

平成28年度戦略的イノベーション創造プログラム

(自動走行システム)

「ダイナミックマップの国際標準化と海外動向等調査」

報告書

平成29年3月

公益社団法人 自動車技術会

目 次

1. ダイナミックマップに関する国際標準化.....	1
1.1 自動運転システムの静的・動的地図要素とそのデータモデルの標準化.....	1
1.1.1 国内外における類似事例.....	1
1.1.2 自動走行システムにおける地図のユースケースの検討.....	10
1.1.3 自動走行システムにおける地図のリクワイアメントの検討.....	26
1.1.4 自動走行システムにおける地図のデータモデルの検討.....	31
1.1.5 データモデルの国際標準化.....	36
1.2 車線レベルの位置参照手法に関する標準化.....	39
1.2.1 車線レベルの位置参照方式のユースケース.....	39
1.2.2 車線レベルの位置参照方式のリクワイアメント.....	40
1.2.3 車線レベルの位置参照方式の基本コンセプト.....	41
1.2.4 車線レベルの位置参照方式の国際標準化.....	47
2. ダイナミックマップに関する海外動向等調査.....	48
2.1 海外コンソーシアムの動向調査.....	48
2.2 海外仕様分析.....	59
2.3 ダイナミックマップの国際標準化及び動向調査のためのデータモデル検討会.....	94
3. 参考資料.....	95

1. ダイナミックマップに関する国際標準化

内閣府が主導する戦略的イノベーション創造プログラム（以下 SIP とする）の自動走行システムでは、自動走行システムに用いる地図として、動的・静的な地図データを統合するダイナミックマップを検討しており、この成果の国際標準化についても検討している。そこで、本業務では、データモデル及び車線レベルの位置参照方式の国際標準案を検討した。

1.1 自動運転システムの静的・動的地図要素とそのデータモデルの標準化

これまでカーナビ用の地図に関する国際標準化を推進してきた ISO/TC204/WG3（ITS データベース技術）における活動の経緯を踏まえると、ダイナミックマップの国際標準化の候補としては、①データ交換、②API、③データモデル（データの型・属性やデータ間の関連の持ち方等の構造を記述するもの）が考えられる。①データ交換については、既に ISO/TC204/WG3 で、既存標準である GDF5.0 の拡張となる GDF5.1（PWI20524）として作業中である。②API は、③データモデルがなければ定義が困難であり、現在③データモデルの国際標準化が求められている。

そこで、本業務では、自動運転関連のアプリケーションが参照する、動的・静的な地図データモデルの国際標準化を目指しデータモデルを検討した。

1.1.1 国内外における類似事例

地図のデータモデルの検討にあたり、国内外の類似事例を整理した。具体的には、国内の名古屋大学 COI における検討、国外の欧州 AdaptIVe プロジェクトにおける検討を対象とし、整理を行った。

(1) 名古屋大学 COI によるダイナミックマップに関する検討

1) 背景・体制

名古屋大学では、COI ダイナミックマップユニット（以下、COI-TIG とする）と呼ばれる研究チームがあり。この中で、都市レベルでの交通に関するセンサーデータの収集・管理・活用を実現する、「交通社会ダイナミックマップ」のプロトタイプシステムの研究開発を行っている。

COI-TIG は、名古屋 COI 拠点における取り組みの一つである。名古屋 COI 拠点とは、持続可能な高齢社会の実現のために、モビリティを効果的に活用し、高齢者が元気になるモビリティ社会を目指す取り組みである。この取り組みは、文部科学省の革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）となっており、名古屋大学が中核機関となって、名古屋地域の企業や自治体と連携して取り組みを進めている。

中核機関 名古屋大学	モビリティ部門	情報基盤部門	サステナブル 基盤部門	くらし・健康 基盤部門	社会イノベーション デザイン学センター
	トヨタ自動車 デンソー 豊田中央研究所 産業技術総合研究所 東京農工大学 愛知県立大学	富士通	パナソニック	旭硝子 東芝	政策研究大学院大学 東京大学 東京工業大学 愛知県 豊田市

図 1.1-1 名古屋 COI 拠点の実施体制

(出所) 名古屋 COI 拠点ウェブサイト (<http://www.coi.nagoya-u.ac.jp/outline/vision>)

2) COI ダイナミックマップユニット (COI-TIG) における取り組み内容

(a) 検討体制

名古屋大学高田広章教授をリーダーとし、名古屋大学未来社会創造機構、トヨタ自動車、デンソー、トヨタ中央研究所、産業技術総合研究所、東京農工大学、愛知県立大学が参加している。名古屋 COI 拠点における位置づけは図 1.1-2 の通りである。

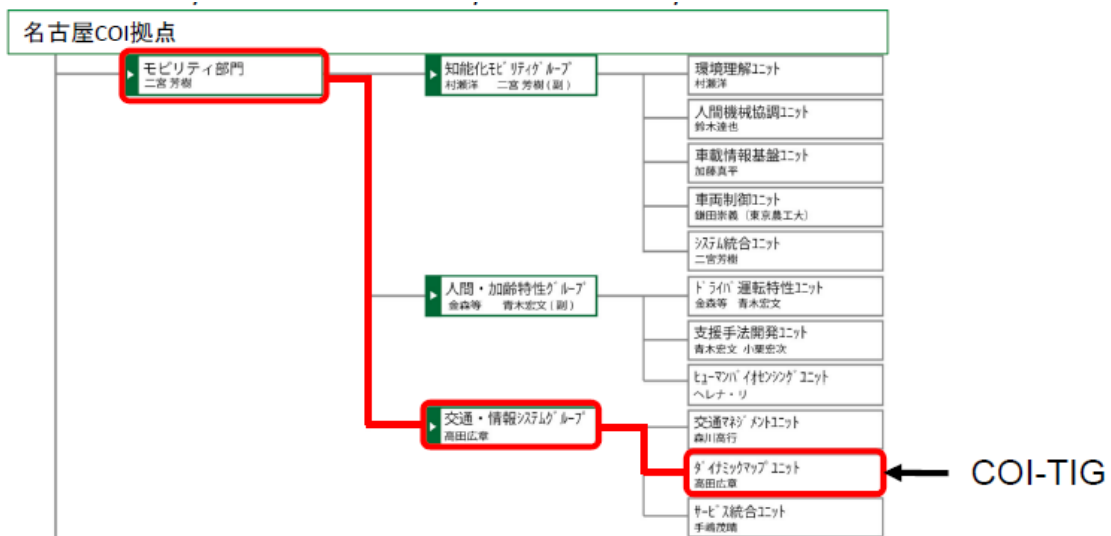


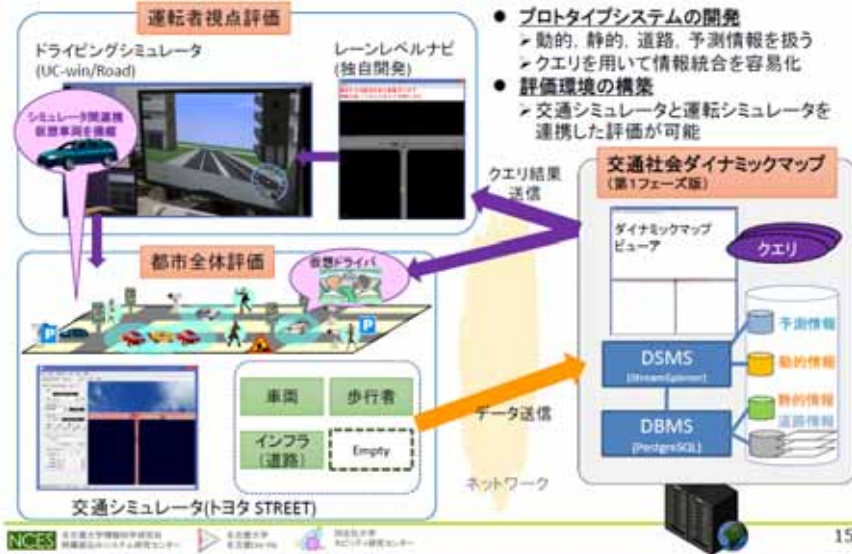
図 1.1-3 名古屋 COI 拠点における COI ダイナミックマップユニット (COI-TIG) の位置づけ

(出所) ダイナミックマップ 2.0・コンソーシアム (DM2.0 コンソ) ~参加のお誘い~ (2016年6月)

(b) 取り組み内容

COI-TIG では、図 1.1-4 に示す通り、交通社会ダイナミックマップのプロトタイプ開発や、レーンレベル道路地図フォーマットの策定などを行っている。

交通社会ダイナミックマップのプロトタイプ開発



レーンレベル道路地図フォーマットの策定

- アプリケーションに応じた三つの粒度の道路地図を定義

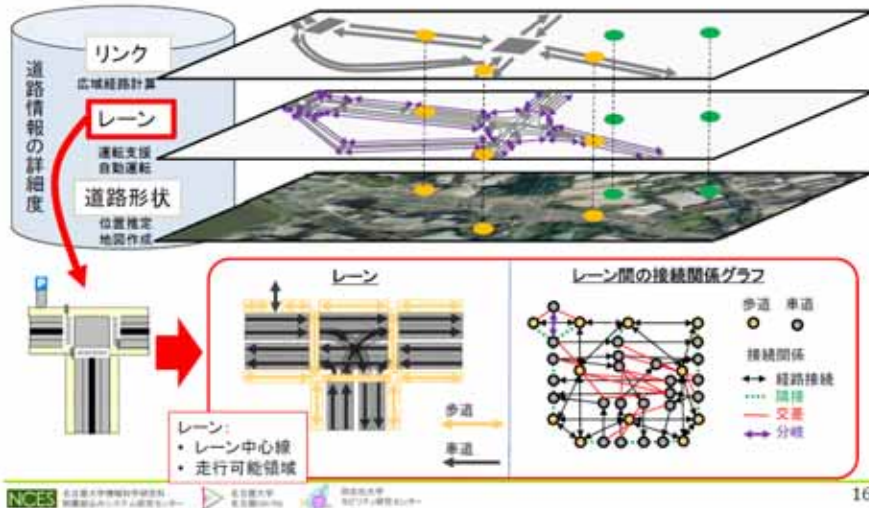


図 1.1-4 COI ダイナミックマップユニット (COI-TIG) による検討

(出所) ダイナミックマップ 2.0・コンソーシアム (DM2.0 コンソ) ~参加のお誘い~ (2016年6月)

(c) 今後の展開

COI-TIG では、新たに「ダイナミックマップ (DM) 2.0 コンソーシアム」を立ち上げることを表明している。このコンソーシアムでは、協調 ITS の基盤づくりと新規サービスの創出の後押し、協調領域の拡大 (オープンイノベーション) と海外展開 (インフラ輸出) の後押しを目的と

して、ダイナミックマップの活用を研究するとしている。DM2.0の全体像は、図 1.1-5 に示す通りであり、データはネットワークを介してやり取りされるとしている。

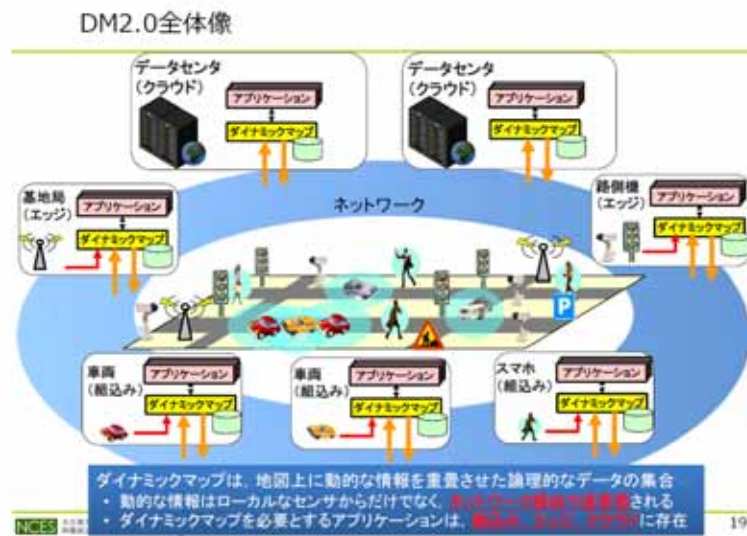


図 1.1-5 DM2.0 の全体像

(出所) ダイナミックマップ 2.0・コンソーシアム (DM2.0 コンソ) ~参加のお誘い~ (2016年6月)

SIP 自動走行システムのダイナミックマップにおける開発領域と、DM2.0 コンソーシアムの開発領域は、図 1.1-6 に示すように棲み分けがされている。SIP 側は地図データサプライヤや研究者などに提供する基盤的データを整備し、DM2.0 コンソーシアムでは、これらのデータを活用することを想定している。

SIPの開発領域 と DM2.0コンソの開発領域の棲み分け



図 1.1-6 SIP 自動走行システムと DM2.0 コンソーシアムとの棲み分け

(出所) ダイナミックマップ 2.0・コンソーシアム (DM2.0 コンソ) ~参加のお誘い~ (2016年6月)

(2) AdaptIVe (Automated Driving Applications & Technologies for Intelligent Vehicles)

1) 背景・目的

AdaptIVe プロジェクトでは、自動運転機能の研究開発と、自動運転搭載車両を市場投入するに際して生じる法的な課題の検討を行っている。研究開発のターゲットは以下の通りである。

- 複合的な交通環境で自動運転のデモンストレーションを行う。、図 1.1-7 に示す全ての自動化レベルを想定したシナリオを準備し、アプリケーションの試験を行う。
- 通信技術によってサポートされた高度なセンサを利用する複合的なシナリオでのパフォーマンスを評価する。
- ドライバーと自動運転の双方による最適な制御を実現するためのガイドラインを提供する。
- 評価手法を定義し検証する。
- 欧州の道路交通における自動運転の効果を評価する。
- 既存の障壁などを考慮し、自動運転に関する法的なフレームワークを評価する。

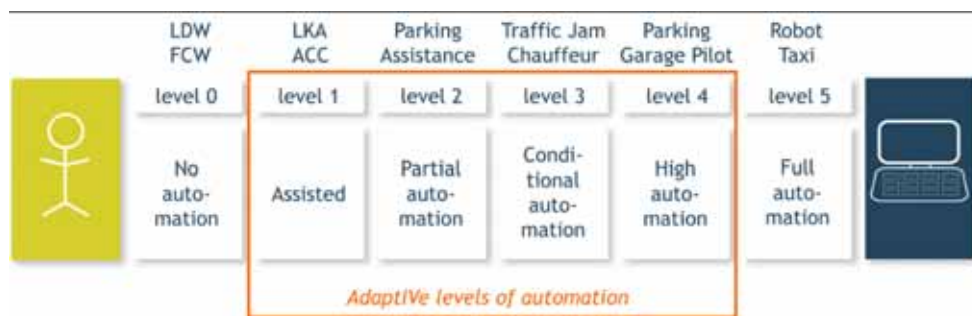


図 1.1-7 AdaptIVe プロジェクトが想定する自動化レベル

(出所) AdaptIVe ウェブサイト (<https://www.adaptive-ip.eu/index.php/objectives.html>)



図 1.1-8 AdaptIVe プロジェクトの検討領域

(出所) AdaptIVe ウェブサイト (<https://www.adaptive-ip.eu/index.php/objectives.html>)

2) 検討期間・体制

(a) 期間：2014年1月～2017年6月

AdaptIVe プロジェクトのタイムラインは図 1.1-9 に示す通りであり、現在は最終とりまとめに向けた検討が行われている。

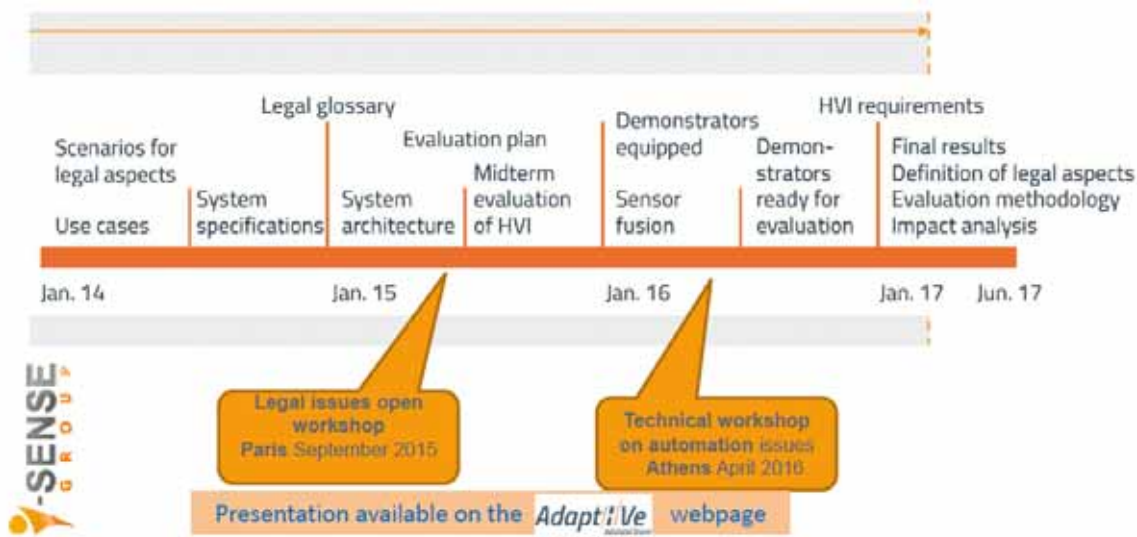


図 1.1-9 AdaptIVe プロジェクトのタイムライン

(出所) TRB 96th Annual Meeting (January 8 to 12, 2017 Washington, D.C, USA)
European activities on connected and automated driving; the present and beyond - the AdaptIVe and Autonet2030 use cases // Angelos Amditis, Institute of Communication and Computer Systems ICCS

(b) 予算：2,500万ユーロ（うち1,430万ユーロはEU負担）

※欧州の第7次フレームワークプログラムのプロジェクトとして位置づけられている。

(c) 参加者：フランス、ドイツ、ギリシャ、イタリア、スペイン、スウェーデン、オランダ、UKの8か国から、自動車メーカ、部品サプライヤ、研究機関など28社が参加している。



図 1.1-10 AdaptIVe プロジェクトのパートナー

(出所) TRB 96th Annual Meeting (January 8 to 12, 2017 Washington, D.C, USA)
European activities on connected and automated driving; the present and beyond - the AdaptIVe and Autonet2030 use cases // Angelos Amditis, Institute of Communication and Computer Systems ICCS

3) 具体的な検討内容

AdaptIVe プロジェクトでは、7つのサブプロジェクトを構築している。

サブプロジェクト 1 は、AdaptIVe プロジェクトの全体統括、サブプロジェクト 2 では法制度面からの課題検討、サブプロジェクト 3 ではドライバーと車両の統合、サブプロジェクト 4 では駐車場など狭い領域におけるシナリオ、サブプロジェクト 5 では都市交通におけるシナリオ、サブプロジェクト 6 では高速道路におけるシナリオ、サブプロジェクト 7 では自動運転アプリケーションのための効果評価手法のフレームワークを検討している。各サブプロジェクトのリーダーは、図 1.1-11 に示す通りである。

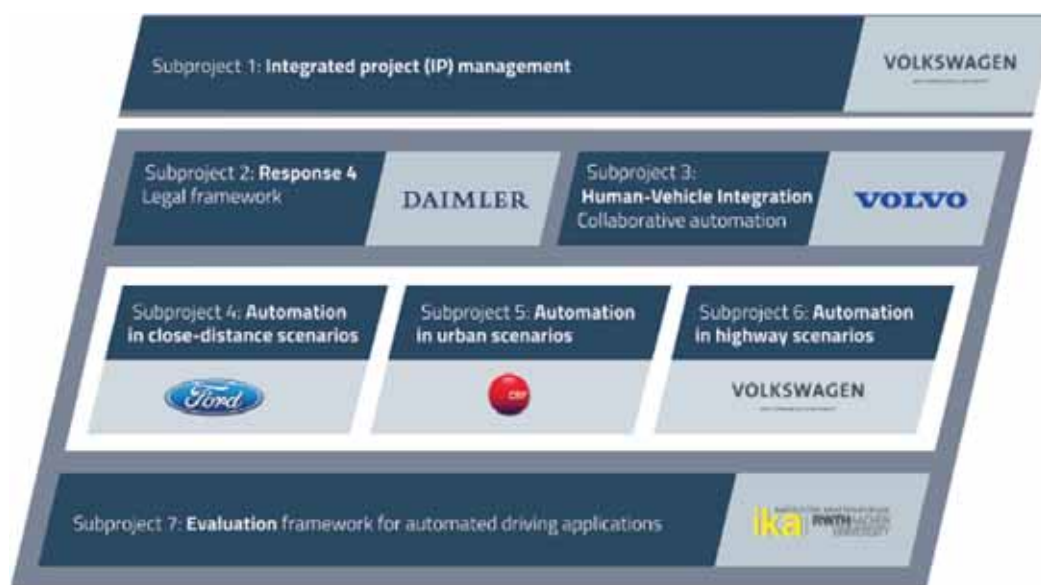


図 1.1-11 AdaptIVe プロジェクトにおける検討内容

(出所) AdaptIVe ウェブサイト (<https://www.adaptive-ip.eu/index.php/objectives.html>)

4) 検討成果

2017年1月8日～12日に米国で開催された TRB 96th Annual Meeting では、AdaptIVe プロジェクトの成果の一部が報告されている。以下に報告された成果の概要を示す。

(a) System Classification and Glossary

AdaptIVe プロジェクトでは、自動運転の機能の区分を検討しており、これを「Deliverable D2.1 System Classification and Glossary」として取りまとめ、公開している。具体的には、ドライバー、車両、環境の3つの視点から、関連するパラメータを列挙し、それを区分していくというアプローチをとっている。環境を例としてみると、図 1.1-12 に示す通り、パラメータの一つとして、Road が挙げられており、その中に道路のジオメトリや、インフラなどが整理されている。

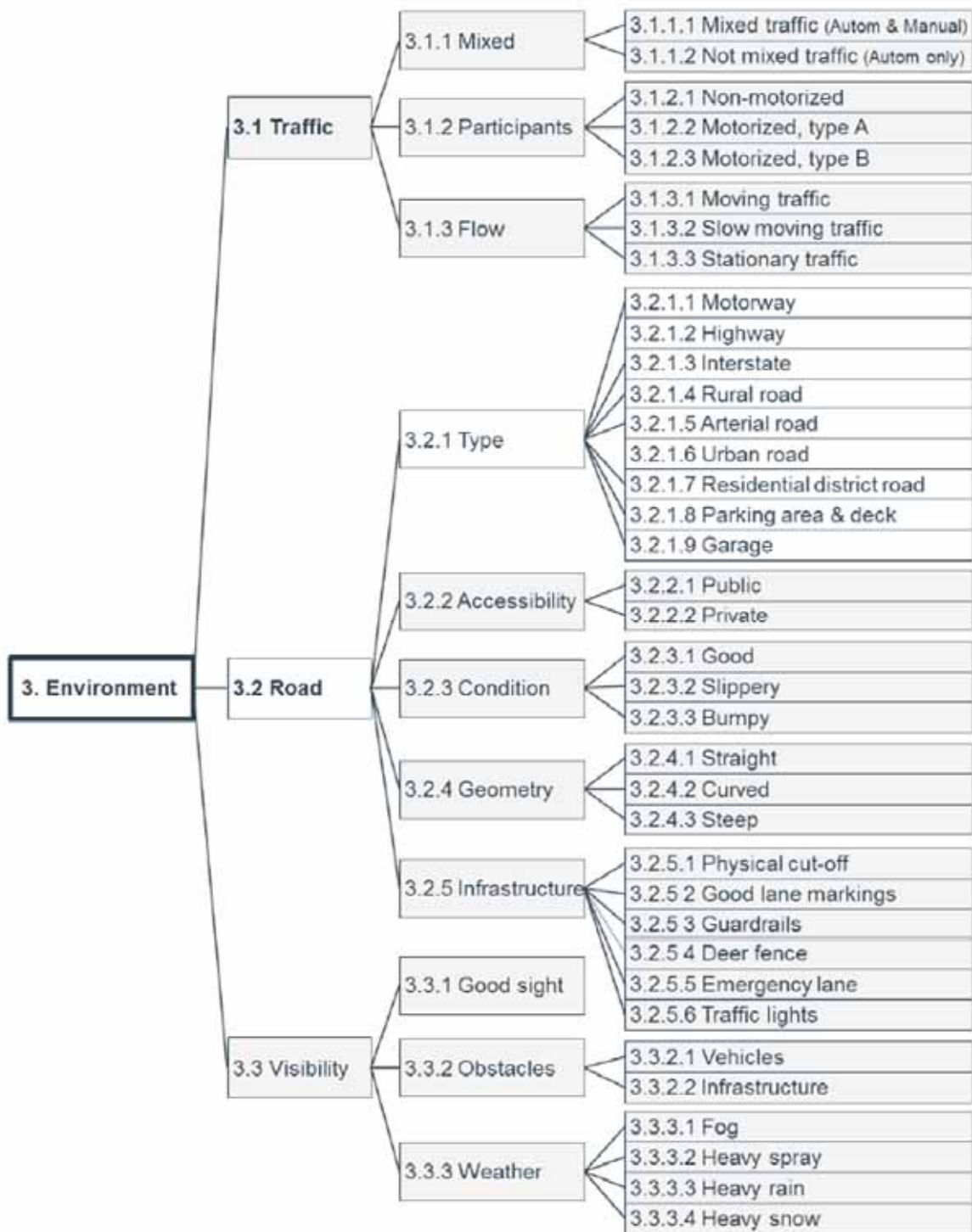


図 1.1-12 環境に関するパラメータ

(出所) Deliverable D2.1 System Classification and Glossary

(b) Defining Legal Aspects

AdaptIVe プロジェクトでは、自動運転に関わる法的な課題についても検討を行っており、その成果をレポートとして取りまとめている。しかしながら、レポートはまだ公開されていない。

(c) 研究開発

調査、シミュレーション研究、フィールド研究など、17 件の研究開発が進んでいる。

(d) デモンストレーションの準備

デモンストレーションの準備も順次進んでおり、図 1.1-13 に示すように駐車場、都市交通、高速道路などのシナリオでデモンストレーションが行われる予定である。

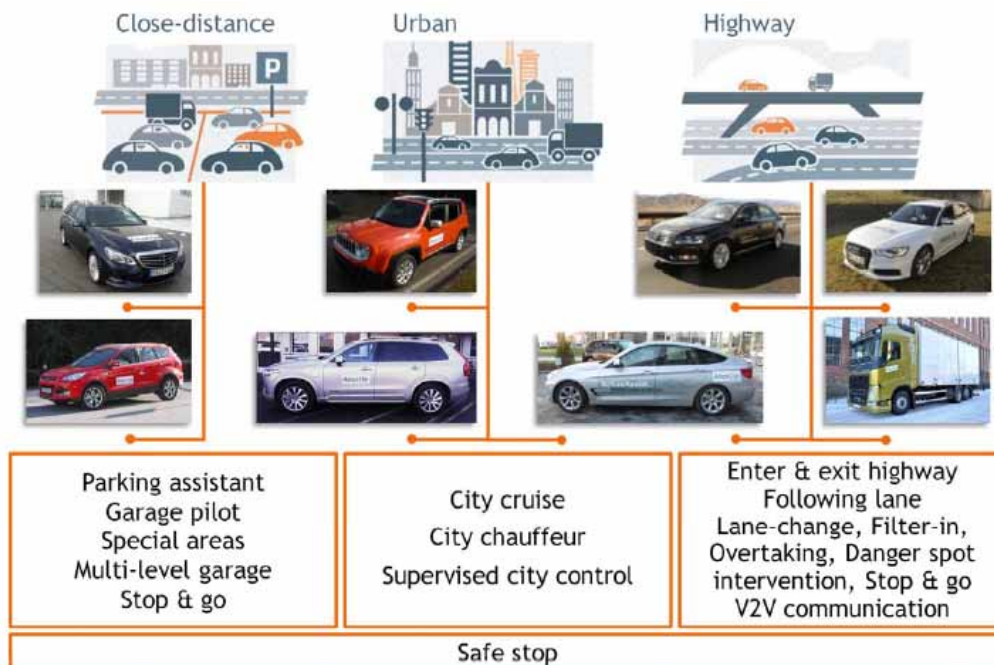


図 1.1-13 AdaptIVe プロジェクトのデモンストレーション

(出所) TRB 96th Annual Meeting (January 8 to 12, 2017 Washington, D.C, USA)
European activities on connected and automated driving; the present and beyond - the AdaptIVe and
Autonet2030 use cases // Angelos Amditis, Institute of Communication and Computer Systems ICCS

1.1.2 自動走行システムにおける地図のユースケースの検討

自動走行システムにおける地図のユースケースを検討した。具体的には、SIP-adus で定義された自動走行システムのユースケース（以下、SIP ユースケース）から、地図を活用した自動運転に必要な機能・データを整理した。

(1) 地図を活用した自動運転に関するユースケースの検討

対象となる SIP ユースケース一覧は以下の通りである。

表 1.1-1 地図を活用した自動運転に関するユースケース案一覧表

No.	ユースケース名	
1	走行位置判定	
2-1	走行制御	料金所通過
2-2	【自動車専用道】	本線への合流
2-3		本線走行
2-4		工事規制
2-5 a		車線変更（走行車線から追い越し車線）
2-5 b		車線変更（追い越し車線から走行車線）
2-6		本線からの分流
2-7		非常駐車帯への停車
3-1	走行制御	本線走行
3-2	【一般道】	優先道路への合流
3-3 a		車線変更（走行車線から追い越し車線）
3-3 b		車線変更（追い越し車線から走行車線）
3-4		交差点直進
3-5		交差点右折
3-6		交差点左折
3-7		障害物回避
4	駐車場	駐車区画線内への駐車

（出所）内閣府 SIP-adus

(2) 地図を活用した自動運転に必要な機能及びデータの検討

SIP ユースケースの各フローにおいて、自動運転に必要な機能及びデータを検討し、地図を活用した自動運転に必要な機能・データを整理した。

Use Case 1 : 走行位置判定

Description : 走行レーン上の走行位置を判定する

Flow :

①マップマッチング技術により走行する道路、道路上の位置を判定する。

- ・ 走行経路形状と道路ネットワーク形状の比較（マップマッチング）を行い、走行する道路、道路上の位置を特定する。
- ・ 走行道路の位置を判定するためには、自車位置推定機能（走行道路判定）が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行軌跡形状を把握するための衛星測位により得られる車両の位置（緯度・経度）、と道路ネットワーク形状を把握するための道路のデータが必要となる。

②車線認識手段により走行車線を判定する。

- ・ 走行する道路の道路詳細図上の概略位置を判定し、車線認識技術により車線の位置を判定する。
- ・ 走行車線の位置を判定するためには、自車位置推定機能（走行車線判定）が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路詳細図上の概略位置を判定するための衛星測位により得られる車両の位置（緯度・経度）と車線認識手段により検出される道路の区画線形状と道路詳細図の区画線形状のデータが必要となる。
- ・ 情報が必要となる。

③道路上の施設位置を認識し、走行車線上の正確な位置を特定する。

- ・ 走行車線上の正確な位置を特定するためには、自車位置推定機能（走行位置推定）が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路施設（標識、路面標示等）の位置・形状データが必要となる。

Use Case2-1 : 料金所通過

Description : 料金所を安全に通過する。

Flow :

①料金所への接近を認識し、安全に通過するために減速する。

- ・ 料金所への接近を認識するためには、走行道路情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路施設（料金所）の位置のデータが必要となる。
- ・ 料金所を認識後、減速するためには制限速度のデータが必要となる。

②料金所の位置、利用可能な料金所レーンの位置への走行経路を作成する。

- ・ 利用可能な料金レーンか否かを判断するためには、走行道路付加情報取得機能が必要と

なる。

- ・ この機能を実現するためには、利用可能料金レーン（閉鎖料金レーン）のデータが必要となる。
- ・ 自転車位置から利用可能な料金レーンまでの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、料金所手前の車線、道路の区画線、道路施設（料金所位置）のデータが必要となる。

③料金所出口から本線進入路への走行経路を作成する。

- ・ 自転車位置（料金所の出口）から本線進入路までの走行経路を作成するためには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、料金所の出口から本線進入路までの車線、道路の区画線のデータが必要となる。

④周辺車両の位置から走行経路を修正する。

- ・ 料金所通過後、走行車線へ合流するためには、周辺車両を検知し、周辺車両の走行位置と進路を予測し、自転車の走行経路を修正する必要がある。
- ・ 周辺車両を検知するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、料金所前後を走行する車両のデータが必要となる。
- ・ 走行経路を修正するためには、走行条件変更位置設定機能が必要となる。

Use Case2-2：本線への合流

Description： 本線へ合流する。

Flow：

①合流箇所への接近を認識し、走行速度を調整する。

- ・ 合流箇所を認識するためには、走行道路情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、車線のデータが必要となる。
- ・ 合流箇所を認識後、走行速度を調整するためには、制限速度のデータが必要となる。

②合流車線から本線への走行経路を作成する。

- ・ 自転車位置から本線までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、合流車線の区画線のデータが必要となる。

③本線を走行する周辺車両の位置から、合流速度、合流位置、合流開始タイミングを修正する。

- ・ 本線へ合流するためには、本線の交通状況及び本線走行車両を検知し、周辺車両の走行位置と進路を予測し、合流速度、合流位置、合流開始タイミングを修正する必要がある。
- ・ 本線の交通状況を把握するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、本線の渋滞情報のデータが必要となる。
- ・ 本線走行車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、本線を走行する車両（位置・走行速度）のデータが必要

となる。

- ・ 合流速度、合流位置、合流開始タイミングを修正するためには、走行条件変更位置設定機能が必要となる。

Use Case2-3：本線走行

Description：走行車線を維持する。

Flow：

①走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。

- ・ 走行車線を維持するためには、走路走行機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、区画線を検知するための道路、車線、道路の区画線のデータ、制限速度を保つための制限速度のデータが必要となる。

②先行車との車間を検知し、走行速度を制御する。

- ・ 本線を走行するためには、先行車両との車間を検知し、車両の走行速度を制御する必要がある。
- ・ 先行車を検知し、走行位置と進路を予測するためには、前方車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線を先行する車両（位置・走行速度）のデータが必要となる。

③隣接車の割り込みを検知し、走行速度を制御する。（合流通過時も含む）

- ・ 本線を走行するためには、隣接車の割り込みを検知し、車両の走行速度を制御する必要がある。
- ・ 隣接車を検知し、走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、隣接する車線を走行する車両（位置、走行速度、舵角、ヨーレート、ターンシグナル等）のデータが必要となる。

Use Case2-4：工事規制

Description：工事規制箇所を迂回する。

Flow：

①工事区間を認識し、安全に迂回するために減速する。

- ・ 工事区間を認識するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、工事規制のデータが必要となる。
- ・ 工事区間を認識後、減速するためには制限速度のデータが必要となる。

②工事区間を迂回する。

- ・ 工事区間を迂回するためには、工事区間を検知後、進路変更が必要となる。
- ・ 進路変更に必要な機能及びデータは **Use Case2-5a** と同様である。

Use Case2-5a：車線変更（走行車線から追い越し車線）

Description：走行車線から追い越し車線へ移動する。

Flow :

①追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間でないことを確認する。

- ・ 追い越し車線への移動箇所を判定するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）のデータが必要となる。

②追い越し車線への走行経路を作成する。

- ・ 走行車線から追い越し車線までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線の区画線、追い越し車線の区画線のデータが必要となる。

③追い越し車線を走行する周辺車両の位置から、速度、車線変更位置、車線変更タイミングを修正する。

- ・ 追い越し車線に車線変更するためには、追い越し車線を走行する周辺車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、速度、車線変更位置、車線変更タイミングを修正する必要がある。
- ・ 追い越し車線を走行する車両を検知し、走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、追い越し車線を走行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。

Use Case2-5b : 車線変更（追い越し車線から走行車線）

Description : 走行車線へ移動する。

Flow :

①車線が進路変更禁止区間でないことを確認する。

- ・ 走行車線への移動箇所を判定するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）のデータが必要となる。

②走行車線への走行経路を作成する。

- ・ 追い越し車線から走行車線までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線の区画線、追い越し車線の区画線のデータが必要となる。

③走行車線を走行する車両の位置から、速度、車線変更位置、車線変更タイミングを修正する。

- ・ 走行車線に車線変更するためには、走行車線を走行する車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、速度、車線変更位置、車線変更タイミングを修正する必要がある。

- ・ 走行車線を走行する車両を検知し、走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線を走行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。

Use Case2-6：本線からの分流

Description： JCT を安全に通過する。

Flow：

①分流箇所への接近を認識し、走行速度を調整する。

- ・ 分流箇所を認識するためには、走行道路情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、車線のデータが必要となる。
- ・ 分流箇所を認識後、走行速度を調整するためには、制限速度のデータが必要となる。

②本線から分流車線への走行経路を生成する。

- ・ 自車位置から分流車線までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、車線、合流車線の区画線のデータが必要となる。

③走行速度を分流車線の制限速度に調整する。

- ・ 分流車線へ合流するためには、分流車線の交通状況及び本線走行車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、分流速度、分流位置、進路変更タイミングを修正する必要がある。
- ・ 分流車線の交通状況を把握するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、分流車線の渋滞情報のデータが必要となる。
- ・ 分流車線走行車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、分流車線を走行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。
- ・ 分流速度、分流位置、進路変更タイミングを修正するためには、走行条件変更位置設定機能が必要となる。

Use Case2-7：非常駐車帯への停車

Description： 非常駐車帯に安全に止める。

Flow：

①非常駐車帯の位置を確認する。

- ・ 非常時駐車帯の位置を確認するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、車線、道路の区画線、道路施設（非常時駐車帯）のデータが必要となる。

②非常駐車帯への走行経路を作成する。

- ・ 走行車線から非常駐車帯への進入経路を作成するためには、走行経路作成機能が必要と

なる。

- ・ この機能を実現するためには、道路、車線の区画線、非常駐車帯の区画のデータが必要となる。

③非常駐車帯に駐車する。

- ・ 非常駐車帯に駐車するためには、走行車線を走行する周辺車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、速度、車線変更位置、進路変更タイミングを修正する必要がある。
- ・ 先行車を検知し、走行位置と進路を予測するためには、前方車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線を先行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。

Use Case3-1：本線走行

Description： 走行車線を維持する。

Flow：

①走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。

- ・ 走行車線を維持するためには、走路走行機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、区画線を検知するための道路中心線、道路区画線のデータ、制限速度を保つための制限速度のデータが必要となる。

②先行車との車間を検知し、走行速度を制御する。

- ・ 本線を走行するためには、先行車両との車間を検知し、車両の走行速度を制御する必要がある。
- ・ 先行車を検知し、走行位置と進路を予測するためには、前方車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線を先行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。

③隣接車の割り込みを検知し、走行速度を制御する。（合流通過時も含む）

- ・ 本線を走行するためには、隣接車の割り込みを検知し、車両の走行速度を制御する必要がある。
- ・ 隣接者を検知し、走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、隣接する車線を走行する車両（位置、走行速度、舵角、ヨーレート、ターンシグナル等）のデータが必要となる。

④前方の障害物を検知し、安全上、十分な間隔を確保して通過する（停止、車線変更を伴わないもの）。

- ・ 本線を走行するには、前方の障害物や周辺を移動する移動体（二輪車、歩行者）を検知し、安全上、十分な間隔を確保する必要がある。
- ・ 前方の障害物を検知するためには前方障害物検知機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、障害物（落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流等）のデータが必要となる。
- ・ 周辺を移動する移動体を検知するには、周辺車両認知機能が必要となる。

- ・ この機能を実現するためには、併走する二輪車（位置、走行速度）、道路に進入しようとする歩行者（位置、移動速度）のデータが必要となる。

Use Case3-2：優先道路への合流

Description：非優先道路から優先道路への合流

Flow：

①一旦停止箇所ですら一旦停止する。

- ・ 一旦停止箇所ですら停止するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、車線、停止線のデータが必要となる。

②非優先道路から優先道路への走行経路を作成する。

- ・ 自車位置から優先道路までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、道路、車線、合流車線の区画線のデータが必要となる。

③優先道路を走行する周辺車両の位置から、合流速度、合流位置、合流タイミングを修正する。

- ・ 優先道路へ合流するためには、優先道路の交通状況及び優先道路走行車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、合流速度、合流位置、合流タイミングを修正する必要がある。
- ・ 優先道路の交通状況を把握するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、本線の渋滞情報のデータが必要となる。
- ・ 本線走行車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、優先道路を走行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。
- ・ 合流速度、合流位置、合流タイミングを修正するためには、走行条件変更位置設定機能が必要となる。

Use Case3-3a：車線変更（走行車線から追い越し車線）

Description：追い越し車線へ移動する。

Flow：(Use Case2-5a と同様)

①追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間でないことを確認する。

- ・ 追い越し車線への移動箇所を判定するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）のデータが必要となる。

②追い越し車線への走行経路を作成する。

- ・ 走行車線から追い越し車線までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線の区画線、追い越し車線の区画線のデータが必要

要となる。

③追い越し車線を走行する周辺車両の位置から、速度、車線変更位置、変更タイミングを修正する。

- ・ 追い越し車線に車線変更するためには、追い越し車線を走行する車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、速度、車線変更位置、変更タイミングを修正する必要がある。
- ・ 追い越し車線を走行する周辺車両を検知し、走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、追い越し車線を走行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。

Use Case3-3b : 車線変更（追い越し車線から走行車線）

Description : 走行車線へ移動する。

Flow : (Use Case2-5b と同様)

①はみ出し禁止区間でないことを確認する。

- ・ 走行車線への移動箇所を判定するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）のデータが必要となる。

②走行車線への走行経路を作成する。

- ・ 追い越し車線から走行車線までの走行経路を作成するには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線の区画線、追い越し車線の区画線のデータが必要となる。

③走行車線を走行する車両の位置から、速度、車線変更位置、変更タイミングを修正する。

- ・ 走行車線に車線変更するためには、走行車線を走行する車両を検知し、車両の走行位置と進路を予測し、速度、車線変更位置、変更タイミングを修正する必要がある。
- ・ 走行車線を走行する車両を検知し、走行位置と進路を予測するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、走行車線を走行する車両（位置、走行速度）のデータが必要となる。

Use Case3-4 : 交差点直進

Description : 安全に交差点を直進する。

Flow :

①走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。

- ・ 走行車線を維持するために、必要な機能及びデータは Use Case3-1 と同様である。

②交差点への進入判断を行う。

- ・ 交差点への進入可否の判断を行うためには、交差点の信号を検知し、信号状態を確認し、

赤信号、黄色信号では停止線で停止し、直進矢印信号では進入する。

- ・ 交差点の信号を検知するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、交差点形状、停止線、道路施設（信号機の設置位置）のデータが必要となる。
- ・ 交差点への進入判断を行うためには、交差点通過判断機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、信号機の信号状態のデータが必要となる。

③走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。

- ・ 走行車線を維持するためには、必要な機能及びデータは **Use Case3-1** と同様である。

Use Case3-5 : 交差点右折

Description : 安全に交差点を右折する。

Flow :

①走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。

- ・ 走行車線を維持するために、必要な機能及びデータは **Use Case3-1** と同様である。

②右折レーンへ車線変更を行う。

- ・ 右折レーンへの移動するためには車線変更が必要となる。
- ・ 車線変更に必要な機能及びデータは **Use Case3-3a** と同様である。

③交差点への進入判断を行う。

- ・ 交差点への進入可否の判断を行うためには、交差点の信号を検知し、信号状態を確認し、赤信号、黄色信号では停止線で停止し、直進矢印信号では進入する。
- ・ 交差点の信号を検知するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、交差点形状、停止線、道路施設（信号機の設置位置）のデータが必要となる。
- ・ 交差点への進入判断を行うためには、交差点通過判断機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、信号機の信号状態のデータが必要となる。

④右折開始を判断する。

- ・ 右折開始を判断するためには、交差点の中心で一旦停止し、対向車、横断歩道上の歩行者、自転車、周辺を走行する二輪車の存在を検知し、発進タイミング、走行速度を調整する必要がある。
- ・ 対向車、横断歩道上の歩行者・自転車、周辺を走行する二輪車の存在を検知するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、交差点形状、道路施設（横断歩道）、対向車（位置、走行速度）、周辺を走行する二輪車（位置、走行速度）、横断歩道上の歩行者（位置、移動速度）、自転車（位置、移動速度）のデータが必要となる。

⑤右折終了後、走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。

- ・ 走行車線を維持するために、必要な機能及びデータは **Use Case3-1** と同様である。

Use Case3-6：交差点左折

Description：安全に交差点を左折する。

Flow：

- ①走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。
 - ・ 走行車線を維持するために、必要な機能及びデータは **Use Case3-1** と同様である。
- ②交差点への進入判断を行う。
 - ・ 交差点への進入可否の判断を行うためには、交差点の信号を検知し、信号状態を確認し、赤信号、黄色信号では停止線で停止し、直進矢印信号では進入する。
 - ・ 交差点の信号を検知するためには、走行道路付加情報取得機能が必要となる。
 - ・ この機能を実現するためには、交差点形状、停止線、道路施設（信号機の設置位置）のデータが必要となる。
 - ・ 交差点への進入判断を行うためには、交差点通過判断機能が必要となる。
 - ・ この機能を実現するためには、信号機の信号状態のデータが必要となる。
- ③左折開始を判断する。
 - ・ 左折開始を判断するためには、左側を並走する二輪車の存在を確認し、左折タイミング、走行速度を調整する必要がある。また、横断歩道の手前で一旦停止し、横断歩道上の歩行者・自転車を確認し、横断歩道上の歩行者・自転車を検知し、発進タイミング、走行速度を調整する必要がある。
 - ・ 左側を並走する二輪車、横断歩道上の歩行者・自転車、の存在を検知するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
 - ・ この機能を実現するためには、交差点形状、道路施設（横断歩道）、並走する二輪車（位置、走行速度）、横断歩道上の歩行者（位置、移動速度）・自転車（位置、移動速度）のデータが必要となる。
- ④左折終了後、走行する車線の区画線を検知し、走行車線を維持する。
 - ・ 走行車線を維持するために、必要な機能及びデータは **Use Case3-1** と同様である。

Use Case3-7：障害物回避

Description：障害物との衝突を回避する。

Flow：

- ①障害物（低速／停止車両、自転車、歩行者など）を認識し、回避方法を判断する。
 - ・ 障害物の回避方法を判断するためには、前方の障害物や周辺を移動する移動体（二輪車、歩行者等）を検知する必要がある。
 - ・ 前方の障害物を検知するためには前方障害物検知機能が必要となる。
 - ・ この機能を実現するためには、障害物（落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流等）のデータが必要となる。
 - ・ 周辺を移動する移動体を検知するには、周辺車両認識機能が必要となる。
 - ・ この機能を実現するためには、併走する二輪車（位置、走行速度）、道路に進入しようと

する歩行者（位置、走行速度）のデータが必要となる。

②障害物の手前で停止する（制動回避）。

- ・ 走行車線上に障害物がある場合には、手前で停止する。

③障害物を迂回する（操舵回避）。

- ・ 障害物を迂回するためには、障害物を検知後、車線変更が必要となる。
- ・ 車線変更に必要な機能及びデータは Use Case3-3a と同様である。

Use Case4：駐車区画線内への駐車

Description： 駐車位置に安全に駐車する。

Flow：

①駐車場内の駐車可能位置を特定する

- ・ 駐車場内の駐車可能位置を特定するためには、駐車に関する機能（駐車場領域情報取得）が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、駐車場内の形状（走行道路、駐車枠等）、駐車可能情報（空き情報）のデータが必要となる。

②駐車可能位置へ移動する

- ・ 駐車可能位置へ移動するためには、現在位置から駐車位置までの走行経路を作成し、走行経路上の車両を検知し、発進タイミング、走行速度を調整する必要がある。
- ・ 現在位置から駐車位置までの走行経路を作成するためには、走行経路作成機能が必要となる。
- ・ この機能を作成するためには、駐車場内の走行道路、区画線のデータが必要となる。
- ・ 走行経路上の車両を検知するためには、周辺車両認識機能が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、駐車場内を走行する車両のデータが必要となる。

③駐車可能位置に駐車する

- ・ 駐車可能位置に駐車するためには、駐車枠形状を認識し、発進タイミング、走行速度を調整する必要がある。
- ・ 駐車枠形状を認識するためには、駐車に関する機能（駐車区画特定機能）が必要となる。
- ・ この機能を実現するためには、駐車枠のデータが必要となる。

以上の検討をふまえ、地図を活用した自動運転に必要な機能を整理した。

表 1.1-2 地図を活用した自動運転に必要な機能と概要

機能	概要
自車位置推定機能	走行道路判定：走行している道路・車道を判定できる精度の位置推定
	走行車線判定：走行している車線を判定できる精度の位置推定
	走行位置判定：走行している車道・車線内の高精度（ $\sigma \leq 25\text{cm}$ ）の位置推定
	走行位置道路補正：走行道路・車道との形状マッチング
	走行位置車線補正：走行車線との形状マッチング
	走行位置地物補正：基準地物の位置と計測距離値による比較（地物マッチング）による位置補正
走行経路作成機能	出発地から目的地までの道路・車道単位の経路作成（道路経路：カーナビレベル）
	現在地から所定距離・所定時間離れた地点までの車線単位の経路（レーン経路）作成
	現在地から所定距離・所定時間離れた地点までの走行位置レベルの経路（走行ライン）作成
	前方の所定区間（合流・分流、交差点直進・右折・左折・Uターン、追い越し、回避）の走行位置レベルの経路作成
走路走行機能	走行車線内に走行位置経路を設定し、車線からはみ出さないような走行
走路変更走行機能	走路車線と走行位置経路を決定し、走行車線から隣接車線に移動
走行条件計画作成機能	自車の走行条件（車両の主制御系統（操舵・加速・制動）の経過時刻別の作動量）の作成
走行条件変更位置設定機能	走行条件の変更を実施する走行経路上の位置の設定
前方車両認識機能	同一車線を走行している前方車両の走行状況（位置・速度・方位および変化量）の把握
周辺車両認識機能	周辺車両の走行状況（位置・速度・方位および変化量）の把握
	車線変更予定側の車線を走行する車両の走行状況の把握
	はみ出しのための走路変更する予定車道の対向車線を走行する車両の走行状況の把握
	周辺車両の移動進路の予測
	周辺車両との衝突の予測
走行道路情報取得機能	走行道路に関する以下の情報の取得
	合流箇所の情報
	優先道路合流箇所
	分流箇所の情報
	交差点の情報
走行道路付加情報取得機能	走行道路に関する以下の付加情報の取得
	道路構造データ（勾配・カント・高さ・曲率・道路方位・重量制限、

機能	概要
	道路形状、交差点形状) 道路施設データ（道路標示、道路標識、路肩（段差、縁石）、ガードレール、デリニエーター） 通行規制データ（車線規制、車線変更禁止、一時停止等） 道路状況データ（速度規制、路面情報、気象情報、道路工事、落下物、駐車車両等）
前方障害物検知機能	障害物の位置の特定 対向車線からはみだし車両の検知 前方に存在する路側センサが検知する障害物情報の取得
交差点通過判断機能	交差点進入判断：信号機ステータスで交差点への進入の可否（停止、徐行、加減速なし）を判断する 右折進行判断：中心位置まで進行し、対向車、横断歩道の歩行者・自転車を確認し、それぞれの推測位置が交差点脱出までに進路にないことを確かめ、脱出側車線に進行する 左折進行判断：同方向二輪車両（バイク・自転車等）、横断歩道の歩行者・自転車を確認し、それぞれの推測位置が交差点脱出までに進路にないことを確かめ、徐行で脱出側車線に進行する
誘導案内機能	自動運転動作の開始や終了時、運転者に音声で通知 自動運転動作の開始や終了時、運転者に画像で通知 走行予定経路を表示
緊急障害物回避機能	緊急制動回避：障害物手前までに停止 緊急操舵回避：障害物を迂回する。停止を伴う迂回の場合、回避可能領域（PEA）に停止
駐車に関する機能	駐車に関する以下の機能 駐車区画特定機能：駐車区画を特定する 駐車区画認識：駐車区画を認識する 駐車区画周辺認識：駐車区画の周辺状況を認識する 駐車場領域情報取得：駐車場領域の情報の取得する

また、地図を活用した自動運転のユースケースごとに必要となるデータを整理した。

表 1.1-3 地図を活用した自動運転に必要なデータ

機能	概要
走行位置判定	道路、道路の区画線形状、道路詳細図の区画線形状、道路施設（標識、路面標示）の位置、道路施設（標識、路面標示）の形状、車両の位置（緯度・経度）、車両の位置（緯度・経度）
料金所通過道路施設（料金所）の位置	料金所手前の車線、道路の区画線、道路施設（料金所位置）、料金所の出口から本線進入路までの車線、道路の区画線、制限速度、利用可能料金レーン（閉鎖料金レーン）、料金所前後を走行する車両（位置・走行速度）
本線への合流	道路、車線、道路、合流車線の区画線、制限速度、本線の渋滞情報、本線を走行する車両（位置・走行速度）
本線走行	道路、車線、道路の区画線、制限速度、走行車線を先行する車両(位置・走行速度)、隣接する車線を走行する車両（位置、走行速度、舵角、ヨーレイト、ターンシグナル）
工事規制	走行車線の区画線、追い越し車線の区画線、制限速度、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）、工事規制、追い越し車線を走行する車両（位置、走行速度）
車線変更(走行車線から追い越し車線)	走行車線の区画線、追い越し車線の区画線、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）、追い越し車線を走行する車両（位置、走行速度）
車線変更(追い越し車線から走行車線)	走行車線の区画線、追い越し車線の区画線、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）、走行車線を走行する車両(位置、走行速度)
本線からの分流	道路、車線、道路、車線、合流車線の区画線、制限速度、分流車線の渋滞情報、分流車線を走行する車両（位置・走行速度）
非常駐車帯への停車	道路、車線、道路の区画線、道路施設（非常時駐車帯）、道路、車線の区画線、非常駐車帯の区画、走行車線を先行する車両（位置、走行速度）
本線走行	道路中心線、道路区画線、制限速度、障害物（落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流等）、走行車線を先行する車両(位置、走行速度)、隣接する車線を走行する車両（位置、走行速度、舵角、ヨーレイト、ターンシグナル）、併走する二輪車（位置、走行速度）、道路に進入しようとする歩行者（位置、移動速度）
優先道路への合流	道路、車線、停止線、合流車線の区画線、本線の渋滞情報、優先道路を走行する車両（位置・走行速度）
車線変更(走行車線から追い越し車線)	走行車線の区画線、追い越し車線の区画線、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）、追い越し車線を走行する車両(位置・走行速度)
車線変更(追い越し車線から走行車線)	走行車線の区画線、追い越し車線の区画線、車線規制（追い越し禁止区間、はみ出し禁止区間）、走行車線を走行する車両(位置・走行速度)
交差点直進道路中心線	道路区画線、交差点形状、停止線、道路施設（信号機の設置位置）、制限速度、障害物（落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流等）、走行車線を先行する車両(位置、走行速度)、隣接する車線を走行する車両（位置、走行速度、舵角、ヨーレイト、ターンシグナル）、併走する二輪車（位置、速度情報）、道路に進入しようとする歩行者（位置、移動速度）
交差点右折	道路中心線、道路区画線、車線の区画線、道路、車線、停止線、合流車線の区画線、交差点形状、停止線、道路施設（信号機の設置位置）、交差点形状、道路施設（横断歩道、制限速度、車線規制、障害物（落下物、穴ぼこ、陥没、土

機能	概要
	砂流等)、本線の渋滞情報、走行車線を先行する車両(位置、走行速度)、隣接する車線を走行する車両(位置、走行速度、舵角、ヨーレイト、ターンシグナル)、併走する二輪車(位置、走行速度)、道路に進入しようとする歩行者(位置、移動速度)、追い越し車線を走行する車両(位置・走行速度)、優先道路を走行する車両(位置・走行速度)、対向車のデータ(位置、走行速度)、周辺を走行する二輪車のデータ(位置、走行速度)、横断歩道上の歩行者(位置・移動速度)、横断歩道上の自転車のデータ(位置、移動速度)、信号機の信号状態
交差点左折	道路中心線、道路区画線、交差点形状、停止線、道路施設(信号機の設置位置)、交差点形状、道路施設(横断歩道)、制限速度、障害物(落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流等)、走行車線を先行する車両(位置、走行速度)、隣接する車線を走行する車両(位置、走行速度、舵角、ヨーレイト、ターンシグナル)、併走する二輪車(位置、走行速度)、道路に進入しようとする歩行者(位置、移動速度)、並走する二輪車(位置、走行速度)、横断歩道上の歩行者(位置・移動速度)、横断歩道上の自転車のデータ(位置、移動速度)
障害物回避	信号機の信号状態、車線の区画線、車線規制、障害物(落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流等)、併走する二輪車(位置、走行速度)、道路に進入しようとする歩行者(位置、移動速度)、追い越し車線を走行する車両(位置・走行速度)
駐車区間線内の駐車	駐車場内の形状(走行道路、駐車枠)、駐車場内の走行道路、区画線、駐車枠、駐車場内を走行する車両(位置・走行速度)、駐車可能情報(空き情報)、

1.1.3 自動走行システムにおける地図のリクワイアメントの検討

自動走行システムにおける地図のユースケース、必要な機能、データの検討結果から、自動走行システムにおける地図のリクワイアメントを整理した。具体的には、地図を活用した自動運転のための静的データ、動的データとその流れに関するデータシステム・アーキテクチャー及びシステム・アーキテクチャー及び要件の検討を行った。

(1) 地図を活用したデータシステム・アーキテクチャーの検討

自動運転のための静的データ、動的データとその流れに関するデータシステム・アーキテクチャーの検討を行った。データシステム・アーキテクチャーを図 1.1-14 に示す。

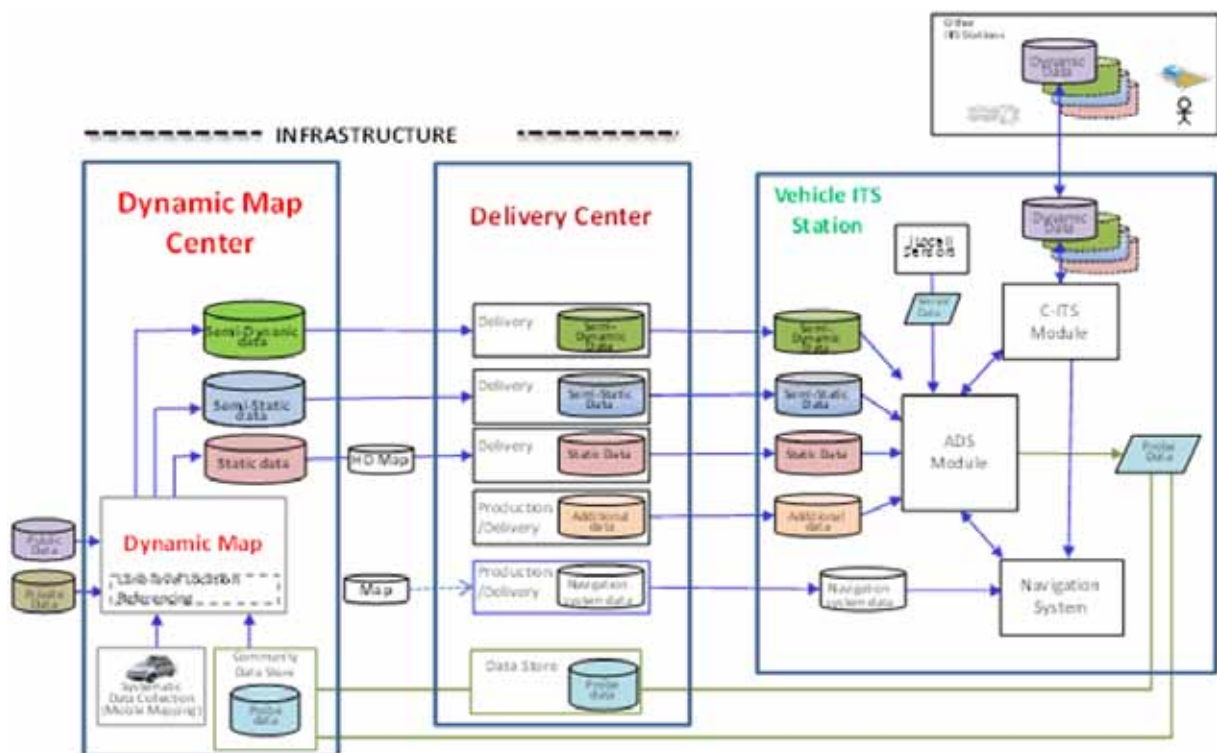


図 1.1-14 ダイナミックマップ・データシステムのアーキテクチャー

(2) システム・アーキテクチャの構成要素とその役割

ダイナミックマップ・データシステムは、ITS Vehicle Station（車載機）、データ供給センタ、ダイナミックマップセンタ、データ供給者、通信システムで構成する。

1) ITS Vehicle Station（車載機）

ITS Vehicle Station（車載機）は、自動運転のために、以下の機能を搭載する。

機能名	内容
自己位置推定機能	自車の走行位置（走行する道路と道路上の詳細位置）を推定する。
走行制御機能	道路上を走行するための走行ラインを判定し、走行ラインに沿って車両を制御する。
走行調停機能	周辺を走行する車両、道路を横断する歩行者の接近を検知し、走行方法を調停する。
情報提供	自動運転車両の移動履歴情報をデータ供給センタへ提供する。
	車載センサで検出した情報をデータ供給センタへ提供する。

また、ITS Vehicle Station（車載機）は以下のデータを取り扱う。

データ名	内容
ダイナミックマップ・データ	自動運転走行を制御するためのデータ ・静的データ ・準静的データ ・準動的データ ・動的データ
システム補助データ	自動運転走行を制御するための補助データ ・システム制御独自補助データ ・独自地図データ
ITS Vehicle Station 提供データ	・プローブ（移動履歴情報、センサ検出情報）

2) データ供給センタ

データ供給センタは、自動走行システムが必要とする以下のデータを ITS Vehicle Station（車載機）に提供する。

データ名	内容
ナビゲーションシステムデータ	自動運転車両が現在地から目的地まで走行経路を判定するためのデータ <ul style="list-style-type: none"> ・経路ネットワーク(静的データで提供) ・交通情報(準動的データで提供)
ダイナミックマップ・データ	自動運転走行を制御するためのデータ <ul style="list-style-type: none"> ・静的データ ・準静的データ ・準動的データ ・動的データ
システム補助データ	自動運転走行を制御するためのデータ <ul style="list-style-type: none"> ・独自システム制御補助データ ・独自地図データ

データ供給センタは、ITS Vehicle Station（車載機）から提供データ（プローブデータ：移動履歴情報、センサ検出情報）を受け取り、ダイナミックマップセンタに提供する。

3) ダイナミックマップセンタ

ダイナミックマップセンタは、データ供給者から提供される情報と現地調査データを利用してダイナミックマップ（静的、準静的、準動的データ）を整備し、データ供給センタに提供する。

データ供給センタから供給されるプローブデータから現地の変化を抽出し、ダイナミックマップ・データを更新する。

4) データ供給者

データ供給者は、ダイナミックマップ整備に必要な以下の情報をダイナミックマップセンタへ提供する。

データ名	概要
Public data	道路を管理する管理者(Public sector)から入手する管理情報（情報及び図面）
Private data	道路情報を収集しサービスを提供する民間事業者 (Private Sector) から入手する情報

5) 通信システム

ITS Vehicle Station（車載器）は、データを入手するため、下記の通信環境を利用する。

通信名	概要
データ供給センタとの通信	携帯電話網
他の ITS Station との通信	車々間通信、路車間通信

(3) ダイナミックマップ・データシステムのシステム要件

ダイナミックマップ・データシステムのシステム要件を以下の通りに整理した。

1) 原則

- Sp-1 動運転システムは、歩行者、他車搭乗者、自転車搭乗者の安全を優先する。
- Sp-2 自動運転システムは、自動運転車両と手動運転車両が混在して通行することを考慮する。
- Sp-3 自動運転システムは、自動化レベルの異なる車両が混在することを考慮する。
- Sp-4 自動運転システムは、公的規制のほかに、運用ルール、運用マナーを明確にし、遵守する。
- Sp-5 自動運転システムは、フェイルセーフを基本とする。
- Sp-6 自動運転システムで取り扱う数値データは、SI単位を基本とする。
- Sp-7 自動運転システムは、データセンタと車両の間および車両相互の間の通信のための規定（プロトコル・メッセージ・インタフェース）に共通した規定を使用する。
- Sp-8 上記、原則 Sp-7 の標準に、独自の（公開された）仕様を付加することは妨げない。
- Sp-9 自動運転システムは、車両運転者／搭乗者に情報提供を行う場合、（警告音、警告マーク表示は）統一された表現を用いる。
- Sp-10 自動運転システムは、稼働期間が長く拡張性も見込まれるため、システム互換に関する規定を定めなければならない。
- Sp-11 自動運転システムは、統一された計時システムで作動しなければならない。
- Sp-12 自動運転システムは、自動運転中にシステム構成を変更してはならない。

2) システム要件

- Sr-1 自動運転システムは、要求される機能の確実な実現手段を持ち、また、その代替手段を持つことが望ましい。
- Sr-2 自動運転システムは、自動運転適切道路と不適切道路を明確に区分し、混在することを考慮しなければならない。
- Sr-3 自動運転システムは、周辺車両およびデータセンタと通信を介して、動的データを収集・交換することが望ましい。
- Sr-4 自動運転システムは、走行状態データ等をプローブデータとして外部に提供できる機能を持つことが望ましい。
- Sr-5 自動運転システムは、位置データとして座標値を使用するが、統一された測地系の座標を使用することが望ましい。
- Sr-6 データセンタと自動運転システム間および自動運転システム相互間のデータ交換は、データの生成時刻と有効期間を考慮した手段で行われることが望ましい。
- Sr-7 自動運転システムは、自動運転走行中は現在位置から所定の距離または所定の経過時間の間に走行する予定の道路が決定されていなければならない。なお、走行予定道路の変更を妨げるものではない。

Sr-8 自動運転システムは、データ供給センタまたは他車から自動運転に関するデータの提供を求められた時、速やかに提供することが望ましい。

Sr-9 自動運転システムは、走行可能な道路空間を移動することを前提とする。

3) データに関するシステム要件

Sd-1 自動運転に使用するデータは、少なくとも動的車両データ、静的道路データ、準動的道路データ、静的通行データと準動的通行データに分類されることが望ましい。

Sd-2 自動運転に使用する道路データ（静的・準動的データ）および通行データ（静的・準動的データ）は、保障された詳細度、精度、確度、信頼度で適時、自動運転データ供給センタから供給されることが望ましい。

Sd-3 道路データおよび普及している既存地図データ（カーナビゲーション用データ）は、それぞれ独立したデータベースでよい。なお、道路データとカーナビゲーション用地図データは関連付けされていることが望ましい。

Sd-4 道路データは、車両の位置と走行方向を考慮した順番で供給されることが望ましい。

Sd-5 道路データは、適時供給され、（恒久的ではなく）一時的に保管されることが望ましい。

Sd-6 静的データと動的データは、関係付を持たせ、アプリケーションで一緒に取扱えることが望ましい。

Sd-7 自動運転に使用される準動的・動的データは、最新のデータ内容で最小のタイムラグで供給されることが望ましい。

Sd-8 自動運転システム内の位置データは、絶対経緯度座標を用いなくてもよく、位置基準点からの相対座標で表現することが望ましい。

Sd-9 自動運転車両から提供される位置を含むデータは、自動運転データ供給センタ以外から供給されたデータおよびその派生データを使用しないことが望ましい。

Sd-10 位置基準点は、すべての自動運転車両に、共通使用できる形態で提供されることが望ましい。

Sd-11 プレート移動により地表は移動しているため、固定地物でもデータ生成時期が異なると地点の絶対座標が異なることから、絶対座標データに生成時期が明示されなければならない。

Sd-12 静的道路データは、最新の内容に適時更新されることが望ましい。

Sd-13 静的道路データの道路、車道、車線データは、通行方向と通行領域を表す平面（ベルト）で形状と位置を表現することが望ましい。また、ベルトの代表線でモデル化した線ベクトルで形状と位置を表現することができる。

Sd-14 動的データ、静的データ、予測データをアプリケーションが統一的に取扱えることが望ましい。

Sd-15 自動運転道路（道路、車道、車線）の形状データは、実物形状との比較において十分に相似度合が高いことが望まれる。

1.1.4 自動走行システムにおける地図のデータモデルの検討

自動走行システムにおける地図のリクワイアメントの検討結果から、自動走行システムにおける地図のデータモデルの検討を行った。具体的には、必要となるデータの整理し、データモデル案を作成した。

(1) 必要となるデータの整理

1) ダイナミックマップ・データ

自動走行システムにおける地図は、ダイナミックマップ・データを扱う。ダイナミックマップ・データは、データの発生/提供頻度、存在の信頼度合いを考慮したデータ供給タイミングと手段を設定するために静的、準静的、準動的、動的データの4タイプに分類される。

表 1.1-4 ダイナミックマップ・データのタイプ

タイプ	発生/更新頻度	主な情報
静的データ	<1日	道路構造物/道路付帯地物、通行固定条件
準静的データ	<1時間	静的データの内、一時的に変化する情報
準動的データ	<1分	臨時交通規制、工事情報、交通渋滞、路面情報、故障車両など状態や現象が通常は存在していないで発生から消滅まで状態や現象が一時的に変化する情報
動的データ	<1秒	時間とともに位置が変化する車両・歩行者情報、交通信号など

(a) 静的データ

静的データは、道路、車線の領域・形状を示す静的道路データと道路および車線の通行の規制や条件を示す静的通行データである。

静的道路データは、位置や形状が固定されたベルト構造データで提供される道路地物（車道、車線、交差点）と道路構造物（橋、高架、トンネル、踏切など）および道路付帯地物（停止線、横断歩道など）である。道路上や側路に設置された道路標識、道路標示、信号機なども静的道路データである。静的通行データは、道路標識や道路標示による位置や内容が固定された通行規制（進路変更禁止、進行方向別規制、制限速度など）である。規制内容を変化させる条件が固定された曜日や時間指定の通行規制は、静的通行データである。

主な静的道路データ（SIP-adus データ交換書式で設定した地物）

車道ベルト/車道リンク/車線ベルト/車線リンク/交差点領域/トンネル/橋・高架/踏切/軌道敷/道路端/縁石/側溝/ガードレール/信号機/道路標識/道路標示/繋ぎ目/歩道橋/横断歩道/停止線/中央線/車線境界線/道路・車線の構造データ（勾配/カント/曲線半径など）

主な静的通行データ

信号機による停止位置／高さ制限／進路変更禁止区間など

(b) 準静的データ

準静的データは、不規則に発生・消滅する事象により、変化する静的道路データおよび通行規制や条件の内容が一時的に変更される静的通行データである。例えば、道路工事による仮設迂回道路や渋滞時に車線として使用する路肩は準静的道路データである。また、料金所ゲートの一時的閉鎖や電子式標識の速度規制は、準静的通行データである。

主な準静的道路データ

工事仮設車道／工事仮設車線／車線として使用する路肩

主な準静的通行データ

電子式標識の規制値／一時閉鎖するゲート（開閉時刻）

(c) 準動的データ

準動的データは、道路上に発生・消滅する事象であり、道路地物に関する事象を準動的道路データと通行に関する事象を準動的通行データに分類する。準動的道路データは、路面状況、障害物および気象状況である。また、準動的通行データは、交通状況および臨時規制である。

主な準動的道路データ

道路工事箇所／事故箇所／路面状況（冠水、凍結、積雪）／障害物（落下物、穴ぼこ、陥没、土砂流）／気象状況（豪雨、強風、視界不良）等

主な準動的通行データ

交通（渋滞）状況

臨時規制（通行止め／速度規制／車線規制／走行注意）

(d) 動的データ

動的データは、道路上を移動する移動体の動的移動体データと通行状況を示す動的通行データである。動的移動体データは、一般車両、二輪車、歩行者、緊急車両などの移動体のデータである。一方、動的通行データは、移動予定ラインなどの移動体から提供される実時間データと信号機の信号状態や交通状況などの路側から提供される実時間データである。車々間通信および路車間通信で、他の **ITS Vehicle Station**（車載機）または **ITS Roadside Station**（路側機）とデータ交換される。

動的データは、**ITS Vehicle Station**（車載機）内で生成・使用されるデータであるが、提供時間の制約が伴うため、データ供給センタおよびダイナミックセンタで取扱わないこととする。

2) その他データ

プローブデータ／プローブ情報、システム制御独自補助データ、独自地図データは、ダイナミックマップ・データの対象外とする。

(a) プローブデータ/プローブ情報

プローブデータは、自動運転システム車両に搭載されているセンサから得られるデータで生成されるデータ群と定義され、動的データから生成することも想定できるが、動的データはプローブデータとは異種のデータである。

また、データ供給センタで複数のプローブデータによって生成されるデータをプローブ情報と定義する。プローブ情報は、ダイナミックマップセンタで種々の静的データや準動的データに加工されると想定している。

応用の例として、車載カメラで撮影された映像データをプローブデータとして、映像データから形状データを抽出し、地図データの形状データと比較し、相違する部分を形状の更新データに使用することなどが考えられる。また、各車両の走行軌跡データをプローブデータとし、特徴的な進路変更軌跡を抽出したプローブ情報を作成し、走行していない車線の区間に事故・故障で停止している車両や落下物があることなどが推測でき、その車線の区間を走行させないなどの準動的通行データとして提供することも考えられる。

(b) システム制御独自補助データ

システム制御独自補助データは、自動運転車両のためのメーカ独自データである。データは、静的、準静的、準動的データのいずれかに分類できるが、ダイナミックマップ・データの検討対象外である。

(c) 独自地図データ

独自地図データの一例は、カーナビのためのデータである。独自地図データも、静的、準静的、準動的データのいずれかに分類できるが、ダイナミックマップ・データの検討対象外である。

(2) データモデル案の作成

自動運転のための静的データ～動的データに関する論理的データモデル(LDM)の検討を行った。本データモデルの検討は、システム要求を満たすための論理的格納構造(LDO)を含んでいる。また、本データモデルは、ダイナミックマップ・システムを構成するダイナミックマップセンタ、ダイナミックマップ・データ供給センタおよび車載システムで共通して利用されるモデル構造とした。なお、本データモデルは自動運転のためのデータに重きをおいているが、協調ITSおよび既存カーナビゲーションのためのデータモデルとの整合性を考慮している。

1) データモデルの全体像(Overall data model)

ISO レベルでは、カーナビゲーションレベルのITSのための地図データ(道路と地図背景)はTS20452でデータモデル化され、さらに、協調ITSの静的地図データ(Local Dynamic Map)は、ISO14296でデータモデル化されている。ISO14296のデータモデルはTS20452のデータモデルを包含している。

ここで、ダイナミックマップのデータは、①自動運転だけに使用するデータ、②自動運転・協調 ITS で共用するデータであることから、協調 ITS システムのための全体データモデル (ISO14296) との齟齬がない事が望まれる。また、システムごとの個別データモデルを複数作成することを避け、既存システムとの整合性を確保し、さらに自動化レベル 0~5 までに対応し、長期間のシステム拡張に対応できることも望まれる。従って、全体モデルは、DMだけのデータに限定せず、C-ITS や既存ナビのデータを含めそれらとの関係も示す。全体データモデルを図 1.1-15 に示す。

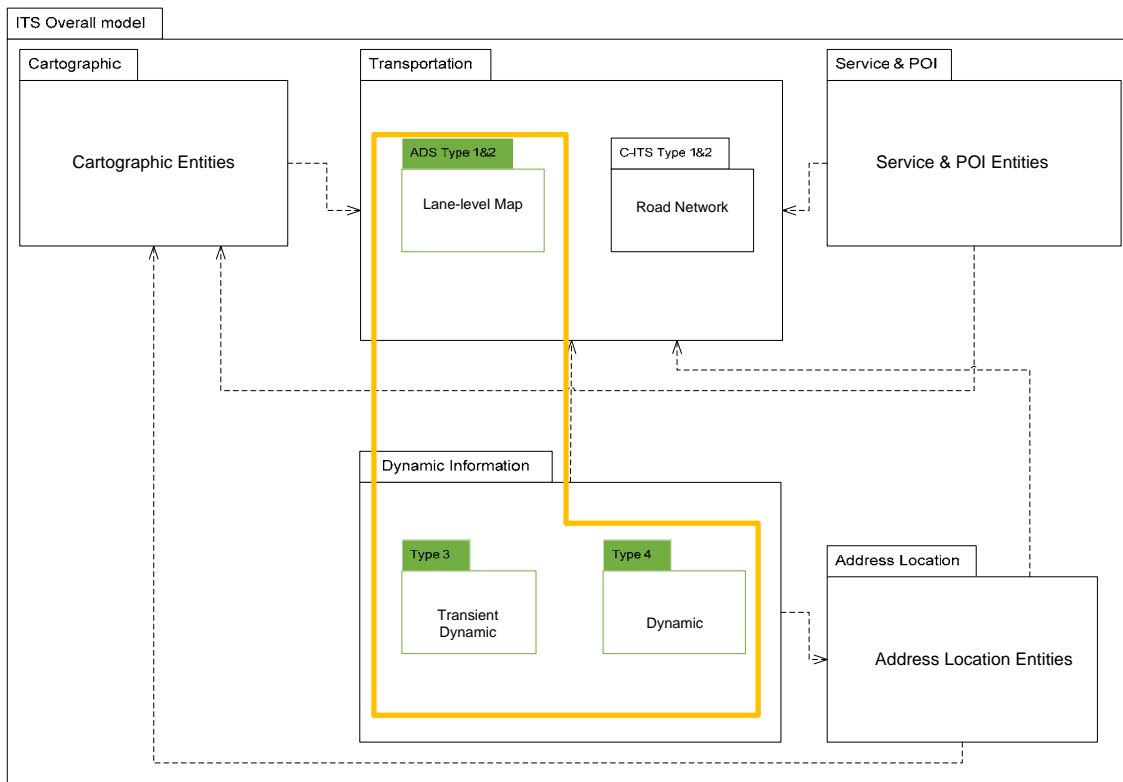


図 1.1-15 全体データモデル(Overall data model)

図 1.1-15 に示す全体データモデルは、ISO14296 の全体データモデルとほぼ同じパッケージで構成されている。なお、オレンジ色の枠内が ADS に対応するパッケージを示している。全体データモデルは個々のデータ要素をパッケージ (データ群 : PKG) で表現しているが、パッケージは論理的にデータを区分すると共に論理的格納構造を意図している。

図 1.1-15 の Transportation PKG では、ADS のためのレーンレベル地図(Lane-level Map)PKG と従来の道路網地図(Road Network)PKG を設定しているが、従来の道路網地図データは①道路を狭域から広域までを取扱う必要性から階層構造 (Level) で構成し②各階層の道路をリンクおよびノードで表現した線形モデルとしているが、レーンレベル地図データは、①道路を単層構造 (レーンレベル道路データ) で構成し、②道路をベルト状の領域で表現するベルトモデルとし、③道路と周辺地物との関連データを必要とするため、それぞれを独立したパッケージとした。なお、Transportation PKG は Multi-modal のためのパッケージ (乗換や公共交通網など) を含んでい

るが表記を省略した。レーンレベル地図 **PKG** は、詳細道路データ（車道／車線／交差点データ）、道路付帯地物データおよび地物関連データで構成される。

図 1.1-15 の **Dynamic Information PKG** では、既に **ISO** での検討において動的データの存在を合意しているが、準動的・動的情報（例えば道路交通情報など）は、個々のシステムでデータ仕様が異なった形で実施されていることと、**ISO** レベルではメッセージ仕様だけしか定義されていないことから、DMで仕様を定義するデータを独立データ群として取扱うこととした。データモデル化にあっては、個別システムのデータ仕様（例えば **VICS**）ではなく、抽象化したデータ項目とデータ型で仕様を設定し、自動運転システムが生成・参照する形態と整合させる。ここで、**DM** の静的、準静的、準動的、動的データを **ISO** 標準に準拠した分類（**LDM** と同じ）とし、それぞれを **Type1**、**Type2**、**Type3**、**Type4** と呼ぶ。なお、図 1.1-15 の **Cartographic PKG** は地図背景データ、**Service & POI PKG** は公共／私的施設や観光地などの地点情報、**Address Location PKG** は住所情報を示すパッケージである。これら 3 つのパッケージは、自動運転システムで利用されないと想定できるため、詳細の表記を省略した。

1.1.5 データモデルの国際標準化

データモデルの国際標準化に向けて、2017 年春 TC204 総会にて PWI 提案を目指すことを当面の目標とする。そのため、国内関係者とのデータモデルの検討のための集中討議を 2 回開催し、議論を行った。

また、各国の理解促進のため、2016 年秋 TC204 総会（オークランド）での自動運転ワークショップ及び ITS 世界会議（メルボルン）にて、2017 年春 TC204 総会での当該アイテムの新規 PWI 提案計画を発表するとともに、Kiwi-W コンソーシアムの海外メンバに対して、提案前の概要事前説明を行った。

(1) 第 1 回集中討議

1) 実施概要

データモデルの検討にあたり、国内関係者との議論を行った。実施概要は以下の通り。

【第 1 回 開催状況概要】

日時：12 月 13 日（火） 14:00～16:00

場所：ITS-Japan 会議室

参加者：ダイナミックマップ SWG（自動車メーカ、ITS-Japan）

自工会自動運転検討会

ダイナミックマップ基盤構築検討コンソーシアム

ISO/TC204 WG3 メンバ

地図構造化 TF 関係者

2) 成果

国内関係者に以下の内容を報告し、データモデルの検討のための議論を行った。

- ・ SIP 仕様(自動走行システム向け地図データ仕様)と NDS 仕様(Open Lane Model)でのデータ項目(地物・属性)のギャップ分析結果
- ・ データモデルの検討内容について(地図を活用した自動運転に必要な機能、データについて)
- ・ データモデルの国際標準化活動の進め方・方向性

(2) 第2回集中討議

1) 実施概要

データモデルの検討にあたり、国内関係者との議論を行った。実施概要は以下の通り。

【第2回 開催状況概要】

日時：1月16日（月） 15:00～17:00

場所：ITS-Japan 会議室

参加者：ダイナミックマップ SWG（自動車メーカ、ITS-Japan）

ダイナミックマップ基盤構築検討コンソーシアム

ISO/TC204 WG3 メンバ

地図構造化 TF 関係者

2) 成果

国内関係者に以下の内容を報告し、データモデルの検討のための議論を行った。

- ・ 第1回集中討議での説明事項に対するご意見及び対応方針案
- ・ ベルト・コンセプトについて
- ・ 国際標準化活動の進め方・方針

(3) 2016年 TC204 総会（オークランド）講演

1) 実施概要

2016年秋 TC204 総会にて、日本・欧州・米国がそれぞれ講演を行う第4回自動運転システムワークショップにおいて、ダイナミックマップの検討状況及び新規 PWI 提案計画を発表した。実施概要は以下の通り。

【第4回自動運転ワークショップ実施概要】

日時：2016年10月6日（木） 8:30～9:50

アジェンダ：

8:30 - 9:20 Dynamic Map in SIP-adus project 【日本】

1) 8:30 - 8:45 Dynamic Map Development in SIP-adus (Prof. S. Nakajo)

2) 8:45 - 9:25 Expected WG3 PWI (Dr. J. Shibata)

9:20 - 9:35 Declaration of Amsterdam 【欧州】 (Mr. T. Alkim)

9:35 - 9:50 ISO-SAE agreement and SAE J3016 【米国】 (Dr. S. Shladover)

() 内は講演者

2) 成果

早朝にも関わらず、出席者は100名程度と非常に盛況であった。特にWG3の新規PWI提案計画に対しては質疑応答も活発化し、本講演を通じて、新規PWI提案計画に関する参加者の合意形成が進んだものと思われる。

(4) ITS 世界会議（メルボルン）講演

1) 実施概要

2016 年秋 ITS 世界会議（メルボルン）において、ダイナミックマップの検討状況及び新規 PWI 提案計画を発表した。実施概要は以下の通り。

【ITS 世界会議（メルボルン）講演実施概要】

講演セッション：SIS20：EVALUATION AND STANDARDISATION OF CONNECTED AND AUTOMATED ROAD TRANSPORT

日時：2016 年 10 月 12 日(水) 11:00-12:30

講演内容：WG3 新規 PWI 提案計画について（Dr. J. Shibata）

講演セッション：SIS26：Digital Infrastructure for Automated Vehicles: challenges and international collaboration

日時：2016 年 10 月 12 日(水) 14:00-15:30

講演内容：SIP-adus 及びダイナミックマップの取組みについて（Dr. R. Shirato）

（ ）内は講演者

2) 成果

いずれの講演も会場が埋まるほど盛況であった。本講演を通じて、ダイナミックマップ及び新規 PWI 提案計画に関する各国の理解が進んだものと思われる。

(5) Kiwi-W コンソーシアムの海外メンバ講演（武漢）

1) 実施概要

2016 年 10 月 29 日から 31 日に武漢にて開催された第 5 回武漢カーエレクトロニクスワークショップ及び第 20 回日中韓技術交流会にあわせて、Kiwi-W コンソーシアムの海外メンバ（中国）にダイナミックマップの検討状況及び国際連携を発表した。

2) 成果

本会議には韓国メンバが欠席していたものの、Kiwi-W コンソーシアムの中国メンバに対して、ダイナミックマップ及び国際標準化についての理解が進んだものと思われる。

1.2 車線レベルの位置参照手法に関する標準化

位置参照方式の国際標準として、ISO17572 Part1、Part2 (pre-coded)、Part3 (dynamic) を検討し、発行してきたが、いずれも車線レベルの位置参照には対応できておらず、世界的に見ても、車線レベルの位置参照に対応できる規格はない。

そこで本業務では、ダイナミックマップに適用可能な車線レベルの位置参照方式の国際標準化を目指し、検討を行った。

1.2.1 車線レベルの位置参照方式のユースケース

協調 ITS、自動運転の進展を踏まえ、主体間で高精度な位置情報をやりとりする可能性が高まっており、レーンを識別可能なレベルでの正確な位置参照方式の必要性が高まっている。

しかし、緯度経度（高さ）のみで正確な位置情報を交換することは困難であり、また、それ以外にレーンレベルを対象とした位置参照の標準は存在しない。例えば、位置情報の取得を GPS で行っている場合は、トンネル内など電波の不感地帯では正確な位置の把握・伝達が困難であり、地殻変動があるため、地図に測位データを重ね合わせた際に、過去のデータとのずれが生じてしまう。こうした背景を踏まえ、レーンレベルで位置を表現可能な新たな位置参照方式が必要である。車線レベルの位置参照方式が必要となる具体的なユースケースは以下の通りである。

ユースケース 1

交差点内において、右折車の位置を、他車の死角となっている対向車に伝達する。

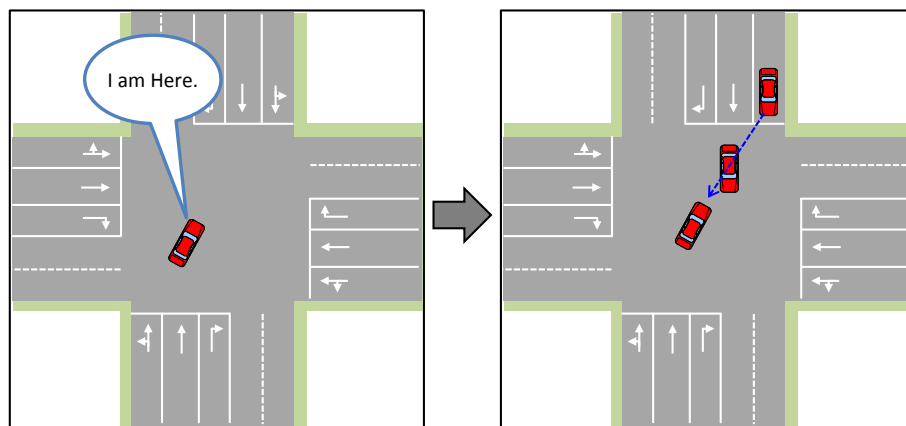


図 1.2-1 車線レベルの位置参照方式が必要となるユースケース 1

ユースケース 2

カーブ地点において、自車の真正面に存在しているように見えるが、実際は別のレーンを走行している別の車両の位置を伝達する。

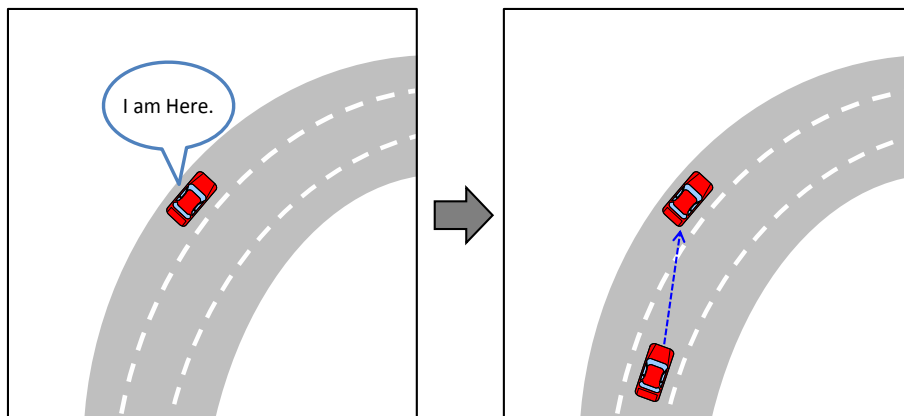


図 1.2-2 車線レベルの位置参照方式が必要となるユースケース 2

1.2.2 車線レベルの位置参照方式のリクワイアメント

位置参照方式に関する基本的なリクワイアメントは、既に ISO/17572-1 にて延べ 10 のリクワイアメントを定義済みである。そのため、ISO/17572-4 では、以下に示すレーンレベル位置参照における付加的なリクワイアメントを追加で定義した。

レーンレベル位置参照方式では、必要な箇所で、 $<25\text{cm}$ の位置正確度を実現する。

本方式は、車載センサの情報と組み合わせて用いられる可能性が高い。このため、位置参照方式は車載センサの検知精度とほぼ同等であることが必要である。そのため、現状の車載センサの検知精度（目標）を踏まえ、 $\sigma < 25\text{cm}$ (3σ (99.73%) で 75cm) の位置正確度とする。

レーンレベル位置参照方式の標準では、情報の送り手・受け手のいくつかは、レーンに関する情報を保持していない可能性があることを念頭に置き、方式を定める。

情報の送り手・受け手で、保持する情報の位置正確度が異なる可能性を念頭に、共通とすべき位置参照方式を定める。

レーンレベル位置参照方式は、位置情報が 3 次元で取り扱われることを念頭に標準を定める。

地面から離れた対象物（標識の中心点など）や、道路の勾配なども考慮した位置参照も可能となるように方式を具体化する。

緯度経度高さの情報は、道路からの相対位置関係を見た場合、経年変化により異なる可能性があることを考慮して標準を定める。

例えば日本では、 20cm /年程度の地殻変動が存在する。そのため、GPS など測位で求めたデータと、ある時点で測地した地図上のデータでは、同じ位置を示したつもりでも、互いが示す緯度経度高さの情報が異なる可能性がある。

1.2.3 車線レベルの位置参照方式の基本コンセプト

車線レベルの位置参照方式のユースケース及びリクワイアメントをふまえ、車線レベルの位置参照方式の基本コンセプトを具体化した。

(1) 車線レベルの位置参照方式のための概念モデル

位置参照方式で用いるデータの概念モデルは、ISO/17572-1 で定義済みである。そこで、本標準では、以下に示すレーンレベル位置参照方式で必要となる変更を追加する。

位置のカテゴリ

ISO/17571-1 の § 5.4 に記載された位置のカテゴリ記述を一部変更する。位置は、ポイント、線形地物およびポリゴンで区分される。

道路ネットワークの概念モデル

ISO/17571-1 の § 5.5 に記載された道路ネットワークの概念モデルにレーンの概念を追記する。

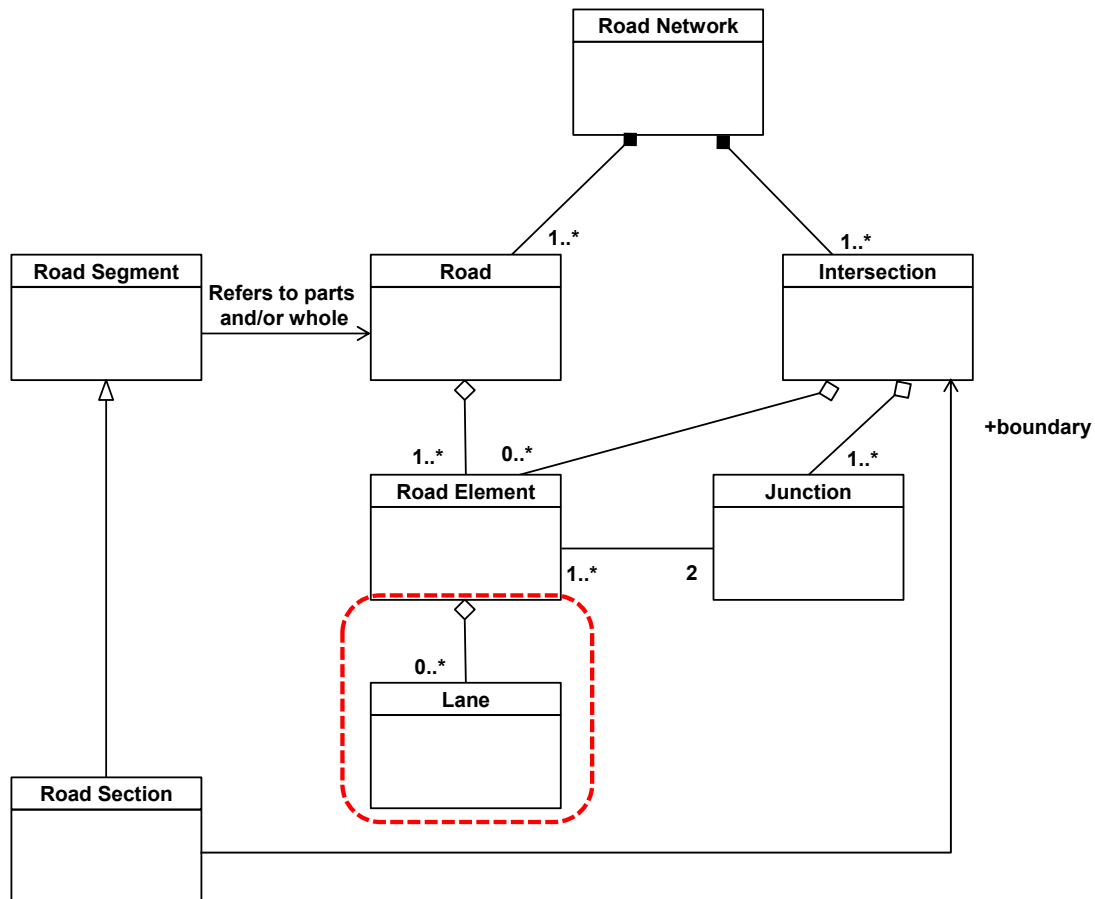


図 1.2-3 道路ネットワークの概念モデルで追記する箇所

(2) 車線レベルの位置参照方式の基本的な考え方

本方式は、レーンレベルで位置参照を行う際に用い、レーン内での位置を伝達できる参照方式とする。また、本方式では、CRP(Common Reference Point)と呼ぶ点を用いることを前提とする。CRPは、実世界の地物からの相対距離で定義された仮想点であり、CRPは、当該の位置情報（実世界の地物からの相対距離）とIDを保持するものとする。さらに、本方式を用いる際は、CRPの位置情報とIDは予め情報の送り手と受け手で共有されている状況が予め成立しているものとする。あるイベントの情報を送る際は、情報の送り手は、当該イベント近傍のCRPのIDと、当該CRPからの相対距離を送付する。

上述の方式で位置を伝達することにより、情報の送り手と受け手で地図が異なっていた場合でも、道路から見た相対位置を正しい理解で伝達させる（位置参照する）ことが可能となる。

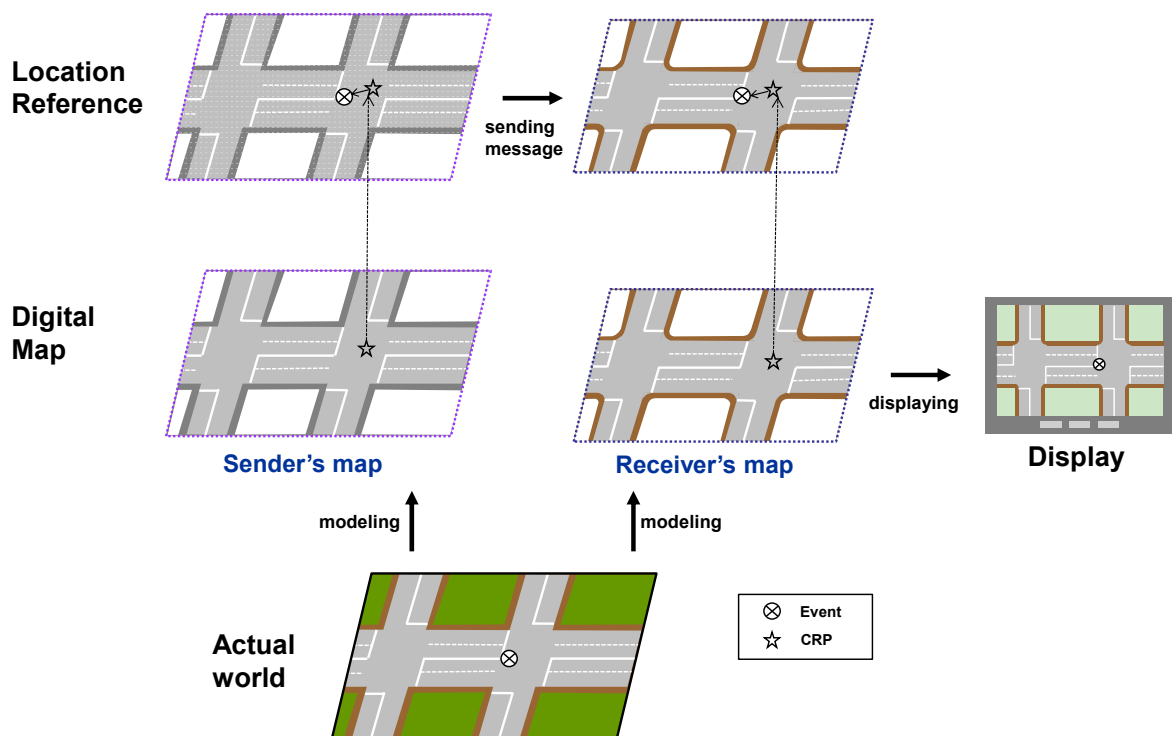


図 1.2-4 異なる地図を持つ場合の位置参照のイメージ

上述のような想定される利用方法を踏まえ、以下の2つ方式を具体化する。

方式1：基準点からの差分距離 (Delta (Δ) from the CRP)

方式2：道のり距離+オフセット (Distance (percentage) between CRPs and Offset)

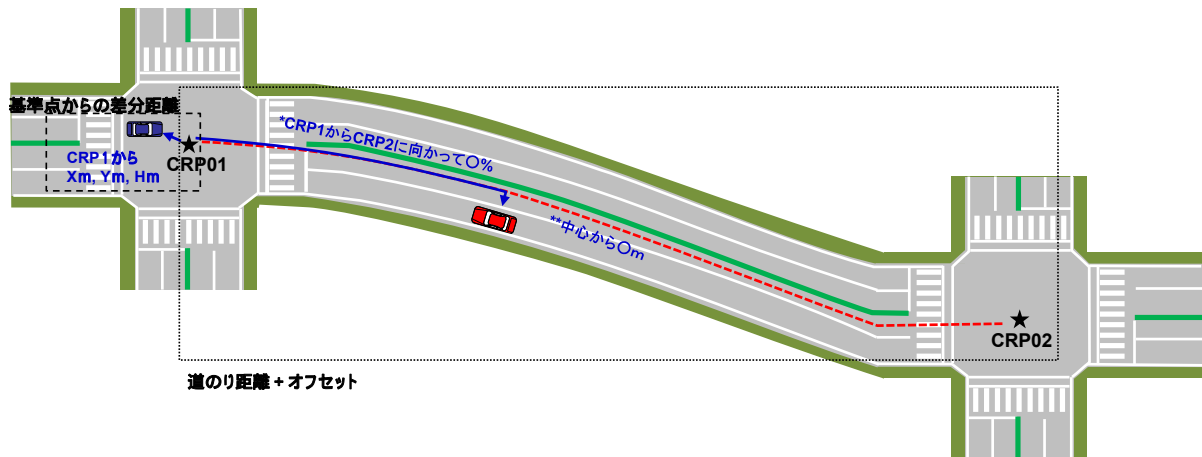


図 1.2-5 車線レベルの位置参照方式

方式1、2それぞれの適用範囲と表現方法は表 1.2-1 の通りである。

表 1.2-2 各方式の適用範囲及び表現方法

	方式1 基準点からの差分距離 Delta from the CRP	方式2 道のり距離 + オフセット Distance between CRPs and Offset
適用範囲	$\sigma < 25\text{cm}$ の位置正確度を実現したい箇所 ^{注1}	左記以外の全ての箇所
表現方法	CRP からの相対距離で表現 ($\Delta x, \Delta y, \Delta h$)	CRP 間における道のり距離 ^{注2} とオフセットで表現

注1：CRP から半径 200m の範囲(200m は車載センサのセンシング距離より設定)

注2：道路中心線の距離。なお、本標準では、標準となる道路中心線形状の定義は行わない

(3) CRPの基本的な考え方

本方式は、CRP(Common Reference Point)を用いることを前提とし、CRPは、レーンレベルでの位置表現を行うための基準点(原点)としている。CRPは、実世界の地物(AP)からの相対距離で表現を行う。

AP(Anchorage Point)は、道路上または道路近傍に存在する実在地物であり、情報の送り手、受け手の地図に存在すると考えられるものである。具体的には、以下のような性質をもつ地物である。なお、AP(s)は、CRP(s)の位置を表現するために活用する。

- ・変化が少ない実在地物
- ・理想的な環境下においては車載センサー(レーザ、カメラなど)で検知可能な地物

CRP及びAPの定義の具体例は図1.2-6に示す通りである。

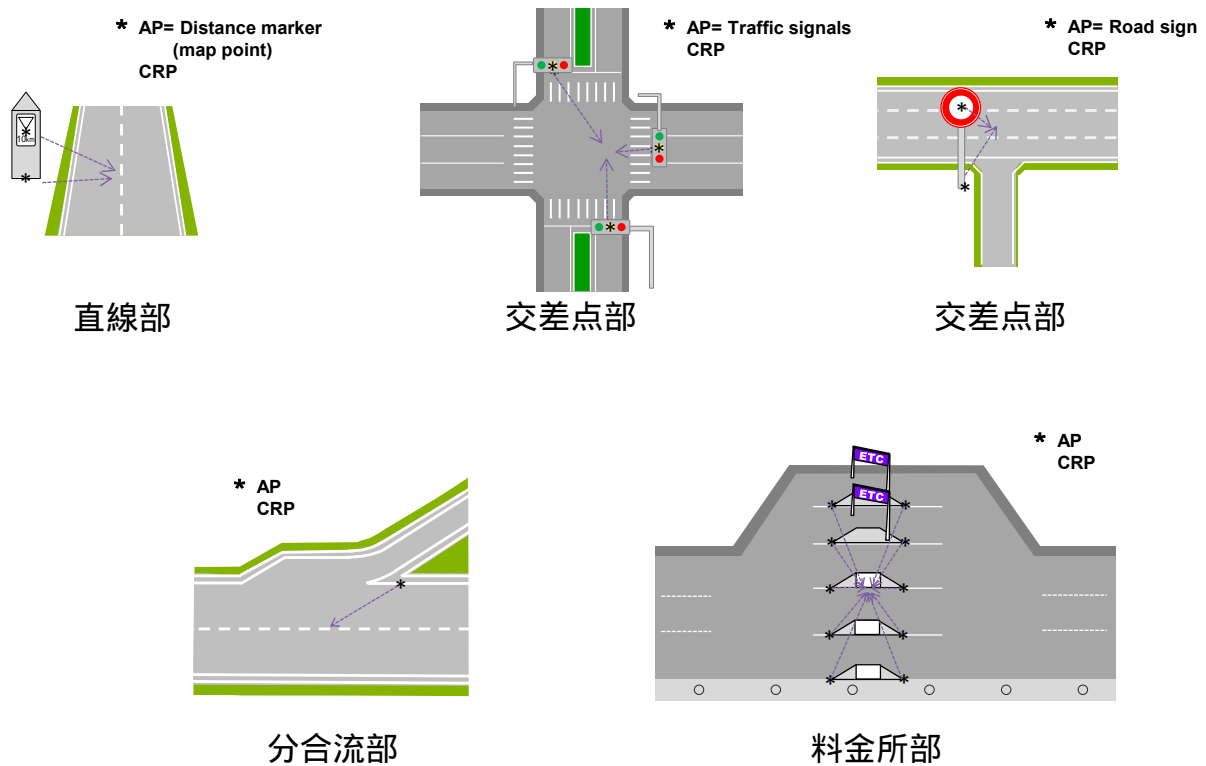


図 1.2-7 CRP および AP 定義の例

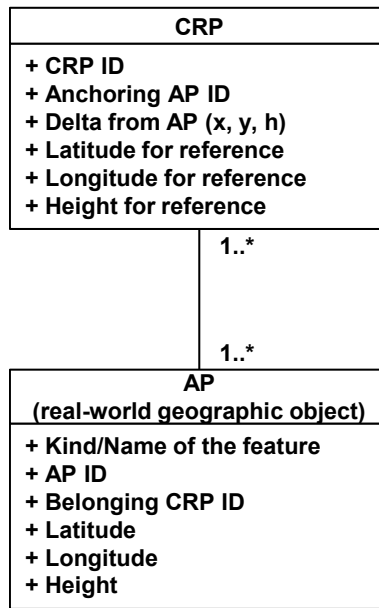


図 1.2-8 CRP および AP 間の関係定義

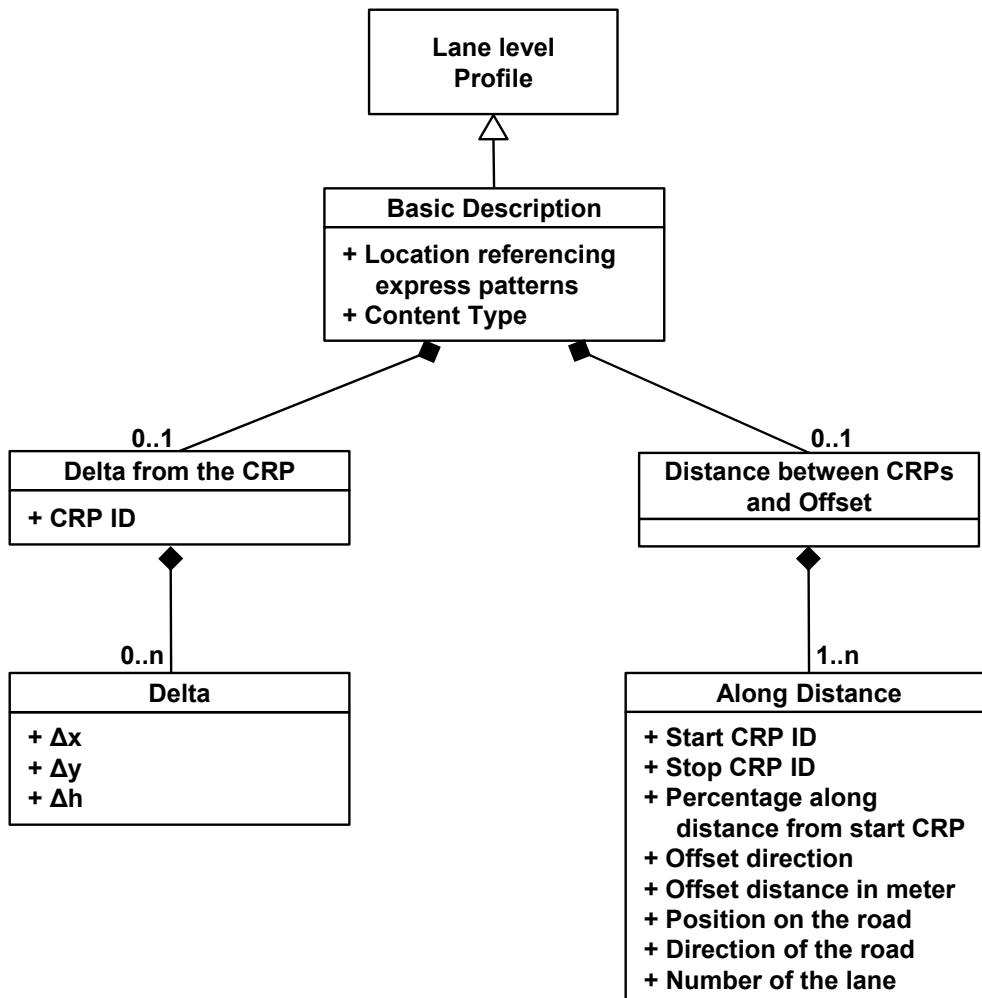


図 1.2-9 コンテンツ流通仕様

方式 1、2 では表 1.2-3 に示す処理を実施する。また、方式 1、2 ともに、ポイント、線形地物、ポリゴンの情報を伝達可能である。

表 1.2-4 各方式での送り手と受け手の処理

	方式 1 基準点からの差分距離 Delta from the CRP	方式 2 道のり距離 + オフセット Distance between CRPs and Offset
送り手が行う処理	以下の情報を伝達する CRP ID Delta of CRP	以下の情報を伝達する Start CRP ID Stop CRP ID Percentage along distance from start CRP Offset direction Offset distance meter Direction of the road Position on the road (optional) Number of the lane (optional)
受け手が行う処理	自分が保持する地図における CRP の ID を参照し、当該の CRP を特定。そこからの差分距離を追加	受け取った情報をもとに、自分が保持する地図上での位置を特定

1.2.4 車線レベルの位置参照方式の国際標準化

車線レベルの位置参照方式の国際標準化に向けて、ISO での IS を目指すことを目標とする。

そのため、2016 年秋 TC204 総会（オークランド）にて NP 提案を行い、承認を得た。また、TC204WG3 中間会議において検討内容に関するより詳細な議論を行った。

また、各国の理解促進へ向けて、2016 年秋 TC204 総会（オークランド）での第 4 回自動運転ワークショップにおいて車線レベルの位置参照方式の情報提供を行った。

(1) 2016 年秋 TC204 総会（オークランド）

1) 実施概要

2016 年秋 TC204 総会（オークランド）SWG3.3 の実施概要は以下の通り。

【ISO/TC204 総会（オークランド）SWG3.3 実施概要】

日時：2016 年 10 月 4 日（火） 9:00～12:00

参加者：日本、アメリカ、韓国、フランス、イギリス、ノルウェー、ハンガリーから計 19 名

2) 成果

日本よりレーンレベル位置参照方式について説明し、17572-4 に対して NP 投票を実施することが承認された。また、当該アイテムの規格を IS とすること提案し、承認された。また、今後は ISO の場で TISA と連携し、標準を目指すことを確認した。

(2) ISO/TC204 WG3 中間会議（パリ）

1) 実施概要

WG3 中間会議（パリ）SWG3.3 の実施概要は以下の通り。

【ISO/TC204 総会（オークランド）SWG3.3 実施概要】

日時：2017 年 1 月 23 日（月） 14:00～15:30

参加者：日本、フランス、イギリス、ノルウェー、ニュージーランドから計 14 名

2) 成果

パリにおいて、レーンレベル位置参照方式の国際標準化に向けて、検討内容に関するより詳細な議論を行った。

2. ダイナミックマップに関する海外動向等調査

国際標準化作業を進めるにあたり、海外コンソーシアムの活動を対象として、文献調査、現地調査、国内外の関係者へのヒアリング、関連会議への参加を通じて動向調査を行った。

2.1 海外コンソーシアムの動向調査

5つの海外コンソーシアムを対象に動向調査を実施した。

(1) Navigation Data Standard Association

1) 組織概要

(a) 設立年及び国

2008年9月・ドイツ

(b) 設立目的

Navigation Data Standard Association（以下、NDSとする）は、カーナビの機種を問わず互換性を持つ標準データベースフォーマットの開発を目的とする。ただし、データベースの標準化を目指しているが、NDS使用アプリケーションを標準化するものではない。データベースとアプリケーションを切り離すことでエンドユーザーに多種多様なカーナビ製品を提供することができ、この相互運用性によって NDS データベースは差分アップデート、不正使用防止、データサイズの削減が可能となる。

(c) 組織体及び参加企業

審議会、全体会議 (GA)、運営委員会 (SC)、技術委員会 (TC)、NDS ワーキンググループ (WG)、 検証・認定委員会により構成されている。

2016年時点で、自動車メーカ、車の部品メーカ、地図データサプライヤ、カーナビ、カーナビ用アプリケーションサプライヤを含む 30社が参加している。

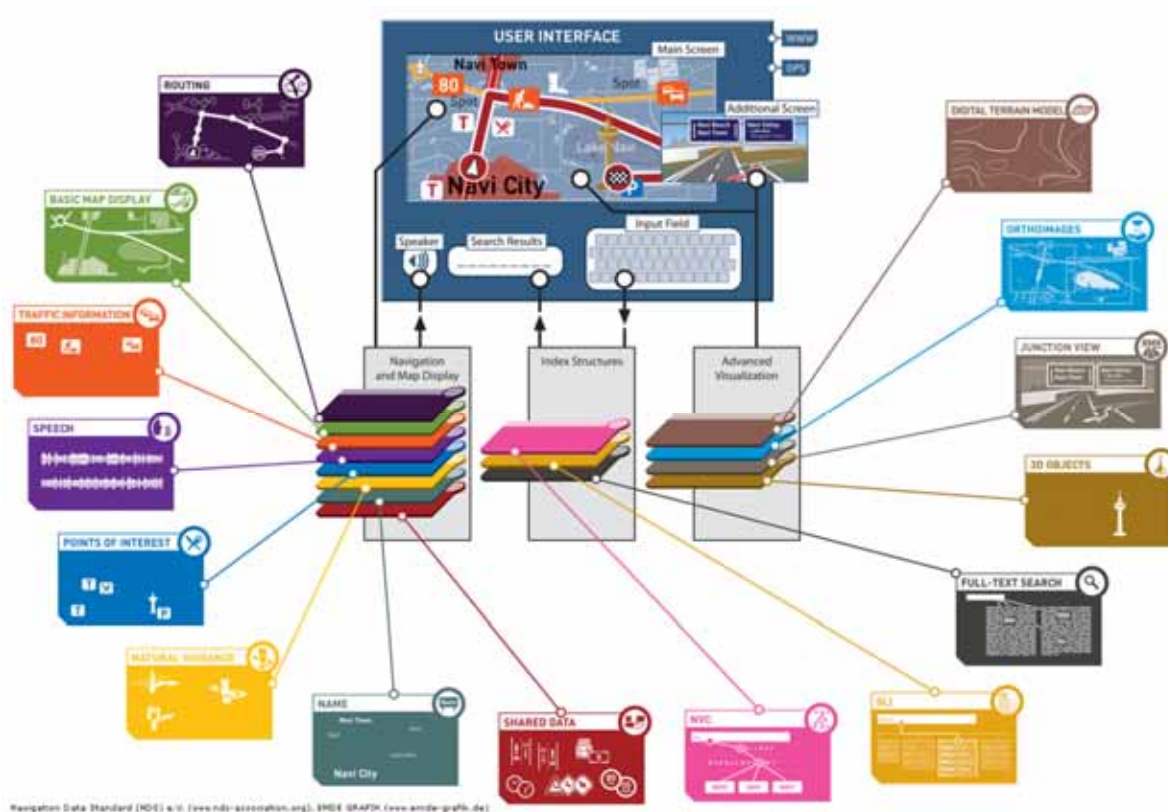


(出所) NDS HP <http://www.nds-association.org/>

図 2.1-1 NDS 参加企業

(d) 規格

Navigation Data Standard とは、自動車メーカーとサプライヤで共同開発した標準化カーナビ向けデータベース用フォーマットである。SQLite データベースフォーマットを採用している。データベースはビルディング・ブロックで構成されており、複数のデータベース製品が含まれ、アップデートリージョン毎に分割されている。この構成は柔軟かつ一貫したバージョン管理を可能にしている。また、異なるベンダーのデータベースさえ1つのデータベースに含めることが可能となっている。2012年からNDS利用製品が出荷されており、主にTOMTOM社、エレクトロビット社の採用されている。



(出所) NDS HP <http://www.nds-association.org/>

図 2.1-2 NDS ビルディング・ブロック

2) 近年の動向

NDS の近年の動向は以下の通りである。

年月日		動向
2015年	11月	Open AutoDrive Forum へ参加
2016年	1月26日	FTX Autdrive 3.0 をリリース
	2月4日	NDS 2.4.3 をリリース
	2月12日	Volatile Data FTX 3.0 をリリース
	5月31日	NDS 2.5.0 リリース
	6月21日	NDS 定例会 (ハンガリー・ブタペスト・NNG 社)
	6月29日	NDS Open Lane Model 1.0 リリース

なお、NDS の直近の動向を把握するため、2 回の NDS へのヒアリングを通じて動向調査を行った。

(a) 第 1 回ヒアリング

a) 実施概要

第 1 回ヒアリングにおいて、NDS の近年の取組みのヒアリング及び日本の標準化に関する取組みについて意見交換を行った。実施概要は以下の通り。

【第 1 回 NDS ヒアリング実施概要】

日時：2016 年 10 月 13 日 (水)

場所：北京

先方出席者：Sasse 氏 (Chairman)、Junker 氏 (Administrator)

論点：NDS の近年の取組みについて

標準化について

b) 成果

ヒアリングを通じて、近年の NDS の取組みに関する情報を得た。また、日本の国際標準化に関する取組みを説明し、意見交換を行った。

(b) 第2回ヒアリング

a) 実施概要

第2回ヒアリングにおいて、NDSの取組みのヒアリング及び日本の標準化に関する取組みについて意見交換を行った。実施概要は以下の通り。

【第2回NDSヒアリング実施概要】
日時：2017年2月15日（水）
場所：ブリュッセル
先方出席者：Sasse氏、Junker氏
論点：NDSの近年の取組みについて
標準化について

b) 成果

ヒアリングを通じて、近年のNDSの取組みに関する情報を得た。また、自動車工業会が自動運転のための地図に必要な仕様書を公開したことを説明し、意見交換を行った。

(2) Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification Forum

1) 組織概要

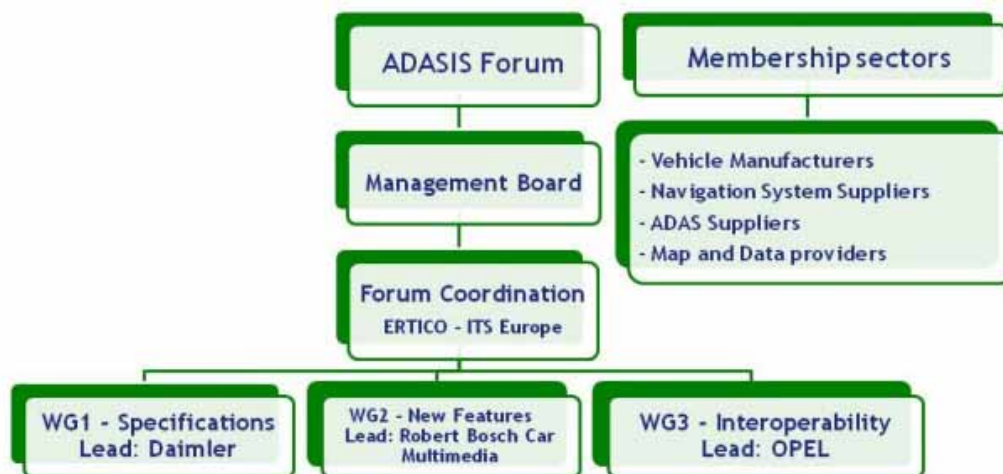
(a) 設立年

2002年

(b) 設立目的

Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification Forum（以下、ADASISとする）は車両内における地図と安全運転支援アプリのインターフェースの開発を目的とする。

(c) 組織体及び参加企業



(出所) ADASIS ForumHP <http://adasis.org/>

図 2.1-3 ADASIS 組織図

2016年時点で、自動車メーカー、カーナビメーカー、ADASメーカー、地図データベースサプライヤを含む44社が参加している。

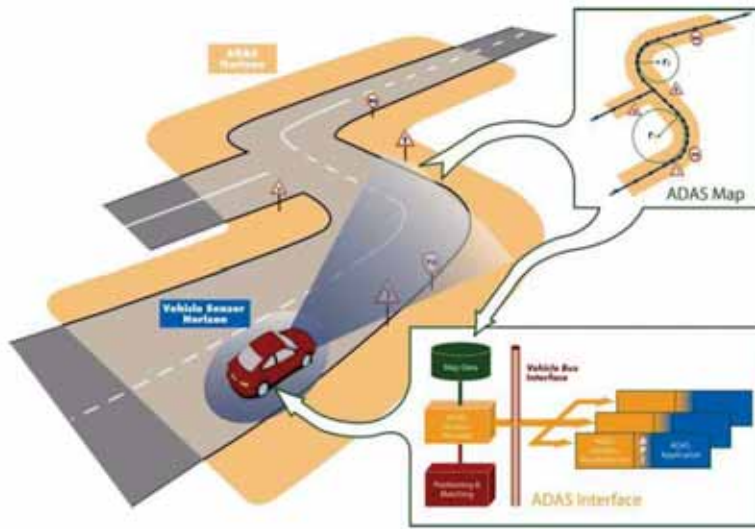


(出所) ADASIS ForumHP <http://adasis.org/>

図 2.1-4 ADASIS 参加企業

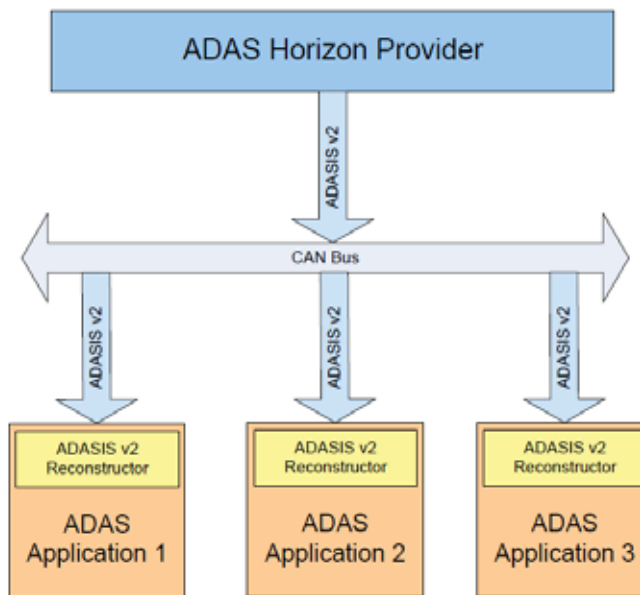
(d) 規格

Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification とは、予測型道路データへのアクセスに対応した予測型マップベース運転支援システムの開発および適用を促進するために設けられた規格である。自車の走行予定の道路に関する道路形状（カーブ、交差点、勾配）および各地点の位置（自車位置も含む）が基点からの距離（オフセット）および緯度経度として出力される。また、自車の車速および方位情報のみならず、規制速度（制限速度）および道路種別などの道路情報も併せて出力される。なお、ADASIS v2 及び ADASIS v3 を以下に示す。



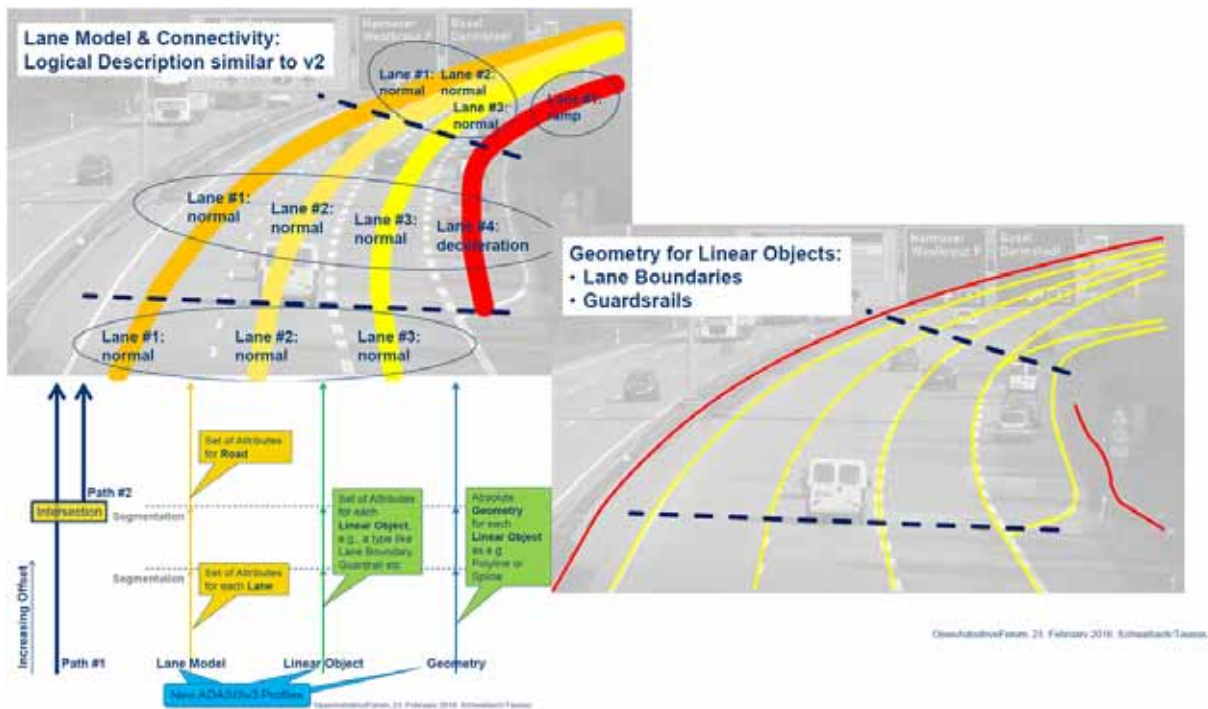
(出所) 第 2 回 OADF 資料

図 2.1-5 ADASIS v2



(出所) 第 2 回 OADF 資料

図 2.1-6 ADASIS v2



(出所) 第 2 回 OADF 資料

図 2.1-7 ADASIS v3

2) 近年の動向

ADASIS の近年の動向は以下の通りである。

年月日		動向
2015 年	6 月 10 日	定例会（ベルリン）にて WG2 より ADASIS v3 が 1 年以内に適用可能と発表
	9 月	ADASIS v3 の自動運転適用可能を発表
	11 月	Open AutoDrive Forum 以下 OADF 参加
2016 年	2 月 23 日	定例会（ブリュッセル）

(3) SENSORIS

1) 組織概要

(a) 設立年

2016 年

(b) 設立目的

SENSORIS は、車両センサから収集したデータを処理・解析するためにクラウドに送信するためのフォーマットの検討を目的としている。

(c) 組織体及び参加企業

HERE を主導に設立し、現在は ERTICO の傘下に所属している。アイシン AW、Robert Bosch、コンチネンタル、ダイムラー、エレクトロビット、ハーマン、LG、NavInfo、PIONEER、TomTom が参加している。

(d) 規格

SENSORIS とは、走行中の車両のセンサ情報をクラウドで収集する規格である。



図 2.1-8 車両のセンサ情報のクラウドでの収集のイメージ

2) 近年の動向

SENSORIS の近年の動向は以下の通りである。

年	月日	動向
2015年	7月23日	会合（ベルリン）
	10月6日	会合（ミシガン州・オーバーンヒルズ）
	11月4日	会合（東京）
	11月	Open AutoDrive Forum 以下 OADF 参加
2016年	6月29日	車両がクラウドにデータを送信する際のグローバルスタンダード策定に向けた重要なステップとして SENSORIS（規格）を ERTICO に提出

(4) Traffic Information Service Association

1) 組織概要

(a) 設立年及び国

2007年12月・ドイツ

(b) 設立目的

Traffic Information Service Association（以下、TISA とする）は、交通情報や旅行者情報サービスのオープンスタンダードの策定を目的とする。

(c) 組織体及び参加企業

TMC forum, TPEG forum 等から設立され、設立当初から ERTICO と協力関係にある。国家機関、公的機関を含む 97 の機関、企業が参加している。

(d) 規格

TPEG は、TISA が主導して検討を進める高速デジタルデータ放送を利用した交通情報提供放送に関する標準規格である。

(5) Open AutoDrive Forum

1) 組織概要

(a) 設立年

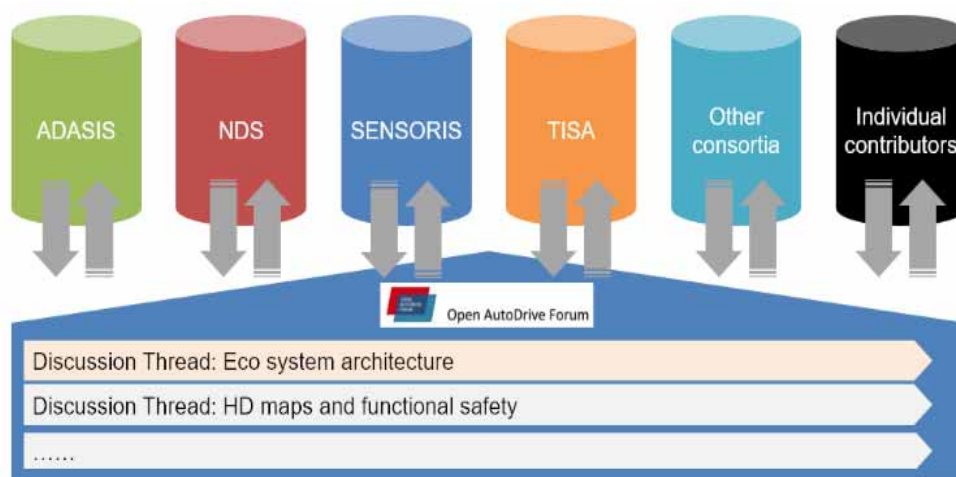
2015 年 11 月に NDS・ADASIS・SENSORIS の 3 組織により設立され、2016 年 4 月 19 日 TISA が新たに参加した。

(b) 設立目的

Open AutoDrive Forum（以下、OADF とする）は、自動運転のためのプラットフォームについてオープンな議論を行う。

(c) 組織体及び参加企業

自動運転に関わる 4 組織が協力、参加しているフォーラムであり、59 社が参加している。なお、上述の NDS、ADASIS、SENSORIS、TISA の 4 組織共に参加する企業も存在している。



(出所) OADF HP <http://www.openautodrive.org/>

図 2.1-9 OADF 組織図

2) 近年の動向

OADF の近年の動向は以下の通りである。設立時より定期的に会合を実施している。

年	月日	動向
2015 年	11 月	NDS、ADAS2S、SENSORIS により設立
2015 年	12 月 15 日	第 1 回 OADF (ドイツ・シュヴァルパツハ・HERE 社)
2016 年	2 月 23 日	第 2 回 OADF (ドイツ・シュヴァルパツハ・HERE 社)
	4 月	TISA が新たに参加
	4 月 12 日	第 3 回 OADF (オランダ・アムステルダム・TOMTOM 社)
	6 月 29 日	第 4 回 OADF (アメリカ・カリフォルニア州・サンノゼ)
	10 月 14 日	第 5 回 OADF (中国・北京・NavInfo 社)
2017 年	2 月 16 日	第 6 回 OADF (ベルギー・ブリュッセル・ITS Europe)

なお、OADF の直近の動向を把握するため、2 回の OADF への参加を通じて動向調査を行った。

(a) 第 5 回 OADF

a) 開催概要

第 5 回 OADF の開催概要は以下の通り。

【第 5 回 OADF 開催概要】

日時：2016 年 10 月 14 日 (金) 9:30～18:00

アジェンダ：

1. Welcome
2. Keynote Speech: HD Maps for Autonomous Driving
3. Introduction to OADF
4. HD Maps and Autonomous Driving in China
5. Legal Obstacles in Auto-Driving in China and Solution Path
6. The OpenDRIVE Format for Simulation and its Use in Real-World Environments
7. Status of Task Forces
 - I. Live Map1 Delivery Chain TF Status
 - II. Reference Architecture / Ecosystem for Autonomous Driving
 - III. Highly Reliable Maps
 - IV. Harmonization of Localization Approaches
8. Breakout Sessions
9. Final Remarks

b) 成果

事前登録者が 130 人程度であり、主に中国企業からと思われるアジア系の出席者が半分以上を占めていた。中国での自走運転やデジタル地図に関する取組みや欧州のデジタル地図に関する取組みについて発表があった。

(b) 第 6 回 OADF

a)開催概要

第 6 回 OADF の開催概要は以下の通り。

【第 6 回 OADF 開催概要】

日時：2017 年 2 月 16 日（木）9:30～17:30

アジェンダ：

1. Welcome
2. When Robots Drive: Will it Truly be the End of Death and Delays on our Roads?
3. Projects on Autonomous Driving
 - I. **Activity of SIP-adus and Standardization of Dynamic Map**
 - II. Wepods - An Autonomous Driving Project in the Netherlands
 - III. DriveLine - Derivation of High Precision Maps for Autonomous Driving from Aerial Images
 - IV. Test Field A9 in Germany
 - V. Automated - Connected - Mobile | Strategies & Actions towards Automated & Connected Driving in Austria
4. Legal Implications of Vehicle Automation
5. Results of Questionnaire & OADF Roadmap
6. Presentations by Task Forces
 - I. Standardization Requirements for Environmental Model Interfaces and HD Maps
 - II. Live Map Delivery Chain
 - III. Map Backend Integrity Levels
 - IV. Metadata for Map Quality
7. Breakout Sessions
8. Wrap-up and Final Remarks

b)成果

欧州の自動車メーカー、地図メーカーや TISA 等の関連組織を中心に 100 名程度が参加し、主に各国の自動運転に関する取組みやデジタル地図に関する動向について発表があった。

2.2 海外仕様分析

ダイナミックマップに関する国際標準化のため、欧州の仕様である **NDS Open Lane Model** の分析を行った。さらに、分析結果をふまえ、日本の仕様である **SIP** 仕様(自動走行システム向け地図データ仕様)及び自工会仕様(自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書)とデータ項目(地物・属性)のギャップ分析を実施した。

(1) NDS Open Lane Model の分析

1) ドキュメントの構成

Open Lane Model version 1.0 は、10章から構成されている。各章の記述内容は表 2.2-1 に示す通りである。1章では、**Open Lane Model version 1.0** の位置付けが示されており、「**Open Lane Model**」では、高度な車線情報のモデルに求められるコンセプトとデータ構造を規定しており、ドキュメントの中には、別途 **NDS** フォーマットで規定されている内容も含むとしている。

表 2.2-2 Open Lane Model ver.1.0 の構成

章	記述内容
1章 : About this Document	ドキュメントの位置づけ、概要、用語、凡例等を記載
2章 : Introduction to Navigation Data Standard	NDS Association の設立の経緯や背景等を記載
3章 : Architecture	17の Building Block に区分されること、 Feature 、 Attribute 、 Metadata を定義していること等のデータの構成等を記載
4章 : Database Structure	Building Block ごとの ID 付与方法、データの記述ルール等の NDS データベース全体に対する要件等を記載
5章 : Shared Data Building Block: Update Region Metadata	全ての Building Block が共通で持つデータとして、ここでは更新時に必要となるメタデータ等を定義
6章 : Attributes	Feature の特徴を記述する Attributes の記述ルールを記載
7章 : Partitioning of Geographic Data	NDS における地理的な表現ルールを記載
8章 : Routing Building Block	経路計算、マップマッチング、経路誘導、 ADAS に用いられるデータの記述ルールを記載
9章 : Lane Building Block	車線の記述方法を記載
10章 : Warning Signs	道路標識の種類やコードを記載

2) モデルの概要(3章)

NDS ではデータを **Building Block** (以下、**BB**) と呼ばれるカテゴリに分類している。

BB のカテゴリ分けは機能に依存する。表 2.2-3 に **BB** のカテゴリと概要を示す。なお、詳細が記載されていない **BB** もあるため、概要は名称から想定した。

BB は **Core** と **Supplementary** に区別されており、**Core** は必須のもの、**Supplementary** は通信型のデバイス(スタンドアロンでない)を想定したものとなっている。

Open Lane Model では BB のうち、Shared BB、Routing BB、Lane BB について記述されている。

表 2.2-4 Open Lane Model の分類

BB	カテゴリ	概要
Shared Data	Must exist in all product databases	全ての BB で共有されるデータ
Routing	Core	ナビ機能、ADAS のためのデータ
Name	Supplementary	名前
Basic Map Display	Core	地図表示のためのデータ
POI	Core	POI データ
Traffic Information	Supplementary	交通情報
SQLite Location Input	Supplementary	SQLite のデータ
Volatile Data	Supplementary	規制情報
Full-text Search	Supplementary	テキスト検索のためのデータ
Lane	Supplementary	車線データ
Natural Guidance	Supplementary	ガイダンスのためのデータ
Speech	Supplementary	音声データ
Digital Terrain Model	Core	地形データ
Orthoimages	Core	オルソ画像
3D Objects	Core	3D オブジェクト
Junction View	Supplementary	ジャンクションイメージ
Extension	Core or supplementary, depending on type of data	拡張

(a) データコンテンツ

NDS は、以下の 3 つのタイプのデータで構成されている。

- ①Features : ナビゲーションシステムのための実世界のオブジェクト全ては、一つ以上の Feature によって表現され、一つ以上のレベルで表現される。
- ②Attributes : Attributes は Features の特徴を記述する。
- ③Metadata : Metadata は、様々な DB のコンテンツや特徴などの情報を含む。

(b) Features

Feature クラスの例を図 2.2-1 に示す。例えば、二つの交差点間の道路区間は Routing BB の Link Feature で表現され、山の頂上は Basic Map Display BB の Points Feature で表現され、都市は Name BB の municipality named object で、レストランは POI BB の POI Feature で表現される。

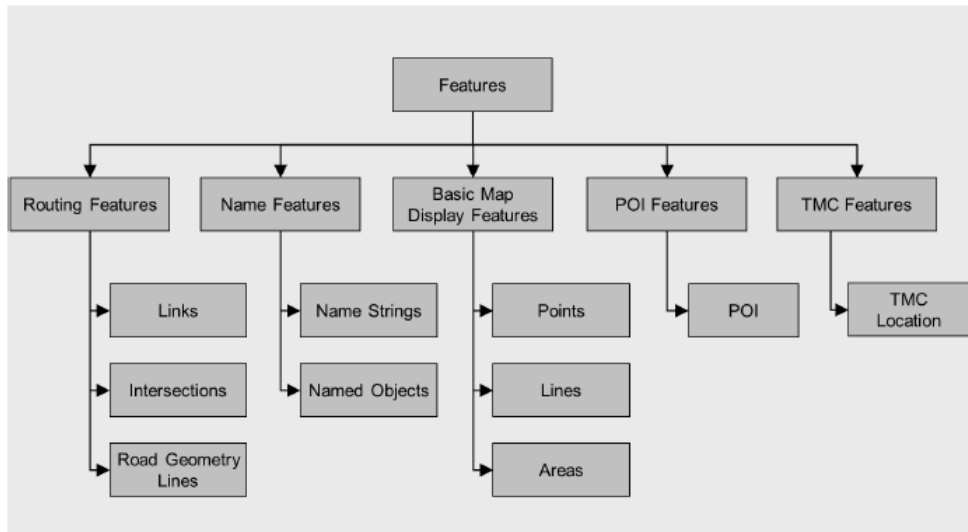


図 2.2-2 Feature クラスの例

Feature は、アプリケーションが **Feature** にアクセスするため、また他の **Feature** と参照関係を持つために特定できなければならない。そのため、**Feature** には、当該 **Feature** を特定するための **ID** が付与される。特に **Routing BB** と **Basic Map Display BB** の **Feature** には固有の **ID** を付与する。NDS は、**Feature** 間で参照を持つことができ、参照のパターンとして以下を規定している。

- 異なる **BB** にある **Feature** 間の参照、例えば、**Routing BB** の **Link** と **Name BB** の **named object**。この参照はルートリストを作成する際に必要となる。
- 同じ **BB** だが異なるレベルにある **Feature** 間の参照、例えば、**Routing BB** の下位 **Link** と上位 **Link**。この参照は経路計算に必要である。
- 異なるタイルにある **Feature** 間の参照。例えば、**Road Geometry Line** から **Link**。この参照は、一つ以上のタイルにまたがって存在する **Link** の **road geometry** を記述するのに必要である。
- 同じタイルにある **Feature** 間の参照。例えば、接続する **intersection** と **link**。

NDS では二つの **Feature** は、直接もしくは間接的に参照を持つ。参照された **Feature** はタイルの **Feature List** や参照テーブルに格納される。タイルベースの **BB** の場合、**Feature** は **Feature List** に格納される。これらの **Feature** は、リストのインデックスや **ID** によって参照される。一方、参照 **BB** の場合、**Feature** は参照テーブルに格納される。これらの **Feature** は参照キーで参照される。

3) データの記述方法 (4章、7章)

(a) NDS データベースの要件

NDS データベースの要件は、以下の通りである。

- SQLite file format v3 で格納しなければならない。
- UTF-8 エンコーディングを用いなければならない。
- 2GB を超える DB は FAT file system が利用できるよう分割しなければならない。
- ZIP FVS をサポートしなければならない。

(b) NDS の位置表現

NDS はデータをタイル単位で表現する。タイルはその縮尺に応じて 15 のレベルに区分されており、Open Lane Model では、データはレベル 13 のデータのみを用いる。位置表現は、メルカトル図法もしくは WGS84 と EGM96 の組合せが用いられる。

4) Shared Building Block (5章)

Shared BB は、全ての BB で持つべきデータを定めている。Open Lane Model では、主に地図更新で利用されるデータを Shared BB の中に規定している。

そのため、Level metadata や、Region metadata、Resion-specific data、Time Zone data などが規定されている。なお、Resion は範囲のこと、国単位、州単位、市町村単位などで表現される。

5) Attributes の内容 (6章)

NDS では、Attributes に多くの情報を持たせて Feature を表現する。そのため、Attributes は様々な設定や表現ができるよう規定されている。

(a) Fixed attributes と Flexible attributes

Attributes は Fixed Attributes と Flexible Attributes に分類される。それぞれの役割は表 2.2-5 に示す通りである。

表 2.2-6 Fixed Attributes 及び Flexible Attributes の役割

区分	役割
Fixed attributes	<ul style="list-style-type: none"> • Feature を定義するための必須情報であり、各 Feature に対して必ず格納される。常に格納スペースが必要となる。 • Fixed attributes は、Feature に事前に定義されている attribute value structure としてコードされる。例えば、リンクタイプなどは Fixed attributes である。
Flexible attributes	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible attributes は、Feature に関する拡張情報である。 • Flexible attributes は、利用するときのみスペースを確保する。 • Flexible attributes は、ある attribute のみをまとめて attribute group を作成することができる。attribute group は主に RBB で使われる。例えば、特定の車両や特定の日時における速度制限や規制を表現するために用いられる。attribute group は、attribute layer 内でセットされる。 • さらに大きな区分として、attribute layer を設定できる。例えば、トラックに関する attribute の layer、name attributes のための layer、route guidance attributes のための layer、ADAS attributes のための layer のように設定できる。 • また、複数の Feature に同じ attribute を持たせたい場合には、attribute map を作成することができる。これにより効率的にデータを整備できる。

(b) Attributes の表現方法

RBB の Road Geometry Line や Link 上で Attributes を表現する場合は、フィーチャ上の点で表現する VALIDITY RANGE attributes を用いる。

Shape Points and Attribute Points (点の表現)

Attributes を点で表現する場合、Feature (Base Link、Intersection など) を構成する Shape Point で表現するか、 Shape Point で表現できない場合は、Attribute Point で表現する。

Shape Point は fixed attribute に利用され、 Attribute Point は flexible attribute に利用される。 Attribute Point list は、attribute layer や attribute map とは分けて提供される。

Validity Ranges (区間の表現)

区間は、Shape Point と Attribute Point で表現される。

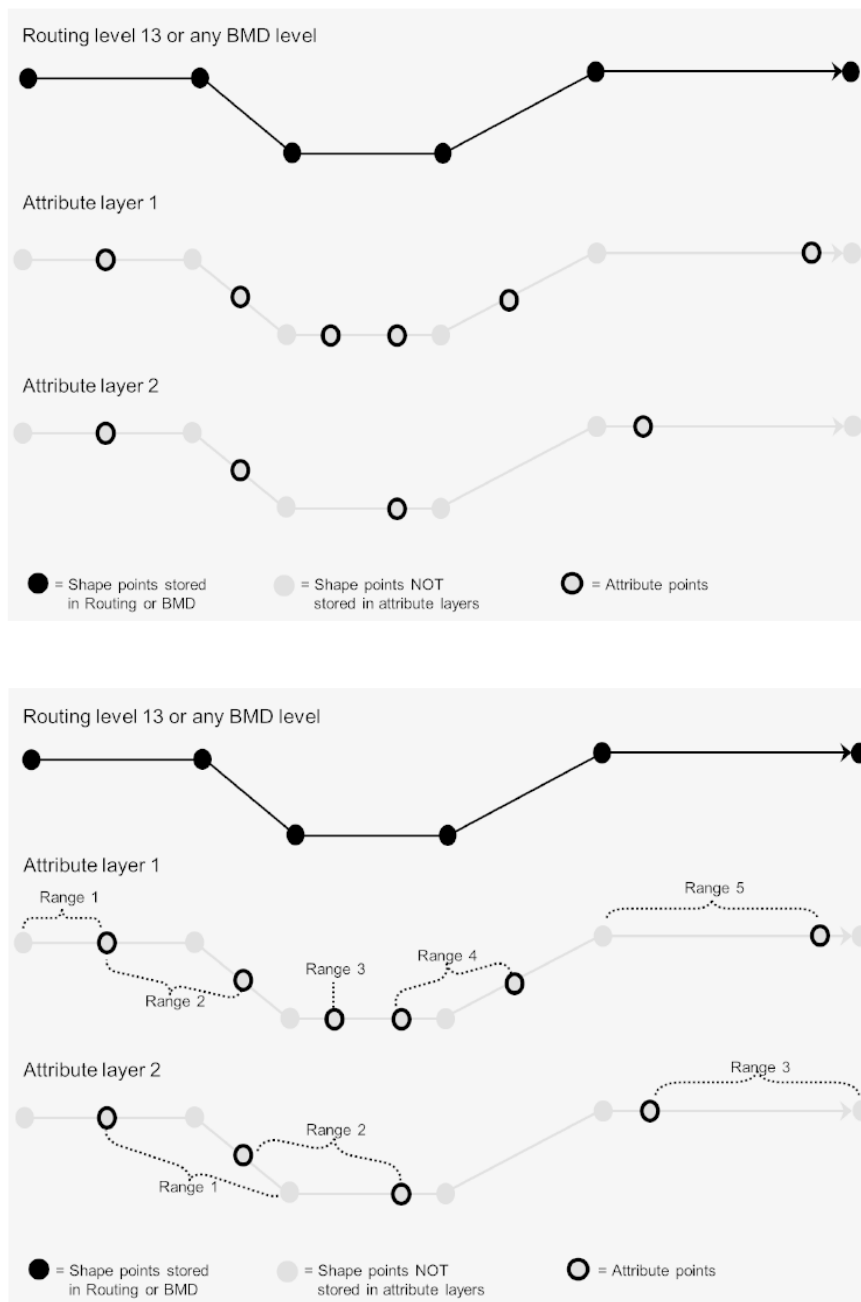


図 2.2-3 点及び区間の表現

6) Routing Building Block (RBB) の内容 (8章)

(a) Feature

RBB は、経路計算、マップマッチング、経路誘導、ADAS のためのデータを提供する。RBB は、Link、Intersection、Road Geometry Line の 3 つの Feature により構成される。

Link は主に道路のトポロジーを示すものであり、Road Geometry Line はジオメトリ (shape point で表現される) を表現する。さらに、Link は Base Link と Route Link の二つに区分される。

RBB の Feature では、Base Link と Intersection、Road Geometry Line はジオメトリを持つが、Route Link はトポロジーのみを持ち、位置を表現する場合は Road Geometry Line との参照で表現する。

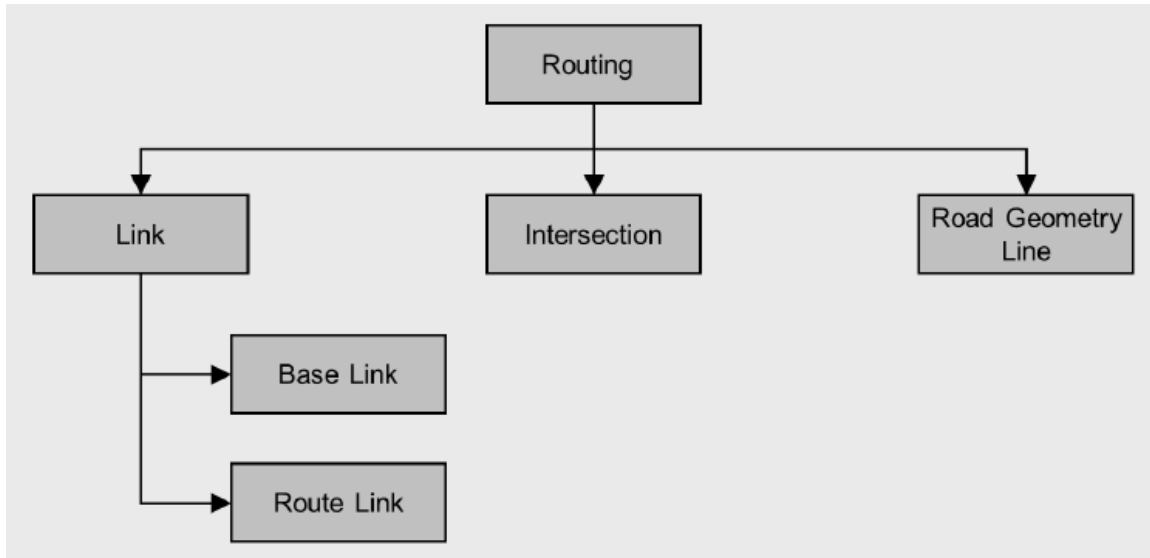


図 2.2-4 RBB の構成

(b) Link と Road Geometry Line

Base Link は一つのタイル内で表現されるリンクで、Route Link は二つ以上のタイルにまたがって表現されるリンクのことである。

Base Link はジオメトリとトポロジーの情報を直接リンクに持つが、Route Link はトポロジーの情報のみを持つ。

Route Link のジオメトリ情報を表現するためには、Road Geometry Line を用いる。

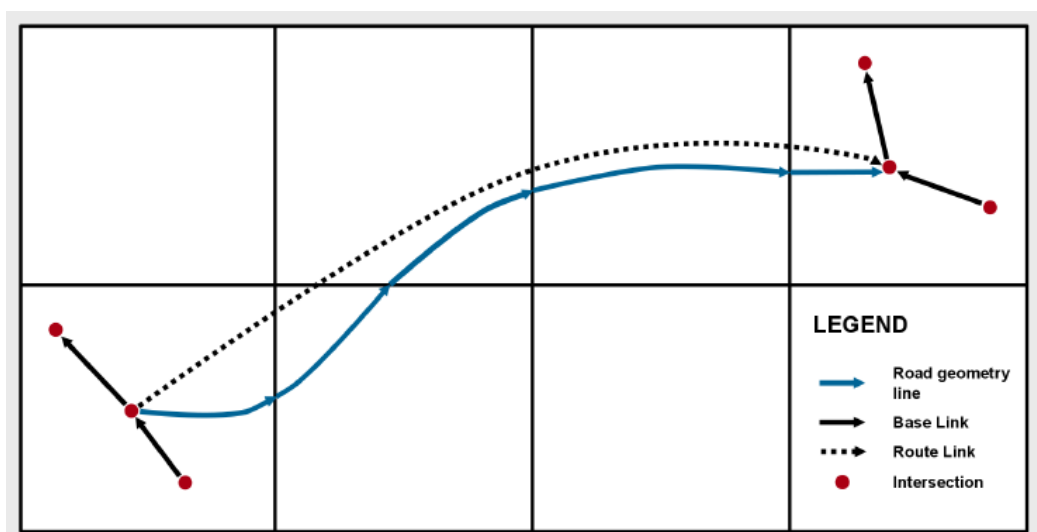


図 2.2-5 Link 及び Road geometry line のイメージ

(c) Intersection

Intersection は、位置情報（交差点中心の緯度経度）、交差点タイプ、接続するリンク数、fixed/flexible attributes(交差点名など)、他の routing Feature との参照等によって表現される。

(d) Attributes

RBB の Feature は、fixed attributes と数多くの flexible attributes によって記述される。これらの attributes は、経路計算やガイダンスの機能と、地図ベースの走行支援システムをサポートする。

a)Fixed attributes

Fixed attribute は routing layer に直接格納される。

表 2.2-7 RBB の Fixed attribute (Link と Road Geometry Line で共通)

Fixed Attributes	内容
priorityRoadClass	• 道路のクラス。0 が最も高いクラス（高速道路等）を表す。
linkType	• 経度誘導に利用するための、link または Road Geometry Line の特性。 【例】傾斜、迂回、並走部分、交通広場、歩行者ゾーン
travelDirection	• 道路の通行可否及び交通流の方向を示す。 【例】IN_NO_DIRECTION である場合、道路が閉鎖されているまたは通行制限がかかっていることを示す。
ferry tunnel bridge	• Link または Road Geometry Line が、「船着場の一部」または「トンネルもしくは端の一部」であるかを示す。
toll	• Link または Road Geometry Line が、料金徴収がある道路であるか、または料金徴収所があるかどうかを示す。 • この Attribute は、料金徴収が発生する進行方向の料金所の情報を含んでいる。
controlledAccess	• Link または Road Geometry Line が、走行制限のかかった道路（高速道路か一般道なのか等）を示す。
serviceArea	• Link または Road Geometry Line が、サービスエリアの道路またはサービスエリア内であるかを示す。 【サービスエリア例】高速道路の休憩所、駐車場施設、ゴルフ場コース ※駐車可能エリアであるかの判別には、Flexible Attribute である PARKING を、駐車施設を含むリンクにアサインする必要がある。
functionalRoadClass	• 道路ネットワーク内の道路の重要性を示す。 • 低い数値は高い重要性、高い数値は低い重要性を表している。
urban	• 道路が都市にあるか市街地にあるかを示す。 【例】アプリケーションは、本情報をもって法定速度の決定や、経路探索時に都市部を避ける等の判断を行う。
complexIntersection	• Link または Road Geometry Line が、複雑な交差点であるかを示す。 • 2 つの複雑な交差点の間にあるルートは、最低でも 1 つ、FALSE とセットされた complexIntersection を持つ必要がある。
pluralJunction	• 道路形状的に、異なるガイダンスによる操作を要求されることを示す。
motorway	• Link または Road Geometry Line が、高速道路の一部であるかを示す。

表 2.2-8 RBB の Fixed attributes (Link のみ)

Fixed Attributes	内容
averageSpeed	<ul style="list-style-type: none"> • 通常の交通流での平均車速。 • コンパイラは、この予めセットされた基本情報から平均の値計算する。
startAngle/endAngle	<ul style="list-style-type: none"> • Link の始点と終点の角度。 • 角度は 64 セクターに格納されており、最初のセクターは、北から時計回りの方向で始まる。
length	<ul style="list-style-type: none"> • Link の長さ。(センチメートル単位)。 • 値は 0 以上である必要がある。

表 2.2-9 RBB の Fixed attributes (Road Geometry Line のみ)

Fixed Attributes	内容
numVertices	• Road Geometry Line の交点の数。
shapes	• Road Geometry Line の Shape Point 情報。
routeLinkFeatureId	• Road Geometry Line が属する Route Link の ID。
ordinalNumber	• Route Link 内の Road Geometry Line の序数。0 からスタートする。
scaleSublevel	• Road Geometry Line をレンダリングするための推奨スケール

b)Flexible attributes

Link のみの Flexible attributes として速度制限、通行規制などがある。なお、Road Geometry Line の Flexible attributes の記載はない。(attribute が多すぎるため 6 章を参照)

なお、道路標識も Flexible attributes として表現される。

c)Intersection の attributes

Flexible attributes として、「Transition Mask : 交差点での侵入制限もしくは禁止を示す」が例として挙げられている。

(e) Metadata

RBB では、Metadata として attributes の情報を持つ。

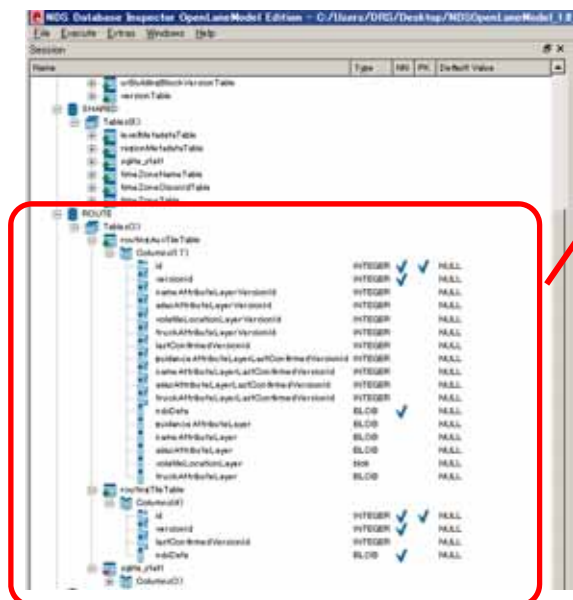
これは、アプリケーションがある機能を実施する場合に必要な attributes が格納された attribute layer を判別できるようにするためのものである。

表 2.2-10 RBB の Metadata

Metadata	内容
routingAttributeTypeAvailability	経路計算に用いる attributes のレイヤ
adasAttributeTypeAvailability	ADAS に用いる attributes のレイヤ
guidanceAttributeTypeAvailability	経路誘導に用いる attributes のレイヤ
nameAttributeTypeAvailability	名称の attributes のレイヤ
truckAttributeTypeAvailability	トラックに関する attributes のレイヤ
hasRoadGeometry3D	3D 道路ジオメトリの利用可否を示すレイヤ
hasEcoRoutingAttributes	Eco 経路計算のための attributes の利用可否を示すレイヤ
excessSlopeThreshold	スロープを計算する閾値
usedVehicleTypes	車両タイプに関する情報 (アプリケーションのパフォーマンス向上のための情報)
speedClassDistributionList	速度クラス

(f) RBB のデータの格納構造

RBB では、データは「Routing tile」と「Routing geo tile」に格納される。「Routing tile」は、経路計算に必要なデータを格納するタイルである。一方「Routing geo tile」は、経路計算以外の、経路誘導や地図表示、マップマッチングのためのデータを格納する。例えば、高さ情報やジオメトリ情報は、このタイルに格納される。「Routing tile」にはデータを含まなくても良い。



赤枠内は、NDS Open Lane Model のサンプルデータにおける RBB のデータの記述フォーマット。(仕様書とともに公開された NDS DB Inspector と呼ばれるツールにより、サンプルデータを見ることができる)

「routing Aux Tile」となっているのが、「Routing geo tile」に相当する。その下に「routing tile」がある。

nds Data にはデータが格納されているが、それ以外のカラムのデータは空となっている。

図 2.2-6 RBB のデータ構造

7) Lane Building Block (LBB) の内容 (9章)

(a) LBB の位置づけ

自動運転には、車線数と車線の接続関係の情報だけでは足りない。そのため **LBB** では以下の事項を重視し、モデルを構築している。

- ・ 車線と車線境界の位置 (物理的な車線の区切り)
- ・ 道路標示 (矢印方向など)
- ・ 車線変更の可否
- ・ 関連する車線 (逆方向の車線など)

LBB は、NDS の他の BB と統合して利用可能 (**Integrated LBB**) であり、NDS の他の BB のうち最低限の BB のみと統合して利用することもできる (**Non-integrated LBB**)。なお、**Non-integrated LBB** の場合、レベル 13 のリンクネットワーク情報を持つ RBB があればよい。

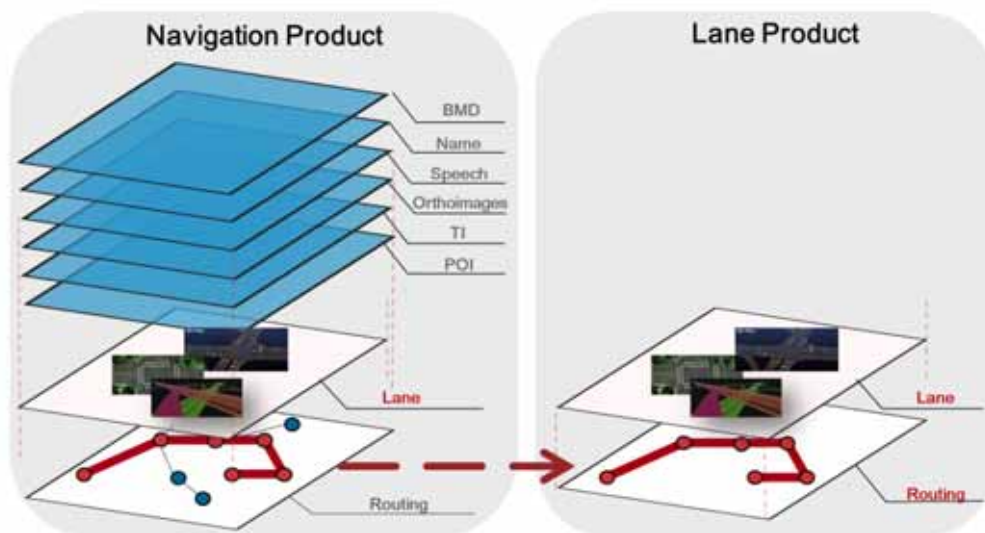


図 2.2-7 Non-integrated LBB のイメージ

(b) Attributes

NDS では、車線の flexible attributes として以下を提供している。

表 2.2-11 LBB の Flexible attributes

Flexible Attributes	内容
LANE_GROUP	<ul style="list-style-type: none">同方向の交通流と Feature リファレンスを持つ、全ての車線のグループ。 <p>LANE_GROUP は、レーングループ ID、他の Feature に対するリファレンス、接続する車線、車線のジオメトリ、車線の境界の情報を持つ。</p>
LANE_RANGE_MASK	<ul style="list-style-type: none">車線及び車線の一部に Flexible Attributes をアサインする。
LANE_GROUP_FEATURE_REFERENCE	<ul style="list-style-type: none">複数のリンクに位置づけられる lane group の参照を規定する。
LANE_GROUP_ASSOCIATION	<ul style="list-style-type: none">隣接した lane group 同士の関連性を規定する。 <p>アプリケーションは、本 Attribute を利用して交通環境を算定する。</p> <p>本 Attribute が示す Type :</p> <p>SAME_DIRECTION : lane group 同士が同じ方向の交通流であることを示す。</p> <p>OPPOSITE_DIRECTION : lane group 同士が反対方向の交通流であることを示す。</p> <p>INTERSECTION : 交点を示す。</p>
LANE_BOUNDARY_MARKINGS_COLOR	<ul style="list-style-type: none">車線の境界の色を表現する。
LANE_CONNECTION_TYPE	<ul style="list-style-type: none">車線が分岐するか結合するかを示す。 <p>本 Attribute が示す Type</p> <ul style="list-style-type: none">SPLIT : 車線の分岐と複数の新しい車線の始点の形成MERGE : 隣接したレーンの統合CONTINUE_RIGHT/CONTINUE_LEFT : 車線の分岐と複数の新しい車線の始点の形成を示し、元の車線が左右のどちらにつながっているのかを示す。

(c) lane group

LBB では、車線を lane group という単位で表現する。全ての車線はかならず一つの lane group (同じ方向を持つ) に位置づけられる。Base Link や Road Geometry Line に lane group を定義するためには、これらの Feature に lane group を flexible attributes として設定する必要がある。lane group の attributes として、以下の情報が含まれる。

表 2.2-12 lane group

名称	内容
lane group ID	Feature と方向ごとにユニークとする
references to other Feature	他の Feature との関連
connected lanes	車線の接続情報
lane geometry	車線のジオメトリ情報。ジオメトリ情報を持つのは Center Line と Lane Boundary (区画線、壁、縁石など) のみ
lane boundaries	車線の境界の区分 (区画線、壁、縁石など)
VALIDITY RANGE	lane group の長さ

(d) lane group の定義

lane group は以下のとおりに定義する。

- ある一つの lane group にある車線は、道路の路肩から中央の順に並ぶ。ある一つの lane group の車線幅は変化する。
- 一つの lane group であっても、車両によって規制車線と規制のない車線の両方を含む場合がある。一つの lane group の中にある規制のない車線は、他の車線とクロスしてはならない。バスレーンのような規制車線は規制のない車線とクロスしてもよい。
- lane group は以下の通り構成すること。
 - lane group は、車線の始終点によって区切られる。
 - 他の車線に合流するところから車線は始まる。
 - 他の車線に合流するところで車線は終了する。
 - 上記以外に新たな始終点を置くこともできる。

(e) 車線のジオメトリ情報

Open Lane Model では、車線のジオメトリ情報は、**Center Line** と **Lane Boundary** によって定義されるとしている。また、車線のジオメトリ情報はオプションルとしているが、自動運転には車線のジオメトリ情報は必須としている。

車線のジオメトリ情報は、lane group の attributes として格納されるとしている。NDS としては、車線のジオメトリ情報を格納することを推奨するものの、アプリケーションはこの情報を信頼すべきではないとしている。

表 2.2-13 Center Line 及び Lane Boundary

Center Line	<p>Center Line は車線の仮想的な中央位置である。</p> <p>Center Line は、lane group attribute の laneConnectivityElements に格納される。</p>
Lane Boundary	<p>Open Model では、車線の境界の詳細な情報（例えば、車線境界の種類、色、素材など）を格納できる。Lane Boundary は、常に道路の路肩から道路の中央の順で並ぶ。右車線の場合は、右から左に、左車線の場合は左から右に並ぶ。</p> <p>Lane Boundary は、lane group attribute の boundaryElements の中に格納される。最初の元素は必ず路肩となる。</p>

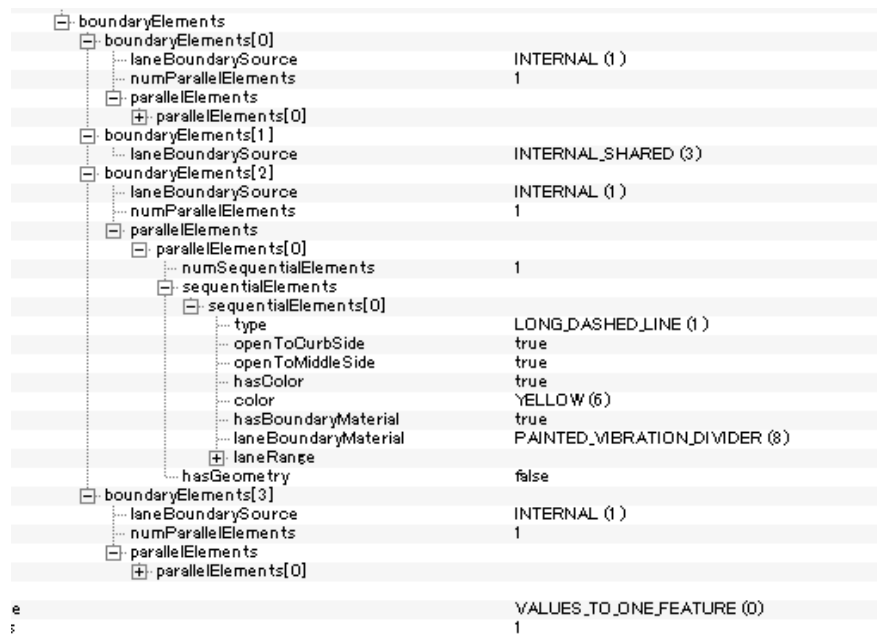


図 2.2-8 Open Lane Model のサンプルデータにおける boundaryElements の表現











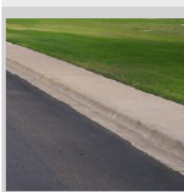

Image	Boundary type	Description
	NO_MARKING	No lane boundary
	LONG_DASHED_LINE	Long dashed line between two lanes
	DOUBLE_SOLID_LINE	Double solid line between two lanes
	SINGLE_SOLID_LINE	Solid line between two lanes or on the curbside of a lane
	SOLID_LINE_DASHED_LINE	Double line between two lanes One side has a solid line, the other side has a long dashed line, seen from curb to the middle.
	DASHED_LINE_SOLID_LINE	Double line between two lanes One side has a long dashed line, the other side has a solid line, seen from curb to the middle.
Image	Boundary type	Description
	SHORT_DASHED_LINE	Short dashed line between two lanes
	SHADED_AREA_MARKING	Area shaded with lines at an intersection or between two lanes and closed for traffic
	DASHED_BLOCKS	Marking between two lanes consisting of evenly spaced blocks
	DOUBLE_DASHED_LINE	Double dashed line between two lanes
	CROSSING_ALERT	Marking for pedestrian crossing that resembles a zigzag line
	CURB	Physical boundary between lane and side of the road Vehicles shall not cross curbs in normal traffic situations.
	WALL_FLAT	Straight wall on the curbside of a lane

図 2.2-9 車線のジオメトリ情報

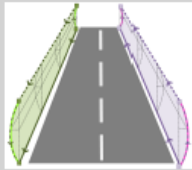







Image	Boundary type	Description
	WALL_TUNNEL	Wall inside a tunnel
	BARRIER_JERSEY	Modular concrete or plastic barrier
	BARRIER_SOUND	Walls beside the road that are intended to protect the surrounding area against noise
	BARRIER_CABLE	Safety barrier consisting of metal cables
	GUARDRAIL	Safety barrier consisting of metal sheets
Image	Boundary type	Description
	FENCE	Barrier that can consist of different materials, for example chain links
	CURB_TRAVERSABLE	Physical boundary between lane and side of the road Vehicles may cross traversable curbs in normal traffic situations.
	END_OF_ROAD	End of road that has no marking
	CLIFF	Steep surface of rock or earth next to the road
	DITCH	Long narrow hole that is dug along a road and holds water
	OTHER_BARRIER	Unconventional barrier that does not fit any of the other types
	UNKNOWN	Unknown lane boundary

図 2.2-10 車線のジオメトリ情報

(f) 車線の表現方法

a) lane group を Feature に設定

図 2.2-11 のような lane group を Feature に設定する場合、Attributes は表 2.2-14 のようになる。

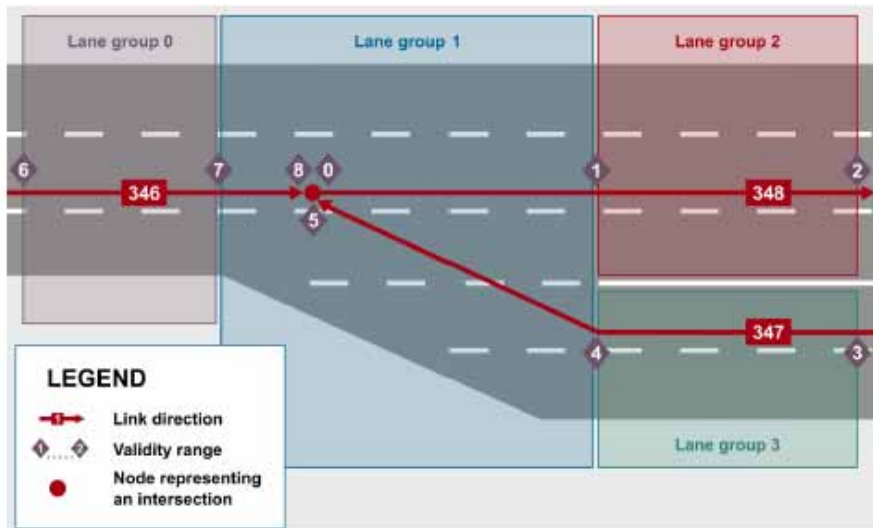


図 2.2-11 lane group を Feature に設定する場合

表 2.2-14 lane group を Feature に設定する場合の Attributes

Attributes	値	備考
Link 346 における最初の attribute group		
LANE_GROUP	Lane group ID 0	Lane group0 は Link346 の 6 と 7 間の車線で構成。
VALIDITY_RANGE	6 to 7	
Link 346 における 2 番目の attribute group		
LANE_GROUP	Lane group ID 1 1 source feature: base link 346 2 destination features: base links 347 and 348	Lane group1 は Link346 の 7 から 8 の車線で構成。
VALIDITY_RANGE	7 to 8	
Link 348 における attribute group		
LANE_GROUP	Lane group ID 2	Lane group2 は Link348 の 1 と 2 間の車線で構成。
VALIDITY_RANGE	1 to 2	
Link 347 における attribute group		
LANE_GROUP	Lane group ID 3	Lane group3 は Link347 の 3 と 4 間の車線で構成。
VALIDITY_RANGE	3 to 4	

さらに、attributes に lane group 間の参照関係を持たせることもできる。

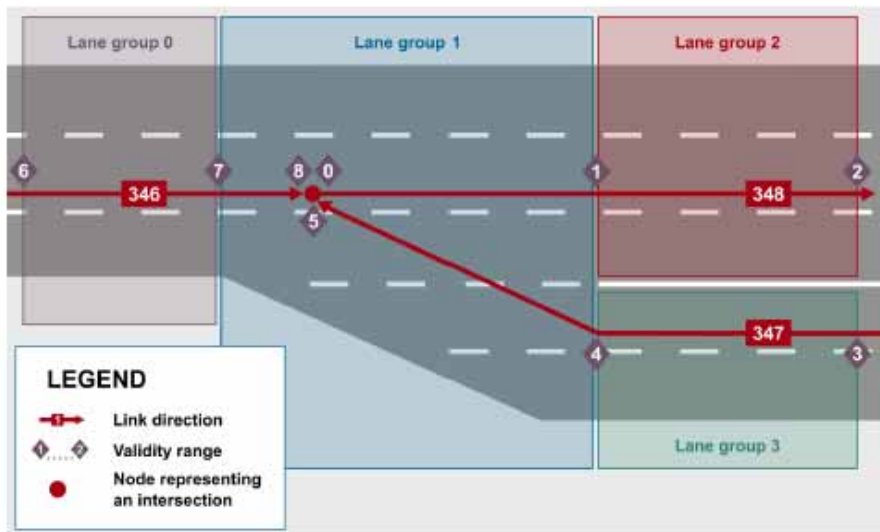


図 2.2-12 attributes に lane group 間の参照関係を持たせる場合

表 2.2-15 attributes に lane group 間の参照関係を持たせる場合の Attributes

Attributes	値	備考
Link 347 における attribute group		
LANE_GROUP_FEAT URE_REFERENCE	LaneGroupFeature Reference: base link 346, lane group 1	Link347 の 4-5 は、lane group1 の link346 に接続する
VALIDITY_RANGE	4 to 5	
Link 348 における attribute group		
LANE_GROUP_FEAT URE_REFERENCE	LaneGroupFeature Reference: base link 346, lane group 1	Link348 の 0-1 は、lane group1 の link346 に接続する。
VALIDITY_RANGE	0 to 1	

b)車線の接続関係を表現

図 2.2-13 のような車線の接続関係を示す場合、Attributes は表 2.2-16 のようになる。

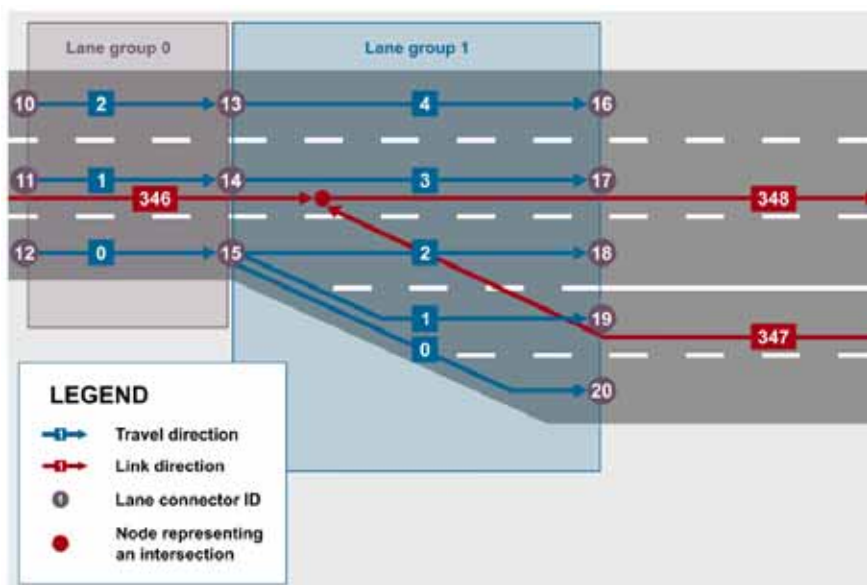


図 2.2-13 車線の接続関係を表現する場合

表 2.2-16 車線の接続関係を表現する場合の Attributes

Attributes	値	備考
LANE_GROUP attribute of lane group 0		
Lane group ID	0	
Indicator of feature references hasReferenceAcrossFeatures	FALSE	Lane group0 は Link346 のみと接続する。
Number of connectivity elements numLaneConnectivity Elements	3	Lane group0 は 3 つの車線を持つ。
Definition of connectivity elements laneConnectivity Element	[0]: 12 to 15 [1]: 11 to 14 [2]: 10 to 13	車線間の遷移を定義。
LANE_GROUP attribute of lane group 1		
Lane group ID	1	
Indicator of feature references hasReferenceAcrossFeatures	TRUE	Lane group1 は Link346、347、348 と接続する。
Definition of feature references	One source feature: base link 346	Lane group1 は、一つのソースリンクと二つの行先リンクを持つ。

Attributes	値	備考
reference	Two destination features: base links 347, 348	つ。
Number of connectivity elements numLaneConnectivity Elements	5	Lane group1 は 5 つの車線を持つ。
Definition of connectivity elements laneConnectivity Element	[0]: 15 to 20 [1]: 15 to 19 [2]: 15 to 18 [3]: 14 to 17 [4]: 13 to 16	車線間の遷移を定義。

c) 車線境界の表現

図 2.2-14 のように車線境界を表現する場合、Attributes は表 2.2-17 のようになる。

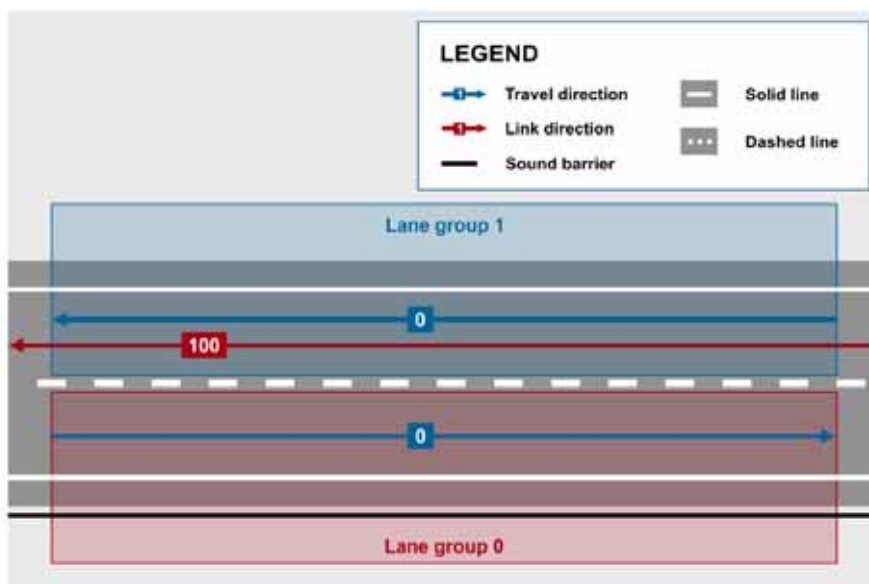


図 2.2-14 車線境界を表現する場合

表 2.2-17 車線境界を表現する場合の Attributes

Attributes	値	備考
LANE_GROUP attribute of lane group 0		
hasLaneBoundaries	TRUE	Lane group0 は車線境界を持つ
boundaryElements	Boundary element 0 laneBoundarySource = INTERNAL numParallelElements = 2 Boundary element 1	Lane group0 は二つの車線境界要素として、路肩とセンターラインを持つ。 Boundary element1 は常に路肩を参照する。 laneBoundary Source は境界が同じ Lane

Attributes	値	備考
	laneBoundarySource = INTERNAL numParallelElements = 1	group に格納されることを示す。 Boundary element0 は、二つの平行要素から構成される。Boundary element1 は1つの平行要素から構成される。
LANE_GROUP attribute of lane group 1		
hasLaneBoundaries	TRUE	Lane group1 は車線境界を持つ
boundaryElements	Boundary element 0 laneBoundarySource = INTERNAL numParallelElements = 1 Boundary element 1 laneBoundarySource = EXTERNAL	

Boundary element の詳細を表現することもできる。

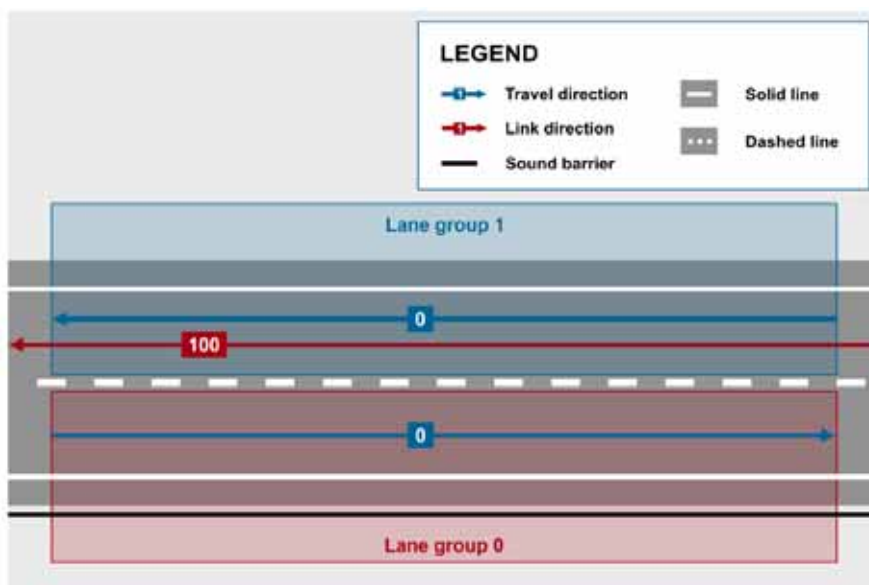


図 2.2-15 Boundary element の詳細を表現する場合

表 2.2-18 Boundary element の詳細を表現する場合の Attributes

Attributes	値	備考
Boundary element 0, parallel element 0		
numSequential Elements	1	
sequential Elements	type = BARRIER_SOUND openToCurbSide = FALSE openToMiddleSide = FALSE hasColor = FALSE hasBoundaryMaterial = TRUE laneBoundaryMaterial = CONCRETE laneRange.type = COMPLETE_RANGE	Lane group0 に属する Boundary element0 の parallel element0 (路肩側) の境界が、サウンドバリアであることを示す。
Boundary element 0, parallel element 1		
numSequential Elements	1	
sequential Elements	type = SOLID_LINE openToCurbSide = FALSE openToMiddleSide = FALSE hasColor = FALSE hasBoundaryMaterial = FALSE laneRange.type = COMPLETE_RANGE	Lane group0 に属する Boundary element0 の parallel element1 (中央側) の境界が、Solid line であることを示す。
Boundary element 1, parallel element 0		
numSequential Elements	1	
sequential Elements	type = DASHED_LINE openToCurbSide = TRUE openToMiddleSide = TRUE hasColor = FALSE hasBoundaryMaterial = FALSE laneRange.type = COMPLETE_RANGE	Lane group1 に属する Boundary element1 の parallel element0 が Dashed lind であることを示す。

d) 交差点の表現

交差点の場合も lane group を組み合わせて表現する。

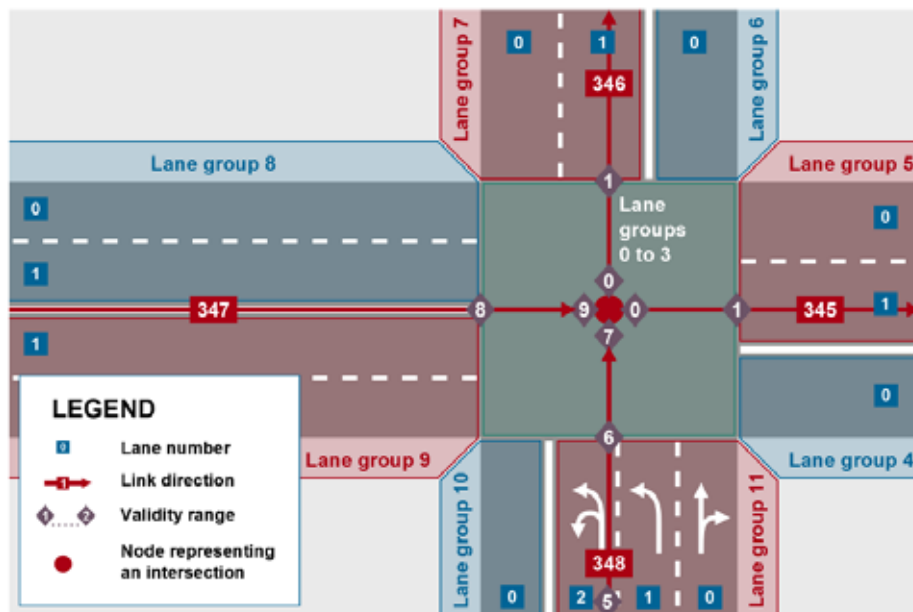


図 2.2-16 交差点を表現する場合

表 2.2-19 交差点を表現する場合の Attributes

Attributes	値	備考
Association type associationType	INTERSECTION	
Number of feature references numFeatureReferences	3	交差点は、base link 348 に接続する 3 つのリンクで構成される。
Definition of feature references featureReference	Base link, lane group ID: 345, 4 346, 6 347, 8	base link 348 に他の base link の lane group を定義する。

e) 交差点内リンクの表現

交差点内の接続関係も表現することができる。

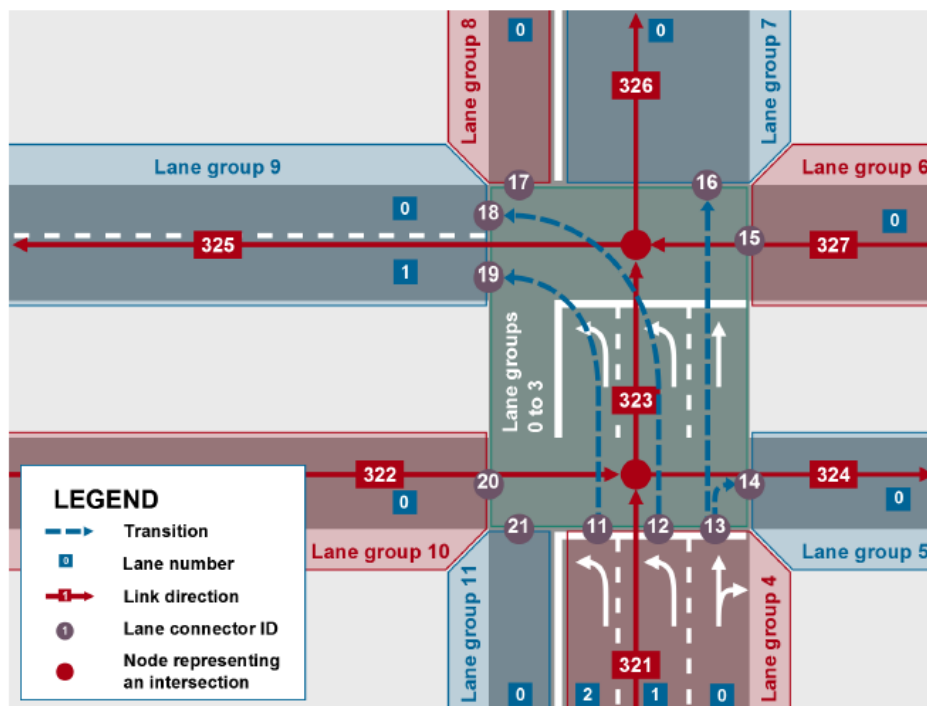


図 2.2-17 交差点内リンクを表現する場合

表 2.2-20 交差点内リンクを表現する場合の Attributes

Attributes	値	備考
LANE_GROUP attribute of lane group 0		
Lane group ID id	0	
Indicator of feature references hasReferenceAcross Features	TRUE	Lane group0 は他のフィーチャと接続する。
Definition of feature references reference	One source feature: base link 321 Three destination features: base links 324, 326, 325	Lane group0 はソース link である 321 と、行先 link である 324、326、325 と関係する。
Number of connectivity elements numLaneConnectivity Elements	4	Lane group0 は 4 つの遷移を持つ。

Attributes	値	備考
Definition of connectivity elements	[0]: 13 to 14 [1]: 13 to 16	
laneConnectivity Elements	[2]: 12 to 18 [3]: 11 to 19	

f) LBB のデータの格納構造

LBB は、表 2.2-21 に示すデータを含む。

表 2.2-22 Lane tiles 及び Metadata

Lane tiles	Lane tiles は、レベル 1 に格納される。Lane tiles には車線の attributes (ジオメトリ) が含まれる。
Metadata	車線の Metadata には、lane tile の基本高さ (base height) を含む。ジオメトリデータはタイルの基本高さに関連して定義される。例えば lane boundary の基本高さは、タイルの基本高さとして定義される。

The screenshot shows the NDS Database Inspector interface. The left pane displays a tree view of the database schema, with the 'LANE' table under the 'ROUTE' schema highlighted in red. The main pane shows the 'ndsData' field expanded, displaying a hex dump of the data. A red box highlights the hex dump, and a red arrow points to a text box explaining the format.

赤枠内は、NDS Open Lane Model のサンプルデータにおける LBB のデータの記述フォーマット。
nds Data には、lane の attributes データが格納されている。

図 2.2-18 LBB データの格納構造

8) NDS Open Lane Model の特徴

Open Lane Model では、データの表現方法を記述している。Open Lane Model では、ジオメトリを持つ Feature は以下の 3 つのみである。

- ・ Link (RBB)
- ・ Intersection (RBB)
- ・ Road Geometry Line (RBB)

LBB では、Center Line と Lane Boundary がジオメトリを持つが、これらは Feature ではなく attribute の情報として扱われる。

Open Lane Model では、車線は RBB の Base Link や Road Geometry Line に lane group と呼ばれる attribute group を関連付けることによって表現する。

全ての車線は lane group に位置づけられる。lane group では、車線間の接続関係や、境界の属性やジオメトリ情報などを表現する。考え方としては、ISO14296:2016 に非常に近い。

(2) 日本仕様と欧州仕様のギャップ分析

日本の仕様である SIP 仕様(自動走行システム向け地図データ仕様)及び自工会仕様(自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書)と、欧州の仕様である NDS Open Lane Model を対象にデータ項目(地物・属性)のギャップ分析を実施した。

1) SIP 仕様及び自工会仕様を軸としたギャップ分析

(a) 背景及び目的

国際標準化を推進するためには、我が国で現在検討中の内容の積極的な情報発信を通じて欧米との連携が必要となる。特に欧州の Navigation Data Standard (NDS) との仕様の整合の確保については重要な課題となっている。

SIP の取組みでは、昨年度に「自動走行システム向け地図データ仕様への提案(案) Ver1.0.1」(以下、SIP 仕様)を策定し、今年度は、この仕様を前提とし、車線レベル地図(ダイナミックマップ)の整備を進めている状況である。また、SIP の取組みを踏まえ、日本自動車工業会では 2016 年 11 月に「自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書」(以下、自工会仕様)を公開し、高精度地図に格納されるべき地物情報とその属性や取得位置、取得基準に関する考えが示されている状況である。

一方、欧州の NDS は、2016 年 6 月 29 日に「Open Lane Model」の仕様を公開。本仕様では、高度な車線情報のモデルに求められるコンセプトとデータ構造を規定されている。

こうした状況下において、SIP 及び自工会と NDS の仕様間で大きな相違が存在する場合、日本の各社が作成するフォーマットと欧州で作成するフォーマットが異なることにつながり、国際間での仕様の整合を図ることができなくなる懸念がある。

そこで、SIP 仕様及び自工会仕様と NDS の Open Lane Model の各仕様について、公開情報を基に比較を実施し、我が国の検討と内容との相違について分析を行い、ダイナミックマップのグローバル化(国際標準化)に向けて調整すべき項目の見極めを行うことが SIP 仕様及び自工会仕

様を軸としたギャップ分析の目的である。

(b) SIP 仕様と Open Lane Model のスコープ比較

SIP 仕様と NDS の Open Lane Model では、以下の通り仕様のスコープが異なる。

SIP 仕様：Dynamic Map Center と Delivery Center 間の交換フォーマットを定義（論理的な構造を定義（昨年度の試作は shape+csv 形式で実施））

Open Lane Model：車載フォーマットを定義（SQLite で定義）

上記の通り、両仕様のスコープ・定義レベルは異なるが、将来的なデータモデル国際標準の検討へ向けて、含まれるデータ項目（地物・属性）等を比較し、その差異を明らかとすることは有用であるため、両仕様間のデータ項目等のギャップ分析を行った。

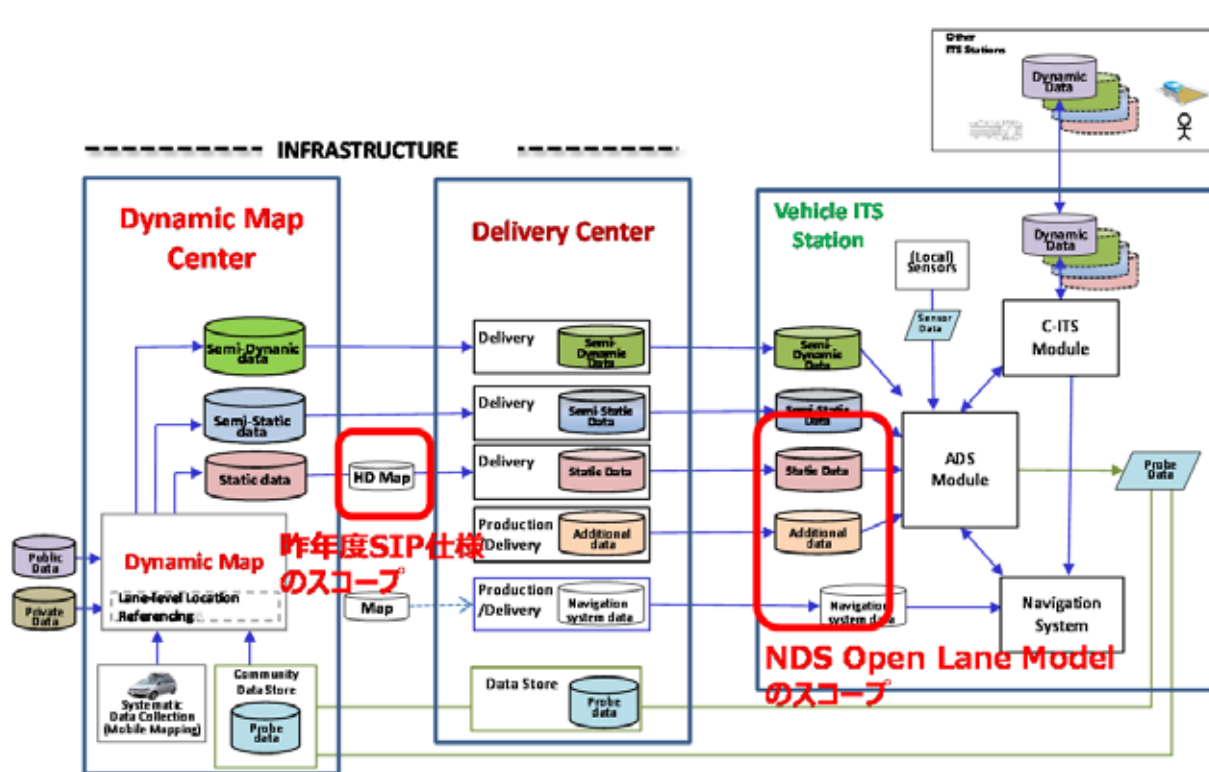


図 2.2-19 ギャップ分析対象仕様のスコープ

(c) ギャップ分析の方法

下記の 3 つの公開資料を基に差異の分析を実施した。

- ① 自動走行システム向け地図データ仕様への提案（案） Ver1.0.1
- ② 自動運転用 高精度地図に関する推奨仕様書
- ③ NDS Open Lane Model version 1.0

また、差異の分析は以下の 3 つの視点より実施した。

視点 1：表現地物

視点 2：車線レベルの情報の表現方法

視点 3：道路ネットワークとの連携

自工会仕様については、高精度地図に格納されるべき地物情報とその属性等について規定して内容であり、上記差異分析のうち、視点 1 の分析のみ実施した。なお、**Open Lane Model** は、自動運転に必要となるデータに特化した記載となっており、**NDS** のデータ仕様の一部しか公開されていない。具体的には、17 ある **Building Block**（機能ごとのデータ区分）のうち、**Shared Data**、**Routing**、**Lane** の 3 つの **Building Block** のみ詳細が記載されている。本検討では、公開範囲を対象に分析を実施した。

(d) ギャップ分析の結果

a) 視点 1：表現地物

自工会仕様は、2016年3月にダイナミックマップ構築検討コンソーシアムにより発行された「データ仕様書（案）Ver.1.0」をベースに、実在地物及び仮想地物が追加されている。ここでは、**SIP** 仕様及び自工会仕様で定義されている地物・属性を基本とし、対応する **Open Lane Model** の **Feature** と **Attributes** を整理した。双方でデータの持たせ方が違う場合（同じ情報だが、地物ではなく属性で表現している場合）は、データの表現方法を別途整理した。

SIP 仕様では 34 地物、自工会仕様では、**SIP** 仕様の 34 地物をすべて含む 68 地物が定義されているのに対し、**Open Lane Model** で **Feature** として定義されているのは 3 地物のみである。また、**SIP** 仕様及び自工会仕様で地物として表現されているものは、**Open Lane Model** では属性（**attributes**）として表現されているものが多い。

SIP 仕様及び自工会仕様で定められた 148 の地物・属性に対応する **Open Lane Model** の **Feature**・**attributes** の内訳は以下の通りである。

対応有：47 件

対応有△（表現方法の違い等、完全には一致しない）：39 件

対応無：62 件

SIP 仕様及び自工会仕様で追加された地物・属性のほとんどが対応有・対応有△に含まれており、**Open Lane Model** の **Feature**・**attributes** は概ね整合性が担保できている。一方、対応無となっている地物・属性は、日本独自の地物・属性（**DRM** リンクなど）があり、日本独自の地物・属性以外は、**GDF** に含まれる一般的な地物・属性であり、**NDS** で非公開とされている部分の仕様に含まれていると考えられる。

結論としては、**SIP** 仕様及び自工会仕様の重要な地物・属性と **Open Lane Model** の **Feature**・**attributes** は概ね整合性が担保できていると考えられる。

表 2.2-23 SIP 仕様及び自工会仕様の地物

No	地物	No	地物
1	歩道縁	35	道路標識による規制
2	非常駐車帯	36	道路標示による規制
3	導流帯	37	補助標識
4	踏切	38	規制内容
5	軌道敷	39	変更禁止車道位置 (車道リンクのみ)
6	路面電車停留所 (標示)	40	変更禁止車線位置 (車線リンクのみ)
7	路面電車停留所 (島)	41	車線リンク 道路構造属性⇒曲率半径
8	横断歩道	42	車線リンク 道路構造属性⇒縦断勾配
9	路肩縁	43	車線リンク 道路構造属性⇒横断勾配
10	道路標示 (文字、矢印、号線)	44	車道リンク 道路構造属性 ⇒水平方向属性 ⇒緩和曲線部
11	区画線	45	車道リンク 道路構造属性 ⇒水平方向属性 ⇒円曲線部
12	トールアイランド	46	車道リンク 道路構造属性 ⇒水平方向属性 ⇒直線部
13	停止線	47	車道リンク 道路構造属性 ⇒縦断勾配属性 ⇒単傾斜部
14	駐車場	48	車道リンク 道路構造属性 ⇒縦断勾配属性 ⇒曲線部
15	駐車マス領域	49	車道リンク 道路構造属性 ⇒横断勾配属性
16	駐車マス線	50	区間 ID 情報
17	ガードレール	51	DRM リンク情報 (Ver1.0 未定義)
18	キャッツアイ	52	VICS リンク情報 (Ver1.0 未定義)
19	スピードブレーカー	53	位置参照基盤⇒マーカポイント
20	デリニエーター	54	接続先情報
21	ラバーポール	55	覆い物の有無 (トンネル、シェッド等)
22	照明灯	56	道路境界線
23	電柱	57	道路標示 (記号)
24	信号機	58	トンネルの高さ制限
25	道路標識板	59	アンダーパスの高さ制限
26	距離標	60	橋梁の幅
27	車道リンク	61	トンネル内の走行可能な範囲
28	車線リンク	62	特車運行可能道路
29	交差点内車線リンク	63	ETC ゲート位置
30	車道リンク上のノード	64	2 輪車用停止線
31	車線リンク上のノード	65	原付用二段階右折停止線
32	交差点領域	66	バス停留所
33	車道領域	67	バス専用レーン
34	車線領域	68	バス優先レーン

※No1～34 が SIP 仕様で規定されている地物

No35～68 が自工会仕様にて追加規定されている地物

表 2.2-24 Open Lane Model の地物

No	区分	地物
1	Route Building Block	Link
2	Route Building Block	Intersection
3	Route Building Block	Road Geometry Line

b)視点 2：車線レベルの情報の表現方法

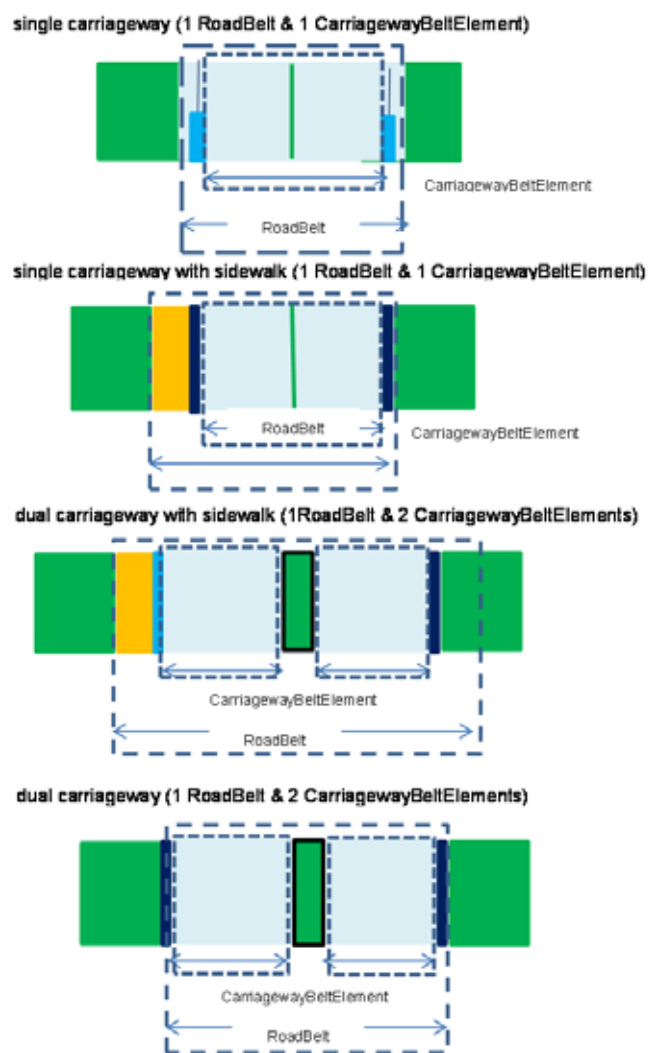
車線レベル地図において、車線レベルの情報の表現方法に関する差異について分析を行った。

SIP 仕様では、車道領域・車線領域を定義しているが、現在国際標準化が進められている GDF5.1 で規定されているベルトは含んでいない。なお、Open Lane Model の車線は、現在国際標準化が進められている GDF5.1 で規定しているベルトと近いデータ構造で表現されており、Open Lane Model では領域に方向を持たない点以外には、両者で大きな相違がない。

結論としては、Open Lane Model は GDF5.1 と同様のベルトの概念を組み込んだデータ構造であるが、SIP 仕様はベルトの概念には未対応であり、現状では差異があるが、今後、SIP 仕様に対し、GDF5.1 の規定に則ったベルトの概念を追加することで大きな差異をなくすことは可能であると考えられる。

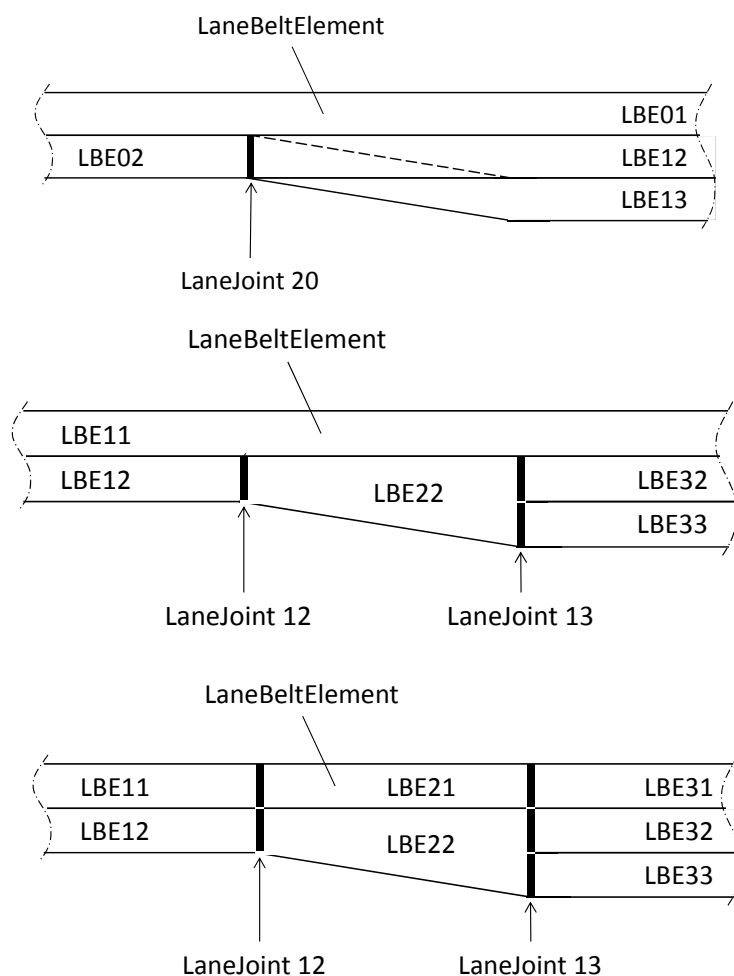
(参考) GDF5.1 における検討概要 (ベルトの概念)

GDF5.1 では、Road Belt ObjectsFeature として、RoadBeltObjectsFeature is a generalization of RoadBelt、CarriagewayBeltElement、IntersectionBelt、RoundaboutBelt、LaneBeltElement、LaneJoint and PotentialEvadingArea を定義している。



(出所) ISO/TC204WG3 オークランド会議資料より

図 2.2-20 RoadBelt と CarriagewayBeltElement



(出所) ISO/TC204WG3 オークランド会議資料より

図 2.2-21 LaneBeltElement と LaneJoint

c) 視点 3 : 道路ネットワークとの連携

自動運転車両の制御には車線レベル地図が求められるが、目的地までの誘導には道路ネットワーク情報が必要となる。したがって、車線レベル地図とナビゲーションで利用する道路ネットワークの連携の仕組みについて分析を実施した。また、NDS の **Open Lane Model** では、**9.1 Types of Automated Driving** において、**Open Lane Model** の活用にあたっては、**Lane Building Block** だけでなく、**Routing Building Block** も必要と規定されており、車線レベル地図と道路ネットワークが関連を持つことが仕様上で規定されている。

一方、**SIP** 仕様ではネットワーク構造を持つ車道リンクが設定されており、平成 27 年度の検討において、車線リンクと車道リンク、車道リンクとナビゲーション用地図の対応テーブルを作成することにより、車線レベル地図データとナビゲーション用地図データが連携できることを確認している。

結論としては、車線レベル地図と道路ネットワークの連携は、いずれの仕様においても対応が可能となっていると考えられる。

d)まとめ

前述の 3 つの視点に基づき差異の分析を行った結果、下記の結論が得られた。

①表現地物：概ね差異なし

自工会仕様で必須とされている地物・属性のほとんどが含まれており、自工会仕様の重要な地物・属性と **Open Lane Model** の **Feature・attributes** は概ね整合が担保できている。

②車線レベルの情報の表現方法：現状では差異あり（ただし、今後の対応で問題はなし）

Open Lane Model で規定する車線のデータ構造は、**GDF5.1** に規定されるベルトの概念と非常に近いが、**SIP** 仕様はベルトの概念には未対応。ただし、今後 **SIP** 仕様が **GDF5.1** の規定に沿うよう対応することで、大きな差異をなくすことが可能である。

③道路ネットワークとの連携：いずれの仕様でも対応可能

NDS では、車線レベル地図と道路ネットワークが連携する仕組みができています。一方、**SIP** 仕様では、ネットワーク構造を持つ車道リンクが設定されており、平成 27 年度の検討において、車線リンクと車道リンク、車道リンクとナビゲーション用地図の対応テーブルを作成することにより、車線レベル地図データとナビゲーション用地図データが連携できることを確認している。したがって、いずれの仕様でも対応可能であり、仕様上では整合可能である。

2) **Open Lane Model** を軸としたギャップ比較

(a) 背景及び目的

SIP 仕様及び自工会仕様を軸とした **NDS** 「**Open Lane Model**」とのギャップ分析により、**SIP** 仕様及び自工会仕様で定義されている地物・属性の多くが、**Open Lane Model** でも対応していることを確認した。**SIP** 仕様及び自工会仕様を軸としたギャップ分析では、仕様の対応を見るという観点から、各仕様をもとに比較を行った。しかし、**Open Lane Model** は物理モデル（**HTML** ベース）も提供しているため、こちらを参照した方が、より細かい比較ができる。

以上より、**Open Lane Model** を軸とした **SIP** 仕様及び自工会仕様との地物・属性を行い、**SIP** 仕様及び自工会仕様において、定義されていないものがないかを確認することが **Open Lane Model** を軸としたギャップ分析の目的である。

(b) ギャップ分析の方法

NDS OpenLaneModel_1.0_PhysicalModel_HTML_Documentation では、258 のクラス（地物・属性の他、メタデータなどすべてを含む）が定義されている。また、258 のクラスの中には、メタデータや管理用データなど、道路や車線の地物及び属性の表現には直接関係のないデータも存在する。

したがって、258 のクラスの内容を確認し、地物及び属性の表現には直接関係のないデータを定義するクラスを除外し、比較対象とすべきクラスを抽出する。



図 2.2-22 PhysicalModel_HTML_Documentation の表示例

具体的には、以下の条件に対応するクラスを除外する。

- ・ **nds.all**、**nds.common**、**nds.ftx.all**、**nds.productdb**、**nds.rootdb**、**nds.shareddb** のパッケージ該当するもの（上位の概念に該当するため）
- ・ **Type** が **const**、**Choise**、**SQL DB**、**SQL table** に該当するもの（枠組みを表現するクラスであるため）
- ・ リストを表現するクラス（他のクラスをまとめているものであるため）
- ・ 日時の表現に関連するクラス
- ・ **ID** を表現するクラス
- ・ メタデータ

上記の条件によって、抽出されたクラスについて、**SIP** 仕様で定められている地物・属性との対応を整理する。

(c) ギャップ分析の結果

比較対象となるクラスを絞った結果、**258** クラスのうち、**100** クラスが残った。

100 クラスについて、**SIP** 仕様及び自工会仕様とのギャップ分析を行った結果、対応関係は下記の通りとなった。

対応有：76 クラス

対応無：24 クラス（※Open Lane Model のクラスにのみ記載ありの項目）

よって、**Open Lane Model** のクラス（**Feature・attributes**）と **SIP** 仕様及び自工会仕様の重要な地物・属性は概ね整合が担保出来ている。一方で、対応無となっているクラスは、経路計算用の属性、管理者に関する属性、他のクラスやクラスや **Feature・attributes** との関係を示す項目、天候といった静的以外の属性等を表す内容となっており、地物・属性の表現という観点で **SIP** 仕様及び自工会仕様で定められた地物・属性と対応関係がない項目は確認できない。

結論としては、SIP 仕様及び自工会仕様の重要な地物・属性と Open Lane Model の Feature・attributes は概ね整合が担保できていると考えられる。

表 2.2-25 対応無のクラス一覧

Package	Class	概要
nds.common.fixedattributes	LinkSector	リンクの区切りに関する属性
nds.common.fixedattributes	PriorityRoadClass	経路計算用に重みづけするための属性
nds.common.flexattr.attrdefs	Authorization	管理者に関する属性
nds.common.flexattr.attrdefs	ConnectLinkType	次につながるリンクが base link か road geo line かを設定する属性。
nds.common.flexattr.attrdefs	ContinuedTurnRestriction	交差点に接続するリンク数を表現する属性
nds.common.flexattr.attrdefs	Occupancy	各 BB で共通的に用いる属性、車両の乗員数を示す
nds.common.flexattr.attrdefs	OccupancyCount	各 BB で共通的に用いる属性、車両の乗員数を示す
nds.common.flexattr.attrdefs	PavementType	各 BB で共通的に用いる属性、地物の材料を示す（コンクリート等）
nds.common	Weather	天候に関する属性
nds.common.flexattr.attrdefs	WeatherAttrVal	天候に関する属性
nds.common.flexattr.attrmaps	ReferenceType	参照先のフィーチャのタイプ
nds.common.flexattr.attrmaps	TransitionReferenceSimpleIntersection	交差点と接続するリンクの接続関係を示す
nds.common.geometry	CoordXYOffset	オフセットで表現する場合のオフセット値
nds.common.geometry	RelativeGeographicPosition	タイルの中心位置を示す
nds.lane.attrdefs	FeatureReference	車線リンクと車道リンクの関係
nds.lane.attrdefs	LaneBoundaryMaterial	Boundary Element の素材
nds.lane.attrdefs	LaneGroupAcrossFeaturesReferences	Lane BB と Routing BB のフィーチャの関係を示す
nds.lane.attrdefs	LaneGroupFeatureReference	Routing BB のフィーチャとの関係
nds.lane.common	TrafficLightColors	信号灯色情報
nds.routing.attribute	FixedRoadAttributeSet	routing BB の link のための fixed attribute set
nds.routing.main	RouteNumberRange	タイルの表現範囲
nds.routing.ref	Link2TileRef	Link とタイルの関係
nds.routing.ref	RouteDownLinkElement	低いレベルのリンクへの参照のリスト
nds.routing.ref	RouteUpLinkRef	route up-link table の要素レベル表現に関する属性

(3) まとめ

日本の仕様である SIP 仕様(自動走行システム向け地図データ仕様)及び自工会仕様(自動運転用高精度地図に関する推奨仕様書)と、欧州の仕様である NDS Open Lane Model を対象にデータ項目(地物・属性)のギャップ分析により、SIP 仕様及び自工会仕様の重要な地物・属性と Open Lane Model の Feature・attributes は概ね整合が担保できていることが明らかになった。

そのため、データ構造、地物について今後の対応を含め、SIP 仕様に現在検討中の GDF5.1 仕様のベルトの概念を含めることにより、NDS の Open Lane Model と概ね差異のないデータモデルとすることが可能となる。データモデルの国際標準提案に際しては、GDF5.1 仕様と NDS の仕様も参照し作成することで、欧州側との仕様の整合確保が可能と考えられる。

2.3 ダイナミックマップの国際標準化及び動向調査のためのデータモデル検討会

Kiwi-W コンソーシアムが設置する検討チームにて、以下の通りに計 18 回の検討会を実施した。

表 2.3-1 検討会実施日時

回	年月日
第 1 回検討会	2016.6.23
第 2 回検討会	2016.7.12
第 3 回検討会	2016.7.26
第 4 回検討会	2016.8.9
第 5 回検討会	2016.8.23
検討会	2016.9.1
第 6 回検討会	2016.9.6
第 7 回検討会	2016.9.27
第 8 回検討会	2016.10.18
第 9 回検討会	2016.11.8
第 10 回検討会	2016.11.22
第 11 回検討会	2016.12.6
第 12 回検討会	2016.12.20
第 13 回検討会	2017.1.10
第 14 回検討会	2017.1.31
第 15 回検討会	2017.2.13
第 16 回検討会	2017.2.28
第 17 回検討会	2017.3.14

3. 参考資料

- 1) 第1回集中討議資料(一式)
- 2) 第2回集中討議資料(一式)
- 3) オークランドプレゼン資料(中條様/柴田様)
- 4) ITS世界会議プレゼン資料(柴田様/中條様)
- 5) WG3パリ中間会議SWG3.2資料(小原様)