

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01716

研究課題名(和文) 個別・協調学習の往還を支援するインタラクション高度化基盤の開発と評価

研究課題名(英文) The evaluation and development of interactive learning environment for the enhancement of cycle between individual and collaborative learning

研究代表者

山田 政寛 (Yamada, Masanori)

九州大学・データ駆動イノベーション推進本部・教授

研究者番号：10466831

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,810,000円

研究成果の概要(和文)：CSCLを用いた実践や研究において指摘される大きな問題として、学習グループ内の分業状態が可視化されないことで作業に手を抜き始めるといった「社会的手抜き」などのインタラクションの低質化があった。本研究は学習者間のインタラクションを高度化することを目的に個別・協調学習の往還支援をするシステムデザイン要素の抽出、その要素に従ったシステムの開発、評価を行うことを目的とした。その結果、本研究で抽出した個人学習行動の可視化要素を踏まえて開発したシステムを活用することで、個人の学習行動が促され、成績の向上することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では協調・個人学習の往還を促進する学習環境の構築を目指した。成果として個人学習行動の可視化によって協調と個人の往還となり得ることを示した。さらにその思想に基づき、システム開発を行い、形成・実践的に評価を行った。その結果、これまで困難であった、協調学習においても個人の貢献度を可視化することで生産的なディスカッションを誘発することが可能であることを示した。情報通信技術が様々な教育組織で活用されるようになり、また協調学習を取り込んだ問題解決学習・プロジェクト学習が盛んに行われるようになった。その学習成果を高めるためのデザインとして、本研究知見は非常に有用性が高い知見を提示したと考える。

研究成果の概要(英文)：One of the major problems pointed out in CSCL practice and research has been the low quality of interaction, such as "social corner cutting," in which learners begin to cut corners on tasks due to the lack of visibility of the division of labor in the learning group. The purpose of this study was to identify system design elements that support the return of individual and cooperative learning, to develop and evaluate the system according to these elements, and to improve the interaction between learners. The results showed that the system developed based on the visualization elements of individual learning behavior extracted in this study promotes individual learning behavior and improves performance.

研究分野：教育工学

キーワード：ラーニングアナリティクス 自己調整学習 探求の共同体 社会比較

1. 研究開始当初の背景

本研究を申請した当時、アクティブラーニング導入が進むにつれ、協調学習、とりわけ CSCL が採用されていた。CSCL を用いた実践や研究において指摘される大きな問題として、学習グループ内の分業状態が可視化されないことで作業に手を抜き始めるといった「社会的手抜き (Social loafing)」(Mulvey & Klein, 1998)、や各学習者の認知処理の低下や学習成果のクオリティが安定しないことによるインタラクションの低質化 (Stahl, 2013; Rogat et al, 2013)があった。このような問題の解決策として、学習コミュニティの生産性を高める観点・評価軸である探求の共同体フレームワーク (Community of Inquiry: CoI) (Garrison, 2016)が提案され、このフレームワークに基づいた CSCL のデザイン研究が世界的に活発に行われており、本報告書執筆時でも同様の状況である。

Garrison(2016)によると、CoI フレームワークは学習の情意面に影響するとされる社会的存在感、議論の観点を提示するなど、学習成果に直接影響する認知的存在感、ルールの伝達に関わる教授的存在感の3つの存在感から構成される。社会的存在感とは「メディアを介した相互作用によって、相手がそこにいると感じられる程度」と訳される (Short et al, 1976)。例えば、絵文字の利用や他者の発言を引用する、あいさつをするというのは社会的存在感に関係しているとされ、社会心理学に関する観点である。認知的存在感とは「批判的思考能力など、高次の能力育成に関係する談話を継続させる支援、イベント、またその知的支援環境」と定義される。例えば、相手と自分の意見を統合させる発言や反論は認知的存在感に当たる。教授的存在感は「学習過程や成果を管理・監視をしながら、学習者のコミュニケーションを方向付けること」と定義される。3つの存在感により、人間関係が活性化し、インタラクションが活発になるとされる。

CSCL デザインや効果測定として有用なフレームワークとして国内外で引用されているフレームワークであるが、限界が存在した。1 つ目は個人の学習活動や理解プロセス、その影響まで検討されていない点であった。学習者個人の学習行動・理解プロセス、ならびにそれらプロセスの、CSCL による協調学習への影響について言及はされていなかった。2 つ目の問題として、協調学習の結果、個別学習へどのように反映すべきか (されたのか) 言及されていない点であった。CSCL における個人の認知に関する研究 (Dillenbourg, 1999 など)はされているが、CSCL 中のインタラクションに対する各学習者の学習行動・理解プロセスの影響と協調学習の結果から個別学習の指針等の学習のマネジメントに関するフィードバックする点まで検討はされていなかった。上記2点が CSCL デザインとして組み込まれないことによって、議論や情報共有の際に、各学習者が行ってきた作業内容の統合といった生産的なグループ活動や個人の成長においてボトルネックになり得た。たとえば個人の学習や各学習者からの質問において不明な点は放置する等、Learning ownership が低下 (Williams et al, 2011 など)し、その結果、タスク達成がなされにくい (Van Rooij, 2009 など)といった問題を引き起こす。以上の問題に対して、個別・協調学習の往還を踏まえて、CSCL 中のインタラクションの質を高める必要があり、学習計画の立案、学習モニタリング、内省といった学習者個人の学習マネジメント意識に関する SRL 理論の援用が有効な手段の1つとして考えた。そのためには CoI フレームワークの見直し、SRL の観点から個別・協調学習における学習活動や理解プロセスの可視化など社会心理学、教育心理学、情報工学など学際的な観点から CSCL デザインが求められるが、総括的な観点での研究はほとんどされていない状況であった。

2. 研究の目的

本研究は学習者間のインタラクションを高度化することを目的に、CoI フレームワークを SRL 理論から見直し、個別・協調学習の往還支援フレームワークを構成する。そしてそのフレームワークに従ってシステムのデザインモデル、ならびにシステムそのものの開発と評価を行うものであった。

3. 研究の方法

(1)心理データと学習行動、理解プロセスのデータを使用したラーニングアナリティクスにより個別・協調学習の往還支援フレームワーク、システムデザインの要素を導出する (基礎調査) CSCL におけるインタラクションの高度化を目指すにあたり、大きな課題の1つとして学習行動・理解のプロセスがその協調学習の場において把握することが困難な点である。つまり、どういったリソースにあたり、どういう解釈を行った結果、その学習成果が生成され、CSCL における協調学習の場にもどのように反映されているのか確認することは非常に困難である。それは各学習者の学習行動と理解のプロセスが可視化されないことが大きな理由の1つである。そのため、本項目では1クォーターほどの授業にてデータを収集し、個別・協調学習の往還支援のためのシステムデザイン要素の抽出を行った。

(2)システム開発と形成的評価

(1)にて構築したシステムのデザインの要素に従い、そのシステムの設計と開発を行い、形成的評価を行った。質問紙による主観的效果、機能検証を行った。量的データだけでは不明な点もあるため、被験者に対し、観察・インタビューを行う等、質的分析も行う。これらのデータを参考に機能改善や不足している機能の設計・開発を行った。

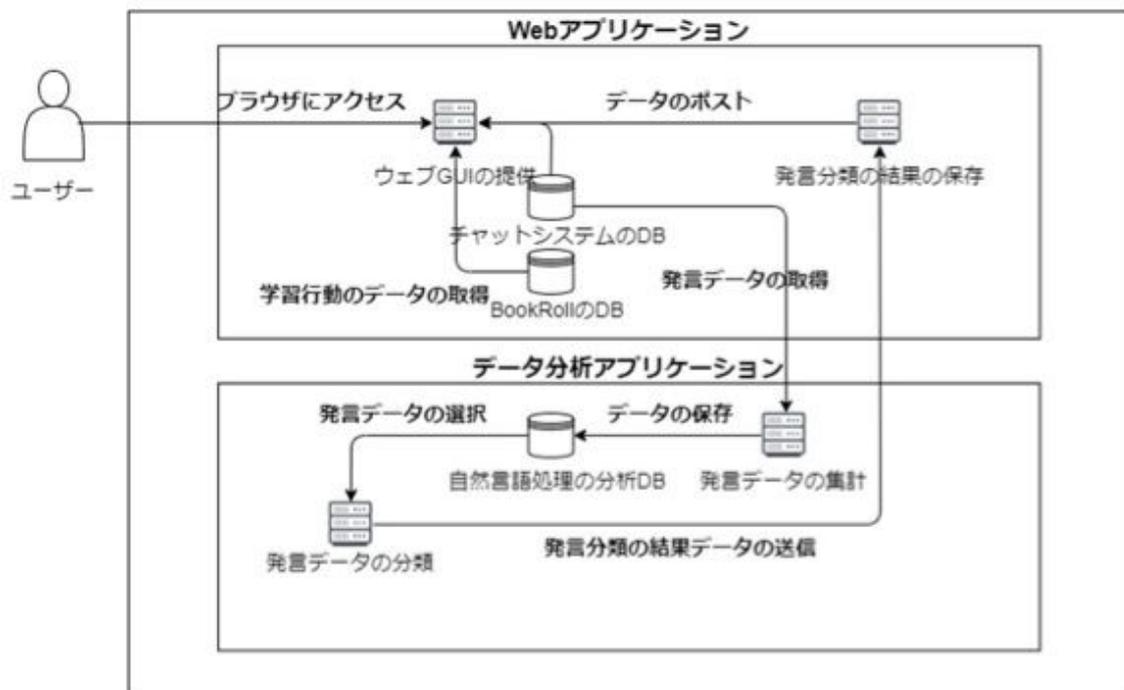
(3) 本研究で開発するシステムの中長期間の授業における効果を検証する（実践的評価）半期程度の複数授業にて実践的評価を行う。評価データは形成的評価と同様のものを採用する。授業外学習のログやアクセスしているデバイスなども踏まえ、授業で有効利用するための方法や授業デザインを検討した。

4. 研究成果

(1) システムのデザイン要素の導出

本研究では文献レビューを行った上で、ならびに自己調整学習尺度である MSLQ、デジタル教材上の学習ログ、成績との関係性分析を行った。その結果、MSLQ では自己効力感、認知的学習方略利用意識が、学習行動では次ページに行くことや、マーカーの面積が成績に寄与することが示された。続いて Col フレームワークを活用したグループディスカッション中の発言との関係性分析を行ったところ、社会的存在感を学習者が受容することで、社会的存在感に関する発言が生じ、そこから議論の生産性が高まる認知的存在感に関する発言が増加することが示された。しかしながら、グループ間にも差があることが示された。そのため発言数の多いグループ、少ないグループをそれぞれ選択し、分析したところ、デジタル教材上の学習行動において、多い方が、発言が多くなる傾向があることが示された。社会的手抜きの手先研究知見も踏まえ、グループ内における個人の学習行動の可視化が協調学習と個人学習の往還を促進する接点になると考えた。

(2) システム開発と形成的評価



(1)にてポイントとなった、グループ内の個人学習行動の可視化を行うシステムを開発すべく、上記図に従った構造でシステム開発を行った。これまで代表者が開発してきた協調学習支援システム CQCHAT に接続する形で、開発を行った。CQCHAT は学習管理システムと LTI 接続を行うテキストチャットベースの協調学習支援システムであり、学習管理システムで編成されたグループデータ、学習者データを取得し、テキストチャットとコンセプトマップの構築するシステムが統合されたものである。グループにおいて、個人のアイコンが見え、それをクリックすることで、本開発の、各人が行った事前学習行動の可視化がなされる。次の図がそのシステムの全容である。

本システムの形成的評価においては、グラフの色が赤色で見えづらいこと、時間が長ければ個人学習行動のマスの色が濃くなるが、必ずしも学習しているとは限らないため、10分以上デジタル教材を開いている場合は、学習していない可能性を示す警告文を表示するといったデータ解釈の妥当性を高める改善を行った。

- 可視化システムの使用注意事項**
- ・あらかじめBookReliにアクセスしてください
 - ・ページ読み込み待ち時間がかかる場合があります
 - ・閲覧時間のヒートマップのセルにクリックとカーソル移動してください

*長時間で複数のページを読み込むと見えなくなる可能性があります

可視化システム画面の例

The screenshot displays a user interface for a visualization system. At the top, there are navigation elements like 'ログイン' (Login), '授業中の個人学習' (Individual Learning in Class), and '授業中の授業中確認' (Check during class). Below this, there are two main panels: '個人学習・参加度の可視化システム' (Individual Learning and Participation Visualization System) and '個人学習・参加度の可視化システム' (Individual Learning and Participation Visualization System). The left panel shows a donut chart representing group member participation, with a legend for 'グループメンバー' (Group Members). The right panel shows a similar donut chart for 'グループメンバーの参加度' (Group Member Participation). Below these, there is a heatmap titled 'グループメンバーのスクライドの閲覧履歴と把握' (Group Member Slide Viewing History and Overview), showing a grid of red and white cells representing viewing activity. To the right, there is a section titled 'なぜ「教育のオープン化」?' (Why 'Education Openness'?). Callout boxes provide additional information: 'ナビゲーションバー' (Navigation Bar) explains the icons for individual learning and class progress; '授業期間選択' (Class Period Selection) explains the icon for class selection; 'BookReliの学習進捗可視化' (BookReli Learning Progress Visualization) explains the group progress icon; 'ページごとの教材閲覧履歴' (Page-wise Material Viewing History) explains the heatmap; '実践情報の確認' (Check of Practical Information) lists various icons for course details; and '読んだ時間とサムネイル' (Read Time and Thumbnail) explains the heatmap's function.

(3) 実践的評価

実践的評価では改修したシステムを用いて、各機能のログと成績、個人学習行動との関係性分析を行った。検証期間は1クォーターであった。検証した授業は主に1年生向けの教育学の授業であり、コロナ禍の影響もあり、オンラインで行われた。分析では本開発ツールの各機能の利用ログ、デジタル教材配信システム上のログ、成績である。分析の結果、各人の学習行動可視化へアクセスしている学生は事前にデジタル教材を積極的に読んできており、成績が統計的に有意に高いことが示された。また学習者はマーカーやメモといった認知的学習活動や個別学習時におけるブックマークの利用が本機能未使用の学生よりも統計的に有意に多くなることが示された。

本研究では協調学習と個人学習の往還を促進する学習環境の構築を目指してきた。(1)から(3)の成果により、グループワークであっても、自己効力感や認知学習行動への意識など、個人行動への意識が高まることといった影響が示され、個人学習行動の可視化によって協調と個人の往還となり得ることを示した。さらにその思想に基づき、システム開発を行い、形成的・実践的にも評価を行った。学習ログ分析によって、これまで困難であった、グループワークにおいても個人の貢献度を可視化することで積極的で、かつ生産的なディスカッションを誘発することが可能であることを示したことは当時の研究知見においても国内外で大変意義が高く、貢献度が高い知見と言える。

現在、情報通信技術が様々な教育組織で活用されるようになり、またグループワークを取り込んだ問題解決学習・プロジェクト学習が盛んに行われるようになった。その学習成果を高めるためのデザインとして、本研究知見は大きな貢献が可能であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Xu, Y., Chen, L., Geng, X., Taniguchi, Y., Goda, Y., Shimada, A., and Yamada, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Using a Visualization System To Enhance Students' Online Learning Participation Based on Learning Behaviors and Social Presence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE TALE 2021	6. 最初と最後の頁 399-404
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TALE52509.2021.9678817	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 Watanabe, H., Goda, Y., Shimada, A., and Yamada, M	4. 巻 -
2. 論文標題 Estimating Learning Assistance Skills Using Learning Analytics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of CELDA 2021	6. 最初と最後の頁 197-204
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 Hao, H., Geng, X., Chen, L., Shimada, A., and Yamada, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning Analytics of the Relationships among Knowledge Constructions, Self-regulated Learning, and Learning Performance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE TALE 2021	6. 最初と最後の頁 290-297
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TALE52509.2021.9678920	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 Geng, X., and Yamada, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Exploring Intrinsic Motivation Types in Augmented Reality Systems: Differences in Technology Acceptance, Learning Performance, and Behavior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE TALE 2021	6. 最初と最後の頁 405-411
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TALE52509.2021.9678759	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 Xu Yufan, Chen Li, Geng Xuewang, Taniguchi Yuta, Goda Yoshiko, Shimada Atsushi, Yamada Masanori	4. 巻 -
2. 論文標題 Using a Visualization System to Enhance Students' Online Learning Participation Based on Learning Behaviors and Social Presence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE TALE 2021	6. 最初と最後の頁 399-404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TALE52509.2021.9678817	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 Hao Hao, Geng Xuewang, Chen Li, Shimada Atsushi, Yamada Masanori	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning Analytics of the Relationships among Knowledge Constructions, Self-regulated Learning, and Learning Performance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE TALE 2021	6. 最初と最後の頁 290-297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TALE52509.2021.9678920	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 Chen, L., Yoshimatu, N., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Shimada, A., Ogata, H., and Yamada, M.	4. 巻 14
2. 論文標題 Direction of collaborative problem solving-based STEM learning by learning analytics approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Research and Practice in Technology Enhanced Learning	6. 最初と最後の頁 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s41039-019-0119-y	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 Chen, L., Inoue, K., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Ogata, H., and Yamada, M	4. 巻 25
2. 論文標題 Exploring Factors that Influence Collaborative Problem Solving Awareness in Science Education	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Technology, Knowledge and Learning	6. 最初と最後の頁 377-366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10758-020-09436-8	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 Feng, X., and Yamada, M.	4. 巻 n/a
2. 論文標題 Effects of game-based learning on informal historical learning: A learning analytics approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of ICCE 2019	6. 最初と最後の頁 505-514
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 Hamada, S., and Yamada, M.	4. 巻 n/a
2. 論文標題 Visualization of learning log of web-based application for understanding the structure of geometric proofs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of CELDA 2019	6. 最初と最後の頁 167-174
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 Taniguchi, Y., Konomi, S., and Goda, Y.	4. 巻 n/a
2. 論文標題 Examining Language-Agnostic Methods of Automatic Coding in the Community of Inquiry Framework	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of CELDA 2019	6. 最初と最後の頁 19-26
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 Ishikawa, T., Minematsu, T., Shimada, A., and Taniguchi, R.	4. 巻 n/a
2. 論文標題 Automatic Retrieval of Learning Contents Related to Quizzes for Supporting Students' Enhanced Reviews	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Companion Proceedings of 10th International Conference on Learning Analytics & Knowledge	6. 最初と最後の頁 696-698
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4件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 山田 政寛, Lu Min, 谷口 雄太, 大久保 文哉, 陳 莉, 谷口 倫一郎
2. 発表標題 多様な分析粒度を実現するラーニングアナリティクス基盤の開発
3. 学会等名 日本教育工学会2022年春季全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Goda, Y.
2. 発表標題 How to Integrate Theory, Practice, and Technology for Balanced Data-Driven and Knowledge-Driven TELL
3. 学会等名 FLEAT 2019 (International Association for Language Learning Technology (IALLT) and the Japan Association for Language Education and Technology (LET)) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田政寛
2. 発表標題 ラーニングアナリティクスによるエビデンスに基づいた授業デザインに向けて： 高等学校における実践事例,
3. 学会等名 日本教育工学会秋季全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 合田美子
2. 発表標題 Lecture 4. テクノロジーで実現する アダプティブラーニングのためのELT教材の開発と活用法
3. 学会等名 The 2nd JACET Summer(46th) and English Education(7th) Joint Seminar (Tokyo, 2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Ifenthaler, D., Isaias, P., Sampson, D.G. (eds), Watanabe, H., Chen, L., Geng, X., Goda, Y., Shimada, A., Yamada, M.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 18
3. 書名 Orchestration of Learning Environments in the Digital World (担当章タイトル: MAI Helper: Learning Support System for Time Management Skill Acquisition Using Learning Analytics)	

1. 著者名 Ifenthaler, D., Isaias, P., Sampson, D.G. (eds)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 18
3. 書名 Orchestration of Learning Environments in the Digital World (担当章タイトル: Evaluating the Spatial Continuity Effects of Augmented Reality System on Learning Performance and Psychological Factors)	

〔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	合田 美子 (Goda Yoshiko) (00433706)	熊本大学・半導体・デジタル研究教育機構・准教授 (17401)	
研究分担者	谷口 雄太 (Taniguchi Yuta) (20747125)	九州大学・情報基盤研究開発センター・准教授 (17102)	
研究分担者	島田 敬士 (Shimada Atsushi) (80452811)	九州大学・システム情報科学研究院・教授 (17102)	

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