

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2010～2014

課題番号：22220011

研究課題名(和文) 地表環境の総理解を目指した地理空間データ蓄積共有システムの構築

研究課題名(英文) Development of International Geospatial Data Sharing System for the Understanding of Land Environment

研究代表者

建石 隆太郎 (Tateishi, Ryutaro)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号：90114545

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 83,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究により、陸域環境の様々なデータを扱う世界の研究者がそのデータを蓄積し共有できるシステム“CEReS Gaia”を完成させ、運用を開始した。このシステムの特徴は、ユーザフレンドリーであること、クラスターシステムで国際的に拡張が可能であること(既にインドネシア大学のサーバと接続し、ベトナム国立大学と接続を計画中である)、地図座標が付与されたラスターデータ、ベクトルデータ、地図座標付きの地上写真などの地理空間データの共有が可能である、多言語機能を持っている、などである。また、このシステムを利用してグローバル土地被覆データGLCNM02008を作成し、データ公開している。

研究成果の概要(英文)：Geospatial data sharing system, CEReS Gaia, was developed by this research project. The system allows researchers on land environment to share data with the following features; 1) user-friendly system, 2) internationally expandable cluster system (connected with University of Indonesia, and planning to connect with Vietnam National University), 3) geospatial data with raster form, vector form, and ground photo are acceptable, 4) multi-lingual function. Using CEReS Gaia, global land cover data, GLCNM02008, were developed and published. This product has 5-10% higher accuracy than other existing global land cover products; i.e., GlobCover2009 or MODIS land cover product.

研究分野：リモートセンシング

キーワード：リモートセンシング 地理情報システム 陸域環境情報

### 1. 研究開始当初の背景

地表面の環境に関連する研究は異なる分野で様々な視点で行われており、関連するデータは多くの機関に散在する。地表環境を総合的に理解するためには、これらの分野を超えたデータを同時に解析することが有効である。そのためには既存の地理空間データを蓄積共有するシステムが必要である。しかし、データはきわめて多くの機関に散在するため、またその機関が変化するため、一時的にトップダウン的にデータを収集しても限界がある。そこでボトムアップ的に各研究者がデータをアップロードするようなデータの蓄積共有システムが必要と考えた。これを実現するためにはそのシステムは研究者にとって利用しやすく且つメリットのあるものでなければならない。

上記の考えに至った理由は研究代表者のグローバル土地被覆データ作成の研究にある。グローバルな土地被覆データは地球環境研究の基盤データの一つであり、1992年に観測した AVHRR データを用いて米国地質調査所 USGS が作成した GLCC Version 1 が最初である。その後、世界で4つのグループがグローバル土地被覆データを作成し、データを公開してきた。一つ目は米国メリーランド大学で現在はデータ作成を行っていない。二つ目は米国ボストン大学、これは NASA の MODIS プロジェクトとして実施した。三つ目は、ヨーロッパ宇宙機関 ESA, Joint Research Centre を中心とするヨーロッパのグループで GLC2000, GlobCover v2.2(2005年), v2.3(2009年)など継続的にデータを作成している。四つ目は本研究代表者が作成した GLCNMO(2003年)である。これは世界の地図作成機関が進めている地球地図プロジェクトの一部である。

以上のいずれのデータも分類精度がおおよそ70%台で、さらなる高精度化が望まれている。その問題の一つがトレーニングデータ、検証データの収集の困難さである。対象地域が全世界であるため現地調査は限られ、既存の情報に頼らざるを得ない。すなわち、Google Earth の画像判読および既存の地図情報の活用である。研究代表者は、これらの既存データと現地調査写真も含め、トレーニングデータの研究者間での情報共有が土地被覆データの高精度化には必要であると考えた。

### 2. 研究の目的

本研究の研究期間を超えた最終的な目標は、地表環境をより正しく総合的に理解することである。

本研究の研究期間内での目的は次の二つである。

- (1) 地理空間データを蓄積共有するシステム(CEReS Gaiaと名付ける)を構築し継続的な運用を始めること
- (2) CEReS Gaia を利用してグローバル

土地被覆データ GLCNMO(2008年)を作成すること

目的(1)の地理空間データとは、緯度経度情報と結び付けられた地表に関するあらゆるデータで、衛星データ、数値化地図データ、分類・分析結果図、トレーニングデータ、地上写真などを含み、それらと連結した説明ファイルも含む。

システムは誰でも自由に利用することができ、研究期間の終了後も継続的に運用が可能でなければならない。システムは国際的に利用するため英語表記が基本となる。

構築するシステムには本研究で作成するグローバル土地被覆データ GLCNMO(2008)だけでなく前述した他のグローバル土地被覆データも含めるため、全球の異なる土地被覆データを比較利用することが可能となる。また、将来のグローバル土地被覆データ作成にも有効利用できる。

### 3. 研究の方法

上記の二つの目的に対応してそれぞれの研究の方法を二つに分けて述べる。

(1) 地理空間データの蓄積共有システム CEReS Gaia の構築

初年度(2010年度)にシステムの設計を行い、開発を始め、3年度目に初期バージョンを公開した。その後、ユーザーからの意見を聞いて改良し、最終年度(2014年度)に CEReS Gaia を完成させた。

設計段階で決めた、他のデータ共有サイトにない本研究のシステム CEReS Gaia の特徴は次の通りである。

【拡張性】データ量 2~100 テラバイト程度のサーバをクラスターシステムとして構築し、国際的にシステムを拡張できる。(図1)

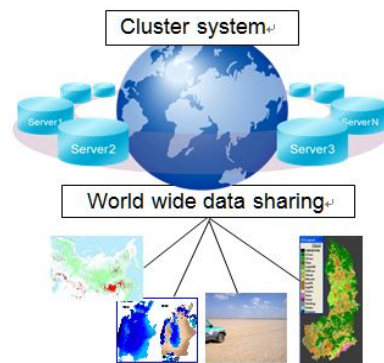


図1 地理空間データ蓄積共有システム CEReS Gaia のクラスター構造による拡張性

【多言語性】国際的なシステムであるため、英語 + サーバ設置の国の言語の多言語表記のシステムとする。ただし、データの属性記述は英語とする。

【2タイプのデータ共有】誰にでも広くデータを公開する以外に、あらかじめ登録したグループのメンバー内でのみデータ共有でき

る方式も選択可能とする。これは研究グループ内でのデータ共有や最終データプロダクトが完成する前の準備段階でのデータ共有などに対応できるようにするためである。

【著作権対応】システムに登録するデータのメタデータとして著作権情報を記載する。データの作成者・配布者の方針により、データの表示のみを可能にする場合とダウンロードも可能にする場合とを選択できるようにする。

【重ね合わせ表示】3種類のラスターデータの透過度を変えることにより重ね合わせ表示をすることができる。

【Web Map Service】WMSを表示することができ、他のデータと重ね合わせが可能である。

登録可能なデータはラスターデータ (GeoTIFF)、ベクトルデータ(shape file)、地図座標を持つファイル (例: GPS カメラで撮られた写真) である。

システムの製作は外注し、月1回の打ち合わせにより、細かな方針決定と問題点の対策を行った。特にユーザーインターフェイスは研究者の利用を促進するためには重要であり、詳細な検討が継続的に行われた。

#### (2) グローバル土地被覆データ GLCNMO2008の作成

##### 使用データ

研究開始時点で全球の前処理が終了して配布されている最新のMODISデータ(2008年1月~12月観測)を利用した。1画素は地上500mに対応し、緯度経度15秒にリサンプリングされた。原データは毎日の全球観測であるが、雲除去の処理のため16日間のもっとも晴れているデータを集めた16日合成データを利用した。1年間は23時期の合成データで構成される。

上記のデータは未だ雲を含んでいるため雲除去の方法を考案し、これを適用した。

##### 分類クラス

GLCNMO v.1(2003年)と同じクラスを用いた。これは下記の20クラスからなりFAOのLand Cover Classification System(LCCS)で定義されている。1 Broadleaf Evergreen Forest, 2 Broadleaf Deciduous Forest, 3 Needleleaf Evergreen Forest, 4 Needleleaf Deciduous Forest, 5 Mixed Forest, 6 Tree Open, 7 Shrub, 8 Herbaceous, 9 Herbaceous with Sparse Tree/Shrub, 10 Sparse Vegetation, 11 Cropland, 12 Paddy field, 13 Cropland/Other Vegetation Mosaic, 14 Mangrove, 15 Wetland, 16 Bare area, consolidated (gravel, rock), 17 Bare area, unconsolidated (sand), 18 Urban, 19 Snow/ice, 20 Water Bodies

##### 分類方法

20クラス中14クラスはDecision Tree法により分類し、他の6クラス(クラスNo.6, 14, 15, 18, 19, 20)は個別に独自の方法でマッピングした。特に、クラスNo.6のTree Open

は定義で樹木被覆率15-40%に対応し、新たに考案した樹木被覆率作成手法の結果を用いた。また、クラスNo.14のMangroveは、そのクラスだけを抽出する方法を考案し、グローバルなMangrove図を作成した。Decision Tree分類の結果と6クラスの図を統合することにより最終的なグローバル土地被覆データを作成した。

データ共有システムCEReS Gaiaの利用  
グローバル土地被覆データの作成において次の段階においてCEReS Gaiaを利用した。先ず、CEReS Gaiaに登録されているデータをトレーニングデータ収集の参考情報とした。次に、中間分類結果を各国の研究者に検証を依頼するときに、このデータ共有システムを利用した。最後にグローバル土地被覆データが完成した後は、そのデータおよび使用したトレーニングデータ、使用した前処理済み衛星データMODISをCEReS Gaiaから一般公開した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 地理空間データの蓄積共有システム CEReS Gaiaの構築と運用と国際展開

構築したシステム CEReS Gaia は <http://gaia.cr.chiba-u.jp/portal/> よりアクセス可能で、誰でも365日24時間使用することができ、研究期間終了後も継続的に長期間利用することができる。H27年5月時点でメインサーバは千葉大学にあり、インドネシア大学のサーバとも連結されている。双方のサーバに登録されているデータは所在場所を意識することなく検索・表示・ダウンロードが可能である。図2はこの検索画面である。

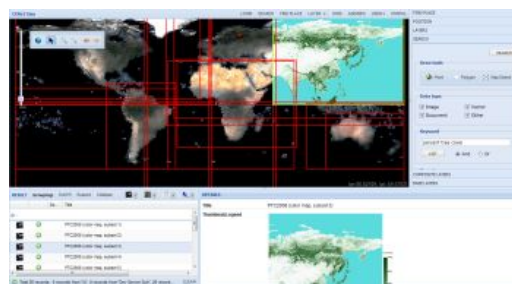


図2 CEReS Gaiaの検索画面

H26年度にはベトナム国立大学とインドネシアのハサヌディン大学でのサーバ設置も合意し、H27年度に設置を計画している。今後も研究代表者に連絡することにより国内外でサーバを拡張できる。

現時点で、約50万ファイルが登録されており、以下のデータが含まれている。Landsat, EO/ALI, MODIS, DMS/OLS, GDEM, LandScan population data, Harmonized World Soil Data (FAO), constructed impervious surface, GLCNMO, GLCC, MODIS land cover, GLC2000, GlobCover, global percent tree cover, Desertification map of the drylands

of Asia, global evapotranspiration data, 細密数値情報(GSI)。その他、土地被覆トレーニングデータ、地図をスキャンしたデータ、ユーザが登録したデータなどが含まれている。

今後、CEReS Gaia は個々の研究者でも研究プロジェクトでも作成したデータをグループ内で共有したり、一般に公開したりするときの便利なシステムとして利用できる。また、研究者自身のサーバでデータを蓄積したい場合は、クラスターサーバの管理者として CEReS Gaia に参加することによりそれが可能となる。

本研究により開発し運用しているデータ蓄積共有システム CEReS Gaia の意義を他の類似システムと比較することにより述べる。他の代表的なシステムとして、地球観測のための国際的な連携機関である Group on Earth Observations (GEO)により運用されている GEOSS Portal と日本のデータ共有システム DIAS がある。これらに対する CEReS Gaia の優位性は次の点にある。(i) 他のシステムはユーザがデータの概要を画像として視覚で把握するまでに多くの操作が必要であるが、本システムは検索結果が直ちに可視化される。すなわちユーザが検索結果に対して自分が必要とするデータかどうかを判断することが容易である。(ii) 他のシステムは大きな容量のサーバにデータを記録するが、本システムは数テラ・バイトから数十テラ・バイトの比較的小さいサーバを論理的にほぼ無制限に国際的クラスターシステムとして増設できる拡張性がある。(iii)他のシステムと異なり本システムはソースコードを公開している。すなわち、ボランティアによるシステムの改良が可能であり、システムの継続的な成長が可能である。

以上の本システムの優位性のために、CEReS Gaia が今後の世界標準になり得る条件を備えている。これを実現するためには継続的なシステムの改良が必要となり、予算を使った外注か、ボランティアによる改良を考えている。

## (2) グローバル土地被覆データ GLCNMO2008 の完成

2008年に観測されたMODISデータを用いてその年の土地被覆を示すグローバル土地被覆データ GLCNMO2008 (解像度 500m、20 クラス)を作成した(図3)。

クラス毎の階層別ランダムサンプリングによる約 800 点の検証データにより他の 4 つのグローバル土地被覆データ (GLC2000, MODIS LC, GLCNMO v.1, GlobCover)と比較した結果、本研究の成果である GLCNMO v.2(2008)は総合精度 83%で他の 4 種類の 71-78%に比べて高い精度が得られた。

本研究により新たなグローバル土地被覆データを作成した意義を述べる。リモートセンシングの発達により、初めて全球を解像度

1kmで毎日観測できたのは米国のNOAA衛星に搭載されたAVHRRセンサであった。1992年の1年間に観測されたデータを用いて初めて全球の土地被覆データを作成したのは1997年のことであった。それ以来、メリーランド大学、ボストン大学、欧州宇宙機関らが独立にデータを作成してきた。その背景は土地被覆データが気候変動、生物多様性などの地球環境問題と研究の基礎データの一つであることがあった。しかし、問題点として分類精度が70%台以下であり時系列的なデータ比較により変化を検出できないことがある。これに対して本研究の成果であるGLCNMO2008は他のグローバル土地被覆データより分類精度が5-10%高いことが挙げられる。また、他のデータ作成機関が欧米であるため分類クラスとしての水田を重視しないが、メタン発生源、生物多様性の観点から水田のクラスも重要である。このため本研究の成果ではクラスNo.12のPaddy fieldを含めた。これも本成果の優れた点である。

この成果データおよび用いたMODISデータ、トレーニングデータはCEReS Gaiaから公開しており、誰でも“GLCNMO”のキーワードあるいは“land cover”と“global”のキーワードで検索・ダウンロードすることができる。さらに、他のグローバル土地被覆データもCEReS Gaiaに含まれており、視覚的に比較したりダウンロードすることが可能である。

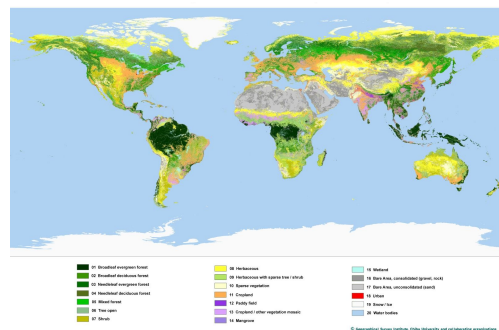


図3 グローバル土地被覆データ GLCNMO2008

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計9件)すべて査読有

R. Tateishi, Nguyen Thanh Hoan, Toshiyuki Kobayashi, Bayan Alsaadeh, Gegentana, and Dong Xuan Phong, Production of global land cover data-GLCNMO2008, Journal of Geography and Geology, Vol 6, No 3, 2014, pp.99-122

Alsaadeh, B., A. Al-Hanbali, R. Tateishi, T. Kobayashi, N. T. Hoan, Mangrove forests mapping in the southern part of Japan using Landsat ETM+ with DEM, Journal of Geographic Information System, 5(4), 369-377, 2014 DOI:10.4236/jgis.2013.54035.

Toshiyuki Kobayashi, Javzandulam Tsend-Ayush and Ryutaro Tateishi: A new tree cover percentage map in Eurasia at 500m

resolution using MODIS data, Remote Sensing, Vol.6, No.1, 2014, pp.209-232

Gegen Tana, Husi Letu, Zhongkai Cheng and Ryutaro Tateishi, Wetlands Mapping in North America by Decision Rule Classification Using MODIS and Ancillary Data, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2013  
DOI:10.1109/JSTARS.2013.2249499 ,

Ryutaro Tateishi, Bayaer Uriyangqai, Hussam Al-Bilbisi, Mohamed Aboel Ghar, Javzandulam Tsend-Ayush, Toshiyuki Kobayashi, Alimujiang Kasimu, Nguyen Thanh Hoan, Adel Shalaby, Bayan Alsaaidh, Tsevenge Enkhzaya, Gegentana, Hiroshi P. Sato, Production of global land cover data-GLCNMO, International Journal of Digital Earth, Vol.4, Issue 1, pp.22-49, 2011

〔学会発表〕(計 7件)

Bayan Alsaaidh, Nguyen Thanh Hoan, Ryutaro Tateishi, Comparison and validation of five global land cover products. Proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2014 (ISRS 2014), pp. 65 - 68, Busan, Korea, 16-18 April 2014

Tateishi, R. and J. T. Sri Sumantyo, Geospatial data sharing/overlay system: CEReS Gaia, Proc. 34th ACRS, SC09/421-428, Bali Indonesia, 20-24 October 2013

Hoan, N. T., R. Tateishi and B. Johnson, Cloud removal of MODIS 250 m 8-day image composites: problem and solution, Proc. 34th ACRS, SC02/542-549, Bali Indonesia, 20-24 October 2013.

Tateishi, R. and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Development of geospatial data sharing/overlay system - CEReS Gaia -, International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), pp.558-561, Munich Germany, 22-26 July 2012

Tateishi, R., Global land cover mapping and geospatial data sharing/overlay system, International Workshop on Advanced Use of Satellite- and Geo-Information for Agricultural and Environmental Intelligence, pp.20-23, Tsukuba International Congress Center, Ibaraki, Tsukuba, March 2-4, 2011

〔その他〕

開発した運用中のデータ蓄積共有システム CEReS Gaia

<http://gaia.cr.chiba-u.jp/portal/>

このサイト内の連絡先に連絡することにより自らのサーバを CEReS Gaia のクラスターシステムに連結させることができる。

6 . 研究組織

(1)研究代表者

建石 隆太郎 (TATEISHI, Ryutaro)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号 : 90114545

(2)研究分担者

近藤 昭彦 (KONDOH, Akihiko)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号 : 30201495

スリ・スマンティヨ J・T (Sri Sumantyo J.T.)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号 : 40396693