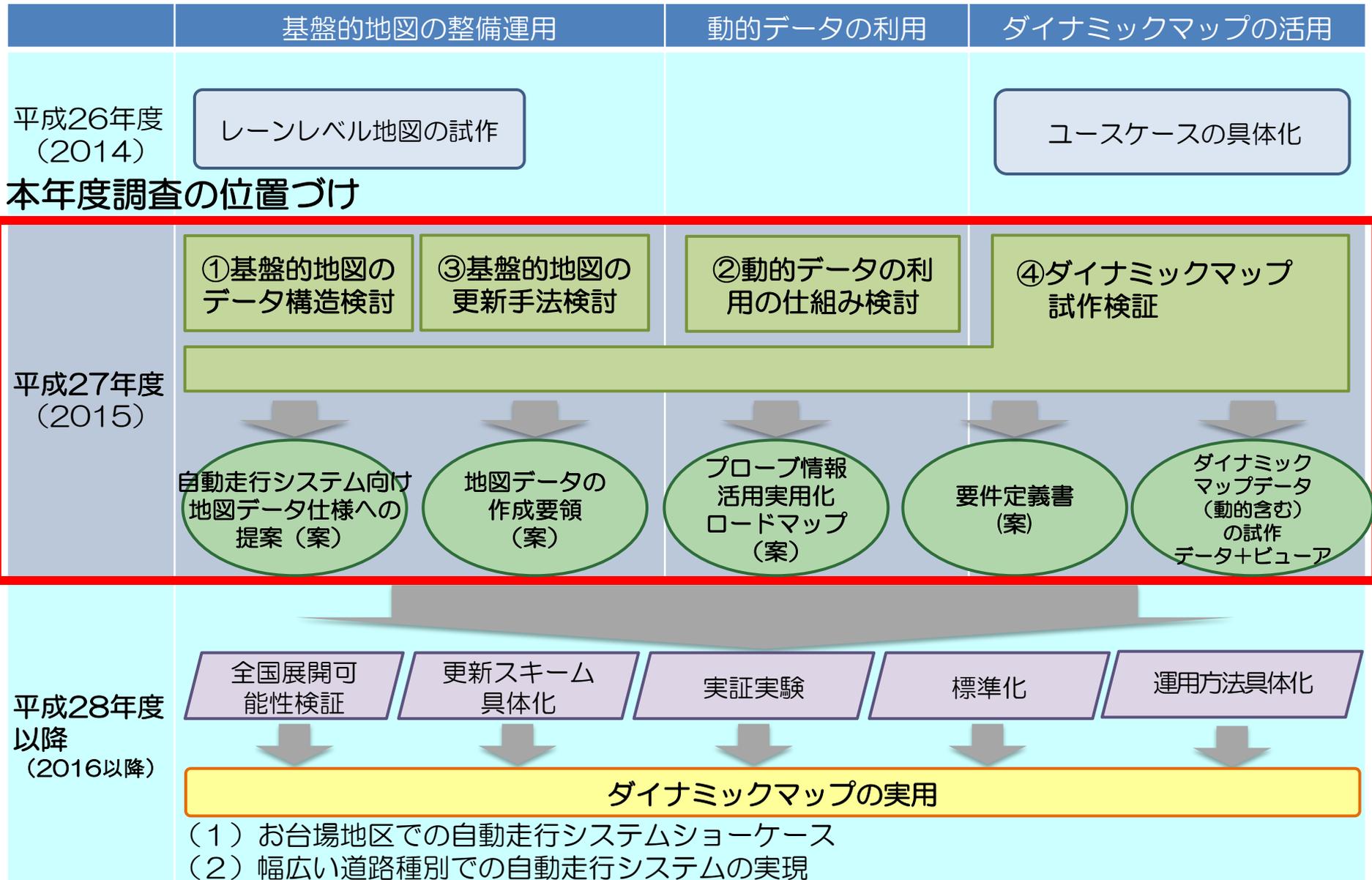

「SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)・自動走行システム」
自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性
に関する調査・検討におけるダイナミックマップ構築に向け
た試作・評価に係る調査検討

委託業務成果報告書（概要版）
2016年3月4日

ダイナミックマップ構築検討コンソーシアム

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

I 調査内容



Ⅱ 調査実施方法（1 / 2）

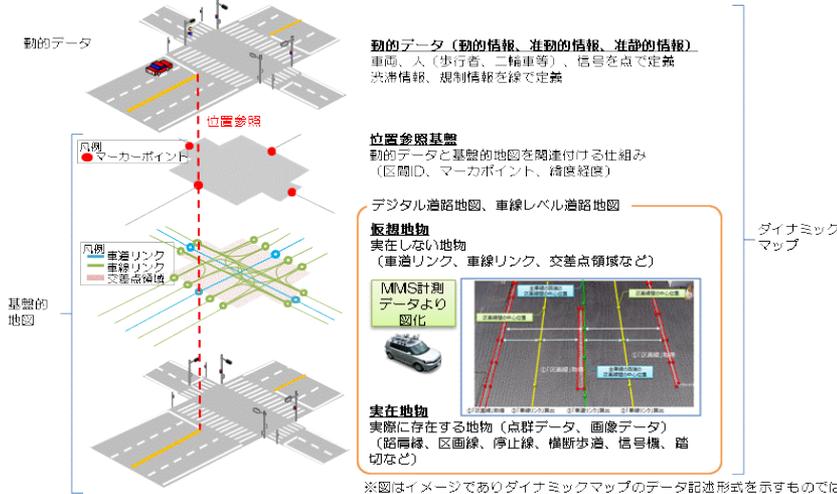
大項目	中項目	内容
1. 基盤的地図のデータ構造検討	1. 1 ユースケースの分析	• 各ユースケースに必要な地物・属性、要求精度・鮮度等を検討し、要件定義書（案）として取りまとめ
	1. 2 基盤的地図のデータ構造の検討	• 既存の関連仕様との整合性に留意したデータ構造を検討し、自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案）として取りまとめ
	1. 3 効率的な整備の仕組みの検討	• MMSを用いた地図作成方法を検討し、地図データの作成要領（案）として取りまとめ
	1. 4 グローバルな仕組みの検討	• 海外の類似検討との協調可能性を分析し、標準化領域を導出
	1. 5 基盤的地図のデータ間の連携方法の検討	• 道路の区間ID方式やカーナビ地図におけるデータ階層間の連携方法を踏まえた、基盤的地図のデータ間の連携方法を検討
2. 動的データの利用の仕組み検討	2. 1 動的データの仕様・データの入手・分析	• 道路管理者、交通管理者、デジタル道路や交通情報等を提供する関係者と調整し規格書を入手、分析
	2. 2 リアルタイムな情報提供と利用の検討	• 動的データの現在の鮮度・伝達時間の分析と、鮮度確保の仕組みを検討
	2. 3 プローブ情報の利用方法と課題の分析	• プローブ情報として収集されている情報を調査分析し、プローブ情報や車両の状態情報等の収集方法と利用する上での課題を検討
	2. 4 基盤的地図との連携方法の検討	• 道路の区間ID方式やカーナビ地図におけるデータ階層間の連携方法を踏まえた、動的データと基盤的地図との連携方法を検討

Ⅱ 調査実施方法（2/2）

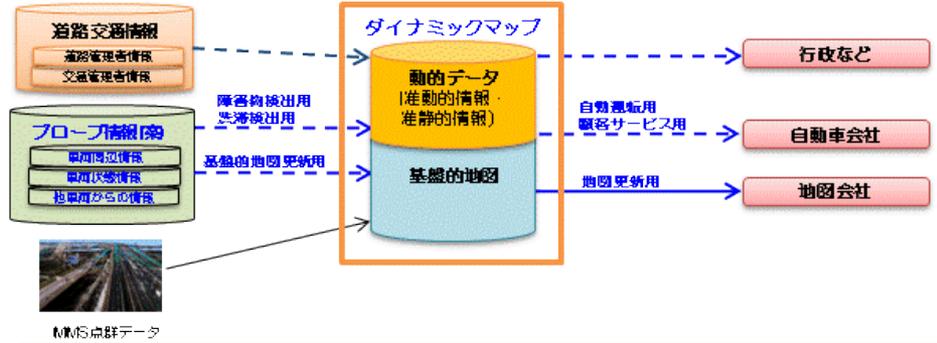
大項目	中項目	内容
3. 基盤的地図の更新手法検討	3. 1 道路交通情報の利用による更新手法検討	<ul style="list-style-type: none"> 工事予定情報及び工事規制情報による、情報の更新手法を検討
	3. 2 MMSの情報の利用による更新手法検討	<ul style="list-style-type: none"> MMSから取得できる更新情報、取得できない更新情報を分析
	3. 3 プローブ情報の利用による更新手法検討	<ul style="list-style-type: none"> 車両センサから取得できる更新情報、取得できない更新情報を分析
	3. 4 各更新手法の課題、メリット・デメリット分析	<ul style="list-style-type: none"> 各更新手法のメリット・デメリットを踏まえ、適用すべき更新手法の優先度を整理
4. ダイナミックマップ試作検証	4. 1 基盤的地図・動的データのデータ試作	<ul style="list-style-type: none"> 昨年度の成果(MMS計測データ)から「データ仕様書(案)」の形式でデータを試作
	4. 2 ダイナミックマップのビューアによる検証	<ul style="list-style-type: none"> ユースケースを踏まえた走行シナリオを設定してビューアで評価 既存の素材を活かした効率的なビューアを作成
	4. 3 ダイナミックマップのデータ利用視点での評価	<ul style="list-style-type: none"> 地図調製者3社によるダイナミックマップを評価
5. 報告書の作成		<ul style="list-style-type: none"> 検討結果を整理するとともに、標準化時の素案に資するよう以下の文書を作成 ①自動走行システムに資する基盤的地図の要件定義書（案） ②自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案） ③地図データ作成要領（案）

Ⅲ ダイナミックマップの特徴

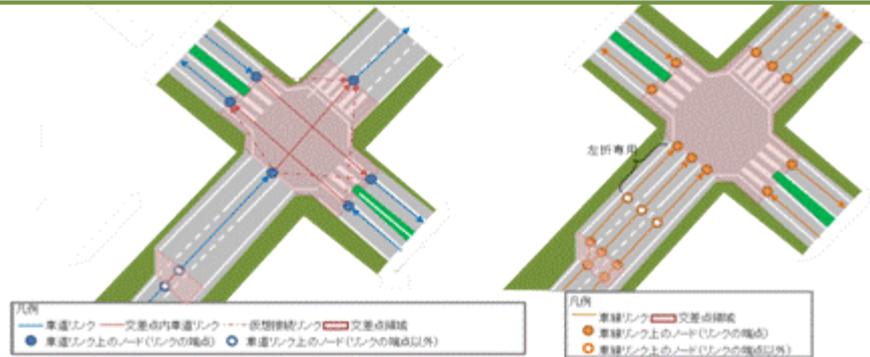
1. 階層構造は、基盤的地図（静的情報）+動的データ（准静的情報/准動的情報/動的情報）で構成
2. 基盤的地図は、MMS計測データより作成



※図はイメージでありダイナミックマップのデータ記述形式を示すものではない。



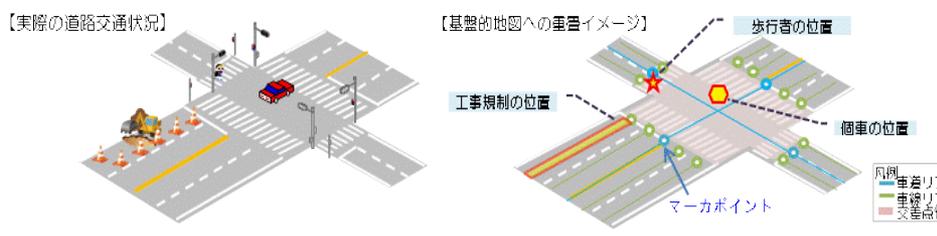
6. 車道リンク/車線リンク（交差点内含む）で道路ネットワークを表現し、属性情報を付与



3. 基盤的地図は、実在地物26地物と仮想地物8地物を整理
4. データ仕様は、「先進運転支援のための新高度DRM検討用試作データの仕様書（素案）」を採用し、追加・変更を検討
5. 実在地物の精度は「相対位置25cm以内」

実在地物		仮想地物	
No.	地物名	No.	地物名
1	導流帯	14	駐車場領域
2	踏切	15	駐車マス領域
3	非常駐車帯	16	駐車マス線
4	歩道縁	17	ガードレール
5	トールアイランド	18	キャッツアイ
6	軌道敷	19	スピードブレイカー
7	路面電車停留所（標示）	20	デリニエーター
8	路面電車停留所（島）	21	ラバーボール
9	横断歩道	22	照明灯
10	道路標示（文字）	23	電柱
11	路肩縁	24	信号機
12	区画線	25	道路標識板
13	停止線	26	距離標
		1	車道リンク
		2	車線リンク
		3	車道リンク上のノード
		4	車線リンク上のノード
		5	交差点内車線リンク
		6	交差点領域
		7	車道領域
		8	車線領域

7. 位置参照基盤（マーカポイント）で動的データを紐付け



1. 基盤的地図のデータ構造検討

1. 1 ユースケースの分析

(1) 各ユースケースに必要なとなる地図情報に関する要件（地物・属性・鮮度・精度）

自動走行システムのユースケース（案）で提示された、各ユースケース(Use Case1~4の全18ケース）で必要となる地物・属性・鮮度・精度を整理した。

表1.1-1 ユースケースでの地図情報（静的データ）

No	地物種別		必須	用語の定義	自動走行用途	要求精度	鮮度	座標の持ち方					
	地物名							面	線	点	座標数	座標の概要	
1	実在 地物	導流体	○	導流体の領域	自車位置補正、走行可能範囲取得	相対位置 25cm 以内	変更時	○			4点以上	外周線の中心線、または車線境界線、車道外側線、車道中央線等の中心線	
2		踏切	○	踏切の領域	自車位置補正、走行可能範囲取得、規制属性取得			○			4点以上	道路と鉄道敷地の境界線で構成される領域	
3		非常駐車帯		非常駐車帯の領域	自車位置補正			○			4点以上	外周線、または地覆の下端線、監査歩廊で構成される非常駐車帯の領域	
4		歩道縁		歩道の車道側の縁線	自車位置補正				○		2点以上	道路と並行する縁線の車道側	
5		トールアイランド		トールアイランドの領域	自車位置補正			○			4点以上	トールアイランドの外周	
6		軌道敷		路面電車の軌道の領域	自車位置補正			○			4点以上	軌道敷の外周の縁線	
7		路面電車停留所（標示）		道路標示で示される路面電車の停留所の領域	自車位置補正			○			4点以上	停留所の道路標示の縁線（外周）	
8		路面電車停留所（島）		島で構成される路面電車の停留所の領域	自車位置補正			○			4点以上	停留所と軌道敷の境界線（外周）	
9		横断歩道	○	横断歩道の領域	自車位置補正			○			4点以上	横断歩道の外周線の中心線、または外周	
10		道路標示（文字）		速度規制などの交通規制に関する道路標示の領域	自車位置補正、規制属性取得			○			4点以上	文字を囲む領域（矩形）	
11		路肩縁	○	路肩の縁線	自車位置補正、退避可能領域取得				○		2点以上	路肩の車道側の縁線	
12		区画線		区画線の場所	自車位置補正、走行可能範囲取得				○		2点以上	車道中央線、車線境界線、車道外側線の中心線	
13		停止線	○	停止線の位置	自車位置補正、規制属性取得				○		2点以上	停止線の手前の縁線	
14		駐車場領域		駐車場領域	駐車運転支援			○			4点以上	駐車場の領域、SA/PAの場合導入路は含まない	
15		駐車マス領域		駐車領域	駐車運転支援			○			4点以上	駐車マスの領域（枠線の場合、内側の線）	
16		駐車マス線		駐車領域の境界位置	駐車運転支援				○		2点以上	駐車マス線の中心線	
17	道路 関連 地物	ガードレール		ガードレールの場所	自車位置補正、 静的障害物と動的障害物との判別			○		2点以上	ガードレールの上部の中心位置		
18		キャッツアイ		キャッツアイの中心位置	自車位置補正				○	1点	反射部の中心位置		
19		スピードブレイカー		スピードブレイカーの場所	自車位置補正			○		2点以上	スピードブレイカーの中心線		
20		デリニエーター		デリニエーター（視線誘導標）の中心位置	自車位置補正、 道路の変化に合わせた先読み					○	1点	反射プレートの中心位置	
21		ラバーボール		ラバーボール上端の中心位置	自車位置補正					○	1点	上端の中心位置	
22		照明灯		照明灯の設置場所の中心位置	自車位置補正					○	1点	接地の中心位置	
23		電柱		電柱の設置場所の中心位置	自車位置補正					○	1点	接地の中心位置	
24		信号機	○	信号機の地点と種別	自車位置補正、 信号認識速度向上の支援					○	1点	灯色の筐体の中心位置	
25		道路標識板		速度規制などの交通規制に関する道路標識板の地点と種別	自車位置補正、規制情報取得					○	1点	道路標識板の中心位置	
26		距離標		距離標の地点	自車位置補正					○	1点	距離表示（表示面）の中心位置	
27	仮想 地物	車道リンク	○	道路縁で囲まれる範囲のおおよその中心	道路形状の特定				○	2点以上	道路縁で囲まれる範囲のおおよその中心を線として取得		
28		交差点内車線リンク		交差点内における走行可能な経路をつないだ線	交差点における接続関係 （走行可能経路）				○	2点以上	走行可能な経路、もしくは、直線での接続関係		
29		車線リンク		車道の通行を区分する車線の中心線を規定する仮想線	走行すべき車線の特定、進行方向、 前方の先読み（カーブ等）				○	2点以上	隣接する区画線の中心線の中心を線として取得		
30		車道リンク上のノード	○	車道リンクの始点および終点、実在地物から投影点、付加属性の付与点	走行車道リンク上における規制属性等の位置特定					○	1点	構成点の位置（車道リンク上）	
31		車線リンク上のノード		車線リンクの始点および終点、実在地物から投影点、付加属性の付与点	走行車線リンク上における規制属性等の位置特定					○	1点	構成点の位置（車線リンク上）	
32		交差点領域	○	十字路、丁字路、その他2つ以上の車道が交差する部分	道路ネットワーク					○	4点以上	停止線等の区画線または交差点の隅切りを道路横断方向に延長した線分と路肩縁で囲まれた範囲	
33		車道領域		車両が物理的に走行可能な領域	走行可能範囲取得					○	4点以上	車道リンクで区切られる線と路肩縁で囲まれた範囲	
34		車線領域		車線の領域	走行可能範囲取得					○	4点以上	車線リンクで区切られる線と区画線の中心線で囲まれた範囲	

(2) 基盤的地図の要件定義書の作成

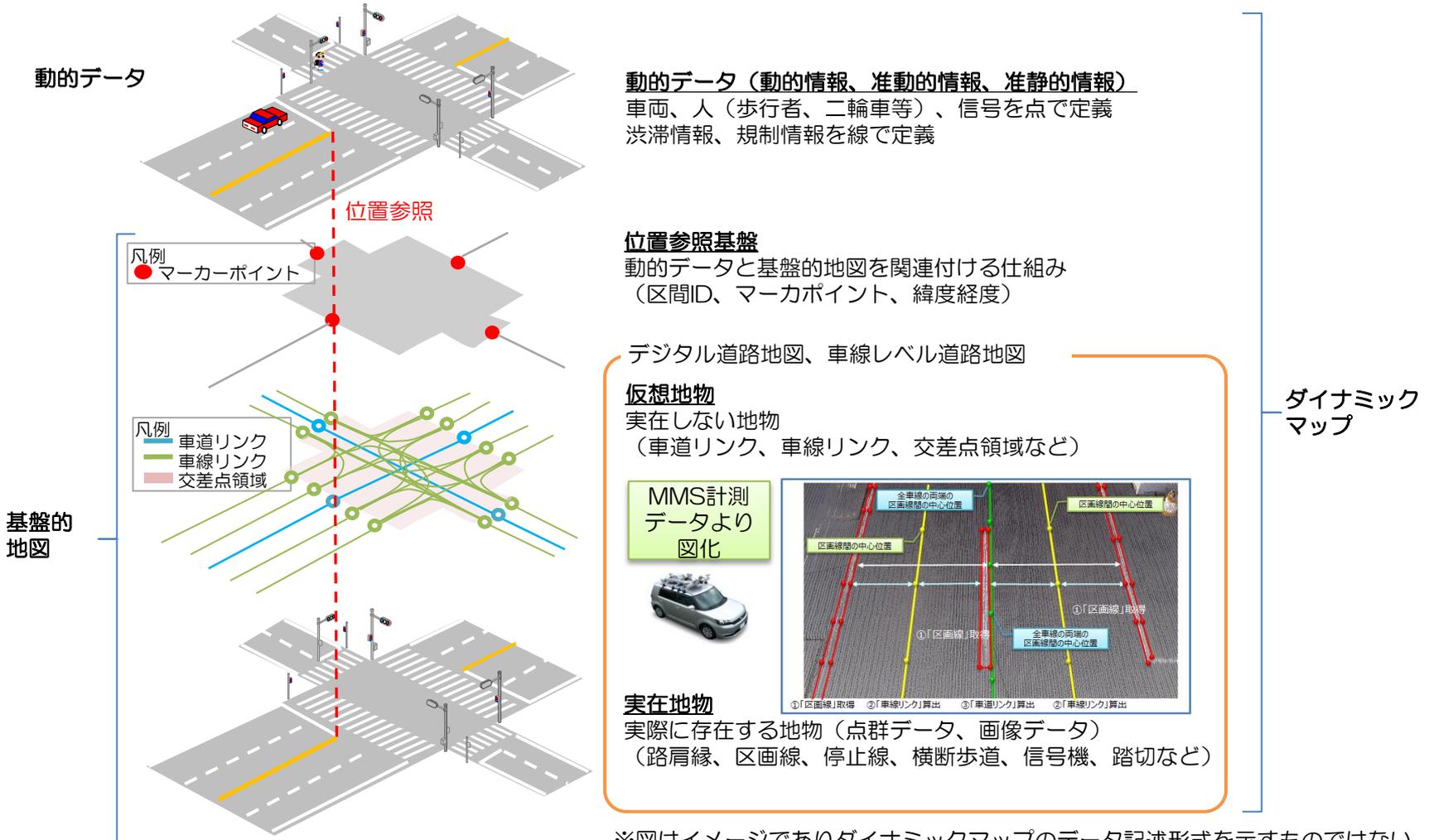
ユースケース分析での検討結果は、「要件定義書（案）」として取りまとめた。

1. 基盤的地図のデータ構造検討

1. 2 基盤的地図のデータ構造の検討

(1) ダイナミックマップの階層構造

ダイナミックマップとは、基準点から相対位置25cmの高精度な地図（基盤的地図：路肩縁、車道リンク、車線リンク等）に、時々刻々と変化する動的データ（動的情報、准動的情報、准静的情報）を重畳したものである。



※図はイメージでありダイナミックマップのデータ記述形式を示すものではない。

図1.2-1 ダイナミックマップの階層構造

1. 基盤的地図のデータ構造検討

1. 2 基盤的地図のデータ構造の検討

(2) 車線レベルでのデータ構造の検討

【ネットワーク表現】

- ① 仮想地物として、車線リンク、車道リンク、交差点領域、交差点内車線リンク等を定義し、方向性を持つベクトルデータとしている。
- ② 車道リンクは、単路部では交差点領域または無車線区間の間で区切り、交差点領域内の車道リンクは単路部と交差点領域の境界と境界で区切る。車線リンクは、交差点領域間と属性が変化する点で区切る。
- ③ 属性情報として、規制情報、横断・縦断勾配情報、カーブ情報を規定している。



図1.2-2 車道リンクと車線リンク

【実在地物・仮想地物間の関係】

- ① 実在地物と仮想地物は、位置関係から双方の関係を明確に把握できる場合は「仮想地物への投影無し」とし、位置関係からは双方の関係を明確に把握できない場合は「仮想地物への投影有り」とした。
- ② 「仮想地物への投影有り」としているのは、道路標識板、距離標、信号機の3つの実在地物である。

道路標識板は「仮想地物に投影有り」のため、道路標識板の位置には、車道リンク、車線リンクともにリンクが置かれる。

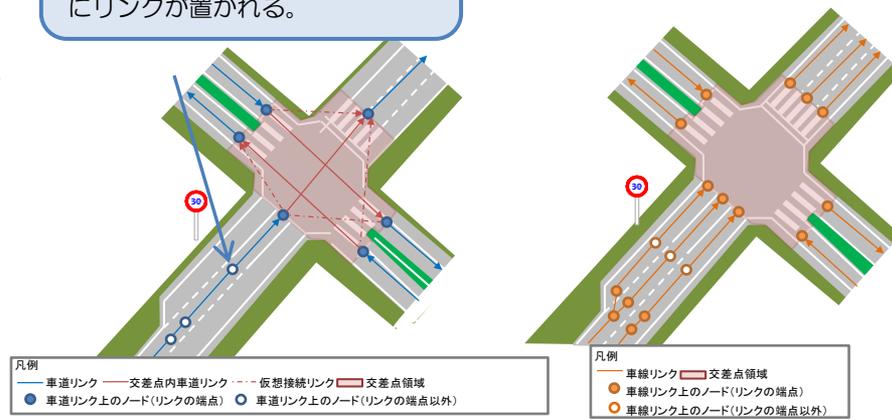


図1.2-3 実在地物と仮想地物の関係

(3) 自動走行システム向け地図データ仕様への提案(案)の作成

ダイナミックマップの基盤的地図のデータ構造として、国際協調の観点から「先進運転支援のための新高度DRM検討用試作データの仕様書(素案)」(新高度DRM-DB検討用仕様書)の適用を検討した。

1. 基盤的地図のデータ構造検討

1. 3 効率的な整備の仕組みの検討

(1) 地図データ作成手順の整理

MMS(Mobile Mapping System)で取得した点群データから生成したベクトルデータを元にして各種地物・属性を定義するための手順を明確化。またMMSの点群データでは生成が難しい地物・属性を明確化。

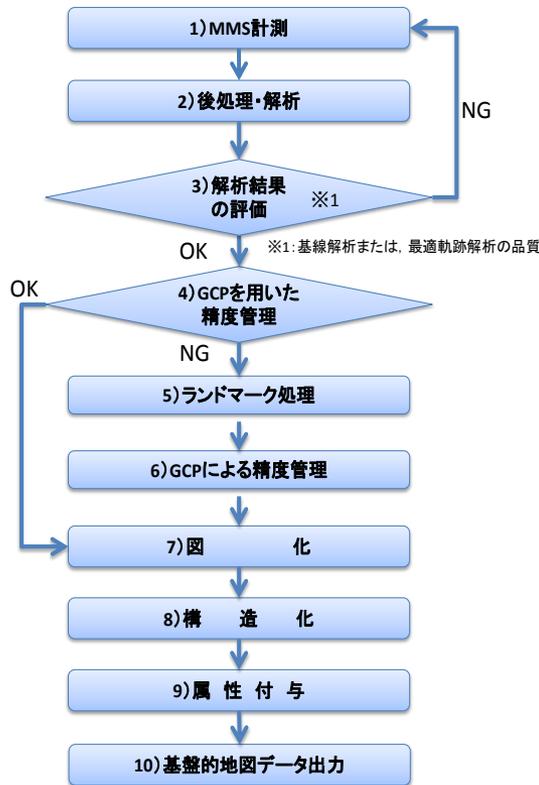


図1.3-1 図化フロー

表1.3-1 MMS計測データによる地物の作成可否

【実在地物】				【仮想地物】			
No	地物	属性	MMSによる作成可否	No	地物	属性	MMSによる作成可否
1	路肩線	場所	○	1	車線リンク	場所	○*
		駐車場出入口	○			車線リンク種別	○*
		車道外へのアクセス可否	○			車線番号(左から付番)	○*
2	歩道線	場所	○			車線番号枝番	○*
		場所	○			リバーシブルレーン	△
3	区間線	場所	○			車線数	○
		区画線種別	○			車線開始番号	○*
		線種種別	○			道路標識による規制	○
		線色	○			道路標識による規制	○
4	横断歩道	範囲	○			水平方向属性	○*
		場所	○	縦断勾配属性	○*		
5	停止線	場所	○	横断勾配属性	○*		
		線幅	○				
6	導流帯	範囲	○	2	車道リンク	場所	○*
7	非常駐車帯	範囲	○			車道リンク種別	○*
8	道路標示(文字)	範囲	○			道路種別	▲
9	踏切	範囲	○			道路標示による規制	○
		範囲	○			道路標識による規制	○
10	軌道敷	範囲	○			水平方向属性	○*
11	路面電車停留所(島)	範囲	○			縦断勾配属性	○*
12	路面電車停留所(標示)	範囲	○			横断勾配属性	○*
13	トールアイランド	範囲	○			DRMリンク情報	▲
14	駐車場領域	範囲	○			区間ID情報	▲
15	駐車マス領域	範囲	△	VICSリンク情報	▲		
16	駐車マス線	場所	△	3	交差点内車線リンク	場所	○*
17	ガードレール	場所	○	走行経路記述の有無	○*		
18	キャッツアイ	地点	○	4	車道リンク上のノード	地点	○*
19	スピードブレイカー	場所	○	5	車線リンク上のノード	地点	○*
20	デリニエーター	地点	○	6	交差点領域	場所	○*
21	ラバーボール	地点	○	7	車道領域	場所	○*
22	距離標	地点	△	8	車線領域	場所	○*
		距離程	○				
23	照明灯	地点	△				
24	電柱	地点	△				
25	信号機	地点	○				
		信号機種別	○				
		信号機形状種別	○				
		矢印信号機の数	○				
26	道路標識板	地点	○				
		道路標識種別	○				

凡例

○: 作成可否

△: 植栽等でMMS計測データで取得できない場合がある

▲: 他資源からの情報を活用

※: 実在地物の情報をもとに計算する属性

(2) 地図データ作成要領の作成

効率的な整備の仕組みの検討結果を「地図データ作成要領案(案)」として取りまとめた。

1. 基盤的地図のデータ構造検討

1.5 基盤的地図のデータ間の連携方法の検討

(1) 位置参照基盤の定義

基盤的地図に収録された地物からの位置関係を示す方法のイメージは図1.5-1のとおりである。

基盤的地図に収録される地物の位置からの距離などにより位置を示す方法である。これにより、任意の地点の緯度経度が異なる地図間での情報交換も可能となる。

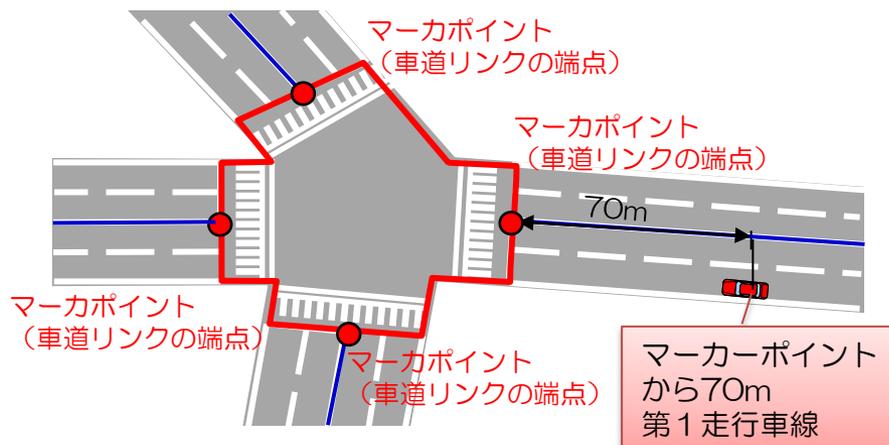


図1.5-1 位置参照(マーカーポイント)のイメージ

【平面交差部の例】

マーカーポイントにはノード番号の他に参照点番号と区間番号 (区間ID)を設定する。

平面交差部の場合、道路の区間IDテーブルでは参照点1点で交差部を表現している。従って、基盤的地図のマーカーポイントの情報は図1.5-2になる。

ノード		****
マーカーポイント	参照点番号	O1
	上下線分離・非分離種別	上下線分離
	流入・流出種別	流入
接続情報(単路側)	接続される単路部のリンクの区間・参照点の種別	区間
	区間番号	O4
接続情報(領域側)	参照点内の交差点領域の順	-
	他方の交差点領域と接続するリンクの区間・参照点の種別	区間
接続情報(領域側)	区間番号	O1
	参照点内の交差点領域の順	-
接続情報(領域側)	他方の交差点領域と接続するリンクの区間・参照点の種別	区間
	区間番号	O2
	参照点内の交差点領域の順	-

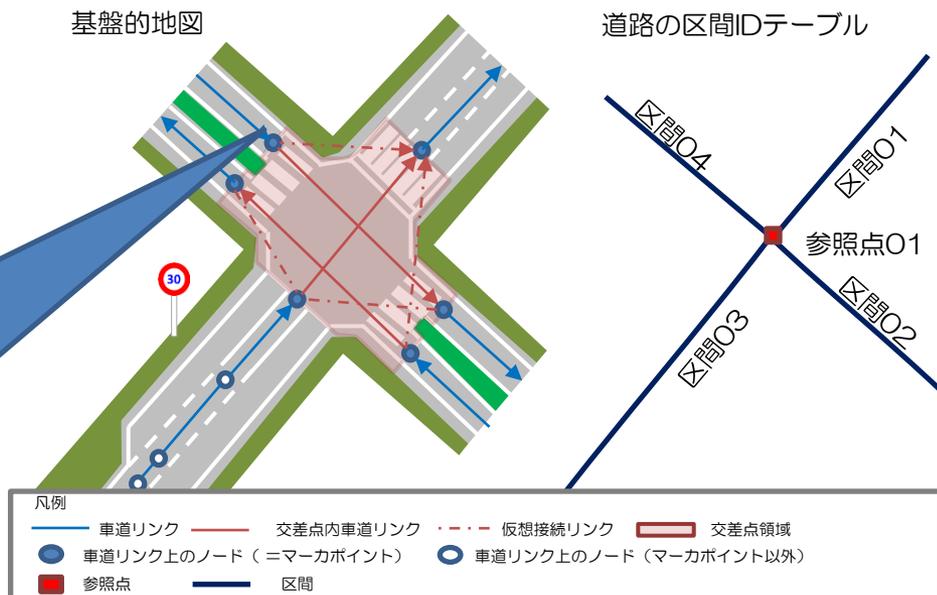


図1.5-2 平面交差部の例

2. 動的データの利用の仕組み検討

2.1 動的データの仕様・データの入手・分析

(1) 動的データの仕様・データの入手

ユースケースにおける動的データを整理した。

表2.1-1 ユースケースにおける動的データと既存システムにおける動的データの対応関係

No	区分	ユースケースにおける動的データ	位置表現形式	既存システムの精度※
1	自動車専用道路	閉鎖料金レーン情報	線	—
2		料金所前後を走行する車両の情報	点	車道レベル
3		渋滞情報（本線への合流・分流）	線	車道レベル
4		本線を走行する車両	点	車道レベル
5		先行車情報	点	車道レベル
6		隣接車情報	点	車道レベル
7		工事規制情報	線	車道レベル
8		周辺車両情報	点	車道レベル
9		駐車可能情報（空き情報）	面	車道レベル
10		駐車場内を走行する車両の情報	点	車道レベル
11	一般道	先行する車両の情報	点	車道レベル
12		隣接車情報	点	車道レベル
13		先行車両	点	車道レベル
14		併走する二輪車の情報	点	車道レベル
15		歩道を行き交う歩行者の情報	点	車道レベル
16		渋滞情報（優先道路への合流）	線	車道レベル
17		優先道路を走行する車両	点	車道レベル
18		周辺車両情報	点	車道レベル
19		信号の状態	点	車道レベル
20		対向車情報	点	車道レベル
21		二輪車情報	点	車道レベル
22		歩行者・自転車情報	点	車道レベル
23		前方の自転車の情報	点	車道レベル
24		前方の車両情報	点	車道レベル
25		前方の歩行者の情報	点	車道レベル

※既存システムのデータフォーマット等を踏まえて、動的データの精度を整理

2. 動的データの利用の仕組み検討

2. 2 リアルタイムな情報提供と利用の検討

(1) ダイナミックマップにおける動的データの流れ

ダイナミックマップにおいては、道路交通情報やプローブ情報を集約して、動的データ（准動的情報、准静的情報）を生成することが期待される。

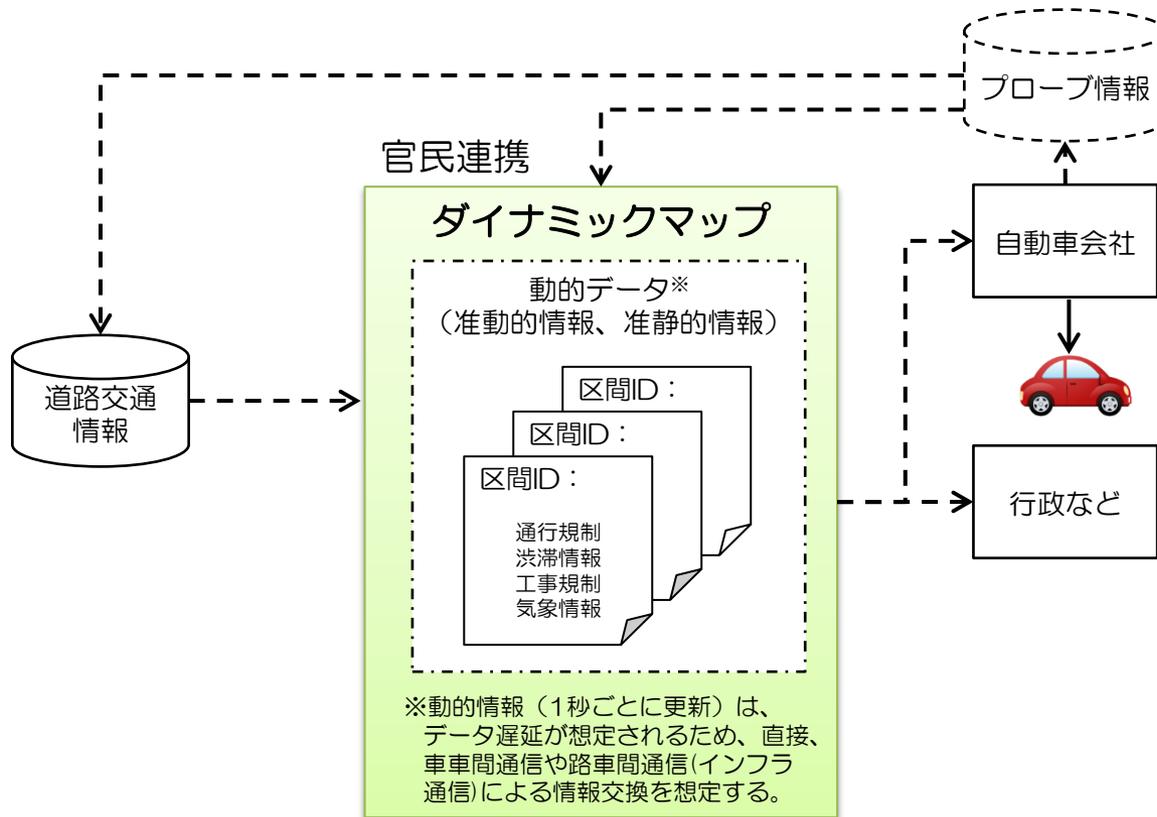


図2.2-1 ダイナミックマップにおける動的データの流れ

2. 動的データの利用の仕組み検討

2.3 プローブ情報の利用方法と課題の分析

(1) プローブ情報の種類と利用方法

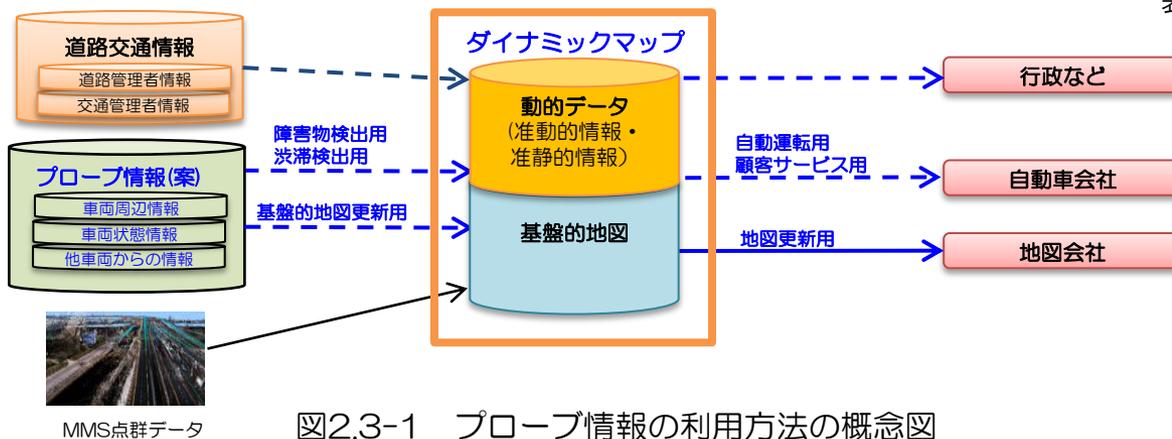


表2.3-1 将来収集できる可能性のあるプローブ情報

プローブ情報(案)	データ精度
車両ID	無し
車両情報	無し
車両軌跡情報	数m
位置情報	数m
時間情報	数分～10数分
速度情報	10数Km/h
車両周辺情報	数10cm～数m
車両状態情報	数10cm～数m
他車両からの情報	数10cm～数m

表2.3-2 プローブ情報を利用する上での課題

No	項目	内容
1	プローブ情報の検出精度	車両からの情報による基盤的地図の更新のためには、数10台の車両からの情報の利用するなど、更新に利用可能な精度が必要
2	提供可能な情報の抽出	自動車会社（テレマティクス）で収集しているプローブ情報は、顧客への情報提供サービスの差別化情報や顧客管理のための個人情報が含まれるため、提供可能な情報を選択するとともに、統計処理した情報となり、リアルタイム性が低下
3	通信回線の速度（容量）と料金	現在、様々な方法で車両からのプローブ情報が収集されているが、通信回線の速度（容量）・料金により収集可能な情報量が限られており、障害物検出、渋滞検出、基盤地図更新等の活用のためには、より高速（大容量）で安価な通信方法が必要
4	ビジネスモデル	自動車会社（テレマティクス）で収集しているプローブ情報は、各社の競争領域であり、各社の顧客サービスのビジネスとして利用している。 このため、自動車会社からのプローブ情報を得るためには、ユーザ（自動車購入者）への利用目的やメリットの整理と、情報提供費用を含めたビジネスモデルの検討が必要

2. 動的データの利用の仕組み検討

2.3 プローブ情報の利用方法と課題の分析

(2) プローブ情報活用実用化ロードマップ（案）

現在、テレマティクス搭載車両などで収集するプローブ情報においては、通信回線の速度（容量）・料金により収集可能な情報量が限られている。そのため、現在の通信環境で収集可能なプローブ情報においては、動的データを生成するための特徴量データの生成や、基盤的地図更新箇所を検出するための差分情報の生成に、利用可能と考えられる。

将来、通信回線の速度（容量）の拡大、料金の低価格化により車両からの情報量が拡大した場合には、車両センサの生データの収集による、高精度な動的データ生成や基盤的地図更新の可能性があると考えられる。

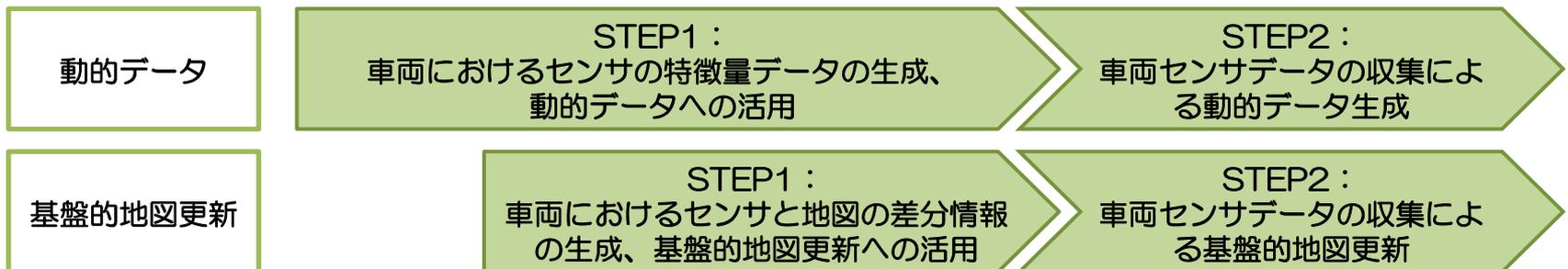
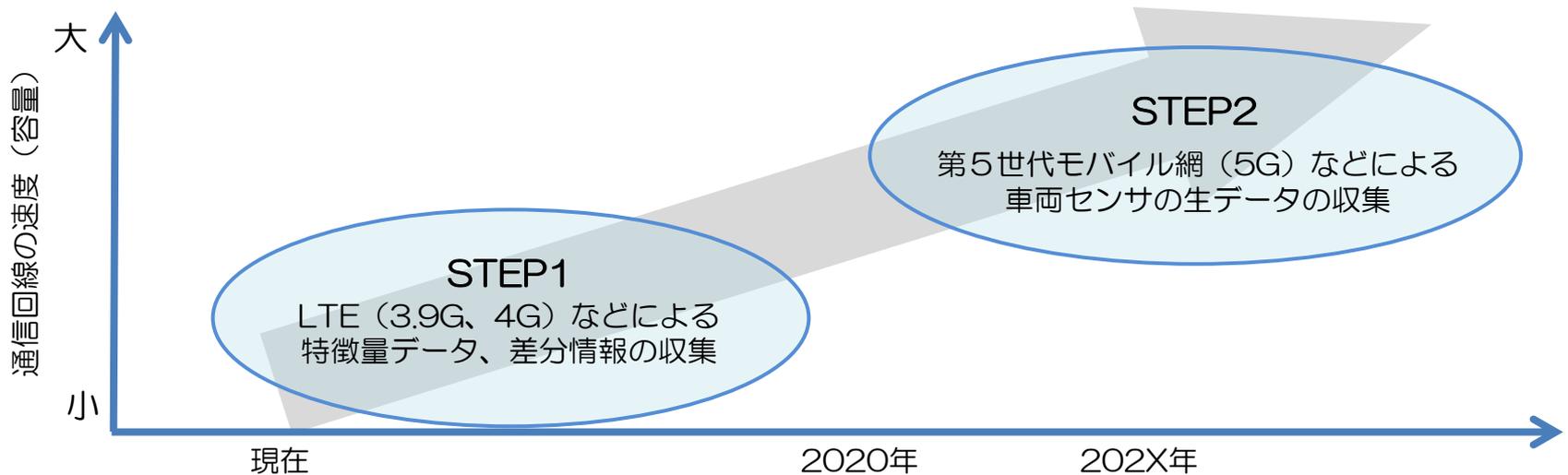


図2.3-2 プローブ情報の活用と収集手段の推移（概念図）

2. 動的データの利用の仕組み検討

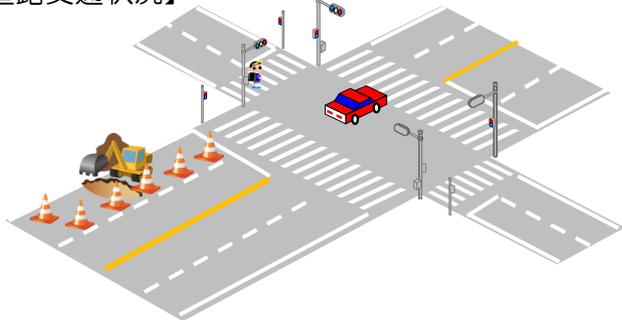
2.4 基盤的地図との連携方法の検討

(1) 動的データと位置参照基盤の関連付け方法の検討

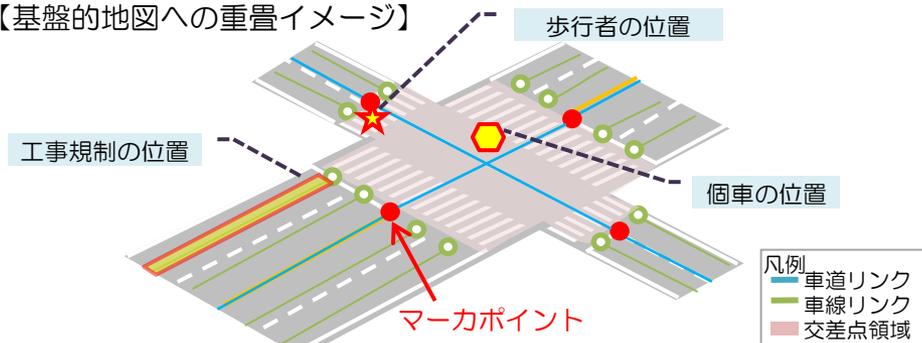
ダイナミックマップに重畳する動的データは、大きく分けると点、線の二つに大別される。

情報は座標（緯度経度）の他、マーカポイントからOmの〇車線目といった相対表現で基盤的地図と関連を図る。

【実際の道路交通状況】



【基盤的地図への重畳イメージ】



【点の表現（フォーマット案）】



【線の表現（フォーマット案）】



データエレメント	説明	備考
車道リンクID	当該地点が含まれる車道リンクID	
相対距離の基点を表すマーカポイントID	当該地点に近い方のマーカポイントのID	
相対距離	当該マーカポイントから道路上の参照点までの距離	数値
オフセット方向	車道リンク向き（起点から終点の向き）を正面として左右を判断	1：左 1.0：右
オフセット距離	道路上の参照点から指定方向の垂線を下ろした距離	
道路の断面上の位置	示す地点の道路の断面上の位置	1：その他 2：車両進入可能領域外（歩道等） 3：車両進入可能領域（路肩等） 4：車線
車道リンクに対する方向	車道リンクの向きに対して、順方向か逆方向かを判断（道路の断面上の位置が3、4の場合のみ）	0：その他 1：順方向 2：逆方向
車線番号	基盤的地図上の車線ごとにデータを生成（道路の断面上の位置が4の場合のみ）	道路進行方向に対して、左の車線から順番に番号を付与する。

データエレメント	説明	備考
車道リンクID	当該区間が含まれる車道リンクID	
相対距離の基点を表すマーカポイントID	当該区間に近い方のマーカポイントのID	
相対距離	当該マーカポイントから区間の先頭までの距離	数値
オフセット方向	車道リンク向き（起点から終点の向き）を正面として左右を判断	1：左 1.0：右
オフセット距離	道路上の参照点から指定方向の垂線を下ろした距離	
道路の断面上の位置	示す地点の道路の断面上の位置	1：その他 2：車両進入可能領域外（歩道等） 3：車両進入可能領域（路肩等） 4：車線
車道リンクに対する方向	車道リンクの向きに対して、順方向か逆方向かを判断（道路の断面上の位置が3、4の場合のみ）	0：その他 1：順方向 2：逆方向
車線番号	基盤的地図上の車線ごとにデータを生成（道路の断面上の位置が4の場合のみ）	道路進行方向に対して、左の車線から順番に番号を付与する。
区間の末尾	上記「区間の先頭」と同じデータ構造	
道のり	区間の先頭から区間の末尾までの距離	数値

3. 基盤的地図の更新手法検討

3. 1 道路交通情報の利用による更新手法検討

(1) 地図更新に関連する道路交通情報

工事予定情報および工事規制情報による地図更新の可能性を検討した。

変更後の具体的な地物の位置や属性はわからないが、工事予定情報や工事規制情報に含まれる「原因」により、地物の変更可能性が高いことを事前に把握できる可能性がある。

【工事予定情報】路線名称、方向、工事予定区間、原因、規制内容、規制開始日、規制解除日

【工事規制情報】路線名称、方向、規制区間、原因、規制内容

表3.1-1 工事予定情報および工事規制情報より把握できる地物の変更可能性

地物例	原因毎の変更可能性
区画線	各種工事により変更可能性が高い
標識などの道路付属物	道路付属物の位置や内容が変わることは稀である
勾配などの物理的属性	道路の物理的な構造は、大規模修繕工事以外の時に変わることはない

(2) 効率的な地図更新手法

工事予定情報および工事規制情報より、効率的なMMSの計測走行計画の立案に役立てることができる可能性がある。

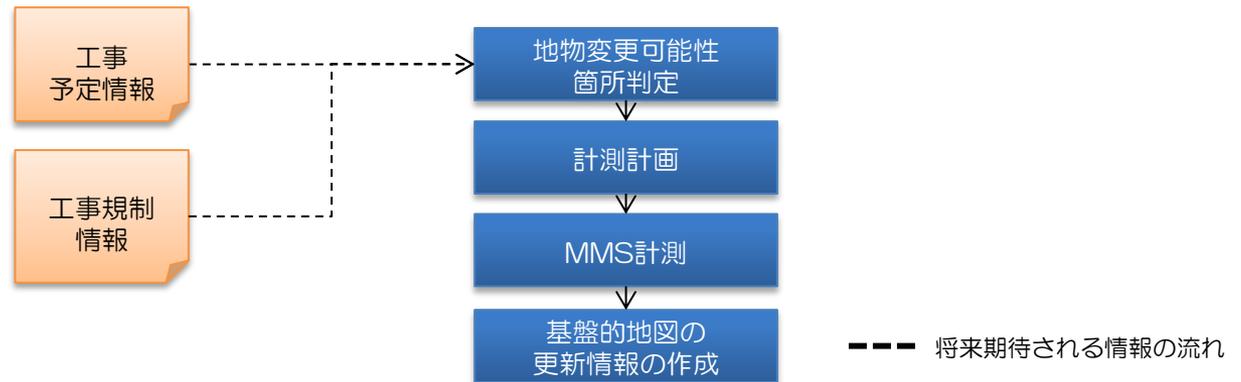


図3.1-1 道路交通情報による基盤的地図の更新の流れ

3. 基盤的地図の更新手法検討

3. 2 MMSの情報の利用による更新手法検討

(1) MMS計測データによる更新可能地物情報

表3.2-1 MMS計測データから作成できる地物情報
【実在地物】

No	地物	属性	MMSによる作成可否
1	路肩縁	場所	○
		駐車場出入口	○
		車道外へのアクセス可否	○
2	歩道縁	場所	○
		区間線	○
3	区間線	場所	○
		区画線種別	○
		線種種別	○
		線色	○
		線幅	○
4	横断歩道	範囲	○
5	停止線	場所	○
		線幅	○
6	導流帯	範囲	○
7	非常駐車帯	範囲	○
8	道路標示（文字）	範囲	○
		道路標示種別	○
9	踏切	範囲	○
10	軌道敷	範囲	○
11	路面電車停留所（島）	範囲	○
12	路面電車停留所（標示）	範囲	○
13	トールアイランド	範囲	○
14	駐車場領域	範囲	○
15	駐車マス領域	範囲	△
16	駐車マス線	場所	△
17	ガードレール	場所	○
18	キャッツアイ	地点	○
19	スピードブレイカー	場所	○
20	デリニエーター	地点	○
21	ラバーボール	地点	○
22	距離標	地点	△
		距離程	○
23	照明灯	地点	△
24	電柱	地点	△
25	信号機	地点	○
		信号機種別	○
		信号機形状種別	○
		矢印信号機の数	○
26	道路標識板	地点	○
		道路標識種別	○

【仮想地物】

No	地物	属性	MMSによる作成可否
1	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	○
		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	○*
		2	車道リンク
車道リンク種別	○*		
道路種別	▲		
道路標示による規制	○		
道路標識による規制	○		
水平方向属性	○*		
縦断勾配属性	○*		
横断勾配属性	○*		
3	交差点内車線リンク	DRMリンク情報	▲
		区間ID情報	▲
		VICSリンク情報	▲
		場所	○*
4	車道リンク上のノード	走行経路記述の有無	○*
		地点	○*
5	車線リンク上のノード	地点	○*
6	交差点領域	場所	○*
7	車道領域	場所	○*
8	車線領域	場所	○*

凡例

○：作成可否

△：植栽等でMMS計測データで取得できない場合がある

▲：他資源からの情報を活用

※：実在地物の情報をもとに計算する属性

3. 基盤的地図の更新手法検討

3.2 MMSの情報の利用による更新手法検討

(2) 点群画像による差分抽出

①地物の差

異なる2時期に取得した同一箇所のMMSの点群データを鳥瞰する点群画像である。

異なる色彩で単色表示しているが、赤線で示した箇所でカラーコーンの設置により通行形態を変更していることが見て取れる。

②二時期の差

異なる二時期に取得したデータを重畳すると差異が検出できる。

③境界線、カードレール位置の一致

差異の出ている箇所は、カラーコーン設置部分および工事車両部分であり、逆に歩車道境界の差異が確認されないことから、取得データの位置精度を確保することで点群データから容易に変化が確認される。

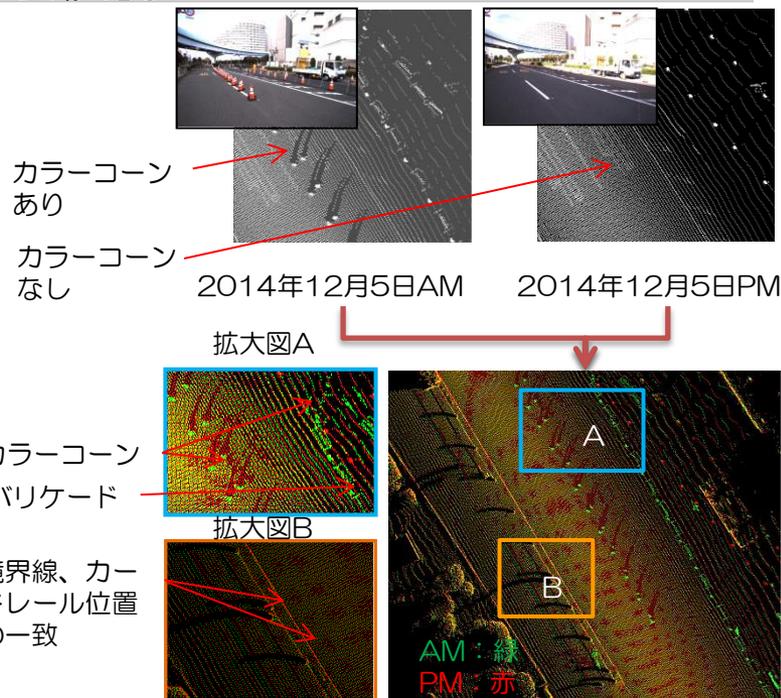


図3.2-1 点群画像による差分抽出

(3) 図化データ（地物情報）による差分抽出

GCP (Ground Control Point) 設置により作成されたベースとなる初期データに対して、変更箇所のMMSデータを合成して、変更箇所部分のみの図形、属性を更新する。なお、大規模な場合はGCPにより初期データとの全体整合を図り、路線として新規図化を行う。

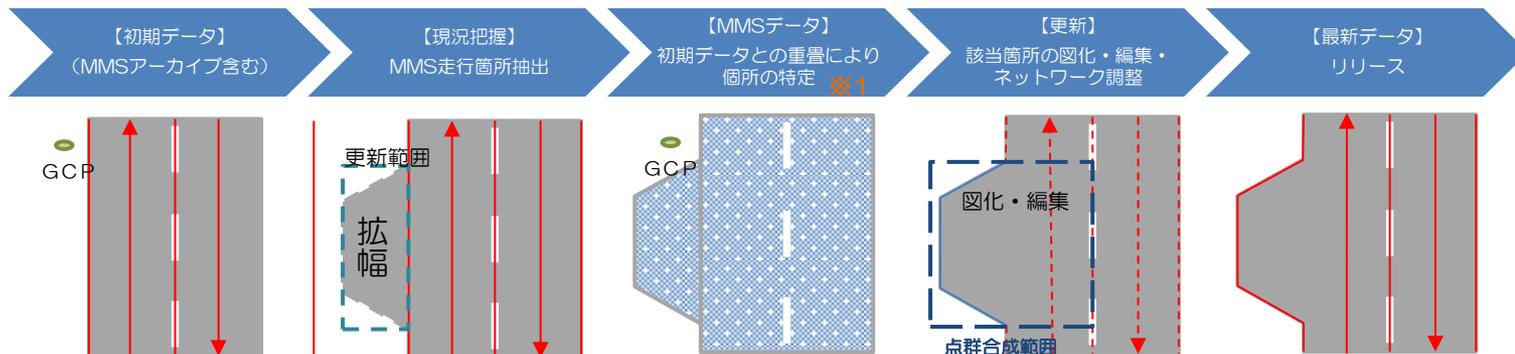


図3.2-2 図化データによる差分抽出

※1 初期整備データの精度が担保されている必要がある。

3. 基盤的地図の更新手法検討

3.3 プローブ情報の利用による更新手法検討

(1) プローブ情報による地図更新

自動車会社(テレマティクス)のヒアリング結果と(1)、(2)を踏まえ、プローブ情報による地図更新の可能性を検討した。

【プローブ情報の収集元】

- ①自動車会社(テレマティクス) からプローブ情報を収集する場合、自動車会社(テレマティクス) のプローブ情報は各社の差別化要素である点、ドライバの情報保護の観点で課題がある。実現に向けては、ビジネスモデルの検討や、プライバシーに関する検討が必要。
- ②自動車会社(テレマティクス) 以外のプローブ情報の収集元としては、VICSの事例と同様にタクシーなどの公共車両・業務用車両からの取得が想定される。実現に向けては、データ提供頂ける業者・機関の募集と、ビジネスモデルの検討が必要。

【収集するプローブ情報】

- ①現時点では、鮮度が高く車載センサの生データをプローブ情報として収集することは、通信網の帯域や通信コストの観点から実現が困難。5Gなど、通信の高速・大容量化が期待される。
- ②また、先行事例を踏まえると、車載センサで検知した内容と地図との差分情報を収集し、統計処理することで、効率的なMMS走行・計測計画を策定に役立てることが有効である。

表3.3-1 車載センサからの収集が期待される差分情報

差分情報	利用する車載センサ
道路の位置が異なる	例外道路検知
勾配が異なる	縦勾配
勾配が無い	縦勾配
距離情報のずれ	取得時刻、緯度、経度の履歴
一方通行ではない	取得時刻、緯度、経度の履歴
区画線がない	区画線の検知状態(カメラ)
地物の位置が異なる	地物位置の検知状態(カメラ)

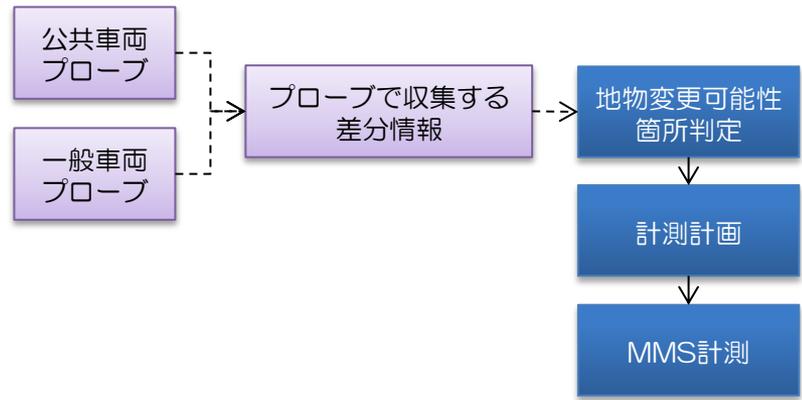


図3.3-1 差分情報を活用したMMS計測ワークフロー

3. 基盤的地図の更新手法検討

3.4 各更新手法の課題、メリット・デメリット分析

(1) 効率的な基盤的地図の更新手法

各情報の特徴を踏まえて、将来期待される基盤的地図の更新の流れ（案）を検討した。

【各種手法の特徴】

①道路交通情報による更新

工事予定情報および工事規制情報より、具体的な地物や地物属性の変更内容までは判らないが、変更可能性が高い箇所を把握できる可能性がある。

②MMS情報による更新

地物に関する多様な情報を収集できるが、コストがかかるため効率的な計測走行が必要。

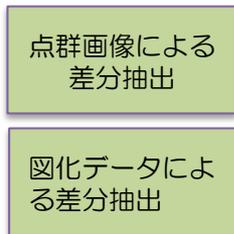
③プローブ情報による更新

現時点では地図更新に利用可能な情報はないが、地図変化をできる限り遅延なく把握するために、車載センサと基盤的地図の不整合情報の提供に期待。

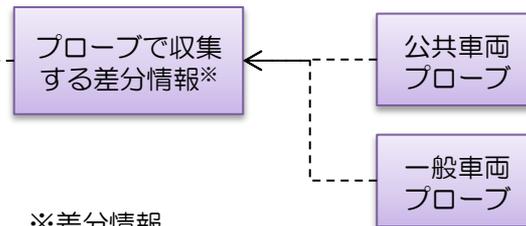
①道路交通情報による更新



②MMS情報による更新



③プローブ情報による更新



※差分情報
車載センサの認識結果と
地図との不整合箇所情報。
統計処理し個人を特定
できない状態にしたもの。

--- 将来期待される情報の流れ

図3.4-1 基盤的地図の更新の流れ（案）

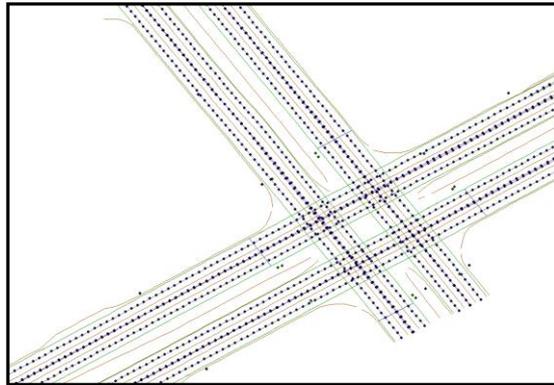
4. ダイナミックマップ試作検証

4. 1 基盤的地図・動的データのデータ試作

(1) 基盤的地図データの試作

【2014年度】

取得地物に主眼を置き、データ作成は、詳細作成範囲を設定したため、交差点内結線を実施していない箇所も存在した。

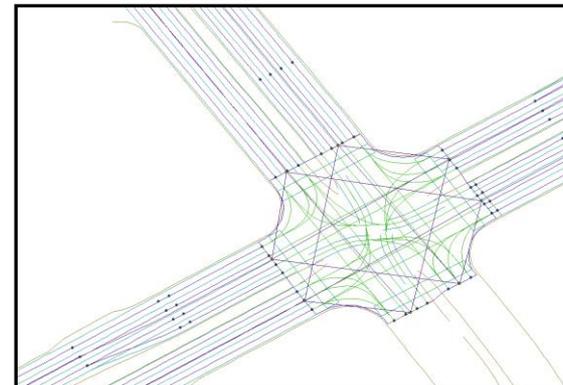


点列で表現

図4.1-1 2014年度 試作データ（結線なしの部分）

【2015年度】

新たに定義したデータ仕様書(案) Ver0.92版に基づき、地物の追加設置(交差点領域など)、駐車場(芝浦PA)の追加、ネットワークの再構成（結線の変更、交差点内車線リンクの作成）を実施した。



属性、リンクの追加・変更

図4.1-2 2015年度 試作データ（ノード/リンク再構成）

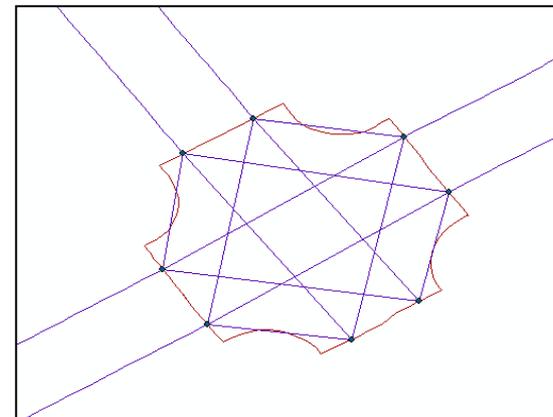


図4.1-3 2015年度 試作データ（交差点・道路ネットワーク）

4. ダイナミックマップ試作検証

4. 1 基盤的地図・動的データのデータ試作

(2) 動的データの試作

シナリオから整理された自動走行に必要な動的データの試作仕様を検討し、試作データ仕様に基づき、動的データを試作した。

表4.1-1 ユースケースから導出した動的データの分類

位置表現形式	分類	ユースケース大区分	動的データ（ユースケースから導出）
点	車両	自動車専用道	料金所前後を走行する車両の情報、本線を走行する車両、先行車情報、隣接車情報、周辺車両情報
		駐車場	駐車場内を走行する車両の情報
		一般道	先行する車両の情報、隣接車情報、先行車両、優先道路を走行する車両、周辺車両情報、対向車情報、前方の車両情報
	人(歩行者・自転車・二輪車を含む)	一般道	併走する二輪車の情報、歩道を行き交う歩行者の情報、歩行者・自転車情報、二輪車情報、前方の自転車の情報、前方の歩行者の情報
	信号	一般道	信号の状態
線	渋滞情報	自動車専用道	渋滞情報
		一般道	渋滞情報
	規制情報	自動車専用道	工事規制情報
		自動車専用道	閉鎖料金レーン情報
	気象情報	有識者意見	
面	駐車場	駐車場	駐車可能情報(空き情報)

表4.1-2 試作動的データの概要

日付	2020年1月1日				
時間	9:00を中心（2・3分のループデータ）				
シナリオ	SIP-adus Workshop提示のシナリオに準ずる				
場所	ビックサイト前交差点（一般道）				
	首都高速湾岸線大井から有明JCT（自動車専用道） 芝浦PA(駐車場)				
数量	点	車両	一般道	自動車専用道	データの更新頻度
		人（歩行者・自転車・二輪車を含む）	24台	50台	100ms
		信号	20人	-	1s
	線	渋滞情報	4台	-	1s
		規制情報	-	一車線	1min
	面	駐車場	-	-	1min
			-	一車線	1min
		-	エリア内	1min	

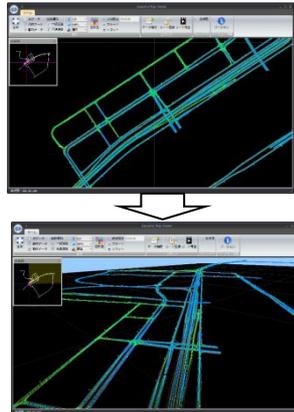
4. ダイナミックマップ試作検証

4.2 ダイナミックマップのビューアによる検証

(1) 基盤的地図の表示

マウス操作で拡大縮小・スクロール・回転により、その範囲内における基盤的地図(静的情報)を立体的に表示する。また、点群データも背景に表示が可能。

マウス操作により
自由に表示範囲と角
度を変更可能



背景に点群を表示

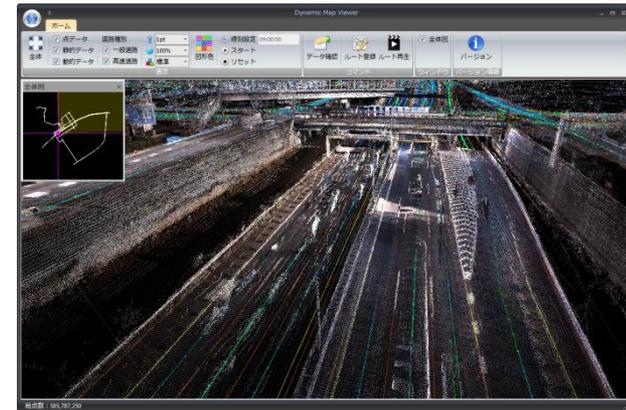


図4.2-1 ダイナミックマップビューアの表示画面例

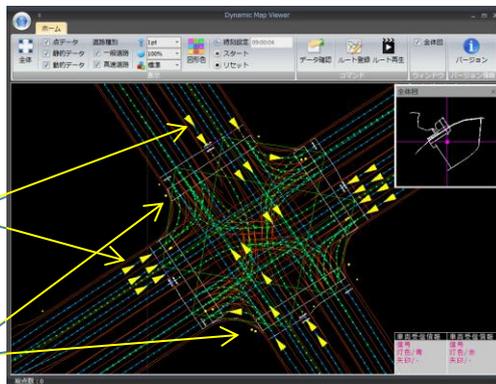
(2) 動的データの確認

表示領域内の動的情報を、車両受信情報として表示することにより、静的情報上の動的データの変化を確認した。

【車両及び信号機の
動的データの表示】
灯色と矢印の情報
を受信して表示

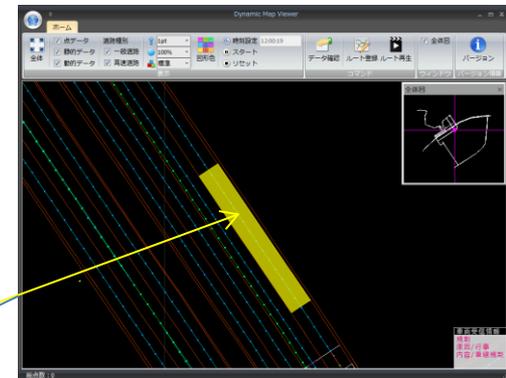
黄色▲：車両情報

黄色●：歩行者情報



道路上の規制
情報の表示
規制範囲の図
示と規制内容を
受信して表示

黄色■：車線規制情報



(3) 再生評価機能

経路を設定する機能と、設定した経路を再生する機能を搭載。

動的情報を対象地物に近づいた時に表示することにより、走行時の動的情報取得状況を再現。

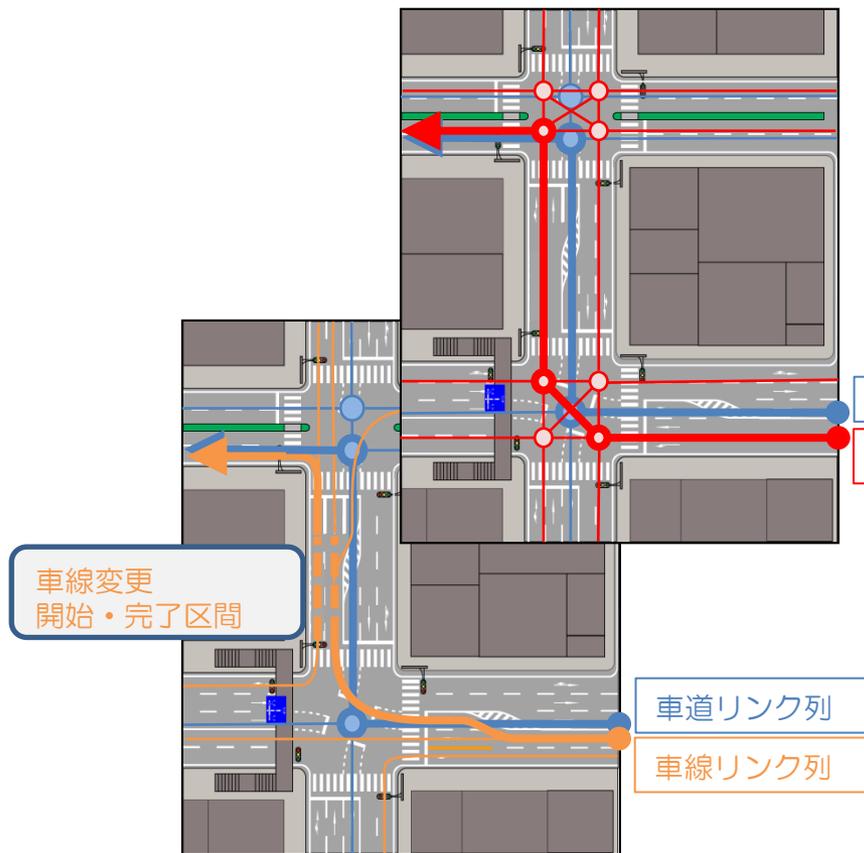
図4.2-2 動的データの表示画面例

4. ダイナミックマップ試作検証

4.3 ダイナミックマップのデータ利用視点での評価

(1) 既存地図データと基盤的地図の連携の検討

地図調製者が持つ地図データと、基盤的地図が連携できるか評価した。



【評価項目①】

カーナビ用地図データ上のルート探索結果（ナビリンク列）を入力として、基盤的地図で当該ルートをトレースする車道リンク列を導出可能か。

【評価項目②】

基盤的地図の車道リンク列を入力として、当該ルートをトレースする基盤的地図の車線リンク列を導出可能か。

また、途中で車線変更が必要な場合には、車線変更の開始・完了区間を導出可能か。

<カーナビ用地図データと基盤的地図を重畳表示させた例>

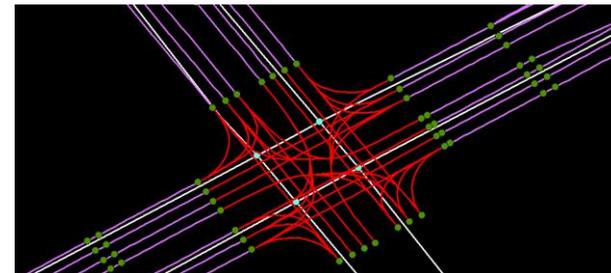


図4.3-1 カーナビ用地図との車道リンク、車線リンク（左図は評価計画時点のイメージ）

【評価項目③】

基盤データ(ダイナミックマップ)に付加データを追加&オーサリングし、自動走行用の利用形式として自動車会社に提供する地図データを作成できるか。

4. ダイナミックマップ試作検証

4. 3 ダイナミックマップのデータ利用視点での評価

【評価結果】

- ①②対応：カーナビ用地図と車道リンクおよび車道リンクと車線リンクの対応テーブルを作成することにより、カーナビ用地図データと基盤的地図データが連携できることを確認した。（図4.3-2、図4.3-3）
- ③対応：基盤的地図にはない地物の収録や属性追加、関連付けなど付加データの追加ができることを確認した。また、地図調整各社が仮定したフォーマットへオーサリングできることを確認した。

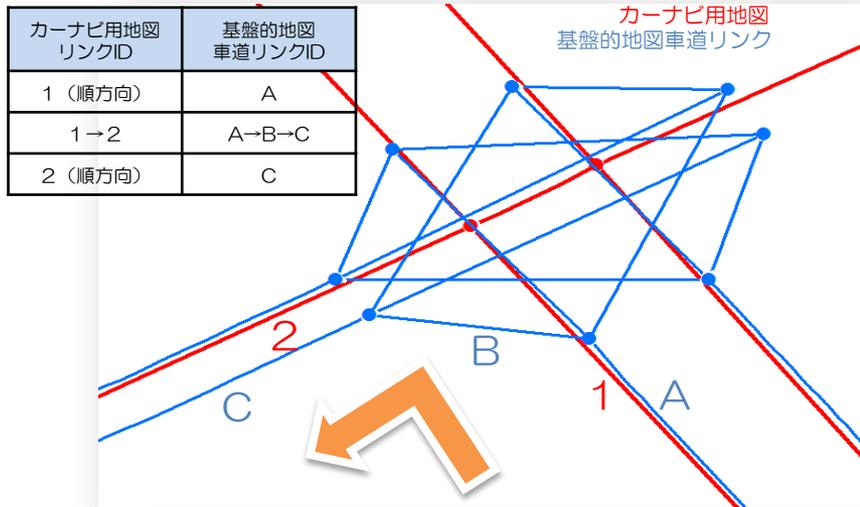


図4.3-2 カーナビ用地図と車道リンクの対応確認

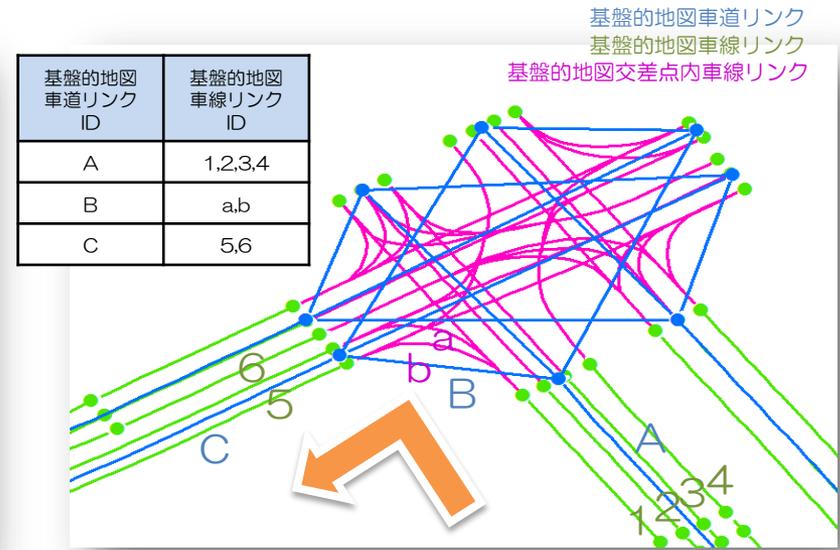


図4.3-3 車道リンクと車線リンクの対応確認

【課題】

- ①大規模交差点（赤坂見附など）における対応テーブルで紐付可否の検証
- ②一般道を含む全国整備時の対応テーブル作成の効率化
- ③幾何計算に基づく仮想地物への投影のバリエーション評価

4. ダイナミックマップ試作検証

4.3 ダイナミックマップのデータ利用視点での評価

(2) 既存地図での動的データの表示の検討

地図調製者が持つ地図でも、ダイナミックマップデータと同様に動的データを表示可能か評価した。

【評価方法】

- ①カーナビ用地図データ上で、「工事規制情報」を表示可能か
- ②カーナビ用地図データ上で、「信号現示情報」を表示可能か

【評価結果】

- ①対応：前頁対応テーブルおよびマーカポイントとの対応テーブルにより、線および点で表現される「工事規制情報」を表示できることを確認した。（図4.3-4）
- ②対応；カーナビ用地図の信号機および進入リンクと紐付けることにより、「信号現示情報」を表示できることを確認した。（図4.3-5）

カーナビ用地図 ノードID	基盤的地図 車道ノードID	相対位置
1	A	XY

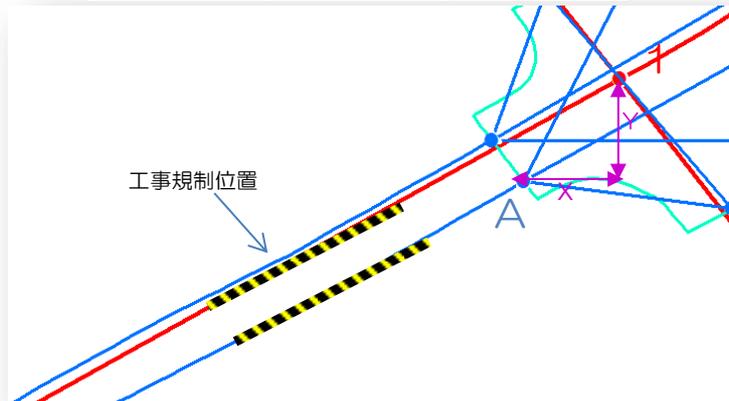


図4.3-4 既存地図データ上での工事規制情報の確認

信号機ID	カーナビ用地図 ノードID	カーナビ用地図進入 リンクID
A	10	1

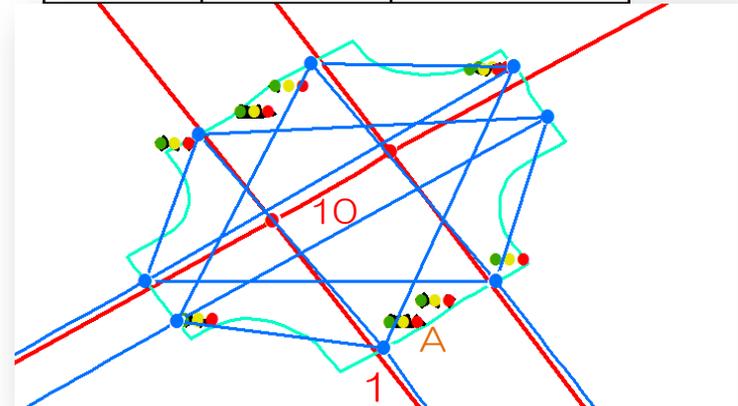


図4.3-5 既存地図データ上での信号現示情報の確認

【課題】

- ①カーナビ用地図リンクと車道リンクの位置が乖離した場合の評価
- ②絶対位置で表現される情報（歩行者等）の表示精度誤差
- ③ユーザーインタフェイス設計（第1車線のみ規制、時差式信号機など）

IV 今後の課題

No	課題	内容
1	動的データのダイナミックマップへ適用の検証	動的データ（准静的情報/准動的情報/動的情報）のダイナミックマップへの位置参照/マーカポイント方式、インフラ設備等からの情報入手などについて、今後、自動車会社での利便性やインフラ構築を検討する共に、実証実験によりダイナミックシステムの有効性を検証する必要がある。
2	ダイナミックマップ（基盤的地図）の広域での評価	今回実施した、ダイナミックマップの試作データの評価は、お台場地区の一部の道路であり、今後、試作データの範囲拡大(道路拡大)により、広く検証を実施する必要がある。
3	国際標準化への取り組み	一般財団法人日本デジタル道路地図協会が推進する「先進運転支援のための新高度DRM検討用取得地物定義（素案）」の国際標準化を支援し、ダイナミックマップの国際標準化を図る。