

I-7 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

Management of Digital Road Map Database based on DRM Standard Format 21

畑山 満則¹

Michinori Hatayama

土肥 規男²

Tadao Dohi

小田 泰充²

Yasumitsu Oda

【抄録】 (財)日本デジタル道路地図協会(DRM)では、全国デジタル道路地図データベース標準制定 10 年を機に、今後のデータの更新及び利用を見据えて、「汎用性」と「拡張性」を兼ね備えた新標準「DRM 標準フォーマット 21」を 2001 年にまとめた。本報告では、まず、DRM 標準フォーマット 21 のコンセプトについてまとめる。特に地理情報の時空間管理に関して、データ構造と管理手法の点からの考察を行う。最後に全国デジタル道路地図データベース作成における「データの鮮度向上」の取り組みについて説明し、現在行われつつある DRM 標準フォーマット 21 を用いたデータ作成と管理についての検討を行う。

【Abstract】 Japan Digital Road Map Association (JDRMA) has made the new standard of digital road map database since 1998. One of the main purposes of new standard is to manage the database using spatial temporal information and construct the systems that can input the near future data and supply the latest data efficiently. In this paper, we discuss the way to manage the near future data using the update archive data and spatial temporal differential data.

【キーワード】 デジタル道路地図データベース、時空間情報、更新履歴データ、時空間差分データ、国際標準化機構、KIWI+フォーマット、公開型実行形式フォーマット、時間スキーマ

【Keywords】 Digital Road Map Database, Spatial Temporal Information, Update Archive Data, Spatial Temporal Differential Data, ISO, KIWI+ Format, Simple Topology & Spatial Temporal - Open Database Schema (ST2-ODS), Temporal Schema

1. はじめに

(財)日本デジタル道路地図協会(DRM: Japan Digital Road Map Association)は、道路網及び道路地図に関する数値情報(デジタル道路地図)の作成、更新における調査研究を目的として 1988 年に設立された。DRM が作成、更新し、提供している全国デジタル道路地図データベースは、多くのカーナビゲーション関連企業でカーナビゲーション用デジタル地図データの基盤として利用されており、近年、ITS の基盤技術としても注目

を浴びている VICS(Vehicle Information and Communication Systems:道路交通情報通信システム)や ETC(Electronic Toll Collection System:有料道路自動料金収受システム)の位置情報もこのデータベース上に整備されている。DRM では、全国デジタル道路地図データベース標準制定 10 年を機に、今後のデータの更新及び利用を見据えて、新たな道路地図データベース標準を改定すべく準備を始めた。1998 年に DRM 標準研究会を設置し、過去 10 年間の地図データベースの作成・更新及びユーザの利用実績をふまえた検討の結

-
- 1 : 京都大学 防災研究所 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄
Tel:+81-774-38-4333 FAX:+81-774-38-4044 Email:hatayama@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp
- 2 : (財)日本デジタル道路地図協会 〒102-0093 東京都千代田区平河町 1-3-13
Tel:+81-3-3222-7990 FAX:+81-3-3222-7991

果、「汎用性」と「拡張性」を兼ね備えた新標準「DRM標準フォーマット 21」を 2002 年度にまとめた¹⁾。この新標準は、ITS 関係の国際標準化委員会ワーキンググループ 3 (ISO/TC204/WG3)への日本提案である KIWI フォーマット²⁾と親和性の良い形式であるが、高い汎用性も持ち合わせているため、デジタル道路地図データベースの管理のみでなく、より広い分野での利用が可能である³⁾。また、DRM 標準フォーマット 21 は、地理情報を、時空間座標により管理する方式を用いており、オブジェクトの時間管理が可能となる。これに対応する形で、近未来情報の管理とそれを基にしたタイムリーはデータ配信に関する期待が高まっているが、データ作成、管理、配布を行なうシステムで時間情報を効率よく利用する体系に関する研究はほとんどなされていない。

本報告では、まず、DRM 標準フォーマット 21 のコンセプトについてまとめる。特に地理情報の時空間管理に関して、データ構造と管理手法の点からの考察を行う。最後に全国デジタル道路地図データベース作成における「データの鮮度向上」の取り組みについて説明し、現在行われつつある DRM 標準フォーマット 21 を用いたデータ作成と管理についての検討を行う。

2. DRM 標準フォーマット 21 のコンセプト

2. 1 前標準の問題点

全国デジタル道路地図データベースがデータ整備段階のから維持管理の段階に移行することに伴い、前標準では以下の点が、問題として指摘された。

- 差分データ、履歴データが取り出せない。
- 形状と属性が一体不可分になっているため、更新しづらい。
- 随時更新に向かない。
- 新規データの追加が容易でない(その都度標準の変更を要する)。

また、国際標準の動き(ISO/TC204/WG3 : ITS に関連するデータベースの標準化グループ)への対応と、多様化する ITS の進展に対応するために前標準から脱却する必要があった。これらの問題や要望を満たすため DRM 標準フォーマット 21 が新たにまとめられた。

2. 2 DRM 標準フォーマット 21 の特徴

DRM 標準フォーマット 21 は、以下の点を目的とし、仕様が作成されている。

- (1) 従来のデータを失うことなく、かつ、従来の形式では表現できなかった情報を表現できるデータ形式とする。
- (2) データベースの更新作業が容易にできるようなデータ構造とする。

これらの目的を達成するために、以下の点を考慮したフォーマットが作成された。

- 時空間情報を用いた実世界の記述。
- データ更新の容易さ。
- 履歴管理。
- 属性情報に対する拡張性。
- コンパクトさ。

具体的には、DRM 標準フォーマット 21 は、位相構造算出型(非明示型)の公開型実行形式時空間データベース構造 (ST2-ODS : Simple Topology & Spatial Temporal - Open Database Schema) である KIWI+ フォーマット Ver.0.5 をもとに検討され、まとめられた。この検討結果は、KIWI+フォーマット⁴⁾にフィードバックされ、ISO/TC204/WG3 で現在検討されている交換データフォーマット XGDF への日本提案となっている⁵⁾。

DRM 標準フォーマット 21 の導入により以下の点の効果が期待されている。

- データ作成、更新、管理、利用を考慮にいたった実運用向きデータベースへの移行による更新作業の効率化。
- データの鮮度向上を目標に収集した近未来情報のデータ化によるデータ管理の効率化。

3. DRM 標準フォーマット 21 のデータ構造と時間情報管理

3. 1 フォーマットの構成

DRM 標準フォーマット 21 のファイル構成を図-1 に示す。このフォーマットは、データファイルや領域の構成を管理する全データ管理ファイル、データ集合管理ファイル、パーセルグループ定義ファイル、パーセル定義ファイル、地物定義のための実体定義ファイ

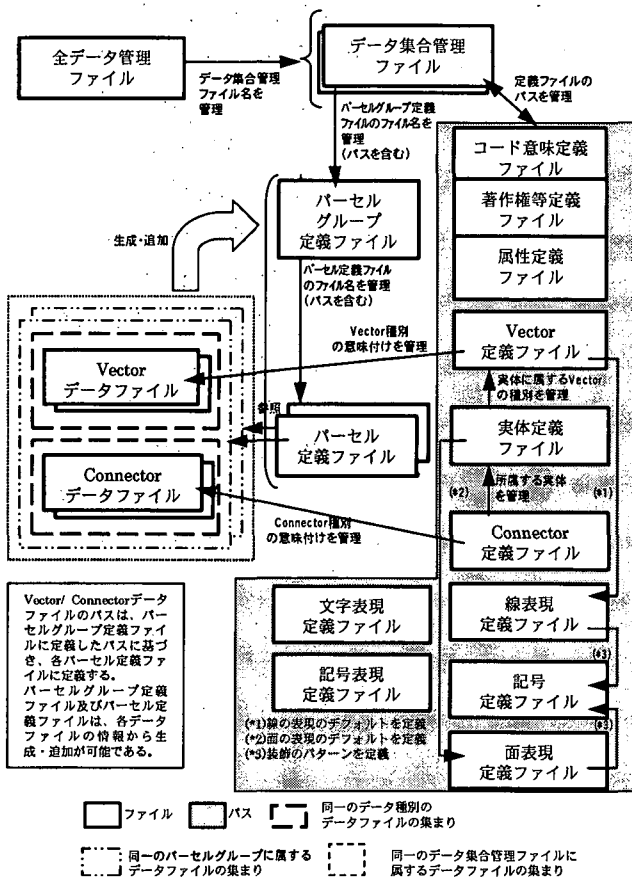


図-1 DRM 標準フォーマット 21 のファイル構成

ル、Vector 定義ファイル、Connector 定義ファイル、表現関連の情報を定義する線表現定義ファイル、面表現定義ファイル、文字表現定義ファイル、記号表現定義ファイル、メタデータを定義するコード意味定義ファイル、属性定義ファイル、著作権等定義ファイルと、時空間構成要素レコードを記述する Vector データファイル、Connector データファイルから構成される。DRM 標準フォーマット 21 は、これらの情報をもとに様々な特徴を実現可能としているが、本論文では、特に時間情報の管理に焦点をあてて、詳細な説明を行うことにする。

3. 2 データ構造

位相構造算出型(非明示型)データ構造とは、著者らが提唱する時空間情報の記述、取り扱いに適した方式であり⁶⁾、具体的には空間を構成するプリミティブ(点、線、面)間の接続関係のうち、ルールにより算出可能な情報はデータベースに記述しない方式である。時空間上に存在するすべての地理情報は、形状を表す線分

列である Vector と、属性代表点を表す Connector という要素(エレメント)として記述され、地物定義のための3つのファイルの情報を用いて関連付けを可能とする。

3. 2. 1 時空間情報の記述

(1) Vector

Vector の主な構成する要素は、レコード長、種別識別子、各種フラグ、リンク数、構成点数、2次元の座標点列、高さ要素、時間要素と属性情報である。高さ要素は、海拔高度、オブジェクトの持つ高さから構成される(図-2)。時間要素は、生存期間として定義される。DRM 標準フォーマット 21 では、発生開始(SS)、発生確定(SE)、消滅開始(ES)、消滅確定(EE)の4つの値を用いて定義する。家屋を例に挙げると、発生開始=建築開始日、発生確定=建築完了日、消滅開始=解体開始日、消滅確定=解体完了日と意味付けることができる(図-3)。

また、発生確定日や消滅確定日が特定できないとき、ある時間的誤差をこれらの要素を用いて表すことも可能である。また、リンク数は、主分類項目上で同一種別と判定される隣接リンクを統合するマルチリンクの記述を可能とするために必要であり、これにより、Vector1 要素内には複数のリンクが存在することになる。高さ要素、時間要素はフラグ操作により、要素全体、構成リンク単位、構成点単位に付加することができる。運用方針を決める段階で、データの質や取得頻度により適したものを選択することになる。

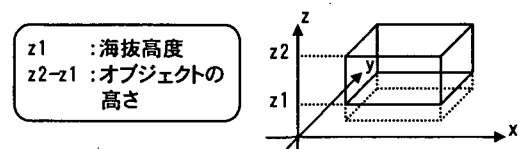


図-2 高さ要素

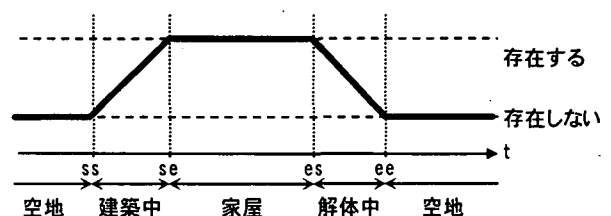


図-3 時間要素

(2) Connector

Connector を構成する主な要素は、レコード長、種別識別子、各種フラグ、2次元の座標点、高さ要素、時間要素と属性情報である。高さ要素、時間要素の定義は Vector でのものと同様である。

3. 2. 2 位相構造の算出

位相構造を算出するためのルールは、時空間解析を行う単位である「実体」という概念を用いて説明される。「実体」は、同じ種別識別子を持つ Vector で構成される Vector 種別群 (Vector 定義ファイルで定義)、同じ種別識別子を持つ Connector で構成される Connector 種別群 (Connector 定義ファイルで定義) により定義される。具体的には、互いに相関関係のある複数の Vector 種別群、Connector 種別群の集合として、実体定義ファイルで構成され (図-4)、構成要素を総称する名称を持ち、時空間解析を行なう上での意味付けがなされる。

任意の1つの Vector 種別群は、複数の「実体」に属することが出来るが、任意の1つの Connector 種別群は、ただ1つの「実体」にしか属することができない。また、時空間解析を行なう上での意味付けとして、点実体・線実体・面実体・体実体の4種類がある。時空間解析は、この「実体」の中で、幾何学的な図形情報である Vector と、属性情報を関連付けする Connector を関連付けすることで実現される。この関連付けは、処理要求が発生した時に動的に行われ、これにより従来の位相構造を補うことを可能にしている。関連付けの方法は、各意味づけごとで異なる。これらの実体定義と関連付けの方法は以下になる。

(1) 点実体

個々の Connector が単体で幾何学的な図形情報としての意味を持つ。この Vector との関連付けは行なわれない。

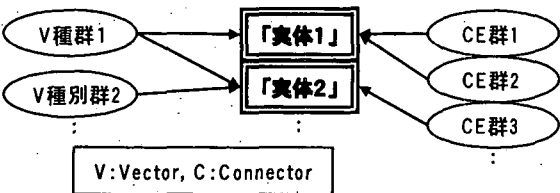


図-4 実体の構成

(2) 線実体

個々の Vector が表す線分列そのものが幾何学的な図形情報として意味を持つ。この Vector 上に、Connector が存在するかどうかで関連付けを行なう (図-5)。

(3) 面空間

所属する複数または、一つの Vector が表す線分列群を境界線とする閉領域を図形情報としてとらえる。この閉領域と Connector の包含関係を用いて関連付けを行なう (図-6)。

(4) 体実体

所属する複数または、一つの Vector が表す線分列群を境界線とする閉領域で囲まれる立体を図形情報ととらえる。この閉領域と Connector の包含関係を用いて関連付けを行なう (図-7)。

オブジェクト間が、空間的、時間的、または時空間的にねじれた関係にある場合、ルールによる関係の算出は不可能である。ここでは、空間的なねじれとは、飛び地やドーナツなどを指し、時間的なねじれとは、所有者がいなかった時期を含む家屋の所有者履歴など

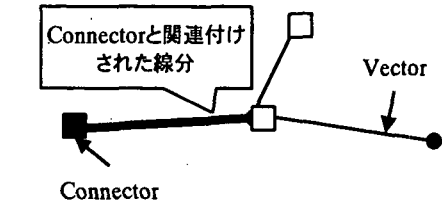


図-5 線実体の関係付け

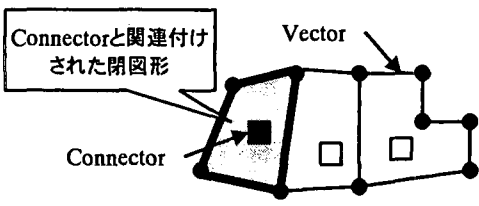


図-6 面実体の関係付け

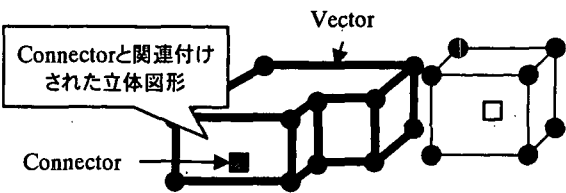


図-7 体実体の関係付け

を指す。また、時空間的なねじれとは、道路の形状変化など同一の地物が時間により形を変えた場合などを指す。このような関係に対しては、関係属性を持つ Connector (関係 Connector) により空間的なねじれを、継承属性を持つ Connector (継承 Connector) により時間的、時空間的なねじれを補完する構造になっている。

3. 2. 3 時間管理

空間情報 (形状と属性) に付随する時間要素には、道路が共用された日、家屋が建築された日や解体された日などエレメントそのものの存在を規定する時間と、データ入力、削除された日などのエレメントを編集した時間が存在する。前者の時間の管理を履歴管理と呼ぶことにする。履歴管理は、Vector, Connector の各エレメントが、それぞれにもっている時間要素により実現可能である。但し、地物の時空間的接続関係、つまり、2 時点における地物間の関係については、継承 Connector を用いた関係付けを必要とする。また後者の時間は、データ編集記録である。これは、データベースの更新差分を管理することで管理できるため差分管理と呼ぶことにする。位相構造算出型 (非明示型) のデータベース構造では、算出可能な接続関係をデータベースに記述しないため、データ編集時には、変化した情報のみを記述すればよい。データの編集時に過去のデータをすべて残す形でデータ管理を行えば、編集時での編集内容は、追加か削除のいずれかになる。

DRM 標準フォーマット 21 は圧縮率の高いフォーマットであるため、このような利用が推奨されており、この場合、既に削除されたデータには、削除フラグを立てることで対応できるように設計されている。このような管理方針の下では、エレメントの編集記録は、編集した順に、編集対象 (継承関係も Connector として表現されるため対象に含まれる)、編集内容 (追加/削除) を記述することで管理できる。この編集記録は、データベース提供者がデータベースの更新差分として利用することになるが、データベース利用者は正規の手順でデータを更新した後は不要となるため、バックアップ処理を行うことでデータベースの圧縮率や処理効率を上げることが求められる。

4. 全国デジタル道路地図データベースの維持管理

4. 1 全国デジタル道路地図データベースの概要

DRM では、1988 年～1995 年に官民共通に利用できる全国デジタル道路地図データベースの整備を行い、現在は、データベースの更新、補修作業を行なっている。このデータベースは、高速道路、国道を含む幅員 5.5 m 以上の道路からなる基本道路と、幅員 3.0 m～5.5 m の道路からなる細道路から主に構成される、1:25000 地形図相当のデータベースであり、2 次メッシュ単位のファイルごとに、管理データ、道路網データ及び背景データを収容して作成されている (表-1)。データソースとして、県道以上の道路については、地方建設局などの道路管理者から情報を取得し、これをデジタルデータ化することで各年度の最新のデータを維持管理している。また、それ以外のデータは、国土地理院発行の新刊地形図を基に作成されている⁷⁾。各データの概要は以下になる。

(1) 管理データ

当該 2 次メッシュ単位ファイル内のデータに共通する事項を整理し収容。

(2) 基本道路ノードデータ

基本道路のノードごとに、その番号、位置、そのノードの各種属性等のデータを収容。

表-1 2 次メッシュ単位ファイル内のデータ構成

管理データ	管理データ
基本道路 データ	基本道路ノードデータ
	基本道路リンクデータ
	基本道路リンクデータ
	基本道路リンク・全道路リンク対応データ
	基本道路各種属性データ
	ビーコン位置データ
全道路 データ	全道路ノードデータ
	全道路リンクデータ
	全道路リンク内属性データ
背景データ	背景データ

(3) 基本道路リンクデータ

基本道路のリンクごとに、そのリンク番号、リンクの平面状の形状、そのリンクの各種属性等のデータを収容。

(4) 基本道路リンク内属性データ

基本道路のリンクごとに、そのリンクが有する属性のうち、橋・高架、トンネル、洞窟等、踏切、他の施設をアンダーパスする部分、歩道橋、料金所及び道路通称名のデータを収容。

(5) 基本道路リンク・全道路リンク対応データ

基本道路リンクと全道路リンクの対応に関するデータを収容。

(6) 基本道路各種属性データ

基本道路の属性に関するデータを必要に応じて整理して収容。

(7) ビーコン位置データ

設置されたビーコンごとに、ビーコン番号、種別、位置等のデータを収容。

(8) 全道路ノードデータ

全道路のノードごとに、そのノード番号、位置等のデータを収容。

(9) 全道路リンクデータ

全道路のリンクごとに、そのリンク番号、リンクの平面状の形状等のデータを収容。

(10) 全道路リンク内属性データ

全道路のリンクごとに、そのリンクが有する属性のうち、踏切のデータを収容。

(11) 背景データ

1:200,000 地形図に表記されている水系、行政界、鉄道、施設等（位置・形状）、地名等表示位置のデータを収容（位置精度は 1:25,000）。

4. 2 データの鮮度向上に関する取組み

4. 2. 1 データの維持管理

全国デジタル道路地図データベースは、国土地理院発行の新刊地形図を基に作成されている。しかし、新刊地形図は、約 4400 面のうち年間 600~700 面しか更新されない。図面ごとにみると 3~7 年に 1 回の更新しかされない。このペースでは、カーナビゲーションメーカーなどのデータ提供先が有効に活用できるデータを提供することができない。そこで、DRM では、県道以上の道路については、地方建設局などの道路管

理者から情報を取得し、これをデジタルデータ化することで各年度の最新のデータを維持管理してきた。さらに、1998 年の長野オリンピック以降は、ネットワークとして系統的に工事中情報を取得し、これをデジタルデータ化することで、さらなるデータ鮮度の向上に取り組んでいる。現在は、この作業の対象は主要地方道まで広がっている。これらの工事中データは、2 年先までに供用される予定の道路の情報取得（毎年 6 月から実施される道路管理者からの情報収集と合わせて実施）と、供用状況確認（毎年 3 月に実施）により作成される。前標準でのデータ管理時には、6 月に取得された情報は、供用開始予定日とデータリリース時期を基に工事中と供用済みデータに分けてデジタル地図化し、3 月の確認で、供用予定日が変わっていたデータについては、帳票形式の情報を、リリースされるデータに添付する形で提供していた。これを DRM 標準フォーマット 21 により管理すると、供用開始や廃止に関する情報は、形状情報に対する時間要素として入力可能となる（図-8）。この時点では形状に付属する属性は不確定なものが多いが、形状情報と属性情報は、関係が必要ときに算出されることから、管理時点では独立に取り扱うことができるため、確定した際に追加することが容易である。これらの状況を考慮すると、図-9 のようなモデルでデータが積み上げられていくことになる。

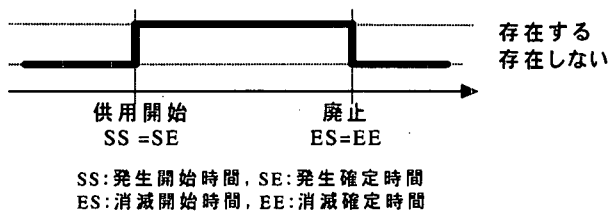


図-8 道路形状に付加される時間要素

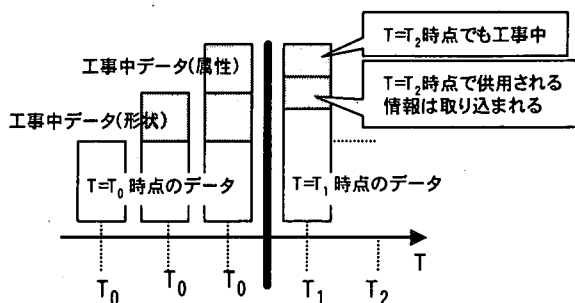


図-9 未来情報を考慮したデータベースの変化

4. 2. 2 データの配布

全国デジタル道路地図データベースは、新刊地形図を基にしたデータと道路管理者から取得した情報を基にしたデータが存在する。これらのデータは年に1度のリリースを原則としている(リリース時期は3月末)が、より最新のデータの提供を行なうため、1998年より新刊地形図を基にしたデータのリリース回数を増やし、半年に1度のデータ提供を行なっている(リリース時期は9月末)。前標準でのデータ管理時にはリリース時には、更新された全データを配布していたが、DRM標準フォーマット21での管理では、差分情報の配布が可能となる。データ作成者、データ管理者(DRM)、データ利用者を考慮したデータ統合、配布のモデルは、図-10 のようになる。

このモデルにおいて、データ作成者からデータ管理者が受け取る変化情報と、データ管理者がデータ利用者に配布する変化情報は時間に関する性質が異なる。前者は、ある期間に更新を行なった情報であるため、オブジェクトの持つ時間情報には依存したものではない(次回の配布に必要なデータと不要なデータが混在している)。つまり、履歴管理情報と考えられる。これに対し、後者は、次回の配布までの間に形状の状況が変化(工事中から供用に)する情報である。つまり、差分管理情報と考えられる。具体的な例を図-11 に示す。図-11 は3本の供用道路(実線)がある地図に、3本の工事中道路(点線)を入力した例である。3本の工事中道路に関連する情報は、表-2 のようになっているとする。

表-2 図-4 における工事中道路の持つ情報

道路	入力日	供用開始日	名称(属性)
R1	2002.6	2003.6.1	国道△号
R2	2002.10	2003.7.6	県道○号
R3	2002.10	2004.5.1	-

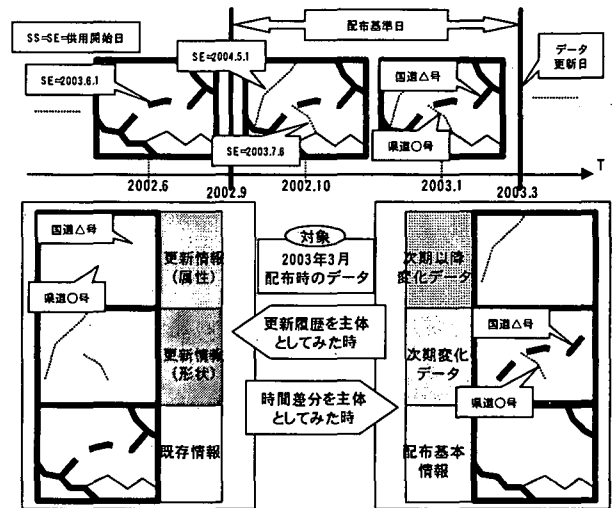


図-11 更新履歴情報と時間差分情報の違い

データ配布は1年に2回(3月と9月)とし、工事中データは、次の配布までに供用が開始されるもののみを配布するとする。この時、2003年3月時点でのデータは、更新履歴情報を主体としてみると、図-11 左下のようになり、時空間差分情報を主体としてみると図-11 右下のようになる。この2つの図をみると、変化情報として管理される工事中道路の位置が違ってくる。データ管理を行う DRM ではこのような変化情報の2面性を考慮したデータ配布を行う必要がある。

5. おわりに

DRM標準フォーマット21の特徴と、全国デジタル道路地図データベースのデータ鮮度向上のための取り組みとの関係について考察した。DRMでは、DRM標準フォーマット21に対応したデータベース入力・編集ツールの開発し、このツールを用いることで、時空間情報を用いた「データの鮮度向上」の実現に関する評価実験を2002年に行い、現在、すべての特徴を生

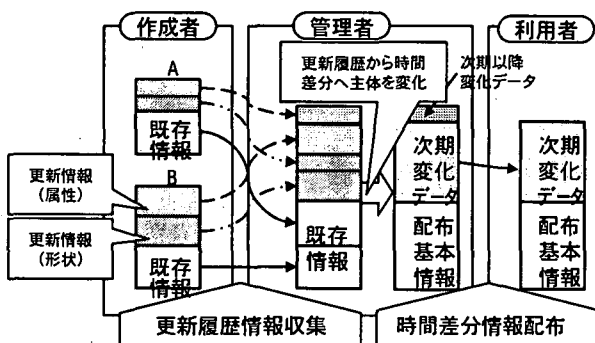


図-10 データ統合・配布の流れ

かした形ではないが、DRM 標準フォーマット 21 によるデータ管理が現実化している。今後の研究課題としては、DRM 標準フォーマット 21 ベースでの、デジタル道路地図データベースと他システムとの連携に関する方式検討を行う予定である。また、国際標準化活動の中で現在 ISO/TC204/WG3 において DIS (Draft International Standard) の段階にある交換標準 GDF4.0 との関係の明確化と、次の標準として検討されているである XGDF への提案を DRM での実績をもとに行っていく予定である。さらに、DRM 標準フォーマット 21 は、道路地図専用のフォーマットではなく、汎用性の高いデータ記述仕様であるため、本稿で示した時空間管理手法による鮮度の向上を、道路地図以外の電力、ガス、水道などのデータ管理に応用することも可能であるし、これらを重畳処理することにより地下埋設物の管理への応用を行うことも可能であると考えられる。これらの内容も今後の研究課題としたい。

新とその効率化－日本デジタル道路地図協会のデータベースを例として－, オペレーションズ・リサーチ, Vol.46, No.1, pp.32-37, 2001.

参考文献

- 1) 北川隆昭, 土肥規男: 新しい考え方を取り入れた道路地図データベース, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.8, pp.309-312, 1999.
- 2) 角本 繁編, Kiwi-W コンソーシアム: カーナビゲーションシステム－公開型データ構造 KIWI とその利用方法－, 共立出版, 2003.
- 3) 角本 繁: ISO/TC204(ITS 向け地理データ記述)における標準化と今後の展開・ITS 向け地理データベースの標準化動向-, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.8, pp.313-316, 1999.
- 4) KIWI+委員会: <http://www.kiwiplus.jp>, 2001.
- 5) 自動車走行電子技術協会・自動車技術会: ISO/TC204 関連の国内および国際活動報告書, 自動車走行電子技術協会・自動車走行電子技術協会, 2001.
- 6) 畑山満則・松野文俊: 災害時での利用を考慮した時空間地理情報システムにおけるデータ構造に関する考察, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.41, No.SIG1(TOD5), pp.40-53, 2000.
- 7) 畑山満則・藤田安臣・土肥規男: 地図データの更