

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K02982

研究課題名（和文）実測と公的情報を活用した地域の自然災害・大気環境に関する教材開発とその手法提案

研究課題名（英文）Development of teaching materials and the technique proposal about natural disaster and atmospheric environment in region using original-measuring and public-agency-providing data

研究代表者

飯野 直子（Iino, Naoko）

熊本大学・大学院教育学研究科・准教授

研究者番号：80284909

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究で観測・実測したデータや公的機関のデータ・情報などを用いて教材開発を行い、学習用コンテンツを作成し、ホームページを作成して公開した。公開している学習用コンテンツを基に学校現場の教員が情報を最新のものに更新したり、独自の教材を作成したりする際の助けとなるように、公的機関のデータや関連情報が提供されているサイトや教材化についてまとめたファイルへのリンク、さらに教員の教材研究や児童生徒がタブレット端末等を用いて調べるときに役立つ情報へのリンクもあわせて示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究による観測画像やデータのアーカイブやインターネットを介した公開が可能となったことは、長期にわたる記録が重要である環境に関する学習や研究に貢献できる。また、多忙な学校現場の教員が地域教材の開発を行う際に本研究で開発公開した学習用コンテンツをベースとして最新情報へ更新したり、各自の地域環境に適合した教材開発を行ったりする際に有用な情報や児童生徒が調べ学習をする際に有用なサイト情報についてもインターネットを介して公開していることは、ギガスクール構想の実現にも寄与できる。

研究成果の概要（英文）：The teaching materials were developed by using the data that was observed and measured in the present study and the data provided by the public agencies. The developed study-contents for studies in the elementary school and the junior high school have been providing through the internet by making the original homepage. In the homepage, we indicate the summary of the teaching materials development and the list of the public agency data sites in order to help the teachers who want to update our contents to the latest and to develop their original contents. The useful sites for teaching material research by teachers and for information retrieving using ICT by students are also listed on the homepage.

研究分野：科学教育

キーワード：科学教育 地域教材 ICT活用

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平成29(2017)年3月に告示された小中学校の学習指導要領では、未来を拓く子どもたちに求められる資質・能力を「主体的・対話的で深い学び」によって身に付けられるような指導が求められている。これまで小中学校における理科の学習指導は問題解決の過程を通して行われており、方向性は変わらないが、今後ますます「主体的・対話的で深い学び」として科学的に探究する活動を充実したり、日常生活や社会との関連を重視した教科横断的な学習を充実したりする必要がある。児童生徒が自分事として取り組む探究的な学習を提供するためには、児童生徒にとって身近な地域の環境を題材とした地域教材開発が必要であると考えた。

近年、気象庁や環境省、様々な研究機関のサイトでは、学校教育において地域の気象や環境・自然災害などの学習で利用可能な有用な素材(データや情報)が数多く提供されている。また、学校現場におけるICT活用環境も整ってきている。探究的な学習において、児童生徒が課題解決のために必要な情報を探して利活用することによって、学習の基盤となる資質・能力の一つである情報活用能力の育成や情報リテラシーの向上にもつながると期待できる。

2. 研究の目的

そこで本研究では、児童・生徒が日常生活や他教科等との関連を実感しながら科学的に探究する学習活動のための九州を対象とした自然災害および大気環境の情報・データ収集および教材開発を行うこと。多忙な小中高等学校の教員が学習素材や教材として公的機関の情報・データを有効活用するために、公的機関が公開している情報やデータを用いた教材化の手法を提示することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 学習用素材の収集・アーカイブ

大気環境や火山活動の視覚的な情報を継続的に収集、アーカイブするために、2009年以降、九州において各地の設置条件に応じた定点観測システム(ネットワークカメラ、パソコンとwebカメラ組み合わせ、全天候型デジタルカメラ)を展開している。経年劣化による機材の故障・不具合やネットワーク環境の変化に対応するためのシステムの更新や新規観測を開始した。近年、学校現場ではタブレット端末の利用が多くなっていることから、収集した観測画像や動画編集した学習用素材を提供するためのデータベースやウェブページをタブレット端末でも利用・閲覧できるようにした。

(2) 実測・公的情報を活用した教材開発

発達段階を考慮し、微小粒子状物質に関する教材開発では、小学校段階では簡易測定を用いた実測に基づく教材開発を行った。中学校・高等学校段階としては、2020年夏季に九州や沖縄で観測された高濃度PM_{2.5}事象について、公的機関の各種情報やデータを用いて解析して教材化した。その他、本研究で観測収集した画像データや公的機関の情報、オンラインシミュレーションなどを用いながら、火山と気象の学習を活用して取り組む火山防災に資する教材開発を行った。

(3) 学習コンテンツと教材化について

大気環境や防災に関する学習用コンテンツを作成した。学校現場の教員が公的機関の情報を利用してコンテンツを最新の情報に更新したりオリジナルのコンテンツを作成するためや生徒自身が探究的に対象を深く掘り下げて調べたりできるようにするために、ソースデータや関連情報へのリンク、教材化についてまとめた資料を掲載したホームページを作成した。

4. 研究成果

(1) 学習用素材の収集・アーカイブ

視覚情報は児童生徒が直観的にわかりやすく、日常生活との関わりも実感しやすいと思われる。

本研究では観測対象や通信環境に応じて、10秒毎、5分毎、30分毎に火山や風景を観測記録している。

学校現場での利用しやすさを考慮し、観測記録した画像から1時間ごとの画像を抽出してアーカイブし、関連する気象データや情報へのリンクもあわせて示すホームページ(図1)を作成した。

また、10秒毎や5分毎に撮影した桜島や阿蘇火山噴火画像のなかから、特に顕著な噴煙活動がみられた事例については動画を作成し、素材として公開するホームページも作成、公開している。

観測	アーカイブ	気象データ
熊本県 熊本中央区 熊本大学東キャンパス Kc 熊本	熊本大学東キャンパス (ストリートビュー2011.04.09) (写真)2013.09.2007/12/29 熊本県東区 熊本県環境教育センター (公開)2015/05/17-07/19 (公開)2013/04/09-7/19 (公開)2014/05/09-10/30	気象庁 熊本地方気象台 熊本大学東キャンパス 大気・二酸化炭素
阿蘇市 阿蘇火山噴煙観測 As 熊本	阿蘇火山噴煙観測 (公開)2009/05/05	気象庁 阿蘇山 阿蘇広域
天草・阿蘇地方 阿蘇ビジターセンター Kc 熊本	阿蘇ビジターセンター (公開)2014/05/30	気象庁 本県 中県 熊本地方気象台
あさぎり町 阿蘇小学校 Ag 熊本	阿蘇小学校 (公開)2010/08/31-2011/09/30 (公開)2010/07/20-02/28	気象庁 上 人吉

図1 空画像と関連気象データ・情報へのリンクをまとめたホームページ

(2) 実測・公的情報を活用した教材開発

ここでは、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) に関する教材開発をまとめる。

小学校段階[1]

小学校理科カリキュラムから、PM_{2.5} と関係する学習内容を扱っている単元を学年ごとに抽出して分析した。13 の PM_{2.5} に関連した単元 (学習) を結びつける要素として、輸送・気象、健康・安全、自然起源、人為起源の4つの観点を抽出した。観点を、を区別しながら PM_{2.5} に関する学習の関連図を作成した結果、すべての観点が、第6学年の生命領域「生物と環境」と関連していることがわかった。そこで本単元において PM_{2.5} の教材化を行うこととした。

教材化では、以下の4つのポイントを重視した。児童が視覚的に PM_{2.5} を捉えることができる教材・教具を用いる、理科の既習事項と関連付けながら学習する、他教科と関連付けながら学習する、情報・ICT活用を取り入れた学習とする。

PM_{2.5} についての基礎的な知識を理科の既習事項や他教科と関連付けて理解すること、PM_{2.5} に関する信頼できる情報を正しく理解し、それを踏まえて自ら考え行動することができるようにすることを指導目標とした。5時間扱いの指導計画を表1に示す。

1時間目は全時間における導入の時間とする。同じ場所を撮影した視程が良い日と悪い日を比較させるための画像や PM_{2.5} が高濃度になった日の

の新聞記事、身のまわりの粒子状物質の大きさをイメージさせるためのモデル教材 (ビニールボールや紙粘土で作成したもの) を教材として使用する。2,3時間目は、PM_{2.5} がどういったものから発生しているのかということを理解させるために、PM_{2.5} や CO₂ の簡易測定器を用いた室内演示実験を行ったり、交通量の多い道路脇で実測した時系列グラフ及び測定時の道路の様子を撮影した映像などを教材として用いる。4時間目は社会科や保健体育科の学習とも関連させて、資料教材や喫煙所で簡易測定器を用いて実測したデータ、図3に示す肺と粒子状物質のモデル教材を用いる。5時間目は PM_{2.5} に関する公的機関のサイトの情報を活用して健康影響を軽減するための判断、行動ができるようになるために、PM_{2.5} に関する情報を提供しているサイトをまとめたリストを教材として利用する。

表1 指導計画

次	学習活動	学習内容	時間
1	身近にある粒子状物質について理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 同じ場所を撮影した、視程の良い日と悪い日の風景写真をみて、その違いから原因を考える。 PM_{2.5} の言葉の意味について理解する。 チョークの粉や花粉など身近な粒子状物質について理解する。 粒子状物質の具体的なモデル教材から、身近な粒子状物質や PM_{2.5} の大きさのイメージを持つ。 	1
2	PM _{2.5} がどういったものから発生しているのか理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 簡易測定器を用いて線香を燃やしたときの PM_{2.5} と CO₂ 濃度を測定する演示実験をみて、線香の煙には PM_{2.5} が含まれていること、PM_{2.5} の発生には燃焼が関係していることを理解する。 自動車の多い道路での測定の結果 (図2) から、自動車 (特にディーゼル車) の排気ガスには PM_{2.5} が含まれていること、PM_{2.5} の発生には燃焼が関係していることを理解する。 自然起源も含めて、PM_{2.5} がどのようなものから発生しているのが理解する。 	2
3	PM _{2.5} が人体にどういった影響があるのか理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 日本で大気汚染が広がっていた1960年代の写真をみて、健康への影響に気付く。 喫煙所での測定結果から、タバコの煙には PM_{2.5} が含まれていることを理解する。 タバコの煙にはたくさんの有害物質が含まれていることを知る。 肺のモデル (図3) を用いて、PM_{2.5} が肺の奥深くまで入り込む過程について理解する。 PM_{2.5} には大気汚染物質が含まれており、それが人体に悪影響を及ぼしているということを理解する。 	1
4	PM _{2.5} に関する情報を活用する。	<ul style="list-style-type: none"> PM_{2.5} は中国などの大陸からも輸送されてきているということを理解する。 タブレット端末等を用いて、PM_{2.5} に関する情報を提供しているサイトにアクセスして、そのサイトの特徴をまとめる。 PM_{2.5} 濃度が高いという様々なシチュエーションに対して、PM_{2.5} に関する情報をどのように活用して、どのような行動を取ることができるか考える。 	1

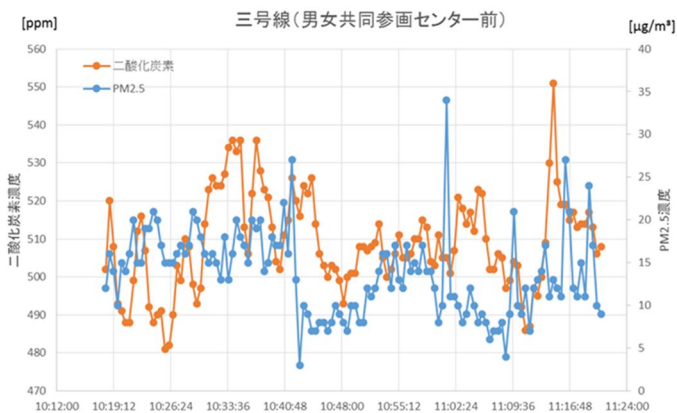


図2 PM_{2.5} と CO₂ の簡易測定器を用いて交通量の多い国道の脇で濃度を測定した結果のグラフ

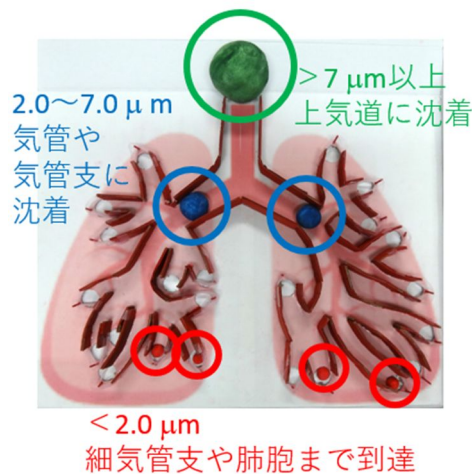


図3 肺と粒子状物質のモデル教材

中学校・高等学校段階[2]
九州では大陸からの越境大気汚染の影響を受けやすい春季にPM_{2.5}が高濃度になりやすいことが知られている。先行研究[3, 4]では九州における春季のPM_{2.5}高濃度時の気圧配置の典型的なパターンとして、「寒冷前線後方型」「移動性高気圧型」「停滞前線北方型」が示されている。一般的に夏季は太平洋高気圧に覆われて清浄な空気が支配的であることが多いが、2020年8月初旬に1週間ほど九州各地で通常よりも高い濃度のPM_{2.5}が記録されるとともに、沖縄でも8月5日に高濃度事象が発生し(図4)、マスメディアで報道された。夏季のイベントということで局地的な高濃度事象の可能性が考えられたが、図4や図5に示すように、8月2日~4日や8月6日~8日に九州の広域で同時に高い濃度になっていたことから、PM_{2.5}が長距離輸送されてきたことが原因と考えられた。しかしこの期間内の天気図(例えば図6)を確認すると、春季に高濃度となる典型的なパターンには該当していなかった。JAXA ひまわりモニタの衛星画像やエアロゾルの光学的厚さ重ね合わせ画像、天気図などを用いて総合的に発生源を調べた結果、九州のみが高濃度になった前半(8月2日~4日)のイベントは西之島起源のPM_{2.5}が主な要因であること。8月5日以降の後半については、西之島起源のPM_{2.5}が8月5日に沖縄に高濃度事象をもたらしたのち九州まで輸送されるとともに、別ルートで大陸からの輸送分も重なったことにより九州でPM_{2.5}濃度が高くなったことがわかった。そこで公的機関のオープンデータや情報を用いてPM_{2.5}の発生源を探究する学習のための教材化を行い、学習用コンテンツや教材化についての情報を次節に示すホームページ上に公開している。

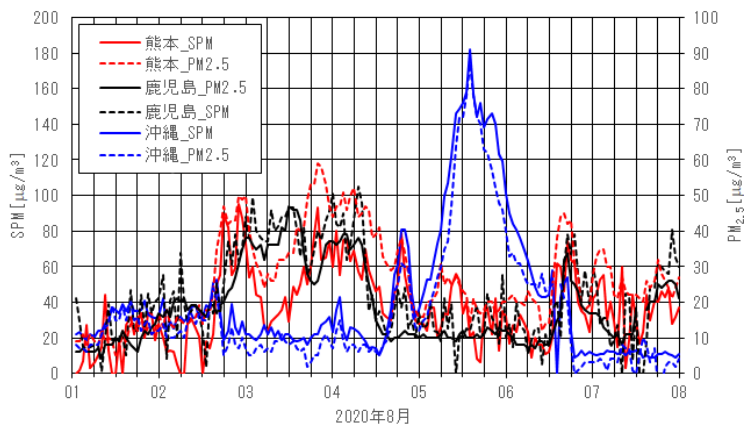


図4 2020年8月1~7日のSPMとPM_{2.5}濃度の時間変化[5]

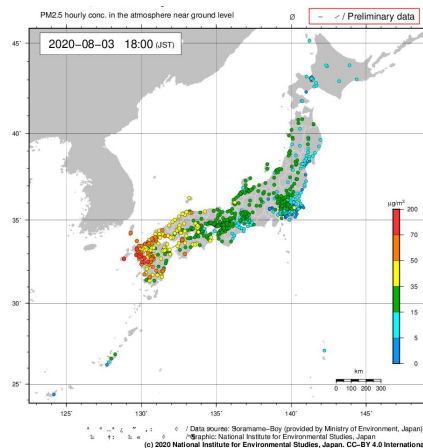


図5 2020年8月3日18時のPM_{2.5}濃度分布[6]

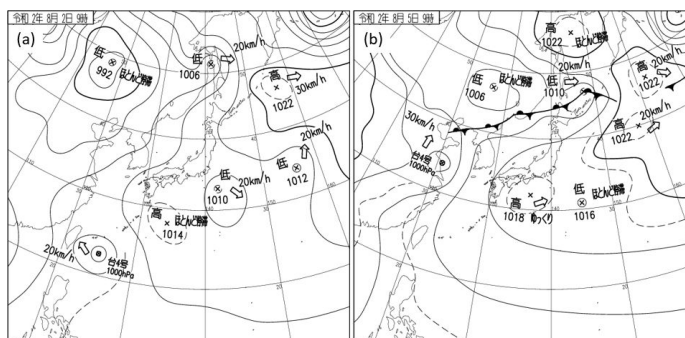


図6 9時の実況天気図。2020年8月(a)2日(b)5日[7]

(3) 学習用コンテンツと教材化について

本研究で観測・収集したデータや公的機関の情報などを用いて開発・教材化した学習用コンテンツを、ホームページを作成して公開している。ホームページに掲載してあるコンテンツをベースに学校現場の教員が情報を最新のものに更新したり、各校の現状にあわせた独自の教材化を行ったりする際の助けとなるように、公的機関のデータや関連情報が提供されているサイトへのリンクを示した。教材化についての情報をまとめたpdfファイルにもリンクした。また、教員の教材研究や児童生徒自身がタブレット端末等を用いて調べるときに役立つ情報へのリンクもあわせて示している。

<引用文献・サイト>

[1] 飯野直子・大原一馬, 小学校における微小粒子状物質の教材化, 熊本大学教育学部紀要, 67: 213-219, 2018-12-17

- [2] 飯野直子,探究学習における静止気象衛星ひまわりの利用 :2020年8月2~7日のPM2.5高濃度事象,熊本大学教育学部紀要,69:183-190,2020.12
- [3] 兼保直樹・高見明憲・佐藤圭・畠山史郎・林政彦・原圭一郎・Chang Lim-Serok・Ahn Joon-Young 九州北部における春季の高濃度PM_{2.5}と長距離輸送,大気環境学会誌 45,227-234,2010.
- [4] 兼保直樹・高見明憲・佐藤圭・畠山史郎・林政彦・原圭一郎・河本和明・山本重一,九州北部の離島および大都市におけるPM_{2.5}濃度の通年での挙動,大気環境学会誌 46,111-118,2011.
- [5] 環境省,大気汚染物質広域監視システム(そらまめ君):<https://soramame.env.go.jp/>
- [6] 国立環境研究所,環境GISそらまめ君ギャラリー:<https://tenbou.nies.go.jp/gis/realtime/soramame.html>
- [7] 気象庁,日々の天気図:<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 飯野直子	4. 巻 69
2. 論文標題 探究学習における静止気象衛星ひまわりの利用：2020年8月2～7日のPM2.5高濃度事象	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 熊本大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 183-190
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 島田秀昭・飯野直子・富永誠太郎	4. 巻 38
2. 論文標題 地域と連携した理科授業実践（第13報）	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 熊本大学教育実践研究	6. 最初と最後の頁 69-74
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 飯野直子	4. 巻 68
2. 論文標題 阿蘇火山噴煙の探究学習のための教材化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 熊本大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 93-98
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 飯野直子・島田秀昭・大久保やよい・三宅安	4. 巻 37
2. 論文標題 地域と連携した理科授業実践（第12報）	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 熊本大学教育実践研究	6. 最初と最後の頁 93-98
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 飯野直子・大原一馬	4. 巻 67
2. 論文標題 小学校における微小粒子状物質の教材化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 熊本大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 213-219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 飯野直子	4. 巻 33
2. 論文標題 桜島噴火の教材化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 69~72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.33.2_69	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 飯野直子・島田秀昭・三宅安	4. 巻 36
2. 論文標題 地域と連携した理科授業実践 (第11報)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 熊本大学教育実践研究	6. 最初と最後の頁 121-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 飯野直子
2. 発表標題 探究的な学習における大気環境オープンデータの活用について
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野直子
2. 発表標題 熊本大学初等理科教育法受講者の自然災害についての意識 主に文系学科の受講者の場合
3. 学会等名 日本理科教育学会九州支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 島田秀昭, 飯野直子, 冨永誠太
2. 発表標題 熊本大学教育学部が取り組む地域連携事業(その13)
3. 学会等名 日本理科教育学会第70回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野直子
2. 発表標題 熊本大学中等理科教育法受講者の自然災害についての意識
3. 学会等名 日本理科教育学会九州支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯野直子, 島田秀昭, 大久保やよい, 三宅 安
2. 発表標題 熊本大学教育学部が取り組む地域連携事業(その12) 熊本県天草市の中学校における理科授業実践
3. 学会等名 日本理科教育学会第69回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯野直子
2. 発表標題 最近の桜島噴煙活動
3. 学会等名 第20回大気環境学会九州支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野直子・島田秀昭・三宅安
2. 発表標題 熊本大学教育学部が取り組む地域連携事業（その11）熊本県天草市の中学校における理科授業実践
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯野直子
2. 発表標題 桜島噴火の教材化
3. 学会等名 2018年度第2回日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

学習用コンテンツ
<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/education/contentslist/contentslist.htm>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------