

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21300294

研究課題名（和文） 地域分散型観測システムを活用した地球環境教育の実践

研究課題名（英文） Practice of earth environmental education utilizing locally distributed observation systems.

研究代表者

長 幸平（CHO KOHEI）

東海大学・情報理工学部・教授

研究者番号：90256199

研究成果の概要（和文）：

本研究では、東海大学が西表島、熊本、平塚、稚内等の観測サイトに設置した太陽放射、地磁気、気象等の観測機器で収集するローカルな地球環境データを衛星画像等のグローバルな観測データと組み合わせてわかりやすく表示・提供するシステムを構築した。合せて、地域による環境の違いやローカルな現象とグローバルな現象を対比する地球環境教材を開発し、大学生、高校生を対象とした地球環境教育の実践に活用した。

研究成果の概要（英文）：

Tokai University has been observing solar radiation, geomagnetism, weather etc. at longitudinally distributed observation sites located in Iriomote Island, Kumamoto, Hiratsuka, Tokyo and Wakkanai. In this study, the authors have developed a system which allows end users to understand the relationship between the locally observed data and the environmental phenomena in local scale and in global scale. The significance of the educational materials developed in this study was verified by using them for the earth environmental education of university and high school students.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	6,800,000	2,040,000	8,840,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：科学教育・地球観測

1. 研究開始当初の背景

近年、地球環境問題を判りやすく理解させようとする教材的なホームページがNASA、JAXA、環境庁、各地方自治体等の様々な機関により作成・公開されている。しかし、

その多くは小中学生向けに話を単純化したり、見慣れた温暖化や温室効果ガスの経年変化グラフなどを題材としており、身近な現象とかけ離れていることが多い。また、逆に観測データの公開サイトは、専門家を対象とし

たものが多く、教育的配慮が十分とは言えない。地球環境教育で特に重要なのは、身近でローカルな現象をグローバルな現象と結び付けさせることである。

筆者らは、東海大学において、日本列島を縦断する観測サイト（稚内、代々木、平塚、熊本、西表島、図1参照）に太陽放射、地磁気観測、気象観測システム等を設置し、地球観測衛星受信システム（熊本）による観測をあわせた地球環境観測を1990年代より実施して来た。平成16年度から3年間で実施した基盤研究(c)「地球環境教育のためのデジタルコンテンツの開発とその有効性の検証」では、これらの観測サイトの観測データを体系的にデータベース化・閲覧できるようにすると共に、関連する環境問題をわかりやすく解説する地球環境教育用デジタルコンテンツを開発し、着実な成果を上げることができた。

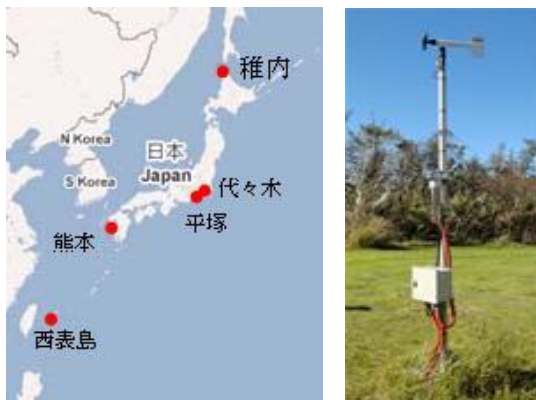


図1. 本研究の観測サイト 図2. 気象観測システム

2. 研究の目的

本研究の主目的は、筆者らが運用する各地の観測サイトのローカルな観測データと衛星画像等のグローバルな観測データとの対比する仕組みの構築と、それを使った地球環境教育の実践である。

3. 研究の方法

まず、都心にある代々木校舎にすでに設置してある気象観測装置と同一のものを西表島に設置し、各種気象観測データの地域比較表示を実現する。東海大学の既設の衛星受信局で受信した地球観測衛星データから各観測地域周辺および広域な画像を切り出し、順リアルタイムで配信し、ローカルな観測データとグローバルな観測データとの対比も可能とする。さらに、各フィールドサイトでの観測実習および他の観測サイトやグローバルな観測データとの比較の仕方などを明記した地球環境教育のテキストを作成し、高校生および大学生を対象とした地球環境教育セミナーを各サイト等で実施する。

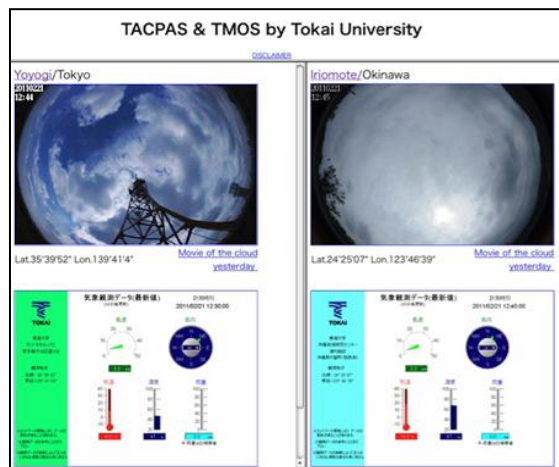
4. 研究成果

(1) 気象観測システム

西表島の観測サイトに新たに気象観測システム(図2)と自動雲画像収集システム(図3)を設置し、運用を開始した。自動雲画像収集システムは1眼デジタルカメラに魚眼レンズを搭載した全天自動撮影装置である。5分毎の全天画像を取得し、Webで公開している。図4に示すように東京の既存サイト(代々木校舎)の雲画像、気象データと並べて表示するシステムを構築し、2地点の観測データの違いをわかりやすく明示できるようになった。



図3. 自動雲画像収集システム



(a) 代々木校舎

(b) 西表島

図4. 両サイトの雲画像、気象データ同時表示

図5は、2009年8月24日に関東地方を襲った局地的豪雨を代々木校舎の上記システムで観測したデータをグラフ化した教材である。一時的に風雨を伴う猛烈な嵐となった様子が良く捉えられている。

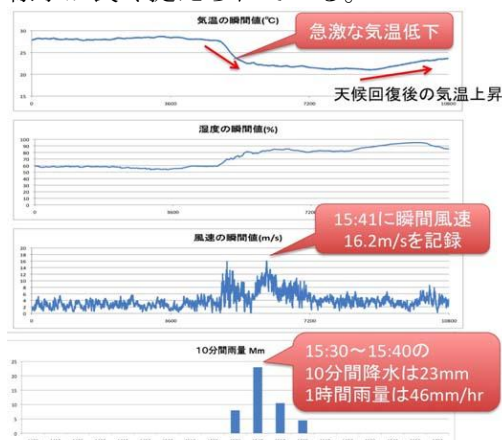


図5. 気象観測装置が捉えた局地的豪雨(2009年8月24日の事例)

図6に前記の全天カメラで捉えた西表島と代々木の曇天の夜間画像を示す。これらの画像は、両地点の夜間照明の違いを際立たせる好例である。夜間運用では13秒という長露出時間による運用を行っているため、ある程度明るい被写体であれば撮影できる。(a)は東京の代々木校舎で空全体が白く写っている。これは大都会の夜間照明が下から雲を明るく照らしていることによって起こる現象である。一方、(b)の西表島は光源となる町が周辺にほとんど無いため、曇天時も晴天時と同じように漆黒である。



(a) 代々木校舎 (b) 西表島
図6. 2010年10月5日22:56の夜間画像

(2) 太陽放射観測システム

既存のUV-B放射照度計の屋内校正による校正値の補正方法をまとめ、UV-B放射などの長期的な変動傾向解析に着手した。

啓蒙活動の一環として、西表島で快晴日、晴天日、曇天日に観測された雲画像(図7)と太陽UV-B放射データ(図8)を対比し、雲が太陽UV-B放射の地上到達量に与える影響など太陽UV-B放射の特徴とその防御方法をTV番組で紹介した。また、2009年7月22日の日食時の西表島の全天日射の観測結果を教材としてまとめた。同日、西表島で撮影された太陽と全天日射の観測結果を図9、図10に示す。計測結果が理論値と良く合っていることがわかる。



(a) 快晴日 (b) 晴天日 (c) 曇天日
図7. 天候による雲画像の違い

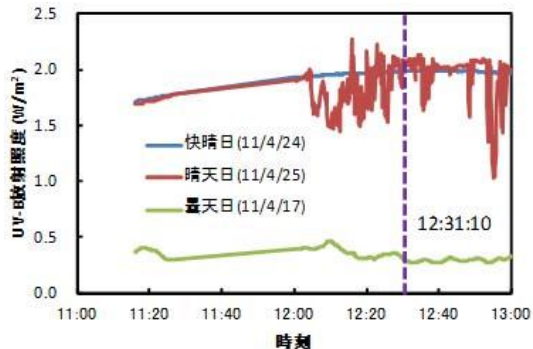


図8. 天候によるUV-B放射照度の対比



図9. 西表島での部分日食の様子(2009/7/22)

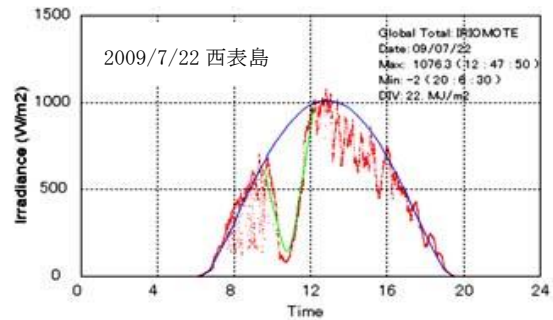
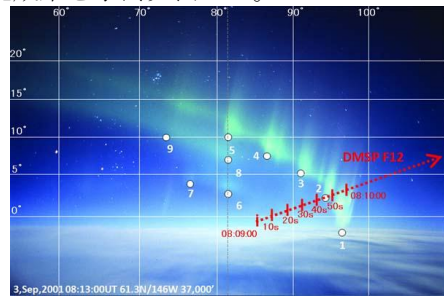


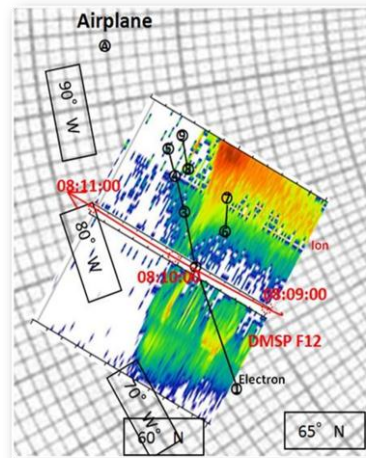
図10. 日食時の太陽放射の減衰
赤点線: 計測結果、
青線: 太陽高度から計算した全天日射量
緑線: 日食時の理論的な全天日射量

(3) 地磁気観測システム

ジェット旅客機のcockpitから撮影された鮮明なオーロラ画像を解析し、その微細構造を複数の衛星同時観測データ(図11)、および地上の地磁気観測データと比較した。その結果、オーロラ微細構造の南北共役性の研究に航空機観測が有効であることが示され、研究成果を学会発表した。



(a) コックピットから撮影したオーロラ



(b) DMSP画像上の対応点

図11. 旅客機cockpitから撮影したオーロラと衛星画像上の対応関係

(4) 地球観測衛星データシステム

2011年10月にオーストラリアで開催されたソーラーカーレースに参戦した東海大学チームを支援するため、気象衛星ひまわりの画像を準リアルタイムで同チームに提供した。実際の作業では、同チームのソーラーカーに搭載されたGPS端末から発せられる位置情報を熊本の宇宙情報センターで受信したひまわりの雲画像上にプロットし(図11)、同チームにインターネットで配信するシステムを構築した。この取り組みは同チームの優勝に貢献するとともに、気象衛星によって毎時捉えた広域の雲の分布画像が、ソーラーカーの効率的運用に役立つことを実証し、地球環境監視の啓蒙につながった。

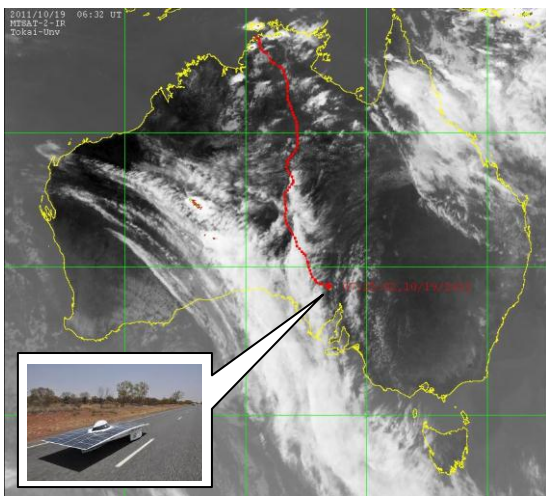


図12. 気象衛星ひまわりの画像上にプロットしたソーラーカーの軌跡(赤線)

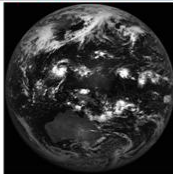
(5) 各種教材の整備

各観測系のWeb教材等を作成し、随時公開した。これにより、専門家でもなくても観測データ、画像、グラフ等に現れる現象が読み取りやすくなった。図13に今回開発した気象衛星ひまわりのWeb教材を示す。

2 観測用イメージャの観測画像

先ほど観測イメージャについて少し説明しましたが、ここでは観測イメージャに搭載されている各チャンネルについて説明します。
各チャンネル名にマウスカーソルを乗せると右に解説と画像が表示されます。

チャンネル	波長帯	空間分解能	画素数
可視	0.5~0.9 μm	1km	1024 (10bit)
赤外1	10.3~11.3 μm	4km	
赤外2	11.5~12.5 μm		
赤外3	6.5~7.0 μm		
赤外4	3.5~4.0 μm		



可視チャンネル画像

解説
可視チャンネル画像(vis)は可視の波長帯による画像なので人間が肉眼で見たイメージに近い画像です。

◀ 戻る TOP 次へ ▶

図13. 気象衛星ひまわりのWeb教材

(6) 環境教育の実践

開発した教材は、随時、大学生、中高生を対象とした環境教育の授業(図14)等で使用し、その有効性を評価した。



図14. 中学生を対象とした環境教育

2009年7月22日の日食について気象衛星ひまわりの画像上に現れた太陽の影(図15)の動きがわかるアニメーションを作成した。また西表島の環境や観測システムをわかりやすく解説するWeb教材の開発を進め、公開した。東海大学国際教育センターの授業”Observing the earth from space”という授業では、開発した教材を随時使用し、その教育効果を確認することができた。

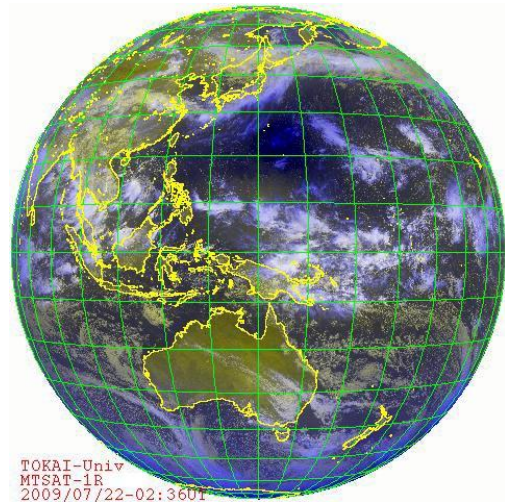


図15. 気象衛星ひまわりの画像上に現れた月の影(日本の南方)

太陽活動により、地球周辺の宇宙環境は磁気嵐などの擾乱状態に陥り、オーロラ活動が活発化するとともに、人工衛星など社会インフラに大きな影響を及ぼすことがある。図16には太陽からのコロナガス質量放出(CME: Coronal Mass Ejection)が発生して、地球に到達し、地球磁場が支配する磁気圏の中に擾乱を引き起こす概念図を示してある。このようなCMEの地球への到来の予測を、実際の事例に基づいて学生に試みてもらい、宇宙環境

の理解に役立てた。その際に、CMEが地球に到達した時刻を同定するのに役立つのが地磁気観測データである。すなわち、擾乱発生の予想時刻の検証に、地磁気データが活用できる。こうした演習は、学生の関心を高めるとともに、地磁気データの有用性を理解させるのに極めて効果的であることが確認できた。

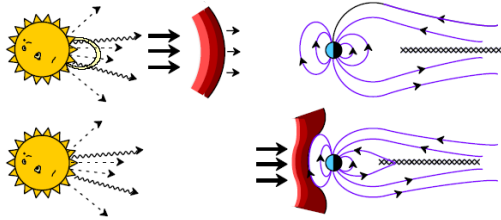


図16. 太陽から放出されたCMEが惑星間空間を伝搬して地球磁場に衝突する概念図

5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計8件)

- ①Ishida, H., T.Y. Nakajima, T.Yokota, N.Kikuchi, H.Watanabe, Investigation of GOSAT TANSO-CAI cloud screening ability through an inter-satellite comparison, Journal of Applied Meteorology and Climate, 査読有, vol. 50, pp.1571-1586, 2011
 - ②Nakajima, T.Y., T.Tsuchiya, H.Ishida, H.Shimoda, Cloud detection performance of spaceborne visible-to-infrared multispectral imagers., Applied Optics, 査読有, vol.50, pp.2601-2616, 2011.
 - ③中島孝, 長幸平, 河野裕美, 水谷晃, 崎原健, 竹下秀, 土屋拓視, 鈴木達也, 松井隆, 沖縄西表島における気象観測と雲観測の意義, 東海大学沖縄地域研究センター所報, 査読無, 西表島研究2010, 2010年版, pp.70-76, 2011.
 - ④Cho, K., Y. Mochiduki, Y. Yoshida, M. Nakayama, K. Naoki, C. F. CHEN, Thin ice thickness monitoring with FORMOSAT-2 RSI data, Proceedings of the 32nd Asian Conference on Remote Sensing, 査読無, TS1-2, pp.1-8, 2011.
 - ⑤Miyake, W., H. Jin, Near-real time monitoring of TEC over Japan at NICT (RWC Tokyo of ISES), Advances in Geosciences, 査読有, Vol. 21, pp.143-153, 2010,
 - ⑥Cho, K., K. Nishiura, A study on cloud effect reduction for extracting sea ice area from passive microwave sensor data, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 査読無, Vol.XXXVIII-Part 8, pp.1042-1045, 2010.
 - ⑦W. Miyake, T. Mukai, and A. Matsuoka, Energization of ionospheric ions around the cusp/cleft region-a short summary of recent Akebono results-, Future Perspectives of Space Plasma and Particle Instrumentation and International Collaborations, AIP Conference Proc., 査読有, Vol.1144, pp. 216-219, 2009.
 - ⑧W. Miyake, Y. Saito, M. Harada, M. Saito, H. Hasegawa et. al., Mercury ion analyzer (MIA) onboard Mercury Magnetospheric Orbiter:MMO, Advances in Space Research, 査読有, Vol.43, pp. 1986-1992, 2009.
- [学会発表] (計10件)
- ①中島孝, 土屋拓視, 石田春磨, 松井隆, 下田陽久, 松前義昭, 可視赤外イメージャーの雲判別性能に関する基礎調査(その1), 日本気象学会秋季大会, 2011.11.17, 名古屋市.
 - ②吉田裕太, 長幸平, 中山雅茂, 直木和弘, FORMOSAT-2衛星搭載光学センサによる薄氷域の氷厚検出可能性の検討, 日本リモートセンシング学会, 秋季学術講演会論文集, 2011.11.10, 弘前市.
 - ③和田大三郎, 三宅互, 地磁気じょう乱に関連した太陽風の変動要因, 第35回極域宙空圏シンポジウム, 2011.11.16, 府中市.
 - ④坂井善幸, 利根川 豊, 國分勝也, 航空機と衛星同時観測によるオーロラ微細構造, 地球電磁気・地球惑星圏学会 第130回総会及び講演会, 2011.11.3, 神戸市.
 - ⑤竹下秀, 太陽UV-B放射照度計の校正方法の検討II -長期計測におけるスペクトル補正法の有効性と課題-, 照明学会全国大会, 2011.9.17, 松山市.
 - ⑥Cho K., Challenges of capacity building in Asia, the 31st Asian Conference on Remote Sensing, 2010.11.2, ハノイ.
 - ⑦長幸平, 新岡吏, FORMOSAT-2 衛星搭載光学センサによる薄氷域の氷厚推定に関する研究, 日本写真測量学会秋季学術講演会, 2010.10.15, 函館市.
 - ⑧松井隆, 中島孝, 石田春磨, 全天雲カメラ画像およびCloudsat・CALIPSOによる雲フラグを用いた光学センサ用雲判別アルゴリズムCLAUDIA の性能評価, 日本気象学会秋季大会, 2010.10.29, 京都市.
 - ⑨K. Cho, T. Chujo, T. Tada, H. Shimoda, Development and dissemination of prototypes of web based educational material for remote sensing, 30th Asian Conference on Remote Sensing, 2009.10.21, 北京市.
 - ⑩竹下秀, 太陽 UV-B 放射照度計の屋内校正法の検討 -色補正係数の有効性と課題-, 照明

学会全国大会, 2009.8.28, 札幌市.

[図書] (計2件)

- ①長幸平, 中島孝他 (共著), 理工図書, 基礎からわかるリモートセンシング, 2011, pp. 9-11, pp. 170-173, pp. 199-207.
- ②竹下秀 (共著), 朝倉書店, からだと光の辞典, 2010, pp. 11-14, pp. 64-67.

[その他]

ホームページ等

地球情報調査プロジェクトのサイト

<http://www.tric.u-tokai.ac.jp/rsite/r2/jindex.html>

全天雲画像、気象データ公開サイト

http://izm.ns.ycc.u-tokai.ac.jp/~cloudview/index_j.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長 幸平 (CHO KOHEI)

東海大学・情報理工学部・教授

研究者番号: 90256199

(2) 研究分担者

中島 孝 (NAKAJIMA TAKASHI)

東海大学・情報デザイン工学部・准教授

研究者番号: 70408029

竹下 秀 (TAKESHITA SHU)

東海大学・総合科学技術研究所・准教授

研究者番号: 80366046

三宅 互 (MIYAKE WATARU)

東海大学・工学部・教授

研究者番号: 40359013

利根川 豊 (TONEGAWA YUTAKA)

東海大学・工学部・教授

研究者番号: 80188763

河野 裕美 (KOHNO HIROYOSHI)

東海大学・沖縄地域研究センター・准教授

研究者番号: 30439682

(3) 連携研究者

坂田 圭司 (SAKATA KEIJI)

東海大学・情報教育センター・講師

研究者番号: 50548758