

令和 5 年 10 月 25 日現在

機関番号：44304

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2022

課題番号：16K16503

研究課題名（和文）両手協調の方略に関する訓練プログラムの開発と検証

研究課題名（英文）Development and verification of a training program of bimanual coordination skills for preschoolers

研究代表者

渋谷 郁子 (Shibuya, Ikuko)

華頂短期大学・幼児教育学科・准教授

研究者番号：80616938

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,500,000円

研究成果の概要（和文）：手指運動に不器用さのある幼児が両手協調スキルの方略を学ぶための、訓練プログラムの開発を目的とした。両手協調に影響を与える認知的・技能的要因を明らかにするため、年長児の両手協調の遂行度と実行機能との関連を検討し、動作解析ソフトウェアを用いて両手の調節過程の数値化を行った。これらを踏まえ、外的補助を用いて上肢の位置を固定することや、手の動きの事前予測によって両手協調を意識させることを目的とした訓練プログラムを考案し、その効果を検証した。結果より、外的補助を用いた上肢の位置固定および手指運動の抑制は、両手協調の正確さを向上させることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、手指運動の不器用さが生じるメカニズムの一端を解明した点にある。より具体的には、就学前の年長児を対象として、両手協調のパフォーマンスに影響を与える認知的・技能的要因を明らかにした。また、その結果に基づいた訓練プログラムが、両手協調のパフォーマンスを高める効果を持つことを実証した。この点も本研究の大きな特徴である。手指運動の不器用さは、日常生活から学業に至るまで広範囲に影響を及ぼす、発達上のリスクである。本研究によって、手指運動の不器用さを克服するための具体的な提案ができるようになったことは、社会的に大きな意義があるといえる。

研究成果の概要（英文）：The objective of this study was to develop a training program targeting preschoolers exhibiting manual clumsiness, aiming to enhance their bimanual coordination skills through the acquisition of effective strategies. To elucidate the cognitive and kinematic factors influencing bimanual coordination, the relationship between bimanual performance and executive function was investigated in 5-year-old children. Additionally, the adjustment process of both hands was quantified using motion analysis software. Building upon these findings, a training program was devised to stabilize the upper extremities using external aids and foster an awareness of bimanual coordination by encouraging anticipation of hand movements. Subsequently, the program's effectiveness was assessed. The results demonstrated that immobilization of the upper extremities and restraining finger movements with external assistance significantly improved the accuracy of bimanual coordination.

研究分野：心理学

キーワード：両手協調 手指運動 不器用さ 訓練プログラム 道具操作 幼児

1. 研究開始当初の背景

子どもの不器用さは日常的な運動の不全に現れ、生活の質を低下させたり、学業達成を妨害したりすることがある。特に手指運動に不器用さがある場合、食事や更衣などの生活動作から、書字や文房具の使用などの基礎動作に至るまで、広範囲に支障をきたす恐れがある。また、不器用さは、幼少時には目立ちにくいだが、就学後の学校生活の中で顕在化し始め、自尊心の低下や高い不安感といった、二次的な心理社会的問題を引き起こすことが知られている（Schoemaker & Kalverboer, 1994）。不器用さの原因究明や効果的なサポート支援策の提案は、子どもの発達を支援する上で、重要な課題だといえる。

本研究では手指運動の不器用さを克服する具体的な支援策として、利き手の動きに連動して、非利き手を協調的に動かす訓練プログラムを確立することが有益だと考えた。そのため、次の（1）と（2）を通して、円滑な両手協調を実現するための諸要因を明らかにし、両手協調の訓練プログラムを開発することにした。（1）非利き手の運動調節過程の数量化し、不器用さが非利き手の問題に起因するという根拠を示す。数量化によって、運動の正確さに特に強い影響を与えている技能的要因が解明されれば、訓練プログラムの中で改善していくべき技能を決定できるだろう。続いて、（2）行為のモニタリングやコントロールに関わる、高次の自己制御過程である実行機能（Carlson, 2005）が両手協調とどのように関連しているのかを検討し、両手協調に関わる認知的要因を明らかにする。これによって、子どもに非利き手の動きを意識的に調節させる際に、効果の高い教示のあり方を検討できるだろう。

2. 研究の目的

本研究の目的は、両手協調に影響を与える技能的、認知的要因を解明し、効果的な両手協調の方略を学ぶための訓練プログラムを開発することであった。そのために、以下の内容について検討を行った。

（1）両手協調に影響を与える技能的要因の解明

動作解析ソフトウェアを用いて、幼児がハサミで紙を切る際の、肘の角度やハサミの開閉、紙の回転などの複数の指標について分析し、非利き手の調節過程を数量化する。

非利き手の調節過程を数量化した後、ハサミ操作の正確さに特に強い影響を与える非利き手の動かし方を導き出し、訓練プログラムの中で改善を目指す技能を決定する。

（2）両手協調に影響を与える認知的要因の解明

目的を達成するために基本的な認知機能を統合・制御する高次の認知機能である実行機能に含まれるワーキングメモリや遅延抑制、葛藤抑制などの認知的な能力を調べる課題を複数用い、幼児の実行機能の発達が、ハサミ操作の正確さとどのように関わっているのかを解明する。

実行機能の発達とハサミ操作の正確さとの関連を明らかにした後、訓練プログラムの中で用いる教示について検討する。

（3）効果的な両手協調の方略を学ぶための訓練プログラムの開発

訓練プログラムで用いる運動課題および教示が確定した後、訓練プログラムを開発し、その効果を検証する。

3. 研究の方法

(1) 両手協調に影響を与える技能的要因の解明

幼稚園、保育園に在籍する年長児 99 名（平均月齢 73 か月）を対象とした。15cm 四方の白色ケント紙に、1mm 幅の黒い輪郭線で描かれた直線（練習課題）、円（本課題）を印刷したものを示し、「なるべく速く、かつ正確に」ハサミで図形を切り取るよう教示した。ハサミは、サクラクレパスの「はさみ 152 キャップ付き」を使用した（ハサミを使った課題は以降、すべて同じ手続きである）。子どもの右側面および左側面にカメラを設置し、ハサミを操作中の様子を撮影した。1 人につき、約 10 分程度で終了した。

左右側面のビデオカメラによって得られた二次元映像（30fps）を、動作解析ソフトウェア（Dartfish Software 9.0）を用いて分析した。まず、対象児が円図形を切り取っている際の、右手および左手の甲の中心点座標を取得した。次に、動作開始時の手の甲の中心点を基準点とし、各フレームにおける左右方向、上下方向の移動量を算出した。

(2) 両手協調に影響を与える認知的要因の解明

保育所・こども園に通う年長児 41 名（平均月齢 58 か月）を対象とし、実行機能の 5 課題を実施した後、ハサミ操作の 2 課題を行った。1 人につき約 20 分で終了した。

ハサミ操作の課題

直線と円を「なるべく速く、かつ正確に」ハサミで切り取るよう求めた。

実行機能の課題

葛藤抑制の指標としてハンドゲーム（Hughes, 1998）、視空間性ワーキングメモリの指標として積み木叩き課題（K 式発達検査）とハンドテスト（K-ABC）、言語性ワーキングメモリの指標として数唱（K 式発達検査）と単語逆唱を実施した。

(3) 効果的な両手協調の方略を学ぶための訓練プログラムの開発

(1) の研究において「低速・不正確群」「高速・不正確群」に分類された年長児 19 名（平均月齢 75 か月）を対象とし、ハサミで円を切り取るよう教示した。子どもの左右両側面にカメラを設置し、ハサミを操作中の利き手・非利き手の状態を撮影した。以下の 3 試行を実施し、1 人につき約 15 分で終了した。

確認試行。前回調査と同様に「なるべく速く、かつ正確に」ハサミで図形を切り取るよう教示した。

練習試行。半透明の下敷き（縦 38.8cm×横 55cm）を机の上に設置し、子どもの肩幅のサイズに合わせて、2 箇所目印の紙を貼った。そこに両肘をつくよう伝え、課題遂行中は肘を動かさないよう教示した。確認試行と同じ

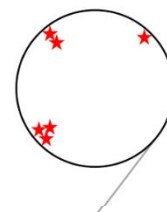


図 1 練習試行で用いた刺激図形

円図形に、切り始めの場所を示したグレーの線と紙を動かすタイミングを伝える星印を3箇所印刷した刺激を用い、利き手の人差し指で輪郭線をなぞりながら、星印の所で実際に非利き手で紙を動かす練習をさせ、切り方を理解させた。課題を遂行中に教示の通りでない動きがある場合には、その都度修正するよう伝えた。

検証試行。外的補助を取り去り、練習したことを思い出しながら、「なるべく速く、かつ正確に」円図形を切り取るよう教示した。

4. 研究成果

(1) 両手協調に影響を与える技能的要因の解明

ハサミ操作の結果を用い、年長児99名を「高速・正確群」「低速・正確群」「高速・不正確群」「低速・不正確群」の4群に分類した。動作解析ソフトウェア(Dartfish Software 9.0)を用いて、各フレームにおける中心点座標に基づき、重心座標を算出したところ、左手(紙把持手)の前後方向の重心座標と円課題の誤差との間に有意な関連がみられた($r = -.213, p < .05$)。紙を持つ手を自分の身体から遠ざけるほど、円図形での誤差が大きくなる傾向が示唆された。また、あるフレームから次のフレームへの移動量を算出し、その総和をフレーム数で除して、移動速度(どのくらい大きく動いたか)を算出した。移動速度の平均値を群間で比較したところ、高速・不正確群と低速・正確群の間に有意差がみられた($F(3,95) = 4.290, p < .01$)。これらの結果から、各群における両手協調

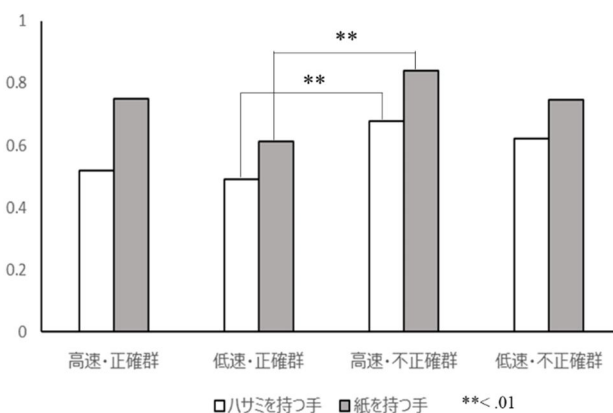


図2 各群における移動速度の平均値

の特徴が明らかになった。

(2) 両手協調に影響を与える認知的要因の解明

道具操作課題と実行機能課題の結果を用いて、ピアソンの積率相関係数を求めたところ、表1に示す結果となった。実行機能の各課題のうち、ハンドゲームとハンドテストの2課題の成功試行数が、直線課題の誤差の大きさと有意な負の相関を示した。ハンドゲームは優勢反応を抑制する力を、ハンドテストは手の動きを記憶して再現する力を、それぞれ測定している。ハサミ操作の精度には、これらが関連していることが示唆された。一方、実行機能

のどの課題も、ハサミ操作の運動時間とは有意な相関を示さなかった。これらのことから、優勢反応を抑制する力や、手の動きを記憶して再現する

表1 各群における移動速度の平均値

	ハンドゲーム	積み木叩き	ハンドテスト	数唱	単語逆唱
直線・誤差	-.379*	-.107	-.339*	.065	.119
直線・運動時間	-.030	-.046	.155	.102	.035
円・誤差	-.301	-.008	-.110	.235	.045
円・運動時間	.214	-.130	.074	.134	.058

* $p < .05$.

表 2 訓練プログラム開発の観点

ねらい	具体的な方法
手の動きの抑制	両肘を固定する
手の位置を固定	両肘を固定する
両手協調の意識を高める	ハサミの軌跡に沿って、所定の位置で紙だけを必要最小限に動かす

力が、ハサミ操作の正確さと関連していることが示唆された。

(3) 効果的な両手協調の方略を学ぶための訓練プログラムの開発

(1)(2)の研究結果を踏まえ、表2に示す3つの観点から考案した訓練プログラムの効果を検討した。参加者間一要因分散分析(試行3水準)の結果、「低速・不正確群」では練習試行で有意傾向がみられ、確認試行よりも逸脱量が小さかった($F(2,24)=2.996, p < .10$)。一方、「高速・不正確群」では確認・検証試行よりも練習試行の運動時間が有意に長く($F(2,10)=5.109, p < .05$)、確認試行よりも練習試行の逸脱量が有意に小さかった($F(2,10)=5.736, p < .05$)。また、動画解析ソフトウェア(Dartfish Software 9.0)を用いて各フレームにおける移動量を算出して基準点からの直線距離を割り出した。直線距離の総和をフレーム数で除し、移動速度を算出した(図3)。ハサミ操作手の移動速度について二要因混合分散(参加者間要因:群2水準,参加者内要因:試行3水準)を行ったところ、試行の主効果が有意で($F(2,34)=11.053, p < .01$)、交互作用は有意傾向($F(2,34)=2.998, p = .063$)であった。交互作用について単純主効果検定を行ったところ、「高速・不正確群」の手の動きは練習試行で確認試行よりも有意に遅かった。また、「高速・不正確群」の手の動きが「低速・不正確群」よりも有意に速いのは確認試行においてのみであった。手の動きを抑制する練習は、特に「高速・不正確群」における過剰な速度を低減させ、操作の正確性を向上させ得ることが示唆された。以上のことから、手の動きを抑制したり、手の位置を固定したりすることは、全体的なハサミ操作の正確さを向上させ、全体的なハサミ操作の速さ、および紙把持手の動きの速さを低減させることがわかった。

今回用いた手続きでは、両手協調の意識を高める方略については、肘を動かしたり、ハサミを紙から抜いてしまう子どもが多くみられた。ハサミ操作は連続的な動作であるため、調節のリズムや手の動かし方の速さなどには個人差がある。肘(腕・手)を固定した上で、両手協調の方略(調節リズム、手の動かし方など)を自分なりに学ぶことが望ましいと考えられる。

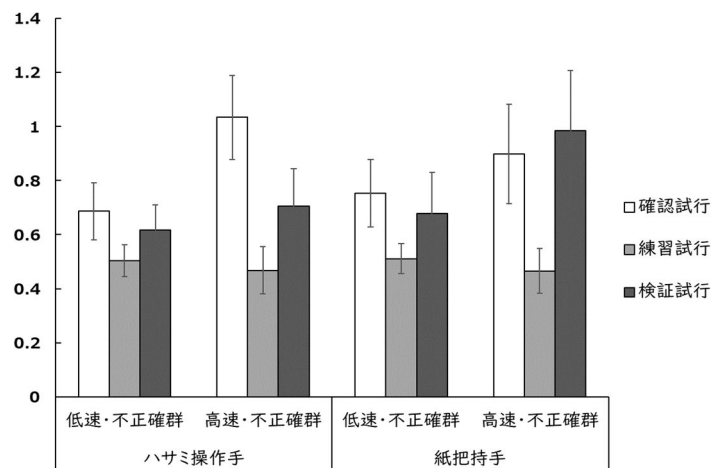


図 3 各試行における手の動きの速さの平均

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 渋谷郁子	4. 巻 66
2. 論文標題 幼児の道具操作における速さ・正確さと両手協調方略との関連	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 京都華頂大学・華頂短期大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 23-27
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 無
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 渋谷郁子	4. 巻 67
2. 論文標題 幼児の道具操作にあらわれる手指運動スキルの発達	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 京都華頂大学・華頂短期大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 1-7
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 無
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5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渋谷郁子
2. 発表標題 手先の不器用さのある子どもに両手協調の方略を伝えるための支援法開発の試み：手の動きを抑制することの効果
3. 学会等名 日本発達心理学会 第34回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渋谷郁子
2. 発表標題 両手協調を要する道具操作の速さ・正確さに関連する技能的要因
3. 学会等名 日本心理学会 第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渋谷郁子
2. 発表標題 就学前児の道具操作の速さ・正確さに関連する両手の調節過程—動作解析ソフトウェアを用いた計量化の試み—
3. 学会等名 日本発達心理学会 第33回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渋谷郁子
2. 発表標題 就学前児の道具操作と実行機能との関連
3. 学会等名 日本教育心理学会 第62回総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渋谷郁子・笹井久嗣・少徳仁
2. 発表標題 保育現場における子どもの不器用さの実態と支援の可能性：3年間の縦断調査の結果から
3. 学会等名 日本発達障害学会 第50回研究大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 國分 充、平田 正吾	4. 発行年 2020年
2. 出版社 福村出版	5. 総ページ数 176
3. 書名 知的障害・発達障害における「行為」の心理学	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------