

令和 6 年 5 月 7 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01380

研究課題名(和文)GISとMR(複合現実)技術の併用による高校地理教育の近未来化

研究課題名(英文)Development of neo-futuristic high school geography education by using GIS and MR

研究代表者

伊藤 悟(Itoh, Satoru)

金沢大学・その他部局等・名誉教授

研究者番号：20176332

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 7,800,000円

研究成果の概要(和文)：高等学校の地理歴史科において2022年から「地理総合」が必修修化されたことを踏まえ、本研究は近未来型の高校地理教育像の具現化を目指して、新たな時代に対応した地理教育の方法等を提示することを目的としたものである。具体的には、タブレット端末やスマートフォンで容易かつ有効に活用できるGISやその教材を開発するとともに、VR(Virtual Reality; 仮想現実)やAR(Augmented Reality; 拡張現実)、MR(Mixed Reality; 複合現実) 言い換えればXR(Extended Reality/Cross Reality) 技術の積極的な導入を追求した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1990年代から様々な分野で普及してきたGIS(Geographic Information System; 地理情報システム)は、初等中等教育では十分に活用されてこなかった。そのなか、高等学校において2022年から必修修化された「地理総合」は、GISの活用が重要な柱として設定された結果、教育現場で容易かつ有効に活用できるGISへのニーズが強くなった。本研究は、それに応えるとともに、さらにその先の地理教育の方法等を開拓したものである。

研究成果の概要(英文)：Based on the fact that "General Geography" has become a compulsory subject in Japanese high schools from 2022, the purpose of this research is to present the content and methods of geography education that are compatible with the new era. Along with GIS, which can be easily and effectively used on tablets and smartphones, the concepts and technologies of VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality) and MR (Mixed Reality) -- in other words, XR (Extended Reality/Cross Reality) -- are actively used.

研究分野：地理学

キーワード：GIS AR 拡張現実 MR XR SNS 地理教育 地理情報システム

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。

1. 研究開始当初の背景

1990年代から様々な分野に普及してきた GIS (Geographic Information System; 地理情報システム) は、わが国では 1995 年、高等学校地理の教科書で取り上げられ、それ以降、教育利用についても大きな可能性が指摘され続けてきたものの、実際には初等中等教育では十分に活用されてこなかった。そのなか、度々災害に見舞われるわが国の地理教育で、防災教育の充実と GIS 利用の促進が強く訴えられ、高等学校の地理歴史科において 2022 年から必修化された「地理総合」では、GIS の活用が防災教育とともに重要な柱として設定された。その結果、教育現場で容易かつ有効に活用できる GIS へのニーズが高まった。

また、VR (Virtual Reality; 仮想現実) や AR (Augmented Reality; 拡張現実) など新たな概念・技術が登場し、その利用もスマートフォンのような高機能携帯電話により容易になりつつあった。これらの技術は、フィールドに出て現場を見ながら、その理解や背景の探求を助けるものと予想され、この種の技術が教育現場で実際に利用できれば、地理教育を大いに強化する可能性が考えられた。加えて、AR や VR を融合・発展させたものとして MR (Mixed Reality; 複合現実) の概念・技術も誕生しつつあり、それも視野に置くべき段階になった。

2. 研究の目的

本研究は、近未来型の高校地理教育像の具現化を目指して、タブレット端末やスマートフォンで活用できる教育用「ユビキタス GIS」を、VR や AR、MR 言い換えれば XR 技術も組み込みながら整備し、それを教育現場などで利用実践しながら、新たな時代に対応した地理教育の方法等を追求することを目的とした。なお、XR (Extended Reality / Cross Reality) は、VR、AR、MR の総称であり、研究計画の作成段階 (2018 年) では、ほとんど使われていなかったものの、今日、次第に知られるようになってきた用語である。

3. 研究の方法

本研究の方法を作業プロセスに即して記せば次の通りである。それらを段階的に進めつつ、必要に応じてフィードバックも行ないながら研究を展開した。

教育用「ユビキタス GIS」と教材の整備

VR、AR、MR、すなわち XR の技術と結びつけた GIS の整備や利用方法、さらには、そこで用いる教材を考案・開発する。

上記を用いた授業の実践と、その評価

主に高等学校段階における地理教育を念頭に、上記を用いた授業計画案を作成し、実際にその授業を実施し、意義を検証する。

地理教育の新たな方法等の提示・発信

GIS や XR を利用した高校地理教育の近未来的な方法等を提示し、学会のみならず教育界や一般社会に対して発信・啓蒙を行なう。

なお、本研究は、先行する科研(「地理・環境・防災教育において GIS 利用を拡大する AR 搭載システムの開発と活用」基盤研究(B)、研究期間 2016~2019 年度)から、研究計画最終年度前年度申請により採択、移行したものであるため、同先行科研での成果や課題を継承する。また、研究期間中、当初予想できなかった事態として、新型コロナウイルス感染拡大、いわゆる「コロナ禍」が生じたため、それを考慮しながら研究を推し進めた。

4. 研究成果

【AR 利用】 先行科研より教育用「ユビキタス GIS」として開発してきた GISAR システムについて更新と改良を行なった。本システムは位置情報型 AR と GIS を組み合わせたものであるが、特にユーザー(タブレット端末やスマートフォン)側で使用するアプリについて改良した。改良版に基づく地理授業の実践を福井県の公立高等学校で試みた。同校は扇状地上に位置するが、なだらかな傾斜のため、一見するだけで



図 1

は読み取りにくい扇状地地形である。そこで GISAR システムを活用した授業を計画、実行したわけである。扇状地上における諸地点の名称や標高情報を GIS で入力し、それをタブレット端末の GISAR アプリ画面（図 1）を通して実景観とともに確認することなどによって、生徒に周囲の状況を体感的に理解させる授業とした。受講した生徒の感想を聞くと、GIS アプリの利用を過半数が前向きに捉え、微妙な地形の読み取りのできた効果がうかがわれた。また、扇状地を撮影した写真の撮影地点を判読させる際、写真と地図との照合にも役立つこともわかった。

2020 年度以降、予定していた高校現場での授業実施がコロナ禍の影響により困難となったなか、大学の教科教育法の授業の中で GISAR システムの利用を実践した。制限された中での対面授業において、野外観察における AR 活用の成果を検証し、進化させようとしたものであった。結論としては、野外観察授業における AR の活用は、教材作成と実際の授業の双方に大きな効果があることを認識できた。対面授業が難しい状況下での実践であり、野外観察が実施できない事態においても Google Maps と連携する本システムの利用によって指導が可能であると判断できた。コロナ禍という過去に例のない状況下での野外観察授業の実践・検討ができたことの意義は大きかった。

ちなみに、以上のような成果に基づいて、より容易に位置情報型 AR を活用する方策も模索した。その結果、Google Maps のマイマップとストリートビューの組み合わせによって、上記授業の一部を実施できることもわかった。それらの活用を大学のフィールドワークで試みた結果（図 2）、特定のアプリをインストールすることなく使える手軽さは好評価できた。



図 2

【VR 利用】 位置情報型 AR は基本的に現地での利用に限定される技術のため、それを補うために、VR の利用も模索した。具体的には、Google が教育用に提供する Poly の TourCreator や Expeditions の活用による教材作成を試みた（図 3）。これにより、教室に用意されているパソコンの Web ブラウザを使うことにより現地に行かずに見ることができ、VR レンズやゴーグルを使うと没入感のある体験型教材が提供できることとなった。生徒の学習対象を生徒のいる位置に関係なく拡大できることは、コロナ禍など外出が規制される際に、極めて有効と言える。

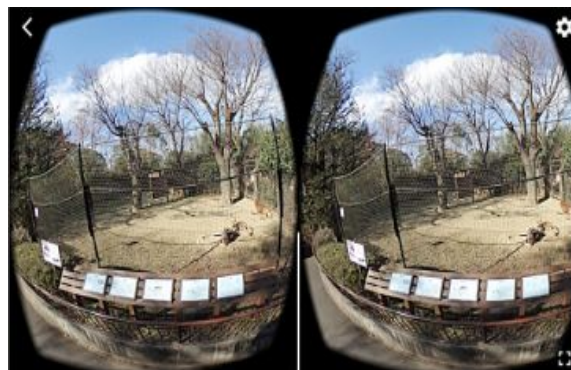


図 3

【XR 利用】 VR、AR、MRなどを統合し、現実空間と仮想空間の時空間情報を可視化するシステムを、先行科研から開発してきたが、それを運用から評価を試みた。運用期間中の一般利用者の反応を分析すると、本システムのもつ機能のうち地域学習や観光に関わるものが支持され、特に観光よりも地域学習が好評であった。地理教育における XR の有用性を裏づけるものであると解釈された。

【SNS 利用】 GIS や XR を補完するものとして、SNS（ソーシャルネットワーキングサービス）に着目し、それを活用した教材作成も試みた。そこでは、地図や写真等の画像だけでなく、動画も貼り付けることができる（図 4 左画像の上部）。選択肢形式の小テストも開設でき（図 4 左画像の下部）、教師側は全体の解答分布だけでなく、個々の生徒の解答も瞬時に確認できる（図 4 右上画像）。試験解答に関する解説への納得度などの反応も得ることができる（図 4 右下画像）。XR と併用することによって、学習を深化・定着させることができるものである。普及している SNS を使えば、特別なアプリの開発を行なう必要もなく、また既存 SNS アプリの操作に慣れている生徒も少なくないと考えられ、今後大いに活用できよう。

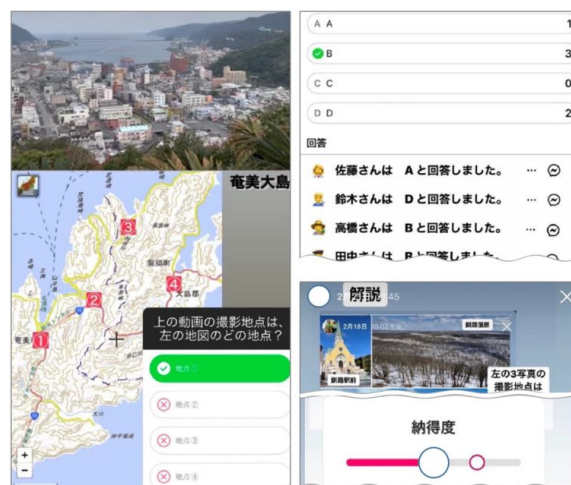


図 4

研究成果の公表・発信については学会等と連携して実施した。すなわち、日本地理学会大会での高校教員向けの講習会である「地理総合に関する講習会」や「GISに関する講習会」(いずれも2019年9月)、同学会大会の公開シンポジウム「地図・地理情報システムと地誌学習」や「新科目「地理総合」をいかに実践するか 地図・GISを中心に 」(いずれも2020年9月)などである。また、大学の公開講座等も企画した。例えば金沢大学においては、2023年4~5月、9月、2024年4月、高校生や高校教員を含む一般人を対象とした公開講座を開催し、啓蒙の機会とした。このほか地方教育委員会の求めに応じて講習会の講師等も務めた。国外に向けては地理学(地理教育)、地図学のみならず、情報科学など様々な分野の国際学会で研究成果を報告した。

本研究の研究期間中に、新型コロナウイルスの蔓延拡大が起こり、コロナ禍のなかで研究を実施しなければならない困難な状況に追い込まれた。それは高校現場での授業実践などの実施に大きな障害となったが、研究計画の調整や多くの方々の協力のもとに研究を継続・展開することができ、また、その結果として、コロナ禍のなかで拡大したりリモート授業にも対応できる方策など、予期せぬ成果をあげることができた。関係者に厚く感謝申し上げたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 伊藤 悟	4. 巻 24(4)
2. 論文標題 ユビキタスGISと防災教育 - 位置情報型ARに焦点をあてて -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 学術の動向	6. 最初と最後の頁 32-36
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 伊藤 悟・岡本莉生	4. 巻 -
2. 論文標題 地域情報提供のためのAR利用 - その類型化による考察 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本都市学会第66回大会報告要旨集	6. 最初と最後の頁 64-65
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kayoko YAMAMOTO and Ryuhei MAKINO	4. 巻 -
2. 論文標題 Spatiotemporal Information System Using Mixed Reality	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Conference on Information Science and Control Engineering	6. 最初と最後の頁 572-576
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ryuhei MAKINO and Kayoko YAMAMOTO	4. 巻 -
2. 論文標題 Spatiotemporal Information System Using Mixed Reality for Area-Based Learning and Sightseeing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computational Urban Planning and Management for Smart Cities	6. 最初と最後の頁 283-302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-19424-6_16	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryo SASAKI and Kayoko YAMAMOTO	4. 巻 8(9)
2. 論文標題 A Sightseeing Support System Using Augmented Reality and Pictograms within Urban Tourist Areas in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 381(1-18)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijgi8090381	査読の有無 有
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 井田仁康	4. 巻 24(11)
2. 論文標題 「地理総合」とは何か	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 学術の動向	6. 最初と最後の頁 10-14
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 秋本弘章・橋本雄一・河合豊明	4. 巻 24(11)
2. 論文標題 地理総合とGIS-その意義と汎用・基礎データの存続・課題と支援・実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 学術の動向	6. 最初と最後の頁 18-22
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 鶴川義弘・斉藤千映美・齋藤有季・上西玉樹・横山太郎	4. 巻 22
2. 論文標題 八木山動物公園のVR仮想現実による体験教材の作成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 宮城教育大学環境教育研究紀要	6. 最初と最後の頁 19-22
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 伊藤 悟	4. 巻 28(2)
2. 論文標題 書評：千葉県高等学校教育研究会地理部会編『新しい地理の授業 - 高校「地理」新時代に向けた提案』二宮書店	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 GIS - 理論と応用	6. 最初と最後の頁 153-155
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井田仁康	4. 巻 65(5)
2. 論文標題 「地理総合」の設立 未来志向の地理教育へ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 都市計画	6. 最初と最後の頁 104-105
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐々木諒・阿部真也・山本佳世子	4. 巻 27
2. 論文標題 言葉の壁がない観光ナビゲーションシステム	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
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 佐々木諒・山本佳世子	4. 巻 27
2. 論文標題 拡張現実とピクトグラムを利用したナビゲーションシステムの構築	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
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 井田仁康・秋本弘章・土田雅代	4. 巻 98
2. 論文標題 新科目「地理総合」をいかに実践するか - 地図・GIS を活用して -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本地理学会発表要旨集	6. 最初と最後の頁 119
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井田仁康	4. 巻 40(4)
2. 論文標題 「地理総合」総論	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地図情報	6. 最初と最後の頁 4-7
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋本弘章	4. 巻 40(4)
2. 論文標題 地図や地理情報システム (GIS) と現代社会	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地図情報	6. 最初と最後の頁 12-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14866/ajg.2022a.0_31	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井田仁康	4. 巻 63(3)
2. 論文標題 子どもたちが画定する地域区分とSDGs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 新地理	6. 最初と最後の頁 131-138
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋本弘章	4. 巻 15
2. 論文標題 地理野外観察におけるGISARとGoogle Mapsの利用の可能性 社会・地理教科教育法等における実践を基に	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 環境共生研究	6. 最初と最後の頁 113-121
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 有
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 秋本弘章	4. 巻 762
2. 論文標題 使い方で世界が変わる! 地図とGISを活かした地理授業デザイン 思考力・判断力を鍛えるツールの活かし方	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 社会科教育	6. 最初と最後の頁 26-29
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井田仁康	4. 巻 70(3)
2. 論文標題 地理学習と地理的な見方・考え方	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 新地理	6. 最初と最後の頁 82-87
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋本弘章	4. 巻 71(3)
2. 論文標題 書評: 橋本雄一編『「地理総合」とGIS教育』古今書院	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 新地理	6. 最初と最後の頁 97-98
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 池俊介・秋本弘章・青木久・牛垣雄矢・西城潔	4. 巻 70(3)
2. 論文標題 参加型エクスカージョンの試行とその課題	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 新地理	6. 最初と最後の頁 27-35
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 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 伊藤 悟・岡本莉生
2. 発表標題 地域情報提供のためのAR利用 - その類型化による考察 -
3. 学会等名 日本都市学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kayoko YAMAMOTO and Ryuhei MAKINO
2. 発表標題 Spatiotemporal Information System Using Mixed Reality
3. 学会等名 6th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koji OHNISHI, Hiroaki AKIMOTO, Yoshihiro UGAWA and Satoru ITOH
2. 発表標題 Geography Education by the Combination Use of GIS and AR; Practices in National Institution of Technology, Toyama College
3. 学会等名 International Cartographic Conference, ICC2019 Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木諒・阿部真也・山本佳世子
2. 発表標題 言葉の壁がない観光ナビゲーションシステム
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木諒・山本佳世子
2. 発表標題 拡張現実とピクトグラムを利用したナビゲーションシステムの構築
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井田仁康・秋本弘章・土田雅代
2. 発表標題 新科目「地理総合」をいかに実践するか - 地図・GIS を活用して -
3. 学会等名 2020年度日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshiyasu Ida, Satoru Itoh, Masataka Tamekuni, Yoshihiro Ugawa and Hiroaki Akimoto
2. 発表標題 Geography class development for the reading map with AR
3. 学会等名 IGU-Commission on geographical education Conference, Prague, online (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋本弘章
2. 発表標題 「地誌学習」におけるICTの活用
3. 学会等名 2022年度日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小岩直人・目代邦康・伊藤 悟・手代木功基・丹羽孝仁・天野太郎
2. 発表標題 令和6年能登半島地震による石川県内灘町における液状化の被害
3. 学会等名 日本地理学会2024年春季学術大会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 山本佳世子ほか 地理情報システム学会教育委員会 編	4. 発行年 2021年
2. 出版社 古今書院	5. 総ページ数 110
3. 書名 地理空間情報を活かす授業のためのGIS教材 改訂版	

1. 著者名 井田仁康編、秋本弘章ほか著	4. 発行年 2021年
2. 出版社 明治図書	5. 総ページ数 168
3. 書名 高校社会「地理総合」の授業を創る	

1. 著者名 秋本弘章ほか 日本地理学会 編	4. 発行年 2023年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 818
3. 書名 地理学事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究分担者	鶴川 義弘 (Ugawa Yoshihiro) (20232803)	宮城教育大学・その他・名誉教授 (11302)	
研究分担者	山本 佳世子 (Yamamoto Kayoko) (60311445)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授 (12612)	
研究分担者	秋本 弘章 (Akimoto Hirosaki) (90327015)	獨協大学・経済学部・教授 (32406)	
研究分担者	井田 仁康 (Ida Yoshiyasu) (20203086)	筑波大学・人間系・教授 (12102)	
研究分担者	大西 宏治 (Ohnishi Koji) (10324443)	富山大学・学術研究部人文科学系・教授 (13201)	

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
---------	---------