

令和元年6月4日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01874

研究課題名(和文) 発達障害児における運動発達の特徴に焦点を当てた機能把握と発達促進プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of the motor coordination evaluation scale and the practice program for children with developmental disability

研究代表者

新田 収 (Nitta, Osamu)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：80279778

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：発達障害では、運動の協調性において問題を持つことが多い。この要因として、運動イメージと空間認知の未熟さが考えられる。このことを踏まえ、対象児の、運動イメージと空間認知の成熟度を評価し、この点に焦点を当てた、プログラム開発が必要と考えた。本研究では、協調運動、運動イメージ、空間認知に関する評価尺度の開発を行い、定型発達児を対象として、尺度の信頼性と妥当性の評価を行った。この結果、2歳から8歳の間で、これらの全ての尺度において、年齢との関連性が見出された。このことから、協調性には運動イメージと空間認知と関連し成熟することが示唆された。この結果に基づき、指導方法および指導プログラムを立案し公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発達障害はコミュニケーションや社会性の障害として理解されることが多い。しかし詳細に観察すると、運動においても問題を抱えることが極めて多い。特に協調運動障害が知られている。本研究は、これまで把握することが困難であった、発達障害児にける、協調運動と、その要因と考えられる、運動イメージ・空間認知を評価する方法を開発した。各評価尺度の、信頼性、妥当性を検討し、各尺度と年齢との関係を示した。さらに評価に基づく指導方法を提案した。

研究成果の概要(英文)：It has been indicated that children with developmental disabilities show motor coordination disorders. Immaturity of the movement image and the spatial cognitive are regarded as its cause. However, since there have been no methods of evaluating the children, it is impossible to accurately comprehend features of the disorders. Faced with this situation, we developed evaluation scales for children. The validity of this study was assessed in children with typical development, who were used as external criteria. The score of the motor coordination test that we have developed indicated the strong relation to the age. The score of the movement image test and the spatial cognitive test also related to the age. The relation during these scores was confirmed finally. This study suggested the possibility of the degree of maturity of motor coordination in children with developmental disabilities being evaluated by our criteria. We also proposed training method based on this result.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：発達障害 協調運動障害 運動発達 運動イメージ 空間認知 指導方法

## 1. 研究開始当初の背景

「発達障害」が一般的に知られるようになったのは最近のことである。1980年代以降、学齢期になり学習についていけない、落ち着いて席に座ることができない、といった児童が目立つといった話題がマスコミに取り上げられるようになった。こうしたことから保護者の間にも「発達障害」に対する認識が広まっていった。

ところで、ASD 主な症状とされる、①社会性、②コミュニケーション、③イマジネーションの障害、と ADHD の①不注意、②多動性、③衝動性、以外に身体機能において類似した特徴が報告されている。それは感覚入力に対する異常な反応と協調運動の未熟さである。

感覚に関する異常な反応は、過度に鈍麻、あるいは過度に鋭敏のいずれもあり得、しかも同一の個人の中に混在している。また、触覚、痛覚、嗅覚など感覚異常ということだけではなく、こうした感覚異常を通して、身体認識、ボディー・イメージの確立に困難さが予想される。つまり、視覚の助けなしに自らの身体を認識することができない。

もう一つの ASD, ADHD に共通する特徴が、空間認知の未熟さである。人は、視覚により非常に多くの情報を得ている。認知の発達が、人が環境に適合していくための段階と考えるならば、このために、視覚は大きな役割を果たす。人が外界からの情報獲得において、視覚刺激への依存が大きいことは知られている。ところで、視覚は、感覚器としては、網膜でとらえた、光の変化である。しかし、刺激そのものでは、外界の状況を理解することはできない。視覚は、網膜で得た光情報を、高度に処理し、外界の空間として再現することで、環境を把握している。環境を知る上で重要となるのは、空間認知である。つまりどのようにして三次元空間を認知するかである。空間認知には、陰影、運動、遠近法など様な技術が存在する。また時として、これらの情報は、矛盾することもあり得す。例えば、だまし絵の様な状況であるが、これらをどのように解決するかは、さらに困難な課題である。

## 2. 研究の目的

本研究では、発達障害児を対象とした運動発達評価尺度と、評価結果に対応した運動指導プログラム開発を行う。

発達障害児において、運動の機能の問題は、協調運動の障害として認識されている。協調運動には個人差があるが、個人差のレベルを超え、学習や日常生活に支障を及ぼすレベルで、運動に問題を示すことがある。協調運動についても感覚フィードバックが重要な要素となっている。つまり発達障害児の運動発達の問題は、感覚異常があり、この上に構築されるべき、運動イメージ、空間認知の未熟さ大きな要因と考えられる。

発達障害児における運動発達は、歩行等基本動作獲得までは、遅れがあっても獲得可能なことが多く、既成の運動発達尺度で詳細な評価が困難である。このため個別特性に対応した運動指導プログラムも確立していない。本研究では、発達障害児を対象とした運動発達評価尺度と、評価結果に対応した運動指導プログラム開発を行う。幼児期は、運動、認知、コミュニケーション能力は未分化の状態にあり、本研究成果として、運動発達が促されることで、発達障害児におけるコミュニケーション障害を含む、包括的な問題解決の糸口となることが期待できる。

## 3. 研究の方法

### ①定型発達児における年齢と運動イメージの関係

対象：

千葉県で開催された、小児身体測定会に参加した平均年齢 8.74 歳(5~13 歳)の定型発達児 92 名(男児 55 名、女児 37 名)を対象とした。実験の内容について理解不能な者は対象から除外した。千葉県の運動場内の平地に、80cm のプラスチック製の板を 10 枚重ねて作成した 8m の歩行路を設置した。ゴール地点に目印となるよう赤色のコーンを置き、実験のスタート時点の位置からでも、8m の距離感が対象者にわかりやすいようにした。

方法：

測定課題は、8m の距離を、1)心的に歩行する、2)実際に歩行することとした。その際の心的な歩行時間、実際の歩行時間を測定した。心的な歩行時間の測定は、ストップウォッチの操作、開始合図は測定者が行い、イメージ中で動作が完了した時点で対象者に合図するよう指示した。実際の歩行時間の測定は、歩行開始から 8m 地点までの時間を検者が被験者の後ろを追って歩き、測定した。同時に 8m 歩行時の歩数の測定も行った。

解析方法：

データ分析として、年齢ごとの心的歩行時間と実際の歩行時間のそれぞれの平均値を算出し、年齢と心的歩行時間と実際の歩行時間の誤差の関係を Pearson の相関分析により行った。

### ②定型発達児における積み木を用いた空間認知検査と年齢の関係

対象：

千葉県で開催された、小児身体測定会に参加した 3 歳~12 歳までの定型発達児 56 名を対象とした。平均年齢は 7.61 歳、男児 31 名、女児 25 名であった。除外基準として、問題の理解や検査の指示が不能・困難、上肢の障害による手指運動が困難、もしくは意図した運動が困難、中学生未満の児童とした。

方法：

測定課題は紙に書いてある2次元の図1~6の6種類(図1~3は4個、図4は3個、図5・6は2個の積み木が描かれている)図をランダムに提示し、4個の積み木全てを用いて、形を再現させた。その際、各図の正答、図を提示してから完成するまでの時間を計測、記録した。時間制限は30秒とした。

開始肢位は座位で、両手掌を両膝の上に置いた肢位から開始とした。問題を提示してからピンク色のファイルの上にある積み木を取り、ファイル範囲外の隣で作成させた。問題ごとに積み木は所定のファイルの上に戻した。

被験者には問題実施前に練習を行い、本番と同様に正答と経過時間を測定した。練習の時点において、30秒以内に完成しない、積み木を4個全て用いていない、課題の内容を理解していない、児童は検査を実施しなかった。

問題の計測時間は、問題が提示されたと同時に計測を始め、児童の発言、もしくは合図したと同時に止めた。問題実施中に4個全ての積み木を用いるのを忘れている場合は積み木を全て用いること、未完成だが完成したと判断している場合には、不正答であることを被験者に伝えた。また、被験者が完成していると判断・理解していない場合、疑問に思っている場合は不正答として継続させた。被験者が途中で終了したい旨を伝えた場合は問題を不正答とした。

統計学的解析：

データ分析は、年齢に対する各図の正答の関係を Spearman の順位相関係数を用いて相関関係を検討した。また、年齢と各図の計測時間、全問題の正解数、全問題の計測時間の関係を Pearson の相関分析により行った。

#### 4. 研究成果

##### ①定型発達児における年齢と運動イメージの関係

結果：

年齢推移と、心的時間計測と実際の歩行時間の誤差については相関が認められ( $r=-0.28$ 、 $p<0.05$ )、年齢が上がるに伴い、心的歩行時間である自身の歩行のイメージと、実際の歩行に要した時間との違いが小さくなり、正しいイメージの形成が進むという結果になった。

なお、過去の研究で言われている正常範囲である1秒前後の誤差の範囲に達したのは、10歳であった。

表1 年齢別誤差の平均値

	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳
平均	3.57	2.05	1.62	1.80	1.69	1.04	1.45	0.75	0.29
SD	1.10	1.91	0.97	0.98	1.51	0.84	1.07	0.52	

運動イメージにおける過去の報告では、運動イメージ中には補足運動野、運動前野、一次運動野、帯状回、頭頂葉、小脳など、実際の運動の計画、準備及び実行に関する脳領域が賦活することが示されている。これらのことから、運動イメージは運動計画・実行の心的リハーサルであると定義されている。

今回の研究では、年齢が上がるに伴い、心的の運動イメージ時間と実際の運動遂行時間の誤差は小さくなっていき、運動イメージ形成が成熟していくという結果が得られた。

この結果について、発達障害児と定型発達児の発達過程の比較を通じて考えていく。

子どもは、日々の新しい体験や経験によって運動イメージを形成し、維持し、改変している。

また、そのイメージを使い運動を制御している。つまり、適切な運動イメージを形成されなければ、適切な運動制御を行うことが困難となる。日常の理学療法場面において、小児の身体的成長過程を評価する方法として、心的時間測定を用いた運動イメージの評価法も活用し、心的な歩行との乖離を減少していくような課題を提供していく必要性が示唆された。

指導法の提案：

発達障害児では、運動イメージが未熟なことが多い。そのため、運動は行うが、自らの運動をあらかじめ想像することも出来ず、運動終了後に振り替えることもできない場合がある。こうした状態に対して、様々な運動の開始前に、「この運動あなたはできますか?」「どのようにできますか?」「どのくらい時間がかかりそうですか?」など問いかけ、事前に運動イメージを想起させることが、運動イメージの成熟において効果的である。また、運動終了後に「うまくできた?」「どんなふうに跳び越えた?」など考えさせることも、効果的である。



歩行、四つ這い、跳躍などの運動課題の前に、指導者は、運動の内容について、対象児に想像

させ、その結果を回答させる。  
質問例「この隙間、潜れますか？」

## ②定型発達児における積み木を用いた空間認知検査と年齢の関係

結果：

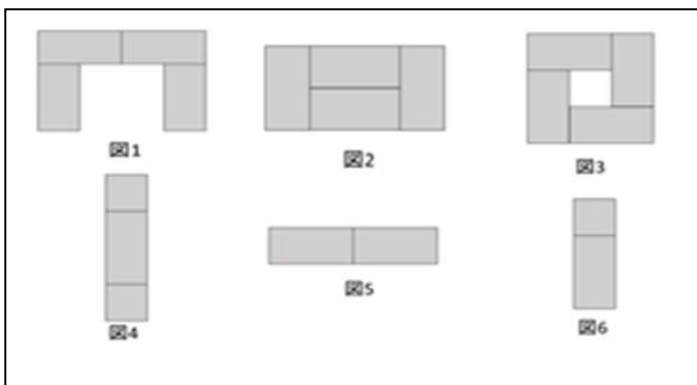
### 1. 年齢と図1～6の正答との関係

図7より、全ての図に対する正答数では、9、10歳頃から5問正答に近い数値が示された。また、年齢推移と全ての図に対する正答については有意に相関が認められた( $r=0.53$ 、 $p<0.05$ )。

### 2. 年齢と図1～6の合計計測時間との関係

図8より、合計計測時間では10歳以降から、60秒を下回る値が示された。また、年齢推移と合計計測時間については有意に強い相関が認められた( $r=-0.71$ 、 $p<0.05$ )。

全ての図に対する正答においては年齢が上がるに伴い、正答数が増加していることが認められ、年齢に伴う空間認知の発達が示された。このことは、年齢に伴って、空間認知は発達する2)という過去の研究と一致した結果となった。しかし、空間認知の発達は早い時期に一定の空間認知が可能3)となり、視機能の発達以降である思春期(18歳)ごろまで発達が続く、成熟する2)と言われている。本研究においても、全ての図に対して正答している児童が少ないことは、空間認知が未成熟だと考えられる。



降である思春期(18歳)ごろまで発達が続く、成熟する2)と言われている。本研究においても、全ての図に対して正答している児童が少ないことは、空間認知が未成熟だと考えられる。

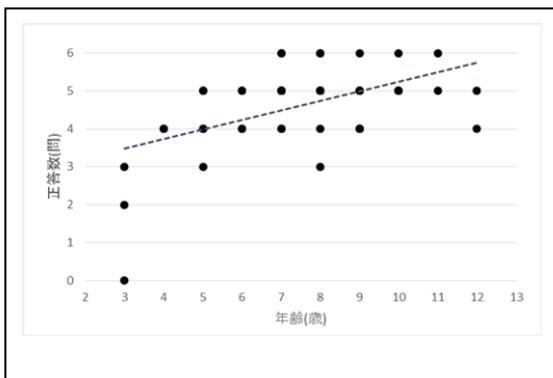


図7. 年齢と全問題の正答数の関係

年齢が上がるに伴い、合計計測時間は短縮することが認められた。これは、上記で述べたように、空間認知が発達し、特に空間を把握して処理するまでの速度が速くなったことが影響していると考えられる。過去の研究でも、描画を基に、構成能力の発達を考え、学年が上がるにつれて処理速度が速くなり、注目する図形と付随する図形の両方を別々のまとまりとして捉える能力が身についてくる4)とされ、本結果と一致した。つまり、構成能力も空間認知と同様に、生後から徐々に発達し、18歳ごろまで発達すると考えられる。

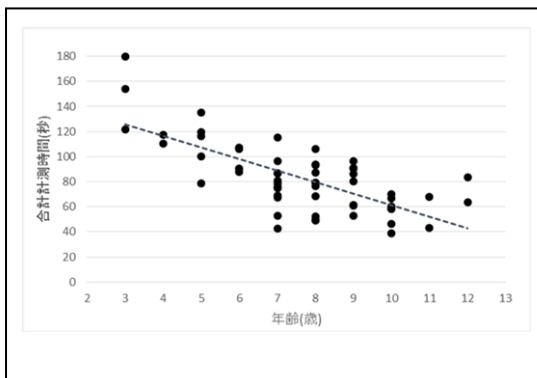
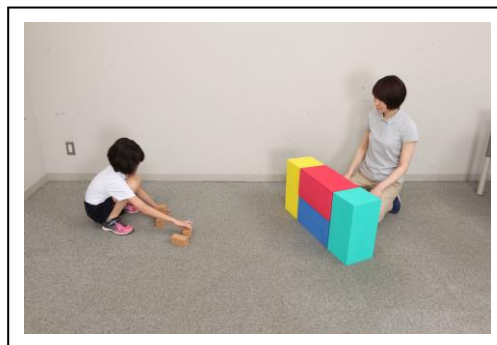


図8. 年齢と合計計測時間の関係



### 指導法の提案：

発達障害児ではこの認知が未熟となる。三次元空間でとらえた物体は、イメージの上で、向きを変えたり、縮尺を換えたり可能である。このことを利用し、形状が同じだが、大きさの異なる、積み木とブロックを用いて、空間の理解を進める。

指導例「ブロックから積み木の再現」

指導補法は、「発達性協調運動障害の評価と運動指導・障害構造の理解に基づくアプローチ、ナップ、2018、東京」にまとめた。

### 参考文献

- 1) 横井英樹、他：発達障害患者に対する医療機関のデイケア、治療 94(8)、1404-1409. 2012.
- 2) 内山仁志：II 認知能力の発達 視覚認知・構成能力の発達. 小児内科, 40(7):1053-1057, 2017

- 3) 山口真美：空間視の発達. 光学, 36(6) : 311-316, 2007
- 4) 東山明、東山直美：子どもの絵は何を語るか 発達科学の視点から. 日本放送出版協会. 東京, 1999

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 9 件)

- 1) 楠本泰士, 松田雅弘, 高木健志, 新田収：青年期軽度発達障害児における静的・動的バランスの特徴, 日本保健科学学会誌, 21 (2), 82 - 88, 2018
- 2) 松田 雅弘, 大山 隆人, 田上 未来, 新田 収, 楠本 泰士, 栗原 靖, 越田 専太郎, 橋本 俊彦：子どもの運動機能と運動習慣の調査から見えてきた現状 千葉県内のスポーツフェアを通じて, 理学療法科学, 33(4), 631-636, 2018
- 3) 新田収：発達障害 1) 障害像を理解する 2. 運動発達の遅れについて, 小児リハビリテーション, 1, 24-33, 2018
- 4) 松田雅弘, 新田収, 古谷槇子, 楠本泰士, 小山貴之：幼児期における運動の協調性と感覚異常の関連性の検討. 理学療法学, 45(4), 248 - 255, 2018.
- 5) 楠本泰士, 新田収, 松田雅弘, 高木健志：青年期軽度発達障害児における協調運動の特徴. 日本保健科学学会誌, 20(1), 24-28, 2017.
- 6) 松田雅弘, 新田収, 古谷槇子, 池田由美, 楠本泰士：幼児版運動イメージ評価尺度の開発 - 信頼性・妥当性の検討 -. 理学療法学, 44(3), 213-218, 2017.
- 7) 新田収：エキスパートが語る小児理学療法 発達障害へのかかわり. 理学療法ジャーナル, 51(12), 1079-1085, 2017.
- 8) 新田 収：「発達障害(ASD, ADHDL)における粗大運動の特徴」. 理学療法科学, 31 (特別号), 3-3, 2016.
- 9) 内尾優, 楠田聡, 内山温, 新田 収：極低出生体重児の自発運動の特徴. 日本新生児成育医学会雑誌, 28(3), 703-703, 2016.

〔学会発表〕(計 23)件)

- 1) Osamu Nitta, Tadamitsu Matsuda: FACTORS INFLUENCING FLAT FOOT IN CHILDREN, 13th World Congress of ISPRM, 2019
- 2) Ayaka Chiba, miyu Igarashi, Kana Torii, Tadamitsu Matsuda: The relationship between spatial cognitive test using building blocks and age of children, 13th World Congress of ISPRM, 2019
- 3) 千葉彩加, 五十嵐美優, 鳥居香菜, 新田収, 松田雅弘：定常発達児における積み木を用いた空間認知検査と年齢の関係, 第 56 回日本リハビリテーション医学学会大会, 2019
- 4) 五十嵐美優, 千葉彩加, 鳥居香菜, 新田収, 松田雅弘：小学生におけるタンDEM立位バランスに年齢とライトタッチが及ぼす影響, 第 56 回日本リハビリテーション医学学会大会, 2019
- 5) 鳥居香菜, 千葉彩加, 五十嵐美優, 新田収, 松田雅弘：定型発達児における姿勢模倣の反応時間・正確性と年齢の関係性, 第 56 回日本リハビリテーション医学学会大会, 2019
- 6) Nitta O, Matsuda T, Koyama T : Sense abnormality in children, World Congress on Pain Boston 2018, 2018
- 7) Matsuda T, Ooyama T, Tagami M, Nitta O, Kusumoto Y, Kurihara Y, Koshida S, Hashimoto T, Koyama T: The Investigation of Child's Motor Function and Motor Habits, pain? The Sports Fair in Japan?, World Congress on Pain Boston 2018, 2018
- 8) Nitta O, Matsuda T, Koyama: FACTORS INFLUENCING MOTOR IMAGERY, ISPRM 2018
- 9) 楠本泰士, 竹田智之, 新田収, 松田雅弘, 高木健志：特別支援学校知的学級児における協調動作の特徴, 第 28 回日本保健科学学会. 2018
- 10) 赤城仁奈, 伊藤美咲, 松田雅弘, 菊地謙, 新田収：定型発達時における運動イメージと転倒経験の関係, 第 55 回日本リハビリテーション医学学会大会, 2018
- 11) 伊藤美咲, 赤城仁奈, 松田雅弘, 菊地謙, 新田収：定型発達児における年齢と運動イメージの関係, 第 55 回日本リハビリテーション医学学会大会, 2018
- 12) 市川智美, 新田収, 菊地謙, 松田雅弘：定型発達児における土踏まず比と運動機能の関係, 第 55 回日本リハビリテーション医学学会大会, 2018.
- 13) Nitta O, Matsuda T, Takayuki K : Factors Influencing motor coordination in children. 10th WORLD CONGRESS FOR NEURO REHABILITATION, 2018.
- 14) 山本さくら, 新田収, 松田雅弘：幼児における姿勢制御および基本的協調性と年齢の関係. 第 52 回日本理学療法学会大会, 2017
- 15) 細田梨恵, 楠本泰士, 後藤颯人, 櫻井大輔, 千葉康平, 中里彩祥子, 竹田智之, 花尾麻美, 新田収：青年期発達障害児と青年期健常児における上肢運動機能の比較. 第 52 回日本理学療法学会大会, 2017.
- 16) Nitta O, Matsuda T: relationship between motor coordination and sensory disturbance in children. ISPRM 2017, 2017
- 17) Nitta O, Matsuda T: Motor imagery development of school age children - Investigation

using the Criteria for motor imagery for children. World Confederation for Physical Therapy, 2017.

18)新田 収：発達障害の基本的な理解と理学療法士の役割. 第 51 回日本理学療法学会, 2016

19)新田 収, 松田雅弘：発達支援通所事業利用児における 6 ヶ月間の協調運動の変化 定型発達 5 歳児と比較検討. 第 53 回日本リハビリテーション医学会学会, 2016.

20) 12) 新田 収, 松田雅弘, 古川順光：幼児における運動発達と感覚異常の関係. 第 71 回日本体力医学会, 2016.

21)中里彩祥子, 楠本泰士, 花尾麻美, 竹田智之, 後藤颯人, 千葉康平, 櫻井大輔, 細田梨恵, 新田収：青年期発達障害児における上肢の協調性とボールを使用した運動の関係. 第 27 回日本保健科学学会, 2016

22) 千葉康平, 楠本泰士, 花尾麻美, 竹田智之, 後藤颯人, 中里彩祥子, 櫻井大輔, 細田梨恵, 新田収：青年期発達障害児における協調性と Box and Block Test の関係. 第 27 回日本保健科学学会, 2016

23)後藤颯人, 楠本泰士, 花尾麻美, 竹田智之, 千葉康平, 中里彩祥子, 櫻井大輔, 細田梨恵, 新田収：青年期発達障害児における立位平衡機能と筋肉量の関係. 第 27 回日本保健科学学会, 2016

〔図書〕(計 2 件)

1)新田収：発達性協調運動障害の評価と運動指導・障害構造の理解に基づくアプローチ, ナップ, 2018, 東京

2)新田収, 松田雅弘, 楠本泰士：子どもの発達から考える運動指導法・体力と運動能力を伸ばすプログラム, ナップ, 2018, 東京

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 件)

○取得状況 (計 件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：松田 雅弘

ローマ字氏名：Tadamitsu Matsuda

所属研究機関名：城西国際大学 (2019 年 4 月より順天堂大学)

部局名：福祉総合学部

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：40453485

### (2) 研究分担者

研究分担者氏名：小山 貴之

ローマ字氏名：Takayuki Koyama

所属研究機関名：日本大学

部局名：文理学部

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：80579110

### (3) 研究分担者

研究分担者氏名：楠本 泰士

ローマ字氏名：Yasuaki Kusumoto

所属研究機関名：東京工科大学

部局名：医療保険学部

職名：講師

研究者番号 (8 桁)：60710465