

令和 5 年 6 月 30 日現在

機関番号：34415

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2022

課題番号：16K01745

研究課題名（和文）高齢者の長期間水中運動の実践とトレーニング効果に関する研究

研究課題名（英文）A Study on the Practice and Training Effectiveness of Long-Term Water Exercise for the Older Adults

研究代表者

松井 健（MATSUI, Takeshi）

追手門学院大学・社会学部・教授

研究者番号：10279002

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究により、高齢者における水中運動の実践は、初期段階から体力ならびに動脈ステイフネス等の循環器系機能への好影響が期待できること、ならびに定期的に週2回の運動を継続している間は、3年程度の長期間であってもこれらの機能を概ね維持することが可能であることが明らかとなった。また、コロナ禍によって身体的に不活動になると、トレーニング効果が容易に減少することが確認できたため、高齢者の健康・体力を維持するためには、集団的なプログラムによって動機づけを高め、定期的な運動を長く継続することが重要であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で用いた水中運動プログラムは、身近な温水プールで実践されている、一般的なプログラムである。関節等に障害があり、陸上運動が難しい高齢者でも日常生活の中に無理なく取り入れることができ、長期に継続することが可能である。特に本研究では、低強度の水中運動でも長期継続することで、陸上運動と同様に体力や動脈ステイフネス、血圧等の身体機能を3年間にわたり、維持できることを示した点で学術的意義があると思われる。また、高齢者の運動を普及し、運動継続者を増加させるための有用な情報提供ができる点で社会的意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）： This study revealed that the practice of water exercise in older adults can be expected to have a positive effect on physical fitness and cardiovascular function, such as arterial stiffness, from the early stages of the program. In addition, it was found that these functions can be maintained for as long as regular twice-weekly exercise is practiced, approximately three years.

Furthermore, this study confirmed that training effectiveness can easily be reduced when physical inactivity is caused by coronary disasters. These findings suggest that it is important to motivate older adults to maintain their health and fitness through group programs and to continue regular exercise for a long period of time.

研究分野：健康科学、スポーツ科学

キーワード：高齢者 トレーニング 水中運動 健康 体力 動脈ステイフネス

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 陸上運動は、下肢の関節等への自体重による着地衝撃や負荷が大きい。水中運動は、浮力による影響で、着地による衝撃が軽減される。高齢者が健康を維持・増進するために、長期間の継続的な運動を実践する際には、こうした着地衝撃や下肢関節への負担が少ない水中運動が有効であると考えられる。

(2) 水中環境では、水圧の影響で静脈環流量が増加するため（特に、立位姿勢）、水中運動による一過性の中浸漬は、中心部の血管の拡張性を高め、循環器系応答を促すと考えられる。したがって、水中運動を長期にわたって持続することで、動脈スティフネスやその逆数にほぼ等しい動脈コンプライアンス（伸張性）における適応（効果）がもたらされると考えられる。しかし長期にわたる高齢者の水中運動トレーニングが体力や動脈スティフネスや血圧に及ぼす影響は、明らかになっていない。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、高齢者の長期的な水中運動の影響を明らかにするため、3年間のトレーニング期における筋力、バランス能力、持久力等の体力の変化を調べることを目的とした。

(2) また、動脈スティフネス、日常の歩数、身体活動レベルに及ぼす影響を確認し、「介護予防」の視点から、高齢者の体力、循環器系適応及び日常身体活動に及ぼす水中運動トレーニングの長期的影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究初年度の準備・調査期間においては、水中運動・トレーニングに関する情報収集を目的として、全国の運動型健康増進施設を対象としたアンケート調査を実施した。また、次年度からトレーニングを実施する温水プールと体育館施設にて、トレーニングの流れと各測定項目を体験できる1ヶ月間のセッションを試行実施した。水中運動は15名、陸上運動は19名がそれぞれ参加した。うち、参加回数等の判断から分析対象は、水中13名、陸上18名とした。

水中運動については、立位の水中運動の特徴を探るため、運動強度の予備測定、ならびに高齢者のシンクロナイズドスイマー（20名）の運動強度測定を実施した。

(2) 研究の2年目から実際のトレーニングと各種測定を開始した。対象者は、自立した生活を営み、トレーニング会場や測定会場に、介助なしに自身で移動できる高齢者とした。トレーニング期間は、2017年5月～2020年2月（2年10ヶ月）とした。コロナ禍の影響を受け、2ヶ月間短縮した。トレーニング開始時の測定会に参加した対象者は、73名で、水中運動群（28名：平均72.9±4.8歳）、陸上運動群（32名：70.4±4.1歳）、トレーニングを行わない対照群（13名：79.7±6.2歳）であった。対象者に本研究の概要と追手門学院大学の研究倫理規定を遵守した配慮・対応についての説明を行った後、研究参加の同意を書面にて得た。なお、「はつらつ運動サークル」としてトレーニングプログラムを運営し、茨木市の地域福祉課、老人クラブ連合会、シンコースポーツ（株）の協力を得ながら、研究を遂行した。

(3) 水中運動群は、水中歩行やアクアティックダンスを中心とした有酸素運動を集団で週に1回、および個別の水中歩行による有酸素運動を週に1回行った（計2回/週）。陸上運動群は、歩行やエアロビックダンスを中心とした有酸素運動を集団で週に2回行った。運動時間は、1回45分とした。集団エクササイズでは、インストラクターの指示や動きに合わせて身体を動かし、各動作の強度は自身で調整しながら行った。2年10ヶ月のトレーニング期において、両群とも264回のトレーニングセッションを設定した。

(4) 上記(1)の試行セッションの前後に6項目の体力（握力、長座体前屈、上体起こし、開眼片足立ち、10m障害物歩行、6分間歩行）、動脈スティフネス、および血圧を測定した。(2)のトレーニング期においては、同様な項目を2017年の8月から約6ヶ月おきに測定するとともに、インピーダンス法による身体組成の測定を追加して行った。なお、最終の測定は、2020年の2月であったが（対照群除く）、直後にコロナ禍の影響で、トレーニングを中止し、対象者への事後アンケート調査は、郵送で行った。また、本研究の研究期間を延長し、コロナ禍の影響を見るため、同様な測定を1年後の2021年3月に実施した。

4. 研究成果

本研究では、約3年間にわたり、多くの測定を実施したが、本報告では、主な成果である下記の(1)～(7)までの内容を報告する。

(1) 水中運動・トレーニングに関するアンケート調査と水中運動強度の予備測定

92 施設から回答を得て分析した結果、一般的な高齢者の水中運動プログラムは、音楽に合わせて動作を行う、「アクアエクササイズ系」が多く、頻度は週に2、3回、1回約40分で実践されていた。また、運動型健康増進施設においては、水泳・水中運動が重要なプログラムとして認識されていた。高齢社会における介護予防を目的として、今後も水泳・水中運動の実践・活用が促進されることが予想された。

水中運動強度の予備測定においては、8つの基本動作（普通歩行、大股、横、後ろ、前方キック、ツイスト、シザース、ジョグ）を用いて測定し、「220-年齢」を基準とした推定最高心拍数に対する相対運動強度において、シザースとジョグの強度が高く（70%以上）、他の動作も中等度の強度（60%台）であることが確認できた。一方、高齢者シンクロナイズドスイマーの演技における運動強度は約80%強度であり、ジョグ系やスカーリングの動作を多用したり、頭部入水や息こらえを伴うような動作を一般の高齢者が行った場合、さらに高強度となる可能性があり、日常的なトレーニングに取り入れて継続することは困難であることがわかった。

(2) 初年次実施のトレーニング試行の影響

3年間のトレーニングに先立ち、水中運動群6回、陸上運動群7回、約1ヶ月間のトレーニングを試行した。両群とも上体起こしと6分間歩行の有意な改善がみられた(p<0.05)。特に水中運動群においては、握力の改善もみられ、短期的には筋力を維持・増進する運動として、水中運動が有用であることが示唆された。また、動脈スティフネスの指標である、脈波伝播速度(baPWV)は、両群とも有意な改善がみられなかった。しかし、2群を合わせた全体では、事前(平均値±標準偏差:1883±380 cm/sec)よりも事後(1782±367 cm/sec)の方が有意に低くなった(31名中22名, p<0.05)。したがって、短期間の集団エクササイズプログラム(6, 7回)への参加は、高齢者の体力レベルを有意に高め、動脈スティフネスにも好影響をもたらすことが明らかとなった。

(3) トレーニング初期3ヶ月間の影響 (2017年5月～7月)

前述の試行トレーニングから約1ヶ月間の非トレーニング期間において、2017年5月から3年間のトレーニングを開始した。試行時メンバーの交代と新期メンバーの追加を経て長期トレーニングのメンバーが確定した(水中運動群28名、陸上運動群32名→前述の「研究の方法」の(2)を参照)。

トレーニング初期の3ヶ月間(水中運動群27回、陸上運動群28回)の影響について、各群のbaPWV(動脈スティフネス)の平均値には、変化が見られなかった(水中運動群:前1822±556 cm/sec・後1840±534 cm/sec、陸上運動群:前1805±362 cm/sec・後1842±339 cm/sec)。トレーニング前のbaPWV値が1500cm/sec以上で、かつ絶対量の変化が100以上ある者のプロットエリアを塗りつぶした図が図1である。中央に位置する平均値から、増加方向にある者、減少方向にある者の散らばり具合を示すが、トレーニング前の値が平均値より高い者は、増減幅が大きい傾向にある。これらのプロットエリアに位置する対象者について、トレーニング参加回数との関連をみたところ、水中運動群では、図2に示すように、

1500以上、1900以上の両区分において有意な相関関係を示した(グラフAとC)。一方、陸上運動群においては、有意な相関関係が見られなかった(グラフBとD)。すなわち、水中運動群では、トレーニング参加回数が多い者ほど、動脈スティフネスが改善することが明らかとなった。なお、この間の体力は、陸上群の6分間歩行において有意な変化が見られ、約28mの低下がみられた。

この低下に関する要因としては、8月の暑熱環境下(体育館フロア、気温約30℃)で実施したことが推察される。

※図1と2は、「松井ほか、3ヵ月間の有酸素トレーニングが高齢者の動脈スティフネスおよび体力に及ぼす影響、追手門学院大学スポーツ研究センター紀要, 5, 17-27, 2020.」から、運動群の表記を改変して引用。

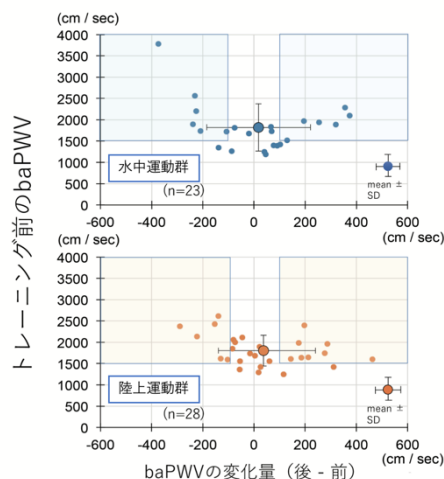
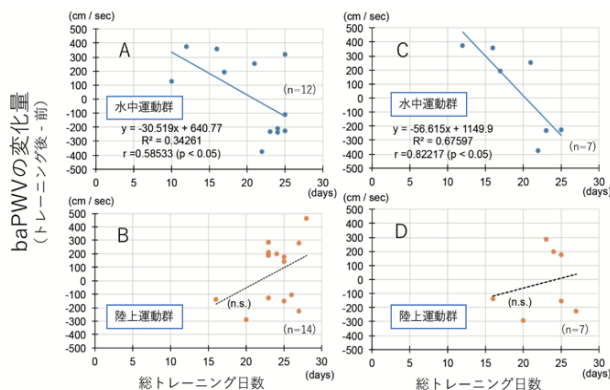


図1 トレーニング前のbaPWVとトレーニング前後の

baPWV変化量との関係

※塗りつぶしたエリア、トレーニング前のbaPWV値が1500(cm/sec)以上、かつ、絶対量の変化が100以上ある者



<グラフA・B> トレーニング前のbaPWV値が1500(cm/sec)以上、かつ絶対量の変化が100以上ある者
<グラフC・D> トレーニング前のbaPWV値が1900(cm/sec)以上で、かつ絶対量の変化が100以上ある者

図2 トレーニング前後のbaPWV変化量と総トレーニング日数の関係

(4) 水中運動プログラムの特徴

本研究で用いた、水中運動プログラムにおける典型的なセッションを対象に、ビデオ映像から、プログラムの各局面の動作、ならびに強度の特徴を確認した。ウォーミングアップでは、エリアを周回する水中歩行動作を基本として、腕や脚のクロス動作や水の抵抗を活用した移動動作を実施していた (10/50, 全体 50 動作のうち 10 動作)。その後、プールを直線的に移動する動作を経て (8/50)、メインのダンス系動作 (27/50) を 775 秒間続けていた。その後、クーリングダウン (5/50) で 5 つの動作を遂行して終了となるプログラムであった。この間、5 名の対象者において心拍数を測定し、別日に実施した各水中運動動作における同対象者の心拍数と比較した。安静時の心拍数を考慮した、カルボーネン法に基づく運動強度 (最高心拍数と安静時心拍数の差を示す心拍予備能における % : %HRR) の平均値は、普通歩行時に 31%HRR であり、実際の集団プログラムの中で、この普通歩行の運動強度レベルを上回ったのは、平均で約 48% の時間であった。つまり、プログラムの半分の時間帯は、普通歩行以下の緩やかな強度の運動であったと考えられる。トレーニングを長期にわたって継続することを考慮すると、高齢者においては、低強度運動の方が、無理なく継続でき、適度な運動効果が得られるものと考えられる。

(5) トレーニング期間 2 年 10 ヶ月間の影響 (2017 年 5 月～2020 年 2 月) :

全期間のトレーニングを経て、最終測定までの全測定 (7 回) を完遂した対象者は、水中運動群が 21 名、陸上運動群が 23 名であった。各群の完遂者の初期値と最終値は次の通りであった。値は、平均値±標準偏差で示す。

- ・ baPWV 値 : 水中運動群 1803±566cm/sec および 1855±337cm/sec
陸上運動群 1787±371cm/sec および 1842±362cm/sec
- ・ 収縮期血圧 : 水中運動群 144±21mmHg および 141±12mmHg
陸上運動群 139±15mmHg および 131±13mmHg
- ・ 拡張期血圧 : 水中運動群 82±12mmHg および 79±6mmHg
陸上運動群 81±9mmHg および 75±11mmHg

陸上運動群においては、収縮期血圧と拡張期血圧において、初期値と最終値の比較において、有意な差が認められ、最終値が低い値を示した (p<0.05)。

体力測定の実験結果における初期値と最終値は、水中運動群 39.0±6.0 点および 40.1±8.1 点、陸上運動群 40.3±6.2 点および 42.3±6.4 点であった。陸上運動群において得点が増える傾向はみられたが、有意ではなかった。

(6) トレーニング期間終了後の非トレーニング期 (コロナ禍 1 年後) の影響

コロナ禍 1 年間を経て、これまでと同様の測定会を実施した。実質のトレーニング直後の事後測定データは、2 月中・下旬に行った測定データが相当するが、当初計画で予定をしていた、2020 年 5 月の最終測定を、年度末の 2021 年 3 月下旬に実施するかたちとした。測定会参加者は、水中運動群が 22 名、陸上運動群が 18 名であった。体力測定と動脈スティフネス測定の結果、非トレーニング期の 1 年間で低下した項目は、図 3 の通りであった。

筋力 (握力)、10m 障害物歩行 (歩行バランス)、6 分間歩行 (持久力) は、長期トレーニング期間中に維持改善されていたが、1 年間の非トレーニング期を経て、各群もしくは両群 (全体) において有意にこれらの能力が低下した。高齢者がトレーニングを中断すると、その後、どのように体力や循環器系指標が変化していくのかは、より詳細な途中経過の測定が必要と思われる。しかし、本研究の結果から、巣ごもり状態を基本とする日常生活は、トレーニングで向上した身体機能を比較的早く消失させることが推察された。こうしたことから、地域における高齢者の運動プログラムは、対象となる高齢者の運動実践が途切れることがないように、日常生活と密着したかたちで提供されることが強く望まれる。

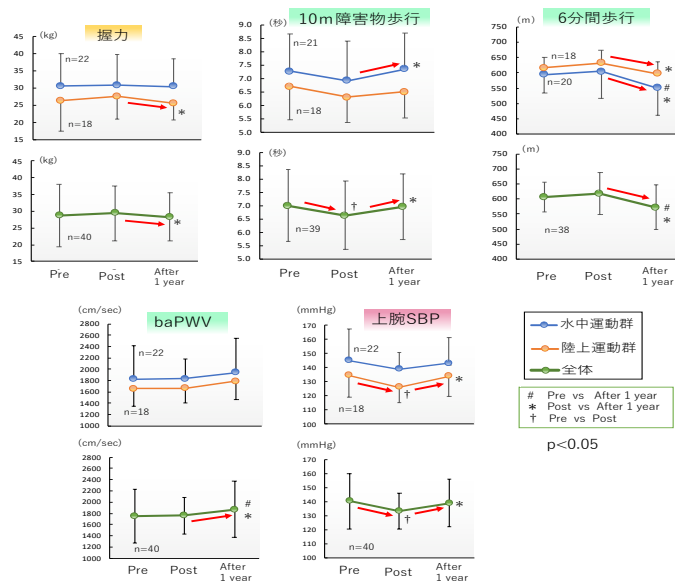


図 3 トレーニング前後の変化とコロナ禍 1 年後の変化

※トレーニング期の終了後に有意な変化が観察された測定項目
※矢印は、有意な変化が生じた箇所を示す

※図 3 は、「松井ほか、高齢者の集団的エクササイズプログラムが体力及び動脈スティフネスに及ぼす影響 ～3 年間の変化とその後の 1 年間の中断による影響～、第 76 回 日本体力医学会大会 2021 年 9 月」の発表資料から抜粋して引用。

(7) 高齢者の長期運動プログラム後における心理状態の特徴

週2回、約3年間の長期プログラムへの継続参加に関しては、運動への動機付けを維持、あるいは高めておく必要があり、こうした動機づけに対して、トレーニング環境の違いが影響を及ぼすことが考えられる。2年10ヶ月のプログラムが終了した時点で、水中、陸上、両群の対象者に、長期運動プログラムに関するアンケート調査を実施した。30項目の質問紙によって、プログラム参加で想定される心理状態、身体フィーリング、運動環境、参加仲間との交流などを尋ねた。回答は4件法を用いて、「1. そう思わない」から「4. そう思う」までの4段階を選択肢とし、得点化し、各項目で平均値を算出した。動機づけに関する項目、「継続に意欲的である」は、水中運動群で 3.77 ± 0.63 （平均値±標準偏差）であった。陸上運動群の 3.27 ± 1.08 と比較して、有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。また、「参加者とプログラム以外に交流があった」という項目においても、水中運動群が 3.53 ± 0.90 （平均値±標準偏差）、陸上運動群が 2.63 ± 0.96 であり、水中運動群が有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

これらの結果から、高齢者が無理なく継続できる集団プログラムとして、水中運動プログラムが適していることが示唆された。

以上の研究成果から、高齢者における水中運動の実践は、初期段階から体力ならびに動脈ステイフネス等の循環器系機能への好影響が期待でき、運動を継続している間は、3年程度の長期間でもこれらの機能を概ね維持することが可能であることが示唆された。しかし、身体的に不活動の状態になると、トレーニング効果は速やかに減少するため、集団的なプログラムによって動機づけを高め、運動を長く継続することが重要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3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 2件）

1. 著者名 巽 樹理, 松井 健	4. 巻 8
2. 論文標題 高齢者の長期運動プログラム後における心理状態に関する研究 -水中運動群と陸上運動群の比較-	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 追手門学院大学スポーツ研究センター紀要	6. 最初と最後の頁 23 - 29
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松井健, 巽樹理, 斎藤辰哉, 小野寺昇, 濱田大幹, 吉田升, 和田拓真, 馬込卓弥, 辰本頼弘	4. 巻 31
2. 論文標題 高齢者の水中運動動作ならびに集団的水中運動プログラムにおける運動強度の特徴	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 川崎医療福祉学会誌	6. 最初と最後の頁 477-488
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 松井 健, 巽 樹理, 斎藤辰哉, 小野寺 昇, 倉藤利早, 馬込卓弥, 松山博明, 辰本頼弘	4. 巻 No.5
2. 論文標題 3ヶ月間の有酸素トレーニングが高齢者の動脈スティフネスおよび体力に及ぼす影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 追手門学院大学スポーツ研究センター紀要	6. 最初と最後の頁 17-27
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 無
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 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 松井健, 巽樹理, 斎藤辰哉, 濱田大幹, 馬込卓弥, 小野寺昇
2. 発表標題 高齢者の集団的エクササイズプログラムが体力及び動脈スティフネスに及ぼす影響
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井 健, 巽 樹理, 斎藤辰哉, 濱田大幹, 吉田 升, 和田拓真
2. 発表標題 高齢者の集団的水中運動プログラムにおける運動強度について
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会第21回大会 (於 : 北翔大学8.29-30, 29日に発表)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松井健, 巽樹理, 斎藤辰哉, 小野寺昇
2. 発表標題 高齢者の集団的エクササイズプログラムが 体力及び脈波伝播速度に及ぼす影響
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeshi Matsui, Juri Tatsumi, Tatsuya Saito, Sho Onodera, Risa Kurato
2. 発表標題 THE EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE TRAINING IN WATER ON ARTERIAL STIFFNESS IN OLDER ADULTS
3. 学会等名 EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE (23rd ECSS Congress) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Matsui, Matsui Tatsumi, Tatsuya Saito, Sho Onodera
2. 発表標題 The aquatic exercise program for elderly people is a major program at exercise-type health promotion facilities
3. 学会等名 The XIIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松井健, 巽樹理, 斎藤辰哉, 小野寺昇
2. 発表標題 運動型健康増進施設における高齢者の水中運動プログラムについて
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会第18回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小野寺昇, 巽樹理, 松井健, 和田拓真, 玉里祐太郎, 村田めぐみ, 吉田升, 斎藤辰哉, 中野真, 原英喜
2. 発表標題 高齢者シンクロナイズドスイミング時における心拍数変化
3. 学会等名 第78回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2016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	巽 樹理 (TATSUMI Juri) (00769648)	追手門学院大学・共通教育機構・准教授 (34415)	
研究分担者	斎藤 辰哉 (SAITO Tatsuya) (60758085)	鳥取大学・医学部・助教 (15101)	
研究分担者	小野寺 昇 (ONODERA Sho) (50160924)	川崎医療福祉大学・医療技術学部・教授 (35309)	

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	馬込 卓弥 (MAGOME Takuya) (20769731)	追手門学院大学・社会学部・准教授 (34415)	

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