

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H01047

研究課題名(和文) 盲ろう者の歌唱支援のための触覚フィードバック音声ピッチ制御システムの教育への応用

研究課題名(英文) Tactile feedback voice pitch control system for singing of deafblind persons and its application for education

研究代表者

坂尻 正次 (Sakajiri, Masatsugu)

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：70412963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、技術的な側面で研究が進展していたシステムを、盲ろう・聴覚障害者を対象として評価・改良し、教育・リハビリテーションの場での実用に供することのできる歌唱支援システムを構築することを目的とした。その結果として、新たな新たな触覚ディスプレイを開発し、その触覚ディスプレイを駆動させるようにプログラムを改良したシステムを構築した。さらに、視覚と触覚の併用を可能とするような音声ピッチのアナログ表示機能の付加等の機能を追加した。これらの成果により、教育の場での実用に供することのできる歌唱支援システムを完成させることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

盲ろう者は、視覚と聴覚に重複した障害を持つため、その生活や就労は大変困難な状況にあるが、特に困難なことにコミュニケーションがある。視覚障害者と聴覚障害者のための国内唯一の大学である本学においても、盲ろう障害の学生への対応は喫緊の課題となっている。本研究課題では、盲ろう者の支援の中でも歌唱の支援に着目して課題を設定した。その結果、教育・リハビリテーションの場での実用に供することのできる歌唱支援システムを完成させることができた。これらの成果は盲ろう者の支援という観点から学術的・社会的に意義のあることである。

研究成果の概要(英文)：In this research project, we evaluated and improved a system that had been researched in terms of technology for deafblind persons and hearing impairments, and developed a singing support system that can be put to practical use in educational and rehabilitation settings. As a result, we developed a new tactile display and built a system with an improved program to drive the tactile display. In addition, we have added functions such as adding an analog display function for voice pitch that enables the combined use of visual and tactile sense. Based on these results, we were able to complete a singing support system that can be put to practical use in educational settings.

研究分野：福祉工学

キーワード：盲ろう 触覚フィードバック 触覚ディスプレイ 聴覚障害 歌唱 音声ピッチ 触覚

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

視覚と聴覚の重複障害者を盲ろう者という。盲ろう者は、視覚と聴覚に重複した障害を持つため、その生活や就労は大変困難な状況にあるが、特に困難なことにコミュニケーションがある。視覚障害者と聴覚障害者のための国内唯一の大学である本学においても、盲ろう障害の学生への対応は喫緊の課題となっている。

研究代表者らは、発話に含まれるイントネーションなどの非言語情報である韻律情報の伝達を目的として、音声ピッチ情報を触覚提示するシステムを開発し、その後、盲ろう者・聴覚障害者の歌唱支援のニーズに対応するために歌唱支援システムを構築した。

このように主に技術的側面からの歌唱支援システムの開発は進められていたが、教育やリハビリテーションの場で本システムを実用に供するという面での研究は十分ではなかった。

### 2. 研究の目的

本研究では、技術的な側面で研究が進展してきた本システムを、盲ろう・聴覚障害者を対象として評価・改良し、教育・リハビリテーションの場での実用に供することのできる歌唱支援システムを構築することを目的としている。また、本研究で開発する盲ろう者のための歌唱支援システムを教育の現場に応用していくためには、盲ろう者のコミュニケーションを支援することも必要になることから、そのための機器の開発及びコミュニケーション支援の知見の蓄積も研究の目的とする。

### 3. 研究の方法

(1) 本研究課題で使用する予定であった市販の触覚ディスプレイ(点図ディスプレイ)が販売中止となったために新たな触覚ディスプレイを開発し、その触覚ディスプレイを駆動させるようにプログラムを改良し、歌唱支援システムを構築する。構築したシステムを評価し、その結果に基づきシステムに改良を施し、その評価に基づきさらに改良を加えることを研究期間中に繰り返し、教育の場での実用に供することのできる歌唱支援システムを完成させる。

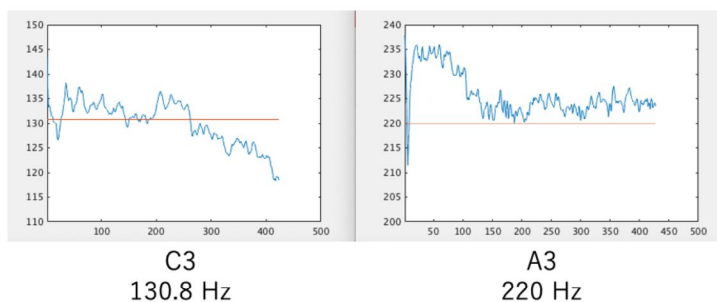
(2) 本研究課題で開発する歌唱支援システムを教育の現場に応用していくため、指点字によるコミュニケーションを支援するシステムの開発、及び、盲ろう者のための情報保障やコミュニケーション支援の知見を蓄積することもおこなった。

### 4. 研究成果

(1) 新たに開発した触覚ディスプレイは、縦 20mm、横 8mm の領域に、縦 16 行横 4 列の刺激ピンが配置されている。縦方向の刺激ピンは 1 つのピンが半音に対応している。4 列の内の左側 2 列は目標音高を提示するために用い、残りの右側 2 列は音声ピッチを提示するために用いる。目標音高の刺激ピンの位置(高さ方向)に対して、自分の音声ピッチの刺激ピンの位置(高さ方向)が一致した時に目標音高と自分の音声ピッチが一致したことになる。

当該新規触覚ディスプレイの駆動用ソフトウェアを開発した。具体的には、新規触覚ディスプレイを PC で駆動するためのソフトウェアで、PC との USB シリアル通信のデータ送受信処理を新規触覚ディスプレイ対応とすること、新規触覚ディスプレイのボタン押下操作時の信号取得処

視覚によるフィードバック



触覚によるフィードバック

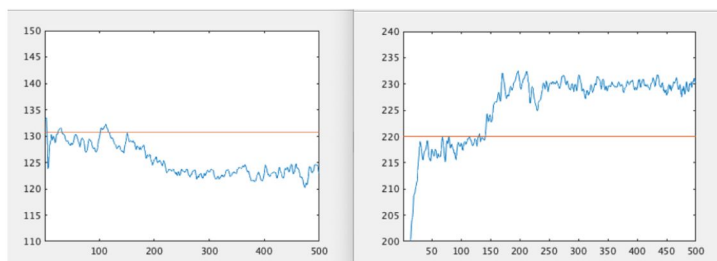


図1 視覚と触覚の併用を可能とするような音声ピッチのアナログ表示機能  
理機能の具備、その他の新規触覚ディスプレイに対応する開発・改修をおこなった。

さらに、評価に基づき研究期間中に、外部 MIDI キーボードを用いて目標音高をリアルタイムに変更できる機能の付加、ログ出力プログラムにおける経過時間及び分析音声ピッチ表示機能の付加、聴覚障害者向けに視覚と触覚の併用を可能とするような音声ピッチのアナログ表示機能の付加をおこなった(図1)。

これらの成果により、教育の場での実用に供することのできる歌唱支援システムを完成させることができた。

(2) 本研究で開発する盲ろう者のための歌唱支援システムを教育の現場に応用していくためには、盲ろう者のコミュニケーションを支援することも必要になる。そこで、指点字によるコミュニケーションを支援するために、振動子により指点字の振動パターンを生成する指点字コミュニケーション機器を開発した。

(3) 講義を受講する盲ろう者を支援するアシスタントにおける情報保障方法を改善するべく、支援者・支援対象者に対するファシリテーション方法を提案・効果検証を行った。これは、本学に盲ベースの盲ろう学生の入学したこと、情報保障に学生ボランティアが参加できるような制度が立ち上がったため、専用の支援スキーム開発・改善が急務となったことに拠る。方法としては、研究者自身がファシリテータとなり、日常のコミュニケーションあるいは情報保障の際に、双方が意見交換をしながら支援方を改善し続ける体制構築を試みた。この結果、情報伝達の方法の改善、支援者・支援対象者の距離感の改善が確認された。

(4) 2020 年度初頭の新型コロナの感染拡大にともない、その対策のために実施した本学でのオンライン授業において、盲ろう学生向けに開発した要約筆記点字出力システムを本学の盲ろう学生のオンライン授業において実践的に利用し、実践のノウハウを蓄積するとともに、そのノウハウを本学で勤務する盲ろうの事務職員の就労支援にも活用した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Masaki Matsuo, Takahiro Miura, Ken-ichiro Yabu, Atsushi Katagiri, Masatsugu Sakajiri, Junji Onishi, Takeshi Kurata, Tohru Ifukube	4. 巻 -
2. 論文標題 Inclusive Action Game Presenting Real-time Multimodal Presentations for Sighted and Blind Persons	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Multimodal Interaction	6. 最初と最後の頁 62-70
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 Takahiro Miura, Yuya Otsuka, Yuri Idesawa, Masatsugu Sakajiri, Junji Onishi	4. 巻 9
2. 論文標題 Awareness of Recurrent Education on Visually Impaired Workers: A Questionnaire Survey About Their Working Conditions and Lifelong Learning Courses	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal on Technology & Persons with Disabilities	6. 最初と最後の頁 85-109
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 Miura Takahiro, Matsuo Masaki, Yabu Ken-ichiro, Katagiri Atsushi, Sakajiri Masatsugu, Onishi Junji, Kurata Takeshi, Ifukube Tohru	4. 巻 4
2. 論文標題 GAME	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies	6. 最初と最後の頁 1-30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3432702	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 Idesawa Yuri, Miura Takahiro, Sakajiri Masatsugu, Onishi Junji	4. 巻 -
2. 論文標題 Effective Scheme to Control Multiple Application Windows for Screen Reader Users with Blindness	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems 2020	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/SMC42975.2020.9283045	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 Junji Onishi, Takahiro Miura, Takeshi Okamoto, Masaki Matsuo, Masatsugu Sakajiri	4. 巻 -
2. 論文標題 Online Communication Assistant System for Deafblind Person	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ICCHP open access compendium "Future Perspectives of AT, eAccessibility and eInclusion"	6. 最初と最後の頁 171-175
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 Takahiro Miura, Yuya Otsuka, Masaki Matsuo, Masatsugu Sakajiri, Takeshi Okamoto, Junji Onishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Improving Web Browsing Experience Using a Screen Reader for Visually Impaired Persons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ICCHP open access compendium "Future Perspectives of AT, eAccessibility and eInclusion"	6. 最初と最後の頁 23-27
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 Takahiro Miura, Toshiki Izumi, Masaki Matsuo, Masatsugu Sakajiri, Takeshi Okamoto, Junji Onishi	4. 巻 8
2. 論文標題 Reality Varied by Visions: Requirements of Immersive Virtual Reality Content for Users with Low-Vision	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal on Technology & Persons with Disabilities	6. 最初と最後の頁 170-195
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 Tanaka Toshiaki, Kato Norio, Miyasaka Tomoya, Sakajiri Masatsugu	4. 巻 5
2. 論文標題 Development of a Three-Dimensional Magnifying Visual Information Display System to Support the Daily Activities of the Visually Impaired	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of New Technology and Research	6. 最初と最後の頁 32-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31871/IJNTR.5.11.18	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 Nakada Kazuki, Onishi Junji, Sakajiri Masatsugu	4. 巻 -
2. 論文標題 An Interactive Musical Scale Presentation System via Tactile Sense Through Haptic Actuator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018 IEEE International Symposium on Haptic, Audio and Visual Environments and Games, HAVE 2018	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/HAVE.2018.8548061	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 Miura Takahiro, Fujito Masaya, Matsuo Masaki, Sakajiri Masatsugu, Onishi Junji, Ono Tsukasa	4. 巻 -
2. 論文標題 AcouSTTic: A Training Application of Acoustic Sense on Sound Table Tennis (STT)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computers Helping People with Special Needs - 16th International Conference, ICCHP 2018	6. 最初と最後の頁 3-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94274-2_1	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 Miura Takahiro, Ando Gentaro, Onishi Junji, Matsuo Masaki, Sakajiri Masatsugu, Ono Tsukasa	4. 巻 -
2. 論文標題 Virtual Museum for People with Low Vision: Comparison of the Experience on Flat and Head-Mounted Displays	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computers Helping People with Special Needs - 16th International Conference, ICCHP 2018	6. 最初と最後の頁 246-249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94274-2_34	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25件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 藪 謙一郎, 伊福部 達
2. 発表標題 重度障害者の視線入力によるライブ演奏を目指した音楽インタフェースアプリの開発
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松尾 政輝, 三浦 貴大, 藪 謙一郎, 片桐 淳, 坂尻 正次, 大西 淳児, 蔵田 武志, 伊福部 達
2. 発表標題 インクルーシブな開発体制によるアクセシブルアクションRPGの開発 ~視覚障害者・晴眼者の共同作業に着目して~
3. 学会等名 HCGシンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西 淳児, エルデネサンブー デルゲルパヤル, 三浦 貴大, 坂尻 正次
2. 発表標題 全盲者の音響VR環境の特性について
3. 学会等名 電気学会 計測/知覚情報 合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永田 優志, 安 啓一, 平賀 瑠美
2. 発表標題 聴覚障害者に向けた歌唱時のピッチの可視化訓練システムの提案
3. 学会等名 日本音響学会聴覚研究会資料 52 (1)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾 政輝, 出澤 由利, 田中 仁, 坂尻 正次, 大西 淳児, 蔵田 武志, 三浦 貴大
2. 発表標題 視覚的な二次元コンテンツの理解を促進する音触マッピングツールの開発 ~視覚障害者の行列・分数の学習支援を例にして~
3. 学会等名 情報処理学会 第18回アクセシビリティ研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡邊 大貴, 三浦 貴大, 坂尻 正次, 大西 淳児
2. 発表標題 日時調整におけるアクセシビリティ上の課題調査と解決策の提案
3. 学会等名 第31回ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂尻正次
2. 発表標題 音バリアフリーの観点から視覚障害・聴覚障害者のオンライン会議ツールの利用状況を考察する
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 片山博貴, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児
2. 発表標題 視覚障害によらず画面操作・設計を行うための触覚/力覚誘導提示方式の開発・評価
3. 学会等名 第30回ライフサポート学会学術フロンティア講演会予稿集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田 浩司, 坂井 忠裕, 齋藤 恵美子, 坂尻 正次, 大西 淳児, 清水 俊宏
2. 発表標題 読み書き困難児に対する触覚・力覚誘導提示装置による漢字指導の効果
3. 学会等名 日本LD学会 第29回大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Takahiro Miura, Sho Aita, Tadahiro Sakai, Toshihiro Shimizu, Takuya Handa, Masatsugu Sakajiri, Junji Onishi
2. 発表標題 Hold-through: Run-through of the holds on the bouldering wall through haptic/tactile guides for blind climbers
3. 学会等名 Proceedings of the 2019 IEEE World Haptics Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Miura, Atsushi Katagiri, Ken-ichiro Yabu, Masaki Matsuo, Masatsugu Sakajiri, Tohru Ifukube
2. 発表標題 Tactile display modules utilizing multilayer-bimorph piezoelectric vibrators -Their applications in tactile game controllers (TactCon)-
3. 学会等名 Proceedings of the 2019 IEEE World Haptics Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松尾 政輝, 三浦 貴大, 藪 謙一郎, 片桐 淳, 坂尻 正次, 大西 淳児, 蔵田 武志, 伊福部 達
2. 発表標題 リアルタイム多感覚提示を行うインクルーシブアクションゲーム:触覚提示付きゲームコントローラ (TactCon) を導入したゲームの開発と利用時の評価
3. 学会等名 情報処理学会 アクセシビリティ研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 出澤 由利, 三浦 貴大, 坂尻 正次, 大西 淳児
2. 発表標題 スクリーンリーダー使用者の作業効率阻害要因の実験的分析
3. 学会等名 電気学会知覚情報研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦貴大, 曾我晋平, 藤戸雅也, 松尾政輝, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束
2. 発表標題 音響VR技術を用いた視覚障害者スポーツの聴覚訓練支援: ゴールボールとサウンドテーブルテニス为例にして
3. 学会等名 第44回感覚代行シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西淳児, 中田一紀, 三浦貴大, 坂尻正次
2. 発表標題 授業環境における盲ろう学生への要約点字出力制御について
3. 学会等名 知能メカトロニクスワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 曾我晋平, 松尾政輝, 小野束
2. 発表標題 ゴールボールにおける方向を誤認しやすい投球音の分析
3. 学会等名 日本音響学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中田一紀, 大西淳児, 坂尻正次
2. 発表標題 ハプティックアクチュエータを利用した対話型音階呈示システム
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 出澤 由利, 三浦 貴大, 中田 一紀, 岡本 健, 大西 淳児, 坂尻 正次
2. 発表標題 スクリーンリーダーを使用した多重並行作業時の負荷を軽減する操作支援システムの提案
3. 学会等名 電気学会知覚情報研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂井忠裕, 坂尻正次, 半田拓也, 清水俊宏, 大西淳児, 緒方昭広
2. 発表標題 視覚障がい者のための多目的な触覚/力覚誘導情報提示システム
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂尻 正次, 中田 一紀, 大西 淳児, 三浦 貴大, 伊福部 達
2. 発表標題 盲ろう者の障害特性と歌唱支援のための触覚フィードバックによる音声ピッチ制御
3. 学会等名 電気学会知覚情報研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松尾 政輝, 三浦 貴大, 坂尻 正次, 大西 淳児, 一刈 良介, 蔵田 武志
2. 発表標題 視覚障害者のためのマッピングツール開発 : ゲーム環境から実環境への拡張
3. 学会等名 電気学会知覚情報研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大西 淳児, 三浦 貴大, 岡本 健, 松尾 政輝, 坂尻 正次
2. 発表標題 盲ろう者とのコミュニケーションのためのリモート点字出力システムについて
3. 学会等名 電気学会知覚情報研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田卓也, 三浦貴大, 久保典央, 牧野康一, 坂尻正次, 福永克己, 上田麻理
2. 発表標題 ブラインドサッカー競技中の発生音における音響分析
3. 学会等名 日本音響学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大西 淳児, 泉 隼樹, 三浦 貴大, 松尾 政輝, 岡本 健, 坂尻 正次
2. 発表標題 弱視者におけるHMD装着時の全天球映像の把握特性について
3. 学会等名 電気学会知覚情報研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂井 忠裕, 坂尻 正次, 半田 拓也, 清水 俊宏, 大西 淳児
2. 発表標題 誘導型文字提示方式によるかな文字認知の評価 : 点字の読めない盲ろう者への効果的な文字提示と情報支援を目指して
3. 学会等名 電子情報通信学会福祉情報工学研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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	大西 淳児 (ONISHI Junji)  (30396238)	筑波技術大学・保健科学部・教授  (12103)	
研究分担者	藪 謙一郎 (YABU Kenichiro)  (50626215)	東京大学・先端科学技術研究センター・特任研究員  (12601)	
研究分担者	安 啓一 (YASU Keiichi)  (70407352)	筑波技術大学・産業技術学部・講師  (12103)	
研究分担者	三浦 貴大 (MIURA Takahiro)  (80637075)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・主任研究員  (82626)	
研究分担者	中田 一紀 (NAKADA Kazuki)  (40404107)	筑波技術大学・保健科学部・助教  (12103)	削除：2018年11月27日

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