

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12894

研究課題名（和文）協調行動力と適応能力向上を目指した就労行動リハビリ支援システムとその効果検証

研究課題名（英文）Working Behavior Rehabilitation support System for improving Cooperative Action Ability and Adaptability

研究代表者

佐野 睦夫（Sano, Mutsuo）

大阪工業大学・情報科学部・特任教授

研究者番号：30351464

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：グループ対話が苦手な人に対して、行動履歴から自動評価と振り返りを行うことにより協調行動力を向上させ、新しい環境での行動をシミュレートすることにより適応能力を向上させる支援システムの構成要素を明らかにした。具体的には、グループ対話における社会的スキルと非言語コミュニケーションとの関係を明らかにし、合意形成に与える影響を分析した。この結果を踏まえ、就労環境で起こりえる上下関係や対立関係での葛藤場面の合意形成において、相手の立場を尊重しつつ自己を主張するアサーティブ・コミュニケーション方式が効果的であることを、VRグループ対話トレーニングシステムの実験を通して検証し、リハビリ支援への可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認知コミュニケーションに何らかの障害を抱えたケースも含め、グループコミュニケーションが苦手な対象者に対する就労移行リハビリテーションが行われているが、「対人コミュニケーションがうまくいかない」「新しい環境に適応できない」など対人や環境への適応が図れない理由で長く続かないなど課題が多い。雇用者側も、どのような仕事や作業が可能なのか、本当に信頼が置けるのかを見通すことが難しい。本研究の社会的意義は、対象者・雇用者双方に対して透明性の高いエビデンスを共有し、新しい就労環境下でのトラブルや認知的課題を予測し、問題の発生を未然に防ぐリハビリテーションシステム構成法を確立することである。

研究成果の概要（英文）：For people who are not good at group conversations, we developed a component of a support system that improves cooperative behavior by automatically evaluating and reviewing behavior history, and improves adaptive ability by simulating behavior in a new environment. Specifically, we clarified the relationship between social skills and nonverbal communication in group dialogue, and analyzed the impact on consensus building. We verified through the experiment of the VR group dialogue training system that the assertive communication method, which asserts oneself while respecting the other person's position, is effective in consensus building, and showed the possibility of rehabilitation support.

研究分野：コミュニケーション科学

キーワード：グループ行動分析 コミュニケーション分析 協調行動支援 リハビリテーション支援 仮想空間トレーニング

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

我々は、平成21年度から現在にかけて、高次脳機能障害者に対して料理行動をはじめとした日常生活行動に着目し、障害に応じたナビゲーション支援システムを構築し、自立を目指した認知リハビリ実験を通して、自己効力感の向上を確認してきた。しかし、就労行動では、認知コミュニケーション機能が重要視され、「対人コミュニケーションがうまくいかない」などの理由で、就労行動に着手できない、対人や環境への適応が図れない理由で長続きしないなどの課題に直面していた。また、雇用者側も、どのような仕事や作業が可能なのか、本当に信頼が置けるのかを見通すことが難しく、雇用者と認知障害とのマッチングをとることが容易ではない。また、健常者でもコミュニケーションが苦手な人も多く、仕事をする上でストレスを抱えているケースも多い。これらの問題の根本的課題は、グループ就労行動リハビリプログラムの課題、就労能力の可視化・情報共有の課題、就労後の支援の課題に大きく分けられる。

我々は、これらの問題に対して、就労現場での協調行動能力、および新しい就労環境下での適応能力の観点から、グループ就労行動リハビリプログラムの質的向上の問題に取り組むと同時に、リハビリにおける就労行動分析結果の透明性の向上の問題に取り組んでいる。これまで、我々は、センシングによる掃除行動や片付け行動などの認知評価に基づく振り返り支援に取り組みリハビリ効果を検証してきた。また、これらの行動を仮想空間で評価する方式も確立している。本研究では、これらの知見をグループ就労行動評価に拡張し、グループコミュニケーションが苦手な人や認知コミュニケーション障害者などに対して、葛藤場面での合意形成や自己主張の課題を取り上げ、協調行動力や適応能力の向上を支援するシステムの構成要件を明らかにする。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、認知障害者のグループ就労リハビリ行動履歴から、グループ行動分析・行動評価を自動的に行い、気づきの促進を介して協調行動力を向上させる支援システムの構成法を解明する。同時に、新しい就労環境下での行動をシミュレートすることにより、認知的問題の発生を未然に防ぐリハビリ学習を介した適応能力を向上させる支援システム構成法の解明する。これらの観点から、グループ就労行動リハビリテーションプログラムの質的向上を図り、認知障害者側および雇用者側双方に対して透明性の高いエビデンスを共有し信頼関係を与える支援システムを構築することである。

## 3. 研究の方法

研究の目的を達成するために、当初、実環境でのリハビリ支援システムを想定していたが、コロナ禍で実環境での実験ができなくなり、仮想空間におけるリハビリ支援システムを構築する手段を選択した。また、実験参加者も、認知障害者を想定していたが、接触ができなくなり、グループコミュニケーションが苦手な対象者を含む大学生を対象とした。具体的には、下記の技術課題を設定し、研究を進めた。

- (1) まず、グループ対話における社会的スキルと非言語コミュニケーションとの関係を明らかにする。
- (2) 非言語コミュニケーションがグループ対話の合意形成に与える影響を分析する。
- (3) グループ行動分析・評価を自動化に行う手法を確立する。
- (4) グループ対話における合意形成の知見を踏まえ、VR 協調行動トレーニングシステムを構築し、有効性を評価する。
- (5) 上下関係や対立関係などの葛藤場面の合意形成における適応行動トレーニングシステムを構築し、有効性を評価する。

## 4. 研究成果

5つの技術課題に関する研究成果を示す。

### (1) グループ対話における社会的スキルと非言語コミュニケーションの関係性の分析

本研究では、非言語コミュニケーションに着目し、社会的スキルが異なるグループの中で、どのように非言語コミュニケーションが発現するのかを解明を目指した。社会的スキルと非言語コミュニケーションの関係性を分析するため、社会的スキルの異なるグループ(グループ1: 4人とも社会的スキルが高い、グループ2: 4人とも社会的スキルが低い、グループ3: 3人社会的スキルが高く1人低い、グループ4: 3人社会的スキルが低く1人高い、グループ5: 社会的スキルが高い低い2人ずつ)におけるワークを通して非言語コミュニケーションの測定を行い、その結果と社会的スキルを比較し検証を行う。また、被験者の社会的スキルの差が及ぼす他者への影響も同時に検証し、話し手と聞き手での非言語コミュニケーションをカウントすることで、社会的スキルによって、その回数がどのように変化するのかを検証した。社会的スキルを測定するためにKiSS18尺度を採用した。

結果として、社会的スキル high の実験参加者のほうが相手の顔を向いて話を聞いており、社

会的スキル low の実験参加者は比較的うなずきを行うことで話を聞いているアクションを起こしていることが明らかとなった。この理由としては、社会的スキル low の実験参加者は発言者に対して、目を合わすことが苦手なことからうなずきを用いて聞いていることをアピールしていると推測される。社会的スキル high の実験参加者はうなずきをする人、しない人で分かれるが、基本的に相手の顔を見て話しを聞いており、社会的スキル high の実験参加者は比較的相手に対して目を合わせることに慣れていると考える。次にグループ間については、うなずきの回数は実験参加者全員社会的スキル high のグループ 1 以外は大きな差がない結果となっている。これより、うなずきというアクションは相手の発言内容に共感できるかどうかに関係しており、社会的スキルの数値の高低ではなく、発言内容に依存していると考えられる。顔向き時間では、社会的スキル high の実験参加者が多いグループほど割合が高くなっていることがわかる。これより、相手の顔を向いて話を聞くという動作は他者に影響を及ぼしづらく、この動作も相手の発言内容に依存していると推察される。

### (2) 非言語コミュニケーションがグループ対話の合意形成に与える影響分析

本研究ではノンバーバルコミュニケーションがどのように合意形成に関わっているか、そして合意形成にはどのような特徴があるのかについて分析した。仮説 1 (ノンバーバルコミュニケーションの種類によって合意形成に与える影響が異なるのではないかと) と仮説 2 (ポジティブな合意形成か、ネガティブな合意形成かによって影響を与えるノンバーバルコミュニケーションが異なるのではないかと) を立て、それが成り立つかをコンセンサスゲーム (「砂漠で遭難したらどうするか」) を通じて観察した。具体的には、視線、顔の向き、表情、うなずき、発話内容を計測し、合意形成が行われた際に、実験参加者はどのような行動をとっていたのかについて分析を行った。また、合意形成のプロセスをベイジアンネットワークによりモデル化する。本研究ではベイジアンネットワークの構築に、BayoLink を用いた。また、合意形成の要因の分析には、BayoLink の感度分析ツールを活用し、指定された説明変数で推論を行い、目的変数に対して影響力の大きい説明変数を探索した。結果として、コンセンサスゲームから合意形成を分析し、提案モデルを基に定量的に分析することによって、合意形成の特徴を捉えることができた。

実験結果より仮説 1 のノンバーバルコミュニケーションの種類によって合意形成に与える影響が異なるということと仮説 2 のポジティブな合意形成かネガティブな合意形成かによって合意形成に影響を与えるノンバーバルコミュニケーションが異なるという 2 つの仮説が成り立つことがわかった。そして実験結果から相手のほうを向きながら目を見て、評価を上げる内容の話をすると合意形成がしやすいことがわかった。そして評価を下げる意見を言う場合は表情が和らぐような発言をすることで合意形成がしやすいことがわかった。これにより合意形成を同じモデルで捉え、様々な場面の合意形成を定量的に分析できる可能性を示した。

さらに、一緒に作品を仕上げるグループコミュニケーションに対して、手元の動きや表情、対話内容のセンシングデータから、困っているときの声掛け行動や雰囲気をよくするための共感行動を生成するファシリテーションエージェントの構成法に関する実験 (3人 + エージェント対話の組を 4 回) を行った。ただし、エージェントからのフィードバックは WoZ で行い、センシングデータは集約して、場の雰囲気を見える化した。エージェントが介入するタイミングが非常に重要であることが明らかになったが、追加実験で、具体的に褒める行動が、笑顔の発現などの活性化を向上させる契機になること (優位傾向あり)、声掛けは、タイミングが重要であることが明らかとなった。

### (3) グループ行動評価の自動化に基づく可視化・共有

まず、仮想空間での行動分析・評価の自動化に関する方式を検討する前段階として、リアル空間での動作認識における要求条件を明らかにした。具体的には、動作認識のためのセンシングとして、3 軸の加速度センサを利き手と腰それぞれに装着し、取得した加速度データはソケット通信を経て PC に送信され、この情報をもとに行動推定を行った。動作推定のための特徴量は、利き手、腰それぞれで 3 軸の合成加速度、合成加速度の平均、標準偏差、3 軸の向きの大きさをを用いる。加速度のサンプリング周波数は 0.01 秒に設定した。取得したデータはソケット通信によりノート PC に送信した。x, y, z 軸の加速度ベクトルから 1 フレーム (0.01 秒) ずつずらしながら、過去 10 フレーム (0.1 秒) の利き手、腰それぞれで 3 軸の合成加速度、合成加速度の平均、標準偏差、3 軸の向きの大きさを算出し、それを 12 次元の特徴量として抽出し、機械学習 (SVM) を行った。掃除行動を採り上げ、性能評価の基礎実験を行った。準備動作・本動作のクラスタリング、掃除器具の認識との組み合わせが必要であることがわかった。この知見に基づき、仮想空間での行動認識・行動分析・評価の自動化方式を検討した。仮想空間では、HMD および両手に持つトラッカーに対するトラッキングシステムに基づくスケルトン認識および衝突判定による対象オブジェクト認識が可能であり、動作認識が可能となる。また、コミュニケーション分析・評価としては、音声認識の結果として得られる発話データに対して、形態素解析を行い、Bert などの自然言語処理により内容理解を行う。Bag of Words に基づき出現頻度分布から簡便に内容理解を行う方法も適用した。アイコンタクトや共同注意など検出に必要な視線については、顔向きベクトルのその延長線に相手の顔領域があるか否か、または、HMD に内蔵されている機能を活用して計測した。

### (4) アサーティブ・コミュニケーション方式に基づく協調行動トレーニング

実験結果 (2) から相手のほうを向きながら目を見て、評価を上げる内容の話をすると合意形成がしやすく、評価を下げる意見を言う場合は表情が和らぐような発言をすることで合意形成が

しやすいことがわかった。さらに振り返り場面でのフィードバックではタイミングが重要でかつ褒めることがモチベーションを高めることが明らかになった。本研究では、アイコンタクトや視線配分、ジェスチャなどの非言語コミュニケーションの評価を行い、同時に発話内容としても、相手の立場を尊重しつつ自己を主張するアサーティブ・コミュニケーション方式か否かの行動分析・評価を行うことで、行動変容を発現させる仮想空間でのトレーニングシステムを構築した。また、システム内の振り返りでは、客観的な評価値とともに参加者に、褒める要素を組み込んだコメントをテキスト形式で提示するようにした。

#### <コミュニケーションタイプ>

攻撃的タイプ、受身的タイプ、作威的タイプ、アサーティブの4つに分けられている。ここでは、攻撃的、受け身的、アサーティブの3つのタイプで体験者のタイプ分けを行う。攻撃的タイプは対立しそうな場面で、相手との関係よりも自分の望む結果を優先してしまうコミュニケーションのタイプのことである。受身的タイプは、相手の気持ちを考えず、または関係が悪化することを恐れて自分の気持ちを相手に伝えられないコミュニケーションのタイプである。このタイプの特徴はイヤなことでも相手の気持ちを最優先して「ハイ」と言ってしまう。アサーティブは、自分も相手も大切にしつつ自分の感情や要求を率直に、誠実に、そして対等に伝えることができるコミュニケーションのタイプである。

#### <アサーティブな行動へと変容を促すVRトレーニングシステム>

図1に、システムエンジニアとしてクライアントから仕様変更を要求される葛藤場面を仮想空間に再現し、コミュニケーション体験とその行動評価結果に基づく振り返りを通して、気づきを促し、行動変容に結び付けるトレーニングシステムを構築した。



図1 行動変容を発現させるためのVRトレーニング

#### <行動評価の自動化>

アサーティブな発言かどうかの言語処理評価だけでなく、アイコンタクトや視線配分、ジェスチャなどの非言語コミュニケーション評価も行っており、評価結果は、図2のように、システムが自動生成したアドバイスとともに、振り返りを通してフィードバックされる。

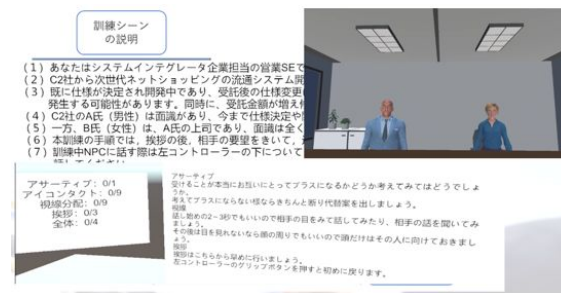


図2 自動行動評価に基づく振り返りによる気づきの提供

#### <実験と考察>

大学生5名(低スキル2名を含む)に対して、2回程度のトライアルでも、システムが生成する振り返り時のアドバイスにより行動変容が起こる人や行動は帰らなかったがアドバイスの内容は理解していたというコメントもあり、システム体験により、気づきを与えることはできていることが確認された。

#### (5) 上下関係や対立関係での葛藤場面の合意形成における適応行動トレーニング

ある会社のオフィス環境で同僚に助けをもらいながら重要な作業を行っているタイミングで上司から追加のタスクを指示された際にどう対処するかという葛藤場面を再現し、コミュニケーション体験を行ってもらう。その際の発話内容や視線から分析を行い、どれだけ適応的にかつアサーティブなコミュニケーションが取れていたかを点数として表示し、アドバイスを行う。この訓練を複数回行うことで行動変容を誘発する仮想空間トレーニングシステム(図3)を構築し、有効性を検証した。



図3 適応的行動が要求されるVRトレーニングシステム

アサーティブ・コミュニケーションはコミュニケーションの円滑化, ストレスの軽減, パーンアウト予防に繋がる。また, ノンバーバルコミュニケーションは受け手に安心感や, 信頼感といった良い印象を与えることができる。このどちらの方法も対人コミュニケーションには重要な要素であり, コミュニケーション能力を向上させることができる。

<アサーティブの評価基準・評価方法>

本研究では発話テキストを感情分析することでアグレッシブかどうかの計測を行う。感情分析には日本語の感情分析の研究のために開発されたWRIMEデータセットを用いた。WRIMEデータセットは主観と客観の両方の立場から感情ラベルを生成でき, Plutchikの基本8感情(喜び, 悲しみ, 期待, 驚き, 怒り, 恐れ, 嫌悪, 信頼)に分類できる。これを用いて, 客観的に「恐れ」「怒り」「嫌悪」の値からアグレッシブかどうかを判断した。また, 追加の頼みごとに対して断れているか, 資料の場所を聞いているかどうかで非主張的かどうかを判断する。断る際に代替え案や断る理由を言えているかでプラス点とする。

<視線計測>

本研究ではノンバーバルコミュニケーションからもアサーティブかどうかを計測する。アイトラッキング機能が付いていないため, エージェントの顔を見た時間によって計測を行う。

<行動評価>

訓練結果では総合得点, 参加者のコミュニケーションタイプ分類, アドバイスの3点を参加者に伝え, 振り返りを行う。総合得点は満点で10点となっており, アドバイスはどの場面の加点が無かったかを判断し, あらかじめ用意されたアドバイスの中から選ばれる。評価基準の内容は断れている: 3点 / 理由を言えている: 2点 / 代替え案がある: 1点 / 怒りまたは嫌悪が高くない: 2点 / 会話中半分以上, 以上相手を見ている: 2点となっており, この一連の流れを3回行ってもらって実験は終了となる。

<実験方法>

実験参加者として男子大学生4名, 女子学生2名に対し実験を行った。期間は2日間とし, シナリオを変更した訓練を3回, 時間を空けて行ってもらった。また, 実験では本システムをプレイする前に, アサーティブ評価尺度の中から, 「非主張タイプ」「攻撃タイプ」「アサーティブタイプ」を分類できる質問をまとめたアンケートを行う。

<結果・考察>

1回目ではアサーティブタイプが1人だったのに対し, 3回目では4人がアサーティブタイプになっていることが分かった。また, 得点の推移を図4に, 視線分布の推移を図5に示す。どちらも向上しているのが確認された。

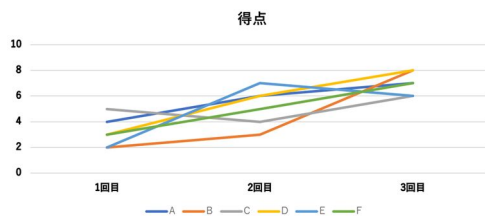


図4 得点の推移

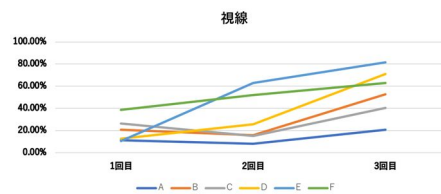


図5 視線分布の推移

本研究はアサーティブなコミュニケーションが取れるようにし, 視線によるノンバーバルコミュニケーションを活用することで, 対面でのコミュニケーション能力の向上させることを目的とした。結果として, 本訓練を用いることで始めは一人だったアサーティブタイプの人を4人に行動変容させることができた。また, 実験後アンケートでも, 今までの自分がどうだったのかを知ることができたというコメントがあり, メタ認知の面でも向上していると推察される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 1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 水田拓真, 佐野睦夫, 大井翔, 酒井京子	4. 巻 MVE2021-91
2. 論文標題 グループコミュニケーション支援のためのVRトレーニングシステム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 MVE信学技報	6. 最初と最後の頁 272-277
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 萩尾友彦, 大井翔, 佐野睦夫	4. 巻 インタラクシオン2020
2. 論文標題 初対面における合意形成のモデル化の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会インタラクシオン2020論文集	6. 最初と最後の頁 1033-1036
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 田中大耀, 佐野 睦夫, 大井 翔, 樋山 雅美, 松本 佳大, 成本 迅	4. 巻 MVE2020-54
2. 論文標題 ストレスマネジメントのためのVR空間によるアサーティブ・コミュニケーション訓練システムの基礎検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会 (MVE) 技術報告集	6. 最初と最後の頁 58-63
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 竹上雄規, 田橋正彬, 佐野睦夫, 大井 翔, 中川真由美, 加戸弘美, 酒井京子	4. 巻 IEICE-120
2. 論文標題 協調行動ナビゲーションのためのウェアラブルセンサを活用した掃除行動理解に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会福祉情報工学研究会 (WIT) 技術報告集	6. 最初と最後の頁 20-25
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 山部温志, 佐野睦夫	4. 巻 2023-HCI-202
2. 論文標題 職業リハビリテーションにおける VR グループ認知コミュニケーション支援の研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 研究報告集	6. 最初と最後の頁 1-6
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 佐野 睦夫, 水田 拓真, 田中 大耀, 萩尾 友彦, 伊東 幸輝	4. 巻 25
2. 論文標題 グループ就労行動リハビリテーションのための協調行動・適応行動支援システムの構成法	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会研究会報告集2023年	6. 最初と最後の頁 113-122
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0件

〔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
研究協力者	大井 翔  (OOI SHO)	大阪工業大学・特任講師	
研究協力者	山部 温志  (YAMABE ATSUSHI)	大阪工業大学大学院博士前期課程	
研究協力者	酒井 京子  (SAKAI KYOKO)	大阪市職業リハビリテーションセンター・所長	

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
研究協力者	中川 真由美  (NAKAGAWA MAYUMI)	大阪市職業リハビリテーションセンター	
研究協力者	加戸 弘美  (KODO HIROMI)	大阪市職業リハビリテーションセンター	
研究協力者	成本 迅  (NARUMOTO JIN)	京都府立医科大学・教授	
研究協力者	樋山 雅美  (HIYAMA MASAMI)	京都府立医科大学・リサーチフェロー	
研究協力者	松本 佳大  (MATSUMOTO YOSHIHIRO)	京都府立医科大学	

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