

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：33908

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650367

研究課題名(和文) スポーツと脳構造

研究課題名(英文) Sports and Brain structure

研究代表者

荒牧 勇 (ARAMAKI, Yu)

中京大学・スポーツ科学部・准教授

研究者番号：40414023

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：スポーツと脳の構造の関係を明らかにするために、3つの研究を行った。1. 陸上競技の短距離選手と長距離選手の脳の構造画像を比較した結果、長距離選手は尾状核が発達していた。2. ハンドボール選手の試合中のミスの数と島皮質の灰白質ボリュームの大きさが相関していた。3. サッカーのリフティングを練習すると、物体の動きを知覚するMT/V5と左半身の運動を制御する左小脳が発達した。以上の研究結果から、1. 競技種目ごとに特徴的な脳構造があること、2. 個人の競技能力を予測する脳部位があること、3. スポーツの訓練により脳構造が発達することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the relationship between sports and the structure of the brain, three types of study were conducted. 1. The result of comparing the structural image of the brain of short-distance and long-distance track and field athletes showed that long-distance athletes had larger gray matter volume of the caudate nucleus. 2. There was a correlation between the number of mistakes made by handball players during a game and the gray matter volume of their insular cortex. 3. When the subjects practiced juggling a soccer ball with lower limbs, the MT/V5 that perceives the movement of objects and the left cerebellum that control the left side of the body were developed. From these studies, it became clear that 1) there is a brain structure that is characteristic to each discipline; 2) there is a part of the brain that can be used to predict the competitive ability of an individual; and 3) the brain structure can be developed by carrying out sports training.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、身体教育学

キーワード：スポーツ 脳 MRI トレーニング 陸上競技 ハンドボール サッカー

1. 研究開始当初の背景

近年、脳画像計測・解析法の急速な発展を背景に、脳の灰白質の体積や密度、白質線維の結合強度などが個人間で比較可能な程度に推定できるようになり、脳形態・構造と身体・精神機能の関連が報告されるようになった。例えば、タクシー運転手は、空間記憶の機能を司る海馬の後部が発達し、しかもそれは運転手としての経験年数に相関すること (Maguire et al., 2000, PNAS) や、ジャグリングの訓練開始後 7 日もすれば側頭葉の灰白質が拡大すること (Driemeyer et al., Plos One 2008)、あるいは、損失回避の気質傾向と扁桃体の大きさが相関すること (Iidaka et al., Brain Research 2006) などが報告されている。これらは、1) 脳の構造と身体運動・認知スキルや気質・性格が相関すること、2) 成人であっても、「経験」が脳構造を変化させることを示している。こうした流れの中、競技スポーツと脳形態・構造の関係を明らかにした研究はまだほとんどない。スポーツに関連するものとしては、僅かに、ゴルファーの経験年数と脳形態の関係を見たもの (Jancke L et al., 2009 PlosOne)、有酸素性能力と脳形態の関係を調べたもの (Peters et al., 2010, Neuroscience) がある程度である。

2. 研究の目的

スポーツと脳の形態・構造にはどんな関係があるだろうか？ 近年、脳の形態や構造が運動・認知スキルや気質・性格と相関すること、また、「経験」が脳構造を変化させることが明らかになりつつあるが、スポーツと脳構造の関係は未解明な点が多い。

スポーツには競技種目ごとに必要とされる運動機能・認知機能・社会コミュニケーション機能・気質・性格などにそれぞれの特性がある。このため、スポーツをする人は、その競技の特性に必要な脳機能に関連する脳部位の形態や構造に特徴がある可能性がある。そこで本研究は、(1) 競技種目間の脳形態・構造の比較、(2) 競技種目内での技術の優劣と関連する脳形態・構造を調べる (3) スポーツのトレーニングにより変化する脳形態・構造を調べたことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、以下の3つの項目を目標とした研究をおこなった。

(1) 競技種目間の脳形態・構造の比較

陸上競技の短距離選手 17 名と長距離選手 21 名に対して、MRI による T1 強調脳解剖画像を計測した。競技種目間の比較を行った。脳灰白質のボリュームを解析する Voxel-Based-Morphometry (VBM) の手法を用いて、計測データを標準化し、脳灰白質画像を抽出し、短距離群と長距離群の集団差を検定した。

(2) 競技種目内での技術の優劣と関連する脳形態・構造

大学ハンドボール選手 13 人について、MRI による T1 強調脳解剖画像を計測した。また、試合時のミス数を計測した。VBM の手法を用いて、計測データを標準化し、脳灰白質画像を抽出し、試合中のミス数と灰白質のボリュームが相関する脳部位を検出した。

(3) スポーツのトレーニングにより変化する脳形態・構造

大学生 10 名を被験者として、サッカーのリフティングを 1 ヶ月間、週 3 回、一回につき 15 分間訓練させ、訓練前後に MRI による T1 強調脳解剖画像を計測した。VBM の手法を用いて、計測データを標準化し、脳灰白質画像を抽出し、訓練前後の脳灰白質ボリュームの変化を調べた。

4. 研究成果

(1) 競技種目間の脳形態・構造の比較

陸上競技短距離選手 17 名と長距離選手 21 名の脳灰白質のボリュームを比較した結果、大脳基底核尾状核のボリュームが、長距離選手のほうが短距離選手よりも大きかった。長距離選手で重要な能力である心肺機能は、短距離選手で重要となる筋力よりも、トレーニングを休むと低下しやすいため、毎日継続的にトレーニングをしている。大脳基底核の尾状核は、損失回避の行動選択に関わる脳部位であり、この部位が長距離選手において発達していることは、能力の低下を損失ととらえてそれを防止するために継続的に練習するためのモチベーションを維持するシステムとして機能するのかもしれない。

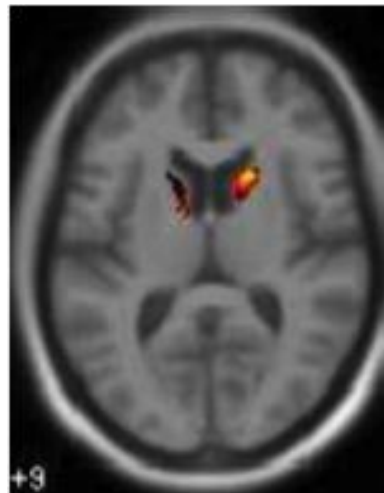


図 1 尾状核の灰白質ボリュームは長距離選手のほうが短距離選手より大きい。

(2) 競技種目内での技術の優劣と関連する脳形態・構造

ハンドボール選手の試合中のミスの多さに関連する脳部位を調べたところ、ミスの多い選手ほど、不安や痛みなどネガティブな感情や知覚に関連する島皮質の灰白質ボリュームが大きいことが明らかとなった。不安やネガティブな感情の生起のしやすさとプレイのミスの多さに関連があるのかもしれない。

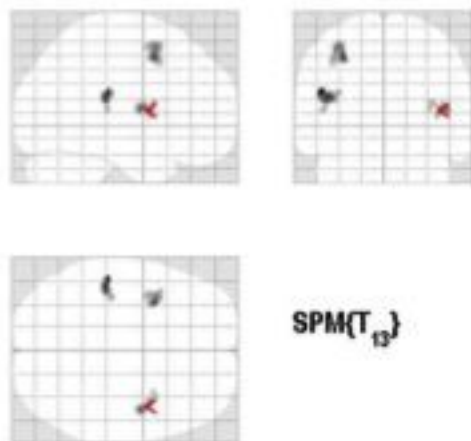


図2 試合中のミスの多さと灰白質のボリュームが相関する脳部位

(3) スポーツのトレーニングにより変化する脳形態・構造

サッカーのリフティングを1ヶ月間練習した結果、物体の運動を知覚するMT/V5と左足の制御に関連する左小脳の灰白質ボリュームが増加し、これらの部位がリフティング能力の向上を支えていることが示唆された。

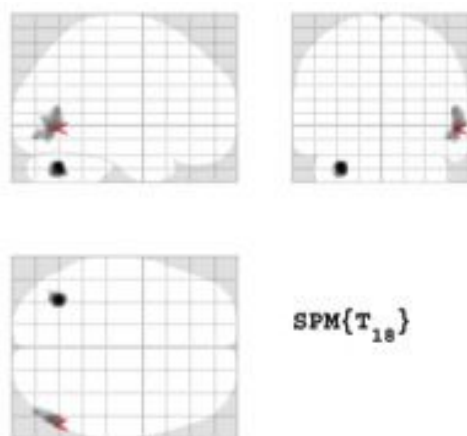


図3 リフティングの訓練で灰白質が増加する脳部位

以上の結果から、(1) 競技種目により特異

的な脳構造がみられること、(2) 競技内の競技能力の差に関連する脳構造の特徴があること、(3) トレーニングにより、成人でも脳構造が変化することが明らかとなった。今後は、様々なスポーツ競技種目を対象とした実験をおこない、競技スポーツの特徴を脳構造の観点から明らかにしていきたい。

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)

[雑誌論文](計4件)

1. 荒牧勇 両手同時操作の神経基盤 日本生理人類学会誌 掲載確定, 2014. 査読有
2. 伊奈 嵩紘, 田中 悟志, 石橋 豊, 荒牧勇, 定藤 規弘, 岩田 彰 機能的MRIを用いた視聴覚刺激同期判断課題における非同期判断に関わる脳活動の検討 日本感性工学会論文誌 13, 1-6, 2014. 査読有
3. 大家利之, 荒牧勇, 北川薫 間欠的短時間高強度運動におけるアクティブリカバリーとパッシブリカバリーがパフォーマンスと筋の酸素化に及ぼす影響. 体育学研究. 58, 463-471, 2013. 査読有
4. Ohya, T., Aramaki Y., and Kitagawa K. Effect of duration of active or passive recovery on performance and muscle oxygenation during intermittent sprint cycling exercise. Int. J. Sports Med. 34(7):616-22, 2013. 査読有

[学会発表](計19件)

1. 荒牧勇 運動制御・学習の神経基盤 日本体力医学会東海地方会学術集会シンポジウム「運動と脳機能」(名古屋)2015年3月7日予定
2. Mizuno T., Aramaki Y. Cathodal Transcranial Direct Current Stimulation over Primary Somatosensory Cortex Increase Joint Flexibility. Society for Neuroscience 44th Annual meeting. (Washington, DC, USA) 2014年11月18日予定
3. 荒牧勇 スポーツと脳構造 日本心理学会第78回大会(同志社大学)2014年9月10日予定
4. 新井翔太, 荒牧勇 非利き手での投球トレーニングによる同側小脳の発達日本体育学会第65回大会(岩手大学)2014年8月26日予定
5. 荒牧勇 スポーツと脳構造 スポーツの認知神経科学-身体運動、知覚、そして時間-(慶応大学日吉)2014年8月11日予定
6. 荒牧勇 脳構造からみるスポーツ Motor Control 研究会シンポジウム「ス

- ポーツと脳」(筑波大学)2014年8月7日予定
7. **荒牧勇** 協調運動の神経基盤 ネアンデルタルとサピエンス交替劇の真相第9回研究大会(東京大学)2014年5月10日
 8. **荒牧勇** 主体的な脳 疑存島 他者なき世界の地図作製法 構想計画書(東京)2014年3月30日
 9. **荒牧勇** 両手同時操作の運動制御 日本生理人類学会第69回大会(京都、日本)2013年10月26日
 10. **荒牧勇** スポーツを脳科学する 第8回NEXT30産学フォーラム(中部経済連合会主催)(豊田、日本)2013年7月23日
 11. **荒牧勇** MRI でヒトの筋肉をみる、脳をみる 第一回中京大学6研究所研究交流会(名古屋、日本)2013年1月28日
 12. 坂口結子、高橋篤史、**荒牧勇**、高橋繁浩、北川薫 中学・高校競泳選手における試合期前と鍛錬期前の形態的・体力的変化 第68回日本体力医学会大会(東京、日本)2013年9月22日
 13. 原田健次、下嶽進一郎、高橋陽花、菅原翔、北田亮、定藤規弘、**荒牧勇** 陸上競技短距離選手と長距離選手の尾状核における構造的差異 第7回 Motor control 研究会(東京、日本)2013年9月6日
 14. 水野貴正、**荒牧勇** 体性感覚野への経頭蓋直流電気刺激が足関節の柔軟性に及ぼす影響 第7回 Motor control 研究会(東京、日本)2013年9月6日
 15. 大家利之、原田健次、**荒牧勇** サッカーのリフティング訓練による脳灰白質の局所的变化 日本体育学会第64回大会(滋賀(立命館大学)、日本)2013年8月30日 **研究奨励賞受賞**
 16. 原田健次、下嶽進一郎、**荒牧勇** 陸上競技短距離選手と長距離選手における動機づけと脳構造の違い 日本体育学会第64回大会(滋賀(立命館大学)、日本)2013年8月29日
 17. 水野貴正、**荒牧勇** 体性感覚野への経頭蓋直流電気刺激は足関節の最大背屈角度を増大させる 日本体育学会第64回大会(滋賀(立命館大学)、日本)2013年8月30日
 18. 伊奈嵩紘、田中悟志、石橋豊、**荒牧勇**、定藤規弘、岩田彰 視聴覚メディア間の同期判断に関わる脳活動の検討 ~ Functional MRI を用いた脳活動によるQoEの評価に向けて ~ コミュニケーションクオリティ研究会(福岡、日本)2013年3月11日
 19. 大家利之、**荒牧勇**、北川薫 間欠的短時間高強度運動におけるアクティブリカバリーの運動強度とピークパワー減少率との関係. 第10回日本フットボール学会(東京、日本). 2012年12月23日

〔図書〕(計 2件)

1. **荒牧勇** スポーツスキルの脳科学 (分担執筆、大築立志・工藤和俊・中澤公孝編) 杏林書院 (近刊)
2. **荒牧勇** メディカルフィットネスQ&A 分担執筆 p202-203、社会保険研究所、平成26年4月30日)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1)研究代表者
荒牧 勇(ARAMAKI, Yu)
中京大学。スポーツ科学部・准教授
研究者番号：40414023

(2)研究分担者 なし
()

研究者番号：

(3)連携研究者 なし
()

研究者番号：