

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月27日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500094

研究課題名（和文）広域地質情報発信のための分散共有型WebGIS
3次元地質モデリングシステムの構築研究課題名（英文）Development of Distributed Shared Three Dimensional Geologic Modeling
System based on Web-GIS for Providing Widely Geologic Information

研究代表者

升本 眞二（MASUMOTO SHINJI）

大阪市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：40173760

研究成果の概要（和文）：広域の地質情報を発信するために、分散して開発した基礎データや3次元地質モデルを相互に共有するための理論とシステムを構築した。システム開発の理論的な基礎として、3次元地質モデルの基本要素、基礎データから地質構造の論理モデルを構成する理論などを確立した。これらの理論に基づいた機能モジュールの改良や分散共有型データベースの導入により Web-GIS3次元地質モデリングシステムを構築した。

研究成果の概要（英文）：For providing widely geologic information, the basic theory and the system have been constructed to share basic data and three dimensional geologic model developed in distributed environment. The basic elements of the three dimensional geologic model and the theory for constructing logical model of geologic structure have been established as the basis for this system. The Web-GIS three dimensional geologic modeling system have been constructed by improvement of function modules and implementation of the distributed shared database based on these theories.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：データベース、地質学、モデル化、地理情報システム

1. 研究開始当初の背景

地質情報は時空間情報の中で我々の生活の基盤を支える重要な要素の1つである。地質情報を環境・防災・地下利用などの問題解決に十分反映し、精度の高い議論を可能にするためには、3次元地質モデルを含めた地質情報を Web-GIS 等で構築し、広く相互に活用できる形式で発信する必要がある。

Web-GIS の技術開発・応用が進み、マップ

サーバ (MapServer) などの Web-GIS では、世界的に標準化されたデータ表現形式により、複数のマップサーバをインターネットで結合し、それぞれが個別に有する GIS データを共有して、1つの巨大な GIS とみなして利用することができるようになった。一方、データベースもインターネットを利用した分散型へと発展し、複数のサイトによるデータベースの分散開発とその共有が可能になっ

てきた。

マップサーバを用いた Web-GIS に、地質学特有の機能である地質情報のデータベース化、3次元地質モデリング、および可視化などを追加することにより、地質情報の共有・発信のための基礎となる Web-GIS 3次元地質モデリングのプロトタイプシステムが概ね構築できた。3次元地質モデルは一般的に目的ごとに個別に分散して構築される。また、その基礎となるデータも分散して存在する。地質情報を有効に活用するためには、このように分散して構築されるモデルや基礎情報のデータ等を共有し、広域の地質情報を発信するシステムの構築が必要である。

2. 研究の目的

3次元地質情報の構築・発信を目的とした Web-GIS による 3次元地質モデリングシステムのプロトタイプシステムがほぼ完成した。このシステムをより実用的なものにするためには、データやモデルを分散して開発でき、かつ、相互に共有・活用できるシステムを構築する必要がある。そのために、次のことを目的として研究を行う。

- ・分散と共有に必要な情報（3次元地質モデルの基本要素）を理論的に確立する。
- ・複数のデータとモデルの相互利用を可能にする理論・アルゴリズムを開発する。
- ・分散型データベースを導入し、基本要素の分散開発・共有を可能にする。
- ・分散するデータ等を用いたモデル構築・発信、および分散するモデルの結合や相互利用を可能にする。

3. 研究の方法

Web-GIS による 3次元地質モデリングシステムのプロトタイプシステムを実用的なものに進化させ、基礎データと 3次元地質モデルを分散開発し、相互利用を可能にするために、次の研究を行う。

理論的な基礎を確立するために、(a) 3次元地質モデルの基本要素（分散と共有に必要な基本的な地質情報等）の確立、(b) 複数のデータやモデルの相互利用を可能にする理論の確立を行う。また、現在のプロトタイプシステムをもとにして、システムの開発および検証のために、(c) 基本要素の分散開発・共有を可能にする分散型データベースの構築、(d) 分散するデータからモデルを構築・発信するモデリングシステムの開発、および(e) 分散するモデルの結合や相互利用を可能にするシステムの開発を行う。さらに、(f) 実データを用いた実証実験を行う。

4. 研究成果

データや 3次元地質モデルを分散して開発でき、かつ、相互に共有・活用するための理

論的な基礎の確立とシステム開発、および検証を行った。主な研究成果を以下に示す。

(1) 3次元地質モデルの構築に必要であり、かつ共有すべき基本的情報を確立するために、モデリングのための全データと現在の各モジュールの中での地質情報の流れを整理した。その結果として図 1 に示す 5項目に区別できる基本要素を確立した。

(2) 複数のデータやモデルの相互利用や結合を可能にする理論を確立するための基礎として、異なる 3次元地質モデルの基本要素間の相互関係を共通・抱合・矛盾などに場合分けし、各関係での要素の取り扱い方法と各構築プロセスでの再計算の必要性などを整理した。

(3) 基本要素の中で最も影響の大きい地質構造の論理モデルを構築するためのイベント列を、地層の接触面のデータなどから決定する理論とアルゴリズムを地質構造に対する再帰的定義の理論的な分析からまとめ、プログラムを開発した。これはモデルを再構築する際に矛盾のないデータセットを整備する上でも役立つ。

(4) モデル構築に利用した基礎データの分布等からモデルの信頼度を評価・表現する理論とアルゴリズムを検討し、プログラムを開発した。本システムで構築した上町台地を含む大阪平野西部の 3次元表層地質モデル(図 2)の 1つの境界面の信頼度を表現した例を図 3に示す。また、図 4に同モデルの北から 2kmの東西方向の鉛直断面での信頼度の可視化例を示す。

(5) 同じ論理モデル（理論的に整理して結合された論理モデルを含む）に基づいた、隣接または一部重複する 3次元地質モデルで、基礎データが利用できない場合には、信頼度を

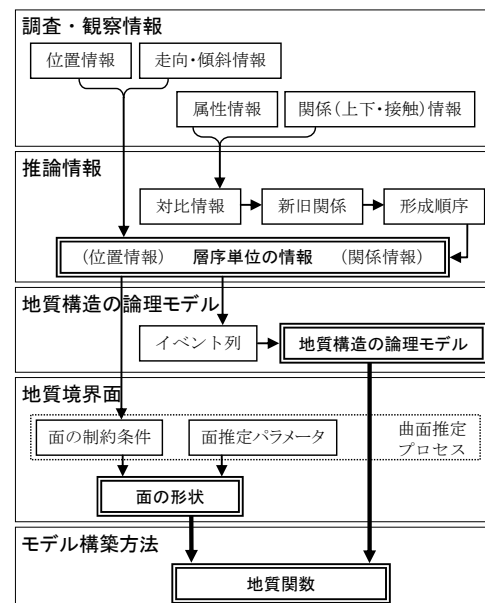


図 1 基本要素と情報の流れ

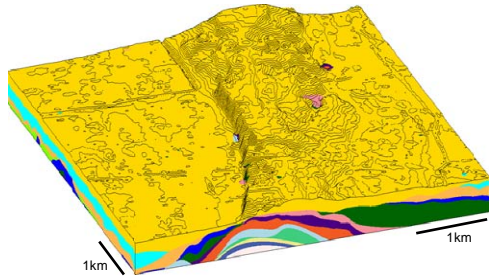


図 2 大阪平野西部の 3 次元表層地質モデル

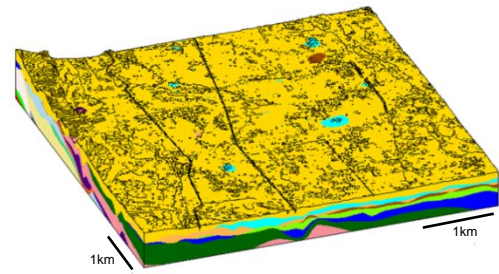


図 6 大阪平野東部の 3 次元表層地質モデル

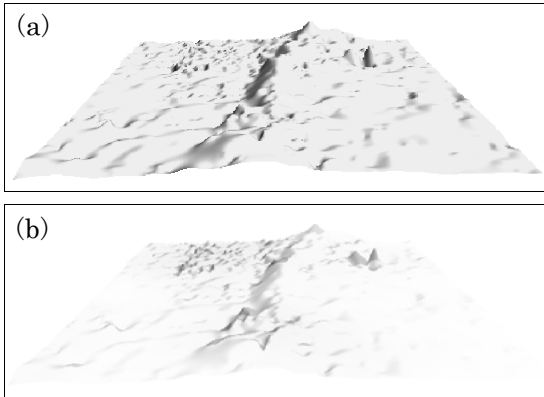


図 3 地質境界面の信頼度の表現例
(a)難波累層上部層の上面の境界面、
(b)信頼度の表現例（信頼度の低い部分
を透明化）。

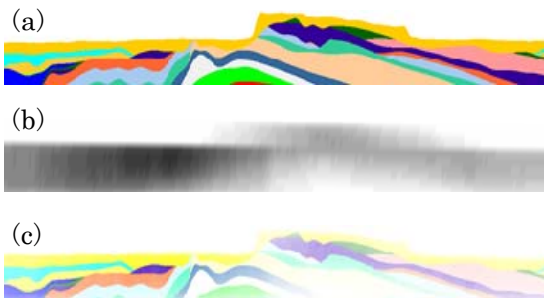


図 4 鉛直断面の信頼度の表現例
(a)地質断面図、(b)データ密度（濃い部分
の信頼度が高い）、(c)信頼度の表現例
（信頼度の低い部分を透明化）。

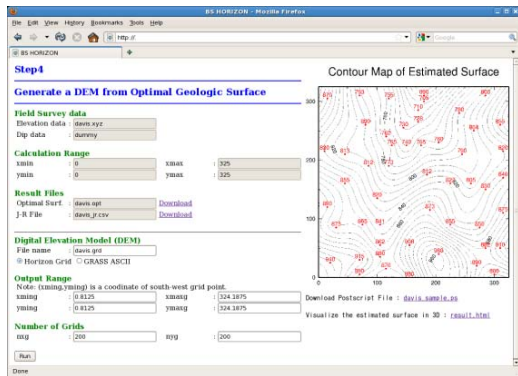


図 5 境界面推定モジュールの画面

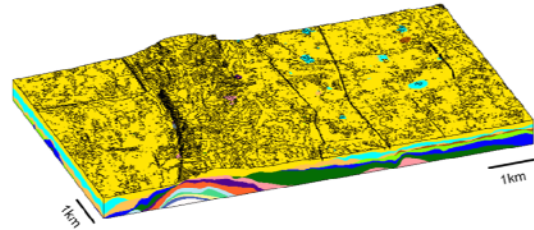


図 7 大阪平野西部と東部のモデル結合例

重みとした各境界面の重ね合わせにより、モデルが結合できることを確認した。

(6) 基本要素の分散開発・共有を可能にする分散型データベースを構築するためのソフトウェアを比較・検討した。その結果として、システムのデータ管理モジュールで利用している PostgreSQL のためのミドルウェアである pgpool-II を導入し、パラレルクエリ等により基礎データ等の分散・共有を可能とした。

(7) モデル構築、およびモデル結合の際に最も時間のかかる地質境界面推定処理の改良を試行した。OpenMP を用いてプログラムをマルチコア CPU 対応（スレッド並列対応）にすることで処理速度が向上した。また、これらをもとに境界面推定モジュールを改良した（図 5）。

(8) システムの実データによる検証例として、論理モデルが異なる（分布する地層の一部が異なる）大阪平野の西部（図 2）と東部の表層地質モデル（図 6）を再構築して結合した結果を図 7 示す。これにより、論理的なデータの再整理や論理モデルの再構築、境界面推定の高速処理などの本研究の成果が検証できた。

本研究では、信頼度を用いたモデルの結合も議論したが、信頼度の定義や算出方法は多様であるため、その結果は十分とはいえない。また、境界面推定結果については、データの密度のみならず、個々のデータの影響力も合わせて評価する必要があることがわかった。今後、これらの課題を解決するとともに、より実用化に向けた研究を展開する予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 13 件)

- ① Nonogaki S., Masumoto S. and Shiono K., Gridding of Geological Surfaces based on Equality-Inequality Constraints from Elevation Data and Trend Data. *International Journal of Geoinformatics*, 査読有, 2012, vol.8, no.4, pp.49-60.
- ② Masumoto S., Nonogaki S., Nemoto T., Sakurai K., Ninsawat S., Iwamura S., Shoga H., Raghavan V. and Shiono K., Development of a Prototype System of Three Dimensional Geologic Modeling for Providing Geologic Information using Web-GIS. *International Journal of Geoinformatics*, 査読有, vol.8, no.1, 2012, pp.53-60.
- ③ Nemoto T., Masumoto S., Nonogaki S. and Raghavan V., Development of Web-based Distributed Database System for Geologic Data. *Proceedings of International Symposium on GeoInformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2012*, 査読有, 2012, pp.24-29.
- ④ Nonogaki S., Nemoto T. and Masumoto S., Web-based Surface Fitting System for Geological Filed Data using Free and Open Source Software. *International Journal of Geoinformatics*, 査読有, 2012, vol.8, no.1, pp.9-16.
- ⑤ 岩村 里美・升本 眞二・塩野 清治, 野外調査データにもとづいて地質構造の論理モデルを決定するアルゴリズムー地層の接触面の性質ー. *情報地質*, 査読有, 2012, vol.23, no.1, pp.3-16. DOI:10.6010/geoinformatics.23.3.
- ⑥ Shoga H., Masumoto S., Sakurai K., Nonogaki S., Ninsawat S., Iwamura S., Mitamura M. and Shiono K., Three Dimensional Subsurface Geologic Model of Western Osaka Plain using Borehole Data Constructed by Modeling System based on Web-GIS. *Proceedings of International Symposium on GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2010*, 査読有, 2010, pp.155-160.

[学会発表] (計 23 件)

- ① Nonogaki S., Three-dimensional Subsurface Geological Modeling of the Western Osaka Plane based on Borehole Data. American Geophysical Union, Fall Meeting, 2012年12月5日, Moscone South(サンフランシスコ, アメリカ).
- ② Nonogaki S., Parallel Processing of Geological Surface Estimation using Scattered Field Data. Int. Symp. GIS-IDEAS 2012, 2012年10月19日, Ho Chi Minh City University of Technology(ホーチミン, ベトナム).
- ③ Masumoto S., A Study of Expression Method for Reliability of Three Dimensional Geologic Model. Int. Symp. GIS-IDEAS 2012, 2012年10月18日, Ho Chi Minh City University of Technology(ホーチミン, ベトナム).
- ④ 根本 達也, フリーオープンソースソフトウェアを用いた分散型地質情報データベースの開発. 第23回日本情報地質学会講演会, 2012年6月21日, 高知大学(高知県).
- ⑤ 升本 眞二, ボーリングデータを用いた大阪平野中央部の Web-GIS による3次元表層地質モデリング. 第22回日本情報地質学会講演会, 2011年6月24日, 大阪市立大学(大阪府).
- ⑥ 野々垣 進, Web ベースの地質データ補間システムの試作. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月25日, 幕張メッセ(千葉県).
- ⑦ Raghavan V., ZOO - The Powerful WPS Platform. Geospatial World Forum 2011, 2011年1月19日, Hyderabad International Convention Centre(ハイデラバード, インド).
- ⑧ Masumoto S., Improvement of Three Dimensional Geologic Modeling System based on Web-GIS for Providing Three Dimensional Geologic Information. Int. Symp. GIS-IDEAS 2010, 2010年12月10日, Hanoi University of Science and Technology (ハノイ, ベトナム).
- ⑨ 升本 眞二, 広域地質情報発信のための分散共有型 Web-GIS 3次元地質モデリングシステム構築の基本構想. 第21回日本情報地質学会講演会, 2010年6月22日, 産業技術総合研究所臨海副都心センター(東京都).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

升本 眞二 (MASUMOTO SHINJI)
大阪市立大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号：40173760

(2) 研究分担者

根本 達也 (NEMOTO TATSUYA)
大阪市立大学・大学院理学研究科・講師
研究者番号：10572555
ベンカテッシュ ラガワン (RAGHAVAN
VENKATESH)
大阪市立大学・大学院創造都市研究科・教授
研究者番号：30291602
野々垣 進 (NONOGAKI SUSUMU)
独立行政法人産業技術総合研究所・地質調
査総合センター・研究員
研究者番号：30568613

(3) 連携研究者

なし