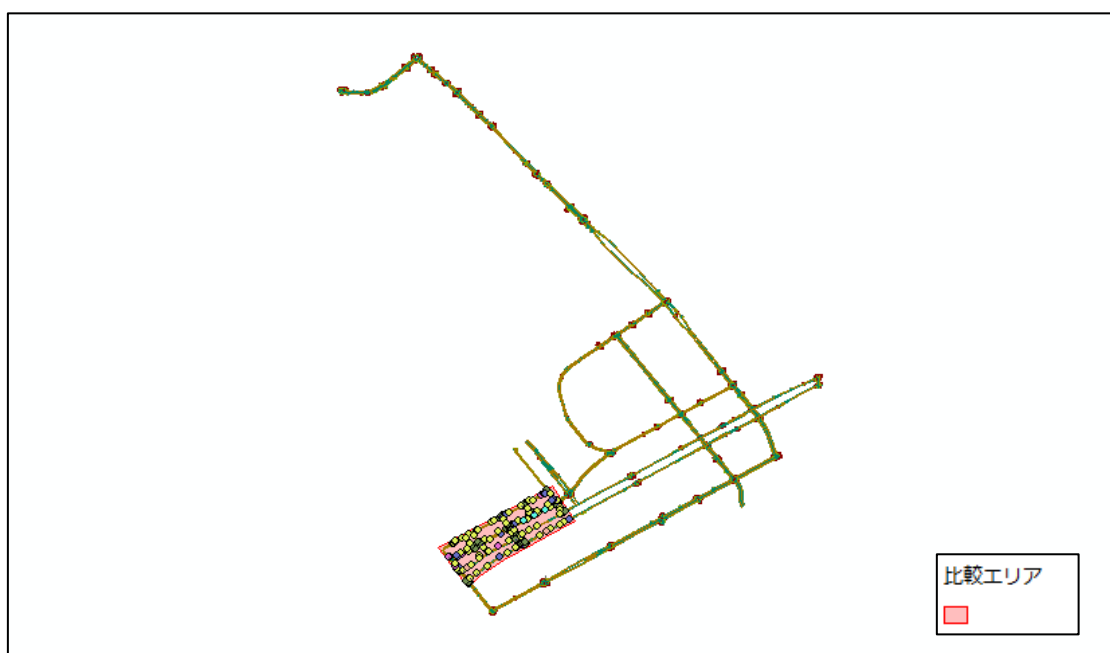


図 2-25 比較エリア

2.2 準動的情報・準静的情報の集約・生成の仕組み

自動走行システムに必要となる準動的情報・準静的情報を、遅延時間が最小となるように、集約・生成する仕組みとして、以下を検討した。

- ダイナミックマップセンターにおいて、公共情報から提供される準動的情報・準静的情報を収集・配信する際の方式
- 車両から取得可能なプローブ情報および、それらの情報から生成可能な準動的情報・準静的情報の整理
- ダイナミックマップセンターにおける準動的情報・準静的情報配信のデータフォーマット

2.2.1 公共情報による準動的情報の集約

準動的情報・準静的情報の公共情報の一つとして、公益財団法人日本道路交通情報センター（以下 JARTIC とする）からの道路交通情報が挙げられる。ここでは、JARTIC の HP に記載の内容を元に、JARTIC からの道路交通情報を利用すると仮定した場合の検討を行った。

なお、実際に JARTIC からの道路交通情報を利用する際には、情報保有者および関係者との十分な事前調整が必要である点に留意する必要がある。

(1) 処理の流れ

ダイナミックマップセンターで JARTIC からの道路交通情報を利用すると仮定した場合には、大まかに以下の処理が必要となる。

- ① JARTIC からの道路交通情報の受信
- ② 道路交通情報のデータ交換
 - 道路交通情報用の独自のリンクと、車線リンク・CRP の対応および車線レベルへの変換を実施
- ③ 配信用データ作成
 - 変化情報の管理、配信地点への分類を実施
- ④ 準動的情報・準静的情報の配信
 - 情報の暗号化（前述処理③で実施の場合もあり）、接続先へのデータ配信を実施
 - データ配信は、配信用データができ次第速やかに、かつ複数の接続先に対して平行に実施

(2) 処理時間に係る検討

JARTIC の HP によると、JARTIC からの道路交通情報の受信は、高速道路で 1 分周期、一般道路で 5 分周期であり、準動的情報・準静的情報を淀みなく配信するためには、前述処理①～③までを 1 分からデータ配信にかかる時間を除いた期間で終える必要がある。また、前述処理④は複数の接続先に対して、複数の地点に関する情報を配信することが想定されるが、接続先ごとの通信を並行して実施したり、地点ごとのデータ配信を並行して実施したりすることで、接続先数やデータ量に影響を受けず一定期間内にデータ配信を終えるように設計する。

図 2-26 に、公共情報による準動的情報・準静的情報の生成・配信に関して処理を時系列に整理した。

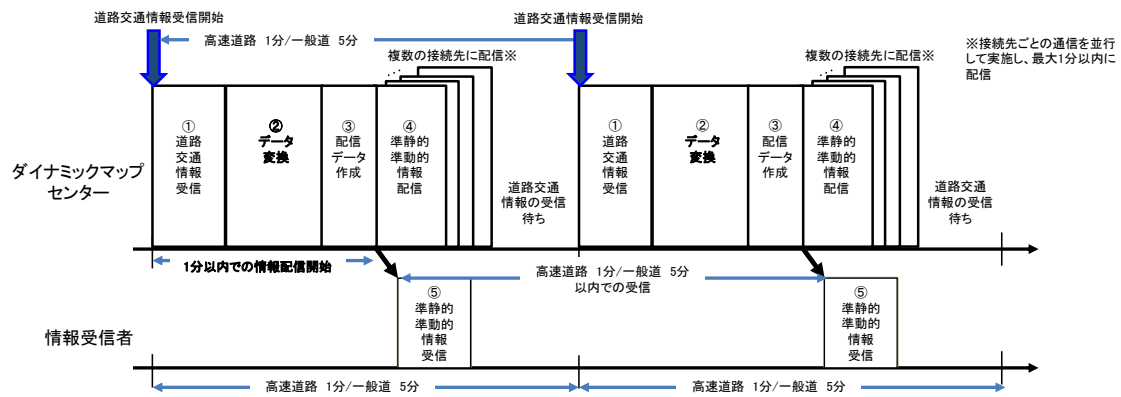


図 2-26 準動的情報・準静的情報の生成・配信タイミング

なお、後述するプローブ情報などからの情報からダイナミックマップセンターで準動的情報の生成を実施する場合は、処理③配信用データ作成でデータのマージを実施することになる。

(3) データ交換に係る検討

各種公開情報を踏まえると、公共情報から提供される準動的情報・準静的情報の元データは、道路交通情報用の独自のリンク（以降、独自リンク）に紐付いていると考えられるが、ダイナミックマップセンターで公共情報から提供される準動的情報・準静的情報を配信するためには、それらをダイナミックマップセンターで利用する位置情報表現に変換する必要がある。

そこで、本節は公共情報からダイナミックマップに迅速に変換するための変換テーブルと、CRP の設置箇所について検討した。

1) 変換テーブル

データ交換を適切に遅延なく実行するために、独自リンクの始点と終点のそれぞれを予めダイナミックマップセンターで利用する位置情報表現の変換した対応テーブルを用意しておく必要がある。

例えば、図 2-27 でリンク 104、リンク 105、リンク 106 の区間を表現するために、表 2-19 のような対応が必要になる。図中の赤色車線の渋滞区間は、リンク 105 およびリンク 106 で発生しているが、ダイナミックマップセンターでは例えば、始点：CRP1 から CRP2 への道のり距離 25%、終点：CRP1 から CRP2 への道のり距離 100% で表現できる。

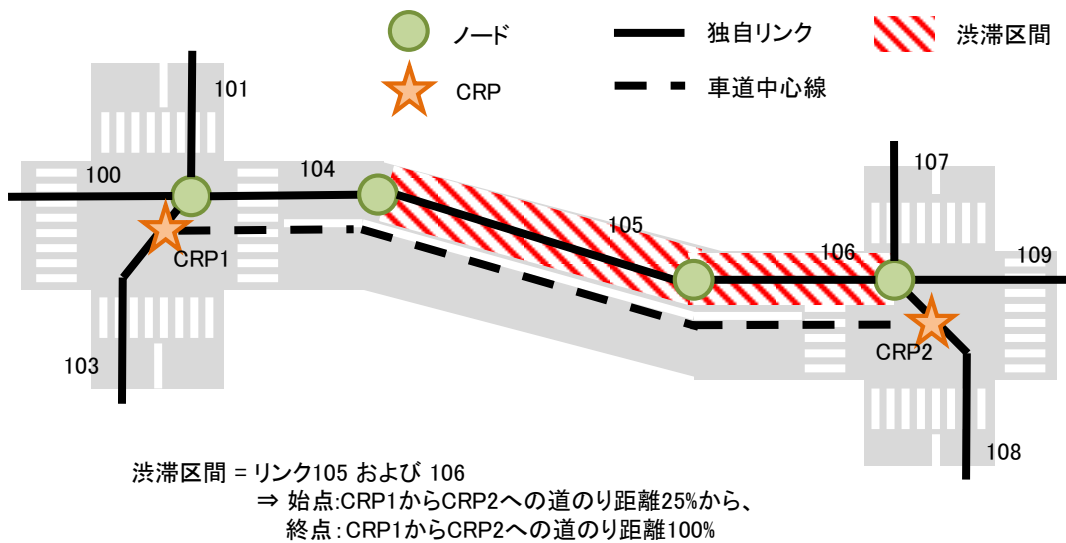


図 2-27 リンクと CRP の例

表 2-19 リンクの始点および終点と CRP を用いた位置情報表現の対応

公共情報	ダイナミックマップセンター		
	対応する CRP	独自リンク始点	独自リンク終点
独自リンク 104	CRP1 から CRP2	0%	25%
独自リンク 105	CRP1 から CRP2	25%	60%
独自リンク 106	CRP1 から CRP2	60%	100%

2) CRP の設置箇所

CRP が走行可能領域以外に設置されている場合や、CRP とノードが大きく離れている場合は、各リンクに紐づく情報を表現するための計算コストや処理時間が発生してしまうため、CRP1 は CRP1' のように独自リンクのノードに近い位置に設置されていることが望ましい。

仮に CRP を交差点領域の概ね重心に設置することとした場合、図 2-28 のような合流部では、CRP1 のような位置になるが、ノードは下図のように走行可能領域内でリンクが交わる箇所に設置されていることが一般的であるため、分合流部においては、交差点領域の重心ではなく、車道リンクやその延長との交点とする案などが想定される。

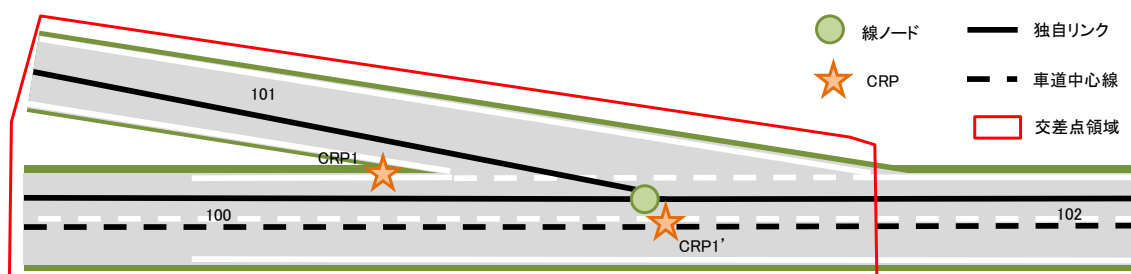


図 2-28 合流部の CRP の設定

2.2.2 プローブ情報による準動的・準静的情報の生成

国際標準でプローブ情報として交換フォーマットが定義されている情報や、プローブ情報システムに関する特許や論文などで利用されている情報を、車両から取得可能と推定されるプローブ情報として整理した。また、プローブ情報システムに関する特許や論文などより、生成可能と推定される準動的情報・準静的情報を整理した。

生成可能とした準動的情報・準静的情報に関して、プローブ情報から生成するための代表的なアルゴリズムを整理もしくは検討した。

(1) 車両から取得可能と推定されるプローブ情報

以下に挙げる二つの国際標準でプローブ情報として交換フォーマットが定義されている情報をプローブ情報として現時点で利用可能な情報とした。国際標準は、自動車メーカーや地図メーカー、カーナビソフトメーカーがその策定に携わっており、そこで定義されている情報は、取得可能性が非常に高いと考えられるためである。

- ISO22837:2009 “Vehicle probe data for wide area communications” の “Probe Data Elements”
- SAE J2735 “Dedicated Short Range Communications (DSRC) Message Set Dictionary” の “Probe Vehicle Data Comparable Elements”

また、プローブ情報システムに関する特許情報や学会論文等で利用されている情報を、プローブ情報として利用可能な情報とした。

表 2-20 に、車両から取得可能と推定されるプローブ情報を挙げる（「プローブ情報」列）。「標準有」列に○がついているものは、国際標準で定義されている情報である。

(2) 生成可能と推定される準動的情報・準静的情報

プローブ情報システムに関する特許情報や学会論文等、計 61 件の文献（付録 A . プローブ情報システムに関する特許情報や学会論文等一覧を参照）を調べた結果を基に、プローブ情報より生成可能な準動的情報・準静的情報を表 2-20 に整理した。表で整理した準動的情報・準静的情報が、○を付したプローブ情報を用いて生成できる。

表 2-20 取得可能なプローブ情報および生成可能な準動的・準静的情報

分類	標準有	プローブ情報	準動的情報						準静的情報										
			渋滞		事故	気象			路面状態				駐車場						
			生箇所	交通渋滞発生箇所	車線別旅行時間	事故発生箇所	晴れ	雨(の強さ)	雪(の強さ)	霧	悪路レベル(ゆれ)	段差、くぼみ	発箇所	スリップ多	所警告	事故危険箇所	口、出口位置	駐車場の入り	雑予測
車両状態	○	ワイパーの状態					○	○											
	○	ライトの点灯状態						○	○										
	○	エアバック作動											○						
	○	パーキングブレーキ状態											○						
		緊急警告灯の点灯状態											○						
		タイヤ振動											○						
		タイヤ音											○						
		路面温度											○						
走行履歴	○	加速度			○			○				○	○						
	○	緯度	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
	○	経度	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
	○	高度	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
	○	車速(車体速度)	○	○	○		○	○				○	○	○	○	○	○	○	○
	○	横加速度						○					○	○		○	○	○	○
		車輪速度						○					○	○					
		タイヤに搭載した加速度センサ											○						
		ジャイロセンサ												○					
		振動センサ											○						

分類	標準有	プローブ情報	準動的情報							準静的情報											
			渋滞		事故	気象				路面状態				駐車場							
			生箇所	交通渋滞発生箇所	時間	車線別旅行	事故発生箇所	晴れ	雨(の強さ)	雪(の強さ)	霧	(ゆれ)	悪路レベル	段差、くぼみ	発箇所	スリップ多	所警告	事故危険箇所	口、出口位置	駐車場の入り	雑予測
		目的設定した地点																○		○	
外部環境	○	温度 (外気温)														○					
		フロントガラスにおける電極 (インピーダンス変化)					○														
		ライダー / レーザーレンジセンサー				○															
		赤外線センサー				○	○	○													
		光学センサ					○														
		S, C, X-band weather radar					○														
危機管理	○	急ハンドル操作角度 (ハンドル角)											○								
	○	ABS 稼働状況										○	○								
	○	ヨーレート						○													
マップ		リンク ID		○																	
		走行車線		○																	
スマートフォン		加速度センサ	○		○						○	○									
		GPS	○		○						○	○									
		ジャイロセンサ										○									
		マイク (音響データ)	○		○																

(3) プローブ情報生成アルゴリズム

生成可能とした準動的情報・準静的情報に関して、プローブ情報から生成するためのアルゴリズムを整理もしくは検討した。以降に、その代表的なアルゴリズムを挙げる。

1) 「事故発生箇所」の生成アルゴリズム

準動的情報である「事故発生箇所」の生成アルゴリズムを、文献 46「Sontakke, Sneha R., and A. D. Gawande. "Crash Notification System for Portable Devices."」を基に検討した。図 2-29 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-30 に示す。なお、クラウド側のアルゴリズムをコンソーシアムで検討したものである。

(全体の流れ)

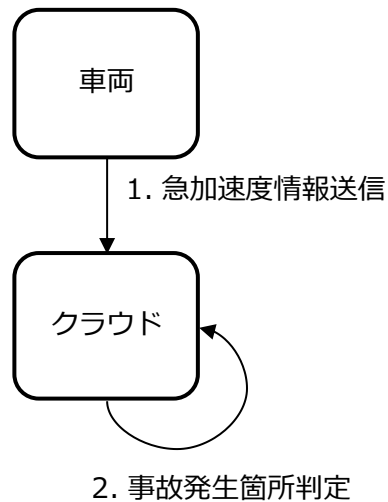
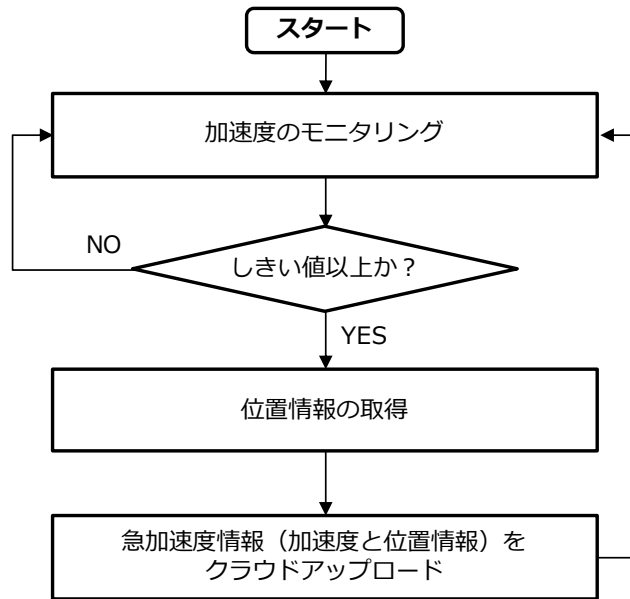


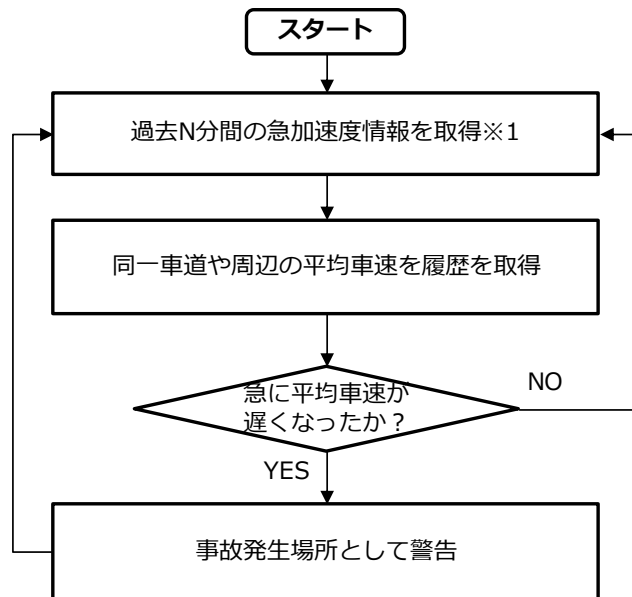
図 2-29 事故発生箇所情報の生成アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

1. 急加速度情報送信



2. 事故発生箇所判定



※1 しきい値は、事故に起因する平均車速の低下が十分に観測できる値を想定しており、平均車速の情報提供を受ける方法に依存する

図 2-30 事故発生箇所情報の生成アルゴリズム (個別の流れ)

2) 「交通渋滞発生箇所」の生成アルゴリズム

準動的情報である「交通渋滞情報発生箇所」の生成アルゴリズムを、文献 53 「Cárdenas-Benítez, Néstor, et al. "Traffic congestion detection system through connected vehicles and big data." Sensors 16.5 (2016): 599.」を基に検討した。図 2-31 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-33 および図 2-33 に示す。なお、クラウド側のアルゴリズムをコンソーシアムで検討したものである。

(全体の流れ)

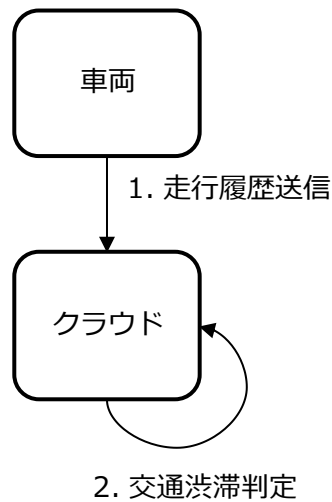
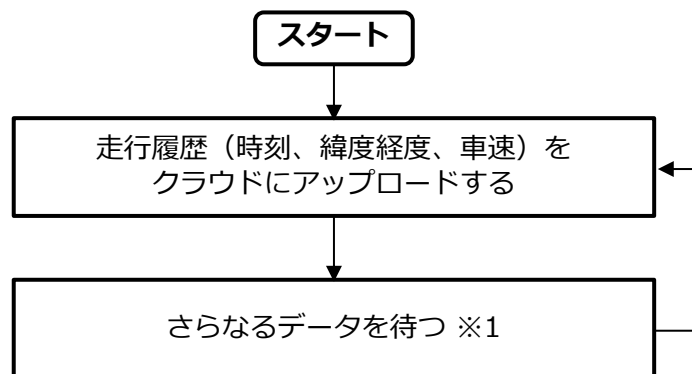


図 2-31 交通渋滞発生箇所情報の生成アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

1. 走行履歴送信



※1 「10 秒後」などの時間的トリガー、もしくは「200m 移動したら」などの距離的トリガーを想定

図 2-32 交通渋滞発生箇所情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

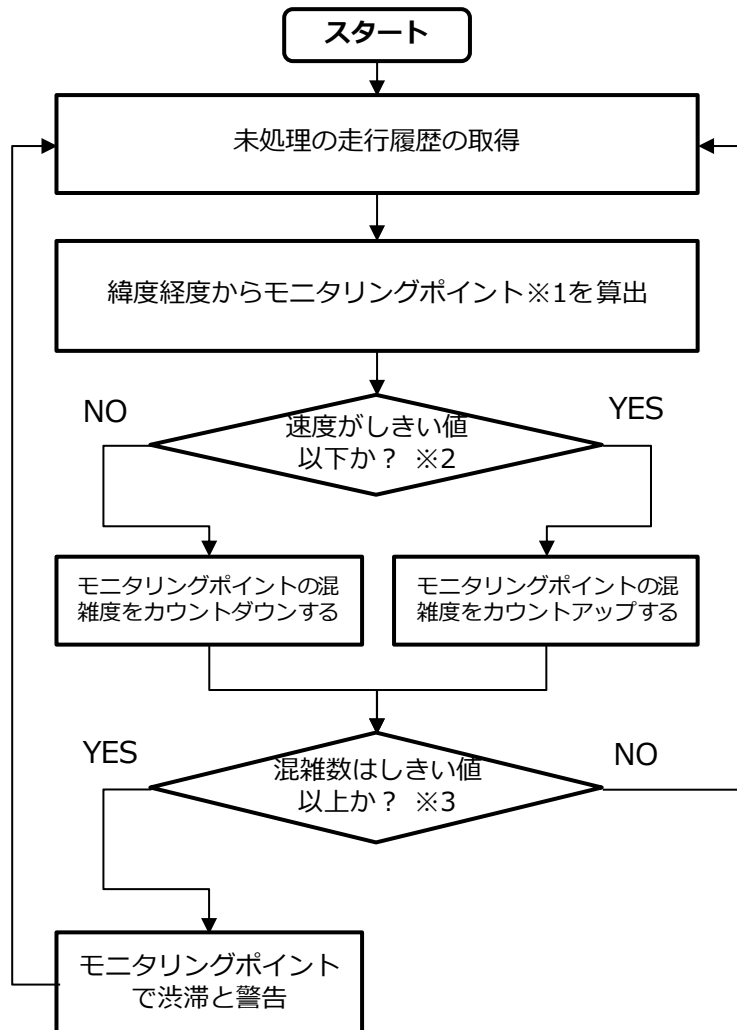


図 2-33 交通渋滞発生箇所情報の生成アルゴリズム（個別の流れ） 2/2

※1 緯度経度から車道リンクやメッシュといった正規化された位置に変換し、その地点をモニタリングポイントと呼ぶ

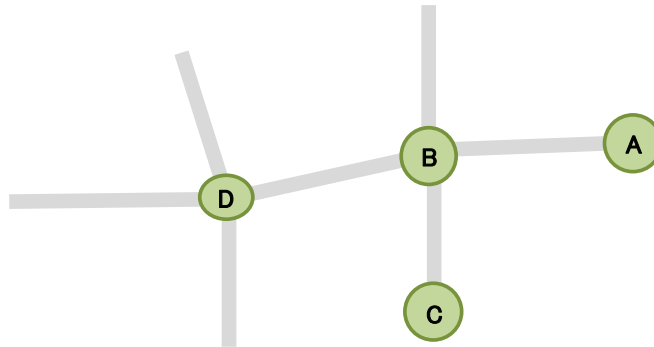
※2 渋滞と判定するしきい値は郊外部の高速道路などは時速 40km 以下、都市部の高速道路などは時速 20km 以下、その他の道路は時速 10km 以下といったものを想定

※3 あるモニタリングポイントで混雑していると判定された絶対数に依存するため、実際にはプローブカーが広く普及している必要がある

3) 「車線別旅行時間」の生成アルゴリズム

準動的情報である「車線別旅行時間」の生成アルゴリズムを、公開情報を基に、コンソーシアムでアルゴリズムを検討した。図 2-34 にその概要を示す。

(概要)



- A→B→Dは片側二車線の道路とする
- A→B→Cの旅行時間が10分、A→B→Dの旅行時間が2分だった場合、A→Bの左折車線は渋滞していると判定する

図 2-34 車線別旅行時間情報生成アルゴリズム概要

図 2-35 に、「車線別旅行時間」の生成アルゴリズムの全体の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-36 および図 2-37 に示す。

(全体の流れ)

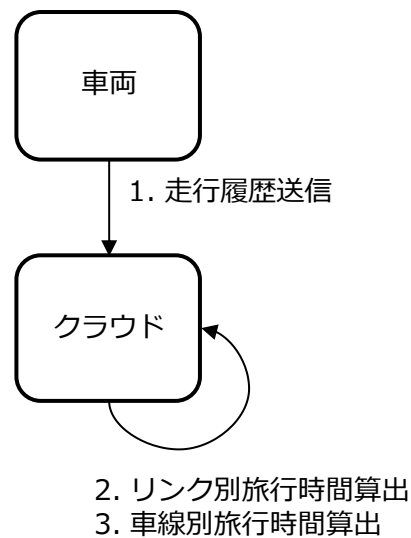
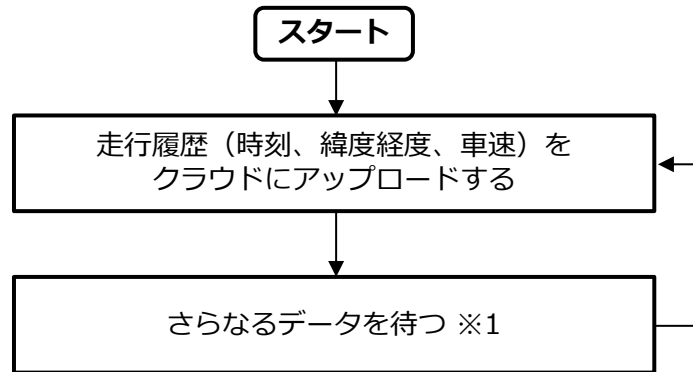


図 2-35 車線別旅行時間情報の生成アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

1. 走行履歴送信



※1 「10秒後」などの時間的トリガー、もしくは「200m移動したら」などの距離的トリガーを想定

2. リンク別旅行時間算出

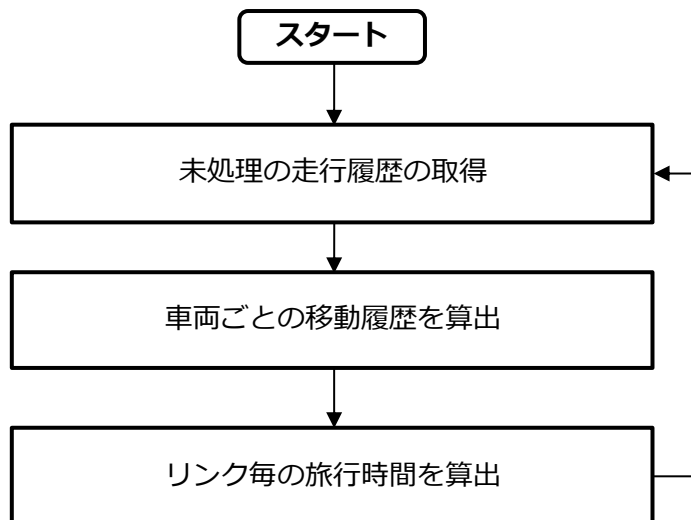


図 2-36 車線別旅行時間情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

3. 車線別旅行時間算出

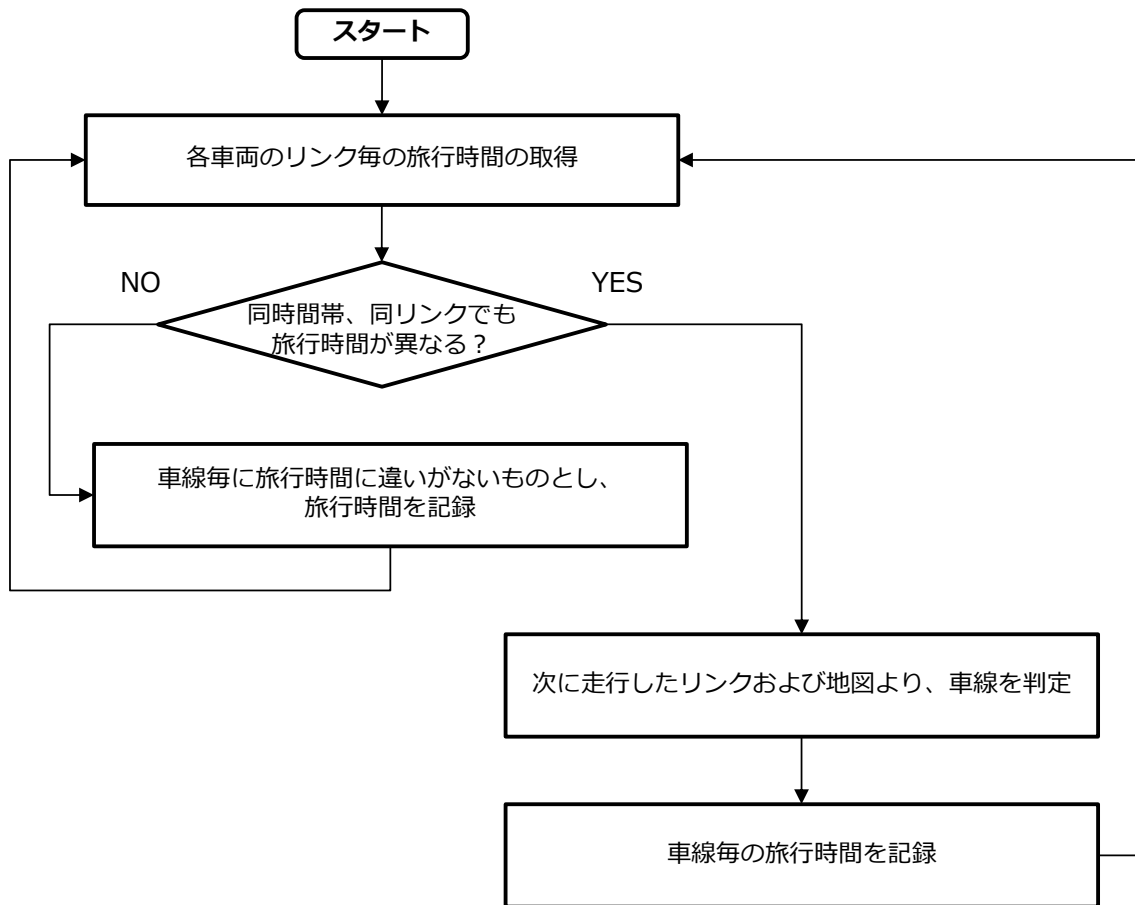


図 2-37 車線別旅行時間情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 2/2

4) 「降雨量」の生成アルゴリズム

準動的情報である「降雨量」の生成アルゴリズムを、文献 57「Rabiei, E., et al. "Rainfall estimation using moving cars as rain gauges—laboratory experiments." Hydrology and Earth System Sciences 17.11 (2013): 4701-4712」を基に検討した。図 2-38 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-39 および図 2-40 に示す。なお、クラウド側のアルゴリズムをコンソーシアムで検討したものである。

(全体の流れ)

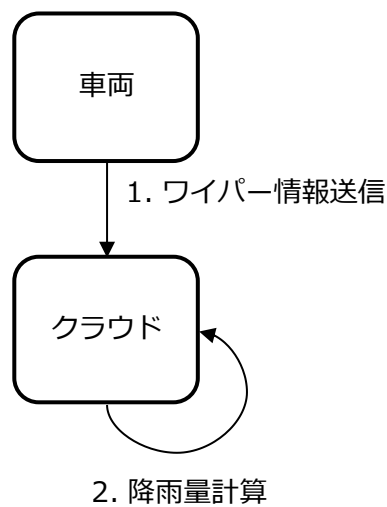
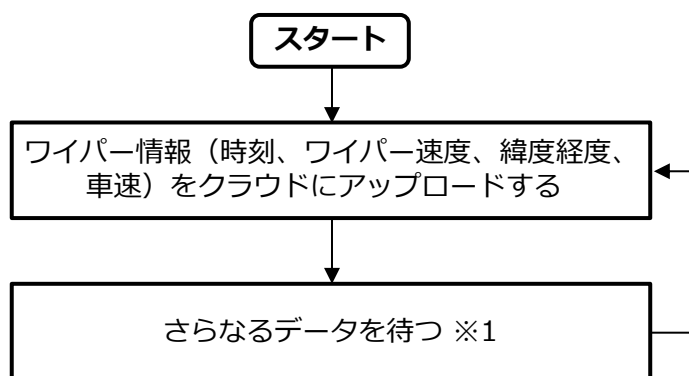


図 2-38 降雨量情報の生成アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

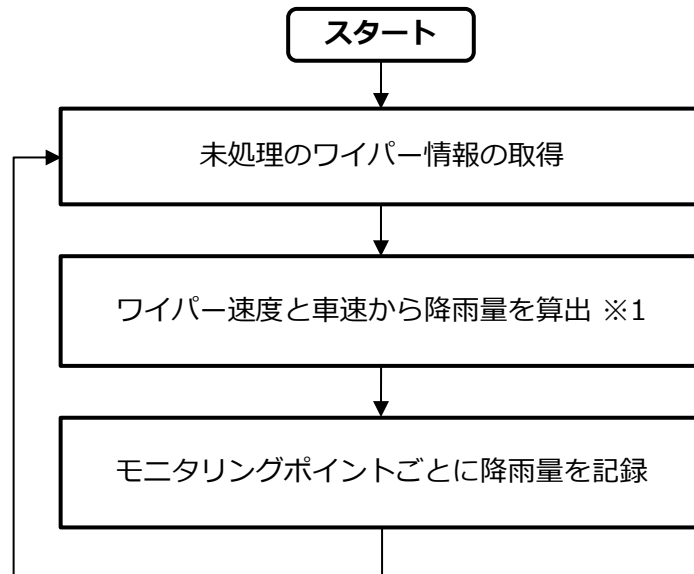
1. ワイパー情報送信



※1 「10 秒後」などの時間的トリガー、もしくは「200m 移動したら」などの距離的トリガーを想定

図 2-39 降雨量情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

2. 降雨量計算



※1 ワイパー速度と降雨量、および車速は正の相関関係があることが文献よりわかっているが、具体的な近似式の策定にはさらなる実証が必要

図 2-40 降雨量情報の生成アルゴリズム（個別の流れ） 2/2

5) 「吹雪の強さ」の生成アルゴリズム

準動的情報である「吹雪の強さ」の生成アルゴリズムを、文献10「松沢勝, et al.”プローブ車を用いた吹雪による視程障害の検知可能性”, 2008, 北海道の雪氷 No. 27」を基に検討した。図 2-41 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-42 および図 2-43 に示す。なお、クラウド側のアルゴリズムをコンソーシアムで検討したものである。

(全体の流れ)

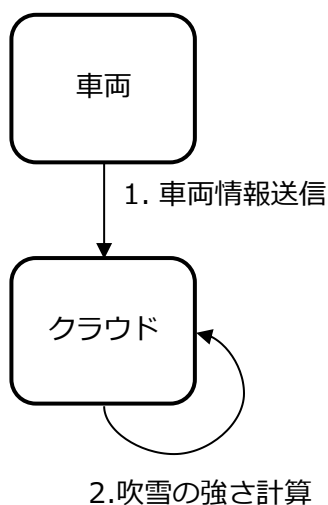
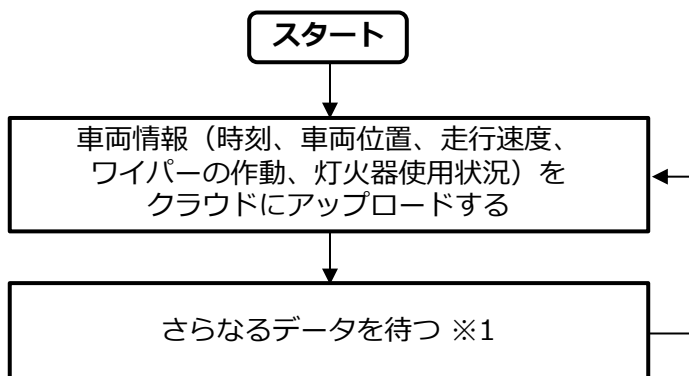


図 2-41 吹雪の強さ情報の生成アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

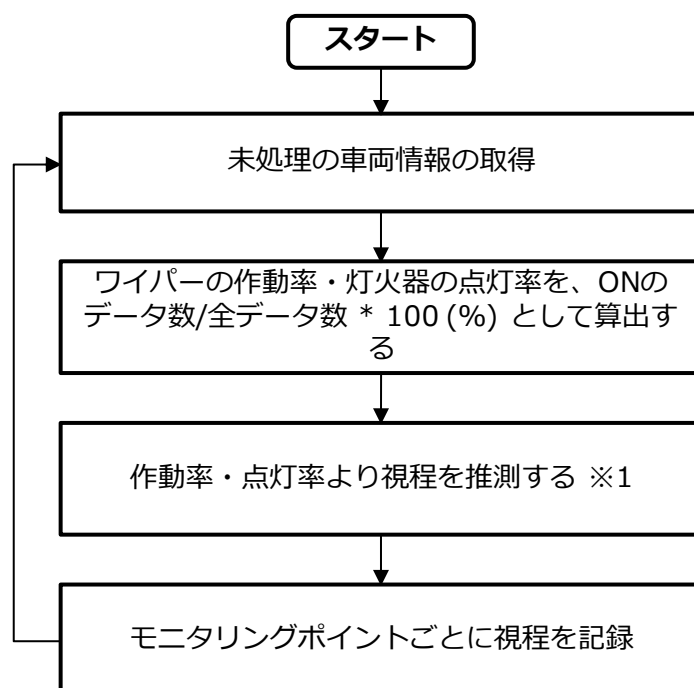
1. 車両情報送信



※1 「10 秒後」などの時間的トリガー、もしくは
「200m 移動したら」などの距離的トリガーを想定

図 2-42 吹雪の強さ情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

2.吹雪の強さ計算



※1 作動率・点灯率が急増すると視程が 500m 以下である
(吹雪が強い) ことが分かっている

図 2-43 吹雪の強さ情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 2/2

6) 「路面のくぼみ」の検知アルゴリズム

準静的情報である「路面のくぼみ」の検知ゴリズムを、文献 13「Eriksson, Jakob, et al. "The pothole patrol: using a mobile sensor network for road surface monitoring." Proceedings of the 6th international conference on Mobile systems, applications, and services. ACM, 2008.」を基に検討した。図 2-44 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-45 および図 2-46 に示す。なお、クラウド側のアルゴリズムをコンソーシアムで検討したものである。

(全体の流れ)

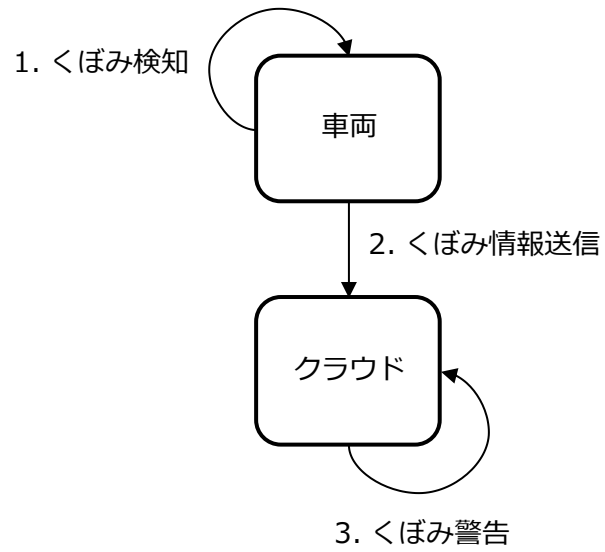


図 2-44 路面のくぼみの検知アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

1. くぼみ検知

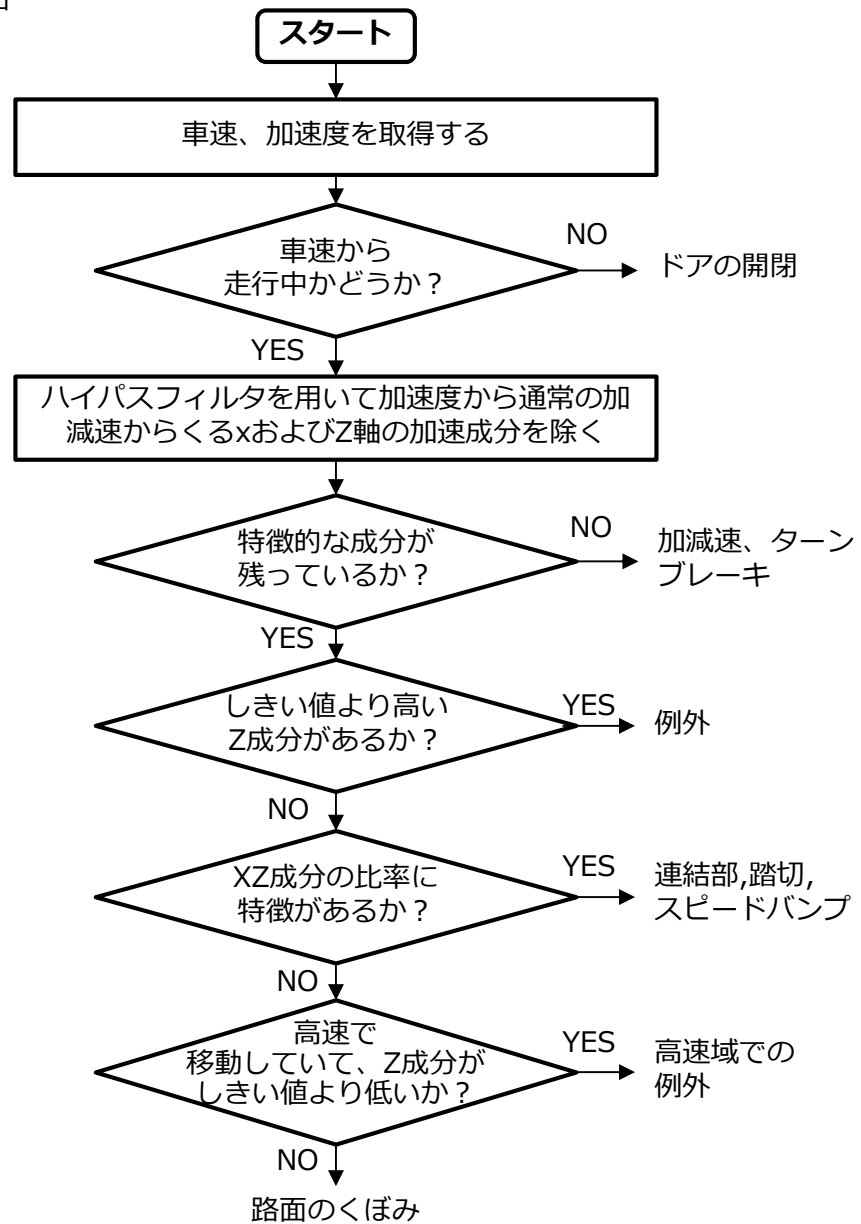
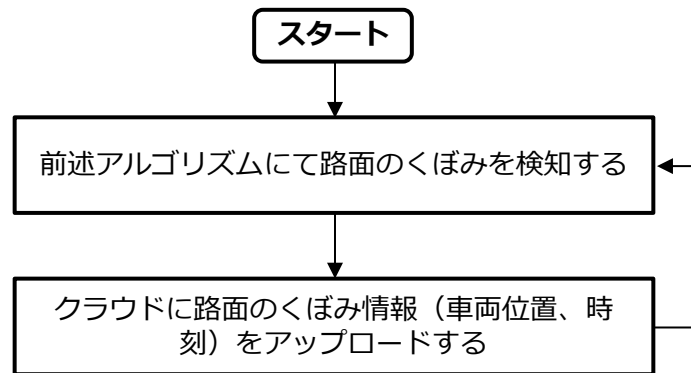


図 2-45 路面のくぼみの検知アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

2. くぼみ情報送信



3. くぼみ警告

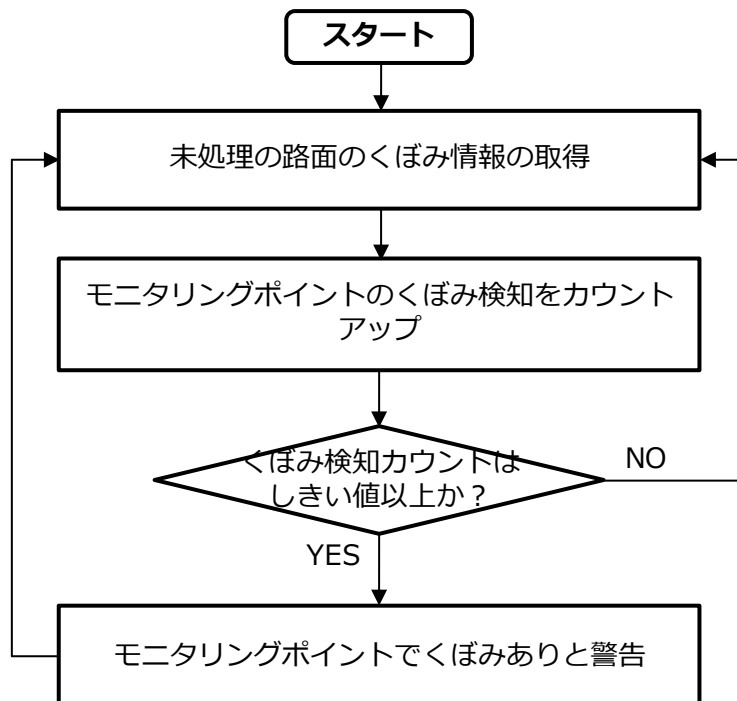


図 2-46 路面のくぼみの検知アルゴリズム (個別の流れ) 2/2

7) 「スリップ多発箇所」の検知アルゴリズム

準静的情報である「スリップ多発箇所」の検知アルゴリズムを、文献7「佐々木正大, 鈴木理, 浜岡秀膨. "プローブデータを用いた車両スリップの検知に基づくスリップ路面情報提供システムの構築." 土木計画学研究・論文集 25 (2008): 909-917.」を基に検討した。図 2-47 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-48

および図 2-49 に示す。なお、クラウド側のアルゴリズムをコンソーシアムで検討したものである。

(全体の流れ)

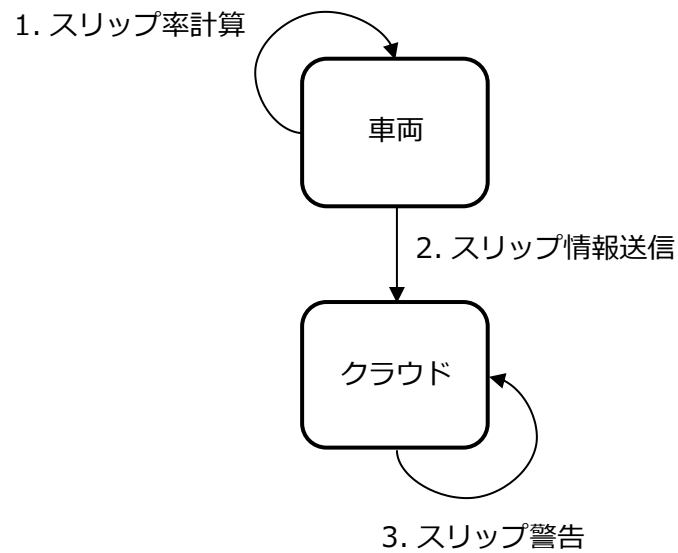


図 2-47 スリップ多発箇所の検知アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

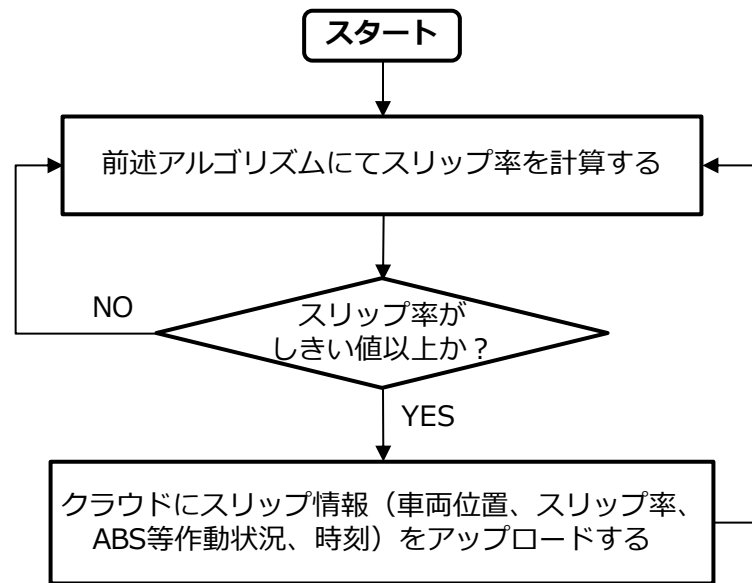
1. スリップ率計算

$$\text{スリップ率} = \begin{cases} (\text{車体速度} - \text{車輪速度}) / \text{車体速度} & (\text{車体速度} > \text{車輪速度}) \text{のとき} \\ (\text{車輪速度} - \text{車体速度}) / \text{車輪速度} & (\text{車輪速度} > \text{車体速度}) \text{のとき} \end{cases}$$

※ カーブでは各車輪速度が異なることが明示であるため、ハンドル角に応じて速度補正を行う

図 2-48 スリップ多発箇所の検知アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

2. スリップ情報送信



3. スリップ警告

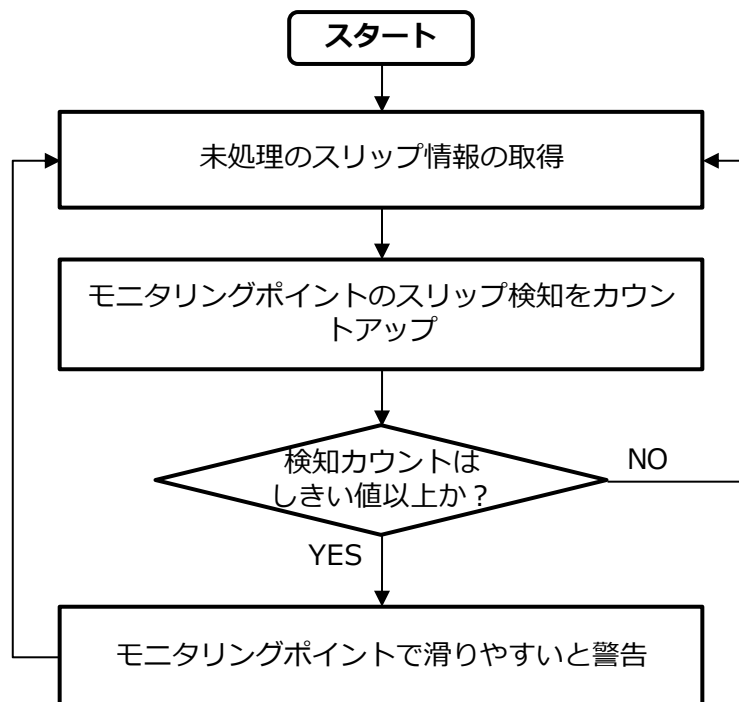


図 2-49 スリップ多発箇所の検知アルゴリズム (個別の流れ) 2/2

※ あるモニタリングポイントでスリップが発生していると判定された絶対数に依存するため、実際にはプローブカーが広く普及している必要がある

8) 「駐車場の入口、出口情報」の検知アルゴリズム

準静的情報である「駐車場の入口、出口情報」の生成アルゴリズムを、公開情報を基に、コンソーシアムでアルゴリズムを検討した。図 2-50 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-51 に示す。

(全体の流れ)

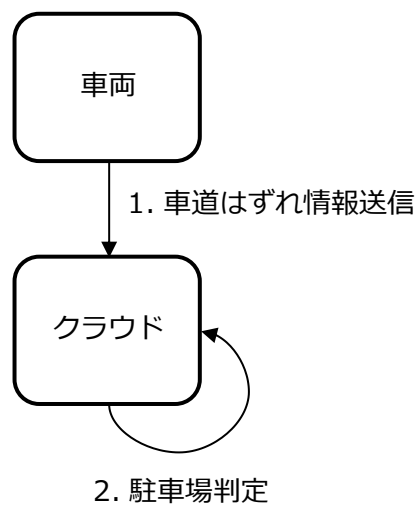
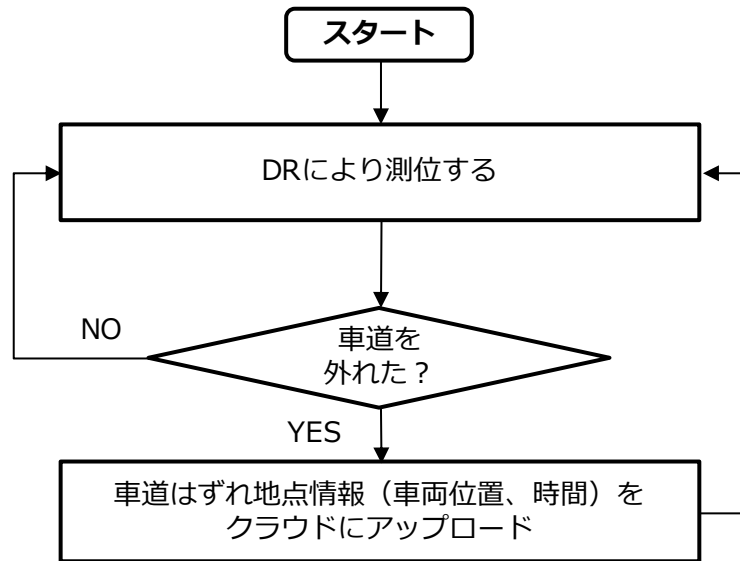


図 2-50 駐車場の入口、出口の検知アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

1. 車道はずれ情報送信



2. 駐車場判定

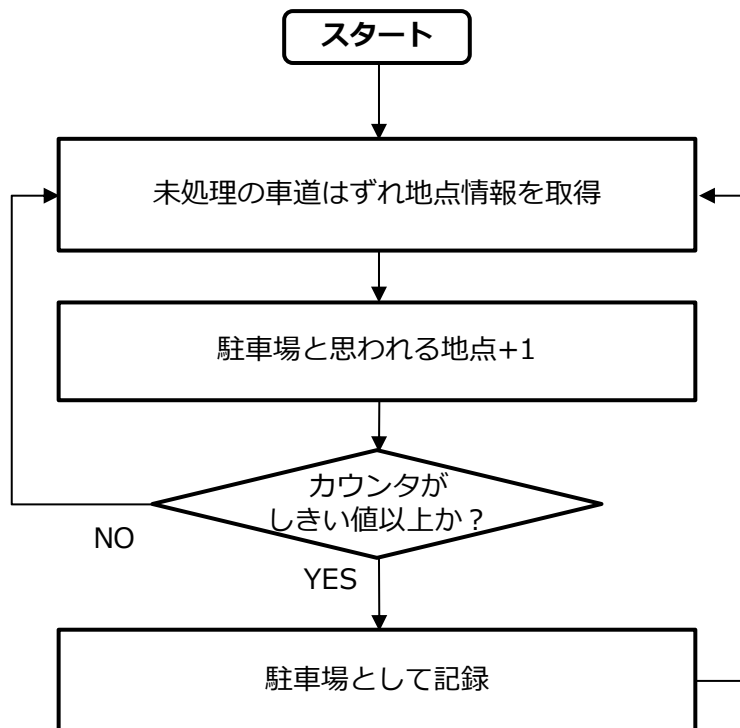


図 2-51 駐車場の入口、出口の検知アルゴリズム (個別の流れ)

9) 「駐車場の混雑予測」の生成アルゴリズム

準静的情報である「駐車場の混雑予測」の生成アルゴリズムを、公開情報を基に、コンソーシアムでアルゴリズムを検討した。図 2-52 に全体の処理の流れを示す。図中、項番が振られている各処理の流れを、図 2-53 および図 2-54 に示す。

(全体の流れ)

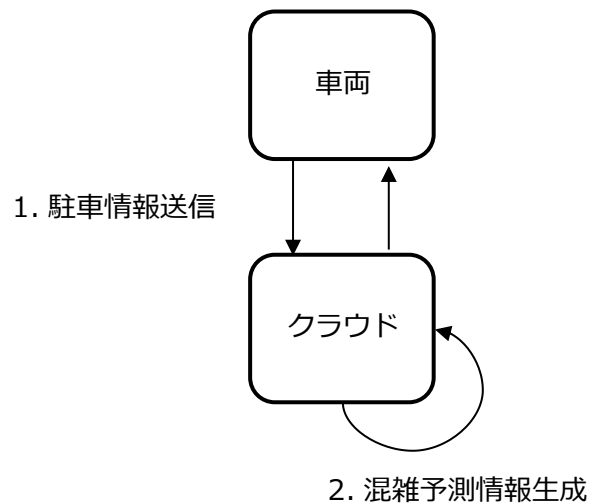


図 2-52 駐車場の混雑予測情報の生成アルゴリズム (全体の流れ)

(個別の流れ)

1. 駐車情報送信

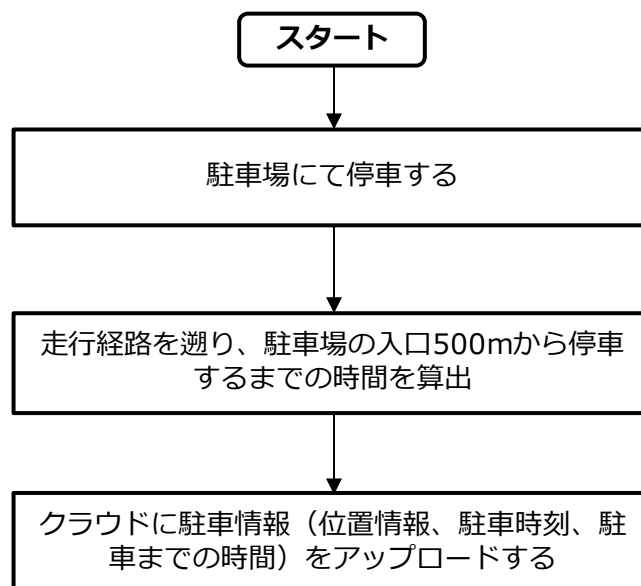


図 2-53 駐車場の混雑予測情報の生成アルゴリズム (個別の流れ) 1/2

2. 混雑予測情報生成

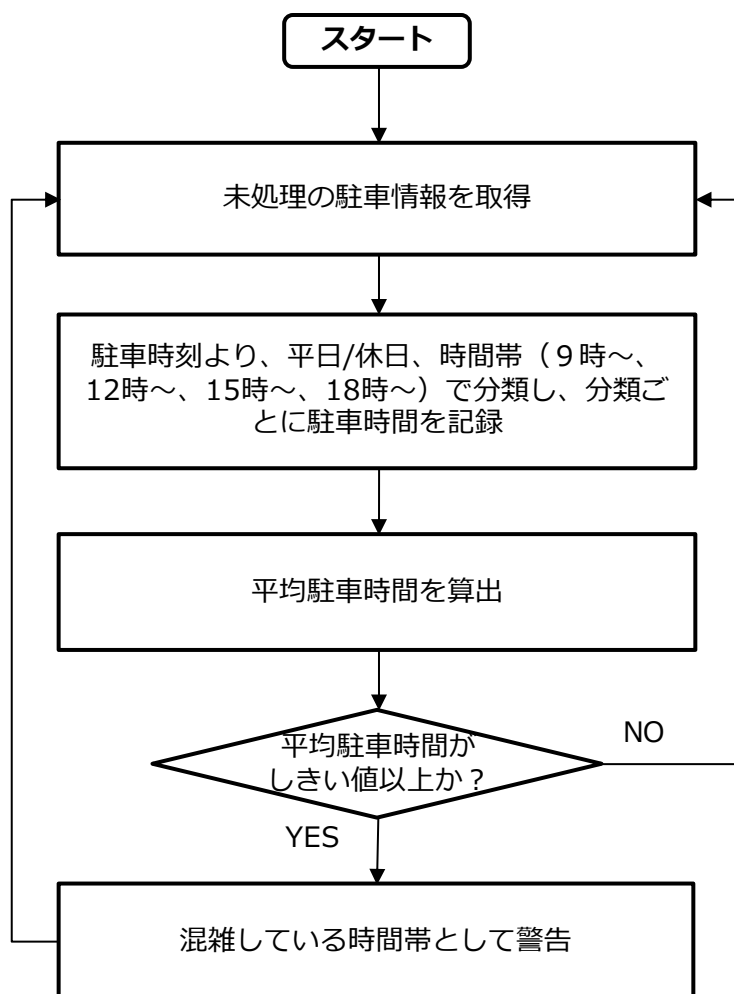


図 2-54 駐車場の混雑予測情報の生成アルゴリズム（個別の流れ） 2/2

(4) 有識者へのインタビュー調査

既存事例を基に、2.2.2(1)～(3)において整理した、プローブ情報による準動的・準静的情報の生成(案)について、有識者へのインタビュー調査を行った。

下記の観点から意見を伺い、本項目の検討に反映した。

表 2-21 インタビュー観点

有識者	主な確認項目
同志社大学 佐藤 健哉教授	<ol style="list-style-type: none">1. 準動的情報の生成に活用可能なプローブ情報2. 自動運転で利用する情報について
東京大学 大口 敬教授	<ol style="list-style-type: none">1. ダイナミックマップの枠組みを踏まえた、求められる準動的情報のあり方2. 安全性向上に資する準動的情報の生成について3. 道路管理者が保有する規制情報等の活用の仕組みの構築4. 車のセンサーを活用した準動的情報生成のあり方5. 自動運転実現に向けた、ダイナミックマップのあるべき姿6. ダイナミックマップ活用の効果を踏まえた、情報管理の仕組みの構築、国際標準化
慶應義塾大学 大門 樹教授	<ol style="list-style-type: none">1. プローブ情報を活用した自動運転走行が困難な区間の検知2. ダイナミックマップを介したドライバーへの注意喚起について3. 他に拡充すべき準動的情報について4. 自動運転の運行計画を支援する情報提供のあり方

2.2.3 データフォーマット

ダイナミックマップセンターで、集約、生成する準動的情報について、時間情報と位置情報について検討し、準動的情報のデータフォーマット案を作成した。

(1) 時間情報の概念の整理検討

現在流通している準動的/準静的情報の公開情報を基に整理し検討を行った結果、ダイナミックマップセンターでは、準動的/準静的情報が発生している時間情報を表現するために、3つの表現方法をとることとした。そのうち、どの時間表現を利用しているかを表すものとして、時間情報表現タイプという概念を設けた。

1) 時間情報表現タイプ

時間情報を表現するための時間情報表現タイプの概要について、表 2-22 に示す。ダイナミックマップ上でやり取りされる準動的/準静的情報の時間特性に応じて、以下の3つの時間情報表現タイプの中から適切なタイプを選択することとした。

表 2-22 時間情報表現タイプの種類

種類		概要	例
時間情報部	時間情報表現タイプ1	事象の発生時刻のみ、あるいは発生時刻と消滅時刻のみで表現される事象の時間情報を表現 発生時刻とは、事象が発生した、または発生したと想定される時刻を示す 消滅時刻とは、事象が消滅した、または消滅したと想定される時刻を示す	事故情報、渋滞情報、気象情報等
	時間情報表現タイプ2	予め定められた期間にわたり継続する事象の発生時間及び終了時間を表現	事前に実施時期を明確に定めた、工事規制や通行規制等
	時間情報表現タイプ3	予測される期間にわたり継続する事象の発生時間及び終了時間に加え、想定される事象のピーク時間を表現	渋滞予測等

a. 時間情報表現タイプ 1

時間情報表現タイプ 1 は、事故情報や渋滞情報、気象情報等、既に発生している事象について、発生時刻を表現するものである。既に事象が消滅している場合には、発生時刻に加え、消滅した時刻も表現することも可能とする。

事象の発生時刻、消滅時刻に加え、準動的/準静的情報が生成された時刻、利用者に提供された時刻の 4 つの要素で構成する。

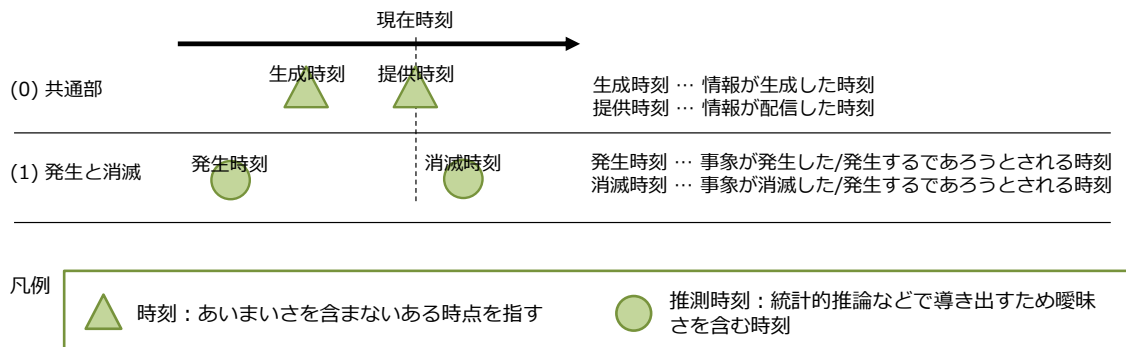


図 2-55 時間情報表現タイプ 1 のイメージ

b. 時間情報表現タイプ 2

時間情報表現タイプ 2 は、工事規制や通行規制等、予め期間が明確に定められた事象について、発生期間を表現するものである。

予定された事象の開始時期、終了時期に加え、準動的/準静的情報が生成された時刻、利用者に提供された時刻の 4 つの要素で構成する。

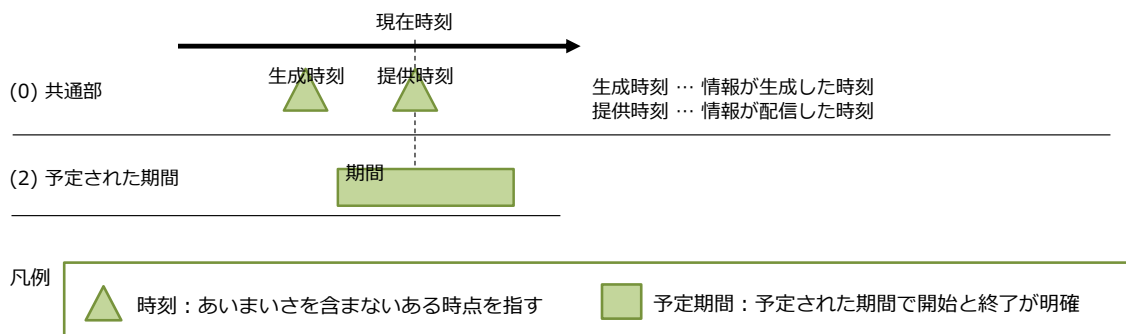


図 2-56 時間情報表現タイプ 2 のイメージ

c. 時間情報表現タイプ3

時間情報表現タイプ3は、渋滞予測等、今後発生が予測される事象について、発生予測期間とピーク予測時刻を表現するものである。

予測された事象の開始時期、終了時期に加え、事象のピーク時刻、準動的/準静的情報が生成された時刻、利用者に提供された時刻の5つの要素で構成する。

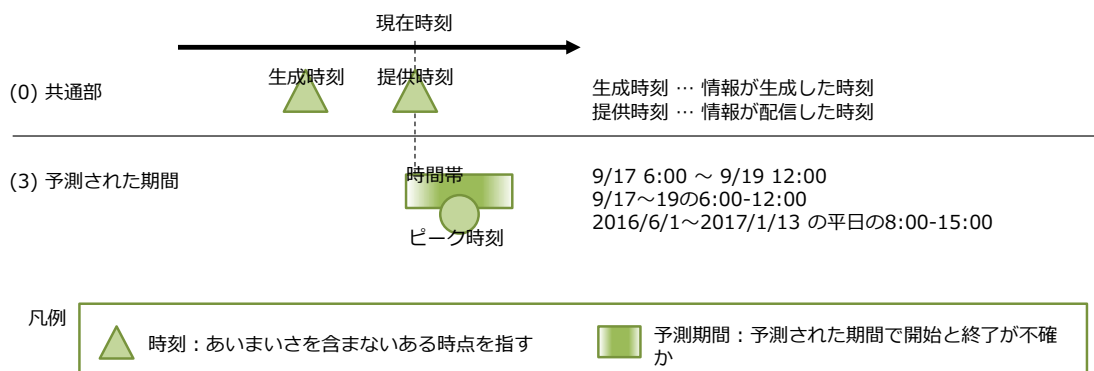


図 2-57 時間情報表現タイプ3のイメージ

2) 時間情報表現タイプを用いた時間表現

準動的/準静的情報および準静的情報毎に、対応する時間情報表現タイプと構成データを以下に示す。

表 2-23 準動的/準静的情報・準静的情報と時間情報表現タイプの対応関係

	情報	時間情報表現タイプ			提供時刻	生成時刻	発生時刻	消滅時刻	期間	ピーク時刻
		タイプ1	タイプ2	タイプ3						
準動的	事故	○			○	○	○	△		
	渋滞	○			○	○	○	○		
	気象	○			○	○	○	△		
準静的	渋滞予測			○	○	○			○	○
	工事規制		○		○	○			○	
	道路工事		○		○	○			○	
	広域気象		○		○	○			○	

○：必須項目、△：オプション項目

(2) 位置情報の概念の整理検討

ISO における検討や、現在流通している準動的/準静的情報の公開情報を基に整理し検討を行った結果、ダイナミックマップセンターでは、準動的/準静的情報が発生している位置を表現するために、4つの表現方法をとることとした。そのうち、どの位置表現を利用しているかを表すものとして、位置情報表現タイプという概念を設けた。

位置情報表現タイプによっては、ISO17572 Part4 に準拠し、基準点(CRP: Common Reference Point) を用いている。

検討した位置情報表現はある地点を指すが、例えば、渋滞区間など線的に表現される情報に関しては、複数の位置情報表現を組み合わせて表現することとなる。

1) 位置情報表現タイプ

位置情報を表現するための位置情報表現タイプの概要について、以下に示す。ダイナミックマップを用いた準動的/準静的情報の送受信においては、いずれかの位置情報表現をひとつもしくは複数を選択し利用するものとする。なお、位置情報表現タイプ 1、2 は、ISO17572 Part4 に準拠し、基準点(CRP: Common Reference Point)からの距離により位置情報を表現するタイプである。

表 2-24 位置情報表現タイプの種類

種類	概要
位置情報表現タイプ 1	基準点 (CRP) からの差分距離
位置情報表現タイプ 2	道のり距離+車道中心線からのオフセット
位置情報表現タイプ 3	緯度、経度、高度により表現 (従来手法)
位置情報表現タイプ 4	基準点 (CRP) からの方角、距離により表現

} ISO17572 Part4 に準拠

a. 位置情報表現タイプ 1

基準点(CRP)からの差分距離で表現するタイプで、主に交差点から 200 メートル以内で発生する事象の位置を表現するために利用する。差分距離は、基準点からの距離を(m)を直交座標系で表記する。

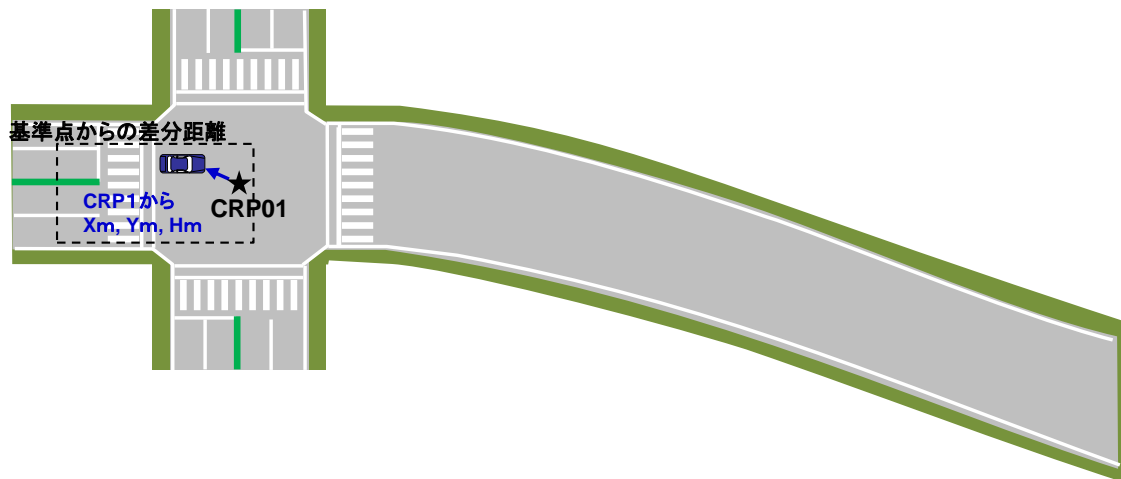


図 2-58 位置情報表現タイプ1による位置表現イメージ

b. 位置情報表現タイプ2

道のり距離+車道中心線からのオフセットで表現するタイプで、主に交差点以外で事象の位置を表現するために利用する。

2つの基準点(CRP)間の道のり距離で車道リンク上の位置を表現するとともに、車道中心線からのオフセット距離で車道横断面上の位置や車線位置等を表現する。

道のり距離については、基準点(CRP)～車道リンク端点+車道リンク端点～車両により表現する。

基準点の定義手法等が、地図会社によって異なると想定されるため、道のり距離の表現に際しては、2つの基準点間の相対距離で表現する。

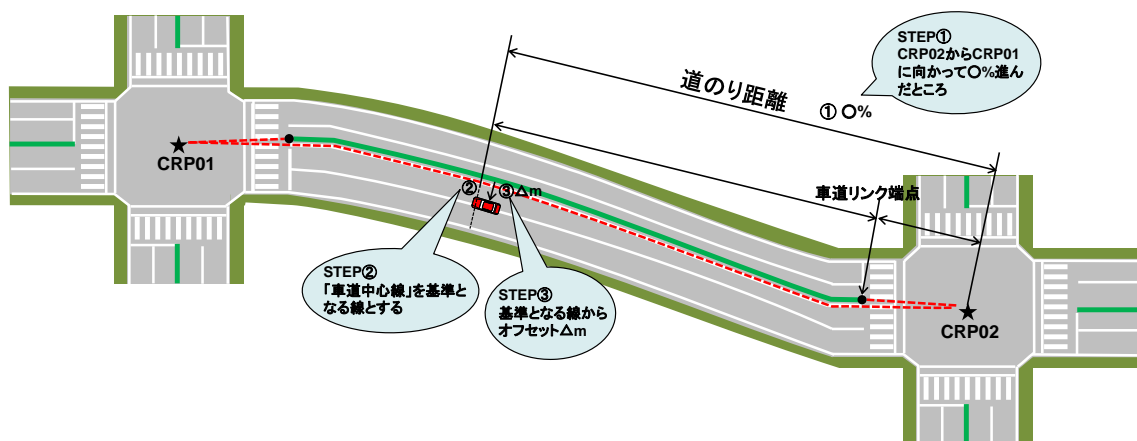


図 2-59 位置情報表現タイプ2による位置表現イメージ

c. 位置情報表現タイプ3

緯度、経度、高度（標高または楕円体高）により表現する。主に他の位置情報表現タイプを補足する形で併用することを想定している。

d. 位置情報表現タイプ 4

基準点からの方角、距離により表現する。主に交差点から 200 メートル以内で発生した事象の位置を表現するために利用する。

2) 基準点

基準点の定義手法を以下に示す。交差点の概ね中心となる点などを定義する。分合流部の中心点が、道路区域から外れる場合は、道路区域内の分合流部の代表点などを定義する。基準点の位置は、近傍の実在地物(標識や信号機の支柱など)からの差分距離で表現する。

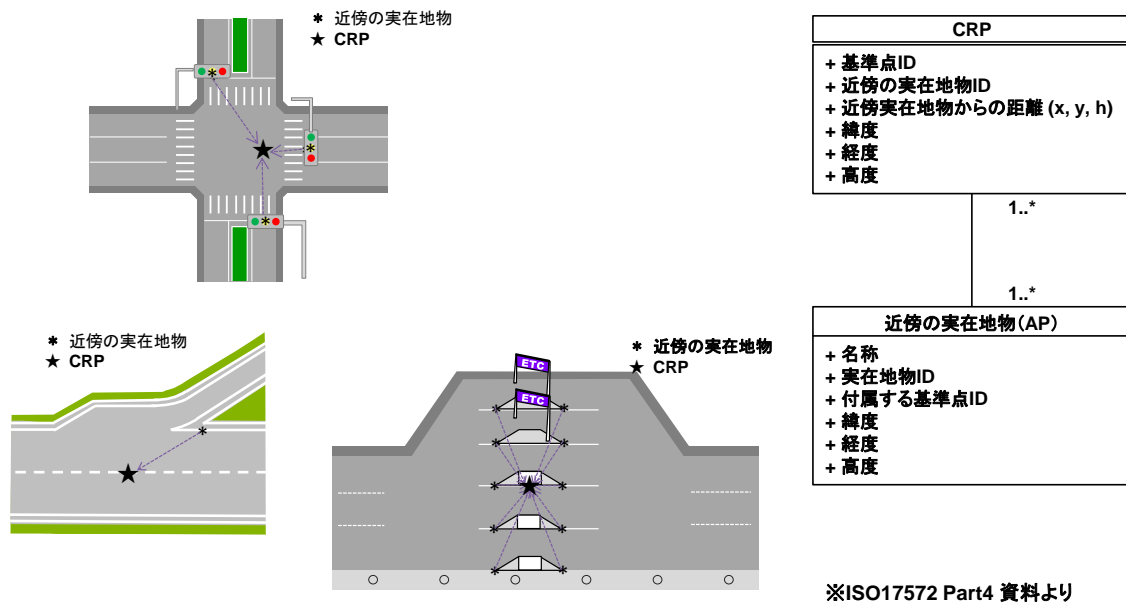


図 2-60 基準点の定義イメージ

3) 線的情報の表現

渋滞区間等、線的情報を表現する場合は、始点と終点を表現する 2 組の位置情報を用いる。位置情報表現タイプ 2 を用いた表現イメージを以下に示す。

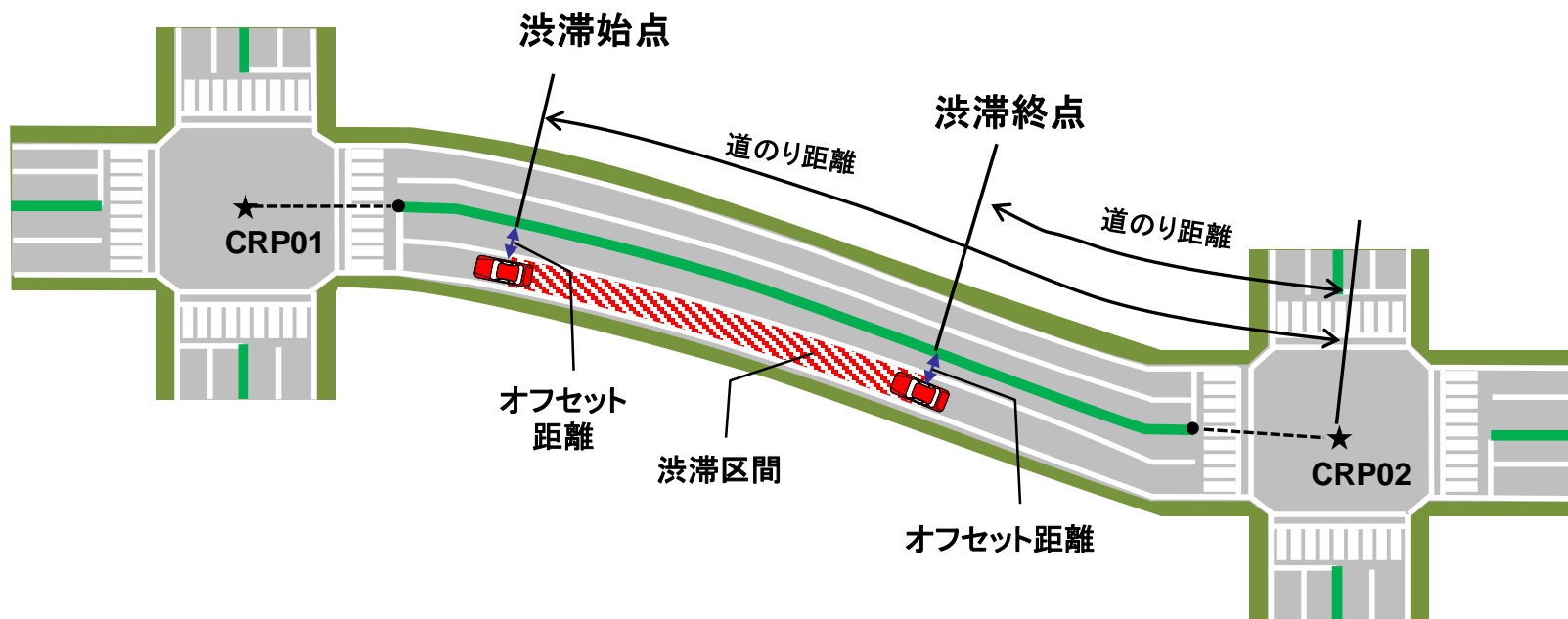


図 2-61 渋滞区間の表現イメージ (位置情報表現タイプ 2)

表 2-25 位置情報表現タイプ2による渋滞区間位置を表現するデータ構成

中分類	小分類	項目	必須/ オプション	形式
始点情報	位置情報表現タイプ2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
		終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
		リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のり距離に対する比率を示す、0～1 の間の数字
		オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字（進行方向に対して右側は90、左側は-90）
		オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字
		道路上の位置	オプション	車両が車道上もしくは車道外（路肩等）に位置するかを表す整数。0=車道上、1=車道外
		道路上の位置向き	オプション	車線の向きが起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向
		車線番号	オプション	数値
終点情報	位置情報表現タイプ2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
		終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
		リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のり距離に対する比率を示す、0～1 の間の数字
		オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字（進行方向に対して右側は90、左側は-90）
		オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字
		道路上の位置	オプション	車両が車道上もしくは車道外（路肩等）に位置するかを表す整数。0=車道上、1=車道外
		道路上の位置向き	オプション	車線の向きが起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向
		車線番号	オプション	数値

交差点をまたぐ渋滞区間等の線的情報を表現する場合は、2つの位置情報に分割して表現する。位置情報表現タイプ2を用いた表現イメージを以下に示す。

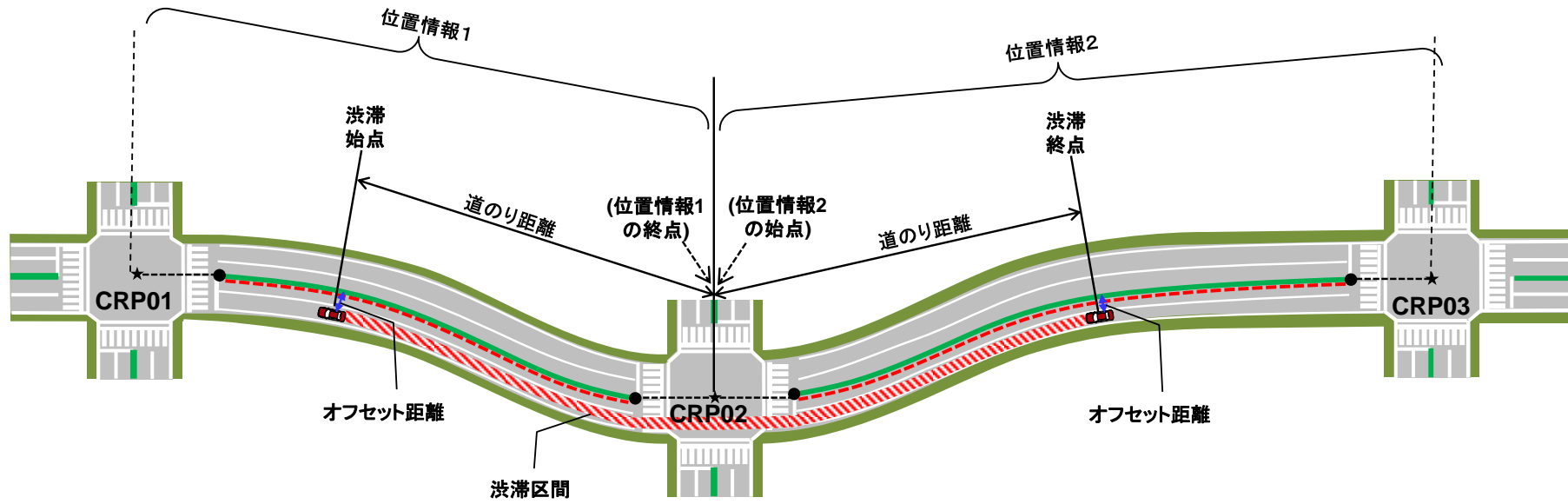


図 2-62 交差点をまたぐ場合の渋滞区間の表現イメージ (位置情報表現タイプ2)

表 2-26 交差点をまたぐ渋滞区間位置を表現するデータ構成(位置情報表現タイプ 2)

位置情報	中分類	小分類	項目	必須/ オプション	形式	備考
位置情報 1	始点情報	位置情報表現タイプ 2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP01
			終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP02
			リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のりで割合を表す、0~1 の間の数字	例えば、0.3
			オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字 (進行方向に対して右側は 90、左側は-90)	
			オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字	
			道路上の位置	オプション	車両が車道上もしくは車道外 (路肩等) に位置するかを表す整数。0=車道上、1=車道外	
			道路上の位置向き	オプション	起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向	
	車線番号	オプション	数値			
	終点情報	位置情報表現タイプ 2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP01
			終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP02
			リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のりで割合を表す、0~1 の間の数字	上記の例では、1
			オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字 (進行方向に対して右側は 90、左側は-90)	
			オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字	
			道路上の位置	オプション	車両が車道上もしくは車道外 (路肩等) に位置するかを表す整数。0=車道上、1=車道外	
道路上の位置向き			オプション	起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向		
車線番号	オプション	数値				
位置情報 2	始点情報	位置情報表現タイプ 2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP02
			終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP03
			リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のりで割合を表す、0~1 の間の数字	上記の例では、0
			オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字 (進行方向に対して右側は 90、左側は-90)	
			オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字	
			道路上の位置	オプション	車両が車道上もしくは車道外 (路肩等) に位置するかを表す整数。0=車道上、1=車道外	
			道路上の位置向き	オプション	起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向	
	車線番号	オプション	数値			
	終点情報	位置情報表現タイプ 2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP02
			終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID	上記の例では、CRP03
			リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のりで割合を表す、0~1 の間の数字	例えば、0.6
			オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字 (進行方向に対して右側は 90、左側は-90)	
			オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字	
			道路上の位置	オプション	車両が車道上もしくは車道外 (路肩等) に位置するかを表す整数。0=車道上、1=車道外	
道路上の位置向き			オプション	起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向		
車線番号	オプション	数値				

(3) 準動的情報のデータフォーマットの検討

ダイナミックマップにおいて準動的/準静的情報の送受信を行う際の、データ項目及びそのデータ形式等のデータフォーマットを次のように規定する。

1) 全体構成

準動的/準静的情報は、共通ヘッダ部と、個別データ部の2つで構成する。

共通ヘッダ部は、データの提供時刻やデータの生成時刻、交通渋滞情報や交通規制情報等のコンテンツの種類を示すデータタイプ等、全ての準動的/準静的情報に共通するデータ項目を規定するためのデータで構成する。

個別データ部は、交通渋滞や交通規制等、個別の準動的/準静的情報について、発生場所や発生時間、発生事象の内容等を表現するためのデータで構成する。また個別データ部は、ダイナミックマップ上でやりとりされる準動的/準静的情報のデータ個数分のデータ格納領域で構成する。

表 2-27 データフォーマットの全体構成

		大分類	概要
共通ヘッダ部	}	共通ヘッダ部	提供時刻、生成時刻、データタイプ等、準動的/準静的情報の表現するための共通項目を定義
		準動的/準静的情報 1	交通渋滞や交通規制等、個別の準動的/準静的情報の内容（場所、時間、内容等）を定義
個別データ	}	準動的/準静的情報 2	
		⋮	
		準動的/準静的情報 n	

2) 各分類の概要

a. 共通ヘッダ部

共通ヘッダ部の各データ項目を以下に示す。全てのデータ項目が必須データとなる。
以下、各データ項目の概要を示す。

表 2-28 共通ヘッダ部の構成

大分類	項目	必須/ オプション	形式
共通ヘッダ部	提供時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
	生成時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
	データタイプ	必須	含まれる情報のタイプを表す整数
	形状タイプ	必須	含まれる位置情報の形状を表す整数。 1=点的情報、2=線的情報、3=面的情報
	データ数	必須	含まれる情報の個数を表す整数

b. 提供時刻

ダイナミックマップ上の準動的/準静的情報がドライバー等に提供される時刻。年月日に加え、時分秒単位で表現する。

c. 生成時刻

ダイナミックマップ上でやり取りされる準動的/準静的情報が生成された時刻。年月日に加え、時分秒単位で表現する。

d. データタイプ

交通規制情報や交通渋滞情報等、含まれる準動的/準静的情報等のタイプを表す整数。
準静的情報、準動的情報、動的情報のいずれかを表現する大項目と、具体的な情報を識別する中項目で構成する。

e. 形状タイプ

含まれる位置情報について、車両や障害物の位置等の点的情報、もしくは交通渋滞や交通規制等の線的情報、面的情報であるかを表現する整数。

位置情報の具体的内容については、個別データ部で表現する。

f. データ数

ダイナミックマップ上に含まれる準動的/準静的情報の個数を示す整数である。

3) 個別データ部

個別データ部については、基本的に位置に関する情報と、時間に関する情報、発生事象に関する情報の3つの要素で構成する。

表 2-29 個別データ部の構成

個別データ部	構成要素	概要
準動的/準静的情報 1	位置に関する情報	事象の発生場所を表現
	時間に関する情報	事象の発生時間等を表現
	発生事象に関する情報	発生した事象の内容を表現
・ ・ ・		
準動的/準静的情報 n		

4) 個別データ部の位置に関する情報

a. 概要

準動的/準静的情報の発生場所を表現するためのデータ項目であり、位置情報ヘッダ部と位置情報部の2つの要素で構成する。

表 2-30 位置に関する情報の構成

構成要素		概要
位置に関する情報	位置情報ヘッダ部	準動的/準静的情報の位置に関する情報を表現するために用いられる位置情報表現タイプを定義
	位置情報部	事象の発生場所等を表現するデータで構成

位置情報ヘッダ部は、準動的/準静的情報の位置に関する情報を表現するために用いられる位置情報表現タイプを定義するためのデータである。

位置情報表現タイプは複数の方法を組み合わせて利用しても良く、利用する位置情報表現タイプをひとつもしくは複数の位置情報ヘッダ部で宣言する。具体的には、2進数で、1ビット目がタイプ1、2ビット目がタイプ2、3ビット目がタイプ3、4ビット目がタイプ4と、利用する位置情報情報タイプのビットがONとして計算した、10進数の整数で表す。1~65535の範囲の値をとる。

表 2-31 利用位置情報表現タイプの値(例)

利用する位置情報 表現タイプ	利用位置情報表現タイプ値	
	2進数表現	設定値 (10進整数)
タイプ 1 のみ	0000 0000 0000 0001	1
タイプ 2 のみ	0000 0000 0000 0010	2
タイプ 1,2 併用	0000 0000 0000 0011	3
タイプ 3 のみ	0000 0000 0000 0100	4
タイプ 1,3 併用	0000 0000 0000 0101	5
タイプ 2,3 併用	0000 0000 0000 0110	6
...
タイプ 16 のみ	1000 0000 0000 0000	32768
...
全タイプ併用※	1111 1111 1111 1111	65535

※本仕様案では、最大タイプ 16 まで拡張可能と想定した。

位置情報部は、準動的/準静的情報の位置を表現するためのデータである。各位置情報は、「2.2.3(2) 位置情報の概念の整理検討」で示した位置情報表現タイプを用いて表現する。準動的/準静的情報の位置情報の形状が点的情報の場合は、事象発生箇所の位置情報で表現する。準動的/準静的情報が線的情報の場合は、事象発生区間の始点及び終点の位置情報のペアで表現する。準動的/準静的情報が面的情報の場合は、面を構成する複数のノードの位置情報で表現する。

表 2-32 位置情報の形状

種類	概要	例
点的情報	発生箇所に係る 1 つの位置情報で表現	自動車専用道の出入り口の閉鎖情報、トンネルの閉鎖情報、停車車両情報、落下物情報など
線的情報	事象発生区間の始点及び終点の位置情報の 2 組で表現	交通渋滞情報、交通規制情報、冬季閉鎖情報等
面的情報	面を構成する複数のノードの位置情報群で表現	

b. 位置情報表現タイプ1のデータ構成

位置情報表現タイプ1は、以下に挙げる要素で構成する。

表 2-33 位置情報表現タイプ1におけるデータ構成

小分類	項目	必須/ オプション	形式
位置情報表現 タイプ1	基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
	x 距離	必須	直交座標系で基準点からの x 方向の距離(m)を表す数字。基準点において子午線に一致する軸とし、真北に向かう値を正とする。
	y 距離	必須	直交座標系で基準点からの y 方向の距離(m)を表す数字。基準点において X 軸と直交する軸とし、真東に向かう値を正とする。
	h 距離	必須	直交座標系で基準点からの h 方向の距離(m)を表す数字。X 軸と Y 軸を含む平面に対し垂直上に向かう値を正とする。

c. 位置情報表現タイプ2のデータ構成

位置情報表現タイプ2は、以下に挙げる要素で構成する。

表 2-34 位置情報表現タイプ2におけるデータ構成

小分類	項目	必須/ オプション	形式
位置情報表現 タイプ2	起点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
	終点基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別する ID
	リンク始点からの距離	必須	起点から終点の道のり距離に対する比率を示す、0~1 の間の数字
	オフセット方向	必須	リンクからの角度を表す数字 (進行方向に対して右側：90、左側：-90)
	オフセット距離	必須	オフセットする距離(m)を表す数字
	道路上の位置	オプション	車両が車道もしくは車道外（路肩等）に位置するかを表す（テキスト）
	道路上の位置向き	オプション	車線の向きが起点方向か終点方向かを表す数字。0=起点方向、1=終点方向
	車線番号	オプション	数値。複数可とする。車道中心から順に車線に1,2,3 と番号を振り、0 の場合は全車線を示すこととする

d. 位置情報表現タイプ3のデータ構成

位置情報表現タイプ3は、以下に挙げる要素で構成する。

表 2-35 位置情報表現タイプ3におけるデータ構成

小分類	項目	必須/ オプション	形式
位置情報表現 タイプ3	緯度	必須	範囲は-90~90度、分解能は0.0000001度の数字
	経度	必須	範囲は-180~180度、分解能は0.0000001度の数字
	高度（標高または楕円体高）	必須	範囲は-409.5~6143.9m、分解能は0.1mの数字

e. 位置情報表現タイプ4のデータ構成

位置情報表現タイプ4は、以下に挙げる要素で構成する。

表 2-36 位置情報表現タイプ4におけるデータ構成

小分類	項目	必須/ オプション	形式
位置情報表現 タイプ4	基準点識別子	必須	基準点(CRP)を一意に識別するID
	角度	必須	北を基準方位とし時計回りを正の角度
	距離	必須	基準点からの角度方向への距離(m)を表す数字

5) 個別データ部の時間に関する情報

a. 概要

準動的/準静的情報の発生時間を表現するためのデータ項目であり、時間情報ヘッダ部と時間情報部の2つの要素で構成する。

表 2-37 時間に関する情報の構成

構成要素		概要
時間に関する情報	時間情報ヘッダ部	準動的/準静的情報の時間に関する情報を表現するために用いられる時間情報表現タイプを定義
	時間情報部	事象の発生時間等を表現するデータで構成

時間情報ヘッダ部は、準動的/準静的情報の時間に関する情報を表現するために用いられる時間情報表現タイプを定義するためのデータである。

時間情報部は、準動的/準静的情報の発生・消滅に係る特性に応じて、「2.2.3(1) 時間情報の概念の整理検討」示した時間情報表現タイプを用いて表現する。

時刻情報部は、以下で定める時刻タイプまたは期間タイプを用いて表現する。

表 2-38 構成データの表現形式

No	時刻表現タイプ	構成データ	必須/オプション	形式
1	時間情報表現タイプ1	発生時刻	必須	時刻タイプ1もしくは時刻タイプ2
2		消滅時刻	オプション	時刻タイプ1もしくは時刻タイプ2
3	時間情報表現タイプ2	期間	必須	期間タイプ1もしくは期間タイプ2
4	時間情報表現タイプ3	期間	必須	期間タイプ1もしくは期間タイプ2
5		ピーク時刻	オプション	時刻タイプ1

b. 時刻タイプのデータ構成

発生時刻や消滅時刻等、ある時点を示す場合は、以下の2つの時刻タイプのいずれかを用いて表現する。

ア) 時刻タイプ1

事象の発生時刻が、ある一時点の情報で定義されるもの。必須項目となる時刻情報に加え、オプションとして時刻情報の確度（0～1の間の数字で定義）で構成する。

表 2-39 時刻タイプ1のデータ構成

No	項目	必須/オプション	形式
1	時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
2	確度	オプション	0 から 1 の間の数字

イ) 時刻タイプ2

事象の発生時刻が、一点に特定できず、ある程度の時間帯で表現されるもので、開始時刻と終了時刻の2時点の情報で定義されるもの。必須項目となる時刻情報に加え、オプションとして時刻情報の確度（0～1の間の数字で定義）で構成する。

表 2-40 時刻タイプ2のデータ構成

No	項目	必須/オプション	形式
1	開始時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
2	開始時刻確度	オプション	0 から 1 の間の数字
3	終了時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
4	終了時刻確度	オプション	0 から 1 の間の数字

c. 期間タイプ

工事予定情報における開始日および終了日等、期間を示す場合は、以下の2つの期間タイプのいずれかを用いて表現する。

ア) 期間タイプのデータ構成

事象が、開始から終了まで連続的に続くもの。開始時刻および終了時刻で構成する。

表 2-41 期間タイプ1のデータ構成

No	項目	必須/オプション	形式
1	開始時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
2	終了時刻	必須	yyyy-MM-dd HH:mm:ss

イ) 期間タイプ2

事象が、一日のある時間帯の繰り返しで構成されるもの。開始日から終了日の間の一日で、開始時刻から終了時刻の間、事象が発生する。オプションとして特定の曜日のみに発生することを表現できる。

表 2-42 期間タイプ2 のデータ構成

No	項目	必須/オプション	形式
1	開始日	必須	yyyy-MM-dd
2	終了日	必須	yyyy-MM-dd
3	開始時刻	必須	HH:mm
4	終了時刻	必須	HH:mm
5	曜日	オプション	2進数で、1ビット目が日、2ビット目が月、3ビット目が火、と対象となる曜日のビットがONとして計算した10進数の整数

曜日は複数指定しても良く、具体的には、2進数で、1ビット目がタイプ1、2ビット目がタイプ2、3ビット目がタイプ3、4ビット目がタイプ4と、利用する位置情報情報タイプのビットがONとして計算した、10進数の整数で表す。

表 2-43 曜日の値

曜日	曜日の値	
	2進数表現	設定値 (10進整数)
日曜日のみ	0000 0001	1
月曜日のみ	0000 0010	2
日曜日と月曜日	0000 0011	3
火曜日のみ	0000 0100	4
日曜日と火曜日	0000 0101	5
月曜日と火曜日	0000 0110	6
...
土曜日のみ	0100 0000	64
...
毎日	0111 1111	127

6) 発生事象に関する情報

発生した準動的/準静的情報の内容を規定するためのデータ項目。データ項目の構成は、準動的/準静的情報の種類によって異なる。

準動的/準静的情報の種類ごとに、データ項目例とその概要を以下に示す。

表 2-44 発生事象に関する情報項目例

準動的/準静的情報		中分類	項目	必須/ オプション	形式
準動的 情報	交通渋滞情報	原因事象	原因事象 コード	必須	渋滞の原因を示す整数
		渋滞度	渋滞度 コード	必須	渋滞の度合いを表す整数。 0：不明、1：渋滞なし、 2：混雑、3：渋滞
		通過時間	通過時間	必須	当該区間の通過に要する 時間(分)
	交通規制情報	原因事象	原因事象 コード	オプション	規制の原因を示す整数
		規制内容	規制内容 コード	必須	規制の内容を示す整数
	自動車専用道 の出入り口の 閉鎖情報	原因事象	原因事象 コード	オプション	規制の原因を示す整数
		規制内容	規制内容 コード	必須	規制の内容を示す整数
	トンネルの閉 鎖情報	原因事象	原因事象 コード	オプション	規制の原因を示す整数
		規制内容	規制内容 コード	必須	規制の内容を示す整数
	停車車両情 報、落下物情 報	原因事象	原因事象 コード	オプション	規制の原因を示す整数
	冬季閉鎖情報	原因事象	原因事象 コード	必須	渋滞の原因を示す整数
		規制内容	規制内容 コード	必須	規制の内容を示す整数

7) 準動的/準静的情報データの表現例

準動的/準静的情報の表現例においては、6つの準動的情報(交通渋滞情報、交通規制情報、自動車専用道の出入り口の閉鎖情報、トンネルの閉鎖情報、停車車両情報・落下物情報、冬季閉鎖情報)の他、SIP 地図ユースケースにおいて定義された準静的/準動的/動的情報への適用を視野に入れて整理を行った。

位置情報表現タイプおよび時間情報表現タイプは次のように使い分けることを想定している。

表 2-45 位置情報表現タイプの使い分け

位置情報表現タイプ 1	主に交差点から 200 メートル以内で発生する事象で利用する
位置情報表現タイプ 2	主に交差点以外で発生する事象で利用する
位置情報表現タイプ 3	主に他の位置情報表現タイプを補足する形で併用される
位置情報表現タイプ 4	主に交差点内で発生する事象で利用する

表 2-46 時間情報表現タイプの使い分け

時間情報表現タイプ 1	主に既に発生している事象で利用する
時間情報表現タイプ 2	主に予め期間が明確に定められた事象で利用する
時間情報表現タイプ 3	主に今後発生が予測される事象で利用する

準動的情報のうち、交通渋滞情報、交通規制情報、自動車専用道の出入り口の閉鎖情報、トンネルの閉鎖情報、停車車両情報・落下物情報、冬季閉鎖情報を対象に、位置情報表現タイプおよび時間情報表現タイプがどのように適用されるかを以下に示す。各情報のデータフォーマット案は、別紙に示すとおりである。

表 2-47 準動的情報に適用される位置情報表現タイプおよび時間情報表現タイプ (案)
凡例) ◎ … 必須、○ … 利用 (併用) 可

No	情報	位置情報 表現タイプ				時間情報 表現タイプ		
		1	2	3	4	1	2	3
1	交通渋滞情報		◎	○		◎		
2	交通規制情報		◎	○			◎	
3	自動車専用道の出入り口の閉鎖情報		○	○			◎	
4	トンネルの閉鎖情報		○	○			◎	
5	停車車両情報・落下物情報	○	○	○	○	◎		
6	冬季閉鎖情報		◎	○			◎	

また参考として、昨年度整理したダイナミックマップ SWG のユースケースにおける準静的/準動的/動的情報において、位置情報表現タイプおよび時間情報表現タイプがどのように適用されるかを以下に示す。

表 2-48 SIP 地図ユースケースにおいて定義された準静的/準動的/動的情報に適用される位置情報表現タイプおよび時間情報表現タイプ（案）

凡例) ◎ … 必須、○ … 利用（併用）可

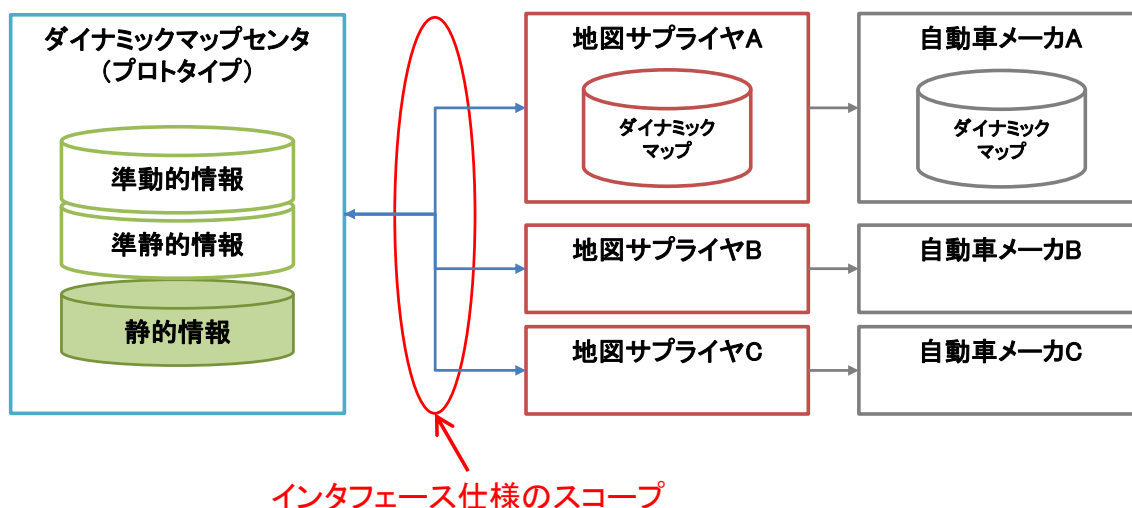
No	区分	情報タイプ	SIP 地図ユースケースにおける準静的/準動的/動的情報データ	位置情報表現タイプ				時間情報表現タイプ		
				1	2	3	4	1	2	3
1	自動車専用道路	準静的	工事規制情報		◎	○		◎		
2		準動的	閉鎖料金レーン情報		◎	○		◎		
3			渋滞情報（本線への合流・分流）	○			○	◎		
4			駐車可能情報（空き情報）			○		◎		
5			測位衛星補正情報			○		◎		
6			動的	料金所前後を走行する車両の情報		◎	○		◎	
7		本線を走行する車両			◎	○		◎		
8		先行車情報			◎	○		◎		
9		隣接車情報			◎	○		◎		
10		周辺車両情報			◎	○		◎		
11		駐車場内を走行する車両の情報				○		◎		
12		合流支援情報（車両画像、到達予測時間等）			◎	○		◎		
13	一般道路	準動的	渋滞情報（優先道路への合流）	○			○	◎		
14		測位衛星補正情報			○		◎			
15		動的	先行する車両の情報		◎	○		◎		
16			隣接車情報		◎	○		◎		
17			先行車情報		◎	○		◎		
18			併走する二輪車の情報		◎	○		◎		
19			歩道を行き交う歩行者の情報	○			○	◎		
20			優先道路を走行する車両		◎	○		◎		
21			周辺車両情報		◎	○		◎		
22			信号の状態	○			○	◎		
23			対向車情報		◎	○		◎		
24			二輪車情報		◎	○		◎		
25			歩行者・自転車情報	○			○	◎		
26			前方の自転車の情報	○			○	◎		
27			前方の車両情報	○			○	◎		
28			前方の歩行者の情報	○			○	◎		
29			合流支援情報（車両画像、到達予測時間等）		◎	○		◎		

2.3 地図サプライヤへのデータ提供の仕組み

ダイナミックマップセンターで更新されたダイナミックマップを、遅延時間が最小となるように利用者（地図サプライヤ）へ提供する仕組みを検討した。

2.3.1 地図サプライヤへのデータ提供の仕組み【ダイナミックマップセンターから地図サプライヤへのデータ提供】

ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）と地図サプライヤ間インタフェース仕様書(案)（以降、インタフェース仕様）の範囲を図 2-63 に示す。ここでは、地図サプライヤに静的情報、準動的情報、準静的情報を配信するためのインタフェース（プロトコル、シーケンス）を規定した。



1

図 2-63 インタフェース仕様の範囲

(1) インタフェース仕様の基本要件

ダイナミックマップセンターが配信するデータ別に、データ配信にかかる要件を表 2-49 のように整理した。

表 2-49 インタフェース仕様の基本要件

静的情報（基盤的地図）の配信	データの欠損なく、確実に地図サプライヤへ情報提供できること。 取得したい区間を、地図サプライヤが選択できること。
準動的情報・準静的情報の配信	極力遅延なく地図サプライヤへ情報提供できること。

特に、準動的情報・準静的情報の配信を遅延を最小にするために、ダイナミックマップセンターでは、準動的情報・準静的情報の配信として、図 2-64 に挙げる機能を有する。

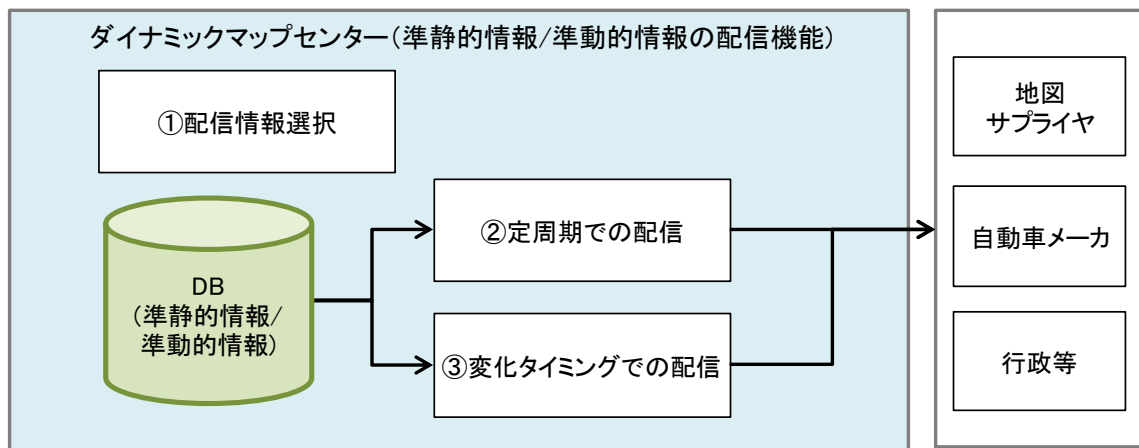


図 2-64 準動的・準静的情報の配信機能の概要

- ① 準動的情報・準静的情報の提供先（地図サプライヤ、自動車メーカー、行政等）や提供情報（情報の種類）、提供範囲（全国、エリア、等）に応じて、配信する情報を選択する。
- ② 選択された配信情報を定周期で提供先に送付する。
- ③ 選択された配信情報の変化時に提供先に送付する。

(2) 基盤的地図データの提供の仕組み

作成した基盤的地図はダイナミックマップセンターに保存され、地図サプライヤはインターネット経由でダイナミックマップセンターにアクセスし、基盤的地図をダウンロードする形をとる。

1) インタフェース仕様

配信装置であるダイナミックマップセンターと地図サプライヤのクライアント端末（WEB ブラウザ）間のインタフェース構成図を図 2-65 に、インタフェース情報を表 2-50 に、配信するデータを表 2-51 に示す。

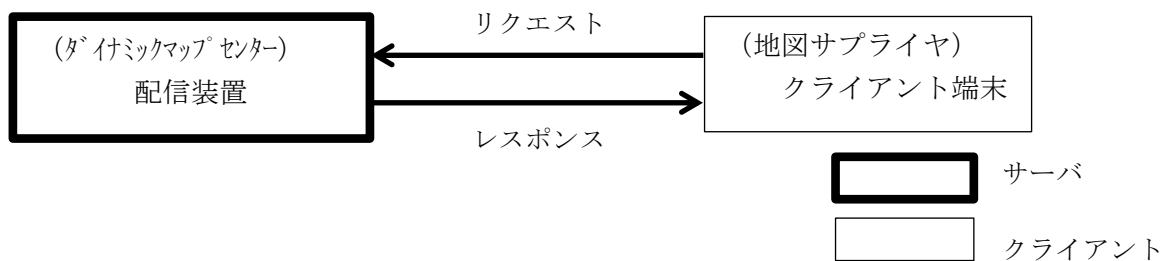


図 2-65 基盤的地図データ提供インタフェース構成図

表 2-50 基盤的地図データ提供インタフェース情報

No	項目	内容
1	プロトコル	http
2	クライアント	地図サプライヤ クライアント端末 (WEB ブラウザ : Internet Explorer11 または Google Chrome)
3	サーバ	ダイナミックマップセンター (配信装置)
4	TCP ポート番号	80

表 2-51 地図サプライヤに提供する基盤的地図のデータ一覧

データ
高速道路ルート①
高速道路ルート②
高速道路ルート③
一般道路

※基盤的地図は暗号化され、自己解凍書庫形式でダウンロードされる。

※基盤的地図のフォーマットは、試作データ用符号化仕様による。

2) 処理シーケンス

a. 正常シーケンス

正常シーケンスを図 2-66 に示す。

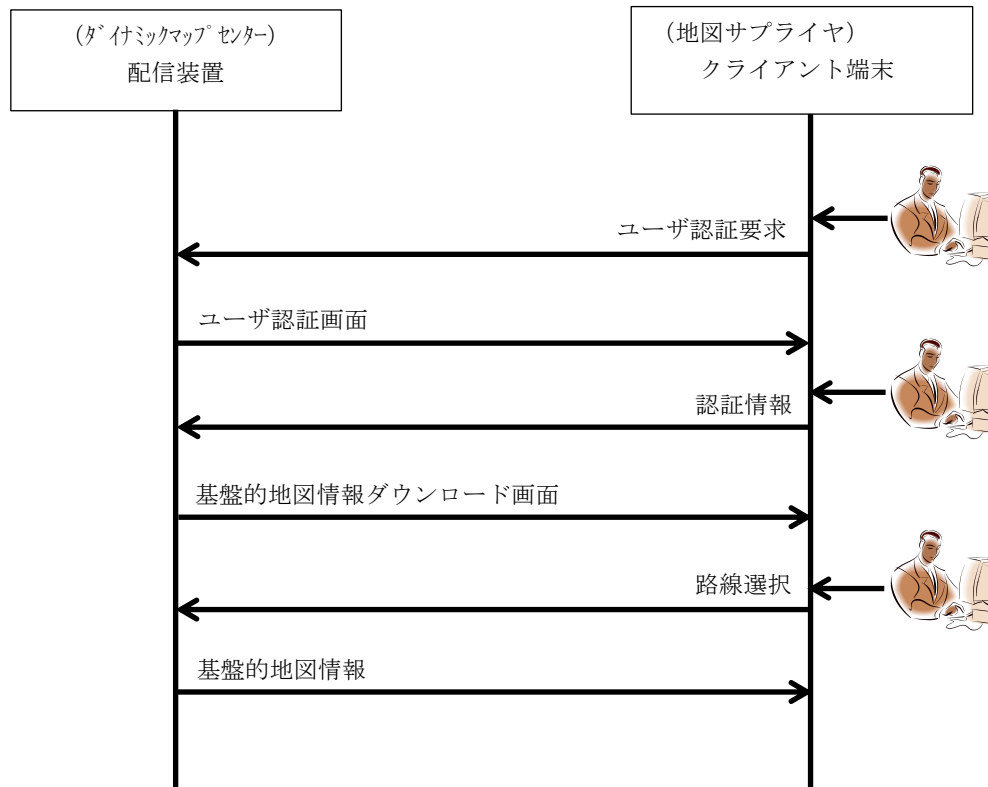


図 2-66 正常シーケンス

b. 異常シーケンス (認証異常)

異常シーケンスを図 2-67 に示す。

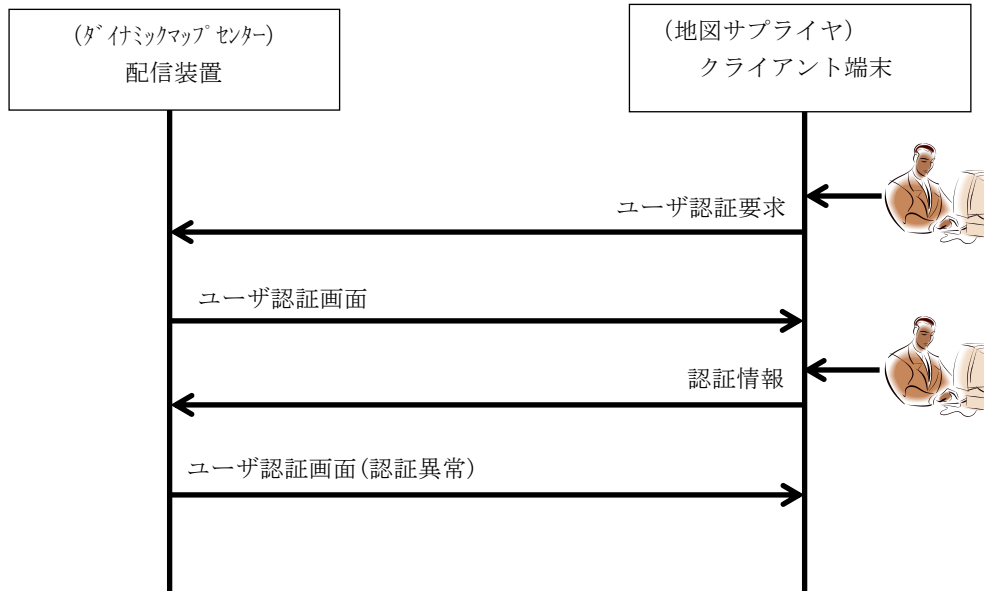


図 2-67 異常シーケンス (認証異常)

c. 異常シーケンス（ダウンロード異常）

異常シーケンス（ダウンロード異常）を図 2-68 に示す。

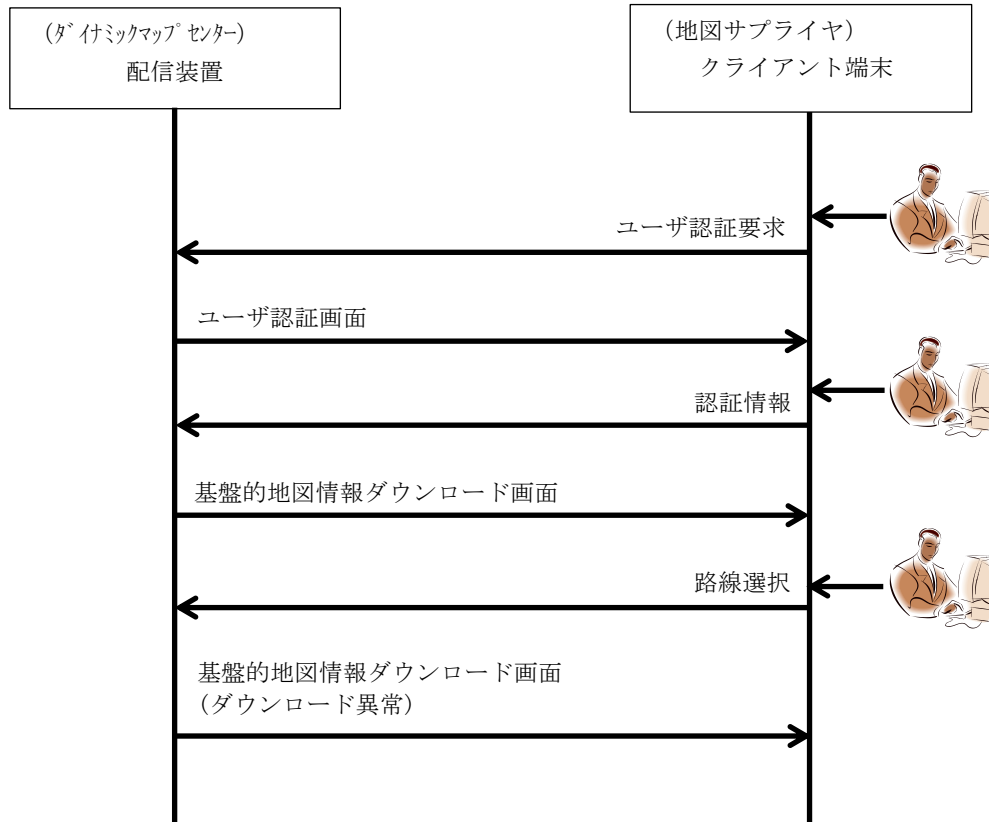


図 2-68 異常シーケンス（ダウンロード異常）

(3) 準動的情報データの提供の仕組み

ダイナミックマップセンターは、情報源からデータを集約し、準動的情報を生成（データ変換等）して保存する。この情報を地図サプライヤ側に配信する。

1) インタフェース仕様

配信装置であるダイナミックマップセンターとクライアントソフトウェア（地図サプライヤクライアントに搭載される）のインタフェース構成図を図 2-69 に、インタフェース情報を表 2-52 に示す。

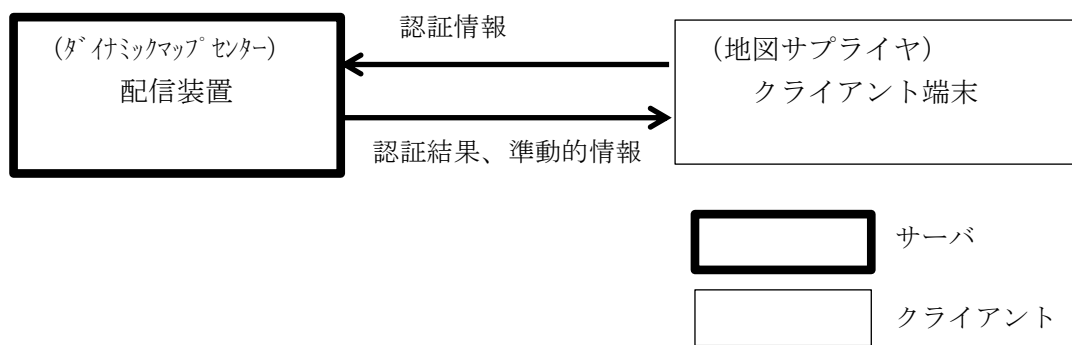


図 2-69 準動的情報データ提供インタフェース構成図

表 2-52 インタフェース情報

No	項目	内容
1	プロトコル	TCP/IP
2	クライアント	クライアント端末（クライアント SW）
3	サーバ	ダイナミックマップセンター（配信装置）
4	最大セッション数	クライアント端末数分
5	TCP ポート番号	サーバ：11500 クライアント：システム付与

2) データ一覧

送受信データ一覧を表 2-53 に示す。

表 2-53 送受信データ一覧

No	データ種別	データ ID	データ方向		サイズ (Byte)	送信 タイミング	備考	
1	認証情報	0x10	クライアント SW	→	配信装置	32	接続時	
2	認証結果	0x11	配信装置	→	クライアント SW	8	認証情報受信時	
3	高速道準動的情報	0x20	配信装置	→	クライアント SW	可変	正 1 分	認証処理後に送信を開始する。
4	一般道路準動的情報	0x21	配信装置	→	クライアント SW	可変	正 5 分	認証処理後に送信を開始する。

3) データフォーマット

基本データフォーマットを表 2-54 に示す。

表 2-54 基本データフォーマット

共通ヘッダ部	固定長
データ部	可変長

a. 共通ヘッダ部

共通ヘッダ部フォーマットを表 2-55 に示す。

表 2-55 共通ヘッダ部フォーマット

項目名	データ長 (Byte)	形式	内容
送信先機器識別	1	bin	0x10:データセンタ 0x11:地図サプライヤ
送信元機器識別	1	bin	送信先と同じ
予備	2	bin	0x00
送信日時	年	2	BCD 符号 4 桁 例) 2006→0x20 0x06
	月	1	BCD 符号 2 桁
	日	1	BCD 符号 2 桁
	時	1	BCD 符号 2 桁
	分	1	BCD 符号 2 桁
	秒	1	BCD 符号 2 桁
	予備	1	bin
データ種別	1	bin	表 2-53 を参照
データタイプ	1	bin	0x00: データ圧縮なし 0x01: データ圧縮あり (zip 形式)
予備	6	bin	0x00
フレームデータサイズ	4	bin	データ部のサイズを設定

4) 認証方式

a. 認証情報

認証情報のフォーマットを表 2-56 に示す。

表 2-56 認証情報フォーマット

項目名	データ長 (Byte)	形式	内容
ユーザ名	16	bin	英数文字(ASCII コード) 16 文字以下の場合は 0x00 でパディング
パスワード	16	bin	英数文字(ASCII コード) 16 文字以下の場合は 0x00 でパディング

b. 認証結果

認証結果のフォーマットを表 2-57 に示す。

表 2-57 認証結果フォーマット

項目名	データ長 (Byte)	形式	内容
認証結果	1	bin	0x00:正常 0x01:異常
予備	7	bin	0x00

5) 高速道準動的情報／一般道路準動的情報

高速道路準動的情報および一般道路準動的情報のフォーマットを表 2-58 に示す。

表 2-58 高速道路準動的情報／一般道路準動的情報フォーマット

項目名	データ長 (Byte)	形式	内容
準動的情報ファイル	可変	bin	表 2-59 のデータファイルを zip 形式で圧縮。 図 2-15 に ZIP 形式のイメージを示す。

表 2-59 準動的情報ファイル一覧

データタイプ
交通渋滞情報
交通規制情報
自動車専用道の出入り口の閉鎖情報
トンネルの閉鎖情報
停車車両情報、落下物情報
冬季閉鎖情報

※準動的情報のフォーマットは、ダイナミックマップにおける準動的情報/準静的情報のデータ仕様（案）Ver.1.0 による。

6) 処理シーケンス

a. 正常シーケンス

正常シーケンスを図 2-70 に示す。

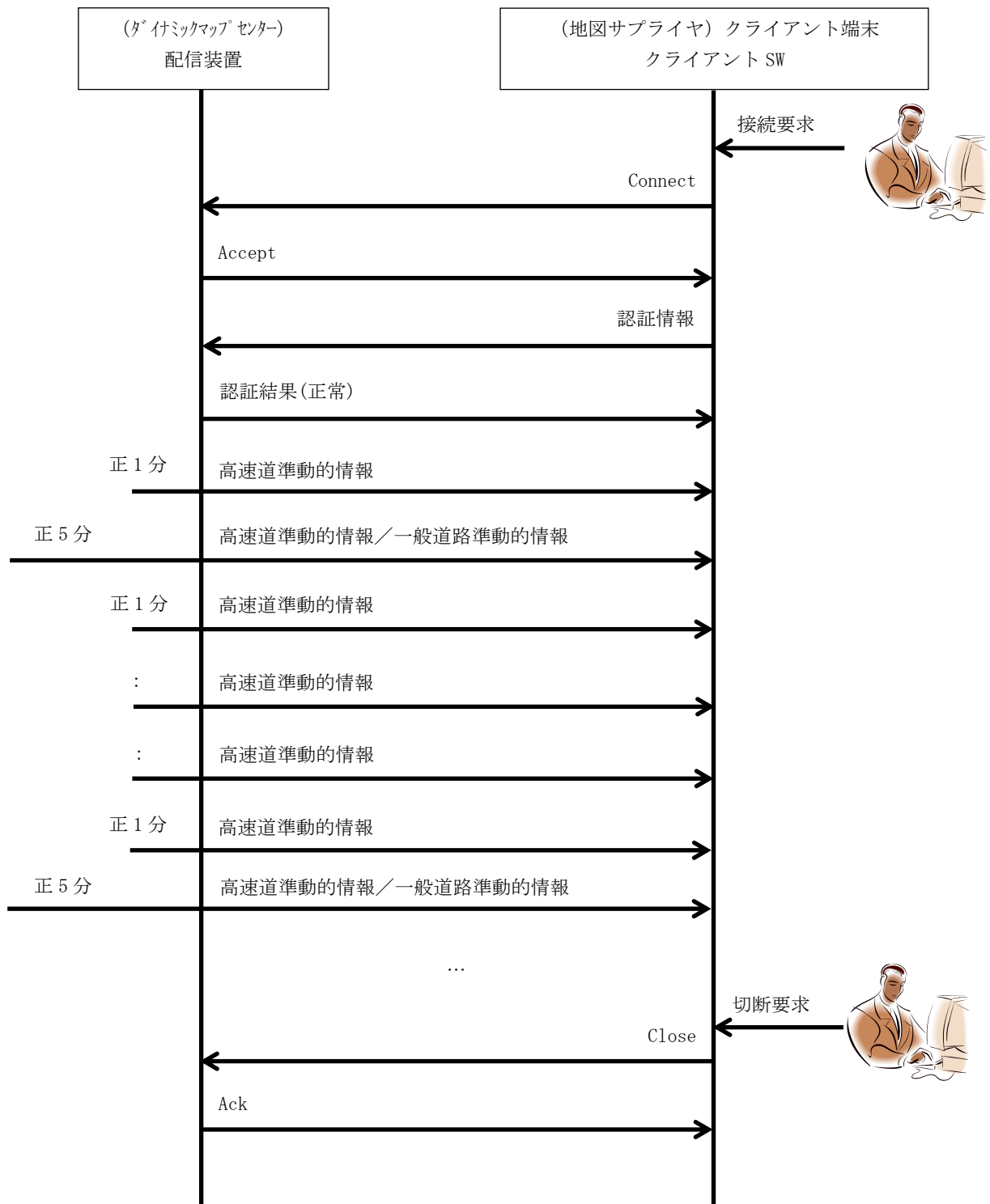


図 2-70 正常シーケンス

b. 異常シーケンス (認証異常)

認証異常シーケンスを図 2-71 および図 2-72 に示す。

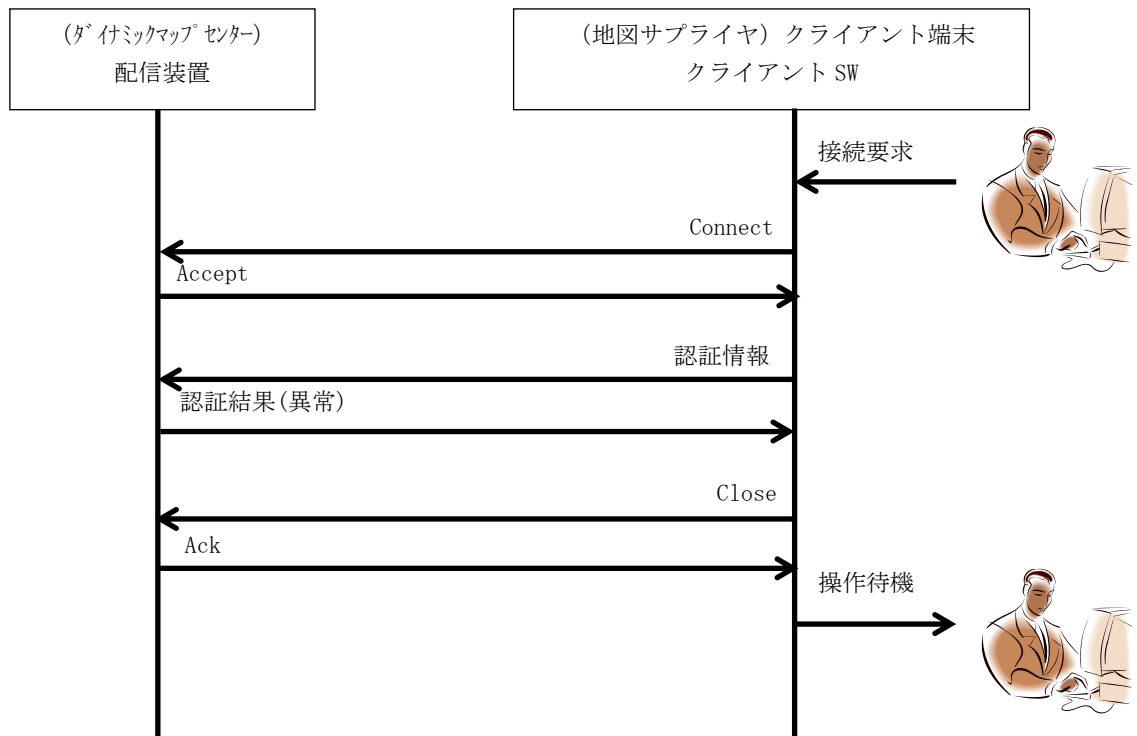


図 2-71 認証異常シーケンス

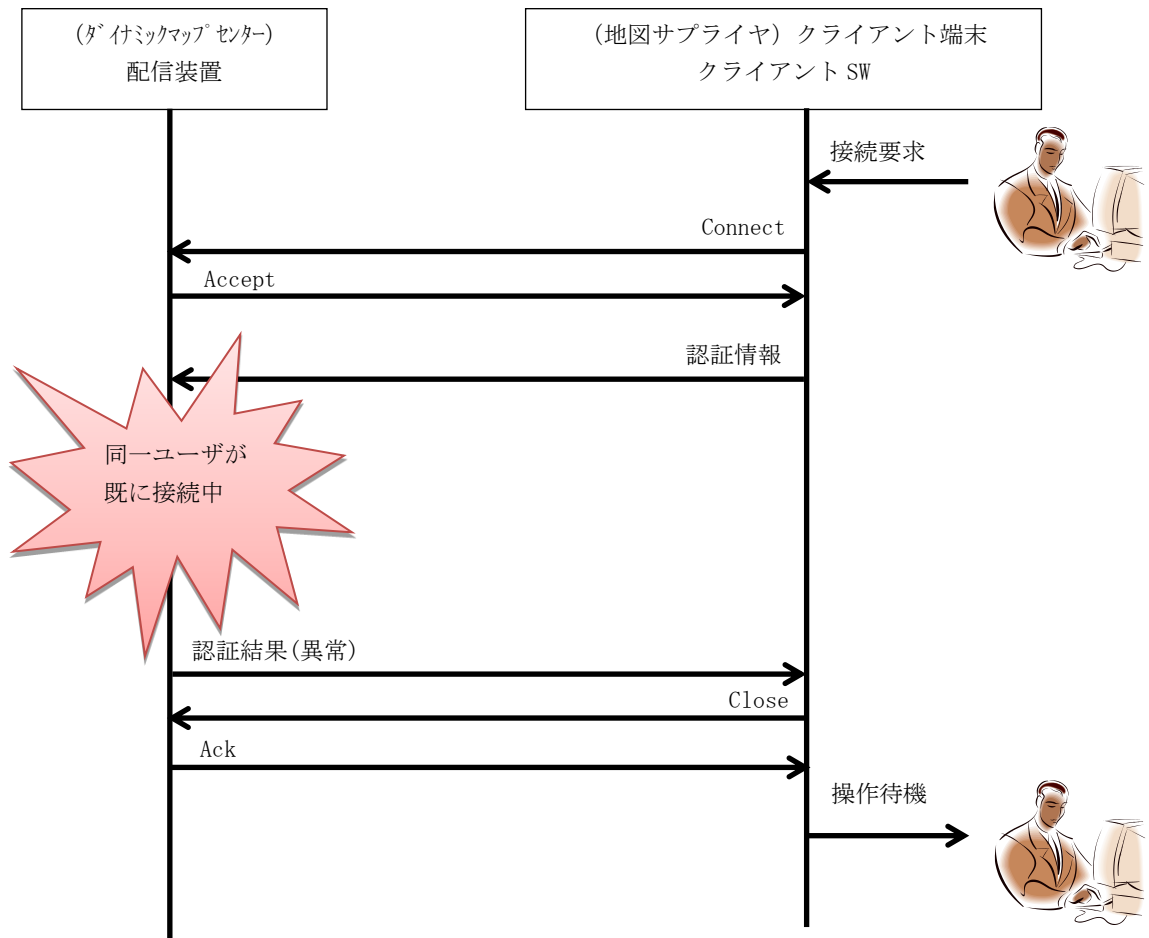
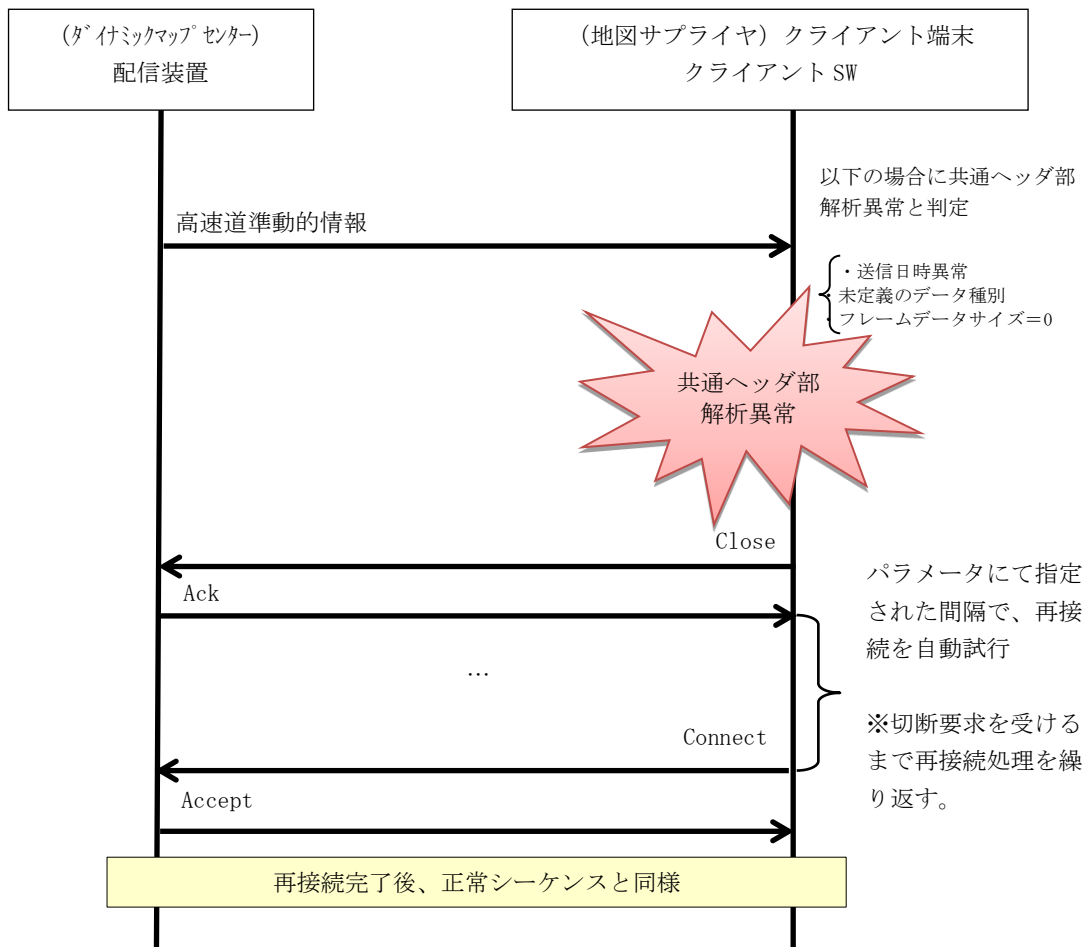


図 2-72 認証異常シーケンス (複数ログイン)

c. 異常シーケンス（共通ヘッダ部解析異常）

共通ヘッダ部解析異常時のシーケンスを図 2-73 に示す。



2.3.2 地図サプライヤ機能の実現可能性の検討

ダイナミックマップセンターから提供されるダイナミックマップは、地図サプライヤにて各社が整備する地図データに組み込んで利用されることになる。

そこで、各地図サプライヤが管理する経路データ（道路ネットワーク）とダイナミックマップセンターから提供されるダイナミックマップとの連携の手法を検討し評価した。

(1) 検討方針

1) 評価対象

本評価においては、表 2-60 に示すデータの組合せについて、データ間の連携手法を検討し評価した。

表 2-60 評価したデータの組合せ

	データの組合せ	
経路データとダイナミックマップの対応付け	ナビリンク	車道リンク
静的情報の各地物の対応付け	車道リンク	車線リンク
	信号機	車線リンク
	交差点領域	車道リンク
準動的情報と経路データの対応付け	準動的情報	ナビリンク

2) 評価手順

本評価においては、下記の3ステップで評価した。

- ① 手作業と一部自動化を想定し、データ同士を対応付けるためのロジックを検討する。ロジックを踏まえ、最適なフォーマットを検討する。
- ② 今回の検証コース内で、データ間を対応付ける ID 対応表を手動で作成する。
- ③ 検証コース内の経路中、対応表によるデータの対応付けとビューアの表示状態が連続して一致し、抜けもれや対応付けの問題無しに誘導できるか机上シミュレーションする。

3) 評価の前提

本評価においては、表 2-61 の前提の下、評価を行った。

表 2-61 評価の前提

前提 1	地図サプライヤ各社の地図データは、従来のナビゲーション用地図データとする。
前提 2	評価は机上シミュレーション（ビューア上での目視確認）によって行うものとする。
前提 3	ナビリンクと車道の対応付け評価は、地図サプライヤ各社により評価結果が異なる可能性があるため、地図サプライヤ全社で全検証コースに対し実施するが、その他の評価については、地図サプライヤ各社で評価結果に差が出にくいようため地物別に分担を行う。

(2) 検討結果

1) ナビリンクと車道リンクの対応付け

地図サプライヤ各社の地図（ナビデータ）と基盤的地図の車道リンクの対応付け手法を検討し、シミュレーションで評価した。

a. 対応付け手法

ナビリンクと車道リンクは、リンクの端点位置やリンク長が異なるため、ナビリンク:車道リンク=N:N の関連となる。



図 2-74 ナビリンク/車道リンクのサンプル

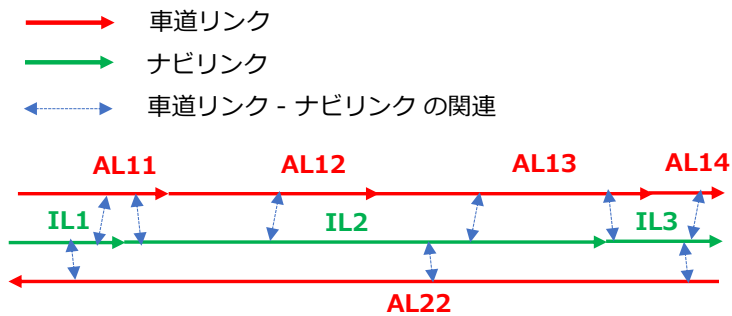


図 2-75 ナビリンクと車道リンクの対応付け例

車道リンク形状のバッファをとり、そのバッファに含まれるナビリンクを取得することで、対応するリンクを自動抽出することができる。

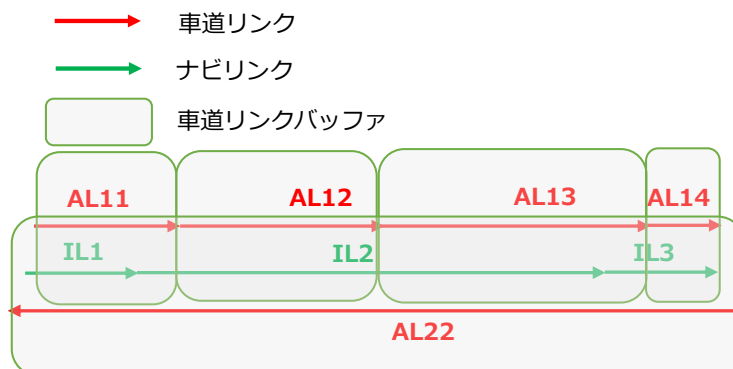


図 2-76 対応するリンクの探索イメージ

b. 評価結果

上記の対応付け手法をシミュレーション評価した。評価の結果、交差点領域、特徴的な地点（例えば、箱崎 JCT のような、立体的に複雑に入り組んだ地点）を除き、自動処理によるナビリンクと車道の対応付けができることを確認した。

交差点領域内では、ナビリンクが完全内包されている場合、ナビリンクの対応先の車道リンクが存在しないケースがあるため、地図サプライヤにおいては、ナビリンクと車道リンクの対応付けに工夫が必要である。

また、箱崎 JCT のような、立体的に複雑に入り組んだ地点においては、目視・手作業による対応付けが必要となる。目視・手作業の場合でも、車道や交差点領域の上下関係を把握できるように、高さ方向の識別が可能なシステムを導入して作業を行うことが望ましい。

2) 静的情報の各地物の対応付け

静的情報の各地物と車線リンクや車道リンクとの対応付け手法について検討し、シミュレーションで評価した。

a. 車道リンクと車線リンクの対応付け

車道リンクと車線リンクの対応付けの対応付け手法を検討し、シミュレーションで評価した。

ア) 対応付け手法

車道リンクと車線リンクの対応付けは、下図に示すとおり車道リンク形状のバッファをとり、そのバッファに含まれる車線リンクを取得する処理となる。

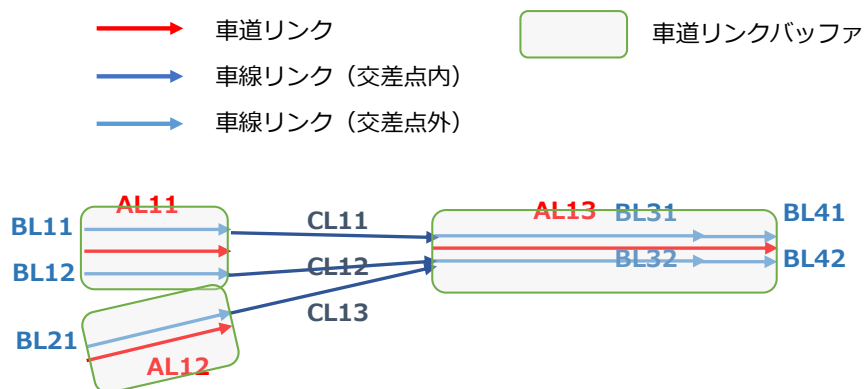


図 2-77 車道リンクから見た候補車線リンクの探索

交差点領域内には車道リンクがないため、車線リンクに存在する進入側と退出側の車線リンク情報より車道リンクと交差点領域内の車線リンクの対応付けを行う。



図 2-78 車道リンク/車線リンクの対応付けサンプル

イ) 評価結果

上記の対応付け手法をシミュレーション評価した。評価の結果、対応付けが可能であることを確認できた。

b. 信号機と車線リンクの対応付け

信号機と車線リンクの対応付け手法を検討し、シミュレーションで評価した。

ア) 対応付け手法

信号機と車線リンクの対応付けは、下図に示すとおり車線に関連する信号機を探索（空間検索）し、相対位置情報を格納する処理となる。

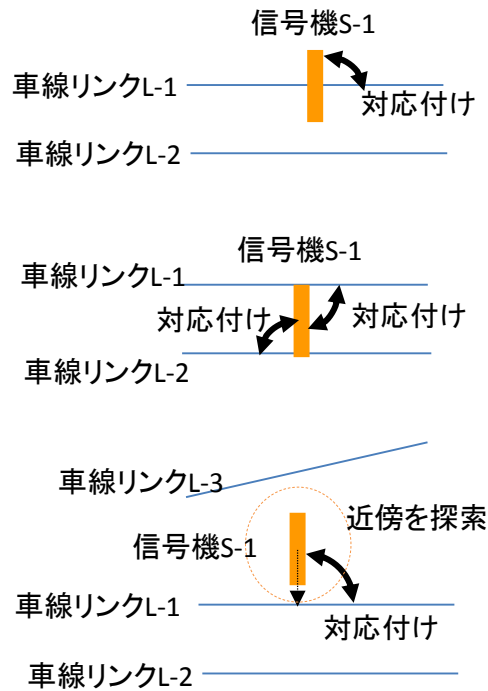


図 2-79 信号機と車線リンクの対応付けイメージ

イ) 評価結果

上記の対応付け手法をシミュレーション評価した。評価の結果、信号機の近傍に車線リンクがある場合、その車線に当該信号機の効力が及ぶか自動処理による判断は困難であることがわかった。交差点やJCT、ロータリーのような複雑な構造の地点では、対応付け候補となる車線リンクを標高値で絞り込む手法は有効であるが、対応付けが必要となる複数の車線リンクの位置が離れている地点であれば、対応付けの漏れが発生することも考えられる。

以上のことから、信号機と車線リンクの対応付けは、目視・手作業により行う必要性は高いと考えられる。

c. 交差点領域と車道リンクの対応付け

交差点領域と車道リンクの対応付け手法を検討し、シミュレーションで評価した。

ア) 対応付け手法

交差点領域と車道リンクの対応付けは、下図に示すとおり接続関係を抽出し、相対位置情報を格納する処理となる。

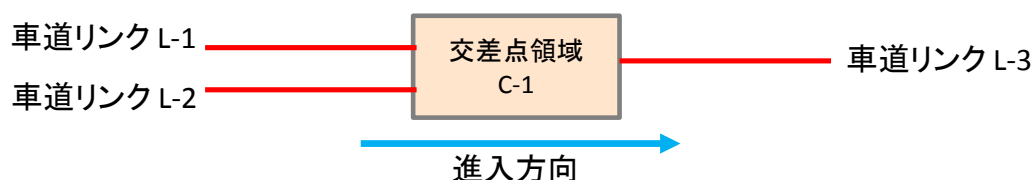


図 2-80 交差点領域と車道リンクの対応付けイメージ

イ) 評価結果

上記の対応付け手法をシミュレーション評価した。評価の結果、今回の検証においては、交差点領域と車道リンクの対応付けは問題なく実施でき、対応テーブルを作成できた。各車道リンクに設定された進入車道リンク ID/退出車道リンク ID により接続関係を特定できることから、対応テーブルの自動作成は可能と考えられる。都市高速道路では複雑な分岐合流や重層構造が存在しているが、車道リンクや交差点領域の高さ情報を対応付けの条件に加えることで、自動処理は可能と考えられる。

また、一般道路の交差点領域においては、高速道路より複雑な接続関係となるが、今回の基本ロジックで対応付けが可能と考えられる。

3) 準動的情報とナビリンクの対応付け

ダイナミックマップにおいては、準動的情報はCRPを用いて配信される。このCRPとナビリンクとを対応付けることにより、準動的情報を経路データ（道路ネットワーク）上で活用することができる。CRPとナビリンクの対応付け手法について検討し、シミュレーションで評価した。

ア) 対応付け手法

下図に示すとおり、CRPに最も近いナビリンク端点と対応付ける場合、CRPとナビリンク端点との距離がある場合、準動的情報を正しい位置に表現できないことが想定される。

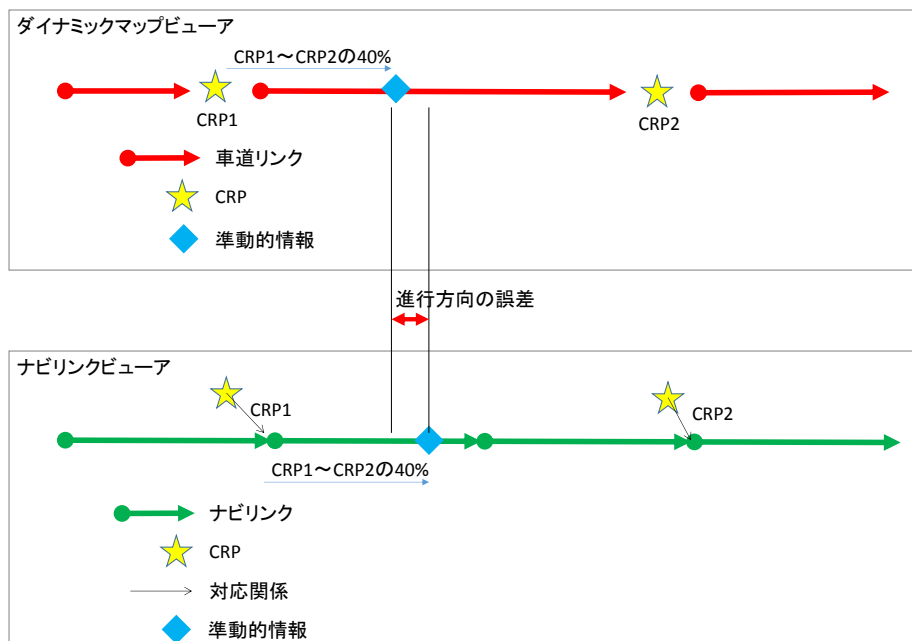


図 2-81 準動的情報の位置の比較

そこで、①ナビリンクに垂線との交点ができる場合と、②垂線との交点ができない場合に分けて、ナビリンク上にCRPを対応付ける。

①ナビリンクに垂線との交点ができる場合

ナビリンクに垂線との交点ができる場合には、下図に示すとおり、交点をCRPに対応付ける。

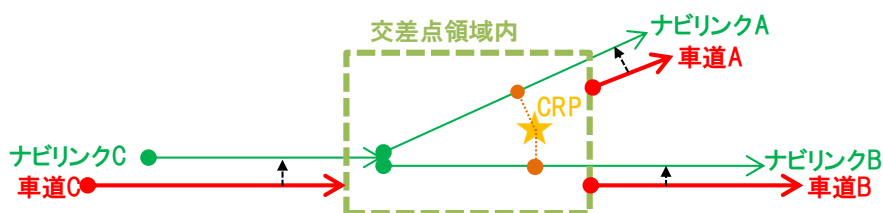


図 2-82 ナビリンクに垂線との交点ができる場合の対応付けイメージ

②垂線との交点ができない場合

垂線との交点ができない場合には、下図に示すとおり、ナビリンク端点を CRP に対応付け仮想リンクを設定する。

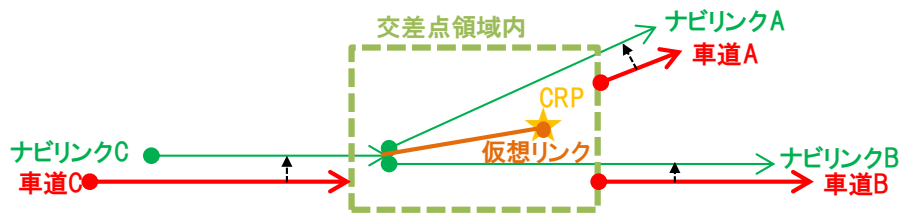


図 2-83 垂線との交点ができない場合の対応付けイメージ

イ) 評価結果

上記の対応付け手法をシミュレーション評価した。評価の結果、検証結果の多くの場面では、基本ロジックに従うと、進行方向の誤差は数 m 程度であった。ただし、車道リンクとナビリンクの NW 形状が異なる状況で 10m 程度の誤差が見られた。

また、誤差の問題は、距離差が、CRP 間をつなぐ NW 中で大きな割合を占めるほど、大きくなると予想される。

2.3.3 データの拡張性の検討

試作した基盤的地図が、地図サプライヤで拡張しやすく、自動運転に供するものであるかについて、検証を行った。本検証では、地図サプライヤによる拡張の一例として、信号機の詳細種別の追加、及び制御内容の追加について、ケーススタディを実施した。

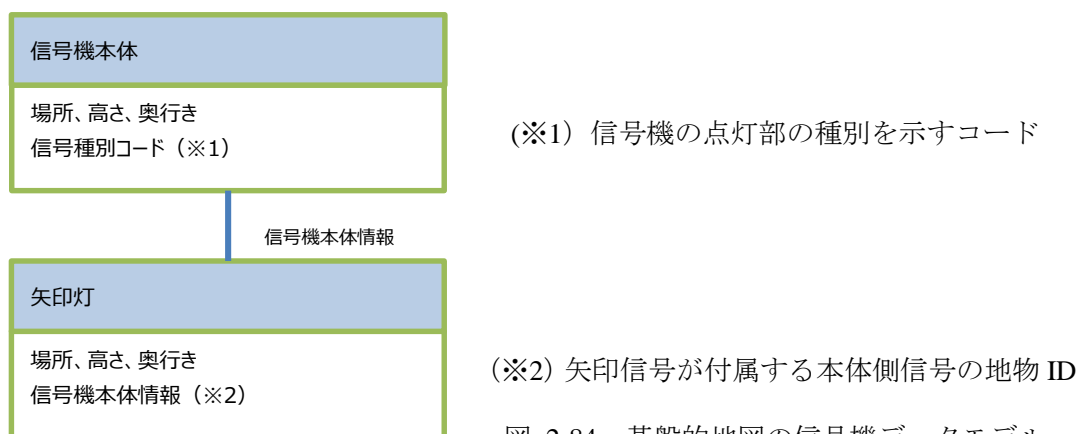


図 2-84 基盤的地図の信号機データモデル

1) ケーススタディ：信号機の詳細種別の追加

予告・補助信号の赤/黄信号現示を認識した場合、付属する本信号の停止線手前の停止（前走車がある場合は追従停止）を想定して、予備減速を開始する。予告・補助信号に独自の停止線があるわけではないため、本信号と予告・補助信号を区別する必要がある。そのため、下図のとおり、「予告種別コード (*3)」と「本信号情報 (*4)」を追加する。同様に、時差式信号の場合には、対向車両の行動／行動予測が、（時差式ではない）通常の信号とは異なってくるため、下図のとおり、「時差式種別コード (*5)」を追加する。

これらの詳細種別の追加は、単純なフィールドの追加であり、DAL/API で物理格納形式を隠蔽することで、拡張性を確保することができる。

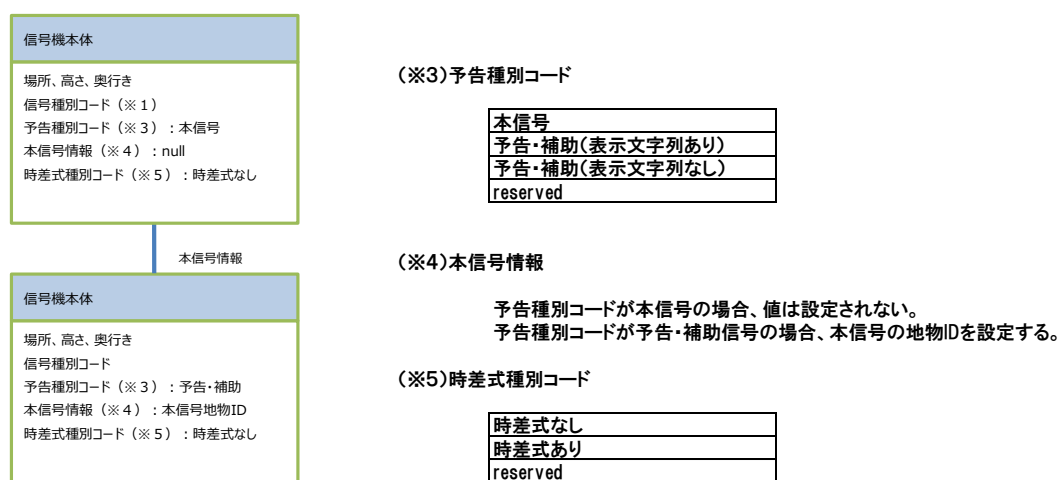


図 2-85 信号機の詳細種別の追加

2) ケーススタディ：信号機の制御内容の追加

一般道路においては、信号機の制御内容、即ち信号機本体、及び矢印灯が制御している交通流（進入車線／退出車線）の解釈が複雑な場合があり、競争領域としての拡張整備が考えられる。拡張整備では、以下の(1)、(2)を追加する方法が考えられる。

(1) 信号機_車線リンク_関連情報：	「信号機本体」と、「信号機本体が制御している（進入側）車線リンク」の関連情報
(2) 矢印灯_交差点内車線リンク_関連情報：	「矢印灯」と、「矢印灯が制御している交差点内車線リンク」の関連情報

上記の拡張性について、①1つの進入車線を制御する信号機本体が2つ存在する場合と、②矢印信号が存在する場合の2つの事例でケーススタディを行った。

a. 事例① 1つの進入車線を制御する信号機本体が2つ存在する場合

1つの進入車線を制御する信号機本体が2つ存在する場合の拡張事例を以下に示す。

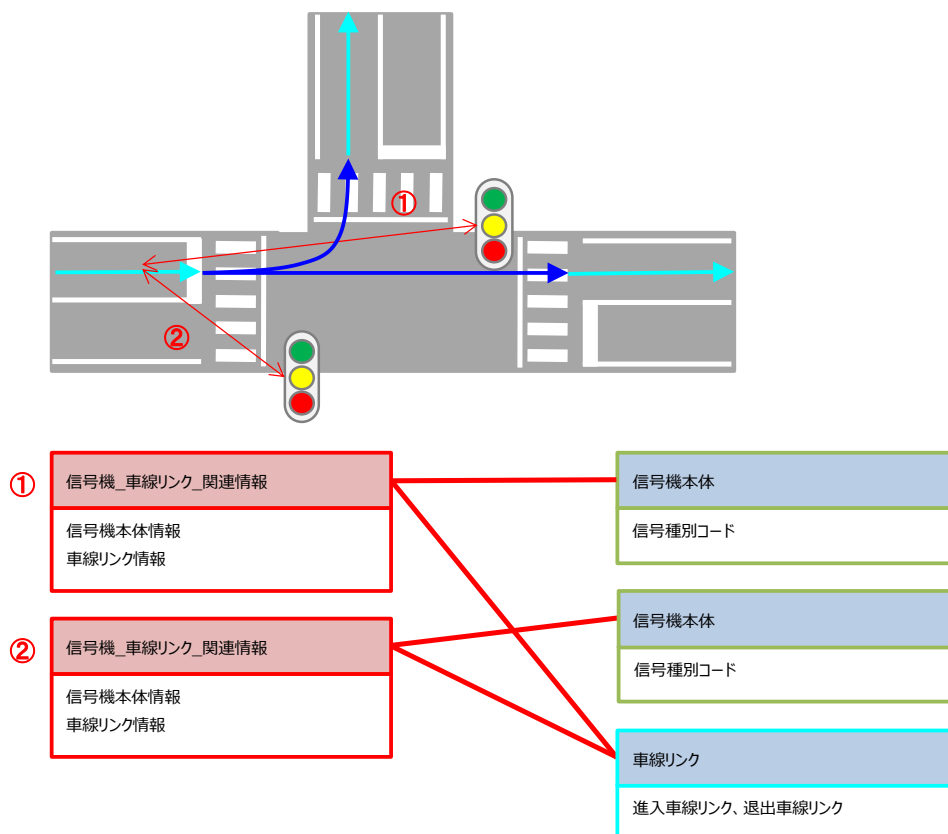


図 2-86 1つの進入車線を制御する信号機本体が2つ存在する場合の拡張事例

b. 事例② 矢印信号が存在する場合

矢印信号が存在する場合の拡張事例を以下に示す。

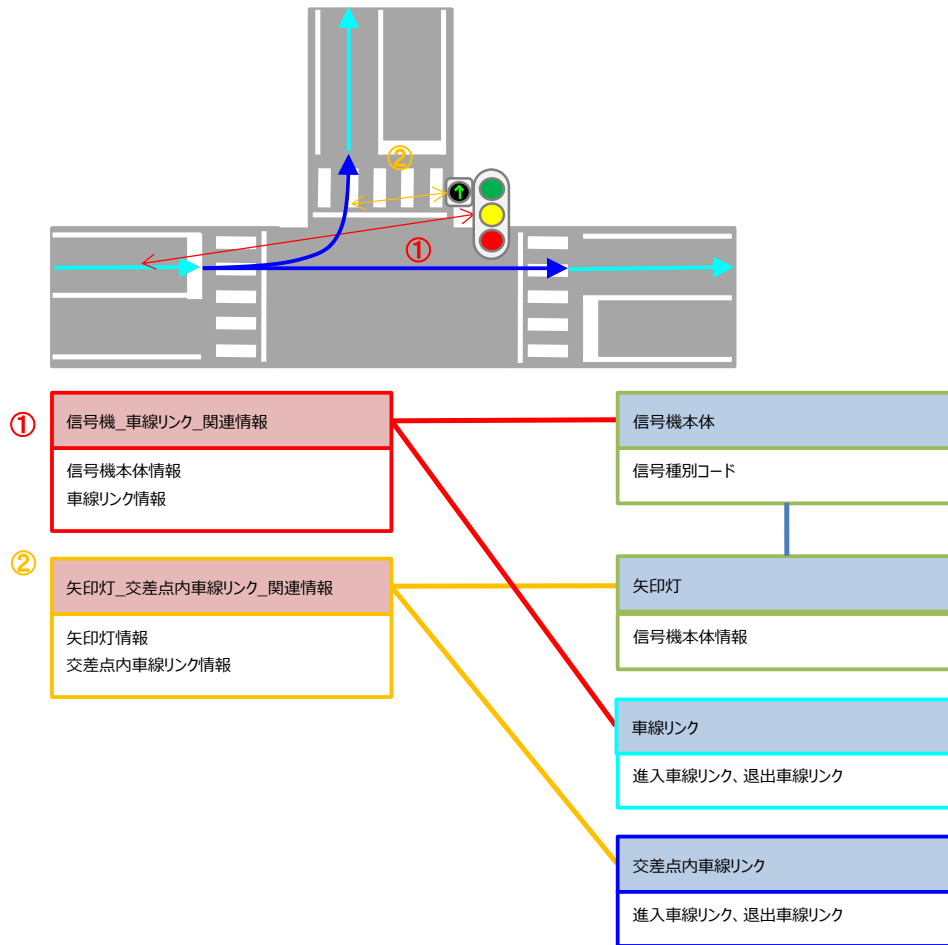


図 2-87 矢印信号が存在する場合の拡張事例

3) 拡張性についての考察

1) 2) の拡張性についてのケーススタディより、試作した基盤的地図を地図サプライヤで拡張することが容易であるといえる。

3. ダイナミックマップセンター機能の構築

前段までの検討を踏まえ、本章ではダイナミックマップセンターの実用化に必要な以下の機能について検討した。

- 基盤的地図の生成・更新・管理・配信
- 準動的情報・準静的情報の生成・更新・管理・配信
- 品質管理、セキュリティ機能

なお、公共情報、地図サプライヤ、OME 情報センターは、クラウド上のダイナミックマップセンターと通信するものとして想定する。

また、これらのダイナミックマップセンターの実用化検討を踏まえ、今年度作成するプロトタイプシステムについて設計した。

3.1 実用化時にシステムに具備すべき機能検討

ダイナミックマップセンターと関係システムとの接点に着目し、ダイナミックマップセンターが具備すべき機能を整理した。各機能の詳細を、図 3-1 および表 3-1 に示す。

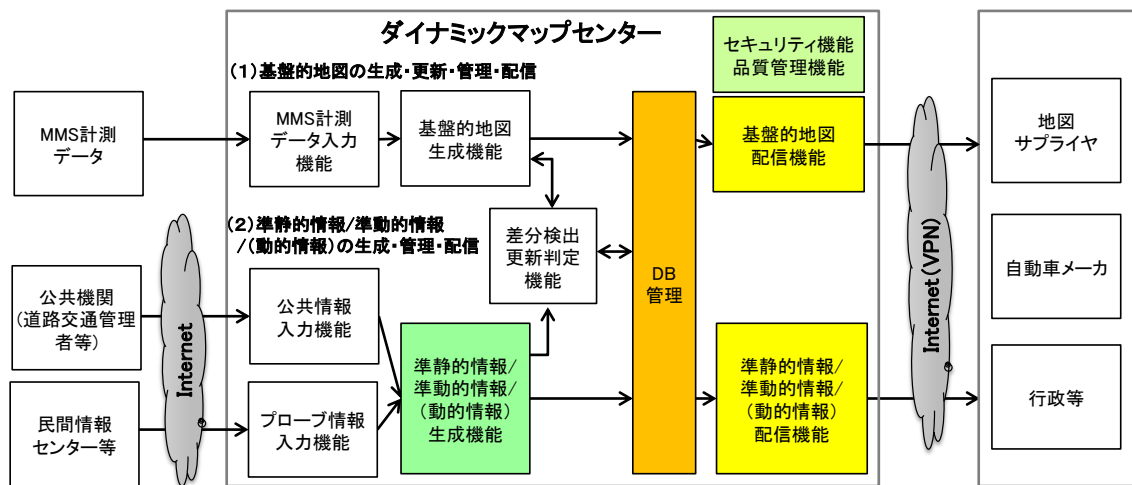


図 3-1 ダイナミックマップセンターの主な機能

表 3-1 主要機能一覧

No	機能名	機能概要	機能要件
3.2.1	基盤的地図の生成・更新・管理・配信機能		
(1)	MMS 計測データ入力機能	MMS 計測車両からの MMS 計測データを入力・保存する。	データ精度評価、計測情報
(2)	基盤的地図生成機能	MMS 計測データから基盤的地図を作成する。	データ構造
(3)	DB(データベース)管理機能	データベースに基盤的地図を登録・変更・削除する。	バージョン/更新管理
(4)	基盤的地図配信機能	提供用の基盤的地図のファイルを作成し、配信する。	配信単位、配信タイミング、通信方法
(5)	差分検出・更新判定機能	MMS 計測データや公的情報、プローブ情報から、基盤的地図の差分や更新箇所を検出する。	公共情報からの更新判定 プローブ情報等からの差分検出
3.2.2	準静的情報/準動的情報/(動的情報)の生成・管理・配信機能		
(1)	公共情報入力機能	公共機関から道路交通情報等の公共情報を入力(収集)する。	公共情報の変換
(2)	プローブ情報入力機能	MMS 計測車両等からプローブ情報を入力(収集)する。	プローブ情報の種類、集約方法
(3)	準静的情報/準動的情報の生成機能	公共情報やプローブ情報から、準静的情報/準動的情報を生成(変換)する。	基盤的地図との位置参照(関連付け)
(4)	DB(データベース)管理機能	データベースに準静的情報/準動的情報を登録・変更・削除する。	変化状況の検出(生成・終了の管理)、 DB 要否
(5)	準静的情報/準動的情報の配信機能	準静的情報/準動的情報を配信する。	処理時間性能、配信情報選択
3.2.3	共通機能		
(1)	セキュリティ機能	ユーザ認証、データの暗号化、通信の暗号化等の機能を実現する。	セキュリティの範囲、保護対象、 セキュリティ方式
(2)	品質管理機能	基盤的地図および準静的情報/準動的情報の品質確認・管理する。	品質検証方法

3.2 機能検討（機能詳細、機能要件）

3.1 の各機能について、機能の詳細を検討した。各機能の検討結果を以下に示す。

3.2.1 基盤的地図の生成・更新・管理・配信機能

基盤的地図の生成・更新・管理・配信機能について検討した。

(1) MMS 計測データ入力機能

1) 機能概要

MMS 計測データ（走行軌跡データ、点群データ、画像データ、管理データ、等）を入力・保存する。

入力経路としては以下の2つが想定される。

- ①計測会社等の MMS 計測車両から高精度の MMS 計測データをオフラインまたはオンラインで入力する。
- ②公共車両やパトロールカー等に搭載した簡易 MMS からの MMS 計測データをオンラインで入力する。（将来）

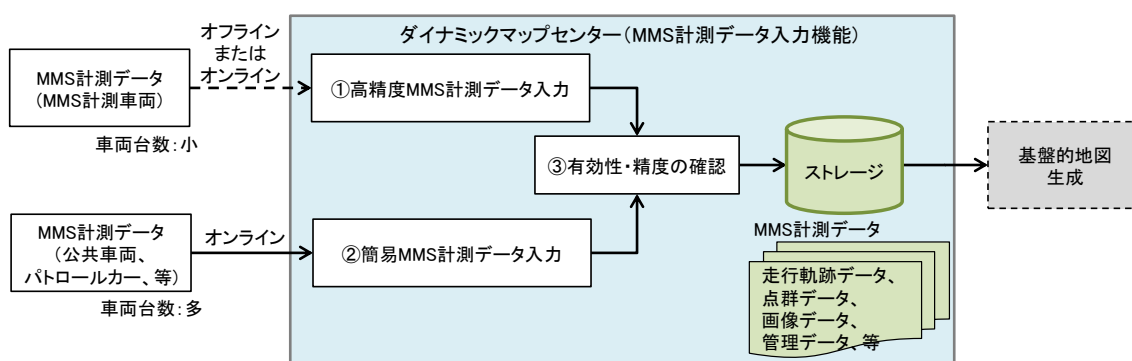


図 3-2 MMS 計測データ入力機能の概要

- ③MMS 計測データの有効性・精度を確認する。計測ルートで必要とする点群データ、画像データ、管理データが取得できているかどうか、その密度や管理データの誤差以内かどうかを確認する。

2) 機能要件

表 3-2 MMS 計測データ入力機能の機能要件

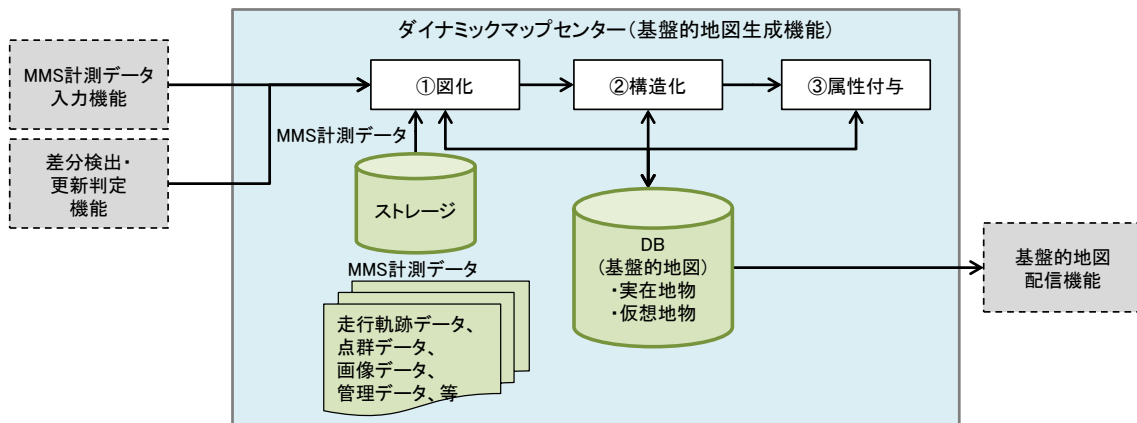
No	項目	内容
1	【管理データ】 MMS 計測場所/ルートの確認および計画的なデータ収集	効率的な基盤的地図の作成、更新のためには、MMS 計測を実施するルートの計画（MMS 計測車両での実施）や計測を実施したルート（簡易 MMS により生成されたルート）等の管理等を実施する。本操作を効率的に行うための、管理操作画面を備える。
2	【データ通信】 オンラインの場合の通信データサイズ/圧縮、伝送方法	MMS 計測データ（走行軌跡データ、点群データ、画像データ、管理データ、等）の入力方法はオフラインとオンラインがあるが、1Km あたり数 Gbyte になるため（特に画像データのサイズが大きい）、オンラインの場合は、高速な通信手段の利用を検討すると共に、送信データの圧縮、送信するデータの分割/選定などの通信方法の効率化ができること。 <ul style="list-style-type: none"> ・高速な通信手段が利用できること ・送信データの圧縮 ・送信するデータの分割（計測距離の分割） ⇒データ通信の負荷分散 ・送信するデータの選定 ⇒MMS 計測車両で道路の変化点を検出し（差分検出）、その付近の MMS 計測データのみを送信する。
3	【データ精度評価】 簡易 MMS の場合の有効性確認・統計処理方法	簡易 MMS 計測データの場合、MMS 計測車両による高精度の MMS 計測データに比べ、点群の密度や画像データの解像度が低下する可能性があり、基盤的地図の作成に利用する場合のデータの有効性・精度の検証できること。

(2) 基盤的地図生成機能

1) 機能概要

MMS 計測データから基盤的地図（道路地物）を作成する。

- ①図化：MMS 計測データ（走行軌跡データ、点群データ、画像データ、管理データ、等）より、道路地物を検出しベクトルデータ（地物の種別、地物の点・線・面の座標・高度等）を生成する。
- ②構造化：生成したベクトルデータより、実在地物・仮想地物間の関連付けを行う。
- ③属性付与：画像データや別途入手された資料等から、実在地物・仮想地物の属性を設定する。



※ CRP (Common Reference Point) は MMS 計測データから、仮想地物の一つとして作成する

図 3-3 基盤的地図生成機能の概要

2) 機能要件

表 3-3 基盤的地図生成機能の機能要件

No	項目	内容
1	【図化】 ベクトルデータの効率的な生成	MMS 計測データより、実在地物を自動で検出し、ベクトルデータを生成できる。当ベクトルデータを確認および手動で追加・修正する操作を効率的に行うための、管理操作画面を備える。
2	【構造化】 ベクトルデータに地物を設定	ベクトルデータに対し、実在地物と仮想地物の関連付けできる。本操作を効率的に行うための管理操作画面を備える。
3	【属性付与】 地物に属性を設定	実在地物や仮想地物に対して属性を付与できる。本操作を効率的に行うための管理操作画面を備える。
4	基盤的地図の表示確認/検証	基盤的地図をビューアツールなどを使用して確認/検証する。

(3) DB(データベース)管理機能

1) 機能概要

データベースに基盤的地図を登録・変更・削除する。

- ①基盤的地図のデータベースに基盤的地図（実在地物、仮想地物）を登録・変更・削除を実施する。
- ②基盤的地図の更新（登録・変更・削除）を承認し、基盤的地図の最新版を構成する。

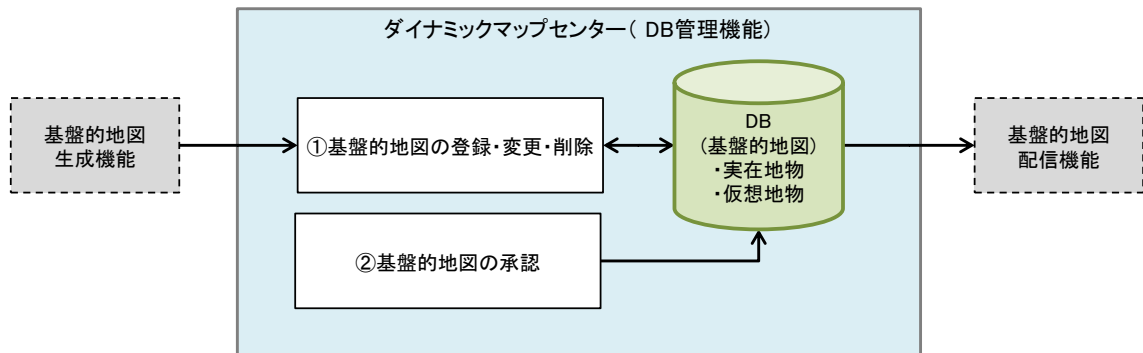


図 3-4 DB(データベース)管理機能の概要

表 3-4 DB(データベース)管理機能の機能要件

No	項目	内容
1	トレース（データ真正性）確認および承認	作成済みの基盤的地図との整合確認、位置合わせを実施し、配信用地図のデータベース更新を承認する。 承認においては、品質データの確認と共に基盤的地図（地物）の作成もとのMMS計測データ（管理データ）等のトレース（データ真正性）が確認が必要となる。
2	バージョン管理/更新管理	提供する基盤的地図全体のバージョンの履歴、基盤的地図データベースの実在地物、仮想地物の更新管理の履歴を付与する。

(4) 基盤的地図配信機能

1) 機能概要

提供用の基盤的地図のファイルを作成し、配信する。

①基盤的地図のデータベースの更新（登録・変更・削除）や、地図サプライヤ、自動車メーカー、行政等の要求に応じて、配信ファイルを作成する。配信ファイルのパターンは以下の3種類。

- ・全基盤的地図： すべての基盤的地図
- ・指定エリア基盤的地図： 高速道路・自動車専用道の路線や都道府県等の指定エリアの基盤的地図
- ・更新部分基盤的地図： 更新が発生した路線やエリアの基盤的地図

②作成した配信ファイルを地図サプライヤ、自動車メーカー、行政等に配信する。

配信方法は、以下の3パターンを想定。

- オフラインでのファイル提供
- オンラインでの要求対応配信
- オンラインでのセンターからの更新時配信(定期配信含む)

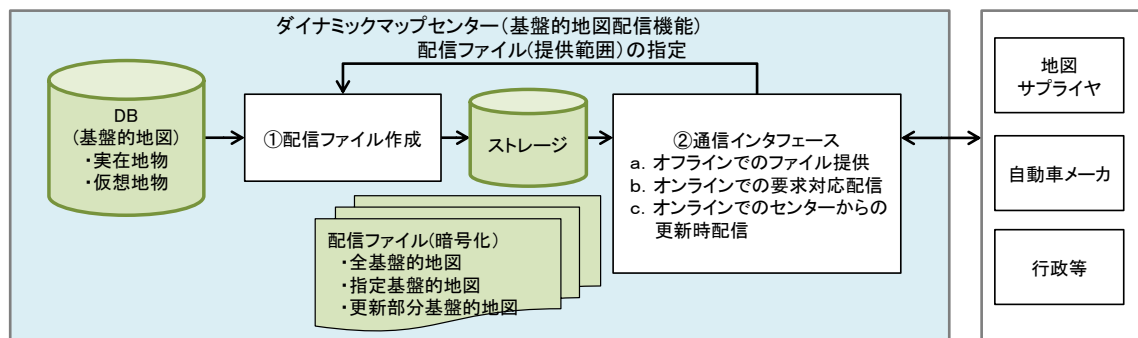


図 3-5 基盤的地図配信機能の概要

表 3-5 基盤的地図配信機能の機能要件

No	項目	内容
1	利用目的による配信	<p>基盤的地図の利用目的（利用者）により配信する基盤的地図の範囲と配信タイミングを選択できる。</p> <p>①配信単位</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全基盤的地図配信（一括配信）： 新規に基盤的地図の利用する場合、基盤的地図を全更新する場合、など ・指定エリア基盤的地図配信： 道路管理者向けの路線別の基盤的地図や地方自治体機関など特定エリアの基盤的地図が必要な場合、など ・更新部分基盤的地図配信： 緊急での基盤的地図更新が必要な場合 <p>②配信タイミング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リクエスト（要求対応）配信： 利用者からの要求に応じてオンラインで配信 ・定期配信： 定期的に利用者に最新の基盤的地図をオフラインで配信 ・更新配信： 利用者に基盤的地図の変更（更新）が発生した場合に基盤的地図をオンラインで配信
2	配信形式/通信方法	<p>基盤的地図の利用目的（利用者）、サイズにより最適な配信方法を選択する。</p> <p>また、通信経路上のセキュリティ（データ秘匿・改ざん防止）が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・DVD/CD によるファイル配信 ・FTP によるファイル転送 ・http/https によるファイル配信 ・TCP/IP によるファイル配信 ・TCP/IP によるデータ配信 <p>ファイル形式としては、CSV、XML、バイナリなどが考えられる。</p>

(5) 差分検出・更新判定機能

1) 機能概要

MMS 計測データやプローブ情報から、基盤的地図の差分や更新箇所を検出する。

- ①MMS 計測データ（画像データや点群データ、ベクトルデータ（地物の点・線・面の座標・高度））を比較し、差分（変化点）を検出する。
- ②プローブ情報から生成された準静的情報/準動的情報により、基盤的地図の変更箇所（不整合箇所）を検出する。
- ③差分・変更箇所を検出した場合、基盤的地図生成機能へフィードバックする。

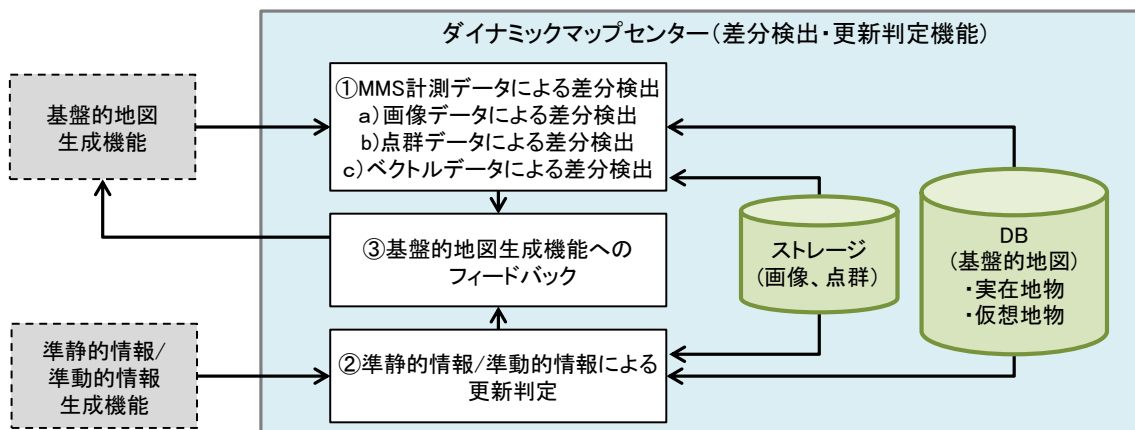


図 3-6 差分検出・更新判定機能の概要

表 3-6 差分検出・更新判定機能の機能要件

No	項目	内容
1	MMS 計測データからの更新判定	<p>MMS 計測車両、公共車両等からの MMS 計測データと、過去に収集した MMS 計測データ（点群、画像）または MMS 計測データから生成されたベクトルデータを比較し、基盤的地図の更新箇所を判定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各データの比較においては、位置合わせが重要となる。 ・公共車両等からの MMS 計測データ（点群データ）を使用するために、点群データ/走行軌跡データの補正・集約が必要となる。 ・更新の判定においては、元の基盤的地図との差分量（ずれ具合）の基準が必要となる。 <p>詳細は第 0 節を参照すること。</p>
2	プローブ情報等からの差分検出	<p>MMS 計測車両や公共車両からの MMS 計測データ（走行軌跡データ）や一般車両のプローブ情報（走行軌跡データ、センサーデータなど）から、走行不可ルート等を検出し、基盤的地図の更新箇所を判定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・走行不可ルート等を検出のアルゴリズムの検討・実装が必要である。

3.2.2 準静的情報/準動的情報の生成・更新・管理・配信機能

(1) 公共情報入力機能

1) 機能概要

公共機関から道路交通情報等を入力（収集）する。

①公共機関（道路交通管理者）と通信を実施し、渋滞情報・交通規制情報・自動車専用道出入口の閉鎖情報・トンネルの閉鎖情報・停車車両情報・落下物情報・冬季閉鎖情報、等を収集する。

②公共機関のホームページなどの公開情報から、交通規制情報、等の準静的情報/準動的情報を収集、設定する。

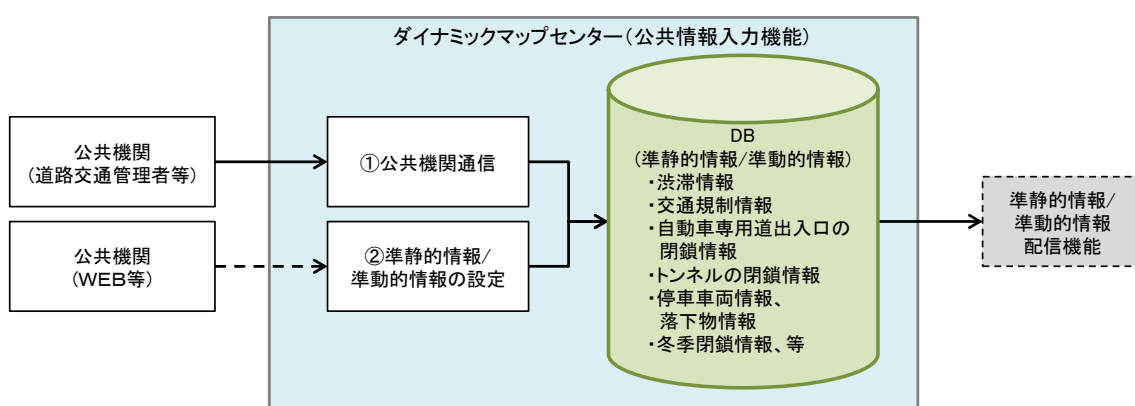


図 3-7 公共情報入力機能の概要

2) 機能要件

表 3-7 公共情報入力機能の機能要件

No	項目	内容
1	道路交通情報の変換方法	<p>公共機関からの道路交通情報を入手し、準動的情報への変換を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・位置参照基盤（CRP：Common Reference Point やマーカポイント）を使用した準動的情報への変換が必要である。 ・公共機関からの道路交通情報は、広域/多地点の情報であるため、提供目的（提供先）に適した、情報の選択・変換が必要である。 ・情報の変換時間は、公共情報の入力周期内で実施し、遅延が最小限となるタイミングで配信できるような変換処理が必要となる。（準動的情報の通信方法も同様）

(2) プローブ情報入力機能

1) 機能概要

民間の情報センターなどから一般車両やタクシー、宅配業者などのプローブ情報を入力（収集）する。

- ①民間(自動車会社、タクシー会社、情報提供会社)の情報センターと通信し、車両の走行軌跡などのプローブ情報を収集する。

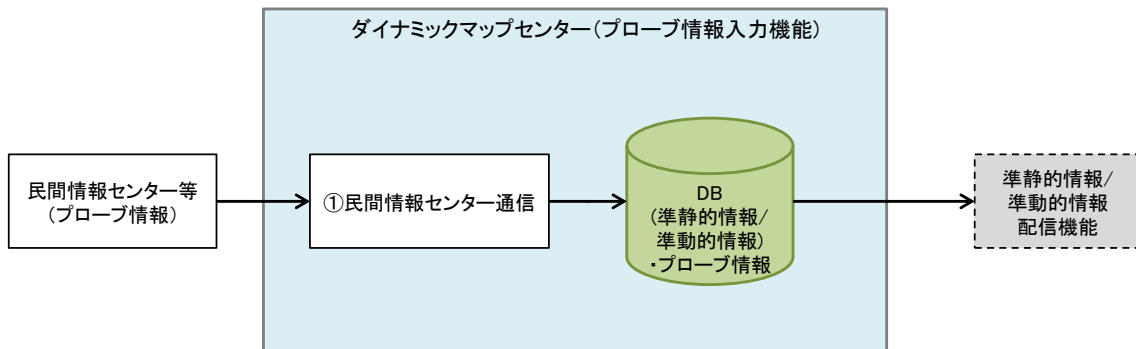


図 3-8 プローブ情報入力機能の概要

2) 機能要件

表 3-8 プローブ情報入力機能の機能要件

No	項目	内容
1	プローブ情報の収集方法	MMS 計測車両、公共車両やパトロールカーからの MMS 計測データ（走行軌跡データ）を収集・保存できる。 民間の情報センターなどから一般車両やタクシー、宅配業者などのプローブ情報（走行軌跡データ、センサーデータなど）を収集・保存できる。通信方式（契約、通信方法）は、連携先に合わせたものを実装すること。
2	プローブ情報の選択・集約方法	民間の情報センターなどから一般車両やタクシー、宅配業者などのプローブ情報（走行軌跡データ、センサーデータなど）を利用する場合、提供先からの情報形式（フォーマット、データの精度、時間など）が異なる可能性があり、利用可能な情報の選択や集約を実施し、傾向の分析などの統計処理ができること。

(3) 準静的情報/準動的情報の生成機能

1) 機能概要

公共情報やプローブ情報から、準静的情報/準動的情報を生成（変換）する。

①公共機関からの道路交通情報を配信用の準静的情報/準動的情報に変換する。

②プローブ情報から配信用の準静的情報/準動的情報に変換する。

③配信用の準静的情報/準動的情報に位置参照基盤（CRP：Common Reference Point）との関連付けを行う。

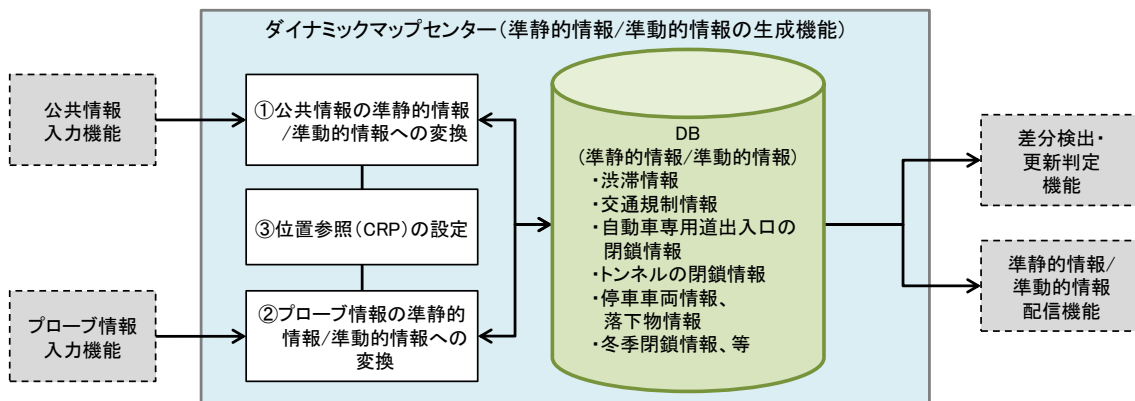


図 3-9 準静的情報/準動的情報の生成機能の概要

2) 機能要件

表 3-9 準静的情報/準動的情報の生成機能の機能要件

No	項目	内容
1	基盤的地図との位置参照方式 (関連付け)	<p>基盤的地図と準動的情報の位置参照（関連付け）方法については、以下の方式が考えられ、準動的情報の内容や自動走行車両での利用方法により、位置参照方式を選択する。</p> <p>①位置情報表現タイプ 1：基準点(※CRP)からの差分距離</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交差点付近での位置参照に利用 <p>②位置情報表現タイプ 2：基準点(※CRP)から道のり距離+車道中心線からのオフセット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路道のり上での位置参照、渋滞・規制等の区間表現に利用 <p>③位置情報表現タイプ 3：緯度、経度、高度により表現（従来手法）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・歩行者など地物との関連情報を持たない動的情報の位置表現に利用 <p>④位置情報表現タイプ 4：方角、距離により表現（従来手法）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交差点付近での既存システムの方式による位置参照に利用 <p>※CRP：Common Reference Point PWI 17572 Part4 (Location Referencing for C-ITS and Automated Driving)に準拠 詳細は第 2.2.3 節の(2)項を参照。</p>

(4) DB(データベース)管理機能

1) 機能概要

公共情報やプローブ情報から作成した、準静的情報/準動的情報を登録・更新・削除する。

①準静的情報/準動的情報の変化状況を検出し、DB(データベース)を更新する。

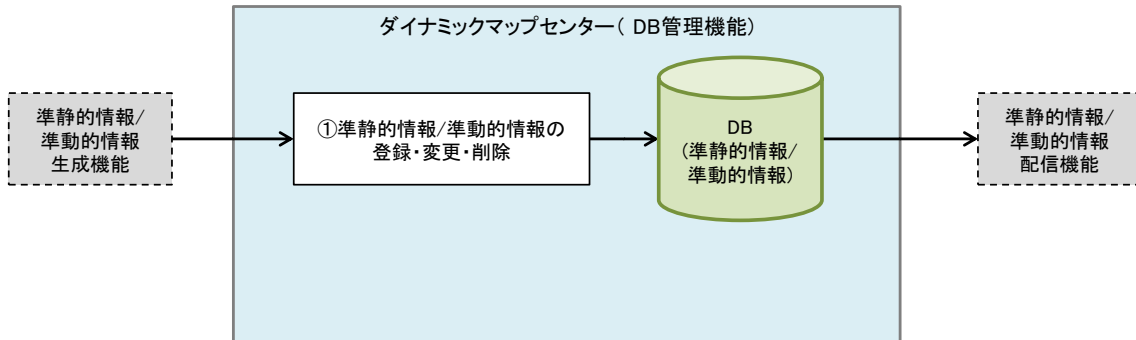


図 3-10 DB(データベース)管理機能の概要

表 3-10 DB(データベース)管理機能の機能要件

No	項目	内容
1	変化状況の検出 (生成・終了の管理)	<p>プローブ情報から準動的情報の生成においては、事象の発生・終了の判定を実施するため、データベースに各事象の状況をデータベースに管理する。</p> <p>公共機関の道路交通情報から準動的情報の変換を実施する場合においても、通信状態による情報の欠損の可能性もあり、事象の発生・終了の管理を実施する。</p>

(5) 準静的情報/準動的情報の配信機能

1) 機能概要

準静的情報/準動的情報を配信する。

①準静的情報/準動的情報の提供先（地図サプライヤ、自動車メーカ、行政等）や提供情報（情報の種類）、提供範囲（全国、エリア、等）に応じて、配信する情報を選択する。

②選択された配信情報を定周期で提供先に送付する。

③選択された配信情報の変化時に、提供先に送付する。

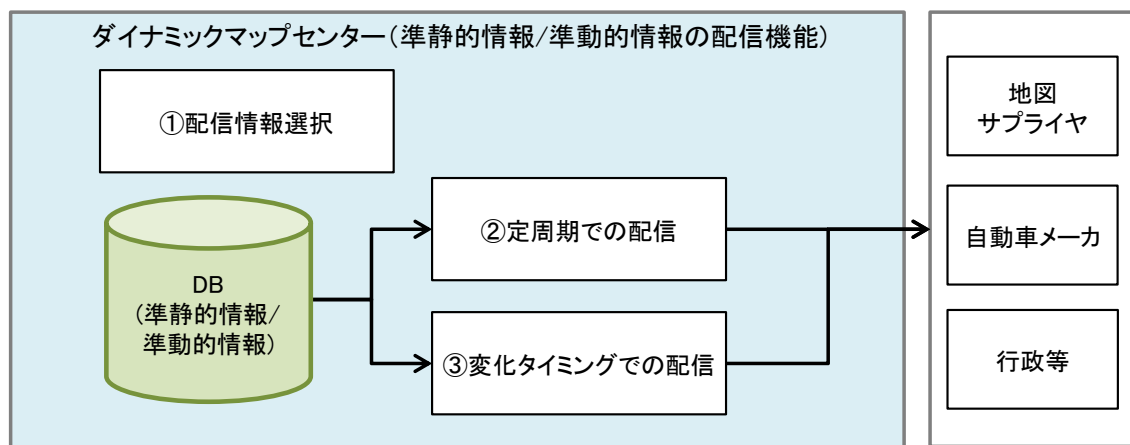


図 3-11 準静的情報/準動的情報の配信機能の概要

2) 機能要件

表 3-11 準静的情報/準動的情報の生成機能の機能要件

No	項目	内容
1	通信方式 処理時間性能	<p>準動的情報の配信には、情報提供の遅延の最小化（データ変換も含めた処理時間の短縮）が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・TCP/IP によるファイル配信、TCP/IP によるデータ配信、など <p>詳細は第 2.3 節を参照。</p>
2	配信情報選択	<p>準動的情報の利用目的（利用者）や通信回線容量により、準動的情報の提供範囲や種類、配信タイミングを選択できる。</p> <p>①提供範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指定の高速道路・自動車専用道路：道路管理者向けの路線別の準動的情報 ・一般道路の指定範囲：車両の走行範囲に応じた準動的情報 ・広域：広域での準動的情報（事象の種類を選択や集約が必要） <p>②種類</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全事象：すべての準動的情報を配信 ・指定の事象：指定した準動的情報（複数）を配信 <p>③配信タイミング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周期配信：通信方式が常時接続で、回線容量が大きい場合に使用（センター間通信） ・更新時配信：準動的情報の変化時のみ配信、回線容量が小さい場合に使用（自動車やインフラへの通信）、通信欠損時の処理が必要
3	準動的情報の暗号化	<p>準動的情報の配信には、自動車の制御に利用させるものであり、データを暗号化する。</p>

3.2.3 共通機能

(1) セキュリティ機能

1) 機能概要

ユーザ認証、データの暗号化、通信の暗号化等の機能を実現する。

①配信ファイルの暗号化: ストレージに保存する基盤的地図の配信ファイルを暗号化する。

②ユーザ認証: ダイナミックマップセンターに接続する提供先の認証を行う。

③通信の暗号化: 提供先との通信経路を暗号化する。

※公共情報やプローブ情報のセキュリティは既存の通信方式にしたがう場合が考えられる。

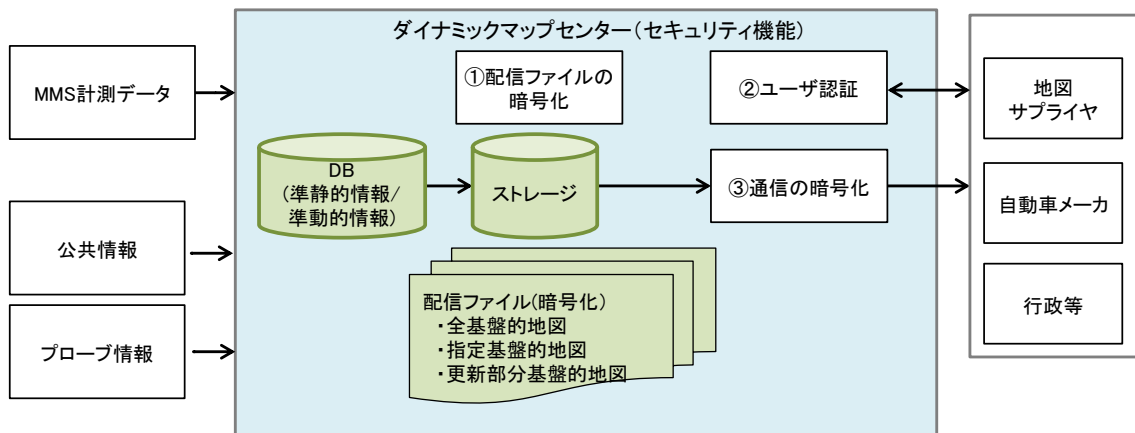


図 3-12 セキュリティ機能の概要

2) 機能要件

表 3-12 セキュリティ機能の機能要件

No	項目	内容
1	セキュリティの範囲、保護対象	<p>基盤的地図・準動的情報は、自動走行車両の制御にかかわるため、利便性も考慮し適切なセキュリティの範囲、保護対象を設定できる。</p> <p>①セキュリティの範囲例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイナミックマップセンター内のデータおよびアクセス権 ・ダイナミックマップセンターアクセスユーザ（利用者：地図サプライヤ/自動車メーカー/行政等、MMS 計測会社/計測車両） ・ダイナミックマップセンター外部との通信インタフェースなど <p>②保護対象例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配信用基盤的地図 ・準静的情報・準動的情報 ・ユーザ管理情報、など
2	セキュリティ方式	<p>堅牢性・利便性を考慮したセキュリティ方式（認証方式、暗号方式）を選択できる。</p> <p>①認証方式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザ名/ユーザ ID、パスワード方式 ・署名検証 ・電子証明書方式 <p>②暗号方式/処理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソフトウェア処理 ・ハードウェア処理

(2) 品質管理機能

1) 機能概要

基盤的地図および準静的情報/準動的情報の品質確認・管理する。

- ①基盤的地図の品質（精度、真正性/信頼度、等）について、MMS 計測データから基盤的地図生成までの確認・検証を行う。
- ②準静的情報/準動的情報の品質（真正性/信頼度）について、確認・検証を行う。
- ③品質検証結果・確認結果を承認する。

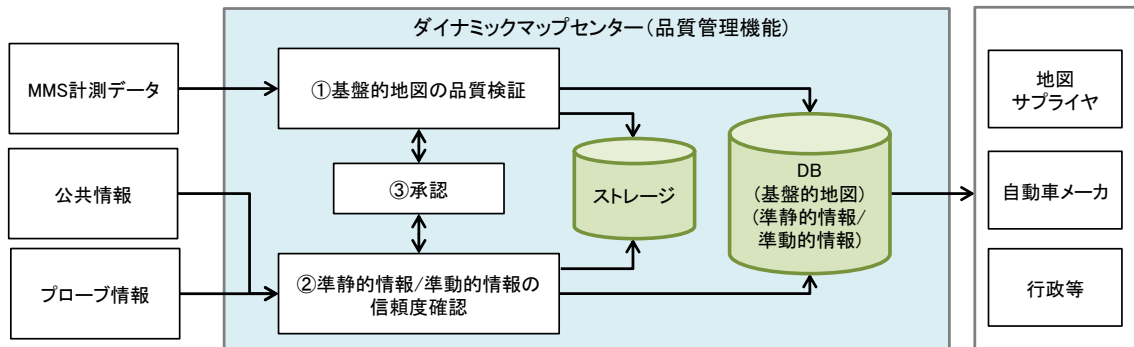


図 3-13 品質管理機能の概要

2) 機能要件

表 3-13 品質管理機能の機能要件

No	項目	内容
1	品質検証方法	<p>品質検証のためには、MMS 計測準備から基盤的地図の生成まで、一連の作業での点検・検証を規定して実施する。</p> <p>確認・点検項目例</p> <ol style="list-style-type: none"> ①計測前点検：MMS 計測機器校正、計測ルート/計測時間（衛星可視）の計画 ②作業方法：MMS 計測手順、図化手順、検証手順等の確認 ③計測データ点検：点群間隔/密度、点群/画像/管理データなどのデータ欠損/データ不良、衛星の可視状況、FIX 率、標定点の有無、予測誤差の確認 ④論理点検：地物・属性の整合性、位置合わせ状況等の確認 ⑤承認：品質記録の承認、管理など <p>MMS 計測データの不良が検出された場合は、再計測を検討する。</p>

3.3 ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）の検討

ダイナミックマップセンターの実用化に必要な機能のうち、プロトタイプシステムとして必要な機能について検討し、構築した。

3.3.1 全体システム構成

プロトタイプシステムの全体構成図を、図 3-14 に記す。

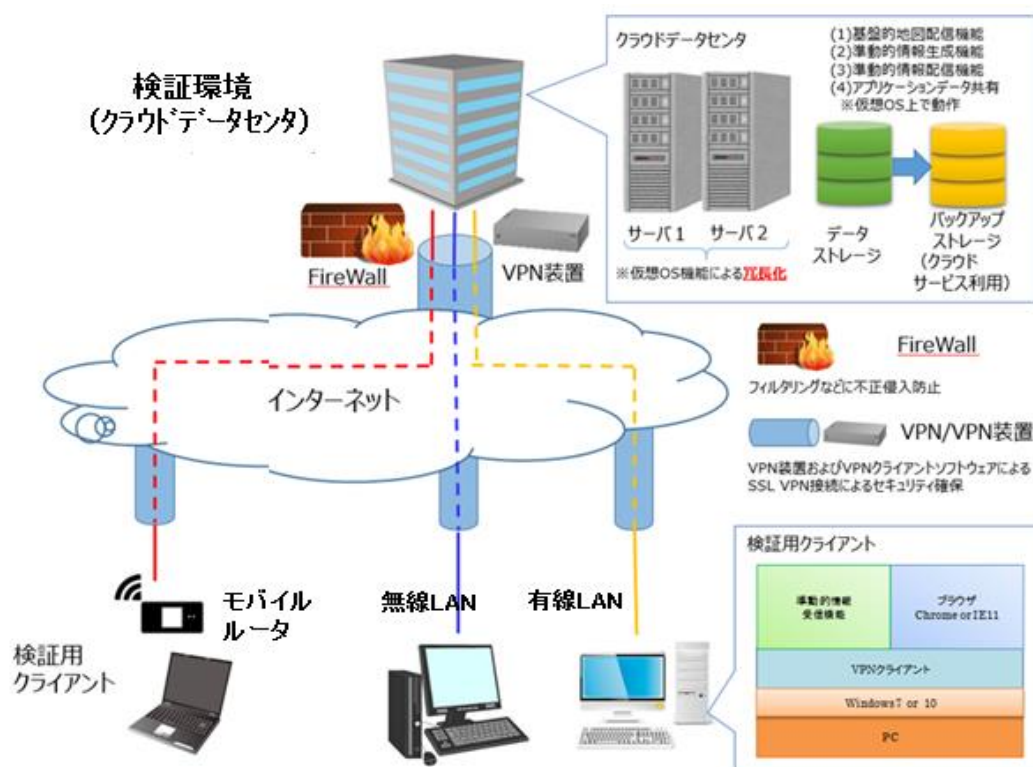


図 3-14 プロトタイプシステム全体概念図

2016 年度検証環境である、ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）は、クラウドデータセンタ上に構築されている。クラウドデータセンタ内には、基盤的地図が保存されている。また疑似的な準動的情報の生成を実施している。

検証用クライアントから、ダイナミックマップセンターへアクセスし、基盤的地図のダウンロードや準動的情報の受信を実施する。

検証用クライアントは、インターネット経由でダイナミックマップセンターにアクセスするが、ダイナミックマップセンターに設置された VPN 装置と、検証用クライアントで起動する VPN クライアントソフトウェアにより、ID/パスワード認証を実施して不正アクセスを防ぐと共に、インターネット上を通過するデータのセキュリティを確保する。

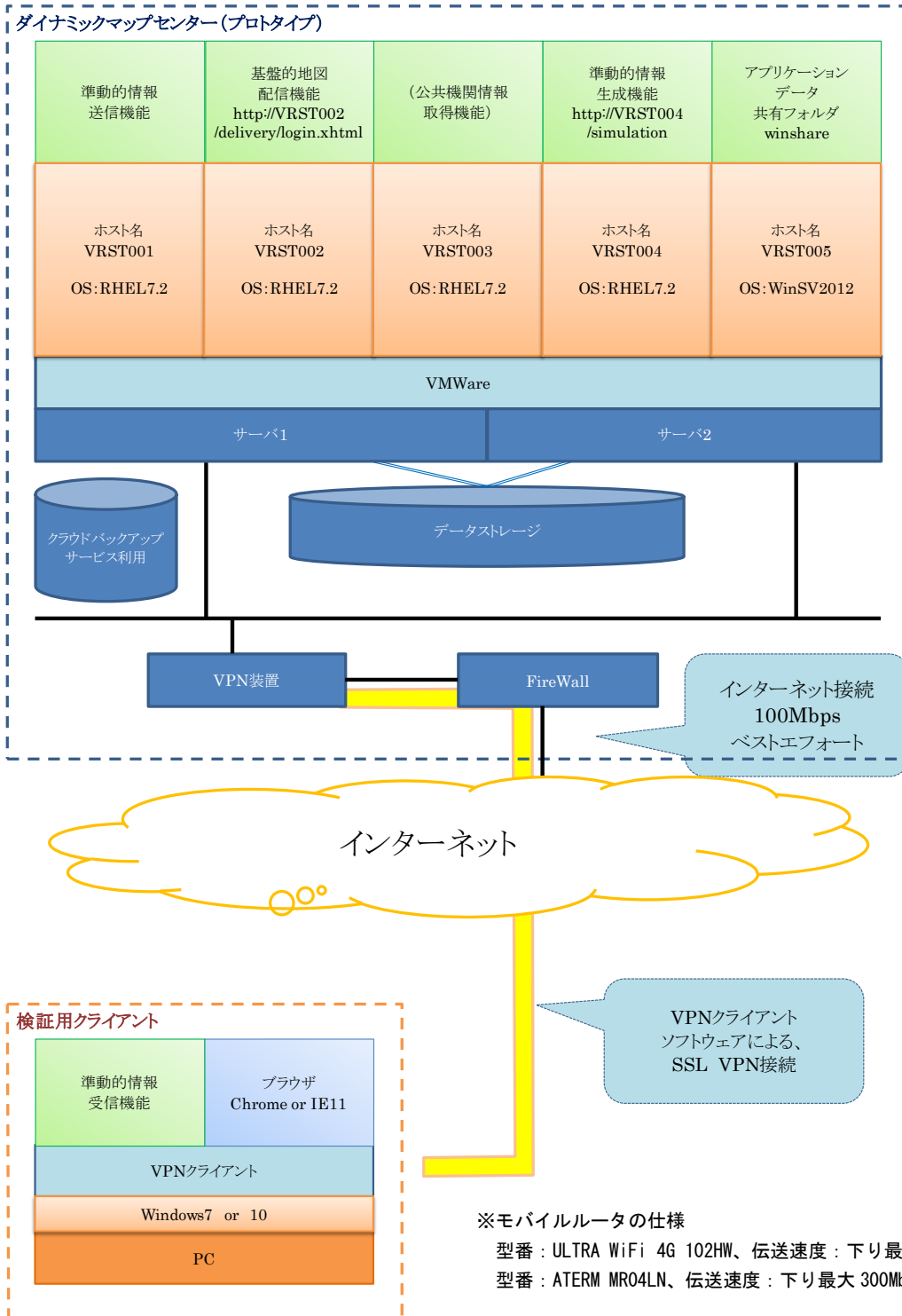


図 3-15 検証システム詳細図

3.3.2 ダイナミックマップセンター(プロトタイプ)

ダイナミックマップセンターには、基盤的地図が保存されている。また、「基盤的地図配信機能」「準動的データ生成機能」「準動的情報配信機能」が動作している。

「基盤的地図配信機能」は接続して来た検証用端末に対して、基盤的地図ダウンロードのためのインタフェースを提供する。

「準動的情報生成機能」は疑似的な準動的情報を生成し、「準動的情報配信機能」により接続して来た検証用端末に、準動的情報を配信する。

3.3.3 検証用クライアント端末

検証用クライアントでは、ブラウザ経由でダイナミックマップセンターの「基盤的地図配信機能」へアクセスし、ID/パスワード認証を実施する事で、基盤的地図のダウンロード画面が表示され、基盤的地図のダウンロードが可能となる。

準動的情報は、検証用端末で準動的情報受信機能を起動し、ID/パスワード認証を実施する事で、ダイナミックマップセンターの準動的情報配信機能と接続し、受信可能となる。

4. ダイナミックマップセンター機能及び整備コストの検証

構築したダイナミックマップセンター(プロトタイプ)機能について動作確認、検証した。また、本年度の試作を踏まえ、作業工程別の整備コストや、コスト削減に向けて想定される方策について検討した。

4.1 ダイナミックマップセンター機能の検証

構築したダイナミックマップセンター(プロトタイプ)機能について動作確認、検証すると共に、ダイナミックマップの試作成果を視覚的に表示でき、検証可能な汎用的なビューアを構築し、ダイナミックマップセンターから配信される基盤的地図と準動的情報を表示、確認を行った。

4.1.1 ダイナミックマップセンター(プロトタイプ)の検証

(1) 検証項目・内容

基盤的地図の配信と、準動的情報の配信について、下記の通り検証項目を設定した。

1) 基盤的地図の配信検証

a. 配信データの一致検証

配信の確実性を確認するため、ダウンロードした基盤的地図がダイナミックマップセンターのものと同一であることを確認する。データが同一であることは、ダイナミックマップセンターのデータとダウンロードしたデータの以下項目が一致しているかを比較することで確認する。

- ・ 基盤的地図自己解凍型圧縮ファイルのサイズ
- ・ 基盤的地図解凍後のフォルダ構成

b. 配信時間の検証

地図サプライヤでの受け入れのしやすさと、基盤的地図配信の実現性確認のため、ダウンロード時間を計測する。通信回線や基盤的地図サイズの違いによる通信時間を計測、比較し、基盤的地図配信機能の実現性を検証する。

2) 準動的情報の配信検証

a. 受信データの一致検証

配信の確実性を確認するため、受信した準動的情報がダイナミックマップセンターのものと同一であることを確認する。準動的情報の高速道路(1分毎)／一般道路(5分毎)の受信したファイルのデータが、同一フォルダ構成の同一ファイル名にて配信元のデータと同一

であることを確認する。

b. 受信速度の検証

実用化時における準動的情報の配信件数による受信速度の関係の確認のため、配信件数の増加に伴う受信時間を計測する。通信回線や準動的情報のデータサイズの違いによる高速道路、一般道路の受信時間を比較し、実用化に向けて検証する。

(2) 検証データ

1) 基盤的地図

本年度試作した、高速道路3区間、一般道路1エリア、合計4つの地図データについて、ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）から配信する際の、配信時間等を確認した。

2) 準動的情報

準動的情報検証での通常の配信スケジュールとなる通常モデルに加えて、受信時間計測用に、ダミーデータによる3種類の大容量モデルの配信を行う。

ア) 配信データ

大容量モデルは、配信時間の計測用に情報件数を多くした圧縮ファイルであり、高速道路、一般道路ともに同サイズで計測を実施する。

表 4-1 大容量の準動的情報のファイルサイズ

モデル	圧縮サイズ	情報件数
大容量1	1.43MB	約1万件
大容量2	7.16MB	約5万件
大容量3	14.31MB	約10万件

(3) 基盤的地図の配信検証結果

1) 配信データの一致検証結果

配信データの一致検証は、コンソーシアム各社で基盤的地図データをダウンロードし、その結果をダイナミックマップセンターに保存したデータと比較する事で実施した。

ファイルサイズの比較は Windows のファイルプロパティ画面を表示、サイズを目視比較する事で実施した。ファイル内容は、復号化後のデータを、汎用的なファイル内容比較ツール (df.exe バージョン 1.4.0) で比較し、差異が無いことを確認した。

配信データの一致検証結果を以下に記す。下表では、ファイルサイズ、ファイル内容、ともに一致した場合に、「比較結果」に「○」を記した。

表 4-2 配信データの一致検証結果(ファイルサイズ)

検証項目	ユーザ	回線タイプ	高速ルート1 ①秦野中井 IC ～清水いはら IC	高速ルート2 ②東京 IC ～横浜町田 IC	高速ルート3 ③有明 IC ～駒形 IC	一般道路 ④お台場エリア 一般道路
ファイル サイズ の比較	A	有線	○	○	○	○
	B	有線	○	○	○	○
	C	有線	○	○	○	○
	D	有線	○	○	○	○
	E	有線	○	○	○	○
	F1	有線	○	○	○	○
	G	無線	○	○	○	○
	F2	無線	○	○	○	○
	F3	モバイル	○	○	○	○
H	モバイル	○	○	○	○	

表 4-3 配信データの一致検証結果(ファイル内容)

検証項目	ユーザ	回線タイプ	高速ルート1 ①秦野中井 IC ～清水いはら IC	高速ルート2 ②東京 IC ～横浜町田 IC	高速ルート3 ③有明 IC ～駒形 IC	一般道路 ④お台場エリア 一般道路
ファイル 内容 の比較	A	有線	○	○	○	○
	B	有線	○	○	○	○
	C	有線	○	○	○	○
	D	有線	○	○	○	○
	E	有線	○	○	○	○
	F1	有線	○	○	○	○
	G	無線	○	○	○	○
	F2	無線	○	○	○	○
	F3	モバイル	○	○	○	○
H	モバイル	○	○	○	○	

ファイルの比較結果では、ファイルサイズの比較、ファイル内容の比較結果どちらも、基盤的地図の種類・バージョン、ダウンロード実施者、タイミング、いずれのケースにおいて

も、全て比較結果が一致した。

ダイナミックマップセンターから、基盤的地図を確実に配信すること可能である事が、確認できた。

2) 配信速度の検証結果

a. 基盤的地図データに関する検証結果

<基盤的地図ダウンロード時間の計測>

基盤的地図配信時間は、基盤的地図検証端末のブラウザからアクセスした、基盤的地図ダウンロード画面にて、基盤的地図をダウンロードする時間を、ブラウザの開発者ツールを用いて計測した。ブラウザ画面上で、開発者ツール画面を表示、ログ (XML) ファイルを保存し、その値を確認した。

<基盤的地図ダウンロード検証結果>

基盤的地図の配信時間、配信速度に関する検証結果を以下に示す。

表 4-4 基盤的地図データのダウンロード時間・速度

検証項目	回線 タイプ		高速ルート1	高速ルート2	高速ルート3	一般道路④お	平均
			①秦野中井 IC ～清水いはら IC	②東京 IC ～横浜町田 IC	③有明 IC ～駒形 IC	台場エリア 一般道路	
通信時間 [秒]	有線 LAN	Max	15.3	2.6	2.8	2.7	-
		Ave	3.9	0.8	0.9	0.9	-
		Min	0.9	0.3	0.2	0.3	-
	無線 LAN	Max	3.5	1.2	1.6	2.0	-
		Ave	3.2	1.0	1.4	1.5	-
		Min	2.9	0.8	1.2	1.1	-
	モバイル ルータ	Max	41.7	9.9	5.9	13.7	-
		Ave	22.2	6.6	5.3	8.4	-
		Min	2.7	3.4	4.7	3.1	-
通信速度 [Mbps]	有線 LAN	Max	94.9	88.1	97.1	94.5	93.6
		Ave	55.6	56.2	49.7	51.1	53.1
		Min	5.4	7.5	6.4	9.5	7.2
	無線 LAN	Max	27.4	23.6	17.8	24.7	23.4
		Ave	25.7	20.3	17.1	21.3	21.1
		Min	24.1	17.0	16.5	18.0	18.9
	モバイル ルータ	Max	30.1	5.5	4.9	8.9	12.3
		Ave	16.0	3.7	4.1	5.4	7.3
		Min	2.0	1.8	3.2	1.9	2.2

<回線タイプの分類と検証結果のばらつきについて>

配信速度の検証は、コンソーシアム各社が所有する、既存のネットワーク環境を利用して実施した。検証端末をネットワークへ接続する回線の種類により、回線タイプを有線 LAN、無線 LAN、モバイルルータの 3 種類に分類した。

有線 LAN 及び無線 LAN 環境では、検証端末を社内の有線 LAN あるいは無線 LAN で社内ネットワークへ接続しているが、その先のインターネットへはプロバイダサービスを経て接続しているため、インターネットを通じた通信速度・性能は、各社が契約するプロバイダサービス内容に依存する。モバイルルータを利用した環境では、モバイルルータから直接インターネットへ繋がるが、モバイルルータを提供するキャリアや通信状態により、通信速度が変化する。

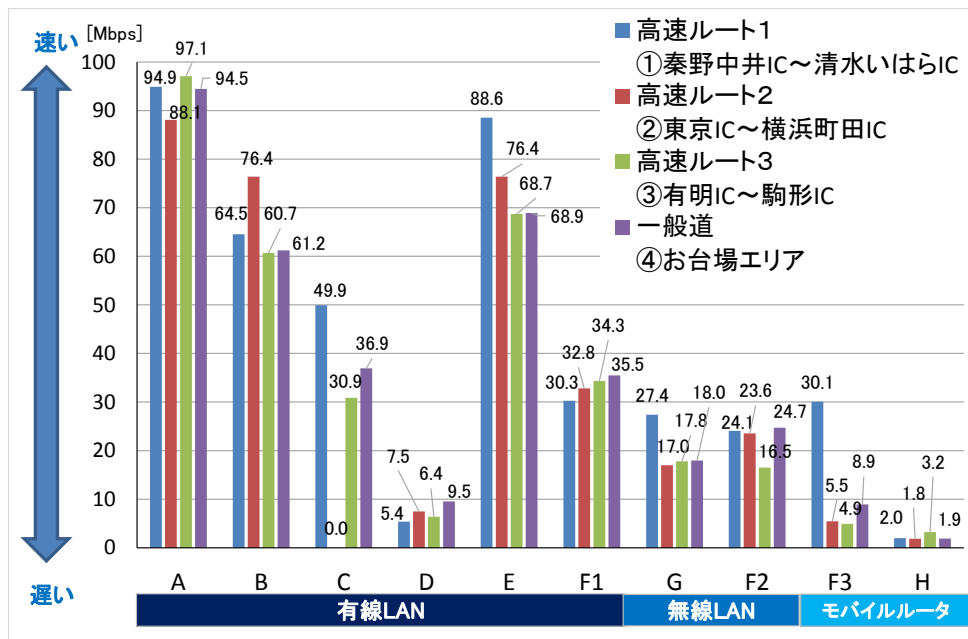


図 4-1 回線タイプ/通信速度 グラフ

有線 LAN の環境の計測結果では、会社ごとに、通信速度、通信時間に、大きなばらつきがあった。同一ルートのデータ間では、通信時間、通信速度共に最大約 17 倍（時間 0.9 秒～15.3 秒）（速度 5.4Mbps～94.9Mbps）の差となった。有線 LAN 環境での計測が最もサンプル数が多く（6 社）で、計測結果のばらつきは各社内では少ないことから、各社で契約する、インターネット接続プロバイダが異なる事が通信時間、速度のばらつきの原因であると考察する。

無線 LAN 環境はサンプル数が 2 社であり、同一ルート間での通信時間のばらつきは最大 1.8 倍（1.1 秒～2.0 秒）通信速度のばらつきは最大 1.4 倍（17Mbps～23.6Mbps）程度に留まった。

モバイルルータ環境もサンプルが 2 社であったが、通信時間のばらつきは最大 15 倍（2.7 秒～41.7 秒）通信速度のばらつきも最大 15 倍（2.0Mbps～30.1Mbps）あった。同一社内の計測結果でも、通信速度に差が出ることから、場所の電波状態により、ばらつきが出たと考察する。

<最少通信時間と最大通信時間>

今回の検証で通信時間が最大となったのは、高速ルート1の基盤的地図データ(対象距離233.3Km)を、モバイルルータ経由で、ダウンロードした場合の、41.7秒であり、この時の通信速度は2.0Mbpsであった。

また通信時間が最少となったのは、高速ルート3の基盤的地図データ(対象距離33.9Km)を、有線LAN経由でダウンロードした場合の、0.2秒であり、この時の通信速度は97.1Mbpsであった。

<最大通信速度と最少通信速度>

今回の検証で、通信速度が最大となったのは、高速ルート3の基盤的地図データ(対象距離33.9Km)を有線LAN経由でダウンロードした場合の、97.1Mbpsで、この時のダウンロード時間は0.2秒であった。

また通信速度が最少となったのは、高速ルート2の基盤的地図データ(対象距離45.0km)を、モバイルルータ経由でダウンロードした場合の、1.8Mbpsで、この時のダウンロード時間は9.9秒であった。

(4) 準動的情報の配信検証結果

1) 配信データの一致検証結果

配信データの一致検証は、下記的高速道路(1分周期)／一般道路(5分周期)の準動的ファイルにおいて、コンソーシアム各社のクライアント端末で受信したファイルと、ダイナミックマップセンターの配信ファイルとを比較する事で実施した。

ファイルの比較は、汎用的なファイル内容比較ツール(WinMerge バージョン2.14.0.106)を用いて、同一フォルダ構成の同一ファイル名において、『テキストファイルは同一』となることを確認した。

配信データの一致検証結果を以下に記す。

下表では、同一フォルダ構成の同一ファイル名でのファイル内容が一致した場合に、「比較結果」に「○」を記した。

表 4-5 準動的情報配信データの一致検証結果

検証項目	ユーザ	回線タイプ	準動的 通常	
			高速道路	一般道路
データ一致 ○ or ×	A	有線	○	○
	B	有線	○	○
	C	有線	○	○
	D	有線	○	○
	E	有線	○	○
	F1	有線	○	○
	G	無線	○	○
	F3	モバイル	○	○
	H	モバイル	○	○

受信できたファイルの比較結果では、フォルダ構成、ファイル名、ファイル内容の全て比較結果が一致した。ダイナミックマップセンターから配信した準動的情報データが、正しく受信できていることが確認できた。ただし、ネットワーク回線の通信断が見られた。

以下に、コンソーシアム各社の受信試験の対象時間を示し、確認された通信断についても記載する。

表 4-6 コンソーシアム各社の準動的情報受信試験の対象時刻

検証項目	ユーザ	回線タイプ	試験日	開始時刻	終了時刻	備考
準動的 通常	A	有線	2017/01/27	09:00	17:00	通信断あり
	B	有線	2017/01/27	13:15	16:44	
	C	有線	2017/01/25	09:00	16:02	
	D	有線	2017/01/30	12:45	17:00	
	E	有線	2017/02/02	09:40	17:00	
	F1	有線	2017/02/02	09:00	17:00	
	G	無線	2017/01/27	09:00	14:30	
	F3	モバイル	2017/01/31	09:00	17:00	通信断あり
準動的 大容量	H	モバイル	2017/01/26	10:00	11:30	
	A	有線	2017/02/06	14:45	16:45	
	B	有線	2017/02/07	09:47	11:31	
	C	有線	2017/02/09	09:11	12:59	
	D	有線	2017/02/09	12:46	16:30	通信断あり
	E	有線	2017/02/06	09:48	12:00	
	F1	有線	2017/02/09	09:00	12:00	
	G	無線	2017/02/16	09:21	11:03	
	F2	無線	2017/02/09	12:00	14:30	通信断あり
	F3	モバイル	2017/02/09	14:30	17:00	通信断あり
H	モバイル	2017/02/07	09:00	17:00		

2) 配信速度の検証結果

基盤的地図同様に、回線タイプを有線 LAN、無線 LAN、モバイルルータの 3 種類に分類し、検証を実施した。

表 4-7 準動的情報の受信数

検証項目	回線タイプ	準動的 通常		準動的 大容量 1		準動的 大容量 2		準動的 大容量 3	
		高速道路	一般道路	高速道路	一般道路	高速道路	一般道路	高速道路	一般道路
受信数	有線	2245	452	205	40	187	37	175	35
	無線	331	67	46	9	43	7	17	2
	モバイル	570	116	35	6	31	6	29	6

< 準動的情報の通信時間の計測 >

準動的情報の通信時間は、配信開始から受信完了までの時間として、地図サプライ用クライアント端末の通信ログとダイナミックマップセンターの通信ログにより、下記にて計測した。

$$\text{高速道路の通信時間} = T_{rh} - T_s$$

$$\text{一般道路の通信時間} = T_{rg} - T_{lh}$$

T_{rh} : クライアント端末の通信ログの高速道路圧縮ファイルの受信完了時刻

T_{rg} : クライアント端末の通信ログの一般道路圧縮ファイルの受信完了時刻

T_s : ダイナミックマップセンターの配信開始時刻

(クライアント端末の通信ログの受信時圧縮ファイル名の時刻)

T_{lh} : クライアント端末の通信ログの高速道路圧縮ファイルの解凍完了時刻

同時配信タイミングでの高速道路（1分周期）と一般道路（5分周期）との通信時間の関係は下記となる。

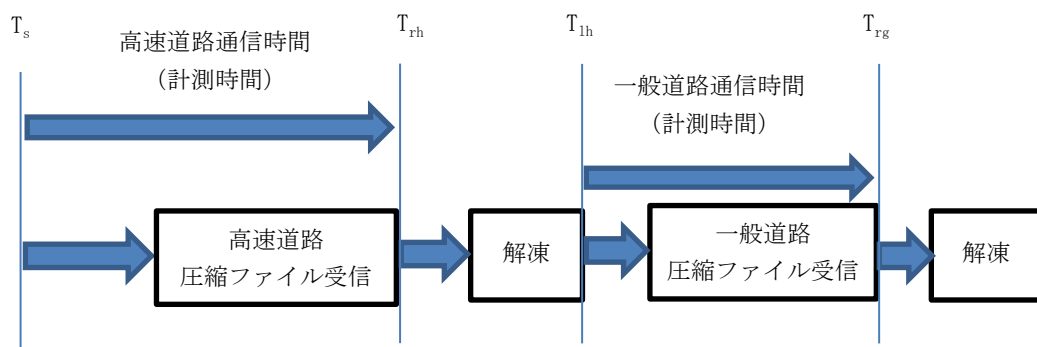


図 4-2 同時配信タイミングでの高速道路と一般道路との通信時間の関係

< 準動的情報の通信時間の検証結果 >

以下の表 4-8 と表 4-9 にある高速道路と一般道路との通信時間を比較した場合、高速道路よりも一般道路の方が短い通信時間となっている。これはサーバからのデータ配信が高速道路の解凍完了時刻前に開始されたために配信の計測時間は短くなったためと推察する。

表 4-8 準動的情報（高速道路）の通信時間・速度

検証項目	回線タイプ		準動的 通常	準動的 大容量 1	準動的 大容量 2	準動的 大容量 3	準動的 大容量 平均
通信時間 [秒]	有線 LAN	MAX	1.2	7.5	11.2	37.3	-
		AVE	0.1	1.0	3.0	5.5	-
		MIN	0.1	0.1	1.9	3.5	-
		標準偏差	0.2	1.0	1.8	3.5	-
	無線 LAN	MAX	3.6	1.5	8.4	20.2	-
		AVE	0.1	0.6	4.1	11.8	-
		MIN	0.1	0.2	2.5	5.5	-
		標準偏差	0.2	0.5	2.2	4.3	-
	モバイルルー タ	MAX	10.2	4.0	11.2	20.0	-
		AVE	0.5	2.6	7.9	13.9	-
		MIN	0.1	1.4	5.5	11.0	-
		標準偏差	1.1	0.7	1.3	2.5	-
通信速度 [Mbps]	有線 LAN	MAX	15.3	212.2	30.6	32.3	-
		AVE	6.6	29.9	22.2	23.6	25.3
		MIN	0.1	1.5	5.1	3.1	-
		標準偏差	6.1	39.8	6.6	6.2	-
	無線 LAN	MAX	14.3	58.2	22.8	21.0	-
		AVE	11.8	33.0	17.3	11.5	20.6
		MIN	0.1	7.8	6.8	5.7	-
		標準偏差	1.4	18.3	6.5	5.2	-
	モバイルルー タ	MAX	11.6	8.3	10.4	10.4	-
		AVE	0.2	4.8	7.5	8.5	6.9
		MIN	0.1	2.9	5.1	5.7	-
		標準偏差	0.8	1.3	1.2	1.4	-

表 4-9 準動的情報（一般道路）の通信時間・速度

検証項目	回線タイプ		準動的 通常	準動的 大容量 1	準動的 大容量 2	準動的 大容量 3	準動的 大容量 平均
通信時間 [秒]	有線 LAN	MAX	0.5	6.2	9.5	11.8	-
		AVE	0.1	0.6	2.0	3.5	-
		MIN	0.1	0.2	0.8	1.6	-
		標準偏差	0.1	1.0	1.7	2.6	-
	無線 LAN	MAX	0.1	0.7	5.6	11.1	-
		AVE	0.1	0.4	1.9	7.2	-
		MIN	0.1	0.3	1.1	3.3	-
		標準偏差	0.1	0.2	1.5	3.9	-
	モバイルルータ	MAX	0.6	1.1	5.1	7.9	-
		AVE	0.1	0.8	3.9	7.5	-
		MIN	0.1	0.6	3.3	7.2	-
		標準偏差	0.1	0.2	0.6	0.2	-
通信速度 [Mbps]	有線 LAN	MAX	11.6	61.3	70.6	69.9	-
		AVE	0.6	34.1	40.0	42.0	38.7
		MIN	0.1	1.9	6.0	9.7	-
		標準偏差	1.8	17.0	18.0	15.5	-
	無線 LAN	MAX	0.1	45.7	53.0	35.0	-
		AVE	0.1	34.9	40.6	22.7	32.7
		MIN	0.1	15.6	10.1	10.3	-
		標準偏差	0.1	10.7	13.2	12.4	-
	モバイルルータ	MAX	0.4	20.4	17.4	15.9	-
		AVE	0.2	14.6	15.1	15.3	15.0
		MIN	0.1	10.3	11.2	14.5	-
		標準偏差	0.1	4.2	2.0	0.5	-

通信時間の平均値について、高速道路の通常モデルでは、データサイズが小さく、計測精度と比較して通信時間微小(高速道路 0.1 秒～0.5 秒)となるため、モバイルルータが他回線よりも若干長い(高速道路 0.5 秒)程度で、回線タイプによる差はほとんど見られなかった。

通信時間の平均値について、高速道路の大容量 1～3 のモデルで見ると、容量増加に伴って通信時間も増加している関係性を確認することができた。無線 LAN では、ばらつきがあるものの、全ての回線において、サイズと時間は、ほぼ一定の増加傾向の関係が見られた。

<回線タイプ別の通信速度>

通信速度の平均としては、高速道路のデータのサイズが大きい大容量モデルで、回線タイプ別の平均速度を算出した。

- ・有線 LAN では、高速道路 25.3Mbps
- ・無線 LAN では、高速道路 20.6Mbps
- ・モバイルルータでは、高速道路 6.9Mbps

通信速度の優位性は、有線 LAN が最も高く、無線 LAN、モバイルルータの順でその性能差を確認することができた。

<データサイズについて>

通信時間の最大値は、情報件数 1 万件程度の大容量 1 モデルの 7.5 秒に対して、情報件数 10 万件程度の大容量モデル 3 では 37.3 秒程度の受信時間がかかっていた。

情報件数 1 万件程度では、高速道路と一般道路の同時配信タイミングでも、通信時間に余裕があるが、情報件数 10 万件程度では、厳しい結果となっている。

(5) 考察

1) 基盤的地図の配信検証

a. ダウンロード時間に関する考察

今回の検証では、関東地区 4 種類のルートの基盤的地図を作成、それらの配信（ダウンロード）検証を実施した。また、検証に用いたネットワーク回線や設備は、特別に用意したものでなく、コンソーシアム各社既設のネットワーク環境を利用した。

基盤的地図データは、大きなもので対象距離 233.3km を対象としたデータ(高速ルート 1)であった。モバイルルータを用いた環境では、最大 41.7 秒のダウンロード時間が掛かる場合があった。

このネットワーク環境を前提とする場合は、ダウンロード時間を許容可能な運用を検討する必要があるが、有線、無線 LAN を介した環境では、平均 3.9 秒の時間でダウンロードできており、特別な性能のネットワーク環境を用意しなくても、現実的な運用の検討が可能な範囲であると考察する。

表 4-10 高速ルート 1 での回線タイプ毎通信時間

検証項目	回線タイプ		高速ルート 1 ① 泰野中井 IC ～ 清水いはら IC 9.5MB
通信時間 [秒]	有線 LAN	Max	15.3
		Ave	3.9
		Min	0.9
	無線 LAN	Max	3.5
		Ave	3.2
		Min	2.9
	モバイルルータ	Max	41.7
		Ave	22.2
		Min	2.7

b. 基盤地図のデータサイズに関する考察

検証に用いた、基盤的地図のデータサイズ、対象距離、地物数の関係を以下に示す。

表 4-11 ルート毎の対象距離、地物数、データサイズ

ルート	高速ルート1	高速ルート2	高速ルート3	一般道路
区間	秦野中井 IC ～清水いはら IC	東京 IC ～横浜町田 IC	有明 IC ～駒形 IC	お台場エリア 一般道路
ファイル名	HighWayRoute1	HighWayRoute2	HighWayRoute3	GeneralRoad
対象距離[km]	233.3	45.0	33.9	39.3
地物数	33,186	8,440	7,479	13,946
データサイズ：圧縮[MB]	9.5	2.1	2.1	2.7
データサイズ：圧縮[KB] ／対象距離[km]	41.7	47.5	62.5	70.4
データサイズ：圧縮[KB] ／地物数	0.29	0.25	0.28	0.20
地物数／対象距離	142.2	187.6	220.6	354.9

基盤的地図の対象距離とデータサイズ（圧縮時）の比率は 41.7～70.4KB/km に対し、地物数とデータサイズ（圧縮時）の比率は 0.20～0.29KB/地物数であった。

このことから、基盤的地図のデータサイズは対象距離よりも、ルート中の地物数に依存する割合が高いと考察される。

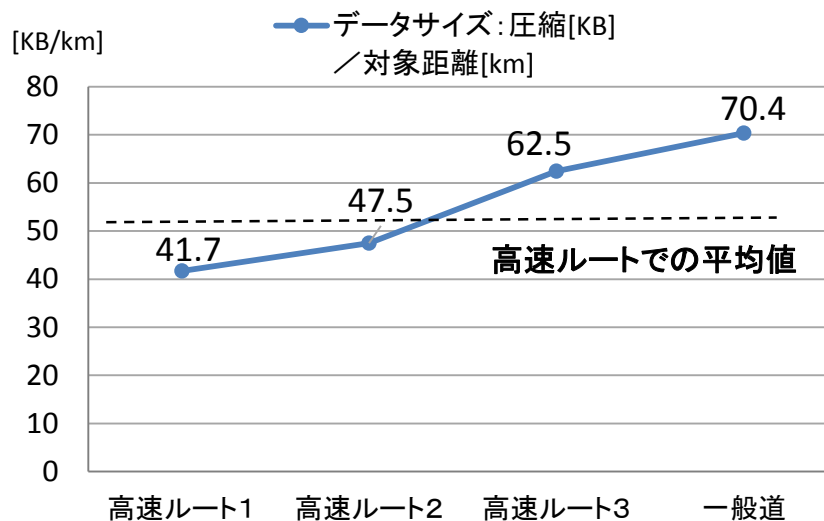


図 4-3 ルート毎のデータサイズ／距離

また、対象距離に対する地物数の割合は、「高速ルート1<高速ルート2<高速ルート3<ルート4（一般道路）」との結果となった。

このことから、基盤的地図は、都市部であるほど、さらに高速道路よりも一般道路の方が距離あたりの地物数が多く、データ容量が大きくなる傾向にあると考察される。

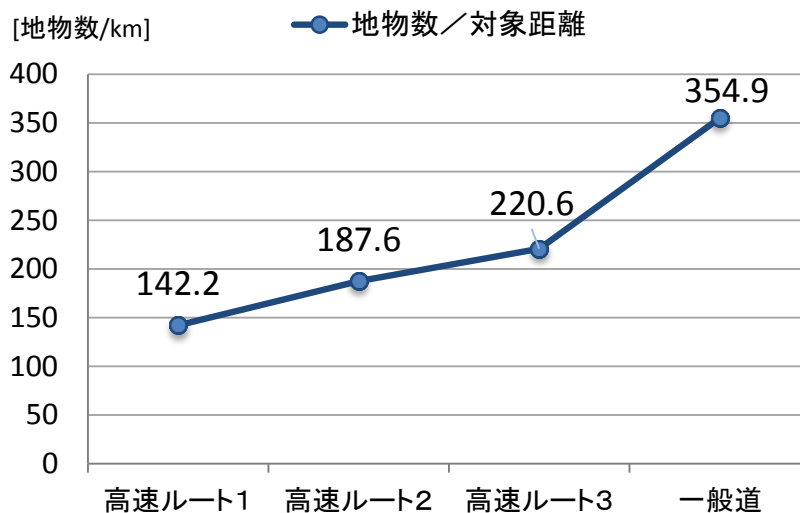


図 4-4 ルート毎の地物数/対象距離値 グラフ

c. 地図データ容量とダウンロード時間に関する考察

<高速道路>

高速道路における距離あたりのデータサイズを、(2)の結果から、以下の値と試算する。

$$(41.7 + 47.5 + 62.5) \text{ KB} / 3 = 50.6 \text{ KB/km}$$

この値から、全国高速道路の総延長を 30,000km とすると、その容量は約 1.45GB と
なる。

$$50.6 \text{ KB/km} \times 30,000 \text{ km} = 1,482.4 \text{ Mb} = 1.45 \text{ GB}$$

各回線タイプの平均通信速度でダウンロードした場合の時間を試算した結果は以下の通り。

① 有線 LAN

平均通信速度 53.1Mbps

$$\text{ダウンロード時間 } 1,482.4 \text{ Mbyte} \times 8 / 53.1 \text{ Mbps} = 223.3 \text{ 秒} \Rightarrow 3.7 \text{ 分}$$

② 無線 LAN

平均通信速度 21.1Mbps

$$\text{ダウンロード時間 } 1,482.4 \text{ Mbyte} \times 8 / 21.1 \text{ Mbps} = 562.0 \text{ 秒} \Rightarrow 9.4 \text{ 分}$$

③ モバイルルータ (平均通信速度 7.3Mbps)

平均通信速度 7.3Mbps

$$\text{ダウンロード時間 } 1,482.4 \text{ Mbyte} \times 8 / 7.3 \text{ Mbps} = 1,624.5 \text{ 秒} \Rightarrow 27.0 \text{ 分}$$

<一般道路>

一般道路における距離あたりのデータサイズを、(2)の結果から、70.4KB/km とする。
この値から、全国一般道路の総延長を 130 万 km とすると、その容量は約 87.3GB (89,375MB) となる。

各回線タイプの平均通信速度でダウンロードした場合のダウンロード時間の試算結果は以下の通り。

① 有線 LAN

平均通信速度 53.1Mbps

ダウンロード時間 $89,375\text{Mbyte} \times 8 \div 53.1\text{Mbps} = 13,465.1 \text{ 秒} \Rightarrow 3.7 \text{ 時間}$

② 無線 LAN

平均通信速度 21.1Mbps

ダウンロード時間 $89,375\text{Mbyte} \times 8 \div 21.1\text{Mbps} = 33,886.3 \text{ 秒} \Rightarrow 9.4 \text{ 時間}$

③ モバイルルータ (平均通信速度 7.3Mbps)

平均通信速度 7.3Mbps

ダウンロード時間 $89,375\text{Mbyte} \times 8 \div 7.3\text{Mbps} = 97,945.2 \text{ 秒} \Rightarrow 27.2 \text{ 時間}$

実運用におけるダウンロード時間の許容範囲を最大数分程度と仮定すると、上述の試算結果では高速道路地図を有線 LAN で配信する場合以外のダウンロード時間は運用に則さないと考えられる。地域毎や差分のみを配信するなど、運用を考慮した配信単位の検討が必要と考える。

2) 準動的情報の配信検証

a. データサイズに関する考察

今回の検証では、高速道路の通信時間の最大値は、情報件数 1 万件程度の大容量 1 モデルの 7.5 秒に対して、情報件数 10 万件程度の大容量モデル 3 では 37.3 秒程度の受信時間がかかっていた。

このことから 10 万件程度 (14.4MB) となると、特に高速道路と一般道路の同時配信時や、通信安定性が低い無線 LAN やモバイルでは 1 分以内での配信が厳しくなることが推察されるが、情報件数 1 万件程度 (1.4MB) であれば準動的情報の配信が可能であると考察する。

ダイナミックマップの準動的情報の配信は、車線レベルでの情報配信を目的とするため、現在の公共交通情報のデータ量よりも大きくなる。このため、複数車線に同一事象が発生する場合の表現方法の工夫によるサイズダウン、準静的情報・準動的情報の情報種別による配信方法の変更などが必要である。

b. 回線タイプに関する考察

有線 LAN は通信安定性が高く、その優位性を確認することができた。

表 4-12 準動的情報の回線タイプによる通信速度

検証項目	回線タイプ	高速道路
通信速度[Mbps]	有線 LAN	25.3
	無線 LAN	20.6
	モバイルルータ	6.9

しかし、回線タイプ、データサイズに関わらず、一部で通信中の回線断が見られたため、クライアント端末ソフトウェアで回線断を検出した場合、自動再接続するようにソフトウェアの改良を実施した。

周期的に配信する準動的情報では、その情報の更新周期に対して、通信の中断時間が短期であれば、抜けた情報と同じ情報を再取得できるため影響は少ないものと考察する。

今後、さらに更新周期の長い準静的情報の配信を実施する場合などは、回線切断時のデータ抜け対策（再送制御や状態合わせ処理の実装）を実装する必要がある。

(6) 課題

ダイナミックマップセンターの実用化に向けて、下記の検討が必要である。

1) 情報配信の伝送ルートの構築検討

今回のプロトタイプでは、ダイナミックマップセンターから地図サプライヤを情報配信先として検証を実施したが、ダイナミックマップセンターの実用化においては、情報提供するための伝送ルートの構築検討が必要である。

2) 配信する情報の単位(範囲)、頻度の検討

< 基盤的地図 >

基盤的地図の配信は、高速道路分であれば、一括での取得が可能であることが検証されたが、一般道路ではサイズも大きくなり、一括での取得は困難である。

利用者の利便性や地図の差分更新を考えた場合、基盤的地図の分割・管理方法の検討が必要である。

< 準静的情報・準動的情報 >

オンラインで準静的情報・準動的情報の効率的な配信のためには、最大件数を見極めるとともに、利用者のロケーションに応じた情報の選択や、各種情報の更新頻度に応じた配信周期の最適化を行う必要がある。

3) ダイナミックマップセンターのシステム装置の検討

ダイナミックマップセンターの実用化時は、保存するデータ容量、処理能力、接続する利用者数によるネットワークの構成、システムの管理・監視方法などにより、サーバ装置の最適な構成とする必要がある。

4.1.2 ダイナミックマップビューアの評価

ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）機能から配信するデータを視覚的に確認するために、ダイナミックマップビューアを構築し、動作確認した。

(1) 基盤的地図の表示

4つのルート在地図を表示、確認した（図 4-5）。

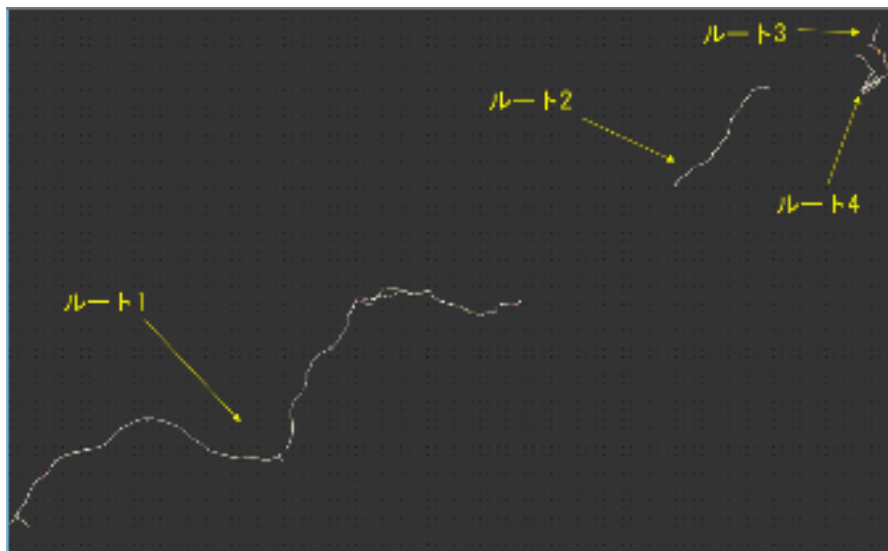


図 4-5 基盤的地図 全体表示

(2) 準動的情報の表示

ビューア上で、基盤的地図と準動的情報を重ね、位置関係に問題ないことを確認した。

1) ルート 1

ルート 1 の下り、大井松田 IC およびその付近での各準動的情報について、ビューア表示上で確認した (図 4-6、図 4-7)。



図 4-6 ルート 1 準動的情報発生箇所 (大井松田 IC 付近)

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

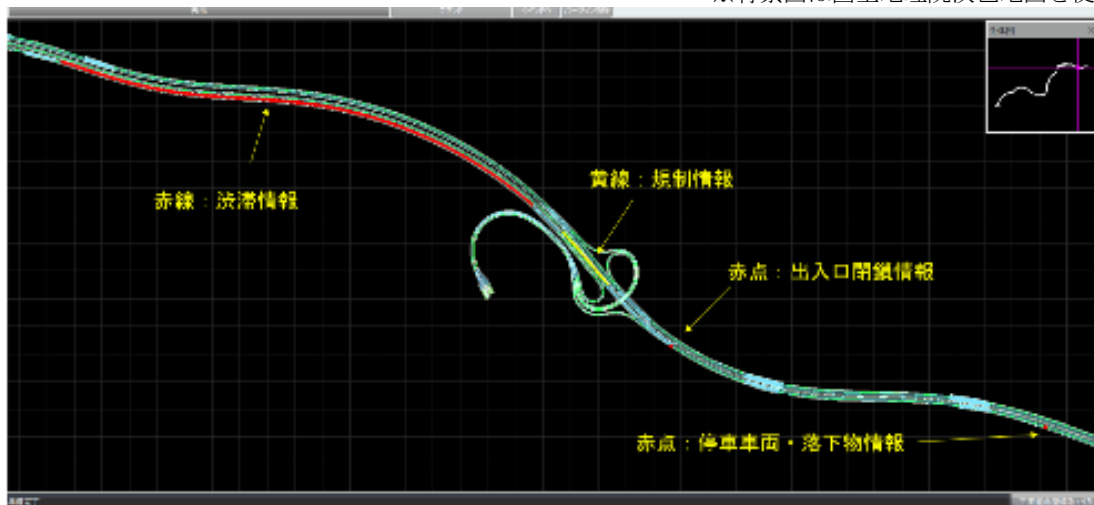


図 4-7 ルート 1 準動的情報ビューア表示位置 (大井松田 IC 付近)

ルート1の下り左ルート、都夫良野トンネルおよびその付近での各準動的情報について、ビューア表示上で確認した（図4-8、図4-9）。



図4-8 ルート1 準動的情報発生箇所（都夫良野トンネル付近）
※背景図は国土地理院淡色地図を使用

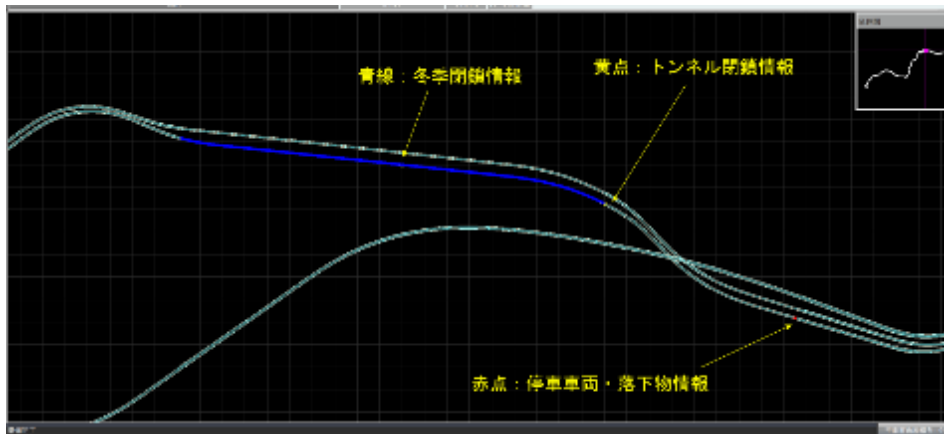


図4-9 ルート1 準動的情報ビューア表示位置（都夫良野トンネル付近）

2) ルート2

ルート2の下り、横浜青葉ICおよびその付近での各準動的の情報について、ビューア表示上で確認した(図4-10、図4-11)。



図 4-10 ルート2 準動的の情報発生箇所

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

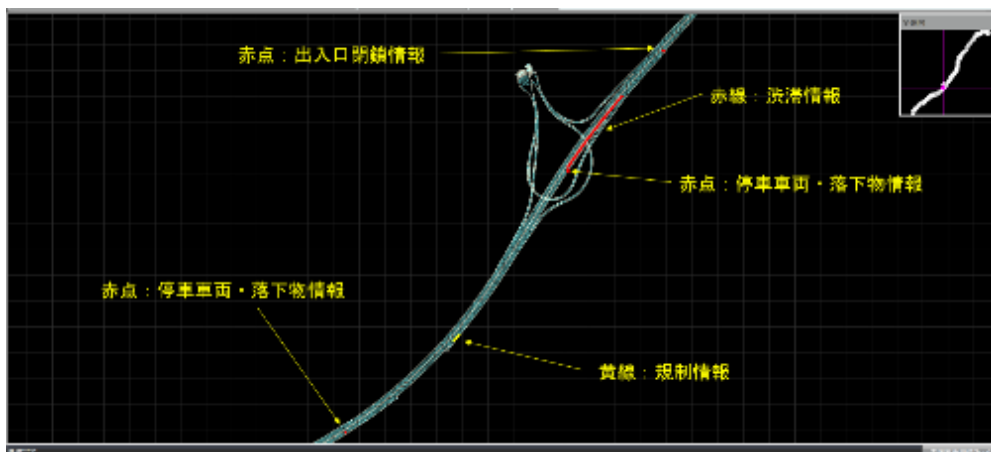


図 4-11 ルート2 準動的の情報ビューア表示位置

3) ルート3

ルート3の枝川ランプ付近北行き側での各準動的の情報について、ビューア表示上で確認した(図4-12、図4-13)。



図 4-12 ルート3 準動的の情報発生箇所 (枝川ランプ付近)

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

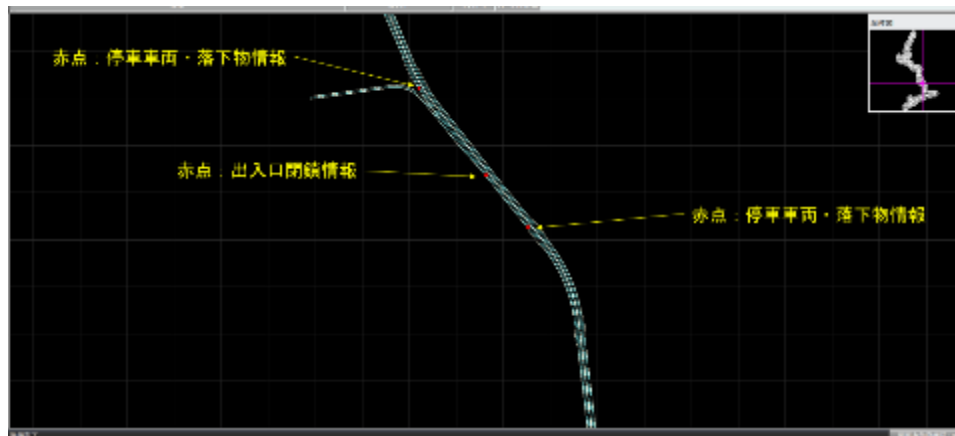


図 4-13 ルート3 準動的の情報ビューア表示位置 (枝川ランプ付近)

ルート3の辰巳JCT付近での各準動的情報について、ビューア表示上で確認した(図 4-14、図 4-15)。



図 4-14 ルート3 準動的情報発生箇所 (辰巳 JCT 付近)

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

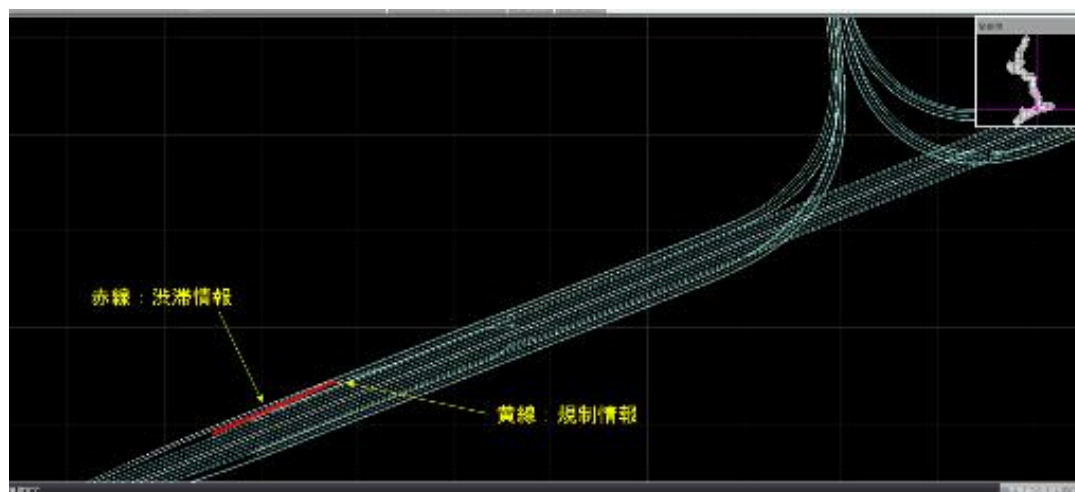


図 4-15 ルート3 準動的情報ビューア表示位置②

4) ルート4（一般道路）

ルート4（一般道路）での各準動的の情報について、ビューア表示上で確認した（図4-16、図4-17）。



図4-16 ルート4（一般道路）準動的の情報発生箇所

※背景図は国土地理院淡色地図を使用

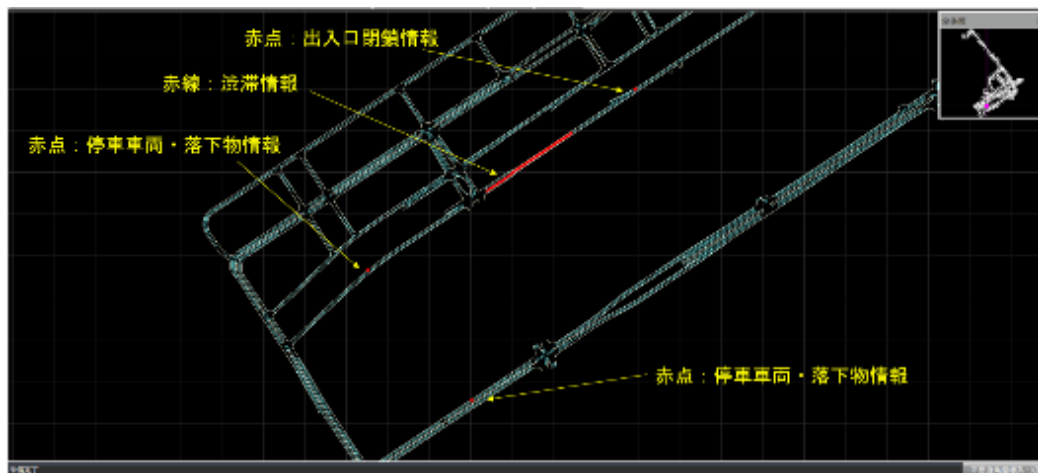


図4-17 ルート4（一般道路）全体 準動的の情報表示

4.2 基盤的地図の整備コストの検証

本試作における作業工程別の整備コストや、コスト削減に向けて想定される方策について検討した。

4.2.1 本試作における作業工程別の整備コスト

(1) 基盤的地図の整備における作業工程

今年度の試作における単位距離あたりの整備コストの比率について、基盤的地図を整備する作業工程別に整理した。作業工程の内容は下表に示すとおり。

表 4-13 基盤的地図の整備における作業工程

作業工程		内容	
計測 作業	計画	計測作業全般の計画（機材や人員のリソース管理、計測車両の運行計画、作業日程）を立案する。	
	計測	MMS 計測車両で、所定の手順に則って道路を計測する。後処理、解析の結果、他車両の遮蔽によりデータが取得できなかったことが判明した場合、改めて計測を実施する。	
	後処理、解析	MMS 計測車両が取得したデータを解析し、他車両の遮蔽によりデータが取得できなかった箇所や、測位精度が不十分な箇所の導出などを行う。	
	標定点設置	測位精度が不十分な箇所について、必要に応じて標定点を設置する場合がある。	
	位置精度管理	MMS 点群データの位置精度を管理する。	
	標定点補正	設置した標定点の位置情報を用いて、MMS 計測車両の自車位置を補正する。	
	接合	異なる日時に取得した点群データの整合をはかる。	
図化 作業	実在地物	生成	計測成果物から、地物の境界線等を導出し、実在地物を生成する。
		検証	生成した実在地物に誤りがないことを、目視等で確認する。
	仮想地物	生成	実在地物やその他情報を元に、仮想地物を生成する。
		検証	生成した仮想地物に誤りがないことを、目視等で確認する。
	構造化、最終データ生成		作成した実在地物、仮想地物を、所定のデータ構造に格納し、最終データを生成する。

(2) 整備コスト積算の条件

基盤的地図は、相対位置精度は 200m で標準偏差 25 cm、絶対位置精度は地図情報レベル 2500 レベル相当とし、世界測地系で整備する。また、基盤的地図の図化は、本業務で定めた自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1 に準じて行い、自動走行システム向け地図データ符号化仕様への提案（試作データ用符号化仕様）Ver.1.0 に基づく XML データを生成するものとする。

また、作業工程別の整備コストの比率を高速道路と一般道路で比較した。高速道路は、高速ルート 3（有明 IC～駒形 IC）の整備コスト、一般道路はお台場エリアの整備コストを用いた。

(3) 本試作における作業工程別の整備コストの比率

上記前提における、高速道路における整備コストの比率を表 4-14 に、一般道路における整備コストの比率を表 4-15 に示す。高速道路と一般道路の単位距離あたりの整備コストの比は、およそ 1.5 倍であった。

表 4-14 高速道路における単位距離あたりの整備コストの比率（今年度試作）

作業工程		整備コストに占める比率	
計測 作業	計画	2.3%	
	計測	15.8%	
	後処理、解析	6.8%	
	位置精度管理	4.5%	
	接合	15.8%	
図化 作業	実在地物	生成	19.3%
		検証	13.8%
	仮想地物	生成	11.0%
		検証	5.5%
	構造化、最終データ生成		5.5%
計		100.0%	

表 4-15 一般道路における単位距離あたりの整備コストの比率（今年度試作）

作業工程		整備コストに占める比率 (高速道路の整備コスト を 100%とした場合)	
計測 作業	計画	2.3%	
	計測	22.5%	
	後処理、解析	6.8%	
	標定点設置	11.3%	
	位置精度管理	4.5%	
	標定点補正	4.5%	
	接合	15.8%	
図化 作業	実在地物	生成	30.3%
		検証	19.3%
	仮想地物	生成	16.5%
		検証	8.3%
	構造化、最終データ生成		8.3%
計		150.0%	

4.2.2 整備コスト削減の可能性

本試作における整備コスト(4.2.1)について、計測作業と図化作業における削減の可能性を検討した。

(1) 計測作業における削減方策

1) 他事業における MMS 計測結果の活用

現在、一部の自治体においては、道路台帳の補正や新規作成などの事業のなかで、MMS データを取得している。これらのうち、精度と鮮度が担保されているものについては、MMS データをダイナミックマップへ二次利用することで、走行自体の経費を抑えられる可能性がある。

各自治体との調整は必要となるが、自治体で実施した事業で取得した MMS データについて、ダイナミックマップへの二次利用が可能となれば、整備コスト削減は可能である。

2) 他事業で設置済みの標定点の利用

標定点は、精度確保および精度検証のために必要なものであるが、各種事業で作成された基準点の既知点を用いることで、精度確保が可能となる。

既に国道に設置されている道路基準点などで一般的な公共基準点を利用することで、標定点の設置・計測コストを減らし、統一的な精度を確保することが望まれる。ただし、MMS 等で視認される必要があり、その形状や設置場所に調整や制約が今後必要となる。

3) 標定点の設置数の削減

標定点の設置数は、基盤的地図の絶対位置精度に影響する。また、計測時期や計測者の異なるデータを接合する場合に重要である。一方で、OEM 等の利用者レベルで精度悪化を許容するのであれば、ポイントを絞ることで標定点の設置を抑えることができる。

評定点の設置数と精度との関係については、GPS 衛星不可視区間における MMS 計測データの高精度化手法の検討(応用測量論文集、JAST Vol.22,2011, pp13-24)にて論じられている。本論文においては、GPS 衛星不可視区間における標定点の設置間隔と精度について、図 4-18 の通り例示されている。

なお、本業務で取得したお台場エリアの一般道路においては、GPS 衛星不可視区間は一般道路の計測区間全長の 2 割であった。

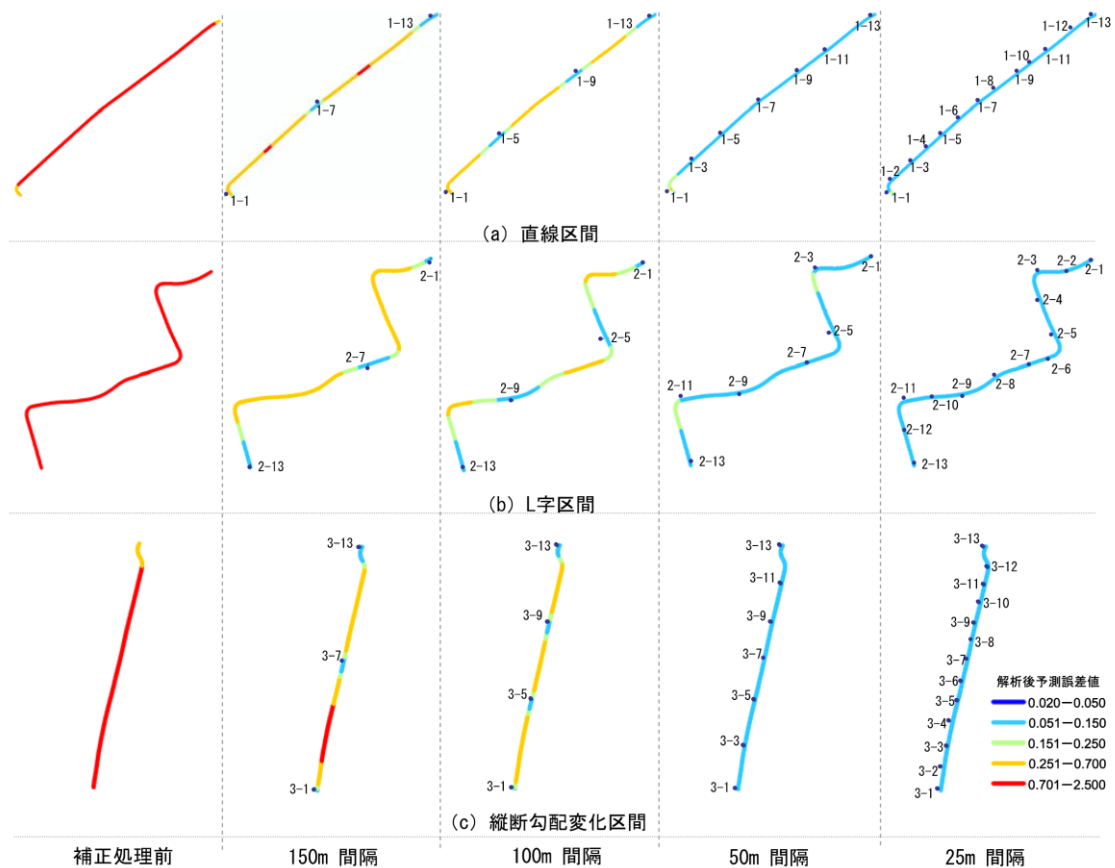


図 4-18 標定点の設置間隔と予測誤差分布

出典：GPS 衛星不可視区間における MMS 計測データの高精度化手法の検討
 (応用測量論文集、JAST Vol.22,2011, pp13-24)

4) 計測技術の高度化

MMS は、GPS、IMU、オドメトリを複合して計測車両の位置の把握を行っている。計測車両の測位技術は、地図の精度に直結する技術であり、今後も引き続き技術開発が行われる分野である。また、2017 年には準天頂衛星 3 機の打ち上げが予定されており、準天頂衛星 4 機体制となることで測位精度の向上が見込まれる。これらの技術の高度化により、計測作業コストの削減が可能と考えられる。

(2) 図化作業におけるコスト削減方策

1) 図化地物の種類の厳選

OEM 各社の自動運転車における地図の活用方法が異なるため、OEM 各社が必要と考える地物・属性の種類に差異がある。これらの OEM 各社の意見の和集合をとった場合、結果としてコストが嵩むと推察される。実質の整備を最低限必要な地物に抑えることで、コストの圧縮につながる。協調部分と競争領域の観点で整理する必要がある。

2) 図化作業の自動化

地物の図化作業は、図化を行うものの技術で競争している状況にある。ある程度の地物は、自動的に抽出することが可能であり、自動図化の技術が進み人の手の入る部分を圧縮することができればコスト的に圧縮された整備が大きく進む。ただし、正確な認識を必要とするためには、点群密度をより密に取得する必要があるなど「図化の自動化」と「計測」のコストはトレードオフとなる場合も考えられる。この点を勘案しながら検討を進める形が望まれる。

(3) 地図の更新作業の効率化

カーナビ地図における地図更新のデータ量は、1年分で、全カーナビデータの1割～2割（コンソーシアム参加の地図ベンダー3社ヒアリング回答より）に相当する。地図更新においては、変化点の調査、変化区間の計測、変化区間の図化が必要となる。

変化点の調査においては、2章のとおり公共情報やプローブ情報の活用による変化点の把握により、迅速に、漏れなく変化点を抽出できると期待される。

変化区間の計測においては、新規に取得した計測データと過去に取得済みのデータの時点の異なるデータ間の結合処理が課題となる。そこで、(1)で述べたように標定点を共通化することにより、新規取得の計測データと過去の計測データとの結合を共通の地点で行うことができ、結合処理を円滑に行うことが可能となる。

(4) 整備コスト削減の可能性

上述の(1) (2) のコスト削減方策が期待される効果を発現すると仮定した場合、整備コストの比率を表 4-16、表 4-17 の通り削減可能と考えられる。なお、各々の表の合計欄は、今回の整備コストを 100%とした場合の、整備コスト削減時の比率である。

表 4-16 高速道路における単位距離あたりの整備コストの比率（削減の可能性）

作業工程		整備コストに占める比率 (今年度の高速道路の整備コストを 100%とした場合)	
計測 作業	計画	2.3%	
	計測	15.8%	
	後処理、解析	6.8%	
	位置精度管理	4.5%	
	接合	15.8%	
図化 作業	実在地物	生成	13.5%
		検証	13.8%
	仮想地物	生成	7.7%
		検証	5.5%
	構造化、最終データ生成		5.5%
計		90.9%	

表 4-17 一般道路における単位距離あたりの整備コストの比率（削減の可能性）

作業工程		整備コストに占める比率 (今年度の高速道路の整備コストを 100%とした場合)	
計測 作業	計画	2.3%	
	計測	22.5%	
	後処理、解析	6.8%	
	標定点設置	6.8%	
	位置精度管理	4.5%	
	標定点補正	4.5%	
	接合	15.8%	
図化 作業	実在地物	生成	21.2%
		検証	19.3%
	仮想地物	生成	11.6%
		検証	8.3%
	構造化、最終データ生成		8.3%
計		131.5%	

5. まとめ

5.1 本業務の成果

地図調製者3社、航空測量会社、測量CAD会社、シンクタンク、総合電機メーカーによるコンソーシアムを組成し、2014年度、2015年度のダイナミックマップの実証結果（ユースケースと計測・作成したデータ、データ構造、位置参照方法など）を踏まえ、およそ300kmの静的情報を作成すると共に、静的情報や準動的情報を配信するためのダイナミックマップセンター（プロトタイプ）と、ダイナミックマップを視覚的に表示するビューアを設計・構築し、評価した。

(1) ダイナミックマップ基盤的地図の作成

SIP-adus のシステム実用化 WG に属するダイナミックマップ SWG でとりまとめられた「自動走行システムのユースケースの検討（地図の役割）」で挙げられているユースケースや、過年度の計測結果と比較し更新データを作成することが可能な箇所であることを考慮し、地図構造化 TF における合意を受け、一般道路 50km 程度、高速道路（自専道）250km 程度について計測した。

また、ISO/TC204WG3 で国際標準化が進められている車線レベルの位置参照方式や、2016年11月に一般社団法人自動車工業会から提案された「自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書」を踏まえ、「自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1」を作成した。

(2) ダイナミックマップセンター機能の検討

ダイナミックマップセンター機能の具体化に向けて、基盤的地図の更新の仕組み、準動的/準静的情報の収集・生成の仕組み、地図サプライヤへのデータ提供の仕組みについて検討した。

基盤的地図の更新の仕組みにおいては、公的情報を活用し、道路の変化点を事前に把握し計測計画に活用する案や計測漏れ等の検出に活用する案を検討すると共に、車両のセンサ情報（プローブ情報）やダイナミックマップの差分情報から、道路の更新箇所を推定する手法を検討した。

準動的/準静的情報の収集・生成の仕組みにおいては、公共情報を活用する方式やプローブ情報から生成しうる情報の整理について検討すると共に、ダイナミックマップセンターにおける準動的情報・準静的情報配信のデータフォーマットについて検討した。

地図サプライヤへのデータ提供の仕組みにおいては、ダイナミックマップセンターにおける準動的情報・準静的情報の地図サプライヤへのデータ提供の仕組みとして、インタフェース（プロトコル、シーケンス）を規定した。

(3) ダイナミックマップセンター機能の構築

(1)(2)の検討を踏まえ、ダイナミックマップセンターの実用化に必要な以下の機能について検討した。

- 基盤的地図の生成・更新・管理・配信
- 準動的情報・準静的情報の生成・更新・管理・配信
- 品質管理、セキュリティ機能

また、これらのダイナミックマップセンターの実用化検討を踏まえ、今年度作成するプロトタイプシステムについて設計した。

(4) ダイナミックマップセンター機能及び整備コストの検証

構築したダイナミックマップセンター（プロトタイプ）機能について動作確認、検証すると共に、ダイナミックマップの試作成果を視覚的に表示でき、検証可能なビューアを構築し、ダイナミックマップセンターから配信される基盤的地図と準動的情報を表示、確認した。

今年度の試作における単位距離あたりの整備コストの比率について、基盤的地図を整備する作業工程別に整理するとともに、コスト削減に向けて想定される方策について検討した。

(5) 成果物

本業務の成果物として、以下の業務委託成果報告書、仕様書（案）、試作データ、ビューアを作成した。

- 業務委託成果報告書
 - ・ 「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」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向けた試作・評価に係る調査検討 委託業務成果報告書（本編）
 - ・ 「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」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向けた試作・評価に係る調査検討 委託業務成果報告書（概要版）
 - ・ 「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」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向けた試作・評価に係る調査検討 委託業務成果報告書（概要版・英語版）

- 仕様書（案）
 - ・ 自動走行システム向け地図データ仕様への提案 Ver.1.1
 - ・ 自動走行システム向け地図データ符号化仕様への提案（試作データ用符号化仕様）Ver.1.0
 - ・ ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）地図サプライヤ間インタフェース仕様書（案）Ver.1.0
 - ・ ダイナミックマップにおける準動的/準静的情報のデータ仕様（案）Ver.1.0

- 試作データ・プログラム
 - ・ 基盤的地図データ
 - ・ 準動的/準静的情報のサンプルデータ
 - ・ ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）実行プログラム
 - ・ ダイナミックマップビューア実行プログラム

- プログラム等取扱説明書
 - ・ ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）クライアント端末ソフトウェア取扱説明書（2016年度版）
 - ・ ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）サーバソフトウェア取扱説明書（2016年度版）
 - ・ ダイナミックマップセンター（プロトタイプ）仕様書（2016年度版）
 - ・ ダイナミックマップ ビューア 取扱説明書（2016年度版）

5.2 今後の課題

(1) 大規模実証実験に向けた準備

SIP-Adus が 2017 年 9 月～2019 年 3 月に予定している大規模実証実験に向けて、今年度作成した 300km で不足する大規模実証実験エリアの基盤的地図の作成や、ダイナミックマップセンターにおける準動的情報の実配信に向けた機能拡張を行う必要がある。

(2) 準動的情報の実配信に向けた検討

準動的情報の実配信に向けては、プローブ情報を保有する民間各社や、公共情報を保有する関連機関との合意形成が重要である。また、準動的情報と基盤的地図とを関連付けるための位置参照基盤となる CRP について、設置基準の検討や、リファレンステーブルの作成が必要である。

(3) ダイナミックマップの評価

大規模実証実験においては、国内外、産学の実験参加者によるダイナミックマップの評価が行われる。本評価において、協調領域としてダイナミックマップに格納すべき地物や属性、関連についての過不足の確認や、ダイナミックマップが自動走行システムの各ユースケースの要件を満たすかどうかの確認が必要である。

また、今年度試作において絶対精度 1/2500 を満たさないトンネル区間について、本試作データが自動走行システムに資するかどうか評価が必要である。

A) 付録：プローブ情報システムに関する特許情報や学会論文等一覧

表 A-1 に、第 2.2.2 節で調査したプローブ情報システムに関する特許情報や学会論文等を挙げる。

表 A-1 プローブ情報システムに関する特許情報や学会論文等

凡例)

【実証】

有→実証実験結果のデータあり、不明→実証実験を実施しているかは不明、無し→実証実験はなし（コンセプトのみ）

【精度】

不明→精度に関する具体的な記載が無い、無し→実証実験はなし（コンセプトのみ）

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
1	特許	濡れ（雨など）	不明	不明	フロントガラス（電極のインピーダンス変化）	Morgan D. Murphy, Duane D. Fortune, Kevin D. Kincaid	2012/11/15	US 2012/0286813 A1
2	特許	天候（晴天）	不明	不明	レーザーセンサで収集したデータ	Jiajun Zhu, Dmitri Dolgov, Dave Ferguson	2014/11/13	US 2014/0333468 A1
3	特許	フロントガラスに付着した雨粒など	不明	不明	2種類のセンサ（自己相関関数と相互相関関数によるチェック）	Vijayen S. Veerasamy	2012/2/7	US 8,109,141 B2
4		悪路レベル（ゆれ）	有	路面状況推定の正答率	スマホの加速度センサ、GPS	野村智洋・牧野友哉・白石陽	2013/7	マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
				94%				
5		路面段差	有	不明	スマホの加速度センサ、GPS、ジャイロセンサ	八木浩一	2010	第9回 ITS シンポジウム
6		凍結路面	有	<u>測定器A:</u> 更新時間 (秒)=1.54 車輪速分解能 (km/h) = 1 <u>測定器B:</u> 更新時間 (秒) = 0.1 車輪速分解能 (km/h) = 0.05625 凍結路面検知精度は不明	車輪速度、車体速度、加速度、位置	鈴木理・浜口慎平・浜岡秀勝	2007/9	土木計画学研究 24(4)
7		路面凍	有	不明	車輪速度、車体速度、加速度、	佐々木正大・鈴木理・浜岡秀勝	2008/9	土木計画学研究 25(4)

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
		結・スリップ			位置、ABS 作動情報、ハンドル角			
8		スリップ位置	有	不明	ABS 作動情報、位置	塚田悟之・上田真紀・高橋正起	2008	第 39 回土木計画学研究発表会
9		路面の乾燥・湿潤・シャーベット・積雪・圧雪・凍結	有	CAIS (Contact Area Information Sensing) 路面状態判別正答率(平均) 82%	インテリジェントタイヤ(タイヤ振動・タイヤ音・路面温度)	花塚泰史・森永啓誌・若尾泰通	2010/9	冰雪研究大会 2010
10		視界(吹雪の強さ)	有	不明	走行速度・ワイパー・灯火の使用状況	松澤勝・加治屋安彦・西田尚司・永田泰浩	2008	北海道の冰雪 27
11		トンネルの三次元構造	有	最大誤差 4.5m (0.1% トンネル全長) (3D モデル	レーザーレンジセンサー	Liang XUE, Shintaro ONO, Atsuhiko BANNON, Takeshi OISHI, Yoshihiro SATO, Katsushi IKEUCHI	2012	生産研究 64(2)

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
				とトンネル CAD2D データの比較)				
12		路面・走行状況の取得	有	不明	スマートフォン (GPS、3D 加速度センサ、マイク) および無線	Prashanth Mohan, Venkata N. Padmanabhan, and Ramachandran Ramjee	2008/4	Microsoft Reaseach India
13		路面の凹凸	不明	不明	振動センサ、GPS、	Jakob Eriksson, Lewis Girod, Bret Hull, Ryan Newton, Samuel Madden, Hari Balakrishnan	2008/6	MobiSys '08 Proceedings of the 6th international conference on Mobile systems, applications, and services
14		スリップする路面	有	摩擦係数の誤差 5%以下	タイヤに搭載した加速度センサ	Ryosuke Matsuzaki	2014/12/16	Smart Materials and Structures, 24(2)
15		(不明)	無し	無し	スマホ	Salil S. Kanhere	2011/6	Mobile Data Management (MDM), 2011 12th IEEE International Conference on (Volume:2)
16		路面の凹凸	有	不明	GPS、ABS センサ、車速度センサ、タイヤ速度センサ、加速度センサ	Jinhwan Jang Namchul Baik	2012/4	Transportation Research Number E-C162 April 2012, pp54-61

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
17		標識、レーン位置、スピードバンパー位置	不明	不明	カメラ、レーザースキャナ、LIDAR	Jaewoong Choi, Junyoung Lee, Dongwook Kim, Giacomo Soprani, Pietro Cerri, Alberto Broggi, Kyongsu Yi	2012/6	IEEE Teansactions on intelligent transportation systems, 13(2), pp974-982
18		乾燥、冠水、凍結、積雪状況	有	不明	ロードアイ（3種類の波長と写真を検出するディテクタ）、GPS	J. Casselgren, S. Rosendahl and J. Eliasson	2012/5	SIRWEC 2012
19		レーンと周辺車両との距離など	有	周辺車両台数検知精度 87.3% レーンと周辺車両との距離など⇒ 不明	フロントガラスに設置したレコーダー（カメラ？）	Chiung-Yao Fang, Jui-Hung Liang, Chaio-Shan Lo, and Sei-Wang Chen	2013	Computational Intelligence in Vehicles and Transportation Systems (CIVTS)
20		街中の交通状況	有	不明	roving sensor(車両に搭載した位置、スピードセンサ)	Javed Aslam, Sejoon Lim, Xinghao Pan, and Daniela Rus.	2012/11/06	SenSys '12 Proceedings of the 10th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
21		雨	不明	不明	フロントガラスのセンサ	Prajapati Vijay , Bhavin Khatri	2015	SIRWEC 2012,
22		事故警告、道路気象情報等	有	不明	事故情報：エアバッグ作動、GPS、緊急警告灯点灯 悪天候：温度、GPS 路面状態：道路路面状態センサー、ジャイロスコープ、GPS 緊急車両接近：車車間通信(VANET)	Timo Sukuvaara , Pertti Nurmi	2012/05/23-25	Connected vehicle safety network and road weather forecasting - The WiSafeCar project
23		雨、霧、渋滞	有	不明	S, C, X-band weather radar (雨)、フォグランプ(霧) GPS と加速度センサ(渋滞)	Marco Allegretti, Silvano Bertoldo	2014/9/17	Wireless Sensor Network Vol. 06 No. 09 (2014), pp184-191
24		事故検知	不明	不明	スマートフォン(加速度計、音響データ)	White, J., Thompson, C., Turner, H. et al.	June 2011	
25		事故検知	無し	無し	スマートフォン及び車載センサ(GPS 受信機、加速度計など)	Sneha R. Sontakke; Dr. A. D. Gawande	June 25, 2013	
26		路面状態(くぼみ検知)	無し	無し	三軸加速度計、GPS センサー	Gunjan Chugh ¹ , Divya Bansal ² and Sanjeev Sofat	2014	

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
27		路面状態 (くぼみ 検知)	有	不明	振動センサー、GPS	Lars Forslöf1 and Hans Jones	2015	
28		渋滞状況 (リンク 平均速 度)	有	位置精度 30m 以内の 誤差	スマートフォン	佐藤 雅明、和泉 順子、松井 加奈絵、上 田 憲道、植原 啓介、村井 純	2011/04/11	
29		(渋滞情 報)	有	不明	GPS 緯度・経度、方向、速度	財団法人 機械システム振興協会	2007/03	
30		旅行時間 予測	有	短期予測 (5 分~30 分先 まで) : 予測 誤差 16.1% 長期予測 (30 分~90 分 先) : 予測誤 差 25.6%		姚 恩建・佐藤 彰典	2008. 1. 12	
31		通行止め 区間 渋滞発生	有	不明	通行止め区間:プローブデー タ (経路変化) 渋滞発生箇所:プローブデー		2016/7	歴史都市防災論文集 Vol. 10

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
		箇所			タ(速度変化、交通量変化)			
32		潜在的事故危険箇所	有	不明	0.3G以上の急減速挙動が一定回数 以上計測された箇所	菊地 春海	2013/7	首都大学東京機関リポジトリ みやこ鳥 MIYAKO-DORI
33		旅行速度変化	有	不明	現時点からの時間経過に基づき3段階の予測を複合(短期予測:現在のリアルタイムプローブ情報、中期予測:現在の交通状況と過去の交通状況のパターンマッチング、長期予測:過去の旅行速度の統計地より将来変化を推定)	三菱電機株式会社 河合 克哉	2014/09/12	研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS)
34		信号待ち車列長	有	プローブカーの混入率10%の場合:正解率80%以上プローブカーの混入率低い場	プローブカー(走行履歴情報)	丹下智之, 廣森聡仁, 梅津高朗, 山口弘純, 東野輝夫	2014/07/02	マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム2014 論文集 2014, 1751-1759,

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
				合(～1%) : 正解率 30% ～60%以上				
35		渋滞先頭位置、末尾位置、渋滞延伸状況、旅行時間予測	有	不明	走行履歴データ(旅行速度)	千葉工業大学大学院 多田俊也/赤羽弘和	2009	-
36		交通状態(交通流率、交通密度、平均速度)	有	不明	プローブカー(走行履歴、車間距離)	瀬尾 亨, 日下部 貴彦, 朝倉 康夫	2014/12/15	土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol. 69 (2013) No. 5
37		突発事象(交通事故等)	有	プローブカー混入率による精度の比較	旅行時間変化量 プローブ通過台数の時間的変化率	牛木 隆匡, 日下部 貴彦, NGUYEN Xuan Long, 朝倉 康夫	2015/05/18	土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol. 70 (2014) No. 5

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
				混入率→正 検出率 0.1%→28.6% 1%→55.0% 10%→ 56.9%				
38		旅行時間	有	15分単位旅行時間	Bluetooth(MAC アドレス)	北澤 俊彦・塩見 康 2・田名部 淳・菅 芳樹・萩原 武司	2014/2/28	土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol. 70 (2014) No. 5 p. I_501-I_508
39		事故 (潜在的な事故危険箇所)	無し	無し	ABS, TRC, VSC の作動件数 (400m メッシュ)	村井 康洋, 近藤 達成	2016/02	自動車技術 70(2), 80-86, 2016-02
40		事故 (潜在的な事故危険箇所)	有	不明	生活道路へ流入する通過交通の旅行速度が約 40km/h 急ブレーキ発生率が平行する幹線道路を上回る区間	鈴木 桂太, 中村 圭介	2015/07	交通工学 50(3), 43-46
41		事故 (潜在的な事故危険箇所)	有	不明	プローブ情報(左右加速度強度±0.25G~0.5G)	垣原 清次, 服部 恵二	2015/01	交通工学 50(1), 22-25, 図巻頭 1p

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
		所)						
42	特許	突発事象	不明	不明	プローブデータ（交通密度、速度が閾値（固定値、または95%タイル値、平均値+2σ）	住友電気工業株式会社 矢野 純史	2012/10/01	出願番号：特願 2012-219497 出願日：2012年10月01日
43	特許	突発事象	有	不明	道路区間内のける車両の存在台数の変化値	住友電気工業株式会社 服部 理、下浦 弘、天目 健二	2001/06/26	出願番号：特願 2001-193242 出願日：2001年06月26日
44	特許	スリップ地点情報	不明	不明	プローブ情報(スリップ履歴：同一地点及び同一通行方向で複数回スリップ発生、同一車両が複数回スリップ発生)	アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 大竹 崇文	2012/06/27	出願番号：特願 2012-144175 出願日：2012年06月27日
45		事故検知	不明	不明	加速度計、音響センサー	White, J., Thompson, C., Turner, H. et al.	2011/6	Mobile Networks and Applications The Journal of SPECIAL ISSUES on Mobility of Systems, Users, Data and Computing
46		事故検知	無し	無し	GPS 受信機、加速度計など	Sneha R. Sontakke; Dr. A. D. Gawande	2013/6/25	International Journal of Advanced Computer Technology (IJACT) I VOLUME 2, NUMBER 3,

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
47		路面状態 (くぼみ 検知)	無し	無し	スマートフォンの三軸加速度計、GPS センサー	Gunjan Chugh ¹ , Divya Bansal ² and Sanjeev Sofat	2014	International Journal of Electronic and Electrical Engineering. Volume 7, Number 6 (2014), pp. 595-602
48		路面状態	有	不明	振動センサー、GPS	Lars Forslöf ¹ and Hans Jones	2015	Journal of Civil Engineering and Architecture 9 (2015) 485-496
49		天候情報	有	位置精度 500m	CV センサー		2015/9	INRIX ウェブサイト
50		天候情報	有	不明	気温センサー、気圧センサー等	Sheldon Drobot, Michael Chapman and Amanda Anderson, NCAR, and Paul Pisano, FHWA	2010/9	ITS International
51		障害物検知	有	不明	CCD ステレオビジョン	Raphael Labayrade Didier Aubert Sio Song Ieng		
52		冬季の路面状態	無し	無し	スマートフォンの加速度計、GPS	K. K. Kaare , O. Koppel & K. Kuhi	2013	WIT Transactions on The Built Environment, Vol 130,
53		交通渋滞	有	プローブカー混入率 10.1%→正解率 93.7%	CV センサー	Néstor Cárdenas-Benítez, Raúl Aquino-Santos, Pedro Magaña-Espinoza, José Aguilar-Velazco, Arthur Edwards-Block and Aldo Medina Cass	2016/4/28	Sensors 2016, 16(5), 599;

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
				プローブカー混入率 50%→正解率 98.4%				
54		運転行動、路面状態	有	不明	スマートフォンの加速度計	Nidhi Kalra, Gunjan Chugh, Divya Bansal	2014/7	International Journal of Computer Applications 98(12):5-9
55		駐車場入口・出口情報、駐車場混雑予測情報	有	不明	走行履歴（走行距離・自車位置・走行速度・センサー状態など）、駐車場入口の位置情報（緯度経度・侵入方向・接続道路情報など）、目的設定した地点・立寄地設定した地点・検索した地点・登録した地点（名称・緯度経度・登録日など）	Pinoneer		
56		車線別旅行時間	有	不明	走行履歴（位置、時間、速度）	本田技研工業株式会社		
57		降雨量	無し	無し	ワイパーの動きの速度、光学センサ、車速	Rabie, E., Haberland, U., Sester, M. and Fitzner, D.	2013	Hydrology and Earth System Sciences, 17, 4701-4712.

NO	特許	道路環境	実証	精度	センサ	発明者/著者	年月日	論文誌・発表元
58		路面状況 (凍結、 圧縮)	有	70~80%	GPS, 三方向加速度、ヨー角 速度、ピッチ角速度、前後車 輪のパルスデータ (SR セン サ)	宮坂純平, 中辻隆, 河村彰	2004	土木計画学研究・講演集 (CD-ROM) 巻 : 30 ページ : VI (214)
59		事故	無 し	無し	車速、位置情報	日下部 貴彦、牛木 隆匡、朝倉 康夫	2015	土木学会論文集 D3(土木計画 学), Vol. 71, No. 5
60		(車線毎 の) 旅行 時間、渋 滞度など	無 し	無し	リンク ID、走行車線、車速な ど	サナヴィ・インフォマティクス	2007	特許出願公開番号 2007-71579 公開日 2007 年 3 月 22 日
61		車線毎の 旅行時間	無 し	無し	位置情報	住友電気工業株式会社	2010	特許出願公開番号 2010-44526 公開日 2010 年 2 月 25 日