

## 月・惑星データ閲覧・共有・解析システム WISE-CAPS の開発状況 Current implementation status of WISE-CAPS, browsing, sharing and analyzing system of lunar and planetary data

寺園 淳也<sup>1\*</sup>, 中村 良介<sup>2</sup>, 児玉 信介<sup>2</sup>, 山本 直孝<sup>2</sup>, 出村 裕英<sup>1</sup>, 平田 成<sup>1</sup>, 小川 佳子<sup>1</sup>, 菅原 友悦<sup>1</sup>  
TERAZONO, Junya<sup>1\*</sup>, NAKAMURA, Ryosuke<sup>2</sup>, Shinsuke Kodama<sup>2</sup>, Naotaka Yamamoto<sup>2</sup>, DEMURA, Hirohide<sup>1</sup>, HIRATA,  
Naru<sup>1</sup>, OGAWA, Yoshiko<sup>1</sup>, Tomoetsu Sugawara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 会津大学, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>The University of Aizu, <sup>2</sup>The Institute of Advanced Industrial Science and Technology

現在我々は、これまでの月・惑星探査で得られた膨大な量のデータを効率的に閲覧、共有、解析するためのシステム「WISE-CAPS」(Web-based Integrated Secure Environment for Collaborative Analysis of Planetary Science)の構築を行っている。

本システムは、膨大な量の月・惑星探査データ、とりわけ画像データを効率的に閲覧し、さらに閲覧環境の中でデータを研究者同士で共有、最終的には解析までを行えるようなプラットフォームを目指して開発が進められている。

システムは、閲覧や解析などの環境を選ぶことなくいつでもどこでも利用できることを前提としてウェブベースとしており、また地図情報をメインとして扱うことから、いわゆるウェブGISの形式をとっている。しかし、WISE-CAPSには、ユーザ(科学者をメインに想定している)が自由にデータを設置して他の人に閲覧してもらえるような環境や、そのユーザを選択できるなど、ユニークな機能が備わっている。また、システムはすべてオープンソースソフトウェアで構築されており、さらには内部のデータ流通についてもオープンなプロトコルを利用しており、他のシステムとの連携や柔軟な改造、さらにはユーザによる拡張なども将来的に行えるような環境を担保している。

昨年以來、このWISE-CAPSについては、いくつかの大きなシステム改良が実施され、より使いやすい環境を手にすることができるようになった。本発表では、この改良点について触れると共に、将来的な方向性についても述べる。

キーワード: ウェブGIS, 月探査, 惑星探査, ウェブ

Keywords: Web-GIS, lunar exploration, planetary exploration, web

## 大規模粒子シミュレーション用可視化ツールの開発

New version of Zindaiji, a GUI visualization tool for large number particle simulation data.

武田 隆顕<sup>1\*</sup>

TAKEDA, Takaaki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国立天文台天文シミュレーションプロジェクト

<sup>1</sup>National Astronomical Observatory of Japan

シミュレーションで得られる三次元、または時間進化を含めて4次元のデータを目に見える形にすることは、研究にとってもアウトリーチにとっても重要なことである。

一般にビジュアライゼーション用の可視化ツールを用いて、アウトリーチ用の可視化画像や映像を作成するには様々な困難がある。カメラワークの編集や、オブジェクトの配置といった一般的なCG作成で必要になる機能が充実していないからである。一方で、一般用途のCGソフトウェアを用いて可視化、映像化を行う場合はさまざまなソフトウェアの機能を使うことが可能であるが、そもそもそうしたソフトウェアが読み込める形に研究用のデータを変換する作業が必要で、さらに使いこなすには3DCGのスキルが必要となる。

著者を含む国立天文台4D2Uプロジェクトでは、N体計算に代表される粒子データを高い品質で可視化するためのツール(Zindaiji)を過去に開発公開し、それを用いて最大200万規模のN体計算データから公開用の映像などを作成してきた。しかし、Zindaijiは32bit Windows用アプリケーションとして開発したため、近年のより大規模なシミュレーションの可視化に対応をすることが困難であった。そこで新たに新バージョンとしてZindaiji3の開発を行い、基本的な機能まで実装することができたのでそれを紹介する。

Zindaijiは、以下のような特徴を持っている。

- 1) 大規模な時系列(連番)粒子データからの映像制作。
  - 2) 補間機能の実装。
  - 3) OpenGLを用いた高速な表示。
  - 4) GUIを用いたタイムライン操作。
- また、Zindaiji3になり以下のような強化が行なわれた。
- 5) 64bit化によるメモリの制約の大幅な軽減。
  - 6) GUIの見直しによる操作性の向上。
  - 7) 描画アルゴリズムの見直しによる高速化。
  - 8) マルチスレッド化と、データのプリフェッチによる大幅な待ち時間の短縮。
  - 9) Windows/LINUX/MacOSXへの対応。

現時点で、旧Zindaijiにあった、モーションプレーヤやレンズフレアといった映像製作のための機能の幾つかは再実装されていないが、鋭意機能拡張を続けていく予定である。

以下のサイトで実行ファイル及びソースコードの公開を行っている。

<http://th.nao.ac.jp/~takedatk/COMPUTER/ZINDAIJI3/Zindaiji3Top.html>

キーワード: 可視化, 重力多体計算

Keywords: Visualization, N-body simulation

## 超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究(IUGONET)プロジェクトについて

### Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) project

堀 智昭<sup>1\*</sup>, 林 寛生<sup>2</sup>, 小山 幸伸<sup>3</sup>, 田中 良昌<sup>4</sup>, 新堀 淳樹<sup>2</sup>, 阿部 修司<sup>5</sup>, 上野 悟<sup>6</sup>, 米田 瑞生<sup>7</sup>, 金田 直樹<sup>6</sup>, 梅村 宜生<sup>1</sup>, 河野 貴久<sup>8</sup>, 吉田 大紀<sup>9</sup>, 鍵谷 将人<sup>10</sup>, 田所 裕康<sup>7</sup>, 元場 哲郎<sup>4</sup>

HORI, Tomoaki<sup>1\*</sup>, HAYASHI, Hiroo<sup>2</sup>, KOYAMA, Yukinobu<sup>3</sup>, TANAKA, Yoshimasa<sup>4</sup>, SHINBORI, Atsuki<sup>2</sup>, ABE, Shuji<sup>5</sup>, UENO, Satoru<sup>6</sup>, YONEDA, Mizuki<sup>7</sup>, KANEDA, Naoki<sup>6</sup>, UMEMURA, Norio<sup>1</sup>, KONO, Takahisa<sup>8</sup>, YOSHIDA, Daiki<sup>9</sup>, KAGITANI, Masato<sup>10</sup>, TADOKORO, Hiroyasu<sup>7</sup>, MOTOKA, Tetsuo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 名大・STE研, <sup>2</sup> 京大・生存研, <sup>3</sup> 京大・理・地磁気センター, <sup>4</sup> 極地研究所, <sup>5</sup> 九大・宙空センター, <sup>6</sup> 京大・理・附属天文台, <sup>7</sup> 東北大・理・地球物理, <sup>8</sup> 東京大学物性研究所, <sup>9</sup> 気象情報通信株式会社, <sup>10</sup> 東北大・惑星プラズマ・大気研究センター  
<sup>1</sup>STE lab., Nagoya Univ., <sup>2</sup>RISH, Kyoto Univ., <sup>3</sup>WDC for Geomag, Kyoto, Kyoto Univ., <sup>4</sup>NIPR, <sup>5</sup>SERC, Kyushu Univ., <sup>6</sup>Kwasan and Hida Obs, Kyoto Univ., <sup>7</sup>Dep. Of Geophys., Tohoku Univ., <sup>8</sup>Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo, <sup>9</sup>Weather Information & Communications Service LTD., <sup>10</sup>PPARC, Tohoku Univ.

超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究 (IUGONET) プロジェクト (2009-2014) では、国立極地研究所、東北大学、名古屋大学、京都大学、および九州大学が連携し、IGY 以来 50 年以上にわたって蓄積された地上観測データのメタデータ (観測期間、装置の種類、データの所在地、など観測データに関する情報) のデータベースを構築する。プロジェクト参加機関は、地球上のあらゆる地域で、対流圏から太陽圏に至る多様な高度領域から、レーダー、磁力計、光学装置、太陽望遠鏡などの各種装置を用いて観測データを収集している。この膨大なデータをメタデータ・データベースによって横断的に検索・取得できるようにすることで、観測データの流通を促進し、さらには異なる大気層にまたがるような現象の総合解析、新しい超高層大気研究が促進されることが期待される。プロジェクトでこれまで開発してきた、リポジトリソフト DSpace を用いたメタデータ・データベース、及び THEMIS 衛星データ解析ソフトをベースにした統合解析ソフトウェア (UDAS) は、昨年度末に国内外の研究者向けに公開された。今年度よりプロジェクトは 6ヶ年計画の後半に入り、引き続き新規メタデータの抽出・アーカイブを行いメタデータ・データベースのコンテンツを拡充していく。また統合解析ソフトウェアの対応するデータ種を増やすとともに解析・可視化の機能を拡充し、分野横断的な研究を行う上でより強力なツールに発展させていく予定である。発表では、プロジェクトのこれまでの成果を総括するとともに、今後の開発のロードマップや具体的な方針・目的などを説明する。また、これらの IUGONET ツールを用いて実際に進められている、超高層大気長期変動の研究の成果について紹介したい。

キーワード: 超高層大気, メタデータ, リポジトリ, 地上観測, データベース

Keywords: upper atmosphere, metadata, repository, ground observation, database

## サイエンスクラウドは科学分野の BigData 問題に立ち向かえるか? ~ NICT サイエンスクラウドの挑戦 ~ An ambitious challenge of "science cloud" in NICT

村田 健史<sup>1\*</sup>, 亘 慎一<sup>1</sup>, 長妻 努<sup>1</sup>, 渡邊 英伸<sup>1</sup>, 国武 学<sup>1</sup>, 山本 和憲<sup>1</sup>, 村永 和哉<sup>2</sup>, 村山 泰啓<sup>1</sup>

MURATA, Ken T.<sup>1\*</sup>, WATARI, Shinichi<sup>1</sup>, NAGATSUMA, Tsutomu<sup>1</sup>, WATANABE, Hidenobu<sup>1</sup>, KUNITAKE, Manabu<sup>1</sup>, YAMAMOTO, Kazunori<sup>1</sup>, MURANAGA, Kazuya<sup>2</sup>, MURAYAMA, Yasuhiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> (株) セック

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>SEC Co.,LTD.

本発表では、情報通信研究機構 (NICT) で構築中の科学研究用クラウドである OneSpaceNet について、「サイエンスクラウドは科学分野の BigData 問題に立ち向かえるか?」という視点で議論を行う。題材としては発表者が所属する宇宙天気を取り上げるが、BigData をどのように処理するかは科学分野全般にわたるテーマであり、あらゆる地球惑星科学分野で有益な議論となるであろう。

NICT では、20 年以上にわたり宇宙天気研究と環境情報提供 (予報) 業務を行ってきた。この道のりを図式的に示すと、(1) 太陽から磁気圏・電離圏までの因果関係を理解するための科学研究フェーズ、(2) これらの科学研究成果に基づいた宇宙天気の実現のための観測技術開発、シミュレーション技術開発など、予報・予測技術開発を含んだ技術開発フェーズから成り立っていたと言えよう。これらの手法は一定の成果を挙げてきたが、「データの多さと少なさ」により、実用的な宇宙天気予報を達成したとは言い難い。

ここで、「データの多さ」とは太陽から電離圏まで、また、観測からシミュレーションまで、多種多様で大量のデータがあるにも関わらず、それらを統合的に解析する手法を我々は実現していないことを意味する。「データの少なさ」とは、例えば観測データについては惑星間空間、磁気圏、電離圏のどの領域を考慮しても、宇宙天気現象をモニタリングし、また予測するためのデータとしては、時空間的に欠落している箇所が多いことを意味する。またシミュレーションデータについては、計算サイズの制限により再現できる (予測できる) 現象に限界があり、また、シミュレーションの仮定 (多くの場合は流体モデル) が予報に十分ではないことを意味する。

NICT では、この「データの多さと少なさ」に立ち向かう方法論として、(3) インフォマティクス (情報通信技術) の導入を決めた。宇宙天気観測が人工衛星や地上観測を基盤とし、コンピュータシミュレーションがスーパーコンピュータを基盤とするのと同様に、インフォマティクスの基盤として有効であるのがクラウドである。NICT では、科学研究用クラウドとして NICT サイエンスクラウド (OneSpaceNet : OSN) を構築している。OSN 上に 5PB を超えるストレージシステムを実装し、この上にあらゆるデータ (観測データもシミュレーションデータも) を格納することに成功した。さらに、400 コアを超える CPU を用いて、これらのデータを高速に分散処理する環境も整いつつある。磁気圏シミュレーションの高時間分解能データ処理と可視化、磁気圏シミュレーションによる太陽風感応実験、1000<sup>3</sup> スケールの大規模惑星シミュレーションデータ処理、GPS-TEC の自動データ収集と TEC マップ作成、長期間 (目標は 25 年間) 電離圏変動シミュレーション、放射線帯高エネルギー粒子予測モデル構築、多地点地磁気データ処理によるグローバルな地球磁場変動 (二日周期) 現象の解析など、サイエンスクラウドを活用した様々な研究成果が本学会期間中にも報告される。

本講演では、科学研究クラウドの基盤技術を紹介するとともに、クラウド上のインフォマティクスによりどのような研究成果が達成できたかを紹介する。さらに、今後、サイズが増え続けると考えられる科学データ (BigData) に対して、何が期待できるかについても議論する。

キーワード: ビッグデータ, サイエンスクラウド, OneSpaceNet

Keywords: Big Data, Science Cloud, OneSpaceNet

## 多変量解析を用いた海洋大循環モデルの可視化 Visualization for Oceanic General Circulation Model via Multivariate Analysis

松岡 大祐<sup>1\*</sup>, 荒木 文明<sup>1</sup>, 木田 新一郎<sup>1</sup>, 佐々木 英治<sup>1</sup>, 田口文明<sup>1</sup>

MATSUOKA, Daisuke<sup>1\*</sup>, ARAKI, Fumiaki<sup>1</sup>, KIDA, Shinichiro<sup>1</sup>, SASAKI, Hideharu<sup>1</sup>, Bunmei Taguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構地球シミュレータセンター

<sup>1</sup>Earth Simulator Center, JAMSTEC

数値シミュレーション結果の可視化技術は、解析対象とする現象や構造を直感的に理解するために必要不可欠な手法である。しかし、スーパーコンピュータの性能向上に伴うシミュレーションモデルの大規模化や高解像度化によって、出力された数値データに含まれるより多くの有益な情報の抽出およびそれらの理解が困難となってきた。

そこで筆者らは、数値シミュレーション結果に対して、効果的な可視化を行うための特徴抽出手法や伝達関数決定手法についての研究を行っている。本研究では、特に、高解像度の海洋大循環モデル (OFES) によって得られた数値データからの特徴抽出手法や、それらを強調した可視化手法を考案した。多変量解析を用いて温度や塩分、流速等のデータから特徴的な海流や渦、水塊等をクラスタリングすることにより、可視化対象となる特徴量を抽出する。抽出された特徴量を明度や不透明度として色相に組み合わせて用いることで、特徴的な構造や現象を強調した表現を実現した。本発表では、これらの手法を、黒潮や親潮等の海流や、特徴的な水塊の可視化へ応用した例について報告する。

キーワード: 海洋大循環モデル, 可視化, 多変量解析, クラスタ分析, 伝達関数

Keywords: OGCM, visualization, multivariate analysis, cluster analysis, transfer function

## 国際標準規格を用いた ASTER 高温領域検出システムの開発 Development of ASTER Hot Spot Detection System using International Standards

山本 直孝<sup>1\*</sup>, 中村 良介<sup>1</sup>, 土田 聡<sup>1</sup>, 岩男 弘毅<sup>1</sup>, 浦井 稔<sup>1</sup>

YAMAMOTO, Naotaka<sup>1\*</sup>, NAKAMURA, Ryosuke<sup>1</sup>, TSUCHIDA, Satoshi<sup>1</sup>, IWAO, Koki<sup>1</sup>, URAI, Minoru<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産総研

<sup>1</sup>AIST

観測装置の大型化, 高精度化に伴い地球観測衛星により取得される観測データはペタバイトを超え, 膨大なものになってきている。これまで, 地球観測衛星により取得された観測データは, 位置や時刻, 観測条件などがカタログ情報として整備され, 利用者は自らの興味がある地域や領域, 観測日時などを条件に観測データを検索し, 必要な観測データを取得し解析していた。一方で, 地球観測衛星データを用いて火山活動, 森林火災, 環境変化など時間的な変化を捉えるためには全ての観測データを監視, 解析する必要がある。これまでも, MODIS Rapid Fire のように地球観測衛星データから森林火災などを自動的に検知し, そのデータを公開するシステムは開発されている。しかし, これらのシステムは衛星データを所有している機関が自ら提供しているサービスであり, 外部のユーザがこのようなシステムを構築することは非常に困難である。そこで, 本研究では衛星データアーカイブを所有していないユーザでもこのようなシステムを開発することが可能となるように, 国際標準規格を用いた地球観測衛星データアーカイブのあり方を提案し, 一例として, 地球観測衛星 Terra に搭載された ASTER の熱赤外バンドを用いた高温領域自動検出システムを開発したので報告する。

キーワード: ASTER, GeoRSS, OGC

Keywords: ASTER, GeoRSS, OGC

## 電子国土 Web システムによる地図情報の提供 Provision of map data through Digital Japan Web System

神田 洋史<sup>1\*</sup>, 佐藤 浩<sup>1</sup>, 佐藤 壮紀<sup>1</sup>, 橘 悠希子<sup>1</sup>, 小菅 豊<sup>1</sup>

KANDA, Hirofumi<sup>1\*</sup>, SATO, Hiroshi<sup>1</sup>, SATO, Takenori<sup>1</sup>, Yukiko Tachibana<sup>1</sup>, Yutaka Kosuge<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院

<sup>1</sup> GSI of Japan

地図画像の閲覧や上載せ情報の重合せのためにデスクトップ GIS を購入する時代から, 今では GIS の導入としてそれを購入しなくても Web で閲覧し, 重合せを可能とする Web-GIS の利用が一般的になった. 本発表では, Web GIS としての電子国土 Web システムについて説明するとともに, 本システム Ver.3 (佐藤ほか, 2011) におけるオープンソースソフトウェアの利用 (平成 23 年 12 月に公開) について触れる.

### 引用文献

佐藤壮紀・飯田剛輔・橘悠希子・首藤隆夫・佐藤浩 (2011) 電子国土 Web システムオープンソース版の開発. 地理情報システム学会学術研究発表大会, F-7-2.

キーワード: Web, GIS, 地図, 電子国土基本図 (地図情報)

Keywords: Web, GIS, Map, Digital Japan Basic Map (Map Information)

## 関東地域における自治体のボーリングデータベースとの連携 Integration of Public Borehole Information Databases in Kanto Region

大井 昌弘<sup>1\*</sup>, 木村 克己<sup>2</sup>, 横倉 隆伸<sup>2</sup>, 康 義英<sup>2</sup>, 藤原 広行<sup>1</sup>  
OOI, Masahiro<sup>1\*</sup>, KIMURA, Katsumi<sup>2</sup>, YOKOKURA, Takanobu<sup>2</sup>, KOU, yoshihide<sup>2</sup>, FUJIWARA, Hiroyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人 防災科学技術研究所, <sup>2</sup> 独立行政法人 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, <sup>2</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

### 1. はじめに

統合化地下構造データベースのポータルサイト「ジオ・ステーション」では、ボーリングデータや物理探査データを Web 公開している機関と連携を行うことを目的として、それらデータに関する位置情報や属性情報などを含むメタデータの登録機能が整備されている。

現在、ジオ・ステーションでは、関東地域を対象として、地方自治体が公開しているボーリングデータ及び産業技術総合研究所が公開している物理探査データについてメタデータを用いた連携を実施するとともに、防災科学技術研究所がこれまでに実施してきた物理探査のメタデータも登録されている。

### 2. メタデータを用いた自治体のボーリングデータベースとの連携

ジオ・ステーションには、ボーリングデータを Web 公開している自治体等と連携を行うため、ボーリングデータの位置や総掘進長等を含むメタデータの登録機能が整備されている。メタデータには、各ボーリングデータに対応する URL が含まれており、ジオ・ステーションの地図上から Web 公開されている自治体等のボーリングデータにアクセスすることが可能である。メタデータの主な項目は、ボーリング名、緯度・経度、孔口標高、総掘進長に加えて、責任組織名、情報源 URL、情報源の名称となっている。

ジオ・ステーションでは、現在、東京都土木技術支援・人材育成センターが Web 公開している「東京の地盤 (Web 版)」のボーリングデータをはじめとして、(財)神奈川県都市整備技術センターの「かながわ地質情報 MAP」、栃木県県土整備部の「とちぎ地質情報公開システム (とちぎの地盤マップ)」、(財)群馬県建設技術センターの「群馬県ボーリング Map」、そして川崎市環境局環境対策部の「川崎市地質図集」において Web 公開されているボーリングデータとメタデータを用いた連携を実施している。

### 3. メタデータを用いた物理探査データの公開

ジオ・ステーションでは、メタデータを用いた公開データとの連携に加えて、メタデータを用いた物理探査データの登録機能を整備している。産業技術総合研究所が関東地域で実施してきた物理探査データについては、RIO-DB の Web サイトで公開されており、ジオ・ステーションにもメタデータが登録されている。また、防災科学技術研究所が実施してきた物理探査データについてもジオ・ステーションで公開している。

メタデータの項目としては、調査名、測線名、都道府県名、実施機関、実施時期、開始年、測線長、震源、台数薬量容量等、垂直重合数、発震点間隔、総発震点数、発震周波数、発震時間、受振器、アレイ、受振点間隔、総受振点数、探鉱器、チャンネル数、サンプリング間隔、記録長、水平 (CMP) 重合数、CMP 間隔、CMP 数、CMP 開始点、概略解析深度、備考、文献、URL を網羅している。また、画像データとして、詳細測線図、時間断面図、マイグレーション時間断面図、深度断面図を登録している。

### 4. おわりに

地下構造に関するデータの統合化と連携の取り組みとして、科学技術振興調整費重要課題解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」の一環で実施した研究内容の成果について報告した。

地下構造に関するデータの円滑な流通は、地下構造データベースの活用において実務的な面からも重要なことである。しかしながら、まだ課題も多く残っている。今後のデータ公開を促進するためには、自治体等のデータベース構築機関に対する技術的、財政的、制度的、人的側面での支援をはじめとして、地下構造データの取得、保持、開示の義務、及び利用に関わる諸権利 (所有権、財産権、個人情報保護法など) を踏まえた法的な整備を視野に入れた取り組みが必要である。また、構築されたデータベースを継続的に維持管理できる体制づくりを進めるためには、データベースの利活用の推進とそのための環境整備を進めることが重要である。

今後の私達の目指すべき方向としては、地下構造に関する情報が一般の人々にとって身近でわかりやすいものとなるような情報公開の仕方、各種データの相互利用による付加価値の高い情報の創出、そしてデータを利活用するための環境整備にあると考えている。

キーワード: 地下構造, データベース, ボーリングデータ, 物理探査, メタデータ, ポータルサイト

Keywords: underground structure, database, borehole data, geophysical exploration, metadata, portal site

## インヤン格子データの可視化ツールと流れ場に凍り付いた力線のバーチャルリアリティ可視化

A visualization tool for Yin-Yang grid data and virtual reality visualization of frozen-in vector fields

吉田 真人<sup>1</sup>, 村田 歌織<sup>1</sup>, 陰山 聡<sup>1\*</sup>

YOSHIDA, Masato<sup>1</sup>, MURATA, Kaori<sup>1</sup>, KAGEYAMA, Akira<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院 システム情報学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of System Informatics, Kobe University

地球科学データの効果的な可視化を目的とした二種類の可視化ツール(可視化手法)の開発について報告する。一つはインヤン格子上で計算されたMHDデータを対話的に可視化するためのツール“SV4”である。SV4はシミュレーション研究者が自由に改変することを想定し、Fortran90言語で書かれた可視化ツールであるという点が最大の特徴である。もう一つは没入型バーチャルリアリティ装置CAVEを用いて流れ場に凍り付いたベクトル場の力線を対話的に可視化する手法である。前回報告したプログラムをさらに改良した。流れに乗って移流・変形されるトレーサー曲線に複数の車輪状物体を付加することで、トレーサー曲線の周囲の渦度など、局所的な情報も可視化することができた。

キーワード: 可視化, インヤン格子, バーチャルリアリティ

Keywords: data visualization, Yin-Yang grid, virtual reality

## NICTサイエンスクラウドによる、地球磁気圏グローバルMHDシミュレーション大規模データの可視化技術 Visualization technique of NICT Science Cloud using large quantities of magnetosphere Global MHD simulation data

久保田 康文<sup>1\*</sup>, 村田 健史<sup>1</sup>, 山本 和憲<sup>1</sup>, 深沢 圭一郎<sup>2</sup>, 坪内 健<sup>3</sup>

KUBOTA, Yasubumi<sup>1\*</sup>, MURATA, Ken T.<sup>1</sup>, YAMAMOTO, Kazunori<sup>1</sup>, FUKAZAWA, Keiichiro<sup>2</sup>, TSUBOUCHI, Ken<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> 九大・情報基センター, <sup>3</sup> 東京大学

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>RIIT, Kyushu Univ., <sup>3</sup>The University of Tokyo

We will present a new visualization technique by using large quantities of simulation data. The time development of 3D object with high temporal resolution provides the opportunity of scientific discovery. We visualize large quantities of simulation data using visualization application 'Virtual Aurora' based on AVS and the parallel distributed processing at 'Space Weather Cloud' in NICT based on the Gfarm technology. We show a visualization of dayside reconnection using a system of magnetic field line tracing in order to understand magnetosphere convection. On the other hand we try to make a computer graphics of magnetosphere dayside reconnection for outreach activities. In this lecture, we introduce our recent visualization for science and outreach activities.

キーワード: 可視化, NICTサイエンスクラウド, 大規模シミュレーションデータ, 磁気圏

Keywords: Visualization, NICT Science Cloud, Big simulation data, Magnetosphere

## 宇宙天気クラウドによる情報サービスとデータ解析 Information services and data analysis using space weather cloud

巨 慎一<sup>1\*</sup>, 坪内 健<sup>2</sup>, 加藤久雄<sup>1</sup>, 村田 健史<sup>1</sup>, 山本 和憲<sup>1</sup>, 渡邊英伸<sup>1</sup>, 久保田 康文<sup>1</sup>, 国武 学<sup>1</sup>

WATARI, Shinichi<sup>1\*</sup>, TSUBOUCHI, Ken<sup>2</sup>, Hisao Kato<sup>1</sup>, MURATA, Ken T.<sup>1</sup>, YAMAMOTO, Kazunori<sup>1</sup>, Hidenobu Watanabe<sup>1</sup>, KUBOTA, Yasubumi<sup>1</sup>, KUNITAKE, Manabu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> 東京大学

<sup>1</sup>National Institute of Information and Communications Technology, <sup>2</sup>University of Tokyo

人工衛星、電力網、衛星測位などに影響を与える宇宙環境の変動を宇宙天気と呼ぶ。宇宙天気は、太陽から地球にいたる広大な領域を扱うため、衛星などによる観測データだけで、すべての領域をカバーすることは難しい。そのため、観測データとシミュレーションデータを一緒に解析できる環境が必要である。また、処理すべき宇宙天気のための観測データやシミュレーションデータは、年々増大する傾向にある。このような状況に対応するため、情報通信研究機構では、スパコンや大容量分散ストレージなどからなる宇宙天気クラウドを構築している。宇宙天気クラウドのリソースによる、「宇宙天気ボード」と呼ぶ、利用者がデータをカスタマイズしてアレンジできる web アプリケーション、リアルタイム宇宙天気シミュレーションの三次元可視化を提供する web サイト、「週刊宇宙天気ニュース」と呼ぶ、動画による一週間の宇宙天気のサマリーのストリーミングなどのサービスについて報告する。また、宇宙天気クラウド上でのリアルタイム磁気圏シミュレーションのデータの観測データによる評価解析の例についても報告する。

キーワード: クラウド, 宇宙天気, インフォマティクス

Keywords: cloud computing system, space weather, informatics

## 地球規模の大規模観測のための仮想観測ネットワークシステム A Virtual Observation Network System for Global Ground-Based Observatories

渡邊 英伸<sup>1\*</sup>, 山本 和憲<sup>1</sup>, 村田 健史<sup>1</sup>, 亘 慎一<sup>1</sup>, 長妻 努<sup>1</sup>, 石橋 弘光<sup>1</sup>, 国武 学<sup>1</sup>, 津川 卓也<sup>1</sup>, 岡田 雅樹<sup>2</sup>  
WATANABE, Hidenobu<sup>1\*</sup>, YAMAMOTO, Kazunori<sup>1</sup>, MURATA, Ken T.<sup>1</sup>, WATARI, Shinichi<sup>1</sup>, NAGATSUMA, Tsutomu<sup>1</sup>,  
ISHIBASHI, Hiromitsu<sup>1</sup>, KUNITAKE, Manabu<sup>1</sup>, TSUGAWA, Takuya<sup>1</sup>, OKADA, Masaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>NIPR

現在、宇宙天気を含めた地球規模での地上観測ネットワークの試みが、様々な分野で進められている。これらの観測は、少ないものでは数点であるが、多いものでは国内外で数千点を超える大規模ネットワークもある。業務系・現業系の組織は別として、研究組織においてはこのような多数の観測拠点または観測装置を管理・運用することは容易ではない。一方で、地球規模での地球・宇宙環境・現象の理解には不可欠になりつつある。

特別な規模のシステムを除くと、これらの地球規模観測の観測システム運用やデータ収集には、専用ネットワーク回線ではなくインターネットが利用される。しかし、インターネットの物理層は10Gbpsを超える超高速なものからkbpsオーダーで不安定な場合、また有線、無線などが混在している。また、インターネットではQoSを確保することが難しく、ベストエフォートでのデータ伝送しか期待できない。これらの事情が、一般的な地球規模観測を困難にしている。

情報通信研究機構(NICT)の宇宙天気のための地上観測網も例外ではない。NICT宇宙環境研究グループでは国内外を含めて30以上の拠点に観測所を直接的または間接的に運用しており、40種類以上のデータが日々NICTに伝送されている。これらの観測拠点の観測機器およびデータ伝送の維持運営が大きな負担となりつつある。そこで、NICTでは、これらの観測拠点とNICTを結ぶネットワークを仮想化し、運用を一元化するためのアプリケーションを開発した。ここで使われるネットワーク技術は特に新しいものではないが、L3/L2(VPN)ネットワークを混在させ、データ再送制御とデータファイル整合性の確保、機器の遠隔監視、ルーティング制御、分散データベースとの連携などを組み合わせることで、悪条件化の観測を継続的に行うOCM(Observation Continuity Model)に基づいたシステムを開発した。さらに、これを小型サーバに組み込むことで、1台10万円程度の安価なデータ伝送システムを実装した。

現在、NICTでは国内外8拠点にこのシステムを配置しており、発表時には、拠点数はさらに増える予定である。また、同時に、室内実験として数10サーバでのこのシステムを運用し、あらゆる環境でデータが定常的に収集できることを実証する。

なお、このシステムは、TCP/IPベースであればネットワーク環境を選ばず、また、観測種類も選ばない汎用性の高いシステムである。

キーワード: 地球観測, 仮想ネットワーク, クラウド

Keywords: Earth Observation, virtual network, cloud computing

## 太陽地球系観測データ解析参照システム [STARS] における協働解析のための情報共有機能の活用

### Sharing of knowledge for collaborative analysis in the Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System [STARS]

国武学<sup>1\*</sup>, 山本和憲<sup>1</sup>, 鷗川健太郎<sup>2</sup>, 木村映善<sup>3</sup>, 加藤久雄<sup>1</sup>, 長妻努<sup>1</sup>, 巨慎一<sup>1</sup>, 村山泰啓<sup>1</sup>, 村田健史<sup>1</sup>  
KUNITAKE, Manabu<sup>1\*</sup>, YAMAMOTO, Kazunori<sup>1</sup>, Kentaro Ukawa<sup>2</sup>, Eizen Kimura<sup>3</sup>, Hisao Kato<sup>1</sup>, NAGATSUMA, Tsutomu<sup>1</sup>,  
WATARI, Shinichi<sup>1</sup>, MURAYAMA, Yasuhiro<sup>1</sup>, MURATA, Ken T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> 株式会社セック, <sup>3</sup> 愛媛大学

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>SEC, <sup>3</sup>Ehime Univ.

#### はじめに

Solar-Terrestrial Environment の研究においては、太陽、惑星間空間、磁気圏、電離圏の各分野を横断して、観測データを比較することが多い。観測の種類も、人工衛星によるその場での観測、リモート観測、地上からのリモート観測と多岐にわたる。各分野の専門家にとっては、自分の専門分野には強く、他分野には不案内ということになりがちなため、研究を進めていく上で、協働解析が有効である。

太陽地球系観測データ解析参照システム (Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System [STARS]) は、太陽、惑星間空間、磁気圏、電離圏各分野を横断して、データの存否を探索でき、データ収集、一括表示、比較解析ができるシステムである。さらに STARS には、情報共有を実現するための機能が備えられていて、協働解析に役立つ。本講演では、情報共有のための機能として Stars Project List (SPL) と Event list database を紹介し、その活用事例を示す。

#### Stars Project List (SPL)

STARS でデータのダウンロード、プロット表示 (データの追加、プロットの調整も含む) の諸プロセスを行なった後で、(プロット画像そのもののコピーを保存する以外に)、データダウンロード情報、プロット情報を XML 形式でファイルに保存できる機能が、STARS には装備されている。このファイルを Stars Project List (SPL) と呼んでいる。SPL を利用すれば、STARS ユーザーは次回の解析時に、上述の諸プロセスを再度行わずに簡単に最終プロットを作成できる。さらに SPL に変更を加える、つまり元の SPL に基づいたプロットに対して、改訂を加えたプロットを作成し新たな SPL として保存することも、容易にできる。単一ユーザーにとっては、この簡易さが、解析を進めていく上で効率的である。特筆すべきことは、SPL は STARS ユーザーならば誰でも利用可能であることである。このことは、SPL を介して研究者間で解析状況の情報交換及び共有が行なえることを意味する。複数の研究者が、SPL の送受、自分の専門性を生かすことによるプロット改訂、SPL の更新、更新された SPL の送受をインタラクティブに繰り返すことで、協働解析を促進できることが期待される。

#### Event list database

各分野の専門家は、その分野の現象について、深い知識、解析経験等を持っている。解析期間の中に、各専門家がその分野における顕著な現象を認めた場合、Event として STARS 上で Event list database に登録できる。その際、コメント欄には自由記述もできる。多分野の専門家が Event を登録することにより、Event list database が充実する。こうして多分野の専門家の知識が集積されることになる。他方、STARS のユーザーならば、Event list の情報を閲覧可能である。STARS では、プロット図を viewing している最中に、各 Event の生起時刻や継続時間、Event 作成者名等の詳細情報を容易に知ることができる。解析している時間帯に含まれる Event 群を列挙することもできる。このようにして、専門知が共有されることになる。協働解析においては、各研究者が、自分にとって非専門のデータに関する Event 情報を参照できることは、解析を進める際の助けになる。

#### 謝辞

STARS にデータを提供して下さっているすべての機関の方々に感謝いたします。当研究は One Space Net (the NICT science cloud) のリソースを活用して行なわれました。One Space Net の維持運用に関わる方々に感謝いたします。

キーワード: 分野横断, 協働解析, 情報共有, XML, 専門知, 共有知

Keywords: XML, cross-sectional studies, cooperative work, common use

## ERGサイエンスセンター：ジオスペースデータ解析のための統合解析ツール ERG-Science Center Project: Importance of the integrated data analysis system for multi-kinds of geospace data

三好 由純<sup>1\*</sup>, 関 華奈子<sup>1</sup>, 堀 智昭<sup>1</sup>, 宮下 幸長<sup>1</sup>, 瀬川 朋紀<sup>1</sup>, 田中 良昌<sup>2</sup>, ERGサイエンスセンタータスクチーム<sup>1</sup>  
MIYOSHI, Yoshizumi<sup>1\*</sup>, SEKI, Kanako<sup>1</sup>, HORI, Tomoaki<sup>1</sup>, MIYASHITA, Yukinaga<sup>1</sup>, SEGAWA, Tomonori<sup>1</sup>, TANAKA, Yoshimasa<sup>2</sup>,  
ERG-SC task team<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>STEL, Nagoya University, <sup>2</sup>NIPR

Recent geospace sciences use multi-kinds of data from satellites, ground, and also simulation data for integrated studies. Although each data covers some limited areas and periods, the analysis by integrating many data sets provides better perspectives of the phenomena and enhances comprehensive understanding. However, the integrated data analysis is not always easy, because the data-handling of different data sets requires tremendous effort and time. The self-describing data files and the integrated data analysis tools are essential for seamless integration for data-sets. Today, the CDF (Common Data Format) developed by NASA/GSFC is a standard data format of space science data, and many CDF files of satellite and ground-based data are archived, which free the researchers from the time-consuming working for data-handling. Moreover, the THEMIS data analysis suite (TDAS) is powerful software to process the CDF files. Users who are not familiar with the data can easily use different kinds of data sets. Considering the recent development of the CDF and TDAS in the space physics community, the ERG Science Center team has been preparing the CDF files of the ERG project data and developing the plug-in tools for the TDAS. Some of the ground magnetometer data, SuperDARN HF radar data, VLF, and CNA data can be analyzed with TDAS. We also develop the web analysis tool (ERG-WAT) that is a web-based quick-look and simple analysis system. In this talk, we report the current status of our activity and demonstrate how the plug-in tool loads and visualizes the ERG-related data.

キーワード: ERG プロジェクト, 統合解析ツール, メタデータ付きデータ, ジオスペース科学

Keywords: ERG-project, integrated data analysis tool, metadata, geospace science

## 科学衛星で観測されたプラズマ波動データからの類似データ検索アルゴリズムの研究 Study on a new algorithm on similar data retrieval from plasma wave spectrum observed by solar-terrestrial satellites

張風華<sup>1\*</sup>, 笠原禎也<sup>1</sup>, 後藤由貴<sup>1</sup>

ZHANG, Fenghua<sup>1\*</sup>, KASAHARA, Yoshiya<sup>1</sup>, GOTO, Yoshitaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学

<sup>1</sup> Kanazawa University

In recent years, the total amount of data measured by scientific spacecraft has drastically increased as the resolution of each instrument becomes higher. It is a difficult task to find some interesting phenomena in it. It is necessary to develop a new computation method for automated classification and data analysis. There are two issues to be solved for similar data retrieval. One is to develop a method which can be applied to different types of satellite data, and the other is to increase efficiency of the retrieval method. In this study, we show how to solve these two problems, and we applied our proposed method to the plasma wave data measured by WFC-H, and WFC-L onboard KAGUYA and MCA onboard Akebono for evaluation.

First, in order to reduce the amount of data retrieved, we need to define the characteristic parameters of the data. In general DCT or Wavelet is applied for natural picture to extract the characteristic quantity. In the present study, we applied DCT transform to the spectrogram data and extracted DC and low frequency part of AC components as characteristic quantities. It is noted that the characteristics of spectrogram of the plasma wave measured by solar-terrestrial satellites are different from the ones of natural image data, that is, the transformed components of the spectrogram using DCT are mainly left in the first row and first column.

Faced with a large number of observation data, retrieval using walkthroughs is impossible. In order to improve the efficiency, we adopted multi-dimension index as a solution. The multi-dimensional index is mainly used for similar image retrieval, to reduce computation time for retrieval from large amount of multi-dimensional characteristic parameters. In our study we use the algorithm named SR-Tree, which combines the advantages of the S-Tree and R-Tree. In the presentation, we introduce the way to put SR-Tree in the retrieval of satellite spectrum data.

キーワード: プラズマ波動, 類似データ検索, データベース, 科学衛星

Keywords: plasma wave, similar data retrieval, database, scientific satellite

## 多様な太陽地球環境データの相関解析及びその統計検定パッケージの開発 Development of a package of correlation analysis and statistical tests for various solar-terrestrial environment data

浜口 良太<sup>1\*</sup>, 新堀 淳樹<sup>2</sup>, 林 寛生<sup>2</sup>, 津田 敏隆<sup>2</sup>

HAMAGUCHI, Ryota<sup>1\*</sup>, SHINBORI, Atsuki<sup>2</sup>, HAYASHI, Hiroo<sup>2</sup>, TSUDA, Toshitaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学情報学研究科, <sup>2</sup> 京都大学生存圏研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Informatics, Kyoto University, <sup>2</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

地球大気の中でも特に超高層大気の変動現象は、太陽活動による影響と下層大気からの影響の両方を受けて発生するため、その生起メカニズムを解明するためには、多種多様な観測データの統合解析をする必要がある。しかしながら、これまでの各種の超高層大気の地上観測データは、観測を行った機関ごとにデータベース化されていたため、それぞれの観測データを組み合わせ合わせた総合解析を行うには、データの検索、取得、及び解析が容易でないという問題が残されていた。

それを受けて、2009年度から開始された「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究 (Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork: IUGONET)」というプロジェクトでは、極地研究所、東北大学、名古屋大学、京都大学、九州大学の5つの研究機関が、各機関が保有する観測データから抽出したメタデータのデータベースの構築、そしてそれぞれ機関の観測データに即した解析ソフトウェア (UDAS) の開発を行っている。特に、この解析ソフトウェアは、IDL言語で書かれた THEMIS 衛星データの解析ソフトウェア THEMIS Data Analysis Software suite (TDAS) のプラグインソフトウェアで、多種多様な時系列データの並列表示に優れている。これらのメタデータ・データベースシステムと解析ソフトウェア (UDAS) を利用することによって、各研究機関に分散している観測データ、およびそのデータベースに容易にアクセスすることができ、異分野のデータセットの総合解析を行うことができる。

しかしながら、この IUGONET プロジェクトから提供される解析ソフトウェア (UDAS) には、様々な観測データの時系列プロットを作成するツールが十分に備わっている反面、お互いの観測データの相関解析を行うための統計検定のツールが組み込まれていない。このような背景にあって本研究では、異なる観測データの相関解析結果に対して統計的に有意であるかの客観的な判定を行うための統計検定パッケージを開発することを目的としており、将来的には、IUGONET の解析ソフトウェアに本研究で開発した統計検定パッケージを実装することを計画している。

実装予定の統計検定パッケージの内容は大きく分けて5つあり、1つ目は2データ間の相互相関係数の計算とその値に対する無相関検定、2つ目はパワースペクトルとコヒーレンス計算及び有意コヒーレンス検定、3つ目はコヒーレンス計算より求まる卓越周波数情報を差し引いて再解析するアノマリー解析、4つ目は2データの分布が等しいかを検定する差の検定、5つ目は上昇傾向や下降傾向の有無を判定するトレンド検定である。一般的に観測データは、観測測器の不具合や観測環境の変化によって、必ずしも時間間隔が一定でない場合や欠測値を含んでいるものが多い。そのため、本統計検定パッケージでは、解析対象である2つのデータ点数をそろえるために、欠損値処理や線形補間を行う部分が実装されている。

この開発段階にある統計検定パッケージの有効性を評価するために、京都大学生存圏研究所で2002年11月から運営・管理されているコトタパンの流星レーダーから得られた長期観測データを用いて、流星高度分布の経年変化を解析し、その結果についてトレンド検定を行った。その結果、2003-2011年の間の流星高度分布は有意水準1%のレベルで上昇、あるいは下降傾向があるとはいえないという検定結果が得られた。したがって、このことは、流星高度に関係する超高層大気の密度の高度分布がほとんど変化しておらず、地球温暖化が進行していないことを示唆している。

キーワード: IUGONET, 解析ソフト, 相関解析, 統計検定, 流星, テレンド

Keywords: IUGONET, analysis software, correlation analysis, statistical test, meteor, trend

## 国際極年をめぐるデータマネジメント Data management for the International Polar Year 2007-2008

金尾 政紀<sup>1\*</sup>  
KANAOKI, Masaki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup> National Institute of Polar Research

日本の南極観測開始の契機となった「国際地球観測年 (IGY)」から半世紀を経て、国際科学会議 (ICSU) と世界気象機関 (WMO) が中心となり「国際極年 (IPY 2007 - 2008)」が実施された。両極における様々な研究活動が、国際的連携により組織的・集約的に展開され、生物圏を含めた地球規模の変動現象が顕著に捉えられた。とりわけ、地球システムにおける極域の重要性はかつてないほど高まり、我が国も国際極年に主導的立場で多数の観測計画に参画した。

しかし国際極年への取り組みは極域研究の通過点に過ぎず、ポスト国際極年における地球環境変動のモニタリング、さらなる基礎科学的発見や研究観測手法の開発、国際極年の遺産 (IPY Legacy) としての観測プラットフォームの保守継続、両極で取得されたデータの包括的なマネジメント等、様々なカテゴリーで持続的に国際協力を推進することが、ポスト国際極年でも引き続き重要である。

本発表では、過去数年の国際極年をめぐるデータマネジメントの経過、並びに現況を報告する。南極科学委員会 (SCAR) や国際北極科学委員会 (IASC) の動向を踏まえた、学術会議や極地研を含む我が国の対応、また、ワールドデータセンター (WDC) をはじめ、国際科学会議 (ICSU) 下のデータ関連の学術団体における組織改変など、国際極年に関連した動向について紹介する。

キーワード: International Polar Year, National Antarctic Data Center, Data Management, Metadata Portals, Polar Information Commons, World Data System

Keywords: International Polar Year, National Antarctic Data Center, Data Management, Metadata Portals, Polar Information Commons, World Data System

## マルコフランダムフィールドモデルの地球科学における様々な応用 Various applications of Markov random field model to earth sciences

桑谷 立<sup>1\*</sup>, 永田賢二<sup>1</sup>, 岡田真人<sup>1</sup>, 鳥海光弘<sup>2</sup>

KUWATANI, Tatsu<sup>1\*</sup>, Kenji Nagata<sup>1</sup>, Masato Okada<sup>1</sup>, Mitsuhiro Toriumi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域

<sup>1</sup>Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, <sup>2</sup>IFREE, JAMSTEC

Recent development of measurement and observation techniques makes it possible to obtain a large amount of spatial and temporal data sets in earth sciences. However, it has still been difficult to extract geological and geophysical information, because available data usually have large noise and uncertainty. Therefore, the statistical analyses of data sets are essential for the objective and quantitative geological and geophysical interpretation. The Markov random field (MRF) model is a Bayesian stochastic model using a generalized form of Markov chains that is often applied to the analysis of images, particularly in the detection of visual patterns or textures (e.g., Geman and Geman 1984). The MRF model assumes that the spatial or temporal gradients of physical properties are relatively small compared with the measurement noise and analytical uncertainty. The MRF model acts as a low-pass filter to extract accurate spatial or temporal variations of physical properties. By the Markov chain Monte Carlo (MCMC) approach, this model can determine the appropriate bandwidth from the statistical properties of the observed data. Recently, several studies have used the MRF model to extract the true physical properties from noisy observational data sets, for example, in brain science (e.g., Watanabe et al. 2009). By the Bayesian probabilistic approach and their flexible formulation, the MRF model has a potential to deal with non-statistical uncertainty. Moreover, it can incorporate prior information into analyses quantitatively. We apply the MRF model to two inversion problems in earth sciences: one is a pressure-temperature inversion from compositional data of zoned minerals (Kuwatani et al., in press), and the other is an inversion of fluid distributions from observed seismic velocity structure. In this presentation, we will discuss effectiveness and broad applicability of the MRF model in earth sciences.

## 液体金属熱対流シミュレーションとその可視化 Simulation and Visualization of Liquid Gallium Convection

古田敦哉<sup>1</sup>, 政田 洋平<sup>1\*</sup>, 陰山聡<sup>1</sup>  
Atsuya Furuta<sup>1</sup>, MASADA, Youhei<sup>1\*</sup>, Akira Kageyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学 大学院システム情報学研究科 計算科学専攻

<sup>1</sup> Graduate School of System Informatics, Department of Computational Science, Kobe University

液体金属熱対流に対する磁場や回転の効果を調べる目的で、液体ガリウムの熱対流実験を海洋研究開発機構と北海道大学が共同して行なっている。実験では直方体容器内の熱対流を観察するが、液体ガリウムは不透明であり、光学的な計測法は利用できない。超音波を使った流速分布測定法も利用されているが、1次元の速度分布情報しか得ることができず、磁場や速度場などの空間構造を調べることができないという問題点を持つ。本研究では、この問題点を克服し、液体金属熱対流の本質に迫るために「地球シミュレータ」を使って実験を模擬したシミュレーションを行い、得られたデータを3次元可視化ツール GFV (Gallium Field Visualizer) を使って多角的に解析した。

実験と同様、直方体領域中での熱対流を計算モデルとして採用し、i) 磁場も回転も課さない場合、ii) 磁場のみを課す場合、iii) 回転のみを課す場合、における熱対流の物理を調べた。モデル i) では、レイリー数の増加に伴い対流がコヒーレントな状態から乱流的な状態へと遷移することを確認した。モデル ii) は実際の熱対流実験の条件に対応しており、実験で見いだされた対流ロール構造を数値的に再現した。さらに GFV の3次元可視化機能によって、実験では確認されていなかった対流ロールに沿った流線の螺旋構造と、収束流にともなう磁場の寄せ集め現象を発見した。実験に先行したモデル iii) では、高速回転下で回転軸に平行な軸を持つ渦柱が現れ、その半径が回転角速度に比例して小さくなることを確認した。また、GFV のパーティクルトレーサー機能を駆使して、渦柱の螺旋の巻き方が計算領域の上下で逆転していることを明らかにした。

今回のシミュレーション可視化研究の結果、実際の熱対流実験を補完する情報だけでなく、今後の実験の指針となるような幾つかの結果を得た。シミュレーションと3次元可視化、そして熱対流実験を相補的に行うことで、今後液体金属熱対流の研究がさらに促進されると期待される。

キーワード: 磁気流体力学, 数値シミュレーション, 可視化, 液体金属熱対流, 地球ダイナモ

Keywords: MHD, Numerical Simulation, Scientific Visualization, Liquid Metal Convection, Geodynamo

## 没入型 VR 装置のための VR Juggler に基づいた新しい可視化ソフトウェアの開発 Visualization Software for Immersive Virtual Reality Environment based on VR Juggler

目野 大輔<sup>1\*</sup>, 陰山 聡<sup>1</sup>

MENO, Daisuke<sup>1\*</sup>, KAGEYAMA, Akira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院システム情報学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of System Informatics, Kobe University

3次元データを効率よく解析するには、3次元を3次元のまま可視化することが非常に重要である。バーチャルリアリティ(VR)技術を用いることで、3次元データを3次元のまま可視化して解析することが可能になる。本研究ではVR装置としてCAVEを用いる。CAVEにおいては、長らくCAVE用の基本ライブラリとしてCAVElibが用いられてきた。CAVElibはプロプライエタリなソフトウェアである。近年のハードウェアの進歩により、簡易的なVR環境を手軽に構築できるようになり、その環境でVR向けソフトウェアを利用したいという需要が増えつつある。また、本研究室が提案している可視化手法は、現在VFIVEというソフトウェア上に実装している。VFIVEはCAVElibに依存しているために、CAVElibが搭載されていない簡易的なVR環境では動作しない。そこで今回我々はプロプライエタリでないVRライブラリを使用した新しいVR可視化ソフトウェアを開発した。

キーワード: 可視化, バーチャルリアリティ, CAVE 装置, VR Juggler

Keywords: visualization, virtual reality, CAVE, VR Juggler

## 固定視点可視化動画の移動視点再生法

### A proposal of new visualization style: Interactive analysis of multiple movie files with fixed view points

山田 知輝<sup>1\*</sup>, 陰山 聡<sup>1</sup>

YAMADA, Tomoki<sup>1\*</sup>, KAGEYAMA, Akira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院システム情報学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of System Informatics, Kobe University

スーパーコンピュータから出力されるデータは膨大であり、そのサイズは今後もさらに増大することが確実である。そのためポストプロセスとしての可視化手法には限界が来ている。そこで本研究では、スーパーコンピュータを用いた大規模な計算機シミュレーションデータの新しい可視化手法を提案する。

この手法は実時間可視化を多視点で行うものである。実時間可視化を行うことでデータ転送及び可視化処理にかかる時間をなくす。単純な実時間可視化法とは異なり、本手法では多視点で可視化を行う事で擬似的な任意視点での対話的な再生を可能とする。検証実験として、Yin-Yang 格子上的 130 点に配置したカメラから可視化動画を作成した。その動画ファイル群から視線方向を自由に回転させつつ再生する機能等を持つ動画プレーヤを開発した。応用例として鳥取県西部地震の 3 次元地震波伝播シミュレーションにおける P 波および S 波の可視化を行った。今後は  $10^3$  オーダー個の視点数に対応し、視点変換の自由度をさらに高めることができるよう動画プレーヤを改良し、さらに他のシミュレーションの実時間可視化に応用していく。

キーワード: データ可視化

Keywords: data visualization

## Hadoop による分散データマイニング-植生指標モデリングへの適用- Spatio-temporal modelling of Vegetation Index using MapReduce and Hadoop

西前 光<sup>1\*</sup>, 本田 理恵<sup>1</sup>

NISHIMAE, Kou<sup>1\*</sup>, HONDA, Rie<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 高知大学理学部応用理学科, <sup>2</sup> 本田理恵

<sup>1</sup>Department of Applied Science, Kochi University, <sup>2</sup>Rie Honda

クラウドやグリッドなどの分散データ処理のフレームワークとして注目されている Hadoop, MapReduce を時空間データマイニングの並列分散化に適用した。具体的な問題として 25 年分の南米の植生指標 (GIMMS) の時空間変動のモデリングを検討した。画像集合からの時系列抽出とこの時系列データの最尤法によるロジスティック変数でのモデリングを MapReduce 向けにコーディングして iMac6 台, Xserve 1 台 (マルチコア) の 2 種類の環境を構築して実験を行った。この際両環境での総コア数に対する速度向上比を調べ、Hadoop, MapReduce による時空間データマイニングにおける分散処理の特徴や有用性を検討した。

キーワード: データマイニング, Hadoop, MapReduce, GIMMS

Keywords: data mining, Hadoop, MapReduce, GIMMS

## Evidential Support Logic を用いた不確実性の評価 隆起速度の算出に係る調査・解析の事例

### Evaluation of uncertainty using Evidential Support Logic, case study of the research on estimation of uplift rate

中安 昭夫<sup>1\*</sup>, 道家 涼介<sup>1</sup>, 卜部 厚志<sup>2</sup>, 小野 映介<sup>2</sup>, 新里 忠史<sup>1</sup>

NAKAYASU, Akio<sup>1\*</sup>, DOKE, Ryosuke<sup>1</sup>, URABE, Atsushi<sup>2</sup>, ONO, Eisuke<sup>2</sup>, NIIZATO, Tadafumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup> 新潟大学

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Niigata University

#### 1. はじめに

地形学・地質学では、地形面の測量値、年代の推定値、地質構造データ及びそれらに基づき算出される地殻変動速度等の多種多様なデータが取り扱われる。それらのデータには、調査担当者の経験や手法それ自体に依存する不確実性ととも、調査の実施や調査結果の解釈等、調査の各段階で様々な種類の不確実性が含まれている。このため、それらのデータを利用し解釈される地形/地質発達史には、使用されるデータに起因した不確実性が必然的に含まれることとなる。したがって、復元した地形/地質発達史の確からしさを示すには、利用される個々のデータの不確実性の評価が重要となる。

そこで、本研究では、地形発達史を描く際の主要な入力情報である隆起速度を対象として、その速度を算出するまでの過程で生じる不確実性の要因を Evidential Support Logic (ESL) により分析し、北海道北部の幌延地域における隆起速度の算出例を対象にその不確実性の評価を実施した。本研究の成果は、調査の計画段階では不確実性の要因抽出として、調査の実施段階では調査結果の品質管理を行うツールとしての利用を想定している。

#### 2. ESL について

ESL とは、対象とする事項の確からしさや真偽の程度を評価する階層分析手法の 1 つであり、命題の形式で設定した評価の対象事項をその論拠となる命題に細分して“命題の階層構造”を作成し、下位階層の命題の確からしさに基づいて評価の対象事項である最上位の命題の確からしさを評価する手法である [1]。ESL では、命題の確からしさを命題に対する「支持」「否定」「不確実」の確率で表すことにより、命題の不確実性を数値化する。また、ある階層における命題の「支持」確率 (0~1) は、その命題の下位階層の命題に対して入力された「支持」の確率 (0~1) 及び上位の命題に対する下位階層の命題の寄与を表す「十分性」(0~1) に基づいて算出される。ESL による評価例としては、「地下構造物建設による地下水への影響評価」[1] や「地下水の地球化学調査におけるデータの品質評価」[2] 等があり、ESL が地球科学に関連する諸分野において、意思決定やデータ品質の評価に適用可能なことが示されている。

#### 3. 海成段丘を用いた隆起速度の算出結果に関する ESL の構築

海成段丘を用いて算出される隆起速度を対象として、以下の手順で ESL による分析を実施した。下記手順のうち 2) 及び 3) は繰り返し実施し、その都度、ESL を更新した。

1) 『海成段丘を用いて算出した隆起速度は確からしい』という主命題を設定し、その論拠となる命題を細分した『命題の階層構造』を構築した。

2) 『命題の階層構造』に含まれる各階層の命題について、上位階層の命題に対する寄与を表す『十分性』の値を検討し入力するとともに、地形/地質発達史の専門家への聞き取り調査に基づいて『命題の階層構造』と『十分性』の値の妥当性を確認し、ESL を更新した。

3) 構築した ESL を実際の調査事例 (北海道幌延地域) に対し適用し、『命題の階層構造』及び『十分性』の値の妥当性を検討した。

#### 4. 北海道幌延地域の調査例への適用

本地域における隆起速度の既存情報としては、“日本の海成段丘アトラス [3] ”及び“日本の地形 2 北海道 [4] ”がある。また、原子力機構では、それらを参照しつつ、同地域の隆起速度に関する再調査を実施している [5]。本研究では、各文献における隆起速度がどの様に得られたかについて、文献からその背景にある調査の実施項目を読み取り、作成した ESL へ入力することにより、算出された隆起速度の不確実性を評価した。その結果、既存情報において、各調査における不確実性の要因を抽出するとともに、原子力機構による調査においては、1) 調査地域内の段丘から直接年代測定試料を得たこと、2) 複数の編年手法を適用し段丘形成年代を推定したことにより、主命題を支える論拠が付加された結果、段丘形成年代の確からしさが向上し、海成段丘を用いて算出された隆起速度の不確実性を低減させたことが ESL により表現できた。以上の検討により、本研究で構築した命題の階層構造および『十分性』の値は、隆起速度の確からしさを評価する際の専門家の考え方を正しく表現していることが示された。

# Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MGI33-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 17:15-18:30

今後は、作成した ESL を他地域へ適用することにより、その汎用性を確認する必要があると思われる。加えて不確実性を含むデータの取り扱い方に関するノウハウ・知識を第三者が利用しやすい形式で整理していくことが不可欠である。

## 文献

- [1] 若松尚則ほか, 応用地質, 48, pp.2-14(2007).
- [2] 水野崇ほか, 地下水学会誌, 49, pp.139-152(2007).
- [3] 小池一之, 町田洋編著, 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会 (2001).
- [4] 小疇尚ほか編著, 日本の地形 2 北海道地方, 東京大学出版会 (2003).
- [5] 太田久仁雄ほか, JAEA-Research 2007-044(2007).