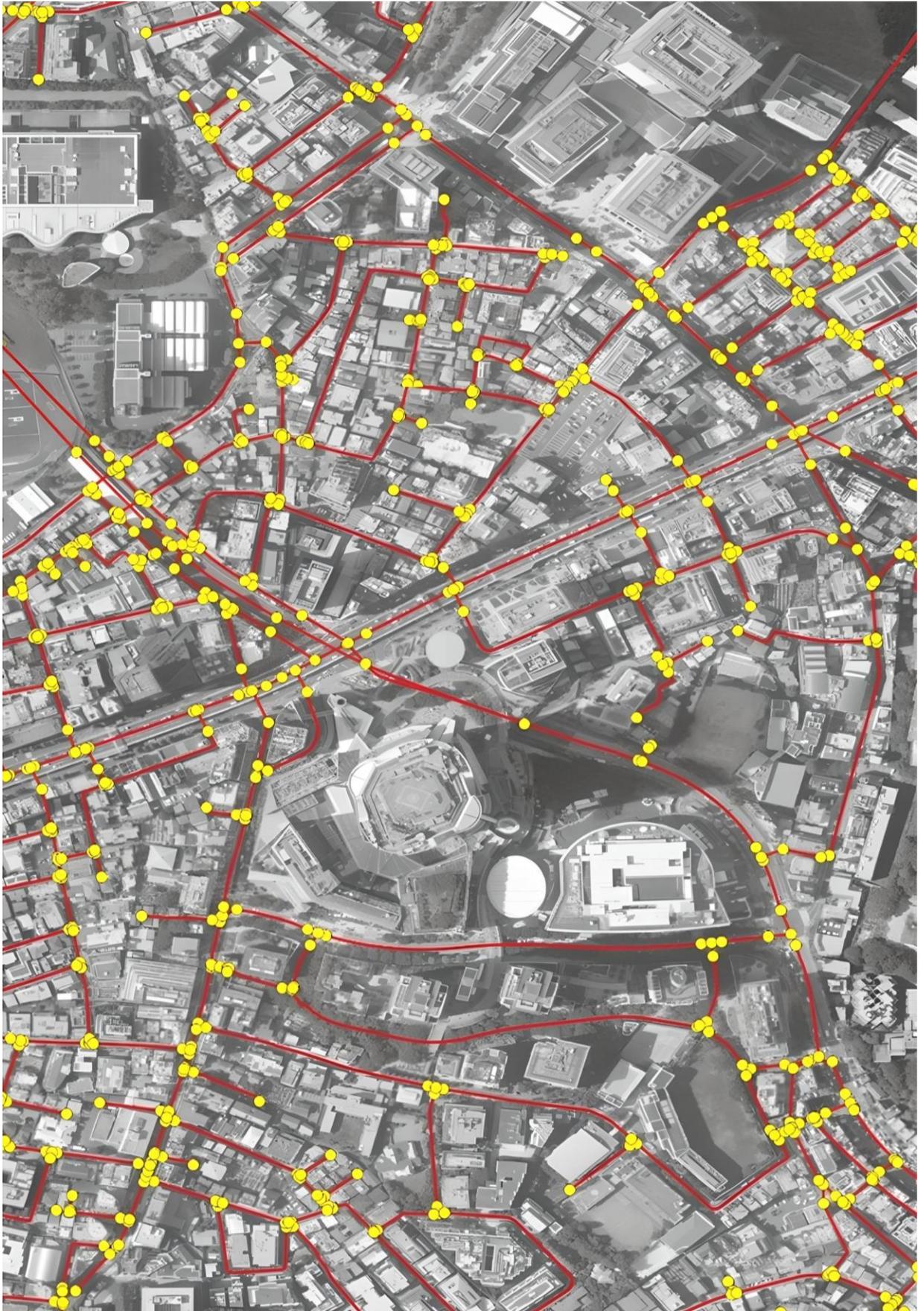




PLATEAU
by MLIT

PLATEAU Technical Report
3D都市モデル活用のための技術資料



3D都市モデルを利用したネットワークデータ
自動生成ツール 技術検証レポート

Technical Report on 3D City Model-Based Network Data Generator

series
No. 115

目次

1. 実施概要	- 3 -
1-1. 目的	- 3 -
1-2. 業務内容	- 4 -
1-2-1. 業務概要	- 4 -
1-2-2. 現状と課題	- 4 -
1-2-3. 課題解決のアプローチ	- 5 -
1-2-4. ネットワークデータの仕様	- 5 -
1-2-5. 本システムを適用したフロー	- 6 -
1-3. 開発スコープ	- 7 -
1-3-1. 機能要件	- 7 -
1-3-2. 非機能要件	- 8 -
1-3-3. 前提条件、制約条件	- 8 -
1-3-4. 開発内容	- 9 -
1-4. スケジュール	- 10 -
2. ネットワークデータ自動作成システムの開発	- 11 -
2-1. システム構成	- 11 -
2-1-1. システムアーキテクチャ	- 11 -
2-1-2. データアーキテクチャ	- 12 -
2-1-3. ハードウェアアーキテクチャ	- 13 -
2-2. 動作環境	- 14 -
2-3. 開発環境	- 14 -
2-3-1. 開発環境	- 14 -
2-3-2. ソフトウェア・ライブラリ	- 15 -
2-4. 機能一覧	- 16 -
2-5. システムインタフェース	- 17 -
2-5-1. 外部インタフェース	- 17 -
2-5-2. 内部インタフェース	- 17 -
2-5-3. ユーザーインタフェース	- 22 -
2-6. 入出力ファイル	- 25 -
2-6-1. 入力ファイル	- 25 -
2-6-2. 出力ファイル	- 28 -
2-7. 機能詳細	- 41 -
2-8. アルゴリズム詳細	- 52 -
3. ネットワークデータ自動作成システムの検証	- 90 -
3-1. 検証フロー	- 90 -
3-2. 検証ポイント	- 91 -

- 3-3. 実証エリア..... - 92 -
- 3-4. 検証方法と検証シナリオ..... - 97 -
 - 3-4-1. 性能検証..... - 97 -
 - 3-4-2. 精度検証..... - 98 -
 - 3-4-3. 操作性検証..... - 106 -
 - 3-4-4. 保守性検証..... - 107 -
 - 3-4-5. 有用性検証..... - 108 -
- 3-5. 検証結果..... - 109 -
 - 3-5-1. 性能検証..... - 109 -
 - 3-5-2. 精度検証..... - 111 -
 - 3-5-3. 操作性検証..... - 151 -
 - 3-5-4. 保守性検証..... - 152 -
 - 3-5-5. 有用性検証..... - 153 -
- 4. 成果と課題..... - 154 -
 - 4-1. 本実証実験で得られた成果..... - 154 -
 - 4-2. 実証実験で得られた課題と対応策..... - 155 -
 - 4-2-1. データ整備課題..... - 156 -
 - 4-2-2. アルゴリズムの課題..... - 159 -
 - 4-3. 今後の展望..... - 160 -
- 5. 用語集..... - 161 -

1. 実施概要

1-1. 目的

国土交通省都市局では令和 2 年度から Project PLATEAU を開始し、スマートシティの社会実装をはじめとするまちづくりのデジタルトランスフォーメーションを推進するための基盤データとして、3D 都市モデルの整備・活用・オープンデータ化事業を進めている。

本レポートは、令和 6 年度に開発を行ったネットワークデータ作成支援ツールの開発成果に関する技術レポートである。3D 都市モデルを活用し道路ネットワークデータを自動作成するツールの技術仕様や実行環境構築方法、精度検証結果等を公開することを目的としている。

1-2. 業務内容

1-2-1. 業務概要

本業務では、3D都市モデル（道路モデル LOD1、LOD2、LOD3）を活用した道路や歩道ネットワークデータを自動で作成するための支援ツールを開発し、その有用性を検証する。

作成するネットワークデータの仕様については、3D都市モデル標準製品仕様書及び整備済みの道路モデル（LOD1、LOD2、LOD3）から、ネットワークデータのジオメトリや属性情報の整理を行う。なお、ネットワークデータの作成基準として、国土交通省が公開している歩行空間ネットワークデータ等整備仕様¹等と比較し自動作成する要件の整理を行う。

1-2-2. 現状と課題

3D都市モデルのユースケースでは、防災やまちづくり等の都市全体を対象とした大スケールの解析やシミュレーションが特に実装されつつあるが、これらのユースケースでは3D都市モデルのデータだけでなく、歩行者や車両の動態シミュレーションにネットワークデータが必要となる。従来、これらのネットワークデータは3D都市モデル（道路モデル）から手作業で抽出・成形されることが多く、そのコストが課題となっている。したがって、3D都市モデルの活用を多様な分野に拡大していくためには、特にニーズの高いネットワークデータの整備を円滑化する必要がある。

¹ https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_tk_000056.html

1-2-3. 課題解決のアプローチ

今回の検証では、3D 都市モデル（CityGML）を入力として、車道及び歩道ネットワークデータを自動で作成するツールの開発を目指す。3D 都市モデルは、交通モデルとして道路、徒歩道、広場、鉄道、航路ごとにモデルを整備しているが、今回は道路モデルを主な入力として使用する。なお、ネットワークデータの作成に有用な場合は、道路以外の 3D 都市モデルも利用する。

ネットワークデータのリンクとノードの位置情報は 3D 都市モデルのジオメトリを基に作成する。また、車道の幅員や車線数等のリンクやノードの属性情報は、3D 都市モデルのジオメトリを基に算出、又は 3D 都市モデルの属性情報を流用する。

1-2-4. ネットワークデータの仕様

交通シミュレーションで使用する道路ネットワークは、ネットワークの詳細度が低い方からマクロレベル、メソレベル、ミクロレベル、ナノレベルの 4 レベルに分類される。

3D 都市モデル標準製品仕様書及び整備済みの道路モデル（LOD1、LOD2、LOD3）から作成可能なネットワークデータのジオメトリや属性情報を考慮した結果、本業務で作成するネットワークデータはメソレベルのネットワークデータに該当する。

表 1-1 ネットワークデータのレベル

レベル	説明
マクロ	ノードと方向別リンクのトポロジ（グラフ表現）データ
メソ	マクロレベルの情報に実空間座標（x、y、z）が追加されたデータ
ミクロ	メソレベルの情報に道路空間形状と車線構成情報が追加されたデータ
ナノ	ミクロレベルの情報に路面形状、3D ビジュアル情報が追加されたデータ

1-2-5. 本システムを適用したフロー

本システムを利用した場合のネットワークデータ作成フローの概要を図 1-1 に示す。

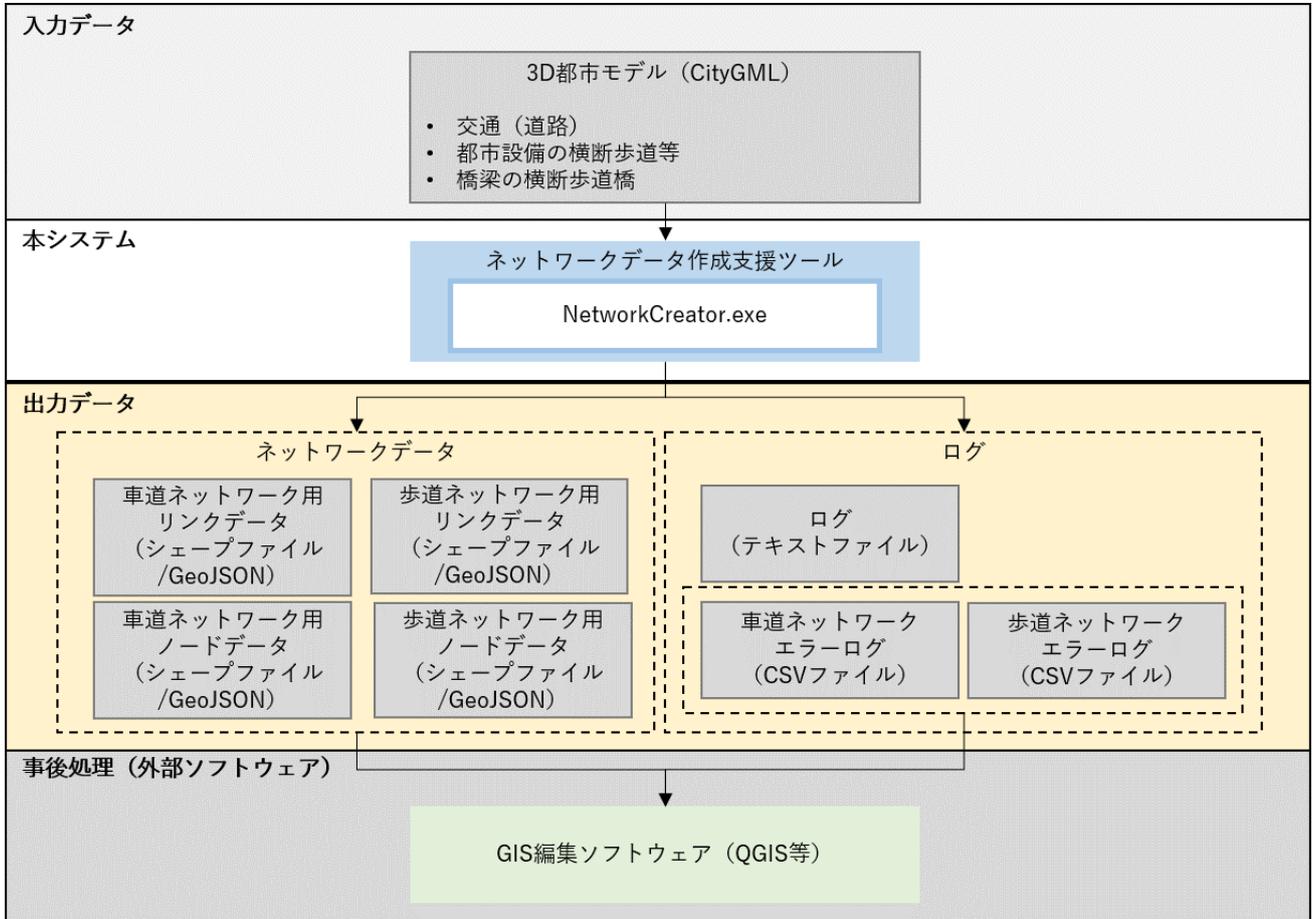


図 1-1 ネットワークデータ作成フロー

現状の課題である 3D 都市モデルから手作業でネットワークデータを作成している部分を、本システムによるネットワークデータの自動作成に置き換えることで、ネットワークデータの作成に要していたコストを減少させることが可能である。自動作成によるネットワークデータは、道路形状が複雑な地点において正しくネットワークデータを作成できない場合があるため、GIS 編集ソフトウェアを用いて手動で修正する必要がある。

1-3. 開発スコープ

本業務では、3D 都市モデル（CityGML）を入力として、車道及び歩道ネットワークデータを自動で作成するツールの開発とツールの技術検証を行った。

ツール開発においては、3D 都市モデル標準製品仕様書及び整備済みの道路モデル LOD1、LOD2、LOD3 からジオメトリと属性情報の整理、及び歩行空間ネットワークデータ等整備仕様²等と照らし合わせ、自動作成するネットワークデータの要件を整理した。この作業では、LOD1、LOD2 の道路モデルは高さ情報を持たない面であるため歩行空間ネットワークデータの勾配や段差の情報を網羅することができない等の、入力対象とする道路モデルの詳細度によって作成可能なネットワークデータの仕様を決定した。

技術検証においては、性能、精度、可用性、操作性、拡張性、保守性、有用性等の観点を設けて検証作業を行った。

1-3-1. 機能要件

本システムの機能要件を表 1-2 に示す。

表 1-2 機能要件

ID	機能要件	説明
FN001	パラメータ設定	リンク・ノードの作成に必要なパラメータを設定する
FN002	3D 都市モデルの読込	道路モデル（LOD1、LOD2、LOD3）から車道及び歩道ネットワークデータ作成に必要なジオメトリやネットワークデータの属性に必要な情報を抽出し保持する
FN003	リンク・ノードの作成	ジオメトリから抽出された中心線、外延線、隅切り等の情報を空間的に解析しネットワークデータに必要なリンク・ノードを作成する
FN004	GIS データ出力	作成したリンク・ノードからなるネットワークデータを汎用的な GIS データ形式で出力する
FN005	ログファイル出力	動作ログや作成したネットワークデータのエラー地点を示すエラーログ等を出力する

² https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_tk_000056.html

1-3-2. 非機能要件

本システムの非機能要件を表 1-3 に示す。

表 1-3 非機能要件

カテゴリ	ID	項目	詳細
性能・拡張性	NR001	システムの処理速度	LOD1 道路ネットワークデータ作成の処理時間が、都市部は 1 km ² 当たり 2 分、郊外は 1 km ² 当たり 1 分を目標とする
その他	NR002	OSS 利用	可能な限り OSS ライブラリ等を用いて構築する
	NR003	OSS 提供	開発成果は可能な限り OSS として提供する
	NR004	UI/UX への配慮	主たるユーザーは国土交通省職員であることに鑑み、簡素かつ明快な UI/UX を設計する
	NR005	歩行空間ネットワークデータとの整合	ネットワークデータの仕様設計に当たっては、国土交通省が提供する「歩行空間ネットワークデータ等整備仕様」との整合に配慮する

1-3-3. 前提条件、制約条件

入力対象の道路モデルは LOD1、LOD2、LOD3 とする。なお、LOD3 については LOD3.0 から LOD3.3 までを対象とし、LOD3.4 は入力対象外とする。

道路形状によってはネットワークデータのリンク形状を自動作成することが困難な場合や、LOD1 又は LOD2 の道路モデルは高さ情報を持たないため、それらを入力として作成したネットワークデータに高さ情報を付与できない場合など、ジオメトリや属性情報の追加又は修正のために自動作成したネットワークデータを手動で修正する必要がある。入力する道路モデルの詳細度によって作成可能なネットワークデータの仕様を表 1-4 に示す。

表 1-4 道路モデルの詳細度によるネットワークデータ仕様の制限

道路モデルの詳細度	ネットワークデータ制限仕様
LOD1	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道ネットワークデータのみ作成する（道路モデルに歩道部ポリゴンが存在しないため、歩道ネットワークデータの作成は不可） ● 道路モデルに高さ情報が無いため、ネットワークデータに高さに関する情報（標高、縦断勾配、横断勾配）を付与しない
LOD2	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道と歩道ネットワークを作成する ● 道路モデルに高さ情報が無いため、ネットワークデータに標高、縦断勾配、横断勾配の情報は付与しない
LOD3.0、LOD3.1	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道と歩道ネットワークを作成する ● 道路内の高さが横断方向に同一のため、ネットワークデータに標高、縦断勾配の情報を付与する（横断勾配は付与しない）
LOD3.2、LOD3.3	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道と歩道ネットワークを作成する ● LOD3.2 では道路内の横断方向に存在する 15cm 以上の高さの差が、LOD3.3 では道路内の横断方向に存在する 2cm 以上の高さの差がそれぞれ取得可能なため、ネットワークデータに標高、縦断勾配、横断勾配の情報を付与する

1-3-4. 開発内容

開発したネットワークデータ作成支援ツールは、大別して 3D 都市モデルの読込機能、ネットワークデータの作成機能、GIS データの出力機能、ログ出力機能を持つ。

3D 都市モデルの読込機能は、CityGML ファイルから道路ネットワークデータ作成に必要な 3D 都市モデルを取得する機能である。本開発では、Project PLATEAU の 3D 都市モデルを扱うための C++ ライブラリである libplateau³ を流用することで CityGML ファイルからネットワークデータの作成に必要な道路モデル、橋梁モデル、都市設備モデルの 3D 都市モデルの読込を行っている。なお、橋梁モデル、都市設備モデルは、歩道ネットワーク作成時に使用し、車道ネットワーク作成では使用しない。

次にネットワークデータの作成機能は、読み込んだ道路モデルから車道部又は歩道部ポリゴンの中心線を作成し、隣接している道路モデルの中心線同士をつなぎ合わせることでネットワークデータ（リンクデータとノードデータ）を作成する機能である。なお、歩道ネットワーク作成では橋梁モデル内の横断歩道橋モデルと都市設備モデル内の横断歩道モデルを利用して、車道で分断されている歩道部ポリゴンの中心線同士の接続を行う。ネットワークデータの作成機能では、先述したネットワークデータの幾何形状の作成のほか、幅員や縦断勾配、横断勾配等の属性情報の付与も行う。ネットワークデータに付与する属性情報は、入力する道路モデルの詳細度によって変動する。（属性情報の詳細については、「2-6-2 出力ファイル」に示す。）

次に、GIS データの出力機能は作成したネットワークデータ（リンクデータとノードデータ）をシェープファイル又は GeoJSON ファイルで出力する機能である。

最後に、ログ出力機能は、動作ログ（テキストファイル）と作成したネットワークデータのエラー地点を示

³ <https://github.com/Project-PLATEAU/libplateau>

すエラーログ（CSV ファイル）を出力する機能である。道路ネットワークデータを自動作成した際に、複雑な形状の道路や交差点においてネットワークデータが正しく作成できない場合があるため、作成したネットワークデータに問題が発生している地点をエラーログとして出力する。

1-4. スケジュール

開発スケジュールを示す。

表 1-5 スケジュール

実施事項	2024 年										2025 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
1. 業務計画	↔												
2. 要件定義	↔	↔											
3. 基本設計		↔	↔										
4. 詳細設計・プロト実装				↔	↔	↔							
5. プロト検証					↔	↔	↔						
6. 本開発							↔	↔	↔				
7. テスト									↔				
8. 成果取りまとめ										↔			

2. ネットワークデータ自動作成システムの開発

2-1. システム構成

2-1-1. システムアーキテクチャ

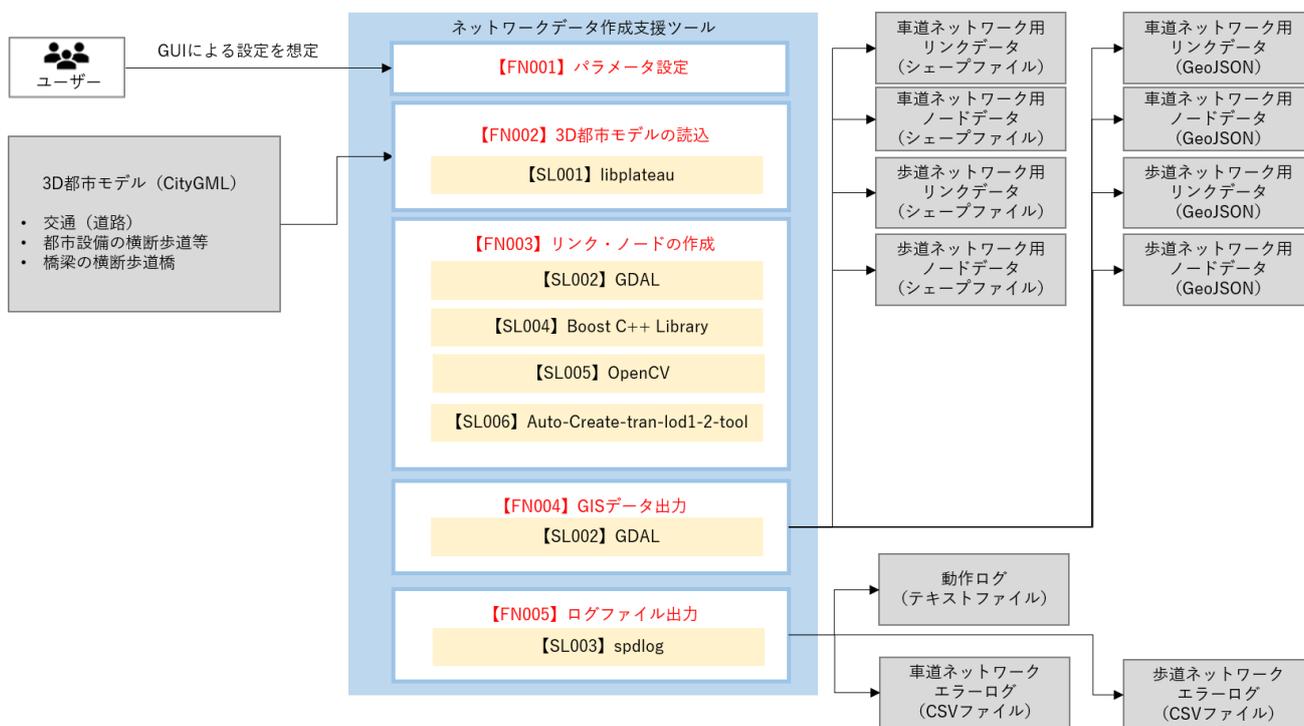


図 2-1 システムアーキテクチャ

2-1-2. データアーキテクチャ

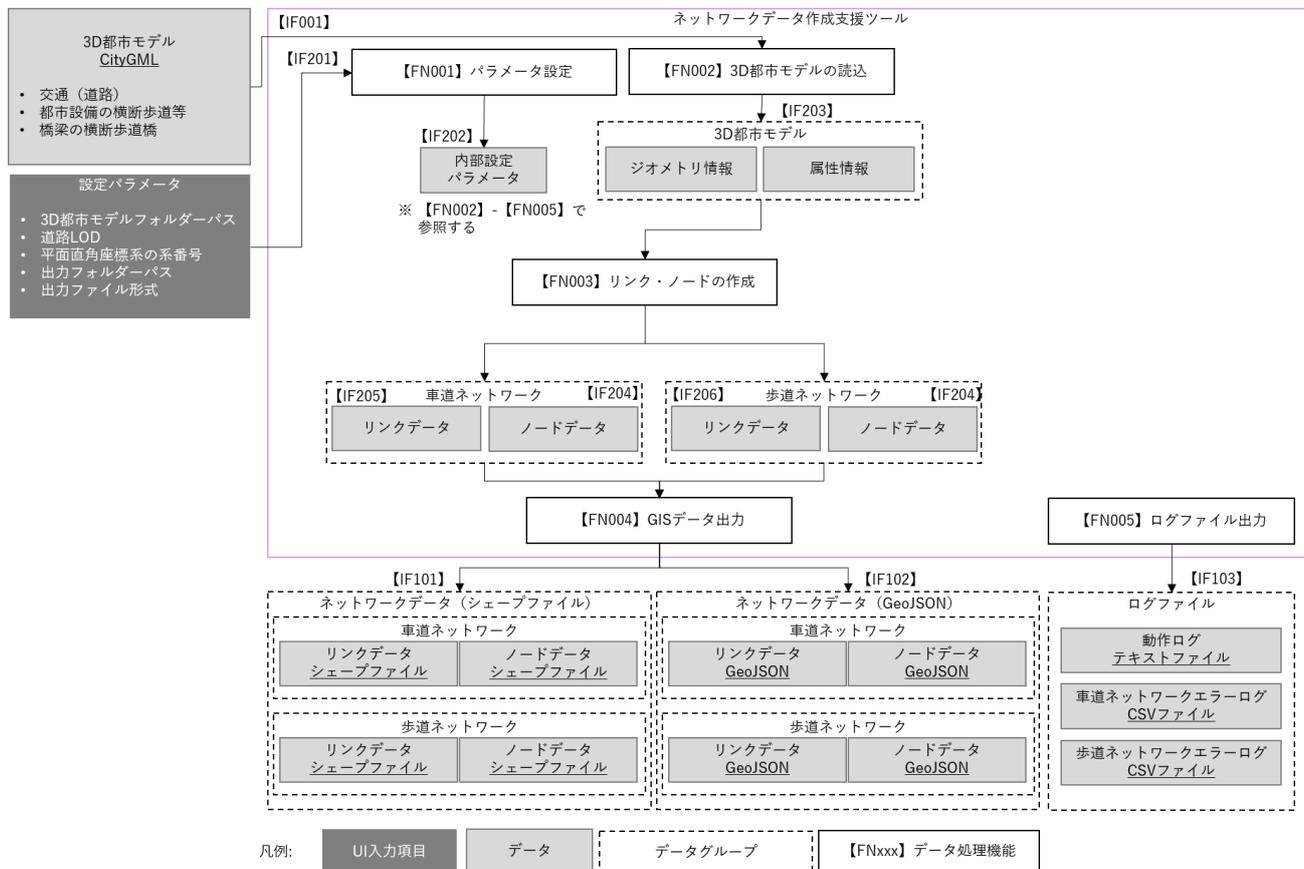


図 2-2 データアーキテクチャ

2-1-3. ハードウェアアーキテクチャ

2-1-3-1. 利用したハードウェア一覧

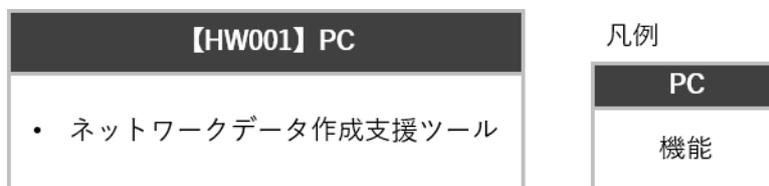


図 2-3 ハードウェアアーキテクチャ

表 2-1 利用したハードウェア一覧

ID	種別	品番	用途
HW001	PC	DELL Latitude 3410	ネットワークデータ作成支援ツールの実行

2-1-3-2. 利用したハードウェア詳細

1) 【HW01】 PC : DELL Latitude 3410

- 選定理由
 - ネットワークデータ作成支援ツールの対象ユーザーとする国土交通省や地方自治体等で使用している PC スペックを想定
- 仕様・スペック
 - CPU : Intel® Core™ i7-10510U CPU @ 1.8GHz
 - メモリ : 8GB
 - OS : Microsoft Windows 10 Pro
- イメージ



図 2-4 DELL Latitude 3410⁴

⁴ 公式 HP より抜粋 : <https://www.dell.com/ja-jp/shop/dellのノートパソコン/latitude-3410ビジネス向けノートパソコン/spd/latitude-14-3410-laptop>

2-2. 動作環境

本システムの動作環境を表 2-2、表 2-3 に示す。

表 2-2 動作環境（LOD1、LOD2 道路モデルを入力とする場合）

項目	最小動作環境	推奨動作環境
OS	Microsoft Windows 10/11	Microsoft Windows 10/11
CPU	Intel® Core™ i5 以上	Intel® Core™ i7 以上
メモリ	8GB 以上	16GB 以上
ネットワーク	不要	不要

表 2-3 動作環境（LOD3 道路モデルを入力とする場合）

項目	最小動作環境/推奨動作環境
OS	Microsoft Windows 10/11
CPU	Intel® Core™ i7 以上
メモリ	16GB 以上
ネットワーク	不要

2-3. 開発環境

2-3-1. 開発環境

本システムの開発環境を表 2-4 に示す。

表 2-4 開発環境

項目	環境
OS	Microsoft Windows 10 Pro for Workstations
開発環境	Visual Studio 2019
言語	C#、C++、C++/CLI
CPU	Intel® Xeon® W-2223 CPU @ 3.60GHz
メモリ	32GB

2-3-2. ソフトウェア・ライブラリ

利用したソフトウェア・ライブラリを表 2-5 に示す。

表 2-5 ソフトウェア・ライブラリ

ID	項目	内容
SL001	libplateau ⁵	<ul style="list-style-type: none"> ● Project PLATEAU の 3D 都市モデルを扱うための C++ライブラリ ● ライセンスは GNU Lesser General Public License (LGPL) v2.1
SL002	GDAL ⁶	<ul style="list-style-type: none"> ● ラスターとベクターの地理空間データのためのトランスレータライブラリ ● ライセンスは MIT License ● シェープファイルの出力及び GeoJSON ファイルの出力機能とポリゴン融合機能を利用する
SL003	spdlog ⁷	<ul style="list-style-type: none"> ● C++用ログ出力ライブラリ ● ライセンスは MIT License
SL004	Boost C++ Library ⁸	<ul style="list-style-type: none"> ● 幾何処理、ネットワークデータ管理 ● ライセンスは Boost Software License ver.1.0⁹
SL005	OpenCV ¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> ● 画像処理ライブラリ ● ライセンスは Apache License 2.0
SL006	Auto-Create-tran-lod1-2-tool ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> ● Project PLATEAU で公開している LOD1-2 道路モデル自動作成ツール ● LOD1 道路モデル自動作成ツールの CommonUtil ライブラリを使用（幾何処理やファイル操作及び時間計測等の汎用処理のライブラリ） ● ライセンスは Apache License 2.0

⁵ <https://github.com/Project-PLATEAU/libplateau>

⁶ <https://gdal.org/index.html>

⁷ <https://github.com/gabime/spdlog>

⁸ <https://www.boost.org/>

⁹ <https://www.boost.org/users/license.html>

¹⁰ <https://opencv.org/>

¹¹ <https://github.com/Project-PLATEAU/Auto-Create-tran-lod1-2-tool>

2-4. 機能一覧

本システムの機能一覧を表 2-6 に示す。詳細に関しては「2-7 機能詳細」に示す。

表 2-6 機能一覧

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
基本機能	共通	FN001	パラメータ設定	<ul style="list-style-type: none"> ● リンク・ノードの作成に必要なパラメータを設定する
		FN002	3D 都市モデルの読み込み	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路モデル、都市設備モデルの横断歩道、橋梁モデルの横断歩道橋を読み込む ● 読み込み対象の 3D 都市モデルから車道及び歩道のネットワークデータ作成に必要なジオメトリと属性情報を取得する
		FN003	リンク・ノードの作成	<ul style="list-style-type: none"> ● ジオメトリから抽出した中心線、外延線、隅切り等の情報を空間的に解析しネットワークデータに必要なリンク・ノードを作成する ● ネットワークデータには、幅員情報等の属性データを付与する
		FN004	GIS データ出力	<ul style="list-style-type: none"> ● リンク・ノードからなるネットワークデータを汎用的な GIS データ形式で出力する
		FN005	ログファイル出力	<ul style="list-style-type: none"> ● 動作ログをテキストファイルに出力する ● ネットワークデータのエラー情報を CSV ファイルに出力する

2-5. システムインタフェース

2-5-1. 外部インタフェース

本システムに外部インタフェースはない。

2-5-2. 内部インタフェース

1) 【IF201】 設定パラメータ

- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN001】
- 設定パラメータ

表 2-7 設定パラメータ

パラメータ	説明
3D 都市モデルフォルダーパス	Project PLATEAU が公開している 3D 都市モデルデータのルートフォルダーパス
道路 LOD	道路ネットワークを作成する際に使用する道路モデルの詳細度 (LOD1、LOD2、LOD3 のうち、いずれかの値となる)
3D 都市モデルに該当する平面直角座標系の系番号	経緯度座標系を平面直角座標系に変換する際に必要となる系番号 (1-19)
出力フォルダーパス	道路ネットワークを出力するフォルダーパス
出力ファイル形式	シェープファイル、GeoJSON のどちらか又は両方を選択可能とする

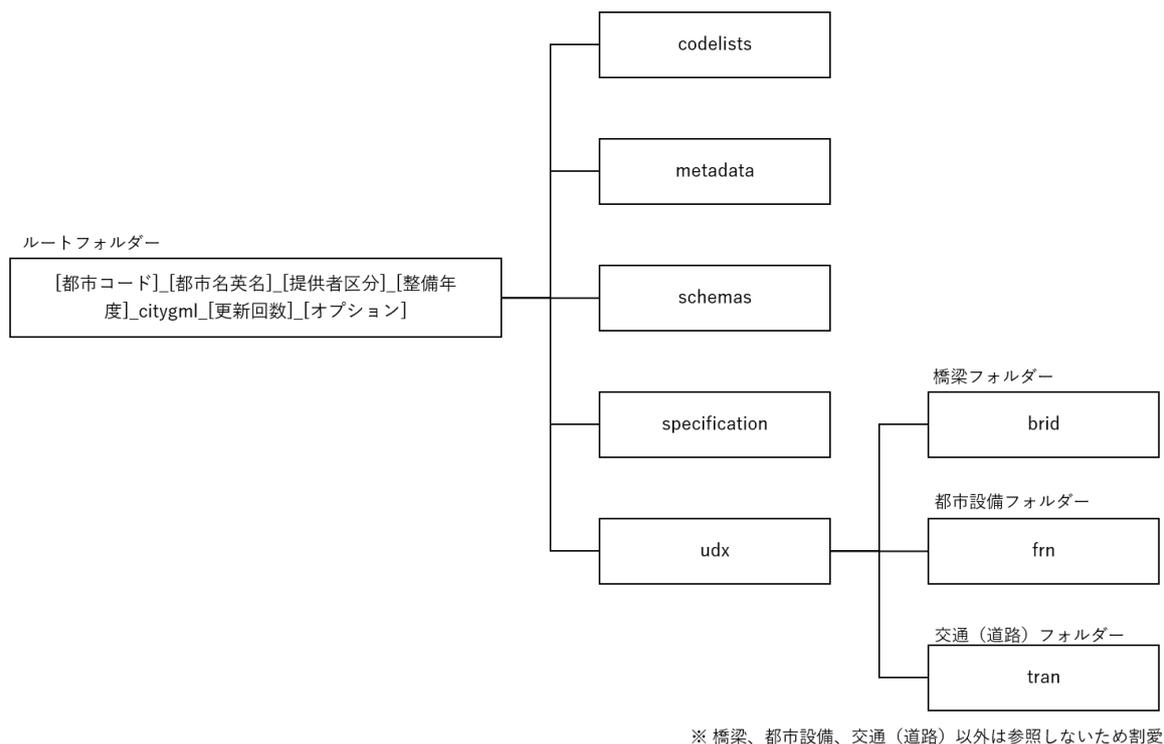


図 2-5 3D 都市モデルデータのフォルダー構成

2) 【IF202】 内部設定パラメータ

- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN001】
- 内部設定パラメータ

表 2-8 内部設定パラメータ

パラメータ	型	説明
3D 都市モデルフォルダーパス	文字列	入力された 3D 都市モデルデータのルートフォルダーパス
道路フォルダーパス	文字列	3D 都市モデルフォルダーパスを基に作成する道路モデルのフォルダーパス
都市設備フォルダーパス	文字列	3D 都市モデルフォルダーパスを基に作成する都市設備モデルのフォルダーパス
橋梁フォルダーパス	文字列	3D 都市モデルフォルダーパスを基に作成する橋梁モデルのフォルダーパス
道路 LOD	Enum	道路ネットワークを作成する際に使用する道路モデルの詳細度 (LOD1、LOD2、LOD3 のうち、いずれかの値となる)
3D 都市モデルに該当する平面直角座標系の系番号	整数値	経緯度座標系を平面直角座標系に変換する際に必要となる系番号 (1-19)
出力フォルダーパス	文字列	道路ネットワークを出力するフォルダーパス
シェープファイル用車道ネット	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する車道ネットワークのシェープ

トワーク出力フォルダーパス		ファイル出力先フォルダーパス
GeoJSON 用車道ネットワーク出力フォルダーパス	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する車道ネットワークの GeoJSON 出力先フォルダーパス
シェープファイル用歩道ネットワーク出力フォルダーパス	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する歩道ネットワークのシェープファイル出力先フォルダーパス
GeoJSON 用歩道ネットワーク出力フォルダーパス	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する歩道ネットワークの GeoJSON 出力先フォルダーパス
動作ログファイルパス	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する動作ログの出力先ファイルパス
車道用エラーログファイルパス	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する車道用エラーログの出力先ファイルパス
歩道用エラーログファイルパス	文字列	出力フォルダーパスを基に作成する歩道用エラーログの出力先ファイルパス
シェープファイル作成フラグ	bool	作成した道路ネットワークをシェープファイルに出力するか否かを決定するフラグ
GeoJSON 作成フラグ	bool	作成した道路ネットワークを GeoJSON に出力するか否かを決定するフラグ

3) 【IF203】 3D 都市モデルデータ

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN002】、【FN003】
- 3D 都市モデルデータ

表 2-9 3D 都市モデルデータ

パラメータ	説明
道路データ	LOD1、LOD2、LOD3 のジオメトリ情報と属性情報
橋梁データ	横断歩道橋のジオメトリ情報
都市設備データ	横断歩道、点字ブロックのジオメトリ情報

4) 【IF204】 車道/歩道ネットワークのノードデータ

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN003】、【FN004】
- 車道/歩道ネットワークのノードデータ

表 2-10 車道/歩道ネットワークのノードデータ

パラメータ	説明
ノード ID	識別用の一意の ID
座標情報	ノードの座標情報 LOD3.0 以上の場合は、標高値 (z 座標) も利用する
接続リンク ID	ノードが接続しているリンク ID の一覧

5) 【IF205】車道ネットワークのリンクデータ

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN003】、【FN004】
- 車道ネットワークのリンクデータ

表 2-11 車道ネットワークのリンクデータ

パラメータ	説明
リンク ID	識別用の一意の ID
起点ノード ID	リンクの起点ノード ID
終点ノード ID	リンクの終点ノード ID
リンク延長	リンクの長さ (単位はメートル)
リンク作成・更新日	リンクデータを作成した日付
最小幅員	リンク内の最小幅員値
最小幅員有効フラグ	最小幅員が有効値であるか否かを決定するフラグ
最大縦断勾配	リンク内の最大縦断勾配値 (単位はパーセント) ただし、LOD3.0 以上の場合に限る
平均縦断勾配	リンク内の平均縦断勾配値 (単位はパーセント) ただし、LOD3.0 以上の場合に限る
縦断勾配有効フラグ	最大縦断勾配と平均縦断勾配属性が有効値であるか否かを決定するフラグ ただし、LOD3.0 以上の場合に限る
道路の区分	道路 CityGML に記載されている道路の区分 ただし、3D 都市モデルの属性から取得可能な場合に限る
通り名、路線名	道路 CityGML に記載されている路線名 ただし、3D 都市モデルの属性から取得可能な場合に限る
ジオメトリ情報	リンクの起点から終点までのジオメトリ情報

6) 【IF206】歩道ネットワークのリンクデータ

- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN003】、【FN004】
- 歩道ネットワークのリンクデータ

表 2-12 歩道ネットワークのリンクデータ

パラメータ	説明
リンク ID	識別用の一意の ID
起点ノード ID	リンクの起点ノード ID
終点ノード ID	リンクの終点ノード ID
リンク延長	リンクの長さ (単位はメートル)
ランク区分	幅員、縦断勾配、段差を示すランク (S/A/B/C/Z/X) を順に並べた英字 3 文字
リンク作成・更新日	リンクデータを作成した日付
経路構造	経路の構造種別
幅員 (コード値)	リンク内の最小幅員値から判断する幅員値の種別
縦断勾配 (コード値)	リンク内の最大縦断勾配から判断する縦断勾配値の種別
点字ブロックの有無	点字ブロックの有無フラグ
最小幅員	リンク内の最小幅員値
最小幅員地点	リンク内の最小幅員地点の座標
最小幅員参考値フラグ	最小幅員値が参考値であるか否かを決定するフラグ
最大縦断勾配	リンク内の縦断勾配の最大値 ただし、LOD3.0 以上の場合に限る
最大縦断勾配地点	リンク内の最大縦断勾配地点の座標 ただし、LOD3.0 以上の場合に限る
平均縦断勾配	リンク内の縦断勾配の平均値 ただし、LOD3.0 以上の場合に限る
最大横断勾配	リンク内の横断勾配の最大値 ただし、LOD3.2 以上の場合に限る
最大横断勾配地点	リンク内の最大横断勾配地点の座標 ただし、LOD3.2 以上の場合に限る
通り名、路線名	道路 CityGML に記載されている路線名 ただし、3D 都市モデルの属性から取得可能な場合に限る
ジオメトリ情報	リンクの起点から終点までのジオメトリ情報

2-5-3. ユーザーインターフェース

2-5-3-1. 画面一覧

1) PC用画面

表 2-13 PC画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	関連する機能 (ID)
SC001	-	メイン画面	● ネットワークデータ作成のための入出力設定及びネットワーク作成を実行する	-
SC002	SC001	入力フォルダー選択画面	● 入力 CityGML フォルダを選択するダイアログ	-
SC003	SC001	出力フォルダー選択画面	● ネットワークデータの出力フォルダを選択するダイアログ	-

2-5-3-2. 画面遷移図

1) PC用画面

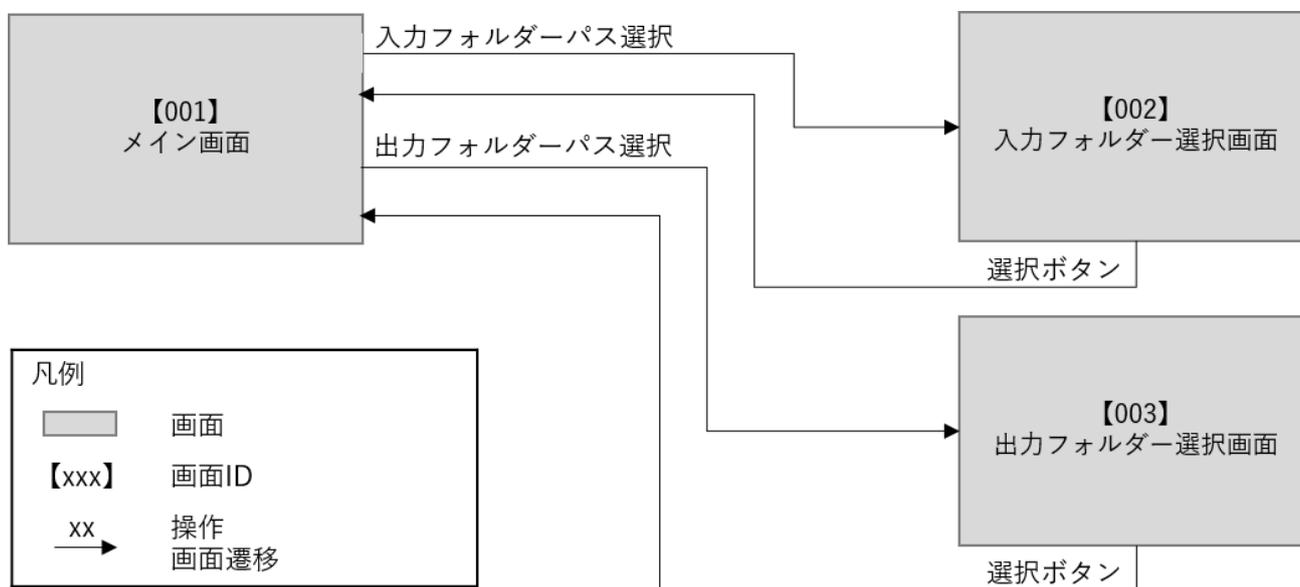


図 2-6 PC用画面遷移図

2-5-3-3. 各画面仕様詳細

1) PC 用画面

1. 【SC001】メイン画面

● 画面の目的・概要

- ネットワークデータ作成のための設定項目の入力とネットワーク作成処理の実行を行う
- 入力フォルダーパス及び出力フォルダーパスは、「選択」ボタンを押下すると表示されるフォルダー選択ダイアログから選択できる
- 入力設定の使用する道路 LOD ラジオボタンにおいて、入力データとして使用する道路 CityGML の LOD を選択できる
- CityGML の座標系は経緯度であるが、内部処理では平面直角座標系で解析を行うため、座標系変換用の平面直角座標系の番号をコンボボックスから選択できる
- 出力設定のファイル形式チェックボックスにおいて、ネットワークデータのファイル形式を選択できる（複数選択が可能）
- 「作成」ボタンを押下するとネットワークデータの作成を開始し、ステータスのプログレスバーにおいて進捗状況を表示する
- 「？」ボタンを押下すると、本システムのアプリケーションと同階層に存在する操作マニュアル（PDF ファイル）を OS 既定のプログラムを使用して開く

● 画面イメージ

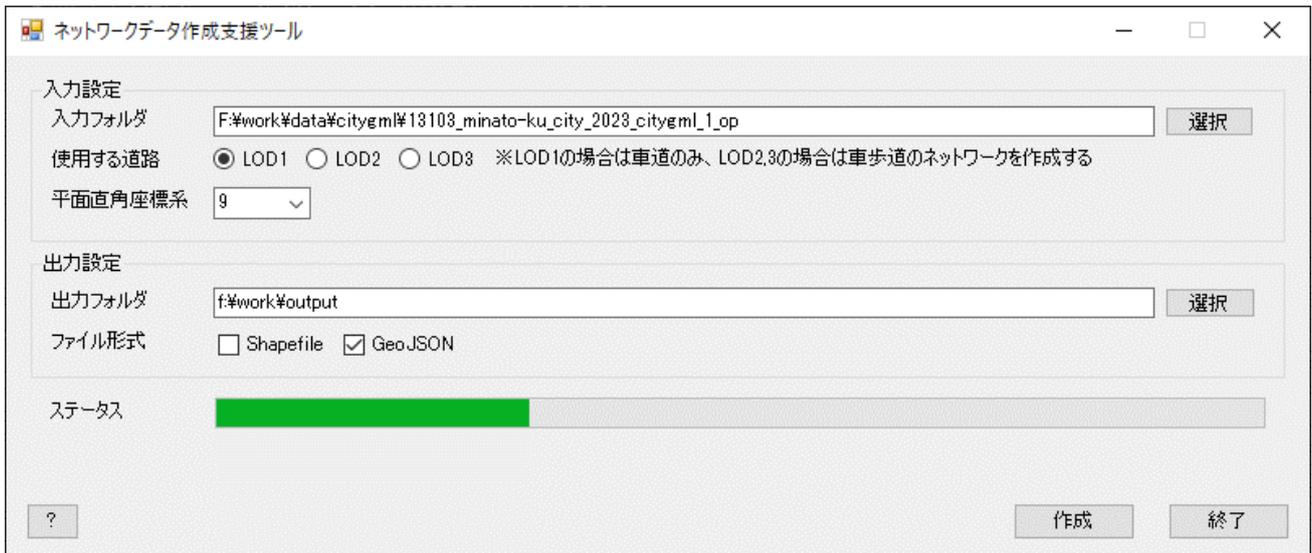


図 2-7 メイン画面

2. 【SC002】 入力フォルダー選択画面

- 画面の目的・概要

- 入力 CityGML フォルダパスを選択するためのダイアログ

- 画面イメージ

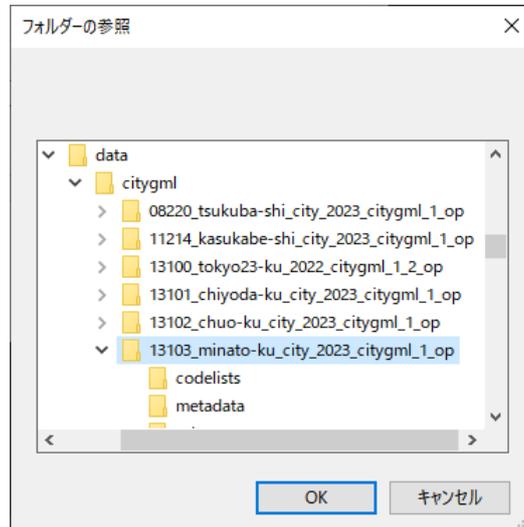


図 2-8 入力フォルダー選択画面

3. 【SC003】 出力フォルダー選択画面

- 画面の目的・概要

- 出力フォルダパスを選択するためのダイアログ

- 画面イメージ

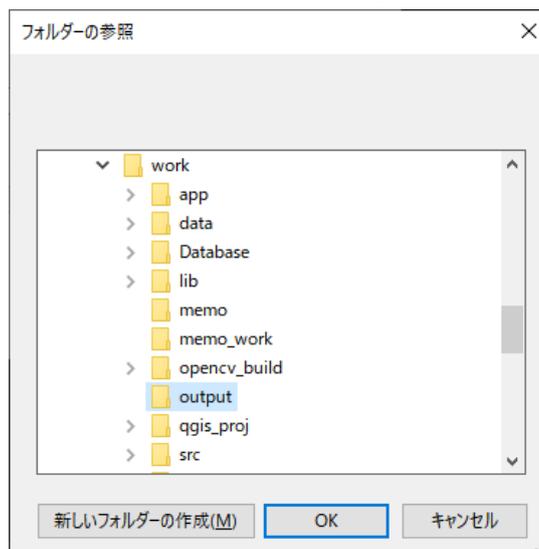


図 2-9 出力フォルダー選択画面

2-6. 入出力ファイル

2-6-1. 入力ファイル

1) 【IF001】 3D 都市モデル (CityGML)

- 本インターフェースを利用した機能

➤ 【FN002】



図 2-10 LOD1 交通 (道路) CityGML

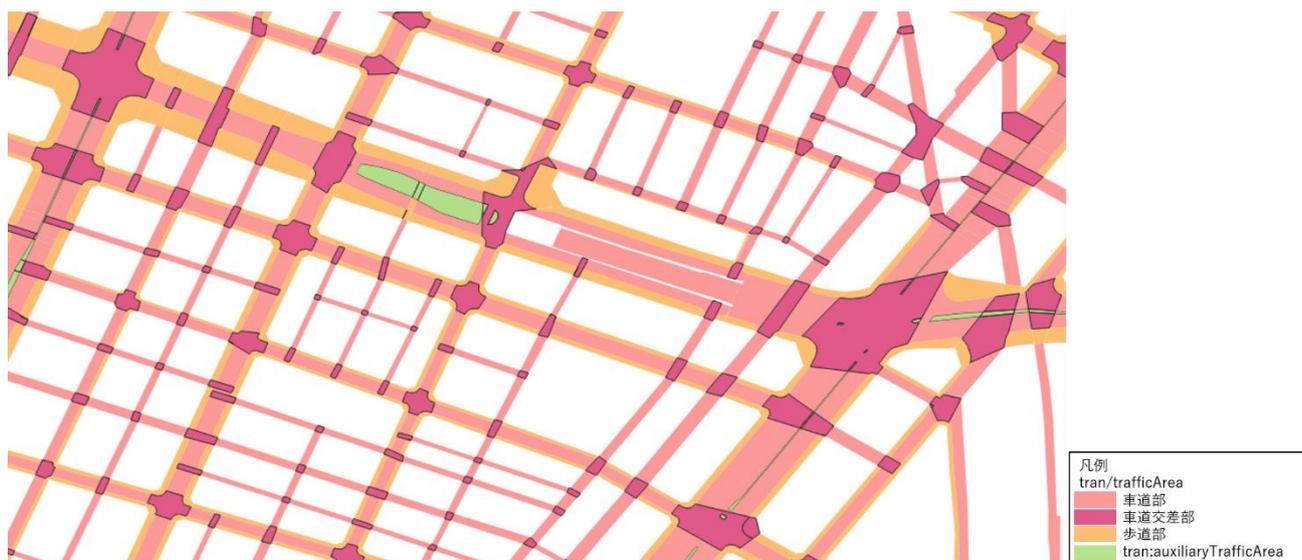


図 2-11 LOD2 交通 (道路) CityGML

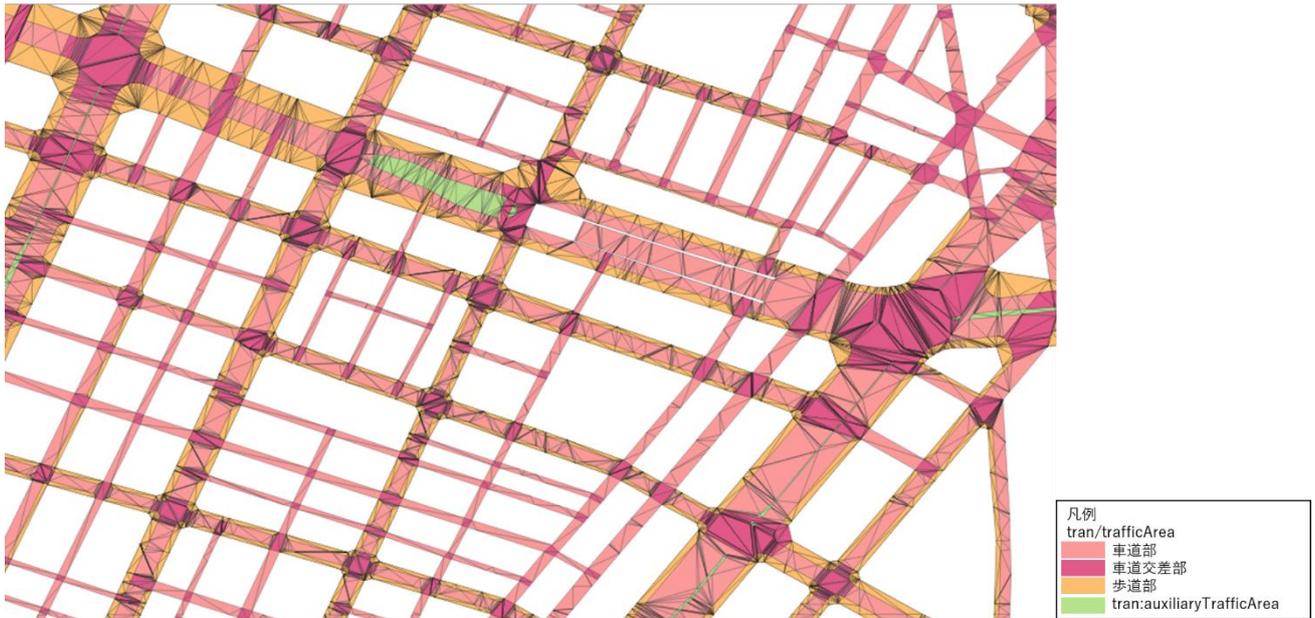


図 2-12 LOD3.0 交通（道路） CityGML

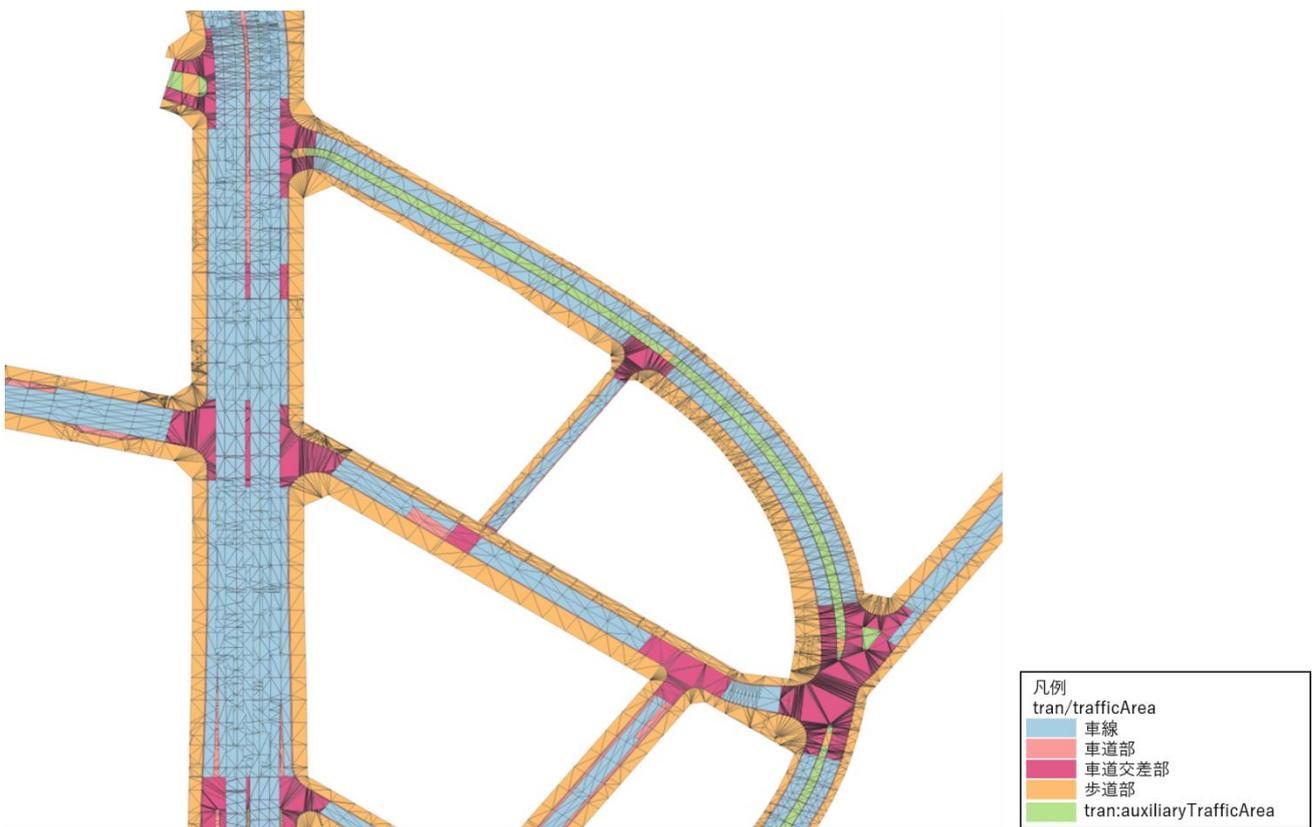


図 2-13 LOD3.1 交通（道路） CityGML

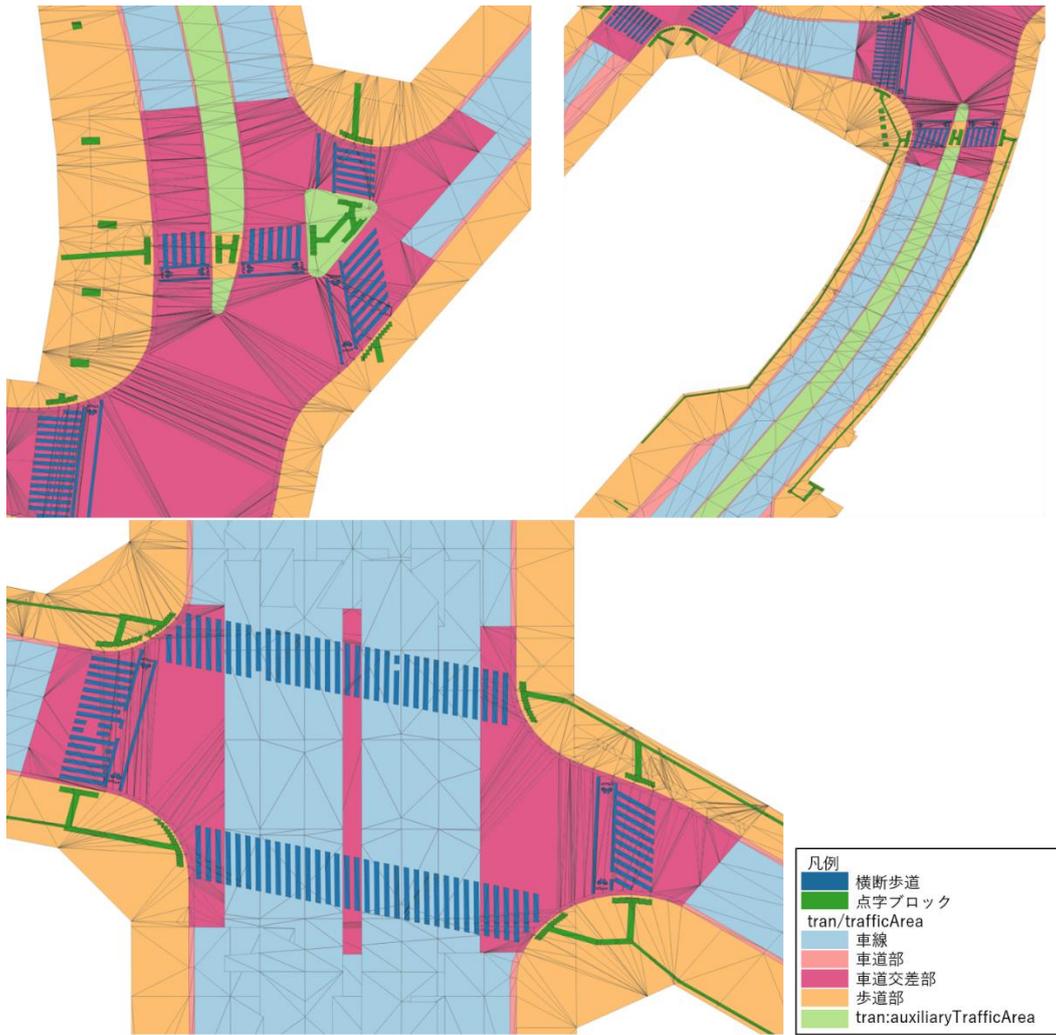


図 2-14 LOD2 都市設備 CityGML (横断歩道、点字ブロック)

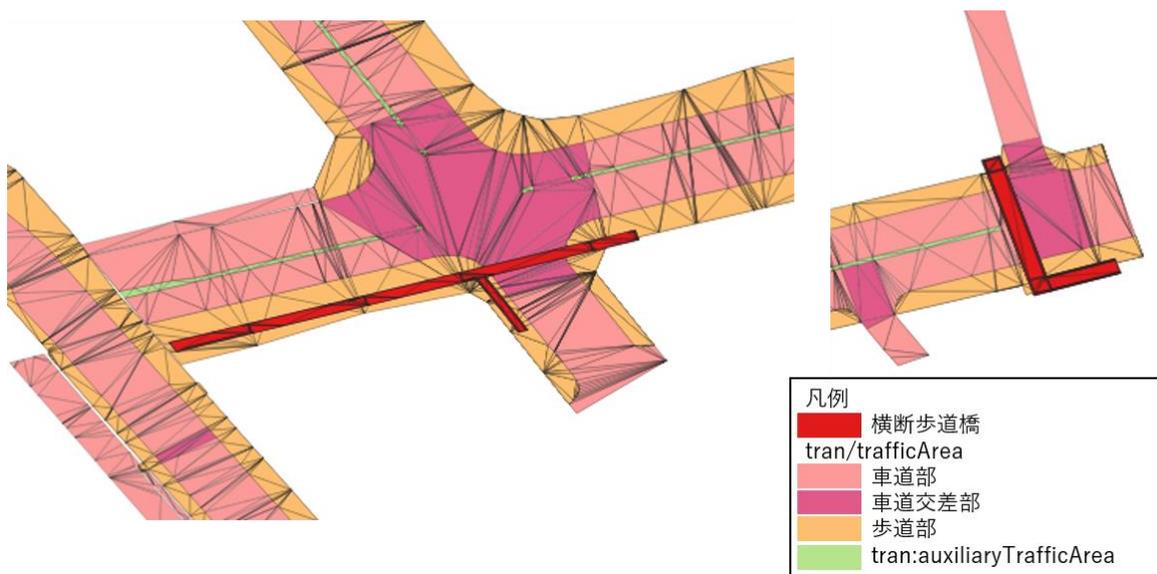


図 2-15 LOD2.1 橋梁 CityGML (横断歩道橋)

2-6-2. 出力ファイル

1) 【IF101】 ネットワークデータ (シェープファイル)

- 本インターフェースを利用した機能

- 【FN004】

- ネットワークデータ

出力ファイルの座標系は、LOD1 又は LOD2 の道路モデルから作成したネットワークの場合は国土交通省国土地理院の日本測地系 2011 における経緯度座標系 (EPSG コード:6668) とし、LOD3 の道路モデルから作成したネットワークの場合は日本測地系 2011 における経緯度座標系と東京湾平均海面を基準とする標高の複合座標参照系 (EPSG コード:6697) とする。文字コードは Shift_JIS とする。

リンクデータのジオメトリ情報はポリライン形状のシングルジオメトリ、ノードデータのジオメトリはポイント形状とする。

属性情報として付与する項目は、歩行空間ネットワークデータ等整備仕様¹²との整合を考慮して選定している。属性情報の選定の際は、入力として使用する道路モデルの詳細度 (LOD) による標高値や勾配情報等の属性の取得可否や、出力するネットワーク (車道又は歩道) によって必要となる属性が異なる点を鑑みて付与する属性を決定した。そのため、入力として使用する道路モデルの詳細度 (LOD) 及び、出力するネットワーク (車道又は歩道) によって変動する。属性情報の詳細については表 2-14、表 2-15、表 2-16 及び表 2-17 に示す。

¹² https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_tk_000056.html

表 2-14 リンクの属性情報

No.	属性	属性名	説明
1	リンク ID	link_id	<ul style="list-style-type: none"> ● リンク中央付近の座標点（リンクが2点間からなる線分の場合は線分の中点、3点以上のポリラインの場合は座標インデックスが中央となる座標点）の平面直角座標系の系番号（2桁）、平面直角座標系のx、y、z座標の整数部（符号1桁、座標値6桁）、連番（6桁）を順番に記載した文字列 ● 平面直角座標系の系番号とx、y、z座標を整数部とし、連番部分を小数部としてピリオドで区切る ● 座標値の符号は正を0、負を1とする
2	起点ノード ID	start_id	<ul style="list-style-type: none"> ● リンクの起点となるノードのIDを記載する
3	終点ノード ID	end_id	<ul style="list-style-type: none"> ● リンクの終点となるノードのIDを記載する
4	リンク延長	distance	<ul style="list-style-type: none"> ● リンクの延長を小数点以下第1位までの精度で記載する ● 単位はメートルとする
5	ランク区分	rank	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与し、幅員、縦断勾配、段差を示すランク（S/A/B/C/Z/X）を順に並べて英字3文字で記載する ● 各ランクの判定方法は以下のとおり <ul style="list-style-type: none"> 【幅員】 S:最小幅員が2m以上 A:最小幅員が1m以上、2m未満 B:設定なし C:設定なし Z:最小幅員が1m未満 X:不明 【縦断勾配】 S:最大縦断勾配が0%（平坦） A:最大縦断勾配が0%より大きく5%以下 B:最大縦断勾配5%より大きく8%以下 C:最大縦断勾配8%より大きく18%以下 Z:最大縦断勾配が18%より大きい X:不明 【段差】 段差の計測は行わないためX（不明）を付与する
6	リンク作成・更新日	maint_date	<ul style="list-style-type: none"> ● リンクデータを作成した日付を記載する
7	経路構造	rt_struct	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与する ● 設定値は以下のとおりとするが、入力として使用する都

			<p>市モデルの関係上、付与可能な設定値は、1、3、6、99となる</p> <p>【設定値】</p> <p>1:車道と歩道の物理的な分離あり</p> <p>2:車道と歩道の物理的な分離なし</p> <p>3:横断歩道</p> <p>4:横断歩道の路面表示の無い道路の横断部</p> <p>5:地下通路</p> <p>6:歩道橋</p> <p>7:施設内通路</p> <p>8:その他の経路の構造</p> <p>99:不明</p>
8	幅員（コード値）	width	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与する ● 設定値は以下のとおり <p>【設定値】</p> <p>1:1.0 未満</p> <p>2:1.0m 以上、2.0m 未満</p> <p>3:2.0m 以上、3.0m 未満</p> <p>4:3.0m 以上</p> <p>99:不明</p>
9	縦断勾配（コード値）	vtcl_slope	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.0以上の道路モデルからネットワークを作成した場合に付与する ● 設定値は以下のとおり <p>【設定値】</p> <p>1:0%</p> <p>2:0%より大きい、5%以下</p> <p>3:5%より大きい、8%以下（起点より終点が高い）</p> <p>4:5%より大きい、8%以下（起点より終点が高い）</p> <p>5:8%より大きい、18%以下（起点より終点が高い）</p> <p>6:8%より大きい、18%以下（起点より終点が高い）</p> <p>7:18%より大きい（起点より終点が高い）</p> <p>8:18%より大きい（起点より終点が高い）</p> <p>99:不明</p>
10	点字ブロックの有無	brail_tile	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与する ● 設定値は以下のとおり <p>【設定値】</p> <p>1:視覚障害者誘導用ブロック等なし</p> <p>2:視覚障害者誘導用ブロック等あり</p>

			99:不明
11	最小幅員	w_min	<ul style="list-style-type: none"> ● リンク内の幅員の最小値を小数点以下第1位までの精度で記載する ● 単位はメートルとする
12	最小幅員緯度	w_min_lat	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与する ● 最小幅員地点の緯度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
13	最小幅員経度	w_min_lon	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与する ● 最小幅員地点の経度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
14	最小幅員有効フラグ	is_w_min	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道ネットワークの場合に付与する ● 最小幅員属性が有効値である場合は1、無効値である場合は0とする
15	最小幅員参考値フラグ	ref_w_min	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与する ● 歩道ネットワークにおいて、車道交差部内の歩道の幅員が正しく求められない可能性があるため、正しい値ではない可能性がある最小幅員に関しては参考値として判断ができるようにこの属性を付与する ● 最小幅員属性が参考値である場合は1、非参考値である場合は0とする
16	最大縦断勾配	vSlope_max	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.0以上の道路モデルからネットワークを作成した場合に付与する ● リンク内の縦断勾配の最大値を整数で記載する ● 単位はパーセントとする
17	最大縦断勾配緯度	vSlope_lat	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.0以上の道路モデルからネットワークを作成した歩道ネットワークの場合に付与する ● リンク内の最大縦断勾配地点の緯度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
18	最大縦断勾配経度	vSlope_lon	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.0以上の道路モデルからネットワークを作成した歩道ネットワークの場合に付与する ● リンク内の最大縦断勾配地点の経度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
19	平均縦断勾配	vSlope_ave	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.0以上の道路モデルからネットワークを作成したネットワークの場合に付与する ● リンク内の縦断勾配の平均値を整数で記載する ● 単位はパーセントとする
20	縦断勾配有効フラグ	is_vSlope	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.0以上の道路モデルからネットワークを作成した車道ネットワークの場合に付与する

			<ul style="list-style-type: none"> ● 最大縦断勾配と平均縦断勾配属性が有効値である場合は1、無効値である場合は0とする
21	最大横断勾配	hSlope_max	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.2以上の道路モデルからネットワークを作成した歩道ネットワークの場合に付与する ● リンク内の横断勾配の最大値を整数で記載する ● 単位はパーセントとする
22	最大横断勾配緯度	hSlope_lat	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.2以上の道路モデルからネットワークを作成した歩道ネットワークの場合に付与する ● リンク内の最大横断勾配地点の緯度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
23	最大横断勾配経度	hSlope_lon	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.2以上の道路モデルからネットワークを作成した歩道ネットワークの場合に付与する ● リンク内の最大横断勾配地点の経度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
24	道路の区分	type	<ul style="list-style-type: none"> ● 車道ネットワークの場合に付与する ● 道路 CityGML に記載されている道路の区分 (tran:Road の tran:function) を記載する
25	通り名、路線名	route_name	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路 CityGML に記載されている路線名 (tran:Road の gml:name) を記載する

表 2-15 ノードの属性情報

No.	属性	属性名	説明
1	ノード ID	node_id	<ul style="list-style-type: none"> ● 座標点の平面直角座標系の系番号（2桁）、平面直角座標系の x、y、z 座標の整数部（符号 1桁、座標値 6桁）、連番（6桁）を順番に記載した文字列 ● 平面直角座標系の系番号と x、y、z 座標を整数部とし、連番部分を小数部としてピリオドで区切る ● 座標値の符号は正を 0、負を 1 とする
2	緯度	lat	<ul style="list-style-type: none"> ● ノード座標の緯度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
3	経度	lon	<ul style="list-style-type: none"> ● ノード座標の経度を記載する ● 座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする
4	標高値	elevation	<ul style="list-style-type: none"> ● ノード座標の標高値を記載する ● LOD3.0 以上の道路モデルからネットワークを作成した場合のみ
5	施設内外区分	in_out	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道ネットワークの場合に付与し、値は 1（施設外）固定とする ● 設定可能な値は以下のとおり <p>【設定値】</p> <p>1:施設外 2:施設内外の境界 3:施設内</p>
6	接続リンク ID	link_id	<ul style="list-style-type: none"> ● ノードが接続しているリンクの ID を記載する ● 接続しているリンク数によって link1_id、link2_id、…、link99_id のように属性数が増加する

表 2-16 出力ネットワークに対するリンクの出力属性の対応表

No.	属性	車道 LOD1	車道 LOD2	車道 LOD3.0-3.3	歩道 LOD2	歩道 LOD3.0-3.1	歩道 LOD3.2-3.3
1	リンク ID	○	○	○	○	○	○
2	起点ノード ID	○	○	○	○	○	○
3	終点ノード ID	○	○	○	○	○	○
4	リンク延長	○	○	○	○	○	○
5	ランク区分	×	×	×	○	○	○
6	リンク作成・更新日	○	○	○	○	○	○
7	経路構造	×	×	×	○	○	○
8	幅員（コード値）	×	×	×	○	○	○
9	縦断勾配（コード値）	×	×	○	×	○	○
10	点字ブロックの有無	×	×	×	○	○	○
11	最小幅員	○	○	○	○	○	○
12	最小幅員緯度	×	×	×	○	○	○
13	最小幅員経度	×	×	×	○	○	○
14	最小幅員有効フラグ	○	○	○	×	×	×
15	最小幅員参考値フラグ	×	×	×	○	○	○
16	最大縦断勾配	×	×	○	×	○	○
17	最大縦断勾配緯度	×	×	×	×	○	○
18	最大縦断勾配経度	×	×	×	×	○	○
19	平均縦断勾配	×	×	○	×	○	○
20	縦断勾配有効フラグ	×	×	○	×	×	×
21	最大横断勾配	×	×	×	×	×	○
22	最大横断勾配緯度	×	×	×	×	×	○
23	最大横断勾配経度	×	×	×	×	×	○
24	道路の区分	○	○	○	×	×	×
25	通り名、路線名	○	○	○	○	○	○

表 2-17 出力ネットワークに対するノードの出力属性の対応表

No.	属性	車道 LOD1	車道 LOD2	車道 LOD3.0-3.3	歩道 LOD2	歩道 LOD3.0-3.3
1	ノード ID	○	○	○	○	○
2	緯度	○	○	○	○	○
3	経度	○	○	○	○	○
4	標高値	×	×	○	×	○
5	施設内外区分	×	×	×	○	○
6	接続リンク ID	○	○	○	○	○

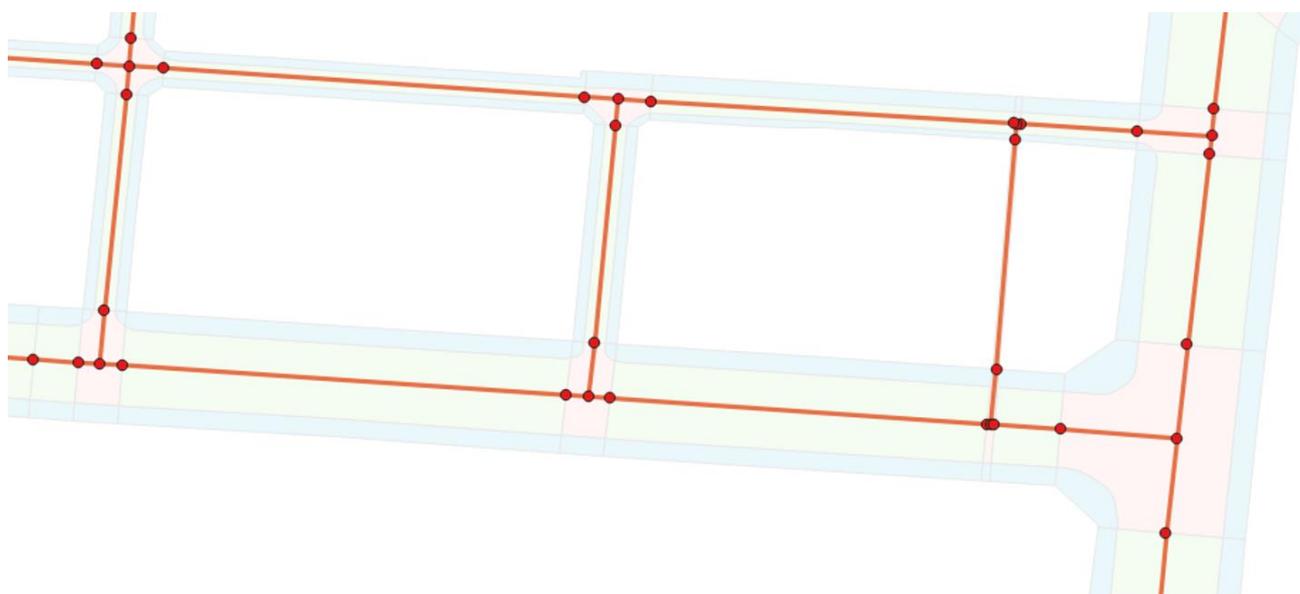


図 2-16 車道ネットワークのシェープファイル（ジオメトリ情報）

【ノード属性】

	node_id	lat	lon	link1_id	link2_id	link3_id	link4_id
1	09100997010355160000000.000000	35.679825913935360	139.723181611912281	09100996710355140000000.000000	09101002010355310000000.000000	NULL	NULL
2	09101026710358180000000.000000	35.677097668986754	139.719903530877815	09101025610358470000000.000000	09101027210358040000000.000000	NULL	NULL
3	09100883410399660000000.000000	35.639719802322219	139.735787607954052	09100883110399640000000.000000	09100883510399680000000.000000	NULL	NULL
4	09101010810366630000000.000000	35.669486522888995	139.721674000227580	09101009910366590000000.000000	09101010910366630000000.000000	NULL	NULL
5	09100888910414030000000.000000	35.626771245531273	139.735194749284091	09100888710414030000000.000000	09100888810414050000000.000000	09100888910414030000000.000000	NULL

【リンク属性】

	link_id	start_id	end_id	distance	maint_date	w_min	is_w_min	type	route_name
1	09101180310371330000000.000000	09101180010371280000000.000000	09101180610371370000000.000000	10.6	2025-01-09	0	0	3	都道305号
2	09100822410418770000000.000000	09100827610419030000000.000000	09100816110418870000000.000000	124.8	2025-01-09	9.2	1	NULL	NULL
3	09100951910387760000000.000000	09100950210388160000000.000000	09100954410387190000000.000000	105.4	2025-01-09	9.0	1	NULL	NULL
4	09101001710352530000000.000000	09101000710352510000000.000000	09101002710352550000000.000000	20.3	2025-01-09	5.3	1	NULL	NULL
5	09100904210422630000000.000000	09100904110422630000000.000000	09100904510422650000000.000000	4.1	2025-01-09	2.0	1	NULL	NULL

※ LOD1、LOD2車道ネットワークの出力属性項目は同一

図 2-17 車道ネットワーク（LOD1、LOD2）のシェープファイル（属性情報）

【ノード属性】

	node_id	lat	lon	elevation	link1_id	link2_id	link3_id
1	09100906810367280000012.000000	35.6689077558335...	139.733160431441917	12.8	09100906510367250000012.000000	09100906910367300000012.000000	NULL
2	09101182110373170000015.000000	35.6635654250180...	139.702764037861499	15.5	09101180710373240000015.000000	09101182410373180000015.000000	NULL
3	09100585410365980000002.000000	35.6701064262352...	139.768658973193908	2.1	09100585210365950000002.000000	09100585310365990000002.000000	0910058561036...
4	0910069661038000000001.000000	35.6574592143475...	139.756388570671959	1.8	09100694410380030000001.000000	09100696910379990000001.000000	NULL
5	09100878010373350000029.000000	35.6634406256934...	139.736345656641419	29.7	09100877810373340000029.000000	09100881110373310000025.000000	NULL

【リンク属性】

	link_id	start_id	end_id	distance	maint_date	vtcl_slope	w_min	is_w_min	vSlope_max	vSlope_ave	is_vSlope	type	route_name
25	09100833210394390000026.000000	09100833510394370000026.000000	09100833110394390000026.000000	4.7	2025-01-08	99	0.3	1	99	99	0	NULL	NULL
26	09100877310378820000015.000000	09100876510378830000015.000000	09100878110378800000015.000000	15.8	2025-01-08	99	0	0	99	99	0	3	都道415号
27	09100878610378790000015.000000	09100879010378790000015.000000	09100878110378800000015.000000	9.4	2025-01-08	99	0	0	99	99	0	3	都道415号
28	09100876110378830000015.000000	09100876510378830000015.000000	09100875710378820000015.000000	8.5	2025-01-08	99	0	0	99	99	0	3	都道415号
29	09100880410378770000014.000000	09100878110378800000015.000000	09100882610378740000013.000000	45.9	2025-01-08	99	0	0	99	99	0	3	都道415号
30	09100876810378830000015.000000	09100877010378840000015.000000	09100876510378830000015.000000	4.6	2025-01-08	99	0	0	99	99	0	3	都道415号

図 2-18 車道ネットワーク (LOD3) のシェープファイル (属性情報)

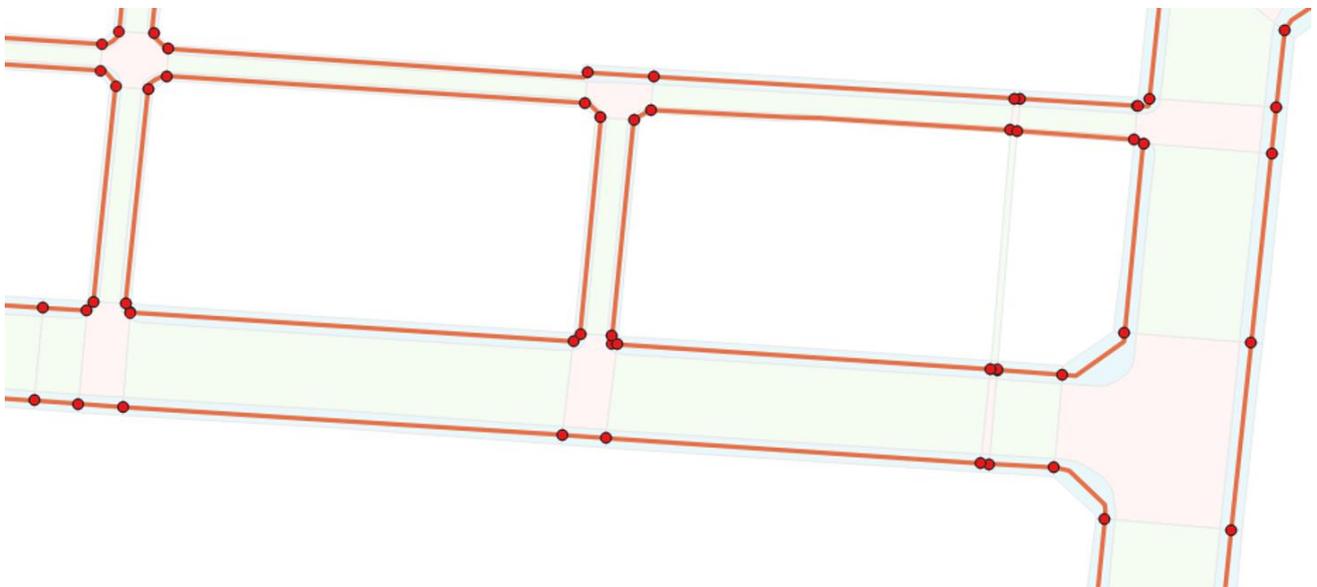


図 2-19 歩道ネットワークのシェープファイル (ジオメトリ情報)

【ノード属性】

	node_id	lat	lon	in_out	link1_id	link2_id	link3_id	link4_id
1	09100928110367490000000.000000	35.668711596245515	139.730812081317396	1	09100928010367490000000.000000	NULL	NULL	NULL
2	09100973910413430000000.000000	35.627302799160525	139.725811360020202	1	09100973710413400000000.000000	NULL	NULL	NULL
3	09100803910374690000000.000000	35.662236320752513	139.744535210821539	1	09100804410374760000000.000000	NULL	NULL	NULL
4	09100722110372180000000.000000	35.664504982917762	139.753573920871020	1	09100721310372210000000.000000	NULL	NULL	NULL
5	09100676910371150000000.000000	35.665432842324122	139.758563903895208	1	09100676210371220000000.000000	09100679810371030000000.000000	NULL	NULL

【リンク属性】

	link_id	start_id	end_id	distance	rank	maint_date	rt_struct	width	brail	tile_w_min	w_min_lat	w_min_lon	ref_w_min	route_name
1	09100771810396000000000.000000	09100771810396000000000.000000	09100771410395980000000.000000	5.3	SXX	2025-01-09	1	3	1	2.6	35.643031578577066	139.748100019611002	0	NULL
2	09101194510373470000000.000000	09101195510373540000000.000000	09101193510373430000000.000000	22.8	SXX	2025-01-09	1	4	1	3.3	35.663285512478915	139.701374908447264	0	NULL
3	09100721310372210000000.000000	09100720210372250000000.000000	09100722110372180000000.000000	19.5	SXX	2025-01-09	1	3	1	2.5	35.664495864662413	139.753601920788356	0	NULL
4	09100927210420370000000.000000	09100924510419810000000.000000	09100929110420730000000.000000	103.4	SXX	2025-01-09	1	3	1	2.6	35.620726335028557	139.730763578146536	0	NULL
5	09100984310364780000000.000000	09100984210364750000000.000000	09100984410364800000000.000000	4.9	SXX	2025-01-09	1	4	1	3.5	35.671147362360365	139.724594294205019	0	都道319号

図 2-20 歩道ネットワーク (LOD2) のシェープファイル (属性情報)

【ノード属性】

node_id	lat	lon	elevation_in_out	link1_id	link2_id	link3_id	link4_id
091009866103647300000031.000000	35.67119343829007	139.724346529920297	31.4	1	09100987010364830000031.000000	NULL	NULL
091009865102690700000027.000000	35.667283161864624	139.724136095377901	27.6	1	09100988310369140000027.000000	09100988710369950000027.000000	NULL
09100700410364980000002.000000	35.670962621385899	139.755957314860950	2.8	1	0910069991036499000002.000000	09100703210364850000003.000000	NULL
0910047451042460000006.000000	35.637227117041860	139.780940282342357	6.1	1	0910047461042510000005.000000	NULL	NULL
09100688910407730000005.000000	35.63244511758306	139.73796762474134	5.8	1	0910068881040774000005.000000	NULL	NULL

【リンク属性】

link_id	start_id	end_id	distance	rank	maint_date	rt_struct	width	vct_slope	brail_tile	w_min	w_min_lat	w_min_lon	ref_w_min	vSlope_max	vSlope_lat	vSlope_lon	vSlope_ave	route_name
0910095961042460000005.000000	0910096051042460000005.000000	0910095931042460000005.000000	12.8	ZXX	2025-01-08	1	1	99	1	0.7	35.6177443308...	139.727430899448535	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	NULL
09100906110374400000027.000000	09100905110374280000028.000000	09100907510374550000025.000000	36.7	AXX	2025-01-08	1	2	99	1	1.0	35.66259807081...	139.733362202093247	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	NULL
0910080731038259000004.000000	0910080681038252000004.000000	0910080751038257000004.000000	9.2	ZXX	2025-01-08	1	1	99	1	0.3	35.65512740544...	139.744143764640711	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	都道319号
09100960310419852000003.000000	0910096041041985000003.000000	091009601041984000003.000000	4.8	AXX	2025-01-08	1	2	99	1	1.0	35.62151669910...	139.727302005658515	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	NULL
0910073971037098000004.000000	0910073981037097000004.000000	0910073951037099000004.000000	4.0	XXX	2025-01-08	1	99	99	99	0	35.999999999999986	139.833333333333343	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	都道405号

図 2-21 歩道ネットワーク (LOD3.0、LOD3.1) のシェープファイル (属性情報)

【ノード属性】

node_id	lat	lon	elevation_in_out	link1_id	link2_id	link3_id
0910066451038337000001.000000	35.65442124880581	139.759939231024106	2.0	1	0910066451038363000002.000000	NULL
0910065531038499000002.000000	35.653054438915809	139.76095559689592	2.1	1	0910065531038491000002.000000	0910065551038491000002.000000
0910065410384930000002.000000	35.653014130879960	139.760949189760254	2.1	1	0910065501038496000002.000000	0910065541038496000002.000000
09100648510381330000002.000000	35.65259741405293	139.761710155140270	2.1	1	0910064831038134000002.000000	09100648810381350000001.000000
0910064881038390000002.000000	35.65394537887488	139.76167597081356	2.2	1	0910064571038353000002.000000	0910064891038391000002.000000

【リンク属性】

link_id	start_id	end_id	distance	rank	maint_date	rt_struct	width	vct_slope	brail_tile	w_min	w_min_lat	w_min_lon	ref_w_min	vSlope_max	vSlope_lat	vSlope_lon	vSlope_ave	hSlope_max	hSlope_lat	hSlope_lon	route_name	
0910066441038337000001.000000	0910066561038010000001.000000	0910066431038054000001.000000	50.9	ZXX	2025-01-10	1	1	99	1	0.9	35.6573666...	139.759818...	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	NULL
0910066251038179000001.000000	0910066451038173000001.000000	0910066051038184000001.000000	41.5	SAX	2025-01-10	3	4	2	1	5.8	35.6558801...	139.760164...	0	3	35.655882148...	139.76010048...	0	99	35.999999999999986	139.833333333333343	99	NULL
0910065481038361000001.000000	0910065511038366000001.000000	0910065441038356000001.000000	11.2	SXX	2025-01-10	3	4	1	1	4.0	35.6541982...	139.761030...	0	0	35.654202017...	139.76101213...	0	1	35.65418297127968	139.761016799890768	99	NULL
0910064691038416000002.000000	0910064731038421000002.000000	0910064651038412000002.000000	11.6	SXX	2025-01-10	3	4	1	1	4.1	35.6537105...	139.761874...	0	0	35.653703116...	139.76187516...	0	1	35.653695194150141	139.761861347248384	99	NULL
0910064181038252000002.000000	0910064241038252000002.000000	0910064121038252000002.000000	11.9	SXX	2025-01-10	3	4	1	1	3.8	35.6551865...	139.762470...	0	0	35.655188536...	139.76244043...	0	1	35.6551871207144	139.762479116010098	99	NULL

図 2-22 歩道ネットワーク (LOD3.2、LOD3.3) のシェープファイル (属性情報)

2) 【IF102】 ネットワークデータ (GeoJSON)

- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN004】

出力ファイルの座標系は、LOD1 又は LOD2 の道路モデルから作成したネットワークの場合は日本測地系 2011 における経緯度座標系 (EPSG コード:6668) とし、LOD3 の道路モデルから作成したネットワークの場合は日本測地系 2011 における経緯度座標系と東京湾平均海面を基準とする標高の複合座標参照系 (EPSG コード:6697) とする。文字コードは UTF-8 とする。

ジオメトリ情報はシェープファイル同様、リンクデータはポリライン形状のシングルジオメトリ、ノードデータはポイント形状とする。また、出力する属性情報の仕様もシェープファイルと同様のため、表 2-14、表 2-15、表 2-16 及び表 2-17 に示す。

```
link.geojson
{
  "type": "FeatureCollection",
  "name": "polyline",
  "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::6668" } },
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "0810118031037133000000.000000",
        "start_id": "0810118001037128000000.000000",
        "end_id": "0810118061037157000000.000000",
        "distance": 10.6,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 0.0,
        "is_w_min": 0,
        "type": "3",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.724346529920297, 35.67119343829007], [139.724136095377901, 35.667283161864624] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "0810082241041977000000.000000",
        "start_id": "0810082761041803000000.000000",
        "end_id": "0810081811041887000000.000000",
        "distance": 124.8,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 8.0,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.724136095377901, 35.667283161864624], [139.724136095377901, 35.667283161864624] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "0810095191038776000000.000000",
        "start_id": "0810095021038816000000.000000",
        "end_id": "0810095441038718000000.000000",
        "distance": 105.4,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 8.0,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.755957314860950, 35.670962621385899], [139.755957314860950, 35.670962621385899] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "0810110011039253000000.000000",
        "start_id": "0810100710392510000000.000000",
        "end_id": "0810100271039250000000.000000",
        "distance": 20.9,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 3.0,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.755957314860950, 35.670962621385899], [139.755957314860950, 35.670962621385899] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "08100904104223000000.000000",
        "start_id": "08100904104223000000.000000",
        "end_id": "08100904104223000000.000000",
        "distance": 4.1,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 2.0,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.733362202093247, 35.662598070811618], [139.733362202093247, 35.662598070811618] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "08101038103917600000.000000",
        "start_id": "0810103891039160000000.000000",
        "end_id": "0810103431039162000000.000000",
        "distance": 48.1,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 3.4,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.744143764640711, 35.65512740544135], [139.744143764640711, 35.65512740544135] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "08100978104034800000.000000",
        "start_id": "08100978104034800000.000000",
        "end_id": "08100978104034800000.000000",
        "distance": 13.7,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 3.3,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.744143764640711, 35.65512740544135], [139.744143764640711, 35.65512740544135] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "08100929104178000000.000000",
        "start_id": "0810092981041780000000.000000",
        "end_id": "081009297104178000000.000000",
        "distance": 0.9,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 0.0,
        "is_w_min": 0,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.727302005658515, 35.62151669910124], [139.727302005658515, 35.62151669910124] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "0810117911037138000000.000000",
        "start_id": "0810117911037124000000.000000",
        "end_id": "0810117931037148000000.000000",
        "distance": 27.1,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 0.0,
        "is_w_min": 0,
        "type": "3",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.73796762474134, 35.63244511758306], [139.73796762474134, 35.63244511758306] ] }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "properties": {
        "link_id": "0810114731038727000000.000000",
        "start_id": "0810114621038780000000.000000",
        "end_id": "0810114751038731000000.000000",
        "distance": 25.1,
        "maint_date": "2025-01-08",
        "w_min": 3.5,
        "is_w_min": 1,
        "type": "",
        "route": ""
      },
      "geometry": { "type": "LineString", "coordinates": [[ [139.73796762474134, 35.63244511758306], [139.73796762474134, 35.63244511758306] ] }
    }
  ]
}
```

図 2-23 車道ネットワークのリンクデータ (GeoJSON)

```
node.geojson
1
2 {"type": "FeatureCollection",
3  "name": "point",
4  "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::6668" } },
5  "features": [
6    {"type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910098701035516000000.000000", "lat": 35.6782581393536, "lon": 139.7231816119128, "link1_id": "0910098671035514000000.000000",
7    "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910102671035818000000.000000", "lat": 35.677097668868754, "lon": 139.71890353087782, "link1_id": "0910102561035847000000.000000",
8    "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910086341039866000000.000000", "lat": 35.639713602322219, "lon": 139.73578780795405, "link1_id": "0910086311039864000000.000000",
9    "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910101061036663000000.000000", "lat": 35.689486522688995, "lon": 139.72187400022758, "link1_id": "0910100991036659000000.000000",
10   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910088891041403000000.000000", "lat": 35.626771245631273, "lon": 139.7519474928409, "link1_id": "0910088871041403000000.000000",
11   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910081471041672000000.000000", "lat": 35.624353016877691, "lon": 139.74338838552958, "link1_id": "0910081461041675000000.000000",
12   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910111391036330000000.000000", "lat": 35.672475403015241, "lon": 139.7102772262221, "link1_id": "0910111381036329000000.000000",
13   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910078601042375000000.000000", "lat": 35.618012609673261, "lon": 139.74656412316466, "link1_id": "0910078601042374000000.000000",
14   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910080141040158000000.000000", "lat": 35.637896435442155, "lon": 139.74484309868356, "link1_id": "0910080101040160000000.000000",
15   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910089501036217000000.000000", "lat": 35.679516200390063, "lon": 139.73446303040203, "link1_id": "0910089491036216000000.000000",
16   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910095721037008000000.000000", "lat": 35.6856717071596114, "lon": 139.72759540636892, "link1_id": "0910095711037004000000.000000",
17   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910088981036945000000.000000", "lat": 35.648925273419749, "lon": 139.75506898434579, "link1_id": "0910088951036946000000.000000",
18   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910071321037645000000.000000", "lat": 35.68065242577818, "lon": 139.75455047924737, "link1_id": "0910071311037646000000.000000",
19   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910078301036847000000.000000", "lat": 35.68864988879869, "lon": 139.7489600909669, "link1_id": "0910078281036848000000.000000"

```

図 2-24 車道ネットワークのノードデータ (GeoJSON)

```
link.geojson
1
2 {"type": "FeatureCollection",
3  "name": "polyline",
4  "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::6668" } },
5  "features": [
6    {"type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910077181039860000000.000000", "start_id": "0910077181039860000000.000000", "end_id": "0910077141039860000000.000000", "distance": 5.3, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 3, "brai
7    "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910194510373470000000.000000", "start_id": "09101955103754000000.000000", "end_id": "09101955103754000000.000000", "distance": 22.6, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 4, "brai
8    "type": "Feature", "properties": { "link_id": "091007213103722100000000.000000", "start_id": "0910072021037225000000.000000", "end_id": "091007213103722100000000.000000", "distance": 18.3, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 3, "brai
9    "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910092721042570000000.000000", "start_id": "0910092451041991000000.000000", "end_id": "0910092911043073000000.000000", "distance": 103.4, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 3, "brai
10   "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910098431036478000000.000000", "start_id": "0910098410364750000000.000000", "end_id": "0910098441036480000000.000000", "distance": 4.3, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 4, "brai
11   "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910098951042320000000.000000", "start_id": "0910098941042320000000.000000", "end_id": "0910098961042320000000.000000", "distance": 6.8, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 4, "brai
12   "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910092710416250000000.000000", "start_id": "0910092710416250000000.000000", "end_id": "0910092810416250000000.000000", "distance": 5.9, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 4, "brai
13   "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910087831036784000000.000000", "start_id": "09100878103678000000.000000", "end_id": "0910087021036784000000.000000", "distance": 16.4, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 4, "brai
14   "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910098981037074000000.000000", "start_id": "0910098921037074000000.000000", "end_id": "0910098991037074000000.000000", "distance": 67.8, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 4, "brai
15   "type": "Feature", "properties": { "link_id": "0910072131037229000000.000000", "start_id": "0910072131037229000000.000000", "end_id": "0910072011037229000000.000000", "distance": 19.7, "rank": "3X", "maint_date": "2025-01-09", "rt_struct": { "width": 3, "brai

```

図 2-25 歩道ネットワークのリンクデータ (GeoJSON)

```
node.geojson
1
2 {"type": "FeatureCollection",
3  "name": "point",
4  "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:EPSG::6668" } },
5  "features": [
6    {"type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910092811036749000000.000000", "lat": 35.669711596245515, "lon": 139.7308120813174, "in_out": 1, "link1_id": "0910092801036749000000.000000", "link2_id": null,
7    "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910097391041343000000.000000", "lat": 35.627302798160525, "lon": 139.7258113680202, "in_out": 1, "link1_id": "0910097371041340000000.000000", "link2_id": null,
8    "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910080391037489000000.000000", "lat": 35.682236320752513, "lon": 139.74453521082154, "in_out": 1, "link1_id": "0910080441037478000000.000000", "link2_id": null,
9    "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910072211037218000000.000000", "lat": 35.66450489291782, "lon": 139.75357992087102, "in_out": 1, "link1_id": "091007213103722100000000.000000", "link2_id": null,
10   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910067691037115000000.000000", "lat": 35.69543243234122, "lon": 139.7585330389521, "in_out": 1, "link1_id": "091006762103712200000000.000000", "link2_id": "09101
11   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910094721036797000000.000000", "lat": 35.689284854652264, "lon": 139.72869923956469, "in_out": 1, "link1_id": "0910094701036798000000.000000", "link2_id": "09101
12   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910098941042306000000.000000", "lat": 35.618621367835118, "lon": 139.72631788306632, "in_out": 1, "link1_id": "0910098931042326000000.000000", "link2_id": "09101
13   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910087321040749000000.000000", "lat": 35.632667639024923, "lon": 139.7389132515798, "in_out": 1, "link1_id": "091008720104075900000000.000000", "link2_id": "09101
14   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910095521042239000000.000000", "lat": 35.619489212087227, "lon": 139.7278680708922, "in_out": 1, "link1_id": "091009558104215100000000.000000", "link2_id": null,
15   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910064271036127000000.000000", "lat": 35.674345379827091, "lon": 139.76233502939982, "in_out": 1, "link1_id": "0910064210361080000000.000000", "link2_id": null,
16   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910066671036926000000.000000", "lat": 35.667113785519526, "lon": 139.75868407094677, "in_out": 1, "link1_id": "091006656103693100000000.000000", "link2_id": "09101
17   "type": "Feature", "properties": { "node_id": "0910079791038282000000.000000", "lat": 35.65401919299349, "lon": 139.7630141764018, "in_out": 1, "link1_id": "0910079791038282000000.000000", "link2_id": "09101

```

図 2-26 歩道ネットワークのノードデータ (GeoJSON)

3) 【IF103】 ログファイル

本インタフェースを利用した機能

➤ 【FN005】

ログファイルの文字コードは UTF-8 とする。動作ログはテキストファイル、エラーログは CSV ファイルとする。

エラーログには、エラー地点の緯度経度とエラー内容を記載する。なお、座標系は日本測地系 2011 における経緯度座標系とする。



図 2-27 動作ログ

errlog_footpath.csv								
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	lat,	lon,	err					
2	35.616958179095548,	139.726608611168075,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
3	35.621108528279969,	139.730811763370298,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
4	35.617637258522514,	139.726204507838190,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
5	35.622158636504594,	139.729923692518327,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
6	35.623560169887554,	139.732647922503872,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
7	35.618559473121799,	139.729637952070533,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
8	35.623993485584741,	139.738890974620517,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
9	35.623354651758667,	139.737846140406134,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
10	35.624437803429430,	139.744170911943655,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
11	35.621112819093682,	139.747800450729869,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
12	35.631965995695595,	139.730949399077616,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
13	35.632246332210109,	139.731120126858343,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
14	35.630095039176688,	139.737344769974442,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
15	35.630093710017718,	139.737338293556576,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
16	35.631744073839393,	139.732481491824672,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
17	35.629652463740655,	139.732443501909927,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
18	35.641418772863339,	139.747839284705350,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
19	35.634703327329646,	139.742479589767527,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
20	35.637770985234596,	139.744794296900039,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
21	35.637823951748423,	139.744727527911124,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
22	35.647771938236410,	139.716263307259112,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
23	35.643734882350671,	139.715125008165018,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					
24	35.643657837948155,	139.715162820679694,	リンク線がポリゴン外にはみ出している					

図 2-28 エラーログ

表 2-18 エラー内容

No.	エラー内容	車道ネットワークでの確認	歩道ネットワークでの確認
1	リンク線がポリゴン外にはみ出している	○	○
2	リンク線の取得に失敗	○	○
3	未接続の横断歩道のため要確認	×	○
4	未接続の横断歩道橋のため要確認	×	○

2-7. 機能詳細

1) 【FN001】パラメータ設定

- 機能概要
 - GUI から道路ネットワーク作成に必要なパラメータを設定する
 - 設定したパラメータをアプリ内で保持する
- フローチャート

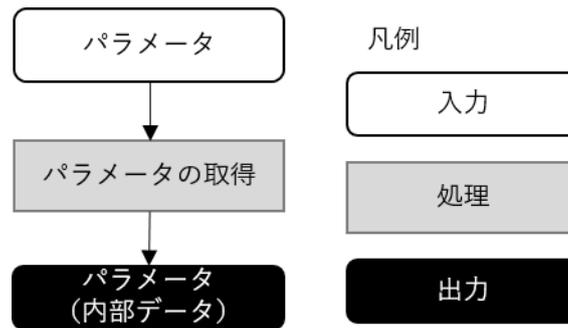


図 2-29 パラメータ設定のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 設定パラメータ
 - 内容
 - 道路ネットワーク作成に必要な設定値
 - 形式
 - 数値や文字列などを GUI で入力する
 - データ詳細
 - 内部インタフェース【IF201】を参照
 - 出力
 - ◇ 内部設定パラメータ
 - 内容
 - GUI から取得したパラメータ情報

- 形式
 - アプリの内部データ
- データ詳細
 - 内部インタフェース【IF202】を参照
- 機能詳細
 - パラメータ読み込み
 - ◇ 処理内容
 - 道路ネットワーク作成に必要な設定値を読み込み、内部データとして保持する
 - ネットワークデータの出力先は車道や歩道及び出力ファイル形式ごとに異なるため、出力フォルダーパスを基に自動作成し内部データとして保持する
 - ◇ ソフトウェア・ライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

2) 【FN002】 3D 都市モデルの読込

- 機能概要
 - 道路、橋梁、都市設備の 3D 都市モデルを読み込む
 - 取得した 3D 都市モデルデータをアプリ内で保持する
- フローチャート

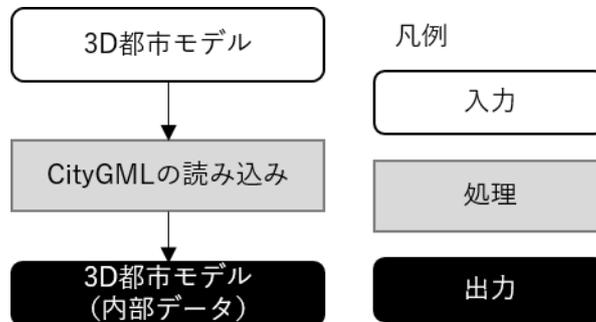


図 2-30 3D 都市モデルの読込のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 内部設定パラメータ
 - 内容
 - GUI から取得したパラメータ情報
 - 3D 都市モデルデータの読み込みでは、3D 都市モデルデータのフォルダーパスを参照する
 - 形式
 - アプリの内部データ

- データ詳細
 - 内部インタフェース【IF202】を参照
- ◇ 3D 都市モデル（道路、橋梁、都市設備）
 - 内容
 - 3D 都市モデルの道路、橋梁、都市設備のジオメトリデータと属性データ
 - 形式
 - CityGML
 - データ詳細
 - 入力ファイル【IF001】を参照
- 出力
 - ◇ 3D 都市モデル（内部データ）
 - 内容
 - 道路ネットワーク作成に必要な道路、橋梁、都市設備のジオメトリと属性データ
 - 形式
 - アプリの内部データ
 - データ詳細

内部インタフェース

- 【IF203】を参照

● 機能詳細

- 3D 都市モデルの読込
 - ◇ 処理内容
 - 道路、橋梁、都市設備の CityGML を読み込む
 - 道路ネットワーク作成に必要なジオメトリと属性データを取得し、内部データとして保持する
 - ◇ ソフトウェア・ライブラリ
 - libplateau（ソフトウェア・ライブラリ【SL001】を参照）
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

3) 【FN003】リンク・ノードの作成

● 機能概要

- 3D都市モデルデータを基に車道ネットワークと歩道ネットワークデータを作成する

● フローチャート

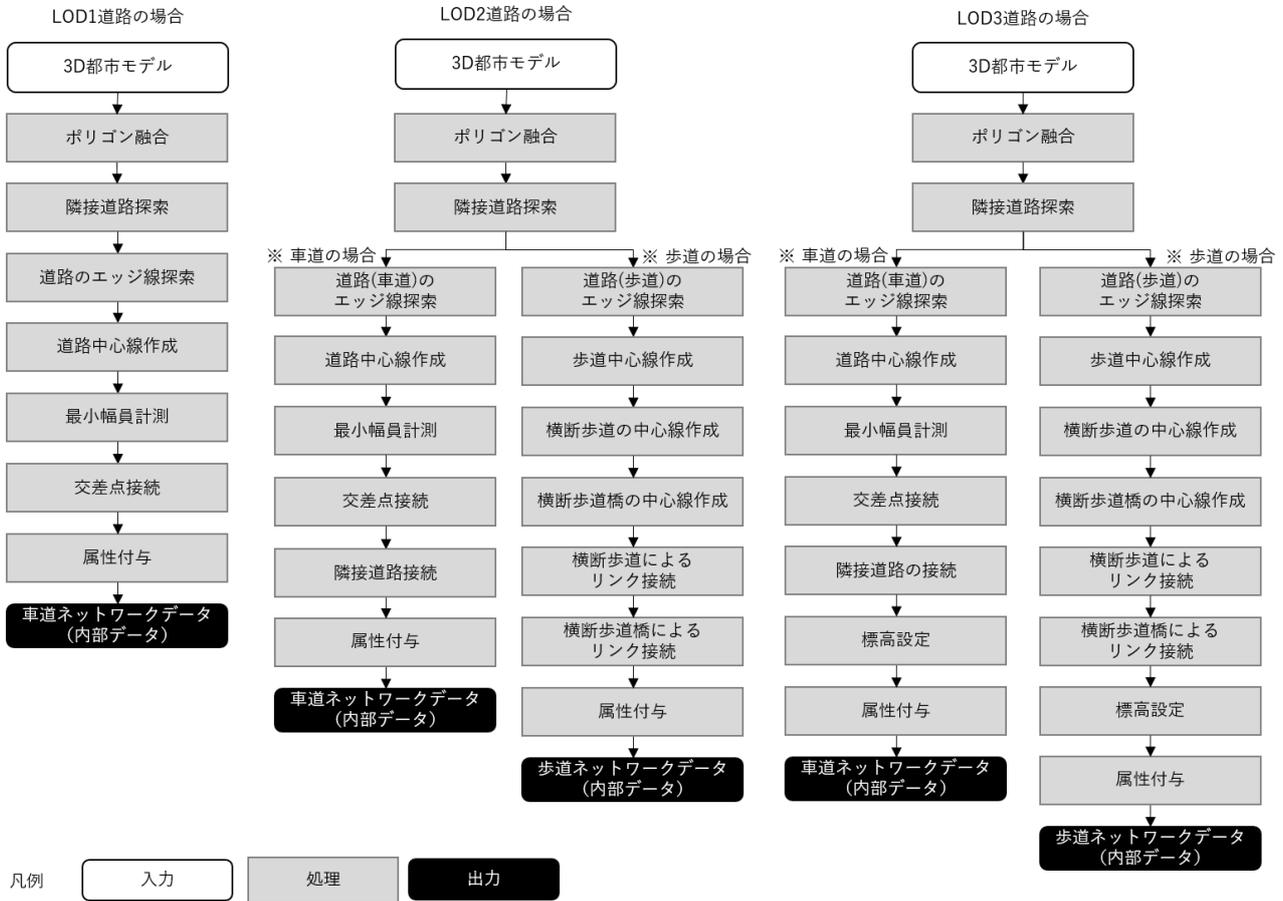


図 2-31 リンク・ノードの作成のフローチャート

● データ仕様

➢ 入力

◇ 内部設定パラメータ

- 内容
 - GUI から取得したパラメータ情報
 - リンク・ノードの作成では、使用する道路 LOD 設定を参照する
- 形式
 - アプリの内部データ
- データ詳細
 - 内部インタフェース【IF202】を参照

◇ 3D都市モデル (内部データ)

- 内容
 - 道路、橋梁、都市設備のジオメトリと属性データ

- 形式
 - アプリの内部データ
- データ詳細

内部インタフェース

- 【IF203】を参照

➤ 出力

◇ 車道ネットワーク（内部データ）

- 内容
 - 車道ネットワークのリンクデータとノードデータ
- 形式
 - アプリの内部データ
- データ詳細
 - 内部インタフェース【IF204】、【IF205】を参照

◇ 歩道ネットワーク（内部データ）

- 内容
 - 歩道ネットワークのリンクデータとノードデータ
- 形式
 - アプリの内部データ
- データ詳細
 - 内部インタフェース【IF204】、【IF206】を参照

● 機能詳細

➤ 車道ネットワークの作成

◇ 処理内容

- 入力パラメータで指定された LOD の道路を使用して車道ネットワークを作成する
- LOD1 は道路モデルの道路ポリゴンから、LOD2 と LOD3.0 道路モデルの場合は車道部ポリゴンから、LOD3.1 以上の道路モデルの場合は車線ごとのポリゴンからリンクデータを作成し、隣接する道路のリンクデータと接続してネットワークデータを作成する
- 複数車線の道路と接続する車道交差点内のリンクデータは車線ごとに作成する
- 最小幅員とリンク延長、縦断勾配（LOD3.0 以上の場合）を計測する
- 3D 都市モデルの属性から道路の区分が取得可能な場合は、リンクデータに属性情報として付与する

◇ ソフトウェア・ライブラリ

- GDAL（ソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照）
- Boost C++ Library（ソフトウェア・ライブラリ【SL004】を参照）
- Auto-Create-tran-lod1-2-tool（ソフトウェア・ライブラリ【SL006】を参照）

◇ 利用するアルゴリズム

- 隣接道路探索（アルゴリズム【AL101】を参照）

- 道路のエッジ線¹³探索（アルゴリズム【AL102】を参照）
 - 島¹⁴が存在する道路のエッジ線探索（アルゴリズム【AL103】を参照）
 - 道路の中心線作成（アルゴリズム【AL104】を参照）
 - 交差点接続（アルゴリズム【AL105】を参照）
 - 隣接道路接続（アルゴリズム【AL106】を参照）
 - ポリゴン融合（アルゴリズム【AL107】を参照）
 - 最小幅員計測（アルゴリズム【AL108】を参照）
 - 標高設定（アルゴリズム【AL114】を参照）
 - 縦断勾配計測（アルゴリズム【AL115】を参照）
- 歩道ネットワークの作成
- ◇ 処理内容
 - 入力パラメータで指定された LOD の道路モデルを使用して歩道ネットワークを作成する（ただし、歩道部ポリゴンが存在しないため LOD1 は除く）
 - 道路モデルの歩道部ポリゴンから歩道のリンクデータを作成し、隣接する歩道のリンクデータと接続してネットワークデータを作成する
 - 都市設備の横断歩道、橋梁の横断歩道橋の 3D 都市モデルを使用して、道路モデルから作成した歩道ネットワークに車道を横断するリンクデータを追加する
 - 最小幅員とリンク延長、縦断勾配（LOD3.0 以上の場合）、横断勾配（LOD3.2 以上の場合）を計測する
 - 歩道内の点字ブロックの有無を確認し、リンクデータに属性情報として付与する
 - ◇ ソフトウェア・ライブラリ
 - GDAL（ソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照）
 - Boost C++ Library（ソフトウェア・ライブラリ【SL004】を参照）
 - OpenCV（ソフトウェア・ライブラリ【SL005】を参照）
 - Auto-Create-tran-lod1-2-tool（ソフトウェア・ライブラリ【SL006】を参照）
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - 隣接道路探索（アルゴリズム【AL101】を参照）
 - 道路のエッジ線探索（アルゴリズム【AL102】を参照）
 - 道路の中心線作成（アルゴリズム【AL104】を参照）
 - ポリゴン融合（アルゴリズム【AL107】を参照）
 - 最小幅員計測（アルゴリズム【AL108】を参照）
 - 横断歩道の中心線作成（アルゴリズム【AL109】を参照）
 - 横断歩道によるリンク接続（アルゴリズム【AL110】を参照）
 - 横断歩道橋の中心線作成（アルゴリズム【AL111】を参照）
 - 横断歩道橋によるリンク接続（アルゴリズム

¹³ 道路の中心線を作成するために必要となる道路の境界線

¹⁴ 交通島

- 【AL112】を参照)
- 点字ブロックの有無判定 (アルゴリズム【AL113】を参照)
- 標高設定 (アルゴリズム【AL114】を参照)
- 縦断勾配計測 (アルゴリズム【AL115】を参照)
- 横断勾配計測 (アルゴリズム【AL116】を参照)

4) 【FN004】GIS データ出力

- 機能概要
 - 車道ネットワークと歩道ネットワークデータを汎用的な GIS データファイルに出力する
- フローチャート

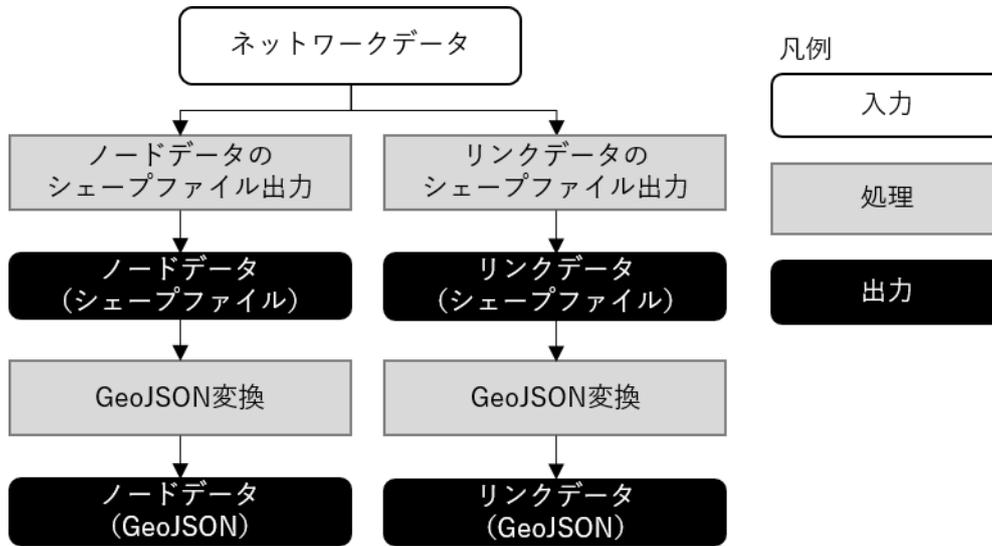


図 2-32 GIS データ出力のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 内部設定パラメータ
 - 内容
 - GUI から取得したパラメータ情報
 - GIS データ出力では、シェープファイル、GeoJSON の出力フォルダパスを参照する
 - 形式
 - アプリの内部データ
 - データ詳細
 - 内部インタフェース【IF202】を参照
 - ◇ ネットワークデータ (車道、歩道)
 - 内容
 - 車道ネットワークと歩道ネットワークのリンクデータとノードデータ

- 形式
 - アプリの内部データ
- データ詳細
 - 内部インタフェース【IF204】、【IF205】、【IF206】を参照
- 出力
 - ◇ ネットワークデータ（車道、歩道）
 - 内容
 - 車道ネットワークと歩道ネットワークのリンクデータとノードデータ
 - 形式
 - シェープファイル
 - GeoJSON
 - データ詳細
 - シェープファイルは、出力ファイル【IF101】を参照
 - GeoJSON は、出力ファイル【IF102】を参照
- 機能詳細
 - ファイル出力
 - ◇ 処理内容
 - 車道、歩道ネットワークごとに、リンクデータとノードデータのシェープファイルを出力する
 - リンクデータとノードデータのシェープファイルを GeoJSON ファイルに変換する
 - 出力ファイル形式は、シェープファイル、GeoJSON のどちらか又は両方を選択できる

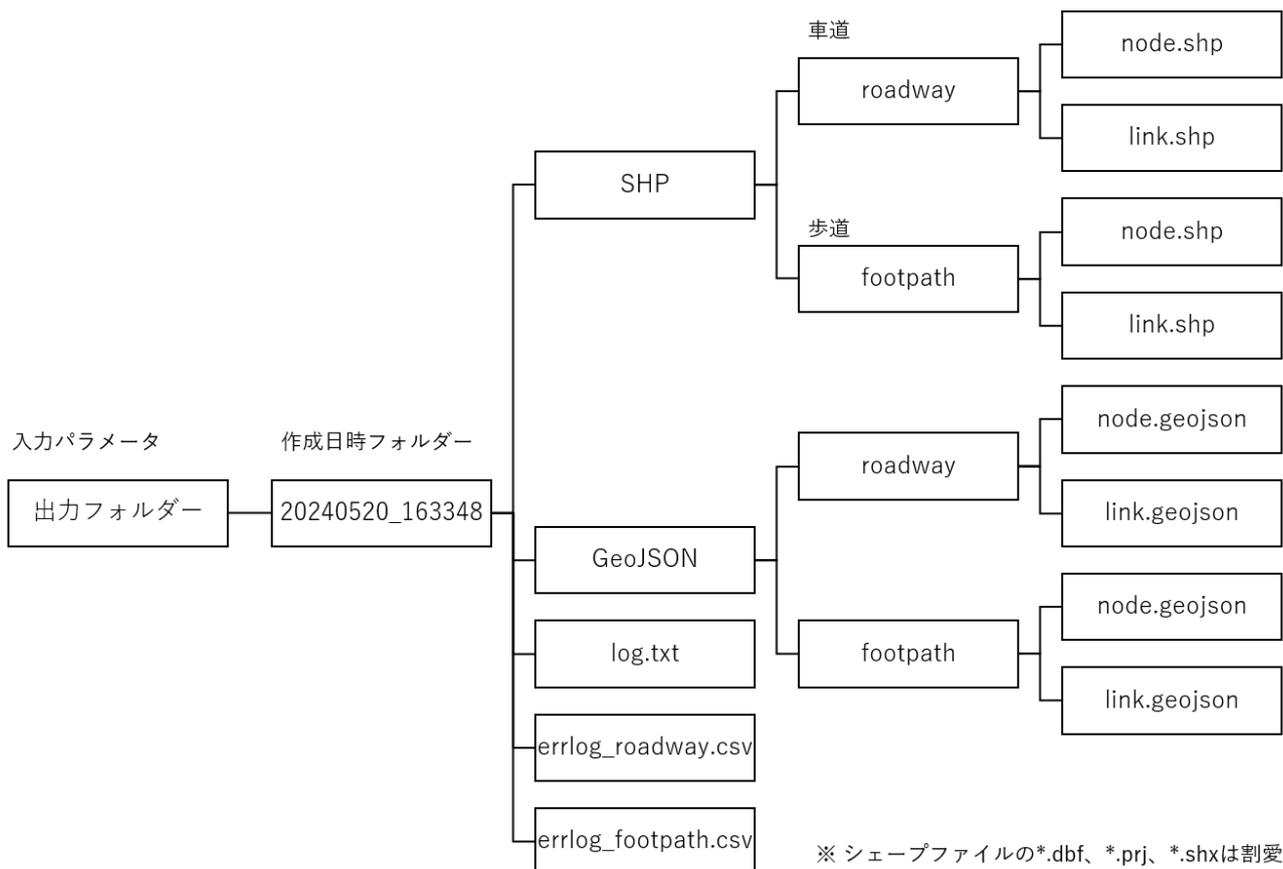


図 2-33 出力フォルダー構成

- ◇ ソフトウェア・ライブラリ
 - GDAL (ソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照)
- ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

5) 【FN005】 ログファイル出力

- 機能概要
 - 動作ログをテキストファイルに出力する
 - 車道/歩道ネットワークのエラー情報を CSV ファイルに出力する
- フローチャート

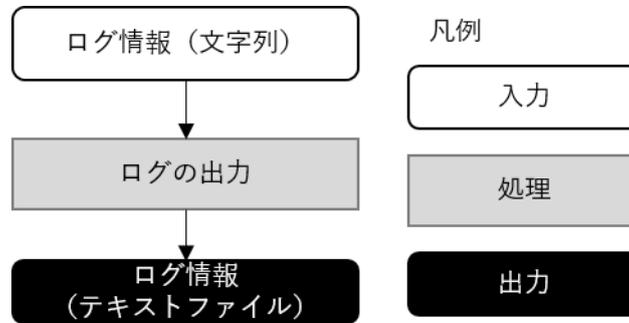


図 2-34 ログファイル出力のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 内部設定パラメータ
 - 内容
 - GUI から取得したパラメータ情報
 - ログファイル出力では、ログファイルパスを参照する
 - 形式
 - アプリの内部データ
 - データ詳細
 - 内部インターフェース【IF202】を参照
 - ◇ 動作ログ
 - 内容
 - 動作時の入出力設定などのログ情報
 - 形式
 - 文字列データ
 - データ詳細
 - 記載なし
 - ◇ エラー情報
 - 内容
 - 車道/歩道ネットワークのエラー地点とエラー内容
 - 形式
 - エラー地点の座標情報と、エラー内容を示す文字列データ
 - データ詳細
 - 記載なし

➤ 出力

◇ 動作ログ

- 内容
 - 動作時の入出力設定などのログ情報
- 形式
 - テキストファイル
- データ詳細
 - 出力ファイル【IF103】を参照

◇ エラー情報

- 内容
 - 作成したネットワークのエラー地点の座標とエラー内容を記載する
- 形式
 - CSV ファイル
- データ詳細
 - 出力ファイル【IF103】を参照

● 機能詳細

➤ ファイル出力

◇ 処理内容

- 動作時の入出力設定などのログ情報をテキストファイルに出力する
- 作成したネットワークのエラー地点の座標とエラー内容を CSV ファイルに出力する

◇ ソフトウェア・ライブラリ

- spdlog (ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照)

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

2-8. アルゴリズム詳細

1) 【AL101】隣接道路探索

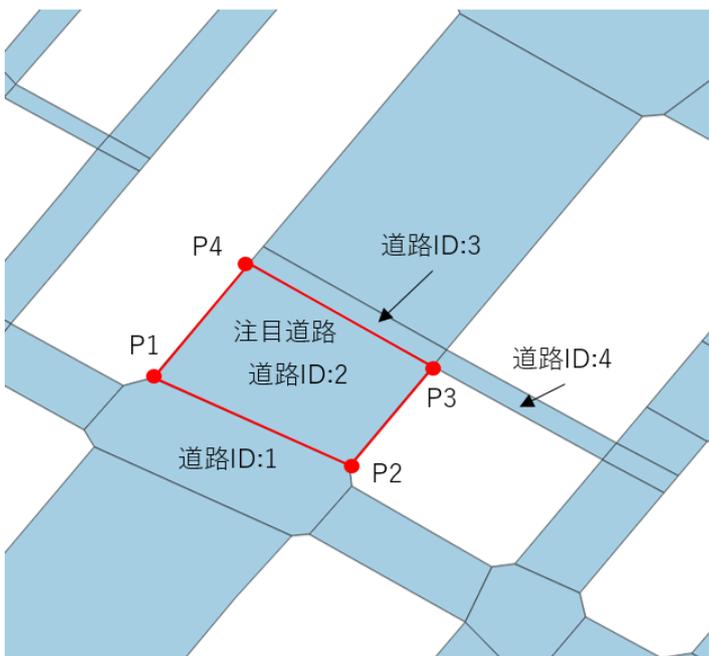
- 本アルゴリズムを利用した機能
 - 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

道路モデルの LOD1 ジオメトリを使用して、隣接している道路ポリゴンの探索を行い、注目道路¹⁵に隣接する道路ポリゴンの関係マップを作成する。

1. 道路ポリゴンの頂点座標と道路 ID の紐づけを行うハッシュテーブルを作成する

- 同一座標の頂点の検索を高速に行うために、頂点座標にはハッシュコードを持たせ、頂点座標をキーとし、道路 ID のリストを値とするハッシュテーブルを作成する



頂点座標	道路IDリスト
P1	1、2
P2	1、2
P3	2、3、4
P4	2、3
...	...

図 2-35 アルゴリズム詳細

- #### 2. 道路ポリゴンごとに、ポリゴンの頂点座標をハッシュテーブルにおいて検索し、同一座標の頂点を保持する道路を抽出する（近傍道路の探索）
- 道路 ID をキーとし、近傍の道路 ID のリストを値とするマップを作成する

¹⁵ 処理対象の道路ポリゴン

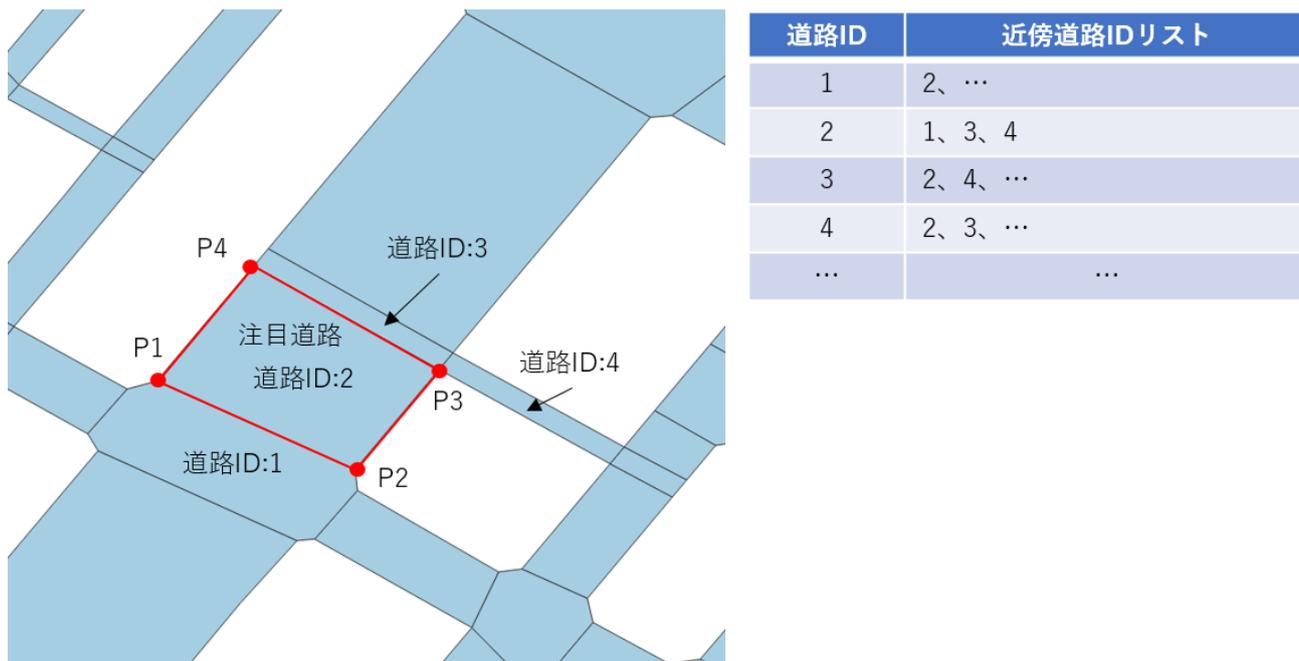


図 2-36 アルゴリズム詳細

3. 道路ポリゴンごとに、近傍道路ポリゴンから隣接ポリゴンのみを抽出する
 - 注目道路のポリゴンの辺と重畳している道路ポリゴンを隣接道路ポリゴンとする

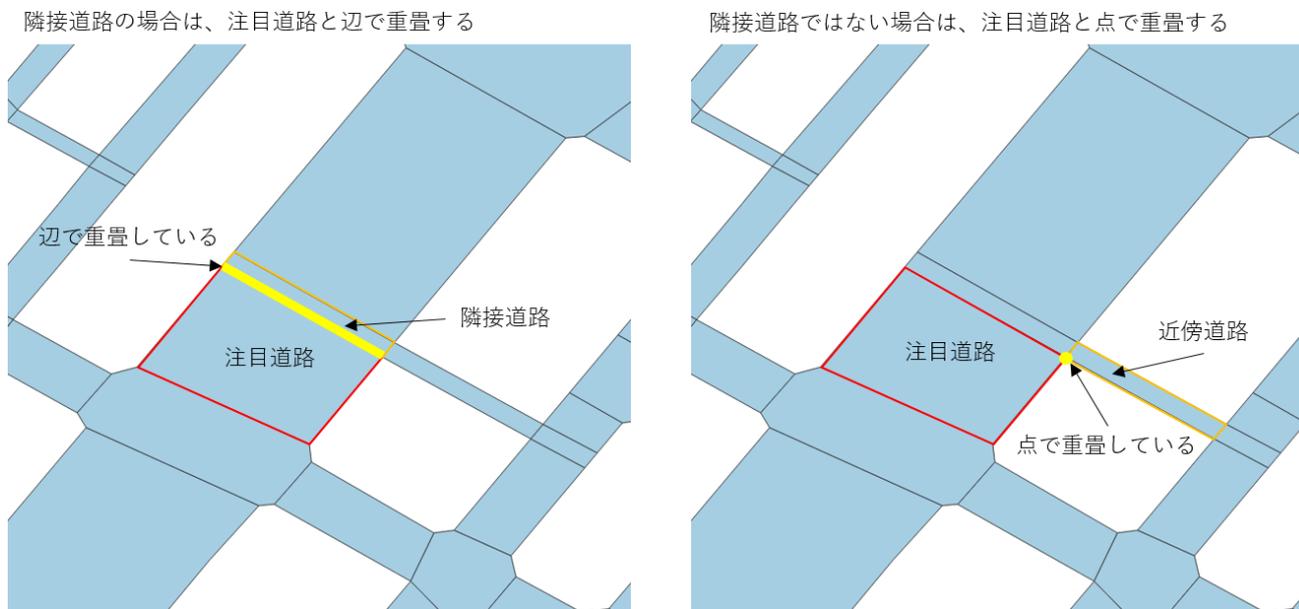


図 2-37 アルゴリズム詳細

2) 【AL102】道路のエッジ線探索

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

道路の中心線作成に使用する道路の延伸方向のエッジ線を取得する。車道ネットワークを作成する場合は、使用する道路モデルの詳細度によって取得するエッジ線が異なる。

【LOD1 道路モデルの場合】

1. 注目道路ポリゴンにおいて、隣接道路ポリゴンと重畳していないエッジ線を抽出する



図 2-38 アルゴリズム詳細

【LOD2、LOD3.0 道路モデルの場合】

1. 注目道路ポリゴンにおいて歩道部が存在している場合は、車道部と歩道部の重畳線をエッジ線として抽出し、歩道部が存在していない場合は、隣接道路を含むいずれのポリゴンとも重畳していない車道部のエッジ線を取得する



図 2-39 アルゴリズム詳細

2. 注目道路ポリゴンに島が存在すると判断した場合は、車道部と島が重畳しているエッジ線を取得する

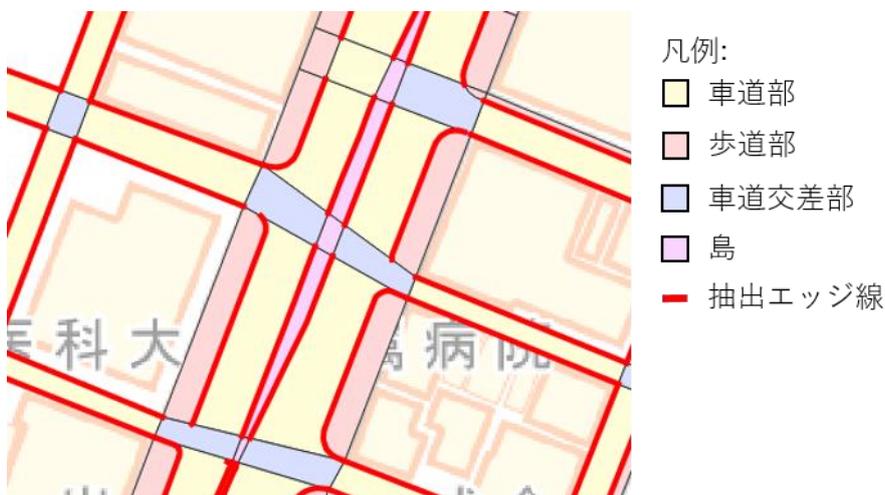


図 2-40 アルゴリズム詳細

【LOD3.1 以上道路モデルの場合】

1. 注目道路の車線から隣接道路ポリゴンと重畳する辺を除いた部分を取得する



図 2-41 アルゴリズム詳細

【LOD2 以上の道路モデルの歩道の場合】

1. 注目道路ポリゴンにおいて、車道部又は車線と歩道部の重畳線を取得する
2. 隣接道路を含むいずれのポリゴンとも重畳していない歩道部のエッジ線を取得する

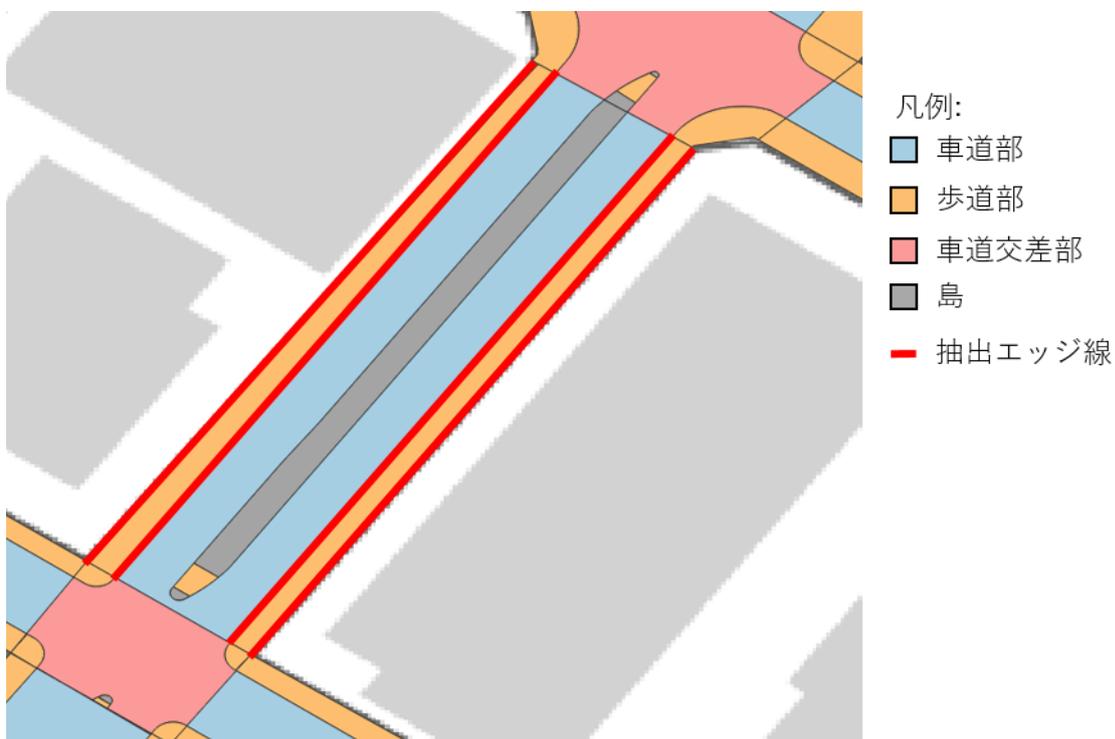


図 2-42 アルゴリズム詳細

3) 【AL103】 島¹⁶が存在する道路のエッジ線探索

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

【AL102】で島が存在すると判断した道路においては、【AL102】の【LOD2、LOD3.0 道路モデルの場合】に示すように、車道部と島の重畳線をエッジ線とする。しかし、島の形状によっては車道部と島の重畳線が道路の延長方向全体に存在していない場合がある。その場合は、車道部と島の重畳線が道路の延長方向全体に存在するように重畳線を加工しエッジ線とする。

1. 2本の車道部端エッジ線から、【AL104】と同様に中心線を作成する

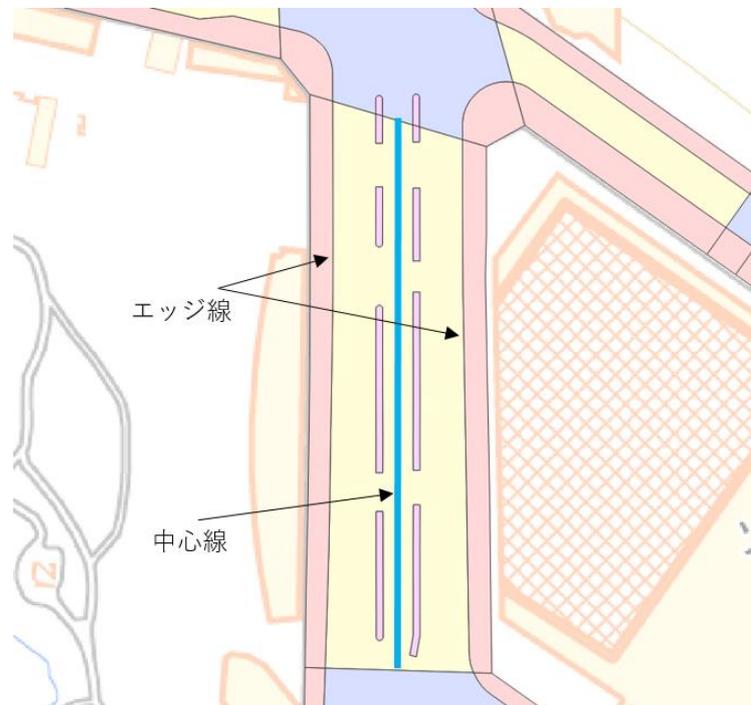


図 2-43 アルゴリズム詳細

2. 島を同じ道路の流れごとにグルーピングする

➤ 島ごとに2つのエッジまでの距離を算出してグルーピングする

¹⁶ 交通島

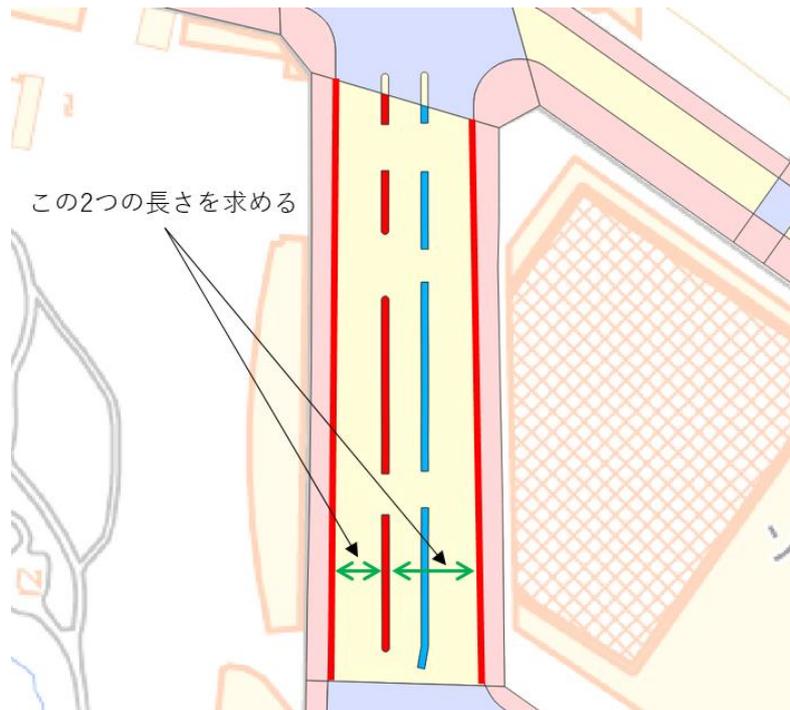


図 2-44 アルゴリズム詳細

- 3. グルーピングした島ごとに道路長に対する島の長さの割合を算出する
 - 道路長に対して 70%未満の長さの島は以降の処理を無視する

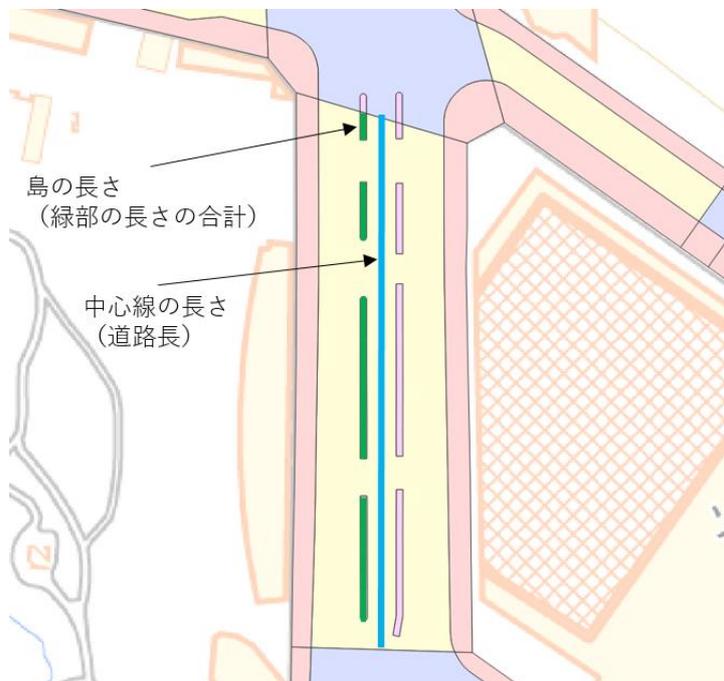


図 2-45 アルゴリズム詳細

4. 作成した中心線を平行移動させて、グルーピングした島ごとのエッジ線を作成する
 - 島のエッジ線との重なり判定は、作成した中心線の中央に当たる頂点から順に、グルーピングした島のいずれかのエッジと重なるかで判定する

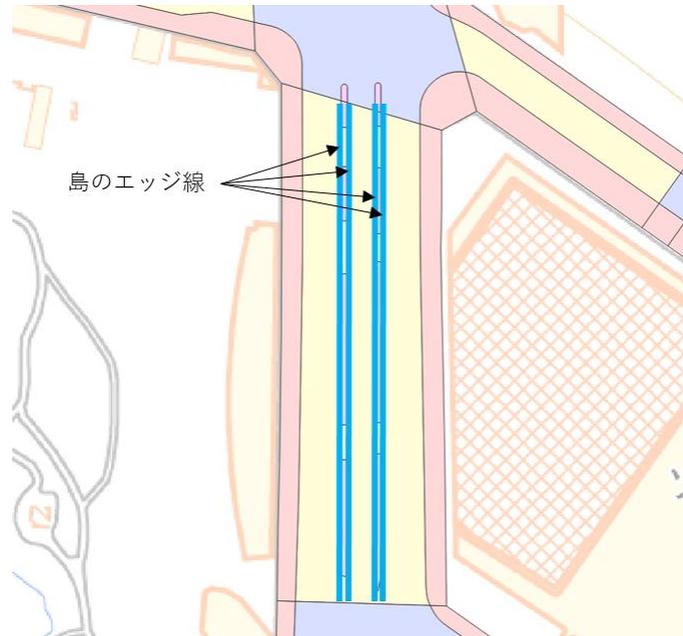


図 2-46 アルゴリズム詳細

5. 作成したエッジ線を端から順にペアとして保存する

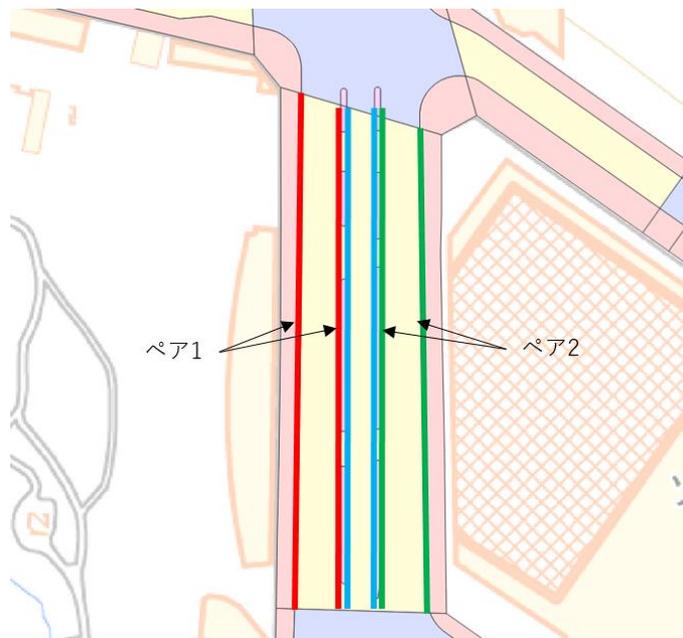


図 2-47 アルゴリズム詳細

4) 【AL104】道路の中心線作成

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

道路の2本のエッジ線を基に道路の中心線を作成する。

1. 道路の2本のエッジ線において、サンプリング間隔を基に長い方のエッジ線の頂点を補間し、短い方のエッジ線は長い方のエッジ線の補間後の頂点数と同数になるように頂点の補間を行う
 - 2本のエッジ線の頂点列の進行方向は同一とする
 - 長い方のエッジ線の補間後の頂点数は、次の式から算出する（算出結果が2未満の場合は2とする）

$$\text{補間後の頂点数} = \text{エッジの線の長さ} / \text{サンプリング間隔} + 1$$

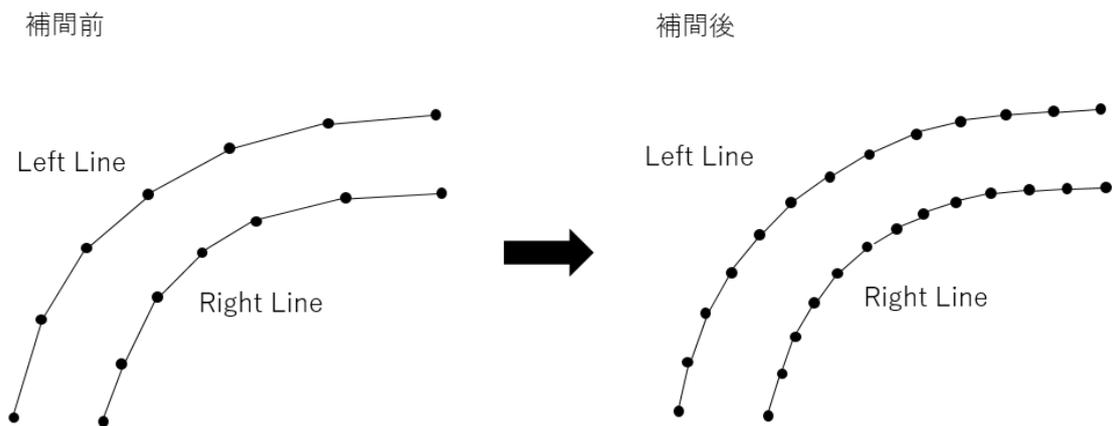


図 2-48 アルゴリズム詳細

2. 長短のエッジ線の同一インデックス頂点の平均点をつないだ線を中心線とする

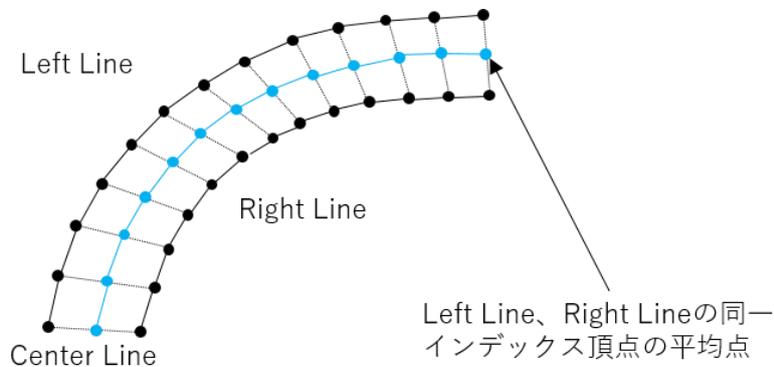


図 2-49 アルゴリズム詳細

3. 2.の中心線において、線分の長さ及び角度を基に頂点を間引く

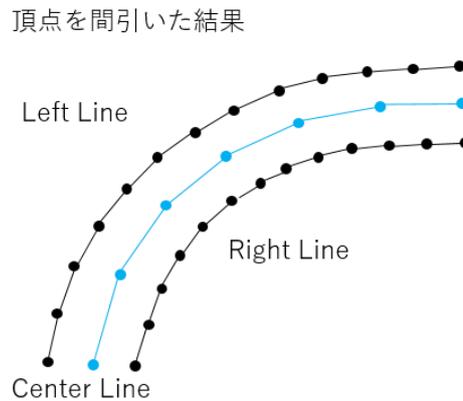


図 2-50 アルゴリズム詳細

4. 3.の中心線が隣接道路ポリゴンとの境界と一致するように延長又はトリミングする

5) 【AL105】 交差点接続

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

算出した道路の中心線を車道交差点において接続する場合は、基本的に簡易な形状となるように接続する。ただし、交差点を 1 点に集約するなどの縮退は行わない。また、車線や右左折を考慮した曲線による接続は行わない。

【車道交差点に隣接する道路の中心線が 1 本の場合】

1. 車道交差点に隣接する道路の中心線を確認し、方向が類似している中心線のペアから主道路を決定し中心線をつなぐ
 - 中心線のペアがない場合は例外とし、車道交差点の重心点で道路の中心線をつなぐ
 - 中心線のペアが 1 組の場合は、ペアとなった道路を主道路とし中心線をつなぐ
 - 中心線のペアが複数存在する場合は、幅員が大きい道路を優先して主道路とする（幅員が同一の場合は、どのペアを選択しても構わない）
 - 主道路の接続に失敗した場合は、従道路の接続は行わず例外処理として、車道交差点の重心点で中心線をつなぐ（ただし、作成される中心線が交差点ポリゴン内に収まっていない場合は交差点接続を行わない）

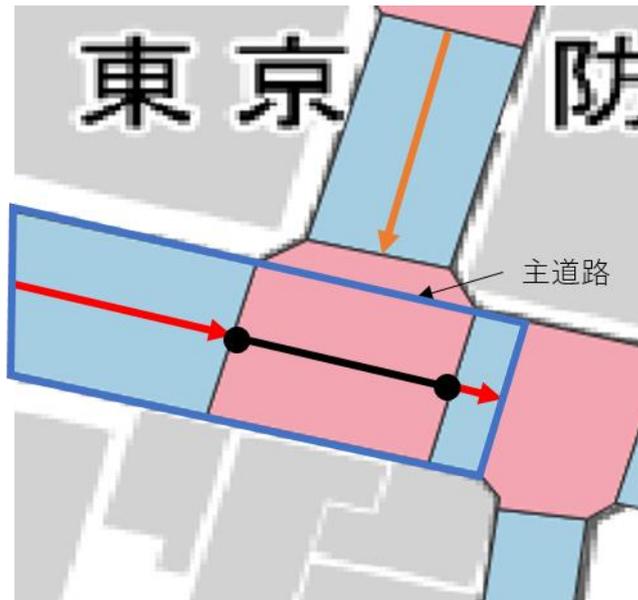


図 2-51 アルゴリズム詳細 (ペアが1組の場合の主道路接続)

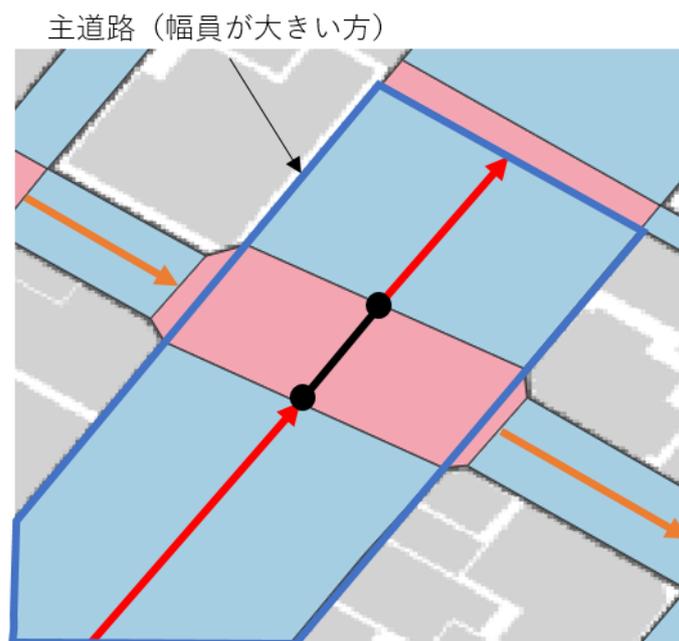


図 2-52 アルゴリズム詳細 (ペアが複数かつ道路の幅員が異なる場合の主道路接続)

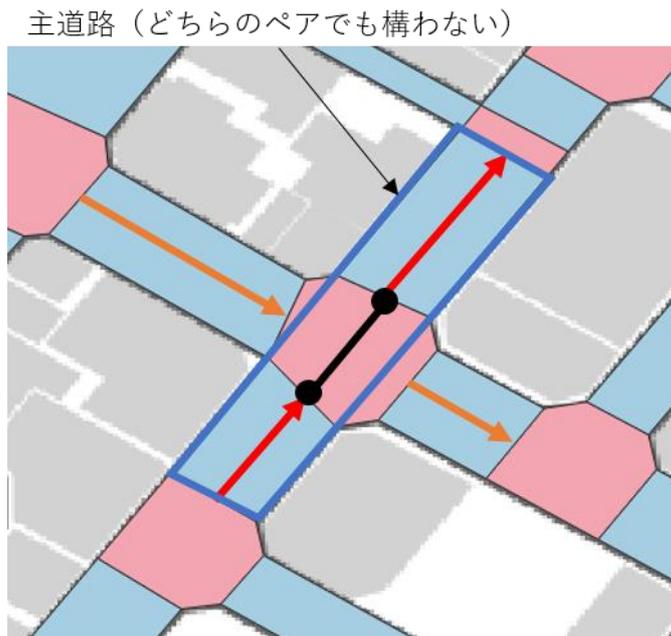


図 2-53 アルゴリズム詳細（ペアが複数かつ道路の幅員が同一の場合の主道路接続）

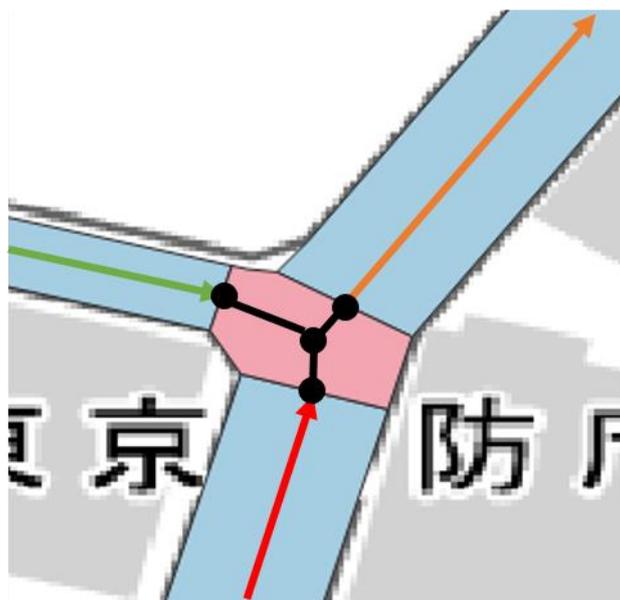


図 2-54 アルゴリズム詳細（例外処理）

2. 従道路（主道路以外の道路）の中心線をつなぐ
 - 幅員が大きい道路から順に接続する
 - 以下の順で従道路の接続を試み、交点及び作成される中心線が交差点ポリゴン内に収まっているかどうか確認する
 - ◇ 中心線の方角へ延長
 - ◇ 交差点内の中心線への最短経路へ延長（最も近い中心線に垂線を引く）
 - ◇ 交差点の重心の方角へ延長する

従道路の中心線を延長し、主道路との交点位置でつなぐ

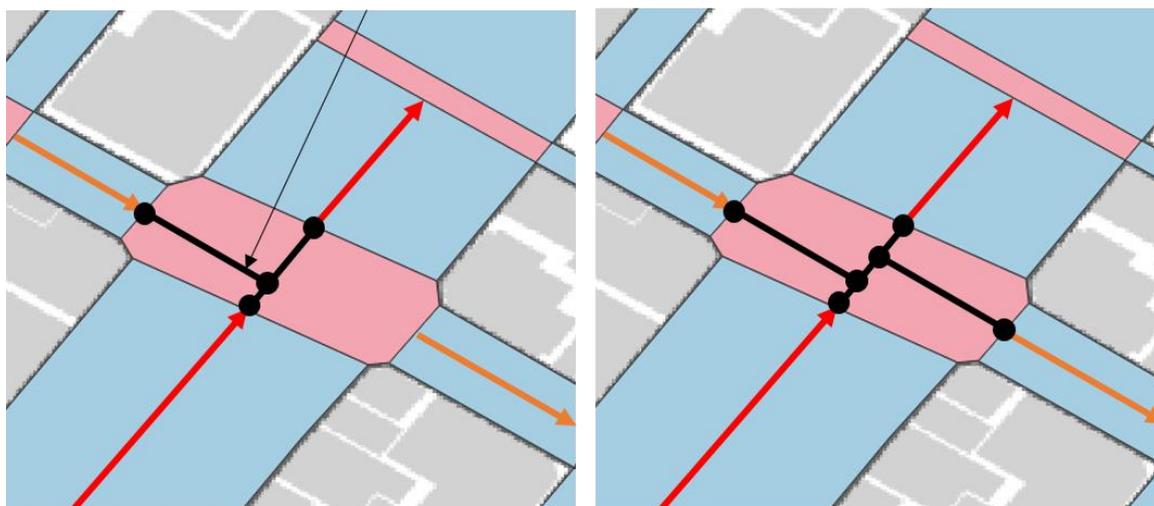


図 2-55 アルゴリズム詳細

【車道交差部に隣接する道路の中心線が複数本の場合】

1. 道路の幅員（中心線が複数ある道路は幅員の合計を用いる）が大きい道路を主道路とし接続する
 - 道路の中心線数が同一の場合は、お互いの道路をそれぞれ接続する
 - 道路の中心線数が同一でない場合は、仮に 1 本の中心線として接続する
 - 主道路の接続に失敗した場合は、従道路の接続は行わず例外処理として、車道交差部の重心点で中心線をつなぐ（ただし、作成される中心線が交差点ポリゴン内に収まっていない場合は交差点接続を行わない）

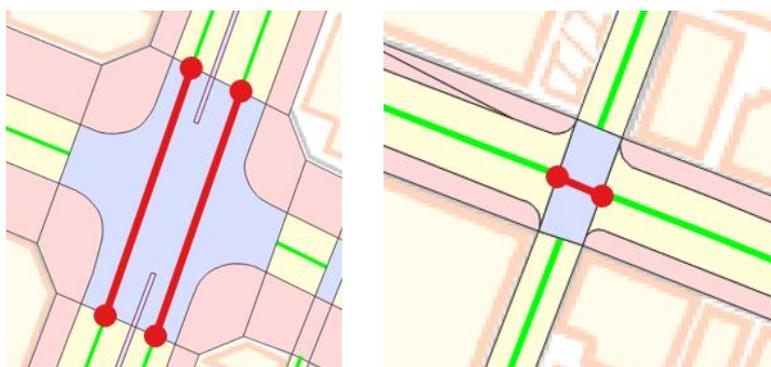


図 2-56 アルゴリズム詳細（道路の中心線数が同一の場合）



図 2-57 アルゴリズム詳細（道路の中心線数が同一ではない場合）

2. 従道路（主道路以外の道路）の中心線を幅員が大きい道路から順につなぐ

- 従道路の接続は【車道交差部に隣接する道路の中心線が1本の場合】と同じ

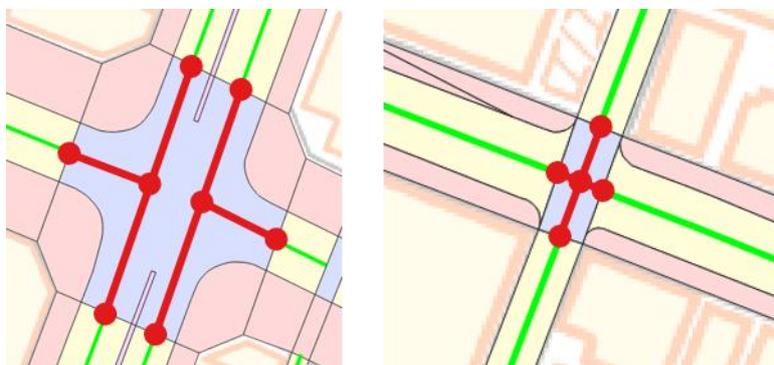


図 2-58 アルゴリズム詳細（道路の中心線数が同一の場合）

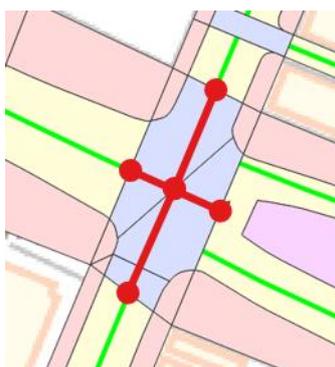


図 2-59 アルゴリズム詳細（道路の中心線数が同一ではない場合）

3. 中心線を調整する

- 主道路の中心線数が同一の場合で、かつ2本以上ある場合は、2.で作成した交点同士を接続する（ただし、接続した線が島と交差する場合は接続しない）
- 主道路の中心線数が同一でない場合は、隣接する道路の中心線が2本以上ある道路に対して接続されるように中心線を分割する



図 2-60 アルゴリズム詳細 (主道路の中心線数が同一の場合かつ 2 本以上ある場合)



図 2-61 アルゴリズム詳細 (接続した線が島と交差する場合)

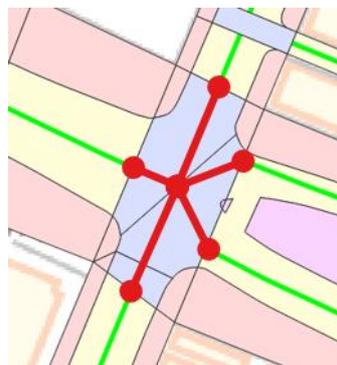


図 2-62 アルゴリズム詳細 (主道路の中心線数が同一ではない場合)

6) 【AL106】隣接道路接続

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

車道交差部以外の隣接道路において、道路の中心線数に差異がある場合に中心線の接続が不自然な形状とならないように処理する。

1. 中心線数が少ない道路に対して、隣接道路の境界地点から一定量の中心線を短縮する

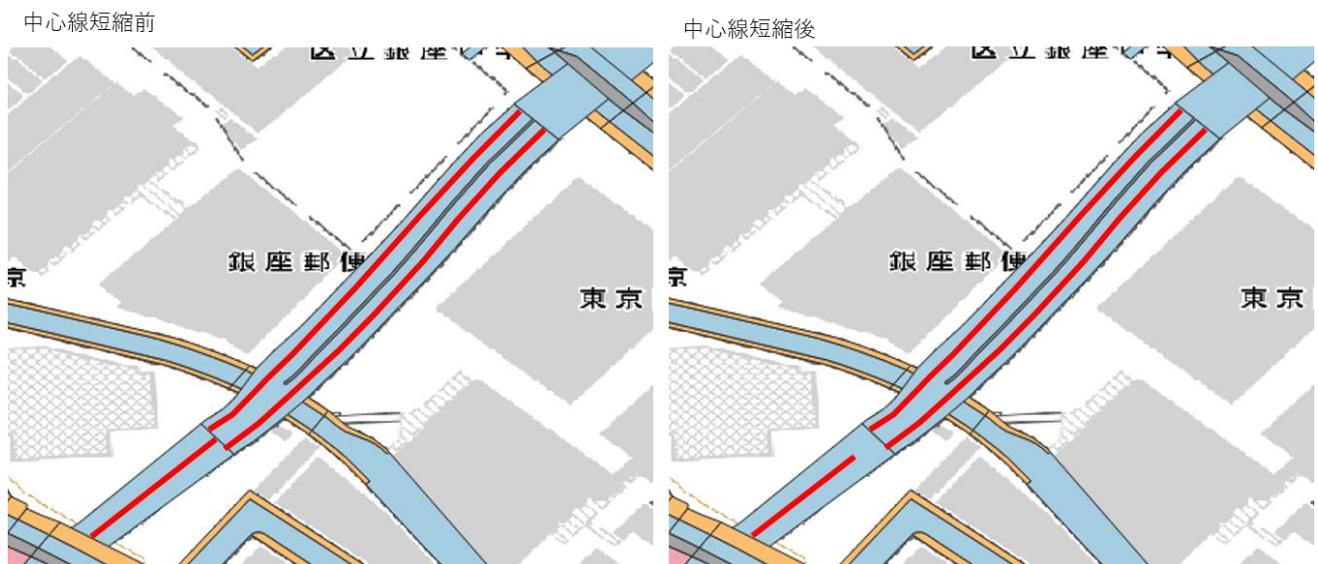


図 2-63 アルゴリズム詳細

2. 隣接付近の道路の中心線の端点同士をつなぐ

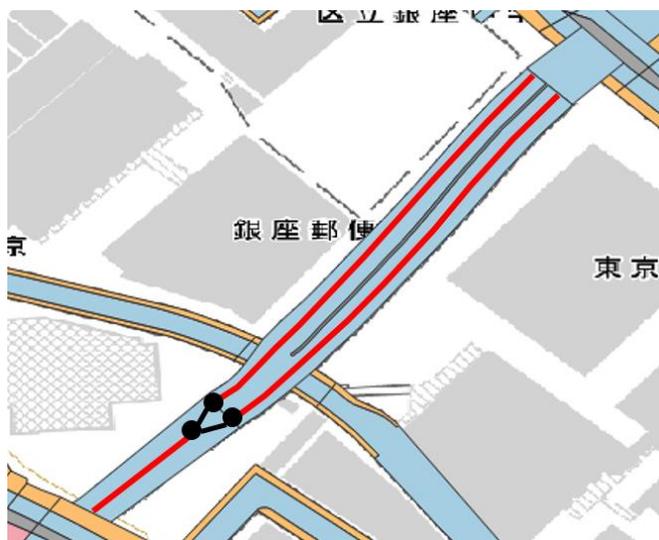


図 2-64 アルゴリズム詳細

7) 【AL107】ポリゴン融合

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

LOD3 道路モデルのジオメトリは三角メッシュで構成されているため、道路のエッジ線の探索が行いにくい。そのため、車道部、交差部等の交通分類ごとに隣接している三角メッシュを融合し 1 つのジオメトリとする。

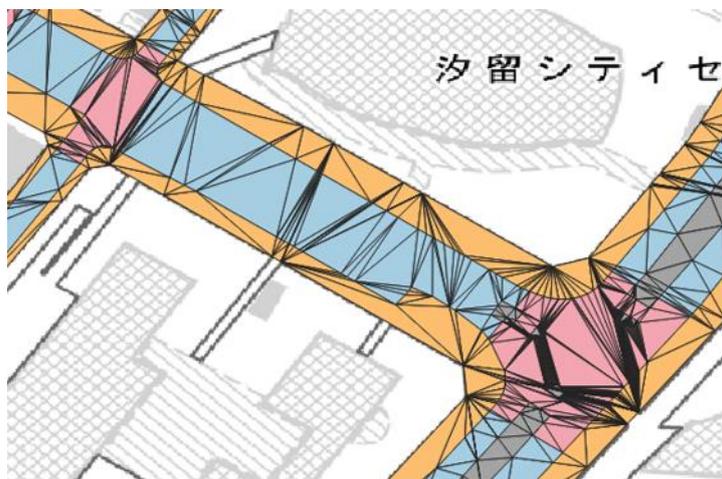


図 2-65 LOD3 道路モデルのジオメトリの状態

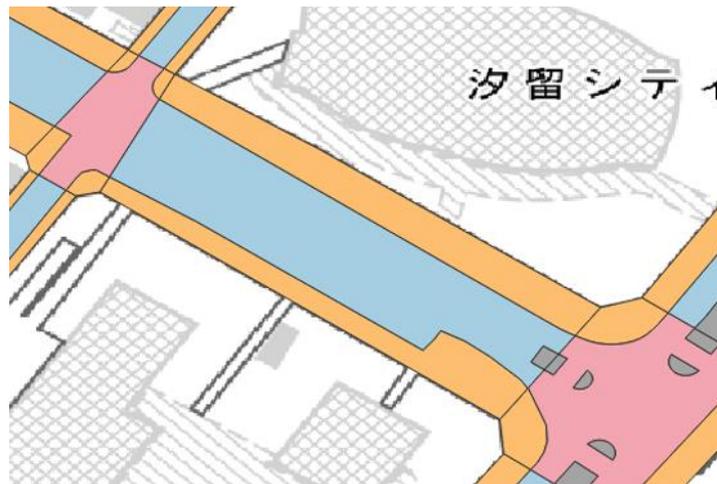


図 2-66 LOD3 道路モデルの三角メッシュ融合後のジオメトリイメージ

1. 道路モデルのジオメトリにおいて、交通分類ごとに三角メッシュを抽出する

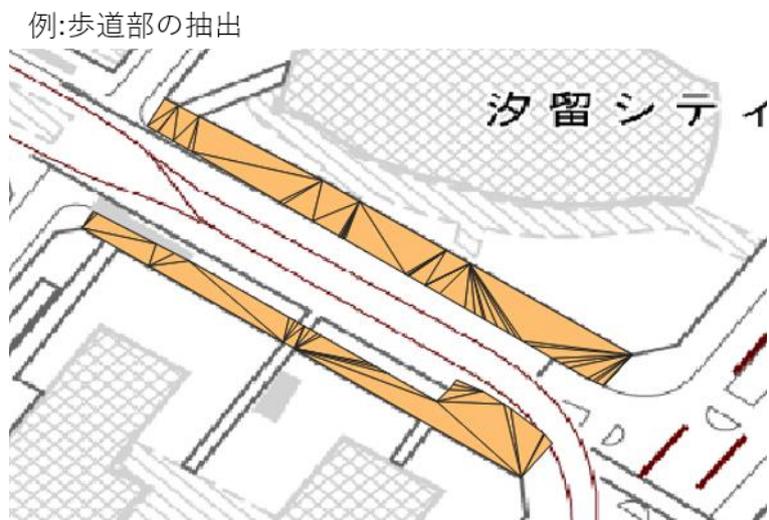


図 2-67 アルゴリズム詳細

2. GDAL を利用して各交通分類の三角メッシュに対してポリゴン融合を行い、融合結果がマルチジオメトリの場合はシングルジオメトリに分解する

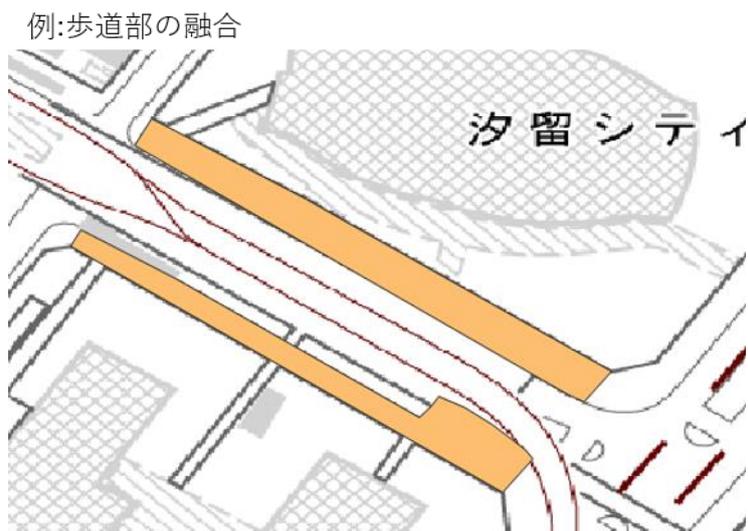


図 2-68 アルゴリズム詳細

8) 【AL108】 最小幅員計測

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

道路の2本のエッジ線と道路の中心線を基に道路の最小幅員を算出する。

1. 道路の中心線を一定間隔でサンプリングし、頂点を補間する

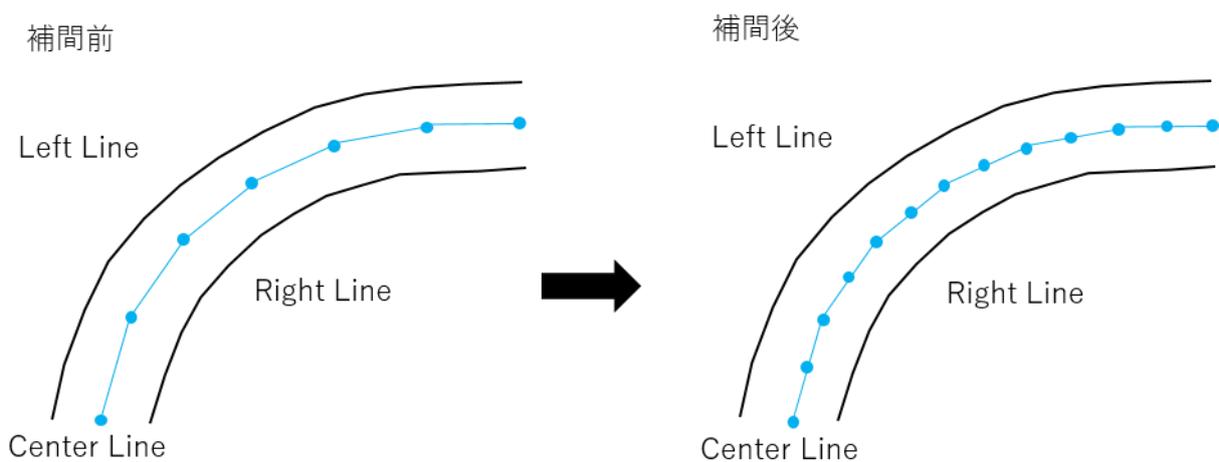


図 2-69 アルゴリズム詳細

2. 道路の中心線のサンプリング点から垂線を下した際に、両端の道路エッジ線との交点が取得できた場合は2点間の長さを算出する
 - 各サンプリング点のうち、最小となる2点間の長さを最小幅員として取得する

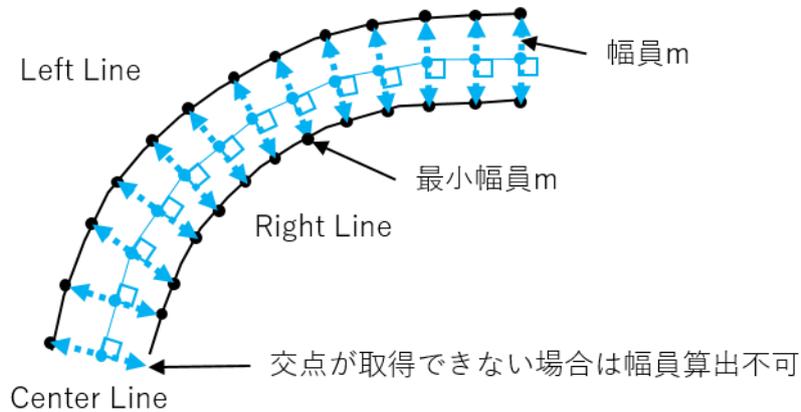


図 2-70 アルゴリズム詳細

9) 【AL109】横断歩道の中心線作成

- 本アルゴリズムを利用する機能
 - 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

横断歩道のジオメトリを基に横断歩道の中心線を作成する。

アルゴリズムが想定する入力横断歩道は、地物 (CityObject) 内に 1 つの横断歩道が保存されている状態とするため、地物内に複数方向の横断歩道が混在している場合は、正しい横断歩道の中心線を取得できない可能性がある

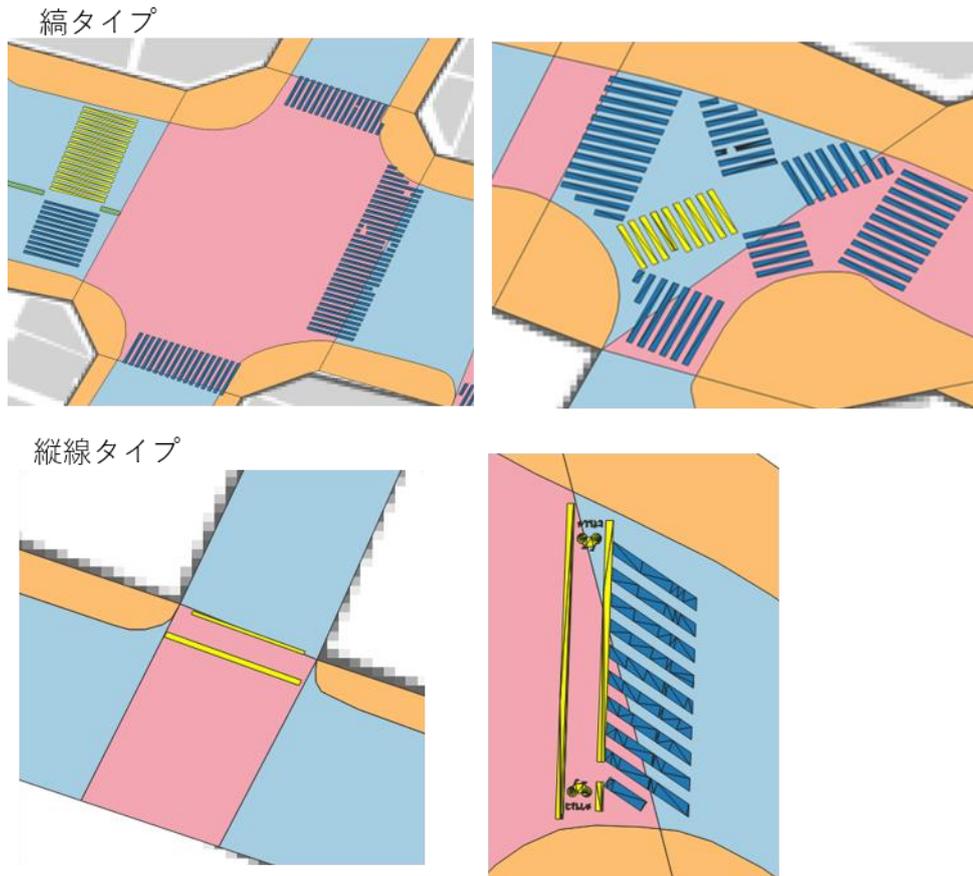
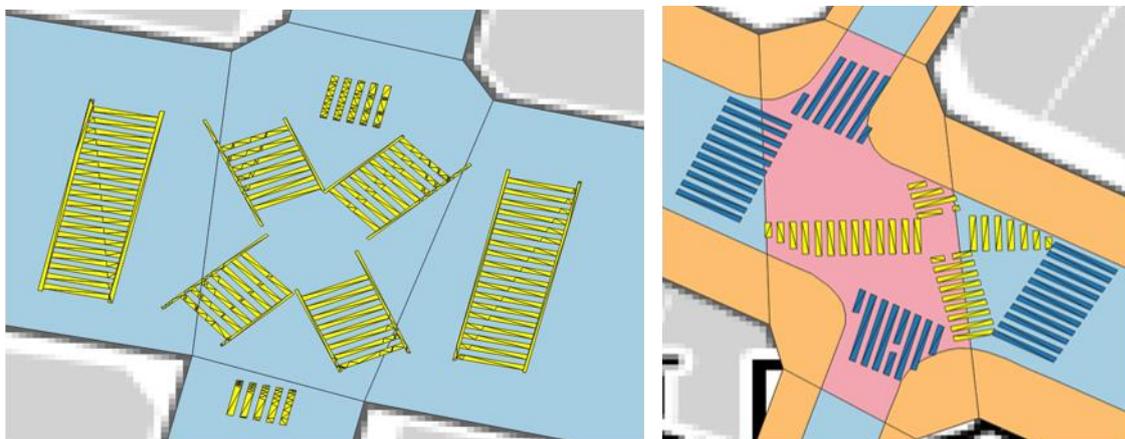


図 2-71 入力として想定する横断歩道



地物（CityObject）に複数方向の横断歩道（黄色のポリゴン部分）が保存されている状態

図 2-72 入力として想定しない横断歩道

1. LOD2 又は LOD3 横断歩道の場合、ポリゴンが三角メッシュに分割されているため融合する

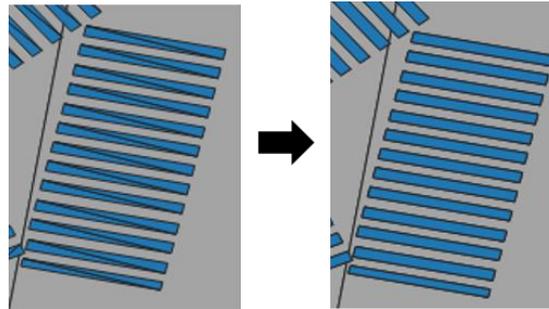


図 2-73 アルゴリズム詳細

2. 横断歩道の種別が縞タイプか縦線タイプか判断するために横断歩道ポリゴンを選別する
 - 最長辺を基準に MBR (Minimum Bounding Rectangle) を取得し、MBR の長辺の長さ と MBR 路入力ポリゴンの面積比率を確認する
 - 以下の条件を全て満たす横断歩道ポリゴンを取得する
 - ◇ MBR の長辺の長さ x が 1.0m 以上である
 - ◇ 入力ポリゴンの面積/MBR の面積が 0.8 以上である
 - MBR の長辺の長さ条件はマンホールなどで分断された小領域の縞ポリゴンを除去するために設定している
 - 面積比率条件は数字や自転車マークを除去するために設定している

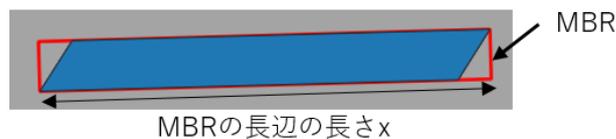


図 2-74 アルゴリズム詳細

3. 選別したポリゴンを基に横断歩道が縞タイプか縦線タイプか判断する
 - 選別したポリゴンの長辺方向のばらつきと長辺の長さ、ポリゴンの配置などを確認し、縞タイプ又は縦線タイプを判断する
 - 1つの CityObject に縞と縦線タイプが混在する場合は縦線タイプとする

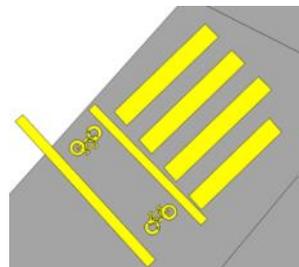
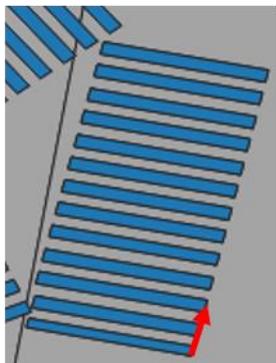


図 2-75 縞と縦線の混在例

4. 横断歩道の種別を基に横断歩道の進行方向を決定する（縞タイプの場合はポリゴンの短辺方向、縦線タイプの場合はポリゴンの長辺方向を進行方向とする）

縞タイプ:ポリゴンの短辺方向



縦線タイプ:ポリゴンの長辺方向

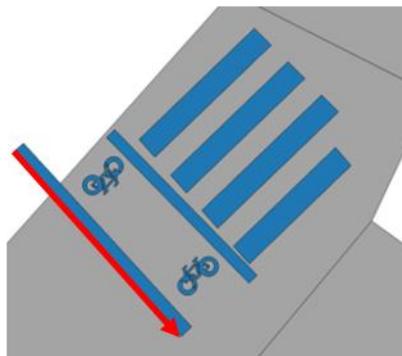


図 2-76 アルゴリズム詳細

5. 横断歩道全体の MBR（Minimum Bounding Rectangle）を取得する

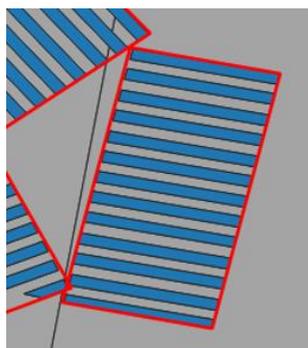


図 2-77 アルゴリズム詳細

6. 横断歩道全体の MBR の 4 辺のうち、横断歩道の進行方向と非並行となる 2 辺の中点を結んだ線分を横断歩道の中心線とする

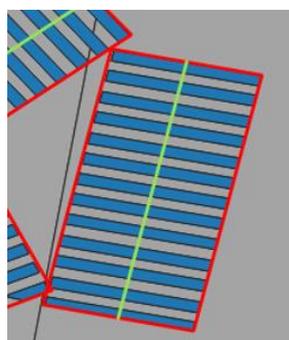


図 2-78 アルゴリズム詳細

10) 【AL110】 横断歩道によるリンク接続

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

横断歩道の中心線を歩道の中心線と接続し、車道部を横断するリンクを作成する。

1. 歩行者横断歩道（縞タイプの横断歩道）と並んで自転車横断帯（縦線タイプの横断歩道）が存在している場合は、自転車横断帯を接続対象から除外する

- 注目横断歩道の最近傍横断歩道を取得し、2つの横断歩道が以下の条件を全て満たす場合は自転車横断帯を接続対象から除外する
 - ◇ 注目横断歩道と最近傍横断歩道の種類(歩行者用/自転車用)が異なる
 - ◇ 横断歩道の中心線が平行である
 - ◇ 横断歩道の MBR 間の距離が 0.2m 以下である

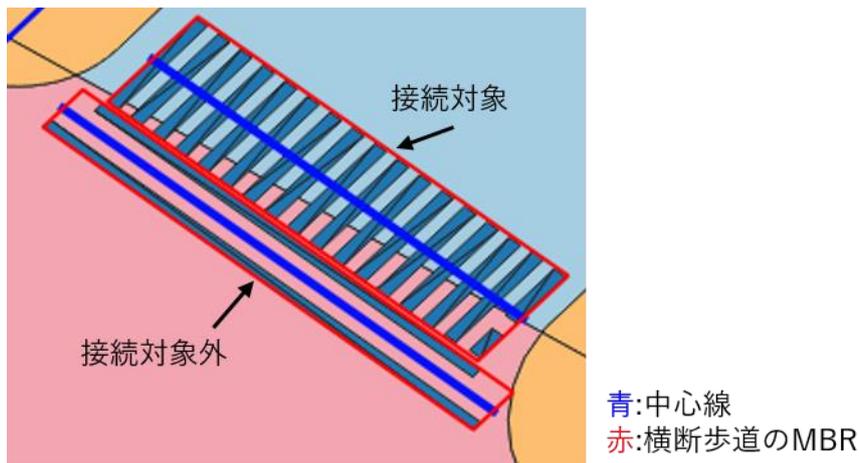


図 2-79 接続対象外となる横断歩道例

2. 注目横断歩道の中心線の端点に対して、最近傍歩道部ポリゴンとの距離と最近傍歩道の中心線を探索する
 - 探索範囲は横断歩道の MBR と重畳する道路と重畳道路の隣接道路内とし、横断歩道の始点・終点ごとに進行方向の延長上で交差する歩道部ポリゴンまでの距離を計測する
 - 横断歩道の始点・終点ごとに、近傍歩道中心線上の最近傍点を探索する(歩道の中心線はサンプリングし点群データとして保持し、横断歩道の始終点との最近傍探索を行う)

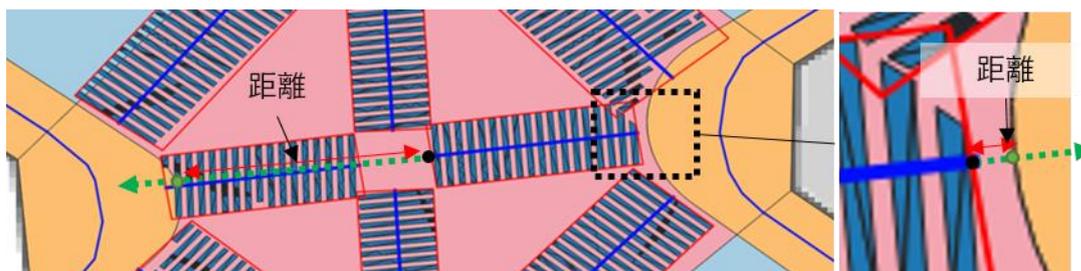


図 2-80 アルゴリズム詳細

- 注目横断歩道の中心線の端点に対して、最近傍横断歩道の中心線の端点を探索する

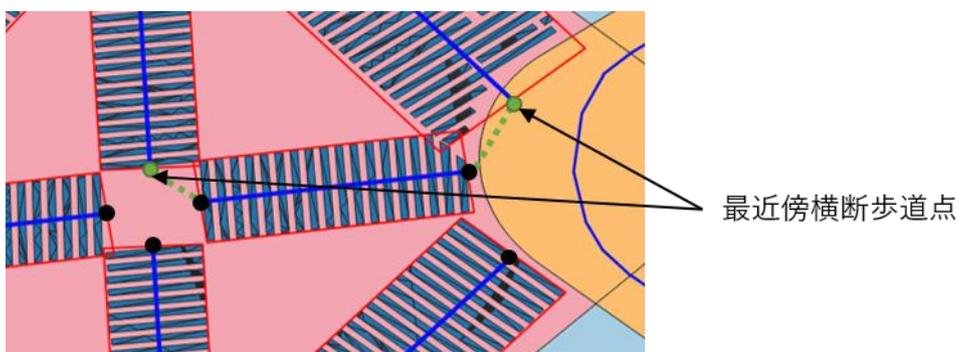


図 2-81 アルゴリズム詳細

- 注目横断歩道の中心線の端点と最近傍歩道部ポリゴンとの距離が、注目横断歩道の中心線の端点と最近傍横断歩道の中心線の端点との距離よりも短い場合は、注目横断歩道の中心線の端点を最近傍歩道の中心線と接続する

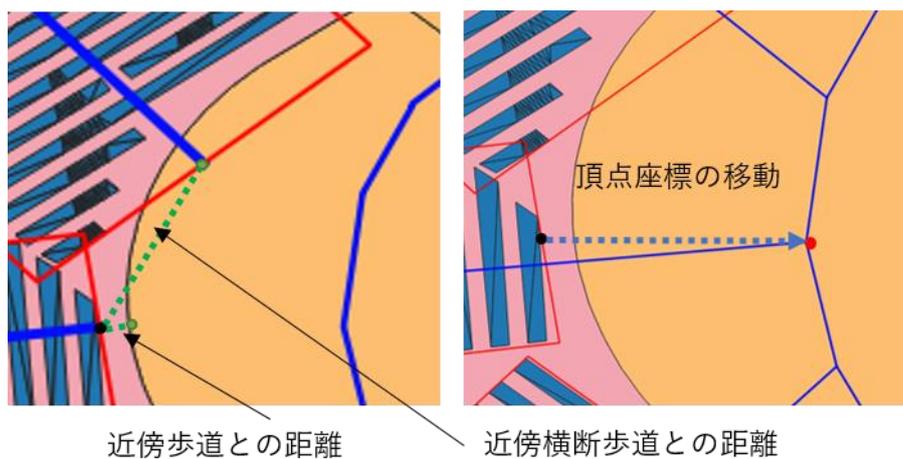


図 2-82 アルゴリズム詳細

5. 歩道の中心線と接続できなかった横断歩道の中心線の端点は、注目端点から一定範囲内の端点同士で接続する
 - 未接続の横断歩道の頂点に対して、注目点から一定範囲内の近傍点が存在する場合は、注目点と近傍点を中点に移動する

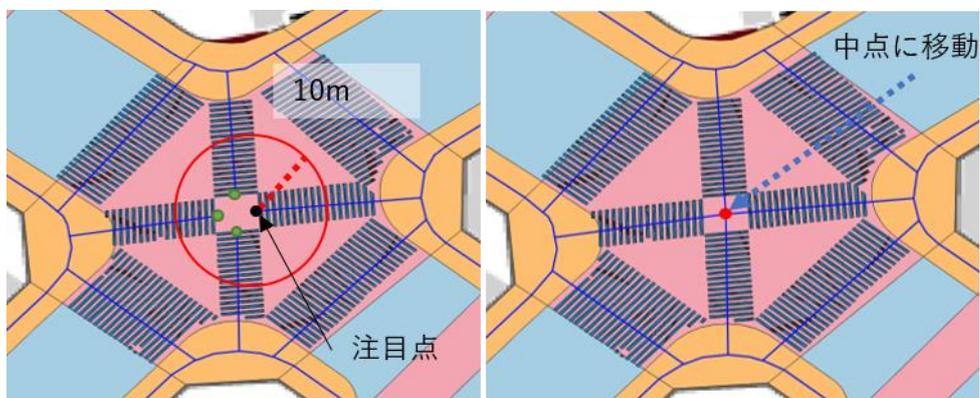
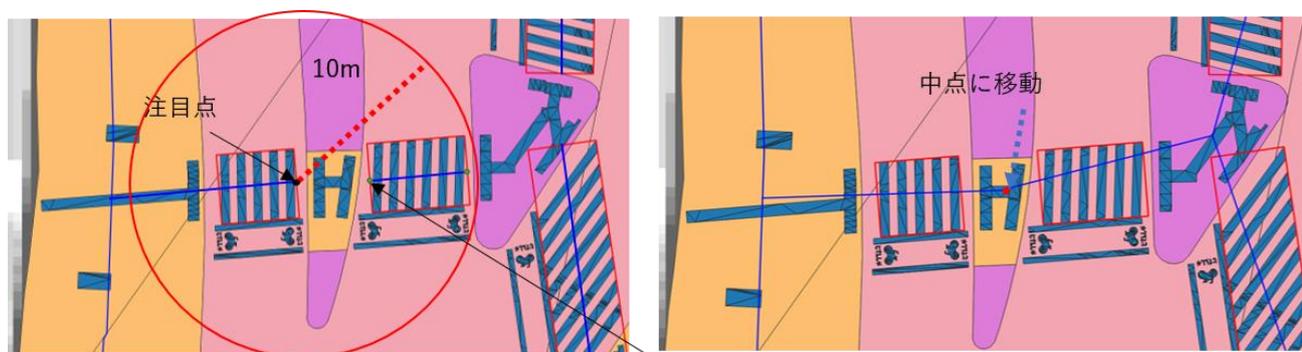


図 2-83 アルゴリズム詳細

- 注目端点から一定範囲内の近傍横断歩道の端点を探索した際に、近傍横断歩道の両端の頂点を取得した場合は注目端点に近い頂点のみをマージ対象とする



近傍横断歩道の両端の頂点を取得した場合は、注目点に近い頂点のみをマージ対象とする

図 2-84 アルゴリズム詳細

11) 【AL111】 横断歩道橋の中心線作成

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

横断歩道橋のジオメトリを基に横断歩道橋の中心線を作成する

1. LOD2 横断歩道橋の場合は、ポリゴンが三角メッシュに分割されているため融合する

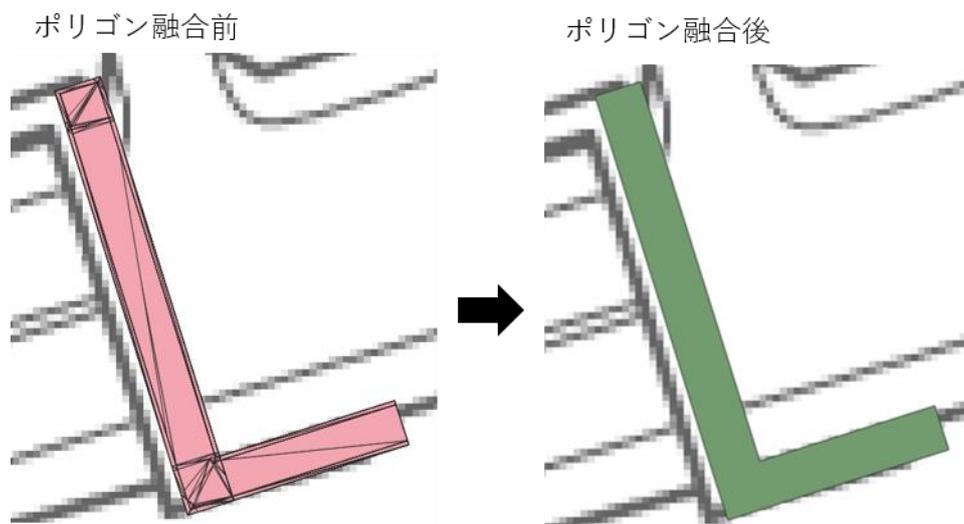


図 2-85 アルゴリズム詳細

2. 融合後の横断歩道橋のポリゴンに対してラスタ変換を行う

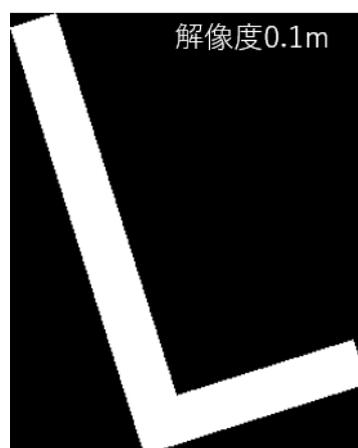


図 2-86 ラスタ変換結果

3. 横断歩道橋のラスタ画像に対して細線化を行う

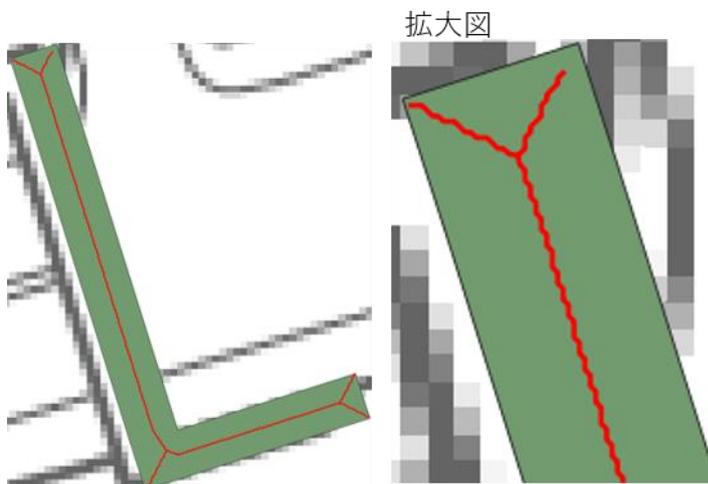


図 2-87 細線化結果

4. 細線化結果に対してベクター変換を行い、横断歩道橋の中心線のポリラインを取得する

- 細線化結果に対して輪郭線抽出を行い、ポリライン（頂点列データ）を取得する
- 取得したポリラインは、中心線が分岐する地点で余分な線が発生するため整形処理を行う
- 取得したポリラインは、中心線が分岐する地点で区切っておく

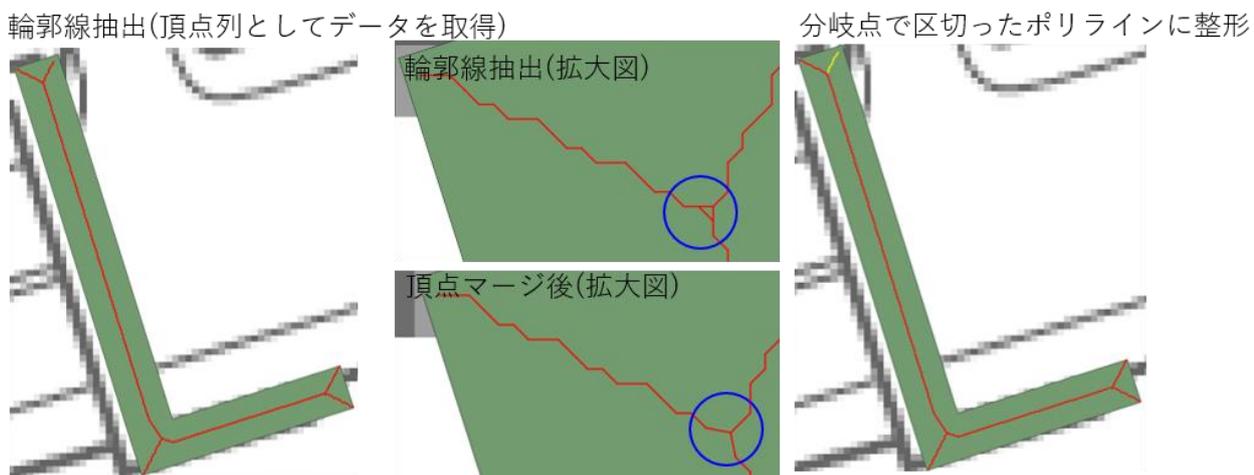


図 2-88 アルゴリズム詳細

5. 横断歩道橋の中心線に対して簡略化処理を行い、中心線の細かい凹凸を滑らかにする

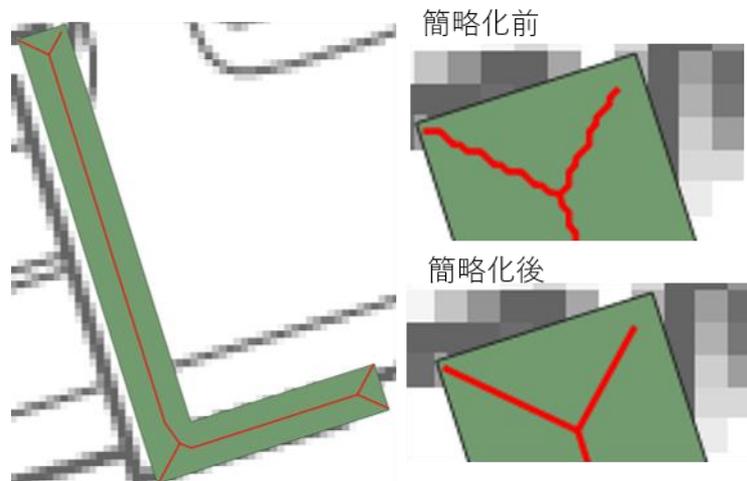


図 2-89 簡略化結果

6. 細線化時に発生する余分な短い線分（以降、「ひげ」とする）を除去する
- 端点から分岐点までの線分のうち、3m 未満を削除する

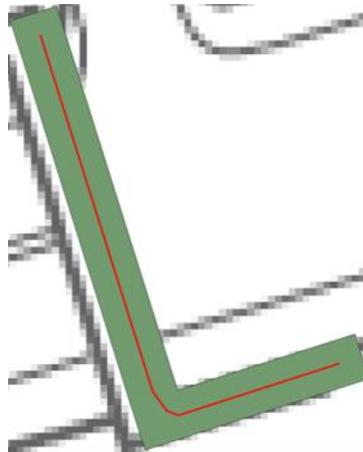


図 2-90 ひげ除去結果

12) 【AL112】横断歩道橋によるリンク接続

- 本アルゴリズムを利用した機能
 - 【FN003】
- アルゴリズムの詳細
横断歩道橋の中心線を歩道の中心線と接続し、車道部を横断するリンクを作成する。

1. 横断歩道橋と重畳する道路の歩道の中心線を取得する

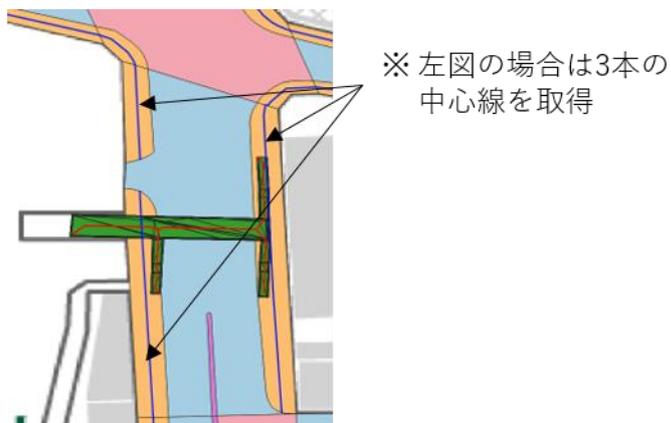


図 2-91 アルゴリズム詳細

2. 横断歩道橋の中心線の端点ごとに歩道の中心線から最近傍点を探索し、端点と最近傍点との距離が10m未満の場合は2点間を接続する

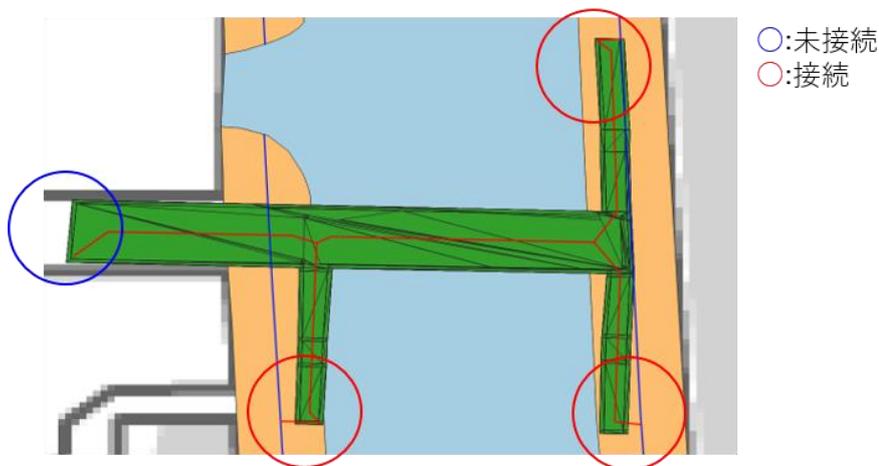


図 2-92 アルゴリズム詳細

13) 【AL113】 点字ブロックの有無判定

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

点字ブロック情報を基に、歩道ネットワークのリンクに点字ブロックの有無情報を付与する。

点字ブロック情報は LOD2 又は LOD3 を使用し、両方ともデータが存在する場合は LOD3 を優先して使用する。

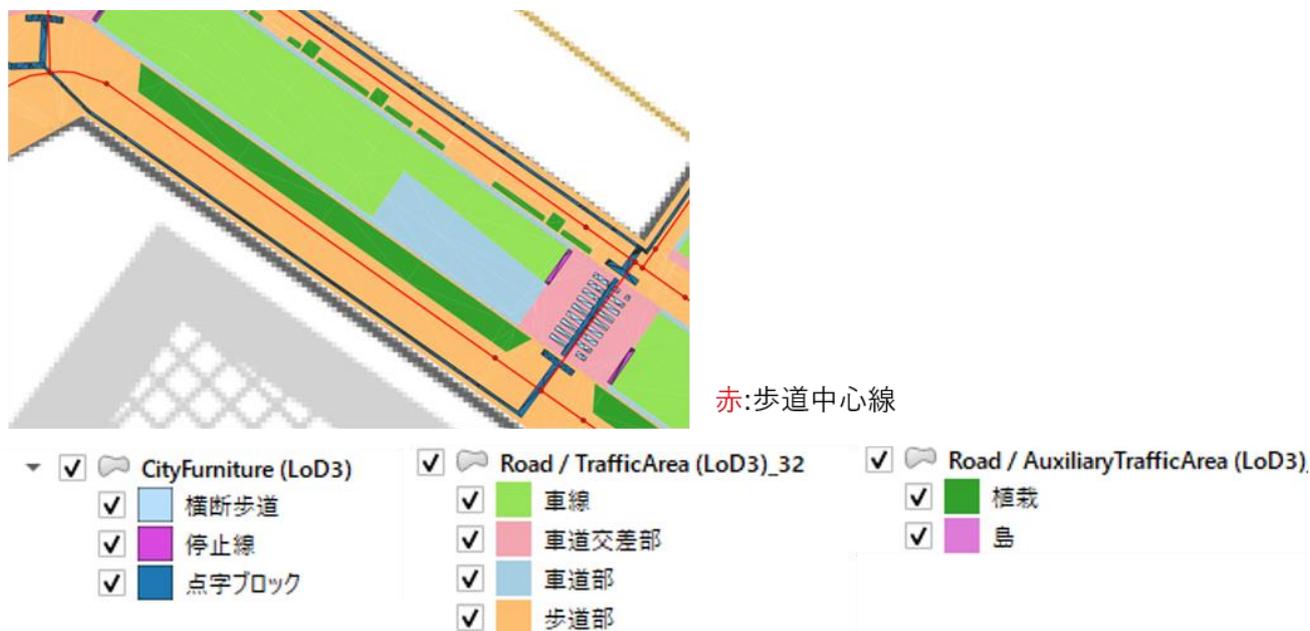


図 2-93 点字ブロック

1. 横断歩道橋と同様に細線化処理によって点字ブロックの中心線を作成し、中心線の長さが1.0m以上の点字ブロックを有効なデータとして保持する
 - 中心線の長さ条件は、自転車止めの柵を囲う点字ブロックのような小領域の点字ブロックを除外するために設定している

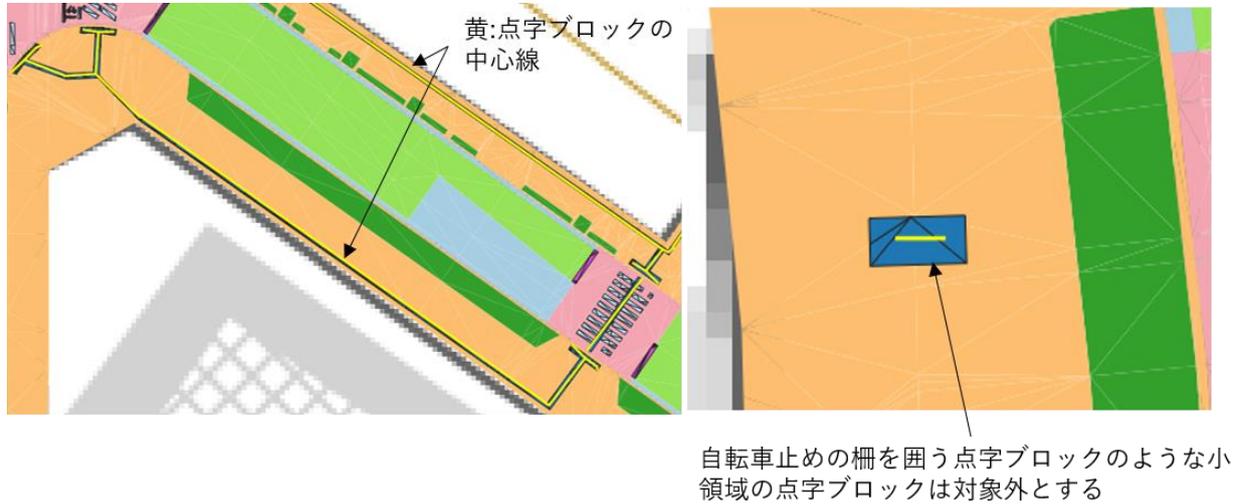


図 2-94 アルゴリズム詳細

2. 歩道の中心線をサンプリングし、サンプリング点における最近傍点字ブロック地点を探索し点字ブロックの有無を判定する
 - 最近傍点字ブロックが注目歩道ポリゴン内に存在し、最近傍点字ブロック地点までの距離がしきい値以下となるサンプリング点数が総サンプリング点数の半分以上ある場合は、歩道の中心線に点字ブロックが存在すると判定する
 - サンプリング点から最近傍点字ブロック地点までの距離のしきい値は歩道の幅員を基に決定する

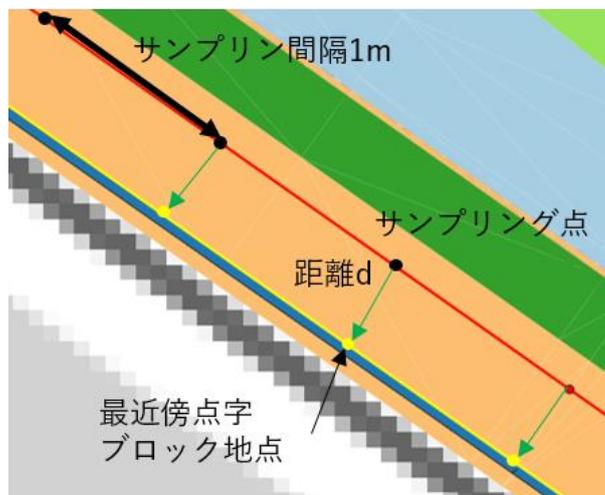


図 2-95 アルゴリズム詳細

14) 【AL114】 標高設定

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

LOD3 道路モデルからネットワークを作成する場合は、ネットワークに標高値を付与する。

1. 車道又は歩道の中心線の頂点から垂直線を引き、交差する道路面の高さを取得する

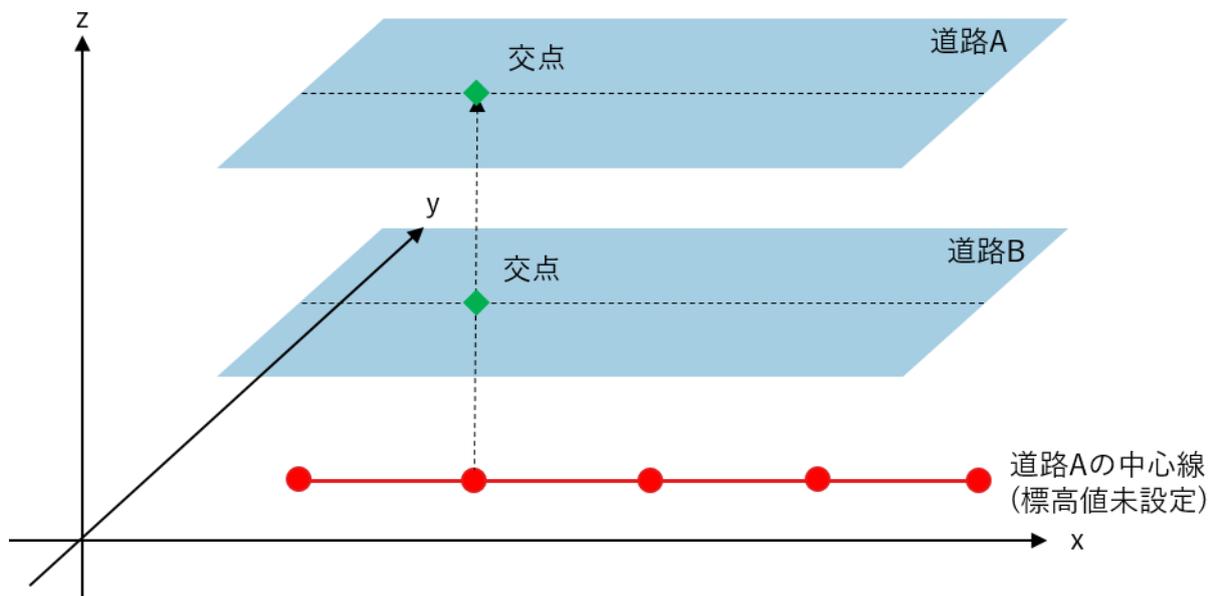


図 2-96 アルゴリズム詳細

- 立体重畳道路によって複数の道路面で交点を取得した場合は、中心線を作成した道路面の交点の高さを優先して使用する（横断歩道の中心線の場合は横断歩道と重畳する道路面との交点の高さを優先して使用する）

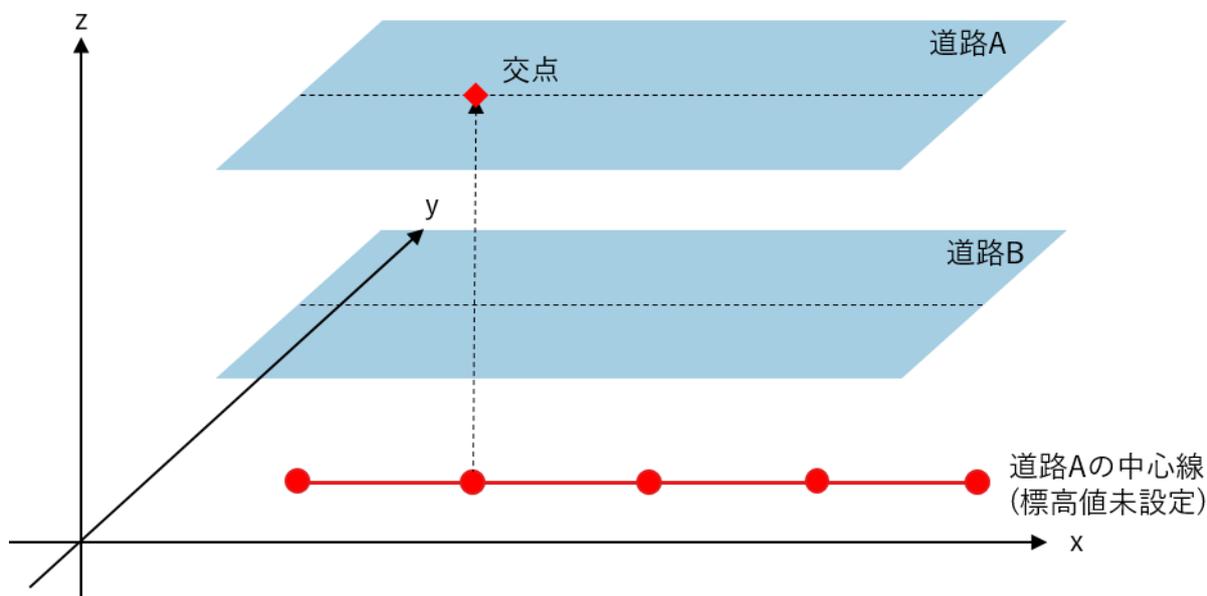


図 2-97 アルゴリズム詳細

- 中心線の全頂点に対して 1.と 2.の処理を行う

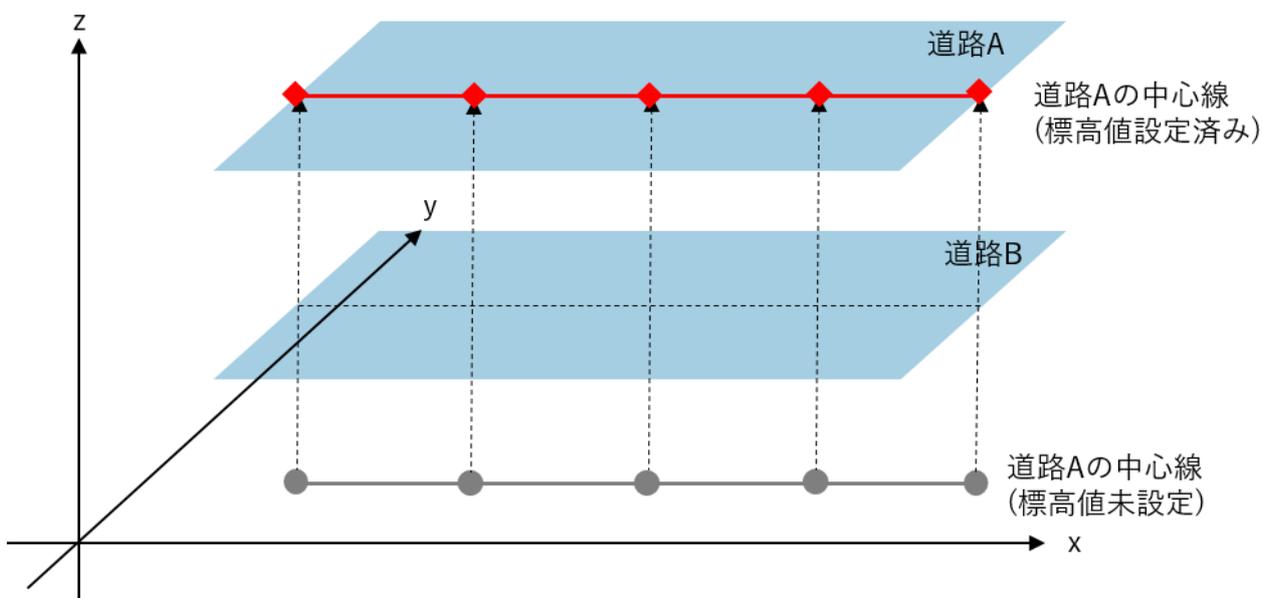


図 2-98 アルゴリズム詳細

15) 【AL115】 縦断勾配計測

- 本アルゴリズムを利用した機能

➤ 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

LOD3.0 以上の道路モデルの場合、縦断勾配を計測し属性値として付与する。ただし、以下に該当するリンクは縦断勾配を計測しない。

- ◇ 最小幅員が一定 (1.0m) 以下のリンク
- ◇ 車道ネットワークの車道交差部に該当するリンク

【最大縦断勾配】

1. 注目リンクをサンプリングする

- サンプリングは、開始ノードから順次、ノードと構成点間の水平距離がサンプリング間隔になるようにサンプリング点を追加していく(構成点が必ず残るようにサンプリングするため、構成点と構成点前のサンプリング点間の距離がサンプリング間隔に満たない場合が発生する)

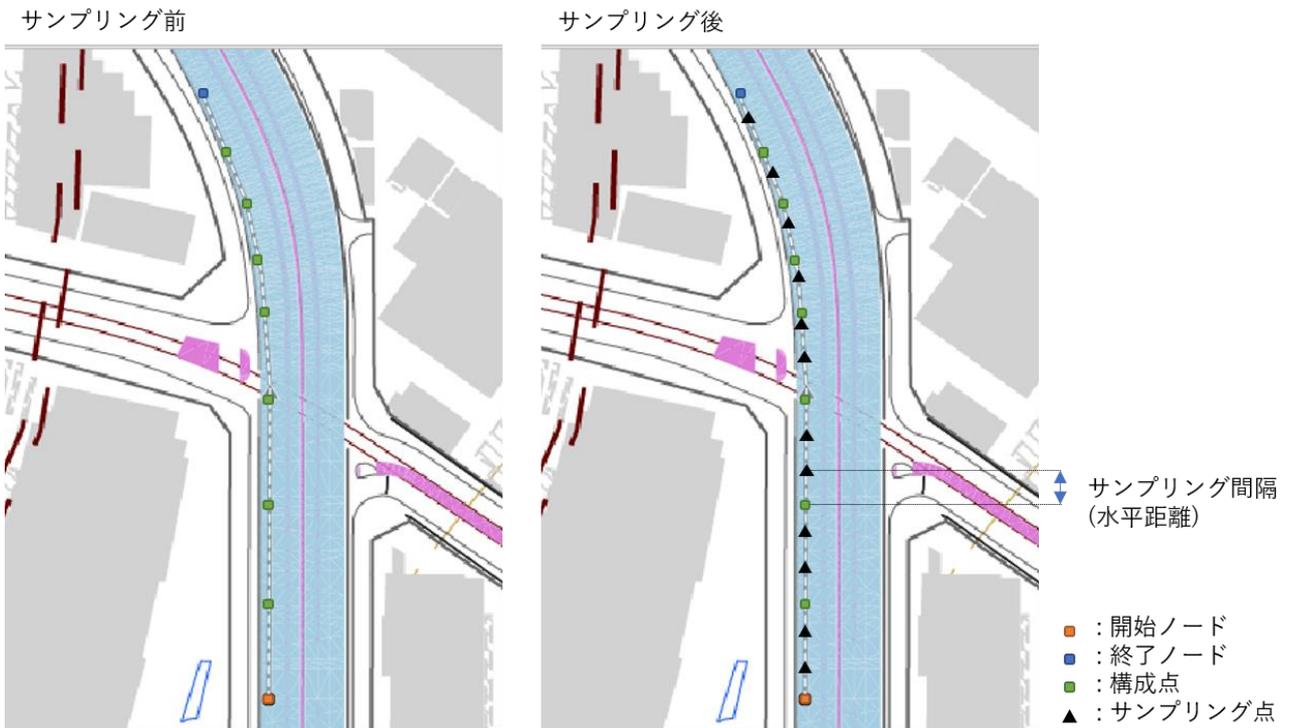


図 2-99 アルゴリズム詳細

2. 注目リンクのサンプリング点間の勾配を算出し、最大となる勾配値を注目リンクの最大縦断勾配とする

- 勾配は次の式より算出する

$$\text{勾配}[\%] = \text{垂直距離} / \text{水平距離} \times 100$$

- 最大縦断勾配となるサンプリング点間の線分の midpoint を最大縦断勾配地点とする
- 水平距離がサンプリング間隔未満の区間は勾配算出の対象外とする

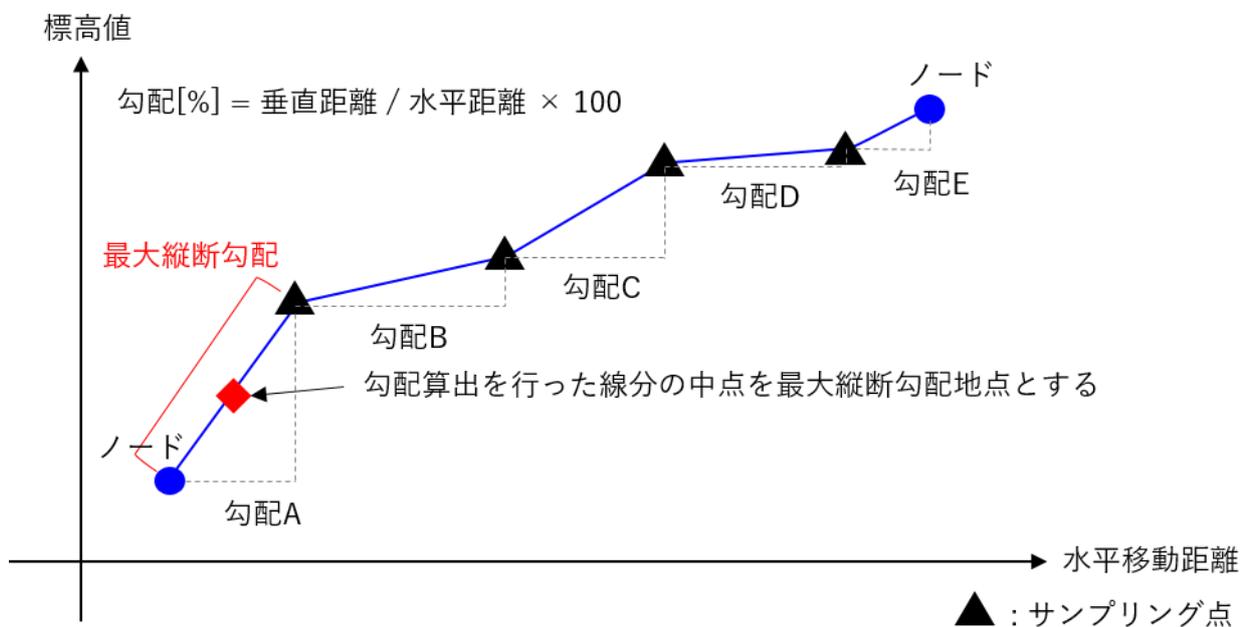


図 2-100 アルゴリズム詳細

【平均縦断勾配】

1. 注目リンクの始点・終点間の垂直距離と水平距離から算出した勾配値を平均縦断勾配とする

16) 【AL116】横断勾配計測

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN003】

- アルゴリズムの詳細

LOD3.2 以上の道路モデルの場合、歩道ネットワークにおいて横断勾配を計測し属性として付与する。ただし、最小幅員が一定（1.0m）以下のリンクは横断勾配を計測しない。

1. 注目リンクをサンプリングし、サンプリング後の辺の midpoint における横断方向の線分（横断方向計測範囲）を作成する

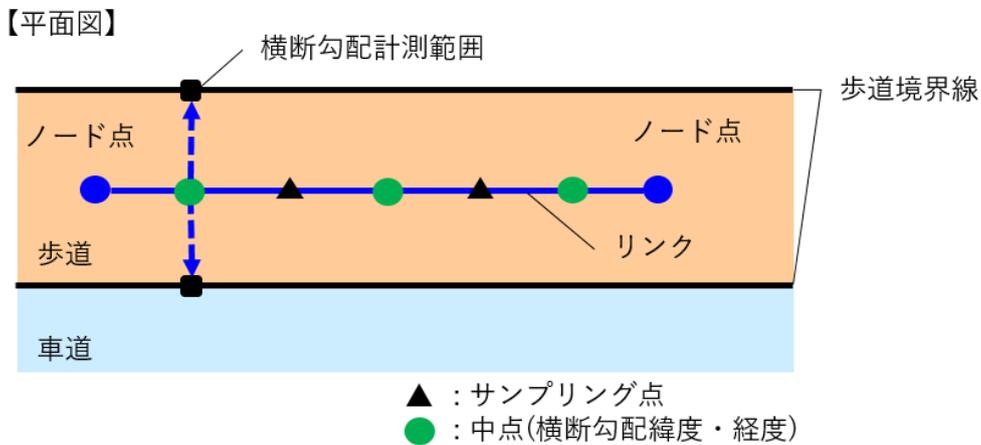


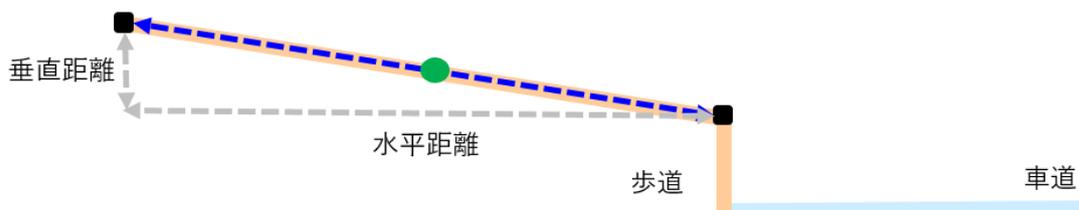
図 2-101 アルゴリズム詳細

2. 各 midpoint の横断方向の線分より横断勾配を算出する

- 勾配は次の式より算出する

$$\text{勾配}[\%] = \text{垂直距離} / \text{水平距離} \times 100$$

【断面図】



$$\text{勾配}[\%] = \text{垂直距離} / \text{水平距離} \times 100$$

図 2-102 アルゴリズム詳細

3. 算出した横断勾配の最大値をリンクの最大横断勾配値とする
 - 最大値を算出した中点地点を最大横断勾配算出地点とする

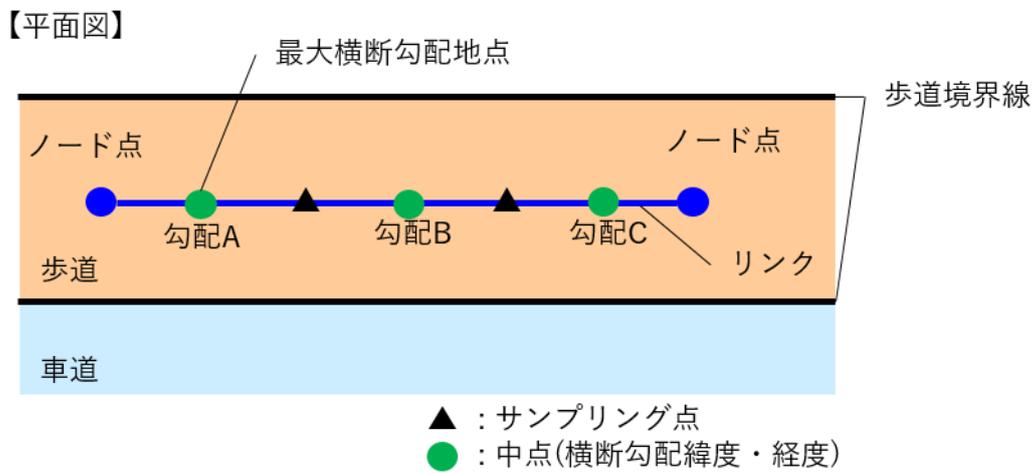


図 2-103 アルゴリズム詳細

3. ネットワークデータ自動作成システムの検証

以下の実証仮説を検証するために、開発したネットワークデータ作成支援ツールの技術検証を実施した。なお、技術検証は、性能、精度、可用性、操作性、拡張性、保守性、有用性等の観点で行った。

【実証仮説】

- 3D 都市モデルの道路モデルを入力データとして道路（車道及び歩道）のネットワークデータを自動作成するツールを開発することで、動態シミュレーションに必要なネットワークデータの作成コストを低減する
- 整備されている 3D 都市モデルから作成可能なネットワークデータの限界を調査する

3-1. 検証フロー

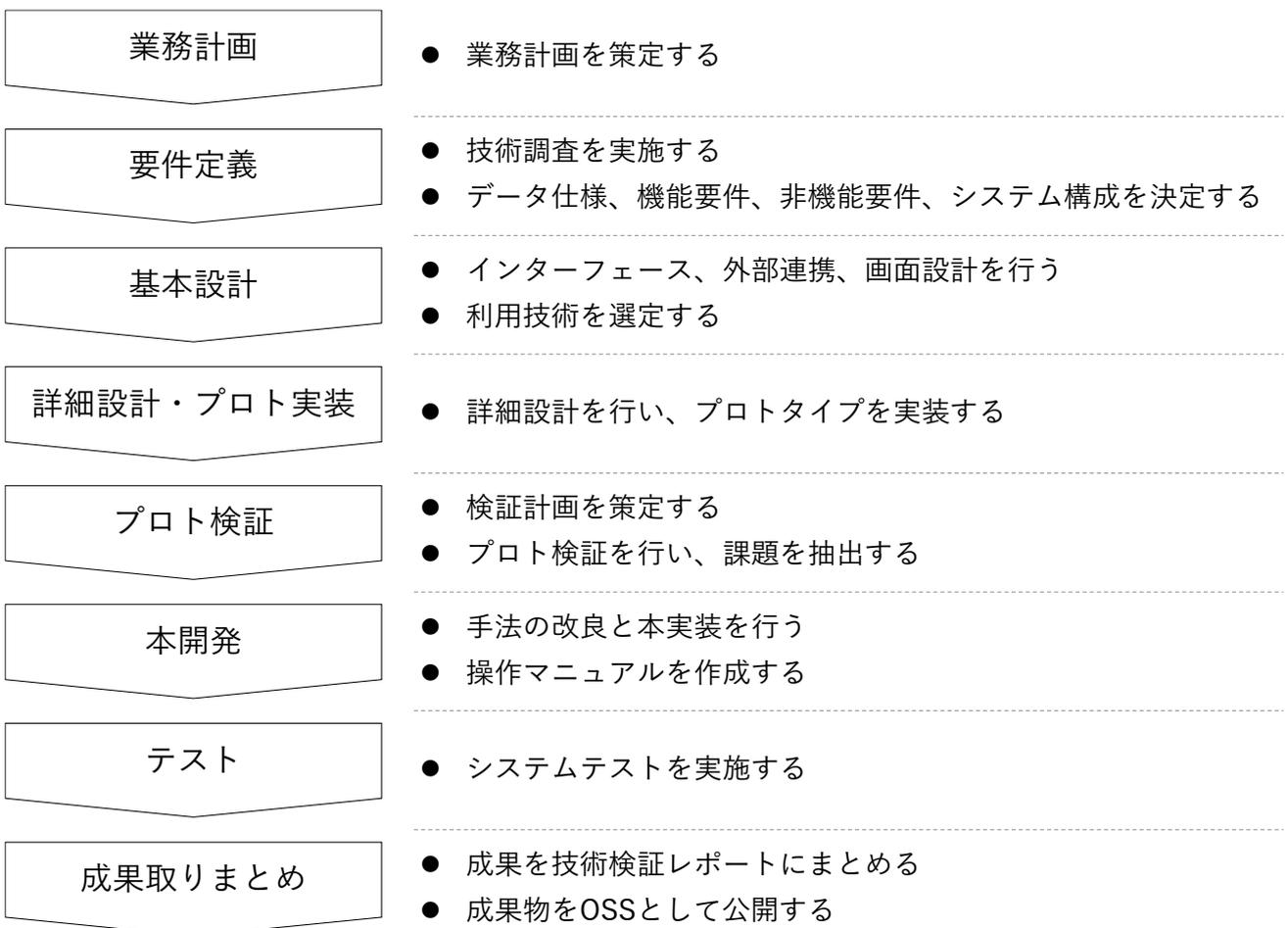


図 3-1 検証フロー

3-2. 検証ポイント

- 性能検証
 - ネットワークデータ作成に要する処理時間とメモリ使用量を評価する
- 精度検証
 - LOD1 車道、LOD2 車道、LOD3 車道ネットワークデータ及び歩道ネットワークデータの出力結果について評価する
 - QGIS を利用して QGIS の機能又は目視で出力したファイルの確認を行う
- 操作性検証
 - GUI による操作が容易であることを評価する
 - ネットワークが作成できなかった地点等、必要な情報がログやメッセージとして出力されていることを評価する
- 保守性検証
 - システムの導入が容易であることを評価する
 - 利用環境の依存度が低いこと（一般的な PC¹⁷での利用が可能）を評価する
- 有用性検証
 - 手作業でネットワークデータを出力する場合の作業コストと比較し、評価する

¹⁷ OS は Microsoft Windows 10/11、CPU は Intel® Core™ i5、メモリは 8GB を想定

3-3. 実証エリア

表 3-1 実証エリア 1

項目	内容
実証地	東京都港区
面積	41.86 km ² (港区全域)、4.19 km ² (竹芝地区)
マップ (対象 エリア は3次 メッシュ 範囲 内)	<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 2次メッシュ：4メッシュ □ 3次メッシュ：39メッシュ ■ LOD1整備範囲 (区内全域)：20.36km² ■ LOD1整備範囲 (道路)：8.46km² <p>背景には国土地理院の地理院タイルを使用しています。</p> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 2次メッシュ：4メッシュ □ 3次メッシュ：39メッシュ ■ LOD1整備範囲 (区内全域)：20.36km² ■ LOD2整備範囲 (道路)：13.22km² <p>背景には国土地理院の地理院タイルを使用しています。</p>

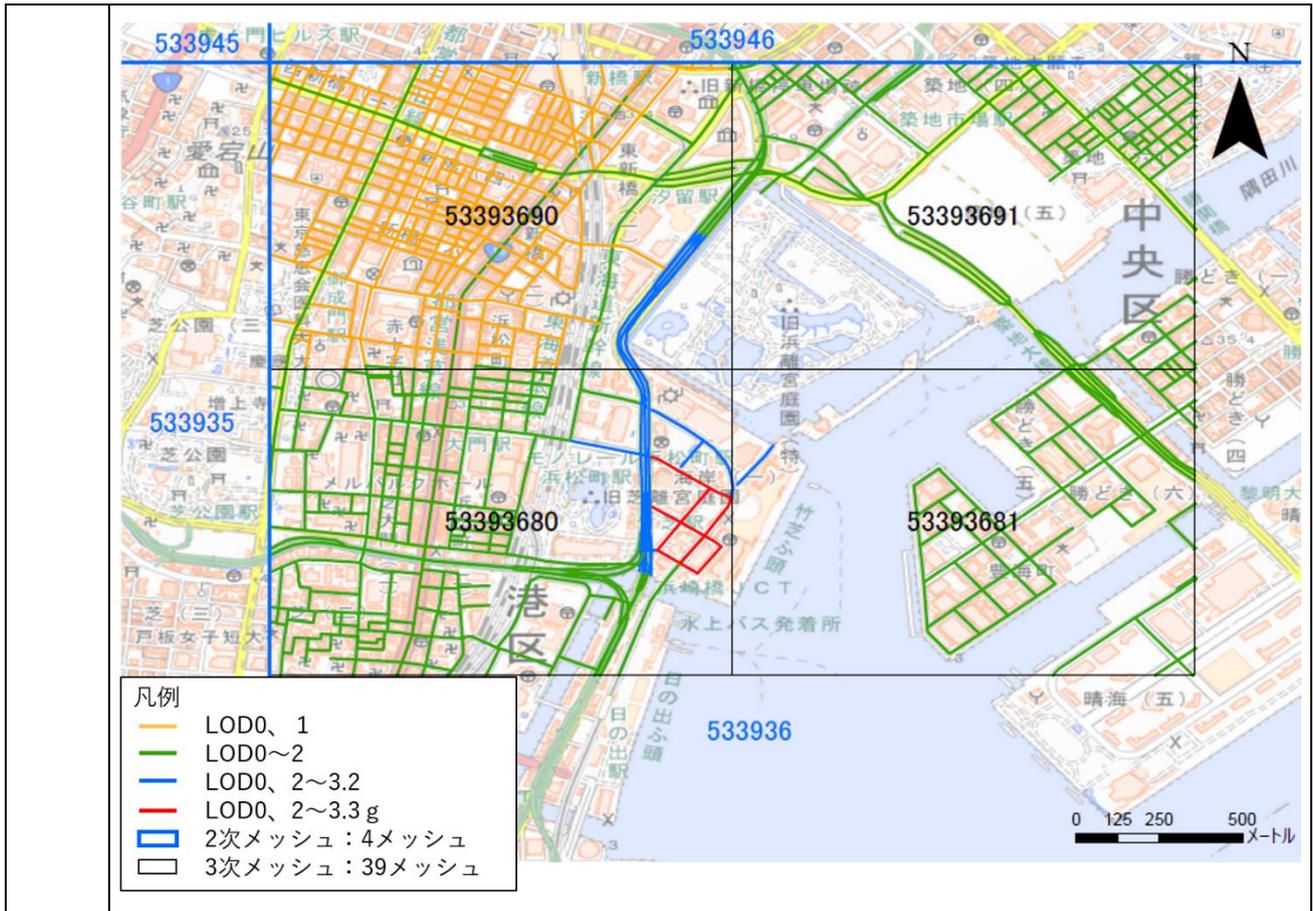


表 3-2 実証エリア 2

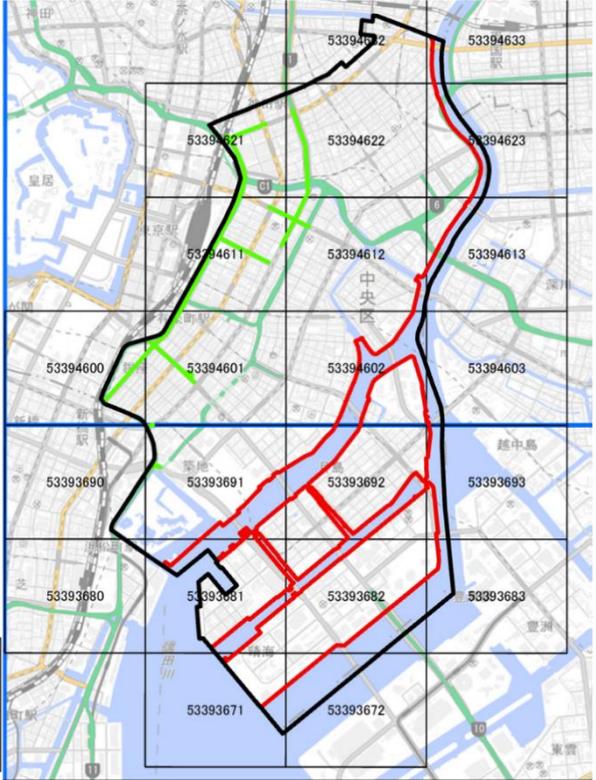
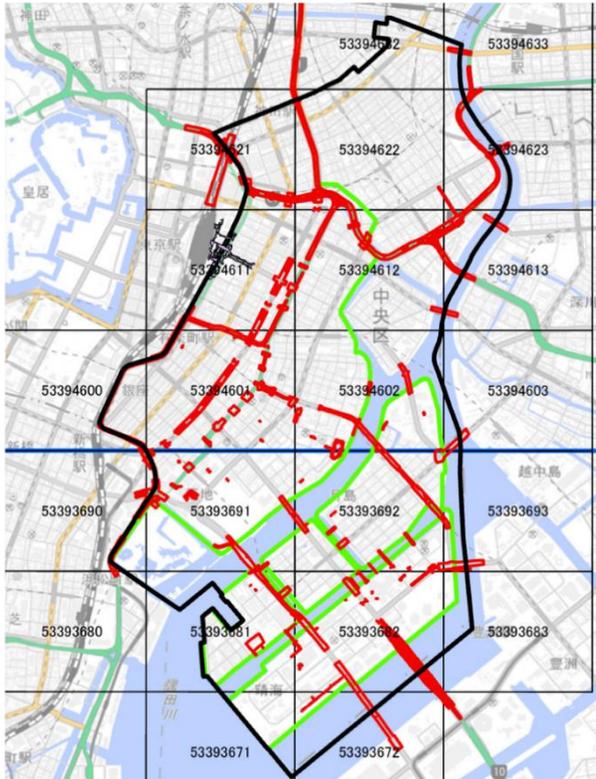
項目	内容
実証地	東京都中央区
面積	23.02 km ²
マップ (対象エリアは3次メッシュ範囲)	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> ▭ 2次メッシュ：2メッシュ 3次メッシュ：22メッシュ LOD1整備範囲（区内全域）：10.21km² LOD2整備範囲（道路）：9.24km² </div>  </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> ▭ 2次メッシュ：2メッシュ 3次メッシュ：22メッシュ LOD1整備範囲（区内全域）：10.21km² LOD3整備範囲（道路）：6.38km² </div>  </div> </div>

表 3-3 実証エリア 3

項目	内容
実証地	岐阜県岐阜市
面積	203.60 km ²
マップ (対象エリア は赤枠内)	

表 3-4 実証エリア 4

項目	内容
実証地	静岡県静岡市
面積	234.90 km ²
マップ (対象エリアは黄緑枠内)	<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> 2次メッシュ: 31メッシュ 3次メッシュ: 1518メッシュ LOD1整備範囲(建築物): 1411.93km² LOD1整備範囲(航路)、LOD2整備範囲(道路): 17.78km² LOD1整備範囲(道路): 234.90km² LOD2整備範囲(建築物): 170棟

3-4. 検証方法と検証シナリオ

3-4-1. 性能検証

性能検証では、ネットワークデータ作成に要する処理時間とメモリ使用量を計測し評価する。インプットする交通（道路）モデルの LOD 別の目標処理時間を表 3-5 に示す。

処理時間に関しては、LOD1-2 の場合、当日の実務時間内で処理が完了させる想定で設定した。LOD3 道路モデルの場合は、処理を回しながら他業務を進めるケースを想定した場合に許容されうる最大の処理時間から逆算し設定した。

目標メモリ使用量に関しては、LOD1 又は LOD2 道路モデルを入力とした場合は本システムの対象ユーザーが使用している PC スペックを想定して 8GB 以下とし、LOD3 道路モデルの場合は、一般的な PC スペックの上限として想定される 16GB を目標値としている。

表 3-5 性能検証評価方法

No.	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
1	処理時間	<ul style="list-style-type: none"> 都市部 2 分/km² (LOD1 道路) 郊外 1 分/km² (LOD1 道路) 6 分/km² (LOD2 道路) 	2025 年 1 月	<ul style="list-style-type: none"> システムテストによる検証
2	メモリ使用量	<ul style="list-style-type: none"> 8GB 以下 (LOD1、LOD2 は 8GB 搭載 PC、LOD3 は 16GB 搭載 PC で動作する) 	2025 年 1 月	<ul style="list-style-type: none"> システムテストによる検証

表 3-6 性能検証シナリオ

No.	データ	目標処理時間	目標メモリ使用量	面積
1	港区車道ネットワーク (LOD1)	40 分以内	8GB 以下	20 km ²
2	港区車歩道ネットワーク (LOD2)	30 分以内	8GB 以下	5.36 km ²
3	港区車歩道ネットワーク (LOD3.0)	2 日以内	16GB 搭載 PC で動作可能	3.895 km ²
4	竹芝車歩道ネットワーク (LOD3.1)	30 分以内	16GB 搭載 PC で動作可能	0.084 km ²
5	竹芝車歩道ネットワーク (LOD3.2)	30 分以内	16GB 搭載 PC で動作可能	0.084 km ²
6	中央区車道ネットワーク (LOD1)	20 分以内	8GB 以下	10 km ²
7	中央区車歩道ネットワーク (LOD2)	30 分以内	8GB 以下	5.245 km ²
8	中央区車歩道ネットワーク (LOD3.0)	2 日以内	16GB 搭載 PC で動作可能	3.745 km ²
9	岐阜市車道ネットワーク (LOD1)	200 分以内	8GB 以下	203 km ²
10	静岡市車道ネットワーク (LOD1)	230 分以内	8GB 以下	234.9 km ²

3-4-2. 精度検証

3-4-2-1. 幾何検証

幾何検証では、ネットワークデータの幾何形状について表 3-7 の観点で評価する。

ネットワークデータの作成率は LOD1、2 については、次の式から算出する。

$$\text{ネットワークデータの作成率[\%]} = \frac{\text{正常にリンクを作成したポリゴン数}}{\text{元のポリゴン数}} \times 100$$

LOD3 以上は元のポリゴンが TIN 分割されているため、リンク線を基準に次の式から算出する。

$$\text{ネットワークデータの作成率[\%]} = \frac{\text{正常に作成されたリンク数}}{\text{リンク作成予定数}} \times 100$$

表 3-7 幾何検証評価方法

No.	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
1	ネットワークデータの作成率	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD1 は 90%以上 ● LOD2 は 80%以上 ● LOD3 は 70%以上 	2025 年 1 月 ~2 月	<ul style="list-style-type: none"> ● QGIS を利用して、出力ネットワークデータを QGIS の機能又は目視確認する

表 3-8 幾何検証の GIS 機能又は目視確認項目

No.	品質評価項目	確認方法
1	道路ポリゴンに対して、もれなくリンクデータが生成されている	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定範囲を抽出チェックし、目視チェック
2	リンクが道路ポリゴンの中心付近に引かれていること	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定範囲を抽出チェックし、中心から大きくずれていないことを目視チェック
3	ノードとリンク端点の座標が一致すること	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定範囲を抽出チェックし、一致することを GIS の機能で確認
4	リンクに必要な接続がされていること	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定範囲を抽出チェックし、接続が不十分なリンクがないことを目視チェック
5	曲線部など妥当な点数でリンクが構成されていること	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定範囲を抽出チェックし、構成点数と形状を目視チェック
6	不要なノードやリンクを生成していないこと	<ul style="list-style-type: none"> ● 一定範囲を抽出チェックし、不要なノード、リンクの生成がないこと ※仕様上、発生しない想定

LOD3.1 は整備エリアが少なく定量的な作成率を求めることはできないため、目視チェックのみで評価を実施する。

No.1、2、4、6 については GIS で目視チェックをし、その分類番号を属性として付与する方法で評価を行う。

LOD1、2 は入力した道路ポリゴンに付与、LOD3 は元のポリゴンが TIN 分割されているため出力したリンク

線に付与する。

表 3-9 目視チェックの項目と付与する属性

リンクの生成状態	属性値（分類番号）
正常	0
リンク線が作成されていない	1
リンク線が一部未作成	2
リンク線が接続不十分	3
リンク線がポリゴンからはみ出す	4
リンク線が中心からずれている・形状に課題あり	5
孤立したポリゴン・微細ポリゴンで対象外	99

No.3のノードとリンク端点の座標が一致は、GISの機能を利用する。確認方法を示す。

- ① QGISの特定の点を抽出する機能で、リンク線の最初の点、最後の点を抽出する
- ② 重複ジオメトリを削除する機能で、重複する点を除去する。これらの処理によりリンク線の端点が抽出される
- ③ 場所による抽出機能で、リンクの端点の数とノードの点数が一致することを確認する

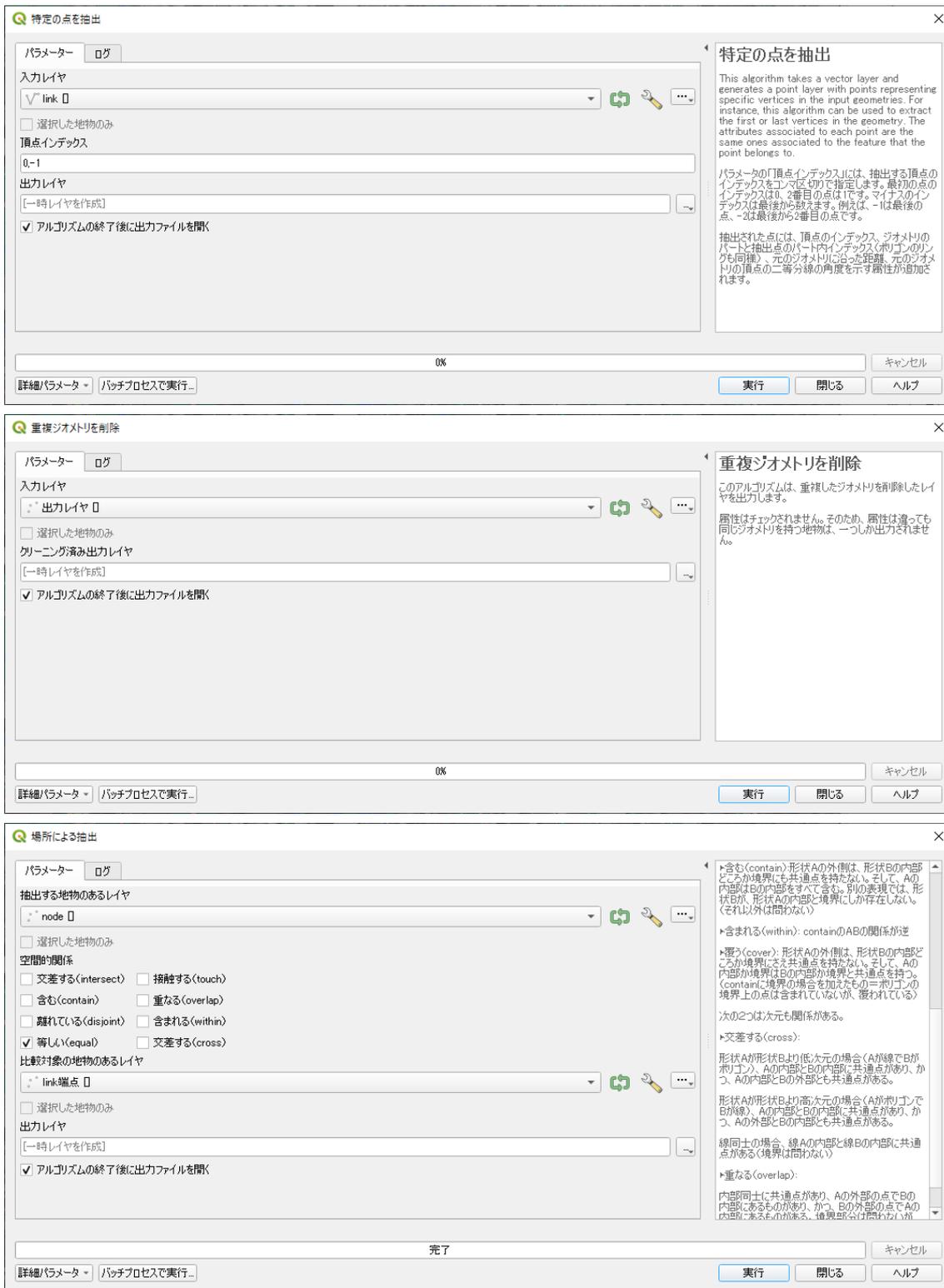


図 3-2 利用した QGIS 機能（上から①②③）

表 3-10 幾何検証シナリオ

No.	データ	評価エリア
1	岐阜市車道ネットワーク (LOD1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認項目は 16 メッシュ ● 評価項目「ノードとリンク端点の座標が一致する」は全域 (245 メッシュ)
2	港区車道ネットワーク (LOD1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認項目は 8 メッシュ ● 評価項目「ノードとリンク端点の座標が一致する」は全域 (39 メッシュ)
3	港区車道ネットワーク (LOD2)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認項目は 8 メッシュ ● 評価項目「ノードとリンク端点の座標が一致する」は全域
4	港区歩道ネットワーク (LOD2)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認項目は 8 メッシュ ● 評価項目「ノードとリンク端点の座標が一致する」は全域
5	港区車道ネットワーク (LOD3)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認項目は 1 メッシュ
6	港区歩道ネットワーク (LOD3)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認項目は 1 メッシュ
7	港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認
8	港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認

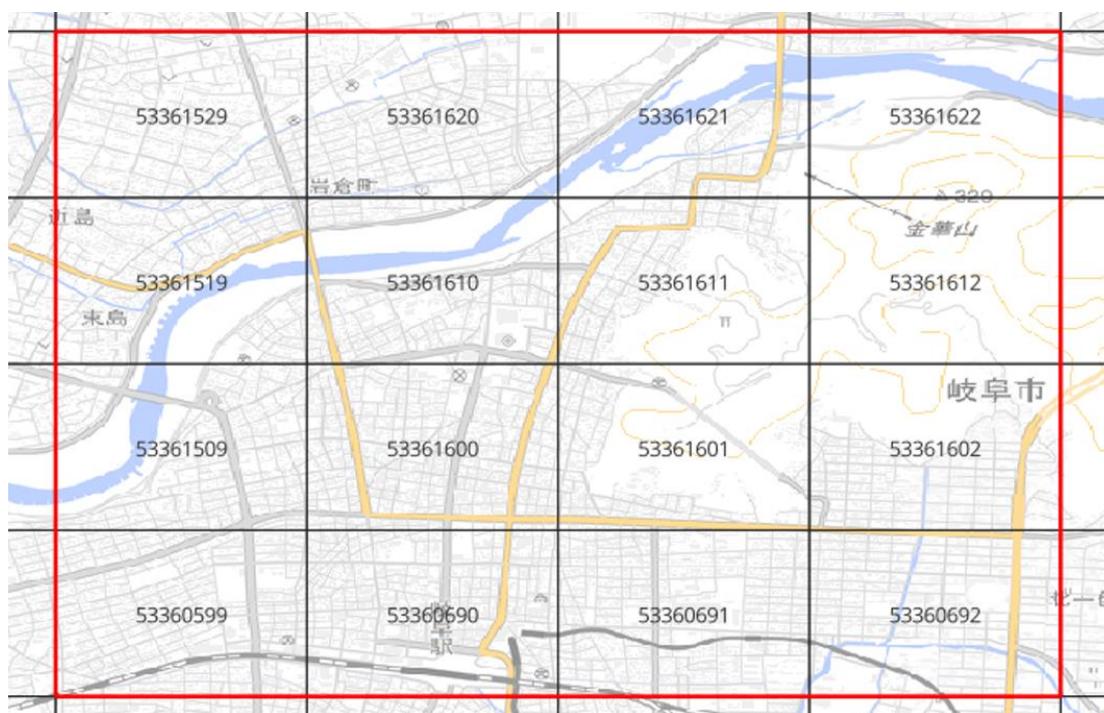


図 3-3 岐阜市評価エリア (16 メッシュ)

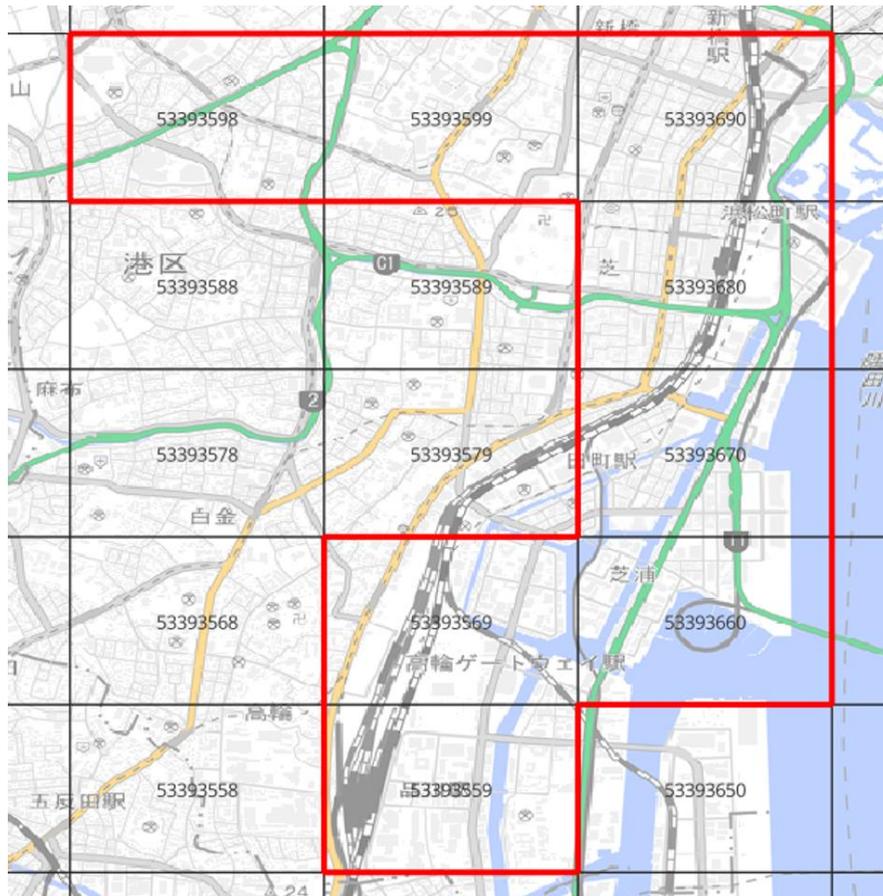


図 3-4 港区 LOD1、2 評価エリア (8 メッシュ)

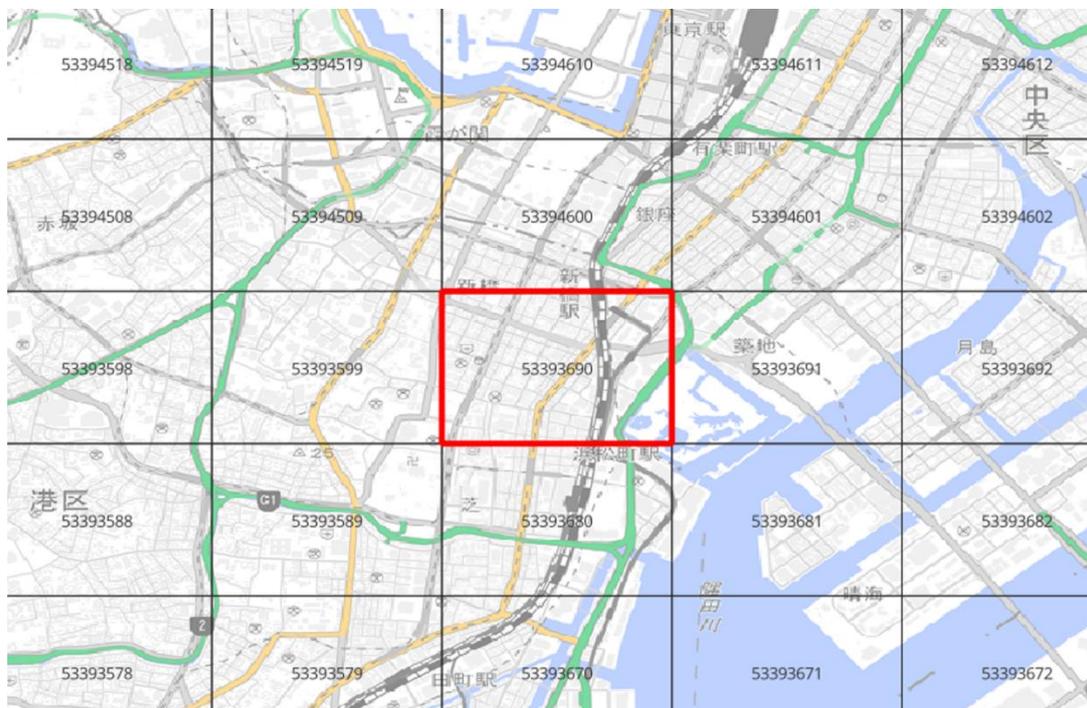


図 3-5 港区 LOD3 評価エリア (1 メッシュ)

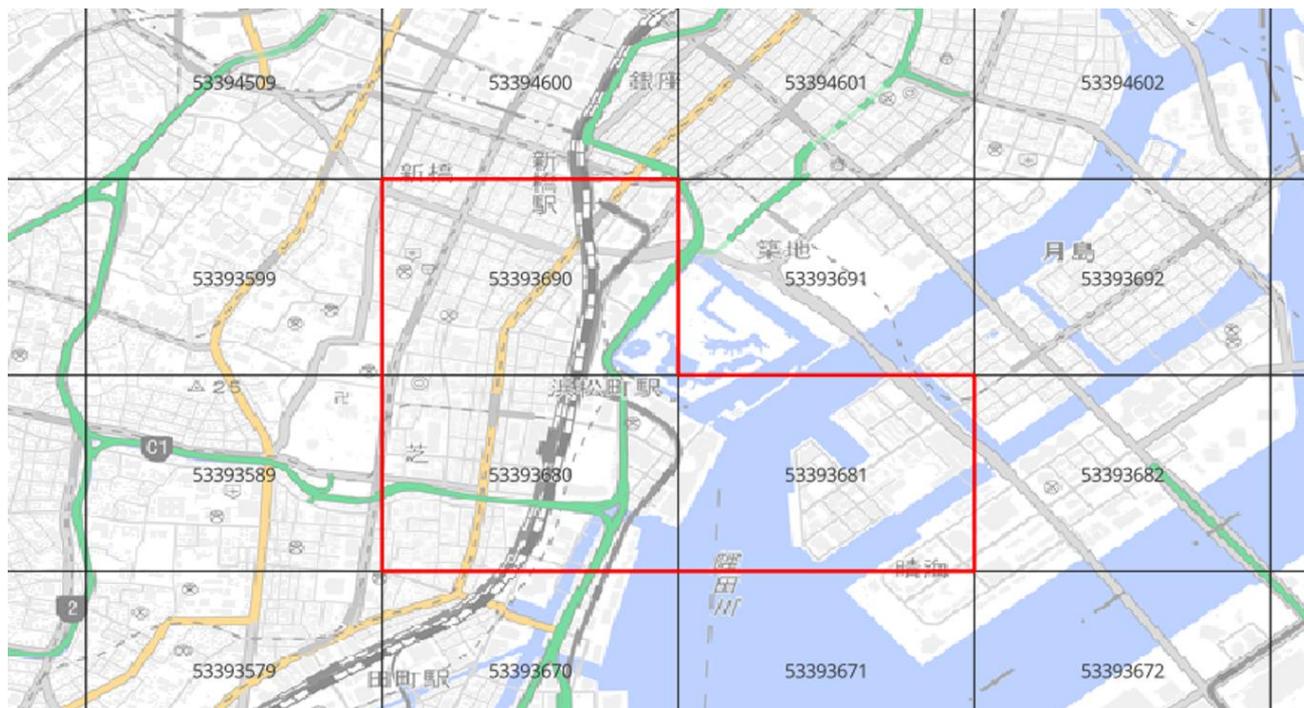


図 3-6 港区竹芝地区 LOD3.1 評価エリア (3メッシュ)

3-4-2-2. 属性検証

属性検証では、ネットワークデータの属性情報について表 3-11 の観点で評価する。

表 3-11 属性検証評価方法

No.	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
1	幅員	● 幅員が妥当な値であること	2025年1月～2月	<ul style="list-style-type: none"> ● QGISを利用して、出力ネットワークデータをQGISの機能又は目視で値が妥当であることを確認する ● 一定範囲を抽出チェックとする
2	縦断勾配	● 縦断勾配が妥当な値であること	2025年1月～2月	<ul style="list-style-type: none"> ● QGISを利用して、出力ネットワークデータをQGISの機能又は目視で値が妥当であることを確認する ● 一定範囲を抽出チェックとする
3	横断勾配	● 横断勾配が妥当な値であること	2025年1月～2月	<ul style="list-style-type: none"> ● QGISを利用して、出力ネットワークデータをQGISの機能又は目視で値が妥当であることを確認する ● 一定範囲を抽出チェックとする
4	道路の区分	● 元データ（道路区分）から適切に属性が付与されていること	2025年1月～2月	<ul style="list-style-type: none"> ● QGISを利用して、出力ネットワークデータをQGISの機能又は目視で値が妥当であることを確認する ● 一定範囲を抽出チェックとする
5	通り名、路線名	● 元データ（通り名）から適切に属性が付与されていること	2025年1月～2月	<ul style="list-style-type: none"> ● QGISを利用して、出力ネットワークデータをQGISの機能又は目視で値が妥当であることを確認する ● 一定範囲を抽出チェックとする

表 3-12 属性検証シナリオ

No.	データ	評価エリア
1	港区車道ネットワーク (LOD1)	● 目視確認項目は 8 メッシュ (図 3-4 参照)
2	港区車道ネットワーク (LOD2)	● 目視確認項目は 8 メッシュ (図 3-4 参照)
3	港区歩道ネットワーク (LOD2)	● 目視確認項目は 8 メッシュ (図 3-4 参照)
4	港区車道ネットワーク (LOD3)	● 目視確認項目は 2 メッシュ
5	港区歩道ネットワーク (LOD3)	● 目視確認項目は 2 メッシュ
6	港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1)	● 目視確認項目は 3 メッシュ (図 3-6 参照)
7	港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1)	● 目視確認項目は 3 メッシュ (図 3-6 参照)
8	港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.2)	● 目視確認項目は 3 メッシュ

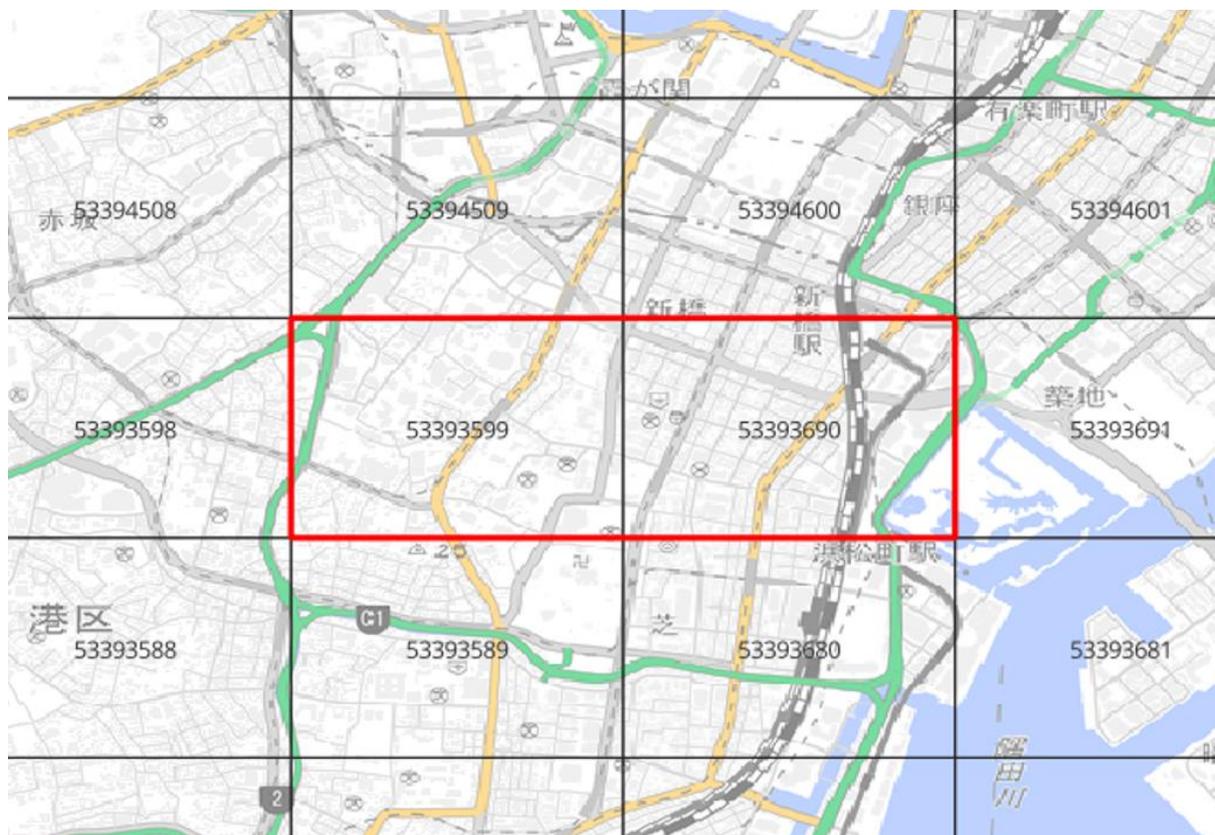


図 3-7 港区 LOD3 評価エリア (2 メッシュ)

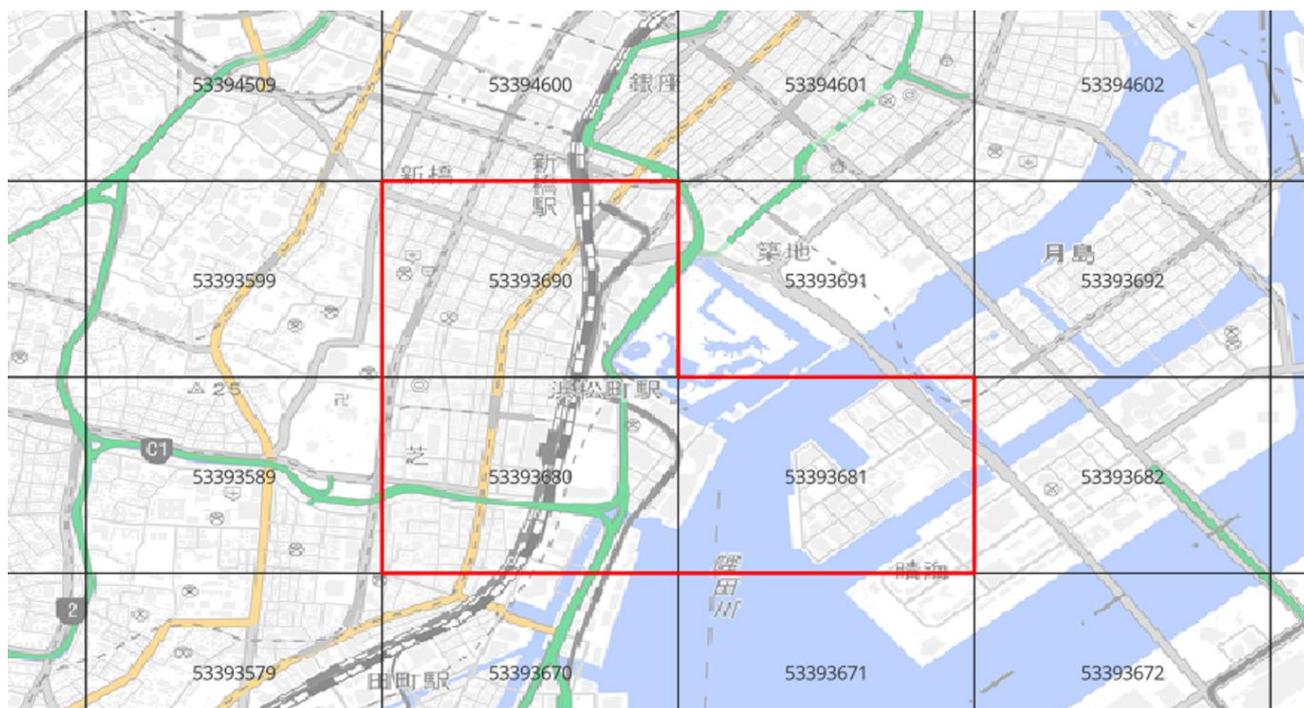


図 3-8 港区竹芝地区 LOD3.2 評価エリア(3メッシュ)

3-4-3. 操作性検証

操作性検証では、ネットワークデータ作成支援ツールのユーザーインターフェースについて表 3-13 の観点で評価する。

表 3-13 操作性検証方法

No.	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
1	操作が容易な GUI である	● 2 回目以降マニュアルを見なくても操作可能	2025 年 1 月 ～2 月	● システムテストによる検証
2	必要な情報がログやメッセージとして出力される	● エラーログを利用できる	2025 年 1 月 ～2 月	● システムテストによる検証

3-4-4. 保守性検証

保守性検証では、ネットワークデータ作成支援ツールを表 3-14 の観点で評価する。

表 3-14 保守性検証方法

No.	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
1	システム導入が容易である	<ul style="list-style-type: none"> OSS 公開するアプリケーションのインストールで本システムを利用可能 	2025 年 1 月～2 月	<ul style="list-style-type: none"> OSS 公開するネットワークデータ作成支援ツールをインストールすることで、ツールが使用可能であることを確認する
2	利用環境の依存度が低い	<ul style="list-style-type: none"> OS が Microsoft Windows 10/11、CPU が Intel® Core™ i5、メモリが 8GB の PC で動作可能 	2025 年 1 月～2 月	<ul style="list-style-type: none"> 目標 PC スペックでの動作確認を行う

3-4-5. 有用性検証

有用性検証では、ネットワークデータ作成支援ツールを表 3-15 の観点で評価する。

表 3-15 有用性検証方法

No.	品質評価項目	目標値	期間	アクティビティ
1	手動作成時の作業コストとの比較	● 手動作成にかかった作業時間より、ネットワークデータ作成時間が短縮している	2025年1月～2月	● 手動によるネットワークデータ作成時間との比較検証
2	作成したネットワークデータの活用	● ネットワークデータの利活用につながる	2025年1月～2月	● ヒアリング等により利活用シーンを抽出

3-5. 検証結果

3-5-1. 性能検証

性能検証では、全ての検証エリアで処理時間とメモリ使用量の目標を達成することができた。詳細結果については、表 3-16 に示す。

表 3-16 性能検証結果

赤セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

No	データ	目標処理時間	目標メモリ使用量	処理時間結果	メモリ使用量結果	示唆
1	港区車道ネットワーク (LOD1)	40 分以内	8GB 以下	5 分 30 秒	642MB	● 処理時間に関しては、手動でネットワークデータを作成する場合と比較すると大幅な時間短縮になる
2	港区車道・歩道ネットワーク (LOD2)	30 分以内	8GB 以下	6 分 6 秒	1,036MB	
3	港区車道・歩道ネットワーク (LOD3.0)	2 日以内	16GB 搭載 PC で動作可能	7 時間	1.3GB	● LOD1、LOD2 と比較すると入力道路モデルに高さ情報が増え立体交差等が表現できるようになり、道路構造が複雑となるため処理時間が大幅に増加する
4	竹芝車道・歩道ネットワーク (LOD3.1)	30 分以内	16GB 搭載 PC で動作可能	1 分 39 秒	1.6GB	● LOD3.2 では LOD3.1 と比較して、道路内の区分に歩道内の植栽が増加する点と横断方向に存在する 15cm 以上の高さの差を取得可能となるため、歩道ネットワーク作成のリンクの作成処理内での追加作業や横断勾配算出処理の増加に伴い処理時間が増加する ● 港区や中央区の LOD3.0 と比較して入力データ範囲は狭いが、入力道路モデルの道路の区分の増加や横断方向の高さの差が判別可能と
5	竹芝車道・歩道ネットワーク (LOD3.2)	30 分以内	16GB 搭載 PC で動作可能	3 分 54 秒	1.6GB	

						なり、処理で扱うジオメトリの量が多くなるためメモリ使用量は増加する
6	中央区車道ネットワーク (LOD1)	20 分以内	8GB 以下	4 分 31 秒	523MB	● 処理時間に関しては、手動でネットワークデータを作成する場合と比較すると大幅な時間短縮になる
7	中央区車道・歩道ネットワーク (LOD2)	30 分以内	8GB 以下	11 分 16 秒	1,010MB	
8	中央区車道・歩道ネットワーク (LOD3.0)	2 日以内	16GB 搭載 PC で動作可能	5 時間 40 分	1,008MB	● LOD1、LOD2 と比較すると入力道路モデルに高さ情報が増え立体交差等が表現できるようになり、道路構造が複雑となるため処理時間が大幅に増加する
9	岐阜市車道ネットワーク (LOD1)	200 分以内	8GB 以下	52 分 12 秒	1.2GB	● 処理時間に関しては、手動でネットワークデータを作成する場合と比較すると大幅な時間短縮になる
10	静岡市車道ネットワーク (LOD1)	230 分以内	8GB 以下	67 分 30 秒	1.4GB	

3-5-2. 精度検証

3-5-2-1. 幾何検証

幾何検証では、LOD1、LOD2 の場合及び LOD3 の歩道ネットワークの場合では目標値を達成できた。検証結果において、リンクが作成できなかった地点は入力データの精度が悪い（車道交差部が正しく分割されていない、隣接している道路面の境界部分に微小な隙間が発生している等）場合と、ネットワークデータ作成支援ツールの性能によるものが含まれている状態である。

LOD3 の車道ネットワークの生成成功率が低いことに関しては、港区は立体交差している道路や車線数が多い道路等、道路構造が複雑でありネットワークデータの作成難易度が高いことが原因であると考えられる。また、LOD3 の車道ネットワークが歩道ネットワークよりも作成成功率が低い原因は、車道交差部において島をまたいでリンクを接続している結果が多かったためである。

表 3-17 精度検証結果

赤セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

No.	検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果		示唆
				データ	評価値	
1	ネットワークデータの作成成功率	作成成功率[%] (正常にリンクが作成されたポリゴン数/元のポリゴン数 × 100)	90%以上	岐阜市車道ネットワーク (LOD1)	97.9%	<ul style="list-style-type: none"> LOD1、LOD2 の場合は 90% 以上の品質でネットワークデータを作成できた 入力道路モデルの精度が低い場合は、ネットワークデータの品質も低下する 入力データの道路構造が複雑なため、ネットワークデータ作成の難易度が高くネットワークデータの品質が低下した
				港区車道ネットワーク (LOD1)	97.1%	
			80%以上	港区車道ネットワーク (LOD2)	90.1%	
				港区歩道ネットワーク (LOD2)	95.3%	
			70%以上	港区車道ネットワーク (LOD3.0)	67.7%	
				港区歩道ネットワーク (LOD3.0)	82.0%	

生成した LOD1 車道ネットワークデータの幾何形状に関する目視チェックの項目を表 3-18 に示す。

表 3-18 幾何形状の目視チェック項目（再掲）

分類番号	リンクの生成状態
0	正常
1	リンク線が作成されていない
2	リンク線が一部未作成
3	リンク線が接続不十分
4	リンク線がポリゴンからはみ出す
5	リンク線が中心からずれている・形状に課題あり

各都市の評価結果を示す。表中の値はポリゴン数を示している。

表 3-19 岐阜市 LOD1 車道ネットワークの評価結果

分類番号	0	1	2	3	4	5
合計	8,898	102	32	24	0	7
構成比[%]	97.9	1.1	0.4	0.3	0.0	0.1

表 3-20 港区 LOD1 車道ネットワークの評価結果

分類番号	0	1	2	3	4	5
合計	3,072	39	12	5	13	23
構成比[%]	97.1	1.2	0.3	0.1	0.4	0.8



図 3-9 岐阜県岐阜市車道ネットワーク (LOD1) リンク作成例

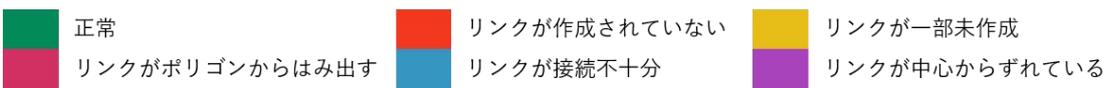
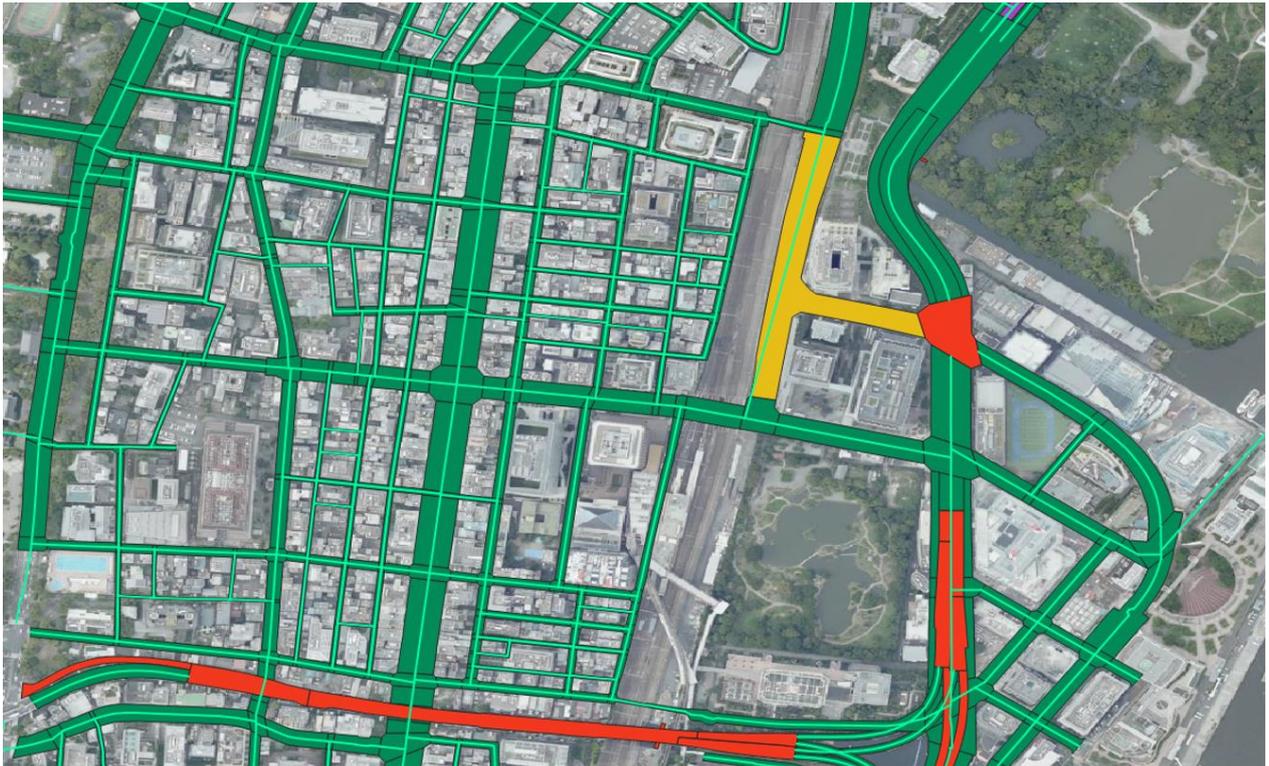


図 3-10 東京都港区車道ネットワーク (LOD1) リンク作成例

曲線部など妥当な点数でリンクが構成されていることの確認結果を図 3-12、図 3-13 に示す。正常にリンクが生成されている箇所（緑のポリゴン）では妥当な構成点数になっている。一方、カーブが複雑ではみ出し等が生じている箇所（ピンクのポリゴン）で点数が多すぎる箇所が生じているケース（図 3-11）がある。



図 3-11 カーブで点数が多くなるケース

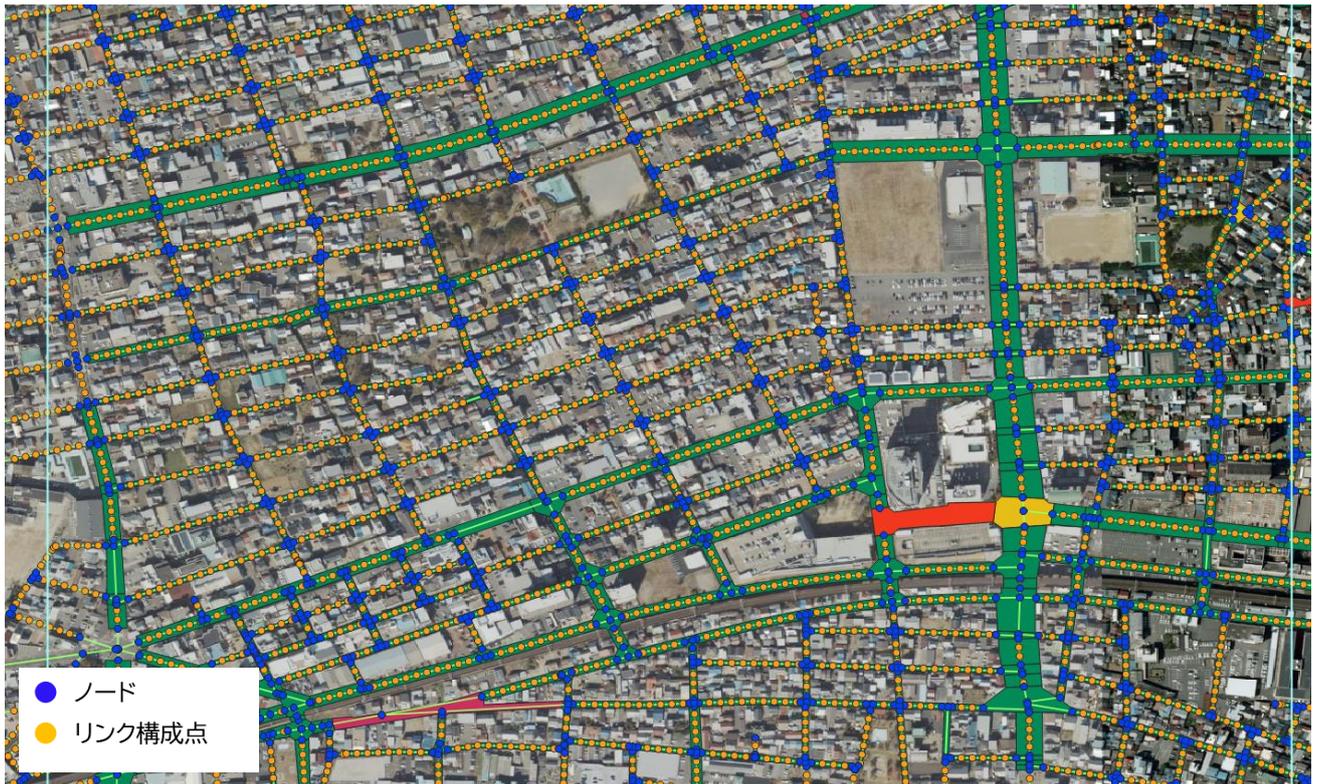


図 3-12 リンク構成点の確認例 1



図 3-13 リンク構成点の確認例 2

生成した LOD2 車道、歩道ネットワークデータの幾何形状に関する目視チェックの項目を表 3-21 幾何形状の目視チェック項目（再掲）に示す。

表 3-21 幾何形状の目視チェック項目（再掲）

分類番号	リンクの生成状態
0	正常
1	リンク線が作成されていない
2	リンク線が一部未作成
3	リンク線が接続不十分
4	リンク線がポリゴンからはみ出す
5	リンク線が中心からずれている・形状に課題あり

評価結果を示す。表中の値はポリゴン数を示している。

表 3-22 港区 LO2 車道ネットワークの評価結果

分類番号	0	1	2	3	4	5
合計	2,942	109	63	91	19	40
構成比 [%]	90.1	3.3	1.9	2.8	0.6	1.2

表 3-23 港区 LOD2 歩道ネットワークの評価結果

分類番号	0	1	2	3	4	5
合計	3,280	57	0	48	29	28
構成比 [%]	95.3	1.7	0.0	1.4	0.8	0.8

港区 LOD2 の車道ネットワークの生成例を図 3-14 に、歩道ネットワークの生成例を図 3-15 に示す。



図 3-14 東京都港区車道ネットワーク (LOD2) リンク作成例



図 3-15 東京都港区歩道ネットワーク (LOD2) リンク作成例

生成した LOD 3.0 車道、歩道ネットワークデータの幾何形状に関する目視チェックの項目を表 3-18 に示す。LOD3 の場合は道路ポリゴンが TIN 分割されていることから、一部未作成のケースと接続が不十分なケースの見分けが難しいため、正常以外は 4 種類に分類した。

表 3-24 幾何形状の目視チェック項目

分類番号	リンクの生成状態
0	正常
1	リンク線が作成されていない
3	リンク線が接続不十分
4	リンク線がポリゴンからはみ出す
5	リンク線が中心からずれている・形状に課題あり

評価結果を示す。表中の値はリンク数を示している。

表 3-25 港区 LO3.0 車道ネットワークの評価結果

分類番号	0	1	3	4	5
合計	1,434	595	4	12	72
構成比[%]	67.7	28.1	0.2	0.6	3.4

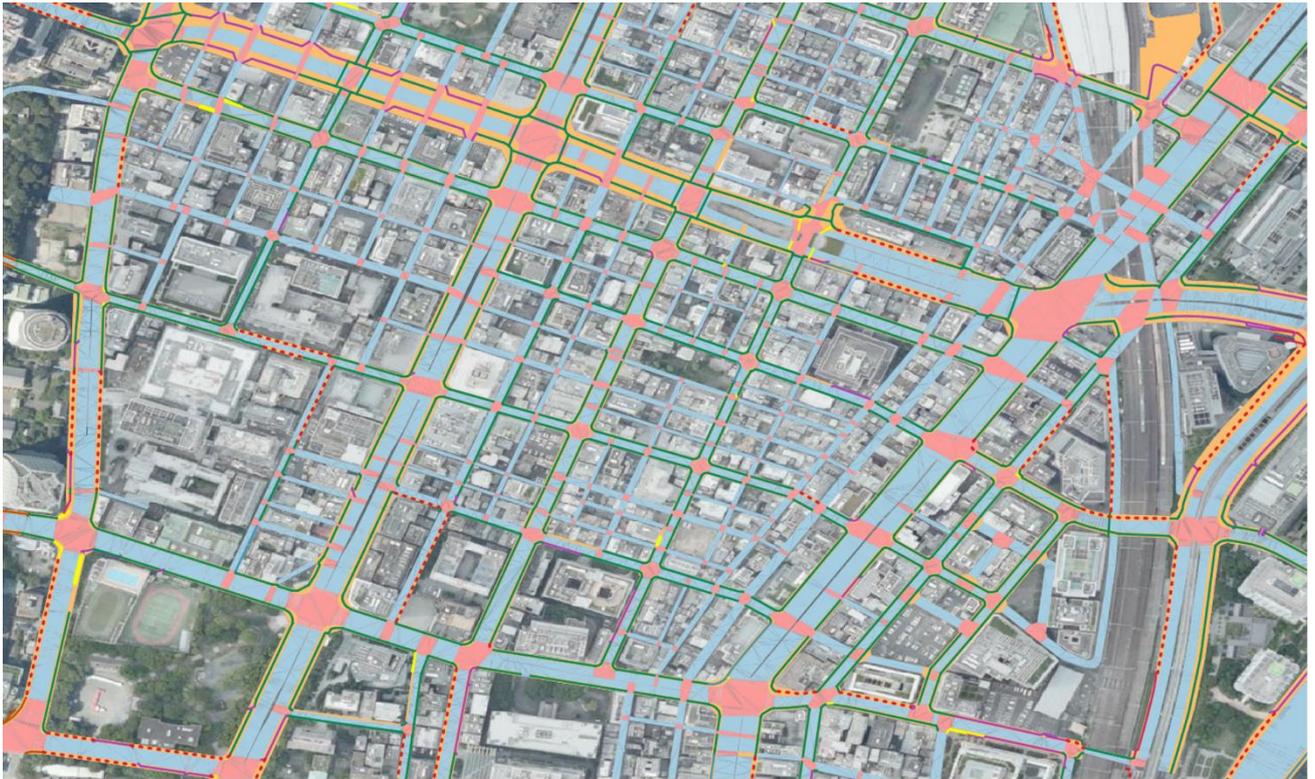
表 3-26 港区 LOD3.0 歩道ネットワークの評価結果

分類番号	0	1	3	4	5
合計	1,119	76	29	6	134
構成比[%]	82.0	5.6	2.1	0.4	9.8

港区 LOD3.0 の車道ネットワークの生成例を図 3-16 に、歩道ネットワークの生成例を図 3-17 に示す。



図 3-16 東京都港区車道ネットワーク (LOD3.0) リンク作成例



- 正常
- リンクが作成されていない
- リンクが中心からずれている又はリンク形状に課題あり
- リンクがポリゴンからはみ出す
- リンクの接続が不十分

図 3-17 東京都港区歩道ネットワーク (LOD3.0) リンク作成例

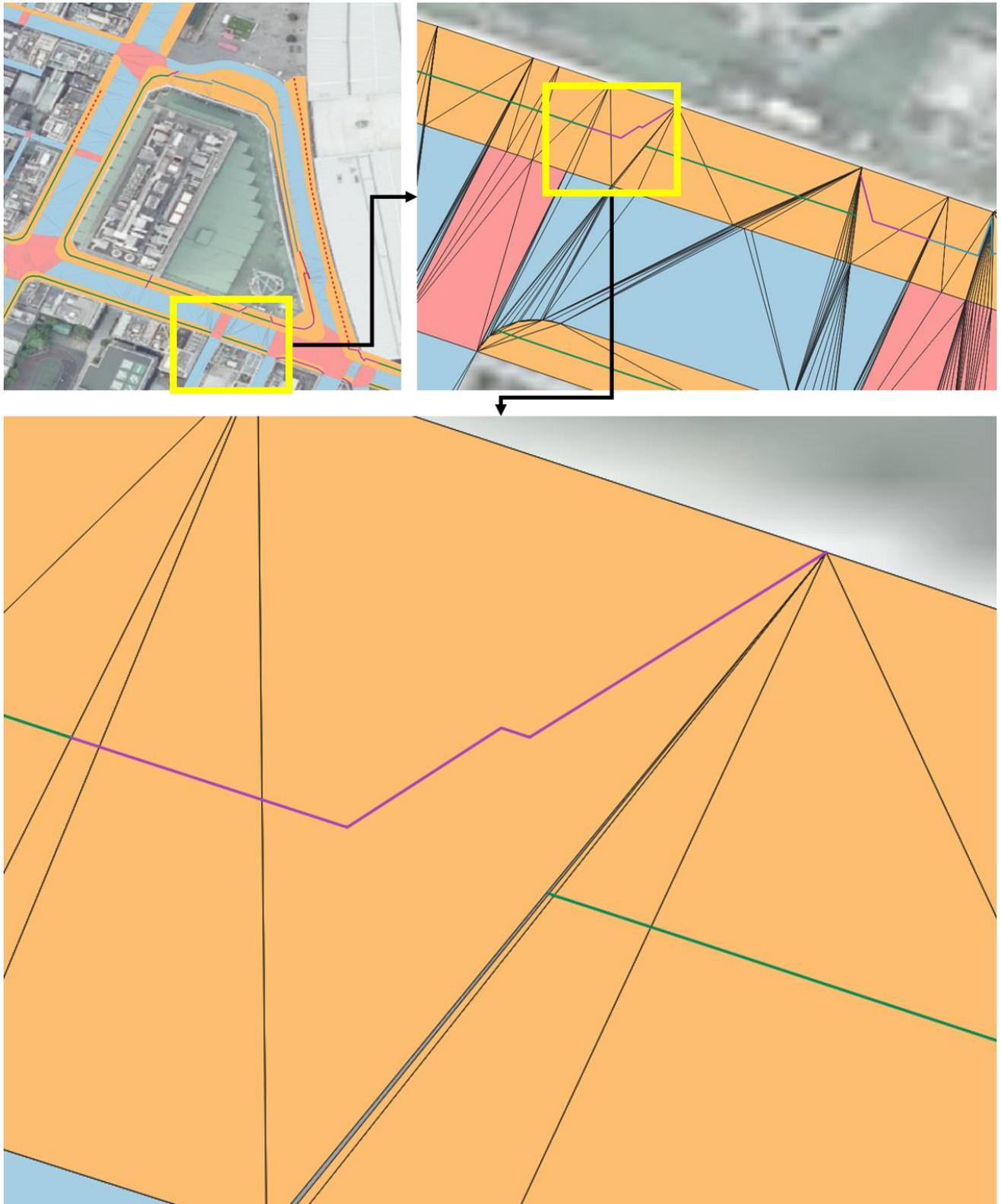


図 3-18 隣接している道路面の境界部分に発生している微小な隙間の影響によってリンク接続が失敗する例

港区竹芝地区 LOD3.1 車道ネットワークの生成例を図 3-19 に、歩道ネットワークの生成例を図 3-20 に示す。

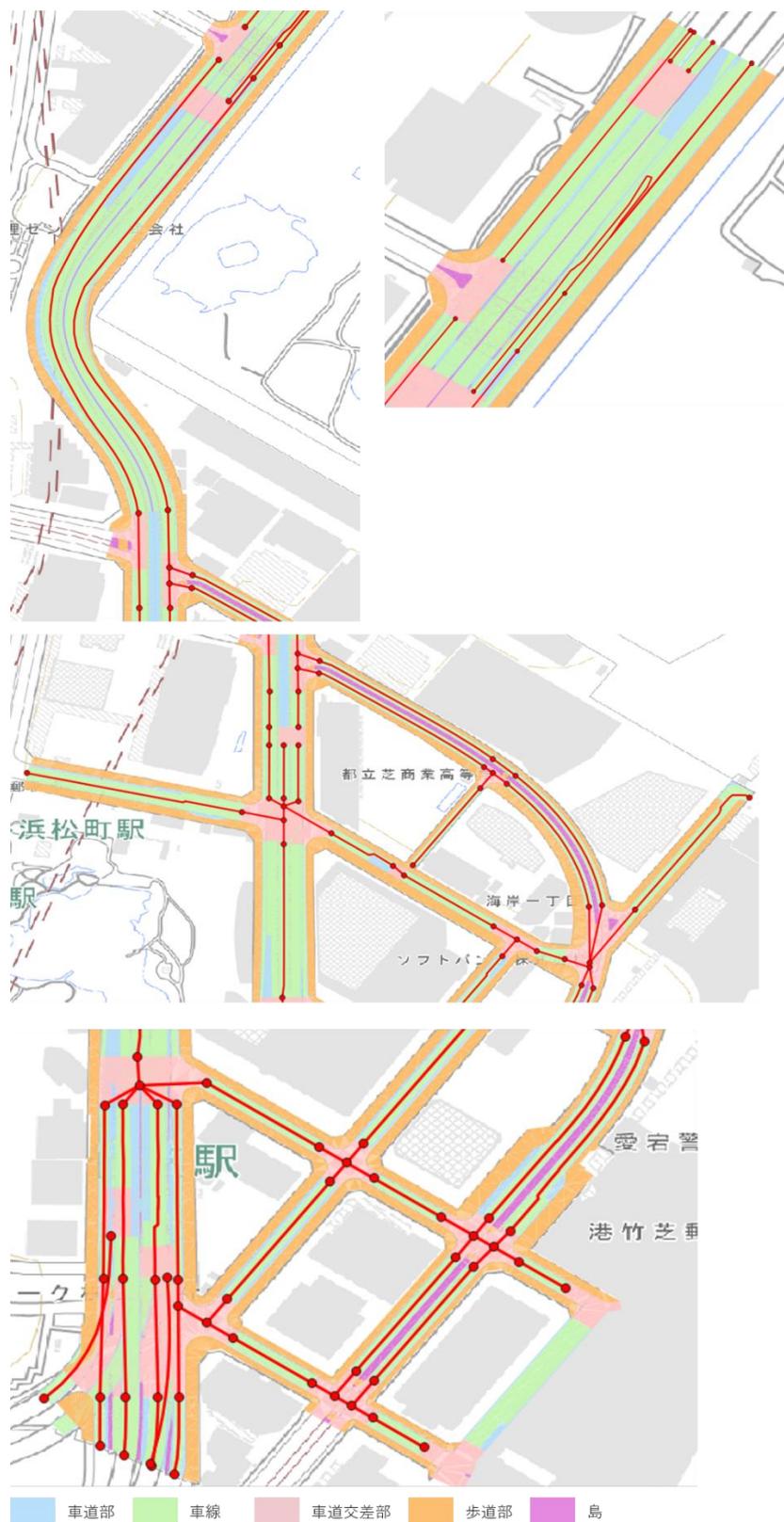


図 3-19 東京都港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1) リンク作成例



図 3-20 東京都港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1) リンク作成例

3-5-2-2. 属性検証

属性検証では、幅員、縦断勾配及び横断勾配の属性において、付与されている値と手動計算によって得た値が一致することを確認した。また、道路の区分と通り名、路線名の属性において、付与されている値が元データの道路 CityGML に記載されている値と一致することを確認した。

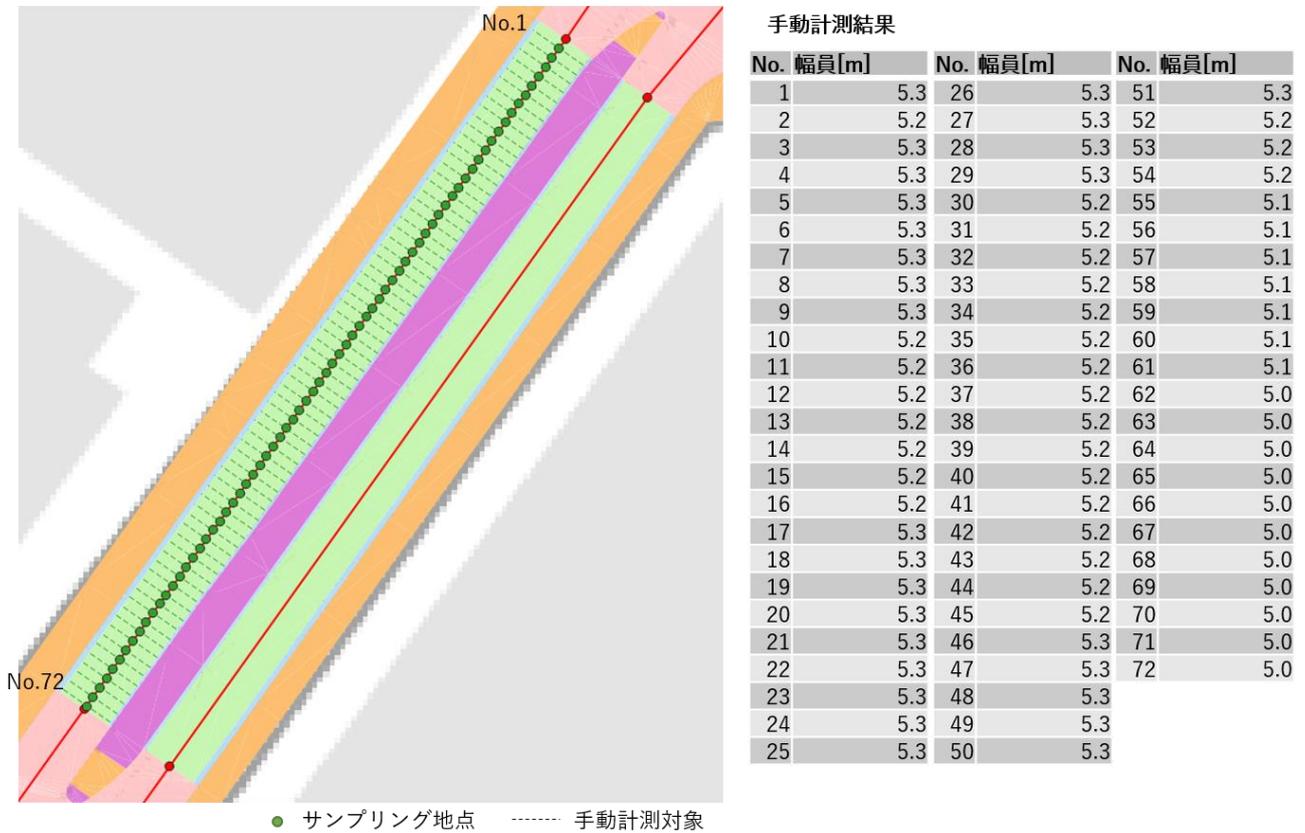
表 3-27 属性検証結果

赤セル：KPI 達成 青セル：KPI 未達

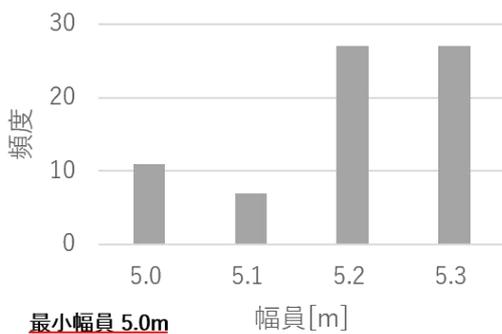
No.	検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果		示唆
				データ	評価値	
1	幅員	幅員[m]	幅員が妥当な値であること	港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1)	○	● 付与されている属性値と手動計算結果の値が一致することを確認した
				港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1)	○	
2	縦断勾配	縦断勾配 [%] (垂直距離 / 水平距離 × 100)	縦断勾配は妥当な値であること	港区車道ネットワーク (LOD3)	○	● 本検証では、リンクに対して 10m ごとの縦断勾配を計測した際の最大値を最大縦断勾配としているが、この間隔のチューニングは行っていないため検討の余地が残っている状態である
				港区歩道ネットワーク (LOD3)	○	
3	横断勾配	横断勾配 [%] (垂直距離 / 水平距離 × 100)	横断勾配が妥当な値であること	港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.2)	○	
4	道路の区分	付与された属性値と元データが一致するか目視確認する	元データ (道路区分) から適切に属性が付与されていること	港区車道ネットワーク (LOD1)	○	● 付与されている属性値と元データの道路 CityGML に記載されている値が一致することを確認した
				港区車道ネットワーク (LOD2)	○	
				港区車道ネットワーク (LOD3)	○	
5	通り名、路線名	付与された属性値と元データが一致するか目視確認する	元データ (通り名) から適切に付与されていること	港区車道ネットワーク (LOD1)	○	
				港区車道ネットワーク (LOD2)	○	
				港区車道ネットワーク (LOD3)	○	

幅員の属性検証結果例を図 3-21 から図 3-29 に示す。

幅員の属性検証ではリンクに付与されている最小幅員値に対して、本システムに実装した最小幅員を算出するアルゴリズムに沿って手動で計測した結果と比較し、属性値と手動計測結果が一致することを確認した。



手動計測結果 (集計結果)



手動計測結果と付与されている属性値が等しい

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100651810384500000002.000000
start_id	09100649310384160000002.000000
end_id	09100653510384750000002.000000
distance	72.3
maint_date	2025/02/12
vtcl_slope	1
w_min	5 ← 最小幅員
is_w_min	1
vSlope_max	0
vSlope_ave	0
is_vSlope	1
type	
route_name	

図 3-21 港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 1

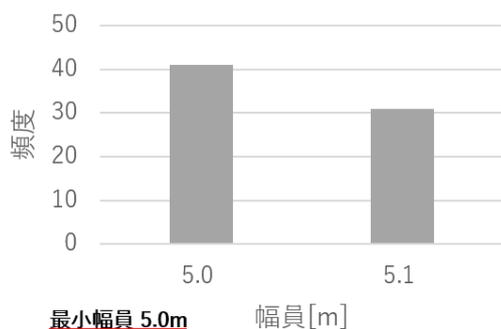


手動計測結果

No.	幅員[m]	No.	幅員[m]	No.	幅員[m]
1	5.0	26	5.1	51	5.0
2	5.0	27	5.1	52	5.0
3	5.0	28	5.1	53	5.0
4	5.0	29	5.1	54	5.0
5	5.0	30	5.1	55	5.0
6	5.0	31	5.1	56	5.0
7	5.0	32	5.1	57	5.1
8	5.0	33	5.1	58	5.1
9	5.0	34	5.1	59	5.1
10	5.0	35	5.1	60	5.1
11	5.0	36	5.1	61	5.1
12	5.0	37	5.1	62	5.1
13	5.0	38	5.1	63	5.1
14	5.0	39	5.1	64	5.1
15	5.0	40	5.1	65	5.1
16	5.0	41	5.0	66	5.1
17	5.0	42	5.0	67	5.1
18	5.0	43	5.0	68	5.1
19	5.0	44	5.0	69	5.1
20	5.0	45	5.0	70	5.1
21	5.0	46	5.0	71	5.1
22	5.0	47	5.0	72	5.0
23	5.0	48	5.0		
24	5.0	49	5.0		
25	5.1	50	5.0		

● サンプル地点 - - - - - 手動計測対象

手動計測結果 (集計結果)



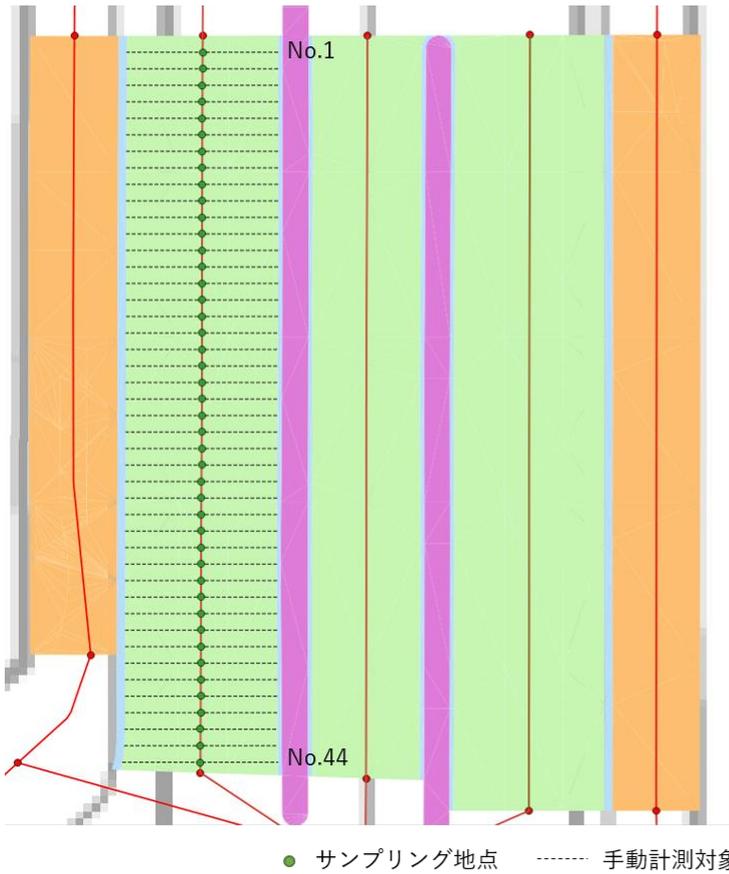
最小幅員 5.0m

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

リンクの属性値

地物	値
▼ link — polyline	
▼ route_name	
▶ (派生した属性)	
▶ (アクション)	
link_id	09100651010384550000002.000000
start_id	09100648610384210000002.000000
end_id	09100652810384800000002.000000
distance	72.1
maint_date	2025/02/12
vtcl_slope	1
w_min	5 ← 最小幅員
is_w_min	1
vSlope_max	0
vSlope_ave	0
is_vSlope	1
type	
route_name	

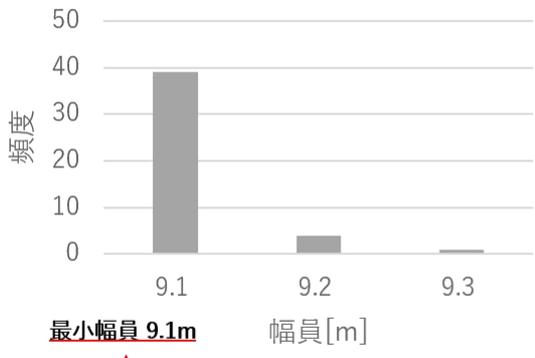
図 3-22 港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 2



手動計測結果

No.	幅員[m]	No.	幅員[m]
1	9.1	26	9.1
2	9.1	27	9.1
3	9.1	28	9.1
4	9.1	29	9.1
5	9.1	30	9.1
6	9.1	31	9.1
7	9.1	32	9.1
8	9.1	33	9.1
9	9.1	34	9.1
10	9.1	35	9.1
11	9.1	36	9.1
12	9.1	37	9.1
13	9.1	38	9.1
14	9.1	39	9.1
15	9.1	40	9.2
16	9.1	41	9.2
17	9.1	42	9.2
18	9.1	43	9.2
19	9.1	44	9.3
20	9.1		
21	9.1		
22	9.1		
23	9.1		
24	9.1		
25	9.1		

手動計測結果（集計結果）

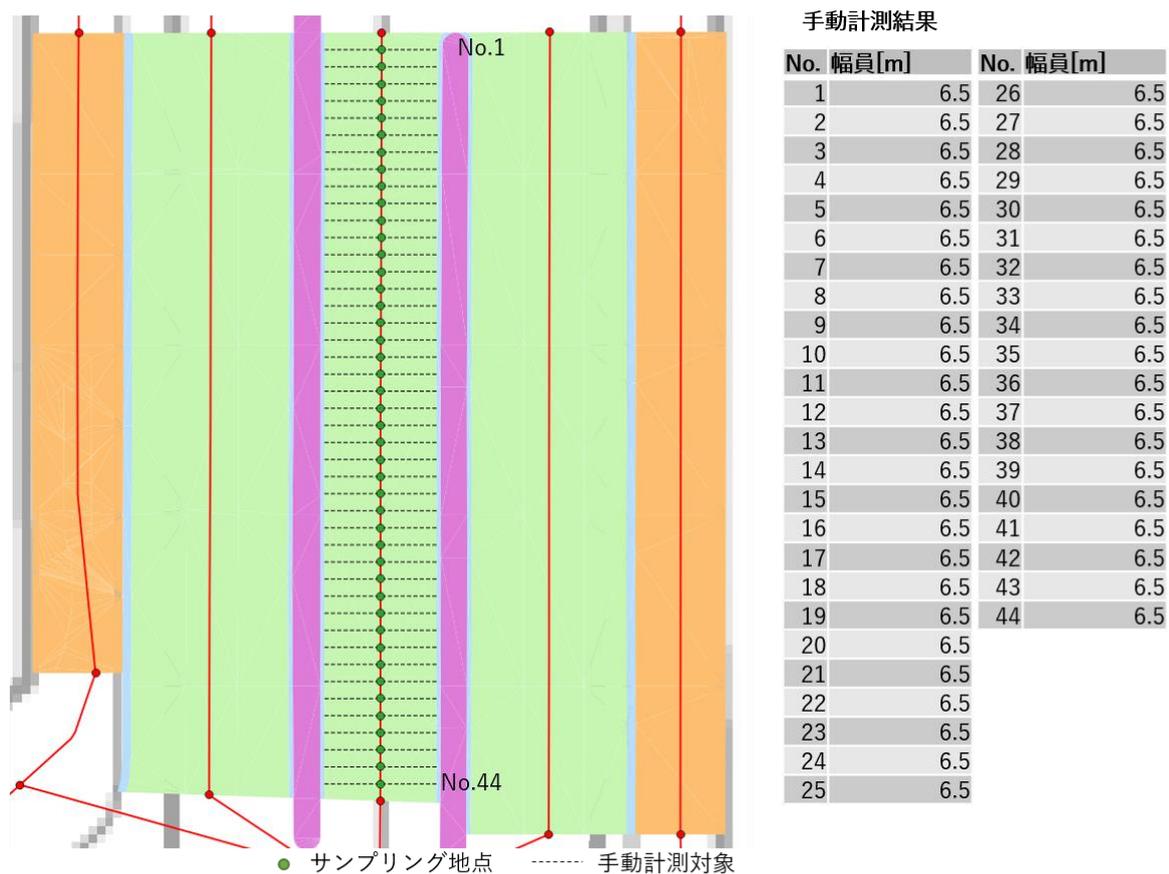


手動計測結果と付与されている属性値が等しい

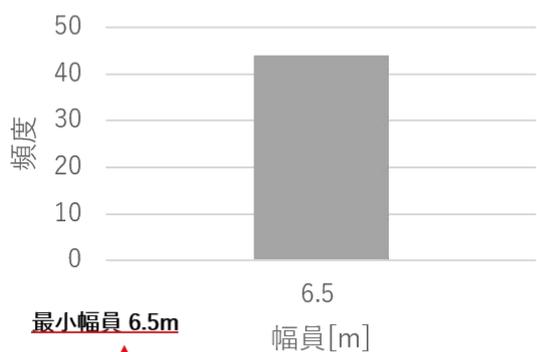
リンクの属性値

地物	値
▼ link — polyline	
▼ route_name	
▶ (派生した属性)	
▶ (アクション)	
link_id	09100663510381220000002.000000
start_id	09100663510380990000001.000000
end_id	09100663510381440000002.000000
distance	44.6
maint_date	2025/02/12
vtcl_slope	1
w_min	9.1 ← 最小幅員
is_w_min	1
vSlope_max	0
vSlope_ave	0
is_vSlope	1
type	
route_name	

図 3-23 港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 3



手動計測結果 (集計結果)

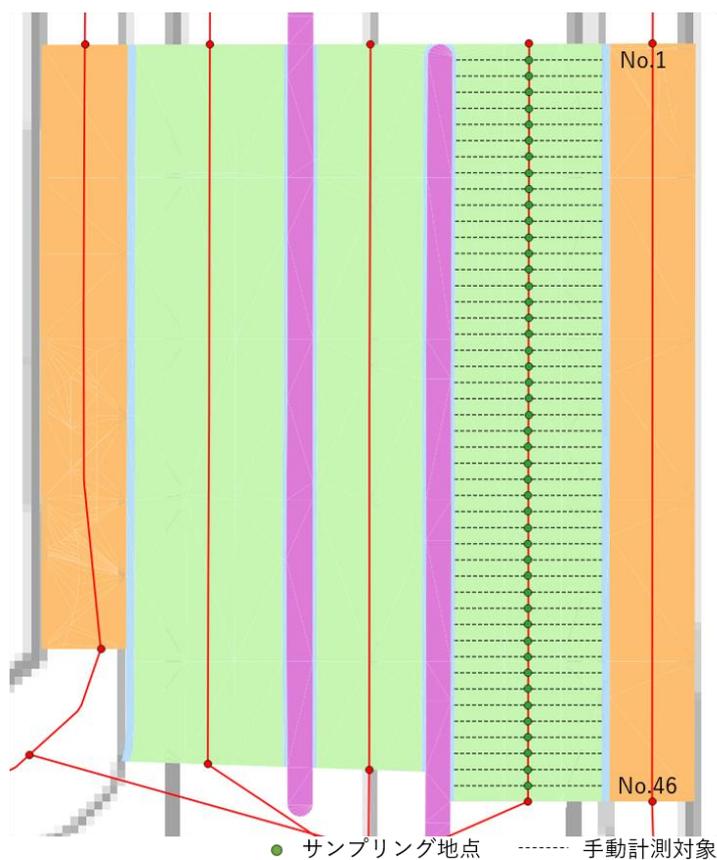


手動計測結果と付与されている属性値が等しい

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100662510381330000002.000000
start_id	09100662510380990000001.000000
end_id	09100662610381440000002.000000
distance	45
maint_date	2025/02/12
vtcl_slope	1
w_min	6.5 ← 最小幅員
is_w_min	1
vSlope_max	0
vSlope_ave	0
is_vSlope	1
type	
route_name	

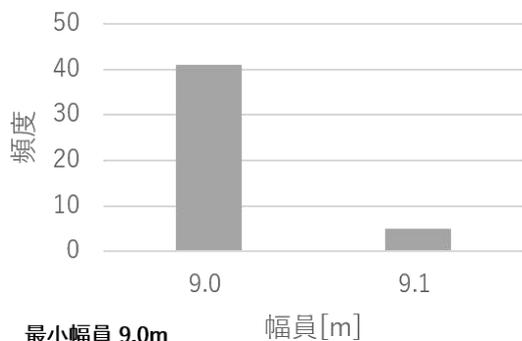
図 3-24 港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 4



手動計測結果

No.	幅員[m]	No.	幅員[m]
1	9.0	26	9.0
2	9.0	27	9.0
3	9.0	28	9.0
4	9.0	29	9.0
5	9.0	30	9.0
6	9.0	31	9.0
7	9.0	32	9.0
8	9.0	33	9.0
9	9.0	34	9.0
10	9.0	35	9.0
11	9.0	36	9.0
12	9.0	37	9.0
13	9.0	38	9.0
14	9.0	39	9.0
15	9.0	40	9.0
16	9.0	41	9.0
17	9.0	42	9.1
18	9.0	43	9.1
19	9.0	44	9.1
20	9.0	45	9.1
21	9.0	46	9.1
22	9.0		
23	9.0		
24	9.0		
25	9.0		

手動計測結果 (集計結果)

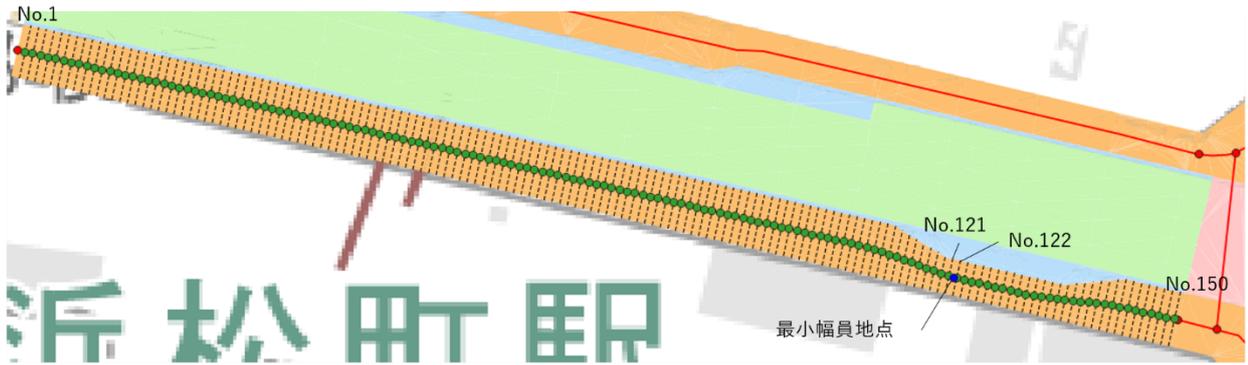


リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100661610381150000002.000000
start_id	091006616103809900000001.000000
end_id	091006616103814600000002.000000
distance	47
maint_date	2025/02/12
vtcl_slope	1
w_min	9 ← 最小幅員
is_w_min	1
vSlope_max	0
vSlope_ave	0
is_vSlope	1
type	
route_name	

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

図 3-25 港区竹芝地区車道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 5



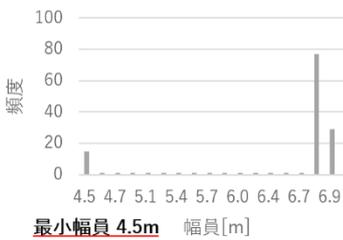
手動計測結果

● サンプル地点 手動計測対象

No.	幅員[m]	幅員(詳細)[m]															
1	6.8	6.754	26	6.8	6.816	51	6.8	6.823	76	6.8	6.846	101	6.9	6.934	126	4.5	4.515
2	6.8	6.758	27	6.8	6.817	52	6.8	6.823	77	6.8	6.850	102	6.9	6.938	127	4.5	4.517
3	6.8	6.763	28	6.8	6.818	53	6.8	6.823	78	6.9	6.853	103	6.9	6.942	128	4.5	4.520
4	6.8	6.767	29	6.8	6.819	54	6.8	6.824	79	6.9	6.856	104	6.9	6.945	129	4.5	4.523
5	6.8	6.772	30	6.8	6.820	55	6.8	6.824	80	6.9	6.859	105	6.9	6.949	130	4.5	4.526
6	6.8	6.776	31	6.8	6.820	56	6.8	6.825	81	6.9	6.862	106	7.0	6.953	131	4.5	4.528
7	6.8	6.780	32	6.8	6.821	57	6.8	6.826	82	6.9	6.865	107	7.0	6.956	132	4.5	4.531
8	6.8	6.785	33	6.8	6.822	58	6.8	6.826	83	6.9	6.869	108	7.0	6.960	133	4.5	4.534
9	6.8	6.788	34	6.8	6.822	59	6.8	6.826	84	6.9	6.873	109	7.0	6.964	134	4.5	4.537
10	6.8	6.792	35	6.8	6.823	60	6.8	6.826	85	6.9	6.876	110	7.0	6.967	135	4.5	4.539
11	6.8	6.796	36	6.8	6.822	61	6.8	6.826	86	6.9	6.880	111	7.0	6.971	136	4.7	4.729
12	6.8	6.800	37	6.8	6.822	62	6.8	6.826	87	6.9	6.884	112	7.0	6.975	137	5.1	5.057
13	6.8	6.801	38	6.8	6.822	63	6.8	6.826	88	6.9	6.888	113	6.9	6.859	138	5.4	5.387
14	6.8	6.802	39	6.8	6.822	64	6.8	6.826	89	6.9	6.891	114	6.5	6.528	139	5.7	5.716
15	6.8	6.803	40	6.8	6.822	65	6.8	6.826	90	6.9	6.895	115	6.2	6.198	140	6.0	6.043
16	6.8	6.804	41	6.8	6.822	66	6.8	6.826	91	6.9	6.898	116	5.9	5.868	141	6.4	6.371
17	6.8	6.805	42	6.8	6.822	67	6.8	6.826	92	6.9	6.902	117	5.5	5.538	142	6.7	6.698
18	6.8	6.806	43	6.8	6.822	68	6.8	6.826	93	6.9	6.905	118	5.2	5.208	143	7.0	7.000
19	6.8	6.807	44	6.8	6.822	69	6.8	6.827	94	6.9	6.909	119	4.9	4.879	144	7.0	7.000
20	6.8	6.809	45	6.8	6.822	70	6.8	6.827	95	6.9	6.913	120	4.6	4.551	145	7.0	7.001
21	6.8	6.810	46	6.8	6.822	71	6.8	6.829	96	6.9	6.916	121	4.5	4.502	146	7.0	7.001
22	6.8	6.811	47	6.8	6.822	72	6.8	6.833	97	6.9	6.920	122	4.5	4.505	147	7.0	7.002
23	6.8	6.812	48	6.8	6.822	73	6.8	6.836	98	6.9	6.923	123	4.5	4.507	148	7.0	7.002
24	6.8	6.814	49	6.8	6.823	74	6.8	6.840	99	6.9	6.927	124	4.5	4.510	149	7.0	7.003
25	6.8	6.815	50	6.8	6.823	75	6.8	6.843	100	6.9	6.931	125	4.5	4.512	150	7.0	7.003

最小幅員地点

手動計測結果 (集計結果)



最小幅員 4.5m

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

リンクの属性値

地物	値
link - polyline	
route_name	
▶ (派生した属性)	
▶ (アクション)	
link_id	09100672610381500000001.000000
start_id	09100680310381320000000.000000
end_id	09100665610381660000001.000000
distance	150.5
rank	SAX ← ランク区分
maint_date	2025/02/12
rt_struct	1
width	4 ← 幅員 (コード)
vtc_slope	2
brail_tile	2
w_min	4.5 ← 最小幅員
w_min_lat	35.65600801079333 ← 最小幅員地点
w_min_lon	139.75949994954604
ref_w_min	0
vSlope_max	3
vSlope_lat	35.65622537974047
vSlope_lon	139.7584179986736
vSlope_ave	1
route_name	

【rank (幅員)】

- S:最小幅員が2m以上
- A:最小幅員が1m以上、2m未満
- B:設定なし
- C:設定なし
- Z:最小幅員が1m未満
- X:不明
- ※最小幅員が4.5mのため、Sが設定される

【width】

- 1:1.0未満
- 2:1.0m以上、2.0m未満
- 3:2.0m以上、3.0m未満
- 4:3.0m以上
- 99:不明
- ※最小幅員が4.5mのため4が設定される

図 3-26 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 1

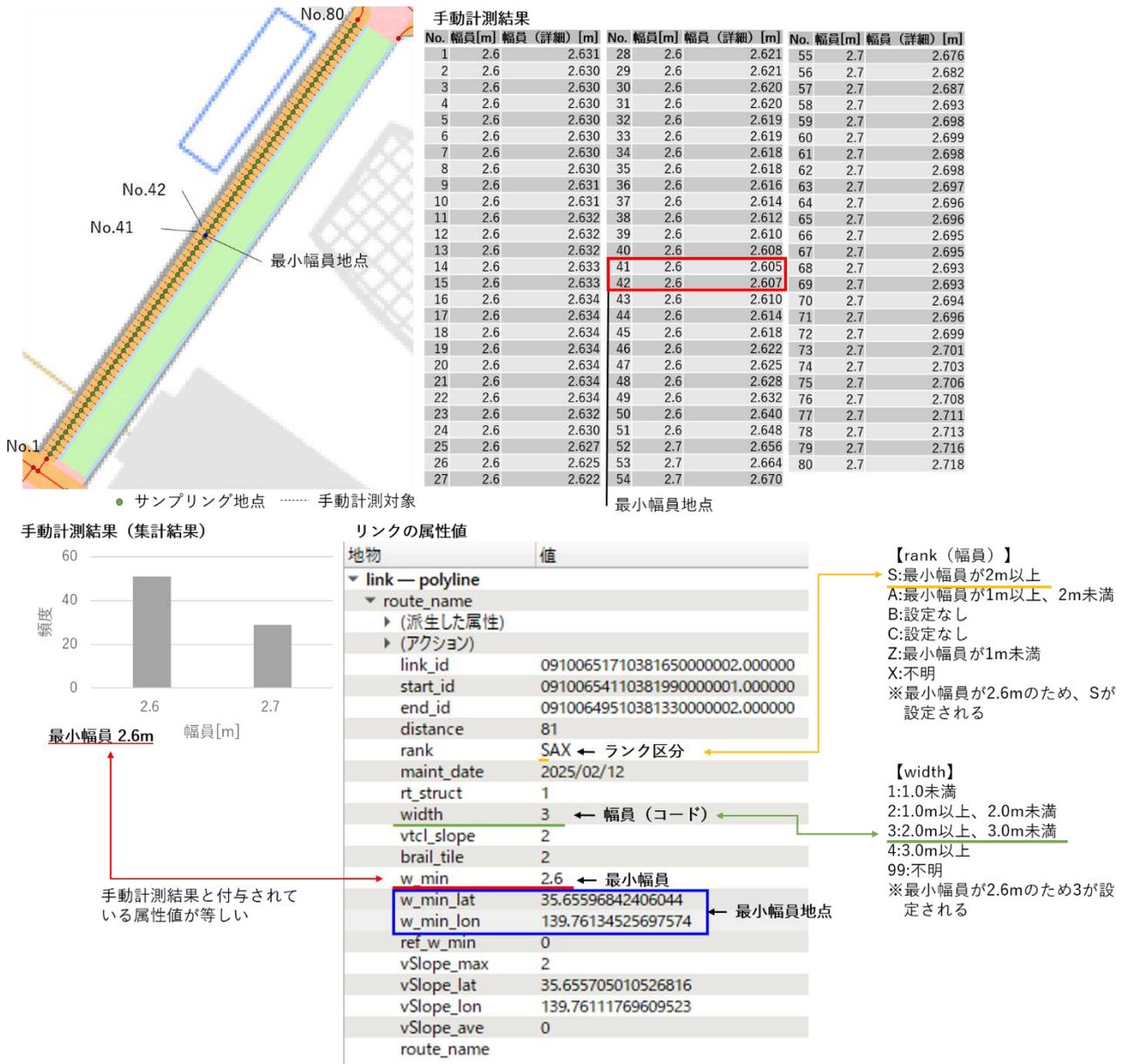
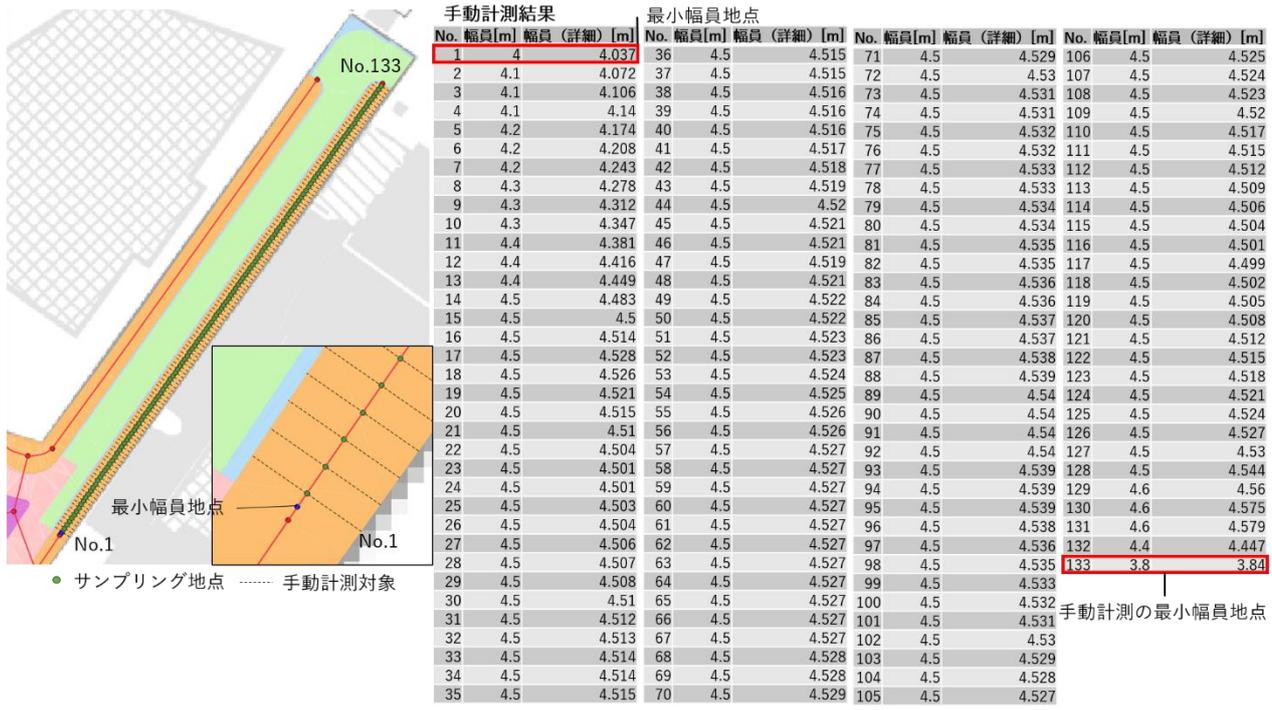
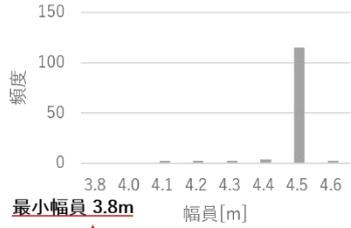


図 3-27 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 2



手動計測結果 (集計結果)



手動計測結果と付与されている属性値が等しくない

リンクの属性値

地物	値
link - polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100634810381960000002.000000
start_id	09100639010382550000002.000000
end_id	09100631210381460000002.000000
distance	133.7
rank	SAX ← ランク区分
maint_date	2025/02/12
rt_struct	1
width	4 ← 幅員 (コード)
vtcl_slope	2
brail_tile	1
w_min	4 ← 最小幅員
w_min_lat	35.65516690381142 ← 最小幅員地点
w_min_lon	139.76276165464697
ref_w_min	0
vSlope_max	1
vSlope_lat	35.655200348906455
vSlope_lon	139.7627897748081
vSlope_ave	0
route_name	

【rank (幅員)】

- S:最小幅員が2m以上
- A:最小幅員が1m以上、2m未満
- B:設定なし
- C:設定なし
- Z:最小幅員が1m未満
- X:不明
- ※最小幅員が4mのため、Sが設定される

【width】

- 1:1.0未満
- 2:1.0m以上、2.0m未満
- 3:2.0m以上、3.0m未満
- 4:3.0m以上
- 99:不明
- ※最小幅員が4mのため4が設定される

【最小幅員値の乖離理由】

ツールでは歩道のエッジ線のカーブ部分は削ってしまうため、手動計測で最小幅員地点となるNo.133地点の計測結果を取得できない。そのため、ツールでは次に小さい値である4.0mを最小幅員としている。

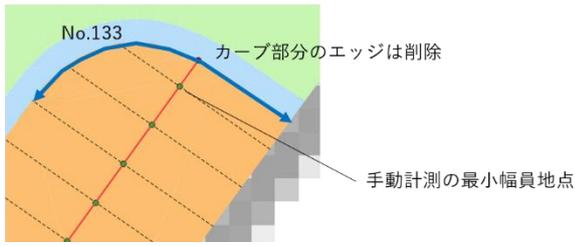


図 3-28 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 3

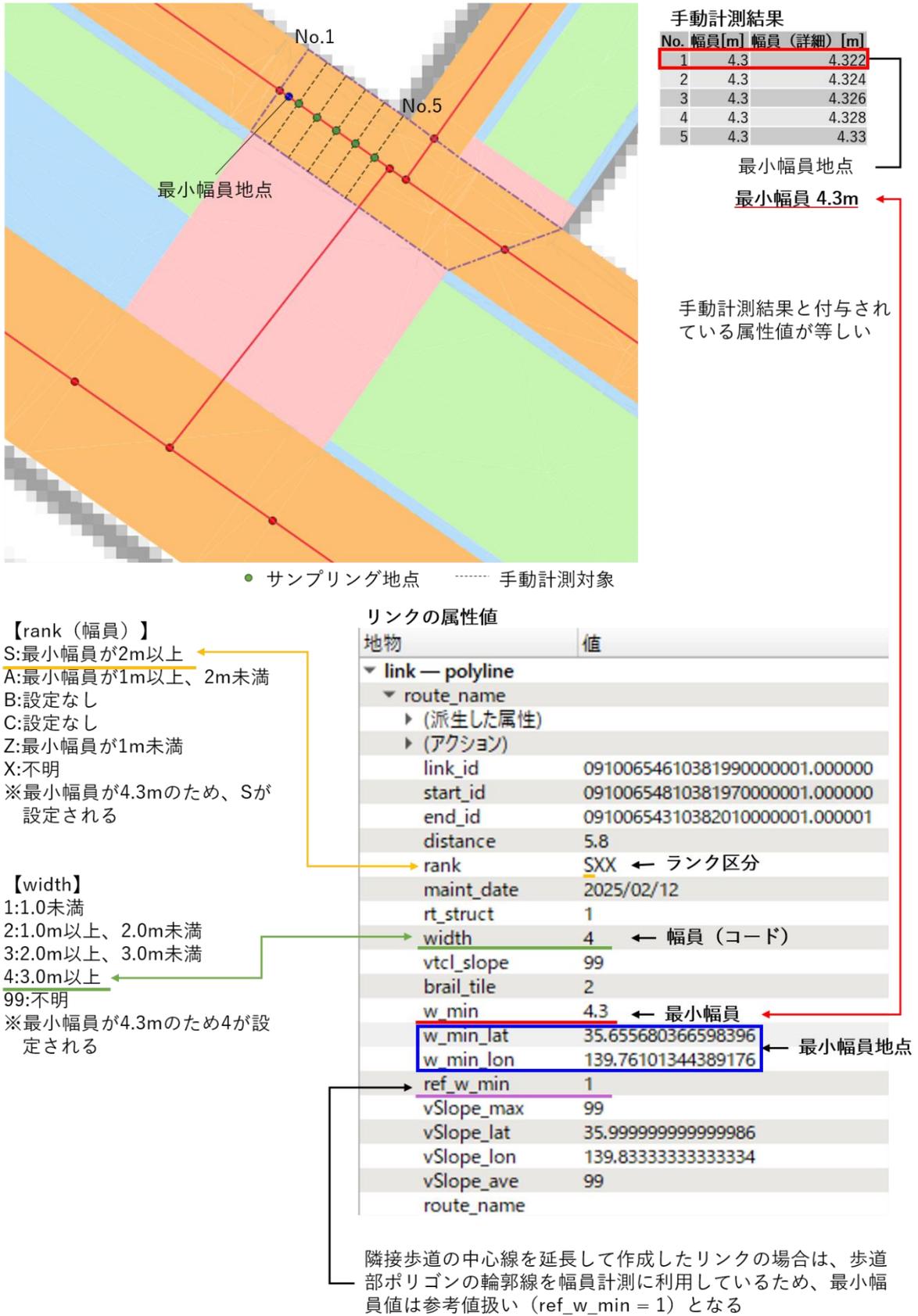


図 3-29 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.1) 幅員検証結果例 4

縦断勾配の属性検証結果例を図 3-30 から図 3-37 に示す。

縦断勾配の属性検証ではリンクに付与されている最大縦断勾配及び平均縦断勾配に対して、本システムに実装した最大縦断勾配と平均縦断勾配を算出するアルゴリズムに沿って手動で計測した結果と比較し、属性値と手動計測結果が一致することを確認した。

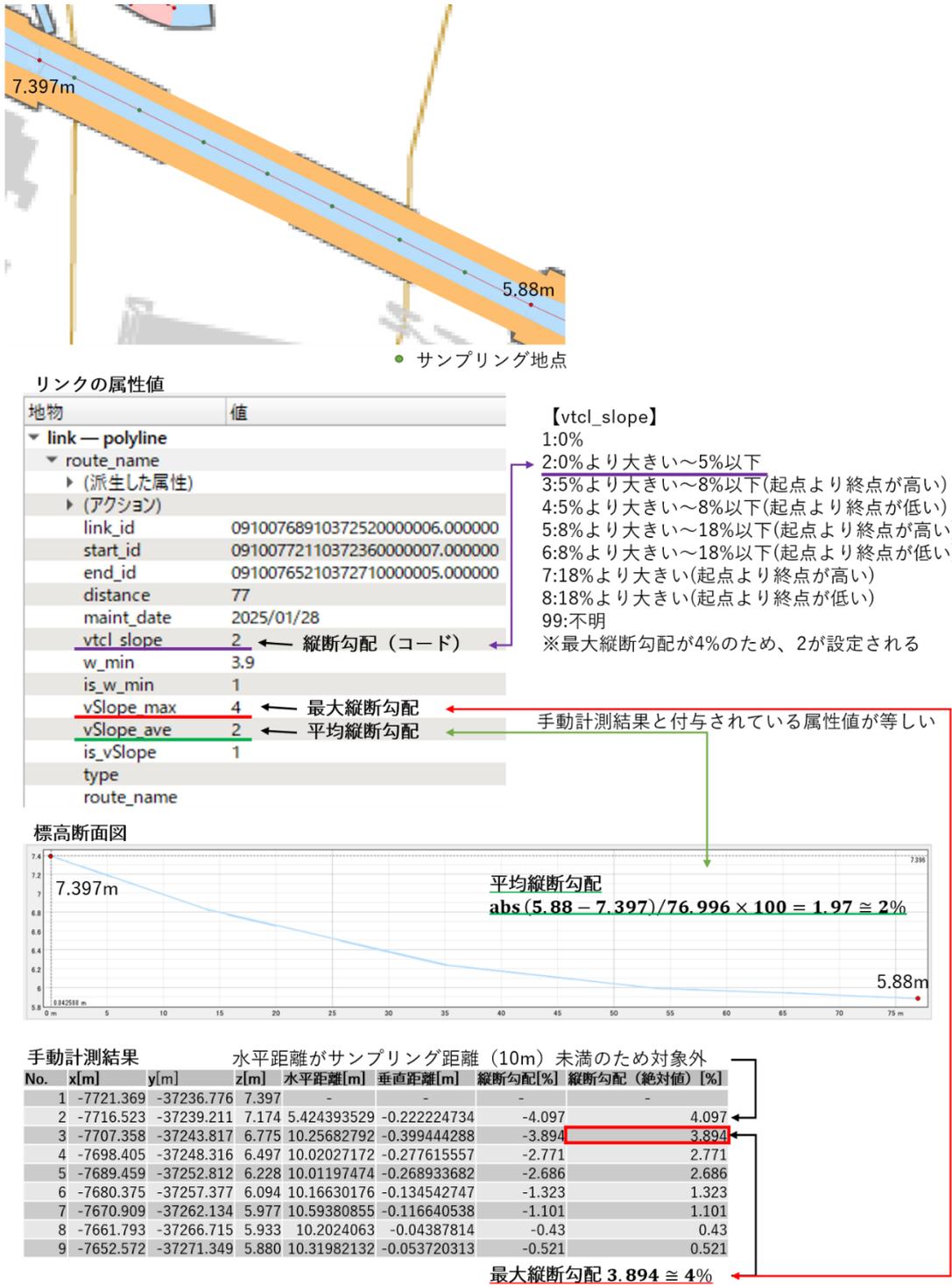


図 3-30 港区車道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 1

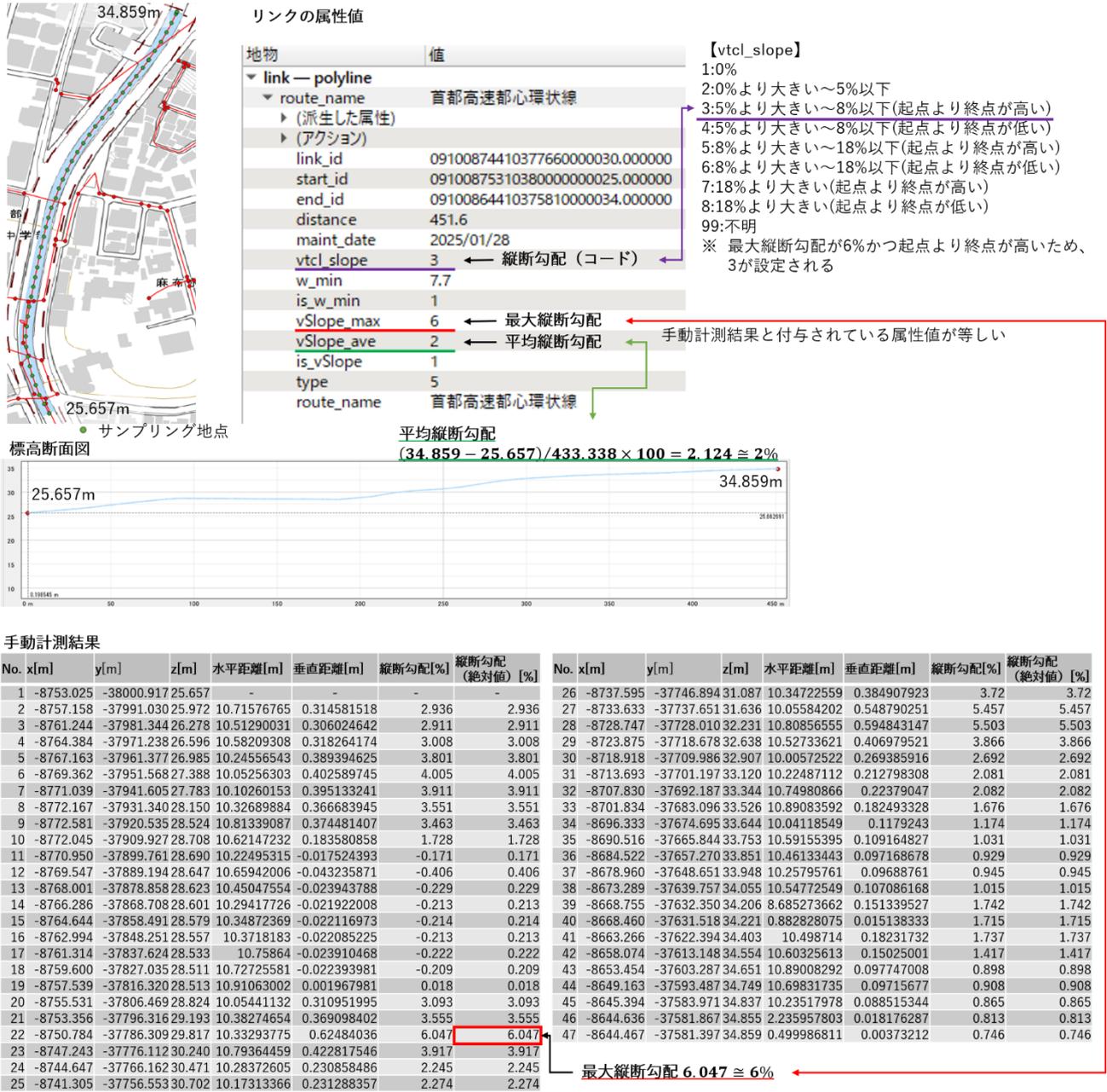
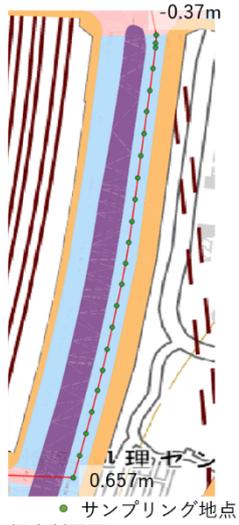


図 3-31 港区車道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 2

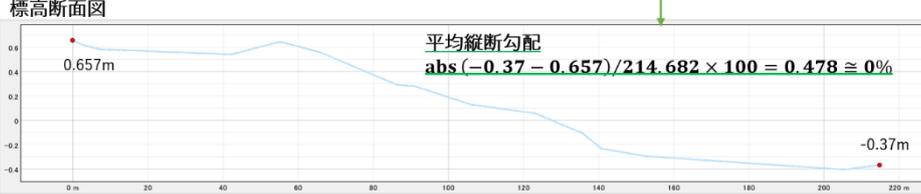


リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	都道481号
▶ (派生した属性)	
▶ (アクション)	
link_id	0910067211037646000000.000000
start_id	0910067431037759000000.000000
end_id	09100671110375471000000.000000
distance	214.9
maint_date	2025/01/28
vtcl_slope	2 ← 縦断勾配 (コード)
w_min	7.2
is_w_min	1
vSlope_max	2 ← 最大縦断勾配
vSlope_ave	0 ← 平均縦断勾配
is_vSlope	1
type	3
route_name	都道481号

- 【vtcl_slope】
- 1:0%
 - 2:0%より大きい~5%以下
 - 3:5%より大きい~8%以下(起点より終点が高い)
 - 4:5%より大きい~8%以下(起点より終点が高い)
 - 5:8%より大きい~18%以下(起点より終点が高い)
 - 6:8%より大きい~18%以下(起点より終点が高い)
 - 7:18%より大きい(起点より終点が高い)
 - 8:18%より大きい(起点より終点が高い)
 - 99:不明
- ※ 最大縦断勾配が2%のため、2が設定される

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

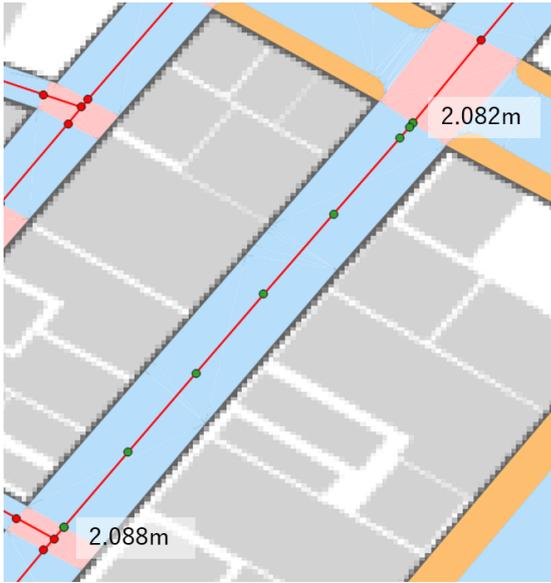


手動計測結果

最大縦断勾配 1.542 ≒ 2%

No.	x[m]	y[m]	z[m]	水平距離[m]	垂直距離[m]	縦断勾配[%]	縦断勾配 (絶対値) [%]
1	-6743.442	-37759.536	0.657	-	-	-	-
2	-6740.954	-37749.004	0.578	10.82113839	-0.07819523	-0.723	0.723
3	-6738.608	-37738.466	0.565	10.7963606	-0.013021961	-0.121	0.121
4	-6736.348	-37728.192	0.553	10.51925306	-0.01276213	-0.121	0.121
5	-6734.140	-37717.825	0.545	10.59957849	-0.007725223	-0.073	0.073
6	-6732.167	-37707.980	0.625	10.04130249	0.080188094	0.799	0.799
7	-6730.244	-37698.060	0.583	10.10470217	-0.042206668	-0.418	0.418
8	-6728.343	-37687.544	0.458	10.68569358	-0.125066473	-1.17	1.17
9	-6726.541	-37677.183	0.320	10.51697706	-0.137514085	-1.308	1.308
10	-6724.751	-37666.818	0.244	10.5182345	-0.076549525	-0.728	0.728
11	-6723.154	-37656.897	0.142	10.04936487	-0.101212092	-1.007	1.007
12	-6721.813	-37646.937	0.091	10.04926548	-0.051206797	-0.51	0.51
13	-6720.615	-37636.770	0.033	10.23720386	-0.058327483	-0.57	0.57
14	-6719.456	-37626.133	-0.104	10.70043817	-0.13698764	-1.28	1.28
15	-6718.348	-37615.954	-0.262	10.23926294	-0.157844453	-1.542	1.542
16	-6717.156	-37605.212	-0.306	10.80781228	-0.044048174	-0.408	0.408
17	-6715.986	-37594.716	-0.328	10.56058954	-0.022262892	-0.211	0.211
18	-6714.802	-37584.097	-0.351	10.68538182	-0.022371576	-0.209	0.209
19	-6713.661	-37573.849	-0.372	10.31055114	-0.021650767	-0.21	0.21
20	-6712.476	-37563.230	-0.395	10.68537298	-0.022352353	-0.209	0.209
21	-6711.386	-37553.225	-0.394	10.06379272	0.000914688	0.009	0.009
22	-6711.300	-37551.237	-0.385	1.990710023	0.008313192	0.418	0.418
23	-6711.131	-37547.299	-0.370	3.940841642	0.015753567	0.4	0.4

図 3-22 港区車道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 3



● サンプル地点

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100697210374470000002.000000
start_id	09100695910374280000002.000000
end_id	09100699010374730000002.000000
distance	55
maint_date	2025/01/28
vtcl_slope	1 ← 縦断勾配 (コード)
w_min	7.7
is_w_min	1
vSlope_max	0 ← 最大縦断勾配
vSlope_ave	0 ← 平均縦断勾配
is_vSlope	1
type	
route_name	

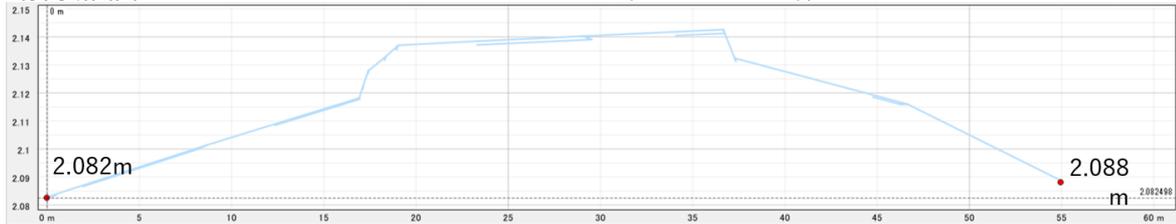
- 【vtcl_slope】
- 1:0%
 - 2:0%より大きい~5%以下
 - 3:5%より大きい~8%以下(起点より終点が高い)
 - 4:5%より大きい~8%以下(起点より終点が高い)
 - 5:8%より大きい~18%以下(起点より終点が高い)
 - 6:8%より大きい~18%以下(起点より終点が高い)
 - 7:18%より大きい(起点より終点が高い)
 - 8:18%より大きい(起点より終点が高い)
 - 99:不明
- ※ 最大縦断勾配が0%のため、1が設定される

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

平均縦断勾配

$$(2.088 - 2.082) / 54.96 \times 100 = 0.01 \cong 0\%$$

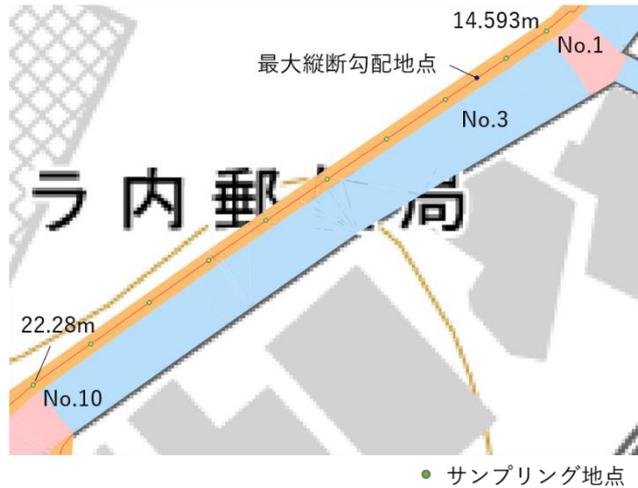
標高断面図



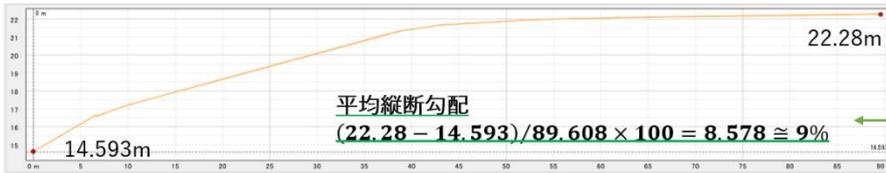
手動計測結果

No.	x[m]	y[m]	z[m]	水平距離[m]	垂直距離[m]	縦断勾配[%]	縦断勾配 (絶対値) [%]
1	-6959.269	-37428.081	2.082	-	-	-	-
2	-6959.558	-37428.489	2.084	0.499931443	0.00107238	0.215	0.215
3	-6960.407	-37429.688	2.087	1.469117485	0.003151336	0.215	0.215
4	-6966.441	-37438.194	2.109	10.42891896	0.021980906	0.211	0.211
5	-6972.744	-37447.135	2.138	10.93920115	0.029158723	0.267	0.267
6	-6978.909	-37455.969	2.141	10.77316738	0.003350745	0.031	0.031
7	-6985.018	-37464.745	2.119	10.69270733	-0.02233175	-0.209	0.209
8	-6990.815	-37473.086	2.088	10.15750335	-0.030880477	-0.304	0.304 ← 最大縦断勾配 0.304 ≅ 0%

図 3-33 港区車道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 4



標高断面図



手動計測結果 水平距離がサンプリング距離 (10m) 未満のため対象外

No.	x[m]	y[m]	z[m]	水平距離[m]	垂直距離[m]	縦断勾配[%]	縦断勾配(絶対値)[%]
1	-7957.351	-36952.433	14.593	-	-	-	-
2	-7963.179	-36956.430	16.643	7.066116116	2.049865066	29.01	29.01
3	-7971.878	-36962.348	18.292	10.52166065	1.649609971	15.678	15.678
4	-7980.284	-36968.060	19.756	10.16330188	1.46318013	14.397	14.397
5	-7988.821	-36973.859	21.235	10.32025317	1.479717408	14.338	14.338
6	-7997.544	-36979.823	21.831	10.56718989	0.595760944	5.638	5.638
7	-8005.800	-36985.581	22.047	10.06560461	0.215774453	2.144	2.144
8	-8014.289	-36991.659	22.141	10.44046098	0.0936562	0.897	0.897
9	-8022.639	-36997.635	22.211	10.26786777	0.070017099	0.682	0.682
10	-8030.933	-37003.572	22.280	10.20018318	0.069418729	0.681	0.681

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

最大縦断勾配 15.678 ≈ 16%

【rank (縦断勾配)】

- S:最大縦断勾配が0% (平坦)
- A:最大縦断勾配が0%より大きく5%以下
- B:最大縦断勾配5%より大きく8%以下
- C:最大縦断勾配8%より大きく18%以下
- Z:最大縦断勾配が18%より大きい
- ※最大縦断勾配が16%のため、Cが設定される

【vtcl_slope】

- 1:0%
- 2:0%より大きい~5%以下
- 3:5%より大きい~8%以下(起点より終点が高い)
- 4:5%より大きい~8%以下(起点より終点が高い)
- 5:8%より大きい~18%以下(起点より終点が高い)
- 6:8%より大きい~18%以下(起点より終点が高い)
- 7:18%より大きい(起点より終点が高い)
- 8:18%より大きい(起点より終点が高い)
- 99:不明
- ※最大縦断勾配が16%かつ起点より終点が高いため、5が設定される

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100799710369790000021.000000
start_id	09100795710369520000014.000000
end_id	09100803010370030000022.000000
distance	90.3
rank	SCX ← ランク区分
maint_date	2025/01/28
rt_struct	1
width	3
vtcl_slope	5 ← 縦断勾配 (コード)
brail_tile	1
w_min	2.5
w_min_lat	35.666606462147975
w_min_lon	139.7449175227307
ref_w_min	0
vSlope_max	16 ← 最大縦断勾配
vSlope_lat	35.6668360951605 ← 最大縦断勾配地点
vSlope_lon	139.74532819327948
vSlope_ave	9 ← 平均縦断勾配
route_name	

図 3-34 港区歩道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 1

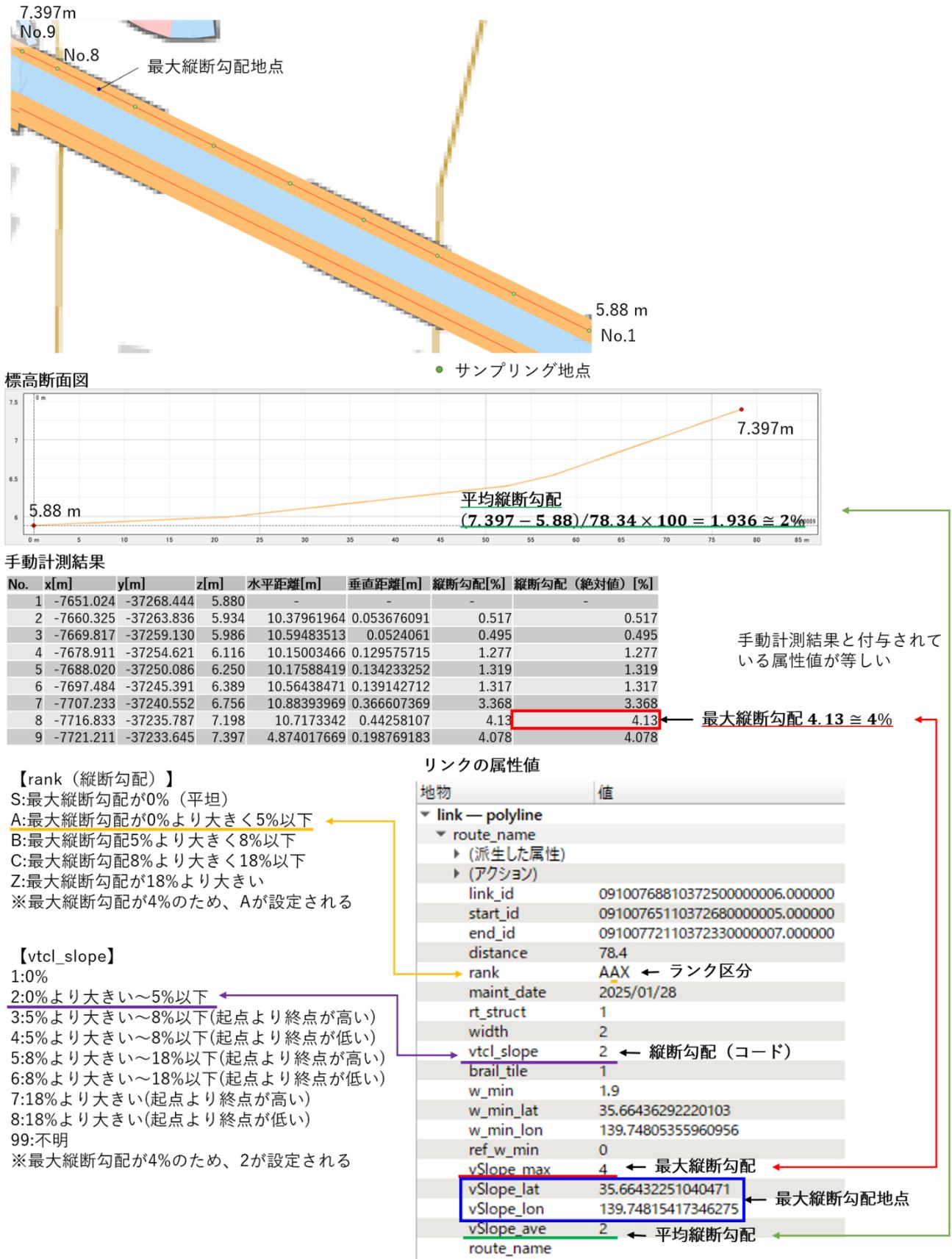


図 3-35 港区歩道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 2

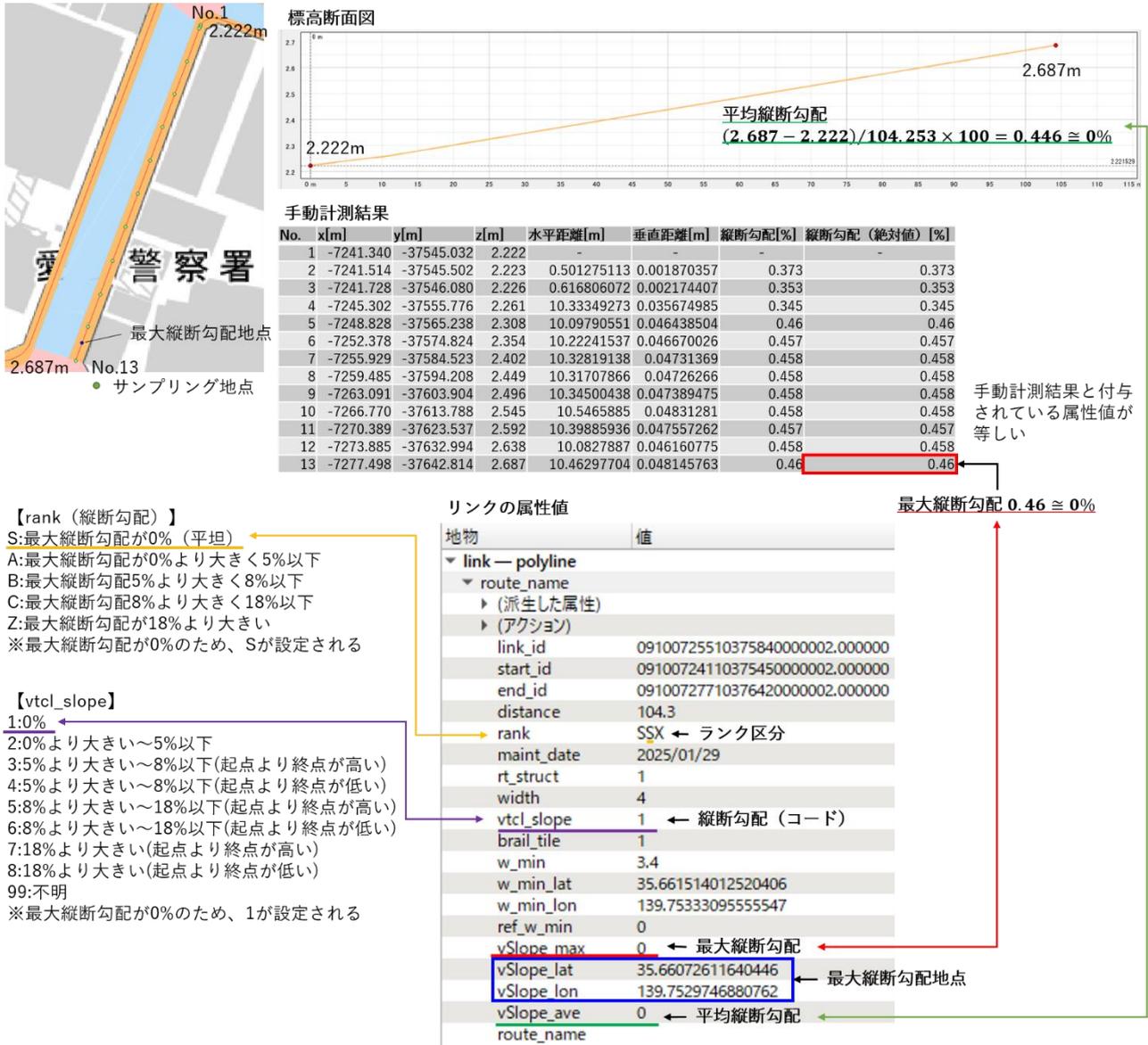


図 3-36 港区歩道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 3

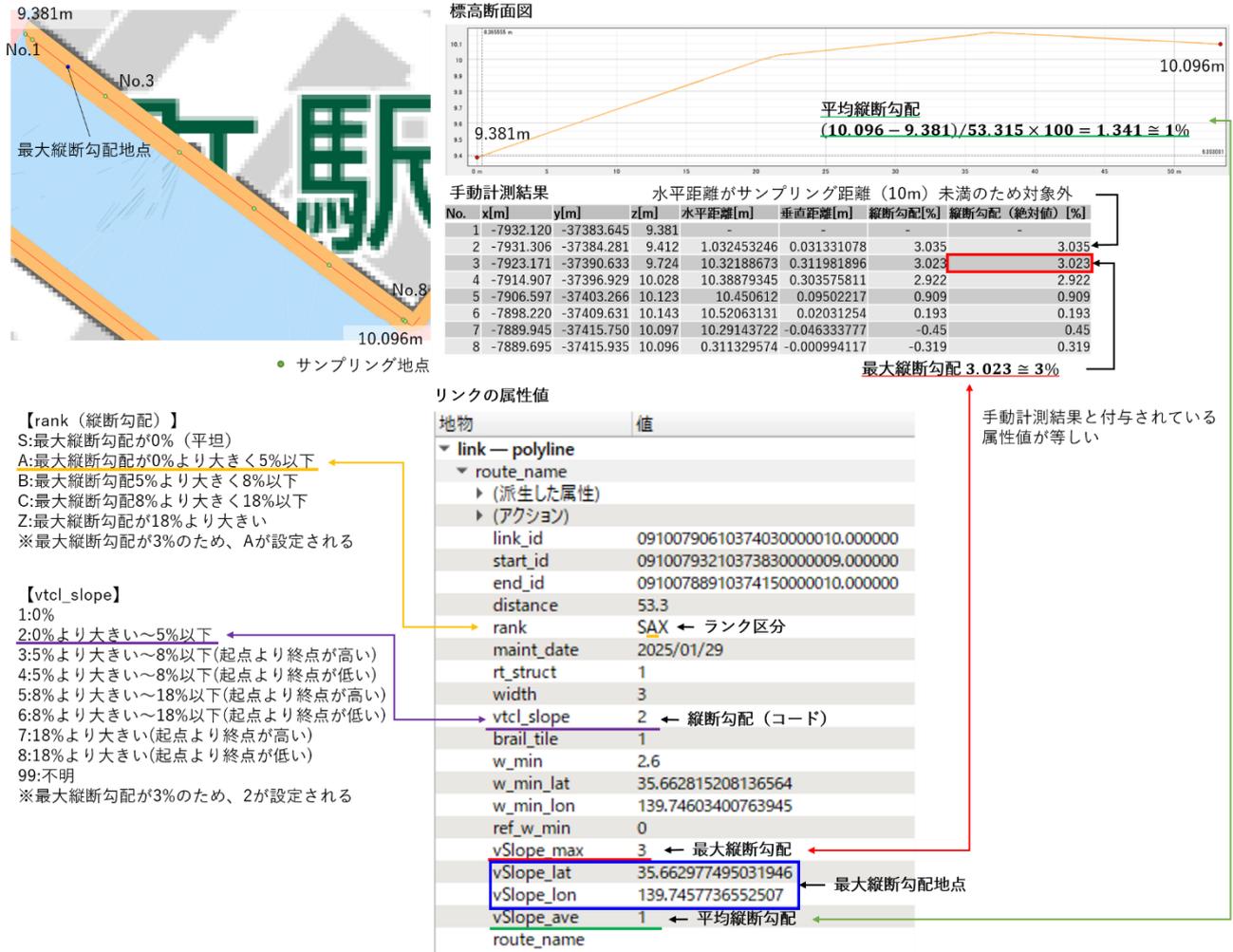


図 3-37 港区歩道ネットワーク (LOD3) 縦断勾配検証結果例 4

横断勾配の属性検証結果例を図 3-38 から図 3-41 に示す。

横断勾配の属性検証ではリンクに付与されている最大横断勾配に対して、本システムに実装した最大横断勾配を算出するアルゴリズムに沿って手動で計測した結果と比較し、属性値と手動計測結果が一致することを確認した。

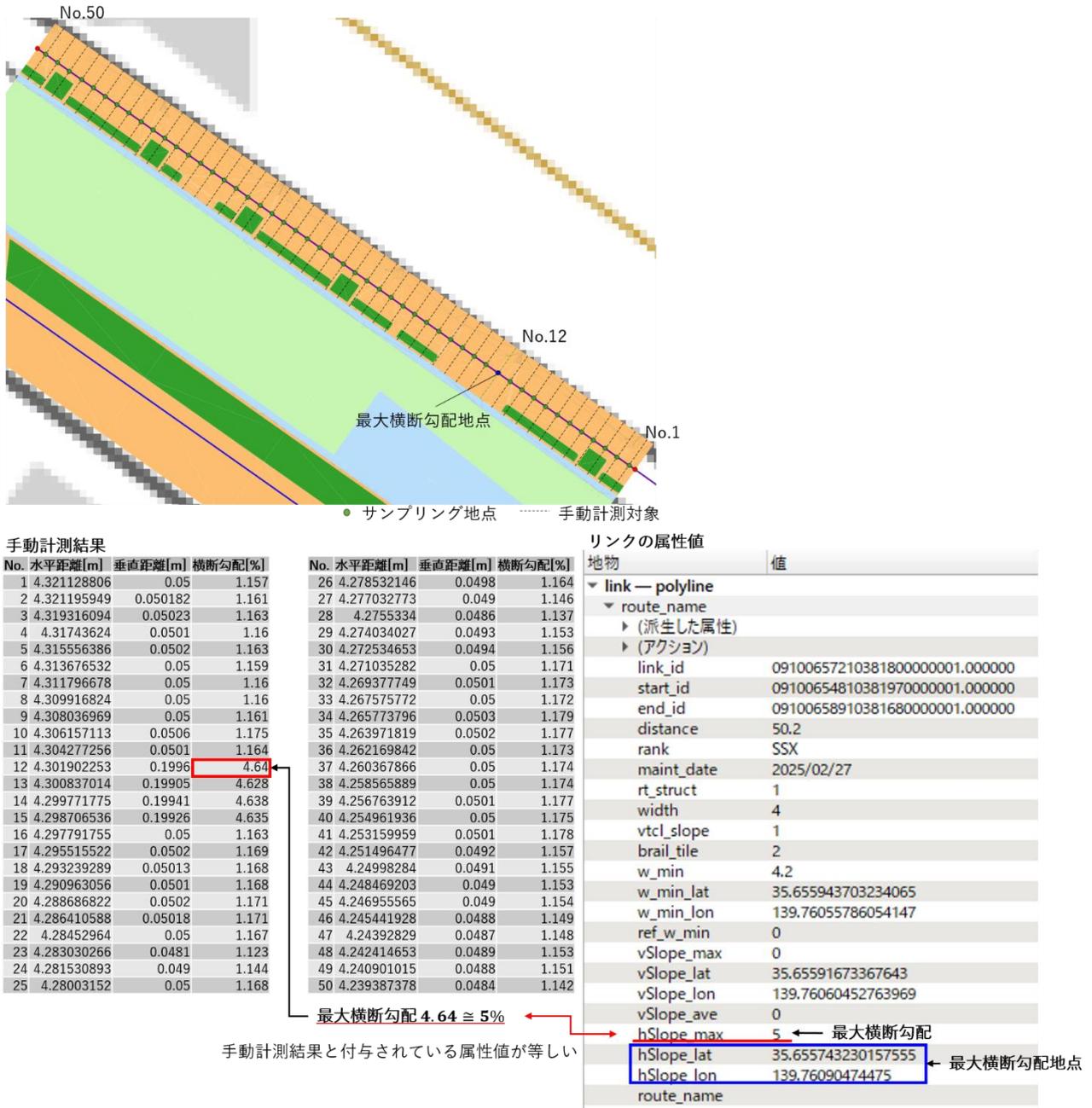
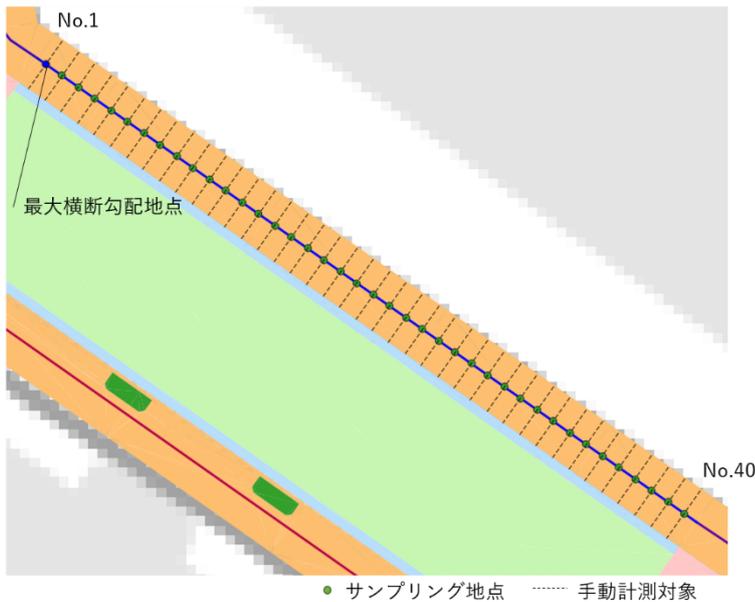


図 3-38 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.2) 横断勾配検証結果例 1



手動計測結果

No.	水平距離[m]	垂直距離[m]	横断勾配[%]	No.	水平距離[m]	垂直距離[m]	横断勾配[%]
1	2.999253606	0.00441	0.147	26	3.002181976	0.0005	0.017
2	2.998927865	0.001	0.033	27	3.001797815	0.00046	0.015
3	2.998602125	0.00062	0.021	28	3.001413655	0.00046	0.015
4	2.998276384	0.0007	0.023	29	3.001029495	0.00047	0.016
5	2.998187879	0	0.000	30	3.000645334	0.00047	0.016
6	2.99826944	0.0002	0.007	31	3.000261174	0.0001	0.003
7	2.998351001	0	0.000	32	2.999877014	0.00047	0.016
8	2.998432562	0.0002	0.007	33	2.999492854	0.00047	0.016
9	2.998514123	0.0001	0.003	34	2.999108694	0.00047	0.016
10	2.998595684	0.0002	0.007	35	2.999225631	0.0009	0.030
11	2.998677246	0.0006	0.020	36	2.999690603	0.0007	0.023
12	2.998758807	0.0001	0.003	37	3.000155576	0.00083	0.028
13	2.998840368	0.00014	0.005	38	3.000620548	0.00096	0.032
14	2.998921929	0.0007	0.023	39	3.001085521	0.00045	0.015
15	2.999171906	0.0004	0.013	40	3.001550494	0.00215	0.072
16	2.999556089	0.00045	0.015				
17	2.999940272	0.0002	0.007				
18	3.000324455	0.0002	0.007				
19	3.000708638	0.00007	0.002				
20	3.001092821	0.00007	0.002				
21	3.001477004	0.00051	0.017				
22	3.001861188	0.00007	0.002				
23	3.002245371	0.0004	0.013				
24	3.002629554	0.0004	0.013				
25	3.002566136	0.0005	0.017				

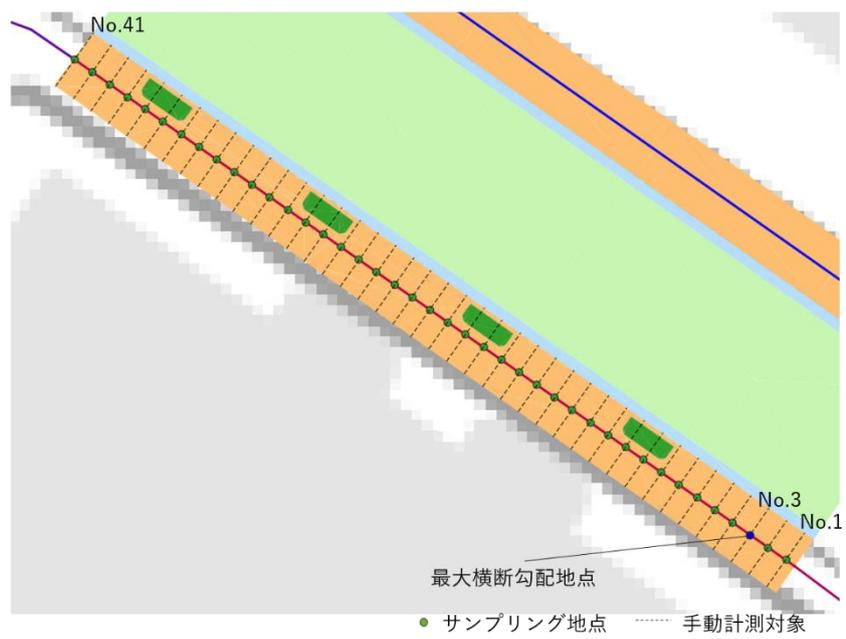
最大横断勾配 0.147 ≒ 0%

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100655710384710000001.000000
start_id	09100658310384530000001.000000
end_id	09100655010384760000001.000000
distance	40.2
rank	SAX
maint_date	2025/02/27
rt_struct	1
width	4
vtcl_slope	2
brail_tile	1
w_min	3
w_min_lat	35.65335628553455
w_min_lon	139.7606652433146
ref_w_min	0
vSlope_max	1
vSlope_lat	35.65324389684795
vSlope_lon	139.76085976997288
vSlope_ave	1
hSlope_max	0 ← 最大横断勾配
hSlope_lat	35.65337712308628 ← 最大横断勾配地点
hSlope_lon	139.76062919363213
route_name	

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

図 3-39 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.2) 横断勾配検証結果例 2



● サンプル地点 手動計測対象

手動計測結果

No.	水平距離[m]	垂直距離[m]	横断勾配[%]	No.	水平距離[m]	垂直距離[m]	横断勾配[%]
1	3.002314858	0.30325	10.101	21	2.999533118	0.150375	5.013
2	3.002004726	0.30296	10.092	22	2.999533118	0.150372	5.013
3	3.001694594	0.30357	10.113	23	2.999533118	0.150372	5.013
4	2.998353918	0.2744	9.152	24	2.999533118	0.150373	5.013
5	2.999570772	0.2329	7.764	25	2.999533118	0.150373	5.013
6	3.000787627	0.191	6.365	26	2.999533118	0.149257	4.976
7	3.001968596	0.15248	5.079	27	2.999535684	0.149998	5.001
8	3.001723856	0.1528	5.090	28	2.999862022	0.149805	4.994
9	3.001479116	0.1522	5.071	29	3.00018836	0.149655	4.988
10	3.001234376	0.1516	5.051	30	3.000514699	0.149803	4.993
11	3.000989636	0.1512	5.038	31	3.000841037	0.149966	4.997
12	3.000744897	0.1516	5.052	32	3.001167375	0.149656	4.987
13	3.000500157	0.15167	5.055	33	3.001493711	0.149656	4.986
14	3.000255417	0.1516	5.053	34	3.001820048	0.149656	4.986
15	3.000010677	0.1516	5.053	35	3.002146385	0.149983	4.996
16	2.999765938	0.15168	5.056	36	3.002472722	0.149805	4.989
17	2.999533119	0.1511	5.037	37	3.002782351	0.149997	4.995
18	2.999533119	0.1502	5.007	38	3.001952838	0.146154	4.869
19	2.999533119	0.15022	5.008	39	3.001123324	0.146252	4.873
20	2.999533119	0.150225	5.008	40	3.00029381	0.14635	4.878
				41	2.979542213	0.14839	4.980

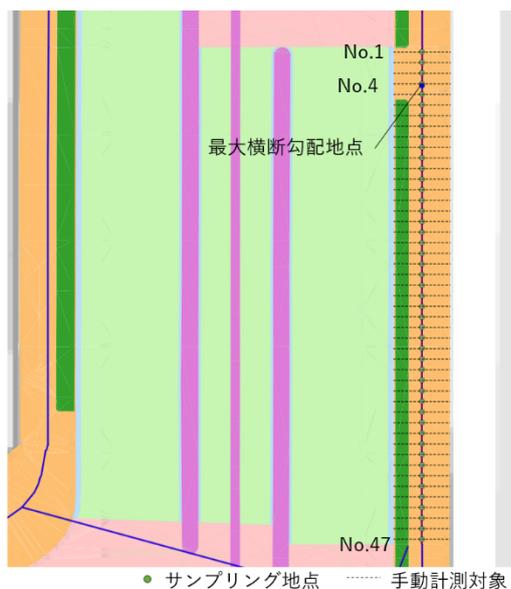
最大横断勾配 10.113 ≒ 10%

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
▶ (派生した属性)	
▶ (アクション)	
link_id	09100657410384740000001.000000
start_id	09100655710384860000002.000000
end_id	09100659010384620000001.000000
distance	40.5
rank	SAX
maint_date	2025/02/27
rt_struct	1
width	4
vtcl_slope	2
brail_tile	1
w_min	3
w_min_lat	35.65309975635759
w_min_lon	139.76087988973458
ref_w_min	0
vSlope_max	1
vSlope_lat	35.65310756840302
vSlope_lon	139.76086636557073
vSlope_ave	0
hSlope_max	10 ← 最大横断勾配
hSlope_lat	35.65309454641934 ← 最大横断勾配地点
hSlope_lon	139.7608889010006
route_name	

手動計測結果と付与されている属性値が等しい

図 3-40 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.2) 横断勾配検証結果例 3



手動計測結果

No.	水平距離[m]	垂直距離[m]	横断勾配[%]	No.	水平距離[m]	垂直距離[m]	横断勾配[%]
1	5.291371	0.304518	5.755	26	5.260774839	0.167951	3.193
2	5.289815	0.306318	5.791	27	5.260897113	0.172349	3.276
3	5.288258	0.307568	5.816	28	5.261019386	0.176747	3.360
4	5.286701	0.308874	5.842	29	5.2611416	0.180174	3.425
5	5.285145	0.226435	4.284	30	5.261263553	0.187774	3.569
6	5.283588	0.161885	3.064	31	5.261385506	0.194142	3.690
7	5.282032	0.16321	3.090	32	5.25870932	0.183982	3.499
8	5.280475	0.164816	3.121	33	5.255902246	0.171506	3.263
9	5.278918	0.165194	3.129	34	5.253095171	0.160183	3.049
10	5.277362	0.164818	3.123	35	5.250288096	0.148113	2.821
11	5.275805	0.163828	3.105	36	5.247481022	0.136638	2.604
12	5.274248	0.163149	3.093	37	5.244673947	0.125604	2.395
13	5.272692	0.162463	3.081	38	5.241866871	0.11413	2.177
14	5.271135	0.161779	3.069	39	5.239059866	0.1039	1.983
15	5.269578	0.080815	1.534	40	5.236253167	0.103751	1.981
16	5.268022	0.16072	3.051	41	5.233446468	0.102696	1.962
17	5.266465	0.15973	3.033	42	5.232764545	0.098108	1.875
18	5.264908	0.159353	3.027	43	5.232182004	0.092968	1.777
19	5.263352	0.157376	2.990	44	5.231599462	0.087829	1.679
20	5.261795	0.151542	2.880	45	5.231016921	0.082691	1.581
21	5.260239	0.14597	2.775	46	5.23043438	0.077766	1.487
22	5.260286	0.152178	2.893	47	5.229851839	0.072412	1.385
23	5.260408	0.154626	2.939				
24	5.26053	0.158484	3.013				
25	5.260653	0.163422	3.106				

最大横断勾配 5.842 ≒ 6%

リンクの属性値

地物	値
link — polyline	
route_name	
(派生した属性)	
(アクション)	
link_id	09100660810381250000002.000000
start_id	09100660810380990000001.000000
end_id	09100660810381460000001.000000
distance	47
rank	SSX
maint_date	2025/02/27
rt_struct	1
width	4
vtcl_slope	1
brail_tile	1
w_min	5.2
w_min_lat	35.65614528220889
w_min_lon	139.7603462203279
ref_w_min	0
vSlope_max	0
vSlope_lat	35.65628913853542
vSlope_lon	139.7603462395002
vSlope_ave	0
hSlope_max	6 ← 最大横断勾配
hSlope_lat	35.65653166391124 ← 最大横断勾配地点
hSlope_lon	139.76034631800334
route_name	

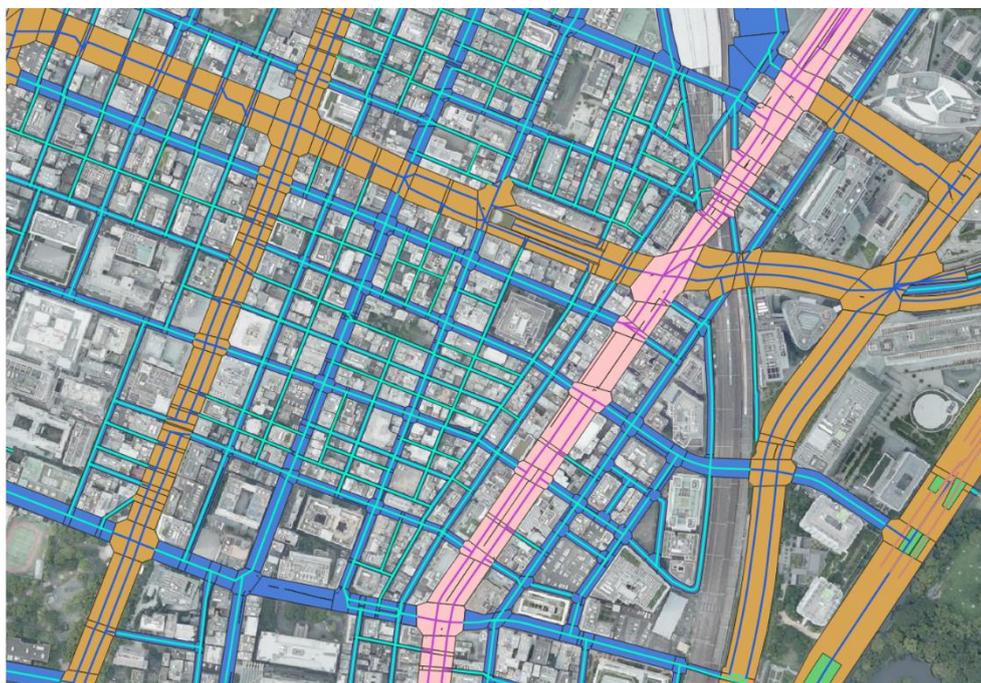
手動計測結果と付与されている属性値が等しい

図 3-41 港区竹芝地区歩道ネットワーク (LOD3.2) 横断勾配検証結果例 4



- | | |
|--------------|--------------------|
| 【リンク】 | 【道路CityGML】 |
| — 都市高速道路 | — 都市高速道路 |
| — 一般国道 | — 一般国道 |
| — 都道府県道 | — 都道府県道 |
| — 未設定 (NULL) | — 未設定 (NULL) |

図 3-42 港区車道ネットワーク (LOD1) 道路の区分検証結果例



- | | |
|--------------|--------------------|
| 【リンク】 | 【道路CityGML】 |
| — 都市高速道路 | — 都市高速道路 |
| — 一般国道 | — 一般国道 |
| — 都道府県道 | — 都道府県道 |
| — 未設定 (NULL) | — 未設定 (NULL) |

図 3-43 港区車道ネットワーク (LOD2) 道路の区分検証結果例



図 3-44 港区車道ネットワーク (LOD3) 道路の区分検証結果例

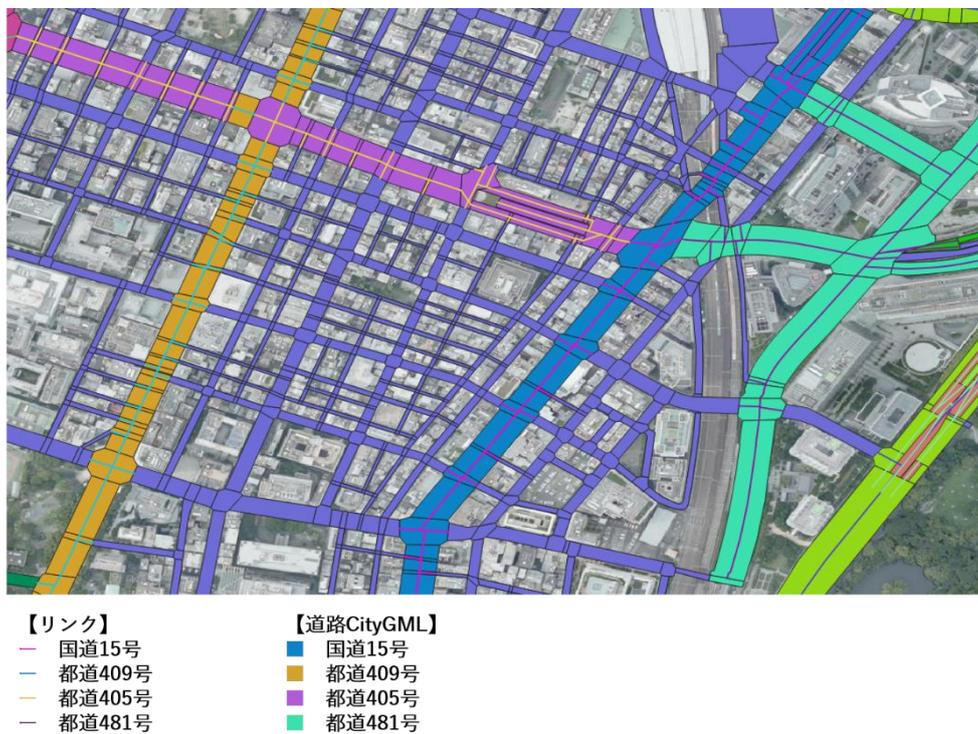
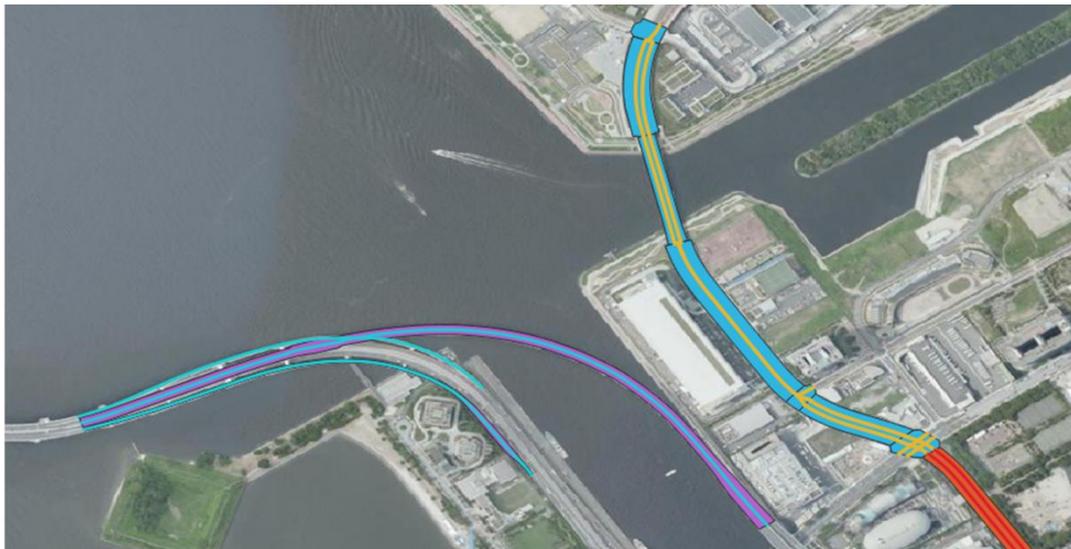
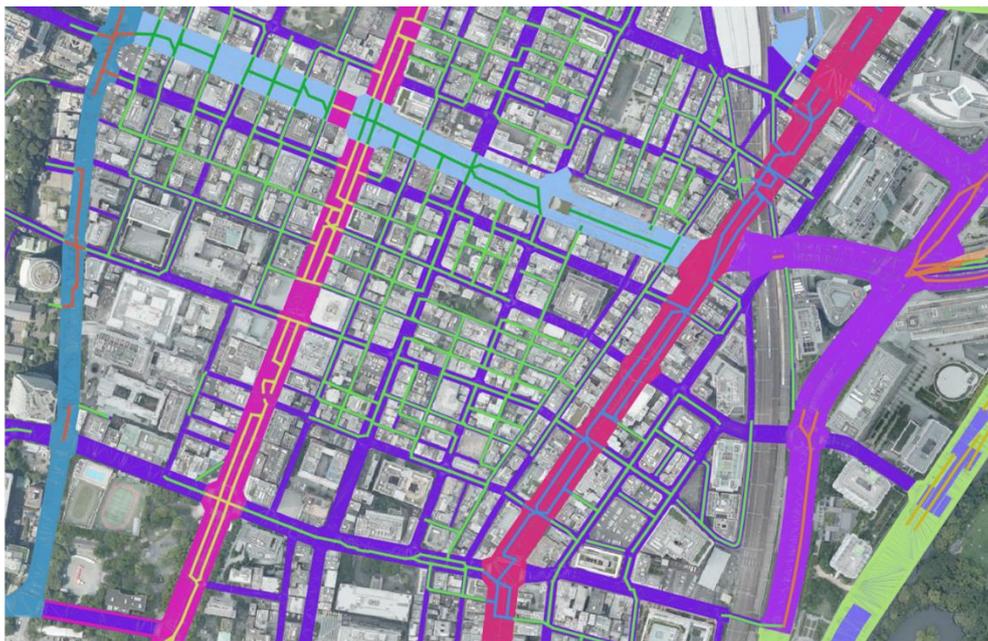


図 3-45 港区車道ネットワーク (LOD1) 通り名、路線名検証結果例



- | | |
|--------------|--------------------|
| 【リンク】 | 【道路CityGML】 |
| — 国道484号 | ■ 国道484号 |
| — 首都高速11号台場線 | ■ 首都高速11号台場線 |
| — 都道484号 | ■ 都道484号 |

図 3-46 港区車道ネットワーク (LOD2) 通り名、路線名検証結果例



- | | |
|--------------|--------------------|
| 【リンク】 | 【道路CityGML】 |
| — 首都高速都心環状線 | ■ 首都高速都心環状線 |
| — 国道15号 | ■ 国道15号 |
| — 都道301号 | ■ 都道301号 |
| — 都道316号 | ■ 都道316号 |
| — 都道405号 | ■ 都道405号 |
| — 都道409号 | ■ 都道409号 |
| — 都道481号 | ■ 都道481号 |
| — 未設定 (NULL) | ■ 未設定 (NULL) |

図 3-47 港区車道ネットワーク (LOD3) 通り名、路線名検証結果例

3-5-3. 操作性検証

本システムは、簡易かつ明快な GUI となるように設計したため、ユーザーは容易に利用可能である。もしも、ユーザーが操作に困った場合は付属の操作マニュアル（PDF ファイル）をシステム上から表示することが可能である。

表 3-28 操作性検証結果

赤セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

No.	検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果	示唆
1	操作が容易な GUI である	直感的操作	2 回目以降マニュアルを見なくても操作可能	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 明快な GUI としてシステムを設計しているため、ユーザーは容易に操作可能 ● 操作マニュアルも付属している
2	必要な情報がログやメッセージとして出力される	ログファイルの有用性	エラーログを利用できる	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 入出力設定等の情報は動作ログに、ネットワークデータのエラー地点情報はエラーログに出力する ● エラーログは座標情報を持っているため GIS ソフトにインポートし、ネットワークデータと重ねることで、手修正の際に利用できる ● ネットワークデータ作成終了時には、メッセージボックスを表示しユーザーに処理が終了したことを通知する

3-5-4. 保守性検証

本システムはアプリケーションファイルを OSS 公開しているため、システムが容易に導入できる。また、LOD1、LOD2 道路モデルを入力するネットワークデータの作成では目標とする PC スペックでの動作が可能である。LOD3 道路モデルを入力とするネットワークデータを作成する場合は、扱うデータ量が増加するため高スペック PC での動作が望ましい。

表 3-29 保守性検証結果

赤セル：KPI 達成 青セル：KPI 未達

No.	検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果	示唆
1	システム導入が容易である	インストール手順の確認	OSS 公開するアプリケーションのインストールで本システムを利用可能	○	<ul style="list-style-type: none"> ● OSS 公開しているアプリケーションの圧縮ファイルを解凍することでシステムを利用可能
2	利用環境の依存度が低い	目標 PC スペックでの動作確認	OS が Microsoft Windows 10 / 11、CPU が Intel® Core™ i5、メモリが 8GB の PC で動作可能	○	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD1、LOD2 の最小要件としては目標を達成 ● LOD3 については、CPU が Intel® Core™ i7、メモリが 16GB の PC が望ましい

3-5-5. 有用性検証

有用性検証に当たり港区の LOD1 道路ネットワークデータを手動作成した結果、面積範囲が約 1 km²の道路ネットワークの作成に 1 時間を要した。LOD2 の場合は数時間を要した。表 3-16 に示したとおり、道路ネットワーク作成支援ツールでは 5 分 30 秒で港区の LOD1 道路ネットワークを作成可能であり、ネットワークデータの作成時間が大幅に短縮できる。入力データの精度や道路形状の複雑さによって、ネットワークデータを自動作成できない部分がある。そのためユーザーによる手動修正が必要となるが、手動修正が必要な地点はエラーログで通知し、修正地点の探索が簡易になるように配慮した。

岐阜市職員へ岐阜市全域の LOD1 を入力としたネットワークデータを示し、ネットワークデータ作成支援ツールの説明を行った。全市で整備された LOD1 では高さが付与されないが、地形データを利用し高さを持たせたり、浸水深など他のデータと組み合わせたりすることで利用用途が広がるとの意見や自動生成による速度や使いやすさは評価できるが、手修正に要するコストが実用への判断材料となるとの意見が挙がった。

表 3-30 有用性検証結果

赤セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

No.	検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果	示唆
1	手動作成時の作業コストとの比較	ネットワークデータ作成時間	手動作成にかかった作業時間より、ネットワークデータ作成時間が短縮している	○	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD1 道路ネットワークデータの作成に関して作成時間が短縮可能 ● 入力データの精度や形状の複雑さによって、自動で作成できない部分があるため手動修正が必要となる
2	作成したネットワークデータの活用	利活用シーン	ネットワークデータの利活用につなげられる	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 標準仕様の道路 LOD0 をネットワークデータとして作成する場合に利用できる ● 歩行空間ネットワークデータの作成に利用できる ● 他のデータ（浸水想定、交通量など）と組み合わせることで経路探索や避難経路の検討に使える可能性がある

4. 成果と課題

4-1. 本実証実験で得られた成果

本実証実験では、ネットワークデータ自動生成ツールを活用することで、動態シミュレーションに必要なネットワークデータを自動生成可能であることを確認し、以下のような成果を得ることができた。

- ネットワークデータ生成にかかる業務コスト削減
 - ツールにインプットするデータは 3D 都市モデル（道路モデル）のみであるためデータの入手が容易かつ、処理速度も LOD1-2 であれば数十分、広域であっても 200 分程度で済むため、従来に比べネットワーク作成コストの大幅に削減に寄与しうると考えられる
 - 作成したネットワークデータは数%程度の割合で手動修正が必要な形状が存在しており、精度向上に向けてロジックの改修は引き続き必要であるものの、従来のように範囲全てを手動で作成することに比べると、修正工数に鑑みても効率的にネットワークデータ生成が完了すると考えられる
- ネットワークデータ生成における技術的障壁の撤廃
 - 従来は技術者が手作業でネットワークデータを作成する必要があるため、データ作成ルールを理解していなければ作成が困難であったが、本ツールにおいては数個のボタンをクリックするだけで一定水準のネットワークデータの生成が完了するため、自治体職員でも簡単にデータ作成を行うことが可能となり、避難経路の検討をはじめ自治体職員の業務での活用機会増大に寄与しうると考えられる

4-2. 実証実験で得られた課題と対応策

本実証実験の結果より得られた課題と対応策を表 4-1 に示す。

表 4-1 実証実験で得られた課題

大項目	小項目	実証実験で得られた課題	課題に対する対応策
データ整備課題	道路の区切り方	<ul style="list-style-type: none"> ● 高詳細度の道路モデルにおいて、車線、車道部及び車道交差部が混在したモデルが存在しており、車道交差部で道路モデルが区切られていない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 低詳細度の場合では車道交差部と車道部の境界の判断ができずに車道部としている道路モデルにおいて、高詳細度のモデルを作成する際に車道交差部として分割可能なポリゴンが発生した場合は別の道路モデルとすることをデータ整備上の留意点とする
	車線データの記載仕様	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3.1 以上の道路モデルにおいて車線を構成する三角メッシュが車線ごとにまとめて格納されていないデータが存在する 	<ul style="list-style-type: none"> ● 車線を構成する三角メッシュは車線ごとにまとめて記載するように留意事項として 3D 都市モデル標準作業手順書に追記する
アルゴリズム課題	ネットワーク作成精度	<ul style="list-style-type: none"> ● 入力する都市モデルの精度によって、出力ネットワークデータの精度が変動する ● 道路の幾何形状からネットワークデータを作成するアルゴリズムでは、複雑な道路形状からネットワークデータを作成することが難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ● 入力データの精度や道路の幾何形状の複雑さに影響を受けにくいアルゴリズムを開発する ● 都市モデル作成時のエラーチェック強化により都市モデルの精度を向上する
	処理時間	<ul style="list-style-type: none"> ● LOD3 道路モデルを入力とするネットワーク作成処理の高速化対応は実施しているが、LOD1、LOD2 道路モデルを入力とする場合に比べて処理時間が長い 	<ul style="list-style-type: none"> ● 更なるアルゴリズムの高速化を検討する

4-2-1. データ整備課題

4-2-1-1. 道路の区切り方

高詳細度の道路モデルにおいて、車線、車道部及び車道交差部が混在したモデルが存在しており、車道交差部で道路モデルが区切られていない状態である。道路モデルは LOD1 のモデルを作成する際に車道交差部で道路モデルを分割する仕様であるが、低詳細度では車道交差部と車道部の境界の判断ができずに車道部として車道交差部と車道部が混在した状態の道路モデルを作成している。このような道路モデルは、高詳細度のモデルを作成した際に車道交差部の判別ができた場合は、車道交差部と車道部に分類してポリゴンを作成するため車道交差部と車道部が混在した状態の道路モデルができる。道路モデルの仕様上、車道交差部は 1 つの道路モデルとして分割されていることが望ましいため、高詳細度のモデルを作成する際に車道交差部として分割可能なポリゴンが発生した場合は別の道路モデルに分割することをデータ整備上の留意点とする。

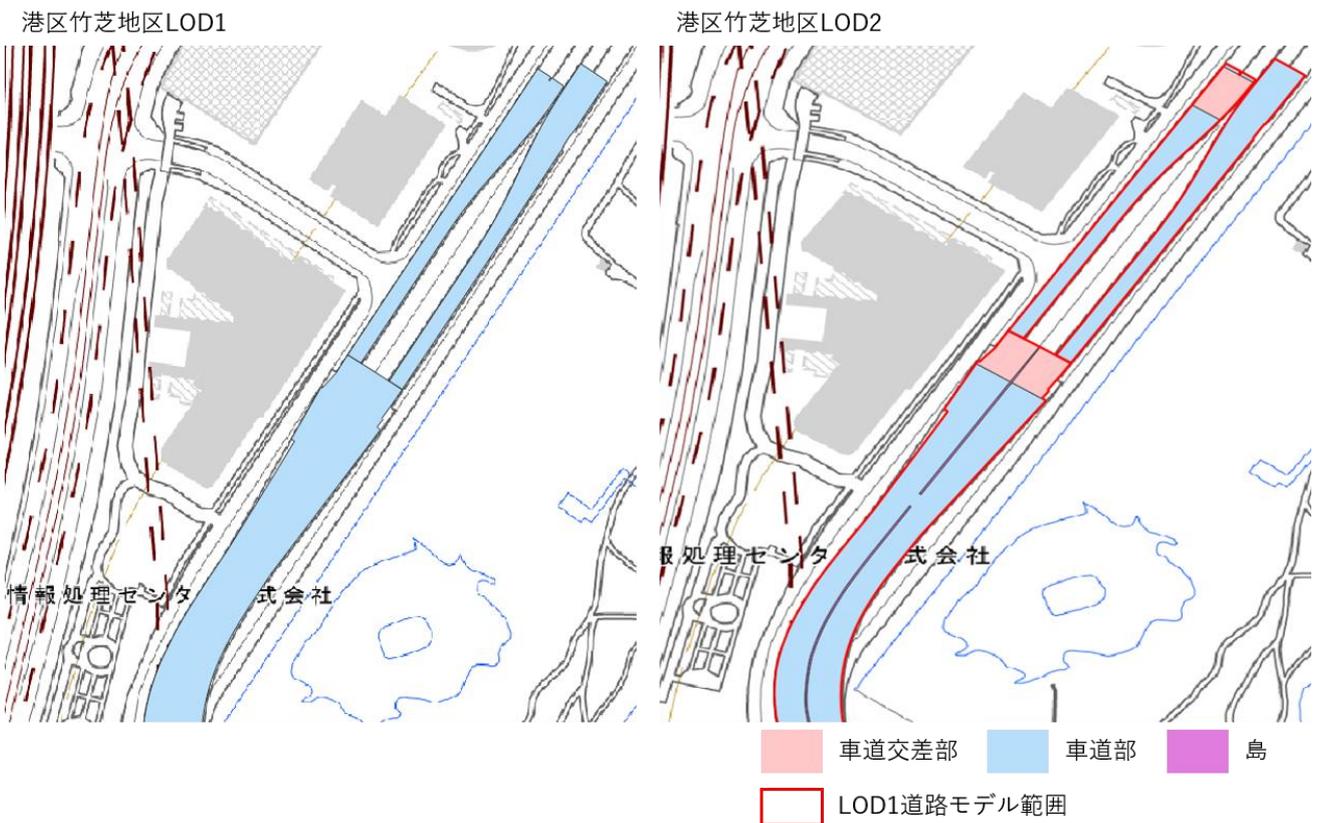


図 4-1 車道交差部と車道部が混在する道路モデル例

4-2-1-2. 車線データの記載仕様

LOD3.1 以上の道路モデルには、車道、車道交差部、歩道等の交通分類に車線が増加する。現状、オープンデータとして公開されている 3D 都市モデル¹⁸では、道路モデルの車線を構成する三角メッシュが車線ごとにまとまって格納されているデータと、まとまって格納されていないデータが混在している状態である。(図 4-2 参照)

本システムでは、車線を構成する三角メッシュが車線ごとにまとまって格納されていない場合でもネットワークデータを作成できるように、1つの道路内に存在する車線の三角メッシュを一括して融合している。このため、島等によって物理的に分断されていない複数車線が 1 車線のデータになってしまう問題が発生する。(図 4-3 a 参照)

この問題は、車線ごとに三角メッシュの融合を行うことで解決するが、そのためには、入力道路モデルのデータ構造が図 4-2 b のように、車線ごとに三角メッシュがまとまって格納されている必要がある。(車線ごとに三角メッシュがまとまって格納されている場合のリンク作成結果は、図 4-3 b 参照)

¹⁸ <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau>

a. 車線ごとに三角メッシュがまとまっていない場合

```

<tran:trafficArea>+
  <tran:TrafficArea gml:id="tran_f623a226-303a-4fe1-9000-bb8b7e62d37d">+ 車線
    <tran:function codeSpace="../../codelists/TrafficArea_function.xml">1010</tran:function>+
    <tran:lod3MultiSurface>+
      <gml:MultiSurface srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/6897" srsDimension="3">+
        <gml:surfaceMember>+
          <gml:Polygon gml:id="poly_f623a226-303a-4fe1-9000-bb8b7e62d37d">+
            <gml:exterior>+
              <gml:LinearRing gml:id="poly_f623a226-303a-4fe1-9000-bb8b7e62d37d_0">+
                <gml:posList>35.65312120577896 139.75973542795768 11.906 35.6531073922
              </gml:LinearRing>+
            </gml:exterior>+
          </gml:Polygon>+ 三角メッシュ1個分の幾何形状
        </gml:surfaceMember>+
      </gml:MultiSurface>+
    </tran:lod3MultiSurface>+
  </tran:TrafficArea>+
</tran:trafficArea>+
<tran:trafficArea>+
  <tran:TrafficArea gml:id="tran_b83441c4-bb3f-4d3b-a14e-f9e792503655">+
    <tran:function codeSpace="../../codelists/TrafficArea_function.xml">1010</tran:function>+
    <tran:lod3MultiSurface>+
      <gml:MultiSurface srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/6897" srsDimension="3">+
        <gml:surfaceMember>+
          <gml:Polygon gml:id="poly_b83441c4-bb3f-4d3b-a14e-f9e792503655">+
            <gml:exterior>+
              <gml:LinearRing gml:id="poly_b83441c4-bb3f-4d3b-a14e-f9e792503655_0">+
                <gml:posList>35.65312856610319 139.75974377038304 11.856 35.6531073922
              </gml:LinearRing>+
            </gml:exterior>+
          </gml:Polygon>+
        </gml:surfaceMember>+
      </gml:MultiSurface>+
    </tran:lod3MultiSurface>+
  </tran:TrafficArea>+
</tran:trafficArea>+

```

b. 車線ごとに三角メッシュがまとまっている場合

```

<tran:class codeSpace="../../codelists/TransportationComplex class.xml">1040</tran:class>+
<tran:trafficArea>+
  <tran:TrafficArea gml:id="traf_4797af5f-d924-49c5-bc9f-318b927cca2f">+ 車線
    <tran:function codeSpace="../../codelists/TrafficArea_function.xml">1010</tran:function>+
    <tran:lod3MultiSurface>+
      <gml:MultiSurface srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/6897" srsDimension="3">+
        <gml:surfaceMember>+
          <gml:Polygon gml:id="poly_2654bde8-bf87-4cc6-ad8a-316fe20a1e1f">+
            <gml:exterior>+
              <gml:LinearRing>+
                <gml:posList>35.65515527771838 139.76170989305038 1.716 35.655221382
              </gml:LinearRing>+
            </gml:exterior>+
          </gml:Polygon>+ 三角メッシュ1個分の幾何形状
        </gml:surfaceMember>+
        <gml:surfaceMember>+
          <gml:Polygon gml:id="poly_69f2f547-8d9e-4f2e-abda-c459f7783254">+
            <gml:exterior>+
              <gml:LinearRing>+
                <gml:posList>35.65522138295409 139.76167682299598 1.728 35.655155277
              </gml:LinearRing>+
            </gml:exterior>+
          </gml:Polygon>+
        </gml:surfaceMember>+
        <gml:surfaceMember>+
          <gml:Polygon gml:id="poly_8044e3bf-b464-4ee4-b8c4-33283ca54941">+
            <gml:exterior>+
              <gml:LinearRing>+
                <gml:posList>35.65519009793529 139.76164942826796 1.728 35.655221382
              </gml:LinearRing>+
            </gml:exterior>+
          </gml:Polygon>+
        </gml:surfaceMember>+
      </gml:MultiSurface>+
    </tran:lod3MultiSurface>+
  </tran:TrafficArea>+
</tran:trafficArea>+

```

図 4-2 車線のデータ構成

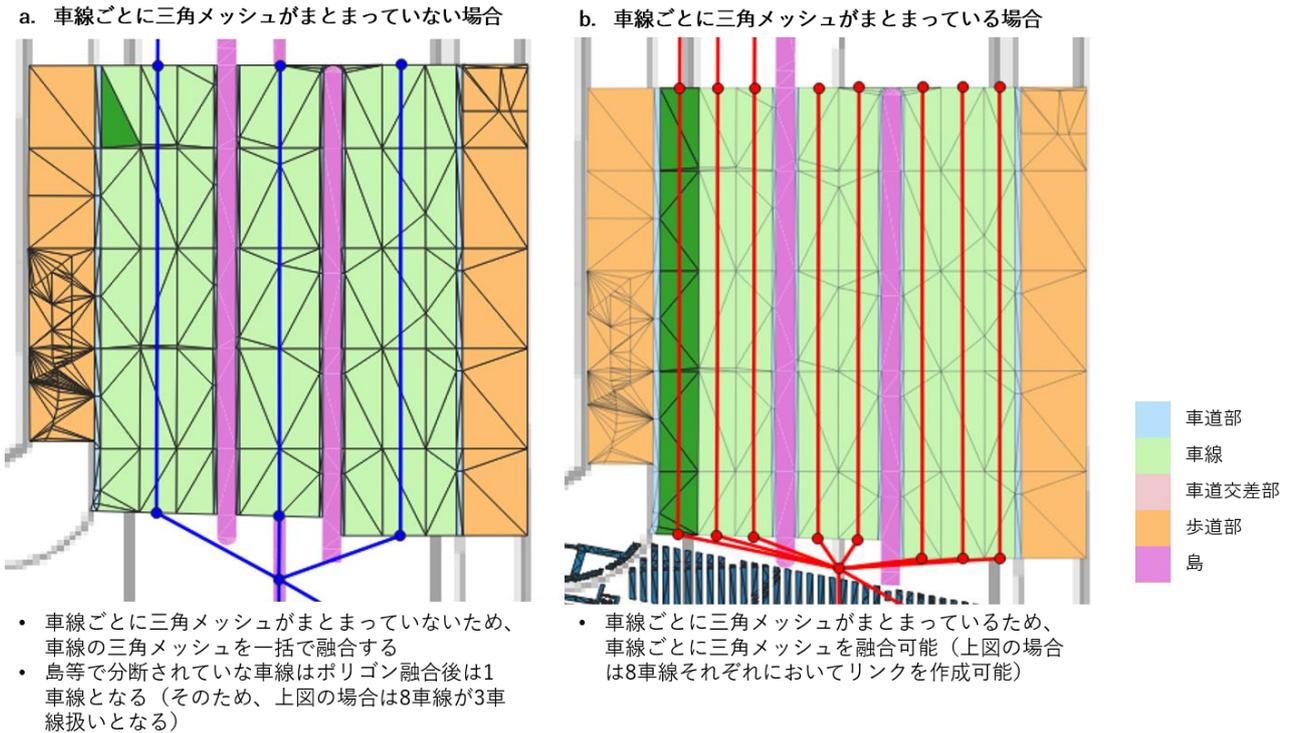


図 4-3 車線のデータ構成の差異によるリンク作成結果

4-2-2. アルゴリズムの課題

4-2-2-1. ネットワーク作成精度

現状の道路ネットワークデータ作成アルゴリズムは、3D 都市モデルの形状に対して幾何処理を行いネットワークデータのリンク形状を作成している。そのため、入力データである 3D 都市モデルの精度が低い場合や道路の形状が複雑である場合に出力するネットワークデータの精度が低くなる。

ネットワークデータの作成精度を高めるためには、データ整備時のエラーチェックの強化による都市モデルの精度向上のほかに、入力する 3D 都市モデルの精度や道路の幾何形状の複雑さに影響を受けにくいネットワークデータ作成アルゴリズムの開発が有効な手段と考えられる。本検証では幾何処理によるネットワークデータ作成の検証を行ったが、機械学習を利用した道路ネットワークデータの作成手法検討が別のアプローチとして考えられる。

4-2-2-2. 処理時間

LOD3 の道路モデルを入力としてネットワークデータを作成した場合の処理時間が、LOD1、LOD2 の道路モデルを入力とした場合と比べて処理時間が長い。現状のアルゴリズムでは、処理を並列化することで LOD3 の道路モデルを入力した際のネットワークデータ作成処理時間の短縮を図っているが、処理の見直しやアルゴリズムの改良等を行い処理時間の更なる短縮を行うべきである。

4-3. 今後の展望

本プロジェクトで開発したネットワークデータ作成支援ツールは、その活用により、ネットワークデータの作成効率が飛躍的に向上することを確認した。具体的には、対象エリアの約 9 割においては正確にネットワークデータを生成することができるため、残り 1 割の範囲を手動で修正する必要があるとしても、全て手動で作成する従来の手法に比べるとデータ作成効率が飛躍的に改善しているといえる。このデータを活用することによって、避難経路検討等の災害対策を含む、街づくりへのデータ活用機会の拡大が期待される。

一方で、更なる活用機会拡大に向けては、主にデータ生成精度について改善が必要であると考えられる。改善のアプローチとしては、大きく 3D 都市モデル自体の精度向上と、ネットワークデータ生成ロジック自体の精度向上の 2 方向が考えられる。前者は特に LOD3 以上の高精度な道路モデルの交差点部をはじめとした、整備基準が明確化されていない箇所の基準標準化による整備事業者間の整備品質標準化・改善が肝要である。データの整備基準が明確化され、かつそのルールが整備事業者間で標準化されることで、データの品質が安定化し、ネットワークデータの生成ロジックが安定的に稼働する領域が拡大すると考えられる。後者は生成ロジック自体の汎化性能の向上が重要である。ルールベースでのデータ生成ロジックでは、どうしてもデータ自体の品質の影響を受けてしまうが、例えば機械学習をデータ生成アルゴリズムに組み込むことができれば、多数のネットワークデータの生成事例を基に生成ルールを汎化させることができるため、局所的な 3D 都市モデルの整備品質の影響を受けないモデルへと改善できる可能性がある。

3D 都市モデルの整備品質改善や、アルゴリズムの改善を通して、ネットワークデータ品質向上および活用機会が拡大していくことで、3D 都市モデル自体の利用価値の更なる向上、利用機会増加を通して 3D 都市モデルのエコシステムの拡大に寄与していくことを目指す。

5. 用語集

A) アルファベット順

表 5-1 用語集（アルファベット順）

No.	用語	説明
1	CityGML (City Geography Markup Language)	地理空間データに関する標準化団体である Open Geospatial Consortium (OGC) が策定した 3D 都市モデルのためのオープンデータモデル及びデータ形式の国際標準
2	CSV ファイル	CSV (Comma Separated Value) ファイルは、各項目をカンマで区切って記載するファイルフォーマット
3	EPSG コード	EPSG (European Petroleum Survey Group) によって作成された空間参照系に与えられた固有の識別子
4	GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)	ラスターとベクターの地理空間データのためのトランスレータライブラリ
5	GeoJSON	地理空間データを JavaScript Object Notation (JSON) に基づいて記載するファイルフォーマット
6	GIS (Geographic Information System)	位置に関するさまざまな情報を持ったデータを電子的な地図上で扱う情報システム技術の総称
7	GML (Geography Markup Language)	Open Geospatial Consortium (OGC) によって開発された地理的な特徴を表現するための XML (Extensible Markup Language) 文法
8	GUI (Graphical User Interface)	ウィンドウやボタン、アイコン等のグラフィックベースの操作体系を持つユーザーインターフェース
9	libplateau	Project PLATEAU の 3D 都市モデルを扱うための C++ライブラリ
10	LOD (Level of Detail)	モデルの詳細さの度合い（詳細度）を示す CityGML では、LOD0 から LOD4 までの 5 段階を定義しており、値が大きいくほど詳細なモデルとなる
11	MBR (Minimum Bounding Rectangle)	注目ジオメトリの最小包囲矩形
12	OSS (Open Source Software)	利用者の目的を問わずソースコードを使用、調査、再利用、修正、拡張、再配布が可能なソフトウェアの総称
13	QGIS	地理空間情報データの閲覧、編集機能を有するオープンソースソフトウェアの GIS ソフトウェア

B) 五十音順

表 5-2 用語集（五十音順）

No.	用語	説明
1	シェープファイル	GIS データフォーマットの 1 つ 道路や建物等の位置や形状、属性情報を持つベクターデータ（ポイント、ライン、ポリゴン）の格納が可能である

以上

3D 都市モデルを利用したネットワークデータ自動生成ツール
技術検証レポート

発行：2025年3月

委託者：国土交通省 都市局

受託者：アジア航測株式会社