

神経発達症における発達性協調運動症に対する捉え方

松山 郁夫*

Perspective of Developmental Coordination Disorders of Neurodevelopmental Disorders

Ikuo MATSUYAMA

【要旨】本研究では、発達性協調運動症における状態、併発症、生理学的・心理学的研究、小脳機能の問題、書字障害、支援に関して記述されてある 34 論文を収集し、発達性協調運動症における併発症も含めた、現時点での疫学的・生理学的・心理学的研究の状況を検討した。その結果、発達性協調運動症に関して、他の発達障害に併発しやすいこと、特に自閉スペクトラム症の状態像も考慮して運動障害について捉える必要がある。運動をする際の内部モデリングには、周期的調整とタイミング、姿勢と歩行のダイナミックな制御とそれを妨げる特性がある。運動制御、学習や認識に関する問題があるため、運動制御と関連する皮質のネットワークに問題がある。運動の不器用さの情報処理過程への影響は、運動実行後の処理に限定されている。小脳機能の低さは、発達性協調運動症・注意欠如多動症・自閉スペクトラム症等の発達障害に認められる併発症に影響を及ぼす。運動制御と関連する皮質のネットワーク、運動実行後の処理に限定された運動処理、小脳と頭頂葉の機能不全、構音のメカニズム等、運動発達と認知発達に関する機能に問題がある。これらの考察がなされた。

【キーワード】発達性協調運動症、併発症、協調運動、小脳機能、書字障害

1. はじめに

松山(2022)は、これまでなされてきた発達性協調運動症 (Developmental Coordination Disorder) のある幼児・児童に対する捉え方や介入に関する知見や見解について検討し、①発達障害の運動面の困難さから、運動領域における神経発達症と捉えられる。②効果的な療育を行うためには、学校や家庭からの情報収集、動作の観察や運動能力の検査から、協調運動の困難さを詳細に分析する必要がある。③幼児期から感覚統合療法やムーブメント教育によって、協調運動の発達を図り、その際、ストレングス視点から遊びを展開すれば、協調運動の困難さが軽減する。④幼児・児童における協調運動の困難さを、感覚や運動の問題と捉えて、様々な角度から介入する必要がある。⑤心理的特徴を把握して支援する重要性、教育の立場から 8 つの指導原則が示されている。⑥障害の本質や不器用に至る原因やメカニズムが明確になれば、より効果的な介入ができるようになる。以上の見解を示している。しかしながら、現時点における発達性協調運動症における状態、併発症、生理学的・心理学的研究、小脳機能の問題、書字障害、支援のあり方に関する検討が十分になされなかった。

*佐賀大学教育学部

DSM-5 では、発達性協調運動症について、神経発達症群／神経発達障害群 (Neurodevelopmental Disorders) の中の運動障害群 (Motor Disorders) に含めている。表1の通り、「協調運動技能の獲得や遂行が、その人の生活年齢やスキルの学習、及び使用の機会に応じて期待されるものより明らかに劣っている。それにより日常生活における活動へ支障をきたしている。症状の始まりは発達段階早期である。また、脳性麻痺や筋ジストロフィー等の神経疾患によるものではない」 (American Psychiatric Association, 2013) と定義されている。

表1 DSM-5 Diagnostic Criteria for Developmental Coordination Disorder

<p>A. The acquisition and execution of coordinated motor skills is substantially below that expected given the individual's chronological age and opportunity for skill learning and use. Difficulties are manifested as clumsiness (e.g., dropping or bumping into objects) as well as slowness and inaccuracy of performance of motor skills (e.g., catching an object, using scissors or cutlery, handwriting, riding a bike, or participating in sports).</p> <p>B. The motor skills deficit in Criterion A significantly and persistently interferes with activities of daily living appropriate to chronological age (e.g., self-care and self-maintenance) and impacts academic/school productivity, prevocational and vocational activities, leisure, and play.</p> <p>C. Onset of symptoms is in the early developmental period.</p> <p>D. The motor skills deficits are not better explained by intellectual disability (intellectual developmental disorder) or visual impairment and are not attributable to a neurological condition affecting movement (e.g., cerebral palsy, muscular dystrophy, degenerative disorder).</p>

American Psychiatric Association (2013) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5), American Psychiatric Association Publishing.

発達性協調運動症については、「その診断基準に関する多くの研究が、関連する研究の特定の研究課題に関連する追加の選択基準を使用している。定量的基準には適用のリスクが生じ、発達性協調運動症の研究と臨床支援の可能性を制限することにもなる」 (Geuze, Jongmans, & Schoemaker, *et al*, 2001) と主張されている。

つまり、その状態像から、他の発達障害と併発しやすく、運動障害に関する広い範囲の症候群として捉えることによって、適切な支援に繋がると考えられていることが窺える。このため、診断基準を満たさなくても、協調運動障害が日常生活や社会生活に影響を及ぼしている状態にあるのであれば、発達性協調運動症と同様な支援をすることが求められる。

しかしながら、広い範囲の症候群として捉えると、疫学的・生理学的・心理学的研究の幅が広くなり、そのことが障害に対する本質的な支援に繋がらなくなる可能性もあることが危惧されよう。発達性協調運動症が示す状態の主要な特徴については、「運動スキルの障害で、日常生活動作に大きく影響する。将来の職業も考えて、適切な評価を選択するための診断基準が必要だと言える」 (Barnett, 2008) と言及されている。

以上のことから、発達性協調運動症における適切な評価ができる診断基準を作成するための一助として、本研究では、発達性協調運動症における併発症も含めた、現時点での疫学的・生理学的・心理学的

研究の状況を検討することを目的とする。

2. 研究方法

発達性協調運動症の定義、他の発達障害における併発症、疫学的・生理学的・心理学的研究、介入等に関する論文について検討することにした。論文を抽出する際、発達性協調運動症を対象としているもので、主に2000年から2022年までに発刊された論文を選定した。歴史的考察では、発刊年に関係なく、目的に沿って検討がされているものとした。その結果、34論文が抽出された。

文献を検索するデータベースにはGoogle Scholar、CiNii Articlesを使用した。最終検索日は、2022年9月10日であった。このレビューで扱うキーワードについては、「発達性協調運動症／発達性協調運動障害 (Developmental coordination disorder)」とした。なお、歴史的考察に関する論文の場合は「不器用 (clumsy)」を含めた。

得られた34論文における発達性協調運動症に関する知見や見解について検討した。なお、34論文には、精神障害の診断・統計マニュアルであるDSM-5を含めていない。

3. 発達性協調運動症における疫学的研究と併発症

発達性協調運動症に関する疫学的な研究からは、「学齢期の子供の約5%から6%に存在する。協調運動障害が日常生活活動や学業成績に著しく影響し、微細運動や粗大運動に困難を伴い、それらは同年齢児の運動能力よりもかなり低い状態にある」(Zwicker, Missiuna, & Harris, *et al*, 2012)。つまり、学齢期の子供のうち20人に1人程度という指摘がなされている。

また、「注意と学習の問題とが目立ち、両者の関連は強いと窺える。社会的関係の形成に困難さ、他の発達障害の併発が目立つ」(Dewey, Kaplan, & Crawford, *et al*, 2002)。「自閉スペクトラム症、発達性協調運動症、発達性協調運動症＋注意欠如多動症のある子供達は、運動協調スキルに明らかな障害がある。特に、自閉スペクトラム症の子供達は、身振り動作の全体的障害を示した」(Dewey, Cantell, & Crawford, 2007)と報告されている。他の発達障害に併発しやすいことも考慮して、その状態像を把握することが適格な支援のために求められる。

自閉スペクトラム症を併発している場合、「協調運動、腕運動、足の動き、姿勢の安定性等の全身運動の検査から、協調運動障害は自閉スペクトラム症における中枢機能の問題に起因する特徴と考えられる」(Fournier, Hass, & Naik, *et al*, 2010)。「多くの自閉スペクトラム症児における基本的な運動技能については、幼児期後半までにかかなり遅れる」(Staples, & Reid, 2010)。「自閉スペクトラム症児の79%には運動障害があり、知的障害がある場合は運動障害の問題が顕著であった。これは、運動障害が知的障害と自閉スペクトラム症の一因となるより高度な神経障害から生じていると見られるため、運動能力の組織的評価を重視する必要がある」(Green, Charman, & Pickles, *et al*, 2009)。自閉スペクトラム症児の運動面の問題に関して、「姿勢維持や片足立ちバランスが困難といった姿勢運動の面、単純な体操ができなかったり、ジャングルジム、はしごを登ることができなかったりというプラクシス(行為機能)面がある」(岩永, 2014)。以上が示唆されている。自閉スペクトラム症との併発が多いことから、発達性協調運動症に対する支援を考える上で、自閉スペクトラム症の状態像も考慮して、運動障害について捉える必要があるものと推察される。

「注意欠如多動症児群と健常児群との間に、微細運動では有意差がなかった。しかし、これらは、注意欠如多動症と発達性協調運動症の両方がある子供達よりも有意に良好であった。このため、注意欠如

多動症児に認められる脆弱な微細運動能力は、注意と集中における欠如から生起しているのではない」(Pitcher, Piek, & Hay, 2003)。また、CEM (cognitive-energetic model) については、「注意欠如多動症と発達性協調運動症との関係を説明できる包括的なモデルである。実際の抑制メカニズムに不十分な起動が生起するものと考えられる」(Sergeant, Piek, & Oosterlaan, 2006) と主張されている。これらの見解から、注意欠如多動症が併発している場合は、その状態を踏まえながら、運動障害の軽減に取り組むことを重視すべきだと判断される。

アスペルガー症候群については、「その多くに不器用さが認められることは多くの研究で示されている。発達障害における運動障害は、広く併発する症状として認められている」(Green, Baird, & Barnett, *et al*, 2002)。発達性協調運動症のみの場合、社会的困難が共感の欠如によるものではなく、むしろ「外部の要因の蓄積による。発達性協調運動症が共感する能力を減じる場合、その要因は、注意欠如多動症や自閉スペクトラム症によるものと考えられる」(Sabana, & Kirby, 2019) と述べられている。

「注意欠如多動症と発達性協調運動症には高い併発性がある。このため、両者を徴候学的な観点から捉え、その違いを分析することが求められる」(Piek, Dyck, & Nieman, *et al*, 2004)。発達性協調運動症において、特に、注意欠如多動症/発達性協調運動症グループで多い問題については、「反社会的な人格障害、アルコール依存症、犯罪的な問題、低い教育レベルにあることで、注意欠如多動症と発達性協調運動症の組合せは、社会心理的機能の低さに繋がる。そのため、早期からの継続的支援が求められる」(Rasmussen, & Gillberg, 2000)。また、「運動調整障害に対する関心はかなり高くなったが、その病因と予後については明らかにされていない。均一な障害でないという考えが有力で、サブタイプと併存症の存在を認識する必要がある」(Visser, 2003) と論述されている。

以上のように、他の発達障害と併発症の問題とその深刻さに関する見解が報告されている。

4. 発達性協調運動症における心理学・生理学的研究

発達性協調運動症については、「子供の不器用さについて、一つの原因からではなく、多数の機能不全のサブシステムの複雑な相互作用に起因する。感覚の機能、情報処理と運動制御において不器用さが示される」(Sellers, 1995)。不器用さの機序の理解は困難かもしれないが、「中心となる問題は視覚的空間処理に関することで、視覚の問題が運動協調性の困難と関係している」(Wilson, & McKenzie, 1998)、また、「子供達の約5%にあるとされている。ほとんどが注意欠如多動症、自閉スペクトル症、特異的言語障害を含む他の発達障害と重なっている」(Kirby, Sugden, & Purcell, 2014)。さらに、「メタ分析によって、運動制御、学習や認識に関する問題があることが明らかである。これは神経の成熟遅れや機能障害と関係しているため、運動制御と関連する皮質のネットワークに問題がある。運動をする際の内部モデリングには、周期的調整とタイミング、姿勢と歩行のダイナミックな制御とそれを妨げる特性がある」(Wilson, Ruddock, & Smits-Engelsman, *et al*, 2013) と論及されている。

事象関連電位 (event-related potential: ERP) 成分と特定の情報処理の対応関係についての研究から、Nogo-P3 は、反応実行後の反応抑制の処理に関連していることが推測されている。これにより、発達性協調運動症の場合、「運動の不器用さの情報処理過程への影響は、運動実行後の処理に限定されている」(鈴木, 2021) ということが示されている。したがって、運動実行後の処理の部分に着目した支援の仕方を考える必要がある。

MRI や CT スキャン等の脳の構造を映像化した研究からは、沢山の映像化がなされた注意欠如多動症や自閉スペクトラム症の脳の映像によって、脳の特定の領域に異常性を見出せなかった。しかし、「小脳機

能の低さは、発達性協調運動症・注意欠如多動症・自閉スペクトラム症等の発達障害に認められる併発症にかなり影響を及ぼす可能性がある。視覚空間機能の低さは、発達性協調運動症と関連しているが、異なったメカニズムに起因していると考えられ、彼らの運動能力や社会的交流への潜在的能力にも影響を及ぼしている」(Piek, & Dyck, 2004) と報告されている。また、前頭葉前部皮質を要する多くの認知課題は、小脳も必要としている。そのため、「運動発達と認知的発達は、基本的に相互に関係づけられている。運動発達が始まり、早く終わるが、認知発達はその後終わる。それ故、運動と認知発達の両方は、等しく同じタイムテーブルにある」(Diamond, 2000) と示唆されている。

コンピュータ上で動く療育アプリケーション (Timocco) を使用し、実践から観察される成績、手の軌跡、動画記録の分割画像を分析した結果から、発達性協調運動症には、「適切な運動学習や運動制御を可能にする内部モデルの形成や活用に困難があるので、内部モデルの形成・活用に繋がる小脳や頭頂葉の機能不全が疑われる。そのため、内部モデル障害に伴って、視覚座標系で捉えた画面情報を、自分自身に置き換えた垂直方向の運動座標系へとうまく転換できなかったために、第三者的視点で処理する水平方向に心的回転が機能していた可能性がある」(増田, 2020) との見解が示されている。

さらに、構音器官の問題として、発達性協調運動症のある児童において、具体的に音節の置換が認められた人数が有意に多かった単語は、「(口) ボット」、「おきやく (さ) ん」、「(ぞ) うさん」で、「(口) ボット」は「(ド) ボット」や「(レ) ボット」、「おきやく (さ) ん」は「おきやく (しゃ) ん」、「(ぞ) うさん」は「(ど) うさん」や「(じょ) うさん」と発音されていた。舌の位置や口唇の形の調整、舌の位置の微細な調整、構音器官の力のコントロールが不十分であることが、発音に影響を及ぼしている可能性が示唆された」(小枝・定島・三上他, 2022) との報告がなされている。つまり、構音は、運動機能のメカニズムから構成されて音声化されるため、構音器官の問題を検討することは不可欠と言える。

これらのように、発達性協調運動症に対する心理学・生理学的観点からの研究が展開されるようになってきた。発達性協調運動症には、運動制御、学習や認識に関する障害があるため、運動制御と関連する皮質のネットワーク、運動実行後の処理に限定された運動処理、小脳機能の低さ、頭頂葉の機能不全、構音のメカニズム等、運動発達と認知発達に関する機能に問題があるものと推測される。

5. 発達性協調運動症における書字障害

発達性読字障害または特異性読書障害は、普通の知能と感覚の能力をもつ子供における障害である。「たとえ重要な表現の変異性と併発症があったとしても、明確な証拠は音韻障害が生物学的起源にあると言える。多様な理論は、読字障害を認知的そして神経学的側面から説明するために提唱された。読字障害のある子供と大人において、神経画像処理研究の結果は、言語機能のために重要な領域の間において、不完全な活動と異常な関連性を示している。」(Demonet, Taylor, & Chaux, 2004)。また、「深刻な書字障害がある場合、微細運動障害と関係している。脆弱な書字運動能力のため、発達性協調運動症と診断された子供達には、微細運動障害が明らかに認められる」(Engelsmana, Niemeijer, & GalenaHuman, 2001) と報告されている。

書字については、「コンピュータが広く使用されているにもかかわらず、読みやすい手書きは、教育者から大きく注目されている重要な生活上のスキルである。書字能力は学齢において学力を身につけることにとって重要であるだけでなく、成人期を通して必要なスキルである。この複雑な書字動作は、基礎となる要素が組み合わさって遂行されている」(Feder, & Majnemer, 2007)。「書字のつまずきの様相と背景要因は各神経発達症によって異なる点が多く、また、個人内で複数の障害が併存する場合にはこ

これらの要素が単独もしくは複合的に影響し、書字の問題を生じることとも考えられる」(加戸, 2022) との見方がなされている。

6. 発達性協調運動症に対する支援

健常児に対する複雑な運動介入プログラムについては、「前思春期の子供達における運動とより高い認知スキルの両方を刺激するのに用いることができると示唆されている」(Irene, Felsa, & Sanne, 2015)。また、環境ストレス仮説においては、「子供の動作スキルが不十分な場合、二次的に生起する社会心理的結果を通して、問題の内在化を招く枠組みを備えている。正確に調整された、年齢に応じた動作をする能力は、発達上の指標となり、前向きな社会的な約束の機会を成り立たせる能力を育てる。したがって、動作スキルの不十分さは、社会心理的困難性を増やすことに繋がる」(Mancini, Rigoli, & Cairney, 2016) と指摘されている。

そのため、発達性協調運動症のある子供への支援について、「その弱さだけに集中することにはリスクがある。寄り添いながら、質の高い異なる支援をすることは、効率的な方略を身につけたり運動体験をしたりして、否定的な経験を少なくし、意味のある社会生活に繋がる」(Cantell, Smyth, & Ahonen, 2003)。また、学校以外における多くの場面へ参加する体験をすることに難しさがある。そのため、「広い観点から子供達の参加の状況を見ることを重視すべきであり、発達性協調運動症のある子供が参加するためにはどのようなことに配慮しないといけないのかを検討する必要がある」(Jarus, Gelberg, & Yeger, 2011) と考えられている。

「運動障害によって、思春期になると健常児に比べて、自己信頼感や自己肯定感がかなり低く、不安が強い状態にある」(Skinner, & Piek, 2001) と報告されている。これらより、以前から発達性協調運動症における不器用さは複雑なメカニズムに起因する。視覚と運動の協調の問題が、注意と学習、社会的関係の形成に影響を及ぼすだけでなく、自己肯定感の低下等に大きく関係していると言及されている。したがって、学校教育等の場においては自己肯定感の低下を招かないような配慮をすることが不可欠と推察される。

7. まとめ

本研究では、発達性協調運動症における併発症も含めた、現時点での疫学的・生理学的・心理学的研究の状況を中心に検討した。発達性協調運動症に関して、①他の発達障害に併発しやすいこと、特に自閉スペクトラム症の状態像も考慮して運動障害について捉える必要がある。②運動をする際の内部モデリングには、周期的調整とタイミング、姿勢と歩行のダイナミックな制御とそれを妨げる特性がある。③運動制御、学習や認識に関する問題があるため、運動制御と関連する皮質のネットワークに問題がある。④運動の不器用さの情報処理過程への影響は、運動実行後の処理に限定されている。⑤小脳機能の低さは、発達性協調運動症・注意欠如多動症・自閉スペクトラム症等の発達障害に認められる併発症に影響を及ぼす。⑥運動制御と関連する皮質のネットワーク、運動実行後の処理に限定された運動処理、小脳と頭頂葉の機能不全、構音のメカニズム等、運動発達と認知発達に関する機能に問題がある。⑦複数の障害が併存する場合には、これらの要素が単独または複合的に影響し、書字の問題を生じる。⑧自己肯定感の低下を招かないような配慮をすることが不可欠である。これらの8点が示唆された。

※謝辞：本稿は JSPS 科学研究費 21H00890 の助成を受けた研究に関連するものである。

引用文献

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)*, American Psychiatric Association Publishing.
- Barnett, A. L. (2008). Motor Assessment in Developmental Coordination Disorder: From Identification to Intervention. *International Journal of Disability, Development and Education*, 55(2), 113-129.
- Cantell, M. H., Smyth, M. M., & Ahonen, T. P. (2003). Two distinct pathways for developmental coordination disorder: Persistence and resolution. *Human Movement Science*, 22, 413-431.
- Demonet, J. F., Taylor, M. J., & Chaix, Y. (2004). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 363, 1451-1460.
- Dewey, B., Kaplan, S., Crawford, S., & Wilson, B. (2002). Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. *Human Movement Science*, 21, 905-918.
- Dewey, D., Cantell, M., & Crawford, S. (2007). Motor and gestural performance in children with autism spectrum disorders, developmental coordination disorder, and/or attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(2).
- Diamond, A. (2000). Close Interrelation of Motor Development and Cognitive Development and of the Cerebellum and Prefrontal Cortex. *Child Development*, 71(1), 44-56.
- Engelsman, M. S., Niemeijer, A. S., & Galena Human, G. P. (2001). Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. *Movement Science*, 20, 161-182.
- Feder, K. P., Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(4), 312-317.
- Fournier, K., Hass, J., Naik, K., Lodha, N., & Cauraugh, H. (2010). Motor Coordination in Autism Spectrum disorders: A Synthesis and Meta-Analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1227-1240.
- Geuze, R. H., Jongmans, M. J., Schoemaker, M. M., & Smits-Engelsman, B. C. (2001). Clinical and research diagnostic criteria for developmental coordination disorder: a review and discussion. *Human Movement Science*, 20, 7-47.
- Green, D., Baird, G., Barnett, A. L., Henderson, L., Huber, J., & Henderson, S. E. (2002). The severity and nature of motor impairment in Asperger's syndrome: a comparison with Specific Developmental Disorder of Motor Function. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 655-668.
- Green, D., Charman, T., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Frcpsych, S., & Frcpch, B. (2009). Impairment in movement skills of children with autistic spectrum disorders. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(4), 311-316.
- Irene, M. J., Felsa, V. D., Sanne, C. M., Wierike, T., Hartman, E., ElferinkGemser, M. T., Smith, J., & Visschera, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4-16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine*

in Sport, 18(6), 697-703.

- 岩永竜一郎(2014). 自閉症スペクトラム児の子どもの感覚・運動の問題への対処法. 東京書籍, 224-225.
- Jarus, T., Gelberg, Y. L., Yeger, B. E., & Bart, O., (2011). Participation patterns of school-aged children with and without DCD. *Research in Developmental Disabilities*, 32(4), 1323-1331.
- 加戸陽子(2022). 神経発達症をともなう子どもにおける書字のつまずきに関する研究動向 関西大学人権問題研究室紀要, 83, 61-82.
- Kirby, A., Sugden, D., & Purcell, C. (2014). Diagnosing developmental coordination disorders. *Disease in Childhood*, <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2012-303569> (2022. 9. 14 参照)
- 小枝周平・定島遥南・三上美咲・佐藤ちひろ・斉藤まなぶ・山田順子 (2022) 研究 発達性協調運動障害児の発音の特徴. 作業療法ジャーナル, 56(9), 1005-1011.
- Mancini, V. O., Rigoli, D., Cairney, J., Roberts, L. D., & Piek, J. P. (2016). The Elaborated Environmental Stress Hypothesis as a Framework for Understanding the Association Between Motor Skills and Internalizing Problems: A Mini-Review. *Frontiers in Psychology*, 7.
- 増田貴人(2020). 療育アプリケーション「Timocco」使用時に観察された発達性協調運動症幼児の動作の特徴. 弘前大学教育学部紀要, 123, 159-164.
- 松山郁夫(2022). 発達性協調運動症のある幼児児童に対する捉え方と介入. 九州生活福祉支援研究会研究論文集, 15(2), 23-32.
- Piek, J. P., & Dyck, M. J. (2004). Sensory-motor deficits in children with developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and autistic disorder. *Human Movement Science*, 23, 475-488.
- Piek, J. P., Dyck, M. J., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith, L. M., McCoy, M., & Hallmayer, J. (2004). The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(8), 1063-1076.
- Pitcher, T. M., Piek, J. P., & Hay, D. A. (2003). Fine and gross motor ability in males with ADHD. *Developmental Medicine and Child Neurology*, Cambridge University Press. 525-535.
- Rasmussen, P., & Gillberg, C. (2000). Natural Outcome of ADHD With Developmental Coordination Disorder at Age 22 Years: A Controlled, Longitudinal, Community-Based Study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39, 1424-1431.
- Sabana, M. T., Kirby, A. (2019). Empathy, social relationship and co-occurrence in young adults with DCD. *Human Movement Science*, 63, 62-72.
- Sellers, J. S. (1995). Clumsiness: Review of Causes, Treatments, and Outlook. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 15(4), 39-55.
- Sergeant, J. A., Piek, J. P., & Oosterlaan, J. (2006). ADHD and DCD: A relationship in need of research. *Human Movement Science*, 25(1), 76-89.
- Skinner, R. A., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in

- children and adolescents. *Human Movement Science*, 20, 73-94.
- Staples, K. L. & Reid, G. (2010). Fundamental Movement Skills and Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 209-217.
- 鈴木浩太 (2021). 事象関連電位の心理学的意味付けとその臨床応用. *臨床神経生理学*, 49(4), 172-175.
- Visser, J. (2003). Developmental coordination disorder : a review of research on subtypes and comorbidities. *Human Movement Science*, 22, 479-493.
- Wilson, P. H., & McKenzie, B. E. (1998). Information Processing Deficits Associated with Developmental Coordination Disorder : A Meta-analysis of Research Findings. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, Published online by Cambridge University Press, 01.
- Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(3), 217-228.
- Zwicker, J. G., Missiuna, C., Harris, S. R., & Boyd, L. A. (2012). Developmental coordination disorder: A review and update. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(6), 573-581.