

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 28日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700791

研究課題名（和文） 環境情報自動収集提供システム構築と大気・熱環境カリキュラム開発

研究課題名（英文） Construction of automated observation and data collection system for environmental data and development of the curriculum for atmospheric and thermal environmental education

研究代表者

飯野 直子（IINO NAOKO）

熊本大学・教育学部・准教授

研究者番号：80284909

研究成果の概要（和文）：

熊本県の気候区分である熊本地方，阿蘇地方，球磨地方，天草・芦北地方の環境情報を自動観測・収集・提供するシステムを構築した．越境大気汚染として黄砂現象や光化学オキシダント高濃度事象の解析を行い，熊本県の大気環境に対する越境大気汚染の影響を明らかにし，教材化した．気象データや衛星データなどを用いて熊本の熱環境を解析し，ヒートアイランド現象の教材化を行った．また，開発教材を用いて環境に関する授業を中学校で行った．

研究成果の概要（英文）：

The automated observation and data collection system for environmental data has been constructed and providing the data via the Internet. As for the long-range transport of air pollutant, Asian dust and high concentration Ox events originated from the Chinese continent were analyzed, and their impacts on atmospheric environment in Kumamoto were clarified. As for the thermal environment, heat island phenomena in Kumamoto was analysed by using meteorological and satellite data. Teaching materials for atmospheric and thermal environmental education were developed based on these results. The instruction for environmental class was proposed and some classes were performed for junior 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 | 1,500,000 | 450,000 | 1,950,000 |
| 2010年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 2011年度 | 600,000 | 180,000 | 780,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,200,000 | 960,000 | 4,160,000 |

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：環境教育，自然現象観測，映像観測，地域素材，データベース，大気汚染，黄砂，ヒートアイランド現象

1. 研究開始当初の背景

平成20年に告示された新学習指導要領では，各教科における環境教育の充実が図られている．また，理科の改善では，実感を伴っ

た理解，自然を探究する能力や態度の育成，科学的な知識や概念を活用したり実生活や実社会と関連付けしたりしながら科学的な見方や考え方を育成すること，自然に対する

総合的なものの見方を育てることが重視されている。これらのためには、子どもたちに身近な事象や地域素材を題材とした、理科や環境教育のための教材やカリキュラムが有用であると考えられる。しかし、本研究が対象とした大気・熱環境に関する教材はまだあまり提供されていなかった。また、天気変化や大気現象の実感を伴った理解には、身近な環境情報（映像資料）が有用であるが、学校現場などにおいて定点観測・アーカイブを行うシステムの展開は限られていた。

2. 研究の目的

本研究では、気象分野や大気・熱環境分野を主な対象として、身近な環境情報を観測するための簡便なシステムを開発して熊本県内外の各地に展開し、そのデータを教育や研究用の素材として提供するシステムを構築することを目的とした。また、得られたデータや外部機関によるデータを用いて主に熊本の大気環境や熱環境を明らかにし、その成果を教材化してカリキュラム開発を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 環境情報観測収集提供システム

観測地点の設置条件に応じて、ネットワークカメラ等を用いたオンラインの観測システムと USB カメラやデジタルカメラを用いたオフラインの観測システムを展開した。オンライン運用によって自動収集可能なデータについては、ライブ映像配信および自動アーカイブ・提供するシステムである。オフライン運用によって取得したデータは、適宜データ回収とデータベース化作業を行っている。

(2) 大気・熱環境解析と教材化

①黄砂現象について

黄砂の発生と水平方向の移流拡散を調べるために、2010年3月19日から21日の3時間ごとの運輸多目的衛星 MTSAT のデータを用いて 11 μm と 12 μm の熱赤外差画像

(Aerosol Vapour Index, AVI 画像)を作成し、黄砂を可視化した。AVI 画像は水蒸気と鉍物質エアロゾルの 11 μm と 12 μm における相反する吸収特性を利用した鉍物質エアロゾル検出手法であり、火山灰を含む噴煙や黄砂の検出に非常に有効である。ここでは、輝度温度差 -2.5~2.5 °C の範囲で8ビットの白黒画像を作成した。黄砂領域は AVI 値が高く、白く表示される。低気圧や前線の動きを調べるために、3時間ごとの実況天気図を使用した。黄砂気塊の地上付近での拡がりや調べたり、鉛直方向の挙動を考察したりするために、時間ごとの九州地区の浮遊粒子状物質

(SPM) 濃度分布図および数値データを使用した。

②ヒートアイランド現象について

熊本を対象として熱環境の解析を行うために、地球観測衛星 LANDSAT/TM の 1988 年 4 月 15 日、1998 年 4 月 4 日のデータと Terra/ASTER の 2010 年 4 月 29 日のデータを使用して、土地被覆分類画像、植生指数画像、温度分布画像を作成した。

土地被覆分類とは、類似するバンドの反射特性をもつ画素をグループ化する処理である。この処理を行うことによって、画像中の対象物を認識・理解しやすくなることが出来る。本研究では教師付き分類の最尤法により、TM センサのデータは1から7まで全てのバンド、ASTER センサのデータは1~3及び10~14の8バンドのデータを用いて解析を行った。分類項目は、市街地、住宅地、森林、草地、水域、水田、畑地、ビニールハウス、裸地、雲の10項目に設定した。植生指数は以下の式を用いて計算した。

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、VIS と NIR にはそれぞれ可視と近赤外バンドの DN 値を割り当てる。

植生指数画像は式(1)で計算した NDVI 値を用いて、温度分布画像は、TM センサはバンド 6、ASTER センサはバンド 14 を用いて作成した。

4. 研究成果

(1) 環境情報観測収集提供システム

熊本県の気候区分である熊本地方、阿蘇地方、球磨地方、天草・芦北地方についてはオンラインでシステムを運用している。その他の地点については、オフライン観測である。ライブ映像配信および得られたデータ（素材）の提供は以下のページで行っている。

Environmental Science & Education
<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/ese/>

(2) 大気・熱環境解析と教材化

①黄砂現象について

2010年3月19日9時30分から21日9時30分までの6時間ごとの MTSAT-AVI 画像を図1に示す。白く映っている部分が黄砂領域である。3月19日9時30分の画像に示されている中国内陸部の東経 90° ~105° 北緯 45° 付近ゴビ砂漠の北側の黄砂は低気圧の移動に伴って東に輸送された。3月20日9時30分には東経 105° ~120° 北緯 30° ~40° 陝西省西安付近、黄土高原の北側で新たに発生した黄砂気塊が合流し、黄砂気塊は大きくなった。低気圧が寒冷前線を発達させるに従い、黄砂気塊は寒冷前線の後部に連なる形で細長く姿を変えていた。3月20日21時30分に

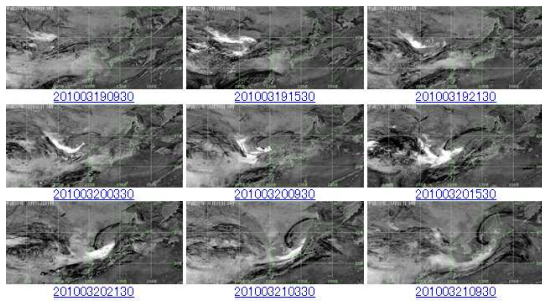


図1 MTSAT-AVI 時系列画像

は日本付近まで到達し、その後、青森県以南の日本列島を横断して太平洋上へと移流した。

九州各県の大気環境測定局での3月20日18時から3月21日18時までのSPM濃度分布図によると、SPM値は3月20日22時から九州北西部より上昇しはじめ、21日0時には熊本市、2時には鹿児島市、3時には宮崎市の測定局も環境基準の200 μg/m³を超えるSPM値を記録していた。同日7時から九州北西部よりSPM値は下降しはじめ、12時には九州各地のSPM値が環境基準値以下になった。天気図で示されている寒冷前線通過のすぐあとにSPM値は上昇していた。これは寒冷前線の後ろでは地表面に向かって吹き降ろす風があり、黄砂粒子がその風によって地表面付近まで降下してきたためと考えられる。また、MTSAT-AVI画像にみられる黄砂が九州を北西から南東へ横断する経時変化とSPM値上昇の経時変化はほぼ一致していた。

中学校における環境授業では、MTSAT熱赤外差画像を用いて可視化した黄砂の時系列画像と地上天気図を配布して黄砂の発生・水平方向の移流を調べる活動と、それらに加えてSPM濃度分布の時系列画像も見て寒冷前線付近の黄砂の鉛直方向の動きについて考察する活動を行った。二人一組で活動した。授業後に行ったアンケートより、MTSATの熱赤外差画像により可視化した黄砂の時系列画像は、中学校の環境学習教材として利用可能であることがわかった。また、衛星画像、天気図、大気環境データといった環境情報を活用して越境大気汚染の一種である黄砂現象について調べる学習は、生徒が興味・関心を持って取り組むことができる内容であり、生徒の越境大気汚染への関心や環境保全に対する意識を高めることがわかった。

②ヒートアイランド現象について

熊本の熱環境解析結果をもとに開発した教材のなかから、植生分布と地表面温度分布の経年変化を調べる教材を以下に示す。

土地被覆分類図(10項目)をもとに、都市化の進展を面的にわかりやすく表現するために、土地被覆分類画像で市街地と住宅地に

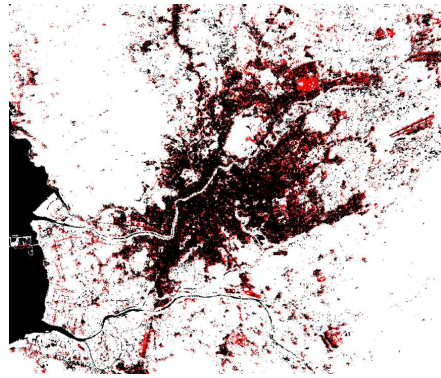


図2 1998年-2010年の都市進展図

分類された領域を抽出し、都市進展図を作成した。図2に1998年から2010年の都市進展図を示す。赤色の領域が1998年から2010年の間に都市化した場所である。黒色領域は1998年時点ですでに都市化していた場所および水面を表しており、白色領域は上述したカテゴリー以外に分類された領域である。

都市進展図で都市化した場所を探し、その場所の植生や熱環境の経年変化を調べるために、1998年と2010年の植生分布図(図3)と温度分布図(図4)を用意した。都市化した場所が各画像のどこに対応するのかをわかりやすくするために、2010年の土地被覆分類画像で市街地と住宅地以外に分類された領域を黒く塗りつぶしたマスク画像をOHPフィルムに印刷して用意した。

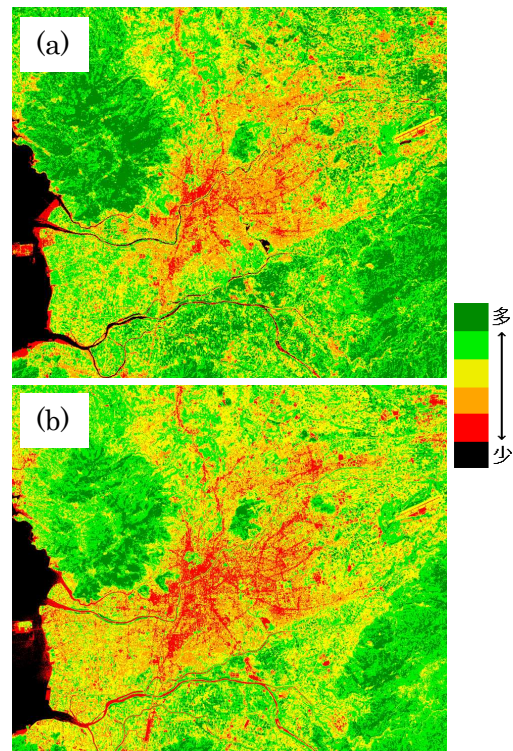


図3 植生分布画像
(a) 1998年 (b) 2010年

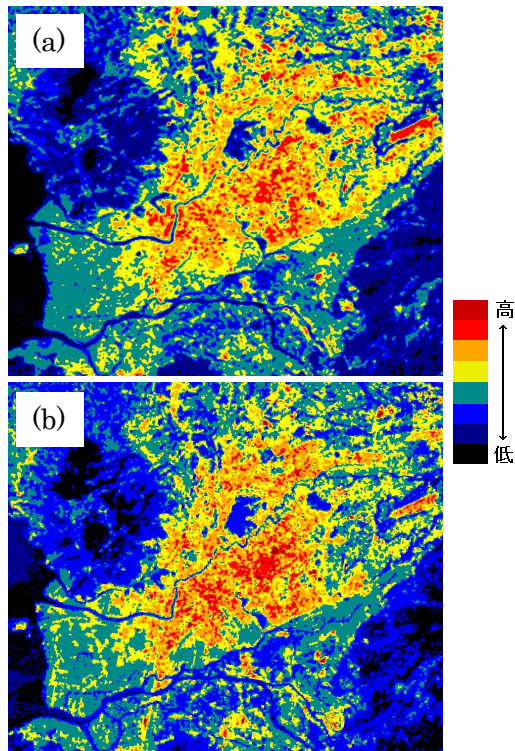


図4 地表面温度分布画像
(a)1998年 (b) 2010年

最後に、Google Earthに都市進展図をオーバーレイしたものを用いて、都市開発が行われた場所が実際にどこなのかを調べられるようにした。この教材を用いて教育学部理科専攻学生に授業実践を行い、アンケート調査を行ったところ、地域教材の有用性が認められた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

①田中均(他6名, 3番目), 地域と連携した理科授業実践(第4報), 熊本大学教育実践研究, 29,131-137,2012, 査読無

②飯野直子・金柿主税・木下紀正, 霧島新燃岳2011年噴煙の映像観測と移流解析, 熊本大学教育学部紀要(自然科学), 60, 69-76, 2011, 査読無.

<http://hdl.handle.net/2298/24564>

③正元和盛(他7名, 3番目), 地域と連携した理科授業実践(第3報), 熊本大学教育実践研究, 28, 97-105.2011, 査読無

<http://hdl.handle.net/2298/18593>

④飯野直子・平田達二郎・金柿主税, 熊本における2008年光化学オキシダント高濃度事象, 熊本大学教育学部紀要(自然科学) 59, 19-28, 2010, 査読無.

<http://hdl.handle.net/2298/17592>

⑤飯野直子・金柿主税, 火山噴煙・ガスと周

辺環境の教材化, 熊本大学教育学部紀要(自然科学), 58, 45-53, 2009, 査読無.
<http://hdl.handle.net/2298/13758>

〔学会発表〕(計9件)

①飯野直子・金柿主税, 熱赤外差画像に観る黄砂・火山灰煙, 生研フォーラム「広域の環境・災害リスク情報の収集と利用フォーラム」第21回論文集, pp.95-98.2012.3.12, 東京大学生産技術研究所(東京都).

②山中美季・飯野直子, ヒートアイランド現象の教材化, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.26 No.2, pp.59-64, 平成23年度日本科学教育学会第2回研究会, 2011.11.12, 沖縄県浦添市てだこホール.

③飯野直子・後藤将太・金柿主税, 黄砂現象の教材化, 日本地学教育学会第65回全国大会広島大会講演予稿集, pp.118-119, 2011.10.9, 広島大学(広島市).

④飯野直子・金柿主税, 2011年新燃岳噴煙活動の教材化の検討, 日本科学教育学会年会論文集35, pp.359-360, 日本科学教育学会第35回年会, 2011.8.25, 東京工業大学(横浜市).

⑤飯野直子・金柿主税, 霧島新燃岳噴煙活動のリモートセンシング, 第50回日本リモートセンシング学会学術講演会, pp.199-200, 2011.5.26, 日本大学(東京都).

⑥山中美季・飯野直子, 熊本の衛星画像を利用した環境学習, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.25 No.2, pp.125-128, 平成22年度第2回日本科学教育学会研究会(九州沖縄支部会), 2010.12.4, 熊本大学(熊本市).

⑦飯野直子・小田真莉恵・平田達二郎・金柿主税, 大気・熱環境学習プログラムのための地域素材の収集, 日本地学教育学会第64回全国大会鹿児島大会講演予稿集, pp.42-43,2010.8.21, 鹿児島大学(鹿児島市).

⑧飯野直子・金柿主税, 定点観測映像の防災・気象教育における利用, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.24 No.2, pp.45-48, 平成21年度第2回日本科学教育学会研究会(九州沖縄支部会), 2009.11.28, 鹿児島大学(鹿児島市).

⑨飯野直子, 衛星画像にみる黄砂, 第50回大気環境学会年会講演要旨集, pp.156-157, 2009.9.16, 慶應義塾大学(横浜市).

〔その他〕

ホームページ等

Environmental Science & Education

<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/ese/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯野直子 (IINO NAKO)

熊本大学・教育学部・准教授

研究者番号: 80284909