

同位体 20 世紀再解析による気候プロキシ中の同位体比シグナルの再現 Reproduction of isotopic signals in climate proxies with Isotope Reanalysis for 20th century

芳村 圭^{1*}

YOSHIMURA, Kei^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 東京大学生産技術研究所, ³ 海洋研究開発機構

¹AORI, University of Tokyo, ²IIS, University of Tokyo, ³JAMSTEC

人間が直接観測した気象データは高々最近の数十年に限られているため、それより過去のことを知るために、様々な物質に含まれる同位体比が気候情報のプロキシとして用いられている。そういった逆問題を解くための基礎となる同位体比と気候情報との相関関係は、ほとんどの場合経験的かつシンプルな知見に基づいており、詳細な物理的メカニズムについてはいまだに理解が浅い。そのため、例えば現代気候における関係性がそのまま過去気候に適用可能なのか、といった疑問に対する満足な解答は未だに得られていないのが現状である。こういった問題を解決するための取り組みとして、プロキシへの影響因子を可能な限りすべて考慮した順方向モデルを構築する試みが広く行われている。その一つとして発表者は、降水と水蒸気の同位体比に影響を与える素過程、すなわち大気中の水分の凝結・蒸発に伴う平衡・動的同位体分別過程を組み込んだ同位体大気大循環モデルを作成した。その上で、観測情報がそろっている 20 世紀について、同位体比の時空間分布が正しく再現されているかどうかの検証を行うため、大気場を再解析データで拘束した「20 世紀同位体再解析」データを構築した。この同位体再解析データは 1871 年から 2008 年までの 6 時間ごとの全球データであり、雨や雪、土壌水分、河川水の同位体比分布、そして水蒸気同位体比の鉛直分布等が含まれている。これらを用いて、降水同位体比はもちろん、氷帽アイスコア・サンゴ・樹木セルロースの酸素・水素同位体比との比較を行った。特にサンゴと樹木セルロースの同位体比について、モデルと観測の時系列データが比較可能となったのはこの研究が初めてのことである。その結果、1960 年以降の降水同位体比は、過去の類似研究と同程度の信頼性で再現されていることが確認できた。氷帽アイスコアに関しては、降水よりは再現精度がやや劣化することが確認できた。その原因は、主に空間解像度に依存する高山での循環場の再現性能の低さと降水後の素過程（融解や雪の巻き上げ等）の影響が大きいと考えられる。サンゴ殻の炭酸カルシウムに含まれる酸素同位体比から得られる海水酸素同位体比について、モデルから求めたものと比較すると、特に降水量が多い場所で精度よく再現できることが明らかになった。降水量の少ない場所では、モデルに含まれていない素過程が影響（例えば海流の変化や河川からの淡水流入）を与えているということを示唆している。一方、セルロースの酸素同位体比は降水の影響に加えて相対湿度と水蒸気の同位体比の影響が強く表れることが分かった。

キーワード: 水安定同位体比, 20 世紀再解析, 気候プロキシ, アイスコア, セルロース, サンゴ

Keywords: stable water isotope, 20th century Reanalysis, climate proxy, ice core, cellulose, coral

JRA-55 プロジェクトの現状 Current status of JRA-55 project

釜堀 弘隆^{1*}, 海老田綾貴², 古林慎哉², 太田行哉², 守谷昌己², 隈部良司², 大野木和敏², 原田やよい², 安井壯一郎², 宮岡健吾², 高橋清利², 小林ちあき¹, 遠藤洋和¹, 相馬求², 及川義教², 石水尊久²
KAMAHORI, Hiroataka^{1*}, EBITA Ayataka², Kobayashi Shinya², Ota Yukinari², Moriya Masami², Kumabe Ryoji², Onogi Kazutoshi², Harada Yayoi², Yasui Soichiro², Miyaoka Kengo², Takahashi Kiyotoshi², Kobayashi Chiaki¹, Endo Hirokazu¹, Soma Motomu², Oikawa Yoshinori², Ishimizu Takahisa²

¹ 気象研究所, ² 気象庁

¹Meteorological Research Institute, ²Japan Meteorological Agency

第二次再解析プロジェクト JRA-55 が進行中である。JRA-55 では第一次再解析 JRA-25 で見出された様々な問題点を改良を加えたデータ同化システムを用いて計算が行われている。たとえば、アマゾン川流域で降水量が過少で乾燥化があるバイアス、また成層圏に大きな気温バイアスがある問題などは、JRA-55 では解決が図られ、バイアスは解消した。また、対象期間が JRA-25 の 26 年間から JRA-55 では 55 年間と大幅に伸びた事から、過去半世紀にわたる長期変動なども研究可能になった。JRA-55 では、ロシア・中国の積雪観測や熱帯低気圧データなど、他の再解析では用いられていない観測を多数入力して可能な限り高精度の再解析を目指している。

JRA-55 プロジェクトでは、本体計算以外に利用目的を特化したサブセットも作成中である。そのひとつとして、気候変動研究向けに特化した再解析 JRA-55C がある。従来の再解析では利用可能なすべての観測データをデータ同化システムに入力し、可能な限り最高品質の再解析を目指してきた。計算機資源が十分でない時代には当然選択すべき手法であったが、利用可能な観測データは時代が遡るほど少なくなる。特に、衛星観測データは 1970 年代以前は全く利用できない。このような観測データの時代変遷のため、再解析プロダクトの品質も時代によって異なる。また、衛星の観測値にはある程度のバイアスがあるが、衛星毎にセンサーの特性は異なり、バイアス値も異なる。個々の衛星の寿命は数年程度であるため、衛星が世代交代した際にはバイアス値の差が再解析プロダクトの均一性に大きく影響する。気候変動のシグナルはこのような観測データの変遷によるノイズより小さく、再解析プロダクトを気候変動研究に用いる際の障害となっている。気候変動研究に適用可能な均質プロダクトを作成するため、時代変遷の小さいゾンデや地上観測のみを用いた JRA-55C を開始した。JRA-55C は衛星データを使わないため、全期間にわたって均質と期待される。

また JRA-55 で用いている全球モデルによる AMIP ランも開始した。AMIP ランは海面水温などの境界条件のみを与えて観測データを同化しない実験である。これにより、データ同化システムにおいて用いられている予報モデルの気候値特性が定量的に把握でき、データ同化により気候値からどの程度の修正変更が行われているかという情報を直接得る事が出来る。

JRA-55 本計算は 2010 年夏に計算を開始して以来、全期間 55 年間の約半分の計算を完了した。今後、2013 年春までには全期間の計算を完了し、2013 年度後半に研究目的向けの公開を目指している。JRA-55C の計算完了はそれより 1 年程度遅れるが、これも研究目的向けに公開する予定である。

キーワード: データ同化, 再解析, データ統合

Keywords: Data Assimilation, Reanalysis, Integration

全球水資源モデル H08 による世界の高解像度水循環・水資源情報 Global high resolution hydrology and water resources dataset by global water resources model H08

花崎 直太^{1*}

HANASAKI, Naota^{1*}

¹ 国立環境研究所

¹National Institute for Environmental Studies

全球水資源モデル H08 は自然の水循環と水利用に関わる主要な人間活動を同時に扱うことのできるシミュレーションモデル (コンピュータプログラム) である。H08 は地表面水文、河道流下、作物成長、貯水池操作、取水、環境流量推定の6つのサブモデルからなる。なお、このモデルの詳細や検証事例については、Hanasaki et al. (2008a,b) に詳しく記述されている。今回、入手可能な最高精度の全球データセットを利用し H08 のシミュレーションを行い、世界の水循環と水利用に関する包括的なデータセット (空間解像度は緯度経度 0.5 度、時間解像度日単位) を得た。全ての入出力データとモデルのソースコードを公開するので活用されたい。

参考文献

Hanasaki, N. et al., 2008a. An integrated model for the assessment of global water resources - Part 1: Model description and input meteorological forcing. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12(4): 1007-1025.

Hanasaki, N. et al., 2008b. An integrated model for the assessment of global water resources - Part 2: Applications and assessments. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12(4): 1027-1037.

キーワード: 水資源, 水循環

Keywords: water resources, hydrological cycle

統合地震・津波シミュレーションのための都市情報と災害シミュレーションの連成 Coupling urban information and disaster simulations for integrated earthquake-tsunami simulation in urban areas

藤田 航平^{1*}, 市村強², 堀 宗朗², M. L. L. Wijerathne¹, 田中聖三²

FUJITA, Kohei^{1*}, Tsuyoshi Ichimura², HORI, Muneo², M. L. L. Wijerathne¹, Seizo Tanaka²

¹ 東京大学大学院工学系研究科, ² 東京大学地震研究所

¹Department of Civil Engineering, University of Tokyo, ²Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The 2011 Tohoku Earthquake caused strong ground motion and tsunami in the same area, and the expected Tokai, Tonankai, and Nankai Earthquakes are possible to be an earthquake and tsunami disaster. To make effective mitigation strategies, we need to grasp the overall consequences of urban disasters under earthquake and tsunami hazard scenarios. Currently, physics based disaster simulations with city models that reflect the properties of a city are used for simulating damage of urban areas under an earthquake or tsunami hazard. In this study, we integrate such disaster simulations to perform a seamless simulation of a series of earthquake and tsunami hazard scenarios.

Such an integrated simulation has many components such as datasets of city configuration stored in the Geographic Information System (GIS) and each of the component simulations, leading to a complex structure of the simulation system. Note that we need to convert data between the I/O interfaces of each component since each interface has different formats, such as vector/raster, ASCII/binary, and big/little endian formats. Thus, the key to perform an integrated simulation is a smart way to couple information of urban areas with each of the component disaster simulations.

In this study, we couple information of urban areas and disaster simulations using a common city model. A common city model is a common dataset that stores information of an urban area. Here, we use GIS data as source of urban information, although other spatial/temporal information of urban areas obtained from Computer Aided Design (CAD) data, sensors placed in urban environment, or other resources can be used as a source. Urban information and disaster simulations are coupled by converting relevant parts of the common city model to inputs of each of the component simulations, and writing the results of component simulations back to the common city model. All data conversion is performed in full automation for application to large datasets. By using this method, we can utilize multiple GIS datasets and integrate multiple component simulations by only adding data conversion modules between the additional dataset/simulation and the common city model; we do not have to think about direct interactions between each component simulation and GIS dataset.

As an application of the developed method, we perform a simulation targeted on a coastal area of Sendai. We first construct a common city model from GIS data and perform seismic response analysis of structures. Here, we use two dimensional vector GIS data to model the external shape of buildings and Digital Elevation Map to model the ground elevation. For seismic response analysis, we model beams and columns as non-linear line elements and analyze response of structures using the one component model. The structures are excited using the observed waveform in the 2011 Tohoku Earthquake. We assume a condition for a structure to collapse and modify the city configuration accordingly. At last, we perform high resolution tsunami simulation on the original and modified city models. We use a fluid analysis code using three-dimensional analysis methods, in particular, Smoothed Particle Hydrodynamics, to compute local flows around buildings. Since such a high resolution simulation becomes large in scale, the code is parallelized using standard distributed memory parallelization methods. Results show that the flow of tsunami changes according to the modifications in the building configurations; a seamless simulation of earthquake and tsunami disasters can be performed targeted on an existing city. We plan to enhance the tsunami simulation code for analyzing destruction of buildings and flow of structural debris due to tsunami loading.

キーワード: 統合自然災害シミュレーション, 都市情報と解析のカップリング, 地震応答解析, 高分解能な津波解析

Keywords: integrated natural disaster simulation, coupling urban information and analysis, seismic response analysis, high resolution tsunami simulation

海洋大循環モデルを用いた準全球渦解像海洋シミュレーション A series of quasi-global eddy-resolving ocean simulations using the OGCM

佐々木 英治^{1*}

SASAKI, Hideharu^{1*}

¹ 海洋研究開発機構地球シミュレータセンター

¹JAMSTEC/Earth Simulator Center

海洋大循環モデル OFES(OGCM for the Earth Simulator, Masumoto et al., 2004) を用い水平解像度 0.1 度(約 10km) で、NCEP 再解析データの月平均気候値で駆動した 98 年積分 (Masumoto et al., 2004)、同再解析データで駆動した数十年 (1950-2010 年) の過去再現実験 (Sasaki et al., 2008)、さらに QuikSCAT 衛星風応力を用いた過去再現実験の一連の準全球渦解像海洋シミュレーション (Sasaki et al., 2006) を地球シミュレータで実施してきた。これらのシミュレーションは、中規模渦、海洋前線などの活発な小スケール現象を伴う海洋平均場と変動場を再現、観測に引けをとらず、その現実的なデータを用いた様々な研究結果が生まれている。高解像度海洋シミュレーションは、海洋循環とその変動の理解の向上に貢献する。

キーワード: 海洋大循環モデル, 渦解像, 準全球シミュレーション

Keywords: Ocean General Circulation Model, Eddy resolving, Quasi-global simulation

APHRODITE 気温観測データに基づく日平均気温グリッドデータと雨雪判別情報の作成

Development of a gridded temperature dataset and its application to rain/snow discrimination of precipitation.

安富 奈津子^{1*}, 濱田 篤², 上口 賢治³, 荒川 理³, 谷田貝 亜紀代⁴

YASUTOMI, Natsuko^{1*}, HAMADA, Atsuko², KAMIGUCHI, Kenji³, ARAKAWA, Osamu³, YATAGAI, Akiyo⁴

¹ 総合地球環境学研究所, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 気象研究所, ⁴ 筑波大学大学院生命環境系

¹ Research Institute for Humanity and Nature, ² Atmosphere Ocean Research Institute, Univ. of Tokyo, ³ Meteorological Research Institute, ⁴ Integrative Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba

環境省環境研究総合推進費によるプロジェクト「アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水グリッドデータの作成」(代表: 谷田貝亜紀代)では、GTS(全球気象観測システム)ネットワークによるデータ、アジア各国から収集した雨量計観測データから高解像度(0.25/0.5 度格子)の日平均降水量グリッドデータ(1951-2007年)を作成し公開している。
(<http://www.chikyuu.ac.jp/precip/>)

研究期間は2010年度をもって終了したが、最終プロダクトとして降水データV1101と気温データを2012年に公開した。また、降水データには気温と湿度(ERA-40/Interim)から雨雪を判別し、0から1の間の値をとる雨雪判別情報を付加した。高解像度で日平均気温を地上観測に基づいてグリッド化したデータは、アジア域に関しては他に例をみないものである。

このデータは、温暖化の影響や極端現象の変動などのデータ解析、高解像度モデルのバリデーションや、水資源管理や農業などのモデル入力などに有効活用できるのではないかと考えている。

本研究では比較的観測データのそろっているモンスーンアジア域(15S-55N, 60E-155E)について、日平均気温の地点観測データを降水プロダクトと同期間の1951年から2007年についてグリッド化を行った。ただし、期間当初から1972年まではインドのデータがすべて欠損になっている。

月平均値や気候平均場をCRU_TS2.1とUniv. Delawareの月平均気温データセットと比較したところ、よい分布が得られた。また、雨雪判別情報の精度を検討するために、積算固体降水量を計算し、衛星観測による雪の被覆率データと比較した。融雪を考慮に入れていないため、温帯では過剰になったが、寒冷地や高地、とくにヒマラヤ・チベットの山岳地域においてよい分布が得られた。

キーワード: 日平均気温データ, 温暖化影響評価, グリッド化

熱帯降雨観測衛星および全球降水観測計画の降水プロダクトにおける最近の進展について

Recent progress of satellite precipitation products by TRMM and GPM

久保田 拓志^{1*}, 可知 美佐子¹, 沖 理子¹, 木田 智史¹, 小嶋 正弘², 中村 健治³, 高薮 縁⁴

KUBOTA, Takuji^{1*}, KACHI, Misako¹, OKI, Riko¹, KIDA, Satoshi¹, Masahiro Kojima², NAKAMURA, Kenji³, TAKAYABU, Yukari⁴

¹宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター, ²宇宙航空研究開発機構 GPM/DPR プロジェクトチーム, ³名古屋大学 地球水循環研究センター, ⁴東京大学 大気海洋研究所

¹Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency, ²GPM/DPR Project Team, Japan Aerospace Exploration Agency, ³Hydrospheric Atmospheric Research Center, Nagoya University, ⁴Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite is the first satellite mission focused on 'rainfall' observation. TRMM is a joint mission between Japan and the U.S., and continues excellent observation over about fourteen years since its launch on November 1997. The TRMM carries the world's first satellite-borne Precipitation Radar (PR) developed by Japan, in addition to conventional instruments, such as an infrared imager and microwave imager (TRMM Microwave Imager; TMI). JAXA and NASA have started to provide a new version (Version 7) of TRMM standard products since July 2011. In version 7, overall PR rain estimates have increased with compared to Version 6 product released in June 2004. PR Version 7 increased over land globally, especially over the equatorial region, while TMI Version 7 decreased significantly. Differences over the ocean were small even in Version 6, and became smaller in Version 7 over the ITCZ region. Thus, consistency of PR with TMI was improved. Moreover, unnatural angle dependence in PR over ocean disappeared and so the reliability of the PR rain estimates is considered to be increased. In addition, TRMM latent heat products were newly released as the standard products on February 2012.

The Global Precipitation Measurement (GPM) mission is composed of two categories of satellites; 1) a TRMM-like non-sun-synchronous orbit satellite (GPM Core Observatory); and 2) constellation of satellites carrying microwave radiometer instruments. The GPM Core Observatory carries the Dual-frequency Precipitation Radar (DPR), which is being developed by the JAXA and the NICT, and microwave radiometer provided by the NASA. GPM Core Observatory will be launched around February 2014. As a proto-type for Japanese GPM mission products, JAXA has developed and operated near-real-time data processing system with passive microwave radiometer (PMW) data (i.e., TRMM TMI, Aqua AMSR-E, and DMSP SSM/I) and GEO IR data and distributed rainfall products via the Internet (<http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>). Core algorithms of the system are based on the combined PMW-IR algorithm developed under the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) project. In order to improve sampling of observation of rainfall, the products from passive microwave imager/sounder (i.e., DMSP SSMIS) since 11 Jun. 2010 and passive microwave sounder data from NOAA-19 and MetOp-A since 1 Aug. 2011 is introduced into the near-real-time system. Currently, the near-real-time system is operated with 7 PMW data and GEO IR data. In addition, re-processing (re-collection and more elaborated algorithms) is going on. We completed the re-processing with the period during 2007-2010. The re-processing during 2000-2006 will be completed by March 2012.

キーワード: 衛星, 降水, 熱帯降雨観測衛星, 全球降水観測計画, GSMaP

Keywords: satellite, precipitation, rainfall, TRMM, GPM, GSMaP

JCOPE2 と JCDAS を用いた梅雨前線帯における大気海洋相互作用研究 Study on the air-sea interaction on the Baiu frontal zone using JCOPE2 and JCDAS

茂木 耕作^{1*}

MOTEKI, Qoosaku^{1*}

¹ 海洋研究開発機構地球環境変動領域

¹JAMSTEC/RIGC

東シナ海上の梅雨前線帯における大気海洋相互作用を JCOPE2 と JCDAS を用いて調べた。JCOPE2 は、1 日ごとの水平約 10km という大気変動との対応を見るのに十分な時空間解像度を持ち、これまでよりも短い時間規模での大気と海洋の連動した変化を解析することが可能となった。

東シナ海北部の黄海と呼ばれる海域は水深 100m 以下の非常に熱容量の小さい海であり、季節変化が大きい。この黄海の水温の顕著な季節変化は、梅雨前線帯の北側の寒気、南側の暖気の形成に影響を及ぼす。こうした黄海の水温変動と梅雨前線帯の寒気・暖気は、比較的短い時間規模で連動して変化しており、梅雨前線帯の季節進行の一因となっていると考えられる。

キーワード: 海洋客観解析値, 大気客観解析値, JCOPE2, JCDAS, 梅雨前線

Keywords: Atmospheric objective analysis, Oceanic objective analysis, JCOPE2, JCDAS, Baiu front

インド洋太平洋海洋観測ブイ網データの現状とその公開の重要性

Current situation of Indo-pacific ocean observation buoy arrays and its importance of the data dissemination

安藤 健太郎^{1*}, 植木 巖¹, 石原 靖久¹

ANDO, Kentaro^{1*}, Iwao Ueki¹, Yasuhisa Ishihara¹

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

全球の熱帯海域で展開されている表層係留ブイ網によるデータのうち、インド洋および太平洋のデータの現状について紹介する。

太平洋では、NOAA/PMEL (米国海洋大気庁太平洋海洋環境研究所) が始めた太平洋熱帯域全体をカバーする TAO ブイ網のデータが最長で 30 年弱蓄積されており熱帯太平洋での海洋内部の水温と海上気象の貴重なデータとなっている。1999 年からは TAO ブイ網の一部を実施する形で TRITON ブイ網が構築されてきた。TRITON ブイ網のデータの特徴は、海洋中では TAO が水温だけなのに対し TRITON では塩分計測を、海上気象では、TAO による風向風速、気温湿度に加えて TRITON では、大気圧・雨量・下向き短波を計測しているという点にある。加えられたセンサーは、その後一部改良等されているが、この 12 年間は同じ品質で管理公開され、特に塩分の長期時系列データから新たな知見を得る事ができている。

インド洋では、2000 年から NIO (インド国立海洋研究所) と JAMSTEC (海洋研究開発機構) による長期観測の挑戦が東インド洋の赤道域で始められた。その後 CLIVAR/IOGOOS の下の IOP (インド洋パネル) において、太平洋のような表層ブイ観測網の実現に向けた計画作りが始まり、2006 年頃には IndOOS (インド洋海洋観測システム) 構想がまとまった。この IndOOS の重要な観測システムの一つとして RAMA (アジア?オーストラリア?アフリカモンスーンの研究と予測のためのインド洋表層ブイ網) が設計され、現在は 7 カ国の研究機関による協力により、当初設計の 70% 程度まで完成している。このうち、東インド洋および南インド洋のブイ網はほぼ完成しており、これらの観測データを利用して多くの研究成果が出てくる段階となっている。なお、JAMSTEC ではこの 10 年でブイ観測に関する技術開発も平行して実施し、小型の m-TRITON ブイシステム、センサーシステム等の開発に成功し、アジアを中心とする諸外国の研究所との技術の共有や移転を行いつつあり、インドネシアではインドネシア製の m-TRITON が実際に太平洋に設置される計画となっている。

現状で熱帯の海洋観測ブイ網は大西洋の PIRATA ブイ網を加えると、表層ブイで 100 基程度が運用されており、全てのデータは、GTS へ流通されており、さらにインターネット上にも GTS と変わらない即時性で無料で公開されている。この海洋の現場観測データの即時公開は、インターネットが普及する前の 1980 年代後半より NOAA/PMEL のリーダーシップによって TAO ブイデータ公開として実施され、1990 年代に入るとインターネットの普及とともに即時性の重要性が高まった。

1980 年代当時は海洋物理観測であっても「研究者が取得した現場観測データは、取得した研究者の研究に供することが主目的であるので、公開は実施しなくてよい」といった風潮が存在していた。そういった風潮の元で実施された TAO のデータ公開は常識を覆す画期的なことであり、その後の地球観測にとって大きな意味を持つものとなった。事実、TAO データの即時公開は、研究者においては観測に行くことなく机の上で昨日までの海洋データを入手できるため、熱帯の海洋と大気の研究分野全体の推進に繋がり、結果として当該分野の研究論文数も飛躍的に増加し、エルニーニョに関する様々な科学的な知見を急速に増大させることができた。また、一般の人にもエルニーニョ現象の理解とその研究の重要性を直接訴えるよい方法ともなった。現在の WMO (世界気象機関) や UNESCO/IOC (政府間海洋学委員会) 等に関連する観測プロジェクトでは現場観測データは人類共有の財産として可能な限り速やかに公開する事を強く押し進めており、WMO と IOC の下にある海洋と海上気象にかんする合同委員会 (JCOMM) の多くの観測プロジェクトでは、可能なものについてリアルタイムでの公開が原則となっている。

「研究成果は誰のものか、観測やモデル出力のデータは誰のものか?」近年のオープンサイエンス/クローズドサイエンスの議論も念頭に、本講演が、誰もが関心をもつ地球環境問題の元となるデータを元来どのように扱うべきかを考える一例となると幸いである。

キーワード: 表層係留ブイ網, インド洋, 太平洋, JCOMM, Global Tropical Moored Buoy Array

JAMSTEC 海底ケーブル型観測システムで得られた長期深海環境データについて Long-term data on deep-sea environment obtained with JAMSTEC's cabled observatories

岩瀬 良一^{1*}, 高橋 一郎²

IWASE, Ryoichi^{1*}, TAKAHASHI, Ichiro²

¹(独) 海洋研究開発機構, ²(株) マリン・ワーク・ジャパン

¹JAMSTEC, ²MWJ

1993年9月の相模湾初島沖「深海底総合観測ステーション」の設置以来, JAMSTECには海底ケーブル型観測システムにより取得されたCTDや流向流速をはじめとする深海環境データが18年以上にわたって蓄積されている。深海環境観測機能を有した海底ケーブル型観測システムは1995年の兵庫県南部地震の後, 高知県室戸岬沖並びに北海道釧路・十勝沖にも設置された。これらの観測システムは予算的にも地震観測が大多数のウエイトを占めており, WEBで一部が公開されている環境データについても, 地震計のデータに比べ, その品質や提供形態は一般ユーザには使用し難い状況にある。また電氣的に絶縁された係留系による自己記録型の観測装置と異なり, 海底ケーブル型観測システムに特有のセンサ間の電氣的干渉やセンサを回収して校正することができない問題がある。

例えば釧路・十勝沖観測システムの電磁流向流速計データには, 設置前の校正値と明らかに大きく異なるオフセットが生じており, また ADCP 動作時の突入電流がノイズとなって混入している。しかしながら, ADCP とのデータ比較により, こうしたノイズやオフセットを丁寧に取り除くことにより, 生データでは検出不可能であった, 2003年十勝沖地震時の複数個所での斜面崩壊を示唆する流速変化や, 2011年東北地方太平洋沖地震時の津波に伴う流速変化等を検出している。

また, 相模湾初島沖では ADCP の中層における音響後方散乱強度が増加した際にマッコウクジラの鳴音がハイドロフォンに記録されている等, バイオマスの増加と生物活動の関係を示唆する現象も見られる。

深海底の定点における他に例のないこれだけの長期環境データは極めて貴重である。これらの観測データの現状とデータ復旧の試みについて報告する。

本研究の一部は(独) 科学技術振興機構のCRESTによった。

キーワード: 深海環境, 海底ケーブル型観測システム, 相模湾初島沖, 北海道釧路・十勝沖, 高知県室戸岬沖

Keywords: deep-sea environment, cabled observatory, off Hatsushima Island in Sagami Bay, off Kushiro-Tokachi in Hokkaido, off Mutoro Cape in Kochi

世界の地下水取水量および枯渇量の分布と変遷の推定 Spatial and temporal estimation of global groundwater withdrawal and depletion

山田花グレンス¹, 吉川 沙耶花^{1*}, 鼎信次郎¹
Hannah Glenys Yamada¹, YOSHIKAWA, Sayaka^{1*}, Shinjiro Kanae¹

¹ 東京工業大学 大学院情報理工学研究科

¹Tokyo Institute of Technology

The extent of water withdrawal and its increase is a growing concern as population continues to grow and climate change affects the water cycle. Global water withdrawal grew by about 20% per decade during 1960-2000, and water scarcity is a significant condition for 1-2 billion people worldwide. Groundwater is an attractive source of freshwater consisting about one third of the global water withdrawals, and its use has increased in recent decades relative to surface water. There are reports of groundwater depletion in several areas such as Northern India, North East China and the central U.S.. However, in most of the reported areas, the whole picture of the current state is often not known. Moreover, there is a possibility that groundwater depletion has been occurring in areas that we do not even know about, as water table is inherently hidden underground. In order to grasp the global picture of groundwater withdrawals and to assess future global water resources, it is necessary to comprehend the past and current withdrawal trends and distribution. However, consistent data on global groundwater withdrawals are very difficult to come by. While physically based models are useful to fill data gaps, their estimates of groundwater withdrawal vary significantly among studies. In this study, we estimated total and groundwater withdrawal for 1960-2000 in grid scale (1.0 degree) primarily based on statistical data. In order for our estimates to have good agreement with country scale statistical data, we collected data from a wide range of database and literature and prepared a country scale time series withdrawal database. By combining our results of groundwater withdrawal with groundwater recharge, we estimated groundwater depletion (nonrenewable groundwater withdrawal).

First, total water withdrawal for each sector was estimated by downscaling country statistics using proxies such as irrigation water demand simulated by a global water resources model, infrastructure area and population for the agricultural, industrial and domestic sector, respectively. Groundwater withdrawal was also estimated based on country scale statistics collected from a wide range of database and literature. Then, we separated the country scale groundwater withdrawal into each sector using sectoral ratio of groundwater withdrawal from statistical data, and then distributed each of them using the estimated total water withdrawal as a proxy for each sector. Finally, groundwater depletion was estimated by subtracting simulated groundwater recharge from groundwater withdrawal. Groundwater recharge is simulated by a global-scale land surface model coupled with a groundwater model.

Validation of the estimated groundwater withdrawal in USA and India for specific years showed relatively good correlation. Compared to previous studies, our estimated groundwater depletion showed higher values in Southern India, Turkey, Spain, Morocco and Northern Algeria. With these results, we aim to contribute to revealing the global picture of groundwater resources and its sustainability.

キーワード: 地下水取水量, 地下水枯渇量, 全球水資源モデル : H08, 陸面過程モデル : MATSIRO

Keywords: groundwater withdrawal, groundwater depletion, H08 model, MATSIRO

過去 110 年間の地球気温変化と CO₂ 放出及び太陽活動との関係 The Earth Temperature Changes of the Last 110 Years and it's Relationship to the CO₂ Level and Solar Activity

尚 業千¹, 菅井 径世¹, 小川 克郎^{1*}
SHANG, Yeqian¹, SUGAI, Michiyo¹, OGAWA, Katsurou^{1*}

¹ 名古屋産業大学
¹ Nagoya Sangyo University

NASA/GISS 気温データベース (1896-2010) を詳細に分析することにより過去 110 年間の地球気温変化 (T) について解析し次の結果を得た (図 1)。ここでは気温に大きな影響を与えているヒートアイランド効果を除去するために全気温観測点のうち、行政区画人口が 1000 人以下の観測点 473 だけを用いている。図 1 に見るようにこの期間の気温変化は二つの上昇期 (1, 3 期) と二つの下降期 (2, 4 期) に分かれる。現在は 2003 年以降に下降する 4 期にあたる。このような T は大気中の二酸化炭素濃度変化 (C) だけでは説明できない。

そこで太陽活動変化 (S) を考慮する。具体的には SIDC 太陽黒点データベース (1750~2010) を用いる。ここで採用したモデルでは黒点一周期間 (T) に放出エネルギー (E) は一定と仮定する。この仮定の元では、太陽の活動度を示すと考えられる太陽対流層内部でのエネルギー上方輸送速度 V は $1/T$ (太陽活動指標 S.A.I と呼ぶ) に比例する (なお、T を太陽活動の指標とする考え方は幾つかの論文 (例えば 1) で論じられてきたが、ここではその紹介は省略する)。1896~2010 年の S.A.I は T と高い相関 (相関係数 0.7 以上) をもつ上に、前述の T の 1~4 期と同じパターンを示す。但し、T は S.A.I との間には因果律を満たす遅延 () が認められる。そこで、T に対する C と S の寄与を評価するために前者の寄与率を x、後者を $1-x$ とする。すなわち、 $T_{comp}(t,x) = x \cdot T_c(t) + (1-x) \cdot T_s(t)$ とする。ここで、 T_{comp} は合成モデル気温、 T_c 、 T_s は C 及び S の基本変化パターンである。

元来物理量の異なる C と S.A.I から T_c および T_s を求めるには変換係数が必要であるが、こうした変換係数は現状では不明である。そこでパターン化した C (T_c 相当) と S.A.I (T_s 相当) から T を最もよく説明する T_{comp} を相関係数によって求める。前述したように、 T_c と T_s には遅延 () があるので、この計算過程には も考慮する。かくして (x、) 平面で最適解を相関係数によって探す。

この方法で得た (x、) 平面の一例を図 2 に示す。この例では $x=0.3 \sim 0.5$ で T と T_{comp} も相関係数は 0.85~0.91 である。この図では、1~4 期の気温変化パターンが T_{comp} でも比較的よく表されている (この例では = 0)。これはあくまで一例であるが、今後、最適解の模索を続ける予定である。

補足：この研究で得られた幾つかの事項を補足として以下にまとめておく。

1) この計算過程で S.A.I には 40~60 年の比較的明瞭な周期が現れることが分かった。ダルトン小氷期は 1750 年以降、最も低い S.A.I の期間とほぼ正確に一致する。

2) S.A.I のような変化が気温変動をもたらすメカニズムは現在の科学では明らかではないが、若干考察を加えてみよう。V.Hoyt (1993) 等によると地球への太陽放射量は 1368~1373 W/m² であり、その変動幅 5 W/m² は 0.4% である。地球の平均気温を考慮するとこの温度換算は 1.1 °K にあたる。

3) 1750 年以降の S.A.I の最低値はダルトン小氷期にあたる 1800 年 (cycle5) の 0.06、最大値は同小氷期直後 1835 年頃 (cycle8) の 0.13 であり、その差は約 2 倍と思いの外大きい。

4) 二酸化炭素の排出量 (C) が急増し地球温暖化と呼ばれるようになった 1970 年以降の時代は (2003 年頃終わっているが) 偶然ではあるが、太陽活動度 (S.A.I) も急増していた。このことが私達科学者を惑わせたことは否めない。

5) S 及び C を impulse、T を response とし、地球気候システム (E) を transfer function とすると、E には増幅作用や遅延作用があってよい (例えば年周変化の場合、約 2ヶ月の遅延がある)。S.A.I の周期 40~60 年とすると遅延 が 6 年程度あるようなのは直感的には頷けるが、今後の太陽~地球系科学の興味ある課題と思われる。

参考文献

- 1) Friis-Christensen, E., and K. Lassen, Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate, *Science*, 254, 698-700, 1991.
- 2) D. V. Hoyt and K. H. Schantzen, A Discussion of Plausible Solar Irradiance Variations, 1700-1992, *Jour. of Geophys. Res.*, Vol.98, No. All, Pages 18,895-18,906, November 1, 1993

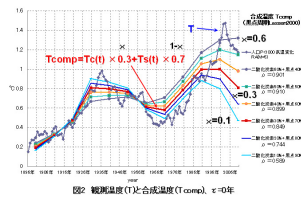
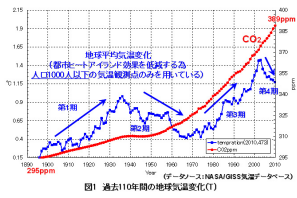
キーワード: 地球気温, 太陽活動, CO₂ 濃度

ACG36-12

会場:103

時間:5月21日 14:00-14:15

Keywords: Global Temperature, Solar Activity, CO2 Level



SKYNET ネットワークの観測データを用いたエアロゾル気候学の研究 Study of aerosol climatology using data collected by SKYNET network

Khatri Pradeep^{1*}, Makiko Hashimoto², Tamio Takamura¹, Teruyuki Nakajima²
KHATRI, Pradeep^{1*}, Makiko Hashimoto², Tamio Takamura¹, Teruyuki Nakajima²

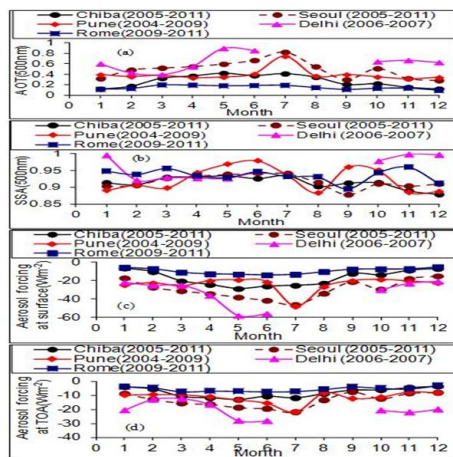
¹ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, ² 東京大学大気海洋研究所

¹Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, ²Atmosphere and Ocean Research Institute (AORI), The University of Tokyo

Aerosols are known to play important roles on atmospheric heat budget and climate change through their direct and indirect effects. The roles on aerosols on climate change are still not clearly understood due to associated uncertainties in their physical, chemical, and optical characteristics. The characteristics of aerosols are known to vary spatially and temporally. Therefore, spatial information of aerosol characteristics is very important to clearly understand aerosol direct and indirect effects on climate change. SKYNET network (<http://atmos.cr.chiba-u.ac.jp/>), which has several monitoring stations at different parts of the Earth, including Asia and Europe, is continuously measuring data related to aerosols, clouds, radiation, and meteorology. One of the key instruments of the SKYNET network is the sky radiometer (manufactured by PREDE Co. Ltd., Japan). This instrument has the capacity to give columnar information of aerosol, cloud, and water vapor. In this study, we use data of sky radiometer to study aerosol climatology of different atmospheric scenarios.

Figure 1 shows the monthly variations of aerosol (a) optical thickness (AOT) at 500nm, (b) single scattering albedo (SSA) at 500nm, (c) radiative forcing at the surface, and (d) radiative forcing at the top of the atmosphere (TOA) for some urban sites of SKYNET network. As shown in Figure 1(a), AOTs at 500nm are different depending on the observation site. Regardless of the observation site, it is likely that AOTs at 500nm are higher in the summer season. This may be due to the effect of atmospheric water vapor. Figure 1(b) also shows dissimilar SSA values at 500nm for different observation sites. The monthly mean SSA values were observed to fall within 0.85 to 1.0. Those data resemble different aerosol sources depending on the observation site. Figure 1(c) shows aerosol radiative forcing at the surface. Similarly, Figure 1(d) shows the aerosol forcing at the TOA. As shown in Figures 1(c) and 1(d), monthly aerosol forcings at the surface and TOA were different at different sites. They were due to the different values of AOT and SSA, which can be seen in Figures 1(a) and 1(b). Though the observation times are not same for all of those sites, it can be suggested that the aerosol radiative characteristics of urban atmospheres cannot be represented by a single set of optical parameters.

Keywords: Aerosol optical thickness, single scattering albedo, aerosol radiative forcing, aerosol heating rate



国立環境研究所・地球環境研究センターにおける地球環境データベースの運用 A Global Environmental Database Project at the CGER in National Institute for Environmental Studies

中島 英彰^{1*}, 白井知子¹, 曾継業¹, 眞板英一¹
 NAKAJIMA, Hideaki^{1*}, SHIRAI, Tomoko¹, ZENG, Jiye¹, MAITA, Eiichi¹

¹ 国立環境研究所
¹ National Institute for Environmental Studies

我々、国立環境研究所・地球環境研究センター・地球環境データベース推進室では、2000年初頭から地球環境に関連した様々なトピックに関連したデータベースの構築とデータ提供を行ってきている。我々の業務は、以下の5つに分類される。1) データを提供するデータベースサーバーの構築と維持・運用・更新。2) 我々の研究所の様々な地球環境モニタリングプロジェクトで得られたデータの、一般利用者及び科学者への提供。3) 地球温暖化に関連した社会環境科学データベースの構築とデータ提供。4) 地球環境データを用いた解析に用いる、様々な解析ツールの開発。5) データベースに関連した国際協力体制の構築。

現在、我々は以下に述べるようなデータベースを運用し、データ提供を行っている(カッコ内の数字は、データベースの件数)。A) 地球温暖化に関連したデータベース: 温室効果ガス観測データ関連(7)、二酸化炭素の吸収量・放出量関連(8)、マテリアルフロー関連(10)、地球温暖化の影響と対策関係(3)。B) 大気環境に関連したデータベース: 成層圏オゾン層・UV 関連(6)、大気質・酸性雨関連(10)、粒跡線解析関連(1)。C) 湖沼・海洋環境に関連したデータベース(8)。D) 生物に関連したデータベース(3)。E) 衛星リモートセンシング・GISに関連したデータベース(7)。F) 国際協力に関連したデータベース(7)。G) その他のデータベース(6)。

これら、国立環境研究所・地球環境研究センターが管理するデータベースの概要と将来計画、また昨年のから始まった、DIAS/GRENE プロジェクトとの関連について発表する。

キーワード: データベース, 地球環境, 地球温暖化, オゾン層, DIAS, GRENE
 Keywords: database, global environment, global warming, ozone layer, DIAS, GRENE



<http://db.cger.nies.go.jp/>

東北地方太平洋沖地震前後における JAMSTEC 文書データに対するユーザアクセスの変化

Change of user access to JAMSTEC Document data before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

福田 和代^{1*}, 船越 留里¹, 宮城 伸², 齋藤 秀亮¹, 仲村 亮², 園田 朗¹

FUKUDA, Kazuyo^{1*}, Ruri Funakoshi¹, Shin Miyagi², Hideaki Saito¹, Makoto Nakamura², Akira Sonoda¹

¹ 海洋研究開発機構地球情報研究センター, ² マリン・ワーク・ジャパン

¹DrC/JAMSTEC, ²Marine Works Japan Ltd.

海洋研究開発機構では研究開発成果を広く一般に紹介するため、国際海洋環境情報センターにおいて PDF ファイルとしてアーカイブされた JAMSTEC のさまざまな刊行物のバックナンバーを、2002 年 4 月からウェブサイト「JAMSTEC 文書データベース」を通じて公開してきた¹⁾。このウェブサイトは 2011 年 11 月末に新しいウェブサイト「JAMSTEC 文書カタログ²⁾」に移行した。各刊行物の文書は JAMSTEC の研究対象である、深海生物、気候変動、固体地球などの幅広い分野をカバーしており、2012 年 2 月現在、7 種類の広報誌 390 件と 4 種類の学術誌 1975 件が公開されている。近年、地球情報研究センターでは、ユーザニーズ調査の一環として、同センターが運用する 10 以上のウェブサイトについてアクセス解析を行っており、上述した 2 つのサイトも解析対象である。本発表では、JAMSTEC 文書データに対する 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震前後のユーザ行動に着目し、アクセス数の変化や検索エンジンにおける検索語の変化について調査した結果を報告する。

解析に用いたデータは JAMSTEC ドメインのアクセスを除外した 2010 年 4 月から 2011 年 11 月までのアクセスログである。訪問数や検索フレーズなどの有用な情報を抽出するため、ウェブ解析レポートツール AWStats³⁾ を用いてログファイルを処理した。さらに、検索エンジン用いられた検索フレーズの特徴を把握するため、テキストマイニングの手法を適用し、入力された語の頻度や共起について、日本語形態素解析器 MeCab 0.98⁴⁾、統計ソフトウェア R 2.13.1⁵⁾ およびパッケージソフトウェア RMeCab 0.94⁶⁾ を用いて解析した。

地震の影響を受け、日次の訪問数は 2011 年 3 月 12 日に急増していた。地震後の 6 カ月平均の訪問数および訪問者数は地震前と比較して 1.4 倍に増加した。参照元別の 6 カ月平均の変化を調べると、地震後の直接、外部ページ、検索エンジンからのアクセス数は地震前のそれぞれ、約 1.2 倍、約 1.6 倍、約 1.3 倍に増加しており、新規ユーザ、リピータともアクセスが増加していたことが推察される。

検索フレーズについて調べると、検索語「地震」の頻度は全期間を通して各月で 5 位以内にランクしており、普段からユーザの関心事であることがうかがえる。2011 年 3 月から 4 月にかけて、「地震」の出現頻度は地震前の約 7 倍となり、5 月以降も地震前の 3 倍を維持していた。地震と共起する語を抽出すると、2011 年 3 月から 4 月にかけて「メカニズム」、「巨大」、「発生」の語の急増がみられた。また、地震に関連するいくつかの語の頻度の急増は、新聞やテレビ報道の影響を受けていることが推測された。文書データに対するアクセスパターンを調べると、高校生以上を対象とした海洋地球科学情報誌「Blue Earth」へのアクセスが地震後に増加していた。全期間における「Blue Earth」のアクセス上位 20 位の記事のうち、6 つの記事はタイトルに「地震」が含まれており、それ以外の 5 つの記事の本文中には地震に関連する語が含まれていた。これらの結果は、文書データをオンライン公開することがアウトリーチ活動にとって極めて重要であることを示唆する。

参考文献・参考 URL

1) 園田朗、仲村亮、宮城博、設楽文朗、2005、国際海洋環境情報センター (GODAC) における情報管理について、情報管理、Vol.48、No.4、214-219.

2) http://www.godac.jamstec.go.jp/catalog/doc_catalog/index_en.html

3) <http://awstats.sourceforge.net>

4) <http://mecab.sourceforge.net>

5) <http://www.R-project.org>

6) <http://rmecab.jp/wiki/index.php?RMeCab>

キーワード: ウェブ解析, テキストマイニング, 東北地方太平洋沖地震, アウトリーチ

Keywords: Web analytics, Text mining, Tohoku Earthquake, Outreach

電離層、大気、地下水中の地震前兆 seismic precursors in the ionosphere, atmosphere and groundwater

恩藤 忠典^{1*}

ONDOH, Tadanori^{1*}

¹ 宇宙地球環境研究所

¹Space Earth Environment Laboratory

各種のデータがよく揃っている、1995年1月17日朝に発生した、M7.2の兵庫県南部地震の前兆現象について述べる。1) 電離層電子密度の異常増加、2) 1995年1月14日から1月16日の日没時の、犬吠で受信した対馬からの10.2 kHz波の、昼間位相変化から夜間位相変化への移行と、その朝、夕の位相変化時刻の夜側への延長、3) 信楽と国分寺のイオノグラム、1月15日昼過ぎの電離層E_s層トレースの最大周波数の異常増加、4) 明石大橋付近の竜巻状上昇地震雲の出現、5) この時の宇治のLFとVLF電波雑音の異常増加、6) 地震開始の78日前(1994, Nov.)の、西宮市の深さ17mの井戸水のラドン濃度の減少と、その日の20 Bq/Lの極小値(五十嵐、1995)と、その後のラドン濃度の急増加、地震開始9日前1月8日の248 Bq/Lの極大値、その後のM7.2兵庫県南部地震の発生。その後の10 Bq/Lの通常レベルへの回復。六甲山の花崗岩や火成岩に多いラジウムの放射能崩壊過程で生じるラドンは、化学的に不活性だが水に溶けやすく六甲山の岩に多い。

一搬に、ラドン濃度は、周辺の温度に逆比例する。従って、ラドン濃度の急減少は、局所的温度の急増加、即ち新しく入った高温物体と、周辺の低温地殻との相互作用によると思われる。

キーワード: 地震, 前兆, 電離層, 大気, 地下水

Keywords: Earthquake, Precursor, Ionosphere, Atmosphere, Groundwater

氾濫原水動態モデリングに必要な衛星地形データの誤差解析と修正 Adjustment of a spaceborne DEM for use in floodplain hydrodynamic modelling

山崎 大^{1*}, Calum Baugh², Paul Bates², 鼎 信次郎³, Doug Alsdorf⁴, 沖 大幹¹
YAMAZAKI, Dai^{1*}, Calum Baugh², Paul Bates², Shinjiro Kanae³, Doug Alsdorf⁴, Taikan Oki¹

¹ 東京大学, ² ブリストル大学, ³ 東京工業大学, ⁴ オハイオ州立大学

¹The University of Tokyo, ²University of Bristol, ³Tokyo Institute of Technology, ⁴The Ohio State University

本研究では氾濫原水動態モデルでの使用を想定して、衛星 DEM を既存の表面流向データを活用して修正する手法を開発した。提案した手法は、河道網上の 1 次元河道ラインで下流の標高が上流より高くなるピットを除去するアルゴリズムを基本として、それを拡張することでピットが除去された 2 次元の Adjusted DEM を作成する。ピットの除去は、必要な標高の修正量が最少となるようにデザインされており、作成された Adjusted DEM が流れの連続性を確保しながらも、元の観測値に基づいた標高に近い値を取るよう工夫されている。実際の修正に当たっては、衛星 DEM に含まれる誤差のほとんどが正のバイアスを持つという特徴に注目して、修正量の計算に重みを導入することで、氾濫原の標高を適切に表現するような工夫を行った。提案した手法の有用性を検証するために、2 次元氾濫解析モデル LISFLOOD-FP を用いてアマゾン川流域で氾濫シミュレーションを行った。その結果、Adjusted DEM は元の SRTM3 DEM よりも、水面標高と氾濫面積の双方で観測に近い値を再現できることが分かった。解析によると、シミュレーション結果の改善は、DEM 修正によって氾濫原と主河道を接続する細いチャネルが表現された効果であることが分かった。このことから提案された手法が、氾濫原の水動態シミュレーションに非常に有効であることが確認されたが、同時に以下の欠点も確認された。(1) 標高修正の精度は、参照した河道網の精度に依存する。河道網データで細いチャネルが適切に表現されていない場合は、当然 Adjusted DEM でもそれを表現することができない。より精度の高い Adjusted DEM を作成するには、参照する河道網データそのものの精度を向上させる必要がある。(2) Adjusted DEM が表現するのはあくまで水面標高であり、河床の標高ではない。この特性は、氾濫シミュレーションにおいては河道における水深の過小評価を起し、流速と流量の過小評価に繋がる。データ同化アルゴリズムなどを用いて、河道断面形状を推定するなどの手法 [e.g. Durant et al., 2008] が必要である。(3) 提案した DEM 修正手法は、元とする衛星 DEM が少なくとも数点で地表面標高を捉えていることを前提とするため、植生が非常に密な地域では地表面標高を適切に表現することができない。可視画像や SAR との組み合わせで、植生高さを補正するなどの工夫が必要である。以上のような制約は存在するが、衛星観測に基づくデータのみを用いて氾濫原モデルに適した Adjusted DEM を作成する本研究の手法は、様々な流域に適用できるため非常に応用性が高いと考えられる。利用した SRTM3 と HydroSHEDS のデータはほぼ全球で利用可能であるため、大陸スケールの河川モデルにも応用することができる。手法の改善によるより高精度の DEM の作成も重要ではあるが、今後は大陸スケール水循環シミュレーションへの応用も期待できる。

キーワード: DEM 修正, 氾濫原動態, Pit 除去, 流れの連続性, SRTM, HydroSHEDS

Keywords: DEM adjustment, Floodplain Hydrodynamics, Pit Removal, Flow Connectivity, SRTM, HydroSHEDS

酸素 A バンドを利用したクロロフィル蛍光の観測 Detection of chlorophyll fluorescence using the oxygen A-band

菊地 信弘^{1*}, 横田達也¹, 吉田幸生¹
KIKUCHI, Nobuhiro^{1*}, Tatsuya Yokota¹, Yukio Yoshida¹

¹ 国立環境研究所

¹National Institute for Environmental Studies

植物によって吸収された太陽光エネルギーのうち、光合成に使われなかったエネルギーの一部が熱として散逸し、他は蛍光として放射される。この太陽光によって誘起されたクロロフィル蛍光は、植物の瞬間的な光合成活動に直接結びついている。したがって、クロロフィル蛍光を宇宙から全球規模で観測することができれば、植物による炭素固定のより詳細な情報が得られる。さらに、クロロフィル蛍光に加えて大気中の二酸化炭素濃度を同時に測定することができれば、炭素循環をより良く理解するためのユニークなデータセットとなることが期待される。

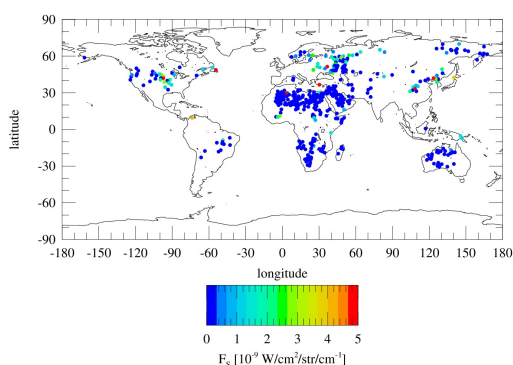
クロロフィル蛍光は波長 0.65-0.8 ミクロンの範囲で放射されるが、これは波長 0.76 ミクロンを中心とする酸素 A バンドとオーバーラップしている。放射強度は波長 0.76 ミクロンにおいて $2 \text{ mW/m}^2/\text{str/nm}=10^{-8} \text{ W/cm}^2/\text{str/cm}^{-1}$ 程度であると見積もられる (Campbell et al. 2008)。2009 年 1 月に打ち上げられた日本の温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT に搭載されている TANSO-FTS は、酸素 A バンドのスペクトルを 0.2 cm^{-1} の波数分解能で観測している。GOSAT が酸素 A バンドを観測している主たる目的は、1.6 ミクロンや 2 ミクロン帯から二酸化炭素やメタンの気柱量を導出する際にエアロゾルや巻雲の影響を補正するためであるが、酸素 A バンドスペクトルはクロロフィル蛍光の検出にも利用することができる。実際、酸素 A バンドにおけるノイズレベルは $2 \times 10^{-9} \text{ W/cm}^2/\text{str/cm}^{-1}$ 程度であり、これはクロロフィル蛍光の放射輝度よりも低い。

我々は酸素 A バンドのスペクトルからクロロフィル蛍光の放射強度を導出するアルゴリズムを開発している。クロロフィル蛍光は地表面からの等方的な放射としてモデル化している。クロロフィル蛍光と同時推定するパラメータは、地表面アルベド、地表気圧、気温シフト量 (気象データからのずれで、鉛直方向一定値と仮定する)、エアロゾル光学的厚さ、およびゼロレベルオフセット量である。ゼロレベルオフセットは検出器信号処理系の非線形性に起因し、GOSAT TANSO-FTS の L1B スペクトルの現バージョンに見られる。フラウンホーファー線強度のみからクロロフィル蛍光を検出する簡便なアルゴリズムからゼロレベルオフセット量を同時補正することは困難である。

図は 2009 年 6 月 26-28 日の雲除去済みの GOSAT データから導出されたクロロフィル蛍光強度である。結果は予備的であり、まだ検証されていない。データはまばらではあるが、いくつかの点で我々の結果の妥当性を議論することは可能である。まず第一に、サハラなどの砂漠領域でクロロフィル蛍光が検出されていない。加えて北アメリカ、東ヨーロッパ、中央アフリカ、東南アジアなどで強いクロロフィル蛍光が検出されている。クロロフィル蛍光が強く検出されている地域は、フラウンホーファー線強度を利用した Joiner et al. (2011) や Frankenberg et al. (2011) の結果と調和的である。現在、クロロフィル蛍光の全球規模の月平均値や季節変動、さらに二酸化炭素濃度の同時推定値を得るためのさらなるデータ解析を進めているところである。

キーワード: 炭素循環

Keywords: carbon cycle



雲頂高度データベースの作成と熱帯擾乱への適用 Database of cloud top height and its application to the tropical disturbances

西 憲敬^{1*}, 濱田 篤², 大井川 正憲³

NISHI, Noriyuki^{1*}, HAMADA, Atsushi², OHIGAWA, Masanori³

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 京都大学生存圏研究所

¹Graduate School of Science, Kyoto Univ., ²AORI, Tokyo University, ³RISH, Kyoto University

Lookup tables for estimating the cloud-top height (CTOP) and visible optical thickness of upper-tropospheric clouds by the infrared brightness temperature (TB) at 10.8 micro m (T11) and its difference from TB at 12 micro m (DT11-12) measured by geostationary satellites are developed (Hamada and Nishi 2010, JAMC). These lookup tables were constructed by regressing the cloud radar measurements by the CloudSat satellite over the infrared measurements by the Japanese geostationary multifunctional transport satellite MTSAT-1R and MTSAT-2. The CTOP of the last two years is available at <http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/ctop/>, and the previous data is also available at the website linked there. The data have good precision for cirrus clouds (optical depth > 3) that have large DT11-12 values and are suitable for analyses of cloud systems with well-developed cirrus clouds. We made a correction for the satellite view angle and can offer the data over almost all tropical regions where the satellites can observe (20S-20N, 80E-160W for MTSAT-1R and 85E-155W for MTSAT-2).

We introduce applications of this data to tropical large-scale cloud system.

(1) We analyzed zonally elongated cloud bands extending 3000 km around ITCZ during 2007. It was first concentrated in the ITCZ, then spread meridionally into the two parallel zonal cloud bands and kept moving meridionally away. We examined detail of the separation with our CTOP data and Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP; Kubota et al. 2007, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.) data: precipitation estimation dataset made with microwave radiometers including TRMM/TMI. In order to investigate the relation between clouds and large-scale circulation, the information of the cloud height is indispensable. We succeeded to find out that the cloud top is kept in the high altitude while moving meridionally.

(2) Cloud clusters with 1000-km scale in the tropics mainly consist of nimbostratus and cirriform clouds adjacent to cumulonimbus and their top height is very high: 12-16 km. However, the clusters with rather large TB value but having 1000-km scale are sometimes observed around the dateline in the ITCZ region. They keep their cloud top height during 1-2 days. From ordinary TB images, it is not sure whether they have thinner optical depth or they have lower cloud top. Here, we analyzed, with CTOP data, the lifecycle of such a cloud cluster of which CloudSat fortunately observed a part. CTOP estimation and CloudSat direct observation have similar top height at that part of the cluster. As our CTOP data have continuous time coverage, we traced the cluster and found that the cloud cluster kept 5-9 km top height during the lifetime over one day.

キーワード: 雲頂高度, MTSAT, CloudSat, 赤外スプリットウィンドー

Keywords: cloud top height, MTSAT, CloudSat, IR split window

千葉大学環境リモートセンシング研究センターでの公開データセット Dataset in Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University

樋口 篤志^{1*}

HIGUCHI, Atsushi^{1*}

¹ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

¹Center for Environmental Remote Sensing

千葉大学環境リモートセンシング研究センター (CEReS) はリモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究推進のために 1995 年に設立された共同利用・共同研究拠点である。全球の静止気象衛星データの収集、公開のみならず、ほかの衛星、環境データの公開も行っており、本発表ではその概要を説明し、今後の要望等の意見交換を行いたい。

キーワード: 衛星データ, 環境, 公開

Keywords: satellite dataset, environment, public

沖縄辺戸岬における大気化学/放射に関する総合観測 Comprehensive observations of atmospheric environment at Cape Hedo Atmosphere and Aerosol Monitoring Station

清水 厚^{1*}, 高見昭憲¹, 佐藤圭¹, 畠山史郎²

SHIMIZU, Atsushi^{1*}, TAKAMI, Akinori¹, SATO, Kei¹, HATAKEYAMA, Shiro²

¹ 国立環境研究所, ² 東京農工大学

¹National Institute for Environmental Studies, ²Tokyo University of Agriculture and Technology

国立環境研究所 (NIES) では、沖縄県国頭村に辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション (Cape Hedo Atmosphere and Aerosol Monitoring Station:CHAAMS) を開設し、2005 年以降大気中のエアロゾル・微量気体・放射・気象要素などの定常観測を行っている。沖縄本島の北端に位置する CHAAMS においては、日本国内を発生源とする汚染物質等の影響を受けることなく東アジア領域スケールの大気環境変動を中長期的に監視することが可能となっている。また、サイトにおける観測は NIES によるものだけではなく、大学・研究機関等の持ち込み機器によっても実施されており、共同利用が幅広く進められている。観測の手法としては地上連続モニタリング、フィルターサンプリング、リモートセンシング等多岐にわたり、航空機キャンペーン観測との連携も数度に渡り行われた。また CHAAMS は UNEP/ABC(国連環境計画大気褐色雲) プロジェクトの観測拠点とされている他、総合科学技術会議「地球観測の推進戦略」に基づく文部科学省地球観測推進部会の「地球観測の実施計画」でも取り上げられている。本発表では、これまでに実施した観測項目を紹介し、大気科学研究における定常観測拠点の重要性を明らかにする。

キーワード: エアロゾル, 放射, 微量気体, 東アジア, モニタリング

Keywords: aerosols, radiation, minor constituents, East Asia, monitoring

Phenological Eyes Network による, 生態系リモートセンシングのための長期地上データセット

Long-term in-situ dataset by Phenological Eyes Network for ecological remote sensing

秋津 朋子^{1*}, 奈佐原 顕郎¹

AKITSU, Tomoko^{1*}, Kenlo Nishida Nasahara¹

¹ 筑波大学生命環境系

¹ Faculty of Life and Environmental Science, University of Tsukuba

衛星観測により地球規模での陸域生態系情報を取得することが可能となっている。しかしながら、衛星データは雲やエアロゾルなどにより影響を受けるために、地上検証を行うことが重要である。Phenological Eyes Network (PEN) は、衛星データと地上観測データの相互検証を行うことなどを目的として、2003年から分光放射データや自動連続撮影画像などを国内外26サイトで取得している。

分光放射データは樹冠上部での上下向き放射のみならず、林床においても樹冠透過光を測定しているために、より精度の高い地上検証が可能となっている。分光放射データからは衛星データと同様に植生指標が得られるが、その変化が実際にはどのような植生変化をとらえているのかを確認するためにも分光放射データと画像の同時取得は重要である。また、画像からは、展葉・黄葉・落葉・積雪などの時期 (Phenology) や雲被覆などが取得できる。画像のRGBデジタルナンバーを用いた時系列解析では、分光放射データや衛星データと同様に植生指標が得られ、衛星よりも細かい分解能での Phenology やその他の生態系情報を捉えることが可能である。

これらの地上観測結果を衛星による陸域生態系情報推定モデルに反映させて、より精度の高い推定が可能となることをめざしている。

キーワード: 陸域生態系, フェノロジー, 分光放射データ, 地上観測, 長期, 地上検証

Keywords: terrestrial ecosystem, phenology, spectrum radiation data, ground observation, long-term, ground verification

DIAS 公開データとその分野横断的な利用 The DIAS data release and its cross-disciplinary usage

絹谷 弘子^{1*}, 清水 敏之², 根本 利弘¹, 吉川 正俊², 喜連川 優¹, 小池 俊雄¹

KINUTANI, Hiroko^{1*}, Toshiyuki Shimizu², Toshihiro Nemoto¹, Masatoshi Yoshikawa², Masaru Kitsuregawa¹, KOIKE, Toshio¹

¹ 東京大学, ² 京都大学

¹The University of Tokyo, ²Kyoto University

2006年度から5年間のプロジェクト国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」データ統合・解析システム(DIAS)において、最先端の情報科学技術と地球環境に関わる様々な科学技術の連携によって、地球観測データや数値モデル、社会経済データを効果的に統合し、情報を融合するデータインフラを我々は構築してきた。2011年度から地球環境情報統合プログラムが始まり、引き続きDIASの高度化・拡張を行い、多様な分野の利用者が大容量で多様なデータ・情報を協働して統合し、新たな価値を創出できる情報基盤構築を目指している。

2010年10月からデータセットを説明するドキュメント・メタデータ(英語, 日本語)と共に我々が保有するデータセットを公開した。このシステムは誰でも、<http://dias-dss.tkl.iis.u-tokyo.ac.jp/ddc/finder> からデータの俯瞰, 検索が行える。さらに利用者登録をして利用規約に同意後, 現在176データセットのダウンロードが可能である。

DIAS 公開データは

- 1) 研究用モデル出力データ (30),
- 2) 研究用衛星データ (85),
- 3) DIAS 研究成果プロダクト (16),
- 4) DIAS サポートプロジェクトプロダクト (45)

に大別できる。

主なデータセットは, 1) CEOP モデル出力データセット, JP10, JRA25, K-1, 2) CEOP 衛星データセット, CZCS SeaWiFS Chlorophyll データセット, 3) みらいCTD データセット, 全球海洋再解析, 日本列島における日別8km 植生指数(NDVI), トライトンプイデータ, 4) CEOP 現地観測データセット, AWCI 現地観測データセット, GPV データセットなどである。

これらのデータセットをシームレスに利用できる環境を利用して対象地域の分析に衛星データ, モデル出力データと現地観測データを組み合わせることでプロジェクトに参加している研究者は多数の研究成果を得ることができた。たとえば

1. 海洋における熱・水・物質循環過程, 化学海洋環境の推定と気候変動の解明
2. 気候・気象予測精度情報の高度化
3. 衛星データを用いた温室効果気体とエアロゾルデータベース構築
4. 洪水防御・水資源有効利用のための高度情報の提供
5. ユーラシア寒冷圏の水循環変動, 大気陸面相互作用の解明と予測
6. アジアモンスーン域における水循環変動の解明とモンスーン変動予測向上
7. 地球温暖化が与える水循環・食糧生産などへの影響評価
8. 農産物管理支援システムによる農業生産支援データ提供
9. 生物多様性の広域モニタリングの高度化

などである。

一方, 約1年半の公開によって, 約50名の利用者登録とデータダウンロードがおよそ300回実施された。ダウンロード回数の多かったデータセットは, AWCI 現地観測データセット, DIAS 研究成果プロダクトの植生指数と気温, 降水量, 光合成有効放射量との経年変化の関係を示す全球マップ, みらいCTD データセット, JRA25 である。DIAS 公開データへの関心は実際のデータダウンロードには結びつかないものも多く, データの俯瞰・検索システムのトップページへのアクセスは約4,500回, そしてドキュメント・メタデータ閲覧は約12,000回であった。

我々は, 分野横断的なデータ利用を促進することを目的としてGCMDサイエンスキーワード, GEOSS 社会利益領域, GCMD プラットフォームを軸に指定してデータセットの分布をマトリクス表示させている。トップページの閲覧において検索キーワード入力に比べマトリクス表示からセルを選択して該当するデータセット一覧を検索表示させる利用者が圧倒的に多いことがわかった。

一般的にデータセンターのカatalog検索では, 時空間, 地名, キーワード指定による検索結果をカテゴリー別に動的なカタマリに分けることにより, 利用者がデータセットの持つ属性の値により検索結果を絞り込む(あるいは除外する)ファセット検索を利用することが多い。今後公開データセット数の増加に合わせ, マトリクス表示の切り口となる軸の追加とセル選択による検索結果のファセット検索機能と検索結果の順位付けが分野横断的なデータセット検索において重要だと考えている。そのためには, データセットが持つ特徴を様々な角度から記述する必要がある。我々が構築したドキュメントセントリックなメタデータ作成システムにメタデータとしてこれらの属性を多数記述する機能強化

Japan Geoscience Union Meeting 2012

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

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ACG36-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 15:30-17:00

を予定している。またデータダウンロード機能強化も実施する予定である。

キーワード: DIAS, データ公開, 分野横断的なデータ利用, 衛星データ, モデル出力データ, 現地観測データ

Keywords: DIAS, Release of Geoscience data, cross-disciplinary usage, Satellite data, Model output data, In-situ data

GEOSS/AWCI と WCRP/AMY における In-situ データアーカイブ In-situ data archiving for the GEOSS/AWCI and WCRP/AMY

玉川 勝徳^{1*}, 生駒 栄司¹, 絹谷 弘子¹, 大柳 美佐¹, 太田 哲², 小池 俊雄², 喜連川 優³, 松本 淳⁴

TAMAGAWA, Katsunori^{1*}, Eiji Ikoma¹, KINUTANI, Hiroko¹, Misa Oyanagi¹, Tetsu Ohta², KOIKE, Toshio², Masaru Kitsuregawa³, MATSUMOTO, Jun⁴

¹ 東京大学地球観測データ統合連携研究機構, ² 東京大学大学院工学系研究科, ³ 東京大学生産技術研究所, ⁴ 首都大学東京大学院地理環境科学域

¹EDITORIA, The University of Tokyo, ²Dept.Civil Eng., The University of Tokyo, ³IIS, The University of Tokyo, ⁴Dept. of Geography, Tokyo Metropolitan University

This is to introduce two types of international in-situ data archive research projects which are ongoing in Asia. The one is Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)/Asian Water Cycle Initiative (AWCI), and the other one is World Climate Research Programme (WCRP)/Asian Monsoon Years (AMY).

The objectives of GEOSS/AWCI is to develop an information system of systems for promoting the implementation of integrated water resources management (IWRM) through data integration and sharing and improvement of understanding and prediction of the water cycle variation as a basis for sound decision making of national water policies and management strategies (<http://monsoon.t.u-tokyo.ac.jp/AWCI/>).

The long-term goal of WCRP/AMY is to improve Asian monsoon prediction for societal benefits through coordinated efforts to improve our understanding of Asian monsoon variability and predictability (<http://www.wcrp-amy.org/>).

The basis for the GEOSS/AWCI and WCRP/AMY collaborative framework is the mutual consensus among participating countries, international organizations and individual participating and partner projects that defines data sharing and exchanging policy and responsibilities for data processing, management and archiving.

The Data Integration and Analysis System (DIAS) which was launched in 2006 as part of the Earth Observation and ocean Exploration System, provides cooperative opportunities for constructing GEOSS/AWCI and WCRP/AMY data archives, and developing data integration and analysis functions (<http://www.editoria.u-tokyo.ac.jp/dias/>).

The purpose of this poster is to provide the introduction of the GEOSS/AWCI and WCRP/AMY and their data archiving status which used data uploading system, data quality control system and metadata registration system under the framework of DIAS.

キーワード: GEOSS/AWCI, WCRP/AMY, データ統合・解析システム, 地上観測データ, 品質管理, 水循環

Keywords: GEOSS/AWCI, WCRP/AMY, DIAS, in-situ data, Quality Control, Water Cycle

北極域のデータ公開の展望 Prospects for Arctic Data Archive

川本 温子^{1*}, 矢吹裕伯¹
KAWAMOTO, Haruko^{1*}, Hironori Yabuki¹

¹ 国立極地研究所

¹National Institute of Polar Research

日本の研究者による北極域の研究は、数十年前から現在まで広く行われており、その研究成果には、研究者自らが現地へ赴き取得した様々な観測データやサンプルおよびその分析データといった、現業観測では得られない貴重なデータが含まれる。しかしながらそれらのデータは研究者個人や各研究機関や大学に管理が任されていたこともあり、系統的に保管管理されてこなかった。

今回、GRENE 事業北極気候変動分野では、現在実施中の北極研究にかかわるデータを収集・蓄積・公開するための「北極域データアーカイブ」のシステムを立ち上げた。このシステムに格納するデータには余すところなくメタデータを対応付けし、検索できる形で実装している。今回開発したメタデータのスキーマは代表的な地球環境データに用いられている複数の仕様に対応しているが、今後もその数を増やしつつより汎用性の高いものに改良する予定である。

なお収集するデータとしては、現在および過去の観測データと、モデルやシミュレーションの双方を想定している。手始めとして、より実質的にデータの相互利用を促進するために関係者一同から機能調査を目的とした意見収集を行い、潜在的な希望を確認した。今後はこれらの意見を反映させてシステムの改版を行う。発表では、データ提供者と利用者の双方の立場から意見を頂き、より良いシステムにするための意見交換の場としたい。

謝辞：

本事業は文部科学省の大学発グリーンイノベーション創出事業「グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス」(GRENE) 事業 北極気候変動分野の一環として実施されています。

キーワード: 北極研究, 現地観測, モデル, メタデータ

Keywords: Arctic Research, observation, model, metadata

過去 110 年間の地球気温変化と CO2 放出及び太陽活動との関係 - 解析方法 The Earth Temperature Changes of the Last 110 Years and it's Relationship to the CO2 Level and Solar Activity - Methods

尚 業千¹, 菅井 径世^{1*}, 小川 克郎¹
SHANG, Yeqian¹, SUGAI, Michiyo^{1*}, OGAWA, Katsurou¹

¹ 名古屋産業大学
¹ Nagoya Sangyo University

最初に、NASA/GISS 気温データベースの資料について述べる。NASA/GISS 気温データベースには、全世界で 7364 点における毎月、毎年、平均気温が記録されている (図 1 および図 2)。このうち、1895 年以前に記録されたデータは、データ数が少なく、地球全体の気温を議論するに至らなかった。しかしながら、1896 年以降では、他の地域における観測データが十分に加わったことが判明したので、1896 年以降のデータをもとに地球気温変化を推定することとした。さらに、著者らは、最近の人口が 1000 人以下である地域に位置している 473 の観測点のデータのみを利用して地球気温変化を推定することとした。これは、1896 年以降の気温が観測された他の地点が主に大都市に位置しているためである。こうした大都市内では、ヒートアイランド現象の影響が顕著であり、地球平均気温を大都市に存在する観測点のデータから推定することは不適切である。なぜなら、世界的にみるとこうした大都市が占め面積は地球全体の面積の 1~3% 程度以下であるからである。現在の人口が 1000 人以下であれば、過去の人口もそれ以下であると考えられるので、ヒートアイランド現象の影響を受けていない気温記録として、この 473 観測点におけるデータのみを利用することとした。

以上の 473 観測地点におけるデータから 1896 年以降の地球気温変化を推定した方法は以下のとおりである。

1) 最初に、次式のように、各観測地点 (i 点) において、ある年 (j 年) の年平均気温 T(i,j) から前年 (j-1 年) の年平均気温 T(i,j-1) の気温変化 T(i,j) を計算する。

$$T(i,j) = T(i,j) - T(i,j-1) \quad (1)$$

2) ここで、次式のように、473 観測点の気温変化 T(i,j) の平均値 Tj を計算する。

$$T_j = \left(\sum_{i=1}^n T(i,j) \right) / n, \text{ here } n = 473 \quad (2)$$

3) また、次式のように、1896 年の気温を 0 度と設定し、その後、t 年の地球気温 Tt を次式によって計算する。

$$T_t = \sum_{i=1896}^t T(i) \quad (3)$$

4) さらに、次式のように、この気温に含まれると考えられるノイズを除去するため、t 年の地球気温 T^(t) を、11 年移動平均値をもって推定値とする。

$$T^{(t)} = (T(t-5) + T(t-4) + \dots + T(t) + \dots + T(t+4) + T(t+5)) / 11 \quad (4)$$

以上によって求めた過去 110 年間の地球気温変化 T^(t) と二酸化炭素濃度 (放出量ではない) の変化 C(t) および太陽活動指標の変化 S(t) との関係を図 3 に示す。ここで太陽活動指標 S(t) とは SIDC の太陽黒点データベースから推定した黒点活動周期 TS(t) の逆数である。図から分かるように、T^(t) は、1896 年直後、若干の下降したのち、1940 年頃まで上昇している。その後 1970 年ごろまで下降し、さらにその後 2003 年ごろまで再び上昇した後、急速に下降している。これに対し、C(t) は過去 110 年間継続して上昇を続けている。C(t) が地球気温変化の主な原因であれば、1940 年頃 T^(t) の下降、さらに 2003 年以降の下降は説明できない。一方で、S(t) には T(t) との間には因果律を満たす程度の遅延 () が認められるものの、T^(t) の変化と高い相関性を有しているようにみられる。

T^(t) と C(t)、S(t) は物理量の異なるパラメタである。そこで、著者らは、まず、C(ppm) と S (1/年) を次のように線形変換して T^(t) の物理量 () と一致させることとした。

$$tc(t) = a_0 + a_1 * C(t) \quad (5)$$

$$ts(t) = b_0 + b_1 * S(t) \quad (6)$$

さらに、T^(t) に対する Tc(t) の寄与率を x (Ts(t) の寄与率を 1-x) とし、T^(t) を次式のような合成気温 Tcomp(t,) によって表すこととした。ここでは、前述のように、T^(t) と Ts(t) に があるので Tcomp は t と の関数と定義とした。

$$T^{(t)} = T_{comp}(t,) = x * T_c(t) + (1-x) * T_s(t) \quad (7)$$

ここで、式)中の係数 a0、a1、b0、b1、x は、T^(t) と Tcomp(t)、C(t) および S(t) との最少二乗法によって評価し、求めることができる。Ts(t) は T^(t) に対して をパラメタとしたフィルタリング関数を同定することによって T^(t) をさらによく説明できるものと思われる。しかしながら、ここでは、一旦、T^(t) と Tcomp との誤差平方和のコンターを、x と によって求めることとした。

ACG36-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 15:30-17:00

このコンターのイメージを図4に示す。図に関する解釈は、 $S(t)$ と $C(t)$ の活動の相関性についての議論をした後とすべき可能性がある。ただし、当然のことながら、 $S(t)$ の $C(t)$ に影響することはあっても、その逆は考えられない。また、気温下降期と上昇期で $S(t)$ が異なっている可能性もある。したがって、 $T(t)$ 、 $S(t)$ および $C(t)$ との関係の詳細に分析するためには地球が太陽から受けるエネルギー等の観測が必要である。しかしながら、CO₂ 放出量によって地球が温暖化している、あるいは地球気温変化が支配されているという解釈には至りそうにない。

キーワード: 地球気温, 太陽活動, CO₂ 濃度
 Keywords: Global Temperature, Solar Activity, CO₂ Level

