

# 地理データへの時間属性組み入れの構想

太田守重

## A Framework of Temporal Characteristics Incorporation to Geographic Data Morishige OTA

**Abstract:** Changes of an application schema, an instance of feature or association, and a property of the instance should be able to describe in order to realize time dependent geographic data, based on the geographic information standards. This paper, at first, discusses a framework of temporal characteristics incorporation to geographic data. And then, the framework is evaluated through the comparison with related proposals on temporal GISs. Finally, the future issues for the implementation of framework in an education assistance tool ‘gittok’ are discussed.

**Keywords:** 地理データ (geographic data), 時間属性 (temporal attribute), 概念データモデリング (conceptual data modeling)

### 1. はじめに

地理情報技術が扱う実世界の現象は多くの場合、非永続的な現象であり、他の現象との間で、自然に先後の関係をもつ。従って、論議領域が地物の変遷の記録を求めるときは、それが可能になるように応用スキーマ（データ仕様）を設計し、それに準拠した地物オブジェクトや関連リンクを記述すべきである。本稿ではまず、時間の構造を記述する時間スキーマ及び、時間と組みになるデータの型として時間依存データ型について述べ、次に、地理情報技術（GIT）の学習支援ソフトである gittok (太田 2014), (Ota & Plews 2015) の中で、現象の変遷記述用にモデリングルールを追加することを目指して、三段階のレベル、つまりスキーマレベル、インスタンスレベル、そしてプロパティレベルで方式検討を行う。さらに、既往

の時間 GIS 研究との比較を通じて、ここで提案する方式を評価し、今後の展望を述べる。

### 2. 時間スキーマ

gittok は学習支援ソフトであり、短時間で地理情報標準を基盤とする地理情報技術の本質を学ぶことを目的にしているので、汎用的な GIS とは異なる。その実装に使われる概念スキーマは、地理情報標準のプロファイルである。時間スキーマ (ISO, 2002) の本質は、時間は瞬間と期間を幾何プリミティブとし、それらの間には始点、終点を示す関連性がある、ということである。瞬間の時点は通常は暦日と時刻であるが、「不明」の場合や、「現存」の場合、そして、ある時点以前ないし以後、という記述をしたい場合がありうる。以上の条件を考慮した時間スキーマのプロファイルを図 1 に示す。

### 3. 時間依存データ型

本稿では時間幾何プリミティブをもつ属性の

太田守重 〒102-0085 東京都千代田区六番町 2

国際航業株式会社

Phone: 03-3262-6221

E-mail: morishige\_ota@kk-grp.jp

データ型（空間幾何、場所、主題、時間）を時間依存データ型（time dependent data type）と呼ぶ。例えば、人口は調査ごとに変化するので、調査時点（または期間）と調査結果を組みにして一つのオブジェクトとし、そのオブジェクトの時系列で人口属性を表現することが考えられる。時間プリミティブと地物属性を組みにしたオブジェクトの型を時間依存データ型と呼び、そのスキーマを図2に示す。

先後関係は、図1に示す TG\_Primitive の relativePosition 操作で、Allen の時間関係として表現できる (Allen, 1983)。地物の時間幾何属性は直線上に投影できるが、時間位相（意味的な遷移関係）は非巡回有向グラフを形成し、これは Instant と Period の関連で、表現できる。

図2における DataType は、必要に応じて時間属性を付加できる地物属性を記述するための抽象クラスである。時間プリミティブと組みになる地物属性は、幾何属性、場所属性、主題属性、そして時間属性のいずれかであり、これらの属性の上位概念が DataType なので、これらの属性は、時間属性 (temporalAttribute)を継承することができる。この場合、時間依存の時間属性ができる可能性がある。これは例えば、ある地物の存在期間が、新たな学説によって変わると、それまでの学説の有効期間を付加して属性を保存するような場合である。

時間依存データ型のメリットは、属性の有効期間がわかるのみならず、属性値を時間の順序に配列して時系列を作ったり、非巡回有向グラフとして構成したりすることによって、多様な時間解析が可能になることである。さらに、時間依存の空間属性、

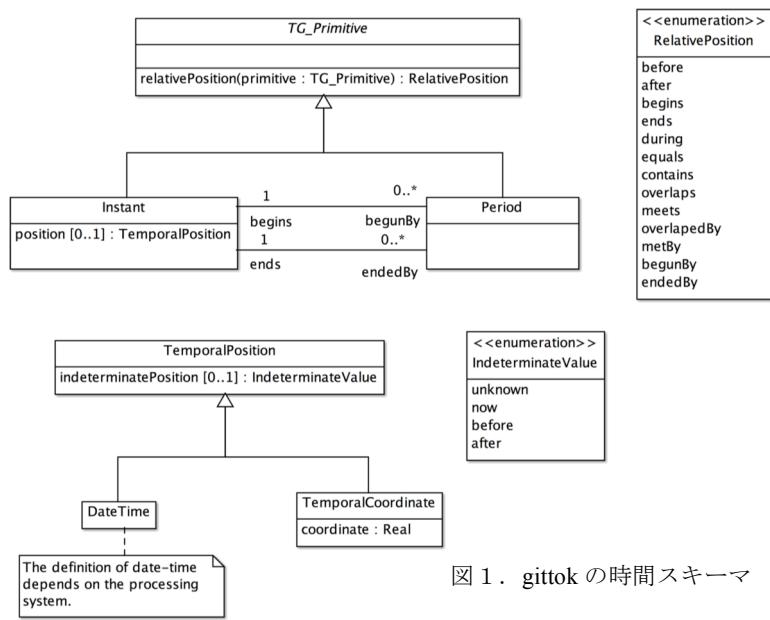


図1. gittokの時間スキーマ

つまり時空間属性は、時空間解析への道を開くことになる。

#### 4. 時間依存応用スキーマ

ここでは、時間依存の応用スキーマ記述法を提案する。従来、応用スキーマを更新するときは、新たな版を設けて、改訂したことを示していた。この方法は、任意の時点での有効な応用スキーマが簡単にわかるという利点を持っている。しかし多くの場合、旧版の何が廃止され、新版で何が追加されたのかを、応用スキーマの中に示すことはしていないので、応用スキーマだけを見ても、改訂内容の把握は困難である。一方、応用スキーマの構成要素が、時間属性と組みにして定義されれば、

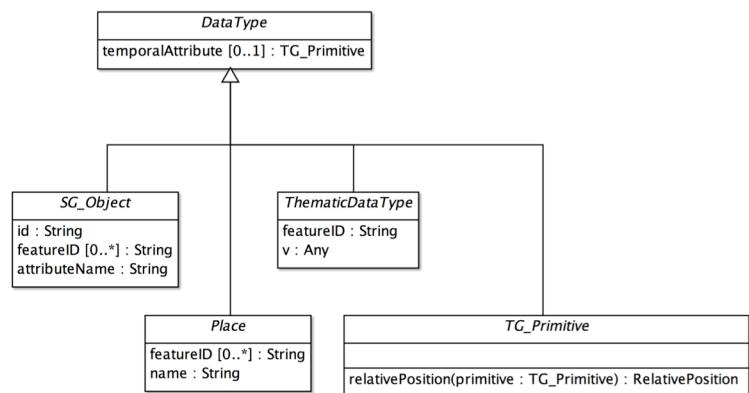


図2. 時間依存データ型

改訂内容把握が可能になる。そのために、一つの方法として、一般地物モデルに含まれる地物型、地物関連型、属性型、及び操作型に上位型となる抽象型として Type クラスを設定し、その任意属性として、時間属性を宣言できるようにすることが考えられる（図 3）。これは時間依存型の一般地物モデルと言える。この方法によって、任意の時間断面における応用スキーマが再現できる。また、時間属性同士の位相を記述することによって、応用スキーマの構成要素の時間関係を説明することができる。

## 5. 変化するインスタンスの記述

地理データは地物オブジェクトと関連リンクの集合であり、その記述は、gittok のインスタンスマルに従う。そして、変化するインスタンスは時間幾何プリミティブを属性とする。

## 6. 変化するプロパティの記述

属性の変化が起きると、古くなった属性値に消滅時点を与える、新しい属性値を追加し、生成時点

を与える。つまり、属性は時間依存データ型をとる。操作は、応用スキーマのレベルで定義されるので、操作の方式を変えるときは、応用スキーマを更新しなければいけない。例えば、点群の中心をもとめるために単純平均を使っていたが、ある時点から加重平均に変更したというような場合は、点群を属性とする地物型の操作を変更して、応用スキーマを更新する。

## 7. 変化するプロパティの記述

時間 GIS の研究は IT 分野の時間データモデルの研究に触発されて始まったと言われる (Nadi, 2003). 1990 年代までには時間 GIS を念頭に置いて, 幾つかのデータモデルが提案されている (Yuan, 1994). 例えば, 1980 年代には, 関係データベースの中で, タプルやセルにタイムスタンプをつける提案があった. また, 変化する地域の時間断面を取れば, その断面中にある地物の時点はみな同じなので, それをスナップショットと考え, 複数のスナップショットの積み重ねで時間的な変化を表現することが行われた (Langran and

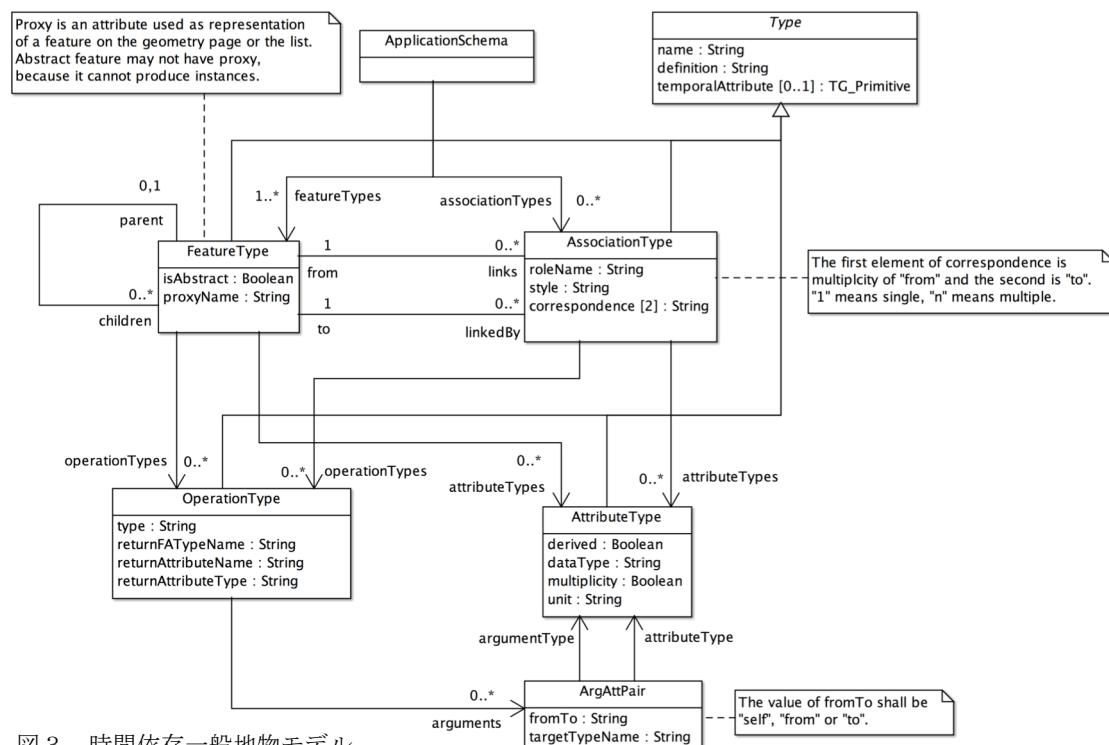


図3. 時間依存一般地物モデル

Chrisman, 1988). 一方で, 空間中の点を始終点とする線分, 線分を境界にする面, 面を境界として, 時間的な向きをもつ角柱とし, その組み合わせが時空間幾何モデルになるという方法が提案されている(Worboys, 1992).

Yuan (1994)は山林火災の時空間モデリングを行ったが, それは4つの概念モデル (場所のスナップショット, 火事エンティティ, エンティティスナップショット, 火事モザイク) に基づく three domains model (semantics domain, time domain and space domain からなる)と称し, これは地理情報のモデリングの理論的なフレームワークになるとされている. しかし, 本稿で示したような, 包括的な提案は少ないようである.

ところで, 太田・倉田 (2012)はオブジェクト間の時間関係の遷移パターンの可能性を検討した. この遷移パターンから外れるようなパターンのデータが出現可能なソフトウェアは, 機能適合性 (Functional Suitability) の要求に抵触し, そのようなデータは位相一貫性 (topological consistency) が問われることになる.

## 8. 結論と今後の展望

本稿で示した構想は汎用性をもち, gittok の中で実装することができるであろう. しかし, 過去のデータは不完全なこともある. また, 異なる考え方で作成された複数の資料をまとめなければならないこともある. 一方で, これからデータを収集し始める場合は, モデルの設計者とユーザが十分な協議を行って, 思う通りの処理や解析が可能なデータ収集を計画し, 実施することができる. 本稿で提案した方式は後者への利用を目指している. ただし, 提案を実装するにあたっては, 本来, ソフトの機能適合性が求められるので, gittok の拡張を通じて, その検証を行いたい.

## 謝辞

本稿は, 科研基盤研究(A)「GIS の標準コアカリ

キュラムと知識体系を踏まえた実習用オープン教材の開発」(代表者: 小口高[東京大学], 2015-2019) の中で筆者が実施している研究開発に基づくものです. 関係者のご支援に感謝します.

## 参考文献

- 太田守重・倉田陽平. 2012. オブジェクト間の時間関係の遷移パターン. 第21回地理情報システム学会学術大会論文集, 広島
- 太田守重. 2014. 地理空間情報技術の学習支援ツールの設計と開発, *GIS-理論と応用*, 地理情報システム学会, 22(2)13-23.
- Allen, J. F. 1983. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the ACM*, 26(11) 832-843.
- ISO, ISO19108.2002. *Geographic information -- Temporal schema*. ISO.
- Langran, G., and Chrisman, N. R. 1988. A framework for temporal geographic information. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 25(3) 1-14.
- Nadi, S., and Delavar, M. R. 2003. Spatio-Temporal Modeling of Dynamic Phenomena in GIS. In *ScanGIS*. pp. 215-225.
- Ota, M., and Plews, R. 2015. Development of a software tool as an introduction to Geospatial Information Technology based on geospatial standards. *Cartography and Geographic Information Science*, 42(5) 419-434.
- Worboys, M. F. 1992. Object-oriented models of spatiotemporal information. In *GIS LIS-INTERNATIONAL CONFERENCE*. Vol. 2, pp. 825-825. ASPRS.
- Yuan, M. 1994. Wildfire conceptual modeling for building GIS space-time models. In *proceedings of GIS/LIS* (Vol. 94, pp. 860-869).