

名古屋大学 COI 高精度地図フォーマット 仕様書

Version 1.01

ダイナミックマップ 2.0 コンソーシアム

名古屋大学 COI 人がつながる “移動”イノベーション拠点
名古屋大学大学院情報学研究科附属 組込みシステム研究センター

2017/09/06

更新履歴

Version	日付	内容	担当
1.00	2017/08/29	これまでの PowerPoint 版仕様書から Word 版を作成	渡辺
1.01	2071/09/05	誤字修正	渡辺

目次

1.	はじめに	2
1.1.	本書の概要及び位置づけ	2
1.2.	前提知識	2
2.	ダイナミックマップにおける高精度道路地図の意義	3
2.1.	ダイナミックマップとは?	3
2.2.	高精度道路地図が満たすべき要件	4
3.	名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットの構成	6
4.	レーンレベル道路地図のデータ表現	7
4.1.	基本知識：GDF5.0 のデータ表現	7
4.2.	レーンのデータ表現	8
4.3.	レーンの属性情報	9
4.4.	レーン間関係のデータ表現	9
4.5.	LANE の切り出し方基本ルール	11
5.	レーン以外の地物のデータ表現	12
5.1.	ポール	12
5.2.	信号と信号ランプ	12
5.3.	標識	13
5.4.	路面マーク.....	14
5.5.	交差点領域.....	14
5.6.	停止線	15
5.7.	歩道	15
5.8.	横断歩道	16
5.9.	道路縁	17
5.10.	縁石	17
5.11.	側溝	18
5.12.	電柱と街灯.....	18
5.13.	ガードレール.....	19
5.14.	ゼブラゾーン.....	19
5.15.	信号と停止線とレーンの対応を表す RELATIONSHIP.....	19
5.16.	標識と停止線とレーンの対応を表す RELATIONSHIP.....	20

5.17. レーンと関連地物との対応を表す RELATIONSHIP.....	20
6. データの格納方法.....	21
6.1. 点カテゴリの FEATURE の格納方法	21
6.2. 線カテゴリの FEATURE の格納方法	22
6.3. 面カテゴリの FEATURE の格納方法	23
6.4. 複合カテゴリの FEATURE の格納方法	24
6.5. RELATIONSHIP の格納方法	25
6.6. ATTRIBUTE の格納方法.....	26
6.7. FEATURE CLASS CODE 一覧表.....	28
6.8. テーブル間のつながり	30
終わりに.....	31
謝辞.....	31



図 一覧

図 1	詳細度に応じたレベル分け	6
図 2	GDF5.0 のデータ表現	7
図 3	レーン表現及びレーン間関係	8
図 4	レーンの属性情報	9
図 5	レーン間関係のデータ表現	10
図 6	FEATURE 間の階層構造	10
図 7	車線数が増減する際の表現	11
図 8	POLE	12
図 9	EXTENDED TRAFFIC LIGHT	13
図 10	EXTENDED TRAFFIC SIGN	14
図 11	EXTENDED ROAD MARKINGS	14
図 12	INTERSECTION AREA SHAPE	15
図 13	STOP LINE	15
図 14	EXTENDED PEDESTRIAN	16
図 15	EXTENDED PEDESTRIAN CROSSING	17
図 16	ROAD EDGE	17
図 17	CURB	18
図 18	GUTTER	18
図 19	EXTENDED LIGHTING	19
図 20	GUARD RAIL	19
図 21	ZEBRA ZONE	19
図 22	TRAFFIC LIGHT REGULATION FOR LANE	20
図 23	TRAFFIC SIGN REGULATION FOR LANE	20
図 24	FEATURE ALONG WITH LANE	20
図 25	テーブル一覧	21
図 26	POINT FEATURE	22
図 27	LINE FEATURE	23
図 28	AREA FEATURE	24
図 29	COMPLEX FEATURE	25
図 30	RELATIONSHIP	26
図 31	ATTRIBUTE	27
図 32	ATTRIBUTE と FEATURE/RELATIONSHIP との対応	27
図 33	テーブル間のつながり	30

1. はじめに

本書はダイナミックマップ 2.0 コンソーシアムが扱う高精度道路地図である、「名古屋大学 COI 高精度地図フォーマット」に関する仕様書である。

1.1. 本書の概要及び位置づけ

本書は、ダイナミックマップのための高精度地図に関する 2016 年度の検討結果をまとめ、公開することを目的とする。高精度道路地図の仕様検討は様々な組織で行われているが、標準化に向けてよりよいものを作るためには、アイデアをオープンに出し合ってお互いの共通点や相違点を理解することも必要と考えている。その議論のためのたたき台の一つとなるべく、我々の地図仕様を公開するものである。

1.2. 前提知識

名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットは、ISO の国際標準である地図フォーマットのの一つ、**GDF 5.0** (Geographic Data Files)の一部を拡張したものとなっている。そのため、GDF5.0 の知識があることが望ましい。本書は GDF の仕様書がなくともある程度は読めるように配慮しているが、説明不足の点はやはりあるため、GDF の仕様書の方を参照してほしい。GDF5.0 の仕様書⁽¹⁾は ISO から入手できる。

(1) [ISO 14825] Intelligent transport systems — Geographic Data Files (GDF) — GDF5.0

2. ダイナミックマップにおける高精度道路地図の意義

本節ではダイナミックマップと高精度道路地図の関係について説明する。

2.1. ダイナミックマップとは？

近年の交通分野では、車両に搭載されたセンサにより走行環境を認識し、ドライバへの警告や自動で危険を回避する高度な安全運転支援システム、自律走行を可能とする自動走行システムの研究・開発が加速している。また、交通流の円滑化、環境負荷軽減などを目的として、車両と道路インフラが連携する、協調 ITS(Intelligent Transport Systems)の利用も活発化している。しかし、単体のセンサで認識できる範囲は非常に限定的（レーザレーダの場合、射程は約 120m）であり、手前の物体に遮られて奥の物体が検知できない等の問題もある。複数の車両や道路インフラの間で、道路上の事象を検出したセンサ情報を共有できるようにすることが、交通サービスを発展させていく上でますます重要となっている。

車載システムの進化に伴い、道路地図の高度化も必要となっている。これまでの車載システムでは、道路地図を目的地までの経路を案内するナビゲーションに主に用いてきた。それに加えて今後は、自動運転システムが自車両の位置を推定するための情報として、周辺の地形・建物の凹凸などの空間特徴量を提供することや、車両や道路インフラから得られたセンサ情報に対して、交通ルール上の意味付け（どのレーン上の事象なのか、そのレーンと自分のいるレーンとはどういう関係なのか等）を提供することなど、新たな役割が道路地図に期待されるようになっている。そのようなニーズに応えるための高精度道路地図の作成に向けて、国内外の様々な組織で仕様検討や試作が行われている。

高精度の道路地図上に、センサなどから得た交通データ（動的情報、準動的情報、準静的情報）を重ねて、位置参照方式を用いてお互いに紐づけられるようにしたデータ集合は「**ダイナミックマップ**」と呼ばれている。ヨーロッパで提案された当初は、車両周辺の情報を扱うローカルダイナミックマップとして検討されてきたが、現在は広域を扱うように概念が拡張されており、ダイナミックマップは、自動走行システム等の高度な交通サービスを支えるために必要な情報基盤と位置づけられている。以下はダイナミックマップを構成する各種情報の代表例である。

- 静的情報：道路地図
- 準静的情報：標識、ランドマーク、路側設備など
- 準動的情報：渋滞、道路工事、路面状態など
- 動的情報：移動体（車両、人など）の位置情報、信号の情報など

本書で扱う名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットは、ダイナミックマップにおける静的情報にあたる。

2.2. 高精度道路地図が満たすべき要件

道路地図は、これまでのナビゲーション用途に加えて、安全運転支援や自動運転を目的とした新たな用途に用いられることになる。そのため、従来とは異なる要件が増えている。

- **用途に合わせた詳細度の選択ができること：**

ナビゲーション、安全運転支援、自動運転はどれも道路地図を用いることでは共通であるが、求める情報の詳細度には違いがある。出発地から目的地までのルートを計算するのであれば、広い範囲の道路と交差点の情報が必要であるが、各道路や車線の細かい形状までは不要である。一方、実際に道路内を走行中の車両に対してレーン変更の支援や合流時の調停を行うには、各車両が道路内のどの車線にいるのか、交通ルールの観点からお互いにどのような関係にあるのかを把握できなければならない。また、自動運転では障害物との衝突回避に、自車両周辺の空間の細かな形状までの情報が必要である。さらに SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)などによる自己位置推定のためには、周辺の地形の細かい凹凸などの情報も必要とする。このように道路地図といっても用途に応じて異なる詳細度の情報が求められる。一般にこれらの情報を混在させて運用することは、検索効率や情報管理の面からも望ましくないため、用途ごとに利用側が詳細度を選択できることが求められる。

- **車線情報を明示的に扱えること：**

従来の道路地図でも、車線に関する情報を一部扱ってはいた。ただし、「この道路は 3 車線道路である」などのように道路に付与された属性情報としての扱いであり、各車線を独立した地理オブジェクトとして扱うことはなかった。道路上の車両同士の位置関係の把握や、道路上の走行ルートの計算などを行う上では、車線に関する詳細情報を明確に扱えることが必要となっている。車線の形状や、車線同士の関係、車線内や交差点内における走行軌跡計算のための指標となる情報などを入れ込めることが望ましい。

- **歩道や駐車場から道路へ出入りするポイントを扱えること：**

走行時に警戒しなければならないことの 1 つとして、歩行者や自転車などの移動体による道路への突然の合流がある。駐車場や建物からの出入口、横断歩道はもちろんのこと、歩道と車道の間を柵や植え込みで明確に移動制限していない場所のように、他の移動体が進入してくる可能性が高いポイントは、重点的に警戒が必要である。自動車への情報提供を主とした道路地図であっても、歩行者・自転車がどこから道路へ入ってくる可能性があるのかを把握できることが望ましい。道路地図にそれらの情報が取り込まれることで、安全に配慮した運転支援や自動走行が可能となる。

- **動的情報との情報統合が容易であること：**

緯度経度の座標情報や、座標間の直線距離の情報がわかるだけでは、情報同士の関連付けには十分でない。例えば、距離は近くても「同じ車線上の現象」なのか「対向車線上の現象」なのかで、意味が全く変わってくる。道路地図と対応を取ることで、センサーデータなどの動的情報に対して空間的な意味だけでなく、交通ルール上の意味を与えられる。また、道路地図を単体で利用するための機能だけではなく、道路地図と他の情報との情報統

合のための機能が求められる。道路地図にアクセスする機能と、道路地図と動的情報との対応付けを行う機能が、それぞれ無関係な設計に基づいて提供されるよりも、データベース管理システム(DBMS)やデータストリーム管理システム(DSMS)などの汎用データ処理機構の枠組みの中へ取り込み、情報統合が行える方が望ましい。

名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットは、これらの点を考慮して設計されている。

3. 名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットの構成

2.2 節で述べた通り、交通アプリケーションごとに道路地図に求められる詳細度が異なっている。そのため、名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットでは、詳細度の異なる 3 レベルの道路情報を扱う。このうち 2 つのレベルでは、道路地図の国際標準の 1 つである GDF5.0(Geographic Data Files 5.0)をベースにしている。

- **リンクレベル：**

各交差点をノード、交差点間を結ぶ道路を一本のリンクとするグラフデータで表現する。従来のナビシステムの経路探索等で用いられるものと同等の道路情報で、現行の GDF 5.0 などをそのまま用いることを想定している。そのため、本書では解説しない。

- **レーンレベル：**

各道路のレーン（車線）1 本 1 本について区別された詳細度を持つ道路情報である。こちらもグラフデータである。運転支援や自動運転などの高度交通アプリケーションにおいては、各レーンについての情報が不可欠であり、特に重要な道路表現である。交差点内についても、交差点内の領域をどのように走行すべきかの目安となる走行軌跡の情報を持つ。レーンレベルの道路地図のデータ表現のために、GDF 5.0 を拡張している。

- **道路形状レベル：**

カメラやレーダー、ライダーによって観測した生データ相当の情報である。点群や画像の形式として表現される。物体の自己位置推定や、ガードレールとの衝突判定など、厳密な精度が必要な場合に用いられる。道路形状レベルのデータ表現として、レーダーやライダーからのデータは点群または生データそのものであり、カメラからのデータは画像や動画の既存の標準フォーマットをそのまま用いる。

次節以降ではレーンレベルのデータ表現を中心に説明する。

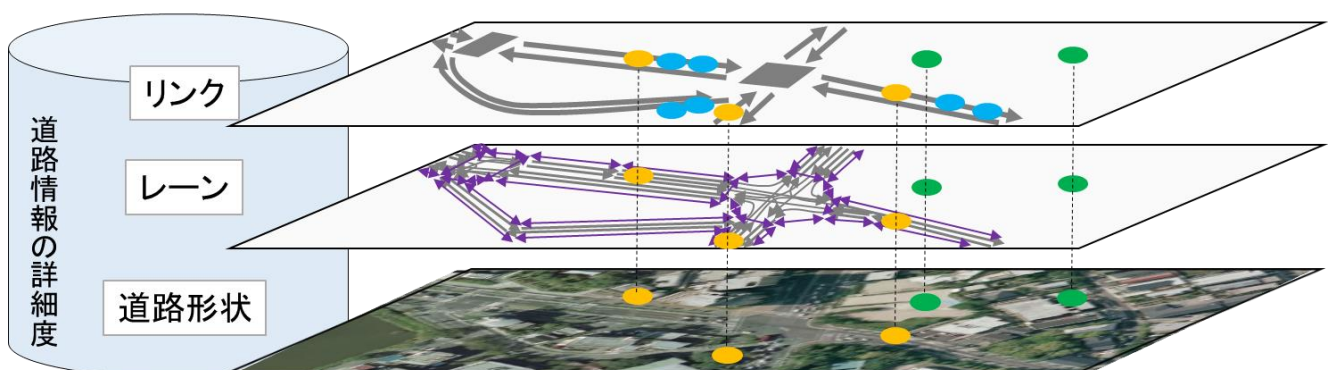


図 1 詳細度に応じたレベル分け

4. レーンレベル道路地図のデータ表現

4.1. 基本知識 : GDF5.0 のデータ表現

まず GDF5.0 の基本事項として、Feature、Attribute、Relationship について説明する (図 2)。

- **Feature :**

GDF5.0 では、地図上のオブジェクトはすべて Feature と呼ばれている。道路には Road、交差点には Intersection などのように Feature が定義されている。データ表現としての Feature には 4 種類の**カテゴリ**があり、**点、線、面**、およびそれらの組み合わせ(**複合**)で表現される。前述の Road や Intersection は複数の点と線からなる複合 Feature である。ユーザ定義の Feature を追加することも可能である。

- **Attribute :**

各 Feature は Attribute と呼ばれる属性情報を複数持つことができる。道幅や傾斜などは Attribute として表現される。ユーザ定義の Attribute を追加することもできる。

- **Relationship :**

2 個以上の Feature 間の特殊な関係を表すために Relationship を記述することができる。道路の枝分かれを表す Fork などの関係が定義されている。Relationship 内で各 Feature がどのような役割を果たしているかは、**ロール**というラベル情報として Feature に付与される。Relationship にも Attribute を付与できる。ユーザ定義の Relationship も追加可能である。

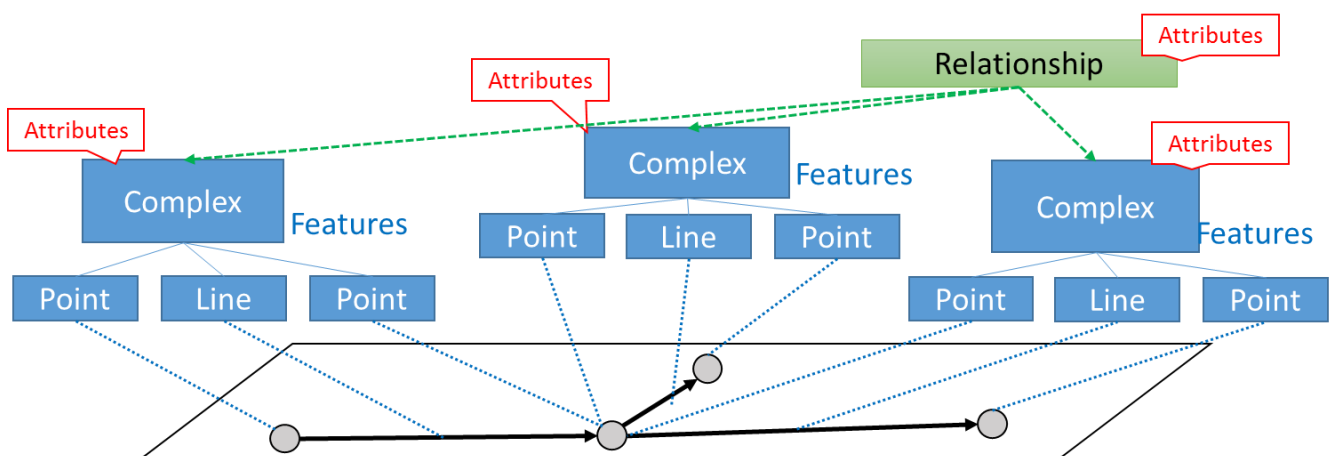


図 2 GDF5.0 のデータ表現

4.2. レーンのデータ表現

名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットでは、各道路のレーン（車線）1本1本について区別された詳細度を持ち、交差点内についても法律的に走行するところはレーンとして記述する。

レーンのデータ表現としては、GDF5.0 のユーザ定義 Feature の枠組みを利用して、新たにレーン情報を表す Feature である **Lane** を導入している。Lane は、以下の2つの Feature を子にもつ複合カテゴリの Feature である。

- **走行目安線 (Lane Line) :**

そのレーンにおける、中心を通る線、または走行時の目安となる軌跡情報である。線カテゴリの Feature として表現される。走行目安線は自動運転システムが走行軌跡を生成する際に利用される。

- **走行可能領域 (Lane Area) :**

そのレーン内において、法律的に車両が走行できる領域を表す面情報である。面カテゴリの Feature として表現される。走行可能領域の利用用途として、例えば車線上の障害物を車線変更せずに通り抜けられるかの判断などがある。また、センサ情報が得られた際に、どのレーン上での事象であるのかを対応付けする場合にも、走行可能領域を用いて包含関係を判定するなどの使い方ができる。

図3 上部は、Lane を用いた表現例である。横断歩道(Pedestrian Crossing)や通常の歩道 (Pedestrian) も Lane と同様なデータ表現で記述する。レーン間については4.4 節で述べる。

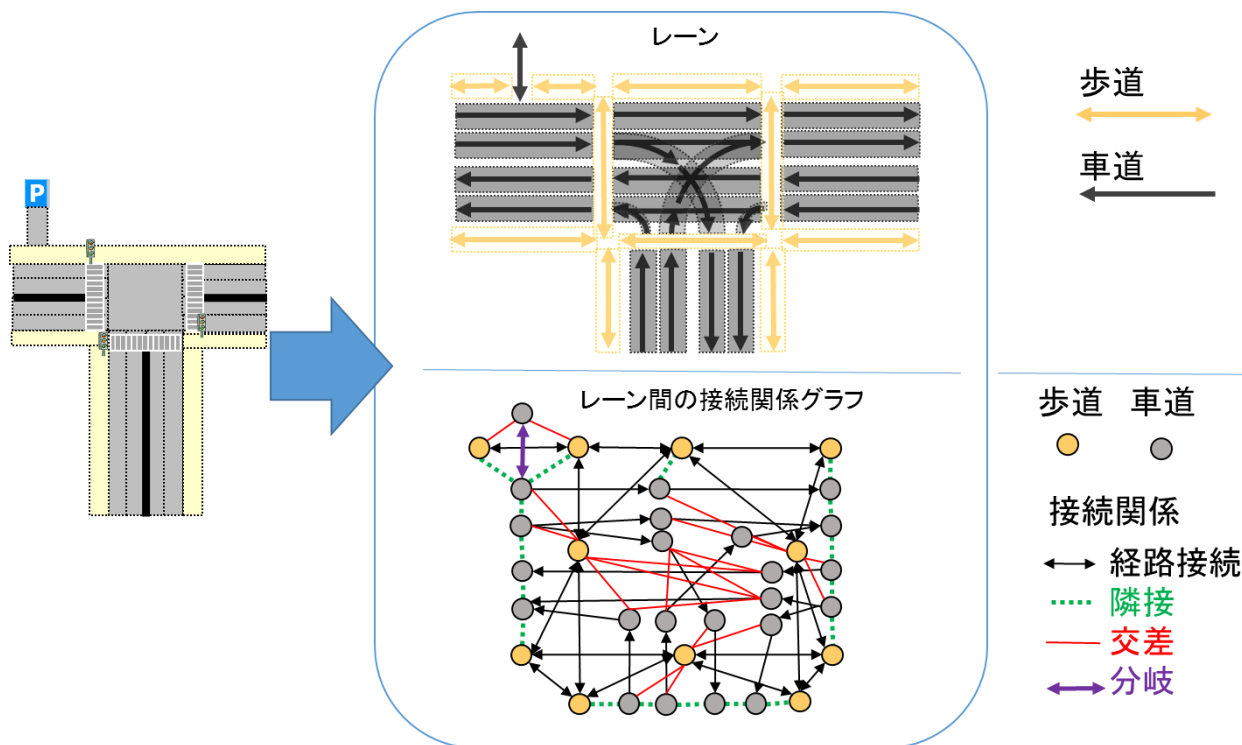


図3 レーン表現及びレーン間関係

4.3. レーンの属性情報

Lane には車線幅などの属性情報を付与することができる。これは GDF5.0 の Attribute の機能を使って表現する。詳細はデータ格納方式の節で述べる。

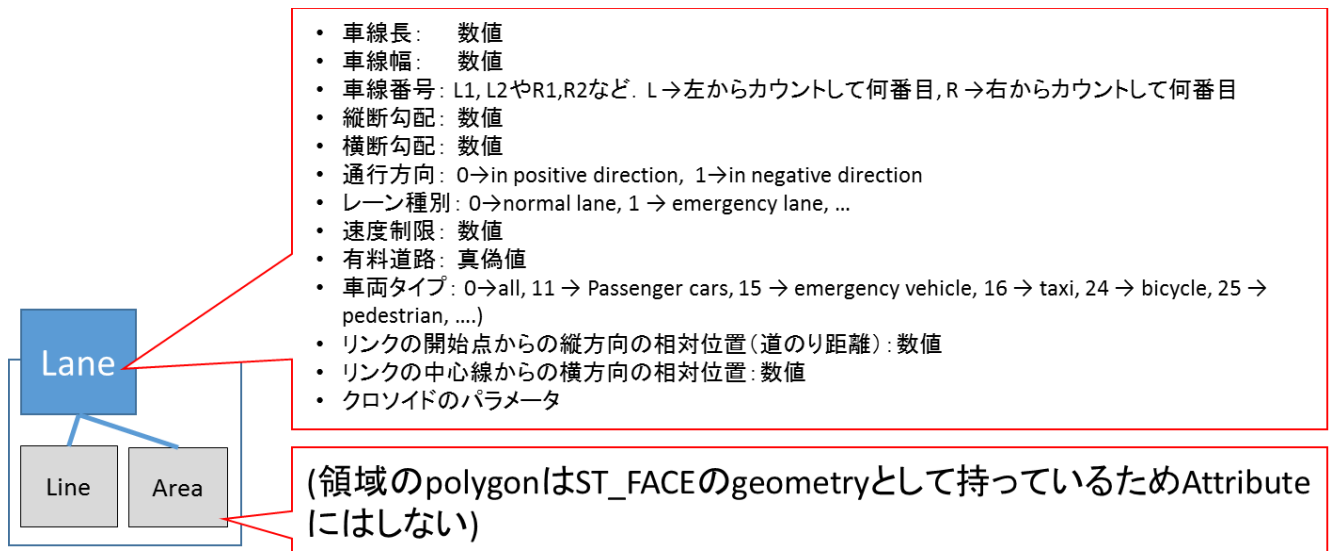


図 4 レーンの属性情報

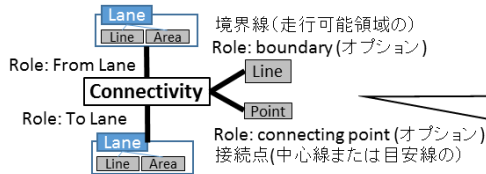
4.4. レーン間関係のデータ表現

名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットでは、レーン同士の関係を明示的にデータとして保持する。図 3 下部はレーン同士の関係をグラフ表現で記述したものである。レーン同士の関係として下記の 4 種類を想定している。

- **経路接続 (Connectivity) :**
車線変更などの措置を行わなくても通常の走行で移動できるレーン同士の関係を表す。
- **交差 (Crossing) :**
衝突の可能性をもつレーン同士の関係を表す。衝突予測などを行う際に、可能性のある対象を絞り込むために用いる。交差位置などの情報を属性として持つ。
- **隣接 (Adjacency) :**
経路接続も交差もしていないが隣り合っているレーン同士の関係を表す。車線変更で行けるレーンだけでなく、隣接する歩道や対向車線もこの関係を用いて表す。属性として、間にある白線や中央分離帯、縁石、柵などの情報を持つ。
- **分岐 (Branch) :**
道路から駐車場への入り口など、交差点として扱うには細かすぎる枝分かれを表現する。分岐位置などの情報を属性として持つ。

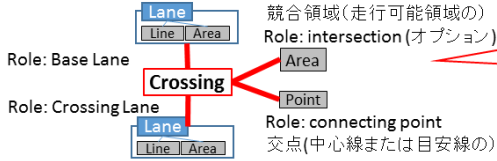
データ表現としては、GDF のユーザ定義 Relationship の枠組みを使って、Lane 同士の関係を表す Relationship を追加している (図 5) 。

経路接続



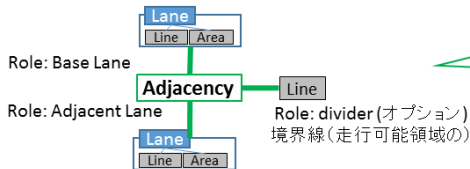
- 通行方向: 0 (From→To), 1 (To→From), 2 (To↔From)
- 優先か, 不優先か(他にも経路接続するLaneがある場合のみ付与)

交差



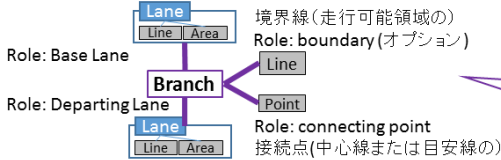
- 交差している場所の相対位置(ベースのLane上)
- 交差している方向(右・左・双方向)

隣接



- 隣接している方向(右・左)
- Divider (Attribute Composition)
 - 境界線の色: 1→白線, 2→黄色線
 - 境界の物体の高さ: 数値
 - 移動可能方向: 1→双方向, 2→右から, 3→左から
 - 境界線形状: 0→線なし, 1→破線, 2→二重線, ...
 - 境界種別: 3→法的な境界, 4→物理的な境界
 - 境界線の幅: 数値

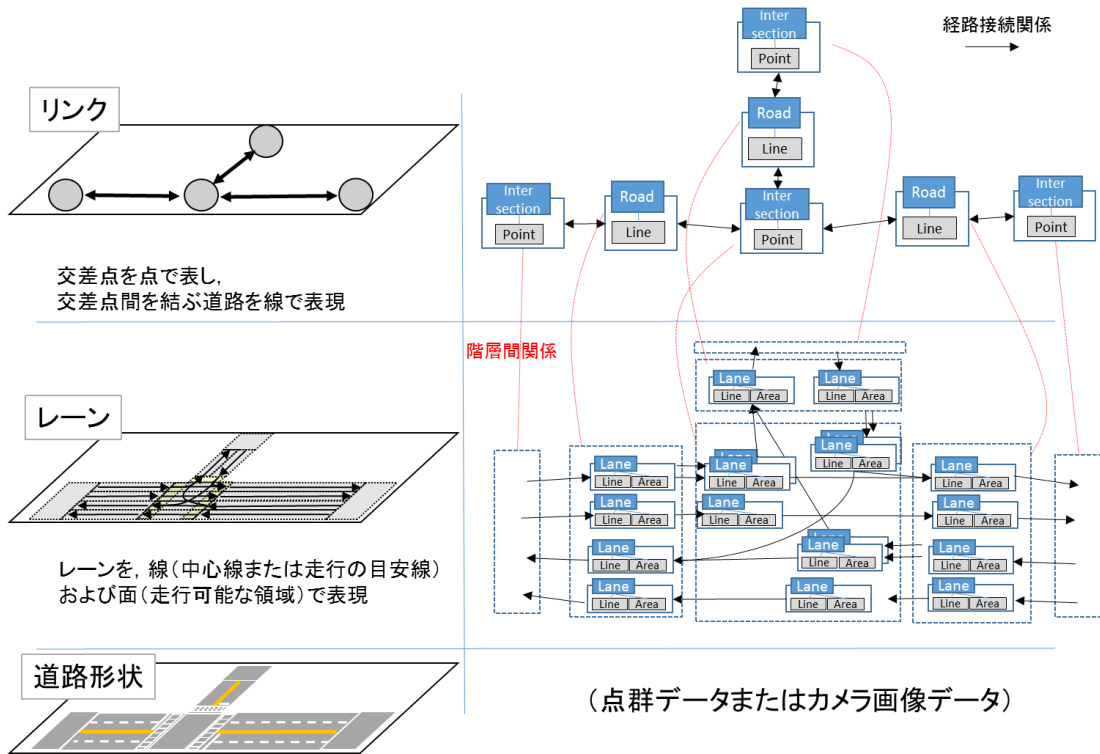
分岐



- 分岐している場所の相対位置(ベースのLane上)
- 分岐している方向(右・左)

図 5 レーン間関係のデータ表現

また、リンクレベルとレーンレベルの地図の間で詳細度を切り替えて利用しやすいように、階層間をまたいだ部品関係を設定する。これは独自の Relationship にはせず、GDF にもとからある Complex Feature の部品関係を使用して表現するものとする。



(点群データまたはカメラ画像データ)

図 6 Feature 間の階層構造

4.5. Lane の切り出し方基本ルール

1 つの Lane をどの程度の長さにするべきか、どういう状況であれば別のレーンに分けるようにするべきかは、基本的に地図作成者の裁量にゆだねられている。絶対の指標ではないが、大まかな方針として以下を示しておく。

- 各 Lane に対応する Road または Intersection が一意になるようにする
 - 同じ Lane が複数の Road や Intersection に属することはない
- 属性の値が変わる箇所では、別の Lane とする
 - 車線の本数が変わる場所
 - 車線幅が大きく変わる場所
 - カーブにおいてクロソイドパラメータ等が大きく変わる場所
 - 坂道において傾斜が大きく変わる場所
 - 速度制限など交通ルールが変わる場所
 - ◇ 「横断歩道前後 5m は駐停車禁止」などの一般的なルールで判断できるものでは区切らない
- Lane を区切らないケース
 - 横断歩道をまたぐ箇所でレーンを区切らない（交差関係を用いて記述）
 - 停止線の前後でレーンを区切らない
 - 駐車場の出入り口でレーンを区切らない（分岐関係を用いて記述）
- 車線数が増減するときの表現の仕方について
 - 移行区間の長さに応じて、表現の方法を変える
 - 長い場合（図 7 左）：
 - ◇ 重複した車線として表現し、前の車線から経路接続させる
 - ◇ 重複部分は隣接関係と交差関係として表現
 - 短い場合（図 7 右）：
 - ◇ 道路形状で吸収する
 - ◇ 経路接続関係は使わず、隣接関係として表現

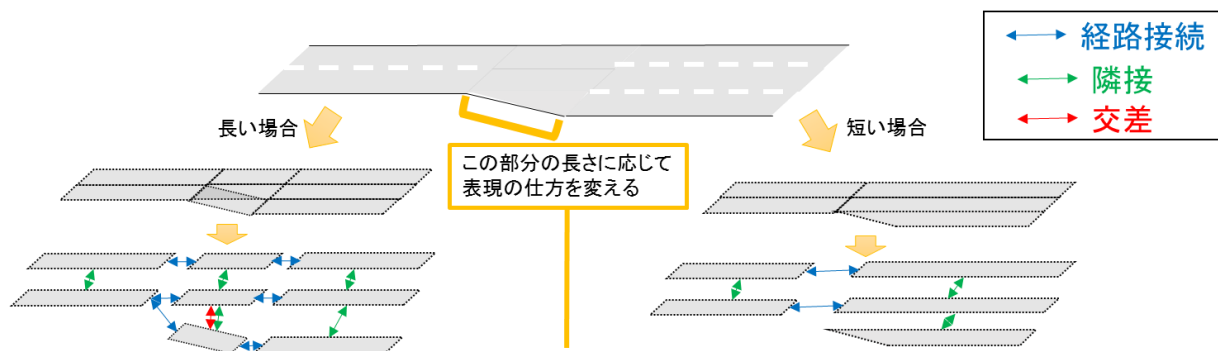


図 7 車線数が増減する際の表現

5. レーン以外の地物のデータ表現

ここでは、レーン以外の地物を名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットでどのように扱うかについて述べる。GDF5.0 に含まれている地物のデータ表現は基本的にそのまま利用可能ではあるが、信号などの一部の地物は、表現の細かさに不足があったため（信号ランプ単位で表現したいなど）、独自の Feature として拡張を行っている。

5.1. ポール

- 道路上に立つポール状の地物の基本型（図 8）
 - Feature 名： Pole
 - Feature カテゴリ： point(点)
 - ◇ ポールの起点を 3次元座標で表現する
- Attribute
 - Measured Length (LM)：ポールの起点からの長さ (GDF5.0 にもともとある属性)
 - Diameter (DA)：直径
 - Yaw Angle (YN)：ヨー角（起点からポールが伸びている方向を表現する）
 - Pitch Angle (PN)：ピッチ角（起点からポールが伸びている方向を表現する）

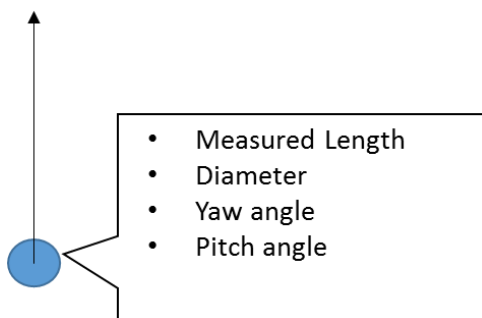


図 8 Pole

5.2. 信号と信号ランプ

- 信号情報（複数の信号ランプ構成を扱う、GDF からの拡張版の信号機情報）（図 9）
 - Feature 名： Extended Traffic Light
 - Feature カテゴリ： Complex(複合)
 - ◇ 子要素： Pole (0 個以上), Traffic Light Lamp (1 個以上)
 - Attribute
 - ◇ Traffic Light Type(LI)：信号種別（1: 車両, 2: 歩行者, 3: 車両歩行者兼用, 9: その他）
 - ◇ Yaw angle (YN)：ヨー角（信号が向いている方向を表現する）
 - ◇ Pitch angle (PN)：ピッチ角（信号が向いている方向を表現する）
- 信号ランプ情報
 - Feature 名： Traffic Light Lamp

- Feature カテゴリ: point(点)
 - ◇ 信号ランプの位置を表す点
- Attribute
 - ◇ Lamp Type(LY) : ランプ種別 (1: 赤, 2:青, 3: 黄, 4: 左矢印, 5: 直進矢印, 6 : 右矢印, 9:その他)

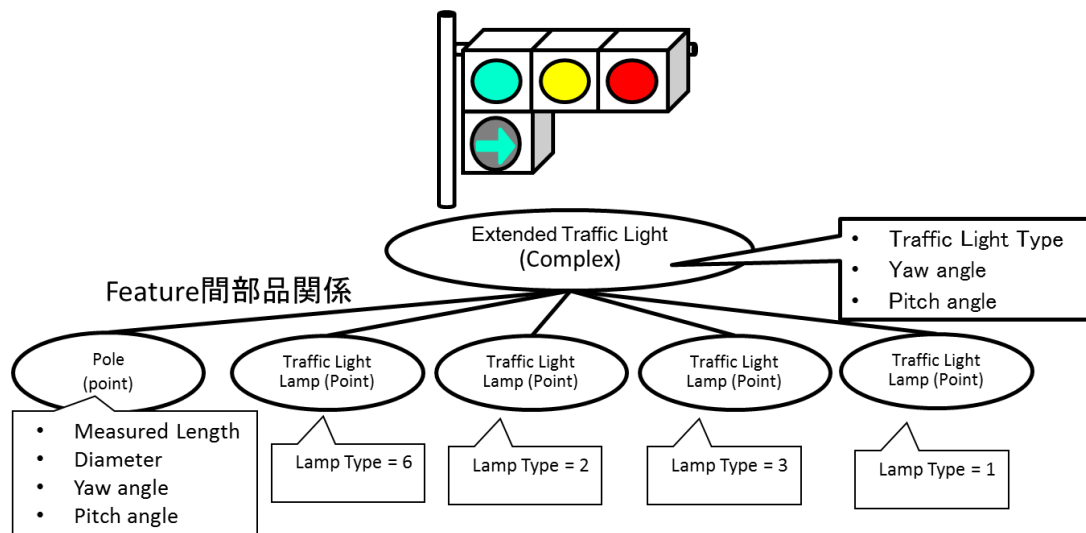


図 9 Extended Traffic Light

5.3. 標識

- ポールと標識部分からなる、GDF からの拡張版の標識情報 (図 10)
 - Feature 名 : Extended Traffic Sign
 - Feature カテゴリ : Complex(複合)
 - ◇ 子要素 : Pole (0 個以上), Traffic Sign (GDF5.0 の point feature)
 - Attribute
 - ◇ Yaw angle (YN) : ヨー角 (標識が向いている方向を表現する)
 - ◇ Pitch angle (PN) : ピッチ角 (標識が向いている方向を表現する)
 - ◇ Traffic sign class (TS) (GDF5.0 定義の attribute)
 - 50: 優先権, 51: 方向, 55: 停車禁止, 56: 警告 (詳細は GDF5.0 の定義に基づく)
 - ◇ Symbol on traffic sign (SY) (GDF5.0 定義) 標識に現れるシンボルの種別
 - 0: all, 1: 単車, 2: 自動車, 3: 自動車 (トレーラーつき), 12: 自転車, 19: 歩行者, 40: Speed, 53: Height
 - 詳細は GDF5.0 の定義に基づく
 - ◇ Other textual content of traffic sign (CT)(GDF5.0 定義) 標識文字列

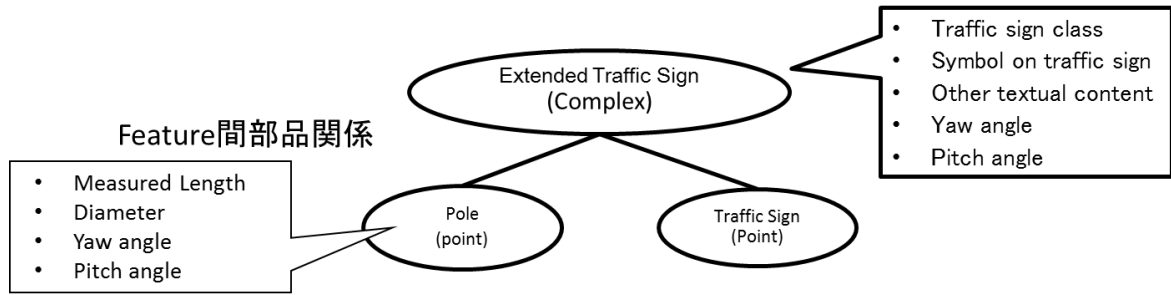


図 10 Extended Traffic Sign

5.4. 路面マーク

- 中心点と形状で構成された、拡張版の路面マーク情報（図 11）
 - Feature 名： Extended Road Markings
 - Feature カテゴリ： Complex(複合)
 - ◇ 子要素： Road Markings(1 個), Road Marking Shape (1 個以上)
 - Attribute
 - ◇ GDF5.0 の Road Markings につけられる属性に準拠する
- 路面マーク中心点
 - Feature 名： Road Markings (GDF5.0 に存在する Point Feature と同じ)
- 路面マーク形状
 - Feature 名： Road Marking Shape
 - Feature カテゴリ: area(面)

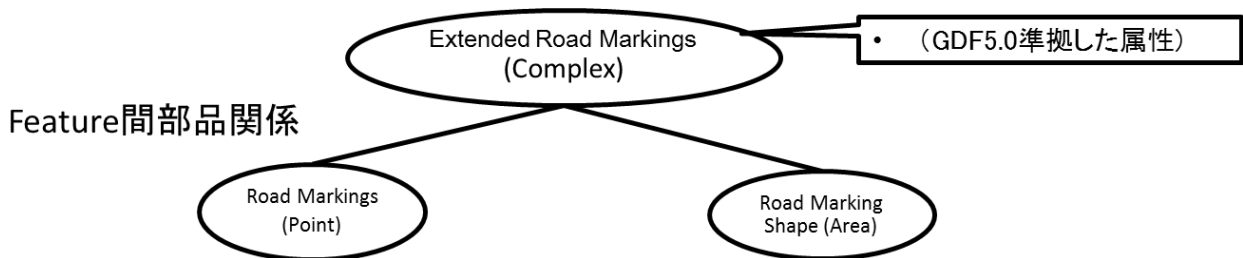


図 11 Extended Road Markings

5.5. 交差点領域

- 交差点領域情報（図 12）
 - Feature 名： Intersection Area Shape
 - Feature カテゴリ: area(面)
 - ◇ リンクレベルの Feature である Intersection の子要素（部品関係）として追加
 - ◇ どこから交差点領域の開始とするかは、地図作成者の裁量による

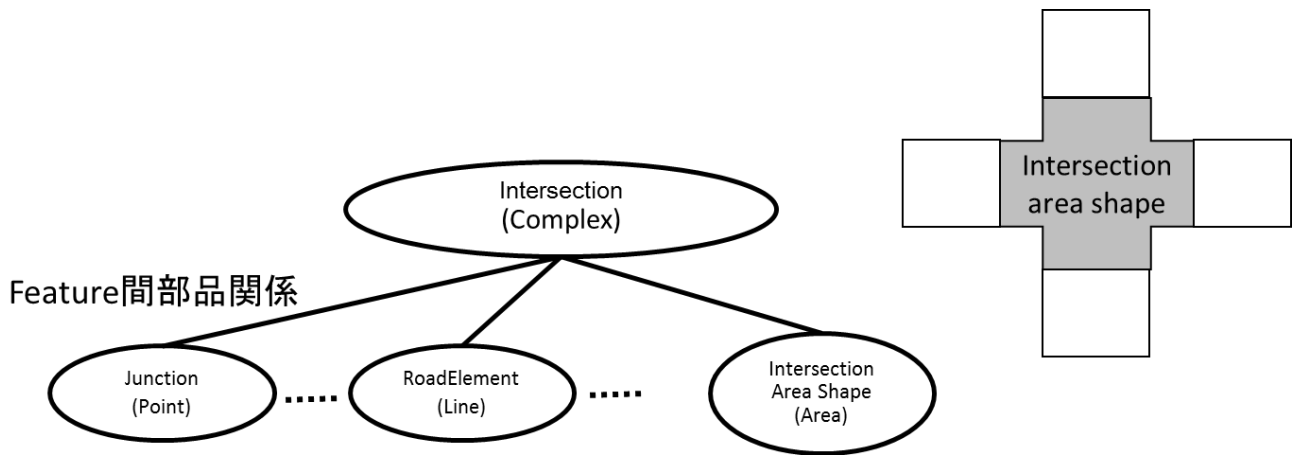


図 12 Intersection Area Shape

5.6. 停止線

- 線形状で構成される、停止線情報 (図 13)
 - Feature 名 : Stop Line
 - Feature カテゴリ : Line(線)
 - ◇ Line(線)カテゴリの Feature として、線形状の情報は常に持つ。追加として、始点・終点にあたる点 Feature への参照を持つことができ、Shape Description Point(点カテゴリ)を、from と to から参照する

線形状データのみの場合



始点終点を点Featureとして記述する場合

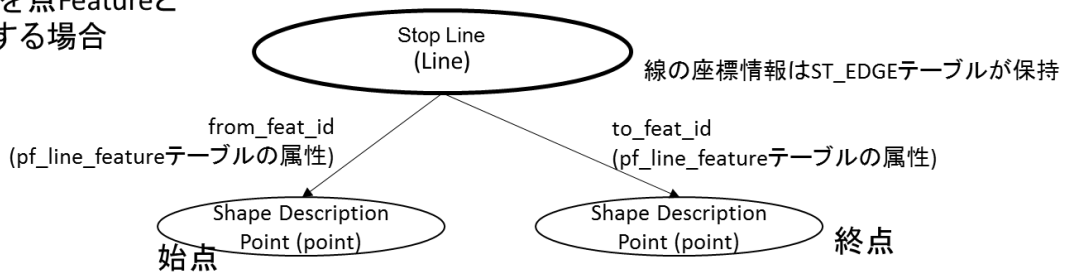


図 13 Stop Line

5.7. 歩道

- 中心線と形状で構成される、歩道情報 (図 14)
 - Feature 名 : Extended Pedestrian
 - Feature カテゴリ : Complex(複合)
 - 子要素 : Pedestrian Line (1 個以上), pedestrian area (1 個以上)

- 歩道中心線
 - Feature 名 : Pedestrian Line
 - Feature カテゴリ: line (線)
- 歩道形状
 - Feature 名 : pedestrian area
 - Feature カテゴリ: area(面)

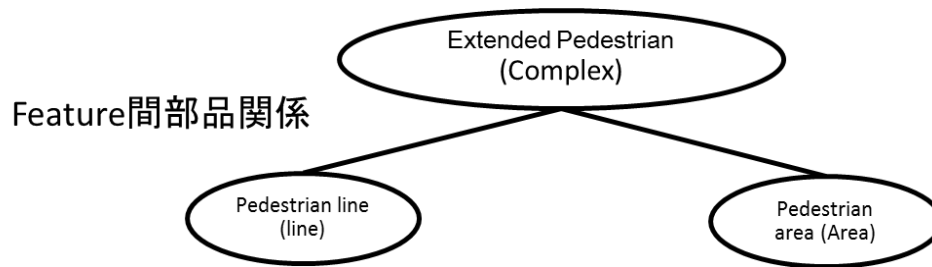


図 14 Extended Pedestrian

5.8. 横断歩道

- 中心線と形状で構成される、横断歩道情報 (図 15)
 - Feature 名 : Extended Pedestrian Crossing
 - Feature カテゴリ : Complex(複合)
 - ◇ 子要素 : Pedestrian line (1 個以上), pedestrian area (1 個以上), pedestrian crossing marking shape(1 以上)
- 横断歩道中心線
 - Feature 名 : Pedestrian line
 - Feature カテゴリ: line (線)
- 横断歩道領域 (ゼブラ模様的外形)
 - Feature 名 : pedestrian area
 - Feature カテゴリ: area(面)
- 横断歩道形状 (模様ごと)
 - Feature 名 : pedestrian crossing marking shape
 - Feature カテゴリ: area(面)
 - Attribute
 - ◇ Pedestrian crossing markings type (XM): 種別(0:外枠, 1:縞模様, 2:自転車通行帯)

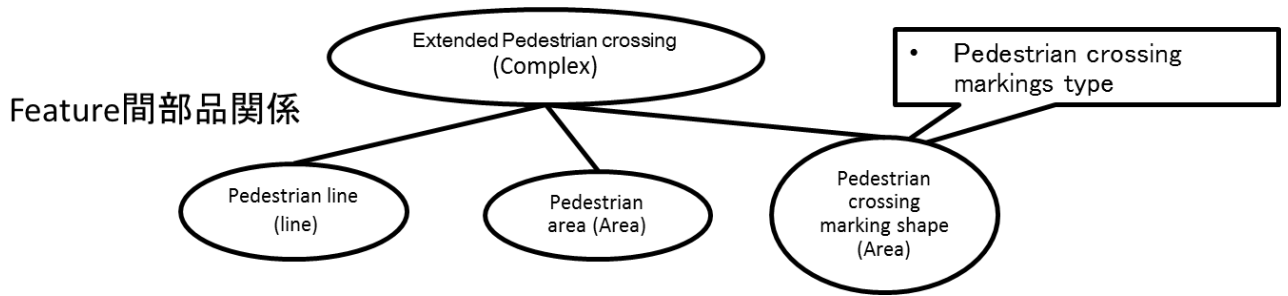
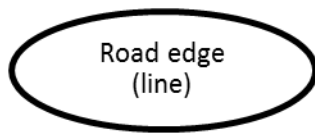


図 15 Extended Pedestrian Crossing

5.9. 道路縁

- 道路縁の線形情報 (図 16)
 - Feature 名 : Road edge
 - Feature カテゴリ : line(線)
 - ◇ Line(線)カテゴリの Feature として、線形状の情報は常に持つ。追加として、始点・終点にあたる点 Feature への参照を持つことができ、Shape Description Point(点カテゴリ)を、from と to から参照する

線データのみの場合



始点終点を点Featureとして記述する場合

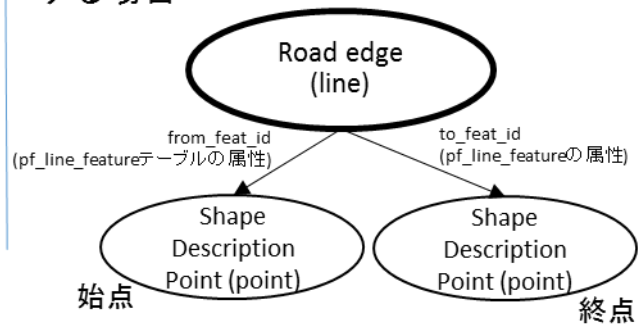


図 16 Road Edge

5.10. 縁石

- 縁石の線形情報 (図 17)
 - Feature 名 : Curb
 - Feature カテゴリ : line(線)
 - ◇ Line(線)カテゴリの Feature として、線形状の情報は常に持つ。追加として、始点・終点にあたる点 Feature への参照を持つことができ、Shape Description Point(点カテゴリ)を、from と to から参照する
 - Attribute
 - ◇ Height (HT) : 縁石ブロックの高さ
 - ◇ Width (WI) : 縁石ブロックの厚み

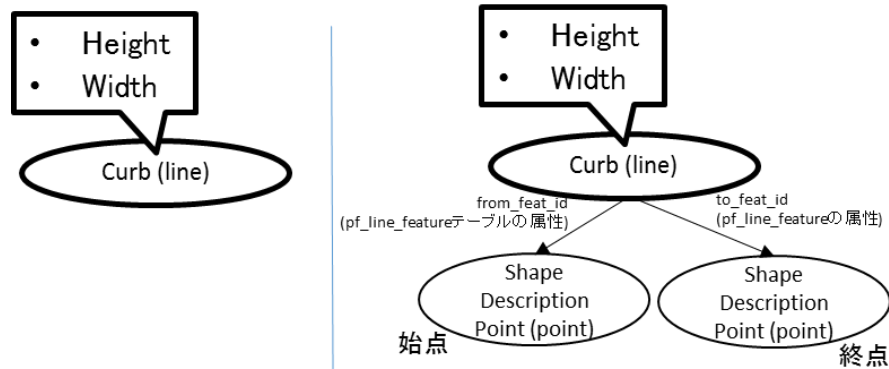


図 17 Curb

5.11. 側溝

- 側溝の領域情報 (図 18)
 - Feature 名 : Gutter
 - Feature カテゴリ : area(面)
 - Attribute
 - ◇ Gutter Type (GU)
 - 0: 蓋なし, 1: フタあり, 2: グレーチング



図 18 Gutter

5.12. 電柱と街灯

- 電柱は pole で表現する
- GDF からの拡張版の街灯情報 (図 19)
 - Feature 名 : Extended Lighting
 - Feature カテゴリ : Complex(複合)
 - ◇ 子要素は Lighting (GDF5.0 の point feature), Lighting lamp(街灯ランプ部分だけの線表現), pole(街灯のまっすぐなポール部分)
- 街灯ランプ部分
 - Feature 名 : Lighting Lamp
 - Feature カテゴリ : line(線)
 - 始点終点を Feature として記述する場合には, Shape Description Point を使う

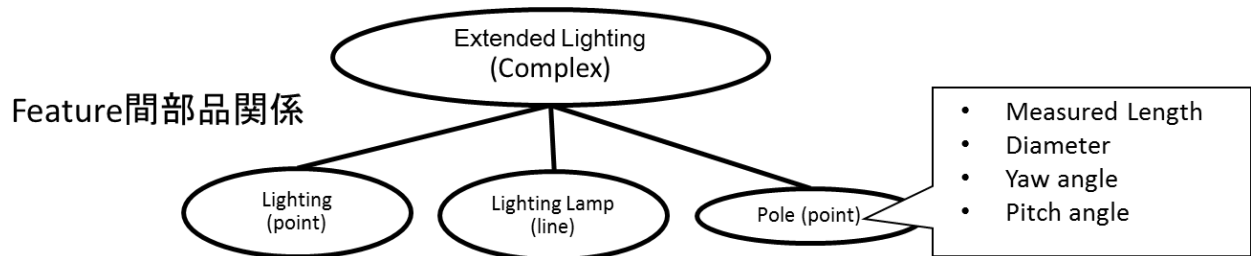


図 19 Extended Lighting

5.13. ガードレール

- ガードレール情報 (図 20)
 - Feature 名 : Guard rail
 - Feature カテゴリ : area(面)
 - Attribute
 - ◇ Guard rail Type (GR): 0 板羽根, 1 パイプ

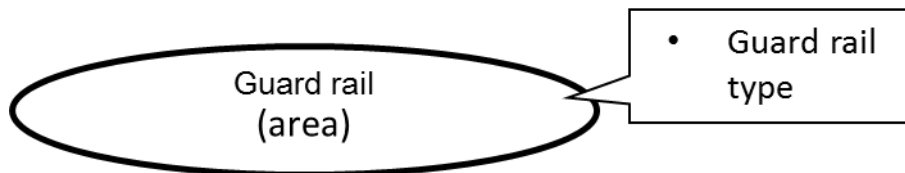


図 20 Guard Rail

5.14. ゼブラゾーン

- ゼブラゾーン情報 (図 21)
 - Feature 名 : Zebra zone
 - Feature カテゴリ : area(面)

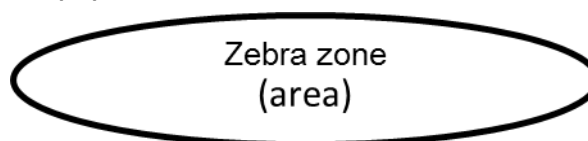


図 21 Zebra Zone

5.15. 信号と停止線とレーンの対応を表す Relationship

- 信号と停止線とレーン (進入側)の対応を表す Relationship (図 22)
 - Relationship 名 : Traffic Light Regulation for Lane
 - Role
 - ◇ Traffic Light : この Relationship に関連付ける信号
 - ◇ Stop Line : この Relationship に関連付ける停止線
 - ◇ Lane : この Relationship に関連付ける Lane

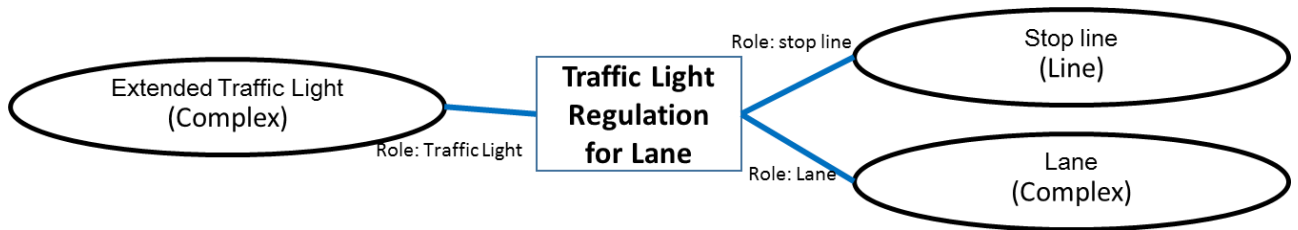


図 22 Traffic Light Regulation for Lane

5.16. 標識と停止線とレーンの対応を表す Relationship

- 標識と停止線とレーンの対応を表す Relationship (図 23)
 - Relationship 名 : Traffic Sign Regulation for Lane
 - Role
 - ◇ Traffic Sign : この Relationship に関連付ける標識
 - ◇ Stop Line : この Relationship に関連付ける停止線
 - ◇ Lane : この Relationship に関連付ける Lane

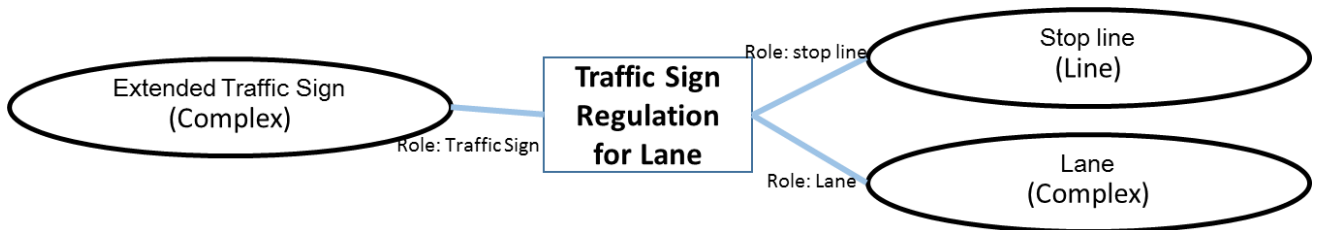


図 23 Traffic Sign Regulation for Lane

5.17. レーンと関連地物との対応を表す Relationship

- レーンと関連地物との対応 (地物にとって最寄りのレーン等) を表す Relationship (図 24)
 - Relationship 名 : Feature Along With Lane
 - Role
 - ◇ Lane : この Relationship に関連付ける Lane
 - ◇ Feature along with lane : この Relationship に関連付ける Feature

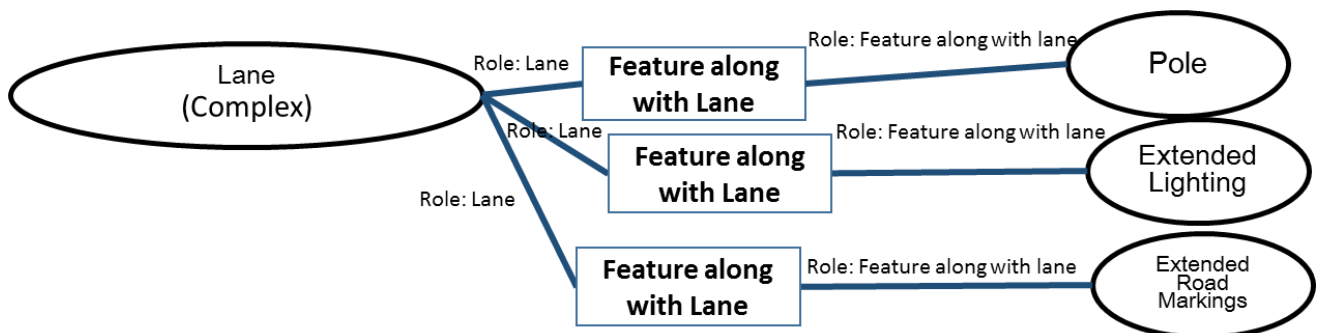


図 24 Feature Along With Lane

6. データの格納方法

GDF5.0 ではデータの格納方式として XML 形式と SQL 形式（表構造）を規定しているが、名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットでは、SQL 形式の方を採用している（図 25）。SQL 形式を選んだ理由は、RDBMS へのデータの格納ができることで、データの検索や、他の種類の情報との統合利用を行いやすいためである。

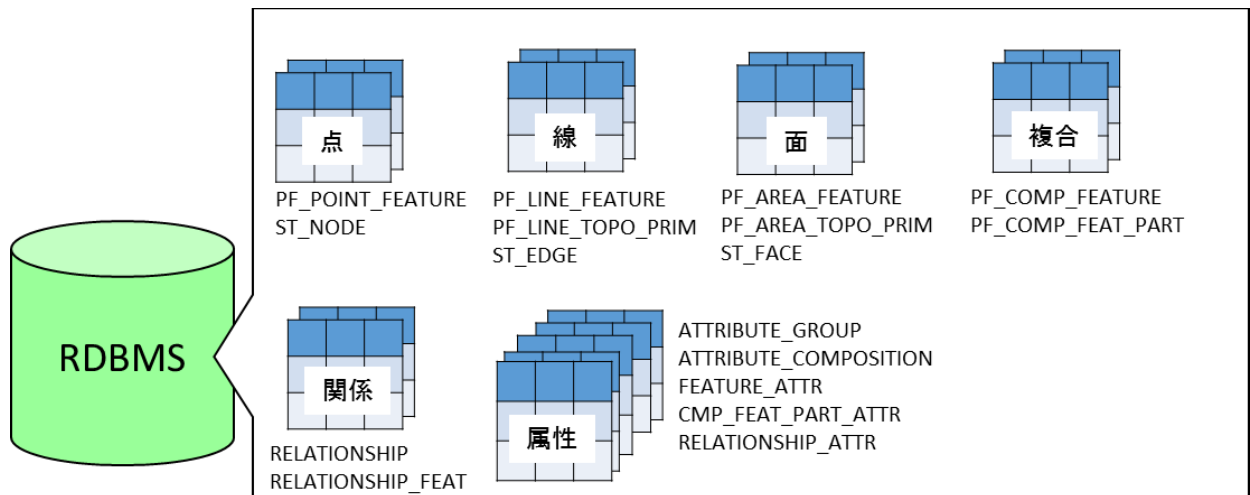


図 25 テーブル一覧

なお、GDF5.0 に含まれる下記の機能は、扱いが煩雑になるため現状の版では省略している。

- データ分割のための機能 Datasets, Layers, Sections (DLS), split indicator
- メタデータを表すための機能 Producer, Source, Publication, Network spec., …
- 多言語対応

6.1. 点カテゴリの Feature の格納方法

地図上で点として表現される地物は、点カテゴリの Feature として表現される。データは二つのテーブルに跨って格納されている（図 26）。図中の属性名に下線が引かれているものは、そのテーブルのキーを表す。

- PF_POINT_FEATURE :
Feature 固有の ID や、Feature のクラスを表すクラスコードを保持するテーブル。
- ST_NODE :
空間データとしての点情報を格納するテーブル。点座標はデータベースの空間データ型を使用して格納する。

テーブル: PF_POINT_FEATURE

属性名	データ型	説明
<u>FEAT_CATEGORY_NUM</u>	INTEGER	Featureカテゴリ
<u>FEATURE_ID</u>	INTEGER	Feature ID
FEATURE_CLASS_CODE	CHAR(4)	Featureクラス
NODE_ID	INTEGER	ST_NODEへの参照キー

1: point
2: line
3: area
4: complex

- '4120': Junction
- '7210': Signpost
- '7220': Traffic Sign
- '7230': Traffic Light
- '7240': Pedestrian Crossing
- '7251': Environmental Equipment
- '7252': Lighting
- '7254': Road Markings
- '8210': Pole
- '8231': Traffic Light Lamp
- '8241': Lighting Lamp
- '8410': Shape Description Point

テーブル: ST_NODE

属性名	データ型	説明
<u>NODE_ID</u>	INTEGER	ID (ST_Node内でユニーク)
GEOMETRY	ST_POINT	座標情報
CONTAINING_FACE	INTEGER	切り離されたノードならface idを、それ以外はNULL

参考: GDF5.0仕様書付録A.1

図 26 Point Feature

6.2. 線カテゴリの Feature の格納方法

地図上で線として表現される地物は、線カテゴリの Feature として表現される。データは三つのテーブルに跨って格納されている (図 27)。

- PF_LINE_FEATURE :
Feature 固有の ID や、Feature のクラスを表すクラスコードを保持するテーブル。
- ST_EDGE :
空間データとしての線情報を格納するテーブル。線情報はデータベースの空間データ型を使用して格納する。
- PF_LINE_TOPO_PRIM :
PF_LINE_FEATURE と ST_EDGE の対応関係を保持するためのテーブル。

テーブル: PF_LINE_FEATURE

属性名	データ型	説明
FEAT_CATEGORY_NUM	INTEGER	Featureカテゴリ
FEATURE_ID	INTEGER	ID
FEATURE_CLASS_CODE	CHAR(4)	Featureクラス
END_ELEVATION	INTEGER	標高
FROM_FEAT_CATEGORY	INTEGER	始点のFEATUREのカテゴリ
FROM_FEAT_ID	INTEGER	始点のFEATUREのID
TO_FEAT_CATEGORY	INTEGER	終点のFEATUREのカテゴリ
TO_FEAT_ID	INTEGER	終点のFEATUREのID

1: point
2: line
3: area
4: complex

'4110': Road Element
'4115': Pathway
'8130': Lane Line
'8160': Pedestrian Line
'8241': Lighting Lamp
'8260': Stop line
'8310': Road edge
'8311': Curb
'8312': Gutter

テーブル: PF_LINE_TOPO_PRIM

属性名	データ型	説明
FEAT_CATEGORY_NUM	INTEGER	Featureカテゴリ
FEATURE_ID	INTEGER	LINE_FEATUREの参照キー
SEQUENCE_NUMBER	INTEGER	複数edgeがある場合用
EDGE_ID	INTEGER	ST_EDGEへの参照キー
EDGE_ORIENTATION	INTEGER	0:時計回り, 1:反時計回り
START_ELEVATION	INTEGER	標高
INTERMED_ELEVATION	INTEGER	標高

テーブル: ST_EDGE

属性名	データ型	説明
EDGE_ID	INTEGER	ID
START_NODE	INTEGER	始点ノードID
END_NODE	INTEGER	終点ノードID
NEXT_LEFT_EDGE	INTEGER	隣接するエッジID (※)
NEXT_RIGHT_EDGE	INTEGER	隣接するエッジID (※)
LEFT_FACE	INTEGER	面ID (※)
RIGHT_FACE	INTEGER	面ID (※)
GEOMETRY	ST_CURVE	点の系列

(※) 始点から終点の方向を見た時の左右

図 27 Line Feature

6.3. 面カテゴリの Feature の格納方法

地図上で面として表現される地物は、面カテゴリの Feature として表現される。データは三つのテーブルに跨って格納されている (図 28)。

- PF_AREA_FEATURE :
Feature 固有の ID や、Feature のクラスを表すクラスコードを保持するテーブル。
- ST_FACE :
空間データとしての面情報を格納するテーブル。面情報はデータベースの空間データ型を使用して格納する。
- PF_AREA_TOPO_PRIM :
PF_AREA_FEATURE と ST_FACE の対応関係を保持するためのテーブル。

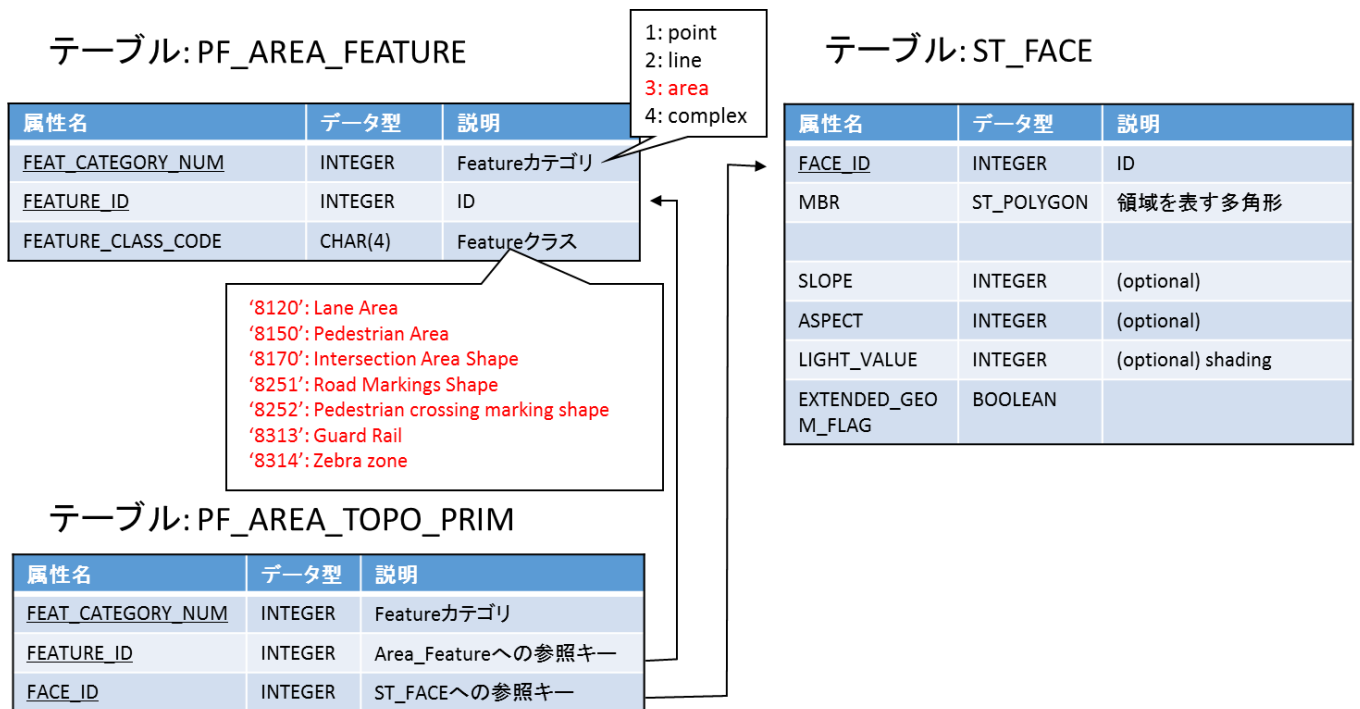


図 28 Area Feature

6.4. 複合カテゴリの Feature の格納方法

ある地物が、複数の Feature によって構成される場合は、複合カテゴリの Feature として表現される。ある複合 Feature と、それを構成する部品の Feature の関連を表すデータは、二つのテーブルに跨って格納されている (図 29)。

- PF_COMP_FEATURE :
Feature 固有の ID や、Feature のクラスを表すクラスコードを保持するテーブル。
- PF_COMP_FEAT_PART :
親となる複合 Feature とそれを構成する部品 Feature の関係を格納するテーブル。

テーブル: PF_COMP_FEATURE

属性名	データ型	説明
<u>FEAT_CATEGORY_NUM</u>	INTEGER	Featureカテゴリ
<u>FEATURE_ID</u>	INTEGER	ID
FEATURE_CLASS_CODE	CHAR(4)	Featureクラス
FROM_FEAT_CATEGORY	INTEGER	このFeatureを構成する最初のFeatureの情報
FROM_FEATURE_ID	INTEGER	このFeatureを構成する最初のFeatureの情報
TO_FEAT_CATEGORY	INTEGER	このFeatureを構成する最後のFeatureの情報
TO_FEATURE_ID	INTEGER	このFeatureを構成する最後のFeatureの情報

1: point
2: line
3: face
4: complex

'4140': Road
'4145': Intersection
'7245': Complex Pedestrian Crossing
'8110': Lane
'8140': Extended Pedestrian
'8145': Extended Pedestrian crossing
'8220': Extended Traffic Sign
'8230': Extended Traffic Light
'8240': Extended Road Markings

テーブル: PF_COMP_FEAT_PART

属性名	データ型	説明
<u>COMP_FEAT_CATEGORY</u>	INTEGER	本体Complex Featureカテゴリ
<u>COMP_FEATURE_ID</u>	INTEGER	ID
FEATURE_NUMBER	INTEGER	何番目の部品かを表す数字
FEATURE_CATEGORY_NUM	INTEGER	部品Featureカテゴリ
FEATURE_ID	INTEGER	部品FeatureID

図 29 Complex Feature

6.5. Relationship の格納方法

Feature 同士の関係である Relationship は、二つのテーブルに跨って格納される (図 30)。各 Feature が Relationship 内でどのような役割を果たしているのかは Role と呼ばれる情報で表現されている。

- RELATIONSHIP :
relationship 本体を表す。固有の ID と、relationship の種別の情報を保持するテーブル。
- RELATIONSHIP_FEAT :
relationship と各構成要素の Feature との対応関係を保持するテーブル。

テーブル: RELATIONSHIP

属性名	データ型	説明
RELATIONSHIP_ID	INTEGER	ID
REL_TYPE	CHAR(4)	relationshipのタイプ

'2110': Connectivity
 '9110': Crossing
 '9120': Adjacency
 '9130': Branch
 '9210': Traffic Light Regulation for Lane
 '9220': Traffic Sign Regulation for Lane
 '9230': Feature along with Lane

参考: GDF5.0仕様書 付録A.3

テーブル: RELATIONSHIP_FEAT

属性名	データ型	説明
RELATIONSHIP_ID	INTEGER	ID
ROLE_NUMBER	INTEGER	relationship内でFeatureの果たすロール(役)の番号
FEATURE_NUMBER	INTEGER	ロール内の何番目のFeatureかを表す値
FEAT_CATEGORY_NUM	INTEGER	Featureのカテゴリ
FEATURE_ID	INTEGER	FeatureのID

Connectivity 1. From Lane 2. Connecting point 3. Boundary 4. To Lane	Traffic Light Regulation for Lane 1. Lane 2. Traffic Light (extendedの方) 3. Stop Line
Crossing 1. Base Lane 2. Connecting point 3. intersection 4. Crossing Lane	Traffic Sign Regulation for Lane 1. Lane 2. Traffic Sign (extendedの方) 3. Stop line
Adjacency 1. Base Lane 2. Divider line 3. Adjacent Lane	Feature along with lane 1. Lane 2. Feature along with lane
Branch 1. Base Lane 2. Connecting point 3. Boundary 4. Departing lane	

図 30 Relationship

6.6. Attribute の格納方法

属性情報である Attribute は、Feature、Relationship ごとにグループ化 (Attribute Group, AG)された状態で格納される (図 31)。

- ATTRIBUTE_GROUP :
Attribute Group ごとにユニークな Attribute ID が割り振られ、その ID 情報を格納するテーブル。
- ATTRIBUTE_COMPOSITION :
そのグループに属する各 Attribute の情報を保持するテーブル。Attribute の種別は、属性 AV_TYPE_CODE が保持している。

Attribute Group と、Feature や Relationship との関係はそれぞれごとに 4 種類のテーブルで保持されている (図 32)。

- FEATURE_ATTR :
Feature と Attribute Group の対応関係を保持するテーブル。
- RELATIONSHIP_ATTR :
Relationship と Attribute Group の対応関係を保持するテーブル。
- CMP_FEAT_PART_ATTR :
Complex Feature 内の部品関係と Attribute Group の対応関係を保持するテーブル。
- RELATION_FEAT_ATTR :
Relationship の各 Role と Attribute Group の対応関係を保持するテーブル。

テーブル: ATTRIBUTE_GROUP

属性名	データ型	説明
ATTRIBUTE_ID	INTEGER	Attribute Group ID

テーブル: ATTRIBUTE_COMPOSITION

属性名	データ型	説明
ATTRIBUTE_ID	INTEGER	ID
SCOPE_LEVEL	INTEGER	木の深さを表す
COMPOSITION_NUMBER	INTEGER	調査中
SEQUENCE_NUMBER	INTEGER	何番目の枝かを表す
PARENT_SCOPE_LEVEL	INTEGER	親の Attribute composition についての情報
PARENT_COMP_NUMBER	INTEGER	
PARENT_SEQ_NUMBER	INTEGER	
AV_ATTR_VALUE	VARCHAR	
AV_TYPE_CODE	CHAR(2)	Attribute 種別

参考: GDF5.0仕様書 付録A.2 (+拡張)

'DZ': Divider Colour (1: white, 2: yellow)	'LR': Length of Road Element(数値)
'DH': Divider Height (数値)	'CT': other textual content of traffic sign
'DX': Divider Impact (1:双方向, 2:右から, 3:左から)	'WI': Width (数値)
'DM': Divider Marking (0: no line, 1:dashed line,...)	'EV': Lane Type(0: normal lane, 1: emergency lane, ...)
'DT': Divider Type (3: legal, 4: physical)	'SY': Symbol on Traffic Sign
'DW': Divider Width (数値)	'TR': Toll Road (False, True)
'DA': Diameter (数値,メートル)	'TS': Traffic sign class (50: 優先権, 51: 方向, 55: 停車禁止, 56: 警告...)
'GU': Gutter type (0: 蓋なし, 1: フタあり, 2: グレーチング)	'TT': Travel time(数値)
'GR': Guard rail type (0: 板羽根, 1: パイプ)	'VT': Vehicle Type (0: all, 11: Passenger cars, 15: emergency vehicle, 16: taxi, 24: bicycle, 25 pedestrian, ...)
'HT': Height(数値,メートル)	'YN': yaw angle(数値)
'LD': Lane Dependent validity (L: 左から車線をカウント, R: 右から)	'PN': pitch angle (数値)
'LI': Traffic Light Type (数値. スライド16参照)	'XM': Pedestrian crossing markings type (0: 外枠, 1: 縞模様, 2: 自転車通行帯)
'LY': Lamp Type (数値. スライド16参照)	'WR': Width of Rightside 右幅員(数値), 'WL': Width of Leftside 左幅員(数値)
'LM': Measured Length(数値,メートル)	

図 31 Attribute

テーブル: FEATURE_ATTR
(Featureと属性の対応関係)

属性名	データ型	説明
FEATURE_CATEGORY_NUM	INTEGER	Featureのカテゴリ
FEATURE_ID	INTEGER	Feature ID
ATTRIBUTE_ID	INTEGER	Attribute ID

テーブル: RELATIONSHIP_ATTR
(Relationshipと属性の対応関係)

属性名	データ型	説明
RELATIONSHIP_ID	INTEGER	Relationship ID
ATTRIBUTE_ID	INTEGER	AttributeのID

テーブル: CMP_FEAT_PART_ATTR
(Complex Feature内の部品関係の属性)

属性名	データ型	説明
FEAT_CATEGORY_NUM	INTEGER	Featureのカテゴリ
FEATURE_ID	INTEGER	Feature ID
SEQUENCE_NUMBER	INTEGER	何番目の部品Featureか表す
ATTRIBUTE_ID	INTEGER	AttributeのID

テーブル: RELATION_FEAT_ATTR
(Relationshipの各Role用)

属性名	データ型	説明
RELATIONSHIP_ID	INTEGER	Relationship ID
ROLE_NUMBER	INTEGER	Role番号
FEATURE_NUMBER	INTEGER	そのroleの何番目のFeatureか
ATTRIBUTE_ID	INTEGER	AttributeのID

図 32 Attribute と Feature/Relationship との対応

6.7. Feature Class Code 一覧表

GDF5.0 では、Feature の種別ごとに 4 桁の数字である Feature Class Code を割り当てている。8100 番以降は、ユーザ定義で使用してよいことになっており、名古屋大学 COI 高精度地図フォーマットで独自に追加した Feature にはその領域から Code を割り当てている。

Category	Code	Feature name
Line	4110	Road Element (リンクレベル Feature)
Line	4115	Pathway (歩道中心線)
Point	4120	Junction
Complex	4140	Road (リンクレベル Feature)
Complex	4145	Intersection (リンクレベル Feature)
Point	7210	Signpost (使用しない)
Point	7220	Traffic Sign
Point	7230	Traffic Light (使用しない)
Point	7240	Pedestrian Crossing (使用しない)
Complex	7245	Complex Pedestrian Crossing
Point	7251	Environmental Equipment
Point	7252	Lighting
Point	7254	Road Markings
Complex	8110	Lane (レーン本体)
Area	8120	Lane Area (レーン走行可能領域)
Line	8130	Lane Line (レーン中心線/走行目安線)
Complex	8140	Extended Pedestrian (歩道本体)
Complex	8145	Extended Pedestrian Crossing (横断歩道本体)

Category	Code	Feature name
Area	8150	Pedestrian Area (歩道領域)
Line	8160	Pedestrian Line (歩道中心線)
Area	8170	Intersection Area Shape(交差点)
Point	8210	Pole
Complex	8220	Extended Traffic Sign (標識)
Complex	8230	Extended Traffic Light (信号)
Point	8231	Traffic Light Lamp (信号ランプ)
Complex	8240	Extended Lighting (街灯)
Line	8241	Lighting Lamp (街灯ランプ)
Complex	8250	Extended Road markings
Area	8251	Road Markings Shape (模様)
Area	8252	Pedestrian Crossing Markings Shape (横断歩道模様)
Line	8260	Stop Line (停止線)
Line	8310	Road Edge (道路縁)
Line	8311	Curb (縁石)
Line	8312	Gutter (側溝)
Area	8313	Guard Rail (ガードレール)
Area	8314	Zebra zone (ゼブラゾーン)
Point	8410	Shape Description point(形状記述点)

6.8. テーブル間のつながり

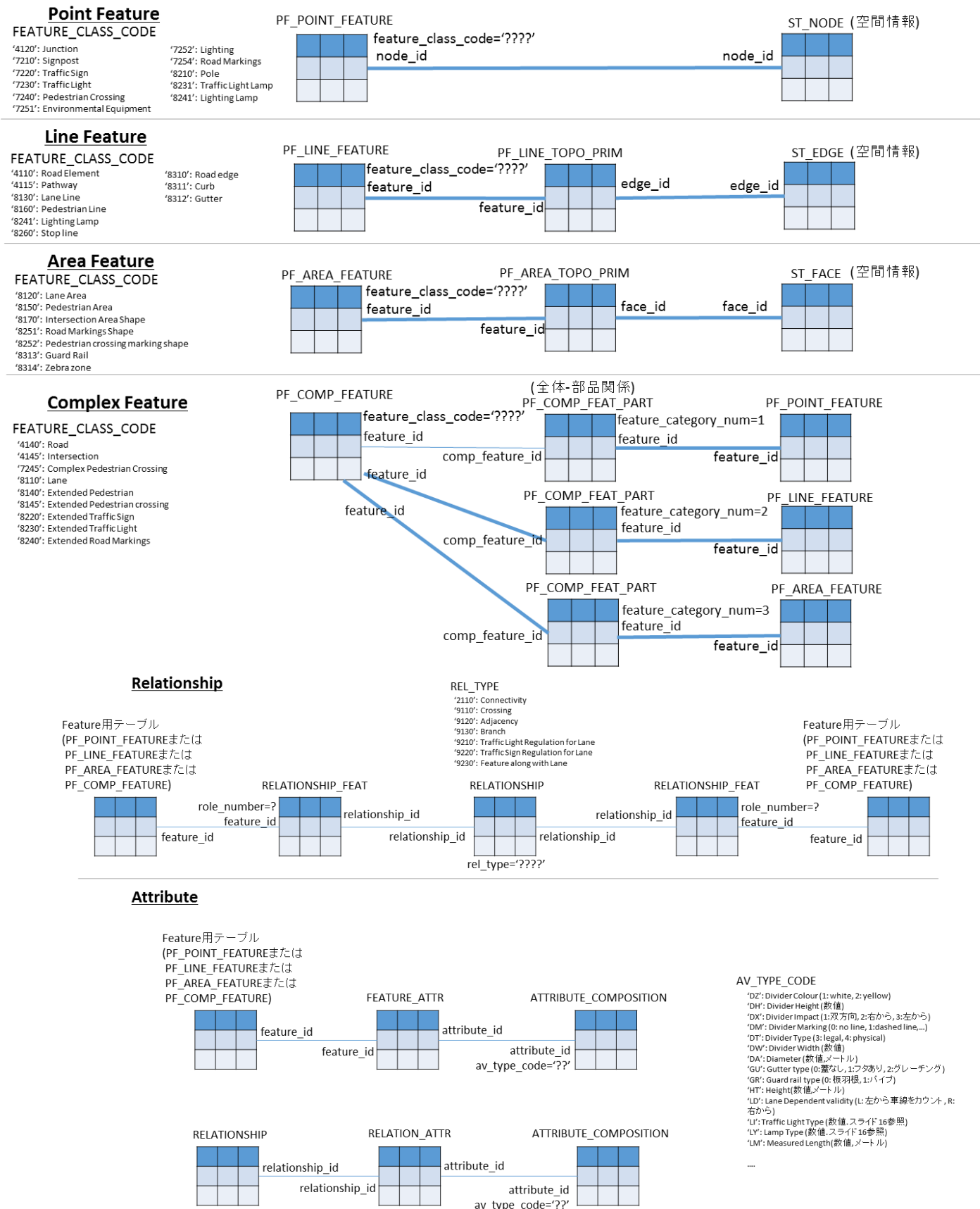


図 33 テーブル間のつながり

終わりに

成果物を公開した目的は、ダイナミックマップのための高精度道路地図仕様について、幅広い領域からフィードバックを得ることにある。本文書に関するご意見・質問は下記の窓口へご送信願いたい。

連絡先：

ダイナミックマップ 2.0 コンソーシアム事務局

〒464-8601 名古屋市千種区不老町 NIC 508

dm2-sec@nces.i.nagoya-u.ac.jp

<https://www.nces.i.nagoya-u.ac.jp/dm2/index.html>

謝辞

本書はダイナミックマップ 2.0 コンソーシアムの 2016 年度の成果物である。また、本研究の一部は、文部科学省「革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM)」の助成を受けている。