

令和 6 年 5 月 20 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11667

研究課題名（和文）ライフステージの朝型夜型リズム変化に適した世代別・時間帯別の運動プログラム開発

研究課題名（英文）Development of exercise programs that suit based on changes in life stages and age-related chronotypes

研究代表者

宮崎 亮（Miyazaki, Ryo）

島根大学・学術研究院人間科学系・准教授

研究者番号：20531908

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ライフステージ（若年者、中年者、高齢者）別に、朝型夜型リズムと運動実践との関係を明らかにすることを目的とした。まず、若年者を対象に、時計遺伝子CLOCK3111T/C多型は、土曜日においてのみ、客観的な身体活動量および起床時間と有意に関連することを示した。この結果は、日内リズムの差異における遺伝的要因は、通学、通勤などの社会的な制約のために平日にはマスクされており、土曜日（週末）にのみ出現するものと推測された。さらに中高齢者対象の実験では、朝の低～中の有酸素性運動により、特に睡眠障害などを有さない中高齢者であっても、運動により客観的睡眠の質が改善することを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究期間において、我々は多くの研究成果を挙げることが出来た。特に、2022年の発表論文(Miyazaki et al, *Physiol Behav*, 2022, DOI: 10.1016/j.physbeh.2022.113705)では、これまで遺伝的または社会的要因だけで説明されてきた身体活動量リズムが、その両者の組み合わせで説明できることを世界で初めて明らかにした。この論文は各新聞社、テレビやYahooニュースでも取り上げられ、大きな反響をもたらした。そのほか研究代表者は多くの学会などで招待講演の機会に恵まれ、研究成果を社会へ還元することに注力した。

研究成果の概要（英文）：The aim of the present study was to determine the relationships between morningness-eveningness and exercise based on life stage. We showed that the clock gene CLOCK3111T/C polymorphism was significantly associated with objectively measured physical activity levels only on Saturdays in young adults. This result suggests that genetic factors in diurnal rhythm differences could be masked on weekdays due to social constraints such as commuting to school and work, and only appear on Saturdays (weekends). Furthermore, another experiment among middle-aged and older adults showed that light-to-moderate intensity aerobic exercise in the morning improved objective sleep quality, even in people with no specific sleep disorders.

研究分野：応用健康科学

キーワード：日内リズム クロノタイプ 身体活動量 時計遺伝子 朝型夜型

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 「時計遺伝子」ノーベル医学・生理学賞受賞と、「時間帯別の運動」に関して残された課題  
2017年に「時計遺伝子」がノーベル医学・生理学賞を受賞するなど、社会の注目を集めていた。運動についても昨年「時間帯別の運動効果」について知見が蓄積されている。しかし日内リズムには個人差があるにも関わらず、「時間帯別の個人差」は未だ不明であった。研究代表者は「運動の朝型夜型嗜好性」を判定できる簡易質問紙を開発した(Miyazaki et al, 2018)。そこで本研究では、個人毎のスムーズな運動実践を目指し、まずライフステージ(若年者、中年者、高齢者)別に、朝型夜型リズムと年間を通した運動実践との関係を明らかにすることを目標とした。

(2) 朝型夜型リズム(クロノタイプ)は生理的要因だけではなくライフステージにより変化する  
体内時計機能は生活環境や嗜好、年齢、時計遺伝子多型などで規定され、これらの複合的な結果としてクロノタイプが生じる。一般的に、個々のクロノタイプ調整能力および影響は、若年者で強く、高齢者で弱いことが多くの研究で示されている。したがって我々は世代別のクロノタイプ調査が必要と考えた。一方で、社会的な面も検討する必要があった。クロノタイプは人生の転換「ライフステージ」によって著しく変化する(シフトワークなどの業務形態、仕事からの引退、出産など)。このように、クロノタイプが加齢やライフステージで変化することを考え、我々は世代・社会的要因など複数の要因を考慮した運動プログラムの提案を想起した。

### 2. 研究の目的

本研究では、個人毎のスムーズな運動実践を目指し、ライフステージ(若年者、中年者、高齢者)別に、朝型夜型リズムと運動実践との関係を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) 大学生における、時計遺伝子多型と身体活動リズムとの関係

夜型の生活習慣を持つ者(夜型者)は、朝型の生活習慣を持つ者(朝型者)と比べて、睡眠の短時間化、食生活の乱れ、身体活動量の減少などが見られる。遺伝的背景も関連が報告されており、時計遺伝子多型の夜型タイプ者は、身体活動量が低いことが示されている。ただし、先行研究では「1日だけ」の調査結果しかなかった。ヒトは社会的な生物であり、仕事や学校などの社会的制約下で生活している。当然、身体活動量もそれらの社会的制約の影響を受けるはずである。そこで我々は、社会的制約が異なる平日と休日の両方で、時計遺伝子多型と身体活動量との関係を比較分析した。

被験者は大学生男女81名(男14/女67、20.4±2.9歳)であった。被験者の口腔粘膜より採取した時計遺伝子CLOCK3111T/C多型サンプルにより、朝型といわれるTの遺伝子多型を持つ者(TT者)と、夜型といわれているCを含む遺伝子多型の者(TC+CC者)との2群に被験者を分類した。被験者に対して、週末を含む7日間連続してデジタル加速度計(ライフコーダ、スズケン)を、起床時から就寝時まで装着させ、そこから得られたデータにより時間別身体活動量を解析した。さらに、質問紙により生活習慣(朝型夜型嗜好性、起床就寝時刻など)を収集した。

(2) 地域高齢者を対象とした運動介入研究が、客観的睡眠指標に及ぼす影響

地域中高齢者49名(66±7歳)を無作為に運動群(EX群)および対照群(CON群)に割り付け、3か月の健康増進教室(低~中強度有酸素性運動)を実施した。EX群は週に一度、運動教室に参加した。さらにEX群にはステップ台を貸与し、自宅にて週210分間以上の運動を依頼した。CON群には健康教室にて情報提供を行った。教室の時間帯は朝10~11時とした。測定は介入前後に実施した。測定項目は、日内リズム検査項目として、起床就寝時刻、3食の時刻、朝型夜型嗜好性(朝型夜型質問紙短縮版MEQr)および我々が開発した朝型夜型運動嗜好性質問紙(MEEPQ)、身体組成、歩行速度、推定最大酸素摂取量、下肢筋力、安静時血圧などとした。

客観的睡眠指標・身体活動量測定のために、対象者は睡眠時を含めた3日間以上連続して加速度付歩数計を装着した。睡眠-覚醒リズム研究用プログラム(SleepSignAct、キッセイコムテック)を用い、入眠潜時、中途覚醒、睡眠効率等を算出した。そのほか、主観的睡眠の質としてピッツバーグ睡眠質問票も聴取した。

(3) 地域高齢者を対象とした調査研究

島根県隠岐の島町にて高齢者の横断・縦断研究を実施し、日内リズム(起床就寝時刻、3食の時刻、欠食習慣など)、朝型夜型嗜好性(朝型夜型質問紙短縮版MEQr)および各医学マーカーとの関連を調査した。測定項目は、日内リズム(起床就寝時刻、3食の時刻、欠食習慣など)、朝型夜型嗜好性、生活習慣(家族構成、食習慣など)、フレイル(身体的虚弱)、歩行能力(歩行速度、歩幅、左右バランスなど)、握力、身体組成(骨格筋量、体脂肪率など)、安静時血圧、血液生化学検査項目などとした。

#### 4. 研究成果

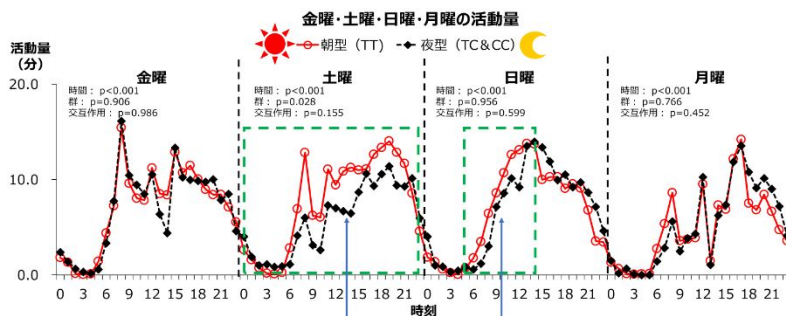
##### (1) 大学生における、時計遺伝子多型と身体活動リズムとの関係 (図1)

時計遺伝子多型の朝型者 (CLOCK 3111TT) は、夜型者 (CLOCK 3111 TC+CC) と比べ、1時間刻みでの身体活動量が、土曜日においてのみ有意に高値を示した (1時間あたり平均 1.7分 [95% CI、0.2~3.4分]、時間:  $p < 0.001$ 、グループ:  $p = 0.028$ 、交互作用:  $p = 0.155$ )。さらに日曜日、TT者はTC+CC者と比べ、午前中の身体活動量は、有意ではないものの一貫して低値を示した (1時間あたり平均 0.1分 [95% CI、-2.2~2.1分]、時間:  $p < 0.001$ 、グループ:  $p = 0.956$ 、交互作用:  $p = 0.599$ )。それ以外の曜日では、身体活動量についてTT者はTC+CC者との差異は見られなかった。

さらに、土曜日のTT者の起床・就寝時間は、他の日より大幅に遅い時刻を示した (すべて  $p < 0.05$ )。しかし、アンケートに基づく、主観的な日内リズム (主観的な朝型夜型タイプ、睡眠の質など) は、時計遺伝子多型と関連が見られなかった。

以上の結果を総括すると、CLOCK3111T/C多型は、土曜日においてのみ、客観的な身体活動量および起床時間と有意に関連した。この結果は、日内リズムの差異における遺伝的要因は、通学、通勤などの社会的な制約

のために平日にはマスクされており、土曜日 (週末) にのみ出現するものと推測された。本件は、夜型生活者の身体活動量の減少には、遺伝的な要因と社会的な要因の両者が大きく寄与することを示した世界初の研究成果であると考えている。この論文は、多くのメディアで掲載されるなど大きな反響をもたらした。



時計遺伝子多型の夜型者は、土日だけ低い。  
活動量低下には、遺伝的だけでなく社会的要因が寄与する

図1 活動量の比較 時計遺伝子多型 (朝型vs.夜型)

##### (2) 中高齢者を対象とした、朝運動による客観的睡眠の質改善 (図2)

中高齢者 49名 (66 ± 7歳) を無作為に運動群 (EX群) および対照群 (CON群) に割り付け、3か月の健康増進教室 (低~中の有酸素性運動介入) を実施した。介入後、EX群では、客観的睡眠指標のうち、総睡眠時間、睡眠効率、総覚醒時間、10分以上覚醒回数が有意に改善した ( $p < 0.05$ )。CON群では介入前後で変化しなかった。さらに、介入開始時点での主観的睡眠の質の差と、運動介入効果との関係を見るために、睡眠の質低下のカットオフ値である PSQI 合計得点 6を用い、介入前 PSQI 6の者を「睡眠の質悪群 (悪群)」、それ以外と「睡眠の質良群 (良群)」とし、EX群を2群に分け解析を行った。その結果、明確な群間差は見出せなかった。以上本研究では、朝の低~中の有酸素性運動により、特に睡眠障害などを有さない中高齢者であっても、運動により客観的睡眠の質が改善することを示すことができた。

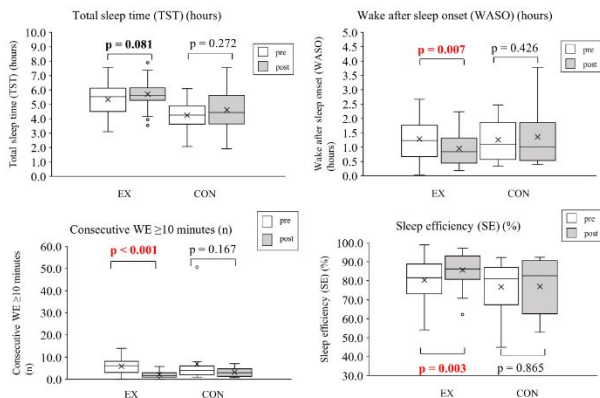


図2 介入前後の客観的睡眠指標

##### (3) 地域高齢者を対象とした横断研究

この研究では、生活習慣の個人差に関する原著論文を数本公開した。1報は独居とフレイル有病率との関係、もう1報は食生活 (牛乳乳製品摂取量) が、特に高齢女性の優れた身体機能に関係していることを明らかにしたものである。このコホートでは時計遺伝子多型も測定しており、今後は縦断データ蓄積により、フレイル発症などをアウトカムとして、クロノタイプ、時計遺伝子多型などがどのように関与しているかを分析する予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Miyazaki Ryo, Abe Takafumi, Yano Shozo, Okuyama Kenta, Sakane Naoki, Ando Hitoshi, Isomura Minoru, Yamasaki Masayuki, Nabika Toru	4. 巻 23
2. 論文標題 Associations between physical frailty and living arrangements in Japanese older adults living in a rural remote island: The Shimane <scp>CoHRE</scp> study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of General and Family Medicine	6. 最初と最後の頁 310～318
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/jgf2.544	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 該当する
1. 著者名 Onishi Togo, Yamasaki Masayuki, Hara Taketaka, Hiroto Tetsuya, Miyazaki Ryo	4. 巻 19
2. 論文標題 Esports for Seniors: Acute Effects of Esports Gaming in the Community on the Emotional State and Heart Rate among Japanese Older Adults	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 11683～11683
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph191811683	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 Abe Takafumi, Okuyama Kenta, Hamano Tsuyoshi, Kamada Masamitsu, Isomura Minoru, Nabika Toru, Miyazaki Ryo	4. 巻 97
2. 論文標題 Association between hilliness and walking speed in community-dwelling older Japanese adults: A cross-sectional study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Archives of Gerontology and Geriatrics	6. 最初と最後の頁 104510～104510
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.archger.2021.104510	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 該当する
1. 著者名 Hamano Tsuyoshi, Abe Takafumi, Miyazaki Ryo, Okuyama Kenta, Sundquist Kristina, Nabika Toru	4. 巻 19
2. 論文標題 Car Driving Status and Living Arrangement Associated with Sarcopenia among Rural Japanese Older Adults: A Cross-Sectional Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 414～414
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph19010414	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 該当する

1. 著者名 Miyazaki Ryo, Ando Hitoshi, Ayabe Makoto, Hamasaki Tomoko, Higuchi Yukito, Oshita Kazushige, Sakane Naoki	4. 巻 247
2. 論文標題 The CLOCK 3111T/C polymorphism is associated with hour-by-hour physical activity levels only on weekends among Japanese male and female university students	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physiology & Behavior	6. 最初と最後の頁 113705 ~ 113705
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physbeh.2022.113705	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 Aoki Takumi, Fukuda Kazuhiko, Tanaka Chiaki, Kamikawa Yasuko, Tsuji Nobuhiro, Kasanami Ryoji, Hara Taketaka, Miyazaki Ryo, Tanaka Hideki, Asai Hidenori, Yamamoto Naofumi, Oishi Kan, Ishii Kojiro	4. 巻 15
2. 論文標題 The relationship between sleep habits, lifestyle factors, and achieving guideline-recommended physical activity levels in ten-to-fourteen-year-old Japanese children: A cross-sectional study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0242517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0242517	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 Abe Takafumi, Okuyama Kenta, Kamada Masamitsu, Yano Shozo, Toyama Yuta, Isomura Minoru, Nabika Toru, Sakane Naoki, Ando Hitoshi, Miyazaki Ryo	4. 巻 15
2. 論文標題 Social participation and physical prefrailty in older Japanese adults: The Shimane CoHRE study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0243548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0243548	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 Miyazaki Ryo, Ayabe Makoto, Kumahara Hideaki, Morimura Kazuhiro, Inukai Yoshihide	4. 巻 94
2. 論文標題 Effects of light-to-moderate intensity aerobic exercise on objectively measured sleep parameters among community-dwelling older people	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Archives of Gerontology and Geriatrics	6. 最初と最後の頁 104336 ~ 104336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.archger.2020.104336	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 綾部誠也, 熊原秀晃, 大山剛史, 宮崎亮, 笹山健作, 森村和浩, 齋藤誠二, 高戸仁郎, 犬飼義秀	4. 巻 6
2. 論文標題 時間毎行動情報分析に基づく日常生活の行動パターンの個人内変動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本スポーツ健康科学誌	6. 最初と最後の頁 75-84
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18件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 宮崎亮, 安部孝文, 坂根直樹, 安藤仁, 矢野彰三, 奥山健太, 磯村実, 山崎雅之, 並河徹
2. 発表標題 離島在住高齢者における、牛乳・乳製品摂取量と客観的身体機能との関係
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大西桃吾, 藤原大樹, 宮崎亮
2. 発表標題 地域高齢者におけるRing Fit Adventureの運動強度
3. 学会等名 第89回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎亮, 安部孝文, 坂根直樹, 安藤仁, 矢野彰三, 奥山健太, 磯村実, 山崎雅之, 並河徹
2. 発表標題 地域在住高齢者における日常的タマゴ摂取量とフレイルとの関係
3. 学会等名 第89回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大西桃吾、藤原大樹、安部孝文、宮崎亮
2. 発表標題 地域高齢者におけるRing Fit Adventureが体力指標に及ぼす効果：ランダム化比較試験
3. 学会等名 第24回日本健康支援学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮崎亮
2. 発表標題 地域高齢者の大規模調査に基づくフレイル予防に資する日常的タマゴ摂取量
3. 学会等名 日本食品科学工学会第69回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎亮
2. 発表標題 体内時計機能の個人差に適した運動時間帯を探る：遺伝的・社会的要因の相互関係を鑑みたアプローチ
3. 学会等名 第5回スポーツニューロサイエンス研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎亮、安藤仁、綾部誠也、濱寄朋子、樋口行人、大下和茂、坂根直樹
2. 発表標題 大学生における時計遺伝子CLOCK3111T/C多型は、週末のみ時間別身体活動レベルと関係する
3. 学会等名 第40回日本臨床運動療法学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西桃吾、宮崎亮、廣富哲也、原 丈貴、山崎雅之
2. 発表標題 高齢者における単回のeスポーツが心身の生理的指標に与える影響
3. 学会等名 第40回日本臨床運動療法学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大西桃吾、宮崎亮、久松隆史、福田茉莉、神田秀幸
2. 発表標題 全国トップレベルの高校eスポーツ部員における体格：運動部および文化部との比較
3. 学会等名 全国トップレベルの高校eスポーツ部員における体格：運動部および文化部との比較第87回日本体力医学会中国・四国地方会（高知）令和3年12月5日（日）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎亮、安部孝文、奥山健太、矢野彰三、坂根直樹、安藤仁、磯村実、山崎雅之、並河徹
2. 発表標題 離島高齢者における独居とフレイルとの関係
3. 学会等名 第75回日本体力医学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎亮、板倉知香、足立孝子、木村美佳、山崎雅之
2. 発表標題 地域在住高齢者男女における、自身の体型誤認識と抑うつリスクとの関係
3. 学会等名 第22回日本健康支援学会年次学術大会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 宮崎亮
2. 発表標題 フレイル予防に資する、生活環境および身体機能（島根県隠岐の島コホートからの報告）
3. 学会等名 第27回日本未病学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎亮
2. 発表標題 軽度肥満中高齢者に対する有酸素運動の新たな健康便益：睡眠の質を改善させうるか
3. 学会等名 第41回日本肥満学会・第38回日本肥満症治療学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎亮、綾部誠也、犬飼義秀
2. 発表標題 高齢者への運動介入が睡眠およびその構成要素に及ぼす影響
3. 学会等名 第83回日本体力医学会・中四国地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎亮、綾部誠也、犬飼義秀、安藤仁、坂根直樹
2. 発表標題 地域中高齢者への運動介入が客観的睡眠指標に及ぼす影響 - 朝型夜型リズムによる分析 -
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎亮、安部孝文、山崎雅之
2. 発表標題 地域高齢者の牛乳乳製品摂取量とフレイルとの関係 - 歩行能力の詳細な測定を通して -
3. 学会等名 第78回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎亮、綾部誠也、犬飼義秀、安藤仁、坂根直樹
2. 発表標題 朝型夜型運動嗜好性質問紙(MEEPQ)の中高齢者への応用可能性
3. 学会等名 第84回日本体力医学会中国・四国地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎亮、安藤仁、坂根直樹
2. 発表標題 時間運動学のヒトでの応用展開：個々人の朝型夜型リズム(クロノタイプ)に着目して
3. 学会等名 第26回日本時間生物学会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 藤村 昭夫	4. 発行年 2021年
2. 出版社 診断と治療社	5. 総ページ数 252
3. 書名 適正使用のための臨床時間治療学	

〔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	坂根 直樹  (Sakane Naoki)  (40335443)	独立行政法人国立病院機構(京都医療センター臨床研究センター)・臨床研究企画運営部・研究室長    (84305)	
研究分担者	綾部 誠也  (Ayabe Makoto)  (80407238)	岡山県立大学・情報工学部・教授    (25301)	

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