

平成 26 年度 科学技術イノベーション創造推進費

「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」

（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・検討における地図情報の高度化（情報のアッセンブリと構造化）に係る調査検討

報 告 書

平成 27 年 3 月

株式会社 パスコ

はじめに

平成 25 年に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言」では「2018 年を目途に交通事故死者数を 2,500 人以下とし、2020 年までに世界で最も安全な道路交通社会を実現する」そして、このために「車の自律系システムと車と車、道路と線まとの情報交換等を組み合わせ、2020 年代中には自動走行システムの試用を開始する」とされている。

この国家目標を達成し、世界一の道路交通社会が実現することによって得られる価値は社会的にも産業的にも大きく、世界に対する我が国としての貢献に資する経緯・意義を踏まえ、研究開発計画の一部である「地図情報の高度化技術」に着目し、地図情報のアッセンブリと構造化を進める調査・検討し、平成 27 年度以降の本開発に必要な要件や、解決すべき諸課題を明確にするものである。

取りまとめに際しては、SIP・自動走行システム推進委員会、システム実用化 WG、地図構造化 TF、ダイナミックマップ SWG の論議を踏まえて実施したものである。

目次

1. 基盤的地図情報の作成と実現性についての調査検討	1
1.1. 基盤的地図情報収集方法の検討	1
1.1.1. 自動走行に必要な地物の整理	1
1.1.2. 収集方法整理	7
1.2. 基盤的地図情報の作成と実現性の調査対象箇所の抽出	11
1.2.1. 調査対象路線	11
1.2.2. 選定理由	14
1.2.3. MMS 現況取得方法	16
1.2.4. MMS 現況取得結果	23
1.2.5. MMS による現況取得の課題整理	24
1.2.6. MMS 車両位置補正, 検証方法	25
1.2.7. 更新情報取得方法	28
1.3. 地図情報表現方法の検討	31
1.3.1. 地物表現基本構造の整理	31
1.3.2. 補間方法	64
1.4. 基盤的地図情報作成および検証方法の検討	65
1.4.1. アーカイブを利用した検証データ作成	65
1.4.2. 地物ごとの検証方法整理	66
1.4.3. 基盤的地図情報の作成	66
1.4.4. 作成した基盤的地図の概要	68
1.4.5. 作成した自動走行における地図の課題整理	73
2. 基盤的地図情報と付加的地図情報の統合に関する調査検討	74
2.1. 付加的地図情報取り込み方法の検討	74
2.1.1. 付加的地図情報の定義	74
2.1.2. 付加的地図情報ユースケースの検討	74
2.1.3. 付加的地図情報の必要項目整理	75
2.1.4. 付加的地図情報の取り込み方法整理	87
2.2. 地図情報統合方法および精度の検討	89
2.2.1. 付加的地図情報の統合方法	90
2.2.2. 精度の検討	91
2.2.3. 付加的地図情報の統合検証	94
3. コスト採算性についての調査検討	96
3.1. 基盤的地図新規作成に係る費用	97
3.2. 基盤的地図更新に係る費用	99

3.3. 概算全体費用の算出.....	100
3.3.1. 道路延長集計.....	100
3.3.2. コスト算出	102
3.3.3. 採算性について	103

巻末資料

1. 基盤的地図道路 DB 仕様書
2. 地物の入力に関する個票
3. 自動走行システムのユースケースの検討（地図の役割）：ダイナミックマップ SWG 資料
4. MMS 精度管理表

1. 基盤的地図情報の作成と実現性についての調査検討

自動走行システムでは、現在のカーナビゲーションなどで整備利用されている道路ネットワークに加えて、車載センサを補完する位置づけとして道路の詳細形状、車線、道路付帯設備の情報が必要となる。

本調査検討は、自動走行システムが利用できる情報を含めた基盤的地図情報の作成の可能性と実現性について調査検討した。また、自動走行に実用可能な基盤的地図情報の網羅性、精度、鮮度について検討した。

1.1. 基盤的地図情報収集方法の検討

自動走行に必要な大縮尺の地図情報の収集方法について整理する。整理に先立ち自動車メーカー（以後：OEM¹とする）側の意向を踏まえ、現時点および将来の必要性を踏まえた OEM 各社で必要とされる最大数として整理した。

1.1.1. 自動走行に必要な地物の整理

自動走行で必要となる以下の「表 1 自動走行の機能と概要」の機能から地物を整理する。自動走行に必要な機能は以下の 4 点であり、基盤的地図を合わせ安全に自動走行が可能となる地物として整理した。

表 1 自動走行の機能と概要

機能	概要
① 自車位置推定	GNSS ² を補完する位置づけから、地図をベースに自己位置の補正をする。【高精度】
② 自車走行に必要な先読み情報	前方視界が遮られた時やセンサ外の状況を事前に把握する。【高精度】
③ 他車や歩行者等の予測	歩行者の飛び出しや交差点での周辺状況を確認し、接触のリスクを低減する。【情報】
④ 障害物の検知	自社のセンサでとらえることのできない障害物を把握する。【情報】

整理された地物は、次の「表 2 求められる機能からの地物一覧表 (1/2)」の通りである。これをベースとして、順次地物の属性を含め整理する。

最終的な地物リストは、「表 5 自動走行に必要な基盤的地図情報 (地物リスト)」となる。

¹ Original Equipment Manufacture

² Global Navigation Satellite System, 衛星によって現在位置を計測するシステム

これらは、細分化されている形であり、地物の集約を行うことで表現できる地物と結合先を「表 3 他の地物として統合し作成する地物」として整理した。

表 3 他の地物として統合し作成する地物

No.	必要な地図情報	地物	属性	統合先	地物名称	静的	動的	備考
7	複数車線道路形状	○		12	区画線	○		
8	非常駐車帯形状	○		12	区画線	○		
13	路肩位置(段差の高さ)	○		6	路肩形状	○		
14	中央分離帯	○		12	区画線	○		区画線、路肩として、形状を入力 中央分離帯としてのポリゴンは、非作成
16	交差点道路形状	○		12,23	区画線、車線中心	○		
17	分岐部/合流部道路構造	○		12,23	区画線、車線中心	○		
18	料金所手前通過後道路構造	○		12,23	区画線、車線中心	○		
19	ラウンドアバウト路形状	○		12,23	区画線、車線中心	○		X1道路中心線属性に リンク種別が必要
20	SA/PA駐車場形状	○		12	区画線	○		SA/PAは入路部分及び、車両の通行部分を 区画線、車線中心線で入力
22	外側線の位置・形状	○	○	12	区画線	○		区画線の属性で外側線種別を設定
37	増加部/減少部道路形状	○		12,23	区画線、車線中心線	○		
41	スマートIC付近道路構造	○		12,23	区画線、車線中心線	○		
45	行き先情報(IC名)	○		3	標識	○		
46	行き先情報(一般道接続)	○		3	標識	○		
47	行き先情報(上り/下り方面)	○		3	標識	○		
51	道路形状	○		12,23	区画線、道路中心線	○		
58	交差点停止位置/一時停止線位置(ラウンドアバウト)	○		29	停止線	○		一時停止線・信号停止線の属性分類が必要
65	困難な地点(分合流部)	○		12,23	区画線、車線中心線	○		
68	緑石(道路境界形状)	○		6	路肩形状	○		
70	規制情報(対向車線が“右折禁止等”)	○		23	車線中心線	○		
72	車線区画線(対向車線)	○		12	区画線	○		
76	横断歩道位置	○		28	横断歩道(路面標示)	○		
77	ガードレール位置(切れ目)	○		11	ガードレールなどの位置形状	○		

また、必要項目が地物の属性として付与されていれば良い意味合いから「表 4 自動走行に必要な基盤的地図情報（属性リスト）」に整理した。

表 4 自動走行に必要な基盤的地図情報（属性リスト）

No.	必要な地図情報	静的	動的	対応先	対応地物名称	備考	高速		一般	
							全域	エリア限	全域	エリア限
1	道路種別	○		80	道路中心線		○		○	
9	路肩規制開始/終了地点		○	12	区画線	コーン等の動的規制と判断				
13	路肩位置(段差の高さ)	○		6	路肩形状	段差の高さ	○		○	
15	車線種別(実線・破線・分岐/合流境界・二重白線・白線/黄線など)	○		12	区画線		○		○	
22	外側線の位置・形状	○		12	区画線	区画線の種別	○		○	
24	車線数	○		80	道路中心線		○		○	
25	車線幅	○		23	車線中心線		○		○	
26	走行方向(直進、右左折レーン情報、右折可、左折可など)	○		23	車線中心線		○		○	
27	走行規制(右折進入可、バス専用、有料時間帯、中央線変更時間帯、路面電車優先、優先/非優先、走行ルールなど)	○		23	車線中心線					○
31	通行止め開始/終了地点		○	80	道路中心線					
32	交互通行開始/終了地点		○	80	道路中心線					
33	工事区間		○	80	道路中心線					
34	車線規制情報(工事・事故など)		○	23	車線中心線					
35	トンネルの入口/出口地点	○		80	道路中心線		○		○	
36	トンネル/橋梁の高さ制限	○		80	道路中心線					○
39	高速道路入出位置	○		23	車線中心線		○		○	
40	SA/PA/スマートIC位置	○		23	車線中心線		○		○	
42	道路リンクに沿った走行方向(ICごとの個別ルールなど)	○		23	車線中心線		○		○	
43	ゲート区分識別(ETC)	○		38	料金所・ゲート構造		○		○	
44	ゲート区分識別(一般)	○		38	料金所・ゲート構造		○		○	
48	交通規制情報(Uターン可)	○		23	車線中心線					○
52	路面状況(凍結など)		○	80	道路中心線					
53	曲率	○		23	車線中心線		○		○	
54	曲率変化率	○		23	車線中心線		○		○	
55	道路方位角	○		23	車線中心線		○		○	
56	縦断勾配	○		23	車線中心線		○		○	
57	横断勾配	○		23	車線中心線		○		○	
61	速度規制区間		○	80	道路中心線					
62	制限速度	○		80	道路中心線		○		○	
63	信号機種別(形状、右左折信号など)	○		2	信号		○		○	
64	対応する信号との関連付け	○		23		車線中心線で関連付け	○		○	
66	困難な地点(白線が消えかかっているところ)		○	12	区画線					○
79	道路区間ID	○		80	道路中心線		○		○	

以上から、整理すると「表 5 自動走行に必要な基盤的地図情報（地物リスト）」のように集約整理された。

表 5 自動走行に必要な基盤的地図情報（地物リスト）

No.	必要な地図情報	静的	動的	高速		一般		図形分類	取得位置	関連付け	備考
				全域	エリア限定	全域	エリア限定				
2	信号	○		○		○		点	黄色センターXYZ	12.車線中心線	
3	1. 標識(規制標識)	○		○		○		点	プレートセンターXYZ	80.道路中心線	赤色の規制標識を取得
	2. 標識(警戒標識)	○		○		○		点	プレートセンターXYZ	80.道路中心線	黄色の警戒標識を取得
	3. 標識(路線番号)	○		○		○		点	プレートセンターXYZ	80.道路中心線	国道、都道府県道、高速道、(帯型は除く)
	4. 標識(その他)	○			○		○	線	プレート周囲のポリゴン	80.道路中心線	
4	キャッツアイ	○			○		○	点	反射部センターXYZ	80.道路中心線	
5	路面マーカー(横断歩道・停止線・進行方向以外)	○			○		○	線	手前、奥のライン	12.車線中心線	視認範囲内のみ
6	路肩形状	○		○		○		線	形状ライン(段差高さは属性)	12.車線中心線	視認範囲内のみ
10	デリニエータ(視線誘導標)位置	○			○		○	点	反射プレートセンターXYZ	80.道路中心線	
11	ガードレールなどの位置・形状	○			○		○	線	上面のライン	80.道路中心線	
12	区画線位置(破線の実線部、破線部を表現)	○		○		○		線	区画線	12.車線中心線	
21	路面電車形状(線路位置・安全地帯位置・停車所位置)	○					○	線			視認範囲内のみ
23	車線中心線	○		○		○		線	区画線間のセンターライン	80.道路中心線	区画線より生成
28	横断歩道(路面標示)	○					○	線	手前、奥のライン	80.道路中心線	
29	停止線(路面標示)	○		○		○		線	停止線前方ライン	12.車線中心線	
30	進行方向(路面標示)	○			○		○	線	手前、奥のライン	12.車線中心線	
38	料金所・ゲート構造	○		○		○		点		12.車線中心線	
49	目的地の進入位置	○					○	線			視認範囲内のみ
50	路肩/歩道等の通行可能領域	○					○	線			視認範囲内のみ
59	踏切位置	○					○	線		80.道路中心線	
60	スピードブレイカー位置	○					○	線		12.車線中心線	
67	センサによる障害物の検知結果(を地図に投影したもの)		○							12.車線中心線	
69	照明灯位置	○			○		○	点	照明灯の根元の中心位置	80.道路中心線	視認範囲内のみ
71	店舗等の進入路情報	○					○	線			視認範囲内のみ
73	ガードフェンス		○								走行時点での情報
74	歩道形状	○					○	線		80.道路中心線	視認範囲内のみ
75	二輪車専用道形状	○					○	線		80.道路中心線	視認範囲内のみ
78	電柱の位置	○			○		○	点	電柱の根元の中心位置	80.道路中心線	視認範囲内のみ
80	道路中心線	○		○		○		線	区画線より生成	ベース	区画線(外側線)より生成
81	ラバーボール	○			○		○	点		80.道路中心線	視認範囲内のみ
82	距離標	○			○		○	点	高速道路、都市高速道路のプレート位置	80.道路中心線	視認範囲内のみ

1.1.2. 収集方法整理

前項により整理された地物の収集方法について整理した。基本的に道路管理者の管理する管理平面図が主体となるが、これら主要地物を表現している管理図を抽出するとともに地図自体が保有する精度面を含め一覧にまとめる。

(1) 現況取得方法

基盤的地図情報の収集方法は、大きく分けて3つの方法がある。

- ① 既存の地図情報を活用した方法（道路管理図）
- ② 新規に取得する方法
- ③ 既存・新規取得を合わせたハイブリッド

となる。想定される地図とその特徴は以下の通りである。

②については、トータルステーション（TS³）や移動車両計測（MMS⁴）などにより現地測量を行えば、新規取得が可能であるが、時間・コストを勘案すると自動走行等に必要ない地物を効率的に取得するため③の手法もあると考えられる。

既成図										
種別	道路基盤地図活用		工事完成平面図活用		管理用平面図活用		道路台帳図活用		設計図・竣工図	
対象	国道		国道 有料道路		国道 有料道路		国道, 県道, 一般道		有料道路, 国道, 県道, 一般道	
情報レベル	500		500 1,000		500 1,000		500 1,000		500 1,000	
精度	平面	高さ	平面	高さ	平面	高さ	平面	高さ	平面	高さ
	0.25m以内	0.25m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内	0.25m以内 0.33m以内
特徴	道路基盤地図情報製品仕様書で定義された空間データであり、共用性が高いものを基本地物、基本地物以外を拡張地物として定義している。整備されている箇所はまだ少ない		舗装工事が伴うものについて、国道、有料道路において整備されている。中心線形のみが高さが別途保持されている。		施設等を管理するため、他の既成図と合わせ整備されている。地物関係は旗揚げで管理されているものもある		道路法に定められた法定図書、自治体等によって記載内容にばらつきがある。軽微な経年の変化が、場合により漏れている場合がある。		設計図書に基づき、工事完成後の状況を表したものの、場合によっては朱書き訂正している物もある	
新規										
種別	MMS計測		実測		航測写真図化					
対象	有料道路, 国道, 県道, 一般道		有料道路, 国道, 県道, 一般道		有料道路, 国道, 県道, 一般道					
情報レベル	500		500		500					
地物 精度	平面	高さ	平面	高さ	平面	高さ				
	0.25m以内	0.25m以内	0.25m以内	0.25m以内	0.25m以内	0.25m以内				
特徴	道路を中心として、画像およびレーザー点群を取得し、車載のGNSSと自車からの高精度の相対精度から絶対位置を求め図化する。		トータルステーション(TS)測量により、現況を取得する。		航空写真を撮影後、基準点を基として空中三角測量により平面位置、高さを取得する。ビルの死角、樹木により確認できない箇所が生じる場合もある。広範囲に取得可能であり、航空レーザーと併用する場合もある					

³ 測量機材の一つであるトータルステーション

⁴ 移動計測車両による測量システム

※地図情報レベル

表中「地図情報レベル」と記載しているものは、数値地形図データの精度を表しているデータの平均的な総合精度を示す指標である。例えば、地図情報レベル 500 は、印刷図で 1/500 と表現していた精度を地形図データの表現に変えたものである。

地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差
500	0.25m 以内	0.25m 以内
1000	0.70m 以内	0.33m 以内
2500	1.75m 以内	0.66m 以内

自動走行に必要な高精度地図は、OEM 側で一般的となっているタイヤ本分の量である地図情報レベル 0.25m 以内が必要精度として考えられる。

(2) 取得可能な地物の抽出

前述の既成図および実測において、それぞれ記載されている事項を抽出した。抽出に際しては、日本全国を意識し偏ること無きように平均的情報としている。よって、道路管理者・自治体ごとに異なる表現管理を行っている場合があるので注意願いたい。

なお、既成図については基本的には平面位置 (x, y^5 や B.L⁶) を記すものが大部分であり、自動走行に必要な高さ情報まで管理している図面は非常に少ない。これは管理図が従来から整備されている資料であり、平面位置や管理地物が表現され延長数量が算出できれば十分であるとされている点がある。

机上ではあるが、各整備図面と新規に取得する方法毎に「表 6 既成図と新規取得による可能地物整理」として整理した。

⁵ 平面直角座標系の X, Y

⁶ 緯度・経度

表 6 既成図と新規取得による可能地物整理

番号	種別 対象 情報レベル 精度 地物	既成図										新規								備考
		道路基礎地図 活用		工事完成平面図 活用		管理用平面図 活用		道路台帳図 活用		設計図・竣工図		MMS計測		実測		航測図化				
		国道		国道 有料道路		国道 有料道路		国道、県道、一般道		有料道路、国道、県道、一般道		有料道路、国道、県道、一般道		有料道路、国道、県道、一般道		有料道路、国道、県道、一般道				
		500		500 1,000		500 1,000		500 1,000		500 1,000		500		500		500				
平面		高さ		平面		高さ		平面		高さ		平面		高さ		平面		高さ		
0.25m以内		0.25m以内		0.25m以内 0.33m以内		0.25m以内 0.33m以内		0.25m以内 0.33m以内		0.25m以内 0.33m以内		0.25m以内		0.25m以内		0.25m以内		0.25m以内		
1	道路中心線	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
2	測点	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
3	管理区境界	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
4	距離標	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
5	車道部	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
6	車道交差部	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
7	路切道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
8	軌道敷	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
9	島	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
10	路面電車停留所	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
11	歩道部	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
12	積載	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
13	自転車駐車場	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
14	自転車駐車場	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		軽車場内走行	
15	車線	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
16	車線中心線	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
17	すりつけ区間	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
18	中央帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
19	側帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		区画線で明示の時	
20	路肩	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
21	停車帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
22	遮断帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
23	合自動車停車所	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
24	非常駐車帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
25	引道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
26	分帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
27	交通島	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
28	自転車歩行者道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
29	歩道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
30	自転車道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
31	植樹帯	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
32	植樹ます	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
33	路面標示	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
34	区画線	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		外測線含む	
35	停止線	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
36	横断歩道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
37	横断歩道橋	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
38	地下横断歩道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
39	建築物	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
40	橋脚	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		△	
41	建造物	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
42	地下出入口	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
43	柵・壁	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
44	道路反封鎖	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
45	道路標識	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
46	道路情報管理施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
47	気象観測装置	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
48	気象感知器	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
49	道路情報板	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		○	
50	測測器	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
51	緯緯計	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
52	変位計	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
53	土圧計	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
54	傾斜計	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
55	土壌水分計	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
56	光ファイバー	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
57	視線誘導標	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
58	柱	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
59	交通信号機	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
60	照明施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○		◎	
61	階段	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
62	通路	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
63	斜路	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
64	エスカレーター	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
65	エレベーター	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
66	料金徴収施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
67	融雪施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
68	道路元標・里程標	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
69	排水施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
70	風水ます	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
71	排水溝	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
72	側溝	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
73	排水管	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
74	排水ポンプ	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
75	収容施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
76	地下駐車場	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
77	共同溝	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
78	電線共同溝	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
79	CAB	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
80	情報BOX	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
81	管路	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
82	管理用地上施設	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
83	管理用開口部	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
84	停留所	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
85	消火栓	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
86	郵便ポスト	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
87	電話ボックス	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
88	輸送管	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
89	軌道	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算	△計算	○	○			
90	盛土法面	○		◎	○	○	○	△		△	△	△計算	△計算	△計算						

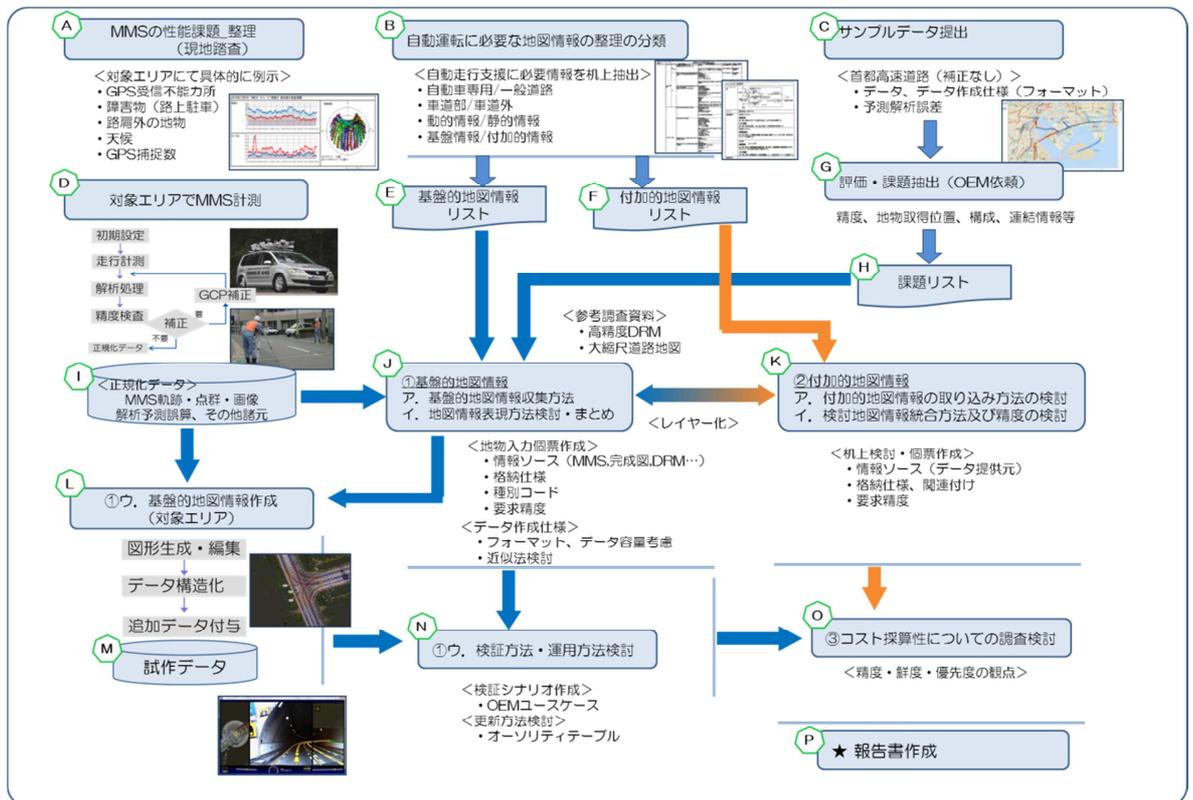
(3) 本検討における取得方法

このような中、自動走行に係る地図作成の測量技術として、本検討では、新鮮度、網羅性、精度、整備時間、特に「高さ情報」の取得の実現性を勘案して、測量への実用技術である移動計測システム（MMS）の画像および点群からの図化を主たる取得方法として検証を実施した。

MMSは、「移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案）平成24年5月：国土交通省 国土地理院」が作成され、公共測量作業規程の準則第17条を適用し、今後の更なる利活用が期待されているものである。大量データを短時間で取得する技術として本調査業務において、適用し検証を行う。

なお、本調査の趣旨として、前項の(2)において示したその他手法を排除するものではない。

本検討の実施フローを以下に示す。



(2) 対象一般道路詳細図（交差点）

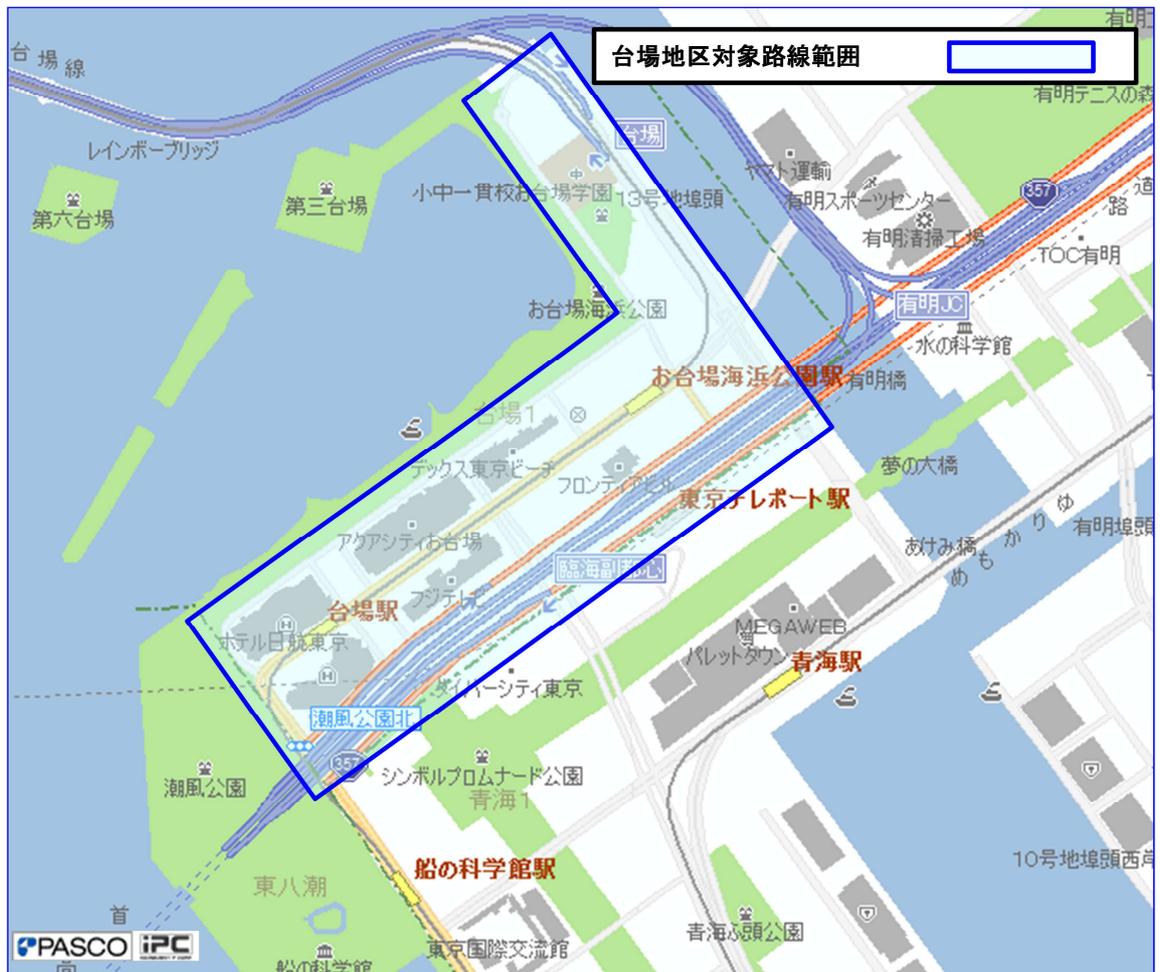


図 2 対象一般道路位置図

当該範囲内の都道・臨港道路の交差点について、高精度地図の作成を行う。

(3) 調査区間詳細

道路種別ごとに延長を取りまとめた。なお、往復（上下）走行しているため路線延長はおおよそ 1/2 となる。

区間ごとの延長を以下に示す。

表 8 調査区間詳細

整理番号	種別	自	至	延長km	路線延長km
H-1	首都高速	大井入口	新木場出口	9.9	
H-2	首都高速	新木場入口	大井出口	9.8	
H-3	首都高速	湾岸線分岐	芝公園出口	7.1	
H-4	首都高速	芝公園入口	湾岸線合流	6.7	
H-5	首都高速	湾岸線分岐	11号台場線合流	0.7	
H-6	首都高速	11号台場線分岐	湾岸線合流	0.7	
H-7	首都高速	台場入口	11号台場線合流	1	
H-8	首都高速	11号台場線分岐	台場出口	0.8	
H-9	首都高速	湾岸線分岐	豊洲出口	1.9	
H-10	首都高速	豊洲入口	湾岸線合流	1.9	
H-11	首都高速	湾岸線分岐	10号晴海線合流	1	
H-12	首都高速	有明入口	湾岸線合流	0.6	
H-13	首都高速	湾岸線分岐	有明出口	0.8	
H-14	首都高速	10号晴海線分岐	湾岸線合流	0.7	
H-15	首都高速	湾岸線分岐	臨海副都心出口	0.9	
H-16	首都高速	臨海副都心入口	湾岸線合流	0.9	22.70
K-1	国道	潮風公園北	新木場	8.6	
K-2	国道	新木場	潮風公園南	8.5	8.55
I-1	一般道	新木場	地点1	9.6	
I-2	一般道	地点1	新木場	9.5	
I-3	一般道	地点1	テレコムセンター前	3.9	
I-4	一般道	テレコムセンター前	地点1	3.9	
I-5	一般道	テレコムセンター前	船の科学館入口	1.5	
I-6	一般道	船の科学館入口	東京ビックサイト東	3.5	
I-7	一般道	東京ビックサイト東	船の科学館入口	3.5	
I-8	一般道	東京ビックサイト東	晴海大橋南詰	2.3	
I-9	一般道	晴海大橋南詰	東京ビックサイト東	2.3	
I-10	一般道	東京ビックサイト前	市場前	2.2	
I-11	一般道	市場前	東京ビックサイト前	2.2	
I-12	一般道	かえつ学園西	テレコムセンター前	5.5	
I-13	一般道	潮風公園南	かえつ学園西	4.1	
I-14	一般道	のぞみばし東	晴海大橋南詰	2.6	
I-15	一般道	晴海大橋南詰	のぞみばし東	2.6	
I-16	一般道(詳細)	地点2	シーリア前	1.4	
I-17	一般道(詳細)	お台場海浜公園北口駐車場	有明橋西	0.9	
I-18	一般道(詳細)	有明橋西	お台場海浜公園北口駐車場	0.9	
I-19	一般道(詳細)	東京湾岸アンダー出口	台場入口付近	1.5	
I-20	一般道(詳細)	台場出口付近	東京湾岸アンダー出口	1.6	
I-21	一般道(詳細)	台場1	地点3	0.1	
I-22	一般道(詳細)	地点3	台場1	0.1	
I-23	一般道(詳細)	テレポート駅前	地点4	0.6	
I-24	一般道(詳細)	地点4	テレポート駅前	0.6	
I-25	一般道(詳細)	台場中央	地点5	0.3	
I-26	一般道(詳細)	地点5	台場中央	0.3	
I-27	一般道(詳細)	台場中央	地点6	0.3	
I-28	一般道(詳細)	地点6	台場中央	0.3	34.05
合計(Km)					65.30

1.2.2. 選定理由

自動走行の基幹となる自動車専用道路（首都高速）の事故の多くは分合流部であり対象とした道路構造は，単路部，ジャンクション，インターチェンジを含む範囲としている。

以下の吹き出しの通り，自動走行において検証が必要と思われる事象を想定し路線を選定している。

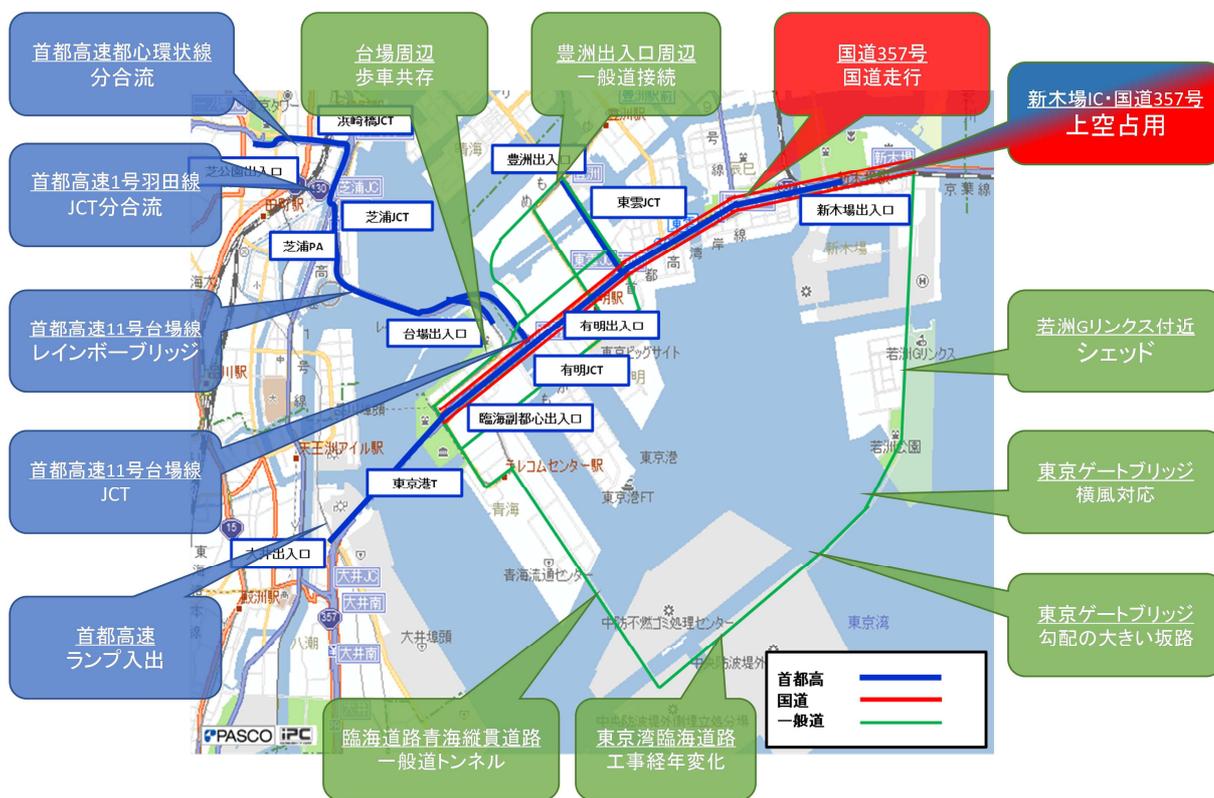


図 3 路線の選定理由



図 4 詳細拡大図

1.2.3. MMS 現況取得方法

ここでは、使用した機材の概要と仕組みを示すとともに、必要地物および地物網羅性を確保するため、MMSによる現況の取得方法を車線数に応じて、以下の通りに取得を行った。

(1) MMS 概要と仕組み

① 搭載機材概要

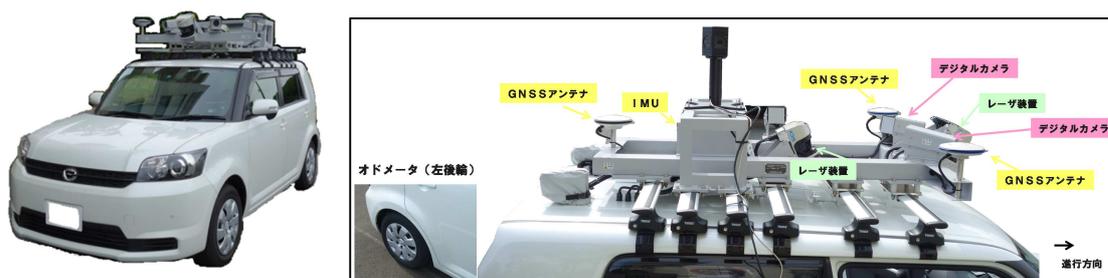


図 5 搭載機材説明

② 機材仕様

表 9 機材仕様

名称	仕様	備考
GNSS アンテナ	3 台	自己位置 1 台, 姿勢 2 台
IMU ⁷	1 台	慣性計測装置
オドメトリ	1 台	距離計
デジタルカメラ	500 万画素 2 台	前方左, 前方右
レーザ計測装置	2 台 走査範囲左右 180 度 走査範囲上下各 25 度 1 秒間最大 27,100 発/台 最大到達距離 29.5m	前方上, 前方下
精度	絶対精度 10cm 相対精度 1cm	衛星状態が良好な時

③ MMS 仕組みと取得データ

移動しながら車載機器によって連続的に位置と姿勢を計測し、空間的・時間的に取得センサ情報と GNSS 情報と同期をとる事によって、走行周辺の正確な 3 次元情報(座標点群)と、これに重なる映像情報を同時に取得することで、効率的に計測するもの。

特性として、放射状にレーザを照射しているため、自車から離れるほど点密度は薄くなり、位置正確度は落ちることになる。

⁷ 慣性計測装置：加速度や傾きを計測する装置

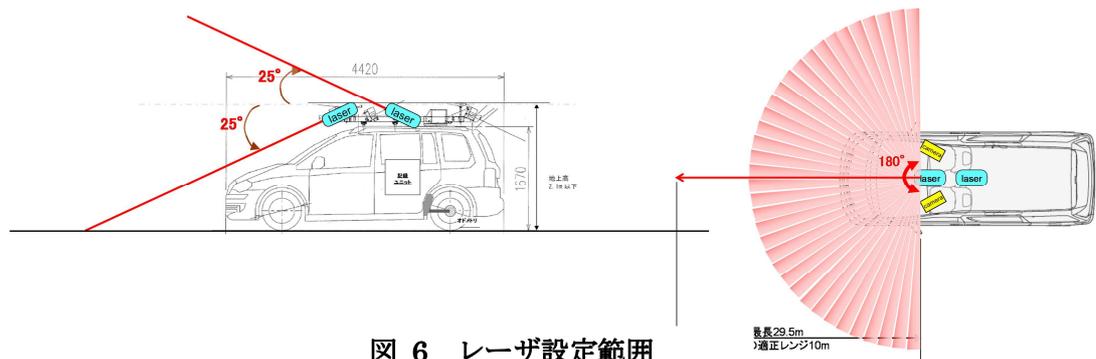


図 6 レーザ設定範囲

(2) 取得データ概要

MMSはカメラ台数によるが、基本的な取得は前方（左右）画像データとレーザ計測装置からレーザデータを取得する。レーザ精度は、車両からの相対精度1cmで取得可能である。

取得データの概要を次に示す。

1) 画像

距離計を基に設定間隔で自動的に写真撮影を行い取得された画像

2) レーザ点群（色付き）

走行中に取得したレーザデータに写真を重畳することで、点群にRGB値を付与し、色付きで表示したもの。点群だけでは、どの地物に照射されたものか一見判断できないが、この状態であると容易に判断できる。

3) レーザ点群（反射強度）

地物の反射率を同時に取得し、地物の分類が可能となる。色付き点群の場合は、写真との重畳が必要であるが、反射強度を利用する場合は、夜間、暗闇でもある程度判断できる。特に白線など舗装面に浮き上がる形で確認できる。

次に取得した代表データを示す。

表 10 取得データ

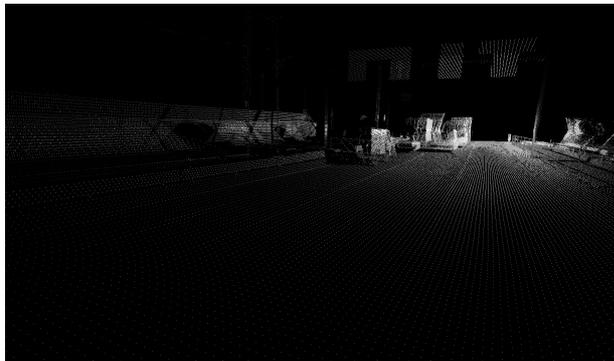
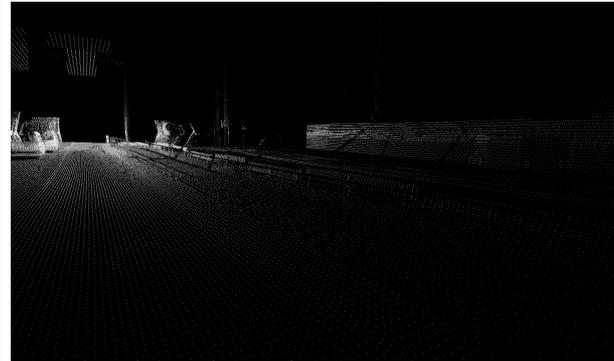
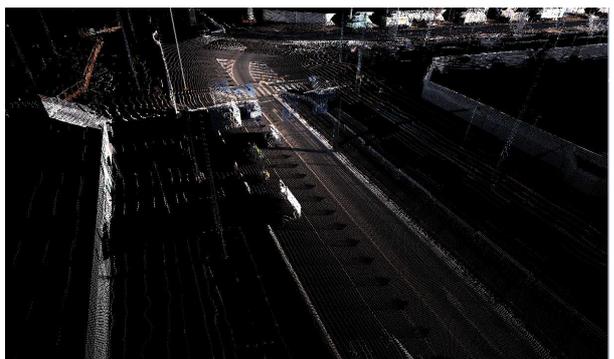
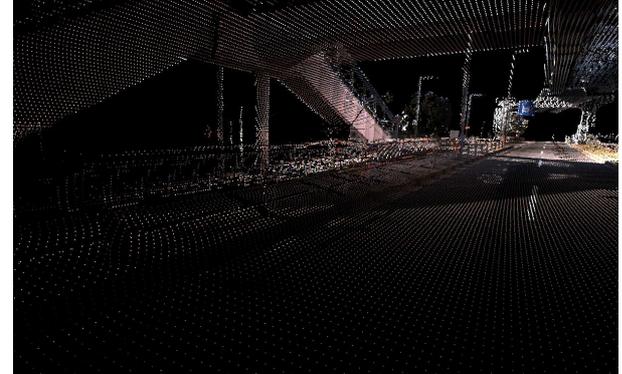
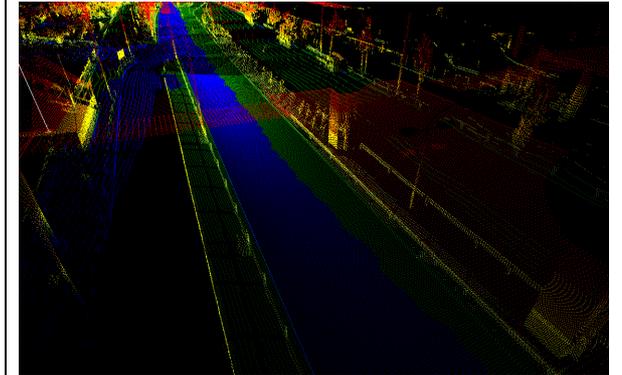
前方左画像	前方右画像
	
レーザ点群 (色付き)	レーザ点群 (色付き)
	
レーザ点群左 (反射強度)	レーザ点群右 (反射強度)
	
上空 3D 表示 (色付き)	上空 3D 表示 (反射強度)
	

表 11 取得データ 2

前方左画像	前方右画像
	
レーザ点群 (色付き)	レーザ点群 (色付き)
	
レーザ点群左 (反射強度)	レーザ点群左 (反射強度)
	
上空 3D 表示 (色付き)	上空 3D 表示 (段彩図)
	

1 回の走行から取得できる範囲は、以下の通りである。手動で図化を行う場合は、画像と点群データを用いて横断的变化をつかみながら下図のように平面的なオルソ⁸を作成し、図化工程を実施する。

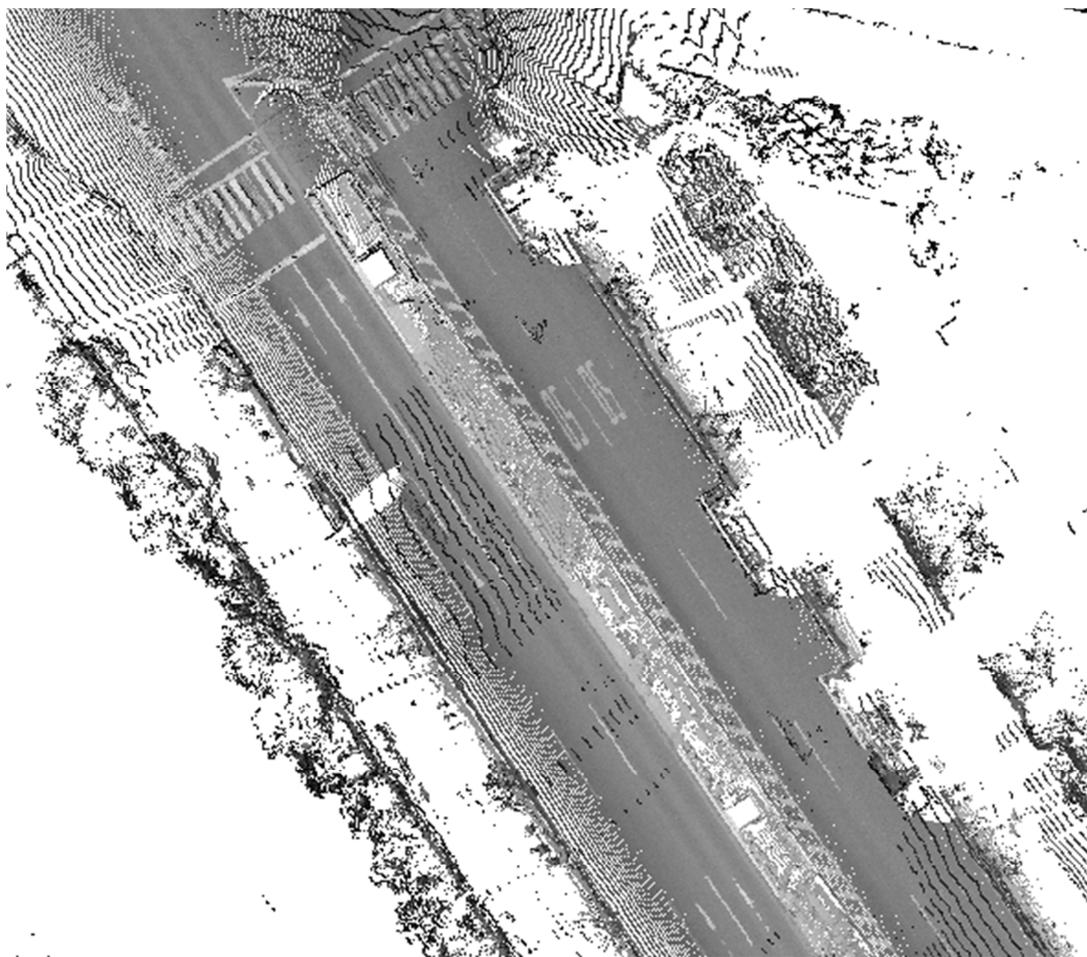


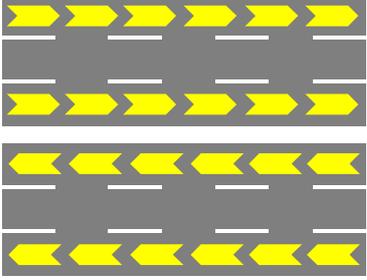
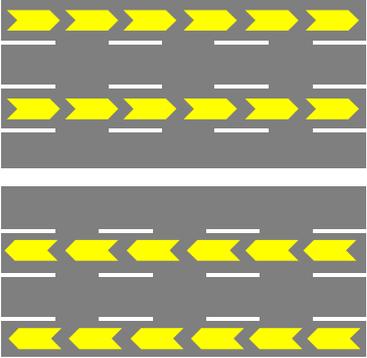
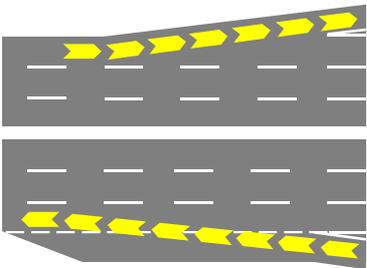
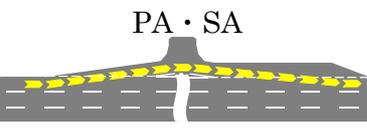
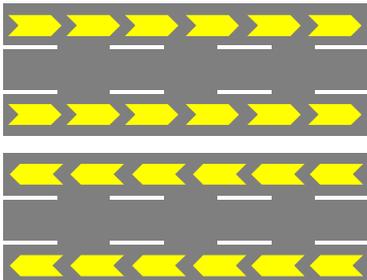
図 7 平面オルソの作成

上図は、ゆりかもめの軌道が道路上空を占有している状態となっている。上方のレーザを表示しなければ、橋脚などクリアな図を作成することが出来る。

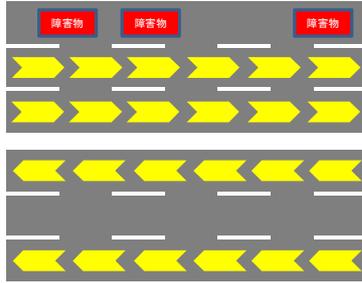
⁸ 標高データを用いて画像の歪みをなくし、真上から見たような傾きのない画像に変換し、位置情報を付与したもの。

(3) 路線状況別の取得

高精度地図作成ために、道路車線数に応じた MMS の車線走行パターンを以下に示す。

箇所	車線種別	計測	適用
有料道路	本線	<p>○1 車線間隔で計測走行 片側 3 車線の場合</p>  <p>片側 4 車線の場合</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 計測速度は各路線の制限速度に準拠する。 渋滞している個所は、前車との車両間隔を 15m 以上確保する。 トンネル内は極力ハンドル操作による変化を行わない。 本線計測と分岐計測は別シーンで実施する。 左側車線を基準として、1 車線間隔（飛ばし）で計測する。
	分合流		<ul style="list-style-type: none"> 計測速度は各路線の制限速度に準拠する。 渋滞している個所は、前車との車両間隔を 15m 以上確保する。 分合流後のカーブは極端な姿勢変化が無いようにする。 料金所手前 200m から、合流後 200m まで計測する。 シーンは本線計測と兼ねないようにする。 分合流後は、本線計測の車線と同様。
	パーキング	<p>PA・SA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> パーキングは本線とは別に計測する。 計測速度は各路線の制限速度に準拠する。 渋滞している個所は、前車との車両間隔を 15m 以上確保する。 分岐後のカーブは極端な姿勢変化が無いようにする。 分岐・合流後 200m まで計測する。
一般道路	単路部	<p>○1 車線間隔で計測</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 基本 40km とし、各路線の制限速度が以上、以下の場合はその指示に準拠する。 渋滞している個所は、前車との車両間隔を 15m 以上確保する。 トンネル内は極力ハンドル操作による変化を行わない。 交差点は直進計測を基本とする。 (指示路線の起点・終点、道路が無く交差点を曲がって進入する場合を除く) 左側車線を基準として、1 車線間隔（飛ばし）で計測する。

第一車線が障害物で走行できない場合



※2車線及び、4車線の計測の場合、計測位置から2車線の離れが発生する。

- ・路上駐車や、工事等により左側車線が通行できない（塞がっている場合は、その隣の車線を左側車線として計測する）。
- ・経路途中で路上駐車や、工事等により左側車線が通行できない（塞がっている場合は、その箇所から隣の車線を左側車線として計測する）。

車線数と計測シーン（左車線に路上駐車，工事，障害物がある場合）

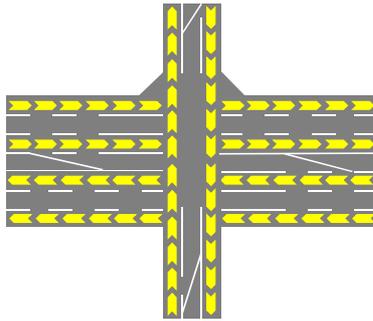
車線	計測数	計測位置（車線） （右側を基準とした車線位置）				
		1	2	3	4	5
2車線	1路線	障害	○			
3車線	2路線	障害	○	○		
4車線	2路線	障害	○	×	○	

車線	計測数	計測位置（車線） （右側を基準とした車線位置）				
		1	2	3	4	5
1車線	1路線	○				
2車線	1路線	○	×			
3車線	2路線	○	×	○		
4車線	2路線	○	×	○	×	
5車線	3路線	○	×	○	×	○

車線数と計測シーン（基本パターン）

※渋滞箇所においては、隣の車線が見えない場合があるので再計測を考える。

交差点



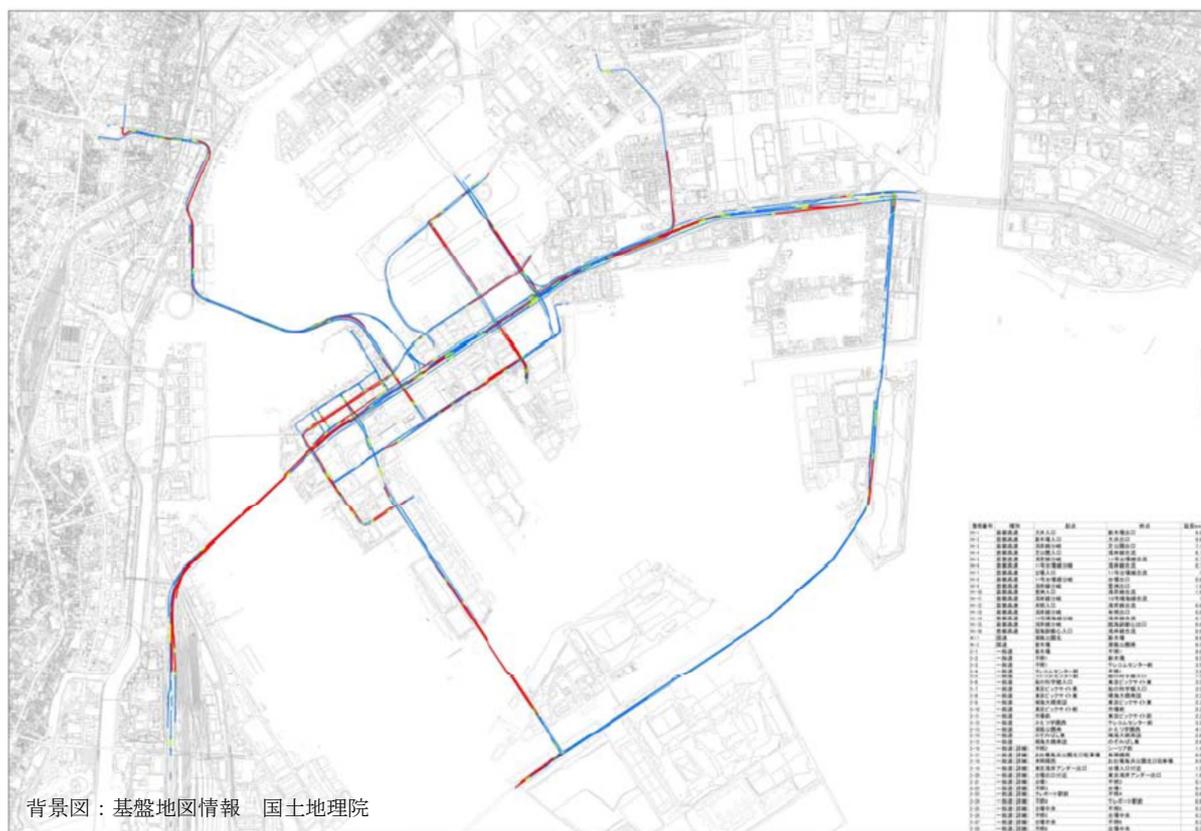
- ・直進計測を基本とする。
- ・起点・終点の交差点は前後 200m 計測する。

1.2.4. MMS 現況取得結果

対象区間の MMS による現況取得結果（補正前）を次に示す。

これは、MMS が走行時点で取得している GNSS・IMU から最適軌跡解析を行ったものである。この時点で精度が確保されたものは、図化工程に進められるデータとなる。

MMS は、自己位置からのレーザ計測の相対値が非常に高く、数センチ単位となっている。すなわち GNSS で自己位置が精度良く取得できれば、絶対位置精度も高くなる特性がある。



上図は、各路線で同一方向に複数回走行しているため、一見赤い地図情報レベル 2,500 以下の箇所が目立つが実際の比率は、下表のとおりである。

情報レベル	延長	率
■ 500	192.1km	70.5%
■ 1000	17.2km	6.3%
■ 1000 以下	63.2km	23.2%
計	272.5km	100%

特に赤くなっている箇所は、上空障害となっている箇所でありトンネル、ゆりかもめ、立体交差部分となっている。赤い箇所においても、GNSS を補足していないため精度として表示できない状況であり、前後の衛星の FIX 状態と IMU により実際のところは、精度が確保されている場合もある。

1.2.5. MMSによる現況取得の課題整理

MMSは、自車の位置情報（GNSS）を取得しながら、自己の車両から高い相対精度をもつレーザを照射することで相対精度の高い点群を取得している。この点群を基として図化を進める形である。障害物など様々な現地状況があるが、お台場地区における実データの取得に際して、次のような課題が確認された。

	事象	課題	対応策
1	連続駐車による点群データの欠落【既知】	連続駐車により、歩道部分の点密度減少	時間帯を判断した走行
2	植樹帯による影響 防音壁など地物による不可視箇所【既知】	レーザースキャナの死角となる部分については、取得が困難	既成図を用いた補完が必要
3	トンネル内のGNSS不可視箇所による精度確保【既知】	GNSS視認不良箇所は、MMS単体での絶対位置精度確保は出来ない	トンネル内GCP点の設置、TS点の設置が必要
4	上空障害箇所のGNSS不可視による精度の確保【既知】	延長が長い立体交差部や軌道下においては精度確保が困難	GCPによる補完が必要
5	複数車線や交差道路間の計測時間帯の違いによる誤差【既知】	衛星のズレによる微小な水平誤差、高さ誤差の吸収	基本ラインを決定し、予測誤差と検証点から吸収する
6	必要地物の中に小構造物がある	レーザが当たるか映像で確認できなければならない	走行回数を増やすことや点密度を向上させる
7	地域性もあり、対象エリア内に全ての地物が存在していない	地物リストからすべてを網羅するデータ作成が必要となる	次年度以降に必要な地物を取得検証する
8	走行取得時期（数日）がずれることによる短期工事等の情報取得	異なる走行車線で、取得時の現況整合が計画時点で必要	工事情報をしっかりとつかみ仮設状況を取得しないようにする
9	渋滞が激しい	渋滞により、計測データの欠損が多く確認される	走行時間帯を十分に考慮した撮影計画が必要
10	複雑な形状の交差点があり、一回の走行で地物の取得が出来ない	独立した右折レーンなどのために別走行で取得しなければならない	形状を把握の上で、綿密な計画が必要
11	高速道路上に既知点がないため、高精度化ができない	高速道路などGCP設置が困難な箇所では、GNSS精度に依存する	高速道路など人の立ち入りが制限されている箇所にはあらかじめ、標定点を配置する

1.2.6. MMS 車両位置補正, 検証方法

(1) MMS 車両位置補正

MMS の車両位置補正は、以下の手順に基づき実施した。

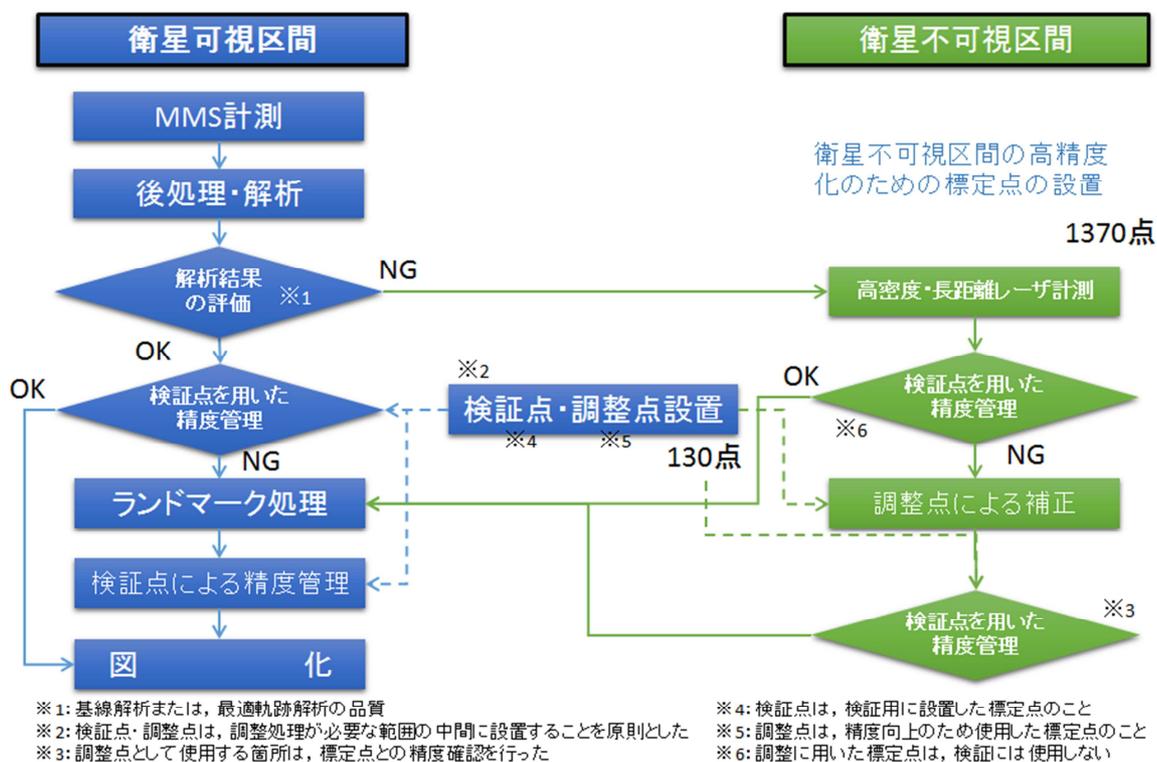


図 8 MMS 高精度化に係るフロー

上図のうち青い部分は、通常処理であり解析結果の評価時点で、NG の場合（衛星状態が不良）は、緑色の処理を含めて調整点を作成した。

(2) 現地実測による標定点の設置

Ground Control Point（以降：GCP とする）設置による検証を実施した。

GCP 設置は、GNSS 測量によって交差点部分に 2 箇所単点測量を行った。実測した点は、対応する横断歩道の隅など MMS データから取得可能な位置を計測し、GCP としてレーザーデータの補正を行った。

なお、本検証においては、IMU 精度の高い機材を部分的に走行することで、予測誤差が 500 レベル以上のデータを取得し、これから作成したデータと一般的 IMU を搭載した機材との差をもって精度検証も行った。

MMS の補正に使用しない点を検証点とするため、100m 程度の間隔で検証点作成し、精度検証を行っている。

巻末に精度管理表を添付する。



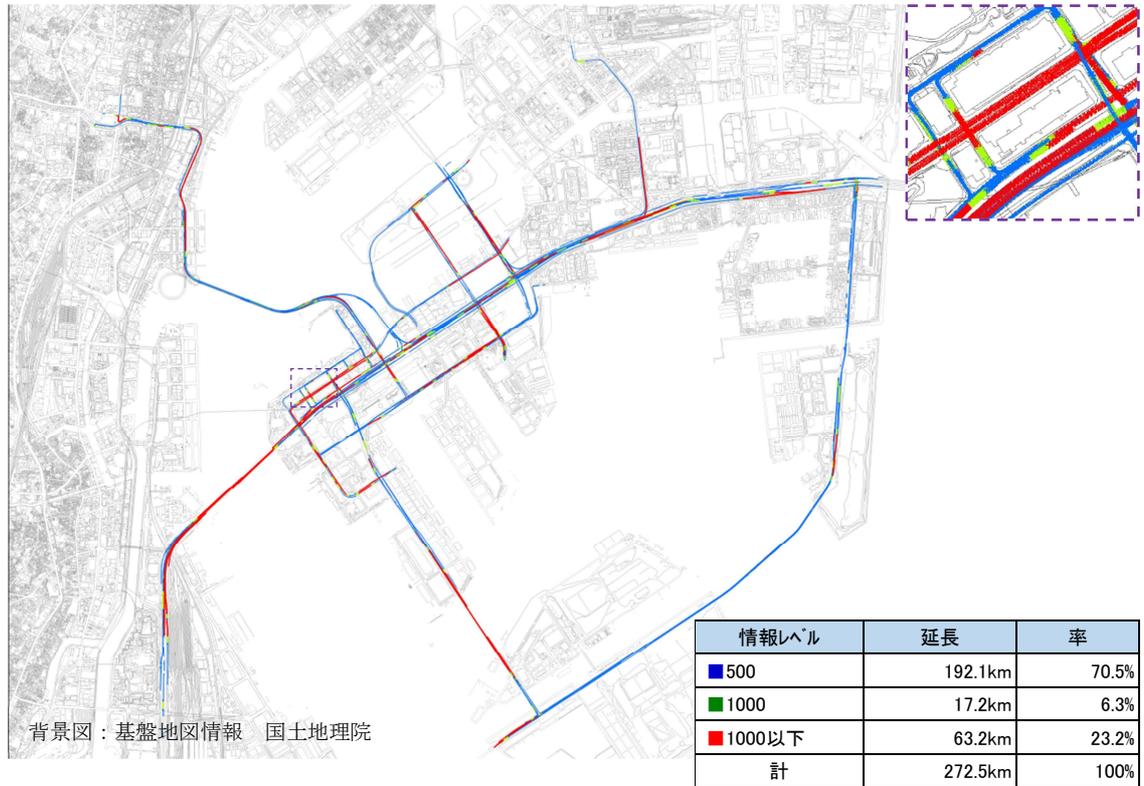
図 9 標定点の設置状況



図 10 標定点設置イメージ

(3) 現地の標定点による調整結果

①処理前



②処理後

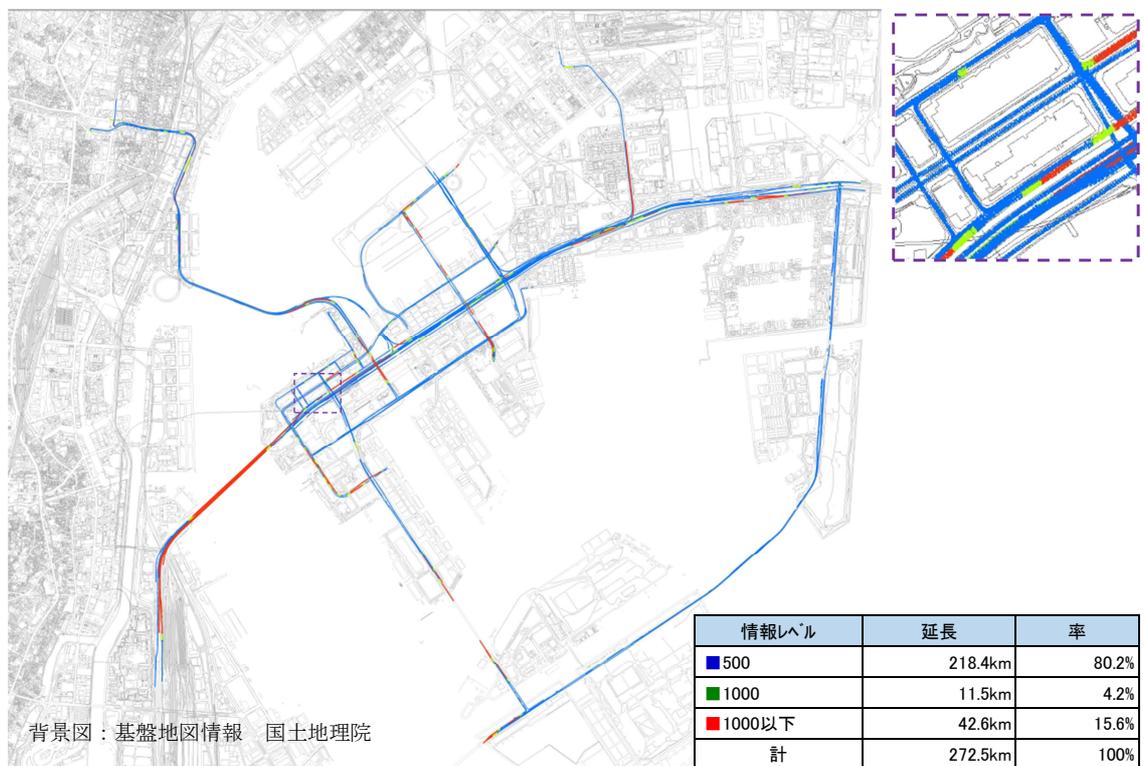


図 11 ランドマーク処理前後の地図情報レベル比較

1.2.7. 更新情報取得方法

作成する地図は、永続的に情報を更新し、安全な社会のための短期間に必要な箇所を判断し、漏れなく更新が行われる仕組みを構築しなければならない。

そのため道路管理者においては、道路を改築、改良の事象がもれなく把握され、適時その状況を更新しなければならない。

また、道路工事など永続的に形状が変更になる場合と規制など一時的な障害があり、当然ながら長期の工事や短期の工事等の突発的な事象に対しても配慮しなければならない。

これらを配慮すると情報の更新は、その情報ボリュームにより選定される。自動走行に関しては、新鮮度が必要なことから3ケースが考えられる。

Case1：初期整備，路線の追加など大量に更新・作成が必要な場合

Case2：部分更新など大規模な更新は必要なく，更新範囲が軽微な場合

Case3：プローブデータ活用

Case 毎に特色があり，次にその概要を示す。

表 12 更新情報取得方法

No	Case 概要	管理方法
Case1	新設路線や大規模な工事が行われ、大きな変状が発生した場合のケース	工事情報などを入手し、工事完成後 MMS を走行し、短期間で基盤的信息を更新する。更新情報は、オンライン等を用いて車両側にアップデートする。
	<pre> graph LR A[大規模工事 道路新設 ・大規模工事完了時に道路管理者から情報入手] --> B[MMSによる計測 ・新設路線について、MMS計測] B --> C[前後データによる補正 ・接続路線情報から高精度化 ・必要に応じて、GCP設置] C --> D[図化編集 作図属性付与 ・補正データにより地物の図化] D --> E["(仮称) データセンター情報更新 ・データセンターにおいてデータ更新"] </pre>	
Case2	初期データ整備後に部分的な改変、例えばバスストップの新設など非常に狭域な場合	変更箇所のデータ切り出し、TS などを用いて現況を計測して、データを修正し、狭域のデータ更新を行う。通信を利用し、アップデートされる。
	<pre> graph LR A[小規模工事 道路改良 ・自動走行に支障のある地物更新] --> B[TS等による計測 ・改良箇所についてTS等による計測] B --> C[データセンターからチェックアウト ・MMS初期データ修正更新図化] C --> D[図化編集 作図属性付与 ・補正データにより地物の図化] D --> E["(仮称) データセンター情報更新 ・データセンターにおいてデータ更新"] </pre>	
Case3	日常的に車両から情報を受け、特異な挙動を集約し、直ちに確認修整を行う	走行情報から、現況との差を把握し短時間で更新を行う。場合によっては、指定管理者を作的確な情報更新サイクルが必要である。
	<pre> graph LR A[道路監視 ・走行車両の特異な動作箇所を集約] --> B[プローブ車（パトロール）による計測 ・規模に応じた計測] B --> C[データセンターからチェックアウト ・MMS初期データ修正更新図化] C --> D[図化編集 作図属性付与 ・補正データにより地物の図化] D --> E["(仮称) データセンター情報更新 ・データセンターにおいてデータ更新"] </pre>	

どのケースにしても、鮮度、正確度、時間等を一元的に整理管理する公的な基盤的地図管理団体が推奨される。

これは、各企業が独自作成を防止し、異なる仕様の派生など国内全般の投資ロスを防止し、基本部分の共用利用による全体コスト最適化を行うため必要不可欠となる。ただし、基本以外の部分のコンテンツに関しての作成は妨げず自由に作成・競争することで産業の活性化を睨んだ形式が望まれる。

また、地理空間情報として高精度地図の検査など基盤的地図の更新に際しての第三者的なデータ検証も重要となる。

下記は、道路情報とその収集提供をイメージした図となる。各主体が持つ情報を効果的に収集し、基盤的地図情報のデータに付与する。あるいは、その変化情報を収集する連携を模式的に表したものである。

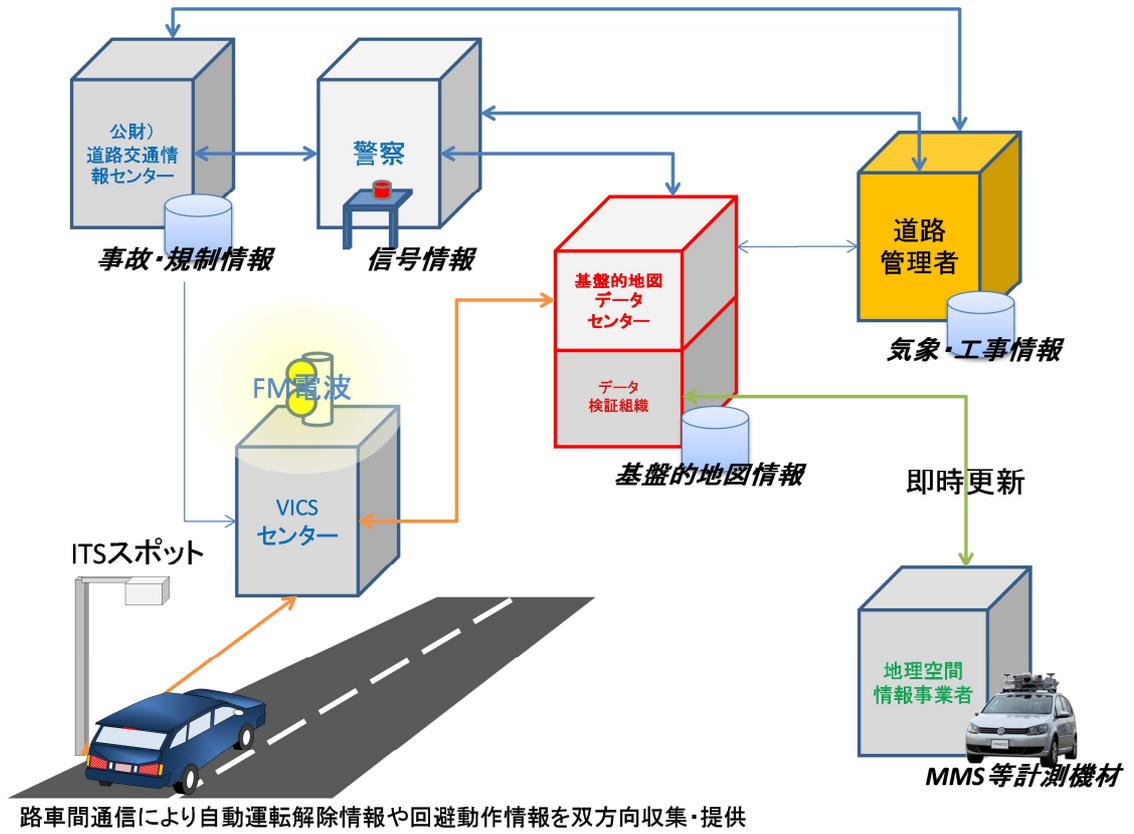


図 12 関連機関の連携と情報管理

1.3. 地図情報表現方法の検討

作成する地図の表現方法は、次の通りとして調整した。

1.3.1. 地物表現基本構造の整理

自動走行に必要となる地物は、前項において整理された。これらを車載システム側で走行中の先読みを考慮し、ネットワーク構造を有した地図構造を定義する。

また、他の地図情報との関係づけや更新箇所を特定しやすくするため、パーマネントでユニークなキーとなる道路の区間 ID（参照点 ID）を格納することとしている。

詳細は巻末に示すものとし概要を記載する。

(1) 基本構造

片側の道路中心線リンク（TypeA）でベースとなる道路ネットワークを形成する。これに関連付けて車線中心線リンク（TypeB）を複数車線定義できるようにする。

車両の判断対象とすべき信号や停止線等全ての地物は、対象の道路中心線や車線中心線に関連付ける構造としている。

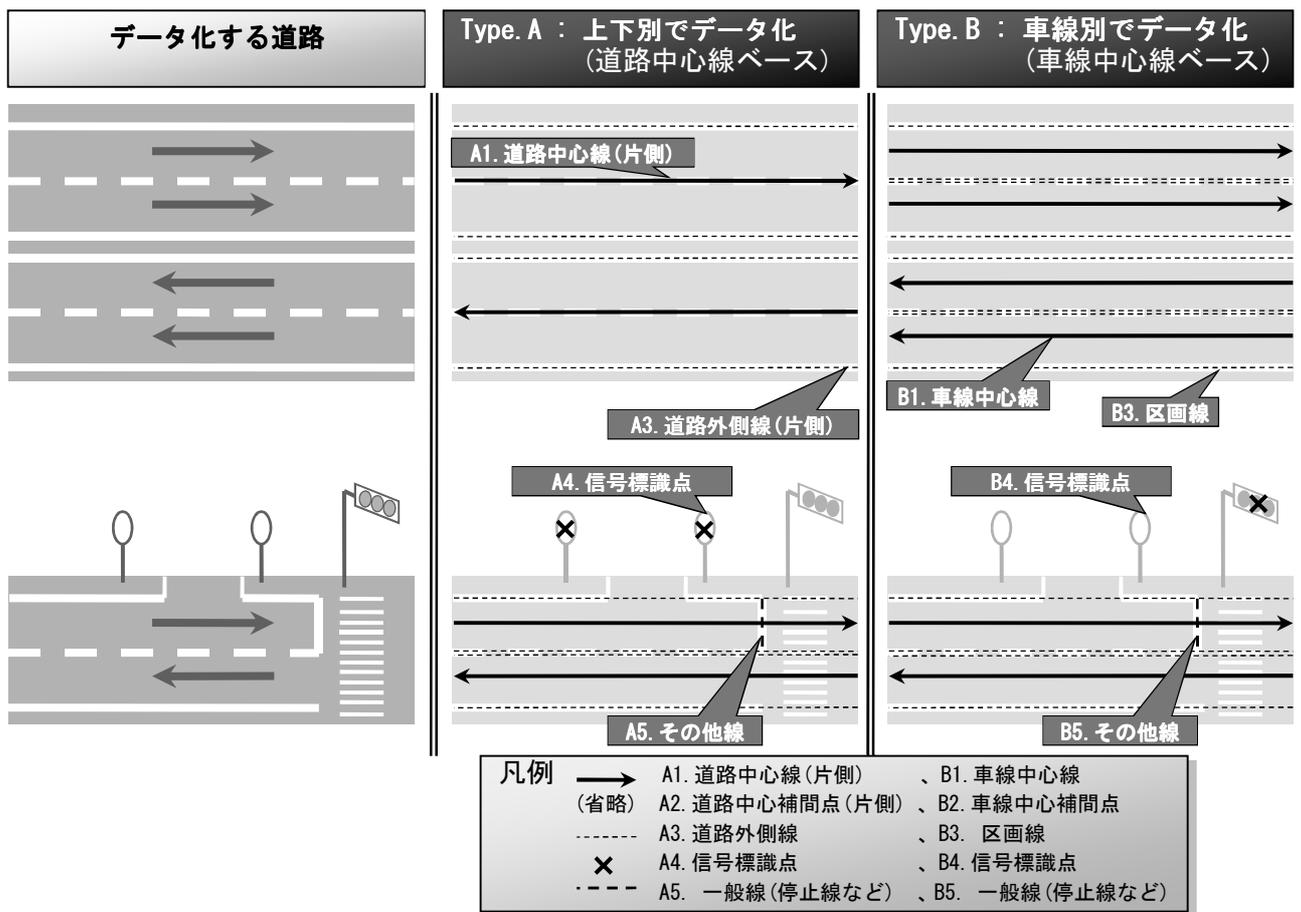
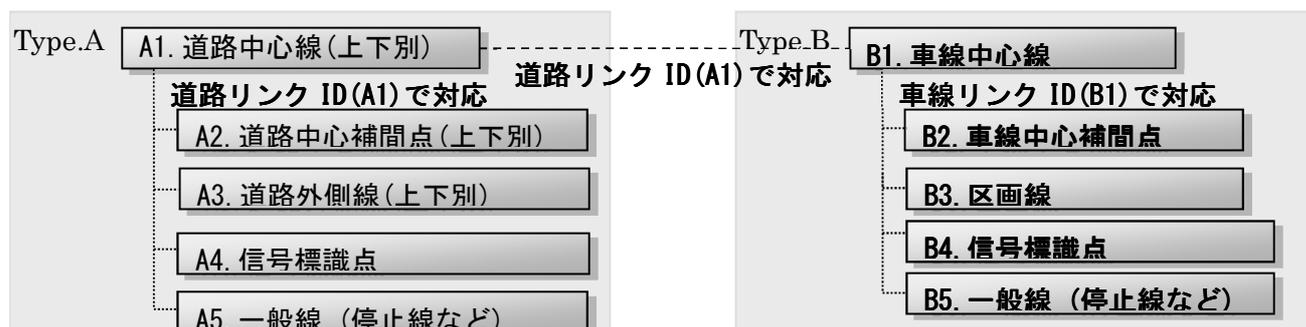


図 13 データ基本構造

表 13 テーブル構成

テーブル名	説明
◆Type. A : 上下別データ	(A1～A3 は 一般道の標準)
A1. 道路中心線 (道路リンク)	道路の <u>上下別(片側)</u> での、中心線。
A2. 道路中心補間点 (道路リンク補間点)	道路の上下別(片側)での、中心線の補間点(中心点)。
A3. 道路外側線 ^{がいそく}	道路の上下別(片側)での、外側区画線(区間線の中央)または上下分離の区画線中心線。 ※ 本線直進に対応する外側線には右左折車線分は含まない。
A4. 信号標識点	標識の中心点など。
A5. 一般線	停止線 (や横断歩道柵) など。
◆Type. B : 車線別データ	(B1～B3 は 高速道の標準)
B1. 車線中心線 (車線リンク)	車線の中心線。
B2. 車線中心補間点 (車線リンク補間点)	車線の中心線の補間点(中心点)。
B3. 区画線	車線の区画線(区間線の中央)
B4. 信号標識点	信号の中心点など。
B5. 一般線	停止線 (や横断歩道柵) など。

各データの関係を以下に示す。



※1 Type.B だけの場合は A4,B1,B2,B3,B5 のデータとなる。

図 14 テーブルの関係

(2) テーブル仕様

テーブル概要を以下に示す。詳細は、巻末資料の添付する。

① [A1] 道路中心線テーブル, [B1] 車線中心線テーブル

表 14 テーブル属性

格納 No	項目名	フィールド名	型(桁)	備考
◆ 図形属性 ... CSV形式の場合だけ、X, Y, Z 属性を作成				
G1	経度	X	実数(4.8)	経度 [度] ... 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
G2	緯度	Y	実数(4.8)	緯度 [度] ... 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
G3	標高	Z	実数(4.3)	標高 [m] ... 整数部4桁、小数部3桁 (1mm単位)
◆ 一般属性 ... CSV形式の場合は、先頭座標の場合だけ以降を作成				
1	レコードタイプ	RECTYPE	文字列(2)	【A1.道路中心線】“A1”を格納、【B1.車線中心線】“B1”を格納
2	リンクID	LINKID	整数(10)	リンクID [0~] ... 非パーマネント(データ作成毎に変化) 【A1.道路中心線】道路リンクID。(LINKIDA) 【B1.車線中心線】車線リンクID。(LINKIDB)
3	始点ノードID	NODEID1	整数(10)	ノードID [0~] ... 非パーマネント(データ作成毎に変化) 【A1.道路中心線】道路ノードID。(NODEIDA) 【B1.車線中心線】車線ノードID。(NODEIDB)
4	終点ノードID	NODEID2	整数(10)	ノードID [0~] ... 非パーマネント(データ作成毎に変化) 【A1.道路中心線】道路ノードID。(NODEIDA) 【B1.車線中心線】車線ノードID。(NODEIDB)
5	リンク長	LENGTH	整数(10)	[cm]
6	道路種別	ROADTYPE	整数(2)	道路種別コード [別記]
7	路線番号	ROADNO	整数(4)	
8	規制速度(順方向)	SPEED	整数(3)	普通車の最高速度規制。[Km/h] (0:不明/未調査)
9	車線数(順方向)	LANE	整数(2)	片側車線数 [車線] (0:未調査/不明)
10	交差点内リンク種別	INTERSEC	整数(1)	0:交差点内以外、1:交差点内リンク、2:マヌーバリンク
11	区間ID	SID	文字列(11)	道路区間ID
12	区間ID種別	SIDTYPE	整数(1)	0:未設定、1:道路区間ID、2:参照点ID
13	対応する道路リンクID	LINKIDA	整数(10)	対応する道路リンクID(A1:上下別) [0~] ... 非パーマネント(データ作成毎に変化) 【A1.道路中心線】道路リンクID(LINKID)と同一値。 【B1.車線中心線】対応する道路リンクID。
14	道路構造種別	RSTYPE	整数(2)	道路構造種別コード表参照 [別記] 【A1.道路中心線】常に0 【B1.車線中心線】車線により設定
15	トンネルフラグ	TUNNEL	整数(1)	0:トンネル以外、1:トンネル
16	橋フラグ	BRIDGE	整数(1)	0:橋以外、1:橋
17	右左折情報	TURNING	整数(1)	0:直進、1:左折可、2:右折可
18	走行規制	REGULATION	整数(2)	走行規制コード [別記]
19	高さ制限	HIGHLIMIT	整数(3)	トンネル/橋梁の高さ制限 [cm]
20	レーン種別	LANETYPE	整数(2)	レーン種別コード [別記]
21	走行方向	DIRECTION	整数(1)	0:リンクに対し順方向、1:リンクに対し逆方向、2:双方向
22	料金ゲート区分	GATETYPE	整数(1)	0:非料金所、1:ETC専用、2:ETC/一般、3:一般
23	Uターン可否	UTURN	整数(1)	0:Uターン不可、1:Uターン可

② [A3] 道路外側線テーブル, [B3] 区画線テーブル

表 15 テーブル属性

格納 No	項目名	フィールド名	型(桁)	備考
◆ 図形属性 ... CSVファイルの場合だけ、X, Y, Z 属性を作成				
G1	経度	X	実数(4.8)	経度 [度] ... 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
G2	緯度	Y	実数(4.8)	緯度 [度] ... 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
G3	標高	Z	実数(4.3)	標高 [m] ... 整数部4桁、小数部3桁 (1mm単位)
◆ 一般属性 ... CSVファイルの場合は、先頭座標の場合だけ以降を作成				
1	レコードタイプ	RECTYPE	文字列(2)	【A3.道路外側線】“A3”を格納、【B3.区画線】“B3”を格納
2	リンクID	LINKID	整数(10)	リンクID [0~] ... 非パーマネント(データ作成毎に変化) 【A3.道路外側線】道路リンクID。(LINKIDA) 【B3.区画線】車線リンクID。(LINKIDB)
3	左右	LR	整数(1)	0:左側線、1:右側線 【路肩情報を図形で格納する場合】 2:左側道路線の線、3:右側道路線の線
4	線番号	LNO	整数(6)	リンクID+左右別での線番号(連番) [0~]
5	線種別	LTYPE	整数(4)	線種別コード表参照 [別記]
6	路面標示種別	MTYPE	整数(3)	路面標示種別コード表参照 [別記]
7	路肩の高さ	HIGHSHLDR	整数(3)	路肩(段差)の高さ

③ [A4/B4] 信号標識点テーブル, [A5/B5] 一般線テーブル

表 16 テーブル属性

格納	No	項目名	フィールド名	型(桁)	備考
		◆ 図形属性			… CSVファイルの場合だけ、X、Y、Z 属性を作成
○	G1	経度	X	実数(4.8)	経度 [度] … 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
○	G2	緯度	Y	実数(4.8)	緯度 [度] … 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
○	G3	標高	Z	実数(4.3)	標高 [m] … 整数部4桁、小数部3桁 (1mm単位)
		◆ 一般属性			… CSVファイルの場合は、先頭座標の場合だけ以降を作成
○	1	レコードタイプ	RECTYPE	文字列(2)	【A4. 信号標識点】“A4”を格納、【A5. 一般線】“A5”を格納 【B4. 信号標識点】“B4”を格納、【B5. 一般線】“B5”を格納
○	2	リンクID	LINKID	整数(10)	【A】道路リンクID [0~] … 非パーマネント(データ作成毎に変化)(LINKIDA) 【B】車線リンクID [0~] … 非パーマネント(データ作成毎に変化)(LINKIDB)
○	3	格納順	NO	整数(6)	当該標識信号点と紐づくリンク内の格納順(連番) [0~] ・道路リンク終点側に近いほど大きな数値となる。
○	4	種別コード(主)	CODE	整数(4)	(別記)
○	5	地物ID	FEATUREID	整数(10)	地物(信号機、標識など)を特定するためのID [0~]
○	6	信号機矢印有無	EXISTSARW	整数(1)	信号機の矢印 0:無、1:有 (信号機以外の場合は、常に0)
○	7	標識コード	SIGNCD	整数(3)	道路標識、区画線及び道路標示に関する命令に記載の番号
○	8	施設ID	FACILITYID	整数(10)	ISO・ダイナミックマップの施設ID (現時点では未確定)
○	9	標識形状種別 (A4/B4のみ)	SIGNSHPCD	整数(4)	標識形状種別コード表参照[別記]
○	10	標識の色 (A4/B4のみ)	SIGNCOLOR	整数(2)	標識色種別コード表参照[別記] (信号機の場合は、常に0)
○	11	路面標示線 開始/終了 (A5/B5のみ)	LINESIDFB	整数(1)	0:開始・終了の区別なし、1:開始、2:終了

(3) 各地物の入力仕様

抽出された地物の取得位置を示した入力仕様を作成した。

記載内容は、地物の取得位置、属性、図形種別、関連付け、用途としている。また、ここに個票を作成していない地物は、既存資料との調整を考え細部にわたり入力仕様を作成済みである「道路基盤地図情報製品仕様書(案):平成24年3月 国土交通省」によるものとした。

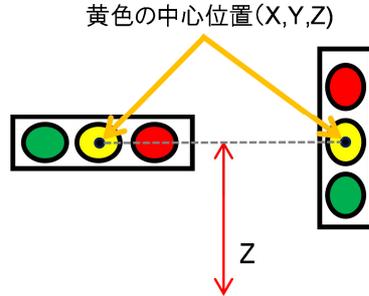
なお、巻末に地物の入力に関する個票として、付属資料として添付する。

交通信号機 (全域)

信号機を入力する

取得位置

信号機の黄色表示の中心位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
信号機ID	信号機を特定するID	
信号機形状	横型、縦型	
矢印灯有無	有、無	矢印の向き、色は、記載しない
車線中心線ID	信号機が対応する車線中心線ID	複数の車線中心線と対応付く場合は、複数の車線中心線IDを保持する
施設ID	ISO・ダイナミックマップの施設ID (地物ID)	現時点では未確定
信号機種別	形状、右左折信号 など	

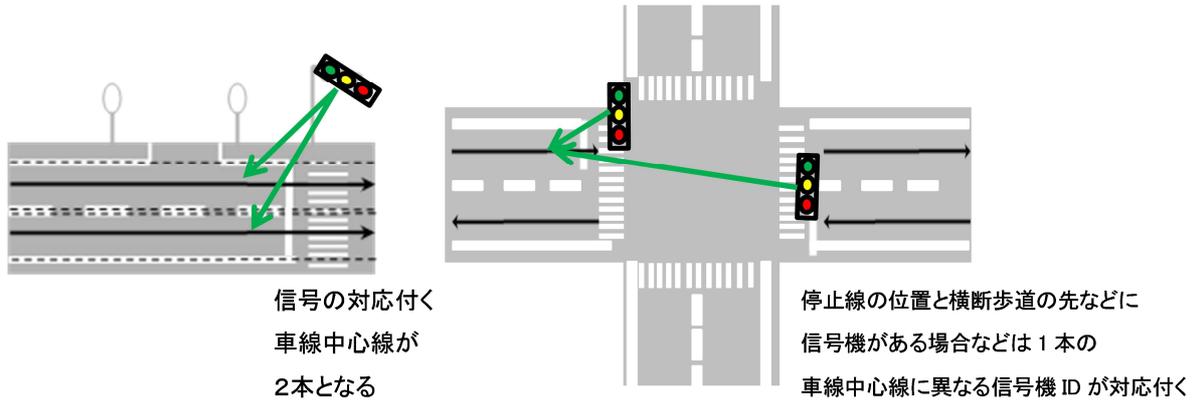
図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

※車線を限定する信号機が存在するため車線中心線との対応付けとする。
 左図のように複数車線で進行方向に1つの信号がある場合は、複数の車線中心線IDが対応付くこととなる。
 右図のように1車線で進行方向に2つの信号がある場合は、1本の車線中心線IDに複数の信号機が対応付くこととなる。



自動走行の用途

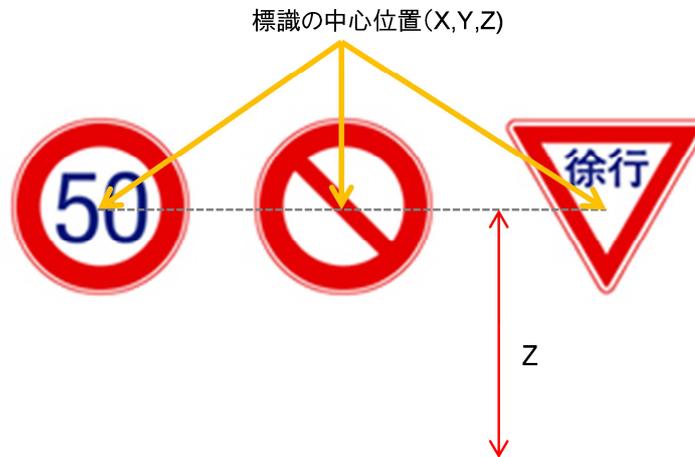
自車位置補正 (縦方向)
 信号認識速度向上の支援

規制標識（全域）

規制標識のうち禁止規制（赤枠の標識）を対象とする

取得位置

標識の中心位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
標識ID	標識を特定するID	
標識形状種別	丸、逆三角、四角	
標識の色	赤	
道路中心線ID	規制標識が対応する道路中心線ID	
標識種別	標識種別コード	道路標識、区画線及び道路標示に関する命令に記載の番号を基本とする
施設ID	ISO・ダイナミックマップの施設ID（地物ID）	現時点では未確定

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

道路中心線と対応付ける

自動走行の用途

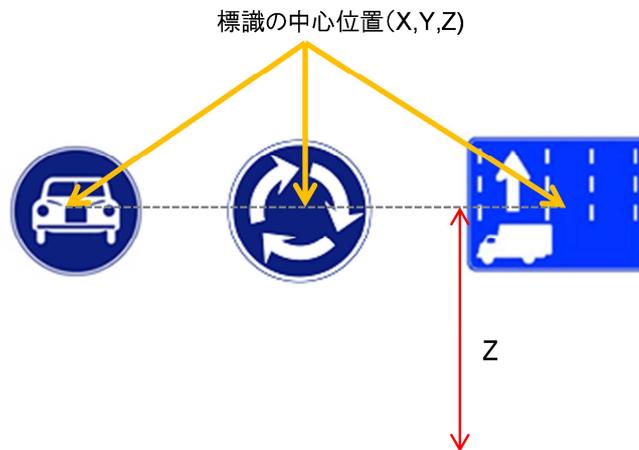
自車位置補正（縦方向）

規制標識 (エリア限定)

規制標識のうち禁止規制 (赤枠の標識) 以外を対象とする

取得位置

標識の中心位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
標識ID	標識を特定するID	
標識形状種別	丸、四角	
標識の色	青	
道路中心線ID	規制標識が対応する道路中心線ID	
標識種別	標識種別コード	道路標識、区画線及び道路標示に関する命令に記載の番号を基本とする
施設ID	ISO・ダイナミックマップの施設ID (地物ID)	現時点では未確定

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

道路中心線と対応付ける

自動走行の用途

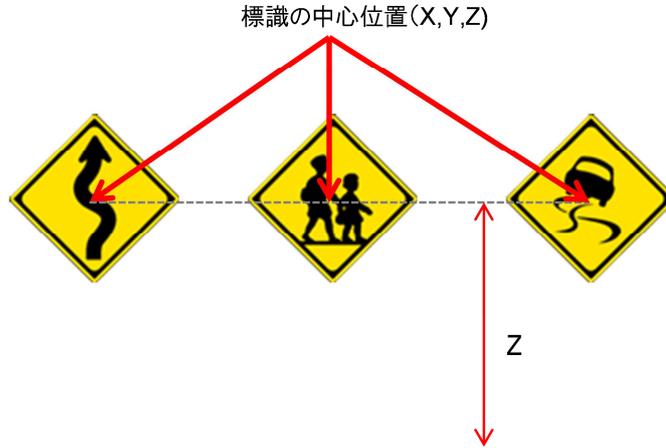
自車位置補正 (縦方向)

警戒標識（全域）

警戒標識を対象とする

取得位置

標識の中心位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
標識ID	標識を特定するID	
標識形状種別	菱形	
標識の色	黄	
道路中心線ID	警戒標識が対応する道路中心線ID	
標識種別	標識種別コード	道路標識、区画線及び道路標示に関する命令に記載の番号を基本とする
施設ID	ISO・ダイナミックマップの施設ID（地物ID）	現時点では未確定

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

道路中心線と対応付ける

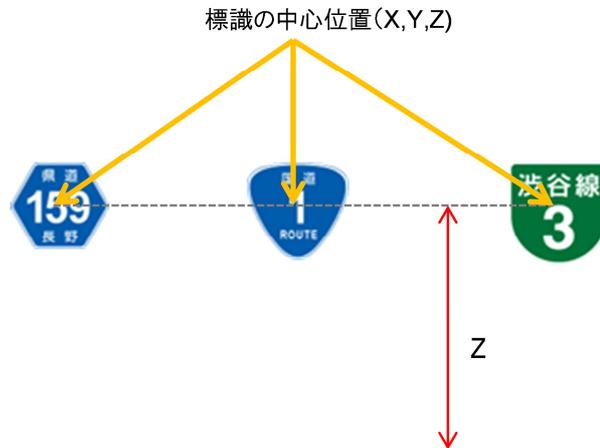
自動走行の用途

自車位置補正（縦方向）

案内標識（全域）

案内標識のうち、横型でない路線番号（国道、都道府県道）及び都市高速道路の道路の通称名を対象とする
取得位置

標識の中心位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
標識ID	標識を特定するID	
標識形状種別	丸、逆三角、六角形、盾型	
標識の色	青、緑	
道路中心線ID	案内標識が対応する道路中心線ID	
標識種別	標識種別コード	道路標識、区画線及び道路標示に関する命令に記載の番号を基本とする
施設ID	ISO・ダイナミックマップの施設ID（地物ID）	現時点では未確定

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

道路中心線と対応付ける

自動走行の用途

自車位置補正（縦方向）

キャッツアイ (エリア限定)

路面のキャッツアイを対象とする

取得位置

反射部センター (X, Y, Z) を取得する

キャッツアイの中心位置(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	キャッツアイの最寄車線の車線中心線ID	

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自車位置補正 (縦方向、横方向)

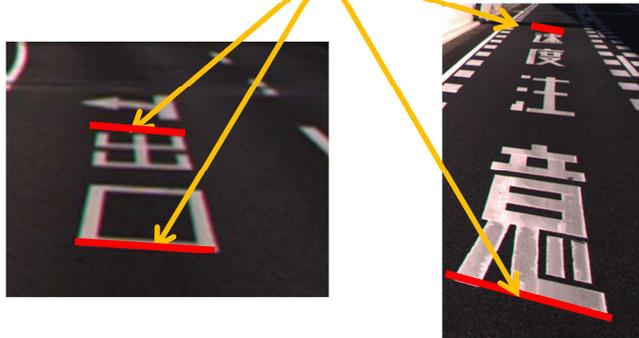
路面マーカ（横断歩道・停止線・進行方向以外）（エリア限定）

横断歩道、停止線、進行方向以外の路面マーカを対象とする

取得位置

路面マーカを含む矩形の開始位置、終了位置を取得する

矩形の開始、終了位置(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	開始と終了でペアとなる線は同一IDとなる
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
開始・終了	開始位置か、終了位置かの区別	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

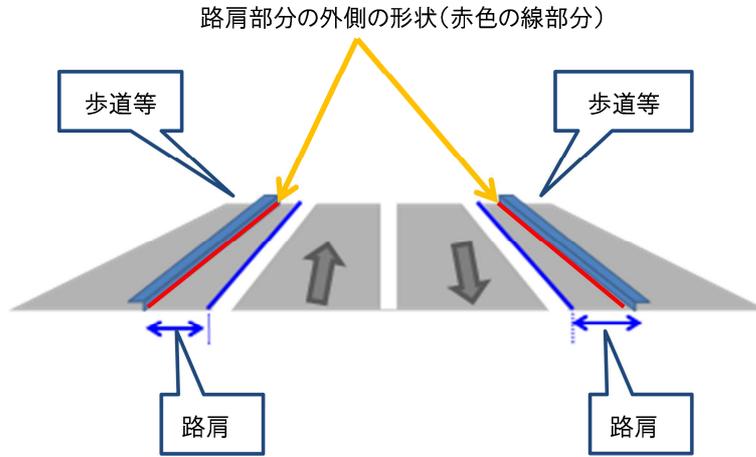
自車位置補正（縦方向）

路肩形状 (全城)

路肩 (区画線外～歩道等までの間) の外側を対象とする

取得位置

路肩部分の外側の形状を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
路肩高さ	段差の高さを格納する (傾斜がある場合は最大値)	

図形種別

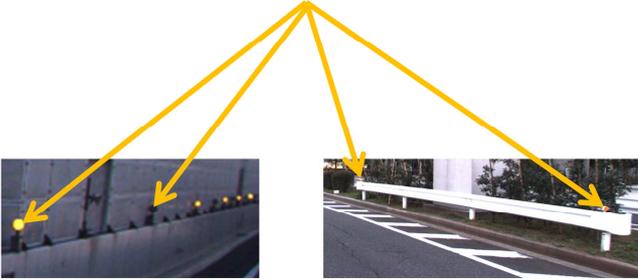
標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正 (横方向)

デリニエータ(視線誘導標)位置 (エリア限定)		
デリニエータ (視線誘導標) を対象とする		
取得位置 反射プレートセンター (X, Y, Z) を取得する		
<p style="text-align: center;">反射プレートの中心位置(X,Y,Z)</p> 		
属性		
属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
図形種別 標高付ポイントデータ (PointZ)		
関係付け 車線中心線と対応付ける		
自動走行の用途 自車位置補正 (縦方向、横方向) 道路の変化に合わせた先読み		

ガードレールなどの位置・形状 (エリア限定)

ガードレールの上部を対象とする

取得位置

ガードレールの上部の線 (X, Y, Z) を取得する

上部の線の位置(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自車位置補正 (横方向)

静的障害物として動的障害物との判別

区画線位置 (破線の実線部、破線部を表現) (エリア限定)		
区画線の中心線を対象とする		
取得位置 区画線を取得する		
<p>区画線の位置(X,Y,Z)</p>		
属性		
属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
車線種別	実線、破線、分岐/合流境界、二重白線、白線、黄線 など	
困難な地点	白線が消えかかっているところ	
図形種別 標高付ポリラインデータ (PolylineZ)		
関係付け 車線中心線と対応付ける		
自動走行の用途 自転車位置補正 (横方向)		

路面電車形状 (線路位置・安全地帯位置・停車所位置) (エリア限定)

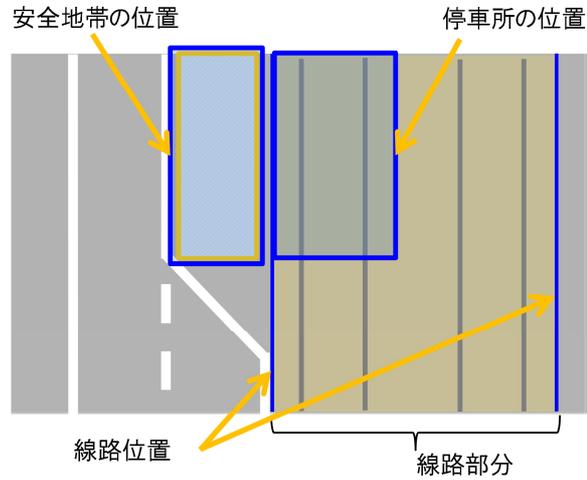
路面電車と道路との境界、安全地帯、停車所を対象とする

取得位置

線路位置 (線路部との境界をポリラインで表現)

安全地帯位置 (安全地帯をポリゴンで表現)

停車所位置 (路面電車が停車する位置をポリゴンで表現)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
道路中心線ID	対応する道路中心線ID	

図形種別

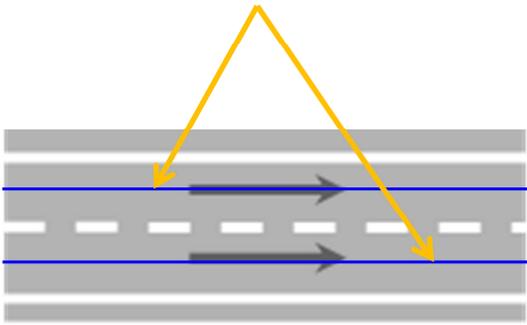
標高付ポリラインデータ (PolylineZ) / 標高付ポリゴンデータ (PolygonZ)

関係付け

道路中心線と対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正 (横方向)

車線中心線 (全域)		
区画線間の中心線を対象とする		
取得位置 区画線間のセンターラインを取得する		
<p>車線中心線(X,Y,Z)</p> 		
属性		
属性名称	属性内容	備考
車線中心線ID	車線中心線を特定するID	
道路中心線ID	当該車線が対応する道路中心線ID	
車線幅	左側区画線から右側区画線までの幅	
走行方向	直進、右左折レーン情報、右折可、左折可 など	
走行規制	右折進入可、バス専用、有料時間帯、中央線変更時間帯、路面電車優先、優先/非優先、走行ルール など	
高速道路入出位置	高速道路への入口、および出口車線	
SA/PA/スマートIC位置	SA/PA/スマートICの入口、出口車線、ならびにSA/PA内部の車線	
Uターン	Uターンの可否	
曲率	車線中心線の各補間点における曲率	補間点に設定
曲率変化率	車線中心線の各補間点間における曲率近似の変化率	補間点に設定
方位角	車線中心線の各補間点間を結ぶ線分の方位角度	補間点に設定
縦断勾配	車線中心線の各補間点間における勾配	補間点に設定
横断勾配	車線中心線の各補間点における横断勾配	補間点に設定
道路リンクに沿った走行方向	ICごとの個別ルールなど	
図形種別 標高付ポリラインデータ (PolylineZ) 標高付ポイントデータ (PointZ)		
関係付け 道路中心線と対応付ける		
自動走行の用途 自車位置補正 (縦、横方向) 走行すべき車線の特定 トポロジ (路線) レベルでの進行方向 前方の情報の先読み		

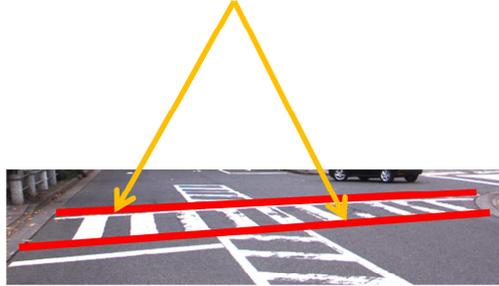
横断歩道（路面標示）（エリア限定）

横断歩道を対象とする

取得位置

横断歩道の開始、終了のラインを取得する

開始、終了のライン(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	開始と終了でペアとなる線は同一IDとなる
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
開始・終了	開始位置か、終了位置かの区別	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolyLineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正（縦方向）

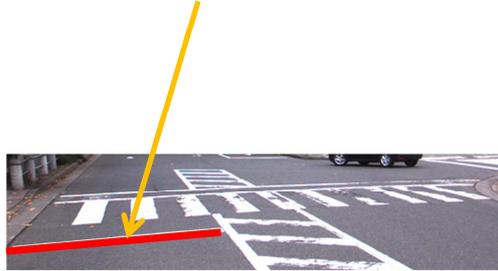
停止線（路面標示）（全域）

停止線を対象とする

取得位置

停止線前方ラインを取得する

停止線の前方(手前側)位置(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
一時停止対象	対応付く一時停止標識あり	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自車位置補正（縦方向）

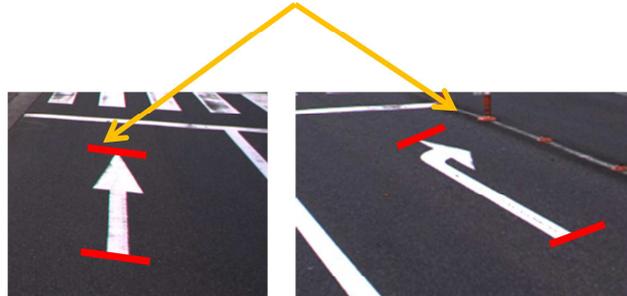
進行方向（路面標示）（エリア限定）

路面標示の進行方向を対象とする

取得位置

路面標示が収まる矩形の進行方向の開始、終了ラインを入力

進行方向の路面標示の開始、終了ライン(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	開始と終了でペアとなる線は同一IDとなる
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
開始・終了	開始位置か、終了位置かの区別	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自車位置補正（縦方向）

料金所・ゲート構造 (全域)

料金所のゲート部分を対象とする

取得位置

ゲート開始地点の中心位置 (X, Y, Z) を取得し、標識点として作成する

ゲート開始地点(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
ゲート区分識別	ETC専用、一般、ETC/一般	

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

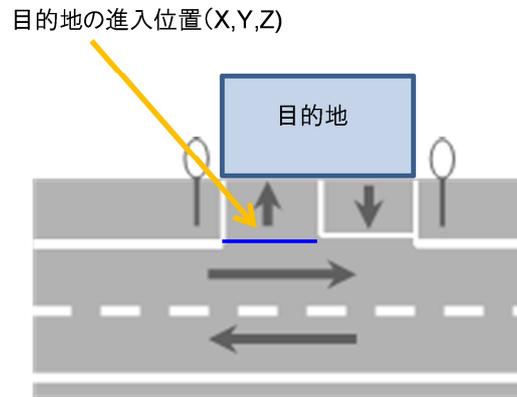
自車位置補正 (縦方向)

目的地の進入位置 (エリア限定)

目的地への進入位置を対象とする (出口側は対象外)

取得位置

目的地への進入路の開始位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
道路中心線ID	対応する道路中心線ID	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PoylineZ)

関係付け

道路中心線と対応付ける

自動走行の用途

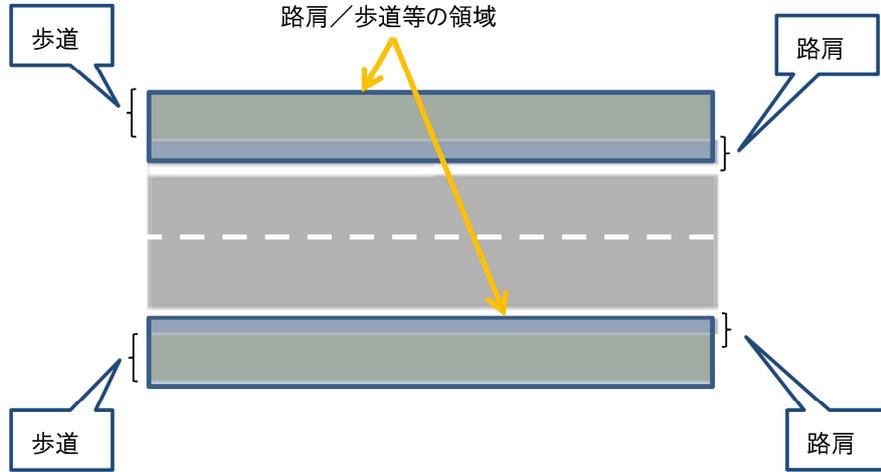
自転車位置補正 (縦方向)

路肩／歩道等の通行可能領域 (エリア限定)

路肩や歩道等通行可能領域を対象とする

取得位置

路肩／歩道等の通行可能領域を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	

図形種別

標高付ポリゴンデータ (PolygonZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

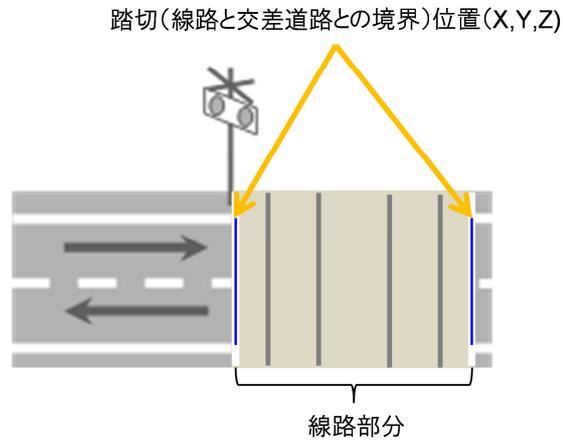
自転車位置補正 (横方向)

踏切位置 (全域)

踏切と道路との境界を対象とする

取得位置

踏切と道路との境界位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
開始・終了	開始位置か、終了位置かの区別	

図形種別

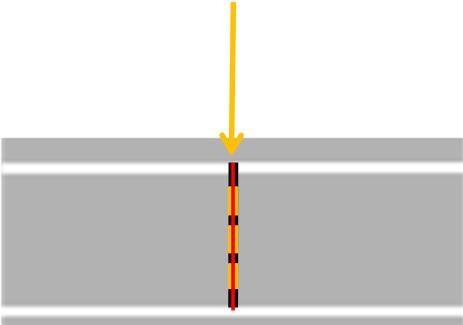
標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

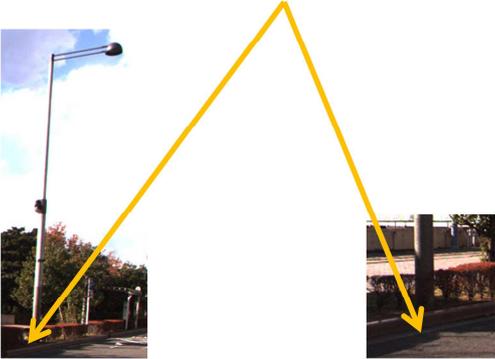
関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正 (縦方向)

スピードブレーカー位置 (エリア限定)		
スピードブレーカーを対象とする		
<p>取得位置</p> <p>スピードブレーカーの中心線 (X, Y, Z) を取得する</p>		
<p>スピードブレーカーの中心線(X,Y,Z)</p> 		
属性		
属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
図形種別		
標高付ポリラインデータ (PolylineZ)		
関係付け		
車線中心線と対応付ける		
自動走行の用途		
自転車位置補正 (縦方向)		

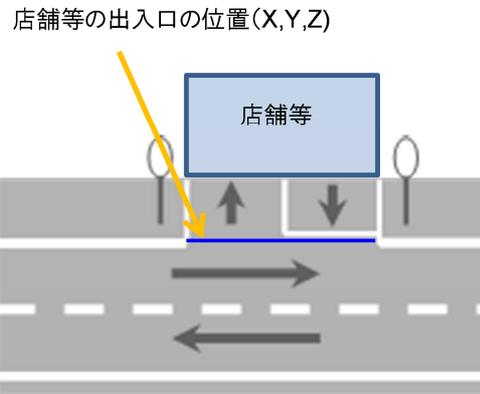
照明灯位置 (エリア限定)		
照明灯を対象とする		
取得位置 照明灯の地面の設置場所の中心位置 (X, Y, Z) を取得する		
<p style="text-align: center;">照明灯の設置場所の中心位置(X,Y,Z)</p> 		
属性		
属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線 中心線 ID	対応する車線中心線ID	
施設ID	ISO・ダイナミックマップの施設ID (地物ID)	現時点では未確定
図形種別 標高付ポイントデータ (PointZ)		
関係付け 車線中心線と対応付ける		
自動走行の用途 自転車位置補正 (縦方向、横方向)		

店舗等の進入路情報 (エリア限定)

店舗等からの出入口を対象とする

取得位置

店舗等の出入口の位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PoylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

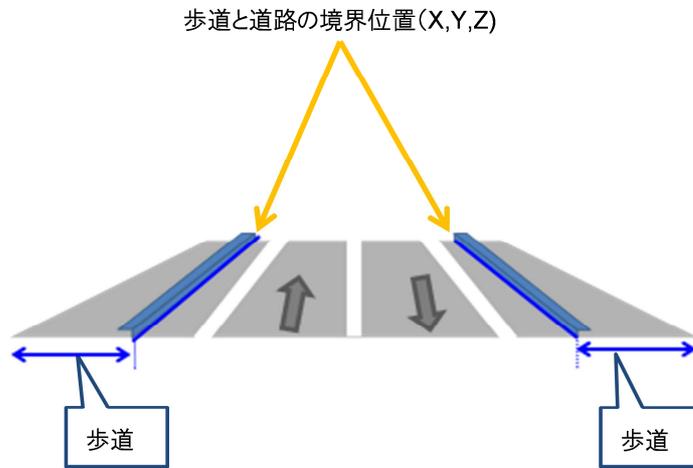
他車、その他障害物の判別等

歩道形状 (エリア限定)

歩道を対象とする

取得位置

歩道と道路の境界位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

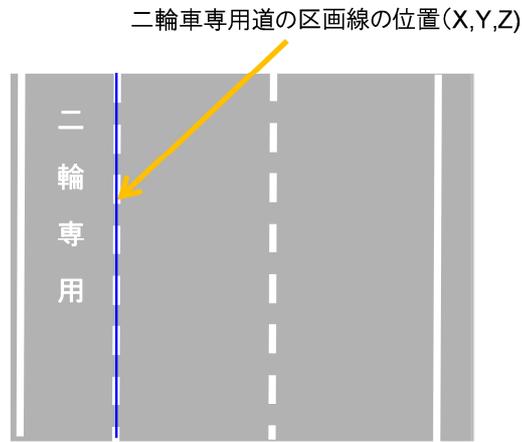
自転車位置補正 (横方向)

二輪車専用道形状 (エリア限定)

二輪車専用道を対象とする

取得位置

二輪車専用道の区画線の位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正 (横方向)

電柱の位置 (エリア限定)

電柱を対象とする

取得位置

電柱の根本の中心位置 (X, Y, Z) を取得する



電柱の根本の中心位置(X,Y,Z)

属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	電柱と最も近い車線の車線中心線ID	

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正 (縦方向、横方向)

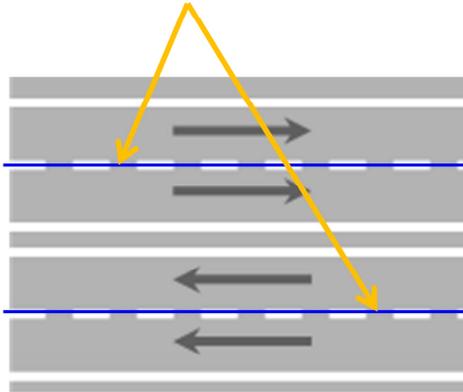
道路中心線 (全城)

区画線を入力した道路を対象とする

取得位置

区画線より生成

道路中心線(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
道路中心線ID	道路中心線を特定するID	
道路種別	都市間高速道路、都市高速道路、国道、都道府県道、主要地方道、その他一般道	
車線数	上下線別の片側の車線数	
トンネル	当該リンクがトンネル部分であることを示す	
トンネル/橋梁の高さ制限	高さ制限の値	
制限速度	法定制限速度	
道路区間ID	区間を特定するID	
道路リンクに沿った走行方向	ICごとの個別ルールなど	トポロジ (路線) レベルでの進行方向

図形種別

標高付ポリラインデータ (PolylineZ)

関係付け

ベースと対応付ける

自動走行の用途

自転車位置補正 (横方向)

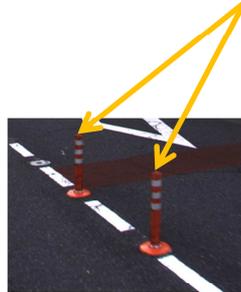
ラバーポール (エリア限定)

ラバーポールを対象とする

取得位置

ラバーポールの上端の中心位置 (X, Y, Z) を取得する

ラバーポールの上端の中心位置(X,Y,Z)



属性

属性名称	属性内容	備考
地物ID	地物を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

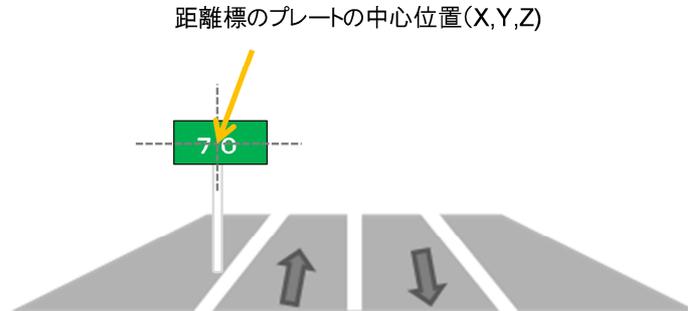
自転車位置補正 (縦方向、横方向)

距離標

距離標を対象とする

取得位置

距離標のプレートの中心位置 (X, Y, Z) を取得する



属性

属性名称	属性内容	備考
標識ID	標識を特定するID	
車線中心線ID	対応する車線中心線ID	
標識種別	標識種別コード	

図形種別

標高付ポイントデータ (PointZ)

関係付け

車線中心線と対応付ける

自動走行の用途

自車位置補正 (縦方向)

1.3.2. 補間方法

本件での道路線形類（道路中心線,車線中心線,区画線等）は,属性変化点と一般道 2.5m 間隔, 高速道 5.0m 間隔で補間点座標を生成している. この状態では, 直線路やカーブ等で不要な座標点が多すぎる. 座標を間引きやすくするために曲率変化率, 方位角を格納し直線, 円弧, クロソイドやスプラインなどの近似曲線によるデータ間引きができるようにした.

[Case. 1, 3] 補間点 (点図形) (??_VTXP. shp/csv, ??_VTXQ. shp/csv)	図形タイプ: Point Z (X:経度[度], Y:緯度[度], Z:標高[m]) ・ 当該補間点の座標
[Case. 2, 4] 補間線 (線図形) (??_VTXL. shp/csv, ??_VTXR. shp/csv)	図形タイプ: Polyline Z (X:経度[度], Y:緯度[度], Z:標高[m]) ・ 1 点目: 当該補間点の座標 ・ 2 点目: 次補間点の座標 (最終補間点はなし)

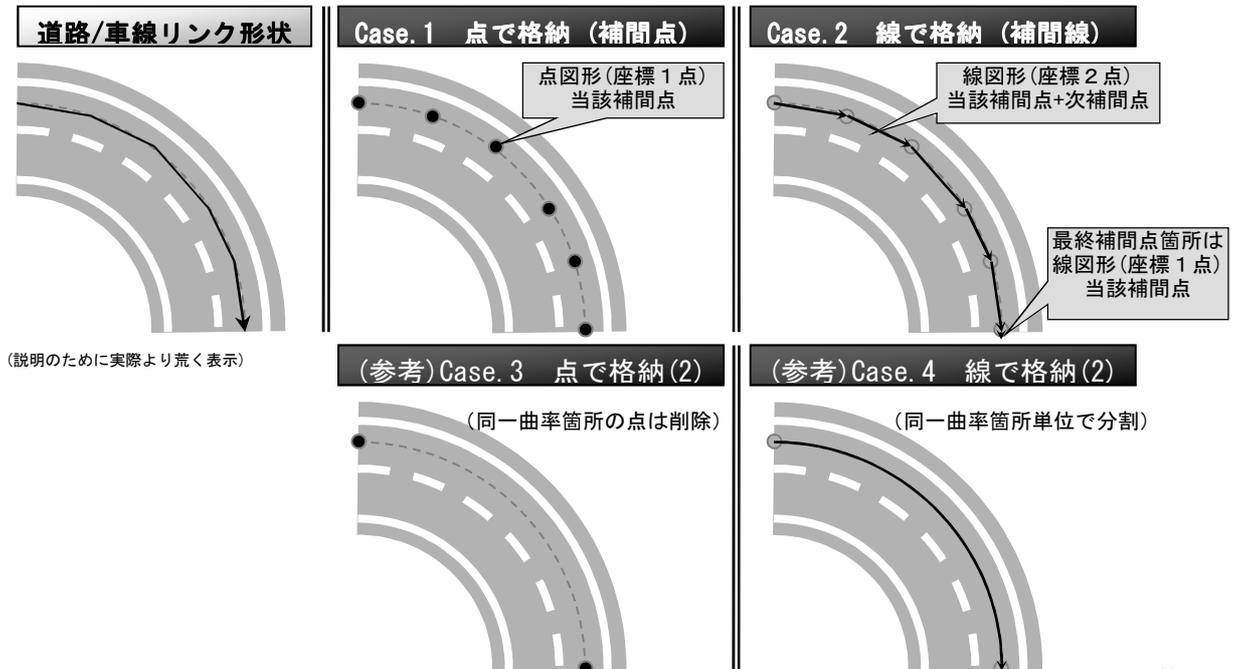


図 15 補間方法模式図

表 17 補間点の属性

格納 No	項目名	フィールド名	型(桁)	備考
◆ 図形属性 … CSVファイルの場合だけ、X、Y、Z 属性を作成				
○ G1	経度	X	実数(4.8)	経度 [度] … 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
○ G2	緯度	Y	実数(4.8)	緯度 [度] … 整数部4桁、小数部8桁 (北緯0度で約1mm単位)
○ G3	標高	Z	実数(4.3)	標高 [m] … 整数部4桁、小数部3桁 (1mm単位)
◆ 一般属性 … CSVファイルの場合は、先頭座標の場合だけ以降を作成				
○ 1	レコードタイプ	RECTYPE	文字列(2)	【A2.道路中心補間点】“A2”を格納、【B2.車線中心補間点】“B2”を格納
○ 2	リンクID	LINKID	整数(10)	リンクID [0~] … 非パーマネント(データ作成毎に変化) 【A2.道路中心補間点】道路リンクID。(LINKIDA) 【B2.車線中心補間点】車線リンクID。(LINKIDB)
○ 3	補間点番号	VNO	整数(6)	リンク内の補間点番号(連番) [0~]
○ 4	補間点終端フラグ	END	整数(1)	0:リンク内の最終補間点以外、1:リンク内の最終補間点
○ 5	縦断勾配	SLOPE	整数(6)	当該補間点から次補間点までの勾配 [1/1000度] 正=上り、負=下り ・最終補間点は常に0。
○ 6	横断勾配	CANT	整数(6)	当該補間点の横断勾配 [1/1000度] 正=右側が上、負=右側が下、最終補間点は0固定。 【A2.道路中心補間点】左側外側線から右側外側線(中央分離線)への勾配。 【B2.車線中心補間点】左側区画線から右側区画線への勾配。
○ 7	幅員	WIDTH	整数(5)	道路幅員(片側)/車線幅員 [cm] 【A2.道路中心補間点】左側外側線から右側外側線(中央分離線)への幅。 【B2.車線中心補間点】左側区画線から右側区画線への幅。 すりつけ線部分では車線中心補間点から、左側外側線への幅 ・XY平面上での距離であり、Z方向を加味した距離ではない。
○ 8	曲率半径	CURVATURE	整数(7)	道路中心線(片側)/車線中心線の当該補間点での曲率半径 [cm] 正=右カーブ、負=左カーブ、0=直線(半径が10Km(1000000)以上)。 ・Case.1,2の場合は、前後補間点と当該補間点を通る円の半径。 ・XY平面上での距離であり、Z方向を加味した距離ではない。
○ 9	曲率	CURVATUREF	整数(7)	道路中心線(片側)/車線中心線の当該補間点での曲率 [1/cm × 10 ⁴] または [1/m × 10 ⁶] 正=右カーブ、負=左カーブ、0=直線(半径が10Km(1000000)以上)。 ・Case.1,2の場合は、前後補間点と当該補間点を通る円の半径の逆数。 ・XY平面上での距離であり、Z方向を加味した距離ではない。
○ 10	曲率変化率	CURVATUREC	整数(11)	当該補間点から次補間点までの曲率近似の変化率 [曲率/cm × 10 ²] または [曲率/m × 10 ⁴]
○ 11	道路方位角	ANGLE	整数(6)	当該補間点の前補間点から次補間点までの角度 [1/1000度] 北=0、東=90*1000、…、西=270*1000 先頭、最終補間点は0

なお、11.道路方位角は、OEMからの意見を踏まえ、当該補間点を中心とした前後の補間点から接線方向角として算出した値を入力する。

1.4. 基盤的地図情報作成および検証方法の検討

本検討においては、短期間での作成であることから主要地物を作成したエリアと全地物を作成したエリアを設定した。作成データを OEM 側へ提供し、OEM 側の確認をもって最終検証とする。

1.4.1. アーカイブを利用した検証データ作成

データ作成にあたり、そのデータ構造の確認のため、既存 MMS データを活用して、対象区間の代表路線のデータ作成を行った。

アーカイブ(保管情報)を用いての作業は、検証までの時間短縮、既に自治体が保有する MMS データの活用など初期データ作成の可能性を模索するためである。これにより、一部地物の処理を行い自動車メーカー側での検証を行った。このデータは、座標の高精度処理を実施していないため、相対精度のみ確保されているデータとなる。

この点は、作業は可能であるものの位置精度の検証が課題となった。

主に、提供した情報のフォーマットが、正確に確認できること。自社の機器へ実装が可能なことの確認を受けた。

1.4.2. 地物ごとの検証方法整理

実装による検証が必要となるが、本検討においては、OEM 側に作成したデータを提出し、確認を受けることで検証する。

- ① 車載装置の能力との整合
車載装置で必要となる地物が網羅されているか
- ② OEM サイドの地物毎の利用方法による整合
位置補正に利用する地物の精度は適正か
もれなく、自動走行に必要な地物が整理されているかの確認を行う。
- ③ 必要な位置精度による整合
自動走行に必要な地物精度が確保されているか
地物ごと平面位置の許容差内に収まっているかの確認を行う。

地物取得における検証として、当該地区における網羅性は、MMS オルソ上に展開した作成地物と実取得地物の整合、既存管理図を用いた状況の確認を目視で行い最終的に現地との差を確認する形とする。

位置正確度は、MMS 予測誤差の確認及び図化使用 MMS データとは別に検証用として取得した点群データとの比較を行い位置精度の検証を行った。

1.4.3. 基盤的地図情報の作成

MMS データから基盤的地図を作成する一手法について記載する。なお、本検討では、当該の方法により作成を行っているが、今後は各種の技術開発を伴う競争領域となる部分である。よって記載した内容は、一つのプロセスとなるため、実運用時にはより高度な方法が出現することが考えられる。

また、取得地物は、自動走行に必要な地物として抽出されたもの以外に様々な活用地形図として、各方面で活用できるレベルとして、道路台帳平面図や道路基盤図で表現される地物も合わせ、詳細に取得するエリアを定めて作成した。

ベクトル形状の作成手順は、次の方法により作成を行った。

(1) 地物の抽出方法

取得したレーザ点群および撮影画像から地物ごとに処理を行った。自動化が困難なものもあり、地物毎に自動認識処理、人員による図化処理により、地物の取得を行った。

作図手法と取得地物の関係を以下に示す。

表 18 地物別作図方法

作図手法	主要地物	概要
手動	植樹帯範囲 ラバーポール チャッターバー	レーザ点群による位置と写真図を重畳した図化システムにより作成
半自動	道路中心 車線中心 路面標示	基本的な地物の写真認識で色から有無線形を抽出し、画像欠損（消えかけている）している線を結線
自動	ガードレール 横断防止柵 歩車道境界エッジ 信号 標識	MMS 車両から比較的視認性の良いものが該当する

なお、自動としているものについては、初期の処理は自動で行うものの認識エラー等が含まれるため、必ず目視による編集等の作業を経て、品質確保を踏まえたデータ作成を行う必要がある。

また現在、産官学において盛んに自動認識技術の研究開発が行われている。既に実用の域に達しているものもあり、本データの作成にあたりこれらの技術の活用を視野として考える。

(2) 地物の抽出と処理に関する難易度

自動走行に必要な地物の MMS 画像およびレーザ点群からの図化抽出に関して式に示した「表 5 自動走行に必要な基盤的地図情報（地物リスト）」に追加すると次のようになる。

ここで記載している難易度「大，中，小」は地物の数や大きさなどオペレータ作業の認識のボリュームを表している。

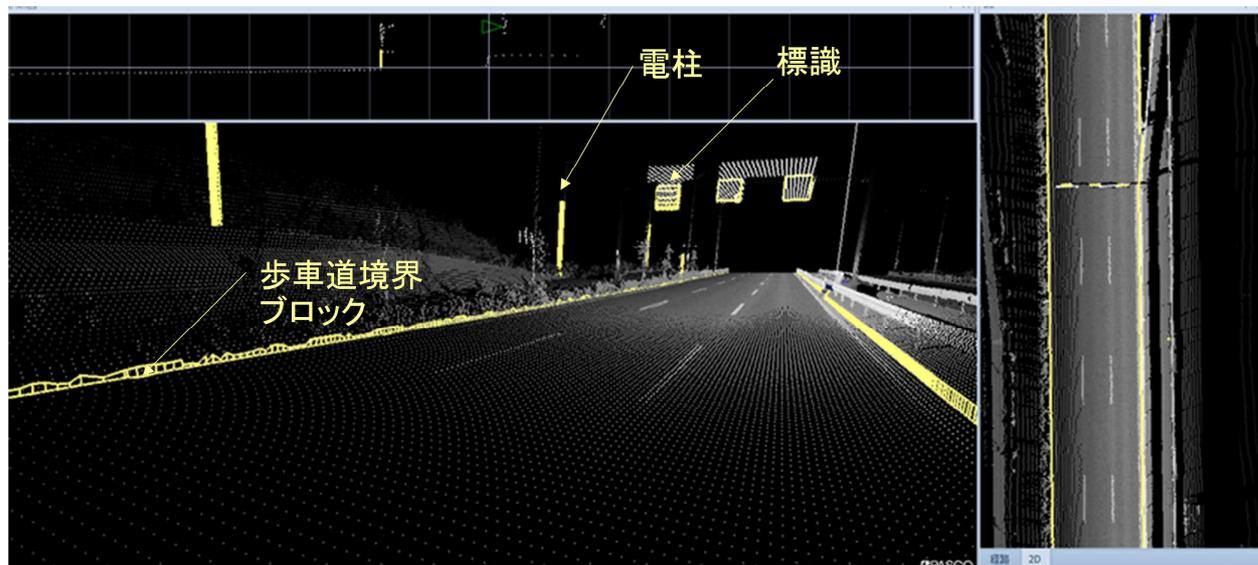
表 19 地物別の処理難易度

難易度	作業量	具体的内容
大	作業量が多い。	レーザ点群や画像を見ながらの位置・形状の取得が難しい地物。画像・レーザの影を何らかの形で補完しなければならない地物
中	作業量が中程度であるもの	概ね取得が可能であるが、属性入力など判断が必要な地物
小	作業が軽微で概ね MMS で収束するもの	基本的に、自動処理が可能である。あるいは存在する数量が少ない地物

1.4.4. 作成した基盤的地図の概要

(1) 自動認識による地物取得

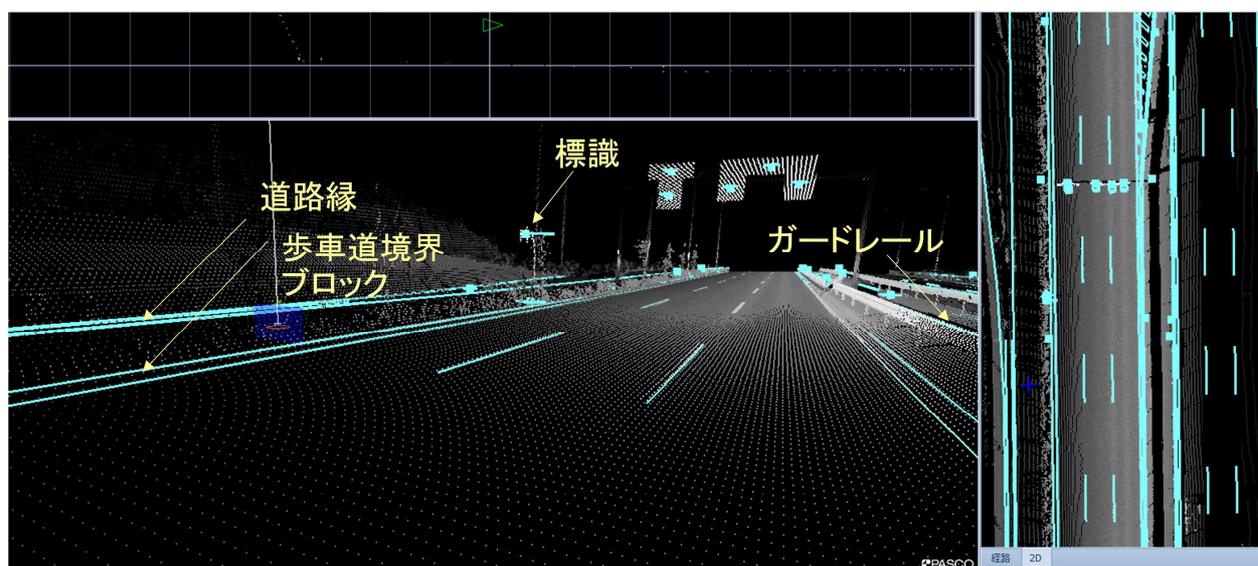
標識、電柱、歩車道境界ブロックを認識している。



レーザ点群と重畳し表示

(2) 手動図化による地物取得

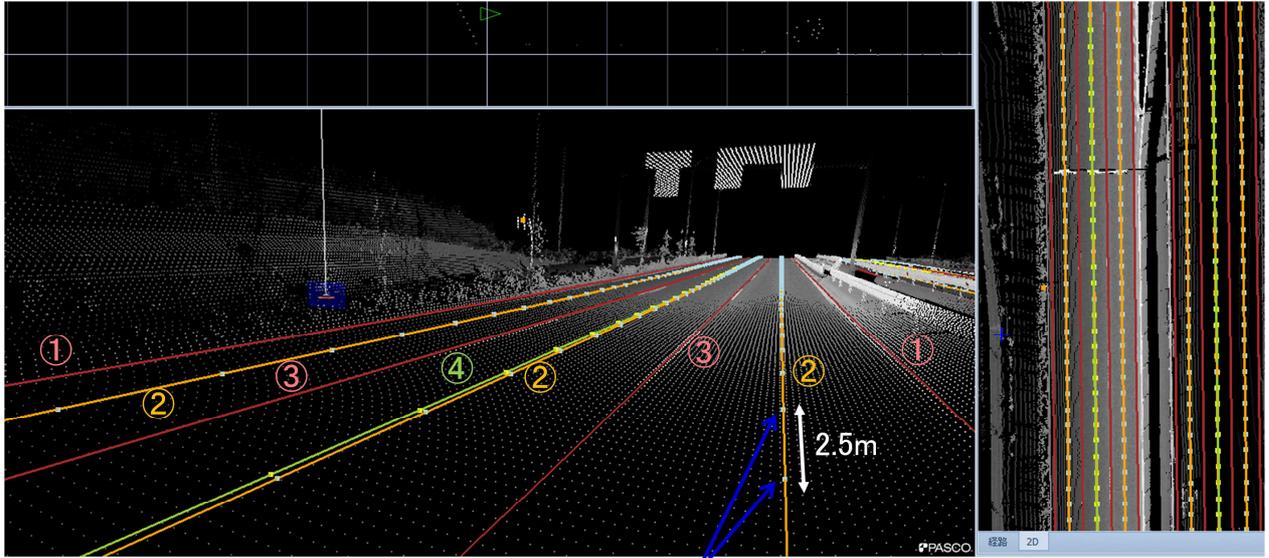
前方画像，レーザ点群を用いて道路縁までの地物を取得している。



レーザ点群と重畳し表示

(3) 画像を用いた自動図化による区画線取得

前方画像から区画線を取得し、区画線の中心を車線中心線として計算処理している。



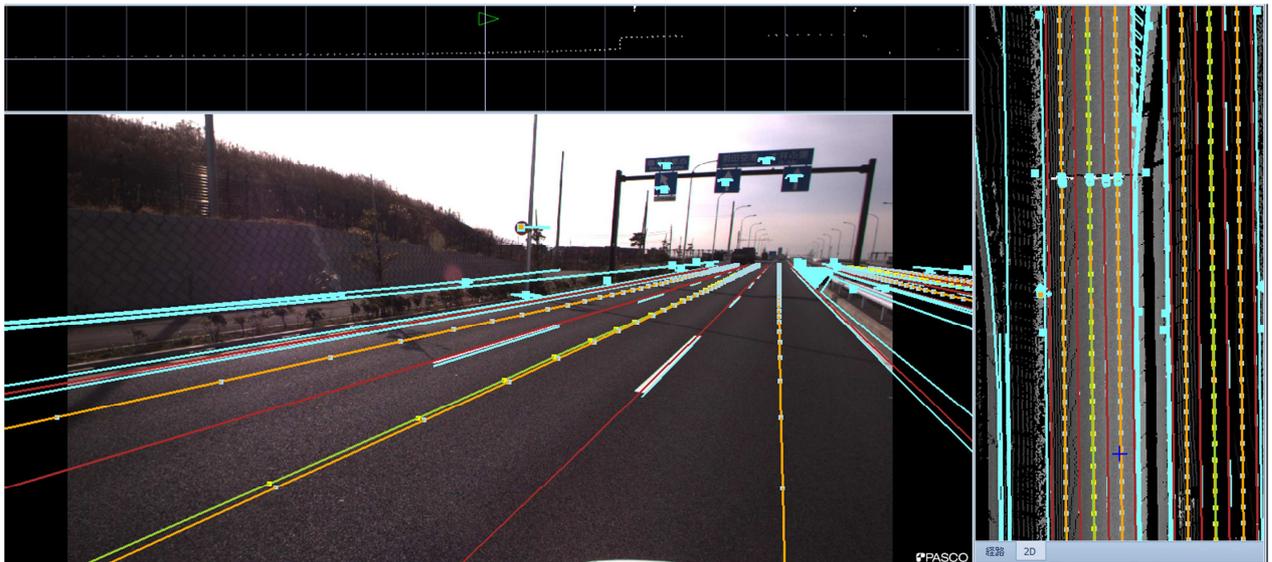
補間点

①区画線(外側線) ②車両走行中心線(システム生成) ③区画線(中央線) ④車道部中心線(システム生成)

レーザ点群と重畳し表示

(4) 自動図化及び手動図化の重畳

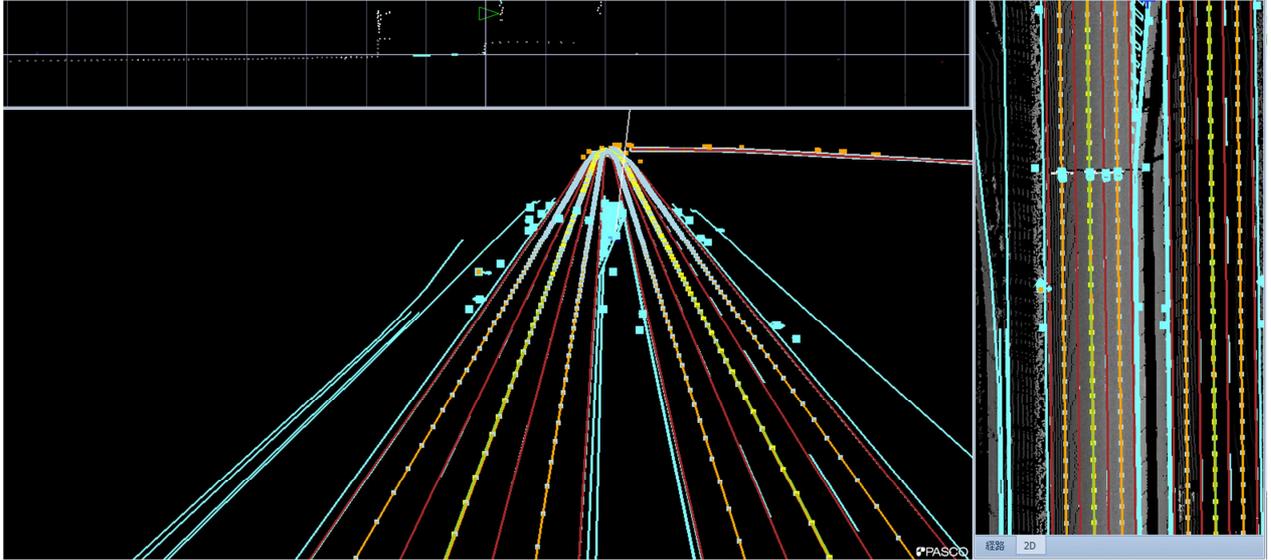
自動図化と手動図化で作成した地物を写真と重畳して表示している。写真画像とのずれもない



前方画像との重畳確認

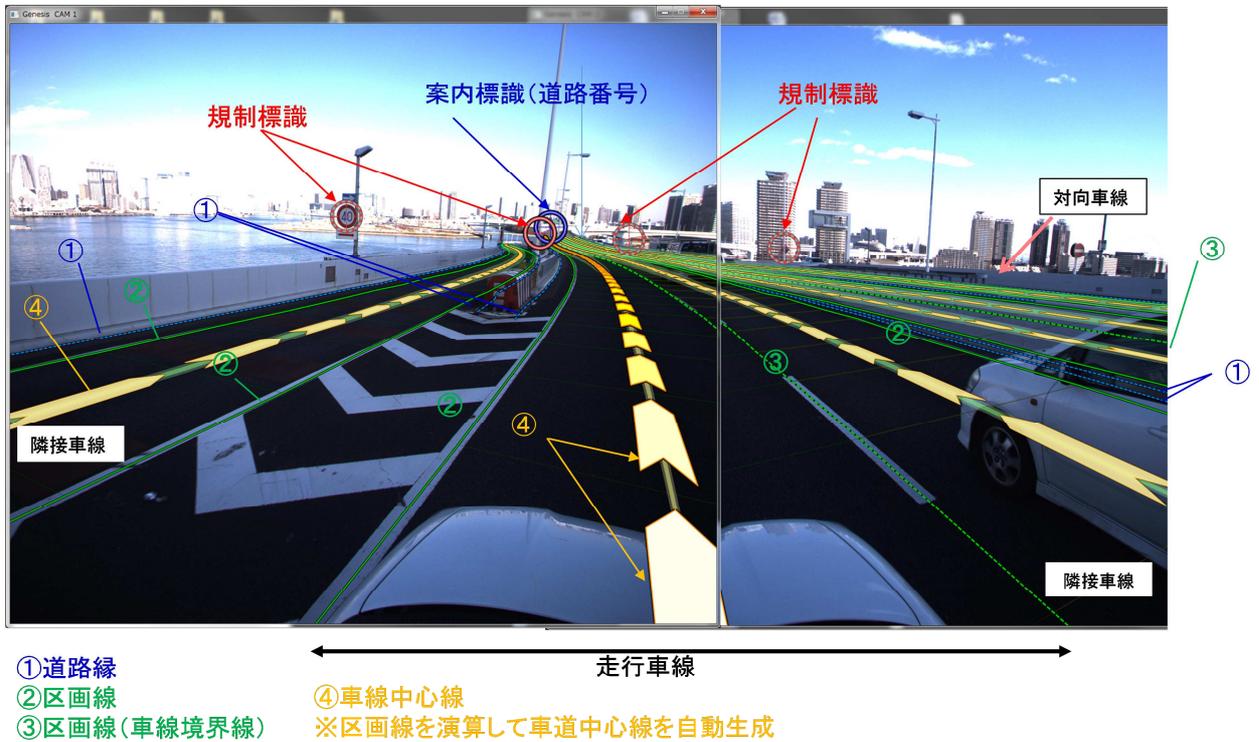
(5) 図化形状を3次元表示

ラインとポイントデータを表示している。



(6) 高速道路の地物

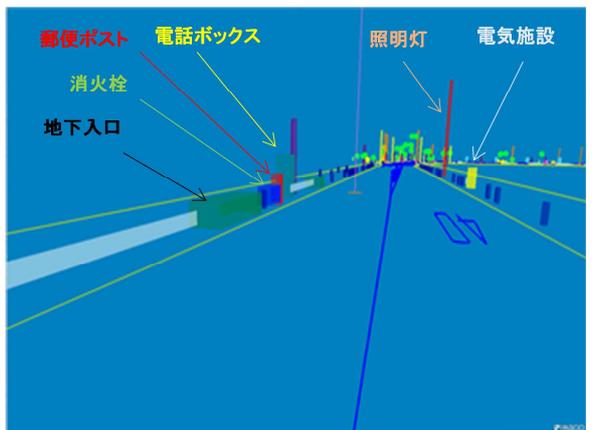
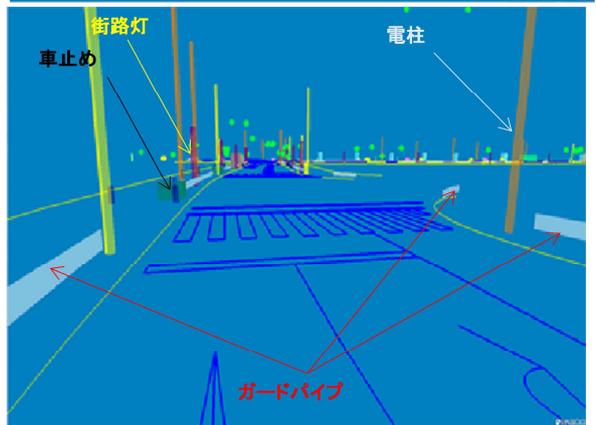
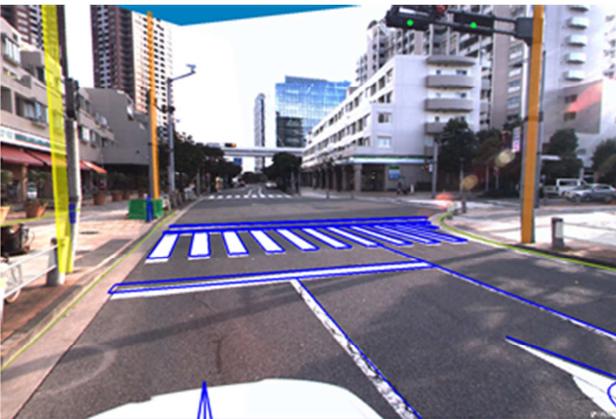
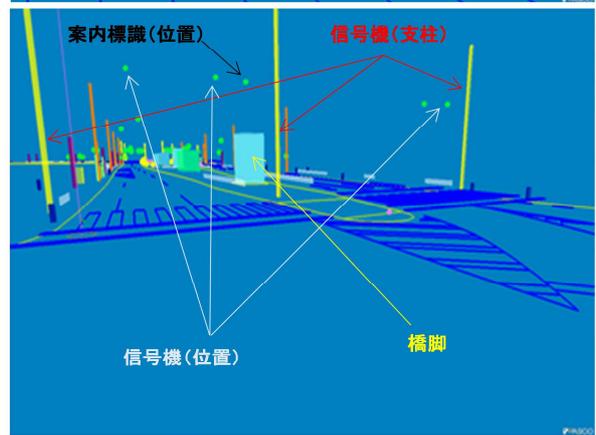
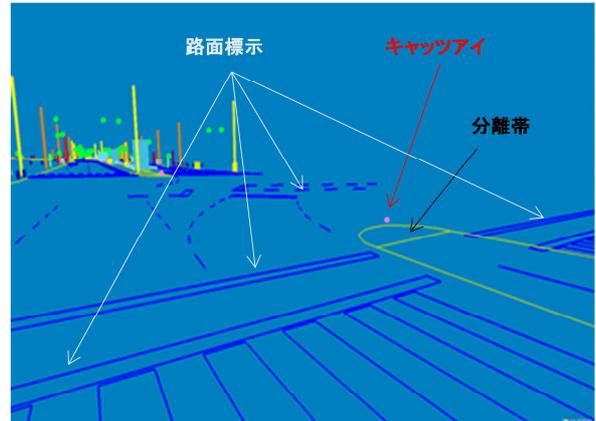
以下はランプ分岐部分であるが、必要地物を取得し、画像と重畳表示したものである。



前方画像と重畳し表示

(7) 一般道路の地物

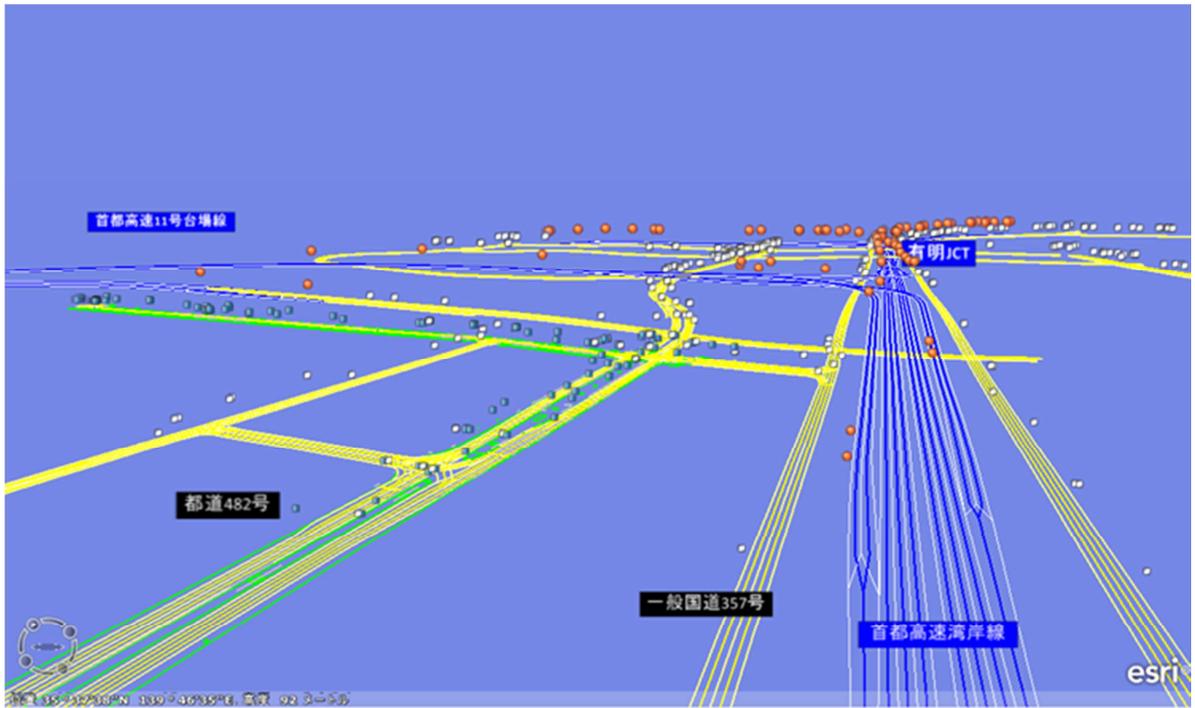
以下は、取得した地物を視覚的に見るため、一部立ち上げなど処理を行ったものである。



(8) お台場地区データ取得全体

首都高速湾岸線上空 50m 地点から北東に向け 3D 表示を行ったものである。

ArcExplorer : ESRI 社を用いて 3D 表示を行っている。高速道路一般道の標高値により、立体交差および平面交差結線が実現されていることが確認できる。



1.4.5. 作成した自動走行における地図の課題整理

詳細地物の取得と位置精度確保が課題となる。高精度を追及すると検証点の設置数が膨大となり、併せて検証点も必要となる。

表 20 作成した基盤的地図の課題一覧

課題	具体内容	備考	
1	自動車専用道路は、GCP 点の設置に交通規制を伴うものであり時間を要する	走行していても確認できる座標を持つ基準点（電子を含む）の整理が必要となる。	準天頂衛星の運用により、ある程度の精度が確保されると想定される
2	対向車、駐車車両の影響を大きく受ける	時期・時間帯など作成のために規制が必要となる場合がある	
3	道路本体や付属物により、レーザ点群が欠落し、手作業による補正が必要である	既成図の精度に依存するところがあり、高さ情報を持っていない場合、平面位置のみの利用となる	
4	詳細になるほど手動による作業となり、時間を要するため、コスト的に膨らむ。	自動走行で必要となる精度を把握し、継続的に追加改善する優先度を持った整備が必要である	
5	車道部分の取得は担保されるが、レーザ欠損した歩道部分等について、視覚的に折れた形となる。	確認できた点を基に結線するため、なめらかな線では無く折れ線形状となる。	
6	交差点内の結線が必ずしも走行軌跡と一致しない場合がある。単純結線の場合、対抗する軌跡が交差してしまう場合がある。	特殊形状の交差点では、曲線半径が小さいため、その都度目視にて調整する必要がある。食い違い交差や路肩形状のユニークな点もあり自動的に結線するのは困難である。	OEM 各社の次年度以降の検証により、調整する必要がある。費用に影響する
7	交差点内の路面標示は、消えている場合があり、再現するのは困難	路面標示が消えているかつ目安としている部分であり、自立システムでの対応が必要となる。	
8	レーザ欠損や画像に映らない地物がある。（特に車道外）	計測車両から離れ、背の高い地物が存在する場合があり、既成図を標定し、補間する必要がある。	
9	精度確保のため、GCP 点の設置が必須である。費用が高むものであるが、継続的に使えるものの設置がなされれば、活用用途が広がる。	しっかりとした初期データ整備が必要である。GCP を永久標として管理できれば、更新費用が抑えられる。	初期整備に費用は掛かるものの初期整備でしっかりとした位置情報を作成することで更新費用が抑えられる。
10	しっかりとした管理主体が必要	高精度地図かつ新鮮度が重視される地図であり、検証を含めしっかりとした管理主体が必要	

以上、課題として抽出しているが、技術的、制度的に解決できない事項はないと考える。

2. 基盤的地図情報と付加的地図情報の統合に関する調査検討

基盤的地図情報と付加的地図情報の統合は、自動走行をサポートする上で、重要な位置づけとなる。車載のGNSS・センサ類をサポートし、安全走行を補助する上での必要項目について検討が必要となる。

本項では、自動走行に必要な付加的情報の取り込み方法について検討を行う。

2.1. 付加的地図情報取り込み方法の検討

道路管理者、交通管理者が提供する情報を付加的地図情報として、自動走行に必要な基盤的地図と統合する方法を検討した。

2.1.1. 付加的地図情報の定義

付加的地図情報の定義は、大きく分けて以下の2つに分類される。

- ① 静的地物の可変情報
- ② 動的地物の位置情報

これらの定義を下表にまとめる。なお、可変しない情報については、基盤的地図の属性として当初より持つものとして考えている。

表 21 付加的地図情報の定義

付加的地図情報の分類	定 義
静的地物の可変情報	基盤的地図に動かない地物として作成されているものの内、その情報の属性が状況で変更になる情報
動的地物の位置情報	歩行者、自動車、障害物など主たる基盤的地図に表現されていないが、自動走行をサポートする上で必要となるものの位置情報

2.1.2. 付加的地図情報ユースケースの検討

付加的地図情報をどのような場面で活用するか、情報は何が必要になるかをOEMで整理されたシナリオから抽出した。

シナリオと機能において、地図側に必要とされる情報を整理したものである。なお、抽出に際して利用したOEM側のダイナミックマップSWGの資料を付属資料に添付する。

2.1.3. 付加的地図情報の必要項目整理

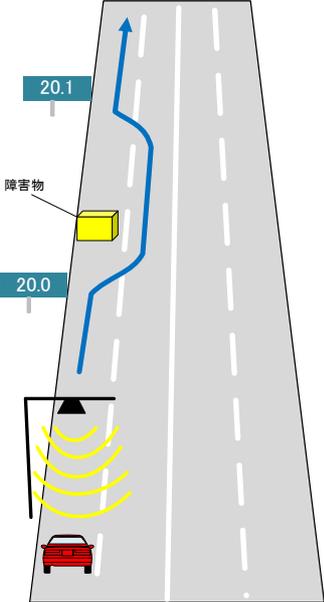
ユースケースから必要となる情報を一覧としてまとめた。

表 22 付加的地図情報の管理主体と内容一覧

情報項目	情報主体	主な必要項目
1 車線規制情報	警察, 道路管理者	障害物, バス通行帯, 作業
2 通行規制情報	道路管理者	雨量規制, 災害時規制
3 工事情報	道路管理者	工事位置, 期間
4 路面情報	道路管理者	凍結, 湿潤, 積雪
5 渋滞情報	道路管理者, 警察	現在渋滞
6 渋滞予測情報	道路管理者	時間予測
7 料金所ゲート情報	道路管理者	ゲート信号
8 制限速度	警察	可変型速度
9 信号情報	警察	現示情報 (時間, 矢印)
10 横断歩道上の歩行者	管理主体無 (道路管理者)	有無
11 二輪車	管理主体無 (道路管理者)	有無

次に個別に表に整理する。

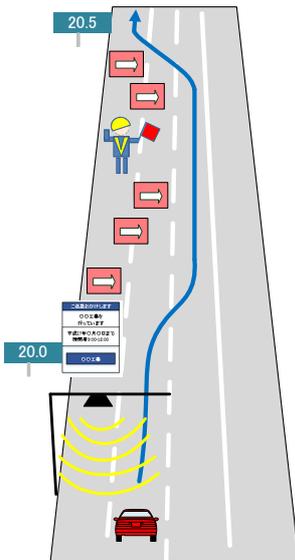
(1) 車線規制情報

項目	内 容		
動的・静的	動的地物の位置情報	分類	障害物の検知
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	警察・道路管理者
目的	車線規制情報の提供		
発生事象	落下物，障害物，故障車，路上作業中等		
概要	走行区間内において，障害物，落下物，路上作業中等の走行車両へ情報伝達を行う。		
ユースケース	(1) 車線規制情報を光ビーコンより障害物情報データ取得 (2) 隣接車線変更・進入 (3) 隣接車線走行 (4) 元の車線に変更 (5) 車線規制終了		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・道路上の落下物，障害物付近の走行時 ・路上作業付近の走行時等 		
基盤的地図	車線中心線		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・車線情報（車線リンク ID, 開始地点（緯度・経度，標高），終了地点（緯度・経度，標高），大きさ，更新日時，障害物の検知種別） 		
概略図			

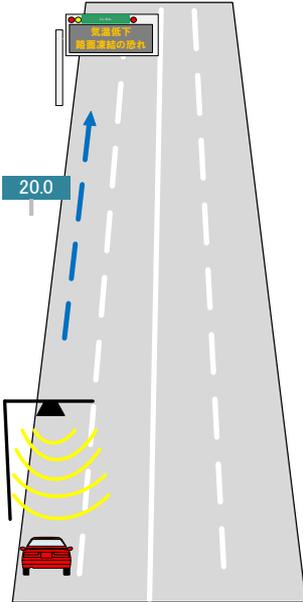
(2) 通行規制情報（雨量規制，災害時規制）

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者
目的	異常気象及び災害時等における通行規制情報の提供		
発生事象	異常気象時（大雨，大雪，強風，濃霧等）や災害時（地震，土砂等）		
概要	異常気象及び災害時等において，走行車両へ通行規制状況について情報伝達を行う．		
ユースケース	(1) 通行規制情報を光ビーコンよりデータ取得 (2) 通行規制情報に基づいて，走行する．		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・台風及び大雨時等の異常気象時の走行時 ・地震時等の災害発生時等の走行時 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・道路情報板 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・規制情報（車線リンク ID, 開始地点（緯度・経度，標高），終了地点（緯度・経度，標高），対象物寸法，対象物形状，更新日時，障害物の検知種別） 		
概略図			

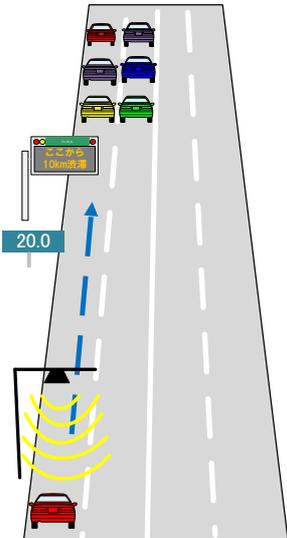
(3) 工事情報

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者
目的	道路工事区間における円滑な走行		
発生事象	道路工事や路上作業等		
概要	道路工事区間において、走行車両へ工事通行規制状況について情報伝達を行う。		
ユースケース	(1) 車線変更 (2) 変更車線走行 (3) 通常車線に変更 (4) 工事規制終了区間		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> 道路工事規制区間の走行時 路上作業の走行時等 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> 車線中心線 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> 工事情報（車線リンク ID, 工事種別, 開始箇所（緯度, 経度, 標高値）, 終了箇所（緯度, 経度, 標高値）, 更新日時） 		
概略図	 <p>The diagram illustrates a road construction zone. A road with multiple lanes is shown. A worker in a blue uniform and yellow hard hat is positioned in the center of the road, holding a red flag. A blue line indicates a lane change path. A red car is shown at the bottom, with yellow curved lines representing information transmission from a sensor or camera. A signpost on the left side of the road displays '20.0' and '20.5' with arrows pointing to the right. The signpost also contains text in Japanese: '工事区間' (Construction Zone), '前方' (Ahead), '注意' (Caution), and '減速' (Slow Down).</p>		

(4) 路面情報

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	走行区間内における，路面情報の伝達を行う。		
発生事象	路面凍結，湿潤，積雪等		
概要	走行区間内の路面上の凍結や湿潤及び積雪時において，路面状況の情報伝達を行う。		
ユースケース	(1) 路面情報のデータ受信（光ビーコン） (2) 路面情報を走行車両へ路面情報を伝達 (3) 走行車両は路面情報に基づいて，走行運転		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・寒冷地域の走行時 ・山間部の冬の道路の走行時等 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・道路情報板 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・路面情報（施設 ID，路面状況種別，更新日時） 		
概略図			

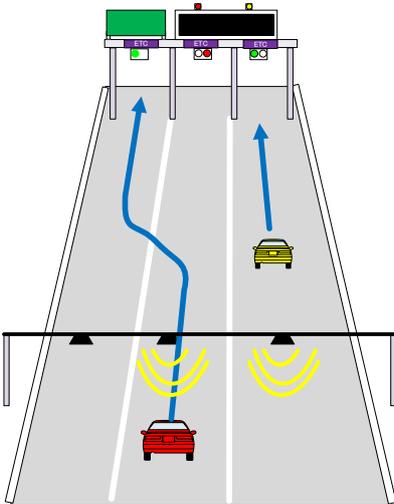
(5) 渋滞情報

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	走行区間の渋滞情報の収集		
発生事象	交差点渋滞，高速道路渋滞，工事渋滞，事故渋滞，自然渋滞等		
概要	走行区間内における，渋滞状況について情報伝達を行う。		
ユースケース	(1) 走行区間の渋滞情報の収集 (2) 渋滞情報通過時間の伝達 (3) 迂回道路を走行車両へ伝達		
走行場面	・現在の場所から目的場所までの走行区間		
基盤的地図	・道路中心線		
付加的情報	・渋滞情報（道路中心線 ID，渋滞情報種別，渋滞長，迂回路道路中心線 ID，更新日時）		
概略図	 <p>The diagram shows a perspective view of a two-lane road. A red car is positioned at the bottom of the frame, equipped with a sensor that emits yellow curved waves towards the road ahead. A blue arrow points forward from the sensor, with the number '20.0' displayed next to it. In the distance, a traffic sign is visible, showing a yellow background with a red border and a red 'X' symbol, indicating a closed road or a specific traffic condition. Several other cars are shown further ahead on the road, illustrating a traffic jam scenario.</p>		

(6) 渋滞予測情報

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	目的地の走行区間の渋滞予測情報を行う。		
発生事象	現在地から目的地までの渋滞予測		
概要	走行区間内において、渋滞予測情報の情報伝達を行う。		
ユースケース	(1) 出発地点から目的地までのリアルタイムによる渋滞予測 (2) 出発地点から目的地までの将来的な渋滞予測		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出発地点から目的地まで渋滞区間 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路中心線 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 渋滞予測情報（道路中心線 ID, 渋滞情報種別, 渋滞長, 迂回路道路中心線 ID, 開始日時, 終了日時, 更新日時） 		
概略図			

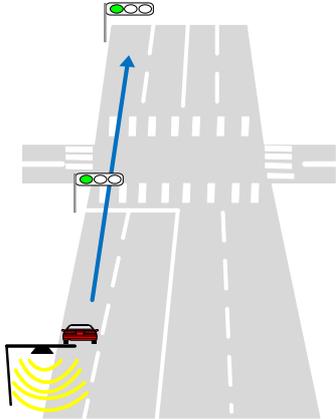
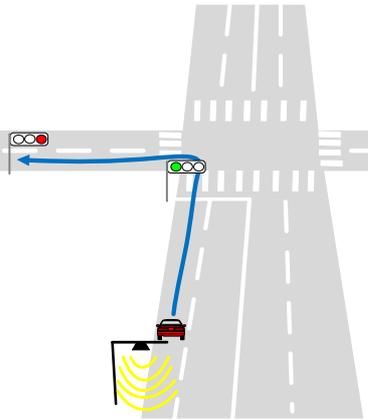
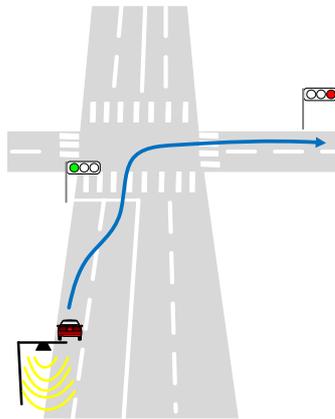
(7) 料金所ゲート情報

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路	情報主体	道路管理者
目的	料金所ゲートを通過する際の円滑な料金所への誘導		
発生事象	高速道路料金所ゲート進入時		
概要	料金所ゲート進入時における，料金所ゲート情報の伝達を行う。		
ユースケース	<ol style="list-style-type: none"> (1) ETC信号確認 (2) ETCゲートの決定 (3) 対象ETC専用レーンに車線変更 (4) 料金所ゲート進入 (5) 料金所ゲート通過 		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・高速道路の料金所ゲート走行時 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲート構造（全域） ・車線中心線 ・区画線 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・料金所ゲート情報（地物 ID，信号状況，更新日時） 		
概略図	 <p>The diagram illustrates a toll gate structure with two lanes. A red car is positioned in the left lane, and a yellow car is in the right lane. Blue arrows show the red car moving from the left lane towards the right lane, and the yellow car moving from the right lane towards the left lane. Yellow curved lines represent communication signals between the cars and the gate structure. The gate structure consists of two pillars supporting a horizontal bar with various lights and sensors.</p>		

(8) 制限速度

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	制限速度変更時による，制限速度情報の伝達		
発生事象	気象状況，災害，交通事故時等		
概要	気象状況等により一時的に走行速度が変更が生じた場合，走行車両へ走行速度の変化情報を行う。		
ユースケース	(1) 速度標識通過 (2) 変更後の速度規制の情報伝達を行う。		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・異常気象時（大雨，大雪，凍結）等による一時的に変更する制限速度区間の走行時 ・自然災害時等（地震，土砂）等による一時的に変更する制限速度区間の走行時 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・可変型速度標識 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・速度情報（標識 ID, 規制速度，更新日時） 		
概略図			

(9) 信号情報（直進）

項目	内 容		
動的・静的	静的地物の可変情報	分類	自車走行に必要な先読み情報
道路種別	一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	信号交差点における，信号情報の伝達		
発生事象	信号交差点付近		
概要	信号交差点における，走行車両へ信号機の表示状況の情報伝達を行う。		
ユースケース	<ul style="list-style-type: none"> ・信号交差点直進 ・信号交差点左折 ・信号交差点右折 ※直前信号情報の提供，次の信号交差点情報（先読み）の伝達		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・信号交差点進入，通過，停止，発車時 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・交通信号機 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・信号情報（信号機 ID，信号現示，周期，更新日時） 		
概略図	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>1) 交差点直進</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2) 交差点左折</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3) 交差点右折</p>  </div> </div>		

(10) 横断歩道上の歩行者

項目	内 容		
動的・静的	動的地物の可変情報	分類	自転車走行に必要な先読み情報
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	横断歩道上の歩行者情報		
発生事象	横断歩道上の歩行者情報 ※歩行者は携帯端末又は電子タグ等の携帯を条件とする。		
概要	交差点の横断歩道上に歩行者有無把握し、歩行者情報の伝達を行う。 ※歩行者は携帯端末又は電子タグ等を携帯が条件である。		
ユースケース	(1) 歩行者（携帯端末・電子タグ）より携帯電話基地局へ歩行者位置情報のデータセンターへ送信 (2) データセンターより、光ビーコンへ歩行者位置情報をデータ送信 (3) 走行車両データ受信 (4) 走行車両は、進入予定の横断歩道上の歩行者を確認する。		
走行場面	<ul style="list-style-type: none"> ・交差点付近走行時 ・横断歩道（単路部）走行時 ・その他（車両・歩行者の交通事故多発地点）等 		
基盤的地図	<ul style="list-style-type: none"> ・横断歩道（路面標示） 		
付加的情報	<ul style="list-style-type: none"> ・歩行者情報（歩行者 ID, 歩行者位置（緯度, 経度, 標高）, 地物 ID, 更新日時） 		
概略図			

(11) 二輪車

項目	内 容		
動的・静的	動的地物の可変情報	分類	他車や歩行者等の予測
道路種別	高速道路・一般道	情報主体	道路管理者・警察
目的	走行車両の周辺（前方・後方・隣接）二輪車の位置情報		
発生事象	走行車両周辺の二輪車情報（バイク・自転車等）の情報伝達 ※二輪車は携帯端末又は電子タグ等を携帯を条件とする。		
概要	走行車両周辺の二輪車の位置情報の提供を行うため、二輪車（バイク・自転車等）の情報伝達を行う。		
ユースケース	(1) 交差点直進時 ・前方に対向車線の右折する走行二輪者の進入有無を行い、二輪車の位置情報を伝達する。 (2) 交差点左折 ・後方側の走行二輪者の存在確認を行い、二輪車の位置情報を伝達する。 (3) 交差点右折 ・対向車線の直進する二輪者の位置情報を伝達する。 (4) その他（車両・二輪車衝突の交通事故多発地点） ・交通事故多発地点等は走行車両へ二輪者の位置情報を伝達する。		
走行場面	・交差点直進（対向車線 二輪車 右折進入） ・交差点左折（二輪車並走及び後方走行） ・交差点右折（対向車線 二輪車 直進進入） ・その他（二輪車衝突との交通事故多発地点）		
基盤的地図	・車線中心線 ・二輪車専用道形状		
付加的情報	・二輪車情報（車両 ID, 車両位置（緯度, 経度, 標高）, 車線中心線 ID, 更新日時）		
概略図			

2.1.4. 付加的地図情報の取り込み方法整理

現在、位置参照方式として道路区間 ID による位置参照方式が公開されている。付加的地図情報の取り込みに際して活用できる。しかし信号のように一つの交差点において 10 など複数存在する場合や車線毎に異なる現示を表示する場合など区間 ID による統合のみでは、判断や地図作成が煩雑になる可能性がある。

このような場合は、情報主体と連携方法として、基盤的地図側の地物に施設 ID を付与し対応する情報のキーとして併用して定義することも必要と考える。

(1) 統合方法の整理

付加的地図情報の性格および種別によって、いくつかの方法がある。それぞれの正確に応じた統合方法を決定する必要がある。統合方法は、次の 4 種類が考えられる。情報によっては、複数の伝達方法が可能と考えられる。

表 23 付加的地図情報の統合方法一覧

統合方式	内 容	主な情報
施設 ID 統合	基盤的地図に表現される地物の動的情報の統合方法。 全ての必要地物に ID が付与され、管理システム側との連携により情報提供を受ける。	可変標識情報 信号情報 気象情報を表示する情報板 など
道路区間 ID 統合	区間 ID を基に起終点を設定し統合される。	規制情報、渋滞情報 可変標識、障害物 道路情報板 など
面的統合	有・無など基盤的地図自体に表現されていない動的情報をセンサで取得し、エリアとして統合	人、自転車 など
緯経度統合	地理的情報により、ダイレクトに表現する形である。	障害物（落下物） など

① 施設 ID

施設ごとにユニークな ID を持つキーを付与する。現状は異なる仕様で各管理者が整備しているため、活用するためには規則化が必要である。

② 道路区間 ID

区間と参照点からの相対位置によって参照する統合方式・現行では、既に ITS 分野で主流である。

③ 面的統合

横断歩道など面構成として定義し、定義内の情報として統合する方法であり、主として有無を管理することに利用する位置精度を高度にしない統合方法である。

④ 緯度経度統合

ピンポイント情報であり、位置が特定できるのであれば、高精度地図と馴染み深い。ただし、情報取得の精度が必要であり、限られたものの表現に限る統合方法。

(2) 統合方法別の特性

統合方法別の利点・欠点を整理した。

表 24 統合方法別の特性

統合方式	利点	欠点
施設 ID 統合	<ul style="list-style-type: none">複雑な施設の状況をダイレクトに持つことが出来る。一般的にシステム管理されている情報のキーとの整合が容易である。	<ul style="list-style-type: none">大量の施設に規則的に付与する作業が必要である。付番の規則化が必要
道路区間 ID 統合	<ul style="list-style-type: none">ナビゲーションシステムで利用されており扱いやすい。少ない情報量で特定できる。区間を示すものに最適	<ul style="list-style-type: none">テーブルの定義・更新が必要すべての道路に区間 ID が付与されていない
面的統合	<ul style="list-style-type: none">ある程度の誤差を含む情報であっても、地図に統合することが可能である	<ul style="list-style-type: none">詳細なエリアの定義が必要な場合に地図情報の容量が大きくなる。精度は、エリアの大きさに依存するエリア的が必要な部分は、車道外が大部分であり、別途構造化しなければならない。
緯経度統合	<ul style="list-style-type: none">情報の精度と桁数にもよるが、mm 単位でマイクロに表現することが可能	<ul style="list-style-type: none">付加的情報を高精度に取得する必要がある。処理に時間を要する。ピンポイントの統合であり、情報が多いと錯綜する。平面のみならず高さ情報を付与しないと立体交差など処理を間違える可能性がある。

(3) 今後の方向性

また、関連情報は多種多様であり、良い情報でありながら個別に閉ざされた管理が行われている状況にある。

個人情報を含めセキュリティ面に配慮しながら溢れるビックデータの活用を視野に進めていくことで産業の活性化、新規事業の創出など最適化が図られる。

関連情報の統合に関しては、情報管理主体の協力が必要であり協調し産官学が協調し、広く産業の活性化を含め対応する必要がある。

本検討においては、実際の付加的地図情報の統合方法の確定には、業務の時間的な制約から決定することは困難であった。各統合法に関しては、国際標準化の動向を踏まえながら、次年度以降に詰めていく課題である。

2.2. 地図情報統合方法および精度の検討

異なる管理がされている情報を有効かつ正確に統合するための方法を検討する。付加的地図情報は、車載センサの認識精度をサポートする位置づけが大きい。動的地物の基盤的地図に紐づけるためには、誤差の精度の検討は必要不可欠である。

地図情報の統合方法および精度は、その情報を必要とする時間的精度、位置的精度が必要となる。

例えば、交通渋滞の末尾を認識するためには、車車間通信を利用するとともに、その情報をセンター側が集約し、時間的ロスが無いように各車両に配信しなければならない。

なお、この時に重要なのは、渋滞末尾か個別の停車かが判断できる情報とタイミングである。単路部においては、車線をはみ出し回避するか、または複数車線では、走行車線に障害物が検知されたときに協調システム（車車間通信）を併用し、車線を変更すべきか、停止処理を行うかを判断しなければならない。

このように付加的地図情報と時間のバランスを整理する形で、位置的な精度、時間的な精度を本検討では取りまとめる。

基盤的地図をベースとして、付加的情報を前述の統合方法で処理し、自動走行システムが延滞なく把握できる必要があるため、付加的地図情報の統合には係機関の綿密なる連携が必要不可欠である。

まず、各道路管理者が情報を収集し、それらを自動走行利用者へ短時間かつ正確に伝達しなければならない。

現在の日本道路交通情報センターおよび VICS センターへの道路管理者からの情報提供がよりスムーズにならなければならない。

2.2.1. 付加的地図情報の統合方法

各種情報管理者や道路管理者の連携が必須となる。具体には、現在の道路施設のみでは、新鮮度を持った情報提供に限りがあるため、道路側に新しい提供の仕組みを設置し、車載側で結合することで安全な自動走行に資することが出来る。

区間 ID、施設 ID を付与することで、既存に収集・提供されている情報側で同一施設 ID を付与する。あるいは、対応テーブルを持つなど既存の管理システムの改修が必要となる場合がある。

自動走行に必要な情報管理者との連携を密にし、付加的地図情報を統合する方法を模式的に示す。

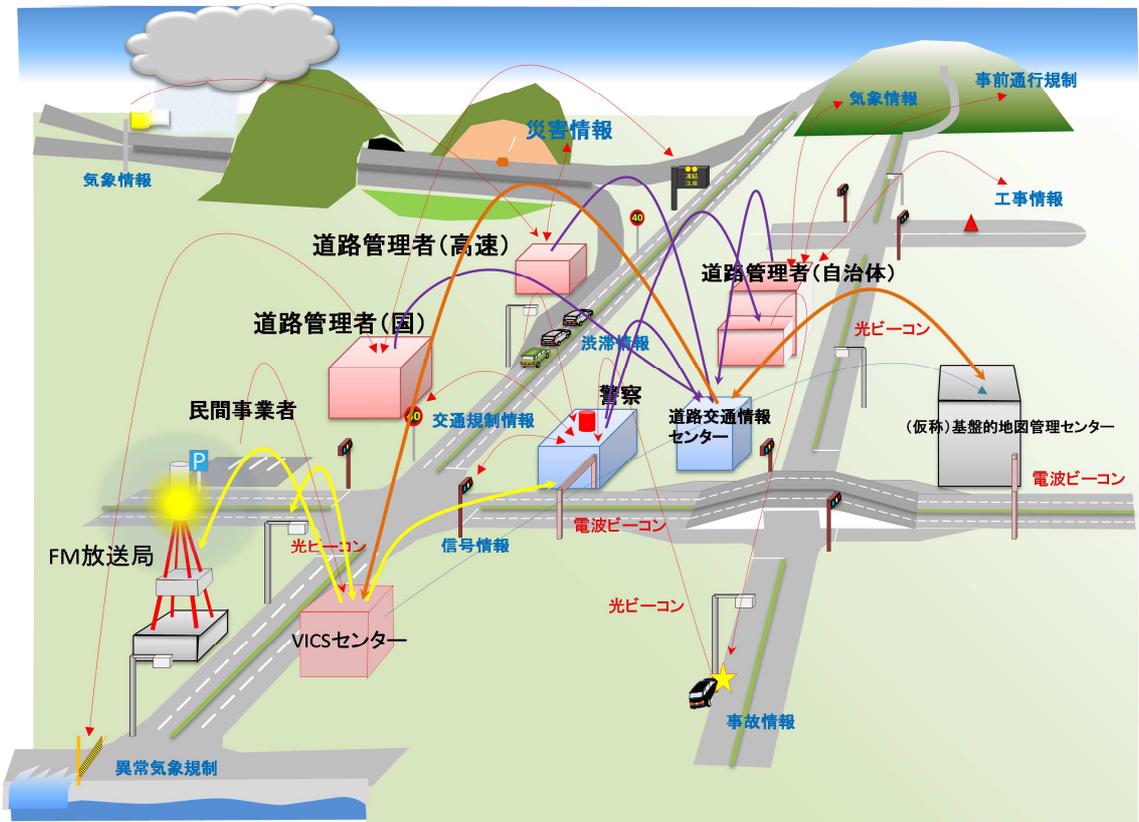


図 16 付加的地図情報の管理主体と情報の流れイメージ

また、付加的地図情報は、基盤的地図の上に載るべき情報であり、各種サービスの向上に向け、民間事業者の参入など、投資効果があるべき仕組みが必要である。

基盤的部分は、精度を確実に押えて、周辺地形の拡張、サービス向上のためのコンテンツ作成など、関連事業の創生にも配慮しなければならない。

そのような形式を守るため、公的な組織としての「(仮称) 基盤的地図管理センター」の設立が必要となり、路車間の通信により自動車側からのプローブデータも利用を視野とする。

2.2.2. 精度の検討

情報の鮮度，精度が必要となる．ここでは，OEM サイドが要する内部機械処理や制御処理の時間的余裕を整理する．

今後の周辺システムの処理能力に依存するが，「道路構造令」の制動停止視距を参考として，空走距離を処理時間として捉え整理する．

下表は，車両の走行速度と制動までに要する時間を取りまとめたものである．これを加味して付加的地図情報が，路車の関係でどの程度事前に提供されなければならないか示した参考値である．

表 25 直前情報の提供を必要とする場合の参考基準値 (2.5 秒)

設計速度[走行速度] (Km/h)	基準値 (m)	ブレーキ制動距離 (m)	システム処理 (sec)
120[102]	210	141.3	2.5
100[85]	160	94.8	2.5
80[68]	110	58.7	2.5
60[54]	75	34.8	2.5
50[45]	55	22.8	2.5
40[36]	40	13.4	2.5
30[30]	30	8.1	2.5
20[20]	20	3.5	2.5

ここで言う基準値は，付加的地図情報を持つ地物から内部処理・制動処理を考えた場合の最低限の値である．

システム処理時間を別枠で考え，ブレーキ制動距離と情報入手から各システム処理を含めた処理時間が基準とすべき位置の鍵となる．

例えば，規制速度 50Km/h の道路において，付加的信号情報が ITS スポットから提供されると仮定した場合には，その情報は信号の 55m 手前で提供されなければならない．すなわち停止線から，55m 手前で全ての情報が整備された状態で提供装置から車両が情報を受ける形となる．その後 2.5 秒以内どのような制御を行うか判断するということである．

以下の図は、動的情報、静的情報の新鮮度が定義されている資料である。この情報を基準として整理を行う。

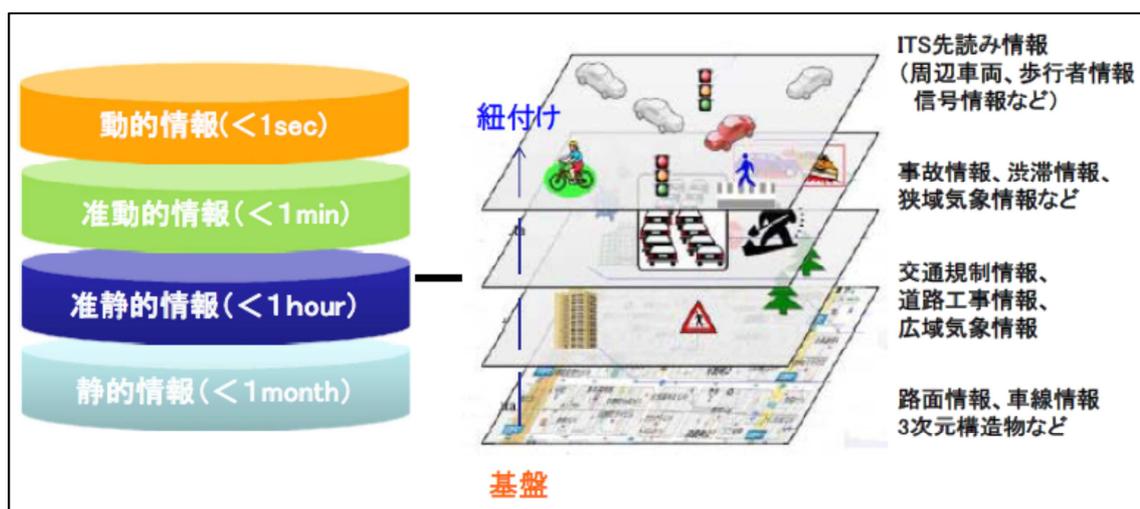


図 17 情報の時間的精度

出展：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）シンポジウム 2014 資料より転載
<http://sip-cao.jp/subject/pdf/sip06.pdf> p.16

ここに、記載のあるように動的情報の把握目標として1秒未満が目標として挙げられている。先に記載した2.5秒を更にリアルタイムに1.0とした場合には、以下の基準値として整理される。

表 26 直前情報の提供を必要とする場合の参考基準値（1.0秒）

設計速度[走行速度] (Km/h)	基準値 (m)	ブレーキ制動距離 (m)	システム処理 (sec)
120[102]	170	141.3	1.0
100[85]	120	94.8	1.0
80[68]	80	58.7	1.0
60[54]	50	34.8	1.0
50[45]	35	22.8	1.0
40[36]	25	13.4	1.0
30[30]	20	8.1	1.0
20[20]	10	3.5	1.0

付加的地図情報の内容にもよるところであるが、今後のOEM側の開発状況、各情報提供者の状況により、基準となる距離が規定されることとなる。

下図は、ITSスポットおよびFM多重放送により提供されるイメージである。

FM多重放送の場合、データ更新が5分単位であり准動的情報の1分未満とした提供方法は、自然と路車間通信技術を活用して行くこととなる。

都市部の隣接する交差点間が近い場合など、設置個所によっては、周辺信号情報や周辺道路情報を定期的に配信して行く形が妥当である。

何れの場合においても、車載側のシステムと付加的地図情報の集約・提供など現状より高度にする必要があり、関係機関の連携が一層必要となる。

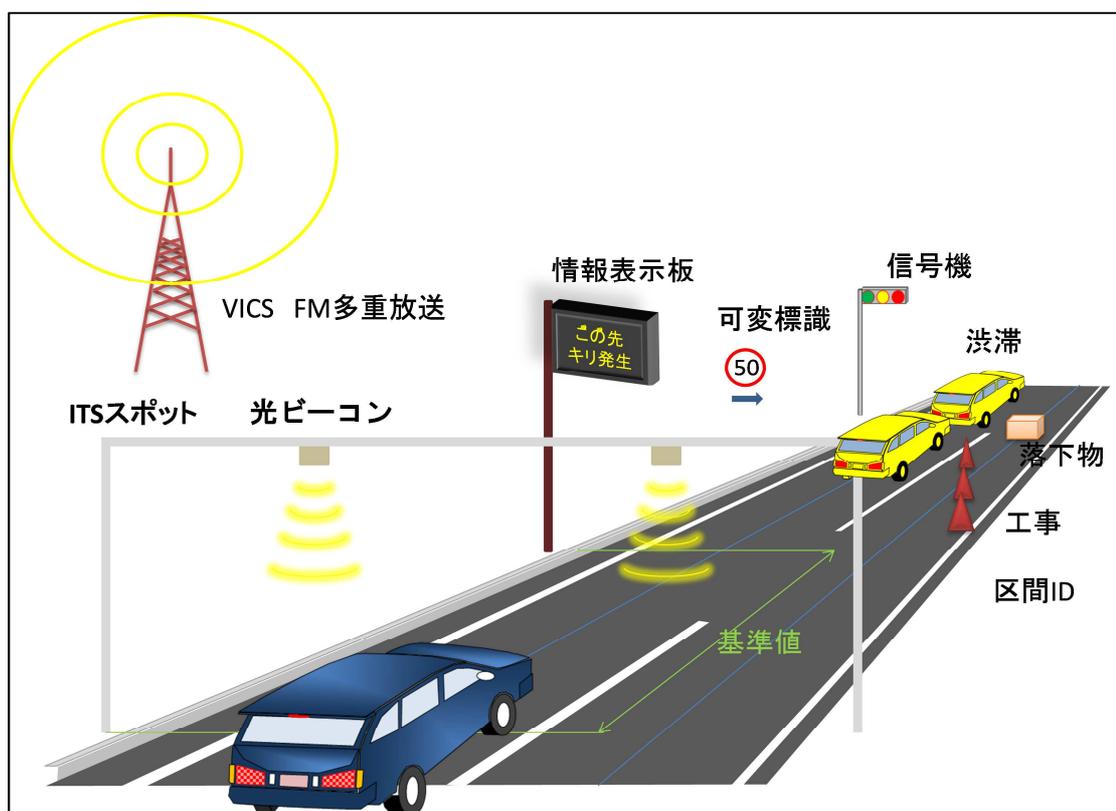


図 18 基準値の考え

また、図に示すように複合事象も考えられる。十分な余裕と複数の提供されることにより、可能な限り自動走行が継続されるように考えられなければならない。

万が一、自動走行から人的走行に切り替わる場合には、人の反応時間を加えなければならない。事象地点までの距離と時間換算で「道路構造令」に示す制動停止距離は、少なからず必要となる。

この様な観点から、今後整備増強が推進されている ITS スポットなど提供側の装置の設置位置が選定される。

2.2.3. 付加的地図情報の統合検証

走行車両に対して信号機、道路情報板等の交通安全施設は、道路交通の状況に応じて絶えず変化する。これらを考慮して地図上においても、道路交通の状況をリアルタイムに変化する必要がある。地図上における動的情報の検証を行う。

(1) 目的

信号機や道路情報板及び可変型標識等の交通安全施設において、属性情報を内容変化させることで動的情報の状況が可変になることを検証する。

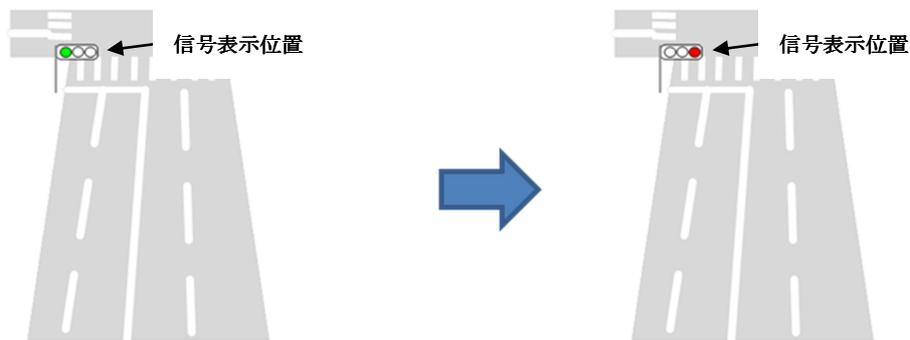


図 19 付加的地図（信号機）の動的情報イメージ

(2) 検証方法

テストデータを用いて、付加的地物である、信号表示位置に属性情報としている、ステータス情報を変更させ、地図上の信号表示位置が変化するか確認を行う。確認方法はGISソフトを使用して、色の変化を目視にて確認を行うこととした。

表 27 検証データ一覧

名称	分類	データタイプ	備考
信号表示位置	地物	ポイント（点）	
	属性情報	動的情報	ステータス: 数値型 0: 赤 1: 青 2: 黄

(3) 検証方法

信号表示位置の属性項目「ステータス」追加した。「ステータス」情報を更新することにより、地図上に正しく表示色が変わったか検証を行う。

(4) 検証結果

信号表示の属性を変更させて、表示が青、赤になった場合の検証結果を行った。なお GIS ソフトウェアを使用して、地図表示を行い信号表示の属性情報が変更されていることを確認した。

(5) 検証結果画面

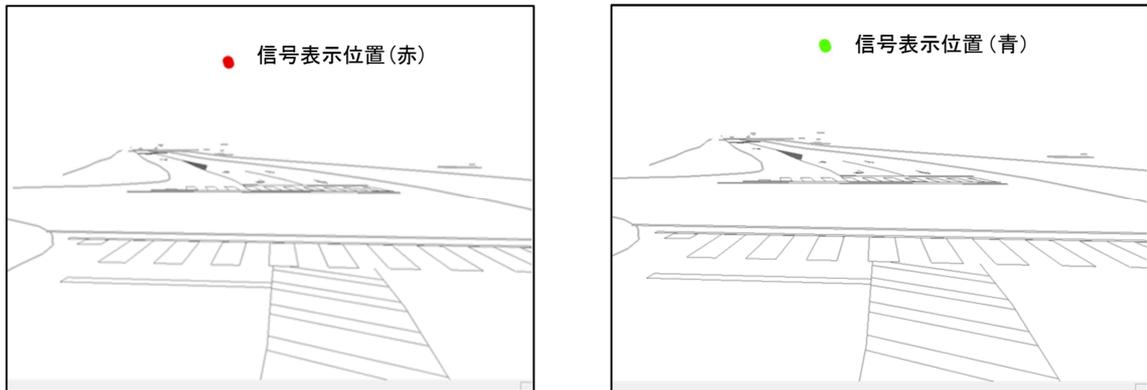


図 20 走行車両前方面面イメージ

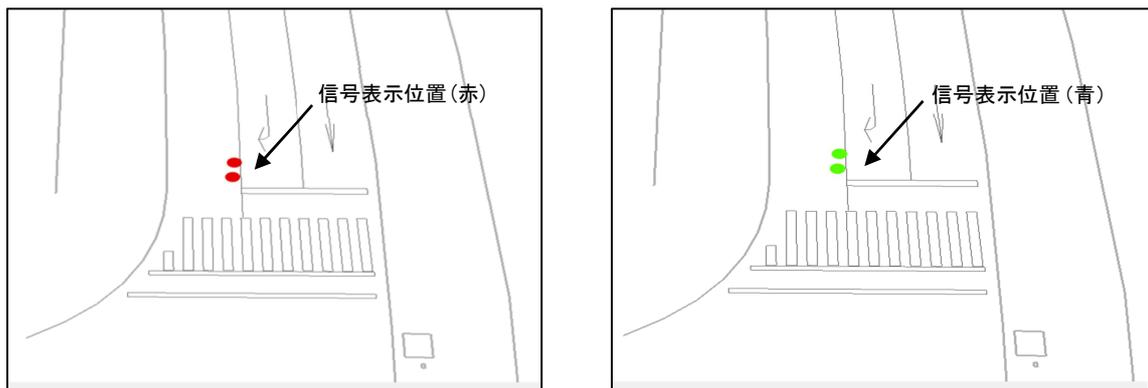


図 21 走行車両前方面面イメージ

3. コスト採算性についての調査検討

前項までの検討結果を踏まえ、MMS を活用した新規作成コストおよび更新に係る費用算出を行った。使用した人件費単価は、「平成 27 年度 設計業務委託等技術者単価：国土交通省」を用いている。

本コストは、一般的に作成・更新するものとして、検討等のバイアスを除いた数値としてまとめる。なお、実施した数量は以下のとおりである。

表 28 実施数量

項目		K320		MX-5 (参考)		備考
		数量	単位	数量	単位	
MMS 計測	道路延長 (区間延長)	60.0	Km	45.0	Km	
	走行延長	272.5	Km	50.0	Km	
	走行経路数	109	本	14	本	
検証点・標定点測量		146	点	←	点	K320, MX-5 同様
位置精度管理		1139	点	146	点	
ランド マ ー ク・ア ッ プ デ ー ト	補正に使用した点数	1370	点	24	点	K320 : 約 25m に 1 点使用
	延長	10.0	Km	1.5	Km	
	走行経路数	53	本	2	本	
図化	高速	148.7	Km	—	—	
	国道 (片側 3 車線以上)	14.5	Km	—	—	
	国道 (片側 3 車線以上) 詳細	0.5	Km	—	—	
	一般道 (片側 3 車線未満)	109.3	Km	—	—	
	一般道 (片側 3 車線未満)	1.0	Km	—	—	

3.1. 基盤的地図新規作成に係る費用

基盤的地図新規作成にかかわるコストを整理した。

表 29 基盤的地図情報の新規作成に係る費用

作業項目	道路種別	単位	数量	単価(円)	衛星可視			衛星不可視		
					本線	3車線以上	一般道	本線	3車線以上	一般道
MMIS計測	後処理解析	走行Km	1	5,340	走行車線修正 金額(円)					
		走行Km	1	5,340	2.0	10,680	2.0	10,680	2.0	10,680
		走行Km	1	2,206	2.0	4,412	2.0	4,412	2.0	4,412
		点	1	3274	0	0	0	0	0	0
		走行Km	1	1,533	2.0	3,066	2.0	3,066	2.0	3,066
		走行Km	1	4,165	0	0	0	0	0	0
小計					18,158	9,079	36,316	18,158	9,079	36,316
図北	高速道路(本線)	Km	1	36,592						
	高速道路(ランプ)	Km	1	26,976						
	一般道片側3車線以上	Km	1	250,155						
	一般道片側3車線未満	Km	1	166,770						
図化内訳	番号				0	537	13,259	8,839	537	13,259
	キャットアイ				4,985	1,720	13,259	8,839	1,720	13,259
	路面マーカ(横断歩道・停止線・進行方向以外)				2,193	537	4,420	2,946	537	4,420
	路面形状				2,193	537	8,839	5,893	537	8,839
	テリトリー(歩線・歩道・位置・形状)				3,289	1,612	3,289	1,786	1,612	1,786
	区画線位置(境界の集積線、境界線を表現)				3,289	1,612	8,839	5,893	1,612	8,839
	路面電形状(線路位置・安全地帯位置・停車所位置)				6,578	4,299	26,518	17,679	4,299	26,518
	車線中心線				1,096	0	8,839	5,893	0	8,839
	横断歩道(路面標示)				0	0	8,839	5,893	0	8,839
	停止線(路面標示)				0	0	4,420	2,946	0	4,420
	進行方向(路面標示)				2,193	537	1,786	1,179	537	1,786
	箱金所/ゲート設置				219	0	219	0	0	0
	目的地的進入位置				0	0	13,259	8,839	0	13,259
	路肩/歩道等の進行可能領域				2,193	537	4,420	2,946	537	4,420
	踏切位置				0	0	1,786	1,179	0	1,786
	スビードブレーカー位置				0	0	1,786	1,179	0	1,786
	照明灯位置				2,193	1,075	8,839	5,893	1,075	8,839
	店舗等の進入路情報				0	0	8,839	5,893	0	8,839
	歩道形状				0	0	35,358	23,572	0	35,358
	二輪車専用道形状				0	0	13,259	8,839	0	13,259
	電柱の位置				0	0	8,839	5,893	0	8,839
	道路中心線				1,096	1,075	10,966	8,839	1,075	10,966
	フバーポール				2,193	1,075	2,193	1,075	1,075	2,193
	距離種				2,193	1,612	1,786	1,179	1,612	1,786
小計					38,592	26,976	250,155	166,770	26,976	250,155
諸経費	44.9%				25,481	16,189	128,625	83,033	16,189	128,625
合計					82,231	52,244	415,006	267,961	52,244	415,006
							217,646	167,391		562,581
										389,143

調整に用いる標定点を高精度 IMU にて取得し衛星不可視区間で高精度処理を実施した場合の費用を参考として以下に示す。最下段に削減率を示しているが、高精度化のための標定点作業が圧縮されることから運用について取り決めを行うことで、今後のコスト削減が期待される。

表 30 基盤的地図情報の新規作成に係る費用 (標定点工夫)

作業項目	道路種別	衛星可視						衛星不可視									
		高速道路			一般道			高速道路			一般道						
		本線	ランプ	3車線以上	本線	ランプ	3車線以上	本線	ランプ	3車線以上	本線	ランプ	3車線以上				
MMIS計測	走行Km	1	5,340	2.0	10,680	4.0	21,360	2.0	10,680	1.0	5,340	2.0	10,680	2.0	10,680	2.0	10,680
後処理解析	走行Km	1	2,206	2.0	4,412	4.0	8,824	2.0	4,412	1.0	2,206	2.0	4,412	2.0	4,412	2.0	4,412
標定点設置	点	1	3,274	2.0	6,548	4.0	13,096	2.0	6,548	1.0	3,274	2.0	6,548	2.0	6,548	2.0	6,548
(調整点)	点	1	470	2.0	940	4.0	1,880	2.0	940	1.0	470	2.0	940	2.0	940	2.0	940
位置精度管理	走行Km	1	1,533	2.0	3,066	4.0	6,132	2.0	3,066	1.0	1,533	2.0	3,066	2.0	3,066	2.0	3,066
ランドマークアップデート	走行Km	1	4,165	2.0	8,330	4.0	16,660	2.0	8,330	1.0	4,165	2.0	8,330	2.0	8,330	2.0	8,330
小計			18,158	36,316	72,632	145,264	72,632	36,316	72,632	36,316	18,158	36,316	72,632	36,316	72,632	36,316	72,632
図化	高速道路(本線)	Km	1	38,592	18,158	36,316	72,632	18,158	36,316	9,079	18,158	36,316	72,632	18,158	36,316	72,632	18,158
高速道路(ランプ)	Km	1	26,976	13,488	26,976	53,952	13,488	26,976	13,488	6,744	13,488	26,976	13,488	6,744	13,488	26,976	13,488
一般道(3車線以上)	Km	1	250,155	125,077	250,155	500,310	125,077	250,155	125,077	62,538	125,077	250,155	125,077	62,538	125,077	250,155	125,077
一般道(3車線未満)	Km	1	166,770	83,385	166,770	333,540	83,385	166,770	83,385	41,692	83,385	166,770	83,385	41,692	83,385	166,770	83,385
図化内訳	番号			0	537	13,259	8,839	13,259	8,839	537	13,259	8,839	13,259	8,839	13,259	8,839	8,839
標識				4,385	13,259	13,259	8,839	4,385	13,259	1,720	5,377	13,259	8,839	4,385	13,259	8,839	8,839
キャッツアイ				2,193	4,420	4,420	2,946	2,193	4,420	537	5,377	4,420	2,946	4,420	2,946	2,946	2,946
路面マーカ(横断歩道・停止線・通行方向以外)				2,193	4,420	4,420	2,946	2,193	4,420	537	5,377	4,420	2,946	4,420	2,946	2,946	2,946
路面形状				3,289	6,578	6,578	4,385	3,289	6,578	1,612	4,999	6,578	4,385	3,289	6,578	4,385	4,385
アリエー一次線路標準位置				3,289	6,578	6,578	4,385	3,289	6,578	1,612	4,999	6,578	4,385	3,289	6,578	4,385	4,385
ガードレールなどの位置・形状				6,578	13,156	13,156	8,839	6,578	13,156	1,612	4,999	13,156	8,839	6,578	13,156	8,839	8,839
区画線位置(境界の実線、破線等を表現)				6,578	13,156	13,156	8,839	6,578	13,156	1,612	4,999	13,156	8,839	6,578	13,156	8,839	8,839
路面形状(線路位置・安全島位置・停車位置)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
車線中心線				1,096	2,193	2,193	1,462	1,096	2,193	429	848	1,462	1,096	2,193	1,462	1,096	1,096
構造物(橋脚等)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
停止線(諸語表示)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
通行方向(諸語表示)				2,193	4,385	4,385	2,946	2,193	4,385	537	5,377	4,385	2,946	4,385	2,946	2,946	2,946
料金所・ゲート構造				219	438	438	294	219	438	117	234	438	294	219	438	294	294
目的地的進入位置				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
識別位置				2,193	4,385	4,385	2,946	2,193	4,385	537	5,377	4,385	2,946	4,385	2,946	2,946	2,946
識別位置				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スピードブレイカー位置				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
照明位置				2,193	4,385	4,385	2,946	2,193	4,385	1,079	2,158	4,385	2,946	2,193	4,385	2,946	2,946
店舗等の進入路情報				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
歩道形状				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
二輪車専用道形状				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電柱の位置				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
道路中心線				1,096	2,193	2,193	1,462	1,096	2,193	429	848	1,462	1,096	2,193	1,462	1,096	1,096
道路中心線				2,193	4,385	4,385	2,946	2,193	4,385	1,079	2,158	4,385	2,946	2,193	4,385	2,946	2,946
ラバーポール				2,193	4,385	4,385	2,946	2,193	4,385	1,079	2,158	4,385	2,946	2,193	4,385	2,946	2,946
距離標				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計				38,592	77,184	77,184	51,456	38,592	77,184	16,899	33,798	77,184	51,456	38,592	77,184	51,456	51,456
削減率				44.9%				44.9%						44.9%			
合計				82,231	164,462	164,462	110,308	82,231	164,462	33,798	67,596	164,462	110,308	82,231	164,462	110,308	110,308
通常新規				82,231	164,462	164,462	110,308	82,231	164,462	33,798	67,596	164,462	110,308	82,231	164,462	110,308	110,308
削減率				0%			0%	0%					0%				0%

3.3. 概算全体費用の算出

MMS においては、衛星の状況により費用が左右される。また、凶化の範囲が道路規模によって変化することを勘案し、本検討を実施したお台場地区を現状として、3 割区間においてランドマーク処理が必要であると仮定し、かつ道路区分別内訳から車線数を想定し、総費用を算出する形としている。

なお、前掲の表に凶化内訳で、必要に応じ取得しないとすれば、延長当りの費用が抑えられることとなる。

3.3.1. 道路延長集計

道路統計年報の道路延長を基に新規作成に係る費用の概算を算出の根拠とした。道路延長は、実延長のうち改良済み区間かつ 5.5m 以上の路線延長を用いる。「表 32 道路種別毎の幅員区分別道路延長」に整理した。なお、現時点では 5.5m 以上道路を対象としているため、実際の作成に当たり別途詳細な路線の選定が必要となる。

また、都市高速道路、一般有料道路等はそれぞれ一般国道、都道府県道に位置づけられている関係があるので、有料道路を別途整理し、各道路種別から控除した。

表 32 道路種別毎の幅員区分別道路延長

単位：Km

道路種別	総延長	実延長	幅員区分別内訳				トンネル 延長
			5.5m 以上 改良済延長	19.5m 以上	13～19.5m	5.5～13.0m	
				(片側 3 車線 相当)	(片側 2 車線 相当)	(1 車線相 当)	
高速自動車国道	9,267.7	8,050.3	8,050.3	594.1	5,575.6	1,880.6	846.6
一般国道	67,427.3	55,222.3	50,880.3	1,114.9	6,565.1	43,200.3	1,826.8
都道府県道	142,408.9	129,396.8	89,302.5	1,084.1	4,692.4	83,525.9	837.0
市町村道	1,022,247.8	1,022,247.8	182,199.3	797.7	4,547.9	177,853.6	429.7

出典：数値根拠は、道路統計年報 2013：国土交通省より一部抜粋

表 33 有料道路の区分

単位：Km

道路種別	総延長	実延長	幅員区分別内訳				トンネル 延長
			5.5m 以上 改良済延長	19.5m 以上	13～19.5m	5.5～13.0m	
				(片側 3 車線 相当)	(片側 2 車線 相当)	(1 車線相 当)	
有料道路	2,774.7	2,774.7	2,774.7		2,774.7		
(一般国道)	1,449.0	1,449.0	1,449.0		1,449.0		
(都道府県道)	1,096.1	1,096.1	1,096.1		1,096.1		
(市町村道)	229.7	229.7	229.7		229.7		

出典：数値根拠は、道路統計年報 2013：国土交通省より一部抜粋

表 34 算定に用いた延長資料

単位：Km

道路種別	総延長	実延長	幅員区分別内訳				トンネル 延長
			5.5m 以上 改良済延長	19.5m 以上	13～19.5m	5.5～13.0m	
				(片側 3 車線 相当)	(片側 2 車線 相当)	(1 車線相 当)	
高速他有料道路	12,042.4	10,825.0	10,825.0	594.1	8,350.3	1,880.6	846.6
一般国道	65,978.3	53,773.3	49,431.3	1,114.9	8,014.1	43,200.3	1,826.8
都道府県道	141,312.8	128,300.7	88,206.4	1,084.1	5,788.5	83,525.9	837.0
市町村道	1,022,018.1	1,022,018.1	181,969.6	797.7	4,777.6	177,853.6	429.7
IC,JCT 他※	11,395.0	11,395.0	11,395.0			11,395.0	
合計	1,252,746.6	1,226,312.1	341,827.3	2,820,886	5,641,772	317,855.4	3,940.1

※数値は、表 30 と表 31 から推定している

※IC, JCT, SA, PA, 入出路については、データの性格上、別途延長が必要と考え以下に想定であるが別途整理した数値を用いている。

表 35 IC,JCT,SA,PA の参考値

道路種別	箇所数	箇所当り 延長 (Km)	幅員区分別内訳				トンネル 延長
			換算延長 (Km)	19.5m 以上	13～19.5m	5.5～13.0m	
				(片側 3 車線 相当)	(片側 2 車線 相当)	(1 車線相 当)	
IC	1,798	4.0	7,192.0			7,192	
JCT	236	12.0	2,832.0			2,832	
都市高速入出路	496	1.5	744.0			744	
SA, PA	500	1.0	500.0			500	
本線料金所	127	1.0	127.0			127	
合計	3,157		11,395.0			11,395	

※数値は、想定であり実際の延長とは異なる

3.3.2. コスト算出

以下の表は、「表 29 基盤的地図情報の新規作成に係る費用」と「表 32 道路種別毎の幅員区分別道路延長」から算定した概算費用である。衛星状況を勘案した形で算出したものである。地理的状况で変わる部分もあるが、30%の経路において精度を担保するために標定点を設置する形で算出している。

表 36 道路種別毎の概算費用算出一覧

	道路種別	規模	実延長 (Km)	単価 (円)	概算金額 (億円)
衛星可視	割合	70%			
	高速自動車国道		5,635.2	82,231	4.6
	有料道路	3車線未満	1,942.3	82,231	1.6
	IC,JCT,SA,PA等	3車線未満	7,976.5	52,244	4.2
	一般国道	3車線以上	780.4	415,096	3.2
		3車線未満	35,850.1	267,961	96.1
	都道府県道	3車線以上	758.9	415,096	3.2
		3車線未満	62,520.1	267,961	167.5
	市町村道	3車線以上	558.4	415,096	2.3
	3車線未満	127,841.8	267,961	342.6	
衛星不可視	割合	30%			
	高速自動車国道		2,415.1	217,646	5.3
	有料道路	3車線未満	832.4	217,646	1.8
	IC,JCT,SA,PA等	3車線未満	3,418.5	167,391	5.7
	一般国道	3車線以上	334.5	562,581	1.9
		3車線未満	15,364.3	389,143	59.8
	都道府県道	3車線以上	325.2	562,581	1.8
		3車線未満	26,794.3	389,143	104.3
	市町村道	3車線以上	239.3	562,581	1.3
	3車線未満	54,789.4	389,143	213.2	
小計	高速自動車国道				9.9
	有料道路				3.4
	IC,JCT,SA,PA等				9.9
	一般国道				161.0
	都道府県道				276.8
	市町村道				559.4
合計					1,020.4

これらコストは、不確定要素および地理的な衛星状態に左右されることもあり、概算費用として取扱い願いたい。

今後より一層の技術開発により算定したコストは圧縮される。また、自動運転のレベル、優先する道路、車載システムの進化やインフラ整備の計画と密接に連携し、整備優先度を計画し、最終形を見据えた段階的効率的な年次対応が推奨される。

3.3.3. 採算性について

本調査で算定された費用は基盤的地図情報であるが、自動走行だけに利用されるべきものではない。

関連主体が協調性を持てば、現状の資料を有効に活用でき、かつ共用利用が可能となる。

渋滞解消による燃費改善、交通事故の減少に伴う安全な社会の実現などの自動走行に係る便益のみならず、物流の安定の時間的余裕の確保や新規雇用の創出など周辺環境に与える貢献も大きい。

さらには、現存するシステムが個別に保持する地理空間情報を改めて作成せず、低コストで利用する形式も可能である。

本調査検討では、B/C の算出まで言及はしないが、計画最終目標の 2030 年まで 15 年間と考えると 73 億/年である。関係省庁が作成、調達している地図の費用を考慮すれば、産学官が協調し作成することで、各者の負担を抑えながら実現に向け協調が必要である。