

広域的な整備と持続的なデータ更新を目的とした 階層的な道路自動生成エコシステムの提案

人工知能学会全国大会（JSAI2026）

シリコンスタジオ株式会社
研究開発室
大道 博文

2026/06/09

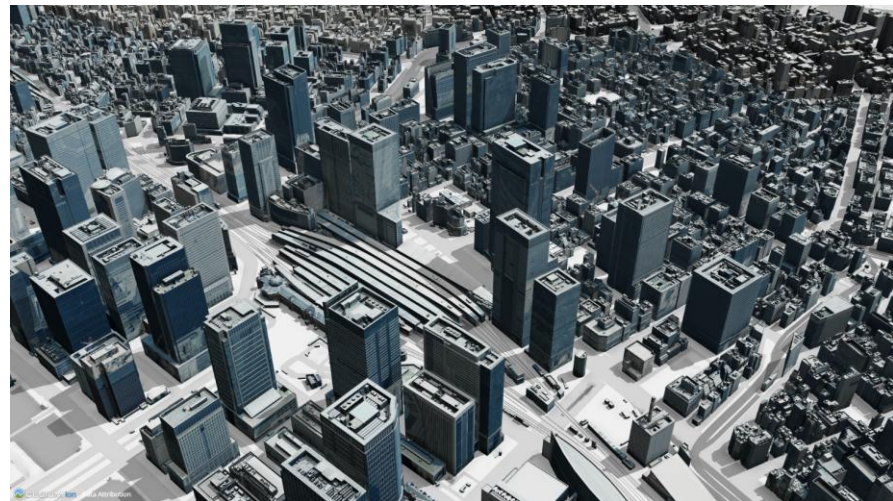


- 背景
- 関連研究
- 提案システム
- 評価実験
- 考察
- まとめ

- 背景
- 関連研究
- 提案システム
- 評価実験
- 考察
- まとめ

背景

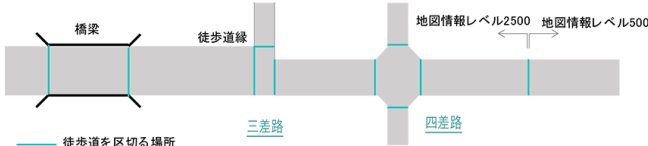
- PLATEAUをはじめとしたオープンな地理空間情報が普及
 - 建物
 - 道路
 - 地形
 - 植生
 - 信号
 - etc...



道路モデル LOD (Level of Detail)

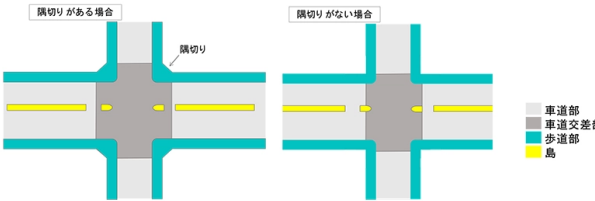
LOD1

表 4-223 交通（徒歩道）モデル（LOD1）の取得イメージ

LOD1	
取得例	
説明	徒歩道線により囲まれた範囲を面として取得し、以下の場所で区切る。 - 交差点（四差路、多差路及び三差路）で区切る。 - 道路構造（トンネル、橋梁）が変化する場所 - 位置正確度や取得方法が変わる場所 高さは0とする。

LOD2

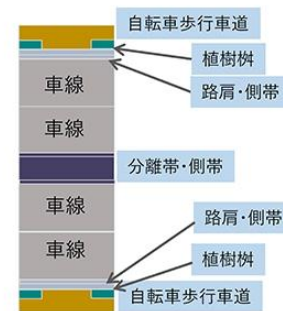
表 4-225 交通（徒歩道）モデル（LOD2）の取得イメージ

LOD2	
取得例	
説明	徒歩道線により囲まれた範囲を面として取得し、面を以下に区分する。 - 車道部 - 車道交差点部 - 歩道部 - 島 高さは0とする。

LOD3(3.4)

LOD3.4

LOD3.2の区分を細分する。細分はユースケースに応じて決定する。



整備コスト

詳細度が高くなるほど負担増
LOD1 < LOD2

限定的な整備範囲

詳細度が高くなるほど
駅周辺などに偏る
LODの地域格差

データ更新の持続性

年度ごとで整備にバラつき
変化する都市への対応が
不十分

整備コスト

オープンデータ×QGISを活用
データドリブンな生成手続きの
構築

限定的な整備範囲

日本全国で整備されている
国土地理院のオープンデータ
から段階的にLOD1及びLOD2
を生成

データ更新の持続性

約3か月ごとで更新される
オープンデータに基づいて
道路を自動生成する
システムの提案

- 背景
- 関連研究及び事例
- 提案システム
- 評価実験
- 考察
- まとめ

関連研究

- CityEngine[Parish 01]
 - L-システムに基づいて手続き的に仮想都市を生成
 - 道路網は以下のイメージマップから生成
 - 水域
 - 標高
 - 人口密度

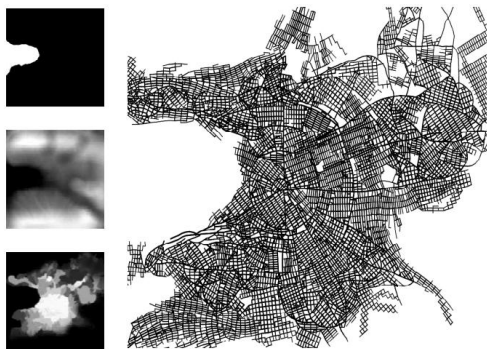


Figure 2: Left column: Water, elevation and population density maps of an imaginary virtual city of 20 miles diameter. Right: One possible roadmap generated from this input data.

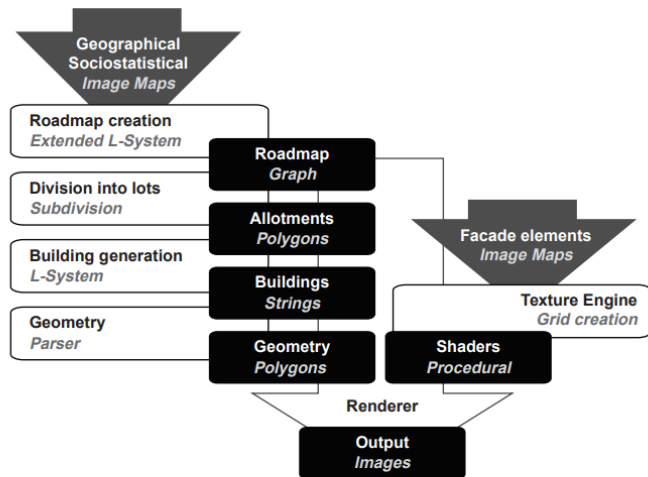


Figure 1: The pipeline of the city creation tool. The dark boxes list the results and data structures of the individual tools in the white rectangles.

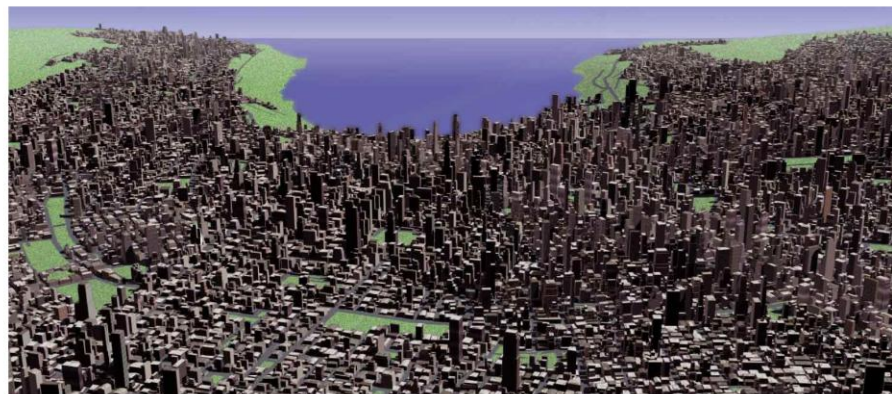


Figure 17. A virtual city modelled using the data from figure 2. Approximately 26000 buildings were created.

関連事例

- PLATEAU Tech Reports [国土 24]
 - LOD1とLOD2の道路モデルを自動作成
 - LOD1
 - 数値地形図（DM）を用いて作成
 - LOD2
 - LOD1と航空写真※1を使用
 - 航空写真からAIを用いて道路領域をセグメンテーション
 - セグメンテーションした領域をベクトル化

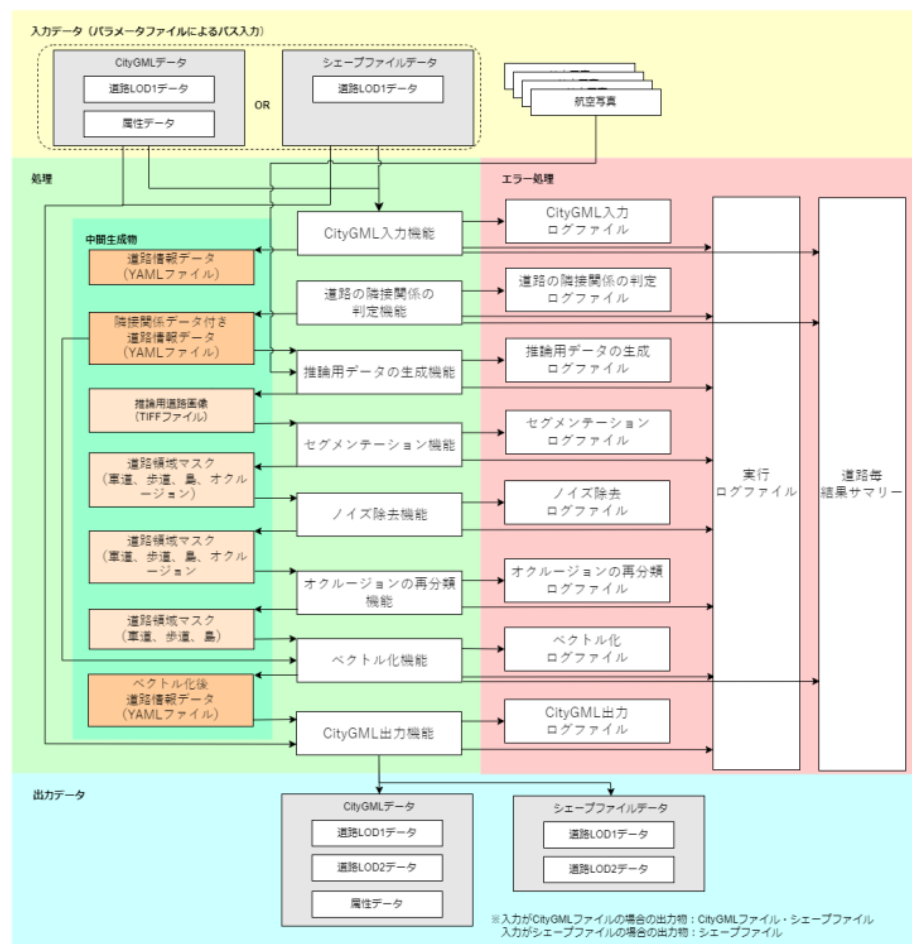
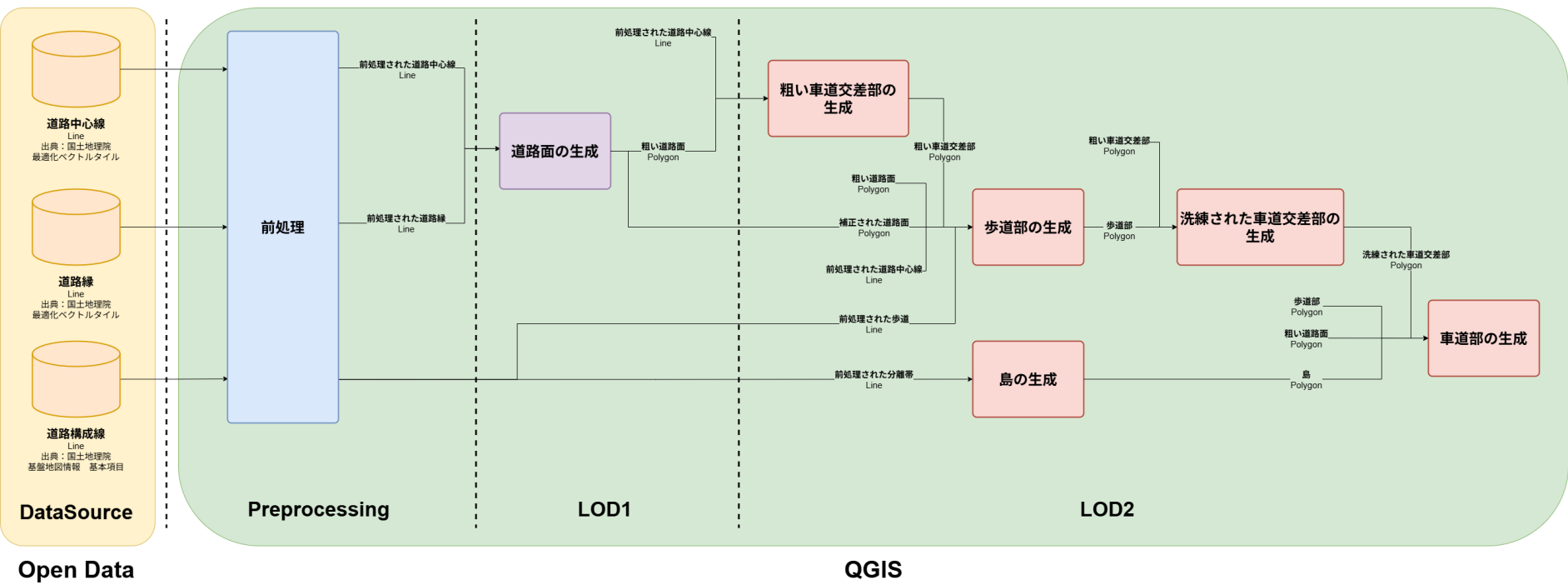


図 3-77 システム構成図

- 現実の位置情報に基づく道路モデルの自動生成
 - 自動生成結果≠仮想都市
- 日本全国に対応
 - 国土地理院のオープンデータを活用
- 持続的なデータ更新
 - オープンデータ×QGIS
 - クローズドなデータに依存しない

- 背景
- 関連研究
- 提案システム
- 評価実験
- 考察
- まとめ

提案システム





- The diagram illustrates the three layers of a road, each represented by a cylinder with a label and a list of data sources:

 - 道路中心線 (Road Center Line):** 出典: 国土地理院, 最速化ベクトルスタイル
 - 道路縁 (Road Edge):** 出典: 国土地理院, 最速化ベクトルスタイル
 - 道路構成線 (Road Structure Line):** 出典: 国土地理院, 基礎地図情報, 基本項目

DataSource

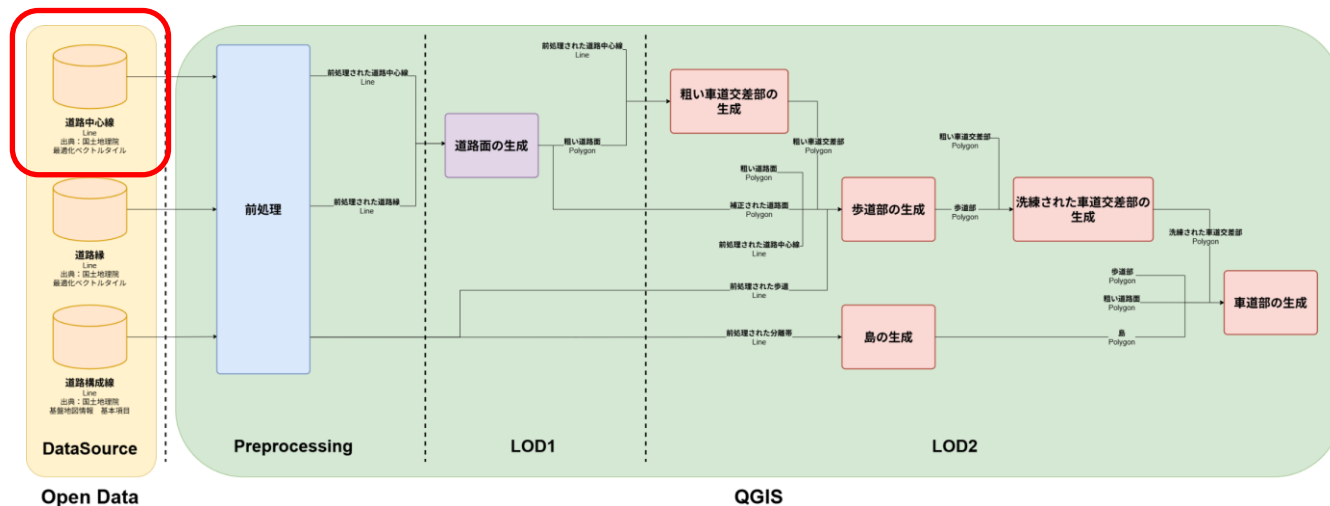
Open Data



※1 出典元：国土地理院 最適化ベクトルタイル
※2 出典元：国土地理院 基盤地図情報 基本項目



- 道路中心線※1
 - ー 日本全国整備
 - ー 実幅員の属性情報
 - ・ 地図表示用の仮想的な幅員
 - ー 地図情報レベル
 - ・ 25000
 - ー 約3か月ごとに更新

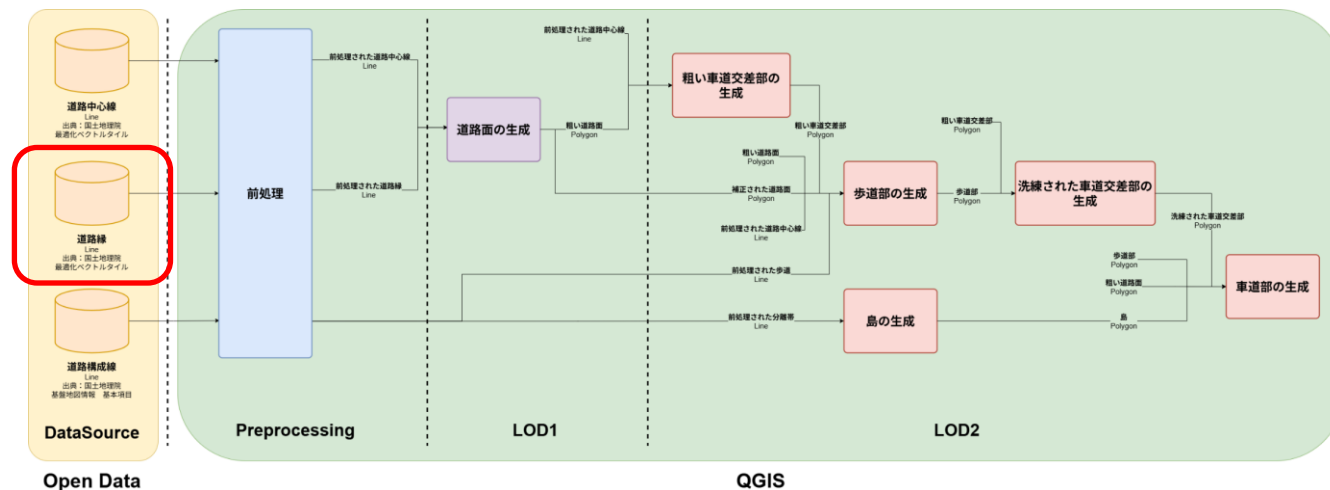


※1 出典元：国土地理院 最適化ベクトルタイル



● 道路縁※1

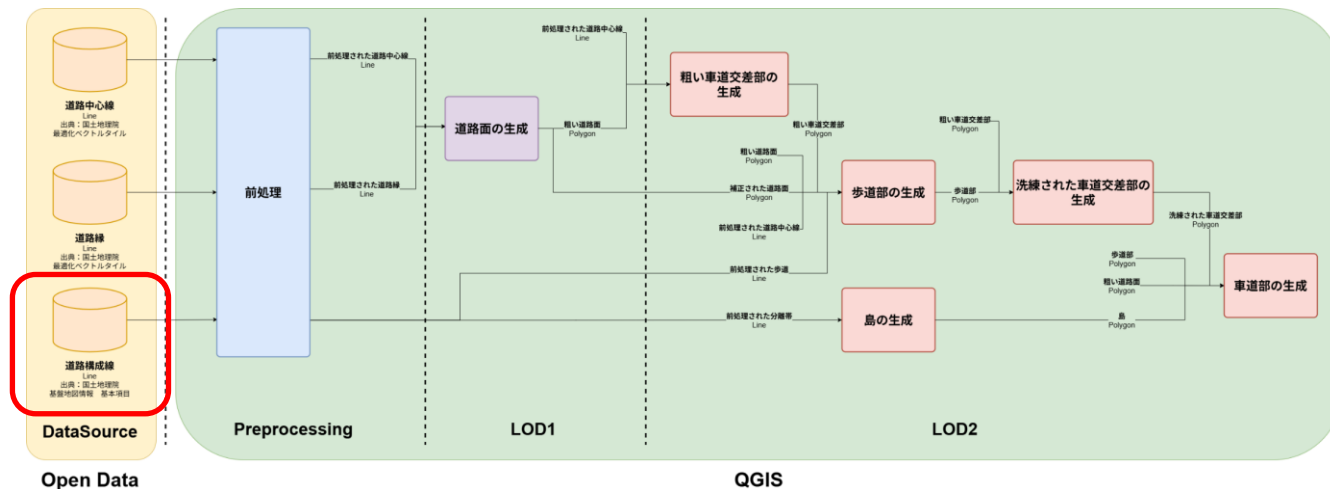
- 日本全国整備
- 地物種別コード
 - ・ 通常部や庭園路、橋・高架などを含む
- 地図情報レベル
 - ・ 25000
- 約3か月ごとに更新



※1 出典元：国土地理院 最適化ベクタスタイル



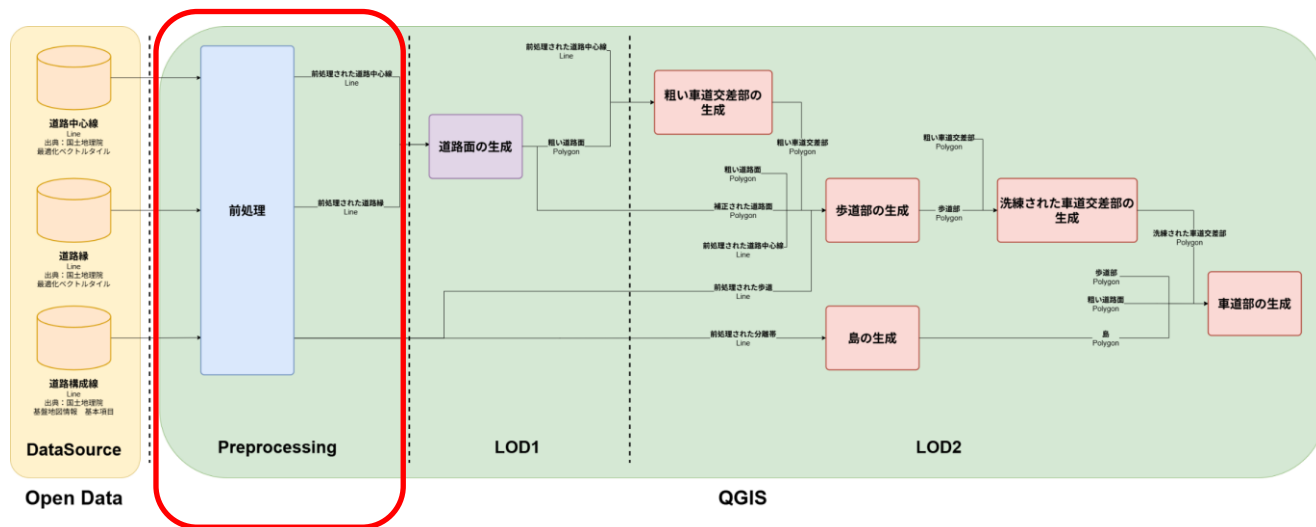
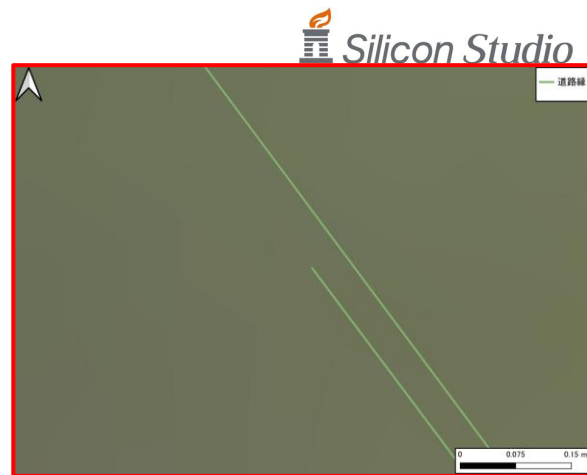
- 道路構成線※2
 - ー 日本全国整備
 - ー 道路構成線種別
 - ・ 歩道・分離帯などを 含む
 - ー 縮尺レベル
 - ・ 1/2500 or 1/25000
 - ー 約3か月ごとに更新



※2 出典元：国土地理院 基礎地図情報 基本項目

Preprocessing

- 道路中心線と道路縁の課題
 - 一部の地物がずれてデータ化されている
 - 1/3まで拡大すると数cmずれている

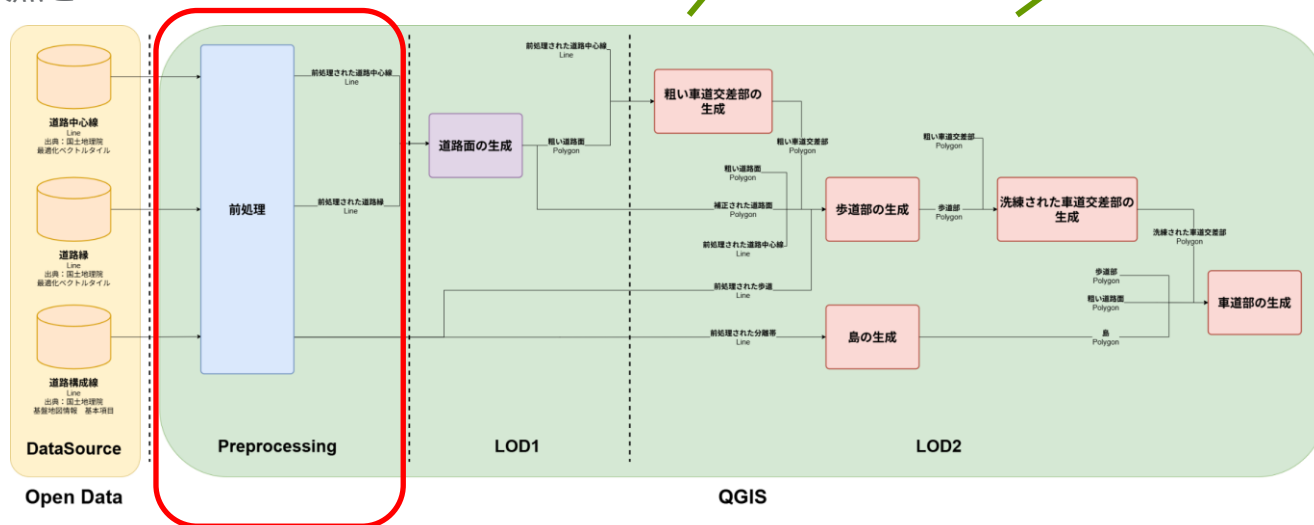
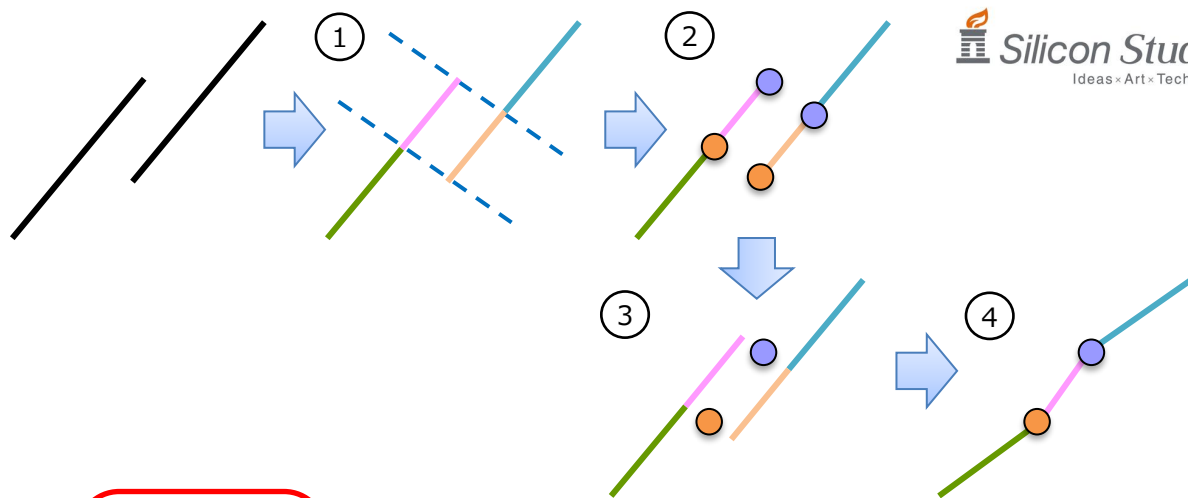


Preprocessing

- データの预处理
(道路中心線と道路縁)

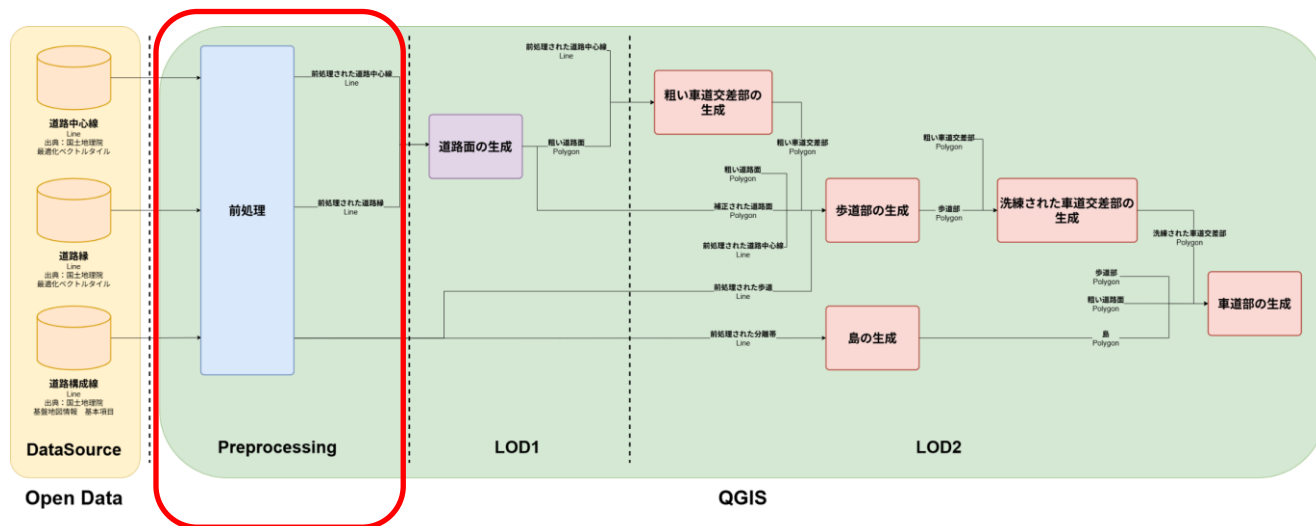
- 1つの線に再構成

1. 端点から垂線を下して、
新たな分割線の作成
2. クラスタリングで頂点を
グループ化
3. グループ内の
加重平均を計算し、
平均化された
頂点を作成
4. それぞれの分割線
の頂点をスナップ
(重複は除く)



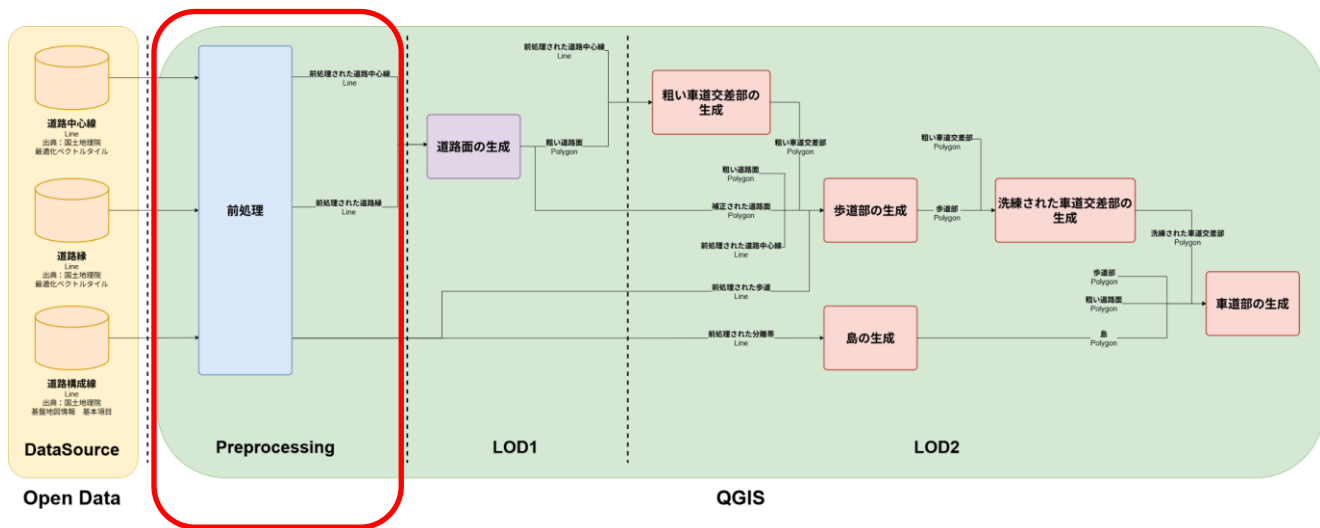
Preprocessing

- 道路構成線の課題
 - 一部の地物が1つの線としてまとまっていない
 - 所々で地物が独立



Silicon Studio

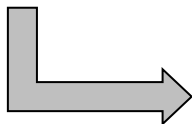
-



LOD1 道路面の生成



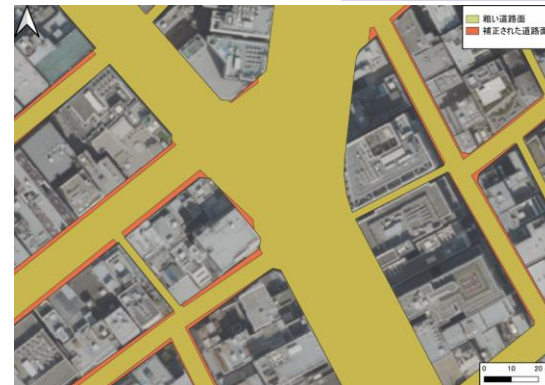
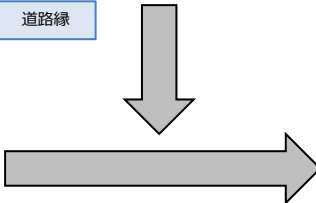
道路中心線



粗い道路面

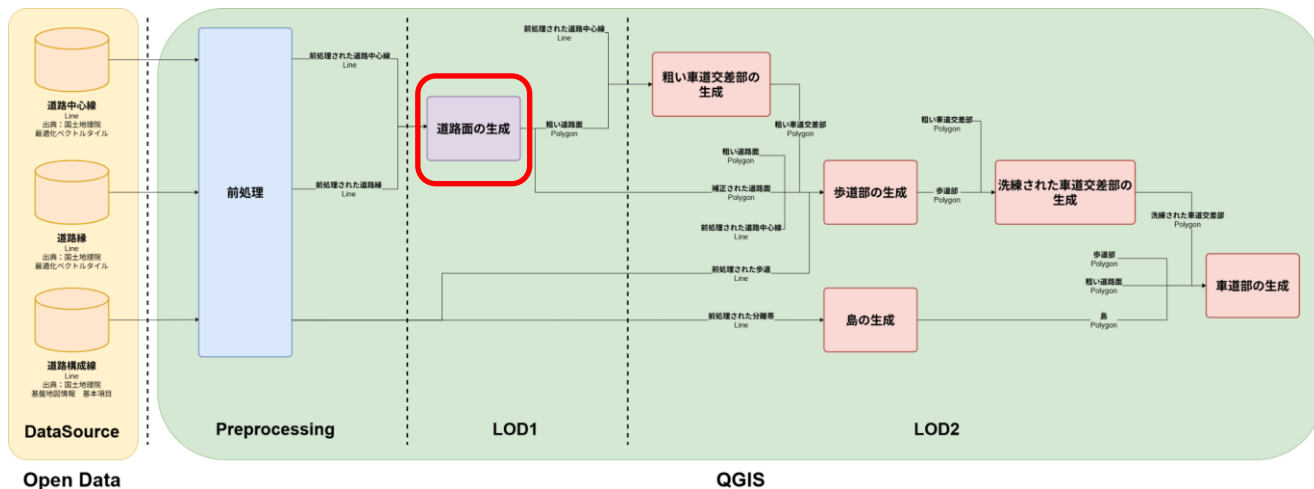


道路縁

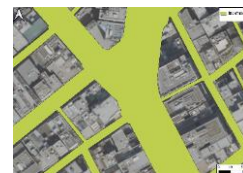
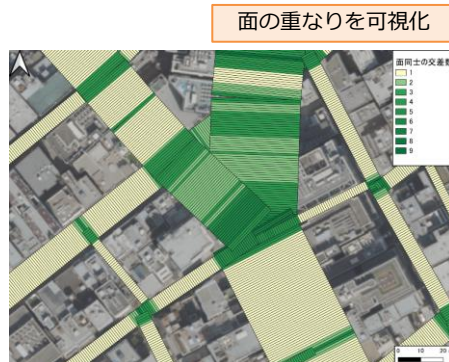


補正された道路面

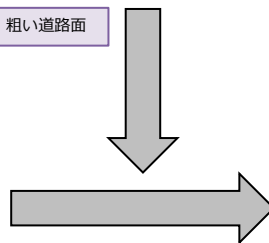
- 道路中心線を活用
 - 幅員の属性情報に基づいて道路面を作成 (粗い道路面)
- 道路縁で補正
 - より適切な道路面を作成 (補正された道路面)



LOD2 粗い車道交差部の生成

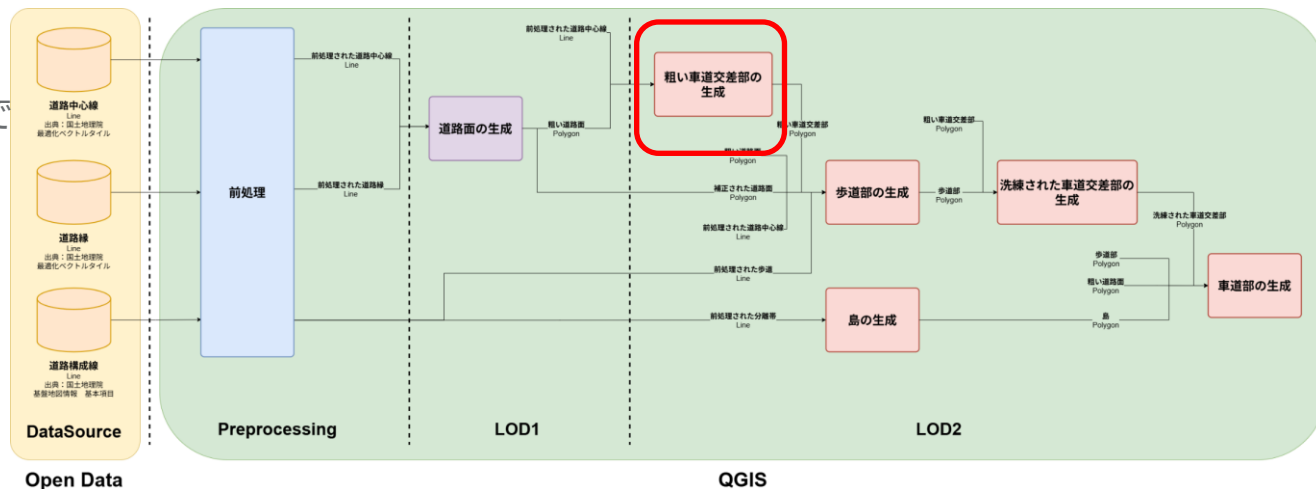


粗い道路面



基本的な考え方

- 道路中心線を1m間隔でリサンプリングして面を作成
- 面同士の重なりと面のID情報に基づき、粗い道路面を活用して交差部を作成

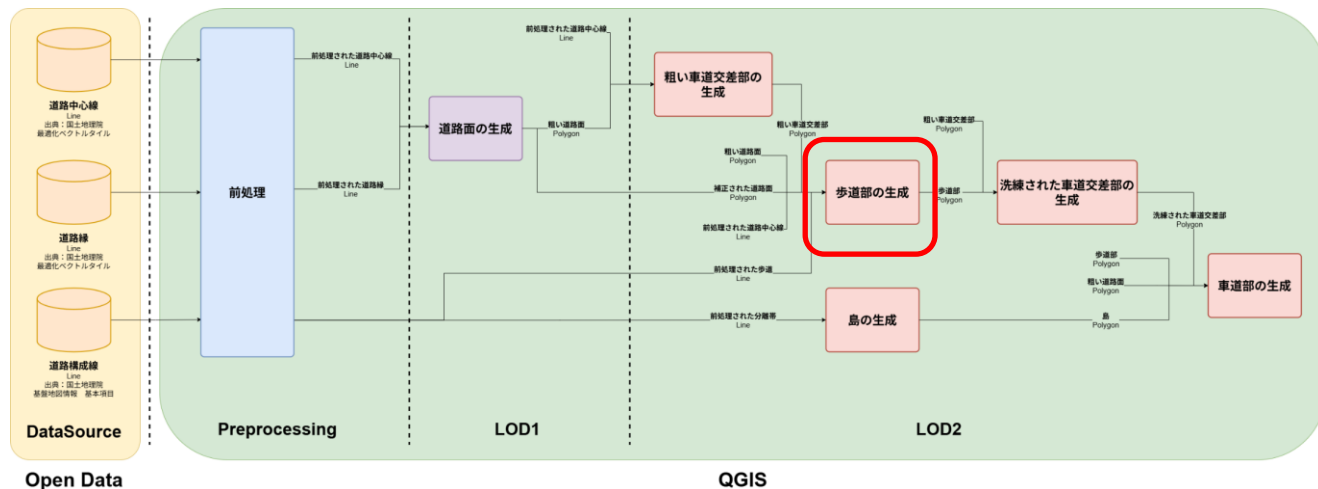


LOD2 歩道部の生成



基本的な考え方

- 複数の地物を活用して歩道の外周線を分離
 - 閉じた領域を作りやすくするため
- 道路面と分離された歩道の外周線を用いて歩道部を作成



LOD2 洗練された車道交差部の生成

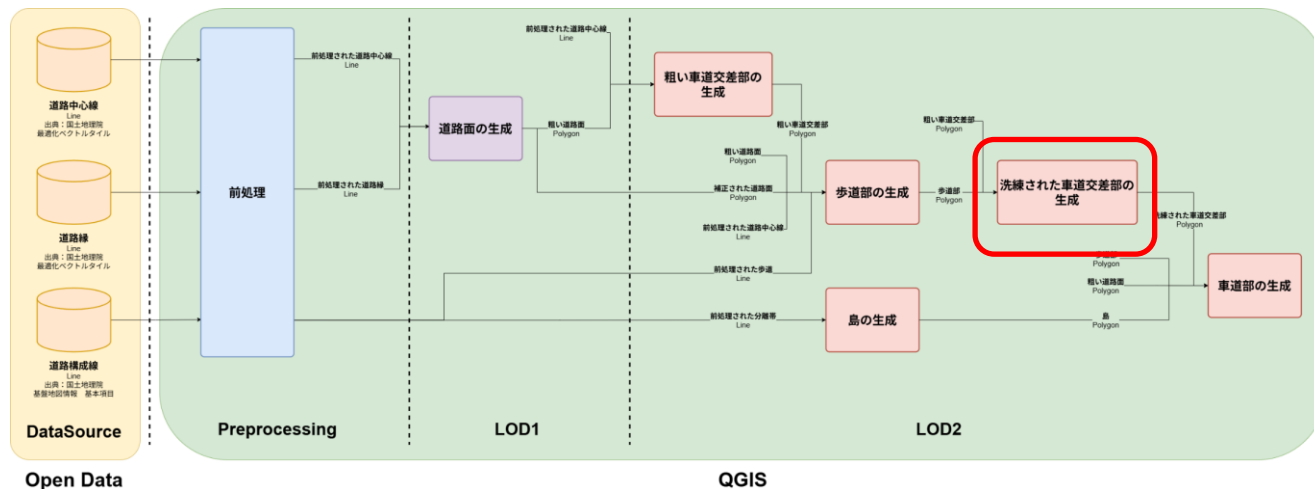
粗い車道交差部



歩道部

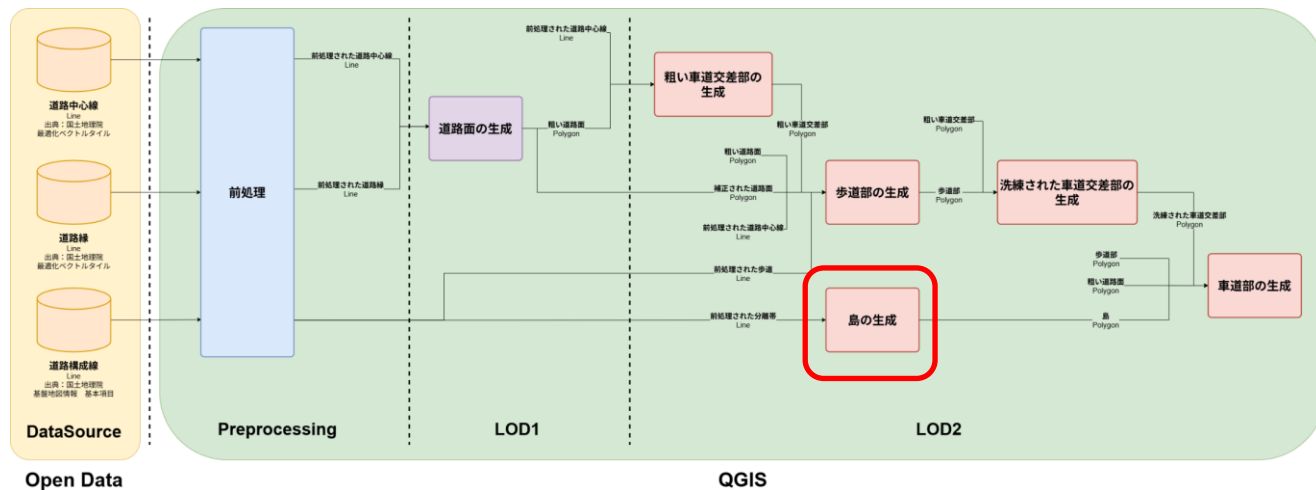


- 今まで作成した LOD2を活用
 - 粗い車道交差部を歩道部の領域で差分処理

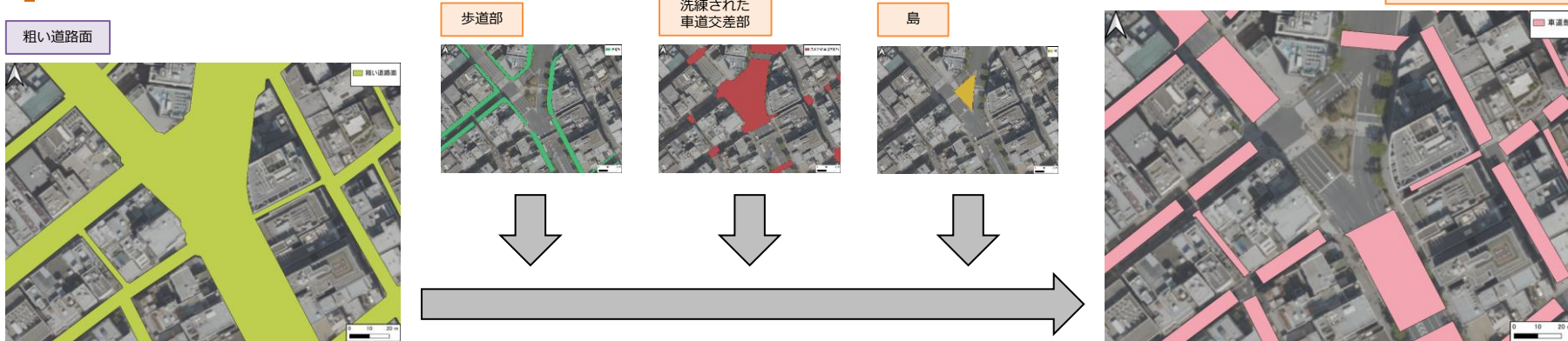


LOD2 島の生成

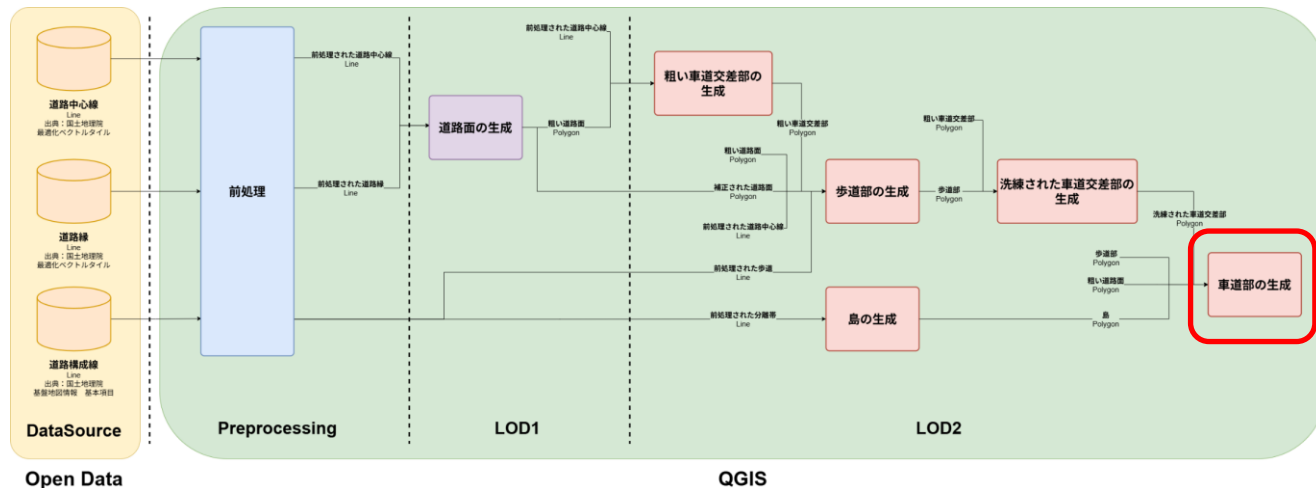
- 前処理済みの分離帯を活用
 - 元々線が閉じているのでポリゴン化は比較的容易



LOD2 車道部の生成



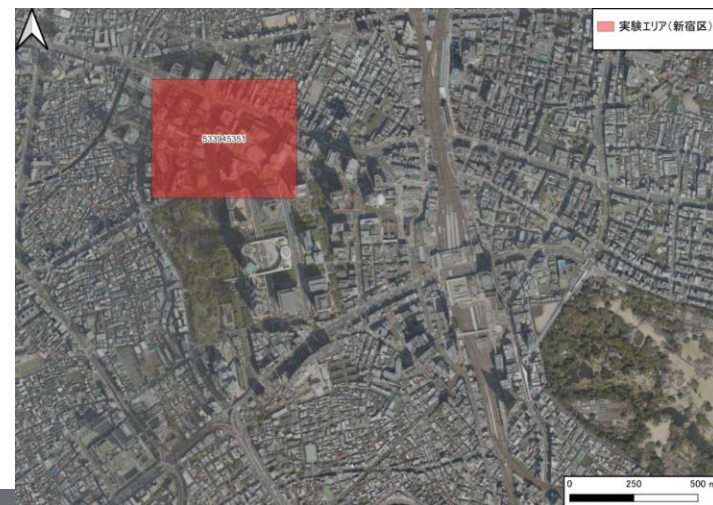
- ベースは粗い道路面
 - LOD2の地物との差分処理を行うことで地物同士の整合性を保つ



- 背景
- 関連研究
- 提案システム
- **評価実験**
- 考察
- まとめ

評価実験

- 実験条件
 - 生成結果とPLATEAUの道路モデルの比較
 - 評価指標：Precision, Recall, IoU
 - 実験エリア
 - 東京都中央区（4次メッシュ：533946224）
 - 東京都新宿区※1（4次メッシュ：533945351）
 - PLATEAUの道路モデル整備年度
 - 2023年度モデルを使用
 - LOD1とLOD2でそれぞれ評価
 - QGISのバージョン
 - Ver. 3.34.6 Prizren



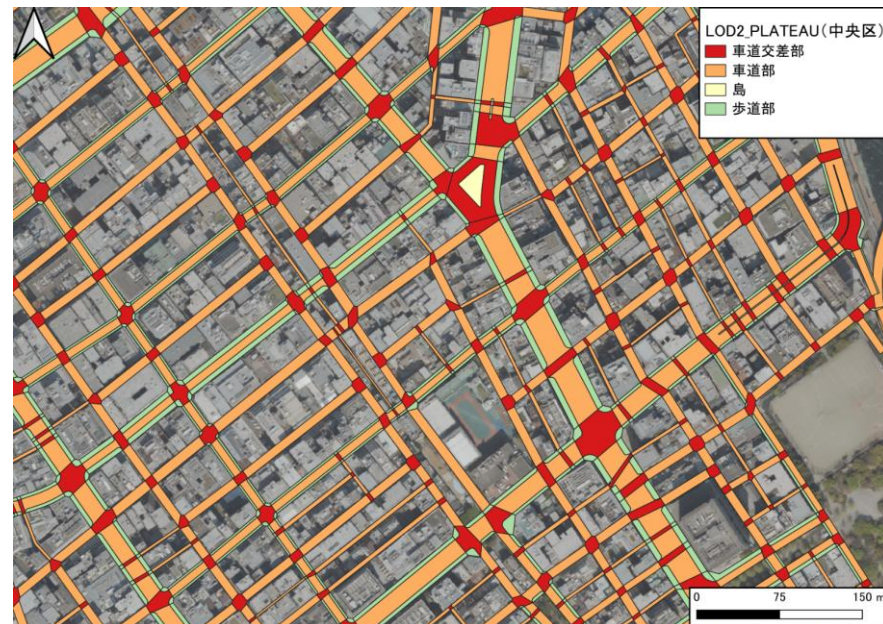
LOD1 実験結果 (東京都中央区)



	道路面
Precision	0.9963
Recall	0.9932
IoU	0.9869

※生成結果の交差点はLOD2の粗い交差点を用いて作成

LOD2 実験結果 (東京都中央区)



	車道部	車道交差部	歩道部	島	平均
Precision	0.9587	0.7072	0.9872	0.9997	0.9132
Recall	0.8194	0.8261	0.9694	0.9996	0.9036
IoU	0.7915	0.6156	0.9574	0.9993	0.8410

- 背景
- 関連研究
- 提案システム
- 評価実験
- **考察**
- まとめ

LOD1 考察（東京都中央区）

- いずれの評価指標も1.0に近い
 - 生成結果がPLATEAUとほぼ重なる
 - 最適化ベクトルタイルの有用性を示唆

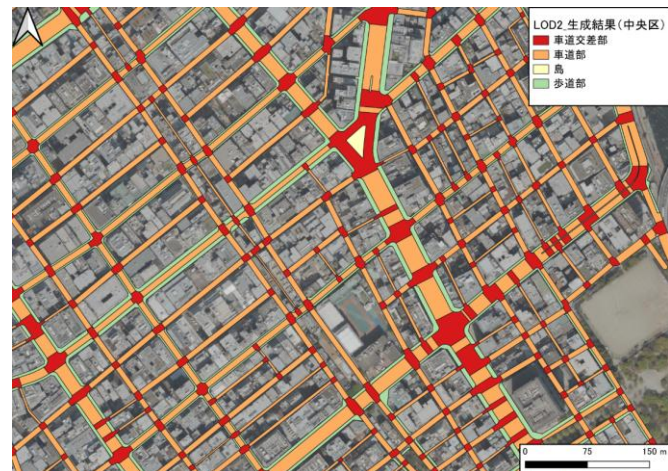
	道路面
Precision	0.9963
Recall	0.9932
IoU	0.9869



LOD2 考察 (東京都中央区)

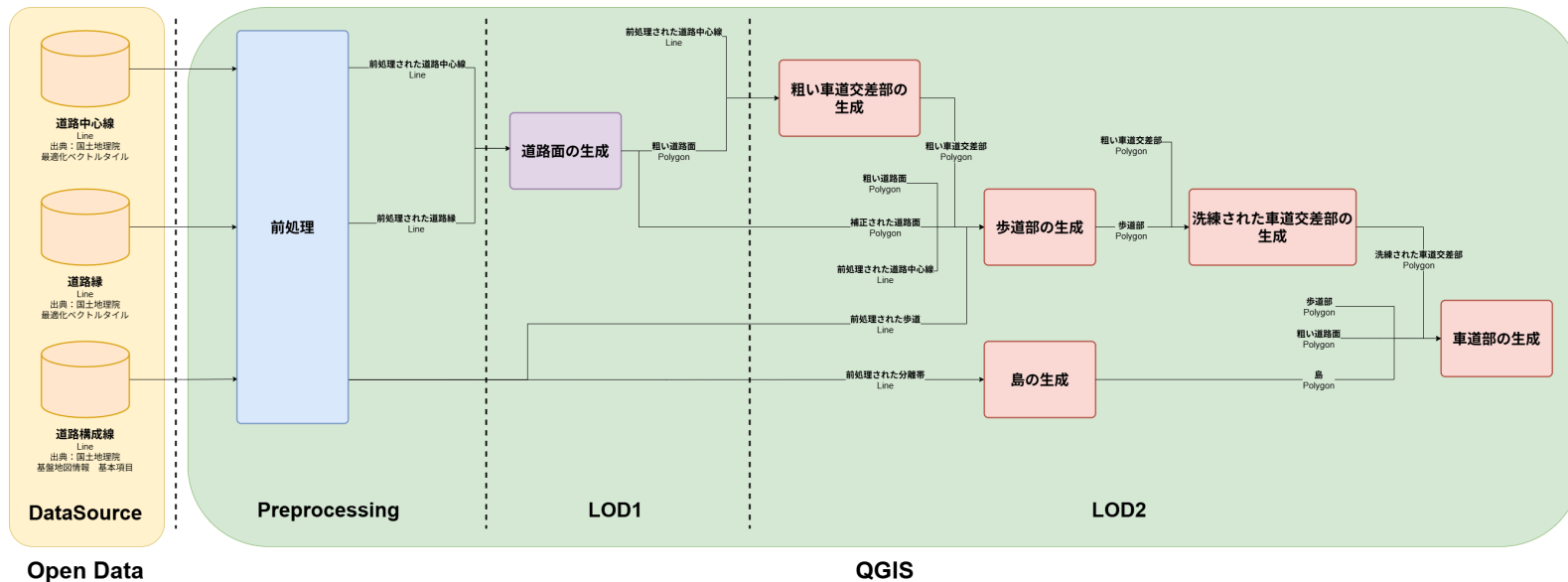
- 車道部と車道交差部のIoUが他より低め
 - 本システムとPLATEAUの交差部の作成方法が異なることが理由
- 歩道と島のIoUは高い数値
 - 基本測量成果である基盤地図情報を使用し、適切に処理ができたことを示唆
- 全体的なIoUの平均は良好
 - PLATEAU未整備地域でもLOD2相当の道路モデル生成ができる指標と考える

	車道部	車道交差部	歩道部	島	平均
Precision	0.9587	0.7072	0.9872	0.9997	0.9132
Recall	0.8194	0.8261	0.9694	0.9996	0.9036
IoU	0.7915	0.6156	0.9574	0.9993	0.8410



- 背景
- 関連研究
- 提案システム
- 評価実験
- 考察
- まとめ

- 日本全国を対象とした道路自動生成システムを提案
 - 国土地理院のオープンデータを活用
 - LOD1及びLOD2の道路モデルを生成
 - 生成結果はPLATEAUとの比較で良好な数値を示した



- 制限
 - 道路中心線は通常部のみを対象
 - 庭園路や高速道路などは対象外
 - 立体交差などは考慮していない
 - 異なる地図情報レベル
- 今後の展望
 - より広い道路種別への対応
 - 様々な地域での検証
 - 立体交差の対応

Ideas × Art × Technology.

技術力・表現力・発想力を兼ね備えたCGソリューションプロバイダー

ブランドステートメント

私たちシリコンスタジオは、自社開発による数々のミドルウェアを有し、CGの黎明期から今日に至るまでCG関連事業に取り組み、技術力（Technology）、表現力（Art）、発想力（Ideas）の研鑽を積み重ねてきました。これら3つの力を高い次元で融合させ、CGが持つ可能性を最大限に発揮させられること、それが私たちの強みです。

コンピューターグラフィックス（CG）は無限の可能性を秘めています。

映像・エンターテインメント分野では、AI活用やリアルタイムレイ 트레이シング、グローバルイルミネーションなどの革新的な技術とデバイスの進化が表現の幅を拡げ、美しくリアリティ溢れる描画が深い臨場感をもたらしています。

一方、自動車、製造、土木・建築といった産業分野では、デジタルトランスフォーメーション（DX）への取り組みが進む中、自動運転や製品検査における機械学習向け教師データやシミュレー

ター開発、デジタルツインなどにおいてCG・ゲームエンジンが活用され、成果を出し始めているところです。

また、5Gのような高速大容量で低遅延を実現するネットワーク環境やクラウドの活用は、ゲーム、SNS、動画配信との融合や数千人単位でのマルチプレイ、VR・AR・MRといったxRやメタバースをはじめとした新たなコミュニケーション手段を作り出し、今後もユーザーエクスペリエンス（UX）にさらなる変革をもたらすでしょう。

私たちはCG業界をリードするソリューションプロバイダーとして、技術力・表現力・発想力でこの変革に挑戦し続けることにより、ゲーム・エンターテインメント、非ゲーム・エンターテインメントの産業分野を問わず、お客さまの課題解決はもちろん、付加価値のあるアウトプットの提供をお約束いたします。

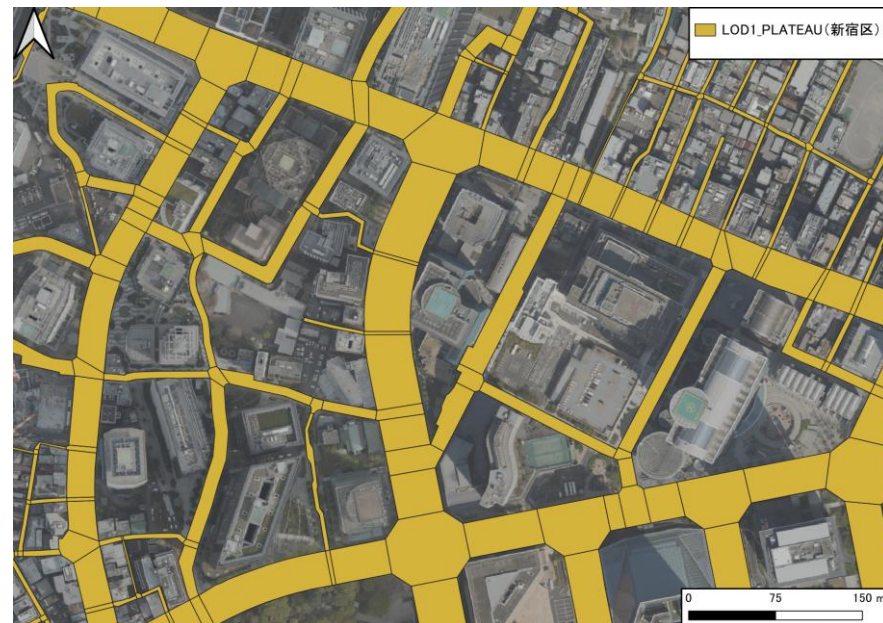
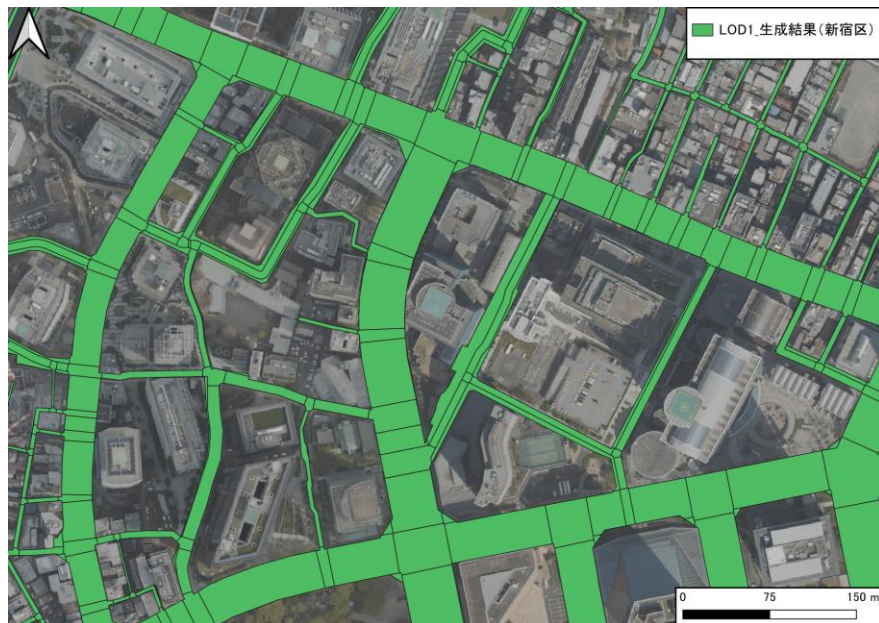




Ideas × Art × Technology

技術力・表現力・発想力を兼ね備えたCGソリューションプロバイダー

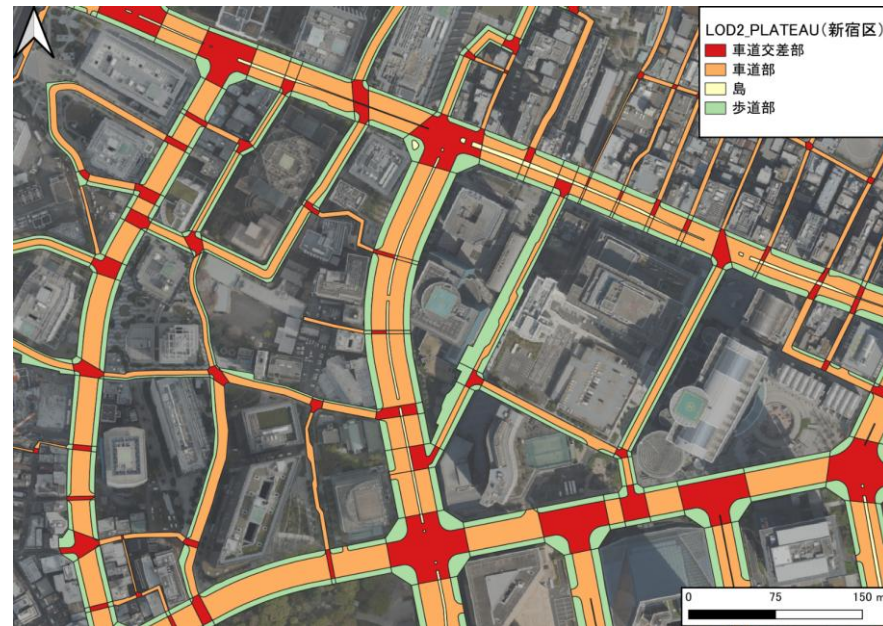
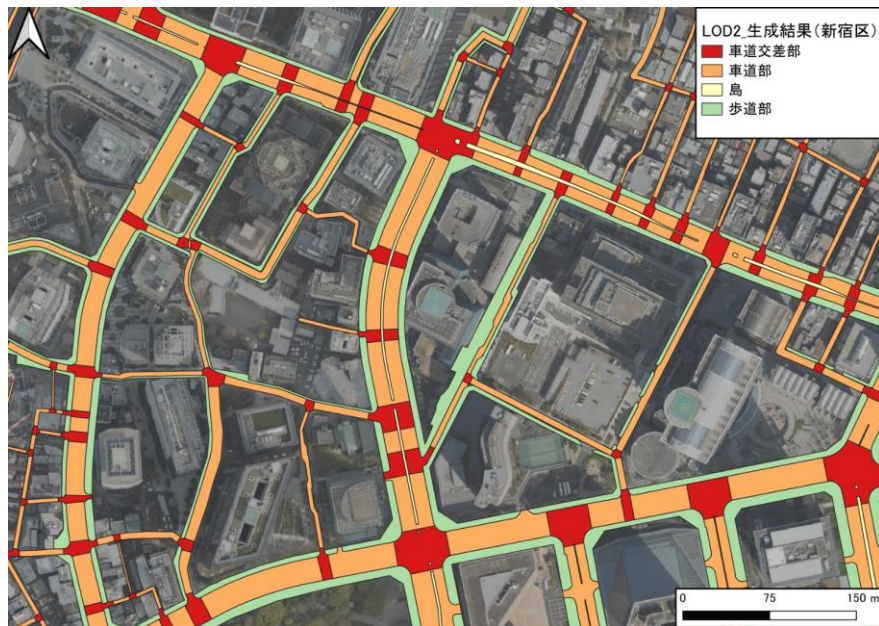
LOD1 実験結果 (東京都新宿区)



	道路面
Precision	0.9802
Recall	0.9798
IoU	0.9608

※生成結果の交差部はLOD2の粗い交差部を用いて作成

LOD2 実験結果 (東京都新宿区)



	車道部	車道交差部	歩道部	島	平均
Precision	0.8746	0.7200	0.9469	0.9782	0.8799
Recall	0.8855	0.6545	0.9415	0.9745	0.8640
IoU	0.7858	0.5217	0.8943	0.9539	0.7889