

研究種目： 基盤研究（B）

研究期間：2005～2008

課題番号： 17300223

研究課題名（和文） 身体運動が脳と心に及ぼす効果の解明と健康科学への応用

研究課題名（英文） The effects of physical exercise on various brain function and their application for the health science.

研究代表者

内田 直（UCHIDA, Sunao）

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：00261181

#### 研究成果の概要：

近年、国民の健康に対する関心の高まりとともに身体運動への関心も高まっている。しかしながら、このような関心は、身体的な健康が主体となっている。一方で、精神的なあるいは脳の健康も同様に重要であることは疑い。このような、精神的なあるいは脳の健康と、これに対する身体運動の効果についての研究は、いまだ十分に行われているとはいえない。

本研究では、身体運動と精神活動あるいは脳活動の関連について焦点をあて、これについて健康科学的な側面から実証的な研究を行った。このような研究は、身体活動と身体の健康に関連した研究に比べると新しいものであり、今後うつ病や認知症予防のための運動療法としての活動につながるものである。

研究は、以下の5つのテーマ(方法)によって行った。すなわち(1)身体運動が睡眠に及ぼす影響について、(2)睡眠中の代謝活動についての予備的研究、(3)朝行う身体運動が、その後の認知機能に及ぼす影響について、(4)身体運動と児童の発達に関連について、(5)観察学習の効果とスキルの転移、である。

(1) 身体運動が睡眠に及ぼす影響については、二つの実験を行った。昼寝により人工的に作成した不眠状態への運動の影響をみたが、これは大きな影響が観察されなかった。次に睡眠直前に高強度の運動を行わせ、これが睡眠にどのような影響を及ぼすのかを観察した。これまでの研究では、ストレス反応により睡眠が悪化すると言う説があったが、我々の研究では変化無く、悪化は無かった。しかしながら、睡眠中の体温が睡眠中期で運動後運動しないときよりも有意に高いという興味深い結果が得られた。

(2) はヒューマンカロリーメータを用いた睡眠中の代謝の連続測定と言う新しい分野の研究であり、今後運動後の代謝の変化など興味もたれた。

(3) 朝の運動については、日常的に行われる健康運動と似たパターンであるが、これが日中の活動にどのように影響を及ぼすのかを見た。しかしながら、結果としては一過性の効果は認められたが、一日の中での変化は無かった。このような運動を習慣的にした場合の影響が今後の課題として残った。

(4) 小学生を対象とした研究のまとめが一部完成した段階である。現状では、認知機能のうち、判別と抑制の発達パターンが小学生年代では異なっている可能性が示唆された。

(5) 観察学習は、運動学習の一部であるが、観察学習により獲得された手続き記憶は、必ずしも転移しないことが示唆される結果であった。

全体として基礎研究と応用研究の両方から成果が得られ、身体運動が脳と心に及ぼす効果の解明と健康科学への応用についての業績がえられた。期間は終了しているが、この結果を国際論文として発表している作業を継続して行っている。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	4,600,000	0	4,600,000
2006年度	2,400,000	0	2,400,000
2007年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
年度			
総計	11,600,000	1,380,000	12,980,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学

キーワード：応用健康科学

### 1. 研究開始当初の背景

近年、国民の健康に対する関心は特に高まっている。平成15年5月には、国民健康増進法が施行されている。また、平成17年7月には食育基本法が施行された。このように、国の政策においても健康は非常に重要な要素になっている。また、生活習慣病あるいはメタボリックシンドロームへの関心の高まりもあり、人々が健康維持のために習慣的に運動をすることについて意識するようになってきている。

しかしながら一方で、このような健康に対する関心は、高血糖、高血圧、高脂血症などをまとめたメタボリックシンドロームに代表されるように、身体的な健康が主体となっている。一方で、精神的あるいは脳の健康も同様に重要であることは疑い。このような精神的あるいは脳の健康と、これに対する身体運動の効果についての研究は、いまだ十分に行われているとはいえない。

本研究では、身体運動と精神活動あるいは脳活動の関連について焦点をあて、これについて健康科学的な側面から実証的な研究を行った。このような研究は、身体活動と身体の健康に関連した研究に比べると新しいものであり、今後うつ病や認知症予防のための運動療法としての活動につながるものである。

### 2. 研究の目的

研究の目的は、身体運動が精神活動あるいは脳活動を改善させるのかどうかを明らかにすることである。身体運動については、その種類と強度、行う時刻が、一過性が習慣性か(急性、慢性)について検討を要する。また、改善をはかる精神活動については、睡眠、

気分(抑うつ気分)、および認知機能(前頭葉機能を主体とする)を明らかにする。これらは、応用分野として、睡眠障害、気分障害、認知症の改善に結びつくものである。

### 3. 研究の方法

研究は、以下の7つのテーマ(方法)によって行った。すなわち(1)身体運動が睡眠に及ぼす影響について、(2)睡眠中の代謝活動についての予備的研究、(3)朝行う身体運動が、その後の認知機能に及ぼす影響について、(4)身体運動と児童の発達に関連について、(5)観察学習の効果とスキルの転移、(6)第一背側骨間筋における伸張性・短縮性筋活動からなるトレーニングが皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響、である。(1)-(2)については身体運動が脳機能としての睡眠に及ぼす影響について研究を行った。身体運動は睡眠の質を向上させることが本研究でも示唆されたが、一方で睡眠直前の高強度の運動は睡眠の質を悪化させるかどうかについては、必ずしも悪化させると言う結果は得られなかった。また、朝の高照度光と夕方のメラトニンを用いて、体温リズムをシフトさせる方法についても確立させ、これに伴って現在運動能力や認知能力が変化するかどうかを調べている。また、睡眠中の代謝についてもヒューマンカロリーメーターを用いて詳細に調べている。身体運動と認知能力については、直接的な研究として(3)を、また児童の発達との関連についての詳細な記述を行う研究(4)を、また運動学習と言う視点から(5)の研究をおこなった。まとめると、運動は認知能力を向上させ、これは小学生年代においては月齢とともに発達し、また観察によっても運動学習が形成されるが、これは転移しない可能性が高いことが示唆された。

#### 4. 研究成果

##### (1) 身体運動が睡眠に及ぼす影響について

これまでの研究で、運動が睡眠に及ぼす影響については必ずしも一定の結論が得られていない。本研究では、運動習慣のない若年男性を対象とし、一過性の身体運動が睡眠に及ぼす影響について睡眠ポリグラフを用いて検討した。実験1では、昼寝をさせることによって人工的な不眠を作成し、昼寝と夜間睡眠の間に10km走を行った場合と走でない場合の睡眠の変化、すなわち10km走が睡眠の質を変化させるかどうかをみた。また、実験2では、睡眠直前に高強度短時間の無酸素運動をおこない、これが睡眠の質を変化させるかどうかを観察した。

まず実験1より、これまで問題とされてきた天井効果を取り除いた上で、一過性の運動が睡眠に及ぼす影響について検討した。その結果、昼寝の挿入によって人工的に不眠状態を作り出すことは、天井効果を取り除くために有効な手段であることが証明された。そして、夕方に行う10kmランニングは、その後の夜間睡眠に対して、徐波睡眠量の増加などの睡眠の質を向上させる可能性が示唆された。

また実験2より、就寝前の高強度無酸素運動が睡眠に及ぼす影響について検討した。その結果、睡眠変数に有意な変化は認められなかったものの、心拍数や深部体温などの睡眠時における生理応答に有意な変化が認められた。さらに、今回のような非常に短時間の高強度無酸素運動が睡眠に及ぼす影響について見た研究はこれまでに例がなく、貴重なデータを示すこととなった。

以上のように、本研究では、これまでの研究において問題とされてきた天井効果や、これまでに検討されていなかった高強度無酸素運動の影響を明らかにすることで、身体運動が睡眠に及ぼす影響についての一端を示すこととなった。

##### (2) 睡眠中の代謝活動についての予備的研究

肥満は、糖尿病や高血圧など生活習慣病のリスクファクターであることはよく知られている。また、生涯にわたり健康で活動的な生活を送る上では、総エネルギー消費量を増加させ、身体への過剰な脂肪の蓄積を予防することの重要性が指摘されている。ところで、1日の総エネルギー消費量は、基礎代謝量(約60%)、食事誘発性熱産生量(約10%)、身体活動量(運動を含む、約30%)の3つで構成されている。この中で、基礎代謝量は最も大きな割合を占めている。したがって、1日の総エネルギー消費量の増加を図る上では、基礎代謝量を増加させることが有効であるものと推察される。

睡眠は1日の中での約1/3を占め、心身の健

康を維持する上できわめて重要なイベントである。また、近年では、慢性的な睡眠不足は糖代謝に悪影響を及ぼし、肥満や糖尿病の発症リスクを増加させる危険性も指摘されている(Sekine et al.2001)。さらに、先行研究において、睡眠時のエネルギー代謝の動態は体組成と関連することが報告されている(Hsuen-Ying et al. 2005; Kristen et al. 2007)。これらの知見は、睡眠時のエネルギー代謝量が日中覚醒時におけるエネルギー代謝量と同様に重要な意味をもつことを示唆している。

これまで、運動時や安静時のエネルギー代謝量の測定には、フェイスマスクなどを用いた間接熱量測定法が広く用いられてきた。これらの測定方法は睡眠時のエネルギー代謝量の測定にも応用可能であるが、フェイスマスクなどの装着が睡眠環境を悪化させる可能性が指摘されてきた。そこで本研究では、マスクなどの装着を伴わずにエネルギー代謝量の測定が可能なヒューマンカロリメーターを用いて、睡眠時のエネルギー代謝量を測定することを目的とした。また、終夜睡眠ポリグラフ検査により睡眠深度を同時に測定し、各睡眠段階とエネルギー消費量との関係についても検討した。

##### 方 法

被験者には、20代の健康な男子学生12名を用いた。実験当日、被験者は17時30分に実験室(花王株式会社ヘルスケア食品研究所)に来室し、19時半までの間に着替え、シャワー、食事、睡眠ポリグラフ検査のための頭部および顔面への電極装着などを済ませた。夕食はパスタおよびスープとして、摂取カロリーは体重あたり11kcalに統一した。

被験者は、19時30分に実験室内に設置されたヒューマンカロリメーターに入室をした。なお、ヒューマンカロリメーター内には、トイレ、洗面台、ベッド、机、テレビ、パソコンなどが備わっており、日常生活を送ることが可能である。ヒューマンカロリメーター内入室後、23時の消灯までの間はテレビ視聴やインターネットなど、自由行動をさせた。23時に消灯させ、翌朝7時の起床時までの睡眠時におけるエネルギー消費量(energy expenditure; EE)、睡眠脳波、心拍数などを連続測定した。

睡眠時のエネルギー消費量は、1分毎の平均を算出した。また、睡眠脳波の解析では、視察判定により30秒毎に睡眠段階(レム、ステージ1、2、3、4)を決定した。その後、1分以上同一の睡眠段階が認められた区間を抽出し、その際のエネルギー代謝量との関係を検討した。

##### 結 果

図1には、睡眠時のエネルギー消費量(EE)および呼吸商(respiratory quotient; RQ)を

示した（被験者 1 名分のデータ）。なお、ここでは、EE および RQ の 30 分間あたりの平均値を算出した。その結果、EE は就寝直後から 2:00 にかけて緩やかに減少し、その後、7:00（起床時）にかけて比較的安定した値にて推移する傾向を示した。一方、RQ（エネルギー基質の割合を反映）は就寝直後から 0:30 にかけて急激に低下し、2:30 までの間比較的大きな変動を示した後に、7:00（起床時）にかけて安定した値にて推移する傾向を示した。

### (3) 朝行う身体運動が、その後の認知機能に及ぼす影響について

運動が認知機能に及ぼす影響については、近年研究がされつつあるが、未だ運動と認知機能の関係については十分に明らかになっていないといえない。本研究では運動強度を中強度に設定し、運動後の認知機能の経時変化を明らかにすることを目的とした。また、課題の難易度の違いによって脳内情報処理過程に対する運動の影響が異なるという先行研究 (Kamijo et al. 2007) を参考に、本研究では、Color word stroop test、Go/no-go test、Wisconsin card sorting test の 3 種類の難易度の異なる視覚的認知課題を用いて認知機能を検討した。

被験者は、週 3 日以上以上の運動習慣がないこと、喫煙習慣がないこと、普段の睡眠状況が朝型（朝型夜型スケールによる）であること、過去に精神疾患・循環器疾患の既往歴がないことの条件に当てはまる健康な男子大学生 10 名を対象とした。被験者の平均年齢は  $23 \pm 2.4$  歳であった。すべての被験者に対して、事前に実験の目的、方法などを詳細に説明し、実験参加の同意を得た。

本実験は、10 名の被験者を 2 人 1 組とし、2008 年 9 月 11 日～2008 年 10 月 24 日の期間、計 5 回実施した。被験者は、運動条件（60%  $V_{O2max}$  の自転車こぎを 35 分間、視覚的認知課題）と安静条件（運動なし、視覚的認知課題のみ）を Fig.1 に示したとおり行った。各条件は視覚的認知課題に対する慣れの影響や、運動による疲労を考慮し、1 週間以上の間隔をあけて実施した。被験者は、実験開始 1 週間前に最大酸素摂取量の測定および視覚的認知課題の練習を行った。その日から実験当日まで運動をしないことを指示し（自転車通学も含む）身体活動量を測定する為にアクチウォッチを非利き手に装着、身体活動日誌を記入してもらった。また、測定前夜からカフェイン・アルコールの摂取を禁止した。測定前夜、被験者は 19 時に実験施設に集合し、22 時に視覚的認知課題 1 回目を実施、23 時に就寝した。測定当日は、6 時に起床し、6 時 30 分に視覚的認知課題 2 回目を実施、7 時に運動もしくは安静を開始した。運動条件で

は、自転車エルゴメーターを使用した。一方、安静条件では、運動条件と同じ時間、座位で安静に過ごした。運動・安静の前後に指先から少量の血液を採血し、血中乳酸値（ARKRAY 社製 Lactate Pro）と血糖値（NIPRO 社製 FreeStyle）を測定した。運動もしくは安静終了後 5 分以内に視覚的認知課題 3 回目を実施し、その後 3 時間ごとに視覚的認知課題を行った。また視覚的認知課題前には、体温、血圧、心拍、VAS（眠気・疲労）を測定した。実験中の食事内容を統一するため、すべての食事を検者が用意した。実験環境は 25 に設定した。

統計処理には二元配置分散分析を行い、交互作用が認められたものに関しては、条件ごとに時間を要因とした一元配置分散分析を用いて多重比較検定を行った。有意水準は  $p < 0.05$  とした。ソフトは SPSS Ver.15 を使用した。

血中乳酸値、血糖値、体温、心拍、VAS（眠気・疲労）において運動条件と安静条件の間で有意な差がみられた。視覚的認知課題については Color word stroop test の課題遂行時間と正解時反応時間に、両条件とも有意な短縮がみられた ( $p < 0.05$ )。また、条件間で運動条件の方が短縮したという有意傾向がみられた。しかし、Color word stroop test の課題遂行時間と正解時反応時間に運動の影響を示す持続的变化はみられなかった。Go / no go test 及び Wisconsin card sorting test については、運動による一過性の影響及び持続的变化はみられなかった。

#### 考察

本実験では、早朝に 30 分の中強度有酸素運動を行ったとき、認知機能にどのような変化が生じるのかを 9 時間にわたり、3 種類の視覚的認知課題を用いて検討した。30 分の中強度有酸素運動直後、Color word stroop test の課題遂行時間と正解時反応時間の短縮が安静条件よりも大きい傾向がみられた。従って、先述した先行研究の結果 (Nakamura et al. 1999 ; Kamijo et al. 2004) と同様に、30 分の中強度有酸素運動を行うことによって認知機能が改善される傾向が示されたと考えられた。しかし、運動による一過性の影響がみられた Color word stroop test の課題遂行時間と正解時反応時間について、運動の影響を示す持続的变化はみられなかった。このことから早朝に行う 30 分の中強度有酸素運動は、認知機能に一過性の影響を与えるが、持続的な影響は与えないと考えられた。また、課題難易度の高い Color word stroop test では、運動後の変化がみられたが、その他の課題ではみられなかった。このことから、30 分の中強度有酸素運動の影響を検討するために Go / no go test 及び Wisconsin card sorting test は適さないと

考えられた。

本実験の結果から、30 分の中強度有酸素運動は認知機能に一過性の影響を与えること、また、運動の効果は持続しないことが明らかになった。従って、早朝に行う 30 分の中強度有酸素運動は、認知機能に一過性の影響を与えるため、一時的に気分が良くなり、頭がスッキリする感覚が得られるかもしれないが、それは持続しないと考えられた。

私たちの日常生活において早朝に 30 分の中強度有酸素運動を行うことは、一時的に気分が良くなり、集中力が増すという現象については期待できるが、認知機能そのものを向上させるということに効果はなく、仕事率が上がるという期待や、持続的に良い気分を維持できるということを証明する結果にはいたらなかった。しかし、運動を実施するタイミングを変えたり、習慣的にこの運動を行ったり、運動内容を変化させることによって、私たちの日常生活に好影響を及ぼす結果が得られる可能性はある。今後、これらの点について研究を続け、運動の有益性をより明らかにしていきたい。

#### (4) 身体運動と児童の神経系発達の関連について

神経認知機能の研究に古くから用いられてきた、Go/Nogo 課題は『反応する・しない』の弁別や反応抑制力を評価するとされている。これはヒトの運動機能の基礎となることはもちろん、近年注目されている ADHD などの疾患に関連した報告も多く見られる。また、測定技術の進歩により機能的 MRI や事象関連電位による反応抑制に関わる脳活動の詳細な検討もなされている。しかし、反応抑制の発達変化については、暦年齢を指標として詳細な変化を記した先行研究はごくわずかである。特に、国外の児童を対象とした比較的古いものも多く、モダリティの違いなどもあり十分ではない。本研究では、現代の日本の児童における Go/Nogo に基づく反応抑制力の暦年齢に伴う発達変化について記述することを第一の目的とした。

【方法】神奈川県内の私立小学校に在籍する児童 1 年生から 6 年生 191 名 (男子 91 名、女子 100 名) を対象とし、2007 年 6 月から 7 月に実施した。Go/Nogo 課題は視覚刺激装置 (NBS 社製 Presentation 使用) を用い、座位にて前方モニタに映し出された視覚刺激に対して利き手人差し指でボタン押しを行うものとした。課題条件は刺激間隔 1500ms、呈示時間 300ms、Nogo 出現率 20% とした。全 80 試行分の平均反応時間 (RT) と Nogo 刺激に対する誤反応数 (False) について、暦年齢 (月齢) を指標とした発達変化を検討した。相関検定と分散分析を行い、事後検定には Scheffe を用いた。

【結果】暦年齢と反応時間の間には有意な負

の相関が見られ (男子  $r = -.702, p < .01$ 、女子  $r = -.715, p < .01$ ) 男女ともに 1, 2, 3 年生はそれぞれ 6 年生との間に有意な差が見られた ( $p < .05$ )。暦年齢と誤反応数の間でも有意な負の相関がみられた (男子  $r = -.312, p < .05$ 、女子  $r = -.259, p < .05$ ) が、学年による各群間には有意な差は見られなかった。

【考察】Go/Nogo 課題の反応時間と誤反応数が暦年齢の増加とともに減少したことより、対象児童の暦年齢間では反応の弁別や反応抑制に基づく神経認知機能の発達が生じていると推察できる。しかしながら、反応時間の減少は、神経伝達の発達を反映している可能性もあり、今後、単純反応時間との比較やさらに広い年齢を対象とするなど詳細な検討が必要であると考えられる。

#### (5) 観察学習の効果とスキルの転移

スポーツにおいて、熟練者の動きを見て学ぶという場面はよくある。このことは、一般に観察学習として知られている。観察学習の効果を示す先行研究は数多くあるが、学習したスキルがどの範囲まで転移するかという疑問が生じる。もし獲得されたスキルが、その独自のスキルだけに制限されるならば、それは一つのスポーツのテクニックを広く応用できるわけではないということだろう。実際は、獲得したスキルが別の関連したスキルを改善する、転移と呼ばれる現象がある。

Weigelt (2000) らは、サッカーのボールリフティングのスキルの向上が、ボールを的に寄せるというコントロールのスキルを向上させたと報告した。しかしながら、観察学習によって改善されたスキルが他のスキルに転移するかといことは明らかではない。本研究の目的は、観察学習で獲得したスキルが転移するかということを実験することである。被験者は大学の女子ソフトボールチームに所属する選手 21 名である。プレテストとしてサッカーのリフティングと的寄せのテストを行った。リフティングは足の甲のみの使用を許可し、10 回の平均を記録した (時間制限はない)。的寄せはインサイドキックでボールを転がし、20m 先にある的にできるだけ近付ける。テストは 5 回行い、ボールと的の距離を計測し、平均を記録した。2 つのプレテストの結果の平均から、21 名を 7 人ずつ 3 群に分けた (練習群、観察群、コントロール群)。3 群間に有意差はなかった。練習群は一日 10 分間のリフティング練習を 4 週間続けた。観察群は 4 週間、練習群のリフティング練習を観察した。コントロール群は練習させずに帰宅してもらった。4 週間後に再びリフティングと的寄せのテストを行った。

練習群と観察群において、リフティングは有意に向上した ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ )。しかし、コントロール群では有意な改善は見られなかった。練習群と観察群の間でも改善に

有意差が見られた ( $p < 0.01$ )。的寄せは、すべての群で有意な向上はなかった。しかしながら、リフティングの改善率と的寄せの改善率の相関関係を調べると、練習群のみに相関傾向が見られた。この結果は、観察群はリフティングのスキルは観察学習で獲得できたが、的寄せのスキルに転移しなかったことを示す。本実験では、有意差は得られなかったものの、練習群でジャグリングと的寄せの改善率の間に正の相関傾向が見られた。相関関係は観察群では見られなかった。これは、実際の練習によって獲得されたスキルと比べて、観察によって獲得されたスキルは移転が弱いということを示唆している。この理由として、被験者は観察によって、全体の動きの一部分のみを学習したことがあげられる。観察者は、観察によって、実施者の行う運動の方法や手段というよりはむしろ、運動の目的や最終到達点への意思を感じとり、学習するのである。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計9件)

1. 飯田悠佳子, 関口浩文, 内田直. 児童と成人におけるGo/Nogo反応課題に基づく神経認知機能 第7回発育発達学会 2009年3月8日 勝浦(千葉県)
2. 後藤一成. 成長ホルモンは持久性運動パフォーマンスに影響するか? 成長ホルモン受容体作用阻害薬を用いた検討. 日本体力医学会, 2008年9月20日, 大分
3. 塩田耕平, 上田有吾, 菅野桂太, 荻野雅博, 内田直. 一過性の身体運動が夜間睡眠に及ぼす影響について, 日本体力医学会 2008年9月20日, 大分
4. 塩田耕平, 上田有吾, 菅野桂太, 荻野雅博, 内田直. 深部体温サーカディアンリズムの前進が運動パフォーマンスに及ぼす影響 日本スポーツ精神医学会. 2008年9月6日. 大阪
5. 上田有吾, 塩田耕平, 竹澤健介, 内田直. 生体リズム操作を用いたジェットラグ症候群対策のアスリートへの影響 日本スポーツ精神医学会 2008年9月6日, 大阪
6. 守田優子, 後藤真樹, 飯田悠佳子, 内田直. 観察学習で獲得したスキルと運動転移 日本スポーツ精神医学会 2008年9月6日 大阪
7. 寺本圭子, 飯田悠佳子, 新井智子, 塚本建末, 内田直. 運動が認知機能に与える影響, 日本スポーツ精神医学会 2008年9月6日 大阪
8. Morita, Y Goto, M Miyazaki, M Iida, Y Uchida, S DOES SKILL ACQUIRED BY

OBSERVATIONAL LEARNING TRANSFER? ヨーロッパスポーツ科学会 2008年7月12日 Portugal

9. Iida, Y Miyazaki, M Ueda, Y Shioda, K Teramoto, K Uchida, S. DEVELOPMENTAL CHANGES IN COGNITIVE REACTION TIME ヨーロッパスポーツ科学会 2008年7月12日 Portugal

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

内田直 (UCHIDA SUNAO)  
早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授  
研究者番号: 00261181

##### (2) 研究分担者

なし

##### (3) 連携研究者

宝田 雄大 (TAKARADA YUDAI)  
早稲田大学・スポーツ科学学術院・准教授

研究者番号: 70367093

後藤 一成 (GOTO KAZUSHIGE)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・准教授

研究者番号: 60508258

関口 浩文 (SEKIGUCHI HIROFUMI)

早稲田大学先端科学・健康医療融合研究機構

講師、現在: 上武大学准教授

研究者番号: 20392201

宮崎 真 (MIYAZAKI MAKOTO)

早稲田大学・高等研究所・助教

研究者番号: 30392202