

I-10 道路工事完成図書を用いた空間データ基盤の更新に関する研究

Updating Spatial Data Infrastructure Using Road Construction Completion Reports

三上 市藏¹ 窪田 諭² 中村 修策³ 田中 孝幸⁴
 Ichizou MIKAMI Satoshi KUBOTA Shusaku NAKAMURA Takayuki TANAKA

【抄録】 国土地理院では、電子国土の基盤である空間データ基盤を整備している。しかし、現在の更新頻度では工事などにより変化する地物形状を取得できず、最新の情報を必要とする行政業務において空間データ基盤を利用できない。重要な社会基盤である道路では、工事完了後に工事完成図書が納品される。このデータを活用すれば、空間データ基盤の道路地物を更新できると考えられる。

本研究では、空間データ基盤の道路地物の更新の仕組みを提示した。まず、道路工事完成図書の測量成果を空間データ基盤の更新に利用できるように標準化した。そして、標準化した道路工事完成図書を用いた空間データ基盤の更新の手法を作成した。

【Abstract】 The Spatial Data Infrastructure is constructed by Geographical Survey Institute. However, the data can't be used for the administrative works under the present update frequency, because the transfiguration of feature as the result of the constructions isn't represented. The construction completion report is submitted after completion of road construction. The report can support the update of the Spatial Data Infrastructure. In this study, a method for updating the Spatial Data Infrastructure by using the report was presented.

【キーワード】 空間データ基盤, データ更新, 道路, 電子国土, GIS

【Keywords】 Spatial Data Infrastructure, Update, Road, Digital Earth, GIS

1. まえがき

国土に関する情報 GIS を用いて電子的に統合し、現在・過去の三次元仮想時空間内のデジタル情報として再現するとともに、国民がインターネットを通じて自由にその情報を利用できる環境の構築を目指した「電子国土」¹⁾が構想され、その実現に向けた施策²⁾が進められている。その一つとして、電子国土の基盤となる空間データ基盤の整備が進められている。空間データ基盤は、国土の骨格を成す道路・河川・行政界などの主要な社会基盤の空間データによって構成される。この空間データ基盤を行政業務において共用すること

により、各行政業務における測量の重複を省くことができ、測量コストを削減できる。

空間データ基盤を整備するために、GIS 関係省庁連絡会議では、国土空間データ基盤標準および整備計画³⁾を策定し、その実施計画である GIS アクションプログラム 2002-2005⁴⁾の中で、国土地理院が空間データ基盤として数値地図 2500 および数値地図 25000 を整備すると定められている。数値地図 2500 は、都市計画区域に対する縮尺 1/2,500 地形図と同等の空間解像度をもつデジタル地形データである。また、数値地図 25000 は、全国を網羅した縮尺 1/25,000 地形図と同等の空

-
- | | |
|--|----------------------------|
| 1 フェロー 工博 関西大学工学部都市環境工学科 教授
(E-mail:gfh00126@nifty.com) | (〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35) |
| 2 正会員 工修 (株) オージス総研 コンサルティング部 | (〒550-0023 西区千代崎 3 南 2-37) |
| 3 正会員 工修 パシフィックコンサルタンツ (株) | (〒206-8550 多摩市関戸 1-7-5) |
| 4 学生会員 関西大学大学院土木工学専攻博士課程前期課程 | (〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35) |

間解像度をもつデジタル地形データである。空間データ基盤の更新頻度については、数値地図 2500 は定期的更新、数値地図 25000 は年次更新と定められている。

ここで、最も重要な社会基盤である道路に着目すると、上記の空間データ基盤の更新頻度では、工事により変化する地物形状をリアルタイムに取得できない。そのため、最新の情報を必要とする行政業務において空間データ基盤を利用できず、各行政主体は基盤データを道路 GIS⁵⁾や統合型 GIS⁶⁾のように空間データ基盤とは別の応用スキーマ形式で整備している。これは空間データ基盤の整備・更新とその他の行政業務で測量が重複しており、空間データ基盤が電子国土の基盤としての役割を十分に果たしていないことを示している。そのため、空間データ基盤の道路地物が常に最新の情報を保持できるようにする必要がある。

そこで、本研究では、空間データ基盤を電子国土の基盤として利用できるようにするために、空間データ基盤の効率的な更新の仕組みを提示する。

2. 道路地物の更新手法の構想

現実国土の道路地物は道路工事によって形状が変更される。道路工事では、工事完了時に工事完成図書が納品される。この図書に含まれるデータを活用すれば、空間データ基盤をリアルタイムに更新できると考えられる。図-1 に現状の道路工事完成図書に関する業務を UML を用いて分析したものを示す。現状の業務では、道路工事完成図書は納品後に再利用されおらず、空間データ基盤の更新だけでなく道路台帳の整備のためにも新たに測量が行われている。そこで、本研究では、道路工事完

成図書を再利用することによって空間データ基盤を更新する仕組みを提案する。

しかし、現状の道路工事完成図書は、支払い工事費を算出するための資料であり、測量成果に関する規定がないため、道路工事によって変化した道路形状を必ずしも正確に表しておらず、そのままでは空間データ基盤の更新に利用できないという問題がある。

そのため、道路工事完成図書が空間データ基盤の更新に利用できる品質を満足するように、その測量成果を規定する。測量に関連する規定を考えるにあたっては、仕様規定と性能規定の二つのア

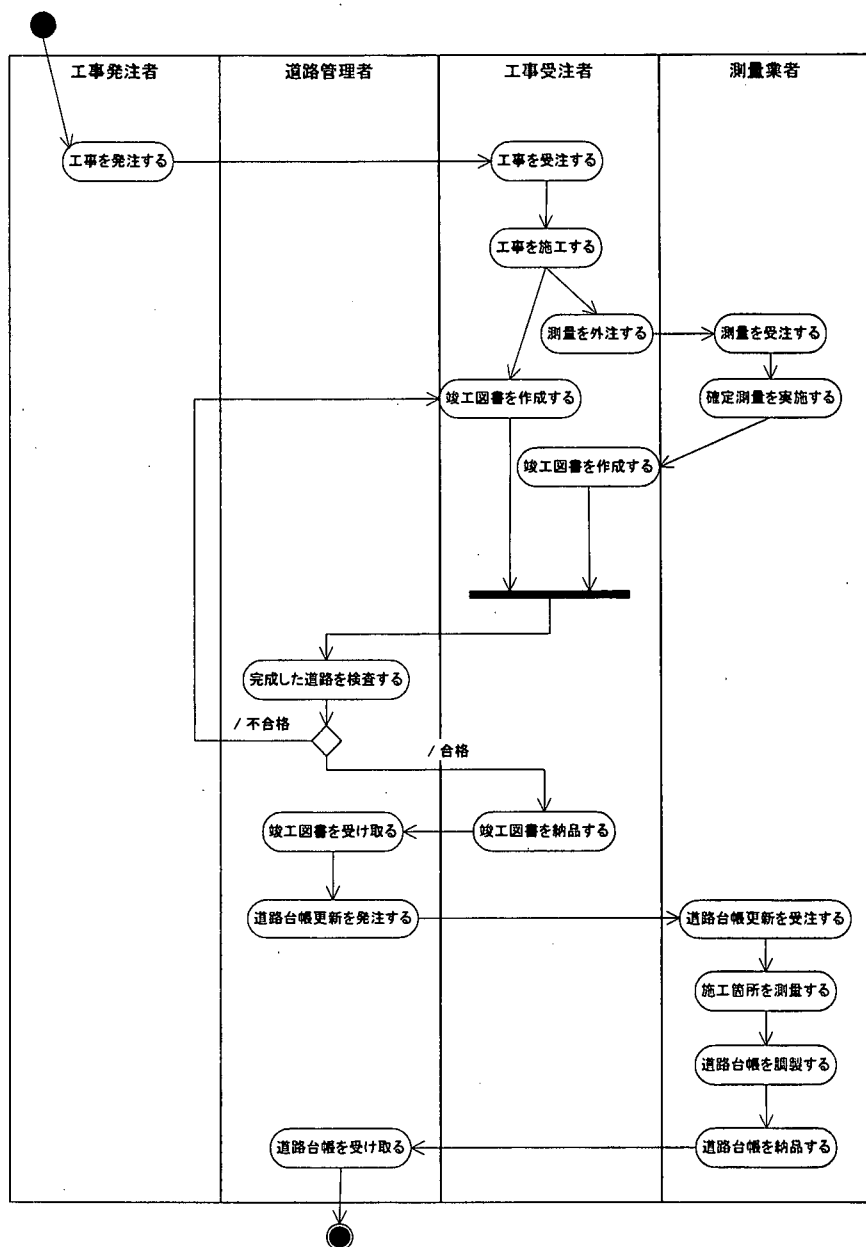


図-1 現状の道路工事完成図書に関する業務フロー

ブローチがある。仕様規定は従来から行われている測量規定で、作業方法・測量機器・取得する地物などが詳細に規定されているが、先端測量技術の活用が困難であるという欠点を持つ。一方、性能規定によれば、発注者が要求する品質の成果品を提出できれば、受注者が作業方法を決定できるので、先端測量技術の活用により測量コストを縮減することが可能である。したがって、不要な測量コストの縮減のために、本研究では測量に関する規定に性能規定を採用する。そして、上記の規定に則って作成された道路工事完成図書を用いた空間データ基盤の道路地物の更新手法を提案する。更新手法については、行政間での測量の重複を生じさせないために、空間データ基盤の管理者の再定義を行い、本研究の規定に則って作成される道路工事完成図書を用いた空間データ基盤の更新フローを作成する。

3. 道路工事完成図書における測量成果の規定

3.1 道路工事完成データの定義

本章では、道路工事完成図書を空間データ基盤の更新に利用できるように、道路工事完成データとして規定する。道路工事完成データは、従来の道路工事完成図書⁷⁾に本研究において定義する測量成果を追加したものである。測量成果は、空間データ基盤の更新および道路台帳の整備に再利用されるため、空間データ基盤の整備に必要な地物および道路管理者が現況平面図として管理すべき地物の絶対座標を持つこととする。

前章の構想に基づく性能規定を実現するために、国際標準規格 ISO/DIS19106 (Profile: プロファイル) に準拠した地理情報標準⁸⁾の「製品仕様書」を採用して測量成果を規定する。製品仕様書は、空間データを作成あるいは交換する際、その基準となる論議領域を定義する上で、製品仕様書に記載されるべき必要最低限の項目を規定したものである。本研究では、この項目に沿って、空間データ基盤の更新に必要な測量成果を明らかにする。

工事発注者は、本研究の規定に従って製品仕様書を作成すれば、成果品である道路工事完成データの品質を空間データ基盤の更新に必要なものと

して保証できる。

3.2 取得する地物

取得する地物は、道路法⁹⁾および道路構造令¹⁰⁾によって道路管理者に管理が義務付けられている道路地物とする。道路法では、道路の維持管理に必要な道路台帳付図には縮尺 1/1,000 が要求されるため、道路地物は、国土交通省が定めている公共測量作業規程¹¹⁾(以下、公共測量作業規程)の縮尺 1/1,000 のデジタルマッピング(DM)取得分類基準を参照して、点・線・面で表現するものとする。

(1) 点として取得する地物

公共測量作業規程において地図情報レベル 1000 における「点」として示されている地物である並木、街灯、交通標識、道路元標を「点」として取得する。

(2) 線として取得する地物

公共測量作業規程において地図情報レベル 1000 における「線」として示されている地物である道路境界線、駒止め、ガードレール、共同溝を「線」として取得する。

(3) 面として取得する地物

地理情報標準では地物形状を「面」として表現する概念が存在するが、公共測量作業規程のデジタルマッピング取得分類基準では「面」として表現する概念は存在しない。地物の外周を線として取得する場合を考えると、「面」として取得しても取得項目は変化せず地物領域を表現することが可能となり、領域内と領域外の判別を省くことができる。そのため、外周を取得する項目に関しては、位置形状を「面」として取得する。

本研究では、道路情報提供施設、車両監視装置、気象観測装置、緊急連絡装置、材料置き場、中央帯、交通島、側溝、路肩、停車帯、植樹帯、駐車場、トンネル、道路橋を面として取得する。

3.3 応用スキーマ

製品仕様書には、応用スキーマによって地物とその関連を表現することが定められている。応用スキーマは、空間スキーマ・時間スキーマ・地理識別子による空間参照およびメタデータにおける

データ品質要素情報を参照し、UML を用いてデータの集合毎の空間データの構造を記述する。

本節では、地理情報標準⁹⁾の応用スキーマのための規則に従って道路工事完成データの応用スキーマを作成する。幾何形状表現は、前節で定めた地物に対して、点は GM_Point、線は GM_Curve、面は GM_Surface で表す。作成した応用スキーマの一部を図-2 に示す。最上位のクラスである道路地物 (Road) が道路本体 (MainBody)・道路橋 (HighwayBridge)・トンネル (Tunnel)・道路付属物 (Attachment) の各クラスを持ち、さらに道路本体は車道 (CarriageWay)・歩行者専用道路 (PedestrianPath)・自転車専用道路 (BicyclePath)・歩行者自転車専用道路 (PedestrianAndBicyclePath) の各クラスを持っていることを示している。これらの地物はそれぞれ

幾何形状を表す属性データと管理のための時間を表す属性データ (TM_Instance) を有しており、幾何形状に関しては、地物を構成する最小の単位である測点 (PointOfSurvey) から構成されている。時間に関しては、地物それぞれが供用開始時間 (StartTime) と供用終了時間 (EndTime) を有している。

3.4 符号化仕様

道路工事の受発注者および空間データ基盤の利用者が応用スキーマに準拠した空間データを交換・共用するためには、空間データの標準化が必須である。本研究では、国際標準規格としてデータの永続性が保証されている XML (Extensible Markup Language) で記述されたデータを採用する。そして、地理情報標準の応用スキーマを

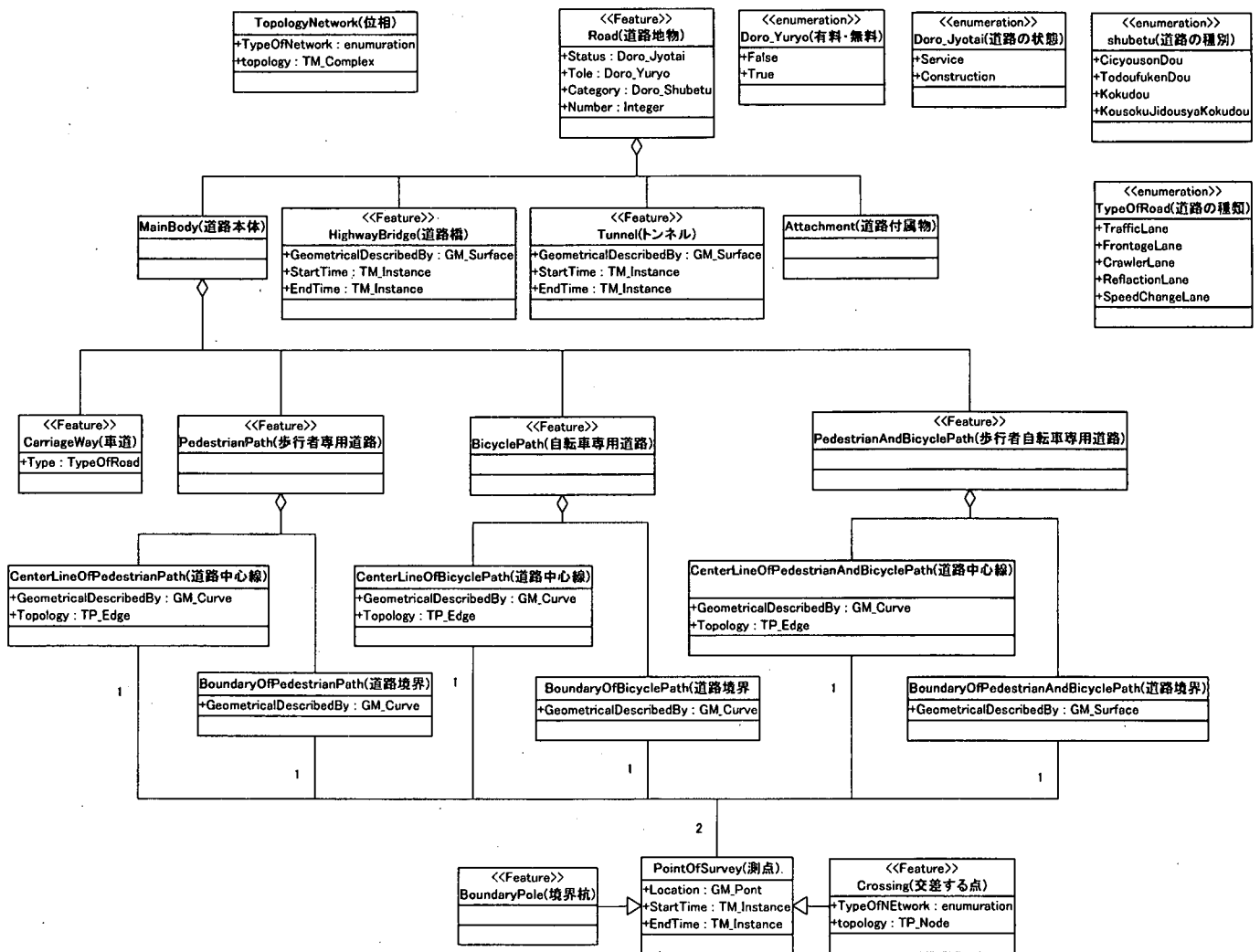


図-2 道路工事完成データの応用スキーマ (一部)

XML に変換するための規則「符号化の規則」に基づき、第 3.3 節で作成した応用スキーマを XML で符号化する。図-3 に本研究で作成した XML スキーマの一部を示す。

3.5 品質要求

地理情報標準では、製品仕様書に従って作成された空間データが製品仕様書に適合している度合を定義するために、品質原理の中で品質情報の報告内容を規定している。ここでは、空間データの品質要素を完全性、論理一貫性、位置正確度、時間正確度、主題正確度に分類している。さらに、各品質要素は、品質の内容によりデータ品質副要素に細分化されている。以下に、道路工事完成データの品質要求を地理情報標準⁸⁾の規定に従い定義する。

(1) 完全性

地物、属性、地物間関係の存否について定義する。

(a) 過剰

作成された道路工事完成データの中の過剰データの割合を決める。道路工事完成データは、空間データ基盤の更新に利用されるため、道路地物を正確に反映している必要があり、地物の過剰は許されない。そのため、過剰の誤率を 0% と定める。

(b) 漏れ

作成された道路工事完成データからの欠落データの割合を決める。過剰と同様に、漏れの誤率を 0% と定める。

(2) 論理一貫性

データの構造、属性および関係に関する論理的規則の忠実度を定義する。

(a) 概念一貫性

作成された道路工事完成データが応用スキーマに従っている割合を定める。道路工事完成データは空間データ基盤の更新に利用されるため、道路工事完成データは応用スキーマに則している必要がある。

XML が XMLSchema に準拠しているかどうか検証する XML パーサを用いれば、応用スキーマ

```

.....
<xs:include schemaLocation="ISO19107.xsd"/>
<xs:element name="CompletionOfConstruction">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Road" type="Road"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:complexType name="Road">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Status">
      <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="Service"/>
          <xs:enumeration value="Construction"/>
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
    <xs:element name="Tole" type="xs:boolean"/>
    <xs:element name="Number" type="xs:integer"/>
    <xs:element name="MainBody" type="MainBody"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
.....

```

図-3 道路工事完成データの XMLSchema(一部)

への忠実度の確認および修正が容易にできるため、概念一貫性の誤率を 0% と定める。

(b) 定義域一貫性

定義域に対する値の正確さを表す。概念一貫性と同様に、定義域一貫性の誤率を 0% と定める。

(c) フォーマット一貫性

道路工事完成データの構造の構造規則への忠実さを表す。概念一貫性と同様に、フォーマット一貫性の誤率を 0% と定める。

(d) 位相一貫性

成果品のデータセットの位相特性の正確さを表す。道路工事完成データは空間データ基盤の更新に利用され、空間データ基盤内の地物の位相と接合されるため、位相の誤差は許されない。そのため、位相一貫性の誤率を 0% と定める。

(3) 位置正確度

地物の位置の正確度を定める。本研究では、道路工事完成データとして提出される測量成果を対象とするため、グリッドデータ外部正確度および内部正確度は定めない。外部正確度については、報告された座標値が真と見なされる値に近接する度合いを表す。行政情報として道路工事完成データを再利用する場合、それには、道路法で定められている道路台帳付図と同等の縮尺 1/1000 以上の

精度が求められる。本研究では、公共測量作業規程¹²⁾に従って、平均値±70cm 以内の誤差が68.27%以内、平均値±140cm 以内の誤差が95.45%以内であることと定義する。

(4) 時間正確度

地物の時間属性と時間関係の正確度を定める。時間測定正確度は、項目の時間参照の正確性を表す。道路工事完成データは、空間データ基盤の更新に利用されるため、更新の際の指標となる時間には誤差は許されない。そのため、時間測定正確度の誤率を0%と定める。

(5) 主題正確度

非定量的属性の正確性、地物の分類と地物間関係の正確性を定める。分類の正確性は、地物または属性に割り当てられたクラスの論議領域との比較を表す。道路工事完成データは、空間データ基盤の更新に利用されるため、地物の分類に誤りがあるてはならない。そのため、主題正確度の各項目に関して誤差を0%と定める。

3.6 参照系

道路工事完成データは世界測地系に基づく平面直角座標系で作成されるものとする。世界測地系では、IG(International Association of Geodesy)とIUGG(International Union of Geodesy and Geophysics)によって採択された擬似地球モデルである楕円体(GRS80)を採用しており、IERS が構築している三次元直交座標系であるITRF 座標系を採用している。本研究では、これらの楕円体および座標系を採用する。また、垂直の基準点を東京湾平均海面として、垂直の原点を日本水準原点とする。経緯度に関しては、赤道および本初子午線グリニッジ経度を基準とする。

4. 空間データ基盤の更新手法の提案

本章では、前章での規定に則って作成された道路工事完成データを用いた空間データ基盤の更新手法を提案する。まず、空間データ基盤の管理者を定義する。次に、道路工事完成データを用いた空間データ基盤の更新フローを提案する。

4.1 空間データ基盤の管理者の定義

電子国土は位置情報を介して多くの行政情報と民間の情報の統合を図るものであるため、基盤となる空間データ基盤は、道路 GIS や統合型 GIS などの行政主体が整備している GIS と整合を図り、それらを統合するものであるべきである。

現在、測量法によって策定が義務付けられている長期計画によって国土地理院による空間データ基盤の管理が義務付けられている。本研究でも同様に、基準点や地形データなど根幹となるデータを管理する国土地理院が空間データ基盤を管理・運用するものとする。ただし、現在の国土地理院が独自に空間データ基盤を常に最新の状態に更新することは、対象地物数と財政状況を鑑みると不可能であると考えられる。そこで、国土地理院は自ら空間データ基盤の各地物のデータを取得して更新するのではなく、空間データ基盤の各地物を現実国土において管理する行政主体に常に最新の地物のデータを国土地理院に提出するよう義務付け、提出されたデータを用いて空間データ基盤を更新することとする。

その際、国土地理院は更新による空間データ基盤の各地物間の整合性にのみ責任を持ち、現実における法律上の地物の管理者が、保有を義務付けられている地物の品質に責任を持つこととする。

4.2 空間データ基盤の更新フロー

道路工事完成データを用いた空間データ基盤の更新フローとして図-4 を提案する。工事発注者は道路工事を発注する際に、成果品である道路工事完成データの品質要求を規定する製品仕様書を作成する。工事受注者は工事箇所の確定測量を行い、製品仕様書に従って工事による地形の変更を反映した道路工事完成データを作成する。工事発注者は道路工事完成データの受領時に工事受注者が定められた適切な品質評価を実施したかを検査する。検査後、工事発注者は検査済みの道路工事完成データを道路管理者に移管するとともに国土地理院に提出する。国土地理院は提出された道路工事完成データを用いて空間データ基盤を更新する。

本研究のフローでは、道路工事完成図書は道路

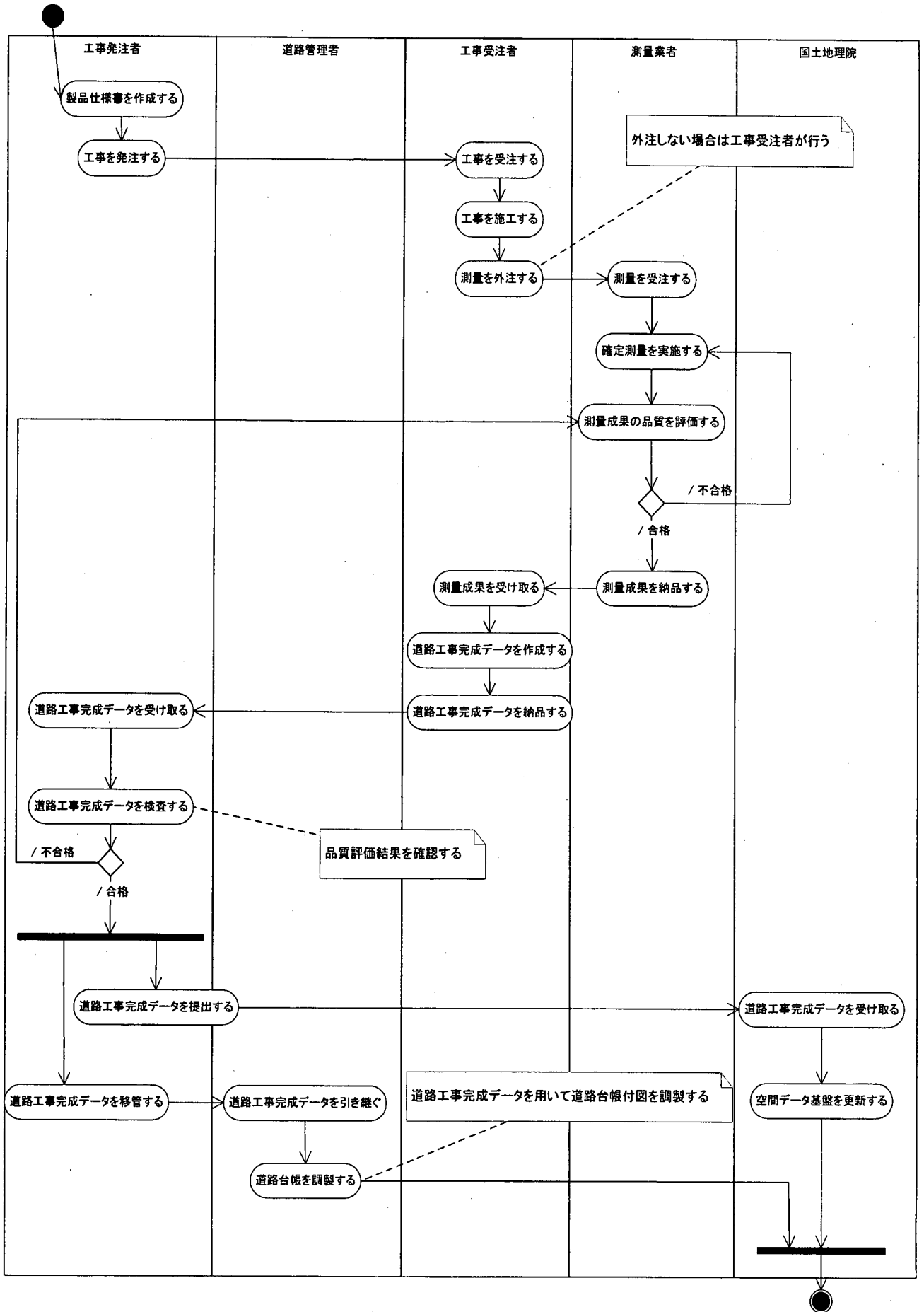


図-4 空間データ基盤の更新フロー

工事完成データとして空間データ基盤の更新および道路台帳の整備に再利用される。そのため、空間データ基盤の更新のための測量と道路台帳の更新のための測量を省くことができ効率的である。また、工事発注者に国土地理院への道路工事完成データの提出を義務付けることにより、現実国土における道路の形状の変化が常に空間データ基盤へと反映される。

5. あとがき

道路を対象とすると、現状の空間データ基盤の更新頻度では、工事などにより変化する道路地物の形状を空間データ基盤にリアルタイムに反映できないので、最新の情報を必要とする様々な行政業務で空間データ基盤が利用できない。そのため、空間データ基盤の道路地物が常に最新の状態に更新されている必要がある。

本研究では、道路工事によって変化した地物形状をリアルタイムに空間データ基盤へと反映させる手法を提案した。まず、空間データ基盤の更新に利用できる品質を満足するように、道路工事完成図書の測量成果の品質要求を規定し、製品仕様書の規定を作成した。次に、上記で規定した製品仕様書に従って作成された道路工事完成データを用いた空間データ基盤の更新のフローを提案した。

今後は、今回作成した更新フローを用いて実際に空間データ基盤の更新を行い、更新手法の妥当性を検証するとともに、道路地物だけでなく行政で扱う地物全体を視野に入れ、道路 GIS や統合型 GIS と空間データ基盤を整合させ、広く行政業務全体の効率化と高度化を図る。

参考文献

- 1) 村上真幸：電子国土構想とは、JACIC 情報、日本建設情報総合センター、Vol.16, No.3, pp.22-26, 2001.10.
- 2) 国土地理院政策懇談会：21世紀の基本測量 ～電子国土の実現に向けて～、国土地理院政策懇談会報告書、2000.12.
- 3) GIS 関係省庁連絡会議：国土空間データ基盤の整備および GIS の普及促進に向けての長期計画、1996.12.
- 4) GIS 関係省庁連絡会議：GIS アクションプログラム 2002-2005, 2002.2.
- 5) 柳澤茂樹, 鈴木弘之, 弘嶋浩二, 岩切昭義：道路 GIS の検討, 第 4 回 建設情報研究会研究発表会資料集, 日本建設情報総合センター, pp.21-34, 2002.11.
- 6) 総務省自治行政局地域情報政策室：統合型の地理情報システムに関する全体指針, 2001.7.
- 7) 国土交通省：工事完成図書の電子納品要領案, 2001.8.
- 8) 地理情報標準推進委員会：地理情報標準 第 2 版, 国土地理院, 2002.9.
- 9) 道路法令研究会：道路法解説 改訂 3 版, 大成出版社, 2002.9.
- 10) 日本道路協会交通工学委員会道路構造規格小委員会：道路構造令の解説と運用, 日本道路協会, 1983.2.
- 11) 国土交通省大臣官房技術調査課：国土交通省公共測量作業規程, 日本測量協会, 2002.4.