

書字の困難と運動の関連についての文献的検討

Review of the Relationship between Writing Difficulties and Motor

東 法 子* 石 倉 健 二**
HIGASHI Noriko ISHIKURA Kenji

今後の日本において書字の困難がある子どもに対する運動面からの指導や研究の必要性について検討することを目的に、書字の困難と運動の関連についての文献的検討を行った。系統的レビューの手法を参考に、あらかじめ定めた手順で検索を行い、最終的に32件の論文が抽出された。それらについての質的統合を行った結果、以下の6つの項目に分類することができた。①書字の困難の評価と運動との関連性、②書字の困難における運動介入の効果、③年齢による書字と運動の発達・関連、④就学後の書字の力と幼稚園時の運動の力の関係、⑤DCD児の書字と運動の関連、⑥ASD児の書字と運動の関連。これらの結果から、今後、日本語において書字の困難がある子どもへの指導や研究に対して、以下の4つの視点が必要であることが考察された。①微細運動との関連の検討、②年齢の低い子どもへの粗大運動に関する介入の効果、③幼稚園時における微細運動との関連、④発達障害との関係、である。しかしながら今回のレビューは、言語の偏りがあったため、上記の視点で改めて日本語の書字の困難について、運動面との関係での指導や研究が必要であると結論づけられた。

キーワード：書字の困難, 運動, 文献的検討

Key words : writing difficulties, motor, review

第1章 書字の困難における問題と本研究の目的

第1節 書字の困難について

1. 書字の困難が子どもに及ぼす影響

書字(文字を書くこと)は、情報を記録し、情報を表現する手段として重要な活動であり(平林,河野,中邑,2010)、現代においても、テクノロジー利用の増加に関わらず、最も直接的で、効果的なコミュニケーションの形態の一つであることは変わらない(Stevenson and Just, 2014)。書字の困難は、英語圏でも(Katusic, Colligan, Weaver, and Barbaresi, 2009)、日本語でも(Uno, Wydell, Haruhara, Kaneko, Naoko, and Shinya, 2009)出現することが報告されている。学齢期の書字のスキルは、将来の学業上に影響を与える(Cahill, 2009; Graham, Harris, and Fink, 2000)。さらに書字の困難は、自尊心、モチベーション低下につながり(Barnett, Prunty, & Rosenblum, 2018; Engel-Yeger, Nagauker-Yanuv, and Rosenblum, 2009)、「不従順」「怠惰」などと判断されることで、欲求不満や失望が生じる(Feder et al, 2007)。このように書字の困難は、学齢期において学習だけでなく、心理面、人間関係などに大きな負の影響を与える。

2. 書字の困難の評価

国際ディスレクシア協会(International Dyslexia Association)においては、書字の困難を含んだ発達性読み書き障害の定義(2002)の中で、読み書きの正確性と流暢性について評価を行うとされている。しかし、書字の困難のもう一つの評価として、読みやすさ(legibility)を取り上げる研究が多く見られる(Kushki, Chau, and

Anagnostou, 2011; Racine, Majnemer, Shevell et al, 2008; 河野, 2018)。そこで、本研究では、書字の困難の評価として書字の正確性、流暢性、読みやすさを取り上げ、検討していくこととする。

第2節 書字の困難と運動に関わる研究の現状

書字の困難に関して、近年、国外では運動面との関連が指摘されている。書字を達成するために必要な運動面に関わる能力として、協調運動の制御、微細運動、手指操作、安定した姿勢などが明らかになっており、書字に影響を与える機能として、微細運動や粗大運動の機能があることが指摘されている(Feder & Majnemer, 2007; Flatter, Mushtaq, Williams, 2014; Saban, Weintraub, 2019)。さらには、運動に関わる介入が書字の困難の改善に影響することも明らかになっている(Schoemaker, Niemeijer, Reynders and Engelsman, 2003; Boyle Christopher, 2007)。このように、書字の困難と運動に関する研究は関連性の検討や、介入の効果など多岐に渡り行われている。日本語では、松原(2019)や西岡(2019)が、書字の困難と運動との関連について指摘している。しかし、書字の困難と運動との関連を指摘した研究は、姿勢の不安定さとの関連を指摘した(尾藤, 2010)ものや、漢字書字と協調運動の困難さとの関連を指摘した(齊藤, 高橋, 2011)ものなど、限定的である。また、実際の指導を調査した研究においても、通級による指導(大塚, 大嵩崎, 中山, 田中, 丹野, 2020)や通常学級での指導(太田, 井上, 金, 2018)について調査した

* 赤穂市立城西小学校

** 兵庫教育大学大学院特別支援教育専攻障害科学コース 教授

研究があるが、書字の困難と運動との関連に着目した指導は少ない。日本語において書字の困難と運動を関連づけて研究が進んでいるとは言い難い現状である。

第3節 系統的レビューについて

昨今、「エビデンスに基づく実践」が強調されている。「エビデンス」は、「根拠」とも呼ばれ、その中でも最も質の高い研究デザインは系統的レビュー (Systematic Review) とされている (原田, 2015)。そのガイドラインとして、PRISMA 声明が推奨され、PRISMA 声明では、系統的レビューで報告すべき項目が示されており、国際研究グループ (コクラン共同計画) によって作成されている (卓, 吉田, 大森, 2011)。

第4節 本研究の目的

書字の困難を有することは、学齢期の子どもにとって、学習面、生活面、社会面においてマイナスの影響を与える大きな問題である。書字の困難については、運動との関連が指摘されており、多面的な研究がなされている。しかし、日本語においては書字の困難と運動との関連が指摘されているが、実際に研究や指導が行われているとは言い難い現状である。今後、日本語においては、書字の困難のある子どもについて、運動との関連を視野に入れた研究を進めていくことが必要であると考え。そこで、本研究では、系統的レビューの手法を参考にし、書字の困難と運動との関連について、その研究の動向を明らかにし、その結果をもとに、今後日本語の書字の困難に対する研究・指導に運動を取り入れるための視点を明らかにすることを目的とする。

第2章 書字の困難と運動についての文献レビュー

第1節 目的

書字の困難について、国内において運動との関連は指摘されているものの、実際の研究や指導の視点に運動との関連を取り入れたものは少ない現状である。そのため本研究では、書字の困難と運動との関係について現在の研究の動向を明らかにすることを目的とする。

第2節 方法

本研究は、系統的レビューを行うガイドラインとしての PRISMA 声明の基準を参考に実施した。今回の文献の選択基準は、2015年1月1日から2020年4月30日までに出版された論文であること、査読されていること、書字の困難と運動と関連していることを基準とした。前述の範囲設定は、運動と関連の深い発達性協調運動障害 (Developmental Coordination Disorder: 以下、DCD) の診断基準がアメリカ精神医学会の「精神疾患の診断・統計マニュアル第5版 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder - 5: 以下、DSM - 5)」で2013年に改訂され、子どもの運動面についてより注目されるようになったことを元に行なった。書字の

困難と運動を対象としていることは、本研究において書字困難と運動との関連を対象とした研究と実践の動向を明らかにすることが目的であるからである。また、本研究では、書籍、雑誌に公表されなかった論文、レビューまたは系統的レビュー、解説または概説の論文、定性的または事例研究の論文、質的論文の研究に当てはまる研究は除外した。

文献検索をするデータベースには、英語論文を検索することができ、大学が機関契約して利用できる PubMed, Springer Link, ScienceDirect を使用した。文献を検索するキーワードとして、DSM-5において定義されている書字障害を表す言葉である dysgraphia, 先行研究で使用されていた書く能力を表す handwriting, 書く手段を表す writing skill, および運動に関する motor を設定し、(dysgraphia or handwriting or “writing skill”) and motor を使用した。論文の選択については、研究者2名が、それぞれ独立して選択を行った。研究者2名の意見が異なった場合、論文を再び読み、協議し判定を揃えた。

データの収集過程として、3つの文献データベース (PubMed, SpringerLink, ScienceDirect) から (dysgraphia or handwriting or “writing skill”) and motor のキーワードと2015年1月1日から2020年4月30日までの範囲設定で検索を行い、重複削除を行う。次に論文のタイトルから書字と運動が含まれているものをスクリーニングする。さらにタイトルスクリーニングした論文の要旨について、書字と運動に関連があるものをスクリーニングする。要旨スクリーニングで残った論文を全文から、適格基準を満たしたものについて、質的統合を行う。ここでの質的統合は、データ項目を抽出して整理を行うことである。質的統合するデータを抽出する項目は、先行研究を参考にした結果、論文の著者と論文の出版された

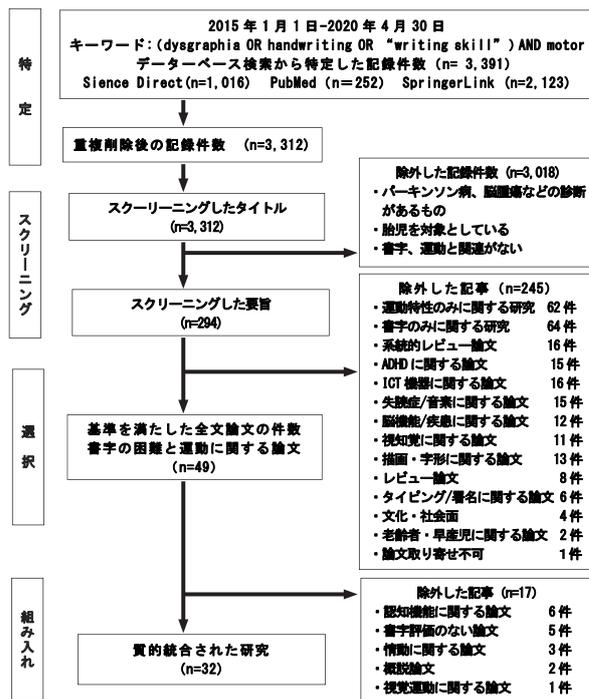


Fig.1 フローチャート

年, 研究が行われた国, 対象者の年齢, サンプルサイズ, 研究結果と成果についてとした。さらに対象児の障害種を把握するために診断方法の項目, 書字の能力と運動能力を測定した手段の把握のため調査方法の項目, 介入や比較の手段を把握するため介入方法・比較方法の項目を抽出する。最後に今回のレビューでの risk of bias を比較するために, 年・国・言語について単純集計を行う。

第3節 結果

1. 論文の選択

ここでの結果のフローチャートを Fig.1 に示す。特定する段階では, (dysgraphia or handwriting or “writing skill”) and motor のキーワードと 2015 年 1 月 1 日から 2020 年 4 月 30 日までの範囲設定で検索を行った結果, 3つの文献データベースから合計 3391 件が検出, 重複削除の結果, 3312 件の論文が残った。スクリーニングの段階では, はじめにタイトルをスクリーニングした。その結果, 書字と運動に関連するキーワードが含まれておらず除外した文献の記録件数は 3018 件となった。次に, タイトルスクリーニングで残った 294 件の論文から要旨のスクリーニングを行った。その結果, 運動特性にのみに関する論文 62 件, 書字のみに関する研究 64 件などの合計 245 件の論文が除外され, 書字の困難と運動に関する論文と判断したものが 50 件となった。しかし, 除外後の論文のうち, 1 件の論文は取り寄せが不可能であったため, 残りの論文は 49 件であった。適格性の段階では, 認知機能に関する論文 6 件, 書字評価のない論文 5 件, 情動に関する論文 3 件, 概説論文 2 件など, 合計 17 件を除外した。結果, 組み入れの段階では, 32 件の論文が選択され, 質的統合を行った。

2. 研究内の risk of bias

研究内の risk of bias について, 論文が発表された年代と研究が行われた国・言語について質的統合を行なった 32 件からデータの単純集計を行った。論文発表された年代別では, 2015 年 9 件, 2016 年 3 件, 2017 年 4 件, 2018 年 8 件, 2019 年 5 件, 2020 年 3 件となった。論文の国別では, フランス 5 件, イギリス, イスラエル 4 件, アメリカ, 中国 3 件, ドイツ, イタリア, オーストラリア, オランダ 2 件となった。全体的に見ると 14 カ国における研究が質的統合される結果となった。言語別では, 全体の 3分の1 の 10 件において英語での研究が行われていた。続いてフランス語 5 件, ヘブライ語 4 件となっていた。全体的に見ると 10 種類の言語における研究が質的統合される結果となった。

3. 論文の特性

質的統合を行った 32 件の論文を Table 1 で示す。

第3章 考察

第1節 要約

今回の文献レビューにおいて, 32 件の論文について質的統合を行なった結果, 書字の困難と運動の関連について 6つの項目に分類することができた。

1. 書字の困難の評価と運動との関連

論文④, ⑤, ⑥, ⑫, ⑳, ㉓において, 書字の困難に微細運動との関連があることが明らかにされていた。さらに書字の評価である流暢性, 正確性, 読みやすさの項目全てと微細運動との関連があることが示されていた。

2. 書字の困難における運動介入の効果

論文①, ⑧, ⑫, ⑮において, 粗大運動に関わる介入によって書字の困難の改善があったことが示されていた。改善された書字の困難の評価項目として, 流暢性, 読みやすさが示されていた。また, 粗大運動に関わる介入によって, 書字の困難の改善と同時に微細運動の向上も論文①, ㉑において示唆されていた。一方, 論文②, ⑬, ⑭において, 微細運動に関わる介入では, 書字の困難を有意に改善する結果とならなかったことが示されていた。

3. 年齢による書字と運動の発達・関連

論文⑳, ㉓, ㉔において, 年齢が低い子どもたちの方が年齢の高い子どもたちよりも書字の流暢性が低いことが明らかにされた。特に, 9, 10 歳の段階で書字の自動化に至ることが示されている。

4. 就学後の書字の力と幼稚園時の運動の力の関係

論文㉑, ㉔において, 幼稚園時の微細運動と 1 年生の書字のスキルが関連することが示された。また, 幼稚園時の利き手・非利き手の運動スキルの差が書字の評価に影響することが示されていた。

5. DCD 児の書字と運動の関連

論文③, ⑦, ⑨, ⑪, ⑯, ⑲, ㉒において, DCD 児には書字の困難が見られることが示されていた。書字の困難の評価としては, 正確性, 流暢性, 読みやすさのいずれにも困難さがあることが明らかにされていた。

6. ASD 児の書字と運動の関連

論文⑩, ⑱, ㉑, ㉔, ㉕において ASD 児に書字の困難・運動の困難があることが示されていた。書字の困難の評価としては, 正確性, 流暢性, 読みやすさのいずれにも困難さがあることが明らかにされた。

第2節 日本語における研究・指導を行う上での視点

本研究の目的は, 今後日本語において書字の困難のある子どもに対する研究・指導に運動との関連を取り入れるための視点を明らかにすることであった。今回の文献レビューの結果から得られた 6つの項目をもとに, 4つの視点が考察された。

1. 微細運動との関連の検討

運動の中でも, 特に微細運動が, 書字の困難の評価の正確性, 流暢性, 読みやすさ全てと関連することが明らかにされた。日本においては, 学習障害 (LD) 児の中に協調運動の問題を持つ者がいることを明らかにした研究 (堀, 後藤, 辻井, 蔭山, 永田, 宮原, 1995) や, LD 児の姿勢や身体の動きに言及した研究 (香野, 2010) などが見られる。しかし, 書字の困難に限定して運動との関連を検討する研究は少ない。従って, 日本語においても書字の困難のある子どもの微細運動に視点を置いた

研究を進めることが必要であると考え。

2. 年齢の低い子どもへの粗大運動に関する介入の効果

粗大運動に関わる介入によって書字の困難の改善があったことが複数の論文で述べられており、日本語においてもその効果を検証することが必要であると考え。粗大運動に関わる介入による微細運動の改善が書字の困難に影響を与えた可能性も示唆されており、粗大運動と微細運動の両方に着目することで書字の困難との関係がより明らかにされると考える。さらに、介入の時期

については、年齢の低い子どもたちの方が書字の流暢性に困難が高いことが今回の系統的レビューで明らかになっており、学齢期やそれ以降の学習面、生活面、人間関係に影響を与えることを考慮すると、なるべく早い年齢での介入による効果の検証を行うことが必要であると考え。

3. 幼稚園時における微細運動との関連

1年生時に書字の困難がある子どもでは、幼稚園時にすでに微細運動の困難さが見られることが明らかに

Table 1 書字の困難の評価と運動との関連についての質的統合

著者	対象	サンプルサイズ	診断方法*	検査方法*	介入方法・比較方法	研究結果と成果
④ Miri Tal-Saban et al. (2019) イスラエル	20~35歳	書字障害読みにくさ群 (38人) 速度・読みにくさ群 (10人) 発達障害無NDD群 (34人)	①⑨	③④③④ Finger succession	【比較方法】 書字障害群と NDD 群で書字のパフォーマンスの違いと運動機能の違い、運動機能と書字の相関について比較を行い、書字障害を予測する要因について調べている。	書字の流暢性と読みやすさについて NDD 群が書字障害群に比べて有意に高い。運動機能について、NDD 群は指先の器用さで書字障害群よりも優れていること、微細運動が書字の読みやすさの向上に関連していることが示されている。書字障害を予測する要因については、AAC-Q における微細運動の日常機能が示されている。
⑤ Kathleen Nielsen et al. (2018) アメリカ	9~15歳	(155人)		①⑥③④④ Automatic Alphabet Writing from Memory, TOWRE, WIAT3	【比較方法】 読み書きの困難について群分けし保護者の行った MABC-2 Checklist (の結果との関係を調べる。①困難なし群 (42人) ②書字の読みやすさと速度に困難あり群 (29人) ③失読症群 (65人) ④聴解力・読解力・口頭・筆記・構文に困難あり群 (19人)	運動の困難さにおける親の評価が高いほど、筆記または読解のスキルにおける達成度が低いという負の相関関係があることを示している。書字の正確性と、「ボタンを留める」「はさみで紙を切る」との間に有意な相関が見られた。書字の速度は、「はさみで紙を切る」と相関があったことを示している。
⑥ Sang-Min Seo (2018) 韓国	61~75ヶ月	(52人)		⑦ Korean alphabet writing assessment	【比較方法】 書字の読みやすさと、微細運動の力を評価し、その関係を調べる。	書字の読みやすさは、微細運動の精度と統計的に有意な相関があり、手先の器用さと高い相関があったことを示している。
⑫ Liesbeth de Vries et al. (2015) オランダ	5~6歳	59人		②④④④	WRITIC を使用して書字課題のパフォーマンスを把握する。Timed-TIHM (手操作に関する時限テスト) と 9-HPT を使用して微細運動との関係を明らかにする。	Timed-TIHM と 9-HPT の評価が、書字課題のパフォーマンスと中程度の相関が示された。9-HPT の方が、Time-TIHM よりも WRITIC-TP で評価された全体、又は書字の困難さがある場合と相関が高かった。
⑩ Yu-Chen Lin et al. (2017) 中国	5~12歳	181人		⑦②③ Writing task	【比較方法】 FAP を用いて手書きの速度に及ぼす年齢の影響と、これらと微細運動の能力との関係を調査した。	低年齢の子どもでは、書字の途中の力の変化が大きく、コントロールする力が弱いことが明らかになった。書字の読みやすさは、特に手先の器用さに関して、細かい運動能力と強く相関していることを示している。
⑬ Linda F.L Tse et al. (2019) 中国	69.73ヶ月 ~ 72.52ヶ月	中国語書字困難PC群 (21人) 中国・英語書字困難PB群 (23人) TD群 (20人)		⑦①①⑧③④④④	【比較方法】 書字困難のある児とない児の、手書きのパフォーマンスと発達スキルについて比較検討を行う。また、PC群とPB群を比較することで中国語と英語の手書きパフォーマンスの発達スキルの重要な予測因子を特定する。	PC群とPB群で眼球運動制御の速度と正確さにおいて同じパフォーマンスであった。書字困難について、視覚識別、空間関係、逐次記憶に有意差が示されている。PB群は微細運動の精度について、TC群、PC群と比較して有意に悪い結果となっている。

*診断方法と調査方法については、確認できた略号等を Table7 に示す。

なった。日本においては、幼児における協調運動の不全が行動的問題に関連することを明らかにした研究（洪

谷,2008）などがあるが、書字との関連について行われた研究は見当たらない。従って、微細運動の把握を幼稚

Table2 書字の困難における運動介入の効果に関する質的統合

著者	対象	サンプルサイズ	診断方法	調査方法	介入方法・比較方法	研究結果と成果
① Reheleh Mallajani et al. (2019) イラン	9~12歳	精神遅滞のある教育可能な児 (120人)	⑭	The Handwriting Legibility Checklist of the Perusian, Language, ynamometer Purdue pegboard test, Lincoln-Oseretsky Developmentalscale	【介入方法】 trial 群において、感覚統合アプローチ(30分) 上肢の安定性と強化に基づく運動エクササイズ(30分) 3回/週, 12週間, 全36回	trial 群において、微細運動と書字のスキルについて介入前後で有意差を示している。 control 群については、目と手の協応のみに有意差が見られ、感覚刺激と運動に対する介入が精神薄弱児の微細運動と書字のスキルを向上させることを示している。
② Livia Taverna et al. (2020) イタリア	74~83ヶ月	1年生 (13人)		⑳㉑, WACOM Intuos pro, Intuos lning 4	【介入方法】 筆者と作業療法士で開発したプログラム(手の操作・掌から指への物の移動・指の操作・図と背景の分離・道と線路の完成など) 2回/週, 10週間, 全20回 (1回45分)	視覚運動スコアと書字動作に有意な変化を示している。しかし、書字の流暢さ、圧力、自動性には影響を与えなかったとされている。また、手先の器用さと自動性の間に有意な関連はなかったことが示されている。
⑧ Florence Bara et al. (2018) フランス	平均5歳4ヶ月	(72人)		Letter handwriting under dictation, Letter copying	【介入方法】 視覚介入プログラム(腕と全身を使い文字を探索)と視覚運動介入プログラム(視覚を使い文字を探索)を行い、介入前後で書字に関する力の変化を比較している。1回/週6週間 全6回	書字の正確性、書き順は、視覚運動介入プログラム群の方が改善され、書字の流暢性は、視覚介入プログラムの方が改善された。停止時間については2群で差はなかったことが示されている。
⑫ Adel A Alhusaini et al. (2018) サウジアラビア	6~8歳	10人		㉒, HPSQ grip strength	【介入方法】 感覚運動ベースの介入(10分間の粗大運動と微細運動によるウォームアップと30分間の感覚運動の構成要素である、視覚運動統合、固有感覚に関する運動)を行なった。2回/週, 5週間, 全10回 (1回60分)	MHA スコアにおいて、速度、読みやすさ、形式、整列、大きさ、間隔などに介入の有益な効果があったHPSQにおいては、介入後のすべての領域、読みやすさ、パフォーマンス時間、身体的・感情的要素において有意な差が認められている。
⑬ Katy A. Shire et al. (2016) イギリス	5~10歳	書字困難/手指の協調運動障害のリスクA群 (26人) B群 (25人)	㉔	⑬	【介入方法】 触覚デバイスを使ったトレーニングをA群とB群で時期を変えて行う。1回/週, 5週間, 全5回 (1回20分) 介入の前後にCKATで書字のスキル(追跡、点描、精度)を評価する。	追跡:両群とも介入の有無に関わらず、全体的な改善は見られない。点描:介入の有無に関わらず、信頼性の高い改善はみられない。精度:介入が完了した時期にかかわらず、時間の経過とともに一般的な改善がみられた。
⑭ Markus Kiefer et al. (2015) ドイツ	4歳10ヶ月~6歳3ヶ月	タイピングトレーニング群 (11人) 手書きトレーニング群 (11人)		⑨	【介入方法】 手書きトレーニング群:紙にペンで文字を書く。タイピングトレーニング群:ノートブックキーボードで文字を入力。4回/週, 4週間 全16回 (1回25分) 2種類のトレーニングの与える影響を調査	タイピング群の手書き群に対する優位性は文字認識・読み書き能力には示されなかった。手書きトレーニングは、単語の読みにおいて、タイピングトレーニングよりも優れていた。手書きにより、感覚運動表象が読み書きに促進的な影響を与える行動-知覚の結合の理論を支持する結果となった。
⑮ Faïçal Farhat (2016) チュニジア	6~10歳	DCD 訓練群 (14人) DCD 非訓練群 (13人) TD群 (14人)	⑲	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲	【介入方法】 運動技能訓練プログラム:ウォームアップ (10分) フィットネスと敏捷性トレーニング (35~40分) クールダウン (5分) プログラムは二週間ごとに変わる。3回/週, 8週間, 全24回 (1回60分)	訓練群の手書きの質は、介入後に有意に増加した。訓練群では13人中5人がHPTで改善し、TD群では12人中2人が改善した。手書き速度は訓練群では介入後に有意に改善した。手書きの質とスピードには、非訓練群とTD群に有意な変化はなかった。
⑳ Sharnay Botha et al. (2020) 南アフリカ	6~7歳	介入群 (50人) コントロール群 (50人)		⑦ ESSI reading and spelling tests	【介入方法】 介入群は、感覚運動統合、知覚運動トレーニング、全身運動を行う。文字の認識と形成を強化することを目的として、様々な文字や形を粗大運動の中に取り入れた活動を行う。2回/週, 12週間, 全24回 (1回60分)	介入後の全体的な運動能力に改善が見られた。介入群の微細運動精度と微細運動統合スコアが改善した。これは、総運動の発達に微細運動の発達に影響を与える可能性を示唆する。介入前後で読みと書字の力が向上した。特に、書字の力と微細運動の間に強い相関関係があったことを示している。

Table3 年齢による書字と運動の発達・関連に関する質的統合

著者	対象	サンプルサイズ	診断方法	調査方法	介入方法・比較方法	研究結果と成果
②⑥ Sonia Kandel et al. (2015) フランス	8~10歳	8歳 (19人) 9歳 (21人) 10歳 (24人)		ラップトップPCに提示された単語をデジタルタイザーにコピーすることで、単語の提示から書き始めるまでの待ち時間と、文字を書く時間、動きの流暢性を測定する。	【比較方法】 文字を書く能力の獲得過程において、綴りと運動過程がどのように相互作用をするのかを調べる。文字は通常の単語と正書法的に不規則な単語を使用し、それぞれの文字について模倣する運動過程を調査する。	8歳児が9,10歳児より時間がかかり、年齢とともに移動時間は減少した。8,9歳児の動きよりも流暢性が低かった。9歳から10歳の間に子どもたちの筆記動作が安定し、自動化されたことが示唆された。低年齢の子どもたちは、書字の自動化に至っておらず、運動制御による認知的負荷が存在したと示している。
③⑩ Yu-Chen Lin et al. (2017) 中国	5~12歳	181人		⑦②③ Writing task	【比較方法】 FAPを用いて手書きの速度に及ぼす年齢の影響と、これらと微細運動の能力との関係を調査した。	低年齢の子どもでは、書字中の力の変化が大きく、コントロールする力が弱い。読みやすさは、特に微細運動と強く相関していることを示している。
③⑪ Abeer Salameh-Matar et al. (2018) イスラエル	7~10歳	2年生群 7~8歳 (54人) 4年生群 9~10歳 (59人)		⑤⑭④④ Alphabet task Diagnostic reading test, Development Test of Visual Perceptions	【比較方法】 2年生群と4年生群で書字の自動性、読解の速度と精度、視覚運動統合、協調運動、書字の読みやすさについて比較し、関係について検討する。	4年生群が手書きの自動化と読解の速度、協調運動、書字の速度が優れており、2年生群では読解の正確さと視覚運動の統合が手書きの速度と有意な負の相関があった。2年生群では、読解の正確さと視覚運動の統合は、書字の読みやすさと中程度の相関があり、4年生群では、書字の読みやすさと手書きの自動性については相関が低かった。

Table4 就学後の書字の力と幼稚園時の運動の力の関連に関する質的統合

著者	対象	サンプルサイズ	診断方法	調査方法	介入方法・比較方法	研究結果と成果
②⑪ Sebastian Suggate et al. (2019) ドイツ	平均6歳2ヶ月	120人		②④⑤, Greek letter copying task, Bielefelder Screening Test, Kaselar concentration test	【比較方法】 幼稚園時の微細運動と書字のスキルと1年生時の微細運動と書字のスキル、読解力を測定し、それらの関係を明らかにする。	幼稚園時の微細運動が、1年生時の読解力と強く相関している。また、微細運動は、読解力と書字のスキルに関連するが、書字のスキルは読解力と関連しないことが示されている。
②⑫ Anne-Lise Doyen et al. (2017) フランス	5歳5ヶ月~6歳5ヶ月	幼稚園時 (86人) 1年生時 (73人)		【幼】 Rhyme matching, Syllable segmentation, Phoneme cognition, Peg-moving task 【1年】 Reading comprehension, Word reading, Pseudoword reading, Word spelling, Pseudoword spelling, Symbol copying	【比較方法】 幼稚園時において評価された音韻認識、手の運動スキルの左右差と1年生時に評価された読解力、書字のスキルの関係を調査することで、1年生時の読み書きの習得に影響を与える幼稚園時の要因の検討を行っている。	音韻意識は、読み書きの習得のための最も強力な予測因子であることが示された。1年生時の読解と書字の評価が高いほど、幼稚園時の手のスキルの左右差は高くなり、利き手でない方の手の運動スキルが高いということが示されている。手の運動スキルが読解や書字の習得に影響を与えることを示唆している。
②⑬ Margo J van Hartingsveldt et al. (2015) オランダ	5~6歳	幼稚園時 (119人) 1年生時 (109人)		【幼稚園】 ②④③④⑥ 【1年生】 ③⑦	【比較方法】 1年生時に評価された書字の読みやすさと流暢性を予測する幼稚園時の視覚運動統合と微細運動について調査を行っていた。	幼稚園時のWRITICの結果は、1年生時の書字の読みやすさの主な予測要因であったことが示されていた。また、幼稚園時のBerry TM WMI, 9-HPTの結果が1年生時の書字の流暢性を予測する要因であったことが示されている。

園時に行い、書字の困難との関連を把握する必要がありと考えられる。書字の困難が顕著になる学齢期前の、幼稚園時に書字の困難を予測する要因について運動面

から把握できるようにすることで、書字の困難に対する早期からの介入の可能性を検討することが必要であると考える。

4. 発達障害との関係

今回の文献レビューにより、DCD 児や ASD 児において、書字の困難があることが示唆された。日本においては、現在 DCD の認知度はまだまだ低く、診断名となることは多くない。従って DCD 児における書字の困難との関連についてはまだ検討されていない現状であると考えられる。ASD 児においては、書字の困難と関連する LD 併存に関する報告は国外においても乏しい (A

sberg et al., 2008)。さらに日本においても、系統的な研究はなされていない (岡, 竹内, 諸岡, 2012) ことが報告されている。一方、運動面については、DCD 児は協調運動の困難を主訴とする障害であるので、困難があることは明らかである。また、ASD 児には身体的不器用さがある (村上, 2013) ことが示されている。従って、今後は、DCD 児と ASD 児について日本語における書字の困難さの把握と、運動に関する困難さが書字の困難に与

Table 5 DCD 児の書字と運動の関連

著者	対象	サンプルサイズ	診断方法	調査方法	介入方法・比較方法	研究結果と成果	
③ Melissa Prunty et al. (2020) イギリス	8~15 歳	DCD 群 (28 人) TD 群 (28 人)	⑬ ⑭ ⑮ BPVS-2 BAS-II	⑯	【比較方法】 DCD 群と TD 群において、1 分間でできるだけ早く記憶している文字を書く課題と 2 分間でできるだけ早く文章を視写する課題を実施し、書字の正確性と文字形成の一貫性、文字の形状パターンによるエラー頻度を測定し比較している。	DCD 群は TD 群と比較して、文字を書く課題のエラーの中央値スコアが高い。DCD 群は同一文字で一貫性のないエラーを繰り返す。文字の形状パターンによるエラー頻度では、DCD 群では、一定の文字の形状にミスが多く、書字の開始位置や筆順に誤りが多いことが示されている。	
⑦ Carlo Di Brina et al. (2018) イタリア	88~134 ヶ月	LD 群 (14 人) LD-DCD 群 (19 人)	⑬	⑱⑳	【比較方法】 書字の読みやすさと流暢性と、MABC のスコアとの関連を調べる。	BHK の読みやすさの合計スコアと M-ABC の総合スコア、BHK の合計スコアと M-ABC の手先器用さの間には、有意な中等度の正の相関が示された。書字の流暢性と MABC の総合スコア及び手先の器用さの間には中等度の負の相関が示され、LD の DCD の併存は、書字の流暢性に関連する。	
⑨ Melissa Prunty et al. (2017) イギリス	8~14 歳	書字困難群 (14 人) 書字困難・DCD 群 (14 人) TD 群 (14 人)	⑬	⑲⑳㉑㉒	【比較方法】 書字困難群と、書字困難・DCD 群、TD 群において書字の正確性、流暢性、読みやすさ、実行速度と一時停止の時間の割合を調べる。	書字困難群と書字困難・DCD 群では、書字の流暢性、正確性、読みやすさ、実行速度と一時停止の時間の割合において有意な差はなかったことを示している。また、両群ともに TD 群と比較して実行速度に差はなく、一時停止時間の割合が高かったことが示されている。	
⑪ Melissa Prunty et al. (2016) イギリス	8~14 歳	DCD 群 (28 人) TD 群 (28 人)	⑬ ⑭	⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕	【比較方法】 DCD 児の書字の困難さである書字の速度、読みやすさ、過度の一時停止などと視覚運動統合の力や視知覚の力との関係を調べる。	DCD 群は TD 群と比較して、VMI と TVPS の評価が大幅に低いことが示された。視覚に関する測定値と書字に関する測定値の間に有意な相関関係は見つからなかった。	
⑯ Lauren E. Cox et al. (2015) オーストラリア	6~12 歳	DCD 群 (20 人) TD 群 (17 人)	⑬	SWM, SPL, Kingels' JTHF, protocol ETCH	【比較方法】 TD 群と比較して DCD 群において触覚機能障害の有無と上肢運動機能との関連を検討している。	TD 群と比較して、DCD 群ではアルファベットの書字速度が遅く、正確性が低く、日常の簡単な書字の速度には差がない。また、空間触覚が書字の正確性を予測することが示されている。	
⑲ Sara Rosenblum (2015) イスラエル	7~10 歳	DCD 群 (21 人) TD 群 (21 人)	⑬	㉖ ComPET	【比較方法】 運動面：MABC を使用して、手先の器用さ、ボールのスキル、静的バランス、動的バランスを測定する。書字の困難の面：ComPET を使用して書字の習熟度を測定する。DCD 群と TD 群で比較している。	3 つの書字に関する測定値と MABC の運動面の測定値について、DCD 群と TD 群で有意な差があった。運動面の測定値は、書字に関する測定値の 30~37% を予測していることが明らかになっている。	
㉑ Andrea Huau et al. (2015) フランス	8~11 歳	DCD 群 (10 人) TD 群 (10 人)	⑬ ⑭	⑳	Graphic tablet	【比較方法】 グラフィックタブレットを使用し、書く文字の量と速度条件 (通常と高速) を変えて書記運動プロセスを測定する。BHK で書字の正確性、速度の測定し、DCD 群と TD 群の比較を行う。	DCD 群は書字のペンが移動した平均速度、ペンが停止した回数、書字の正確性、速度について TD 群より劣っている。DCD 群は TD 群よりも、書く文字の量と速度条件の違いに影響を受けやすいこと、DCD 群では、書字の速度の個人内変動が大きかったことが明らかにされた。

Table6 ASD 児の書字と運動の関連

著者	対象	サンプル サイズ	診断 方法	調査方法	介入方法・比較方法	研究結果と成果
⑩ Nicci Grace et al. (2017) オーストラリア	8~12歳	ASD群 (23人) TD群 (29人)	⑬	⑳㉑㉒ Handwriting experiment	【比較方法】 SD群とTD群で書字の正確性、速度、運動能力、ASDの重症度を測定し、それぞれの関係について比較する。	ASD群は、TD群に比べて、書字の正確性が大幅に低く、書字速度が著しく速い。動きを制御、調整する力が損なわれている可能性があることを示唆している。
⑱ Michele L Alaniz et al. (2015) アメリカ	4~10歳	TD群 (24人) ASD群 (27人)		⑳㉑ Sammons Preston Jamar hand dynamometer and pinch meter	【比較方法】 ASD群やTD群において握力と抓む力が書字のコントロールや読みやすさと関係があるのかを調査、比較する。	ASD群は、TD群よりも握力が低いが、発達の傾向は同じである。また、握力は、両群とも書字のコントロールと相関し、TD群では読みやすさと相関したが、ASD群では相関しないことが示されている。
㉒ Sara Rosenblum et al. (2019) イスラエル	9~12歳	ASD群 (30人) コントロール群 (30人)	④ ⑱	⑩㉑ ComPET	【比較方法】 ASD群とコントロール群において書字、実行機能、視覚運動統合、視覚、協調運動の比較を行う。	ASD群とコントロール群において書字、視覚運動統合、協調運動について有意差がある。ASD群において協調運動と書字のストローク時間と平均的ストロークの高さの間に有意な相関が見られた。
㉑ Anais Godde et al. (2018) フランス	18~35歳	ASD群成人 21人、 TD群成人 21人、 子ども 21人	⑱	⑧㉑	【比較方法】 SD群、TD成人群、TD子ども群の書字の正確性と流暢性の比較を行い知覚運動技能について書字の正確性と流暢性との関連を検討している。	ASD群は、TD成人群よりも書字の正確性が有意に劣り、流暢性が劣っていた。また、ASD群では、流暢性と指の器用さ、微細運動、視覚運動統合が正確性に大きく影響する。
㉑ Cecilia W. P. Li-Tsang et al. (2018) 中国	12~18歳	ASD群 (15人) TD群 (174人)	㉑	⑥⑫⑬⑱	【比較方法】 ASD群とTD群について、書字に関する力と感覚運動技能について比較を行う。	ASD群では、TD群と比較して、書字の速度が遅く、速度や筆圧の変動が大きい。微細運動の手先の器用さが低く、書字の速度との関連していることが示されている。

Table7 Table1 ~ 6 に示した検査・診断法一覧

①5JT=5 jump-test, ②9-HPT=Nine-hole Peg Test, ③AAC-Q=The Adolescents and Adults Coordination Questionnaire, ④ADOS-G=Autism Diagnostic Observation Schedule-Generic, ⑤A-HAT=Handwriting Assessment in Arabic for Elementary School, ⑥BOT=Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Test, ⑦BOT-2=Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Test-2, ⑧BHK=concise assessment scale for children's handwriting, ⑨BISC=Bielefeld Screening for Early Detection of Difficulties of Reading and Writing, ⑩BRIEF=Behavioral rating inventory of EF -parent form, ⑪CHEST=Chinese and English handwriting screening test for kindergarten children, ⑫CHSTS-2=Computerized Handwriting Speed Test System Version 2, ⑬CKAT=Clinical Kinematic Assessment Tool, ⑭CPM=Colored Progressive Matrices test, ⑮DASH=The Detailed Assessment of Speed of Handwriting, ⑯DASH-2=The Detailed Assessment of Speed of Handwriting 2, ⑰DEM=Test of Developmental Eye Movement, ⑱DEM-2=Test of Developmental Eye Movement 2nd edition, ⑲DSM-5= Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5, ⑳EDEI-A=Differential of intellectual efficiency, ㉑EP2=Eye& pen version 2, ㉒ETCH=Evaluation of Children's Handwriting, ㉓FAP=Force Acquisition Pen system, ㉔HaPPS=Handwriting Performance of Post-Secondary Students Evaluation, ㉕HLS=Handwriting Legibility Scale, ㉖HPT=Handwriting Performance Test, ㉗ICD-10= International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10, ㉘MABC=Movement Assessment Battery for Children, ㉙MABC-2=Movement Assessment Battery for Children-2, ㉚MABC-2 check list=Movement Assessment Battery for Children-2 check list, ㉛MAT=Modified Agility, ㉜MHA=Minnesota handwriting Assessment, ㉝NEPSY=Developmental Neuropsychological Assessment, ㉞PPT=The Purdue Pegboard Test, ㉟RAST-K=The Hong Kong Reading Screening Test for Preschool Children, ㊱SDQ= Strengths and Difficulties Questionnaire, ㊲SOS=Systematic Screening for Handwriting Difficulties, ㊳SRS-2=Social Responsiveness Scale Second Edition, ㊴THD=Triple-Hop Distance, ㊵Timed-TIHM=Timed Test of In-Hand Manipulation, ㊶TVPS=Test of Visual Perceptual Skills, ㊷TVPS-3=Test of Visual Perceptual Skills-3, ㊸VMI=Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-motor Integration Test, ㊹WISC-IV=Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition, ㊺WPPSI=Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence, ㊻WRITIC=Writing Readiness Inventory Tool in Context

える影響について検討することが必要であると考ええる。

第3節 限界

本研究の限界として、出版バイアス、年代別バイアス、国別バイアス、言語別バイアスの3つが挙げられる。出版バイアスでは、査読された論文でジャーナルに発表されたものしか取り扱っていないが、使用した検索データベースが多く国の研究者によって投稿された英語論文を取り扱っているため、大きなバイアスはないものと考ええる。年代別バイアスについては、質的統合を行なった32件に年代の偏りがなく収集することができていると考ええる。国別バイアスについては、研究を実施された国は違うが、使用言語が同じである論文が多くみられるため、バイアスを検討する指標として、言語別バイアスを優先するべきであると考ええる。言語別バイアスについては、英語を対象とする論文が10件であり、全体の3分の1を占めている。さらに、ドイツ語(2件)、フランス語(5件)、イタリア語(2件)、オランダ語(2件)はアルファベットを用いた言語であり、英語と合わせると32件中21件がアルファベットを用いた言語を対象とする研究となる。漢字を用いた研究3件、アラビア文字を用いた研究3件に対して、言語の偏りがある可能性が考えられる。

第4節 結論

本研究では、書字の困難と運動との関連について、文献レビューを行うことで、日本語において今後取り組むべき点について考察を行い、①微細運動との関連の検討、②年齢の低い子どもたちへの粗大運動に関する介入の効果、③幼稚園時の微細運動と1年生時の書字の困難との関連の把握、④DCD・ASD児等発達障害の子どもの書字の困難と運動との関連という4つの視点が導き出された。現在の日本語における書字の困難への研究や指導は音韻認識との関連に関するものや視覚認知に関するもの、注意との関連に関するものなど、多岐にわたってなされている。本研究によって明らかになった運動に関する4つの視点を書字の困難に関する研究・指導に取り入れることが、さらなる個々の子どもの書字の困難への的確な指導、支援につながると考える。近年では2017年に日本DCD学会が設立されるなど、日本においても運動という側面から子ども達を理解、支援していくことの重要性が知られるようになってきた。また、国際的な評価尺度の日本での標準化作業が進められており、医療や教育など様々な分野から研究が行われている。今後、書字の困難についても標準化された評価尺度の使用を元に運動面からの研究や指導が行われることが望まれる。最後に、言語別のバイアスで述べたように、質的統合された32件の論文のうち、3分の2に当たる21件がアルファベット圏内の言語に基づく研究であり、なんらかのバイアスがあることは否定できない。日本語と他の言語について比較した研究では、読み書き障害の認知的背景の要因の違いが指摘されている(小池、

中,2017)。書字の困難と運動との関連においても、言語による違いがある可能性は否定できない。今後、本研究において明らかにされた書字と運動との関連に関する4つの視点について研究を進めていくことで、日本語と他言語との違いについても明らかになると考える。

第5節 資金

本研究は科学研究費助成事業「神経発達症児童の運動困難に対する自立活動の指導についての研究(課題番号:18K02754)」の一部として実施している。

引用文献

- 平林ルミ・河野俊寛・中邑賢龍(2010)小学生の視写における書字行動プロセスの時間分析. 特殊教育学研究,48,275-284.
- Stevenson N.,&Just C. (2014) In early education, why teach handwriting before keyboarding? *Early Childhood Education Journal*,42,49-56.
- Katusic,S.K.,Colligan,R.C.,Weaver,A.L.,&Barbarese,W. J. (2009) The foregotten learning disability: Epidemiology of written-language disorder in a population based birth cohort (1976-1982), Rochester Minnesota. *Pediatrics*,123, 1306-1313.
- Uno A,Taeko N. Wydell Noriko Haruhara,Masato Kaneko, Naoko Shinya (2009) Relationship between reading / writing skills and cognitive abilities among Japanese primary-school children: Normal readers versus poor readers (dyslexics) .*Reading and Writing*,22,755-789.
- Cahill SM. (2009) Where does handwriting fit in? Strategies to support academic achievement. *Intervention in School and Clinic*,44,223-228.
- Graham S.,Harris KR.,&Fink B. (2000) Is hand-writing causally related to learning to write? Treatment of handwriting problems in beginning writers.*Journal of Educational Psychology*,92 (4) ,620-633.
- A.L.Barnett.,M.Prunty.S.,&Rosenblum. (2018) Development of the Handwriting Legibility Scale (HLS) A preliminary examination of reliability and validity. *Research in Developmental Disabilities*, 72,240-247.
- B.Engel-Yeger.L.,Nagauker-Yanuv,S.,&Rosenblum. (2009) Handwriting performance: The relationships between process and product measures, children's self-reports, and perceived self-efficacy. *American Journal of Occupational Therapy*,63,182-192.
- Ian Flatters,Faisal Mushtaq,Liam J.b.Hill.,Raymond J.Holt., Richard M.Willkie.,&Mark Mon-Williams (2014) The relationship between a child's postural stability and manual dexterity.*Experimental Brain Reserch*,232 (9) ,2907-2917.
- MiriTal Saban., &Naomi Weintraub. (2019) Motorfunction of higher education students with dysgraphia. *Researcher in Developmental Disabilities*,94,103479.
- Boyle,Christopher M. (2007) An Analysis of a motor Skills

- training programme for young people with moderate learning difficulties. *International Journal of Special Education*, 22 (1), 11-24.
- M.M.Schoemaker., A.S.Niemeijer., K.Reynders., & B. C.M.Smits Engelsman (2003) Effectiveness of Neuromotor task Training for Children with Developmental Coordination Disorder: A Pilot Study. *Neural Plasticity*, 10 (1), 155-163.
- 松原豊 (2019) 学童期における運動面で気になる子の実態. 七木田敦・増田貴人・澤江幸則 (編), 発達性協調運動障害 [DCD] 不器用さのある子供の理解と支援. 金子書房, 128-131.
- 西岡友香 (2019) LD と診断された子への指導の在り方. 小貫悟・村山光子・小笠原哲史 (編) LD の「定義」を再考する. 金子書房, 77-84.
- 尾藤祥子 (2010) かな文字視写における調整動作について健常児と発達性協調運動障害児の調整動作の発達と障害の比較. 滋賀大学大学院教育学研究科論文集, 65 (13), 65-76.
- 齊藤真善・高橋絢子 (2011) 書字スリップにみる漢字書字に困難を持つ中学男児の運動プログラム制御の問題について. 北海道教育大学紀要, 62 (1), 117-126.
- 大塚美奈子・大高崎めぐみ・中山由美子・田中浩寿・丹野傑史 (2020) LD 通級終了生の進学先での学習面の適応に関する追跡調査－小学校における自立活動と強化の補充の観点から－. LD 研究, 29 (2), 132-144.
- 太田麻美子・井上智晴・金彦志 (2018) IN-Child Record (Inclusive Needs Child) に基づいた SLD 傾向のある IN-Child に対する指導法の分析. *Total Rehabilitation Research*, 6, 45-72.
- 原田隆之 (2015) 心理職のためのエビデンス・ベイスト・プラクティス入門. 金剛出版, 19-47.
- PRISMA チェックリスト <http://www.prisma-statement.org/Translations/Translations> (2020年11月27日閲覧)
- 卓興鋼・吉田佳督・大森豊緑 (2011) エビデンスに基づく医療 (EBM) の実践ガイドライン システムティックレビューおよびメタアナリシスのための優先的報告項目 (PRISMA 声明). 情報管理 54, 5, 254-266.
- 堀美和子, 後藤秀爾, 辻井正次, 蔭山英順, 永田雅子, 宮原資英 (1995) Movement-ABC による学習障害児のサブタイプ化の試み: Developmental Coordination Disorder との合併の視点から. 日本教育心理学会総会発表論文集, 37 (0), 327.
- 香野毅 (2010) 発達障害児の姿勢や身体の動きに関する研究動向. 特殊教育学研究, 48, 43 - 53.
- A sberg J., Dahlgren S., & Dahlgren SA. (2008) Basic reading skills in highfunctioning Swedish children with autism spectrum disorders or attention disorder. *Res Autism Spectr Disord*, 2, 95-109.
- 岡牧郎, 竹内章人, 諸岡輝子 (2012) 広汎性発達障害と注意欠陥/多動障害に合併する読字障害に関する研究. 脳と発達, 44, 378-386.
- 村上祐介 (2013) 自閉症スペクトラム障害児の運動特性と指導法に関する研究動向. 筑波大学体育系紀要, 36, 5-14.
- 小池敏英・中知華穂 (2017) LD の認知機能－英語圏と日本語圏の読み書き障害の認知的背景要因－. 児童青年精神医学とその近接領域, 58 (2), 227-235.
- ※以下①～⑩の論文は質的統合を行なった論文で、Table1～6中の論文番号のものを示している。
- ① Mollajani, R., Taghavi, S.S., Hosseini, A.F., Farhadi, M., Jameie, M., Jameie, M., & Jameie, S.B. (2019). Simultaneous use of sensory stimulation and motor exercise improves the manual skills of educable children with mental retardation at preprimary and primary school levels. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 33, 148.
- ② Taverna L., Tremolada M., Toso B., Dozza L., & Renata ZS. (2020) Impact of Psycho-Educational Activities on Visual-Motor Integration, Fine Motor Skills and Name Writing among First Graders. *A Kinematic Pilot Study*, 2; 7 (4) :27.
- ③ Prunty M., & Barnett AL. (2020) Accuracy and Consistency of Letter Formation in Children With Developmental Coordination Disorder. *J Learn Disabil*, 53 (2) :120-130.
- ④ Tal-Saban M., & Weintraub N. (2019) Motor functions of higher education students with dysgraphia. *Res Dev Disabil*, 94:103479.
- ⑤ Nielsen K., Henderson S., Barnett AL., Abbott RD., & Berninger V. (2018) Movement Issues Identified in Movement ABC2 Checklist Parent Ratings for Students with Persisting Dysgraphia, Dyslexia, and OWL LD and Typical Literacy Learners. *Learn Disabil (Pittsbg)*, 23 (1) :10-23.
- ⑥ Seo SM. (2018) The effect of fine motor skills on handwriting legibility in preschool age children. *J Phys Ther Sci*, 30 (2) ,324-327.
- ⑦ Di Brina C., Averna R., Rampoldi P., Rossetti S., & Penge R. (2018) Reading and Writing Skills in Children With Specific Learning Disabilities With and Without Developmental Coordination Disorder. *Motor Control*, 22 (4) ,391-405.
- ⑧ Bara F., & Bonneton-Botté N. (2018) Learning Letters With the Whole Body: Visuomotor Versus Visual Teaching in Kindergarten. *Percept Mot Skills*, 125 (1) ,190-207.
- ⑨ Prunty M., & Barnett AL. (2017) Understanding handwriting difficulties: A comparison of children with and without motor impairment. *Cogn Neuropsychol*, 34 (3-4) , 205-218.
- ⑩ Grace N., Enticott PG., Johnson BP., & Rinehart NJ. (2017) Do Handwriting Difficulties Correlate with Core Symptomology, Motor Proficiency and Attentional Behaviours? *J Autism Dev Disord*, 47, (4) ,1006-1017.

- ⑪ Prunty M., Barnett AL., Wilmot K., & Plumb M. (2016) Visual perceptual and handwriting skills in children with Developmental Coordination Disorder. *Hum Mov Sci*, 49, 54-65.
- ⑫ Alhusaini AA., Melam GR., & Buragadda S. (2016) Shortterm sensorimotor-based intervention for handwriting performance in elementary school children. *Pediatr Int*, 58 (11) ,1118-1123.
- ⑬ Shire KA., Hill LJ., Snapp-Childs W., Bingham GP., Kountouriotis GK., Barber S., & Mon-Williams M. (2016) Robot Guided 'Pen Skill' Training in Children with Motor Difficulties. *PLoS One*, 11;11 (3) .
- ⑭ Kiefer M., Schuler S., Mayer C., Trumpp NM., Hille K., & Sachse S. (2015) Handwriting or Typewriting? The Influence of Pen- or Keyboard-Based Writing Training on Reading and Writing Performance in Preschool Children. *Adv Cogn Psychol*, 11 (4) ,136-146.
- ⑮ Farhat F., Hsairi I., Baati H., Smits-Engelsman BC., Masmoudi K, Mchirgui R., Triki C., & Moalla W. (2016) The effect of a motor skills training program in the improvement of practiced and non-practiced tasks performance in children with developmental coordination disorder (DCD) . *Hum Mov Sci*, 46,10-22.
- ⑯ Cox LE., Harris EC., Auld ML., & Johnston LM. (2015) Impact of tactile function on upper limb motor function in children with Developmental Coordination Disorder. *Res Dev Disabil*, 2015,45-46.
- ⑰ Pfeiffer B., Moskowitz B., Paoletti A., Brusilovskiy E, Zylstra SE., & Murray T. (2015) Developmental Test of Visual-Motor Integration (VMI) : An Effective Outcome Measure for Handwriting Interventions for Kindergarten, First-Grade, and Second-Grade Students? *Am J Occup Ther*, 69 (4) ,1-7.
- ⑱ Alaniz ML., Galit E., Necesito CI., & Rosario ER (2015) . Hand Strength, Handwriting, and Functional Skills in Children With Autism. *Am J Occup Ther*, 69 (4) ,1-9.
- ⑲ Rosenblum S. (2015) Do motor ability and handwriting kinematic measures predict organizational ability among children with Developmental Coordination Disorders? *Hum Mov Sci*, 43,201-215.
- ⑳ Huau A., Velay JL., & Jover M. (2015) Graphomotor skills in children with developmental coordination disorder (DCD) : Handwriting and learning a new letter. *Hum Mov Sci*, 42, 318-32.
- ㉑ Sebastian Suggate., Eva Pufke., & Heidrun Stoeger. (2019) Children's fine motor skills in kindergarten predict reading in grade 1. *Early Childhood Research Quarterly*, 47,248-258,
- ㉒ de Vries L., van Hartingsveldt MJ., Cup EH., Nijhuis-van der Sanden MW., & de Groot IJ. (2015) Evaluating fine motor coordination in children who are not ready for handwriting: which test should we take? *Occup Ther Int*. 22 (2) ,61-70.
- ㉓ Sara Rosenblum., Hemda Amit Ben-Simhon, Sonya Meyer., & Eynat Gal. (2019) Predictors of handwriting performance among children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 60, 16-24.
- ㉔ Anaïs Godde, Raphaele Tsao., Bruno Gepner., & Carole Tardif. (2018) Characteristics of handwriting quality and speed in adults with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 46,19-28,
- ㉕ Anne-Lise Doyen., Eric Lambert., Florence Dumas., & Michèle Carlier. (2017) Manual performance as predictor of literacy acquisition: A study from kindergarten to Grade 1. *Cognitive Development*, 43,80-90.
- ㉖ Sonia Kandel., & Cyril Perret. (2015) How does the interaction between spelling and motor processes build up during writing acquisition? *Cognition*, 136,325-336.
- ㉗ Margo J., van Hartingsveldt., Edith H.C. Cup., Jan C.M. Hendriks., Liesbeth de Vries., Imelda J.M. de Groot., Maria W.G., & Nijhuis-van der Sanden. (2015) Predictive validity of kindergarten assessments on handwriting readiness. *Research in Developmental Disabilities*, 36,114-124.
- ㉘ Cecilia W.P. Li-Tsang., Tim M.H. Li., Choco H.Y. Ho., Mandy S.W. Lau., & Howard W.H. Leung. (2018) The Relationship Between Sensorimotor and Handwriting Performance in Chinese Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48,3093-3100.
- ㉙ Botha, S., & Africa, E.K. (2020) The Effect of a Perceptual Motor Intervention on the Relationship Between Motor Proficiency and Letter Knowledge. *Early Childhood Educ J*. 48,727-737.
- ㉚ Lin YC., Chao YL., Wu SK., Lin HH., Hsu CH., Hsu HM., & Kuo LC. (2017) Comprehension of handwriting development: Pen-grip kinetics in handwriting tasks and its relation to fine motor skills among school age children. *Aust Occup Ther J*, 64 (5) ,369-380.
- ㉛ Salameh-Matar A., Basal N., & Weintraub N. (2018) Relationship between body functions and Arabic handwriting performance at different acquisition stages. *Can J Occup Ther*, 85 (5) ,418-427.
- ㉜ Tse LFL., Siu AMH., & Li-Tsang CWP. (2019) Developmental skills between kindergarten children with handwriting difficulties in Chinese and/or English. *Aust Occup Ther J*, 66 (3) ,292-303.