

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11338

研究課題名（和文）テニスにおける打球のスピードと回転数がラリーの展開に及ぼす影響

研究課題名（英文）The influence of ball speed and ball spin rate on a tennis rally

研究代表者

高橋 仁大（Takahashi, Hiroo）

鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・教授

研究者番号：50295284

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的はテニスのゲームにおける前後の打球の相互の関係性について、打球のスピードと回転数から明らかにすることである。本研究の結果から、サービスにおいてはINのサービスはFAULTとACEに比べて有意にスピードが遅くかつ回転数が多いことが明らかとなった。また1stサービスのスピードと回転数がポイント取得率に影響を与えており、その傾向はコースによって異なっていた。これらの結果に加えて、本研究全体の総括の一部として、これまでのテニスのゲームパフォーマンス分析についての研究レビューを行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

テニスの競技場面ではサービスからラリーが展開されることから、サービスの質がその後のラリーに影響を及ぼすと考えられている。本研究の結果から、サービスの質を示すと考えられるスピードと回転数がその後のラリーにどのように影響しているかについて、その一部に関する知見を明らかにすることができた。これらは今後のテニスのラリーに関するゲームパフォーマンス分析を行う上での指標となる結果であるとともに、テニスの指導現場に対しても活用可能な知見であるといえる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify the relationships between pre and post shot of the rallies with ball speed and ball spin rate. The results were as follows: i) The successful serve showed significantly low on speed and high on spin rate compared with unsuccessful serve or winning serve. ii) Ball speed and ball spin rate were affected point acquisitions on 1st serve and the trends were different among the course of the serve. Additionally, the review of performance analysis in tennis since 2000 (Takahashi et al., 2023) was published as one of the overall outcomes of current research project.

研究分野：コーチング学

キーワード：ゲームパフォーマンス分析 トラックマン 打球スピード 打球の回転数

1. 研究開始当初の背景

研究代表者らはテニスにおける一打一打の打球の挙動を詳細に分析するトラックマンテニスレーダー（以下、トラックマン）を導入し、打球のスピードと回転数に関する研究を進めている。ゲーム中の打球スピードと回転数の実態について、Takahashi et al. (2016) は国際大会での男子プロテニス選手によるゲームを対象に、サービスやグラウンドストロークの打球のスピードと回転数の実態を示した。村上ほか (2020) は、国際大会における女子選手のゲーム中の各種打球のスピードと回転数の実態を明らかにした。このようにトラックマンを用いた打球データの収集によって、ゲーム中の各種打球のスピードと回転数を明らかにすることができるようになった。そこでラリーの展開の中で前後の打球の関係性を示すことにより、ラリー中の一打をどのように打てば良いかということを示すことができ、その一打の評価につながる可能性がある。指導現場ではこれらの打球の評価の際に「質の高い打球」「重いボール」といった表現を用いるが、このような表現をされる打球が実際にはどのような挙動であるか、ということはいまだに明らかにされていない。ラリー中の打球を評価する方法として北村ほか (2015) は、ビデオ映像をもとにした打球動作の評価法を提案しているが、分析の手間を考えると、現実的な方法とは言い難い。トラックマンのように自動的に打球データを収集することで、ラリーの展開を詳細に分析し、打球の質を客観化することが可能になるといえる。

2. 研究の目的

本研究は、テニスにおける打球のスピードと回転数に注目し、これらの打球データがゲームにおけるラリーの展開にどのような影響を及ぼしているのかについて明らかにすることを目的とする。

テニスのゲームにおいて、プレイヤーは様々な技術を駆使してプレーを展開する。一つのラリーの中で、その状況は一打毎に変化することから、プレイヤーは即座に状況を判断して自身の打球を選択する必要がある。本研究は、このような状況での各打球が、ラリーの展開にどのように影響しているかを明らかにすることを目指す。具体的には、ラリー中の各打球のデータとラリーの展開との関連、ラリー毎の打球データとプレー内容との関連、プレイヤーの打球能力とラリーの展開との関連などの観点から、打球データとラリーの展開との関連を明らかにする。本研究により、テニスにおける打球の質がゲームでのプレーに与える影響を客観的に明らかにできることになる。

3. 研究の方法

3年間の研究期間での、おおよその計画は図1の通りであった。2020年度から2021年度では、これまで研究代表者らが取得してきた打球データを用いて、ラリーの展開やプレー内容との関連についての詳細な分析を行う。ここでは、サービスとリターンの局面とそれ以降の局面に分類し、ラリー中の各打球のデータとラリーの展開との関連、打球データとラリー毎のプレー内容との関連について考察を行う。これらの考察にあたっては、十分なテニスのコーチング経験を有する研究分担者と共同で行う。加えて、実際の大会においてトラックマンを用いて打球データの収集を行う。打球データの収集にあたっては、研究協力者の協力を得て、2台のトラックマンで対戦する相互のプレイヤーのデータを収集する。2022年度は、2021年度までに収集した打球データを用いて、ラリー中の前後の打球の関係性について、2021年度までに得た知見をもとに考察を行う。考察にあたっては、研究分担者と共同で行う。

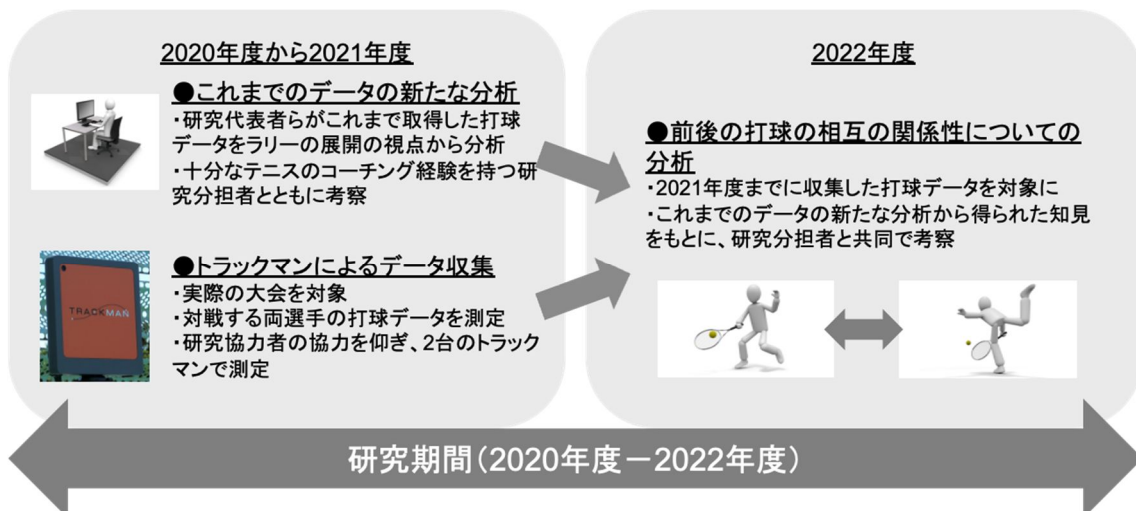


図1 研究計画の概要

研究計画調書においては上記のような計画で進める予定であったが、新型コロナウイルスの蔓延によりデータ収集を予定していた大会が中止となりデータ収集が行えなかったことや、研究協力者との協力体制も作れなかったことから、本研究においては研究計画内の「これまでのデータの新たな分析」を中心に実施することとなった。

4. 研究成果

2020年度は、これまで研究代表者らが取得してきた打球データを用いて、ラリーの展開やプレー内容との関連についての詳細な分析を行った。大学生選手を対象とした試合データから、ラリーの回数によってサーバーとレシーバーとのポイント取得率の違いについて検討したところ、1st サービスにおいて2球以内にラリーが終わった場合を除いて、サーバーとレシーバーのポイント取得率に有意な差は認められなかった。1st サービスにおいて2球以内にラリーが終わった場合は、サーバーが有意に高いポイント取得率を示した(図2)。また世界トップ選手を対象として同様の分析を行ったところ、大学生選手と同様の傾向を示した。これらの結果から、1st サービスで2球以内にラリーが終了した場合を除き、ラリーが継続した場合にはラリーの展開の中でポイント取得の結果が決まることを示していると考えられた。つまり、ラリーの展開がどのように行われているかを検討することの重要性を示したものといえる。さらに、1st サービスで2球以内にラリーが終わる場合は、サービスがポイントの取得に大きく影響していることから、2球以内にラリーが終わった場合の1st サービスの傾向について検討することが必要であると考えられた。そこで、サービスのスピードと回転数とサービスの結果との関係について検討したところ、INのサービスはFAULTとACEに比べて有意にスピードが遅くかつ回転数が多いことが明らかとなった。またスピードと回転数とINの確率の間には比例的な関係があるわけではなく、選手によって至適なスピードと回転数が存在することが示唆された。

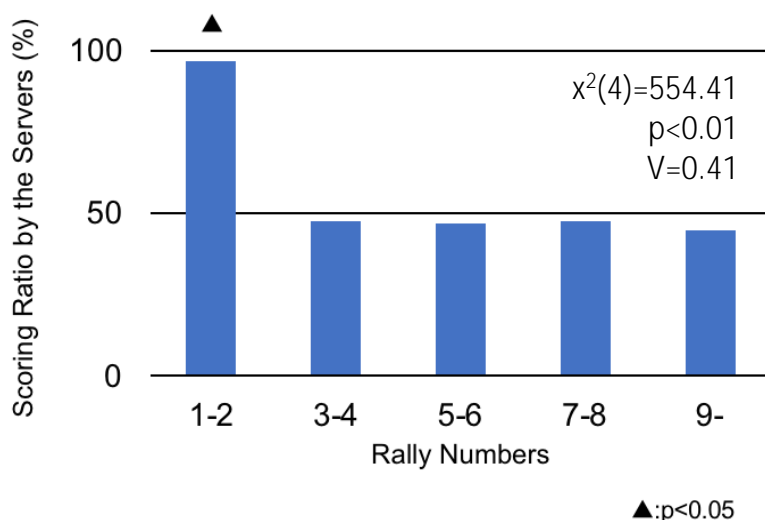


図2 1st サービスにおけるラリー数ごとのサーバーのポイント取得率 (Takahashi et al., 2020)

2021年度も2020年度と同様に、これまで研究代表者らが取得してきた打球データを用いて、1st サービスにおけるスピードと回転数とポイント取得との関係について詳細な分析を行った。また、それらの知見を実際の指導場面に活用した研究に取り組んだ。サービスのスピードと回転数とポイント取得との関係についての分析は、ATP チャレンジャー大会に出場した右利きのプロテニス選手20名のシングルス3セットマッチ14試合を対象とした。その結果、1st サービスのスピードと回転数がポイント取得率に影響を与えており、その傾向はコースによって異なっていた。デュースサイドからのワイドへのサービスでは、回転数が多くなるほどポイント取得率が高くなる傾向にあった。デュースサイドからのセンターとアドサイドからのワイドへのサービスでは、スピードが速くなり回転数が少なくなるほど、ポイント取得率が高くなる傾向にあった(表1)。アドサイドからのセンターへのサービスでは、スピードと回転数に一定の傾向は認められなかった。指導場面に活用した研究では、大学女子選手を対象にサービスのスピードおよび回転数の向上を目指した取り組みの内容について、事例的に検討した。およそ5ヶ月の取り組みを通じて、1st サービスにおけるスピードの向上には有意な変化が認められたが、2nd サービスにおける回転数には有意な変化は認められなかった。Koya et al. (2022)の研究からも、サービスのスピードの向上には体力要素との関連があることが示されたが、回転数の向上には体力要素との関連は見られなかったことから、回転数の向上には技術要素が関連していることが考えられた。

表1 デュースサイドからのワイドへのサービスにおける回転数ごとのポイント取得率 (柏木ほか、2022)

回転数(rpm)	～2500	2500-3000	3000-3500	3500～
得点数	19	27	35	22▲
失点数	12	22	17	4▽
ポイント取得率 (%)	61.3	55.1	67.3	84.6

▲有意に多い, ▽有意に少ない, $p < 0.05$

2022年度も同様に、これまで研究代表者らが取得してきた打球データを用いて、様々な状況とサービスのスピードと回転数の関係について詳細な分析を行った。また、本研究全体の総括の一部として、これまでのテニスのパフォーマンス分析についての研究レビューを行った。テニスのゲームにおいてはスコアの状況や相手との関係によって、サービスのスピードや回転数、コースを変化させる。その傾向について実際のゲームの結果から詳細な分析を行なった。ハードコートで行われた ATP チャレンジャー大会のシングルス 14 試合を対象に分析を行った。対象とした選手は右利きの男子プロテニス選手 20 名であった。分析の結果、1st サービスにおいてスピードが速く回転数が少ないサービスほど ACE になりやすいが IN 率が下がる、D ワイドコースはスピードが遅く回転数が多い、D センターや A ワイドはスピードが速く回転数が少ないという結果が示された (図 3)。2nd サービスにおいては、対戦相手のバックハンド側に打つ割合が多く、フォアハンド側に打つ際にはスピードの速い打球を用いてレシーバーに「主導権を握られない戦略が用いられていることが明らかになった。テニスのパフォーマンス分析に関する研究レビューでは、2000 年以降に発表されたテニスの performance analysis に関する研究を、データ収集の方法に着目してレビューした結果、90 件の論文が対象となった。データ収集の方法は primary なものと secondary なものに大別され、さらに tracking、video recording、data mining、the observation of coaches、internet、broadcasting の 6 つのカテゴリーに分類された。

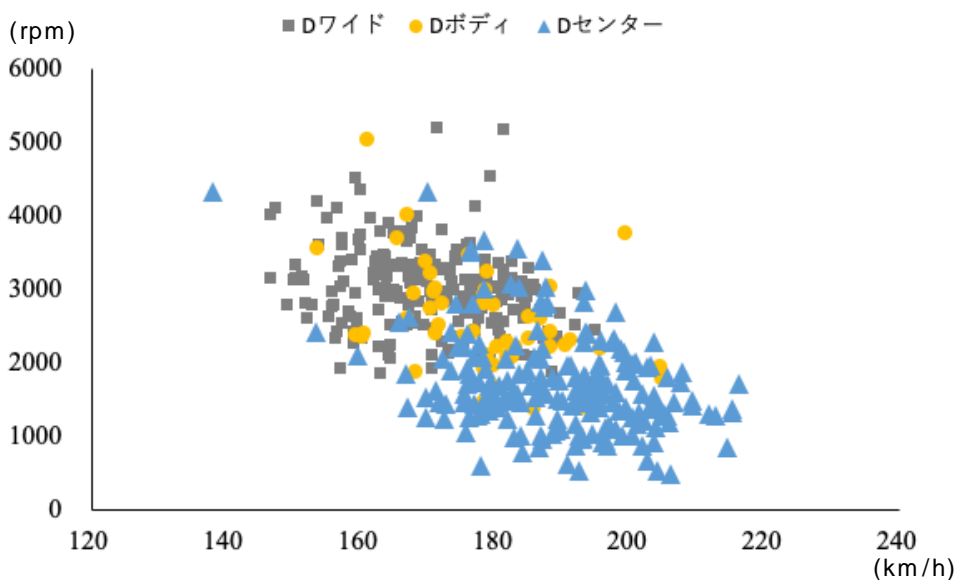


図3 デュースサイドでの 1st サービスのスピードおよび回転数 (柏木ほか、2023)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 柏木涼吾, 村上俊祐, 岡村修平, 沼田薫樹, 岩永信哉, 高橋仁大	4. 巻 36(2)
2. 論文標題 テニスにおける1stサービスのスピード及び回転数とポイント取得率の関係 - サービスコースに着目して -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 九州体育・スポーツ学研究	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nahoko Koya, Tetsu Kitamura, Hiroo Takahashi	4. 巻 3(2)
2. 論文標題 The relationship between service performance and physical strength focusing on speed and spin rate in Japanese elite junior tennis players	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Racket Sports Science	6. 最初と最後の頁 10-20
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 Kashiwagi Ryogo, Okamura Shuhei, Iwanaga Shinya, Murakami Shunsuke, Numata Koki, Takahashi Hiroo	4. 巻 10
2. 論文標題 THE DIFFERENCES IN THE BALL SPEED AND THE SPIN RATE DEPENDING ON THE RESULTS OF A TENNIS SERVE	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise	6. 最初と最後の頁 67-71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15282/mohe.v10i1.497	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 村上俊祐, 北村哲, 佐藤文平, 岡村修平, 柏木涼吾, 前田明, 高橋仁大	4. 巻 12
2. 論文標題 日本男子トップテニス選手のグラウンドストロークにおける打球データの分析 - 練習マッチにおける2選手の特徴 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 753-765
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 Koya Nahoko, Kitamura Tetsu, Takahashi Hiroo	4. 巻 13
2. 論文標題 Prediction of Service Performance Based on Physical Strength in Elite Junior Tennis Players	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	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) 10.3389/fpsyg.2022.898224	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 高橋仁大, 柏木涼吾, 岡村修平, 大澤啓亮, 村上俊祐	4. 巻 14
2. 論文標題 大学女子テニス選手を対象としたサーブのパフォーマンス向上の取り組み事例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 267-276
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 柏木涼吾, 村上俊祐, 岡村修平, 沼田薫樹, 高橋仁大	4. 巻 31
2. 論文標題 テニスのゲームにおいてプロテニス選手がサーブのスピード及び回転数を変化させる要因	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 テニスの科学	6. 最初と最後の頁 13-24
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 Takahashi Hiroo, Shuhei Okamura, Shunsuke Murakami	4. 巻 4(2)
2. 論文標題 Performance analysis in tennis since 2000: A systematic review focused on the methods of data collection	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Racket Sports Science	6. 最初と最後の頁 40-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.30827/Digibug.80900	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 高橋仁大	4. 巻 29(8)
2. 論文標題 テニスのゲームパフォーマンス分析におけるテクノロジーの発展と現場での活用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Strength & Conditioning Journal	6. 最初と最後の頁 4-10
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11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 高橋仁大, 田代翔, 中村和樹, 柏木涼吾, 岡村修平, 村上俊祐
2. 発表標題 大学女子テニス選手を対象としたサービスのパフォーマンス向上の取り組み事例
3. 学会等名 日本コーチング学会第33回学会大会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上俊祐, 柏木涼吾, 岡村修平, 田代翔, 中村和樹, 果子翔, 高橋仁大
2. 発表標題 打球データを活用したコーチングの実践 - サービスの指導事例 -
3. 学会等名 第33回テニス学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柏木涼吾, 村上俊祐, 沼田薫樹, 岡村修平, 岩永信哉, 高橋仁大
2. 発表標題 男子プロテニス選手におけるラリー数とポイント取得率の関係について
3. 学会等名 第6回日本スポーツパフォーマンス学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takahashi, H., Okamura, S., Kashiwagi, R., Iwanaga, S., Numata, K. and Murakami, S.
2. 発表標題 The relationship between the scoring and the rally numbers in men's collegiate tennis in Japan
3. 学会等名 International Sports Science and Sports Medicine Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kashiwagi, R., Murakami, S., Numata, K., Okamura, S., Iwanaga, S. and Takahashi, H.
2. 発表標題 The differences of the ball speed and the spin rate depending on the results of tennis serves
3. 学会等名 International Sports Science and Sports Medicine Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋仁大, 岩永信哉, 岡村修平, 沼田薫樹
2. 発表標題 大学男子テニスにおけるサービスゲームでのラリー数とポイント取得との関係
3. 学会等名 九州体育・スポーツ学会第69回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Murakami, S., Okamura, S., Kashiwagi, R., Iwanaga, S., Numata, K. and Takahashi, H.
2. 発表標題 Ball speed and spin rate of backhand groundstrokes in professional male tennis players - comparison between Topspin shots and Slice shots
3. 学会等名 International Sports Science and Sports Medicine Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柏木涼吾, 村上俊祐, 沼田薫樹, 岡村修平, 高橋仁大
2. 発表標題 テニスにおけるゲームパフォーマンス分析を活用したコーチングの実践 - 競技力の低い高校生テニス選手を対象として -
3. 学会等名 第8回日本スポーツパフォーマンス学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryogo Kashiwagi, Shunsuke Murakami, Shinya Iwanaga, Koki Numata, Shuhei Okamura & Hiroo Takahashi
2. 発表標題 Game-Performance-Analysis of High School Tennis Players with Low Competitive Performance
3. 学会等名 13th World Congress of Performance Analysis of Sport 2022 & 13th International Symposium on Computer Science in Sport 2022 joint congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柏木涼吾, 村上俊祐, 中村和樹, 大澤啓亮, 高橋仁大
2. 発表標題 テニスのリターンにおけるスピード及び回転数
3. 学会等名 第34回テニス学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋仁大, 岡村修平, 大澤啓亮, 村上俊祐
2. 発表標題 テニスの女子ダブルスにおけるゲーム様相に関する研究: 最終ショットに着目して
3. 学会等名 日本コーチング学会第34回学会大会
4. 発表年 2023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	村上 俊祐 (Murakami Shunsuke) (80835299)	鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・講師 (17702)	

	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	柏木 涼吾 (Kashiwagi Ryogo)		
研究 協力者	小屋 菜穂子 (Koya Nahoko)		
研究 協力者	北村 哲 (Kitamura Tetsu)		
研究 協力者	岡村 修平 (Okamura Shuhei)		

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