

## 音楽に合わせて行う全身じゃんけんが注意機能に与える影響

— 成人を対象とした短時間運動の効果 —

清水 夕貴・池田 千紗\*

北海道教育大学大学院 教育学研究科高度教職実践専攻

\*北海道教育大学札幌校

## Effects of Playing Whole-Body Rock-Paper-Scissors to Music for Short Period of Time on Adult Attentional Functioning

SHIMIZU Yuki and IKEDA Chisa\*

Advanced Teacher Professional Development, Graduate School of Education, Hokkaido University of Education

\*Sapporo Campus, Hokkaido University of Education

### 概 要

特別支援学校や特別支援学級では体力づくりとして毎日運動に取り組んでいることも少なくない。近年、運動が脳を活性化させる研究から短時間の運動で注意機能を向上させるという報告もあり、特別支援教育においても毎日の運動が注意機能へ影響していることが予想される。そこで本研究は、運動習慣のない成人に協力を依頼し、毎日2分間の運動を3週間行い、運動による注意機能への影響を検討し、教育現場で運動を導入する際の手掛かりを得ることを目的に実施した。本研究で実施したわらべ歌「おちゃらかほい」に合わせて全身を動かすじゃんけんは、運動直後の注意機能評価で課題達成時間や正確性に、個人差はあるものの好影響を与えることが示唆された。一部の研究協力者の注意機能に短時間の運動の効果が見られたことから、個々に合わせた難易度や強度などの運動内容をさらに検討することで、教育現場での新たな運動の選択肢を広げることに寄与できると考える。

### I 序 論

運動は身体機能だけではなく脳機能にも作用し、運動により前頭前野が活性化することで気分や実行機能を高めるといった様々な成果が報告されている(諏訪部・福家・征矢, 2020; 津田・小野, 2018)。例えば、運動習慣を有する健常成人を対象とした研究では、自転車エルゴメーターを用いて、運動強度指標HRmaxを指標とし、最大心拍数に対する相対強度の心拍水準が50%HRmaxとなる軽運動を5分間行ったところ、

注意機能を測定する課題において成績が向上したことが報告されている（原・黒瀬，2018）。また，健常若齢成人を対象とした研究では，主観的に“ややきつい”と感じる運動強度が中等度のランニングを10分間行ったところ，選択的注意機能を測定するストループテストにおいて成績が向上し，快適度と覚醒度を上昇させることが報告されている（Damrongthai, Kuwamizu, Suwabe, Ochi, Yamazaki, Fukuie, Adachi, Yassa, Churdchomjan, & Soya, 2021）。

注意機能については，注意のコントロール機能が社会的行動や学業成績においても中心的な役割を果たしており（大村，2015），教育分野，特に子どもの学習へ大きな影響力をもつと考える。特別支援学校の多くは，主として体力づくりをねらいとして日常的に持久走を行うなど（佐野・原田，2020），運動に取り組む時間が確保されていることから，運動による注意機能向上の効果も期待できる。しかし，体力づくりで行われる持久走は，小学校1年生から高校3年生を対象とした調査で児童生徒に好まれていないことが報告されている（露木・関・岩田，2016）。ポジティブな感情は前頭前野を活性化することから（Herrington, Mohanty, Koven, Fisher, Stewart, Banich, Webb, Miller, & Heller, 2005），子どもたちが楽しみながら意欲的に取り組むことができる運動内容を検討する必要があると考える。

小学生を対象とした研究では，スロージョギングとリズムジャンプを行った後の注意機能課題の成績を比較したところ，リズムジャンプを行った後の成績が有意に高かったこと，また「リズムジャンプの方が楽しかった」と回答した児童が76.9%いたことが報告されている（津田・小野，2018）。リズムジャンプは複数の課題を一度に達成する必要があるため，前頭前野の活性化がおり，注意機能が高まることが推測されている（津田・小野，2018）。リズムジャンプのようにポジティブな感情を引き出す運動内容や運動時間を検討することで，子どもたちが楽しみながら取り組むことができ，尚且つ注意機能を向上させる可能性がある運動を，教育現場でも導入しやすくなると思う。

成人男性を対象とした研究では，音楽に合わせて全身じゃんけんを2分間行ったところ，心拍数が110拍/分程度（約55HRmax）まで上昇し，自転車エルゴメーターを用いた5分間の軽運動と同様に注意機能向上の効果が期待できることが報告されている（原・黒瀬，2018）。音楽に合わせて行う全身じゃんけんは，リズムジャンプと同様に子どもたちに「楽しい」というポジティブな感情を引き出すことができる可能性がある。さらに全身じゃんけんは他者で行う遊びであるためコミュニケーションの機会になるとともに，特別な道具を必要としないため教育現場で導入しやすいと考える。

## II 目的

本研究は，運動習慣の無い健常成人を対象に，2分間の音楽に合わせて行う全身じゃんけんを，1日1回，3週間（全15回）行い，注意機能課題の成績（遂行時間と正答率）の運動前後の即時的変化と全15回の経時的変化を検討することを目的とする。また運動中の心拍数を用いた運動強度，運動前後の気分の変化（高揚度，疲労度），運動への意欲を調査することを目的とする。本研究で行う運動が注意機能の向上に寄与し，気分の変化や意欲にポジティブな影響があることが明らかになることで，教育現場で運動を導入する際の手掛かりとなると考える。

## III 方法

### 1. 研究協力者

研究協力者は運動習慣のない20～23歳（平均年齢 $21.4 \pm 0.78$ ）の成人40名（男性8名，女性32名）とし，

神経疾患や整形外科的疾患がなく課題が遂行できる者とした。協力者は、事前に行った注意機能課題の遂行時間に有意な差が示されないように、運動課題を実施する運動群、運動課題を実施しない安静群の2群に振り分けた。

## 2. 運動課題

### 2-1) 運動の概要

運動は、わらべうた「おちゃらかほい（2分4秒）」に合わせて、動画を視聴しながら全身じゃんけん（原・黒瀬，2018）を行うこととした。わらべうたの速さは自然に跳躍できるテンポである120bpmとした（佐々木，2012）。1回の運動で、わらべうたの歌詞が「おちゃらか」の部分は軽く跳躍し、「ほい」の部分は全身でじゃんけんのポーズを取り、続けて勝敗のポーズを取る流れを1セットとし、わらべうた1曲で31セット行った（図1，2）。課題は1週間の中で5日間連続して実施し、2日間の連続した休息日を設け、3週間継続した（全15回）。



図1. じゃんけんと勝敗のポーズ

### 2-2) おちゃらかほいの視聴動画

本研究で実験を行っていた期間はCOVID-19の感染者が増加していた時期で、筆者と研究協力者が直接交流できる環境を用意することが難しかったこと、また研究協力者の起床時間に合わせて実験を実施するため移動時間等を含めずに実験を開始できるようにしたため、Zoom Video Communication（以下、Zoom）を利用して実施することとした。

Zoomで使用したおちゃらかほいの視聴動画は、Microsoft PowerPointでじゃんけんのポーズとピアノ伴奏を合わせたスライドを作成し、画面録画ソフトによって動画を作成した（図2）。スライドは、わらべうたの歌詞に合わせて白紙のスライドとじゃんけんのポーズ（グー・チョキ・パーのいずれか1つ）のスライドを交互に表示した。じゃんけんの提示順序はランダム化係数によりランダム構成し、グー・チョキ・パー

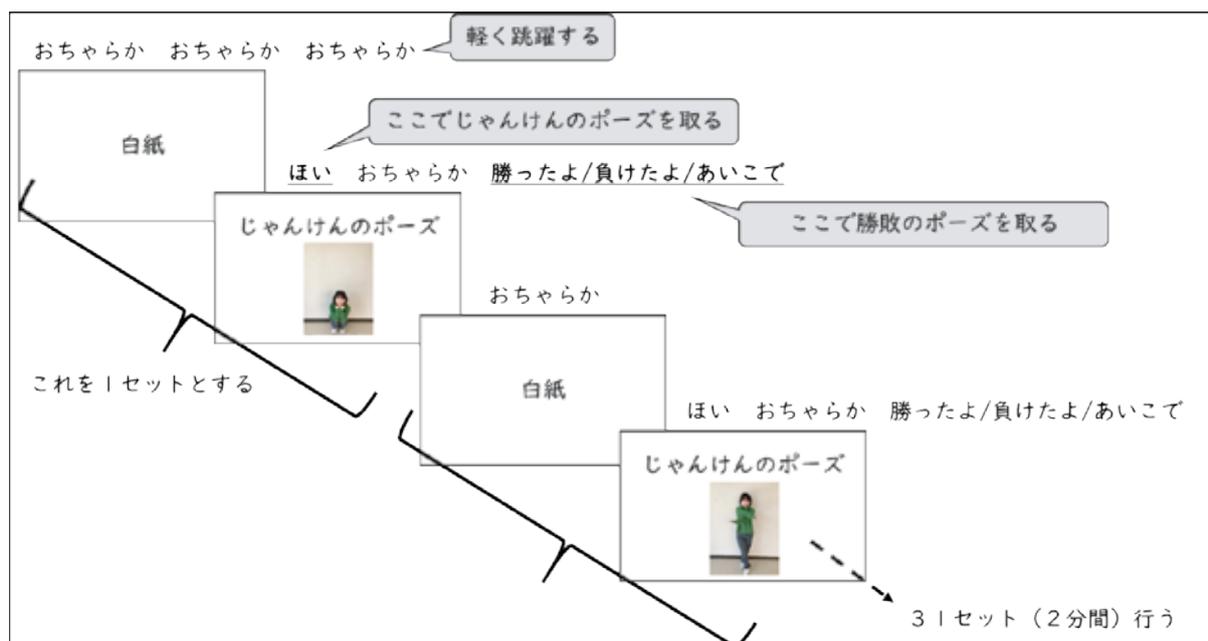


図2. おちゃらかほいで表示するスライドとポーズのタイミング

の提示回数は等しくした。じゃんけんの順番を記憶しないように動画は3パターン作成し、ランダムに使用した。動画はYouTubeにアップロードし、協力者にのみ限定公開した。

### 3. 注意機能課題

注意機能課題1つ目は、注意の集中を測定する無料のスマートフォンアプリケーション「毎日100マス (Ben Walker) (以下、100マス計算)」とした (岡寄・伊藤, 2016)。課題は、2桁-1桁の引き算とし、1回の遂行時間と誤答数を記録した。

注意機能課題2つ目は、注意の制御を測定する、無料のスマートフォンアプリケーション「Touch the Numbers (tekunodo.)」とした (酒井・加藤, 2007)。課題は、ランダムに表示される1から25までの数字を1から順番にタップするもので、難易度が毎回異なることから、10回連続で行い、各回の10回分の平均遂行時間と平均誤答数を記録した。

### 4. その他の課題

#### 4-1) 心拍数

協力者に腕時計型心拍計 (Polar Verity Sense) を装着し、安静時と運動時の心拍数を測定した。安静時の心拍数測定方法は、本機器の測定方法として紹介されている (Polar. com), あおむけの姿勢で横になったまま約3分間測定することとし、本実験1回, 6回, 11回目の起床後に実施した。運動時の心拍数は、運動課題の始めから終わりまで約2分間測定した。

#### 4-2) 主観的気分の測定

Visual Analog Scale (以下VAS) を用いて100mmの線上に印をつけることで、主観的な運動による気分の高揚度と疲労度を測定した (図3)。「高揚度」は、線の左端に「気分が全く高揚していない」、右端に「気分が非常に高揚している」という言葉を示した。「疲労度」は、線の左端に「疲労を全く感じない」、右端に「疲労を非常に感じる」という言葉を示した。VASの変化は±20mm以上あると有意な差があると判断でき

(濱口, 2011), 例えば, 運動課題実施前に高揚度のVASの20mmに印をつけ, 実施後に高揚度のVASの80mmに印が付いていると, +60mmの変化があり, 気分が高揚したことを表す。

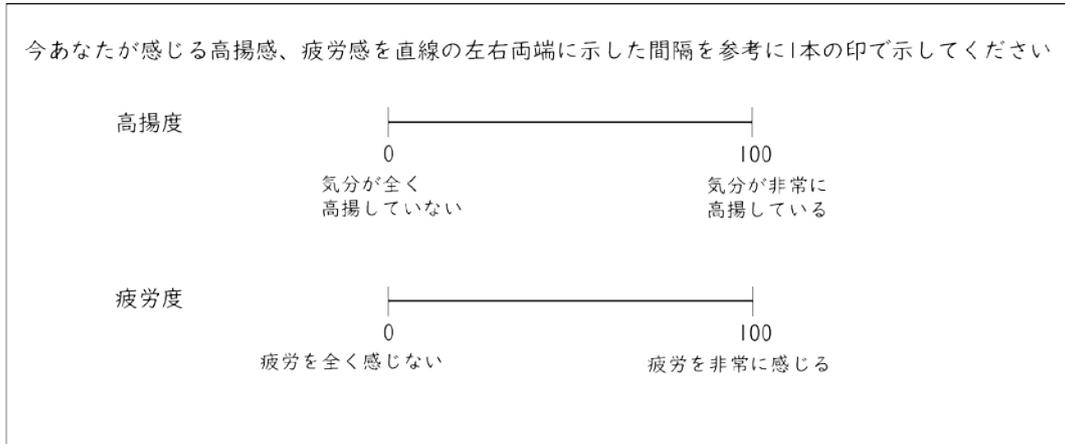


図3. VASによる主観的高揚度, 疲労度の測定

#### 4-3) 運動課題への意欲の調査

本実験5回, 10回, 15回目に, 「運動に飽きてきましたか」という質問に, 飽きた, どちらかというと飽きた, どちらともいえない, どちらかというと飽きていない, 飽きていない, の5段階で回答してもらった。

### 5. 実施の流れ

#### 5-1) 事前課題

事前課題は, 起床1時間後に100マス計算を3回, Touch the Numbers10回を1セットとして3セット実施した。その後, 協力者をランダム係数によって運動群と安静群の2群に振り分けた。その際, 課題遂行時間を基準として群間で成績に有意な差が示されないようにした。

#### 5-2) 運動群の準備学習

本実験の初日, 運動群は, はじめに全身じゃんけんのポーズと勝敗を表現するポーズの練習を行った。指示は「グー・チョキ・パーのポーズと, 勝った時, 負けた時, あいこだった時のポーズをスライドで提示します」とし, 1つ1つのポーズの写真を2回提示した。その後, 検査者と協力者で実際に全身じゃんけんを行い, じゃんけんのポーズと勝敗表現のポーズを覚えたことを確認してから本実験を実施した。

#### 5-3) 運動群の手続き (表1)

協力者には午前7時から9時までに起床してもらい, 起床1時間後に検査者とZoomを利用し双方向コミュニケーションを取ることが出来る環境で本実験を実施した。実験開始時間は, 小学校や中学校に通学する子どもが起床してから学校に到着し体づくり運動等の運動課題に取り組む時間を想定し, 起床後1時間後とした。

運動課題実施前に, 100マス計算1回, Touch the Numbers10回を実施し, VASで高揚度と疲労度を回答してもらった。その後, YouTubeに接続し動画を視聴しながらおちゃらかほいを実施してもらった。運動課題中は心拍数を測定した。運動課題後は, 5分間の安静椅子座位を取ってから, 100マス計算1回, Touch the Numbers10回を実施し, VASで高揚度と疲労度を回答してもらった。他に, 安静時の心拍数は,

本実験1回, 6回, 11回目の起床後にあおむけの姿勢で横になったまま約3分間測定した。運動課題への意欲は, 本実験5回, 10回, 15回目の全ての課題終了後に調査を行った。

#### 5-4) 安静群の手続き (表1)

協力者には午前7時から9時までに起床してもらい, 起床して1時間経過後に, 各自で100マス計算1回, Touch the Numbers10回を実施し, VASで高揚度と疲労度を回答してもらった。その後, 7分間の安静椅子座位 (以下, 安静課題) を取ってから, 100マス計算1回, Touch the Numbers10回を実施し, VASで高揚度と疲労度を回答してもらった。

表1. 運動群と安静群の課題実施順

群	課題の実施順					
	運動群	注意機能課題	高揚度・疲労度 (VAS)	運動2分	安静5分	高揚度・疲労度 (VAS)
安静群	注意機能課題	疲労度と高揚度 (VAS)	安静7分	疲労度と高揚度 (VAS)		注意機能課題

## 6. 分析

本研究の協力者は運動群20名, 安静群20名を予定していたが, 運動群1名は運動課題の実施が困難で実験を中止したため, 本実験終了後は運動群19名, 安静群20名となった。統計分析における有意水準は, 5%未満を有意差あり, 10%未満を有意傾向ありとした。

### 6-1) 注意機能課題の分析

運動課題もしくは安静課題前後での注意機能課題成績の変化について, 協力者ごとに全15回の遂行時間と誤答数の中央値を算出し, Wilcoxonの符号順位検定を用いて比較した。その後, 統計分析で有意または有意傾向を示した遂行時間と誤答数の関係から, 運動課題もしくは安静課題による正の影響が認められた者 (遂行時間は短縮し誤答数は減少した者, 遂行時間は短縮し誤答数は変化しなかった者, 遂行時間は変化せず誤答数は減少した者) の割合, 変化がなかった者 (遂行時間, 誤答数のどちらも変化しなかった者), 負の影響が認められた者 (遂行時間は短縮し誤答数は増加した者, 遂行時間は変化せず誤答数は増加した者, 遂行時間は延長し誤答数は減少した者, 遂行時間は延長し誤答数は変化しなかった者, 遂行時間は延長し誤答数は増加した者) の割合を, 注意機能課題ごとに算出した。

### 6-2) 心拍数の分析

運動群19名の中で全15回の心拍数全てを記録できた17名を分析対象とした。

心拍数の変化については協力者毎に検討した。本実験の運動課題の運動強度は, カルボーネン法 (目標心拍数 =  $\{(220 - \text{年齢}) - \text{安静時心拍数}\} \times \text{運動強度} + \text{安静時心拍数}$ ) を用いて, 協力者毎に算出した。その後, 算出した運動強度をもとにBorgによるCategory Scale (久保山, 2020) を用いて自覚的運動強度を算出した (表2)。

表2. BorgによるCategory Scale (久保山, 2020より引用)

	Category scale	運動強度 (%)	心拍数 (拍 / 分)
6		0.0	60
7	very,very light (非常に楽である)	7.1	67(70)
8		14.3	74(80)
9	very, light (かなり楽である)	21.4	80(90)
10		28.6	87(100)
11	fairly light (楽である)	35.7	94(110)
12		42.9	101(120)
13	somewhat hard (ややきつい)	50.0	108(130)
14		57.2	114(140)
15	hard (きつい)	64.3	121(150)
16		71.5	128(160)
17	very hard (かなりきつい)	78.6	135(170)
18		85.8	142(180)
19	very,very hard (非常にきつい)	92.9	148(190)
20		100.0	155(200)

### 6-3) 主観的気分の分析

VASの変化については協力者ごとに検討した。運動課題もしくは安静課題の課題後のVAS値-課題前のVAS値によりVASの差を算出し、VASの差が $\pm 20$ mmの場合、有意な変化があると判断した(濱口, 2011)。また算出したVASの差について、中央値をMann-Whitney U testを用いて比較した。

### 6-4) 運動課題への意欲の調査

運動への意欲については、本実験5回、10回、15回目の運動後の各選択肢の中で、飽きた、どちらかというのと飽きたという回答は運動への意欲が低下傾向にあると判断し、回答された各選択肢の割合の推移から運動への意欲の変化を解釈した。

## 7. 倫理的配慮

研究協力者には、本研究の意義・目的、方法などについて口頭および文書にて説明し、同意を得てから研究を実施した。また、本研究は北海道教育大学研究倫理委員会の承認を得ている(承認番号:北教大研倫2021101004)。

## IV 結果

### 1. 注意機能課題成績の変化(図4)

#### 1-1) 100マス計算の遂行時間と誤答数の変化

運動群では、運動課題による正の影響が認められた者57.9%、変化がなかった者31.6%、負の影響が認められた者10.5%だった。安静群では、安静課題による正の影響が認められた者15.0%、変化がなかった者70.0%、負の影響が認められた者15.0%だった。

#### 1-2) Touch the Numbersの遂行時間と誤答数の変化

運動群では、運動課題による正の影響が認められた者47.4%、変化がなかった者26.3%、負の影響が認めら

れた者26.3%だった。安静群では、安静課題による正の影響が認められた者5.0%、変化がなかった者75.0%、負の影響が認められた者20.0%だった。

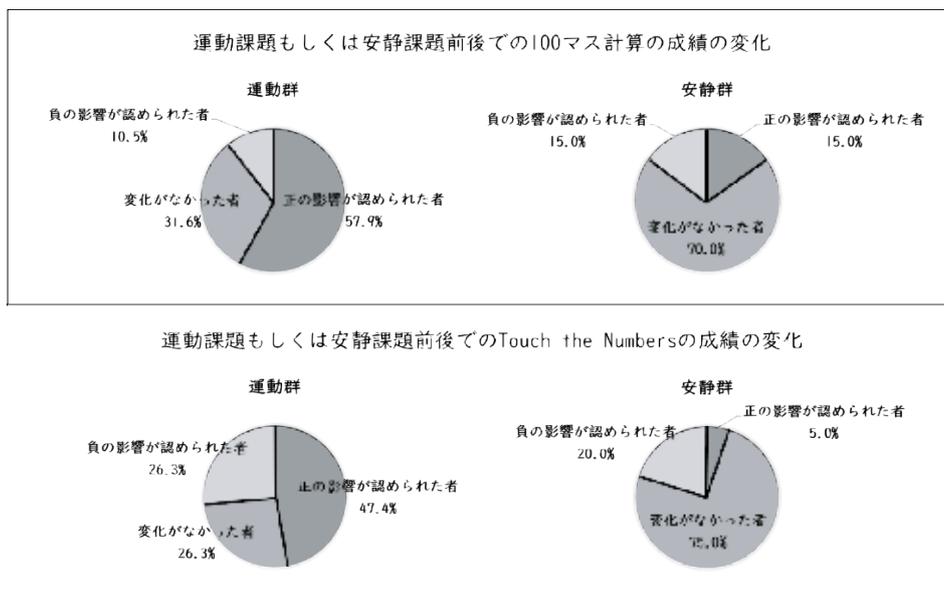


図4. 運動課題もしくは安静課題前後での注意機能課題の成績の変化

## 2. 運動課題中の心拍数による運動強度

運動群の協力者ごとの最大心拍数を目標心拍数とした場合の運動強度は平均50%HRR $\pm$ 6.88 (38%HRR—63%HRR)であり、BorgによるCategory Scaleによる自覚的運動強度は、楽であると判断された者41.1%、ややきついと判断された者58.9%だった。

## 3. 主観的気分の変化

### 3-1) 高揚度

運動課題もしくは安静課題実施前後に+20mm以上の変化があり気分が高揚した者の割合は、運動群57.9%、安静群0.0%で、2群の中央値は運動群36.5 (14.94~43.25)、安静群-1.56 (-5.37~-0.55)で、運動群の方が有意に高くなった ( $p<0.05$ )。

### 3-2) 疲労度

運動課題もしくは安静課題実施前後に+20mm以上の変化があり疲労が増した者の割合は、運動群78.9%、安静群5.0%で、2群の中央値は、運動群33.21 (19.53~47.33)、安静群-2.32 (-6.49~-0.19)で、運動群の方が有意に高くなった ( $p<0.05$ )。

## 4. 運動への意欲の変化 (図5)

運動群の運動意欲は、本実験5回目では、飽きた0.0%、どちらかという飽きた10.5%、どちらかという飽きていない73.7%、飽きていない15.8%だった。本実験10回目では、飽きた0.0%、どちらかという飽きた31.6%、どちらかという飽きていない47.4%、飽きていない21.0%だった。本実験15回目では、飽きた10.5%、どちらかという飽きた26.4%、どちらかという飽きていない52.6%、飽きていない10.5%だった。運動への意欲が低下傾向にあると判断する、飽きた、どちらかという飽きたという回答は、本実験5回目

10.5%, 10回目31.6%, 15回目36.9%と徐々に増加する傾向があった。

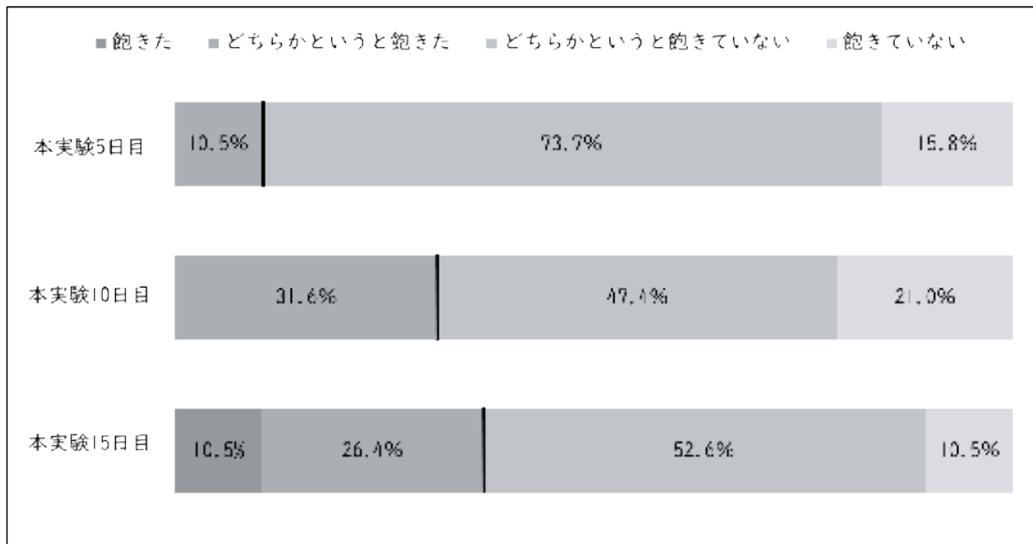


図5. 運動への意欲の変化

## V 考察

### 1. 注意機能課題の成績の変化について

注意機能課題の成績の変化について、100マス計算では、運動課題による正の影響は運動群の5割以上に認められたのに対し、安静課題による正の影響は安静群の1割にしか認められず、7割は変化が認められなかった。Touch the Numbersでは、運動課題による正の影響は運動群の4割に認められたのに対し、安静課題による正の影響は安静群の1割程度にしか認められず、7割は変化が認められなかった。

このように安静群に比べて運動群では高い割合で注意機能課題の成績が向上した背景には、「曲に合わせて跳躍をする」「動画を見ながらじゃんけんをする」「じゃんけんの指定のポーズを想起し動きへと変換する」「勝敗を瞬時に判断し、勝敗を表現する指定のポーズを想起し動きへと変換する」といった複数の課題を同時に行う運動課題の特徴が影響していると考えられる。リズムジャンプは複数の課題を一度に達成する必要があるため、前頭前野の活性化がおり、注意機能が高まることから推測されていることから（津田・小野，2018）、本研究でも同様に複数の課題を同時に行うことで前頭前野の活性化が起これ、その結果、注意機能課題の成績が向上した可能性がある。しかし運動群の半数は注意機能課題の成績が変化しない、もしくは負の影響を認めたため、一律に運動課題の効果が期待できるものではなく、個人要因について検討していく必要がある。さらに課題間でも注意機能課題の成績への影響に異なる傾向が見られた。100マス計算は注意の集中（岡崎・伊藤，2016）、注意の制御を測定する課題であり（酒井・加藤，2007）、注意機能の種類によって運動課題の効果が異なることが考えられるので、運動課題による正の影響が期待できる注意機能の種類について検討していく必要がある。

### 2. 運動課題中の心拍数による運動強度について

本研究の運動強度は平均50%HRR±6.88であり、BorgによるCategory Scaleによる自覚的運動強度は、運動群の6割程度がややきつい運動である「中強度の運動」に相当した（久保山，2020）。中強度の運動による注意機能への影響については、運動習慣を有する健常成人を対象とした研究で、心拍数が50%HRmaxと

なる中等度の運動を5分間行ったところ、注意機能課題の成績が向上したことが報告されている(原・黒瀬, 2018)。この研究と同様に、本研究の運動課題は2分間と短い時間だったが心拍数が50%HRmaxに上昇する中等度の運動強度の運動課題となり、注意機能課題の成績に正の影響があったと考えた。また心拍数が30%~60%VO<sub>2</sub>maxの運動強度で脳血流量が増加することから(Rooks, Thom, McCully, & Dishman, 2010)、本研究の運動課題でも脳血流量が増加したことが注意機能課題の成績に影響している可能性がある。

### 3. 主観的気分の変化について

2分間の運動で、協力者の8割は疲労を感じていたものの、6割は高揚度は高まっていた。ポジティブな感情は前頭前野を活性化することから(Herrington et al., 2005)、本研究においても運動群の多くが運動課題へポジティブな感情を抱きながら取り組んだことで、注意機能課題の成績に正の影響をあたえたと推察する。

### 4. 運動への意欲の変化について

本実験5回目では運動への意欲が低下傾向だったのは運動群の1割程度だったが、本実験10回目以降になると3割程度となり、本実験15回目では4割程度と徐々に増えていた。運動課題はじゃんけんの順番を記憶しないように動画を3パターン作成し、ランダムに使用したことでじゃんけんの勝敗を楽しむことができると考えた。しかし実験の設定が、1人で動画を視聴しながらじゃんけんを行い、勝っても負けても他者からのフィードバックを受けられない状況で実施したため、運動課題へのモチベーションを保つことができず、意欲が低下してしまった可能性がある。今後子どもが楽しみながら行うことができる運動の選択肢を広げるためには、学校内で教員や子ども同士が直接交流できる環境だけでなく、本研究のようにオンラインで動画等を視聴しながら行う環境でも、モチベーションを保ち運動を楽しむことができるように工夫していく必要がある。

## VI 今後の展望

本研究で実施した2分間の全身で行う音楽に合わせたおちゃらかほいは、運動習慣のない若年成人に中等度の運動強度の運動機会となり、心拍数の上昇による脳血流量の増加が期待できた。また運動を行った研究協力者は疲労を感じながらも気分が高揚する者が多く、ポジティブな感情により前頭前野の活性が期待できた。また本研究の運動課題の複数の課題を同時に行う必要があるという特徴により前頭前野が活性化した可能性も考えられ、注意機能課題に正の影響が示されたことが示唆された。今後特別な支援を必要とする子どもに向けて運動課題を実施する際には、複数の課題を同時に行うことに難しさのある子どもがいることも考えられるので、運動強度は保ちながら、同時に行う課題の数や子どもが取り組みやすい音楽の速さを子どもに合わせて選択できるように検討を進めていく。

## VII 研究の限界

本研究はCOVID-19の感染状況から、注意機能課題を全てスマートフォンアプリで行うことができるものとし、運動課題も筆者と研究協力者が直接交流しなくても実施できる内容としたため、研究協力者の運動課題実施中の様子や注意機能課題の取り組み方を把握できておらず、全ての条件を研究協力者間で完全に統制することは困難であった。また研究協力者のスマートフォンの不具合により、各課題遂行中の画面録画の撮

影や保存ができず、一部の協力者のデータが欠損してしまうことがあり、今後オンラインで研究を進める際には記録方法の工夫が必要である。さらに本研究の各群の協力者の人数は約20人ずつとパラメトリックな検定を用いるには十分な標本数ではなかったため検定にノンパラメトリックのものを用いたが、中央値を用いたことによる結果の不確かさが見られた。加えて運動により注意機能課題に正の影響があった者、変化がなかった者、負の影響があった者の特徴を比較するにあたり、今後は人数を増やして検討する必要がある。

## 引用文献

- Damrongthai, C., Kuwamizu, R., Suwabe, K., Ochi, G., Yamazaki, Y., Fukuie, T., Adachi, K., Yassa, M.A., Churdchomjan, W., & Soya, H. (2021) Benefit of human moderate running boosting mood and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation. *Scientific Reports*, 11(1), 1-12.
- 大村一史 (2015) 発達障害児に対する実行機能の認知トレーニング. 山形大学紀要 (教育科学), 16(2), 93-108.
- 岡寄淳・伊藤政展 (2016) 体育授業で見られる座位姿勢が児童の気分と注意の集中に及ぼす影響. 東海学園大学教育研究紀要, 2, 1-27.
- 濱口眞輔 (2011) 痛みの評価法. 日本臨床麻酔学会誌, 31(4), 560-569.
- 原丈貴・黒瀬拓志 (2018) 若年者の注意機能に対する短時間軽運動の効果—学校現場での応用に繋げるための一考察—. 島根大学教育学部紀要, 52, 21-24.
- Herrington, J.D., Mohanty, A., Koven, N.S., Fisher, J.E., Stewart, J.L., Banich, M.T., Webb, A.G., Miller, G.A., & Heller, W. (2005) Emotion-modulated performance and activity in left dorsolateral prefrontal cortex. *Emotion*, 5(2), 200-207.
- 久保山直己 (2020) 高齢者の健康づくりにおける低強度運動の有効性について. 大阪商業大学論集, 15(3), 1-22.
- Polar. com. <https://www.polar.com/ja/smart-coaching/heart-rate-the-essentials> (2022年5月27日閲覧)
- Rooks, C.R., Thom, N.J., McCully, K.K., & Dishman, R.K. (2010) Effect of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: A systematic review. *Progress in Neurobiology*, 92(2), 134-150.
- 酒井浩・加藤寿宏 (2007) 注意制御課題実施時の前頭前野領域における血中ヘモグロビン濃度の変化—仮名拾いテストを用いた検討—. 京都大学医学部保健学科紀要, 3, 7-15.
- 佐野哲広・原田唯司 (2020) 知的障害特別支援学校の持久走指導におけるペース設定の効果—心拍数とペースの安定に注目して—. 静岡大学教育実践総合センター紀要, 30, 202-208.
- 佐々木玲子 (2012) 子どものリズムと動きの発達. バイオメカニズム学会誌, 36(2), 73-78.
- 諏訪部和也・福家健宗・征矢英昭 (2020) 音楽に合わせた運動で高める前頭前野の実行機能. 体力科学, 69(1), 78.
- 津田幸保・小野みどり (2018) リズムジャンプが児童の認知機能に与える影響. 美作大学紀要, 51, 1-7.
- 露木亮人・関耕二・岩田昌太郎 (2016) 児童・生徒の持久走に対する意識の違いに関する横断的研究. 山陰体育学研究, 31, 26-35.

(清水 夕貴 札幌校大学院 教育学研究科高度教職実践専攻)

(池田 千紗 札幌校准教授)

