

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 25 日現在

機関番号：24402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700096

研究課題名(和文)地質情報共有のための分散管理型Web-GISシステムの開発

研究課題名(英文)Development of a distributed management Web-GIS system for sharing geological information

研究代表者

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：大規模災害時でも継続して地質情報を配信・共有することを目的として、分散データベースを用いたWebシステムを開発した。PostgreSQLとpgpool-IIを用いて分散データベースを構築した。PostgreSQLはデータベース管理システムである。Pgpool-IIはPostgreSQLによるデータベースを分散管理する機能をもつ。約1500のボーリングデータを用いて、Webシステムの動作確認を行った。

研究成果の概要(英文)：A web-based distributed database system has been developed with an aim of continuing delivery of geologic data even if a large-scale disaster occurs. The distributed database system is constructed by combination of PostgreSQL and pgpool-II. PostgreSQL is a relational database management system. Pgpool-II has a function for management of distributed PostgreSQL databases. The operation of the Web system was confirmed using about 1500 borehole data.

研究分野：情報地質学

キーワード：地質情報 地理情報システム(GIS) Webシステム データベース

### 1. 研究開始当初の背景

地質情報は、時空間情報のなかで我々の生活の基盤を支える重要な情報のひとつである。とくに日本は地震災害をはじめ各種自然災害のリスクが高く、地質情報はその対策や問題解決のための基礎情報として必要不可欠である。

現在、自治体や研究機関からボーリングデータや地質図等の地質情報や地震や洪水を対象としたハザードマップが公開されているが、これらを配信する Web-GIS システムの多くが、1つのサーバで全てのデータを管理する集中管理型のシステムである。集中管理型データベースには管理やサポートが集中できるというメリットがあるが、データベースへの障害がシステム全体に影響するという問題がある。2011年3月11日に発生した東日本大震災では、建物の被災や停電のため、地質情報を配信していた多くのサーバがダウンし、最も必要なときに地質情報を利用できないという事態が起こった。

このような集中型データベースの問題を解決する方法の1つに、分散型データベースの利用がある。分散型データベースには複数のサーバとデータベースが必要であり、管理が煩雑になる等のデメリットがあるが、一度に全てのデータを失う可能性を軽減したり、障害発生時でもデータ共有を継続できるという大きなメリットがある。また、負荷を分散することで高速化も期待できる。

### 2. 研究の目的

大規模災害等により障害が発生したときでも継続して地質情報を共有することを目的に、分散型データベースを開発する。これを実現するために次の研究を行う。

- ・ボーリングデータを分散管理するための方法を確立する。
- ・データベースを複製し、一方のデータベースサーバがダウンしてもデータの共有を継続する方法を確立する。
- ・Web-GISによる地質情報の統合的な検索や表示を実現する。

### 3. 研究の方法

地質情報配信のための分散管理型 Web-GIS を開発する。データベースの分散化を実現するために、フリーオープンソースソフトウェアの PostgreSQL と pgpool-II を使用する。PostgreSQL は高性能のリレーショナルデータベース管理システムである。pgpool-II は PostgreSQL 専用のミドルウェアであり、データベースを分散化するための機能をもつ。これらのソフトウェアを用いて、ボーリングデータを分散した複数のデータベースに登録する機能とデータベースを複製する機能を開発する。また、分散データベースに登録されたボーリングデータを Web 地図上に表示し、閲覧できる機能を開発する。

### 4. 研究成果

pgpool-II は、PostgreSQL サーバとクライアントの間に入って動作するミドルウェアであり、PostgreSQL の高信頼化と高速化を実現するための機能をもつ。本研究では、pgpool-II がもつレプリケーションモードとパラレルクエリモードを用いてデータベースの分散化を実現した。

#### レプリケーションモード

レプリケーションとは、データベースの複製（レプリカ）を別のサーバ上に作成し、常に内容を同期する機能である。pgpool-II では、データの登録や更新に関わるクエリを同時にレプリカデータベースにも送信することで、データの同期をとっている（図1）。バックアップと違って常に同期がとられているため、マスターデータベースに障害が発生した場合でも、レプリカデータベースを使って運用を継続できる。

#### パラレルクエリモード

パラレルクエリとは、複数のデータベースサーバに分散管理されているデータに対して並列に問い合わせを行い、結果を統合して返す機能である。この機能により、複数のデータベースサーバに配置されたテーブルを仮想的に1つのテーブルとして扱うことができる。データは、管理者が定義した分散ルールに従って、決められたデータベースのテーブルに登録される（図2）。データの検索では、pgpool-II から各データベースに並列に検索命令が送られ、各データベースからの検索結果を統合してクライアントに返す（図3）。

これら2つのモードを用いて、2種類の分散データベースを開発した。データベースの分散管理に、pgpool-II の管理ツールである pgpoolAdmin を用いた。Web ブラウザで pgpoolAdmin にアクセスすることで、pgpool-II の起動・停止や分散化に関する各種設定を行ったり、データベースの状態を監視したりできる（図4）。

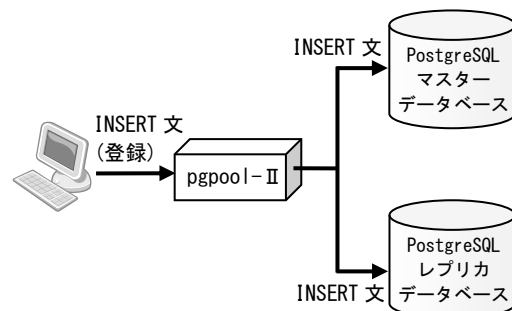


図1 レプリケーションモードにおけるデータの登録。pgpool-II はマスターデータベースとレプリカデータベースの両方に同時に登録命令を送る。

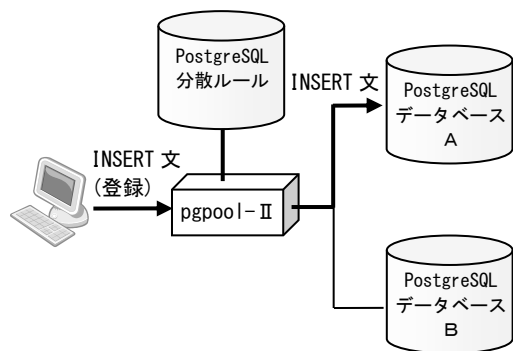


図2 パラレルクエリモードにおけるデータの登録. pgpool-II は分散ルールに従って登録先を決定する。

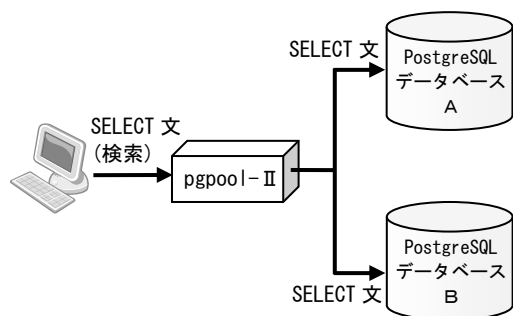


図3 パラレルクエリモードにおけるデータの検索. pgpool-II はすべてのデータベースに検索命令を送り、結果をまとめて返す。



図4 管理ツールのステータス画面

システムの動作を確認するために、こうち地盤情報公開サイトで公開されている高知県のボーリングデータ 400 個と高知市のボーリングデータ 1000 個を用いた。これらのボーリングデータは、国土交通省の地質・土質調査成果電子納品要領 (案) で定められたボーリング交換用データの XML 形式である。ボーリングデータから、調査名、ボーリング名、経度緯度情報などを抽出し、分散データベースに登録した。

レプリケーションモードを用いたシステムにボーリングデータを登録し、マスターデー

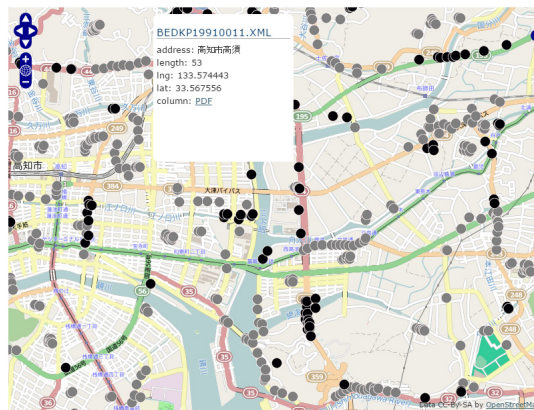


図5 ボーリングデータの位置を地図上に表示した例. 黒色と灰色の丸印はそれぞれ高知県と高知市のボーリングデータ。

ータベースとレプリカデータベースでデータの同期がとれていることを確認した。また、マスターデータベースを停止しても、レプリカデータベースによりデータ配信を継続できることを確認した。

パラレルクエリモードを用いたシステムでは、ボーリングデータ名に応じた分散ルールを設定し、高知県のボーリングデータと高知市のボーリングデータを別々のデータベースに分散して登録されることを確認した。また、SELECT 文によって検索したところ、複数のデータベースから得られた結果が統合して返されることを確認した。結果として得られたボーリングデータの位置を地図上に表示した例を図5に示す。地図の表示には、オープンソースソフトウェアの OpenLayers を用いた。ボーリングデータの位置を示すアイコンをクリックすることで、そのデータの属性情報をポップアップ表示できる。

本研究では、pgpool-II のレプリケーションモードとパラレルクエリモードを用いて、ボーリングデータのための分散管理型 Web-GIS を開発した。また、1つのデータベースが停止しても、継続してデータを配信できることを確認した。本システムはフリーオープンソースソフトウェアを組み合わせることによって開発されているため、機能の改良や拡張が容易である。今後は、本システムを基礎にして、ボーリングデータ以外の地質情報にも対応した分散管理型システムを開発する予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計2件)

- ① 野々垣 進・西岡芳晴・川畑大作・根本達也・北尾 馨, フリーオープンソースソフトウェアを用いた日本シームレス地質図 Web Map Tile Service の利用法. 情報地質, 査読有, 2013, vol.24, no.3, pp.125-138. DOI 10.6010/geoinformatics.24.125

- ② 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.

[学会発表] (計9件)

- ① Nemoto T., Masumoto S., Nonogaki S., Raghavan V. and Yonezawa G., Development of distributed database system for borehole data using Free and Open Source Software. FOSS4G-Asia 2014. 2014年12月3日, バンコク (タイ王国).
- ② 根本達也・升本眞二・野々垣 進・ベンカテッシュ ラガワン, 地質情報データベースの分散化. 日本地質学会第121年学術大会, 2014年9月13日, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島県鹿児島市).
- ③ Nemoto T., Masumoto S., Nonogaki S. and Raghavan V., A distributed database system for sharing geological information using free and open source software. American Geophysical Union Fall Meeting 2013, 2013年12月12日, サンフランシスコ (アメリカ合衆国).
- ④ 野々垣 進・西岡芳晴・川畑大作・根本達也・北尾 馨, 日本シームレス地質図 Web Map Tile Service とその利用法. 第24回日本情報地質学会講演会, 2013年6月21日, 産業技術総合研究所 (茨城県つくば市).
- ⑤ 升本眞二・根本達也・北川剛大・野々垣 進・ベンカテッシュ ラガワン, 広域地質情報発信のための隣接する3次元地質モデルの結合. 第24回日本情報地質学会講演会, 2013年6月21日, 産業技術総合研究所 (茨城県つくば市).
- ⑥ 米澤 剛・トラン ティ アン・櫻井健一・三田村宗樹・升本眞二・根本達也・野々垣 進・ベンカテッシュ ラガワン, ベトナム・ハノイにおける地下情報の活用. 第24回日本情報地質学会講演会, 2013年6月21日, 産業技術総合研究所 (茨城県つくば市).
- ⑦ Nemoto T., Masumoto S., Nonogaki S. and Raghavan V., Development of web-based distributed database system for geologic data. GeoInformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2012, 2012年10月18日, ホーチミン (ベトナム).
- ⑧ 根本達也・谷本和彦・升本眞二, Direct3Dを用いた3次元地質モデル可視化ソフト

ウェアの開発. 第23回日本情報地質学会講演会, 2012年6月21日, 高知大学朝倉キャンパス (高知県高知市).

- ⑨ 根本達也・升本眞二・野々垣 進・ベンカテッシュ ラガワン, 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, 高知大学朝倉キャンパス (高知県高知市).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

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

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし