

(45) ダイナミックマップを用いた 道路基盤地図情報への変換に関する考察

山田 実典¹・今井 龍一²・谷口 寿俊³

¹ 学生会員 東京都市大学大学院 工学研究科 都市工学専攻 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

E-mail: g1781712@tcu.ac.jp

² 正会員 東京都市大学准教授 工学部 都市工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

E-mail: imair@tcu.ac.jp

³ 正会員 九州大学大学院助教 工学研究院 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744)

E-mail: taniguchi@doc.kyushu-u.ac.jp

我が国では自動運転・安全運転支援システムの実現に向けて高精度 3 次元地図のダイナミックマップの開発が推進されている。ダイナミックマップは、実在地物および仮想地物の 34 種類で構成されている。これら地物は、用途や取得位置等の仕様は異なるが、道路基盤地図情報等の既存の道路地図でも定義されている。そのため、両者の相互変換が可能になると、鮮度・網羅性の確保が可能となるため、両者の相互補完に大きく寄与することが期待できる。

本研究は、地物・属性等を基にダイナミックマップおよび道路基盤地図情報の親和性を分析した。そして、親和性の高い 16 地物を対象に変換手法を考案し、有用性を検証した。

Key Words: Dynamic map, road map, affinity analysis, reciprocal conversion

1. はじめに

近年、我が国では自動運転・安全運転支援システムの開発・実用化等が推進している。その中で、自動運転・安全運転支援システムの実現に向け、静的情報・準静的情報・準動的情報・動的情報を組み込んだ高精度 3 次元地図（以下、「ダイナミックマップ」とする。）の開発が位置付けられている。ダイナミックマップ¹⁾は、非常駐車帯、スピードブレーカーおよび道路標識板等の 26 種類からなる「実在地物」と車線リンク、車道リンクおよび交差点領域等の 8 種類からなる「仮想地物」とで構成されている。これらの地物は、用途や取得位置および取得方法等の仕様は異なるが、道路基盤地図情報²⁾やデジタル道路地図³⁾の既存の道路地図でも既定義である。そのため、両者の相互変換が可能になると、地図の 3 要件である精度、鮮度および網羅性のうち鮮度および網羅性の確保が可能となるため、両者の相互補完に大きく寄与することが期待できる。しかし、ダイナミックマップと既存の道路地図との相互変換の観点から親和性は明らかにされていない⁴⁾。

本研究では、ダイナミックマップと道路基盤地図情報

との親和性を分析し、相互変換の可能性を実データを用いて検証することとした。本稿では、まず、ダイナミックマップと道路基盤地図情報との親和性を分析する。次に、親和性分析結果を基にダイナミックマップと道路基盤地図情報との相互変換手法を考案する。最後に、ダイナミックマップの実データを用いて考案手法の有用性を検証する。

2. ダイナミックマップと道路基盤地図情報との親和性の確認

本研究では、ダイナミックマップと道路基盤地図情報とのデータ構造における親和性を確認するため、両者の仕様書から形状、要素および属性等を比較しながら親和性を分析した。まず、道路地図を構成する形状、要素および属性を抽出した。次に、「道路基盤地図情報を用いたダイナミックマップの補完」および「ダイナミックマップを用いた道路基盤地図情報の補完」の双方の観点から親和性を分析した。さらに、親和性の高い地物に関しては、道路構造の表現を比較し、「直接補完できる地物

（○）」および「加工すると補完できる地物（△）」に分類した。

(1) ダイナミックマップと道路基盤地図情報の取得方法の確認

本節では、ダイナミックマップおよび道路基盤地図情報で構成される地物の取得方法を確認する。ダイナミックマップの既定義地物の取得方法を表-1、道路基盤地図情報の既定義地物の取得方法を表-2 に示す。表-1 および表-2 より、両者が構成する地物は面型、線型および点型の3種類の取得方法が基本となっており、大多数が面型による取得となっている。また、ダイナミックマップの電柱や道路基盤地図情報の斜面对策工等は複数の取得方法で構成されていることを確認できた。

(2) 道路基盤地図情報からダイナミックマップへの変換の可能性

本節では、道路基盤地図情報の地物を用いてダイナミックマップの地物に変換できるかを両者の仕様書に定義されている形状、要素および属性等を比較しながら分析・分類し、表-3 の結果を得た。表-3 より、道路基盤地図情報の基本地物（30 地物）のうち、横断歩道等の16 地物はダイナミックマップとの親和性が高いことを確認できた。また、親和性の高い地物に対して、重複する地物を含めると16 地物のうち、「直接補完できる地物」は距離標等の13 地物、「加工すると補完できる地物」は車道部等の4 地物であることを確認できた。地物の取得方法は、前節で示したように、3 種類（面型・線型・点型）存在する。加工すると補完できる地物（4 地物）においては、道路基盤地図情報は面型であるのに対して、ダイナミックマップは線型とその取得方法が異なるため、面型を線型に変換する必要がある。

(3) ダイナミックマップから道路基盤地図情報への変換の可能性

本節では、ダイナミックマップの地物を用いて道路基盤地図情報の地物に変換できるかを両者の仕様書に定義

表-1 ダイナミックマップの既定義地物の取得方法

取得方法	地物
面型	道路標示・踏切・軌道敷・駐車場領域・駐車マス領域・トンネル バス停留所・スピードブレイカー・シェッド・橋梁・アンダーパス
線型	路肩縁・区画線・駐車マス線・信号機・道路標識板
点型	キャッツアイ・デリニエーター・照明灯・電柱・距離標

表-2 道路基盤地図情報の既定義地物の取得方法

取得方法	地物
面型	車道部・車道交差部・踏切道・軌道敷・島・橋梁・法面（盛土等） 路面電車停留所・歩道部・自動車駐車場・自転車駐車場・橋脚 植栽・横断歩道・横断歩道橋・地下横断歩道・建築物・斜面对策工 擁壁・ボックスカルバート・シェッド・シェルター・トンネル
線型	道路中心線・管理区域界・区画線・停止線・斜面对策工
点型	測点・距離標・斜面对策工

されている形状、要素および属性等を比較しながら分析・分類し、表-4 の結果を得た。表-4 より、ダイナミックマップの実在地物（26 地物）のうち、デリニエーター等の16 地物は道路基盤地図情報との親和性が高いことを確認できた。また、親和性の高い地物に対して、重複する地物を含めると16 地物のうち、「直接補完できる地物」は軌道敷等の10 地物、「加工すると補完できる地物」はバス停留所等の5 地物であることを確認できた。加工すると補完できる地物（5 地物）は、前節と同様、地物の形状によってその取得方法が異なる。具体的には、点型から点型、線型から面型および線型から点型の変換が必要になる。点型から点型の変換が伴う地物（デリニエーター）のうち、高さの属性を保持している地物は、取得位置の規定も異なる（例：地物が設置されている地表面の高さ、地物そのものの高さ）ため、このことを踏まえた変換手法を考案する必要がある。

表-3 道路基盤地図情報の親和性分析結果

地物名	道路基盤地図情報 (30地物中16地物)	ダイナミックマップ	
		直接補完できる地物 ○	加工すると補完できる地物 △
道路基本地物	道路中心線	≒	-
	距離標	≒	距離標
道路面地物	車道部	≒	-
	車道交差部	≒	交差点領域
	踏切道	≒	踏切
	軌道敷	≒	軌道敷
	路面電車停留所	≒	道路標示
	歩道部	≒	-
	自動車駐車場	≒	駐車場領域
道路関連地物	区画線	≒	区画線
	停止線	≒	道路標示
	横断歩道	≒	道路標示
	ボックスカルバート	≒	アンダーパス
	シェッド	≒	シェッド
	橋梁	≒	橋梁
	トンネル	≒	トンネル

表-4 ダイナミックマップの親和性分析結果および分類結果

地物名	ダイナミックマップ (26地物中16地物)	道路基盤地図情報	
		直接補完できる地物 ○	加工すると補完できる地物 △
道路基本地物	路肩縁	≒	-
	道路標示	≒	-
	区画線	≒	路面標示・区画線
	踏切	≒	踏切道
	軌道敷	≒	軌道敷
	駐車場領域	≒	自動車駐車場
	バス停留所	≒	-
道路関連地物	デリニエーター	≒	-
	照明灯	≒	照明施設
	電柱	≒	-
	距離標	≒	距離標
道路支持地物	トンネル	≒	トンネル
	シェッド	≒	シェッド
	橋梁	≒	橋梁
	アンダーパス	≒	ボックスカルバート

3. 変換手法の考案

本研究では、前章の親和性分析結果を基に、「加工すると補完できる地物」を対象とし、「ダイナミックマップを道路基盤地図情報に変換」、「道路基盤地図情報をダイナミックマップに変換」の相互変換手法を考案した。

(1) 道路基盤地図情報からダイナミックマップへの変換手法の考案

本節では、親和性の分析結果より確認できた車道部の変換手法を報告する。図-1 は車道部の変換イメージを示しており、以下の過程にて路肩縁に変換する。

STEP1 道路基盤地図情報の車道部を面として取得する。

STEP2 面型で取得している道路基盤地図情報の車道部の外周線を取得する。

STEP3 外周線のうち、車道中央線と並行である線をダイナミックマップの路肩縁として抽出する。

以上の手順より、道路基盤地図情報の車道部をダイナミックマップの路肩縁に変換ができると考える。

(2) ダイナミックマップから道路基盤地図情報への変換手法の考案

本節では、親和性の分析結果より確認できた路肩縁、道路標示および電柱の変換手法を報告する。図-2A) は路肩縁、図-2B) は道路標示および図-3 は電柱の変換イメージを示しており、以下の過程にて各地物に変換する。

a) 路肩縁 (図-2A) 参照)

STEP1 ダイナミックマップの路肩縁を線で取得する。

STEP2 取得した路肩縁に囲まれた範囲を面に変換する。また、路肩縁と道路縁に囲まれた範囲を面に変換する。しかし、道路縁は仕様書に定義されていないため、便宜上、本研究では定義した。

STEP3 変換した面の区間を車道部および歩道部として抽出する。

以上の手順より、ダイナミックマップの路肩縁から道路基盤地図情報の車道部および歩道部への変換が可能だと考える。

b) 道路標示 (図-2B) 参照)

STEP1 ダイナミックマップの道路標示を囲む領域を面で取得する。

STEP2 取得した道路標示の外周線を取得する。

STEP3 取得した外周線の矩形に対角線を引いて交点の位置を取得する。

STEP4 交点の位置を道路基盤地図情報の路面標示として抽出する。

以上の手順より、ダイナミックマップの道路標示から道路基盤地図情報の路面標示への変換が可能だと考える。

c) 電柱 (図-3 参照)

STEP1 ダイナミックマップの電柱を点で取得する。

STEP2 道路基盤地図情報の柱は 3 種類 (路側式・片持式・門型式) で構成されている。路側式および片持式は点での取得であるため「直接補完できる地物」と判定する。門型式は線での取得であるため「加工すると補完できる地物」として判定し、STEP3 へ進む。

STEP3 ダイナミックマップの電柱では、取得位置および取得方法が路側に設置された電柱の接地の中心位置を点で取得している。そのため、取得可能な点の座標同士を結合することで道路基盤地図情報の柱として抽出する。

以上の手順より、ダイナミックマップの電柱から道路基盤地図情報の柱への変換が可能だと考える。

4. 検証実験

考案した相互変換手法の有用性として、本稿は、ダイナミックマップから道路基盤地図情報への変換手法の有用性の検証結果を報告する。検証には、ダイナミックマップの実データおよび道路基盤地図情報の仕様書を使用した。

(1) 検証方法

ダイナミックマップから道路基盤地図情報への変換

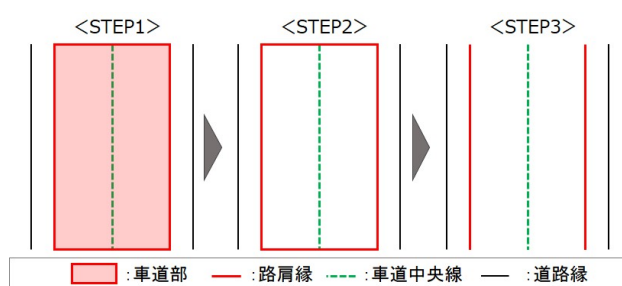


図-1 車道部から路肩縁への変換イメージ

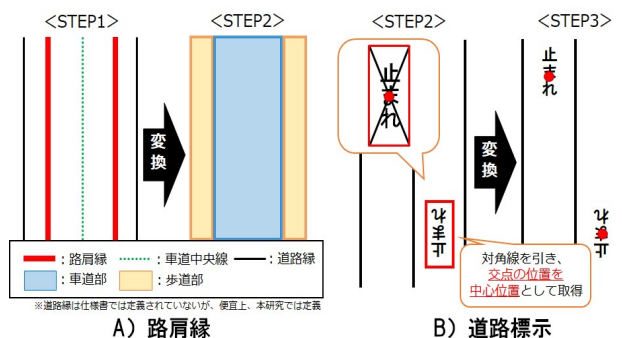


図-2 路肩縁から車道・歩道部および道路標示の変換イメージ

手法の検証方法として、まず、Googlemap（航空写真）とダイナミックマップとの地物を目視で確認し、地物の種類を特定する。次に、ダイナミックマップの実データに考案した変換手法を適用する。最後に、変換後のデータが道路基盤地図情報の仕様書で示されているデータ構造と一致しているかを確認することで、考案手法の有用性を検証する。

(2) 検証結果

本節では、考案した相互変換手法のうち、ダイナミックマップの車道部および歩道部（図-4 参照）、ダイナミックマップの路面標示（図-5 参照）を用いた道路基盤地図情報への検証結果を報告する。図-4 に示すように、ダイナミックマップの路肩縁および道路縁から両方で囲まれている範囲を道路基盤地図情報の車道部および歩道部として導出できていることを確認した。

図-5 では、まず、ダイナミックマップの実データとGooglemap（航空写真）とを照合して道路標示の箇所の有無を確認し、道路標示に該当する地物を抽出した。そして、抽出地物の矩形から対角線の交点上の座標値を算出すると、道路基盤地図情報における道路標示の表現と同等のデータ構造をダイナミックマップから導出できることを確認した。道路基盤地図情報の路面標示には、横

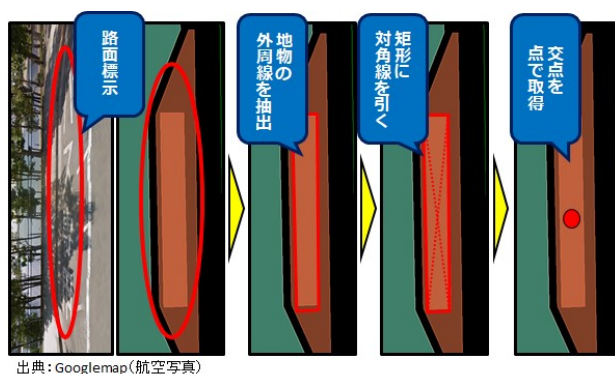


図-5 ダイナミックマップの路面標示の検証結果

断歩道や規制標示等が存在するが、本手法は、対象の矩形領域を正しく抽出できれば形状が異なる路面標示にも適用できると考えられる。

本検証では、ダイナミックマップを道路基盤地図情報へ変換した地物から道路基盤地図情報上の仕様書に記載されているデータ構造と一致する設置位置や範囲等を確認することができた。以上から、考案手法は有用であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、ダイナミックマップと道路基盤地図情報との相互変換の親和性を分析した。その結果、親和性の高い 16 地物が抽出された。両者の地図を対象にした相互変換手法を考案し、その有用性を検証した。その結果、ダイナミックマップと道路基盤地図情報との相互変換の実現可能性の示唆を得ることができた。

今後は、親和性の高い 16 地物の相互変換プログラムの開発を進める予定である。

謝辞：本研究は、アジア航測株式会社の松井晋氏、石井邦宙氏には親和性分析に関する貴重なご意見を賜った。さらに、内閣府よりダイナミックマップの資料提供を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) ダイナミックマップ構築検討コンソーシアム：自動運転システム向け地図データ仕様への提案（案）Ver.1.1, 2018.
- 2) 国土交通省：道路基盤地図情報製品仕様書（案），2008.
- 3) 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，2016.
- 4) 佐々木他：異なる大縮尺道路地図の親和性に関する考察，第 21 回地理情報システム学会学術研究発表大会講演論文集，地理情報システム学会，Vol.21, 2012.

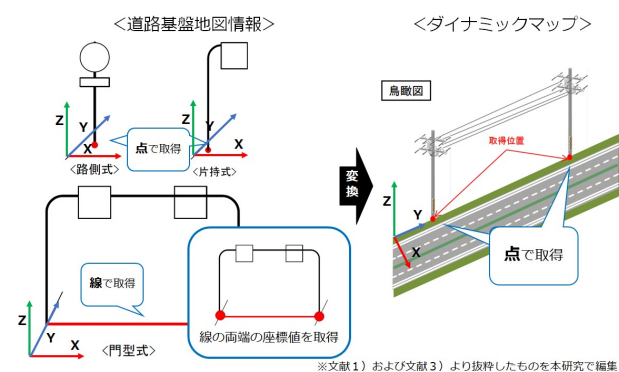


図-3 電柱の変換イメージ

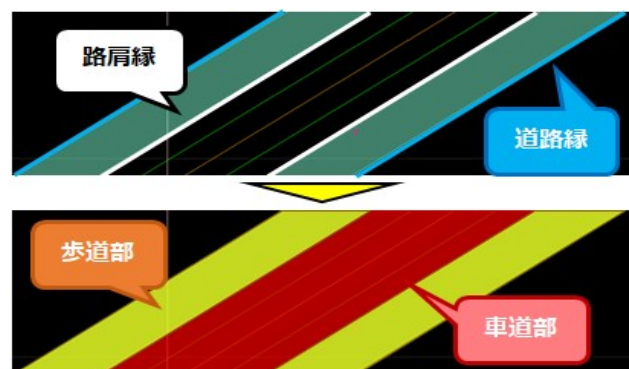


図-4 ダイナミックマップの車道部および歩道部の検証結果