

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 31 日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011 年度 ～2012 年度

課題番号：23650046

研究課題名（和文） 月観測データの横断検索を実現する WebGIS の研究

研究課題名（英文） WebGIS for enabling cross search of lunar geographic data

研究代表者 石川 博（ISHIKAWA HIROSHI）

静岡大学・情報学部・教授

研究者番号：60326014

## 研究成果の概要（和文）：

NASA のアポロミッションで得られた膨大な量の月震データを用いて、現在もその発生原因及び震源の分類が人手によって続けられている。しかし、膨大な量の波形データから、月震データ間の類似性を把握することは困難である。そこで 23 年度の月 GIS アプリケーション・プロトタイプの見直し結果を踏まえて、24 年度には波形の類似性を考慮して、月震データを自己組織化マップ（Self-Organizing Maps, SOM）を用いて可視化する Web システムを実装した。これにより情報学における大量時系列データ処理の技術革新を行うだけでなく、月震データの解析研究の促進を図ることが期待される。

## 研究成果の概要（英文）：

Using the vast amounts of moonquake data obtained by the Apollo missions of NASA, classification of the causes and the epicenters has been continued by hand even today. However, due to the huge amount of waveform data, it is difficult to determine the similarity between moonquake data. Based on the results of the study of GIS application prototypes done during 2011, a Web system to visualize moonquake data based on Self-Organizing Maps (SOM) has been implemented considering the similarity of the waveforms during 2012. As the result, not only innovations of large-scale time series data processing in information science but also promotions of studies on moonquake data analysis in planetary science are expected.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

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：データマイニング，データベース，可視化，Web サービス，惑星科学

## 1. 研究開始当初の背景

近年、人工衛星によるリモートセンシング等、宇宙探索技術の向上により我々は地球以外の惑星等に関する膨大な情報を手に入れつつある。地球に関しては、既に様々な Geographic Information System (GIS) 基盤が提供され、科学者のみならず、Web を通じて一般的なユーザまでもが、高精細な衛星画像を利活用で

きる環境が整っている。しかしながら、地球以外の天体を対象としたセンシングデータを蓄積・配信・閲覧する仕組みは、議論が殆ど無く萌芽的な分野だと言える。例えば NASA のアポロミッションでは、膨大な量の月震データが蓄えられているが、それらは十分には解析されたり、利活用されたりはしていない。

## 2. 研究の目的

本研究にてWeb時代に即したサービスとしての月GISという新たな分野を開拓し、地球以外の天体観測データの標準的な利活用基盤技術創造を目指す。特に自己組織化マップ(Self-Organizing Maps, SOM)のような、計算機による自動的なクラスタ分析手法を、NASAのアポロミッションで得られた膨大な月震データに適用して、自動的に分類することで、これまで得られた科学的な知見の検証や補強を可能とし、さらには埋もれてきた科学的データの利活用を促進することを目指す。

## 3. 研究の方法

初年度は、「かぐや(SELENE)」プロジェクトの一員である山本幸生氏(JAXA)と連携し、データ工学を専門とする研究代表者・分担者を中心に実際の観測データを横断検索するGISアプリケーションを開発する。また、その実装の知見から必要な機能の整理と一般化を行い、月WebGISのフレームワークとしての要求仕様を検討する。

これは、単にアプリケーションを作るのが目標というのではなく、この実装で得られた知見を基礎として、ボトムアップ的な手法で、汎用的な月WebGIS基盤の構築を目指している。その為、単に蛍光X線分光計や可視赤外線分光計への特化を考えるだけでなく、標準的なデータの利活用手法を確立したい。

2年目は、初年度で検討した月WebGISの要求仕様に基づいて、汎用的なGISフレームワークの実現を目指す。特に月の組成探求に重要な月震データを解析・可視化することのできる長大かつ不均質な波形の時系列データ分析基盤を分散並列で高速処理できるフレームワークを、データマイニング分野で開発されてきた自己組織化マップを用いて実現する。

本計画の最終目標は、月の観測データを利用して研究を行っている研究者にとって、使いやすく、また複数の研究者間のコラボレーションがインターネットを介して容易にできるようなWebGIS基盤の創造である。またWebという国民的な関心の高い宇宙分野の研究成果をWebを介して広く公開・共有する為の基盤としての利用も期待できる。

## 4. 研究成果

平成23年度においては、月GISの基盤技術に関する基礎的な検討を行い、実際に動作するGISフレームワークのミド

ルウェアの開発を完了した。リーモートセンシングデータのデータ量は膨大であり、可視化、データ処理共に分散処理を行う事が前提となる。我々はこれらの問題に対してスケーラブルな分散基盤を実現した。

可視化においては、OGC(Open Geospatial Consortium)の標準技術に準拠しつつ、月観測データを利活用する手法を実現した。特筆すべきはTiled Display Wall環境において、高解像度表示も対応している点である。Tiled Display Wall上の描画手法に関してもHTML5といった先進的な技術に基づいた描画を実現し、OGCのWebサービス群との親和性を飛躍的に向上させた。

データ処理においては、MapReduceの分散環境において、代表的な可視化・クラスタリング技術である自己組織化マップの高速処理手法を提案し、精度を維持しつつ高速化ができることを確認した。

また研究最終年度に向け、この成果を適用するアプリケーション・プロトタイプを検討を行った。研究協力者のJAXA山本氏と打ち合わせを行い、アポロ計画によって月に設置された地震計のデータを処理・可視化する基盤として適用できないかの検討を開始した。ここでの課題は、長大かつ不均質な波形データに対して、月震と想定される箇所を高速に検索する技術、および結果候補の可視化技術の実現であり、本テーマと親和性が高い。平成23年度はこの実現に向けての基礎的な検討を行った。

NASAのアポロミッションで得られた膨大な量の月震データを用いて、現在も月震の発生原因及び震源の分類が人手によって続けられている。しかし、膨大な量の波形データから、月震データ間の類似性を把握することは困難である。

そこで最終年度は前年度のアプリケーション・プロトタイプの見直し結果を踏まえて、月震データの解析研究を促進できるようにするため、波形の類似性を考慮した月震データを可視化するためのWebシステムを実装した。本システムでは、類似するデータをまとめて可視化するのに適した自己組織化マップを用い、月震データを2次元空間上へマッピングする。

また、処理のバックエンドには分散並列計算のソフトウェアプラットフォームの一つであるHadoopを用いることで、膨大な量のデータに対する自己組織化マップの処理に対応する。特に大量の生データから、類似性を計算するために適

した特徴を抽出し、変形するところで Hadoop による並列計算が有効であることが判明した。実装システムは Web インターフェイスを通して、自己組織化マップの結果及び月震データを提示することができるようにした。

これらの成果により情報学における大量時系列データ処理の技術革新を行うだけでなく、科学における月震データの解析研究の促進を図ることが期待される。

研究成果として、平成 24 年度に JAXA が主催で開催された宇宙科学情報解析シンポジウムにて口頭発表を行い、情報学研究者だけでなく、専門家からも注目された。

## 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 1 件)

- ① Masaharu Hirota, Naoki Fukuta, Shohei Yokoyama, Hiroshi Ishikawa, A Robust Clustering Method for Missing Metadata in Image Search Results, Journal of Information Processing, 査読有, Vol. 53, 2012, NO. 5, DOI: 10.2197/ipsjjip.20.537

[学会発表] (計 8 件)

- ① 白井元浩, 廣田雅春, 横山昌平, 石川博, ジオタグ付き写真を用いたホットスポットの分類とランドマークの形状抽出手法, 第 5 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM フォーラム 2013), 2013. 3. 4, 福島県郡山市 (磐梯熱海 ホテル華の湯)
- ② 後藤康路, 山田竜平, 山本幸生, 横山昌平, 石川博, 波形の類似性を考慮した大規模月地震データの可視化システムの実装, 査読有, 平成 24 年度 宇宙科学情報解析シンポジウム, 2013. 2. 15, 神奈川県相模原市 (JAXA 相模原キャンパス)
- ③ Hiroshi Ishikawa, Towards an Integrated Framework for Analyzing and Utilizing Social Big Data and its Efficient Execution, 7th Korea-Japan Database Workshop 2012, 【招待講演】, 2012. 12. 1, 韓国・デジョン (Daejeon Convention Center)
- ④ 後藤康路, 油井誠, 横山昌平, 小島功, 石川博, MapReduce による確率的勾配降下法を用いた広告クリック率予測の実践, 第 155 回データベースシステム研究発表会, 2012. 11. 19, 東京都千代田区 (秋葉原ダイビル)

- ⑤ Motohiro Shirai, Masaharu Hirota, Shohei Yokoyama, Naoki Fukuta, Hiroshi Ishikawa, Discovering Multiple HotSpots using Geo-tagged Photographs, 査読有, 20th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, 2012. 11. 7, アメリカ・カリフォルニア (Crowne Plaza Redondo Beach & Marina Hotel)
- ⑥ Hiroshi Ishikawa, Social media analytics in the age of big data, Intl. Conf. on Global Research and Education (Inter-Academia 2012) 【招待講演】, 2012. 8. 26, ハンガリー・ブダペスト (Hotel Ramada Plaza Budapest)
- ⑦ 後藤康路, 廣田雅春, 横山昌平, 福田直樹, 石川博, MapReduce を用いた並列 SOM の高速化手法の提案, 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM フォーラム 2012), 2012. 3. 3, 兵庫県神戸市 (シーサイドホテル舞子ビラ神戸)
- ⑧ Masaharu Hirota, Naoki Fukuta, Shohei Yokoyama, Hiroshi Ishikawa, Implementing Constraint-based Clustering for a Photo Search System Using Estimated Metadata, 査読有, 2nd International Symposium on Applied Informatics, 2011. 8. 9, 山形県上山市 (かみのやま温泉月岡ホテル)

[図書] (計 2 件)

- ① 石川博・新美 礼彦・白石 陽・横山昌平, 共立出版, データマイニングと集合知 — 基礎から Web, ソーシャルメディアまで — 2012, 1-72, 108-198, 212-232 (237 頁)
- ② 石川博, 共立出版, 集合知の作り方・活かし方 — 多様性とソーシャルメディアの視点から, 2011, 1-232 (232 頁)

[その他]

ホームページ等

<http://db-lab.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石川 博 (Hiroshi Ishikawa)  
静岡大学・情報学部・教授  
研究者番号: 60326014

### (2) 研究分担者

横山 昌平 (Shohei Yokoyama)  
静岡大学・情報学部・講師  
研究者番号: 20443236

(3) 連携研究者

山本 幸生 (Yamamoto Yukio)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究本部・助教

研究者番号：50425790