

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：32305

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02873

研究課題名（和文）音高認知習得支援のためのメディアを用いた教育手法の研究

研究課題名（英文）Research on educational methods using media to support the acquisition of pitch cognition

研究代表者

佐藤 和貴（KAZUKI, SATO）

高崎健康福祉大学・人間発達学部・講師

研究者番号：10830846

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、音高の違いを聴き取ることや音高を合わせて歌うことが苦手な学習者のための効果的な支援方法として、情報機器「本人の声質のまま音高の変更が可能な音響システム」を利用した歌唱練習方法を開発した。情報機器を活用し、学習者自身の声質のまま音高情報のみを加工し模範の音声として歌唱練習を行うことで、苦手な学習者でも円滑に音高の違いを理解することができることが示唆された。教師や他者の模範の音声では、音域や声質の違いにより模倣することが難しいケースがあるが、学習者自身の声質を模範の音声として利用することで音高の違いが判別しやすくなり苦手な学習者でも練習がやりやすくなることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来、音高の違いを理解したり音高を合わせて歌うための練習方法としては、教師の発声や楽器の音を模範として音高の違いを学ぶ形がとられてきた。しかし、苦手な学習者にとっては音域や音質の異なる模範の音から音高の違いに焦点を当てて判断すること難しかった。そこで本研究では、情報機器を活用し、学習者自身の声質のままリアルタイムに音高情報のみを加工し模範の音声とする練習方法を実践した。その結果、苦手な学習者でも音高の違いを認知しやすくなり、模範の音高に合わせて歌うことがやりやすくなる結果が得られた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a singing practice method using an information device "an acoustic system that can change the pitch of the voice without changing the quality of the voice" as an effective support method for learners who have difficulty in hearing the difference between pitches and singing at the same pitch. The results suggest that even struggling learners can smoothly understand the difference in pitch by practicing singing using the information device as a model voice with only the pitch information processed without changing the quality of the learner's own voice. In some cases, it is difficult to imitate the model voice of a teacher or others due to differences in register and voice quality, but by using the learner's own voice quality as the model voice, the difference in pitch becomes easier to discern, making it easier for even weak learners to practice.

研究分野：教育工学

キーワード：音高 音程 ピッチマッチ 歌唱練習 情報機器 ICT 模倣 自声

1. 研究開始当初の背景

従来の音楽教育において、音高の違いや合っている感覚を学ぶプロセスは、教師と学習者(人與人)の間で、お互いの発声や楽器の音を模倣して身につけていくことが一般的であった。この方法においては、音符を通じた歌や楽器の音により実施されることから、学習者の音楽経験によって練習の効率が左右される。学習者の音に対する感性が十分でない場合は、教師の意図する理解を得られないこともある。音楽教育の場面では、楽器経験の有無の差などにより様々な課題を持つ者がおり、模範として示される音に対して音の違いをうまく聞き取れないことも散見される。慣れていない他者の声や楽器の音では、聞き比べることが難しくなることが考えられる。どのような音楽経験を持つ学習者にも、音の違いが聞き取りやすい練習方法の開発が求められる。

近年、音楽教育においても情報機器(ICT)を活用した実践が研究されている。また、情報機器などテクノロジーを駆使した芸術家、メディア・アーティストの作品が広く芸術として認められつつある。その中には音の芸術表現を追求している芸術家も現れ、実世界では体験できない音の表現方法から生み出された作品が、広く社会環境に実装されてきている。これらの作品は老若男女、音楽の能力を問わず音の表現を楽しむことができ、人間としての様々な表現を表出させることができる。このような事例から、情報機器の利用は広く一般的な音楽教育にも応用していくことが可能である。メディアを活用した教育手法を研究することで、これまでの人間の音楽体験のプロセスを大きく転換する教育方法が実現できる。

我々の研究では、これまで音楽教育における技能習得上の課題について検討してきた。特にメディア・アーティストの教育手法について研究を行い、情報機器を活用した音楽表現の教育上の有効性を検討してきた。音楽経験の少ない者にとっても、技能的な負荷がなく分かりやすい音楽体験が可能となることが明らかとなっていた。反面、これまでの研究では具体的な音楽教育場面での活用方法は検討されていなかった。メディアを活用した教育手法を広く音楽教育の場面で応用できるか検討することも必要である。

そこで、これまでの研究を発展させ、音高認知の学習の課題を解決するためにメディアを活用した教育手法を開発したいと考えた。どのような人でも音高の違いが分かりやすく、練習がやりやすくなる音の表現を情報機器の活用によって実現し模範の音声として練習に応用できるようにしたいと考えた。

2. 研究の目的

従来、音高認知習得の一般的な手法としては教師の発声や楽器の音を通して学ぶ形がとられてきたが、音楽経験の少ない者に対して抽象的な音の表現を理解しやすいように伝えることが難しかった。そこで本研究では、メディアを活用し誰でも分かりやすい音の表現を実現することを試みた。教師の発声や楽器では十分に伝えることができなかった音声表現を、情報機器による音響創作で実現する。情報機器を用いた新しい音響の体験方法を開発し、音高認知習得支援の実践を行うことを目的とする(図1)。

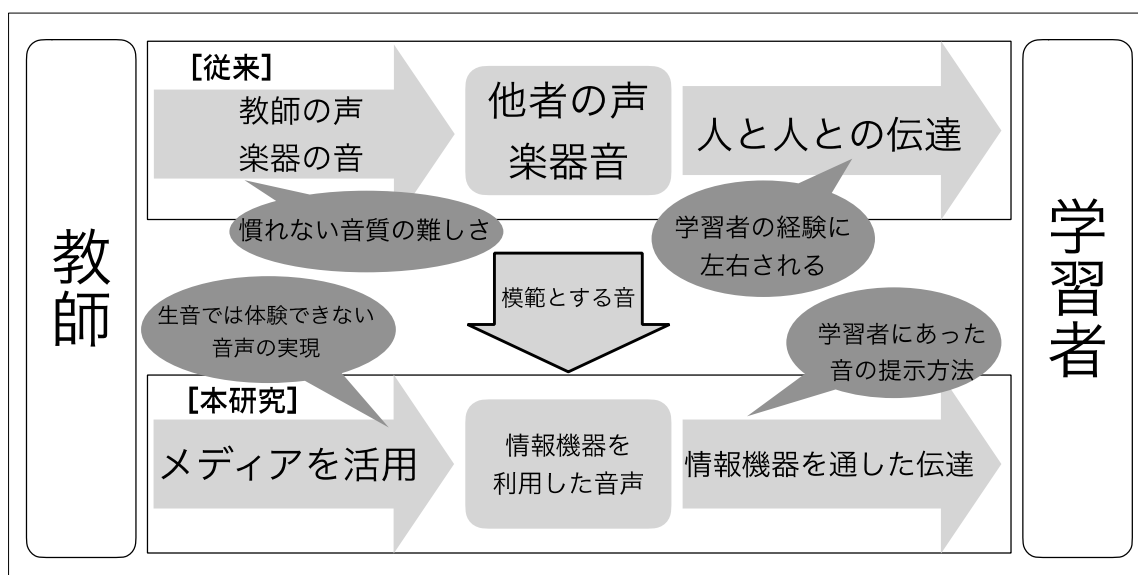


図1 音高を聞き取るための従来の練習と本研究の支援方法

3. 研究の方法

本研究では、音高認知に課題を持つ高校生や学生を対象として研究を進める。音の高さの違いを聞き取ることや意図する音高を発声するといった音高感を高める練習を行う際に、メディア・

アーティストが制作した自身の声質を加工して表現できる音響システムを用いる。

本研究では、まず自身の声質を利用する手法が音高認知の学習に役立つかについて検討した。その上で、高校生及び学生を対象にそれぞれの問題に対して具体的な練習場面を想定し、音響システムを活用した効果的な練習方法を検討した。

(1) 本研究で使用する情報機器「本人の声質のまま音高の変更が可能な音響システム」

概要

本研究で使用した情報機器は、メディア・アーティストの及川潤耶によって創作されたものである(以後、音響システムと称する)。この音響システムでは、入力された音声加工して、発音した人の声質のまま異なる音高に変換して出力することができる。自らの発音している音高を聴きながら、さまざまな音高を比較聴取することが可能となる(図2)。慣れ親しんでいる自分の声質を利用した上で、音高情報のみ変換して音声を提示することで音高の違いが分かりやすくなると考えられる。

音声表現の特徴

マイクを通して発音し音声入力を行うと、被験者の声質のまま音声ヘッドホンへ出力される。被験者の声質を変えずに発音が可能である。また、入力された音声は被験者の声質を変えずに、PC操作により任意で音高を変化させ出力することができる。声質を変えずに異なる音高を発音可能である。被験者は自身が発音している音声を聴きながら、同時にヘッドホンから出力される音声も聴くことができる。これによりリアルタイムに2音間の音高を比較し、違いを自分の声質で比べ体験できる。被験者1人で2音間の音高の違いを感じ取りながら、発声練習をすることができる。

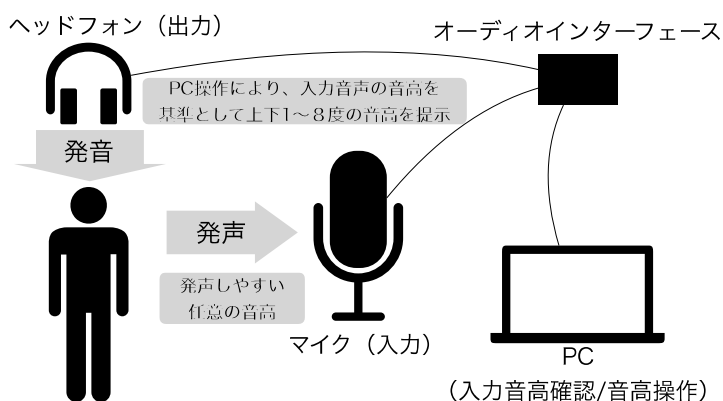


図2 システム図

(2) 研究内容

音響システムを活用した音声表現の検討

音響システムを活用し自身の声をどのようにフィードバックすることが効果的か検討する。「同一の音声によるフィードバック」、「疑似的な共鳴音響空間でのフィードバック」、「時差によるフィードバック」という3つフィードバックの方法を用いて実践を行う。実践を通して音の聴き取りやすさ、理解しやすさにどのような違いがあるかについて効果を確認する。

高校生を対象とした支援方法の検討

音楽科の学習指導要領に示されている内容から、「他者との調和を意識して歌う技能」として示されている音の高さの学習に焦点を当てた実践を行う。従来の教師との音の模倣のやりとりでは効果的に学習が進まなかった高校生に、音響システムを活用して学習者自身の声質のままさまざまな音程を再生する方法の有効性が見られるか検討する。

保育者志望の学生を対象とした支援方法の検討

音高感に苦手意識のある保育者志望の学生を対象に、音響システムを活用した具体的な練習方法を検討する。音高を合わせて歌うための音高再生技能を学習するための練習として、音響システムの音声表現を活用した方法に効果が見られるか確認する。

①～③の結果をまとめ、音響システムを用いた練習方法が音高認知習得支援の手法として効果が見られるか有効性や問題点について考察する。

4. 研究成果

(1) 音響システムを活用した音声表現の検討

研究協力を得た学生39名(男性4名、女性35名)に、音響システムを利用し「同一の音声によるフィードバック」、「疑似的な残響音響空間でのフィードバック」、「時差によるフィードバック」の3つフィードバックの音声表現方法を体験してもらった(図3)。それぞれの方法が、学習しやすいかどうかアンケートを通して評価してもらった。

「同一の音声フィードバックシステム」に対する評価は、自分の声だと分かりやすいという評価が多くあった。また、ハーモニーを分かりやすく感じ取れることや、綺麗に響きを感じることができるという意見があった。音響システムを利用することで、和音の響きをより感じ取りやす

くなることが伺えた。自分の声質で2音間のハーモニーを聴く体験は、慣れている自分の声であるため響きの特徴を感じ取りやすくなると考えられた。自身の声質そのままのフィードバックを与えることが、音に対する感性を高めるきっかけとなることが示唆された。

「疑似的な残響音響空間でのフィードバック」は、学生によって意見が分かれる結果であった。残響の有無が音高感の習得に有効かどうかは、人により聴きやすさの感じ方が大きく分かれるため個人差が大きいことが分かった。聴き取りやすさの違いは学習者の音楽のレベルによるものなのか、経験の差によるものなのか、また音色に対する感性の違いによるものなのか、今後明らかにしていくことでより効果的に音高感を身につけることができるようになるものと考えられる。

「時差によるフィードバック」では、同時に聴こえる手法の方が良いと回答している学生が多かった。しかし、時差があった方が良いとする回答も少なくなく、学生によって捉え方に差が見られた。時差による音声のフィードバックが音高認知習得に対し有効に機能する可能性があるか、実践の継続により再度検証することが必要である。

これまでの音楽教育の手法では、教師の模範唱による音高の提示方法が、学習者の音楽経験等の差によって意図したように伝わらないことが問題であった。しかし、メディア・アーティストが創作する情報機器を活用した音声表現は、これまでの学習方法では不可能だった学習者自身の声を様々な音程でリアルタイムにフィードバックすることを可能にした。結果、自分の声を通して音の重なりを聴くといった経験を体感することができ音高の学習に効果があることが示唆された。また、残響や時差については、学生の好みが変わる結果となった。このことは画一的な手法ではなく、個に応じた様々なフィードバックが必要であることを示唆していると思われる。本実践で用いた音響システムのように情報機器を活用すればこれまでにできなかったフィードバックを与えることが可能になる。それにより学習者の実態に応じた感受しやすい音声表現も選択できるようになる。情報機器を活用し、個に合わせた指導をしていくことで効果的に学ぶことが可能になると考える。



図3 実践の様子（筆者）

（2）高校生を対象とした支援方法の検討

音響システムを活用し学習者自身の声質のままさまざまな音程を再生する方法が、音楽科学習指導要領における「他者と音を合わせて歌う技能を身につける」から、自分の歌っている音の高さを意識して歌う技能に焦点を当てた練習方法として効果が見られるか検討した。対象は、教師との音の模倣のやりとりでは練習が円滑に進まなかった高校生20名（男子12名、女子8名）である。

教師（男声）との練習では発音できなかった音程のあった10名の生徒に対して行った音響システムの練習では、男子生徒1名を除いて9名の生徒は発音できるようになった音程が増えた（図4）。生徒個々の実態によって効果に差はあるが、教師との練習では学習が進まなかった生徒に対して、練習方法の一つとなる可能性があると考えられる。しかし、1名の男子生徒の事例ではそもそも生徒の発声技能の実態によっては効果が見られない場合もあることも確認できた。

また、教師と声域が異なる生徒の発声に対して効果が見られた。模範とする声の声域が異なると聴き取りにくさを感じる場合があるが、自分自身の声を模範とすると発声のイメージを掴みやすく、分かりやすいという意見が多くあった。音響システムによる練習は、男声と女声の違いを取り払い、自分の声質のまま音程の変化のみに集中して聴くことができることが分かった。そのため、模範の発声に対して音高のみに注意を限定して聴き取ることができたことが、教師の発声よりも理解がしやすくなった要因と考えられた。教師との練習では効果が見られなかった学習者に対して、音響システムを活用した学習者自身の声質のままさまざまな音程を再生する方法による練習が効果的であることが示唆された。



図4 実践の様子（高校生）

本実践では事前に男声教師による模範の音声で練習を行ったが、音響システムの練習は、特に声域の違いによる音高の違いを感じやすい女子生徒の発声に対して効果が見られた事例が多かったことに加え、男声で1オクターブ低く歌ってしまうことが癖になっている男子生徒の発声に対しても効果が見られた。他者と声を合わせる際、女子生徒にとっては、男声の音域との違いが課題であること、同じ男声同士の練習だったとしても、オクターブ低く歌ってしまうことが癖になっている生徒には、自分自身の声を模倣する方が発声しやすくなることが、検証結果から読み取ることができた。教師の声域を問わず、音域の違いによる練習のやりにくさがある場合に特に効果があると考えられた。

(3) 保育者志望の学生を対象とした支援方法の検討

子どもの音楽表現を支援する保育者にとって、歌の模範を示すことや声を合わせて歌う技能など、正しい音高で歌うための音高再生力が重要な能力の一つとなっている。こういった音高感に苦手意識のある学生(女性2名/学生AB)を対象に、音響システムを活用した練習方法を検討することとした(図5)。音高を合わせて歌うための音高再生技能を習得するための練習方法として効果が見られるか、教育実践とアンケート調査を行った。

学生Aは、実践前の実態や学生の記述から、聴いた音高をすぐに声に出すことができないことに苦手意識を持っていた。また、相手の声質が違うことにより音の雰囲気や響きを掴むことができず、発声すべき音のイメージを得られないことも課題となっていた。しかし、音響システムによる練習では、自身の音声フィードバックを通じた自分の声質との比較であることから、音高の違いを理解しやすくなったことが伺えた。自分の声質による模範の音声を基準として聴き取ることを通じて、発声すべき音高をより詳細にイメージすることができたことにより、音の響きの違いを比較しやすくなったことが考えられた。

学生Bは、音響システムによる練習では、模範の音声を聴き取った際に耳から聴こえる自分の声と同じ音に聴こえるため、合わせやすくなったことがアンケートの記述から伺えた。教師との練習の場合は、違いを聴き取ることはできるが声域が異なる音声から音高を合わせることは難しかった。反面、音響システムによる自分の声質による模範の音声は、自ら発声している音高を調整する際に、同じ声質であることから、比較する音声の意識的な対象が音高に絞られることで、音の距離感がより分かりやすくなったと考えられた。そのほか、音響システムの練習後には自身の声質による模範の音声がなくとも、自らの音高再生力のみで意図する音高を歌うことができるようになった。このことから、音高を合わせて歌うことが苦手だった学習者でも、音響システムの練習によって具体的な音高に対するイメージを発現させることができることが考えられた。声を合わせて歌うといった音楽教育上の音高再生力向上のため練習として、音響システムによる練習が効果的であることが示唆された。これまでの教師と学習者による声の模倣による練習方法では、男声と女声の音域の違いによって記譜音と実音が異なり、1オクターブの音高差があることが、苦手意識のある学習者にとって音を合わせる難しさを感じる原因の一つとなっていると考えられる。しかし、本実践を通して、情報機器を活用した自分の音声による練習方法が、男声と女声の声質の違いによる聴き取りの難しさを取り払い、他者と声を合わせて発声するための音高再生力を高める練習方法の一つとなることが示唆された。

今後の課題としては、今回の実践では2名の学生への実践に留まったため、今回の実践の方法についてより普遍的な結果を得る必要があることから、より多くの対象へ研究の幅を広げ、実践データを比較していく必要がある。

特に、本実践では、実践者が男声であったため、指導者が女声教師の場合も検討する必要がある。また、指導対象が女声に限られたことから、男声の学習者にも同様の結果が得られるか検証していきたい。本実践では学習者がうまく音高を合わせられない可能性として異なる性による声質の違いを挙げたが、こういった発声技能の課題は年齢や発達段階によっても個人差があると思われる。今後は、声帯の発達が見られる小中学生の学習者を対象にも実践を行うことで、音響システムの練習方法の可能性が広がっていくと考える。



図5 実践の様子(学生)

(4) 今後の課題

本研究を通して、メディア・アーティストの音響創作技術が、情報機器を活用した音高認知習得支援の一つの方法として効果的な手法となることが分かった。しかし現在、情報機器を活用した学習には、専門的な人的環境や機材が必要であり広く一般に教育環境が普及していると言えない。今後は、誰でも容易に操作でき学校現場等に実装可能な機材による音響システムに調整し、無理なく容易に使用できる環境を整えることが必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 佐藤和貴 , 佐藤克美 , 渡部信一	4. 巻 22
2. 論文標題 情報機器の音声表現を活用した音高再生力向上のための実践的検証 音程を合わせて歌うための練習場面を想定して -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 高崎健康福祉大学紀要	6. 最初と最後の頁 33-41
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 佐藤和貴	4. 巻 27
2. 論文標題 情報機器を活用した支援方法による高校生の歌唱表現技能の向上 「他者との調和を意識して歌う技能」から音の高さに焦点を当てて	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 学校音楽教育研究	6. 最初と最後の頁 1-12
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 Kazuki Sato , Katsumi Sato , Shinichi Watabe	4. 巻 13
2. 論文標題 Field Survey Report on Media Artists' Works and Their Educational Methods	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The 13th Asia-Pacific Symposium for Music Education Research-Exploring Possibilities and Alternatives in a Changing future- Proceedings Virtual Conference on 18-19 September 2021	6. 最初と最後の頁 434-440
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 佐藤 和貴 , 佐藤 克美 , 渡部 信一	4. 巻 20
2. 論文標題 情報機器を活用した音声表現が学習者の音高認知能力に与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 教育情報学研究 第20号(2021)	6. 最初と最後の頁 59-65
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 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8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 佐藤和貴
2. 発表標題 本人の声質のまま音高の変更が可能な音響システムを利用した学習者の音高再生力の変容
3. 学会等名 日本学校音楽教育実践学会第28回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤和貴 , 渡会純一 , 佐藤克美
2. 発表標題 自身の声質による模範練習の音程感覚についての有効性
3. 学会等名 日本音楽教育学会第54回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 KAZUKI SATO・KATSUMI SATO・YOKO USUI
2. 発表標題 Effect of Listening Practice Using an Acoustic System That Allows Changing the Pitch While Maintaining the Learner's Own Voice Quality
3. 学会等名 The 14th Asia-Pacific Symposium. for Music Education Research (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤和貴
2. 発表標題 情報機器を活用した音声表現によるソルフェージュ能力獲得支援の研究
3. 学会等名 日本音楽表現学会第20回(ソナーレ)大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤和貴
2. 発表標題 情報機器を活用した支援方法による歌唱表現の技能の取得 -情報機器による音声表現の有効性 -
3. 学会等名 日本学校音楽教育実践学会第27回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤和貴
2. 発表標題 情報機器を活用した音声表現による教育実践 - 音程感に関わる聴取と歌唱に焦点を当てて -
3. 学会等名 日本音楽教育学会第53回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazuki Sato , Katsumi Sato , Shinichi Watabe
2. 発表標題 Field Survey Report on Media Artists' Works and Their Educational Methods
3. 学会等名 The 13th Asia-Pacific Symposium for Music Education Research (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤和貴
2. 発表標題 情報機器を活用したソルフェージュ能力支援の手法に関する研究-メディアアーティストの教育手法を用いた実践-
3. 学会等名 日本音楽教育学会第52回大会
4. 発表年 2021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	佐藤 克美 (Sato Katsumi) (40611182)	東北大学・教育学研究科・准教授 (11301)	

	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
研究協力者	渡部 信一 (Watabe Shinichi)	東北大学・教育学研究科・名誉教授 (11301)	
研究協力者	及川 潤耶 (Oikawa Jyunya)		SONIFIDEA LLC ZKM (Center for Art and Media in Karlsruhe) 客員芸術家
研究協力者	薄井 洋子 (Usui Yoko) (50756046)	宮城大学・事業構想学群・助教 (21301)	
研究協力者	渡会 純一 (Watarai Yoshikazu) (30438543)	東北福祉大学・教育学部・准教授 (31304)	

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