

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H04500

研究課題名(和文) 視覚障がい者の四感覚と支援システムの環境センシングによる手段的日常生活活動の支援

研究課題名(英文) Support of instrumental daily life activities based on the four senses of the visually impaired and the environmental sensing of support systems

研究代表者

滝沢 穂高 (Takizawa, Hotaka)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：40303705

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障がい者との議論の中で、普通の生活を送る上で様々な苦勞をした経験があることを伺った。そこで本研究では視覚障がい者の生活活動を支援するシステムの開発を行った。具体的には以下の3つの研究をすすめた。(1) スマートフォンカメラと深層学習を用いた椅子、階段、靴下、ハンカチの認識支援システムの開発、(2) 監視カメラとYOLOを用いた白杖使用者の監視システムの開発、(3) 触覚錯覚デバイスを用いた歩行誘導システムの開発。これらの研究成果を電子情報通信学会の研究会やIEEEの国際会議で発表し、受賞した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚障がい者の普段の生活を支える支援システムの開発は、彼らのQOLを向上させることに繋がり、福祉の観点からの社会的意義は高い。また、福祉と工学、特に最近急速に進歩している深層学習との組み合わせによるシステム開発は学際的な意義が高い。

研究成果の概要(英文)：During discussions with visually impaired persons, we learned that they had experienced various difficulties in a normal life. In this study, we developed several systems to support the visually impaired in their daily activities. We conducted the following three studies. (1) Development of recognition support systems of chairs, staircases, socks, and handkerchiefs based on smartphone cameras and deep learning, (2) Development of a monitoring system for a white cane user using a surveillance camera and YOLO, and (3) Development of a walking guidance system using a tactile illusion device. These research results were presented at IEICE workshops and IEEE international conferences.

研究分野：福祉工学

キーワード：視覚障がい者 支援システム 深層学習 スマートフォン 監視カメラ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界保健機関によると、2017年現在、視覚障がい者の数は約2.5億人で、その多くは白杖を使って生活していると言われている。白杖の障害物検出範囲を拡大することを目指して、レーザや超音波などを用いた障害物検出システムの開発が1960年代から進められてきた。これらのシステムは障害物の有無を検出することはできるが、その物体が椅子なのか机なのか一体何であるのかを認識し、視覚障がい者に情報提示することはできなかった。この問題に対し、1990年代からカメラやパターン認識技術を使って道路標識など定形な物体を認識するロボットシステムなどが提案され、さらに2010年代以降、Microsoft Kinect などのセンサーや深層学習などの学習理論の発展により、椅子や階段、商品パッケージ、紙幣などより多くの物体を認識するモバイル型の支援システムが提案された。これらの従来研究は新規性があり、推進していく価値があるが、その一方でロボットやセンサー、学習理論といった技術シーズの応用例という開発者目線の研究になりがちで、視覚障がい者のニーズに対して、彼らが出切る事と出来ない事を整理した上での支援というユーザ目線の研究にはなっていないという問題があった。

2. 研究の目的

本研究では、視覚障がい者が自身の四感覚(聴覚, 触覚, 嗅覚, 味覚)と環境に関する知識をフル活用して環境認識し、それでも分からない情報をカメラなどによる環境センシングで補完することによって、旅行や物探しなどの手段的日常生活活動(以下, 生活活動)を協働して実施し、その目的を達成することを支援するシステムを開発する。

3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するために、下記の研究項目(ア)と(イ)によって協働型の支援システムの開発をすすめ、さらに(ウ)の使用者実験によって提案システムの有効性を明らかにする。

(ア) 視覚障がい者との協働に基づく環境センシング技術の開発: 本研究を始める第一段階として、さまざまな生活活動の中から視覚障がい者の必要性が高く、また環境センシング技術によって現実的に達成可能なものを、視覚障がい者や関係者などとの協議を通して選択する。その際、視覚障がい者と支援システムの役割分担を明確にし、前者がどこまで問題の範囲を限定すれば、後者が解決できるのかを規定し、その指針に沿って支援手法を開発する。

(イ) 視覚障がい者に特化した情報伝達技術の開発: 従来から視覚障がい者用のユーザインターフェースの開発も進められており、ブザーや振動素子などが利用されている。しかし、これらは障害物の有無だけを提示するもので、環境や物体を認識した結果を提示するという我々の目的には使えない。視覚障がい者は晴眼者のような速度で機器から情報を読み取ることはできないので、認識した結果を五月雨式に提示するインターフェースでは役に立たない。そこで視覚障がい者もある程度は周辺の状況を把握できると仮定し、その場で要求したい支援をシステムに指示し、システムは必要最小限の情報だけを提示する視覚障がい者駆動型のインターフェースを開発する。

(ウ) 使用者実験によるシステムの性能評価: 提案手法を評価する実験方法と評価方法を共同研究者などと協議しながら設計し、評価実験を実施する。

4. 研究成果

本研究では視覚障がい者の生活活動を支援するシステムの開発を行った。具体的には以下の各項目について研究をすすめた。

(1) 椅子： 歩き疲れたとき等に座って休むことができる物体である。深層学習と画像前処理最適化技術であるマルチチャンネル化(これは我々の独自技術である)とを組み合わせた画像認識手法を開発し、椅子を撮影したカラー画像に適用する実験を行った。

(2) 上り階段： 直上の階への移動には階段を使うことも多いと伺った。椅子認識の手法をベースとし、特に汚れや破損の多い屋外の階段も正しく認識できるように 前処理フィルタに工夫を加えるなどの改良を行った。屋内外の階段を認識する実験を行った。

(3) 靴下とハンカチ： 自分の部屋などで放置した靴下やハンカチの場所が分からなくなることがあり、システムの支援が欲しいとのことであった。本研究でも 深層学習とマルチチャンネル化とを組み合わせた手法を適用したが、靴下とハンカチの複数の物体を認識対象とするところが前述の二つの研究との差で、複数のクラスを一つの評価値で評価できる macro-F 値を新たに導入した。実験室環境で、靴下とハンカチを認識する実験を行った。

(4) 監視カメラ映像からの白杖使用者の認識手法の開発： 白杖使用者と健常歩行者が混在するシーンを撮影したビデオ映像を、深層学習の一種であるYOLOに入力することによって認識する手法を開発した。この研究では幾何学変換や色変換、重置処理などの画像前処理を適用することによって認識精度が向上することを確認した。

(5) 触覚錯覚デバイスを用いた誘導システムの開発： 特定の方向に引っ張られているような触感を発生させる小型デバイスを白杖に装着し、誘導するシステムを構築した。提案システムと通常の白杖によるユーザ実験を行い、より正確に誘導できることを確認した。

(6) 線画作図支援システムの開発： 視覚障がい学生や教員にとって線画の作成は難しい作業の一つである。これまでも線画作図を支援するシステムは提案されてきたが、書き直しができなかつたり、触って確認することができなかつたりなどの問題があった。本研究では、Lensen Drawing Kitという面ファスナーに毛糸で作図するツールを使って作成した図形をカメラ撮影し、事前に用意したテンプレートを、まずRANSACによって粗当てはめし、次にテンプレートの制御点を微小移動し、図形全体をアフィン変換することによって精密当てはめする2段階手法によって、作図図形を整形するシステムを提案した。実際の作図画像に適用し、有効性を確認した。

これらの研究成果について下記の論文発表等を行った。

Chi Zhang, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya(Univ. of Tsukuba), Makoto Kobayashi(Tsukuba Univ. of Tech.), Mayumi Aoyagi (Aichi Univ. of Education), Preliminary study on seat recognition in environments with people by the Xtion PRO LIVE cane system, 電子情報通信学会技術研究報告 IEICE-WIT2019-1-WIT2019-8, Vol.IEICE-119, No.86, pp.19-22, 2019.6

関田現喜, 滝沢穂高, 大矢晃久(筑波大), 小林 真(筑波技大), 青柳まゆみ(愛知教大), CNN を用いた視覚障がい者のための階段認識手法の基礎的検討, 電子情報通信学会技術研究報告 IEICE-WIT2019-1-WIT2019-8, Vol.IEICE-119, No.86, pp.23-24, 2019.6

萩谷優輝, 大矢晃久, 滝沢穂高(筑波大), 小林 真(筑波技大), 視覚障害者のためのトイレ内案内に関する研究 ~ 使用状況の判別と携帯端末を介した伝達 ~, 電子情報通信学会福祉情報工学研究会技術研究報告(WIT2019-17), Vol.IEICE-119, No.251(WIT), pp.7-11, 2019.10

真田嘉寿佐, 滝沢穂高(筑波大), 青柳まゆみ(愛知教大), 大矢晃久(筑波大), 小林 真(筑波技大), 線分追跡による監視カメラ映像からの白杖使用者の検出と追跡, 電子情報通信学会福祉情報工学研究会技術研究報告(WIT2019-17), Vol.IEICE-119, No.251(WIT), pp.13-16, 2019.10

萩谷 優輝, 大矢 晃久, 滝沢 穂高, 小林 真, 視覚障害者のためのトイレ内案内に関する研究, 第 20 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集, 計測自動制御学会, Vol.1, No.1, pp.2131-2135, 2019.12

張馳, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林真, 青柳まゆみ, Xtion PRO LIVE 白杖システムによる人存在環境における上り階段とテーブルの認識に関する基礎的研究, 映像情報メディア学会技術報告, 映像情報メディア学会, Vol.44, No.4, pp.59-61, 2020.2

小林 真(筑波技大), 滝沢穂高, 大矢晃久(筑波大), 視覚障害の児童生徒用プログラミング教育教材の検討, 技術報告, 電子情報通信学会, Vol.119, No.478, pp.57-62, 2020.3

Lili Ge, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya, Mayumi Aoyagi, Makoto Kobayashi, Line drawing aid with Lensen Drawing Kit for the visually impaired, Proceedings of LifeTech 2020, IEEE, Vol.1, No.1, pp.264-267, 2020.3

Kazusa Sanada, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya, Mayumi Aoyagi, Makoto Kobayashi, Recognition of White-Cane Users from Surveillance Camera Images Based on Detection of Line Segments, Proceedings of LifeTech 2020, IEEE, Vol.1, No.1, pp.268-271, 2020.3

関田現喜, 滝沢穂高, 大矢晃久(筑波大), 小林 真(筑波技大), 青柳まゆみ(愛知教大), 視覚障がい者のための CNN を用いた上り階段の認識手法の比較, 技術報告, 電子情報通信学会, Vol.119, No.478, pp.69-71, 2020.3

滝沢穂高, 視覚障がい者のための物体認識と物体認識支援, 知能と情報(Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Intelligent Informatics), 日本知能情報ファジィ学会, Vol.32, No.3, pp.75-79, 2020.6

原田佑二, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林 真, スマートフォンカメラと CNN を用いた視覚障がい者のための椅子認識に関する基礎的検討, 技術報告, 電子情報通信学会, Vol.120, No.161, pp.1-2, 2020.9

関田現喜, 滝沢穂高, 大矢晃久(筑波大), 小林 真(筑波技大), 青柳まゆみ(愛知教大), 視覚障がい者のための CNN を用いた人のいる階段環境の認識に関する基礎的研究, 信学技報, 電子情報通信学会, Vol.120, No.279, pp.5-6, 2020.12

Lili Ge·Hotaka Takizawa·Akihisa Ohya(Univ. of Tsukuba)·Makoto Kobayashi(Tsukuba Univ. of Tech.)·Mayumi Aoyagi(Aichi Univ. of Education), Improvement of the line drawing support system for the visually impaired, 信学技報, 電子情報通信学会,

牧野 源輝, 滝沢 穂高, 大矢 晃久, 小林 真, 青柳 まゆみ, ソーベルフイルタと CNN を用いた視覚障がい者のための横断歩道の認識の基礎的検討, 第27回画像センシングシンポジウム予稿集, Vol.1, No.1, 5 pages, 2021.6

Hotaka Takizawa, Genki Sekita, Makoto Kobayashi, Akihisa Ohya, Mayumi Aoyagi, Smartphone-based Recognition Aid of Upward Staircases with People for the Visually Impaired, Proceedings of 23RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Vol.1420, No.2, pp.561-566, 2021.7

原田佑二, 滝沢穂高, 大矢晃久(筑波大), 小林 真(筑波技大), 青柳まゆみ(愛知教大), 深層学習とマルチチャンネル化を用いた視覚障がい者のための椅子認識に関する基礎的検討, 電子情報通信学会技術報告, Vol.121, No.142, pp.1-4, 2021.8

Hotaka Takizawa, Koji Kainou, Mayumi Aoyagi, User Study on an Online-Training System of Activity in Daily Life for the Visually Impaired, Proceedings of 17th International Conference on Intelligent Computing, Vol.LNCS 12836, No.1, pp.757-762, 2021.8

Qixi He, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya, Makoto Kobayashi, Mayumi Aoyagi, Preliminary Study on Detection of White-Cane Users by Surveillance Cameras and YOLO, ICISIP2021 Proceedings, pp.97-100, 2021.9

布川清彦(東京国際大), 田辺 健(産総研), 滝沢穂高(筑波大), 土井幸輝(特総研), 井野秀一(阪大), 白杖グリップにおける牽引力錯覚を用いた情報提供デバイス開発に向けた振動イメージ測定の試み ~ 下方向への振動に対するイメージ ~, 信学技報, 電子情報通信学会, pp.24-27, 2021.10

Qixi He, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya(UT), Makoto Kobayashi(TUT), Mayumi Aoyagi(AUE), Performance evaluation of a YOLO-based detection method of white-cane users in surveillance camera images, 信学技報, 電子情報通信学会, pp.40-41, 2021.12

岩下 琉斗(筑波技術大), 小林 真(筑波技術大), 大矢 晃久(筑波大), 滝沢 穂高(筑波大), 重度視覚障害者のためのテキスト入力を伴わない作曲システム, アクセシブル・インタフェース専門研究会予稿集, 電子情報通信学会, pp.1-2, 2021.12

Li Zhiqing, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya(Univ. of Tsukuba), Makoto Kobayashi(Tsukuba Univ. of Technology), Mayumi Aoyagi(Aichi Univ. of Education), Preliminary study on detection of white cane users based on surveillance cameras and YOLOv5, 信学技報, 電子情報通信学会, Vol.122 (WIT2022-22), No.450, pp.13-14, 2023.3

Kiyohiko NUNOKAWA, Takeshi TANABE, Hotaka TAKIZAWA, Kouki DOI, Shuichi INO, Navigation for precise walking of blind people based on pulling illusion devices embedded in white canes, The 2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2022), IEEE, pp.235-238, 2022.3

秋山和大, 滝沢穂高, 大矢晃久(筑波大), 小林 真(筑波技大), 青柳まゆみ(愛知教大), マルチチャンネル化とCNNを用いた視覚障がい者のための椅子認識システムの改良, 信学技報, 電子情報通信学会, Vol.122 (WIT2022-22), No.450, pp.19-20, 2023.3

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 0件）

1. 著者名 滝沢穂高	4. 巻 32
2. 論文標題 視覚障がい者のための物体認識と物体認識支援	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本知能情報ファジイ学会 知能と情報	6. 最初と最後の頁 75-79
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 -

〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 牧野 源輝, 滝沢 穂高, 大矢 晃久, 小林 真, 青柳 まゆみ
2. 発表標題 ソーベルフィルタと CNN を用いた視覚障がい者のための横断歩道の認識の基礎的検討
3. 学会等名 第27回画像センシングシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田佑二, 滝沢穂高, 大矢晃久（筑波大）, 小林 真（筑波技大）, 青柳まゆみ（愛知教大）
2. 発表標題 深層学習とマルチチャンネル化を用いた視覚障がい者のための椅子認識に関する基礎的検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術報告
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 布川清彦（東京国際大）, 田辺 健（産総研）, 滝沢穂高（筑波大）, 土井幸輝（特総研）, 井野秀一（阪大）
2. 発表標題 白杖グリップにおける牽引力錯覚を用いた情報提供デバイス開発に向けた振動イメージ測定の試み ~ 下方向への振動に対するイメージ ~
3. 学会等名 電子情報通信学会技術報告
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Qixi He, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya (UT), Makoto Kobayashi (TUT), Mayumi Aoyagi (AUE)
2. 発表標題 Performance evaluation of a YOLO-based detection method of white-cane users in surveillance camera images
3. 学会等名 電子情報通信学会技術報告
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩下 琉斗 (筑波技術大), 小林 真 (筑波技術大), 大矢 晃久 (筑波大), 滝沢 穂高 (筑波大)
2. 発表標題 重度視覚障害者のためのテキスト入力を伴わない作曲システム
3. 学会等名 アクセシブル・インタフェース専門研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hotaka Takizawa, Genki Sekita, Makoto Kobayashi, Akihisa Ohya, Mayumi Aoyagi
2. 発表標題 Smartphone-based Recognition Aid of Upward Staircases with People for the Visually Impaired
3. 学会等名 23RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hotaka Takizawa, Koji Kainou, Mayumi Aoyagi
2. 発表標題 User Study on an Online-Training System of Activity in Daily Life for the Visually Impaired
3. 学会等名 17th International Conference on Intelligent Computing (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Qixi He, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya, Makoto Kobayashi, Mayumi Aoyagi
2. 発表標題 Preliminary Study on Detection of White-Cane Users by Surveillance Cameras and YOLO
3. 学会等名 ICISIP2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kiyohiko NUNOKAWA, Takeshi TANABE, Hotaka TAKIZAWA, Kouki DOI, Shuichi INO
2. 発表標題 Navigation for precise walking of blind people based on pulling illusion devices embedded in white canes
3. 学会等名 The 2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原田佑二, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林 真
2. 発表標題 スマートフォンカメラとCNNを用いた視覚障がい者のための椅子認識に関する基礎的検討
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 2020年

1. 発表者名 関田現喜, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林 真, 青柳まゆみ
2. 発表標題 視覚障がい者のためのCNNを用いた人のいる階段環境の認識に関する基礎的研究
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 2020年

1. 発表者名 Lili Ge, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya, Makoto Kobayashi, Mayumi Aoyagi
2. 発表標題 Improvement of the line drawing support system for the visually impaired
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 2020年

1. 発表者名 Chi Zhang, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya, Makoto Kobayashi, Mayumi Aoyagi
2. 発表標題 Preliminary study on seat recognition in environments with people by the Xtion PRO LIVE cane system
3. 学会等名 電子情報通信学会 福祉情報学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関田現喜, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林 真, 青柳まゆみ
2. 発表標題 CNNを用いた視覚障がい者のための階段認識手法の基礎的検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 福祉情報学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 萩谷優輝, 大矢晃久, 滝沢穂高, 小林 真
2. 発表標題 視覚障害者のためのトイレ案内に関する研究 ~ 使用状況の判別と携帯端末を介した伝達 ~
3. 学会等名 電子情報通信学会 福祉情報工学研究会 (WIT2019-17)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真田嘉寿佐, 滝沢穂高, 青柳まゆみ, 大矢晃久, 小林 真
2. 発表標題 線分追跡による監視カメラ映像からの白杖使用者の検出と追跡
3. 学会等名 電子情報通信学会 福祉情報工学研究会 (WIT2019-17)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 萩谷 優輝, 大矢 晃久, 滝沢 穂高, 小林 真
2. 発表標題 視覚障害者のためのトイレ内案内に関する研究
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張馳, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林真, 青柳まゆみ
2. 発表標題 Xtion PRO LIVE白杖システムによる人存在環境における上り階段とテーブルの認識に関する基礎的研究
3. 学会等名 映像情報メディア学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林 真, 滝沢穂高, 大矢晃久
2. 発表標題 視覚障害の児童生徒用プログラミング教育教材の検討
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 2020年

1. 発表者名 関田現喜, 滝沢穂高, 大矢晃久, 小林 真, 青柳まゆみ
2. 発表標題 視覚障がい者のためのCNNを用いた上り階段の認識手法の比較
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 2020年

1. 発表者名 Lili Ge, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya (University of Tsukuba, Japan), Mayumi Aoyagi (Aichi University of Education, Japan), Makoto Kobayashi (Tsukuba University of Technology, Japan)
2. 発表標題 Line drawing aid with Lensen Drawing Kit for the visually impaired
3. 学会等名 LifeTech 2020, IEEE (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazusa Sanada, Hotaka Takizawa, Akihisa Ohya (University of Tsukuba, Japan), Mayumi Aoyagi (Aichi University of Education, Japan), Makoto Kobayashi (Tsukuba University of Technology, Japan)
2. 発表標題 Recognition of White-Cane Users from Surveillance Camera Images Based on Detection of Line Segments
3. 学会等名 LifeTech 2020, IEEE (国際学会)
4. 発表年 2020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	大矢 晃久 (Ohya Akihisa) (30241798)	筑波大学・システム情報系・教授 (12102)	

6. 研究組織（つづき）

	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	青柳 まゆみ (Aoyagi Mayumi) (40550562)	愛知教育大学・教育学部・准教授 (13902)	
研究分担者	小林 真 (Kobayashi Makoto) (60291853)	筑波技術大学・保健科学部・教授 (12103)	

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