

太陽光発電予測に基づく調和型電力系統制御の実現に向けて

Towards harmonized power system control based on PV power prediction

*井村 順^{1,2}*Junichi Imura^{1,2}

1.東京工業大学、2.JST, CREST

1.Tokyo Institute of Technology, 2.JST, CREST

本稿では、2015年4月より5年間の期間で始まった、JST CREST EMS 領域の研究課題の一つである「太陽光発電予測に基づく調和型電力系統制御のためのシステム理論構築(HARPS)」の研究プロジェクト(研究代表者 井村 順一)について、その概要を紹介する。経済産業省は2010年のエネルギー基本計画において2030年に53GWの太陽光(PV)発電の導入を目標として掲げ、PV発電の大量導入のための取り組みが本格化した。さらに、2015年7月には「長期エネルギー需給見通し」において2030年に64GW(日本の全電力量の7%、瞬間では全電力の約30%)のPV発電導入を目標に掲げました。2015年末で23GWのPV発電になっており、ここ数年で目覚ましい勢いでPV発電が増加してきている。そのため、PV発電の予測を用いて安定な電力供給を実現する新しい制御技術の開発が急務になってきている。その一方で、発送電分離や電力自由化による新しい電力供給体制、および、情報インフラや家庭用蓄電池技術等の高度化によるデマンドレスポンスなどの開発により、需給バランスを達成するシステム全体の枠組みそのものを根本的に見直し、再構築する必要性が生じている。そこで、本プロジェクトでは、太陽光発電の大量導入と調和した電力供給の両方を実現するために、太陽光発電予測/需要予測に加えて、需要側エネルギーマネジメントシステム(FEMS,CEMSなど)、協調パワーコンディショナー、デマンドレスポンスアグリゲータ、電力バランシンググループといった様々な様態が想定される中間層(調和型アグリゲータ)の機能や特性を活用した、次々世代の電力系統制御のためのシステム理論を構築することを研究目標としている。具体的には、102GWの太陽光発電の導入を可能とし、かつ、330GWの導入までを見据えた次々世代の調和型電力システム安定供給制御技術手法の核となる基盤理論・技術として、(i)電力システム設計:システム運用層-中間層-ユーザー層で構成するシステム設計論、(ii)予測技術:安定供給を実現する制御のためのPV発電予測技術、(iii)制御技術:PV発電予測を最大限活用した安定供給制御理論・技術、の3つの基盤理論・技術を構築することを目指し、太陽光発電予測、需給制御、需要家制御、送配電制御、基盤理論の5つの研究領域から展開している。電力工学、システム制御工学、気象工学、数理工学、情報工学からなる異分野融合組織であり、現在の研究者数は73名で、学生を含めると112名となる。研究参加メンバー、活動実績、セミナーなどより詳細な情報は、本プロジェクトのホームページ<http://www.cyb.mei.titech.ac.jp/crest/>を参照されたい。

キーワード:太陽光発電予測、電力系統、需給制御

Keywords: Photovoltaic Power Generation, Power System, Supply and Balance Control

気象庁データの再生可能エネルギー分野への応用利用 —産総研の取り組み—

Application of the JMA data for a renewable energy management field -AIST efforts and future initiatives-

*大竹 秀明¹、宇野 史睦¹*Hideaki Ohtake¹, Fumichika Uno¹

1.国立研究開発法人 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

1.National Institute of advanced industrial and technology

Recently, many photovoltaic (PV) power systems have been installed in the Japan islands from an introduction of feed-in-tariff in 2012. In the current situation, over 20 GW of PV systems has been penetrated. However, renewable energy such as PV power production and wind power production has significant large temporal and spatial variations due to cloud moving and wind speed over complex topography. In order to control a total electric power system in an electric power service area, electric power service companies has to adjust other power outputs (thermal power plants (oil, coal, natural gas), hydraulic power, water pumping etc.) not only renewable energy resources. For a safety control of energy management system (EMS) using renewable energy resources, forecast and monitoring data of renewable power outputs will be necessary more and more.

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) develop a PV power forecast technology based on machine learning algorism (support vector machine, SVM). In this system, grid point values (GPV) of a mesoscale model (MSM) of the Japan Meteorological Agency (JMA) are used as an input data. In the current situation, solar irradiance forecast data are not included in the GPV datasets of the JMA. Therefore, we must forecast solar irradiance and/or PV power output based on a numerical prediction model. In order to forecast of PV power output, we use the SVM with both MSM GPV and solar irradiance data as an input data. To perform a bias correction, the SVM are also used in our forecast system.

Research center for photovoltaics of AIST also collaborated with the Meteorological Research Institute (MRI) of JMA and has been validated the solar irradiance forecast data from the MSM and a local forecast model (LFM). Each horizontal resolution is 5km and 2km, respectively. MSM performed 39 hours forecasts every 3 hours and LFM performed the 9 hours forecasts every 1 hour. Therefore, MSM was used day-ahead forecast and LFM are expected for short-term forecast in the EMS. From our validation of solar irradiance forecast, negative bias in summer and positive bias in winter are remained in the MSM. Actually, bias correction using the SVM is performed to reduce systematic forecast errors in AIST. Furthermore, validation results would be useful information to improve solar irradiance forecasts of the Numerical Weather Prediction[u1] (NWP). In previous study, our research group investigated the relationship between solar irradiance forecasts and cloud types in cases of large forecast errors. In PV forecasts, forecast errors are included in the model outputs because of both uncertainties of model schemes of NWP and meteorological observations when initializing models. Therefore, confidence intervals of solar irradiance forecasts are also required for users of PV power outputs (or electrical system operators). A usability of ensemble forecasts using different dataset from overseas NWP centers[u2] has been also examined.

Recently, users of PV power outputs have paid attention to aerosol optical depth and/or volcanic ash not only clouds distribution because of the decrease of PV power outputs due largely to the reduction of direct normal irradiance (see a related presentation by Dr. Uno (AIST) in the section "Dynamics of eruption cloud and cumulonimbus; modelling and remote sensing" of JpGU 2016).

AIST has taken part in the Japan Science and Technology Agency (JST) Core Research for Evolutional Science and Technology (CREST) project of "Creation of Fundamental Theory and Technology to

establish a Cooperative Distributed Energy Management System and Integration of Technologies Across Broad Disciplines Toward Social Application” (EMS). In this presentation, we will show our effort in the JST CREST EMS project.

キーワード：太陽光発電予測、数値予報モデル、気象庁データ

Keywords: Forecast of PV power generation, Numerical Prediction Model, JMA data

ひまわり8号観測データのリアルタイム公開

Real-time distribution of Himawari 8 observational data

*長屋 嘉明¹、村田 健史¹、樋口 篤志²、豊嶋 紘一²、本田 理恵³、別所 康太郎⁴、毛利 勝廣⁵、鷗川 健太郎⁶、村永 和哉⁶、鈴木 豊⁶、村山 純一⁶

*Yoshiaki Nagaya¹, Ken T. Murata¹, Atsushi Higuchi², Koichi Toyoshima², Rie Honda³, Kotaro Bessho⁴, Katsuhiko Mouri⁵, Kentaro Ukawa⁶, Kazuya Muranaga⁶, Yutaka Suzuki⁶, Jun'ichi Murayama⁶

1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、3.高知大学理学部
応用理学科、4.気象庁気象衛星センター、5.名古屋市科学館、6.株式会社セック

1.National Institute of Information and Communications Technology, 2.Center for Environmental
Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Japan, 3.Department of Information Science, Kochi
University, 4.Meteorological Satellite Center, Japan Meteorological Agency, 5.Nagoya City Science
Museum, 6.Systems Engineering Consultants Co.,LTD.

気象庁の次世代気象衛星「ひまわり8号」は2015年7月7日より、公式運用を開始した。国立研究開発法人情報通信研究機構サイエンスクラウドプロジェクトでは、気象庁からの要請に応じ、ひまわり8号の観測データの保存及び公開を行っており、同日ひまわりリアルタイムWebを公開した。

ひまわり8号は、10分毎に全球の、また2.5分毎に日本域及び機動観測域の観測を行う。ひまわり8号に搭載されたセンサ (Advanced Himawari Imager) は、可視光から赤外線まで16の観測バンドをもち、衛星軌道直下では500m(バンド3、Rの場合)の空間解像度を誇る。ひまわり8号に搭載されたセンサの時間分解能及び空間分解能の大幅な向上により、物理量に変換された後のデータ量は、7号の際の約50倍、一日当たり約400GBのデータ量、ファイル数にして一日当たり20,000ファイルになる。またそれらのデータが10分毎に衛星から送られる。物理量に変換されたデータが気象庁のストレージに置かれるまでに観測後約10分掛かる。そのデータをサイエンスクラウドでは、国立情報学研究所が運用するSINET及び情報通信研究機構が運用するJGNという高速ネットワークを通じて、ほぼ瞬時に取得している。

ひまわり8号リアルタイムWebでは、リアルタイムで受信した観測データを、見栄えをよくするために色調変更を行った上で、htmlで配信している。同WebサイトはPC向けだけでなく、スマートフォンやタブレットでも閲覧可能としている。またタッチ操作にも対応することで、より広い利用者に対するニーズに応えるとともに、学校教育現場での利活用も想定している。加えて、閲覧している時刻、データ、場所、拡大率をURLのフォーマットで取得可能とし、特徴的な観測データをソーシャルネットワークなどで共有できる機能も開発した。

2015年7月7日の公開初期は、可視光(バンド1、2及び3の合成)のみであったが、夜間の様子を見たいという要望が多かったため、現在では赤外(バンド13)を追加し、24時間の観測結果を閲覧することが出来るようにしている。赤外では地球表面の画像は得られないため、背景画像は米国航空宇宙局が提供するBlue Marbleを利用している。

ひまわり8号の観測範囲は東アジア、東南アジア、南アジア、オセアニアも含んでいるため、観測データの国際的な利活用も想定される。そのため、ひまわり8号リアルタイムWebは、海外研究者の協力も得て、英語、中国語、韓国語、ロシア語など、現時点で8か国語での表示にも対応している。

同Webサイト公開後は、メディアでの取り上げもあり、一日当たり30,000近いアクセスもあったが、公開一か月後以降は約2,000アクセス/日で落ち着いている。ただし、台風が近づく又は上陸する(2015年台風12号、15号、18号)とアクセス数は倍の5,000/日に達した。加えて、2015年9月14日の阿蘇山の噴火では、観測データからはっきりと噴煙を確認することは出来なかったものの、アクセス数は増加した。これらのことから、気象に関わる何らかのイベントが発生した際には、利用者がWebサイトで実際のデータを確認するという習慣の醸成につながっていると考えられる。また日本国内の利用者を県別で集計した結果を比較すると、ほぼ各県の人口に比例するものの、沖縄県からの利用者は人口比では突出して多く、また台風の時期に利用者が増えることから、防災の観点での利用も行われていることが分かる。国別でみると、中華人民共和国及び中華民国からの利用が多い。これらの利用者の増加は、中国語での表示機能を追加した時期と重なっていることが

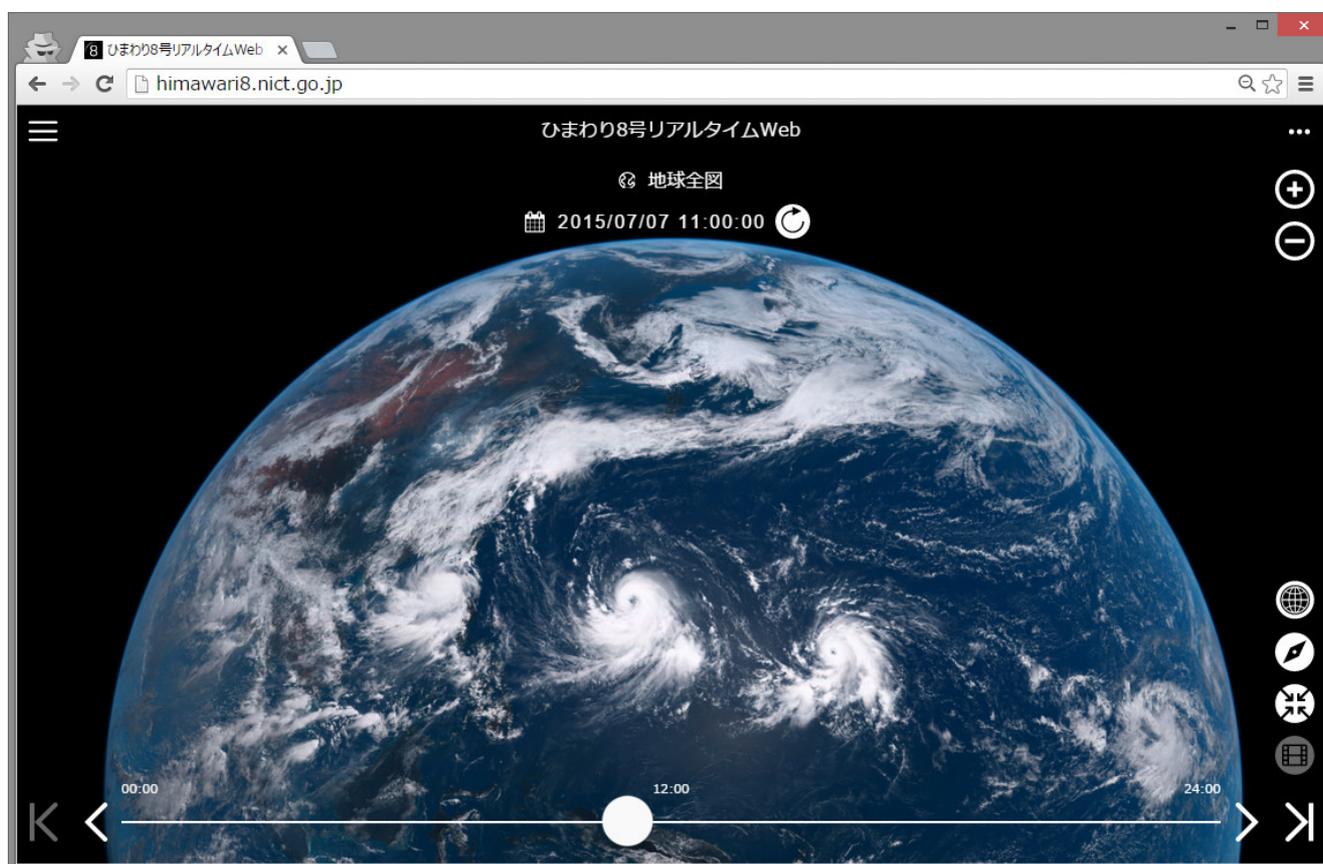
ら、専門家の利用だけでなく、一般利用者からの利用が行われていることが推測される。

また、2016年2月4日には、同Webサイトから画像を自動収集するプログラムコードがオープンソースプログラム共有サイト「GitHub」に登録され、その結果、アメリカ合衆国及びロシア連邦からのアクセスが急増した。ひまわり8号観測データの利用者は、専門家や研究者にとどまらず、国境を越えて、世界中から注目を浴びている。

ひまわり8号リアルタイムWebは、これまで研究者及び専門家のみ利用に限られていた科学データを、一般利用者にとって身近にさせたという重要な成果があったと考える。その背景には、ひまわり8号により高度化された観測データが、一般の人が生活する時間空間の範囲と重なったことが挙げられる。観測技術の高度化及び情報通信技術の発展の結果として、今後、科学データが教育などより広い分野で利用される事例となると考える。

キーワード：ビッグデータ、リアルタイム処理、衛星、ひまわり

Keywords: Big data, Real-time processing, Satellite, Himawari



ひまわり8号データを用いた地表面温度の算出

Land surface temperature retrieval from Himawari-8

*山本 雄平¹、石川 裕彦¹、奥 勇一郎²*Yuhei Yamamoto¹, Hirohiko Ishikawa¹, Yuichiro Oku²

1.京都大学防災研究所、2.兵庫県立大学

1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2.University of Hyogo

1. はじめに

地表面温度は大気陸面相互作用のキーパラメーターである。そのため、森林伐採や都市化による土地被覆変遷過程の把握や、その変化がもたらす砂漠化やヒートアイランド現象等の環境問題の解明に重要な役割を果たしている。Oku et al. ^{[1],[2],[3]}はGMS-5 (ひまわり5号)の観測データを用いてチベット高原上の地表面温度を算出する方法を提案し、これを用いて地表面エネルギーフラックスの算出を行った。一方、昨年7月より運用が開始されたひまわり8号は、従来のひまわりと比べ時間空間分解能が大幅に向上している。そのため、土地利用分布が複雑な日本の都市域などでも地表面温度の分布や時間変化を捉えることができ、都市化の進捗にともなう植生・土地利用の変化やヒートアイランド現象のより詳細な実態を明らかにできると期待される。本研究では都市域における熱環境の詳細なモニタリングやヒートアイランド現象のメカニズム解明への適用に向けた、ひまわり8号用の地表面温度算出手法の構築を行った。

2. 算出アルゴリズム

静止衛星による地表面温度観測は熱赤外域の波長帯で観測された地表面からの放射量を用いて推定する。熱赤外域の放射は光学的に厚い雲を透過できないため、地表面温度観測が不可能な雲域を前処理として除外する必要がある。そこで本研究ではまず、ひまわり8号の可視・赤外7バンドを利用した雲域検出手法を構築し、雲域を除外するアルゴリズムを作成した。次に、放射伝達モデルRstar6bを用いて様々な地表面・大気状態をシミュレートし、ひまわり8号に最適な地表面温度算出式や使用バンドの検討を行った。さらに、検討によって得られた算出式に衛星天頂角の情報を組み込むことで、よりひまわり8号データに適した地表面温度算出式を考案した。また、センサが観測する熱赤外域の放射量は地表面温度の高さに応じて変化するだけでなく、水蒸気や地表面射出率の大きさにも反映して変化するため、地表面温度の算出には水蒸気量や地表面射出率の情報も必要となる。本研究では水蒸気量と地表面射出率もひまわり8号データから推定することで、ひまわり8号データだけで地表面温度の算出が可能な手法を構築した。

3. 結果

本研究の手法によって算出された地表面温度の精度を評価するため、NASAで提供されているMODIS地表面温度プロダクト(Collection-5)を用いて日本域を対象とした比較検証を行った。その結果、高温多湿の環境下で過小評価となるMODIS地表面温度プロダクト(Collection-5)に対して適度な過大評価傾向が見られ、本研究の地表面温度プロダクトの妥当性が確認された。また本研究で作成した雲域検出手法に関しても、MODIS雲マスクプロダクトとアメダス日照時間データを用いた比較検証を行うことで、雲の検出が困難な都市域において信頼性の高い検出結果が確認された。

静止気象衛星であるひまわり8号データを用いた算出手法を構築したことで、極軌道衛星よりも高時間分解能で地表面温度の変化を捉えることが可能となった。また、日本域だけでなく中国、韓国、シンガポール、オーストラリアなどの主要都市にも均質な精度で観測が行えることから、これらの地域に適用して解析を行うことで今後都市気候研究において大きな貢献が期待される。

謝辞

ひまわり8号のデータは、気象庁の主催するひまわり8号品質評価プログラムでNICTサイエンスクラウドより提供されたものです。また可降水量推定に使用したGPS可降水量データは気象研究所より提供していただきました。

参考文献

[1] Oku and Ishikawa (2004): *J. Appl. Met.*, 43, 548-561.[2] Oku et al. (2006): *J. Climate*, 19, 2995-3003.

[3] Oku et al. (2007): *J. Appl. Met. Clim.*, 46, 183-195.

キーワード：衛星気象学、リモートセンシング、地表面温度

Keywords: Satellite meteorology, Remote sensing, Land surface temperature

100年天気図データベース：気象庁天気図を対象とした長期データアーカイブの構築

Database of Weather Charts for Hundred Years: Construction of long-term data archives on weather charts created by Japan Meteorological Agency

*北本 朝展¹

*Asanobu Kitamoto¹

1. 国立情報学研究所

1. National Institute of Informatics

地上や高層の気象観測データを統合・可視化し、広域におよぶ気象現象の理解と予測の鍵を握ってきた天気図は、日本の長期気象観測の歴史を記録した資料として中核的な価値をもつものである。そこで、気象庁およびその前身の気象台が1883年3月1日以来約134年間にわたって作成してきた天気図を対象とした長期データアーカイブを構築し、「100年天気図データ

ベース」(<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/weather-chart/>)として公開した。

データベースの中心的な存在となる天気図画像データは、1989年3月以降は「気象庁天気図」CD-ROMとして、それ以前は「気象庁天気図DVD版」として、一般財団法人気象業務支援センターが販売するデータを購入したものである。これらの画像データを統一的な方法で抽出し変換することで、年月日で天気図を検索・表示できるようにした。初期の天気図は日本周辺およびアジア太平洋地域の地上天気図1種だけであるが、徐々に種類は増えて現在は8種類に達している。時系列で見ると少数ながら不規則な欠落はあるものの、おおむね連続性は保たれている。ただし1923年9月1日の関東大震災直後は、当時の中央気象台の焼失が原因とみられる欠落が20日ほど存在する。その結果、2016年2月現在で、地上天気図で108,599件、全体で232,298件の天気図データベースを構築し、ウェブサイトは2014年1月に試験公開、2015年11月に一般公開に入った。公開にあたっては気象庁のデータポリシーに従い、気象庁提供データの利用であることをクレジットで明記している。

データベースの当初の構想は、幾何補正（ジオレファレンス）済み天気図データベースの構築であった。しかし、10万枚を越える天気図を手動で幾何補正することは不可能であることから、プロセスの自動化が鍵を握ることとなった。そこで、参照画像における緯度経度交点の座標を収集した上で、任意の画像を参照画像に座標変換するパラメータを推定することで、任意の画像を自動的に幾何補正する方法を開発した。ただし図法が不明確な天気図もあることから、幾何補正は緯度経度のブロック単位で変換することとした。その結果、1958年8月以降の地上天気図はおおむね問題のない水準に達したことから、幾何補正済みの地上天気図をGoogle Earth、Google Maps、Cesium等のジオブラウザでオーバーレイ表示できるようにした。一方1958年7月以前については、地上天気図の保存状態が悪い場合があること、天気図フォーマットの変化が激しいことなどから、幾何補正が完了する見通しは立っていない。

次の課題はアーカイブの利便性向上である。上述の方法で年月日による検索は可能になったものの、メタデータが欠けているため高度な検索ができないという問題があった。そこで天気図のファインダビリティを向上させるため、以下の4つの機能を開発した。第一が、気象庁が提供する「日々の天気図」の記述を対象とした検索であり、これにより重要な気象現象等を対象としたキーワード検索が可能となった。第二が、「デジタル台風」が提供する他のデータベースとの連動であり、例えば台風を検索して台風上陸日の天気図にアクセスする、災害を条件指定で検索して災害発生日の天気図にアクセスするなど、多様なルートを経由した天気図へのアクセスが可能となった。第三が、著名な天気図に関する解説記事の執筆（協力：NPO法人気象キャスターネットワーク）であり、歴史的なイベントや極値を観測した日などに関する著名天気図29件や著名台風19件を選び、解説記事を経由した天気図へのアクセスが可能となった。第四が、複数タイムラインが同期した画像ブラウザ「SyncReel」の活用であり、時系列画像が映画フィルムのリールのように横に並ぶタイムラインというインタフェースを用いて、可変時間間隔のスクロールを用いて過去の天気図への効率的なアクセスが可能となった。

今後の課題は天気図という画像データに埋もれた情報の掘り起しである。テキスト文書であればOCRによる文字の自動抽出も可能であるが、天気図は線の重ね書きが多いため、ソフトウェアによる自動抽出は困難である。そこで、クラウドソーシングやシチズンサイエンスの方法論を用いて、科学者も市民も天気図から情報を

抽出する活動に参加できる仕組みを用意することが望ましい。この方向では世界のいくつかのプロジェクトが実績を有しているものの、本研究に適用する際には以下の課題がある。第一がトレーニングであり、気圧単位の違いなどデータの抽出方法に関する基礎知識を共有する必要がある。第二が科学への貢献であり、参加する市民のモチベーションを高めるには、天気図という歴史資料を現代の科学に活用する道筋を明確に示す必要がある。

謝辞：本研究の一部は、科学研究費補助金・研究成果公開促進費（データベース）：平成25年度（258062）、および文部科学省地球環境情報統融合プログラムなどの支援を受けた。

キーワード：天気図、データベース、幾何補正、ジオレファレンス、歴史資料、市民科学

Keywords: weather chart, database, geometric correction, georeference, historical resource, citizen science

Investigating long-term trends of climate change and their spatial interactions with local environments through data mining techniques

*Yichun Xie¹, Anbing Zhang²

1.Eastern Michigan University, 2.Hebei University of Engineering

Climate change is a global phenomenon but is also modified by regional and local environmental conditions. Climate change displays apparent regional variations. For instance, mountainous regions are usually more sensitive to climate change than flat and low elevation regions. Unique landscape structures of land masses, oceans or water bodies, dominant air flows, topographies and elevations can have significant impacts on local meteorological conditions and thus lead to distinct regional patterns of climate change. Moreover, climate change exhibits remarkable cyclical oscillations and disturbances, which often mask and distort the long-term trends of climate change we would like to identify. Traditional analytical methods based on the comparisons between minimum, average and maximum values of temperature and precipitation are not capable of separating long-term trends from cyclical fluctuations and abrupt changes or capturing temporal dynamics or regional patterns of climate change. As a result, it is almost impossible to study long-term interactions between meteorological conditions and underneath landscape, vegetation and topography by simply analyzing the records of temperature and precipitation. Therefore it is desirable to apply an effective data analysis method to break down the climate variations into individual processes, i.e., cyclical, long-term and abrupt components. Only with this type of data mining and pre-processing is it feasible to investigate spatial patterns and interactions between climate change and regional environmental factors.

In this paper, we attempted to apply computational data mining approaches that were developed in recent years. In particular, we synthesized advanced signal processing and denoising techniques to extract long-term trends of climate change. In specifics, we experimented with the empirical mode decomposition (EMD) technique to extract long-term change trends from climate data that contained significant cyclical oscillations. We then applied 2.5D surfaces, 2.0D contours, and cross-station similarity plots to examine and visualize spatial variations of the extracted change trends over regions, biomes and weather-stations to reveal modifications of climate change at regional and local scales. We conducted a case study to investigate the climate change in Inner Mongolia, China based on the daily records of precipitation and temperature at 45 meteorological stations from 1959 to 2010. The EMD curves effectively illustrated the long-term trends of climate change. The 2.5D surfaces, 2.0D contours and cross-station similarity plots revealed that the change trends of temperature were significantly different from those of precipitation. Noticeable regional patterns and local disturbances of the changes in both temperature and precipitation were identified. These regional patterns and local disturbances were also confirmed by the similarity statistics. In brief, no simple statements could be made concerning either increasing or declining trends of temperature and precipitation over Inner Mongolia. The trends of change were modified by regional and local vegetation covers and topographical characteristics. Our findings provide very convincing evidences to support the IPCC predictions that the climate change varies significantly by location and through time. The data-mining based statistical-cum-visual method is very effective in revealing spatial patterns of regional and local climate changes. The methods developed in this study are also suitable for investigating long-term trends and spatial patterns of other ecological processes that are noted with cyclical or seasonable fluctuations.

Keywords: climate change, regional variation, trend analysis, data mining

3次元動的オブジェクト自動抽出・追跡法の開発と気象レーダデータによる局地的大雨解析への適用
Development of three-dimensional dynamic object extraction and tracking method and its application to the analysis of localized heavy rain system

松岡 愛美¹、松永 知也¹、*本田 理恵¹、村田 健史²、佐藤 晋介²、佐々 浩司¹、村田 文絵¹、長屋 嘉明²、鶴川 健太郎³

Manami Matsuoka¹, Tomoya Matsunaga¹, *Rie Honda¹, Ken T. Murata², Shinsuke Sato², Koji Sassa¹, Fumie Murata¹, Yoshiaki Nagaya², Kentaro Ukawa³

1.高知大学理学部応用理学科、2.情報通信研究機構、3.株式会社セック

1.Department of Information Science, Kochi University, 2.National Institute of Information and Communications Technology, 3.Systems Engineering Consultants Co., LTD.

近年、フェーズドアレイ気象レーダ等の観測装置の開発によって雨雲の3次元構造を準リアルタイムで取得することが可能になってきた。フェーズドアレイ気象レーダでは10-30秒間隔という短い時間間隔でのデータ取得が可能のため、例えば局地的大雨の前兆現象であるファーストエコーから降水システムへの発達までを詳細にとらえることが期待出来る。

本研究では、時系列画像に対して開発されていた2次元多変量正規分布の混合分布によるオブジェクト抽出・追跡手法(Honda et al. 2002等)を3次元に拡張し、フェーズドアレイ気象レーダに適用してその効果を確認した。実験の結果、閾値30dBZ程度でサンプリングしたデータからは、局地的大雨の前のファーストエコーを単一のオブジェクトとしてとらえることができ、また発生後の成長の様子も多数の複雑な分布の重ね合わせによる成分数の増加としてとらえることを観察した。

この結果を予測に展開するためには発生した弱いエコーの大きな降水システムへの成長可能性を早期に判断することが必要であるが、これにはより多くのケースで事例からパターンを検討する必要がある。また、急速に雨雲の状態が変化した場合には解の断絶がおこることが観察されたため、この問題に対する手法の改良も必要である。

また抽出した情報をスナップショット的オブジェクト、誕生から消滅までの歴史をもつオブジェクト、オブジェクトのファミリーと言った階層構造で表現し、インタラクティブな検索、可視化を行うシステムの検討状況についても紹介する。

キーワード：時空間、データマイニング、オブジェクト抽出、気象レーダ、モデリング

Keywords: spatio-temporal, data mining, object extraction, meteorological radar, modeling

Gfarm/Pwrakeによるリアルタイムデータ処理技法とその応用事例紹介

Real-time Data Processing via Gfarm/Pwrake and Applications on the NICT Science Cloud

*村永 和哉¹、村田 健史²、山本 和憲²、長屋 嘉明²、鷗川 健太郎¹、村山 純一¹、鈴木 豊¹、建部 修見³、田中 昌宏³、木村 映善⁴

*Kazuya Muranaga¹, Ken T. Murata², Kazunori Yamamoto², Yoshiaki Nagaya², Kentaro Ukawa¹, Junichi Murayama¹, Yutaka Suzuki¹, Osamu Tatebe³, Masahiro Tanaka³, Eizen Kimura⁴

1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.筑波大学、4.愛媛大学医学部

1.Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2.National Institute of Information and Communications Technology, 3.University of Tsukuba, 4.Department of Medical Informatics Ehime Univ.

現在、多くの科学研究分野ではデータのほとんどがデジタル化され、その量および種類は大規模化の一途をたどっている。これからますます大規模化・複雑化するデータ指向型科学時代を踏まえて、ビッグデータ処理がより容易に、また一元的に行うことができるクラウドシステムが求められている。NICTサイエンスクラウドは、地球惑星科学を含む様々な科学研究データおよびソーシャルデータのためのクラウドシステムである。NICTサイエンスクラウドでは（1）データ伝送・データ収集機能、（2）データ保存・データ管理機能、（3）データ処理・データ可視化機能の3つの柱（機能）から構成されている。それぞれの機能についての基盤技術を開発するだけでなく、複数の基盤技術を組み合わせることでシステム化を行うことができる。システムを実際に科学研究に応用・適用することで、様々な分野でのビッグデータ科学・データインテンシブ科学が可能となる。

本研究では、NICTサイエンスクラウド上で科学研究のビッグデータ処理を行うための（3）大規模データの並列処理技術について議論する。本発表では分散ファイルシステム（Gfarm）とアフィニティスケジューラであるPwrakeを組み合わせた並列分散データ処理技術について紹介する。さらに、Gfarm/Pwrakeをリアルタイムデータ処理に応用した事例として、3次元気象レーダデータ処理、気象衛星データ処理などの事例を紹介する。

多点地上GNSS受信機による電離圏監視システム

Overview of ionospheric total electron content (TEC) monitoring system using dense GNSS receiver networks

*西岡 未知¹、津川 卓也¹、陣 英克¹、石井 守¹

*Michi Nishioka¹, Takuya Tsugawa¹, Hidekatsu Jin¹, Mamoru Ishii¹

1. (独) 情報通信研究機構

1.National Institute of Information and Communications Technology

情報通信研究機構 (NICT) では、NICTサイエンスクラウドを活用し、国内外の多点GNSS受信機網データを自動収集・処理する電離圏全電子数 (Total Electron Content: TEC) 観測システムを構築・運用している。収集する地上GNSS観測点は、2016年1月現在、国内外で約7,000点以上におよぶ。特に観測点が密に分布する日本・北米・欧州では、高密度・高時間分解能の2次元TECマップの作成が可能であり、数100km~数1,000kmスケールの電離圏擾乱現象の全体像が明らかになってきた。これらのTECマップは、全球版のTECマップと共にアーカイブ化され、ウェブサイトで公開されている (<http://seg-web.nict.go.jp/GPS/DRAWING-TEC/>)。また、国内のTECマップに関しては、これまで利用可能であった確定版と準リアルタイム版に加え、2015年度より、更に遅延時間の少ないリアルタイム版が利用可能となった。リアルタイム版では、国土地理院より提供される地上GPS受信機のストリーミングデータを受信してリアルタイムでTECを算出することにより、数分以内の遅延でTECマップを作成することを可能としている。本発表では、多点地上GNSS受信機による電離圏観測システムについて紹介し、日本上空のリアルタイムTEC監視システムの運用状況を報告する。

キーワード：電離圏全電子数監視システム、地上GNSS受信機網、GEONETリアルタイムデータ

Keywords: TEC monitoring system, dense GNSS receiver network, GEONET real-time data

HAKUTOプロジェクトにおける月面縦孔探査を目指したマイクロローバーの設計と開発状況 The Systems Design and Project Status of the HAKUTO Micro Lunar Rover for Possible Skylight Exploration

*清水 敏郎¹、吉田 和哉^{2,1}、Britton Nathan¹、Walker John²、田中 利樹¹、古友 大輔¹

*Toshiro SHIMIZU¹, Kazuya Yoshida^{2,1}, Nathan John Britton¹, John David Walker², Toshiki Tanaka¹, Daisuke Furutomo¹

1.ispace technologies, inc., 2.東北大学

1.ispace technologies, inc., 2.Tohoku University

HAKUTOは日本で唯一、国際宇宙開発レース「Google Lunar XPRIZE (GLXP)」に参加しているチームであり、ベンチャー企業、東北大学、そしてプロボノメンバーにより構成されるチームとして、2017年末までに月面探査ローバーの開発・打ち上げを目指している。GLXPでは、民間出資によって開発されたロボット探査機で、1. ローバーを月面に到達させる、2. 月面を500m移動する、3. 月面の高画質な写真や動画を地上に送る、という3つのミッションを達成することが各チームに課せられており、これらのミッションを達成するには、月-地球間の高遅延・低帯域・途絶が多発する通信環境下で、安定的・正確に効率的な通信を行い、ローバーを月面の過酷な環境で動作・走行させる必要がある。

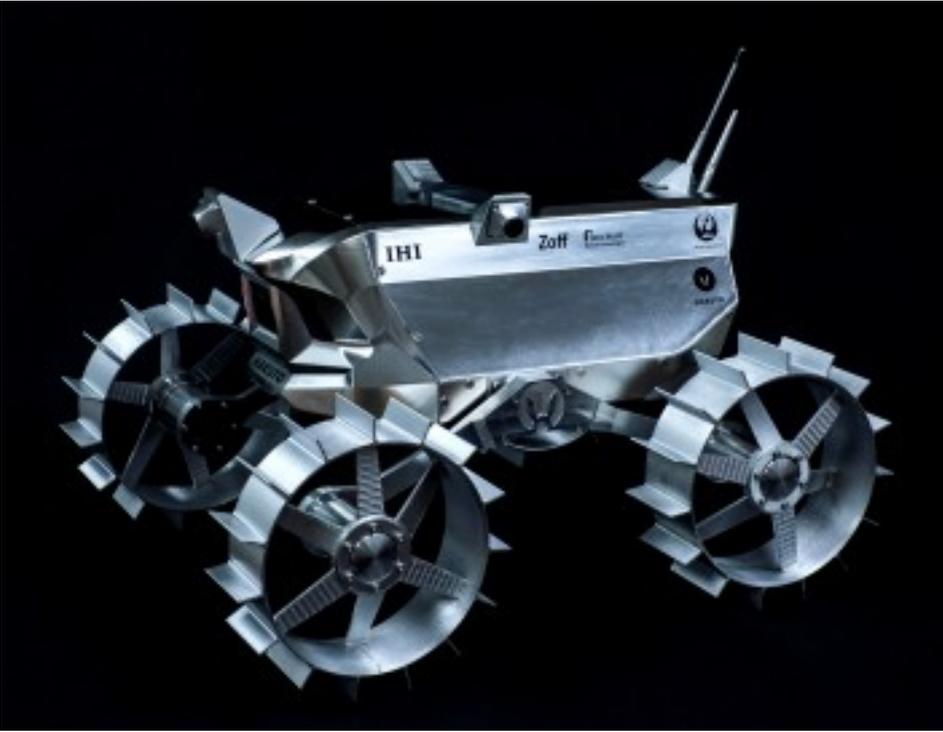
HAKUTOでは、これに加えて、月面上の縦孔の一つの近くに着陸し、縦孔探査を行うことを目標としている。「縦孔」とは、2009年に日本の月面探査衛星「かぐや」によって発見された月面に垂直に開いた穴で、月の誕生をよりよく理解する鍵となることが期待されており、また将来人類が長期滞在する基地を設営するための有力候補地でもあると考えられている。その後の米国の月探査機であるLunar Reconnaissance Orbiter (LRO) により、同様の縦孔構造が多数確認され、これらの縦孔の下に空洞構造が存在することを強く示すデータも得られており、今後のきわめて重要な探査対象と考えられる。

HAKUTOでは、不整地走行ロボットや超小型衛星開発などで培われた技術を応用し、GLXPミッションを実行することを目的とし、世界最小の月面探査ローバーを開発している。2014年後半にはプリフライトモデル(PFM)を用いて、宇宙機として機能することを証明するために、振動試験、熱真空試験を実施し、ローバーが宇宙環境に耐久性があることを確認した。2014年12月には静岡県浜松市にある中田島砂丘にてフィールドテストを実施し、運用シーケンス、画像を用いた遠隔でのローバー制御テスト、斜度30°の斜面を含む500m以上の区間の連続走行実証実験を行い、2015年1月にはGLXPにおける中間賞「モビリティサブシステム」部門を受賞した。2016年2月には月-地球間の高遅延環境を克服するために、NICT/クリアリンク社で開発したHpFP(High-performance and Flexible Protocol)を利用した通信実験も行い、現在は打ち上げに向けた最終機(フライトモデル)の設計・開発を進めている。

発表では、HAKUTOのマイクロローバーについて概要紹介、開発のステータスの説明、通信・データ処理に関する報告を行う。

キーワード：月、ローバー、HpFP、縦孔探査、UDP、TCP/IP

Keywords: Moon, Rover, HpFP, Skylight Exploration, UDP, TCP/IP



遅延・パケットロス環境で高速データ伝送を行うためのUDPベースの高信頼性通信プロトコル：HpFP
HpFP: A new protocol for LFNs with packet-loss based on UDP -A basic concept and detailed design of the protocol

*水原 隆道¹、高木 文博¹、福島 啓介¹、村田 健史²、山本 和憲²、長屋 嘉明²、村永 和哉³、木村 映善⁴
*Takamichi Mizuhara¹, Ayahiro Takaki¹, Keisuke Fukushima¹, Ken T. Murata², Kazunori Yamamoto²,
Yoshiaki Nagaya², Kazuya Muranaga³, Eizen Kimura⁴

1.株式会社クレアリンクテクノロジー、2.情報通信研究機構、3.株式会社セック、4.愛媛大学医学部
1.CLEALINKTECHNOLOGY Co.,Ltd., 2.National Institute of Information and Communications Technology,
3.Systems Engineering Consultants Co., LTD., 4.Department of Medical Informatics Ehime Univ.

筆者らはパケット損失や遅延が生じる長距離広帯域伝送ネットワーク環境においても高い伝送効率を実現するトランスポート層プロトコル「HpFP (High-performance and Flexible Protocol)」を開発し、Web公開を開始した (<http://hpfp.nict.go.jp>)。近年のネットワーク広帯域化に伴って、10Gbpsを超えるような高速データ伝送プロトコルの必要性が高まっている。これまでも様々なTCPをベースとしたプロトコルが開発されているが、ネットワークにおいて一定値以上のパケット損失や遅延が生じる場合に伝送効率が大きく劣化するため、期待するような高速データ伝送が提供できないという課題があった。HpFPは、このような課題を解決するために、TCPではなくUDPをベースに独自プロトコルとして設計した。この制御方式ではACKパケットによってフィードバックされるスループット、パケットロス率および受信バッファ使用率を総合的に評価して、次の送出スループットを決定する。この制御方式を導入するためにHpFPが実装した機能としては、固定間隔でのACK送信、送信可能な最大パケット長探索、帯域予測に基づくパケット送出間隔制御、再送パケットの送信優先制御などがあげられる。HpFPが採用する制御方式では、一時的に生じるパケット損失や遅延に起因するスループット低下に対して、目標値へ速やかに回復するような工夫がなされている。制御量として用いるスループット値は、初期値には目標値の50%を設定する。さらにスループット予測値をもとに、制御量として用いるスループット値をフィードバック制御によって更新する。更新に際しては、直前の測定値よりも高い場合に予測値よりもさらに高いスループット値を設定することで、ネットワーク環境の一時的な劣化によるスループット低下からの回復を速やかとする。一方、スループット予測値が直前の測定値よりも低い場合、予測値と過去数回分の測定値から得た加重平均値を制御量とすることで、一時的なネットワーク環境の劣化による影響を少なくするよう工夫している。得られた制御量としてのスループット値から送信可能な最大パケット長の探索結果に基づいてパケット送出間隔を算出することで、スループット変動にも対応するデータ伝送プロトコルとしている。HpFPによる伝送性能の実証として、10Gbpsネットワークを利用した室内実験では、パケット損失0.1%、通信遅延10ミリ秒のネットワーク環境において約9Gbpsの通信速度を達成した (TCPの場合と比較して1.45倍の速度)。また、超高速インターネット衛星「きずな」とインマルサット衛星による衛星間回線実験では、2000ミリ秒を超える遅延が生じる環境であっても、理論上の伝送速度の最大値に迫る2.6Gbpsでのデータファイル転送が行えることを確認した。さらに、日米間回線 (パケット損失0.5%、往復遅延時間150ミリ秒) においては、10000個のデータファイル (ファイルサイズは1MB) を理論値に近い伝送速度をもって転送することに成功した。今回開発したHpFPはカーネル非依存であることから、カーネル (オペレーティングシステム) やハードウェアによらずに動作する特長をもつ。サーバ系 (Linux) やPC系 (WindowsおよびMacOSX) だけではなく、モバイル系 (AndroidおよびiOS) 等での利活用が期待される。

全国地震データ交換・流通ネットワークJDXnetの現状と今後の課題

Current Status and Future Challenges of the Japan Data Exchange Network JDXnet

*鷹野 澄¹、鶴岡 弘²、中川 茂樹²

*Kiyoshi Takano¹, Hiroshi Tsuruoka², Shigeki Nakagawa²

1.東京大学 情報学環/地震研究所、2.東京大学 地震研究所

1.Interfaculty Initiative in Information Studies / Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

日本列島には約1200の高感度地震観測点と約120の広帯域地震観測点が設置され、日本列島周辺で発生した微小地震から巨大地震までの地震をいち早く検知して、その発生場所や地震の規模を求めるのに使用されている。これらの高感度地震観測と広帯域地震観測は、全国の9国立大学、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、産業技術総合研究所などにより実施されている。JDXnet(Japan Data eXchange network)はこれらの地震観測点のデータの全国規模のリアルタイムデータ交換・流通ネットワークである。これまでSINET4とJGN-Xの2つの広域L2網をバックボーンとして大学など関係十数機関を結び、各機関がそれぞれの観測点から収集したリアルタイムデータを、広域L2網上で相互にブロードキャストすることにより、データ交換データ流通が行われている。このJDXnetの現状と今後取り組むべき課題について紹介する。

キーワード：地震データ交換、地震観測網

Keywords: seismic data exchange, seismic observation network

浅部物理探査結果の3Dモデル化およびウェブ3D表示

3D modeling and Web3D display of near-surface geophysical survey results

*稲崎 富士¹、北尾 馨²、青池 邦夫³、小河原 敬徳⁴

*Tomio INAZAKI¹, Kaoru KITAO², Kunio AOIKE³, Takanori OGAHARA⁴

1.土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ、2.キューブワークス、3.応用地質、4.元 土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ

1.Public Works Research Institute, Tsukuba Central Institute, 2.CubeWorks Ltd., 3.OYO Corporation, 4. formerly Public Works Research Institute, Tsukuba Central Institute

地下深部に比べると、表層数10mの浅部地盤およびそれを支持層とする土木構造物は、内部物性構造の不均質性の程度が大きい。従来浅部地盤調査にはボーリング調査が多用されてきたが、調査密度が疎なうえ、スポット的なサンプリングに基づいて柱状図が作成されるため記載の信頼性も低かった。ボーリングデータに基づいて浅部の不均質構造を捉えることは現実的に困難であり、また空間的モデル作成にも不確実性が伴っていた。これに対し物理探査は地下空間の物性構造を2Dあるいは3Dの連続情報として提供することができる。物理探査技術はこれまでも石油資源調査や活断層調査などに広く用いられてきたが、最近のセンサ技術の進歩や高速サンプリングデバイスの開発によって、表層の地盤構造を詳細に探査することが可能となってきている。筆者らは舗装や盛土の内部を2Dあるいは3Dでイメージングする浅部物理探査技術の開発を進めてきている。さらに浅部物理探査で捉えた表層地盤構造を3Dモデル化し、地表面データと合わせて面定義してウェブ上で3D表示する技法を開発した。本発表では地表下3m程度までを対象とし、舗装・盛土の内部物性構造の3D可視化例を紹介し、それらが局所的に極めて不均質であること、浅部物理探査によって数m程度以下のオーダーの不均質構造をイメージングすることが可能であることを紹介する。

適用した探査技術はVRS-GNSS測位機能付きGPRに加え、独自に開発した技術である非接触高周波表面波探査、極浅層反射法探査、および高分解能電気探査である。浅部の変形構造や異常構造の把握が可能となるように、10cm~50cm間隔の格子状の測線を配置して3D的に対象領域をカバーした。これによりたとえば3DGPRでは1600点/ m²×512点/m (深さ) ×4Byte (属性) ≒3MB/m³のオーダーの連続空間データが得られる。MMSで作成された同じ領域の地表面DSMも同程度の表面カバー密度である。一般的に3D物理探査結果は密実なボクセルモデルとして表現されるが、他の地下情報と重ね合わせて表示する場合、特定の境界面を抽出して複数の面構造の集合体として3Dモデルを表示するサーフェイスモデルのほうが構造を理解しやすい。そこで今回はいくつかの境界面を抽出し、それに地表のオルソ画像、ボーリング孔壁画像データ、2D物理探査断面データを加えた統合3D地盤構造モデルを作成した。なおオルソ画像は、高所撮影カメラ(最大伸長高6m)画像をAgisoft社製のPhotoScanに取り込み合成した。このモデルは平面直交座標系で定義された空間位置情報を有しており、既存のCIM等にも容易にリンクさせることができる。CIMに代表される従来の3Dモデルは、表面のみの薄皮モデルが主体であったが、構築した統合3Dモデルは、表面だけでなく、内部構造を有していることが特徴である。統合3Dモデルの作成にはGolden Software社製のSurfer/Voxlerを用いた。なお従来の3D描画にはOpenGLと称されるAPIが広く利用されてきたが、最近になってこれをJavaScriptからの操作ができるようにしたWebGLが標準仕様化されるに至り、特別なプラグインを必要とせず、標準のウェブブラウザ単体でも3D表示が可能となった。そこでこのWebGLを用いて3D浅部地盤構造モデルを表示した。Web3D表示では、構成する各サーフェイスの透過性を調整することができる。これにより地表と地中の構造の空間的関連性を容易に理解することができるとともに、各種地下物性構造データ相互を対比・編集することも可能になった。

キーワード：物理探査、浅部地盤、3Dモデル、ウェブ3D

Keywords: Geophysics, Near surfaces, 3D modeling, Web3D

多変量データ可視化のための散布図ベースカラーマップと地球流体シミュレーションデータへの応用 Scatter Plot-Based Color Map for Multivariate Data Visualization and its Application to Geofluid Simulation Data

*松岡 大祐¹、荒木 文明¹、井上 由美¹

*Daisuke Matsuoka¹, Fumiaki Araki¹, Yumi Inoue¹

1. 海洋研究開発機構

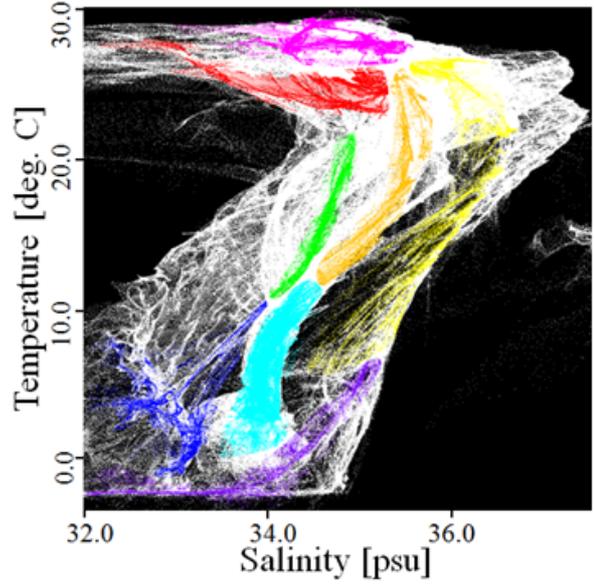
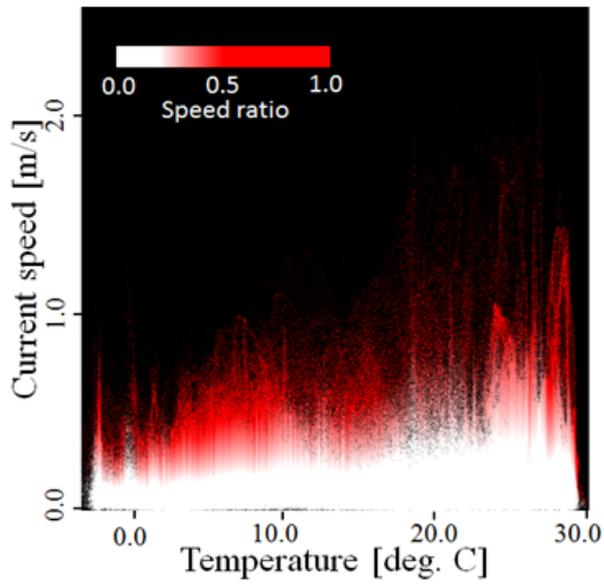
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

多変量という視点からデータを理解することは、シミュレーション研究において重要である。本研究では、解析者の経験的または直感的な判断を用いた特徴抽出を可能とする新しい可視化手法として、散布図ベースカラーマップを提案する。提案手法では、複数の2変数散布図上で特徴的に分布する点群を手動または自動で選択する。次に、各散布図上において選択された点群に対して、色相、明度または彩度のような異なる次元の色を割り当てる。これによって、多変量データから特徴構造を精度よく抽出したり、分類したりといった機能を用いた可視化が可能になる。提案手法を各専門家のアドバイスのもと、大気や海洋などの高解像度シミュレーションデータに適用した結果、海流や渦、雲などの特徴構造およびそれらの物理的特徴を抽出し、効果的に表現することに成功した。本発表においては、提案手法の詳細および実際の適用事例について報告する。

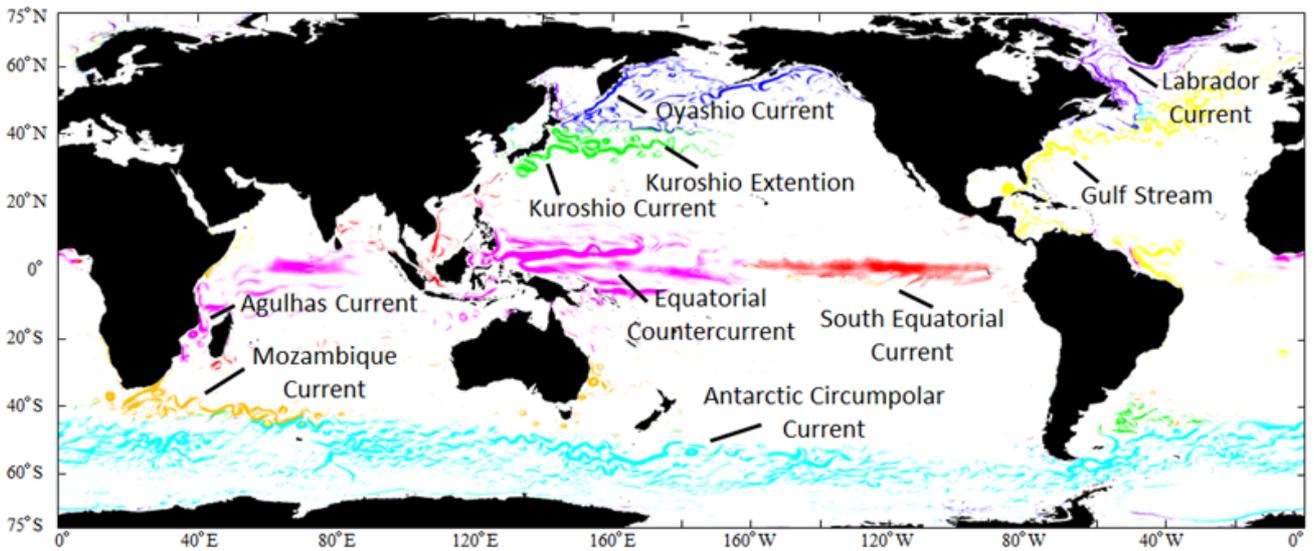
キーワード：特徴抽出、可視化

Keywords: Feature extraction, Visualization

Color map



Visualization result



木星磁気圏研究のためのシミュレーションデータシステム

Open simulation data system for Jovian magnetospheric research

*深沢 圭一郎¹、木村 智樹²、土屋 史紀³、村上 豪⁴、埜 千尋⁵、北 元³、村田 健史⁶*Keiichiro Fukazawa¹, Tomoki Kimura², Fuminori Tsuchiya³, Go Murakami⁴, Chihiro Tao⁵, Hajime Kita³, Ken T. Murata⁶

1.京都大学 学術情報メディアセンター、2.理化学研究所 仁科加速器研究センター、3.東北大学惑星プラズマ・大気研究センター、4.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、5.情報通信研究機構 電磁波計測研究所、6.情報通信研究機構 統合データシステム研究開発室

1.Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University, 2.Nishina Center for Accelerator-Based Science, RIKEN, 3.PPARC, Tohoku University, 4.ISAS, JAXA, 5.Applied Electromagnetic Research Institute, NICT, 6.Integrated Science Data System Research Laboratory, NICT

近年HISAKIの観測により良い観測データが貯まってきており、数値シミュレーションも計算機の発展により、解像度を上げなければ、パラメータサーベイができるようになってきている。そこで、木星磁気圏研究において、観測と比較することも考慮した、木星磁気圏シミュレーションのデータベース作成を始めている。このデータベースでは、基本的な太陽風動圧やIMF、観測やモデリングからの現実的な太陽風に対するに磁気圏の応答を計算したものを保存する。また、実験的な太陽風パラメータもリクエストに応じて計算し、保存をする予定である。現在は自前のサーバにデータを保存しているが、基本的には3GBのデータが数百通りの計算で100TB近くになるのが予想される。今後は解像度を上げたものを保存することを考えると、数百TBのリソースをすぐに占める。これらのデータを利用、解析してもらうための環境作りが必要であり、NICTサイエンスクラウドや大学のスパコンセンターを考えている。本発表ではこのデータシステムの構築状況を報告し、今後の議論を行う。

キーワード：木星磁気圏、数値シミュレーション、大規模データ

Keywords: Jovian magnetosphere, Numerical simulation, big data

ERGサイエンスセンターによるデータアーカイブ及び統合データ解析ツールの開発

Data archive and integrated data analysis tools developed by ERG Science Center

*堀 智昭¹、三好 由純¹、宮下 幸長¹、桂華 邦裕¹、小路 真史¹、瀬川 朋紀¹、梅村 宜生¹、関 華奈子²、田中 良昌³、篠原 育⁴

*Tomoaki Hori¹, Yoshizumi Miyoshi¹, Yukinaga Miyashita¹, Kunihiro Keika¹, Masafumi Shoji¹, Tomonori Segawa¹, Norio Umemura¹, Kanako Seki², Yoshimasa Tanaka³, Iku Shinohara⁴

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.東京大学、3.国立極地研究所、4.宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所
1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya Univ., 2.Univ. of Tokyo, 3.National Institute of Polar Research, 4.JAXA/ISAS

The ERG (Exploration of energization and Radiation in Geospace) is a Japanese geospace exploration project. Its core component is the ERG satellite, an inner magnetosphere satellite with the full set of particle and field instruments currently scheduled to be launched in FY2016. The ERG project consists of the satellite observation team, the ground-based network observation team, and the integrated data analysis/simulation team. Besides these research teams, ERG Science Center (ERG-SC) has been organized to play an essential role in managing the data center for all kinds of scientific data as well as promoting close collaborations of the three teams and other research projects. Thus the goal of ERG-SC is to maximize scientific output from the ERG project. For studies of geospace, where different plasma populations are interacted with each other via cross-energy and cross-regional coupling processes, the integrated data analysis combining various kinds of data sets is key to comprehensive understanding of multi-scale dynamical processes. A standard data format and integrated data analysis tools are essential to realize the seamless data analysis environment for the science community. The ERG satellite data of Level-2 (calibrated, in physical unit) and higher levels and the ground observation network data are archived in the NASA CDF format and basically open freely to the international science community. Together with scientific data, the data files in CDF carry a set of metadata. The metadata set is designed to provide data users with the concise description on the data themselves as well as some useful information used by data analysis software visualizing/analyzing the data. The integrated data analysis tool is developed on the basis of the Space Physics Environment Data Analysis Software (SPEDAS) in collaboration with the THEMIS and IUGONET teams. It should be noted that other satellite project data for geospace, such as THEMIS, Van Allen Probes, and MMS can be easily combined with SPEDAS if the ERG data are also converted to the CDF format. Thus the integrated data analysis using many kinds of data is truly realized through SPEDAS with the standardized data archive in CDF. Other useful tools, such as the ERG Web Analysis Tool (ERGWAT), Conjunction Event Finder (CEF), and the numerical solver tool of the dispersion relation for plasma waves in geospace have also been developed by ERG-SC to contribute to scientific researches related to the ERG project.

南極観測によって得られる大規模データでひろがるオープンサイエンス
Open Science using Big Data obtained by Japanese Antarctic Research

*岡田 雅樹¹、金尾 政紀¹、門倉 昭¹

*Masaki Okada¹, Masaki Kanao¹, Akira Kadokura¹

1. 国立極地研究所

1. National Institute of Polar Research

南極昭和基地は現在インテルサット衛星回線によって、国立極地研究所と3Mbpsの常時接続回線によって結ばれている。これによって、昭和基地で行われる観測はほぼリアルタイムに国内から制御されると同時に速報データを国内で見ることができる。高精細の生データは現在でも観測船しらせによって持ち帰り、国内研究者による詳細解析を待たなければならないが、毎年10TBあまりのデータは、衛星回線によって伝送することが可能である。

近年、昭和基地および南極地域における観測は自動化、無人化の技術もすすみ氷点下30度の環境において極夜期間中も観測を継続することが可能になりつつある。西オングル島における観測は最もこのような技術開発が進んだ観測拠点の一つであり、日々大量のデータが国内に伝送されている。

国内において、国立極地研究所では観測データに対するDOI付与を行うことができる体制を整備しつつあり、これらの観測データについても、随時公開が可能になるよう準備を進めている。

これらの体制について紹介するとともに、これからの南極観測における大規模データの公開について展望する。

キーワード：南極観測、データベース、オープンサイエンス

Keywords: Antarctic Research, Database, Open Science



ビッグデータとオープンデータ：これからの科学研究を支える二つのキーワード “Big-data” and “Open-data”: Two key words to support future science

*村田 健史¹

*Ken T. Murata¹

1. 情報通信研究機構

1. National Institute of Information and Communications Technology

フェーズドアレイ気象レーダはXバンド気象レーダの一つであるが、アレイ状のレーダを回転することで3次元の降雨構造を取得でき、これまでと比較にならないスケールのデータが出力されることを意味する。多くの気象学者は、例えば100TBを超える1年間の継続観測データを蓄積し、気象ビッグデータからの特定パターンの現象抽出（データマイニング）を行うようなデータサーベイ研究手法を主流としない。多くの気象学者は特定の興味深い事例を選択し、その現象を詳細に解析する事例研究に注力する。フェーズドアレイ気象レーダの全期間データを機械学習することで、気象学の予備知識がほとんどない研究者が現象のパターン分類をしたら、気象学者はどう思うであろう。「気象学の知識なしにデータ解析ができるわけがない」と言うのがおそらく多くの研究者（専門家）の率直な意見であろう。しかし、実はビッグデータの世界では、知識がビッグデータを解析するのではなく、ビッグデータが知識を凌駕することがあるということが分かってきた。これは、おそらく多くの科学研究分野においては衝撃的なアプローチであり、このような方法が有効であるとはにはわかには信じられないかもしれない。

自然言語処理においてもこのようなビッグデータ手法が有効であることが、最近明らかになってきた。現在のWebアプリケーションでコンピュータが文章を自動翻訳する技術では、言語特有の文法に基づいた判定をしない。あらかじめコンピュータにあらゆるタイプの文章をデータベース化しておき、判断対象の文章に出現する単語ごとにその単語が出現する文章からその単語の意味を類推する手法がとられている。これまでに科学技術がその礎としてきた演繹的手法とは全く異なるアプローチが、ビッグデータ指向型科学においては数々の成功を収めて始めているのである。もちろん、すべての科学研究において、ビッグデータ指向型研究手法が有効であると主張する者はいない。ここで考えるべきは、「専門家にしかデータは理解できない」という固定概念は捨てなくてはならないという事である。様々な機械翻訳コンテストに優勝したGoogleの言語翻訳チームは、中国語もアラビア語も話せない「非専門家集団」であった。

データ指向型科学ではデータを研究のスタートポイントにする手法であると前述したが、特にビッグデータ指向科学（data driven scienceとも言われる）はデータの中にすべての情報があるという発想に基づいている。このようなビッグデータ指向型科学の事例は多くの書籍やメディア等で紹介されている。「みんなの意見は案外正しい」ことが様々な分野で確かめられつつある。これは、インターネット社会では、近年「集合知（Collective Intelligence）」として示されている考え方である。ビッグデータ、オープンデータ、集合知、情報コモンズなどは、科学分野において一つの方向を目指しているように見える。そこに必要なことは、ビッグデータの処理技術とビッグデータのオープン化である。あらゆるデータがオープン化され、ビッグデータ処理技術を持つ者がビッグデータ指向型研究手法によりデータ解析を行うことで、これからどのような発見があるであろうか。それとも、そこには限界があるだろうか。その答えに到達するには、まずはすべての科学データのオープン化が進まねばならないのである。

MODIS, ASTERおよびLandsat-TM5を用いたNDVIの相互校正シミュレーションに関する研究
Simulation on spectral cross-calibration of NDVI from MODIS, ASTER, and Landsat 5-TM

*小畑 建太¹、吉岡 博貴²、Miura Tomoaki³

*Kenta Obata¹, Hiroki Yoshioka², Tomoaki Miura³

1.国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門、2.愛知県立大学 情報科学部、3.ハワイ大学マノア校 環境資源学部

1.National Institute of Industrial Science and Technology (AIST), Geological Survey of Japan, 2.Department of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University, 3.Department of Natural Resources and Environmental Management, University of Hawaii at Manoa

二酸化炭素の吸収源である陸域植生の時空間変動は、温暖化など地球規模の環境問題を理解する上で重要な事項の一つであり、これまでに陸域植生モニタリングなどを目的として多くの地球観測衛星が運用されてきた。例えば、1980年代から運用されている空間解像度30mのLandsatシリーズ（Landsat 5-TM、Landsat 7-ETMおよびLandsat 8-OLI）や1999年から観測を続けているASTER（空間解像度15m）やMODIS（空間解像度250m）を搭載したTerraが知られている。異なる世代に運用された衛星センサによる地球観測データを統合的に利用することで、数十年に渡り全球または局所的な植生変動の詳細な分析が可能となる。ところが、通常衛星センサごとに設計仕様（例えば波長応答関数）が異なり、センサ間の植生指数には系統的な相対誤差（波長依存性）が生じる。それにより、複数センサによる植生指数データを統一的なデータプロダクトとして扱うことが困難となる。筆者らはこれまでにAquaに搭載されたMODISとSuomi-NPPに搭載されたVIIRS（空間解像度375m）間に生じる植生指数の波長依存性を低減する手法（相互校正手法）を開発し、Climate Modeling Gridデータ（空間解像度0.05°）を用いてMODISとVIIRSによる植生指数（Enhanced Vegetation Index）データ統融合のための応用可能性を示した[Obata et al., *Remote Sens.*, 8(1), 2016]。

本研究では15年以上に及ぶ観測実績を持つASTERおよびLandsat5-TMに着目し、MODISを基準とした植生指数（Normalized Difference Vegetation Index: NDVI）の相互校正シミュレーションを行う。EO-1 Hyperionによるハイパースペクトルの反射率データを用いて各センサによる反射率データをシミュレーションし、NDVIに関する波長依存性の評価と相互校正手法の応用を試みる。

キーワード：NDVI、相互校正、MODIS

Keywords: NDVI, Cross-calibration, MODIS

ベトナム・ハノイ市における地形・地質データの活用

Utilization of Elevation and Borehole Data of Hanoi City, Vietnam

*米澤 剛¹、野々垣 進²、櫻井 健一³、ツオン スアン ルアン⁴、升本 眞二⁵、三田村 宗樹⁵

*Go Yonezawa¹, Susumu Nonogaki², Kenichi Sakurai³, Luan Xuan Truong⁴, Shinji Masumoto⁵, Muneki Mitamura⁵

1.大阪市立大学大学院創造都市研究科、2.国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 情報地質研究グループ、3.大阪情報コンピュータ専門学校、4.ハノイ鉱山地質大学、5.大阪市立大学大学院理学研究科

1.Graduate School for Creative Cities, Osaka City University, 2.Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3.Osaka Information and Computer Science College, 4.Hanoi University of Mining and Geology, 5.Graduate School of Science, Osaka City University

これまで著者が代表をつとめるプロジェクトや国内の関連プロジェクトにおいて、ハノイ市を中心とする地形や地質に関連した基盤データをベトナムのハノイ鉱山地質大学と共同で収集してきた。本研究ではハノイ市の地形や地下構造を明らかにするため、とくに収集された標高データやボーリングデータを有効に活用する手法を提案する。

ベトナムのハノイ市は紅河デルタ、第四紀堆積物の上に位置した都市である。このハノイ市を中心として収集した地形や地質に関連したデータは標高測量データ約16,000点、ボーリングデータ約160点、都市計画地図(2,000分の1)約50枚である。ボーリングデータは井戸掘削用のデータであり、今回使用した情報はそのうち①ボーリング地点情報 (EPSG:28418, Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 18)、②層厚の情報 (m)、③岩石・土の情報である。しかしながら、岩石・土の表記が統一的な記載表示ではないため、本研究ではJACIC (財)日本建設情報総合センター)の土質コードにもとづいた岩相区分をおこなった。この結果、収集した160点のボーリングデータは、30の岩石・土に区分することができた。岩相区分をおこなったデータから春山 (2004) が提示した紅河デルタの地質構造モデルと比較し、岩相対比をおこなった。この結果、対象地域を上位から完新世上部層 (Thai Binh Formation)、完新世中下部層 (Hai Hung Formation)、更新世上部層 (Vinh Phuc Formation)、更新世上中部層 (Hanoi Formation)、更新世下部層 (Lechi Formation) の5つの地層に区分した。

対比結果にもとづいて層序に対応したボーリング地点データを整理し、論理的な整合性 (地質構造の論理モデル) を確認した。地形の起伏については、標高測量データからハノイ市の中心部 (8km×8km) の地形面のDEMを野々垣ほか (2008) にもとづいて作成した。また、地形面のDEMと同じ範囲の4つの地質境界面のDEMも作成した。地質構造の論理モデルと地形面・地質境界面のDEMを用いて、今回はGRASS GISを利用して3次元地質モデルを構築し、可視化した。

本研究では収集した地形データやボーリングデータを分析し、日本の岩相区分モデルをあてはめることでハノイ市の3次元地質モデルを構築した。3次元地質モデルはハノイ市の地形・地質構造を確認する有効な手法の一つであると考えられる。今後は収集・分析したボーリングデータや地形データをWeb GIS上で処理する3次元地質モデリングシステムを実現し、関連研究者、とくにベトナム現地の研究者が容易に入力・利用できるようなシステムも構築したいと考える。

なお、本研究は科研費 (24251004) の助成を受けたものである。

キーワード: DEM、ボーリングデータ、3次元地質モデル

Keywords: DEM, Borehole data, 3-D geological model

高品質ボーリング情報による地質解析を支援するソフトウェア「コアロク」の開発

Development of software " COREROKU " to support the geological analysis by high-quality core sampling information

*西山 昭一¹、須田 ゆきえ¹、古宮 一典¹、森山 豊¹、谷川 正志¹

*Syoichi Nishiyama¹, Yukie Suda¹, Kazunori Komiya¹, Yutaka Moriyama¹, Masashi Tanigawa¹

1.応用地質株式会社

1.oyo corporation

高品質ボーリングは、ダム建設や地すべり対策等のシビアな地盤リスク評価を求める事業において、精度の高い地質解析を行うために活用が進んでいる。これは、高品質ボーリングにより得られるコア試料からは、微細な変形構造や詳細な地質変化の判読が可能となるなど、地質情報の質と量が格段に優れているためである。一方で、デジタル写真技術の発達により、採取直後の状態をより高画質・大容量の画像情報としても扱えるようになり、画像情報と判読情報をリンクするデータベースとしての利用も期待される。しかし、コア試料は観察・分析行為自体や環境条件により急速に劣化するため、情報の速やかな取得と効率的な解析処理が課題となる。これらの課題解決を目的に、高品質コア判定作業の効率化・定量化・データベース化を支援するソフトウェア「COREROKU（コアロク）」の開発を進めている。

コアロクの最大の特徴は、判読項目を任意に組み合わせた柱状図やグラフとして数秒で可視化することにある。この機能により、コア観察作業を行いながら全体の地質状況を速やかに俯瞰できるため、より定量的な分析を支援するとともに、観察者の作業時間削減や業務効率化に寄与することも可能と考えられる。また、事業関係者との情報共有・コミュニケーションツールとしての利用も期待される。

コアロクでは、データ入力の背景図として高画質のコア写真を利用し、ボーリングコア試料の観察結果をわかり易く・容易な手順で記録する。データ入力は、基本的なJACIC基準柱状図に対応する判定項目以外にも、面構造の種類や礫形状等のトレース、堆積相解析に必要な粒度・堆積構造・含有物等の入力、各種試験情報の入力、入力データの統計的な解析などを行える。ボアホールの孔壁画像を所得している場合、面構造の入力・図化・ステレオ構造解析も可能である。また、柱状図と地質構造情報は三次元地質解析システムにインポートして解析に利用できる。

コアロクは、実業務に適用し機能・性能の検証作業を進めているところであり、本発表では開発内容について紹介する。

キーワード：高品質ボーリング、地質解析、情報処理、ソフトウェア、コアロク

Keywords: High-quality core sampling, geological analysis, information processing, software, COREROKU

FOSS4Gを用いたボーリングデータと地質図の閲覧システム

Browsing System for Borehole Data and Geological Map using FOSS4G

*野々垣 進¹、中澤 努¹

*Susumu Nonogaki¹, Tsutomu Nakazawa¹

1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 情報地質研究グループ

1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

東日本大震災以降、減災に関する国民の関心は高まっている。特に、都市部における地下地質の状況は、最も大きな関心事のひとつである。しかし、既存ウェブサービスによって提供される地質情報は、地下地質の状況を考える上では十分とはいえない。本研究では、地下地質に関する国民の理解向上を目的に、理解しやすさと利用しやすさに焦点を当てた地質情報閲覧システムを、FOSS4Gをベースに開発した。本システムは、JavaScriptライブラリーのLeafletを用いて、誰もが高い信頼性をもつボーリングデータと地質図をWeb上で閲覧することを可能とする。ボーリングデータは主にJACIC様式のXML/PDF形式で提供する。これらのボーリングデータは、地質調査総合センター（GSJ）により千葉県北部地域で掘削されたものである。地質図はPNG画像のタイルセットとして提供する。この地質図は、ボーリングデータと数値標高モデル（DEMs）をはじめとする空間情報を基に構築した3次元地質モデルから、コンピューター処理により描画したものである。今後、ボーリングデータ検索機能、地質断面図作成機能および地質モデルの3次元可視化機能などを実装していく予定である。

あけぼの衛星の大規模波動データセットからのコーラスの周波数変化の自動抽出

Automatic extraction of frequency sweep rate of chorus from a huge data set of Akebono

神林 卓也¹、*後藤 由貴²、笠原 禎也³Takuya Kanbayashi¹, *Yoshitaka Goto², Yoshiya Kasahara³

1.金沢大学大学院自然科学研究科電子情報科学専攻、2.金沢大学理工研究域電子情報学系、3.金沢大学総合メディア基盤センター

1.Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2.Faculty of Electrical and Computer Engineering, Kanazawa University, 3.Information Media Center, Kanazawa University

地球磁気圏では、荷電粒子であるプラズマの運動により様々な波動現象が生じている。コーラスは、波動・粒子相互作用により生じるプラズマ波動のひとつであり、内部磁気圏における様々な物理現象と密接に関わっていることが知られている。コーラスの成長メカニズムは長年議論されてきたが、計算機シミュレーションにより、非線形成長が関わっていることが提唱されている。コーラスは、時間と共に周波数が上昇するという特徴を持つが、非線形成長理論ではこの周波数変化率と波動強度との関係が重要とされる。

本研究では、あけぼの衛星の波動データを用いて、コーラスエレメントの周波数変化率と波動強度に関する統計的解析を行うことを目的としている。あけぼの衛星は1989年から2015年まで内部磁気圏の観測を行ってきた科学衛星である。27年間におよぶ膨大な取得データにおいてコーラスが発生しているデータは一部であり、全てのデータを目視で確認して抽出することは現実的でない。そこで、まず、観測データからコーラスを自動抽出し、周波数変化率を取得するテンプレートマッチング手法の開発を行った。ピアソンの積率相関とスピアマンの順位相関を合わせた相関係数をマッチングの評価関数とすることで、精度の高い抽出法を実現した。観測データに適用した結果、コーラスエレメントの周波数変化率と波動強度の間に正相関があることが確認された。

キーワード：コーラス、あけぼの衛星、自動抽出

Keywords: chorus emission, Akebono satellite, automatic extraction

インヤン格子とその変種を使った球シミュレーション専用のin-situ可視化手法

In-situ visualization for spherical simulations using Yin-Yang grid and its variant

*清水 天志¹、陰山 聡¹

*Takashi Shimizu¹, Akira Kageyama¹

1.神戸大学 システム情報学研究科

1.Kobe Univ. Graduate School of System Informatics

スーパーコンピュータを使った大規模なシミュレーションデータの可視化では現在のところポストプロセス可視化が主流である。ポストプロセス可視化とは、数値データを一度ディスクシステムなどに保存し、後からそのデータを（多くの場合、シミュレーションを実行したスーパーコンピュータとは別の計算機で）可視化処理をする方法である。しかし、ポストプロセス可視化手法は近年、深刻な問題に直面している。スーパーコンピュータのハードウェアと計算機シミュレーション技術の進化に伴い、計算結果として出力される数値データのサイズが指数関数的に増大し、スーパーコンピュータから可視化用計算機までデータを転送するための時間と、そのデータを保存するためのストレージ容量が肥大化しているためである。そのため、現在は数値データを時間的、空間的に間引くことが一般的である。ポストプロセス可視化のもつこのような問題を解決する方法の一つとして、数値シミュレーションと可視化を同時に行う、in-situ（その場）可視化と呼ばれる手法が注目を集めている。このin-situ可視化手法では、計算結果として（数値データではなく）可視化された画像や動画データが直接出力される。画像データは2次元であり、また効果的な圧縮アルゴリズムが存在するので、データの転送時間や保存容量の問題を生じない。本研究では、Yin-Yang格子（および最近提案されたその変種「Yin-Yang-Zhong格子」）と呼ばれる計算格子に基づいたシミュレーションに注目した。Yin-Yang格子はもとも地球ダイナモシミュレーションのために考案されたものであるが、最近では、マントル対流や太陽物理、大気・海洋シミュレーションや超新星爆発のシミュレーションなど、様々な分野で利用されている。現在のところそのようなシミュレーションのほとんどはポストプロセス可視化によって解析されているが、大規模並列計算に適しているのがYin-Yang(-Zhong)格子の特徴であるため、今後はこれらの様々な分野におけるシミュレーションをin-situ可視化手法で解析する需要が高まることが予想される。豊富な可視化機能を実装した汎用可視化ソフトの中には、in-situ可視化に対応する機能を持つものも存在するが、そのようなin-situ可視化機能を持つ汎用ソフトをスーパーコンピュータ上で利用することは現実には難しい。しかしながら、Yin-Yang(-Zhong)格子は球ジオメトリに特化した計算格子であり、また、今のところ流体系の問題に応用される場合がほとんどであるので、汎用可視化ソフトに実装されている機能のほとんどが不要である。そこで本研究では、(i)Yin-Yang(-Zhong)格子を用いたシミュレーションに適した、(ii)必要最小限の機能を持ち、(iii)シミュレーション研究者にとって使いやすいだけでなく、(iv)シミュレーションの実行速度に大きな影響を与えない、簡易なin-situ可視化手法を開発し、Fortranのライブラリとして実装した。回転球殻ダイナモシミュレーションと球内のMHD緩和現象のシミュレーションへの応用も紹介する。

キーワード：データ可視化、in-situ可視化、球、イン=ヤン格子、イン=ヤン=ゾン格子

Keywords: scientific visualization, in-situ visualization, spherical system, Yin-Yang grid, Yin-Yang-Zhong grid

インテルサット衛星回線による南極・昭和基地からの効率的データ伝送の提案：帯域制御型プロトコルの活用

New data transfer technique from Syowa via INTELSAT

*山本 和憲¹、村田 健史¹、長屋 嘉明¹、岡田 雅樹²、水原 隆道³、高木 文博³、福島 啓介³

*Kazunori Yamamoto¹, Ken T. Murata¹, Yoshiaki Nagaya¹, Masaki Okada², Takamichi Mizuhara³, Ayahiro Takaki³, Keisuke Fukushima³

1.情報通信研究機構、2.国立極地研究所、3.株式会社クレアリンクテクノロジー

1.National Institute of Information and Communications Technology, 2.National Institute of Polar Research, 3.CLEALINKTECHNOLOGY Co.,Ltd.

1957年に始まった昭和基地を中心とした南極観測は年を追うごとに観測プロジェクトが増加し、それに伴って観測データ量も増大している。現在、主な観測データとしては、宙空関連では、オーロラ光学観測（画像データ 数10 GB/日）、自然プラズマ波動観測（波形データ 約10GB/日）、PANSYレーダデータ（約100 GB/日）、HFレーダデータ（数10 GB/日）、衛星観測データ（数10 GB/日）、気水圏関連では衛星観測データ（数10 GB/日）、地学関連ではVLBI観測（約40 GB/回×毎年数回）、超伝導重力計（数GB/日）などがある。また、将来計画としてもドーム基地天文台（おそらく数10~100GB/日程度）や次世代VLBI観測（おそらく100GB/日程度）などが予定されている。

これらのデータを日本に持ち帰るのは年1回の南極観測船のみがデータ輸送の機会であったが、リアルタイム性を必要とする観測データや、観測後に速やかにデータ処理を行う必要性などがある。昭和基地では、2004年に7.6mのアンテナを備えたインテルサット通信設備が建設され、山口衛星通信所経由で国立極地研究所に接続された。これにより極地研究所と昭和基地との間は移転さつと回線により常時接続され、南極からのデータは昭和基地内高速LANを通して衛星回線に送られる。これにより南極観測データはリアルタイムで日本国内に伝送できるようになった。

しかし、インテルサット衛星は静止軌道衛星であるため、南極大陸に位置する昭和基地には不利であり、高いスループットを得ることができない。最近、インテルサット回線の帯域が増強されたが、それでも帯域は最大で3Mbpsであり、この限られた帯域を100%活用することが求められている。

インテルサット回線ではIPネットワークによるデータ伝送が行われているが、衛星回線を用いる長距離データ伝送の問題点の一つは遅延である。一般的には、FTPやHTTPなどのTCPベースの通信プロトコルが用いられるが、TCPは遅延に弱くインテルサット回線では十分な性能を発揮できない。そのため、極地研究所では昭和基地と極地研究所を結ぶインテルサット回線の両端にWAN高速装置であるSteelHead（riberbed社）を設置している。SteelHeadは送受信双方においてTCP通信に介入し、独自の伝送方式により送受信間のデータ通信を高速化するインターセプト型のWAN高速化システムである。これによりTCPプロトコルを高速化し、南極観測データを効率的に日本に伝送している。

このインテルサット回線は複数の南極観測計画で共有されており、各プロジェクトがそれぞれのサーバから独立してデータ伝送を行っている。そのため、衛星通信帯域のQoS制御が必要となる。SteelHeadはデータコネクションごとに転送の優先度（プライオリティー）付けを行い、高いプライオリティーデータを他のデータに対して優先的に送信するQoS制御を行っている。

インテルサットによる複数プロジェクトのデータ通信の効率化における他の問題点としては、TCPの帯域制御がある。TCPはベストエフォート型の通信プロトコルであるため、コネクションごとに自律的に帯域を決定することができない。その結果、各プロジェクトのデータ伝送アプリケーションはそれぞれのコネクションにおいてベストエフォートでデータを伝送することとなる。一方、SteelHeadはQoSポリシーに従ってそれぞれのコネクションに帯域の上限と下限を与えることはできるが、動的に帯域を制御することはできない。これはSteelHeadの仕様であるが、同時に遅延（RTT：round trip time）が500msとインターネット等と比較しても大きい静止衛星回線においては帯域制御が容易ではないという本質的な問題でもある。その結果、昭和基地と極地研究所を結ぶインテルサット回線ではSteelHeadのQoS制御に関わらず、3Mbpsの帯域に対して合計でワイヤレートでの通信が達成できない時間帯が頻繁に生じている。

本研究では、情報通信研究機構とクリアリンクテクノロジー社が協力して開発しているUDPベースの通信プロトコルHpFP (High-performance and Flexible Protocol) を用いてQoS問題の解決を試みる。HpFPは独自の通信回線パラメータモニタリングにより、時々刻々変化するネットワークに対して、その都度最適なパケット送信を行う機能を有している。予備試験において、HpFPは昭和基地と極地研究所間において、3 Mbps以下の任意の設定帯域に対してほぼワイヤレートを達成できることを確認した。SteelHeadは、TCP通信に介入するがUDP通信には介入しない。そこで、本実験ではHpFP通信に最も低いプライオリティーを与え、SteelHeadが利用していない空き帯域を定常的にモニタリングし、自らの目標帯域を空き帯域に合わせることで総合的なデータ通信効率を向上させることを目指す。

NICT サイエンスクラウドによるリアルタイム高速処理

High-performance and Real-time Processing of Sensing Data via NICT Science Cloud

*村永 和哉¹、村田 健史²、鵜川 健太郎¹、村山 純一¹、鈴木 豊¹、山本 和憲²、長屋 嘉明²、木村 映善³、建部 修見⁴、田中 昌宏⁴

*Kazuya Muranaga¹, Ken T. Murata², Kentaro Ukawa¹, Junichi Murayama¹, Yutaka Suzuki¹, Kazunori Yamamoto², Yoshiaki Nagaya², Eizen Kimura³, Osamu Tatebe⁴, Masahiro Tanaka⁴

1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.愛媛大学医学部、4.筑波大学

1.Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2.National Institute of Information and Communications Technology, 3.Department of Medical Informatics Ehime Univ., 4.University of Tsukuba

現在、センシング技術等による地球環境計測においてもビッグデータの波が到来しており、センシングデータの有効な解析がプロジェクトの成否を握っているといえる。すなわち、センシング技術とそれにより生成されるデータの処理が連動することが、多くのセンシングプロジェクトで期待されている。センシングデータの特徴は、(1)多くのデータが時系列データである、(2)多くの処理はデータファイル間の依存性がない、(3)多くのプロジェクトで既存のデータ処理アプリケーション・プログラムが用意されておりそれを活用したい、の3点である。NICTサイエンスクラウドではこれらに着目し、MPIのようなライブラリにより既存のプログラムを書き換える必要なく、大規模センシングデータを処理できる技術開発を行ってきた。さらに、それらを科学衛星長期観測データや宇宙環境数値シミュレーションに適用し、ミドルスケールのクラウドシステムであるNICTサイエンスクラウドで100倍から200倍程度の高速化に成功している。本発表では、この技術をさまざまなタイプのセンシングプロジェクトに応用する方法について紹介する。対象とするプロジェクトは、リアルタイムセンシングデータ処理、アーカイブされたセンシングビッグデータ可視化、気象衛星データリアルタイム処理などである。

サイバー地球：分野横断的地球科学に向けた技術的アプローチ

Cyber Earth: A new technical approach for global studies of Earth

*村田 健史¹

*Ken T. Murata¹

1.情報通信研究機構

1.National Institute of Information and Communications Technology

分野横断的地球科学のためには、様々な観測データやシミュレーションデータを融合して解析・分析する環境が必要である。このことは誰もが理解していることであるが、一方で、その環境はもちろん、技術的方法論も明確ではない。

本発表では、今後のグローバルな地球理解へのアプローチの一つとして、Cyber Earthという考え方を提案したい。Cyber Earthは、実体としての地球とは別に、デジタルデータをクラウドコンピュータ上に集約し、そこにデジタルでバーチャルな地球を実現（再現）するイメージである。デジタル地球（Cyber Earth）にはあらゆるデータが定常的に流れ込み、管理・保存される。保存されたデータは1次処理、2次処理がなされると同時に、ユーザの要望に応じた形で抽出できる。また、過去、現在、未来の地球を大型ディスプレイ上に再現するために、Cyber Earth内においてあらゆるデータ（ビッグデータ）の大規模処理と可視化が進められる。研究者は、3次元時系列空間（またはその一部を切り出した空間）においてそれらの情報を総合的に理解することができる。すなわち、Cyber Earthは、ネットワークを介してデータ収集する機能（Network Earth）、デジタル化されたデータを保存・管理する機能（Digital Earth）、およびデータを大規模処理・可視化する機能（Virtual Earth）の3つの機能から構成される。

Cyber Earthの考え方は特段珍しいものではなく、一方で現実離れしているという考え方もあろう。しかし、現在のICT（情報通信技術）をマッシュアップすることで、NICTサイエンスクラウドではCyber Earthのプロトタイプを作成してきた。講演では、Cyber Earthの考え方について議論すると同時に、Cyber Earthの基盤技術とマッシュアップ例を紹介する。

長距離広帯域ネットワークにおける遠隔高速ストレージシステム (HbVRS) とその応用例

A high-bandwidth virtual remote storage (HbVRS) system on long fat network (LFN) and its application

*山本 和憲¹、村田 健史¹、長屋 嘉明¹、村永 和哉²、水原 隆道³、建部 修見⁴、田中 昌宏⁴、木村 映善⁵、黒澤 隆⁶

*Kazunori Yamamoto¹, Ken T. Murata¹, Yoshiaki Nagaya¹, Kazuya Muranaga², Takamichi Mizuhara³, Osamu Tatebe⁴, Masahiro Tanaka⁴, Eizen Kimura⁵, Takashi Kurosawa⁶

1.情報通信研究機構、2.株式会社セック、3.株式会社クレアリンクテクノロジー、4.筑波大学、5.愛媛大学医学部、6.株式会社 日立ソリューションズ東日本

1.National Institute of Information and Communications Technology, 2.Systems Engineering Consultants Co., LTD., 3.CLEALINKTECHNOLOGY Co.,Ltd., 4.University of Tsukuba, 5.Department of Medical Informatics Ehime Univ., 6.Hitachi Solutions East Japan, Ltd.

現在、多くの科学研究分野ではデータのほとんどがデジタル化され、その量および種類は大規模化の一途をたどっている。これからますます大規模化・複雑化するデータ指向型科学時代を踏まえて、ビッグデータ処理がより容易に、また一元的に行うことができるクラウドシステムが求められている。NICTサイエンスクラウドは、地球惑星科学を含む様々な科学研究データおよびソーシャルデータのためのクラウドシステムである。NICTサイエンスクラウドでは(1)データ通信技術、(2)データ保存技術、(3)データ処理・可視化機能の3つの柱(機能)から構成されている。それぞれの機能についての基盤技術を開発するだけでなく、複数の基盤技術を組み合わせる(マッシュアップ)ことでシステム化を行うことができる。システムを実際に科学研究に応用・適用することで、様々な分野でのビッグデータ科学・データインテンシブ科学が可能となる。本研究では、NICTサイエンスクラウド上で(1)および(2)の基盤技術をマッシュアップした事例として、高速仮想遠隔ストレージシステム(HbVRS)について議論する。(1)については、情報通信研究機構ではUDPをベースとした独自の高速データ通信プロトコルHpFPの開発を行っている。HpFPは他の高速TCP通信プロトコルと異なり、(2)については筑波大学では並列分散ストレージシステムとしてGfarmの開発を進めており、並行してGfarmによる分散処理スケジューラPwrakeを公開している。HbVRSは両者を融合することでI/O分散とデータ伝送を連動する遠隔高速ストレージシステムである。本稿では、HbVRSについて紹介する。また、HbVRSの高速性と遠隔性を活用する事例として、遠隔地の4K/8Kディスプレイに高解像度動画像を非圧縮で高速再生する事例を紹介する。

世界科学データシステムのための時系列データ表示用Webアプリケーション：STARStouch
STARS touch: A web-application for time-dependent observation data designed for world data systems

*鵜川 健太郎¹、村田 健史²、村永 和哉¹、村山 純一¹、鈴木 豊¹、山本 和憲²、長屋 嘉明²、木村 映善³、建部 修見⁴、田中 昌宏⁴

*Kentaro Ukawa¹, Ken T. Murata², Kazuya Muranaga¹, Junichi Murayama¹, Yutaka Suzuki¹, Kazunori Yamamoto², Yoshiaki Nagaya², Eizen Kimura³, Osamu Tatebe⁴, Masahiro Tanaka⁴

1.株式会社セック、2.情報通信研究機構、3.愛媛大学医学部、4.筑波大学

1.Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2.National Institute of Information and Communications Technology, 3.Department of Medical Informatics Ehime Univ., 4.University of Tsukuba

世界科学会議（ICSU）のプログラムの一つである世界科学データシステム（WDS）は科学データに関する国際的取組を目的としており、異分野横断型研究対応を主要目標の一つとして掲げている。NICTサイエンスクラウドは、WDSの理念を実現するために次世代型の科学研究環境の実現を目的に構築された科学研究用クラウドシステムである。科学分野のビッグデータの収集・転送機能、保存・公開機能、処理・可視化機能をマッシュアップすることで学際的研究環境の実現が期待される。本研究では、科学データを融合して表示するための学際的科学データ表示Webを提案する。過去の経験をもとに、まず学際的科学データ表示Webに必要な要件をまとめた。さらに基本設計を行い、科学衛星観測プロジェクトデータや気象観測データを融合表示するWebアプリケーションをNICTサイエンスクラウド上に実装した。この実装事例をもとに、学際的科学データ表示Webの有効性について議論する。