

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学

ランニングが快適気分と認知機能を高める脳機構を解明

「人類は走るべく進化した」という進化論的仮説もあるほど、ランニングは我々人類にとって重要な運動形態です。現代でもランニングブームと言われるように、多くの老若男女がランニングを楽しんでいます。

近年の研究で、運動が脳に作用し認知機能を高めることが明らかにされつつあります。しかし、その多くは実験室で運動負荷試験を行いやすいペダリング運動による知見でした。そのため、全身をリズムカルかつダイナミックに使うランニングがヒトの脳にどのような効果を及ぼすのか、その詳細な脳内機構は明らかになっていませんでした。

本研究では、トレッドミルを用いて運動強度を厳密に規定し、10分間の中強度（ややきつめ）のランニングが前頭前野の司る認知機能に及ぼす影響とその脳機構を調べました。その結果、ランニングは快適気分と実行機能を評価する課題の成績を共に高め、脳内では両半球の前頭前野が活性化していることが初めて分かりました。これまでの知見を踏まえ、これは中強度のランニングに特異的な効果である可能性が示唆されます。

パンデミックで活動制限を余儀なくされる中、一人でできる屋外運動としてランニングを始めた人も多いのではないのでしょうか。短時間であっても、中強度のランニングが快適気分を誘発すると同時に、前頭前野の活動を促進し認知機能を高めることを確認した本研究結果は、ランニング愛好家が感じている効果を裏付け、運動の機会に恵まれない人がランニングを始める一助になることが期待されます。

研究代表者

筑波大学体育系／ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター（ARIHHP）

征矢 英昭 教授

研究の背景

ランニングは私たちにとって最もポピュラーな運動であるだけでなく、人類の生理的・解剖学的進化に強く関係していると言われております¹⁾。ヒトにはチーターのようなスプリント能力もゴリラのような筋力もありませんが、およそ 200 万年前から直立二足の長距離走を得意とし、持久狩猟を行なってきました。このように太古から人類にとって重要であったランニングが、ヒトの前頭前野を基盤とした高次認知機能である実行機能^{注1)}とどのように結びついているかは注目に値します。しかし、実験室で運動負荷試験を行いやすいという理由から、近年の研究の多くはペダリング運動による知見がほとんどでした。そのため、全身をリズムカル且つダイナミックに使うランニングがヒトの脳にどのような影響を与えるのかについての知見は不足していました。

現代においても世界には多くのランニング愛好家があります。その根底には、「ランナズ・ハイ」と言われるようにランニングが楽しいと感じやすいことがあるのかもしれませんが。本研究チームのこれまでの研究で、運動中の気分の好転が前頭前野の活動促進や実行機能の向上効果に好影響を与え得ることが分かっており²⁾、ランニングはより快適に実行機能を向上させるのではないかという仮説が立てられます。そこで本研究では、トレッドミルを用いて運動強度を厳密に規定し、中強度に相当するランニングが前頭前野を基盤とした認知機能や快適気分を与える影響と、その背景にある脳内神経機構について、脳の局所的な血流の変化を捉える機能的近赤外分光分析法 (fNIRS)^{注2)}を用いて検証しました。

研究内容と成果

実験には、26 人の健康若齢成人（女性 8 名、男性 16 名）の大学生・大学院生が参加しました。事前にトレッドミルを用いて持久性体力（漸増負荷運動試験）を測定し、各実験参加者の最高酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) の 50%（心拍数 140 拍/分程度、主観的にややきつと感じる）に相当するトレッドミルでのランニング速度を算出しました。各参加者はその後、それぞれ 10 分間の「ランニング」と「対照（安静）」の 2 条件を、別日に無作為に割り当てられた順序で行いました。各条件（ランニング・対照）の実施前と実施 15 分後に実行機能を評価するストループ課題を行ってもらい、その最中の脳活動を fNIRS により計測しました（図 1、2）。課題成績の指標としてストループ課題の回答にかかった反応時間を、脳活動の指標として課題に回答する酸素化ヘモグロビンの濃度変化を、それぞれ計測しました。さらに、二次元気分尺度により、参加者の快適度と覚醒度を評価しました。

ランニングの前後と、対照条件である安静の前後での課題成績の変化を比較したところ、ストループ干渉処理（図 1 参照）の反応時間が、ランニング条件で有意に短縮しました。（図 3 A）。従って、一過性の中強度ランニングが、実行機能を反映するストループ干渉処理能力を高めることが分かりました。

次に、その背景となる脳機構を検討しました。fNIRS の計測によると、ランニング条件では対照条件と比べて左右両側前頭前野の複数部位の活動が有意に高まっていました（図 3 B）。本研究チームが過去に同じ強度のペダリング運動を調べた結果では、左背外側前頭前野のみに有意な活動増加が見られていました（図 3 C）³⁾。その先行研究の結果と今回の結果を比較すると、ランニングはペダリングよりも前頭前野のより広い範囲を活性化させる可能性があるといえます。また、ランニング後には快適度と覚醒度の両方に有意な増加が見られました（図 4）。二次元気分尺度を用いた過去の研究では、ペダリング運動によって覚醒度は顕著に増加しましたが、快適度は変化しませんでした。このため、ランニングはより快適気分を誘発しやすい運動形態である可能性があります。

さらに、ストループ干渉時間の短縮、覚醒度・快適度の増加、前頭前野活性化は有意に一致して起きていることが確認されました。この結果から、一過性の中強度ランニングにより気分好転と実行機能

向上が共に起こり、その背景には気分調節や実行機能を担う前頭前野側部の神経活動亢進が関与することが示唆されました。

今後の展開

本研究で、少しきつめのランニングを行うことで快適気分と実行機能が向上すること、その際に気分調節や実行機能に重要な脳部位（両半球の前頭前野側部）の活動が活発になっていることが初めて明らかになりました。ランニングをすると、ペダリング運動で得られる実行機能の向上効果に加えて快適気分の上昇も享受でき、その背景には広範囲の前頭前野活性化があることを示しています。脳を快適に刺激する運動戦略としてのランニングの有用性を示唆すると言えます。

本研究チームは今後、ペダリングと比較しながら、ランニングのどのような特異性が今回得られた効果をもたらすのかを検討していきます。さらに、今回確認された運動効果が高齢者など他の対象者でも得られるか、低体力者や運動嫌いの方も続けられるようなスローペースのランニングでも効果が得られるかという点も、研究成果を社会全体に還元する上で重要な検討課題となります。

参考図

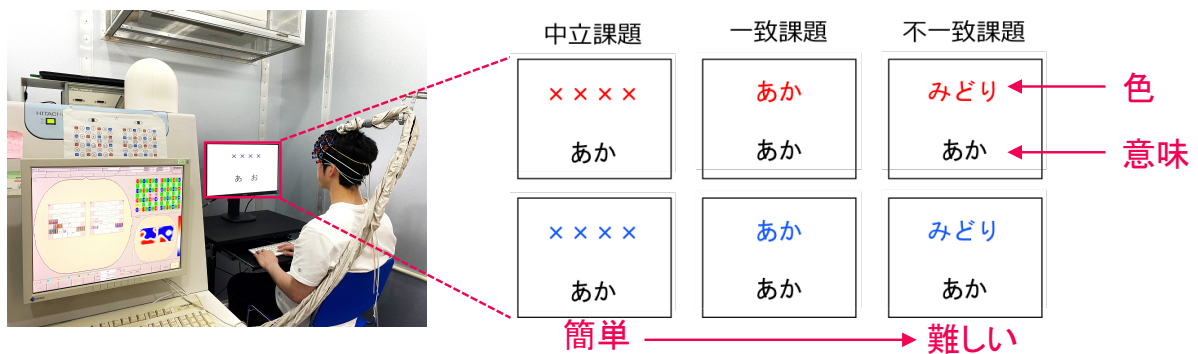


図 1. ストロープ課題の例

パソコンのスクリーンに表示された下段の色名单語の意味と画面上段の単語（記号）の色が同じか、異なるかを2択で判断する。実験参加者はなるべく速く正確に回答するよう指示される。上段の単語の色と下段の単語の意味が異なる「不一致課題」の場合、記号が示される「中立課題」や色と意味が一致している「一致課題」と比べると、答えを選択する際に認知的な葛藤が生じるため、反応時間が遅れる。この現象をストロープ干渉と呼ぶ。ストロープ干渉を処理する能力は不一致課題と中立課題の成績の差から求められ、その値が小さいほど実行機能が高いと評価される。図1の上は、画面下段の色名单語の意味と画面上段の単語の色が同じであるパターン、下はそれらが異なるパターンを示した。

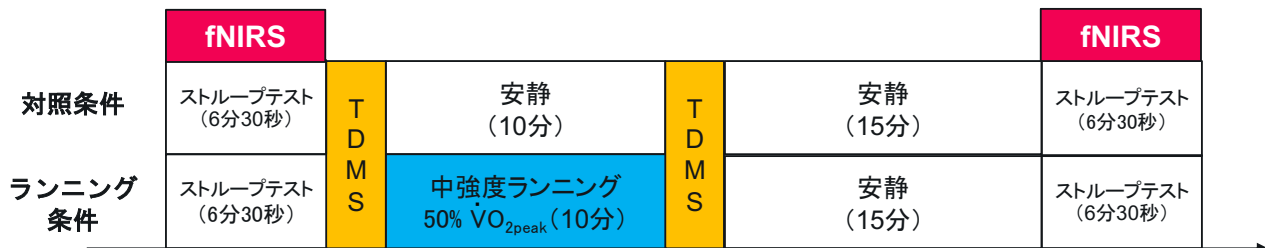


図 2. 実験の流れ

実験参加者はまず運動条件か対照条件にランダムに振り分けられ、別の日に残りの条件の実験に参加した。ランニング条件では、最大酸素摂取量の50%となるトレッドミルスピードで10分間ランニング

グしてもらった。対照条件は何もせずに座位安静を維持した。各条件とも実験前後に2次元気分尺度(TDMS)とストループ課題を行った。ストループ課題中には、fNIRSを用いて前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度変化を測定した。(VO_{2peak} = 最高酸素摂取量)

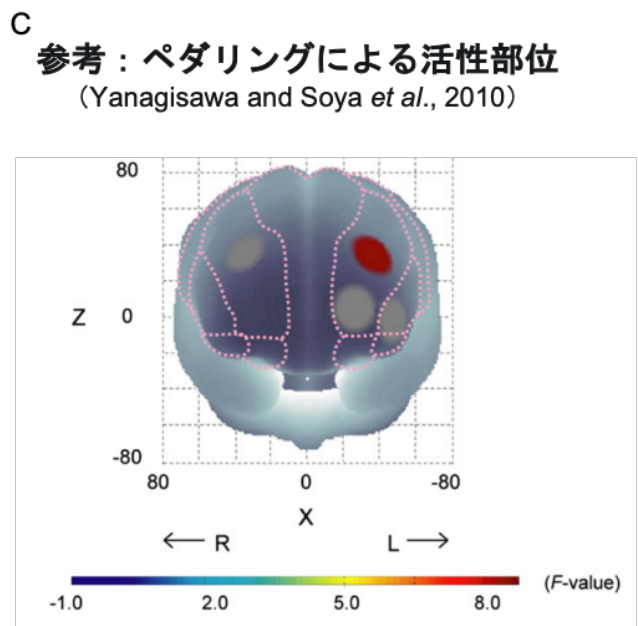
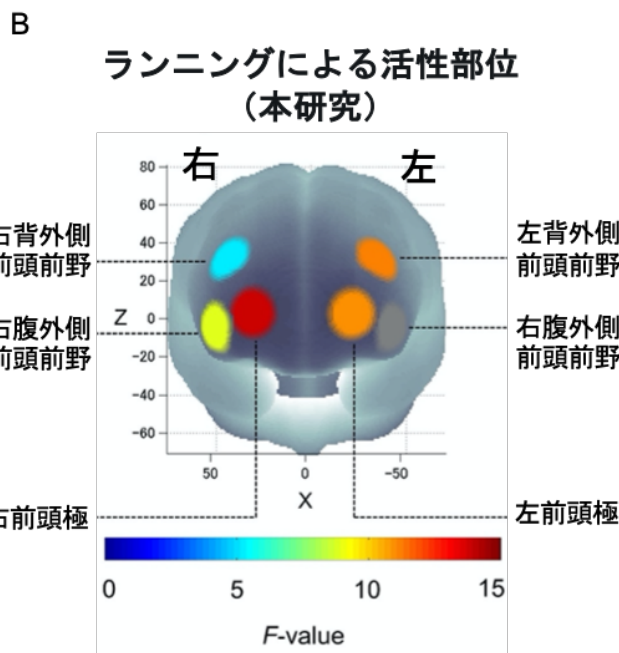
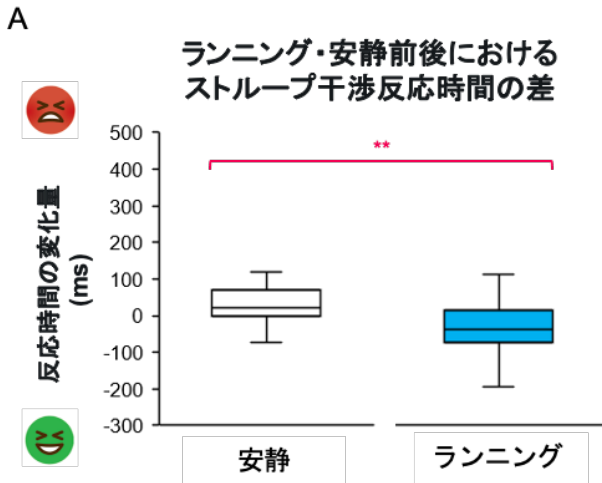


図3. 課題成績と、ランニングによって課題中の活動が増加した部位

(A)対照(安静)条件、ランニング条件の実施前と実施15分後に行ったストループ課題に対する反応時間の変化量。ランニングは安静に比べて、反応時間を短縮させた。ランニング条件では課題成績が良くなること(実行機能向上)を示す。(B)対照条件と比べ、ランニング条件でストループ干渉による脳活動(不一致課題の脳活動と中立課題の脳活動の差)が有意に増加した脳部位。ペダリングを用いた先行研究³⁾(C)では左背外側前頭前野のみで活性化がみられたのに対し、ランニングを用いた本研究では両側の外側前頭前野の活動がみられた。(**:有意な差、カラーの脳部位:有意な活動が見られた部位)

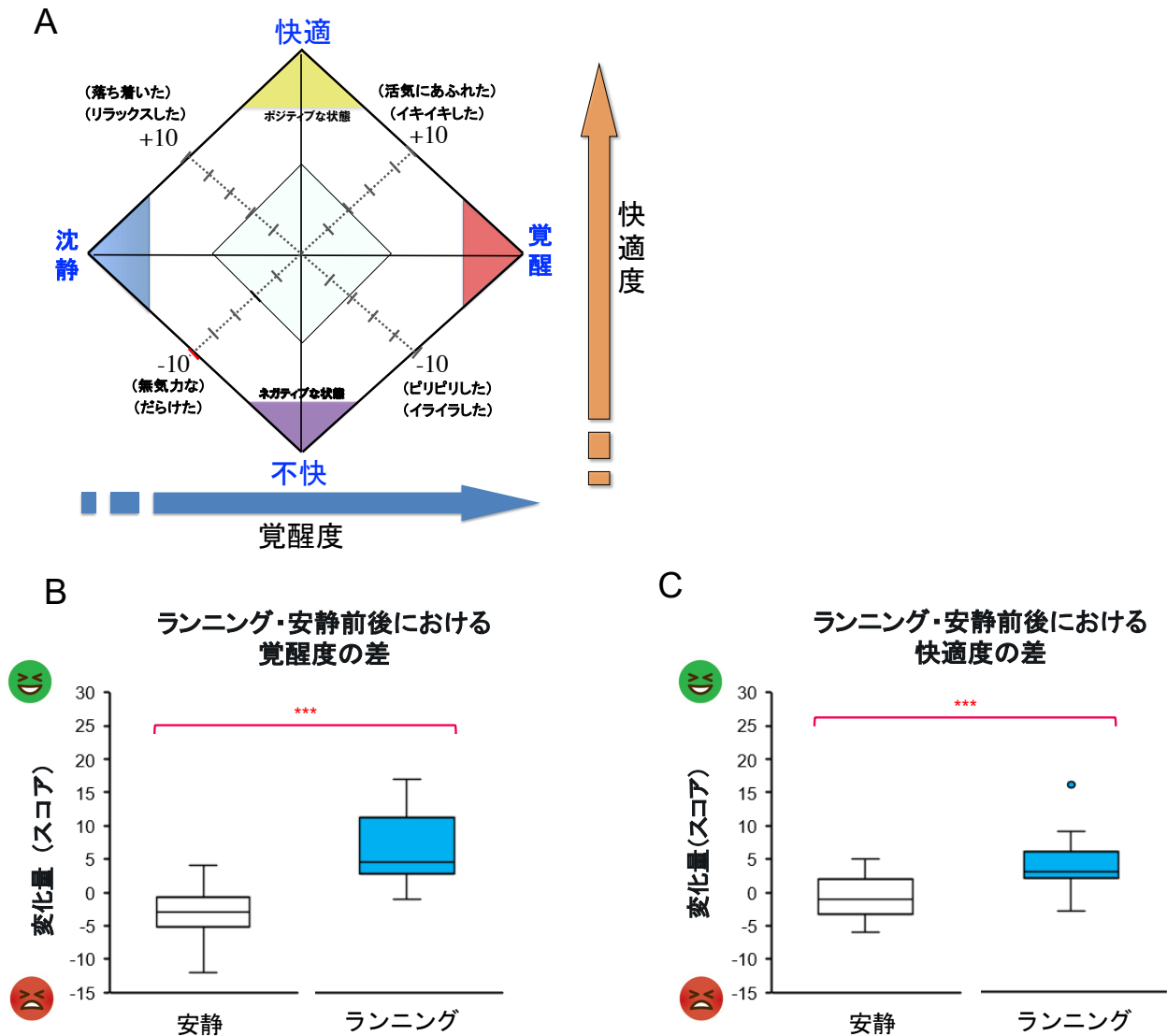


図4. 二次元気分尺度の概念図と結果

(A) 二次元気分尺度で表される覚醒度と快適度。ヒトの気分は覚醒と快適の直交する2軸から説明することができる。8項目の質問に対する回答を数値化して構成されたこの気分尺度により、覚醒度と快適度を短時間で評価することができる。(B,C) 対照(安静)条件、ランニング条件における運動・安静前後に聴取した覚醒度と快適度の変化量を示す。ランニングは安静に比べて、覚醒度と快適度を向上させた。(***:有意な差)

参考文献

1. Bramble and Lieberman. Nature, 432, 345–352, 2004.
2. Suwabe K, et al., Neuroscience, 454, 61-71, 2021.
3. Yanagisawa H, et al., NeuroImage, 50: 1702–1710, 2010.

用語解説

注1) 実行機能：認知機能の一つであり、ある目的のために思考や行動をコントロールする能力と定義される。抑制制御、ワーキングメモリ、シフティングからなり、古くから前頭前野が主に司ることが分かっている。ストループ課題は抑制制御に関わる課題とされる。

注2) 機能的近赤外分光分析装置 (fNIRS) : 近赤外光を利用し、血中の酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化を捉えることで、神経活動によって引き起こされる局所的な脳血流の変化を計測する装置。他の脳イメージング法と比べると、装置がコンパクトで、被験者の拘束性が低く、完全に無侵襲で測定できるという利点を持つ。

研究資金

本研究は、科学研究費補助金新学術領域研究「意欲と身心パフォーマンスを共に育む次世代運動プログラム」(16H06405 : 征矢英昭)、科学研究費補助金基盤研究(18H04081、21H04858 : 征矢英昭)、JST 未来社会創造事業「世界の安全・安心社会の実現」領域「快適生活をマネジメントする脳フィットネス戦略」(JPMJMI19D5 : 征矢英昭)の支援を受けました。

掲載論文

【題名】 Benefit of human moderate running boosting mood and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation (ヒトの中強度ランニングは両側前頭前野を活性化させ気分と実行機能を高める)

【著者名】 Chorphaka Damrongthai, Ryuta Kuwamizu, Kazuya Suwabe, Genta Ochi, Yudai Yamazaki, Takemune Fukuie, Kazutaka Adachi, Michael A. Yassa, Worachat Churdchomjan & Hideaki Soya

ダムロンタイ・チョーパカ (筆頭著者), 桑水隆多, 諏訪部和也, 越智元太, 山崎雄大, 福家健宗, 足立和隆, ヤッサ・マイケル, ウォラチャット・チュルドチョムジャン, 征矢英昭 (責任著者).

【掲載誌】 Scientific Reports

【掲載日】 2021年11月22日

【DOI】 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01654-z>

問い合わせ先

【研究に関すること】

征矢 英昭 (そや ひであき)

筑波大学体育系 教授/ヒューマン・ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター (ARIHHP) センター長

URL: <http://soyalab.taiiku.tsukuba.ac.jp/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp