

# 車線単位の道路ネットワークデータの 効率的な整備手法に関する研究

渡辺完弥<sup>1</sup>・今井龍一<sup>2</sup>・田中成典<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2-1-1)

E-mail: k211625@kansai-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail: imai-r92ta@nilim.go.jp

<sup>3</sup>正会員 関西大学 教授 総合情報学部 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2-1-1)

E-mail: tanaka@res.kutc.kansai-u.ac.jp

経路案内サービスや交通分析の分野では、道路ネットワークデータが活用されている。近年は、AHSの取り組みや車線単位の旅行速度分析など、車線や縦断勾配の情報を活用したサービスや分析が実現しつつある。これらのサービスや分析を見据えて、都市部の交差点を対象に道路ネットワークデータが車線単位化されるなど、道路ネットワークデータの再整備が進んでいる。しかし、継続的なデータ更新には、現地測量が必要であり、データの鮮度維持が課題となっている。

本研究では、道路構造の情報を持つ道路基盤地図情報と道路空間の表面形状の情報を持つ点群座標データとを組み合わせることで、車線単位の3次元道路ネットワークデータの効率的な生成技術を考案した。さらに、プロトタイプを開発してデータを試作し考案した生成技術の有用性を検証した。

**Key Words :** road network data, fundamental geospatial data of road, point Cloud data

## 1. まえがき

カーナビゲーションをはじめとする経路案内サービスや旅行速度分析などの交通分析の分野では、道路ネットワークデータ（以下、本文では「道路NW」という。）が活用されている。道路NWとは、リンク（辺）とノード（節点）を用いて、道路を表現したものである。リンクは交差点間の車道を表し、ノードは交差点を表している。現行の道路NWには、デジタル道路地図データベースが活用されており、複数車線を1本の直線のリンクとするなど、簡略化され表現されている<sup>1)</sup>。

技術の進歩に伴い、昨今はAHS (Advanced Cruise-Assist Highway Systems)<sup>2)</sup>、経路案内サービスや交通分析にて、車線単位で表現した道路NWデータへの関心が高まっている。例えば、車線逸脱警報サービス<sup>3)</sup>による注意喚起や運転支援、プローブデータを活用した車線単位の渋滞把握<sup>4)</sup>やブレーキ多発箇所の分析による道路整備計画の立案などがあげられる。また、道路中心線の縦断勾配の活用例としては、カーブ進入危険情報の提供<sup>5)</sup>、縦断勾配を考慮した走りやすいルート検索<sup>6)</sup>やEV (Electric Vehi-

cle) 向けのエコルート検索<sup>7)</sup>があげられる。

測位技術の向上により、車線単位の走行位置の特定が可能になると、こうしたニーズがますます高まり、実用化に向けた展開が可能になる。この展開を図るには車線単位かつ3次元の道路NWが必要不可欠である。車線単位の3次元道路NWとは、路面の高さを持ったリンクで車線形状や縦断勾配を表現し、リンクの交点にノードを配置して経路を示すなど道路を詳細に表現したものを指す。

日本デジタル道路地図協会では、車線単位の3次元道路NWの潜在的ニーズを見据えて、交差点数や車線数の多い政令指定都市の交差点500箇所を対象に、車線単位の道路NWとなる「高度DRM (Digital Road Map) データベース（以下、「高度DRM」という）」が整備されている<sup>8)</sup>。しかし、高度DRMは現地測量にて整備されているため、コスト面の制約から整備対象の拡大や整備済箇所の鮮度維持が課題となっている<sup>9)</sup>。

佐々木ら<sup>9)</sup>は、道路基盤地図情報と高度DRMとの平面的な形状の親和性を分析し、互いの地図の整備・更新の適用可能性を示唆している。ただし、道路基盤地図情報

の距離標や測点の地物が保持する高さの親和性は分析していない。また、当該分野の既往研究としては、航空写真、CADデータ、レーザレンジデータ、移動体計測車輛から取得した点群座標データおよび写真を活用し、3次元の道路線形や地図の整備手法が提案されている<sup>3),10-15)</sup>。これらの既往研究では、車線単位の道路NWではなく、道路形状を表現した地図の調製に着目されている。そこで、得られた地図は、車線単位の道路NWを整備する上で有益な資源となることが期待される。また、現地測量による整備手法にはコスト面の課題があることから、車線単位の道路NWの整備を進めるには、既存資源の活用が得策と考えられる。道路NWの用途を踏まえると、大縮尺が要件になるため、道路基盤地図情報<sup>16)</sup>および移動計測車両により取得された点群座標データに着目した。

本研究の目的は、道路基盤地図情報と点群座標データとを組み合わせた車線単位の3次元道路NWの生成技術の確立である。道路構造の情報を持つ道路基盤地図情報と、道路空間の表面形状の情報を持つ点群座標データを組み合わせることで、極力手作業を必要としない生成技術の確立を目指す。

本論文の構成として、2章では、データ交換標準や生成するデータの定義など、生成する車線単位の道路ネットワークデータの表現方法を論ずる。3章では、考案する生成技術の概要や処理内容を論ずる。4章では、開発したプロトタイプを論ずる。5章では、開発したプロトタイプを用いてデータを試作し、開発技術の有用性を検証した結果を論ずる。

## 2. 車線単位の道路ネットワークデータ表現方法

国内の道路ネットワークのデータ標準には、デジタル道路地図データベース標準（以下、「DRM標準」という。）<sup>17)</sup>、KIWIフォーマット<sup>18)</sup>（以下、「KIWI」という。）、DRM標準フォーマット21<sup>19)</sup>（以下、「DRM標準21」という。）がある。DRM標準21は、KIWIを踏襲し、DRM標準との親和性も確保しつつ、国際標準への対応も視野に入れている。本技術の実用化と普及を見据えると既存の仕組みとの連携が得策であることから、本技術の対象となる道路ネットワークデータの仕様は、DRM標準との親和性がある上、汎用性の高いDRM標準21に準拠することとした。

表-1に DRM 標準と DRM 標準 21 の特徴比較を示す。DRM 標準 21 は、汎用性や拡張性を兼ね備えたフォーマットであり、データ運用者が詳細なデータ定義や運用規程を作成する必要がある。表内の「本研究の対象」に、作成したデータ定義の概要を示す。「測地座標系」は、道路基盤地図情報や点群座標データとの整合性を考慮して、世界測地系の平面直角座標系とした。データのファ

表-1 データ表現方法の特徴比較と研究対象

項目	DRM 標準	DRM 標準 21	本研究の対象
測地座標系	日本測地系の平面直角座標系	日本測地系と世界測地系をコードにより選択	世界測地系の平面直角座標系
ファイル形式	テキスト形式	テキスト形式および CSV 形式	テキスト形式および CSV 形式
リンクに関わる属性	リンク長、幅員区分、車線数、車道幅員、最小車道部幅員、12時間交通量、制限速度などの交通規制等	リンク長、幅員区分、車線数、車道幅員、最小車道部幅員、12時間交通量、制限速度などの交通規制等	— 次のステップ
縮尺	1/25,000～ 1/2,500	1/25,000-1/500 (リンクごとに定義可) (高度 DRM データベース： 1/1,000～1/500)	1/1,000～1/500
高さ	無し	高さ (Z) 比高 (H)	高さ (Z) —
網表現	リンク・ノード	マルチリンクとノード	マルチリンクとノード
路線表現	原則上下線分離せず	上下線分離・車線単位可	車線単位および路線単位 (上下線分離せず)
形状表現	ノードと補間点による折線、補間点間隔は任意	折線、円・円弧 (構成点の間隔は任意)	折線、円・円弧 (構成点の間隔は 1.0m)

凡例 - は、本研究の対象外

イル形式は、DRM 標準 21 に準拠し、テキスト形式および CSV 形式とした。また、車線単位の 3 次元道路 NW は、AHS など幅員 3m 程度の走行車線を識別する用途があり、大縮尺地形図 (1/1,000-1/500) の精度 (水平位置の標準偏差 0.70m-0.25m) が求められる。そこで、「縮尺」は、道路基盤地図情報と同じ 1/1,000-1/500 とした。「高さ」は、3 次元の道路 NW を生成するため保持する。「網表現」は、DRM 標準 21 の特徴であるマルチリンクとノードとで表現する。また、道路 NW では、路線を車線単位で詳細に表現する方式や 1 本の路線に簡略化して表現する方式がある。本技術では、既存の仕組みとの連携を考慮して、この「路線表現」を車線単位および路線単位とした。「形状表現」は、GIS で取り扱える折線、円・円弧とした。また、線形の構成点の間隔は、短いほど線形を正確に表現できるが、各用途における処

理時間やデータサイズの増大につながる事が懸念される。そこで、構成点の間隔は、用途に合わせて変更することとし、本研究では、実用性を考慮した上で、実現可能な値の中で最も精度の高い1.0mとした。

また、本研究では、「リンク属性」、「比高」を対象外とした。「リンク属性」には、リンク長や幅員区分、車線数に加え、12時間交通量や制限速度などの交通規制が含まれる。本研究では、データ整備や更新の効率化を目指して、線形データ生成およびネットワーク化の自動化を第一目標としている。そこで、「リンク属性」の生成は、ネットワーク化の自動化の実現後に追加することとした。また、「比高」は道路NWとともに建物を表現する際に利用するデータ項目であり、対象外とした。

### 3. 生成技術の全体概要

#### (1) 生成技術で用いるデータ

##### a) 道路基盤地図情報

道路基盤地図情報<sup>20)</sup>は、道路構造を表現した大縮尺(1/1,000~1/500)のGISデータ(図-1)で、ファイル形式には、XML形式(JPGIS準拠)が採用されている。道路基盤地図情報は、図に示すとおり道路中心線や区画線などの30種類の地物から構成されており、道路工事完成図等作成要領<sup>21)</sup>に則した工事完成図をもとに生成される。特に、直轄国道の道路基盤地図情報は、道路工事の完成図を用いた整備・更新のサイクルを確立しているため、地図の鮮度や正確性が確保されている。本研究では、表-1に示すデータを生成するために、道路構造を最も大縮尺で表現している道路基盤地図情報に着目した。

##### b) 点群座標データ

近年、公共測量では、3Dレーザスキャナと高精度GPSとを搭載した移動計測車両による測量システムの利用が増加している。この測量システムには、絶対精度10cm(1σ)で点群座標データを取得できるものがあり、取得した点群座標データに元に、道路法施行規則に定められた道路台帳図(1/1,000以上)を調製する事例が増えつつある<sup>22)</sup>。また、本測量システムは、ノイズの影響を受けず、時速60km以下で走行した場合に、概ね10cm×20cmのメッシュ内に1点以上の点群を取得できるため、点群座標データを目視することで、道路空間の表面形状を確認できる。取得された点群座標データは、高さを保持しており、この点群座標データを活用することで、高さを持たない線形に高さを付与できる。本研究では、今後、広域的に点群座標データが蓄積されていくことを見据えて、高さを持ち、かつ高精度な点群座標データに着目した。

#### (2) 道路ネットワークデータの生成技術の開発

##### a) 生成技術の全体概要

考案した生成技術の全体概要を図-2および表-2に示す。本技術では、道路基盤地図情報と点群座標データを用いて、自動的に車線単位の3次元道路NWを生成する。図表に示すとおり、本技術は、5つのアルゴリズムで構成される。2章で述べたとおり、本技術は、既存の仕組みとの連携を考慮して、車線単位の道路ネットワークだけでなく、複数車線を1本のリンクで表現した従来の道路NWを合わせて生成する。各アルゴリズムの詳細は後述する。

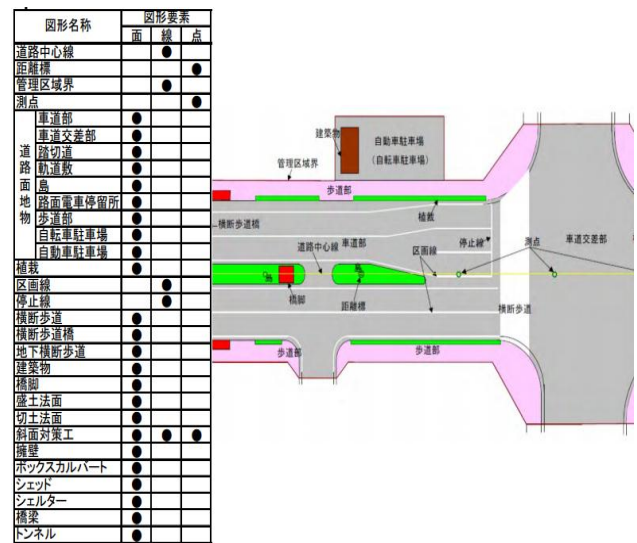


図-1 道路基盤地図情報のイメージ

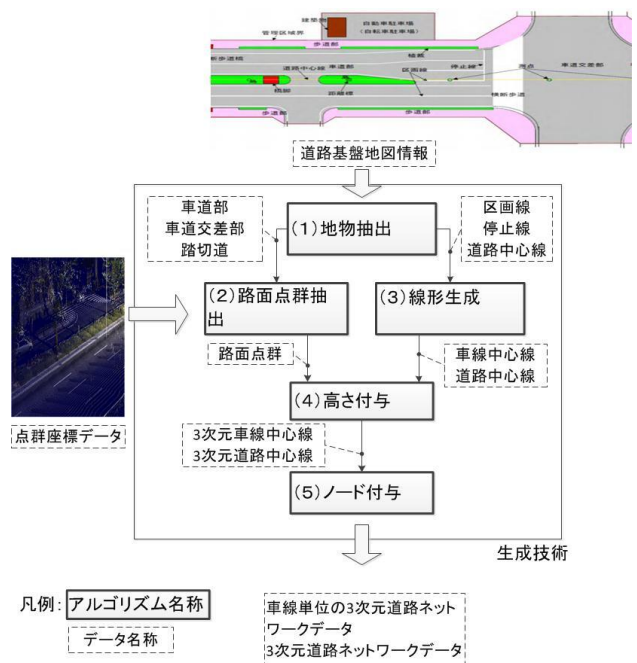


図-2 生成技術の全体概要

表-2 生成技術の全体概要

アルゴリズム名	概要	入力データ	出力データ
(1)地物抽出	後工程で利用する地物(車道部, 車道交差部, 踏切道, 区画線, 停止線, 道路中心線)を道路基盤地図情報から抽出.	道路基盤地図情報	車道部, 車道交差部, 踏切道, 区画線, 停止線, 道路中心線
(2)路面点群抽出	(1)で抽出した車道部と車道交差部, 踏切道のXY平面領域内の点群座標データを抽出.	車道部, 車道交差部, 踏切道および点群座標データ	路面点群
(3)線形生成	区画線から車線を把握し, 車線中心線の構成点を10m間隔で発生. 道路中心線も同様に構成点を発生. 構成点から線, 円弧を識別.	区画線, 停止線, 道路中心線	車線中心線, 道路中心線
(4)高さ付与	(2)の路面点群座標データを分析し, (3)で生成した車線中心線, 道路中心線に高さを付与.	車線中心線, 道路中心線, 路面点群	3次元車線中心線, 3次元道路中心線
(5)ノード付与	空間演算を行い(4)で得られた線形データ同士の交点にノードを発生.	3次元車線中心線, 3次元道路中心線	車線単位などの3次元道路ネットワークデータ

b) 地物抽出

図-3に地物の抽出イメージを示す。道路基盤地図情報は、地物が分類され格納されているため、地物種別を指定することで、一括した地物抽出ができる。抽出する地物は、「路面点群抽出」で必要な車道部, 車道交差部, 踏切道および「線形生成」で必要な区画線, 停止線, 道路中心線である。

c) 路面点群抽出

図-4に路面点群の抽出のイメージを示す。「路面点群抽出」では、「線形生成」で生成した線形に高さが付与するための前処理として、線形の高さを示す路面の点群を抽出する。道路基盤地図情報は、道路空間を道路面地物のいずれかで表現することとなっており、(1)で抽出した車道部と車道交差部, 踏切道を合わせることで、路面を形成することができる。これにより、交通島等に存在する路面以外の点群の高さが線形に付与されることを防ぐ。

d) 線形生成

「線形生成」では、道路基盤地図情報から車線中心線と道路中心線を生成する。道路中心線の生成では、「地

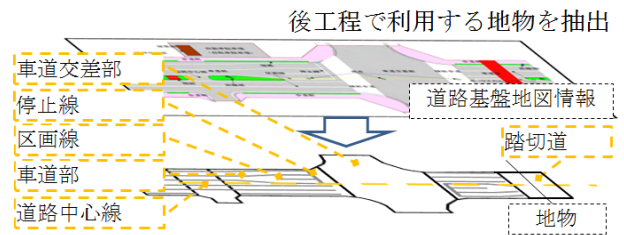


図-3 地物の抽出イメージ

- ・車道部と車道交差部, 踏切道を結合したXY平面上の領域を把握.
- ・XY平面上の領域内の点群座標データを抽出.

路面以外の点群を除去

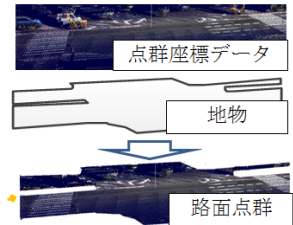


図-4 路面点群の抽出イメージ

物抽出」で抽出した道路中心線から 1.0m 間隔の構成点を生成し線形とする。線形の構成点には、「高さ付与」で高さが付与される。

車線中心線とは、区画線で仕切られた各車線の中央の線を指す。道路基盤地図情報には、区画線が保持されている。そこで、車線中心線は、区画線から生成する。道路には右折車線や左折車線などがあり、本線から分岐するネットワークを本線と合わせて生成する必要がある。そこで、本技術では、交差点間で処理単位を区切って車線中心線を抽出することとした。(図-5-a)に線形の生成イメージを示す。処理の単位となる範囲を認識するため、「地物抽出」で抽出した停止線と区画線を手掛かりに交差点間の各車線を識別する。また、構成点は、道路中心線から 1.0m 間隔で垂線を発生させ、区画線の交点間の中央に車線中心線の構成点を生成する。さらに、生成した構成点を処理単位で接続することを考慮して、車線番号と行番号を組み合わせた番号を付与する。

線形の生成に際しては、ハフ変換を用いて、点列が直線か円弧か半判別する。さらに、右折車線や左折車線等の車線数の変化に対応するため、付与した車線番号から車線数を判別し、垂線と区画線の交点の間隔から分岐, 合流箇所の構成点を識別する。

次に処理単位ごとに生成された本線の車線中心線を接続するため、交差点を跨ぎ対応する車線中心線同士を接続する(図-5-b)。左折車線や右折車線の中心線など本線以外の中心線は、「ノード付与」で交差する他の路線とのノードを生成するため、道路中心線と平行に車道交差部の端まで延長し、構成点を生成する。

ここで、道路基盤地図情報の横断歩道データと交差する線形の区間に属性もしくは、ノードを付与することで、効率的に交差点情報を収集できる可能性があるが、今回は、属性を対象としていないため、今後の課題とする。

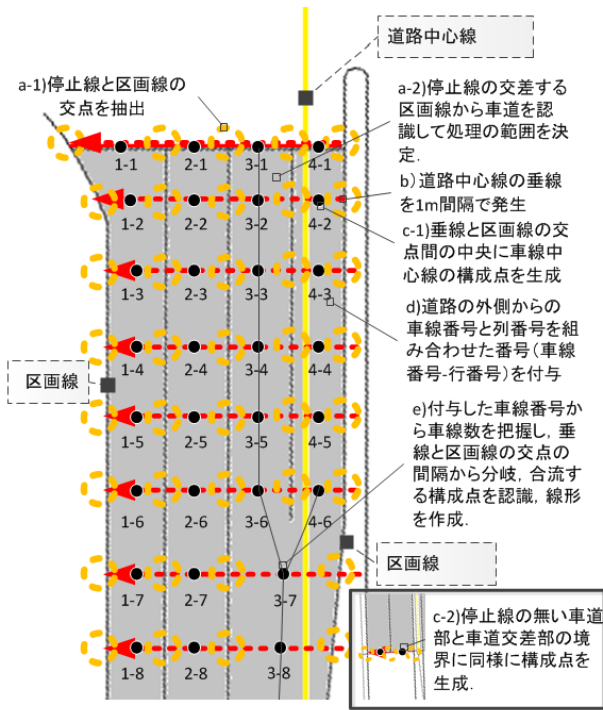


図-5-a) 構成点生成イメージ

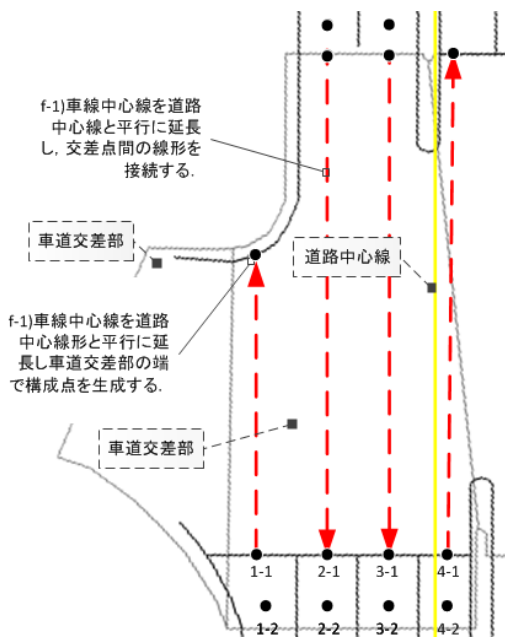


図-5-b) 交差点間の接合イメージ

図-5 線形の生成イメージ

e) 高さ付与

図-6-a)に線形の構成点への高さの付与イメージを示す。「高さ付与」は、今井ら<sup>23)</sup>の提案手法を参考とし、XY平面上で線形の構成点の近傍にある2点の高さの平均を付与する。具体的には、図に示すとおり、点群の分析範囲にある点のうち、線形までのXY平面距離が最短の左右2点の高さ平均を構成点に付与する。2点の高さの平均を付与する理由は、道路中心線には、路面高を付与する必要があり、横断勾配により左右の路面高が異なる

ことがあるからである。交通島がある道路では、路面点群抽出時に交通島の点群座標データが削除されるため、線形までのXY平面距離が最短となる路面上の2点の高さが付与されることとなる。今井ら<sup>23)</sup>の提案手法では、路面高を自動取得するために、測点の位置を調整しており、測定位置の調整作業の効率化が課題とされている。本手法では、さらなる効率化を目指し、路面点群を抽出して路面高を付与している。また、「路面点群抽出」で抽出される路面点群には、路上駐車や右折の車両の表面形状が映り込んでいる場合(以下、「車両ノイズ点群」という。)があり、構成点に付与した高さが路面高を表していないことが考えられる。そのため「高さ付与」では、異常値の影響を受けにくいメディアンフィルタを用いて、異常な高さを除去、路面高を表す他の構成点の高さを活用して補間する。具体的には、図-6-b)に示すとおり、メディアンフィルタを用いて、構成点の高さを参照範囲の構成点の高さの中央値で更新する。この際、精度が低くなる場合があるため、構成点に更新履歴を残すこととする。また、利用する点群座標データごとに最適な値を選択できるようにメディアンフィルタの参照する構成点数は、設定可とした。

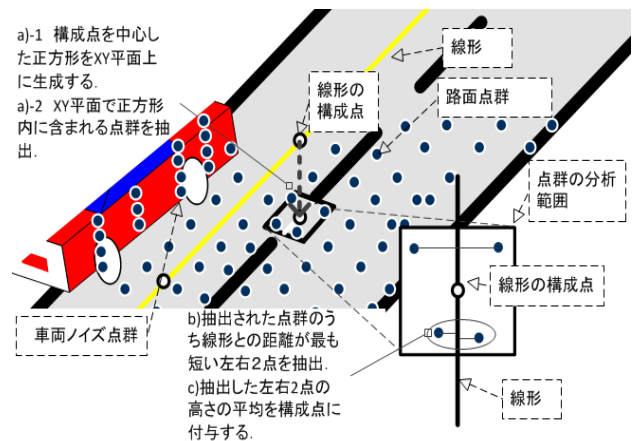


図-6-a) 線形構成点への高さ付与イメージ

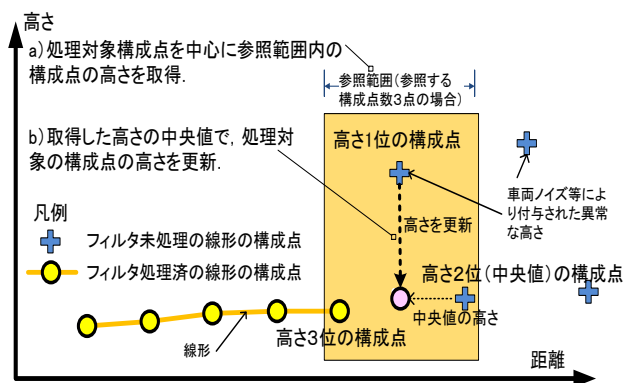


図-6-b) 参照構成点3点のフィルタ処理イメージ

図-6 高さの付与イメージ

f) ノード付与

図-7に車線の場合のノードの付与イメージを示す。

「ノード付与」では、空間演算を行い、車線中心線同士の交点にノードを発生させ、線形をネットワーク化する。複数車線の全ての中心線同士の交点でノードを発生すると、交差点に車両進行方向を逆走する経路が図示されるが、交通ルールに基づく通行規制情報をリンク属性に付与することで解決できる。道路中心線も同様にネットワーク化する。最後に、生成したマルチリンクとノードの情報を、DRM標準21に則してファイル出力する。

4. プロトタイプ開発

データを試作し、本技術の有用性を検証することを目的に、図-2に示す「地物抽出」、「路面点群抽出」、「線形生成」、「高さ付与」のプロトタイプを開発した。本プロトタイプを用いることで、道路基盤地図情報と点群座標データの入力により、自動的に3次元道路中心線を生成できる。路線単位の3次元道路中心線を網羅的に生成し、既存ソフトウェアを用いて交点を抽出することでノードを生成できるため、「ノード付与」は、プロトタイプの開発対象外とした。

5. 開発アルゴリズムの検証

(1)検証方法

本検証では、道路基盤地図情報と点群座標データをプロトタイプに入力し、3次元道路中心線を試作することで、開発アルゴリズムの有用性を検証した。また、中間の成果である路面点群が開発技術に則して生成されているか目視確認を行った。

「地物抽出」が生成する地物と「線形生成」が生成する2次元の道路中心線は、プロトタイプの構造上、直接確認できないが、路面点群や3次元道路中心線を分析することで、開発技術に則して生成されているか目視確認を行った。また、本検証で利用した設定値と理由を表-3に示す。

(2)検証に利用したデータ

今回の試作には、道路基盤地図情報が整備され、点群座標データが取得可能な路線のうち、路面点群の生成検証を考慮して、交通島がある国道25号心斎橋駅付近(大阪市中央区)と3次元道路中心線の試作を考慮してカーブや勾配がある国道26号孝子峠付近(大阪府岬町)を選定した(表-4)。検証に利用した点群座標データの取得箇所を図-8-a)に示す。図に示すとおり、路線1は、都市部の国道で直線が多く、路線2は、山地の国道でカーブや勾配が多いことが分かる。点群座標デ

ータの取得距離は、それぞれ2kmである。図-8-b)に点群座標データを取得した箇所の道路基盤地図情報を示す。それぞれに車道部と車道交差部が存在し、路線1には、交通島が存在する。

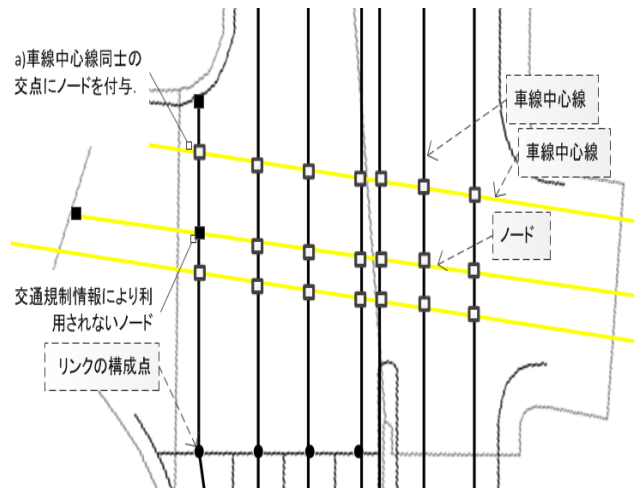


図-7 ノード付与のイメージ(車線の場合)

表-3 検証における設定値

アルゴリズム	設定値	理由
(3)線形生成	構成点間隔: 10m	実用性を考慮した上で、実現可能な値の中で最も精度の高い値を採用。
(4)高さ付与	構成点の高さを付与するための点群分析範囲: 50cm×50cm	点群座標データの密度が、概ね10cm×20cmのメッシュ内に1点であり、2点以上分析できる範囲とした。
	メディアンフィルタの処理で参照する構成点数 3~11点(奇数のみ)	普通車の全長2倍の長さ(3~11m程度)まで参照。

表-4 検証対象の路線と利用したデータの概要

名称	概要	道路基盤地図情報	点群座標データ
路線1(国道25号大阪市中心斎橋付近)	交通島がある道路。車線数が多い一方通行6車線	延長3.8km 高さなし	延長2km 車両ノイズ有 本線1回、側道2回走行し取得
路線2(国道26号大阪府岬町孝子峠付近)	カーブや勾配が多く存在する山地の道路 中央分離帯なし 上下線2車線	延長15.6km 高さなし	延長2km 車両ノイズ有 上下線を往復し取得

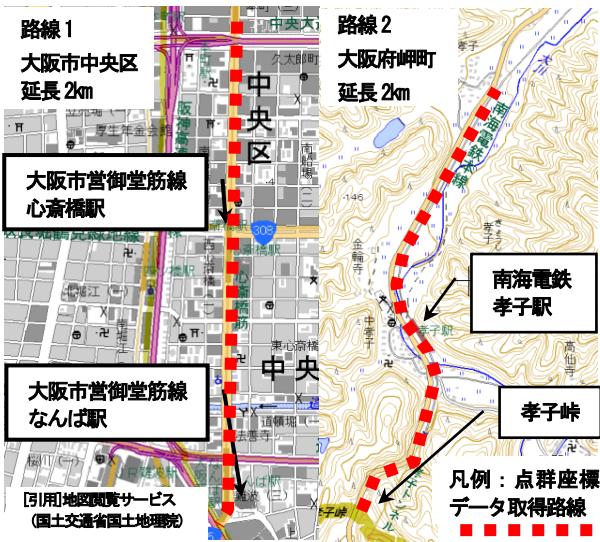


図-8-a) 点群座標データの取得箇所

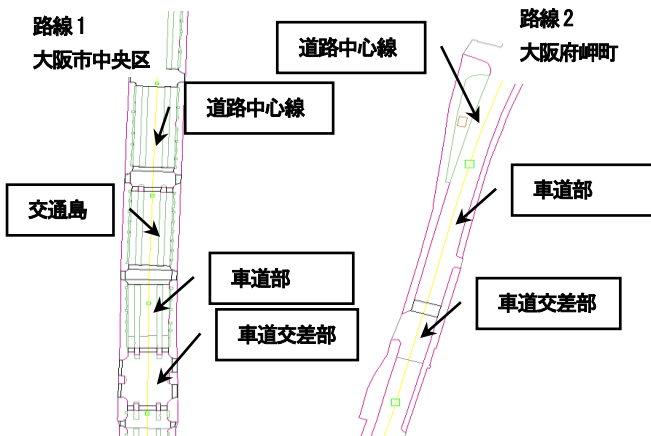


図-8-b) 同位置の道路基盤地図情報 (抜粋)  
 図-8 検証対象の路線と利用したデータの概要

(3)路面点群の検証

a)試作結果

道路基盤地図情報と点群座標データを開発したプロトタイプに入力することで、自動生成された路面点群を図-9に示す。図に示すとおり、生成された路面点群は、交通島など路面以外の点群が削除されている。また、生成された路面点群と道路基盤地図情報の車道部および車道交差部で構成される路面を重ねあわせて、形状が一致していることを確認した。これにより、「地物抽出」のアルゴリズムが自動的かつ期待したとおりに地物を抽出したと判断できる。しかし、詳細に路面点群を確認すると交通島周辺に一部路面以上の高さを持つ点群座標データが残っていた。点群座標データと現地写真にて、交通島周辺に一部残った点群座標データ(図-9地点A)を確認したところ、地物で構成される路面の領域線の周辺に存在する縁石や植栽の点群座標データであることが明らかになった(図-10)。

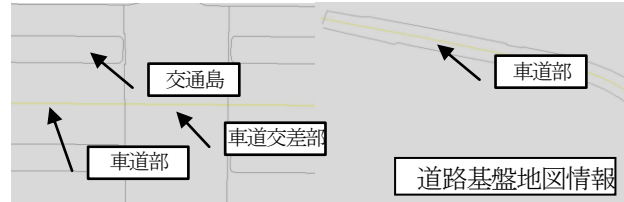
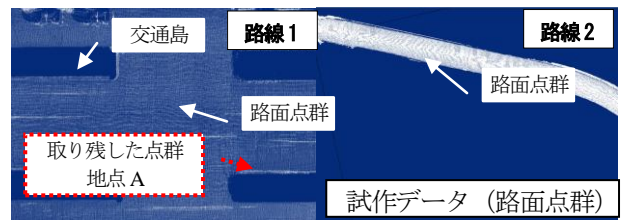


図-9 試作結果と道路基盤地図情報との比較

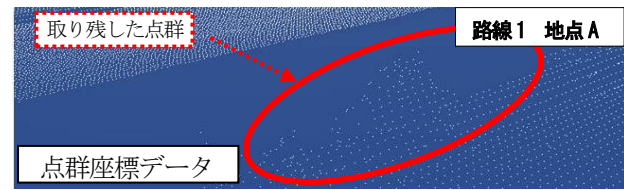


図-10 一部残された点群の分析

b)考察

本技術では、道路基盤地図情報の地物の位置座標を元に路面点群を抽出しているが、道路基盤地図情報と点群座標データそれぞれに許容誤差が含まれ、点群座標データの交通島の縁石と道路基盤地図情報の車道部の位置が完全に一致しない。そのため、地物で構成される路面の領域線の周辺に存在する一部の縁石などの点群を除去できなかったと考える。また、交通島内の縁石から車道にはみ出した植栽の点群は、XY平面上では車道部内に存在するため、車両ノイズ点群と同様に「路面点群抽出」では、除去できず、他の手法を用いる必要がある。「路面点群」のアルゴリズムでは、車両ノイズなど、一部路面以外の高さを持つ点群の存在を許容している。そこで、このノイズ点群の対応は、車両ノイズ点群と合わせて「高さ付与」の処理で解決することとし、「高さ付与」で必要となる路面点群を「路面点群抽出」のアルゴリズムで生成できると考える。

(4)3次元道路中心線の検証

a)試作結果

道路基盤地図情報と点群座標データを開発したアルゴリズムに入力することで、自動生成された3次元道路中心線を図-11に示す。図は、「地物抽出」のアルゴリ

ズムが自動的かつ期待したとおりに地物を抽出しているか検証するために、生成された3次元道路中心線をXY平面に投影している。道路基盤地図情報の道路中心線と重ね合わせた結果、形状が一致していることを確認した。これにより、「地物抽出」のアルゴリズムが自動的かつ期待したとおりに地物を抽出したと判断できる。試作データと点群座標データの重畳を図-12に示す。試作した3次元道路中心線は、路面上の点群の高さが付与されているのを目視にて確認した。また、図-13に示すとおりに、一部の区間では、メディアンフィルタの参照する構成点数により異なる高さが付与されていた(区間B)。区間Bの点群座標データを図-14に示す。図に示すとおりに、区間Bでは、点群取得走行時に後方からのトラック2台による追い越しがあり、道路中心線上に車両ノイズ点群が存在する。区間Bの構成点の高さのグラフを図-15に示す。図には、同区間に車両ノイズ点群の存在しない取得時間帯が異なる点群座標データから生成(参照する構成点数は3点)した3次元道路中心線データの高さ(以下、「ノイズ無し」という。)とメディアンフィルタ未処理のデータを加えている。図に示すとおりに、連続しない高さの異常値は、メディアンフィルタの処理で除去されている。また、連続する高さの異常値は、参照する構成点数が大きいほど車両ノイズ点群の影響を受けていないことがわかる。参照する構成点数11点とノイズ無しの較差の最大値は4.25cm, 最小値は、-55cmであった。

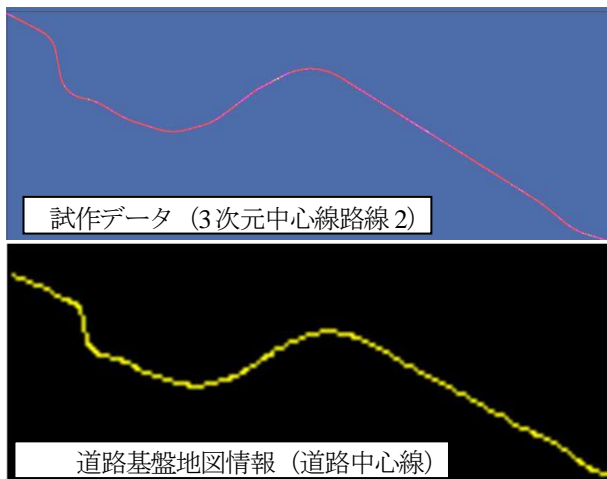


図-11 試作データと道路基盤地図情報との比較

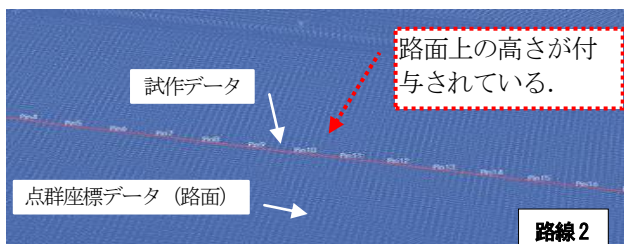


図-12 試作データと点群座標データとの重畳

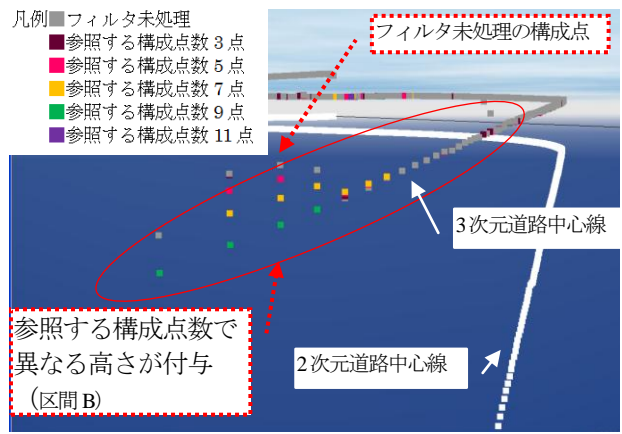


図-13 試作した3次元道路中心線(路線2)

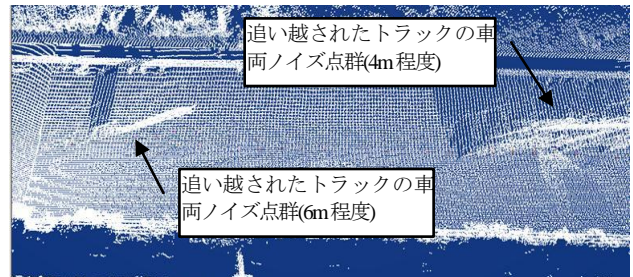


図-14 区間Bの点群座標データ

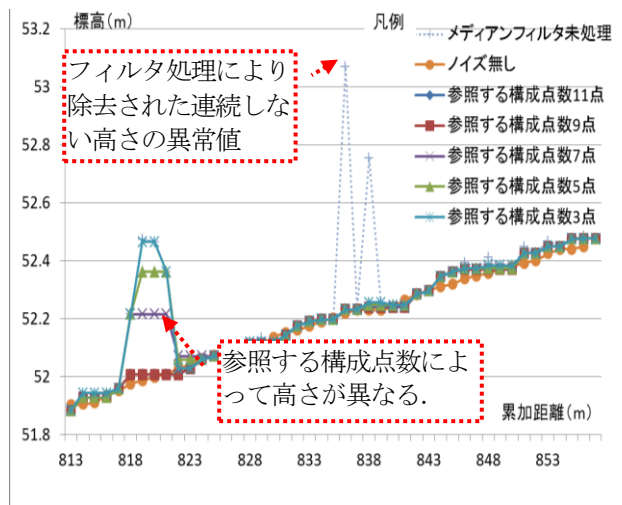


図-15 区間Bの構成点の高さのグラフ

b)考察

詳細に分析した区間Bは、なだらかな上り坂であり、メディアンフィルタの参照する構成点数が大きいほど、ノイズ無しの高さに近づくと考えられる。ノイズ無しと参照する構成点数11点との較差は、目標とする位置精度(水平位置の標準偏差0.70m-0.25m)よりも小さく、車両ノイズ点群の除去にメディアンフィルタが有効であることの見通しが得られた。様々なノイズを含む点群座標データや道路形状で検証を行い、データを蓄積することで、点群座標データに求められる品質や取得要件を明らかにすることが今後の課題である。



さらに、**図-15**に示す通り、車両ノイズ点群の影響がある地点では、ノイズ無しよりも高い値が付与されている。このため、上り車線と下り車線を往復して点群座標データを取得している場合には、点群座標データを区別して処理し、低い方の高さを付与することで、車両ノイズ点群の影響を除去できると考える。

## 5. あとがき

本研究では、道路構造の情報を持つ道路基盤地図情報と、道路空間の表面形状の情報を持つ点群座標データを組み合わせた車線単位の3次元道路NWの生成技術を考案した。また、道路基盤地図情報と点群座標データを開発したプロトタイプに入力することで3次元道路中心線を試作し、その有用性を検証した。結果として、「路面点群抽出」では、交通島周辺の路面以外の高さを持つ点群が除去できないという課題があるものの、道路基盤地図情報の地物と点群座標データを用いて、次工程の「高さ付与」で必要となる路面点群を生成できたことから、その有用性を確認できた。

また、「高さ付与」では、交通島などがなく、構成点のXY平面上の近傍に点群が存在すれば、3次元道路中心線を期待通りに生成できたことから、その有用性を確認できた。さらに、道路中心線を跨がる車両ノイズ点群の影響に対する解決策として、メディアンフィルタの一定の有用性を確認できた。

今後は、メディアンフィルタによる交通島周辺のノイズ点群の除去に関する検証や残りのアルゴリズム開発、生成技術の精度の検証および点群座標データに求められる品質や取得要件の整理を進めていく予定である。

**謝辞**：本研究の一部は、(独)科学技術振興機構の研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP; Adaptable and Seamless Technology Transfer Program through target-driven R&D) フィージビリティスタディ【FS】ステージ 探索タイプの成果である。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 一般財団法人日本デジタル道路地図協会：道路網の表現方法、<http://www.drm.jp/database/expression.html>、(入手2012.10.1)。
- 2) 国土技術政策総合研究所：AHS、[http://www.nilim.go.jp/japanese/its/0frame/under/02ahs/index\\_02\\_01.htm](http://www.nilim.go.jp/japanese/its/0frame/under/02ahs/index_02_01.htm)、(入手2012.10.1)。
- 3) 山田晴利、関本義秀、松林豊：CADおよび線形情報を用いた高速道路3次元線形の再現と検証、土木情報利用技術論文集F3, Vol.67, pp.133-141, 2012。
- 4) HONDA：intemavilinc PremiumClub 車線別情報、<http://www.honda.co.jp/intemavi/about/floating/lane/>、(入

- 手2012.10.1)。
- 5) ITS Japan：ITS Japan 次世代デジタル道路情報委員会 2010年度活動報告書, 2010。
- 6) 国土技術政策総合研究所：走りやすさマップのカーナビ等への活用に関する共同研究報告書, 国土技術政策総合研究所資料, No.576, 2010。
- 7) 伊東敏夫, 杉野泰三, 有吉正昭：高さ情報を利用した省エネルギーガイドランスの検討, 自動車技術会 学術講演会前刷集, No.48-10, pp.15-18, 2010。
- 8) 一般財団法人日本デジタル道路地図協会：高度 DRM データベース、<http://www.drm.jp/research/pdf/H22boshuQAKoseido.pdf>、(入手2012.6.25)。
- 9) 佐々木洋一, 今井龍一, 重高浩一, 土居原健, 檜林厚：異なる大縮尺道路地図の親和性に関する考察, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.21, CD-ROM, 2012。
- 10) 植村匠, 下徳 悟, 内村圭一, 胡振程：Digital Surface Modelを用いた3次元デジタル道路地図の構築, 電子情報通信学会技術研究報告ITS研究会, Vol.109, No.128, pp.25-29, 2009。
- 11) トウ利洪, 小野晋太郎, 影澤政隆：車載レーザセンサによる住宅地図の高精度三次元化手法, 電気学会研究会資料, Vol.TER-07, NO.42-53, pp.17-22, 2007。
- 12) 中川雅史, 柴崎亮介：TLS(Three Line Sensor)を用いた三次元建物データ構築手法の開発, 情報処理学会研究報告.CVIM, Vol.2004, No.6, pp.89-94, 2004。
- 13) 船戸智也, 佐田達典：モバイルマッピングシステムを用いた道路構造物データの抽出手法に関する研究, 応用測量論文集, Vol.23, p.68-79, 2012。
- 14) 増田明, 川中彰, 岩根和郎：車載カメラ画像からの道路平面の分離処理, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, NOD-11-60, pp.60, 2008。
- 15) 高野雅史, 石川貴一郎, 瀧口純一, 島嘉宏, 天野嘉春, 橋詰匠：モバイルマッピングシステムを用いた次世代デジタル道路地図作成システムに関する研究, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, pp.1A2-B21(1)-1A2-B21(2), 2009。
- 16) 国土交通省：道路基盤地図情報製品仕様書(案), 2008。
- 17) 一般財団法人日本デジタル道路地図協会：全国デジタル道路地図データベース標準第3.8版, 2009。
- 18) 日本工業規格：自動車カーナビゲーションシステム用地図データ格納フォーマット, JIS D0810, 2004。
- 19) 畑山満則, 土肥規男, 小田泰充：DRM標準フォーマット21を用いた道路地図データベースの管理, 土木情報利用技術論文集, Vol.12, pp.65-72, 2003。
- 20) 国土技術政策総合研究所：「道路基盤地図情報(試行提供版)」の試行提供、[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/road\\_gis\\_trial.htm](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/road_gis_trial.htm)、(入手2012.10.1)。
- 21) 国土技術政策総合研究所：道路工事完成図等作成要領, 国土技術政策総合研究所資料, No.493, 2008。
- 22) 今西暁, 石井康：新技術 MMSによる道路空間3次元計測と公共測量への適用について, 近畿地方整備局研究発表会, 新技術・新工法部門, No.17, 2010。
- 23) 今井龍一, 井星雄貴, 佐々木洋一, 岩切昭義, 今西暁久, 小山裕也：点群座標データを利用した3次元の道路中心線の整備手法, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.21, CD-ROM, 2012。

(2012. 10.19 受付)

## STUDY ON EFFECTIVE GENERATION METHOD OF ROAD NETWORK DATA OF EACH LANE

Kanya WATANABE, Ryuichi IMAI and Shigenori TANAKA

Road network data is often utilized in areas of traffic analysis and routing assistance services. In recent years, the development of more convenient services and higher levels of precise analysis are on the verge of being realized by advances in ITS and street lane level analysis of travel speed. In anticipation of this, Japan DRM association is proceeding with a re-collection of road network data of street junctions at the street lane level, in metropolitan areas. However since each update of road network data require manual charting and field survey work, the efficiency is desired.

In this study, we have conceived a semi-automatic method for generating three-dimensional road network data of each lane, with using the fundamental geospatial data of road and the point cloud data. In addition to this, we have verified the usefulness of developed method such as extraction algorithm of point cloud data of road surface, algorithm to grant height with live data.