

原著論文

子どもの感覚運動の発達を評価する新検査の開発に関する 研究—パイロット研究の報告—

鴨川 拳¹⁾ 徳永 瑛子^{1) 2)} 白川 仁美³⁾
明時 征也⁴⁾ 梅木美菜子⁵⁾ 岩永竜一郎²⁾

要旨：本研究の目的は、感覚運動機能の発達を捉えるための検査試案を作成し、検査のスコアが子どもの加齢と相関するか否かを検証して、発達検査としての有用性を検証することである。検査試案は24項目作成した。検査は3～8歳（平均 5.5 ± 1.4 歳）の一般児32名に著者らが直接実施した。その結果、手指の表在感覚を診る1項目、手掌の立体覚を診る1項目、静的・動的バランスを診る5項目、姿勢保持能力を診る1項目、手指の巧緻動作を診る5項目、模倣能力を診る1項目の計14項目について、スコアと月齢に有意な相関が認められた。これらの検査は発達的变化を捉えることができ、発達検査としての有用性が示唆された。

キーワード：発達検査，感覚統合，感覚運動

はじめに

発達障害児の早期発見及び発達評価は重要な課題である。これまでの研究で、自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder; ASD) 児は定型発達児に比べて、認知機能の偏りや、感覚識別や運動の発達の遅れが見られることがわかっている^{1,2)}。また、注意欠如・多動症 (Attention Deficit Hyperactivity Disorder; AD/HD) 児者は定型発達児者に比べて、ワーキングメモリーのス

コアが低いことや、運動機能が低いことがわかっている^{3,4)}。さらに、先行研究より、ASDやAD/HD児への早期介入効果が明らかになっている^{5~8)}。したがって、発達障害リスクをスクリーニングし、早期発見を行い、療育に結び付けていくことが重要である。

これまで日本では、発達検査として、新版K式発達検査2001、遠城寺式乳幼児分析的発達診断検査、日本版ミラー幼児発達スクリーニング検査 (Japanese version of Miller Assessment of Preschoolers; JMAP) 等が臨床現場で使われてきた。特にJMAP⁹⁾では、幼児期の感覚運動能力、認知能力、複合能力等を評価することで、中等度から軽度の発達の遅れを捉えることができ、早期に子どもの発達特性に合った治療的、療育的介入を可能にしてきた。

1) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学専攻
2) 長崎大学生命医科学域保健学系
3) 社会福祉法人尾道さつき会 児童発達支援センター
あいあい
4) 福岡療育支援センターいちばん星
5) 佐賀整肢学園こども発達医療センター

JMAPを用いたいくつかの研究で、発達障害リスクの評価ができるか検証がなされている。Iwanagaら^{10,11)}の研究によると、アスペルガー障害児と高機能自閉症児のJMAPの結果を報告しており、JMAPの総合点について、アスペルガー障害児全員が25%パーセンタイル以下、90%が5パーセンタイル以下、また高機能自閉症児全員が25パーセンタイル以下、73%が5パーセンタイル以下であった。さらに、ADHD児では、JMAPの総合点について、25パーセンタイル以下の子どもが90%、5パーセンタイル以下の子どもが48%であった。このように、JMAPは発達障害リスクを捉えることができることがわかる。また、感覚運動能力、認知能力等の偏りを捉えることによって、発達障害のリスクを捉えることができる可能性があると言える。

しかしながら、JMAPは標準データが約30年前のものであり、現代の子どもの標準的発達を反映しているか不明であるという特徴がある。また、2歳9か月から6歳2か月までが対象となっており、学齢期の子どもの発達の遅れを捉えることができない。そのため、著者らは子どもの発達の遅れを捉え、発達障害をスクリーニングでき、JMAPで診ているような項目を含む新しい検査を作成することとした。本検査の作成に当たり、現代の子どもの標準的発達に基づいたデータであること、10歳程度の学齢期にも検査が適用できること、専門家でなくとも簡便に実施できることを考慮することとした。

本研究では、検査開発の予備的研究として、感覚や運動の能力に関する検査項目の試案を作成し、3歳から8歳の児に対して、試案のスコアが加齢に伴い一貫して向上するか検証を行うことを目的とする。

方 法

1. 対象

一般の保育園または小学校の通常学級に通う3

～8歳(平均年齢 5.5 ± 1.4 歳)の一般児32名を対象とした(表1)。なお、対象児は担当の教師や保育士が行動面及び対人面に問題がなく、知的に遅れがないと判断した児である。

表1 対象児の性別と年齢の内訳

	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	合計
男児	1名	1名	6名	5名	2名	1名	16名
女児	2名	3名	3名	5名	1名	2名	16名

2. 実施方法

A県内の保育園2か所と小学校1か所に第1～第6著者が出向いて検査課題を直接実施した。各検査者が被験者と1対1の対面式で検査を実施した。

3. 検査課題試案の作成

検査課題の試案は、感覚統合理論¹²⁾や、これまでの感覚や協調運動の研究に基づき、発達障害児の感覚運動の問題を捉えることができるように考案した。例えば、Iwanagaら^{10,11)}の研究によると、JMAPの手指判別のスコアについて、アスペルガー障害児の40%、高機能自閉症児の53%、AD/HD児の39%が年齢群の25パーセンタイル以下であり、JMAPの立体覚のスコアについて、アスペルガー障害児の70%、高機能自閉症児の67%、AD/HD児の37%が年齢群の25パーセンタイル以下であり、発達障害児には手指の表在感覚識別や手掌による立体の識別等の感覚識別の問題があることがわかる。また、ASDやAD/HDの発達障害児は、定型発達児よりもMovement Assessment Battery for Children - Second Edition (MABC-2)の手先の器用さ、狙いとキャッチ、バランスのスコアが有意に低いことがわかっている¹³⁾。そのため、カードをひっくり返す課題等の手の巧緻性や、MABC-2にも含まれる片足立ち等のバランス、紙風船を投げてキャッチする等の物を扱うスキルを課題に含めた。さらに、ASD児は微細運動・粗大運動、プ

ラクスについて、定型発達児よりも遅れが見られることがわかっている^{14,15)}。よって、鉛筆で線をなぞる等の微細運動課題や、背臥位屈曲・腹臥位伸展等の粗大運動、運動模倣等のプラクシスを評価するための課題を含めた。以上のような発達障害に見られる感覚識別や協調運動の問題を捉えるため、著者らは感覚識別に関する3項目、運動に関する17項目、運動企画に関する4項目の計24項目の検査課題を作成した。

4. 検査試案の内容

検査課題をすべて実施するために30分から40分を要した。

a. 感覚識別

「手指判別」は手指の触覚識別能力を評価する目的で作成した。この検査では、被験者に前腕回内位で手指を軽く外転させて机上に置いてもらう。その後、被験者から被験者の手元が見えないようにシールドで隠し、検査者は示指を用いて触れ、被験者はどの指を触れられたか答える。正答すれば1点を加点し、計12問ある。合計点は0点から12点である。

「立体覚」は、手掌で物の形を識別する能力を評価する目的で作成した。この検査では8種類の対になったブロックを使用する。手元をシールドで見えないようにして片方のブロックのうち1つを触ってもらい、もう片方のブロックから触れているものと同じものを見て選んでもらう。正答すれば1点を加点し、計8問ある。合計点は0点から8点である。

「ペグ入れ」は、上肢の運動覚を評価する目的で作成した。この検査では、被験者の顔をシールドで隠し、手元が見えないようにし、一方の手に筒を持ち、もう一方の手にペグをつまんでもらい、ペグを正確に穴に入れてもらう。縁に当たって入れば2点を加点し、縁に当たって外れた場合は1点を加点する。計6問ある。合計点は0点から12

点である。

b. 運動

「片足立ち開眼」は静的バランスを評価する目的で作成した。この検査では、子どもに開眼状態で片足立ちをしてもらい、最大保持秒数を計測する。左右の最大保持秒数の合計を得点とする。

「片足立ち閉眼」は静的バランスを評価する目的で作成した。この検査では、子どもに閉眼状態で片足立ちをしてもらい最大保持秒数を計測する。左右の最大保持秒数の合計を得点とする。

「木のブロックに踵立ち」は静的バランスを評価する目的で作成した。この検査では、子どもの足の大きさの1/2のサイズに合わせたブロックに踵を乗せ、開眼状態で片足立ちをしてもらい最大保持秒数を計測する。左右の最大保持秒数の合計を得点とする。

「線上歩行」は動的バランスを評価する目的で作成した。この検査では、幅3cm、長さ3mのテープの上を落ちないように歩いてもらう。10歩中のエラー数を得点とする。

「タンデム歩行」は動的バランス能力を評価する目的で作成した。この検査では、幅3cm、長さ3mのテープの上を足がはみ出さないように継足で歩いてもらう。10歩中の成功数を得点とする。

「横ステップ」は動的バランス能力を評価する目的で作成した。この検査では、等間隔で平行に貼ってある3枚のテープの上をはみ出さないように片足で跳ぶ。成功数を得点とする。合計点は0点から30点である。

「背臥位屈曲」は姿勢保持能力を評価する目的で作成した。この検査では、背臥位にて、特定の姿勢を保持できた秒数を計測する。最大保持秒数の合計を得点とする。

「腹臥位伸展」は姿勢保持能力を評価する目的で作成した。この検査では、腹臥位にて、特定の姿勢を保持できた秒数を計測する。最大保持秒数の合計を得点とする。

「カードひっくり返し」は目と手の協応性を評価

する目的で作成した。この検査では、10枚のカードを表から裏にできるだけ速くひっくり返す。所要時間を得点とする。

「ロープ巻き」は目と手の協応性を評価する目的で作成した。非利き手の手首にロープの先端を巻いて固定し、ロープをできるだけ速く巻いてもらう。JPAN感覚処理・行為機能検査¹⁶⁾の“けがして大変”項目と同じ検査内容である。所要時間を得点とする。使用に関して、JPAN感覚処理・行為機能検査の開発者より許可を得ている。

「上肢うつしかえストレート」と「上肢うつしかえクロス」は両側運動協調を評価する目的で作成した。この検査では、ペグを移し替えるまでの所要時間を計測する。どちらも所要時間を得点とする。

「ドミノ」は目と手の協応性を評価する目的で作成した。2個の積み木の上に定規を寝かせて置き、その上にドミノを並べていく。立てることができたドミノの枚数を得点とする。得点は0点から10点の範囲である。

「キャッチ」は目と手の協応性を評価する目的で作成した。落下してくる紙風船やお手玉を掌で正確にキャッチできるかどうかを確かめる。掌で受け止めたら2点、掌以外で受け止めたら1点を加算する。紙風船とお手玉で実施する。合計点は0点から12点の範囲である。

「舌運動」は舌の協応性を評価する目的で作成した。舌を上下左右の口唇、口唇の周辺につけることができるかどうかを確かめる。合計点は0点から7点の範囲である。

「線引き」は目と手の協応性を評価する目的で作成した。左右方向・上下方向に描いた道からはみ出さないようにボールペンでなぞってもらう。はみ出した数を得点とする。右手用の回答用紙と左手用の回答用紙があり、その合計点を得点とする。合計点は0点から160点の範囲である。

「丸の書きうつし」は目と手の協応性を評価する目的で作成した。見本の円を記憶し、正確に再

現できるかを確かめる。合計点は0点から16点である。

c. 運動企画

「模倣」は単純な動作の模倣の能力を評価する目的で作成した。検査者の提示した単純な動作を模倣してもらう。3秒以内にできれば2点、10秒以内にできれば1点とする。合計点は0点から16点の範囲である。

「両側同時運動模倣」は順序性のある動作の模倣能力を評価する目的で作成した。検査者の提示した複数の手順のある動作を順番通りに記憶し、模倣してもらう。3秒以内にできれば1点とする。合計点は0点から10点の範囲である。

「正中線交差」は正中線を越える片側上肢の動作の模倣能力を評価する目的で作成した。検査者が一側上肢で提示した正中線を越える動作を模倣してもらう。3秒以内にできれば1点とする。合計点は0点から8点の範囲である。

「両側同時模倣」は左右両側上肢の動作模倣能力を評価する目的で作成した。検査者が提示した上肢の両側動作を模倣してもらう。3秒以内にできれば1点とする。合計点は0点から8点である。

5. 解析方法

統計解析は月齢と各検査課題のスコアについて相関分析を行い、Pearsonの相関係数を算出した。有意水準は5%未満とした。相関の高低は、0.2～0.4未満を弱い相関、0.4～0.7未満を中等度の相関、0.7以上を強い相関とした。なお、ソフトウェアはSPSS Statistics version 22.0を用いた。

6. 倫理的配慮

本研究に際し、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学系倫理委員会の承認を得た(承認番号:18121301)。保育園、小学校に研究協力依頼書にて、本研究の目的、方法、倫理的配慮等を十分に説明した上で、対象児の保護者から承諾を得

た。また、対象児にも口頭で検査内容を説明し、同意を得た。

結 果

月齢と各検査項目のスコアの相関を表2に示す。月齢と各課題のスコアにおいて、24項目中14項目の課題で有意な相関が認められた。これらの項目について表2の相関係数を太字で示した。なお、すべての検査を対象児全員に実施したが、「線上歩行」「タンデム歩行」「横ステップ」「背臥位屈曲」「腹臥位伸展」「ロープ巻き」「上肢うつしかえストレート」「上肢うつしかえクロス」「ドミノ」「線引き」「丸の書きうつし」「模倣」「両側同時運動模倣」「正中線交差」「両側同時模倣」の検査項目では、子どもが拒否したもので、欠損値が存在する。

「片足立ち開眼」($r=0.746, p=0.001$)、「横ステップ」($r=0.882, p=0.001$)について月齢とスコアに有意な強い正の相関が認められた。「手指判別」($r=0.466, p=0.007$)、「片足立ち閉眼」($r=0.483, p=0.005$)、「木のブロックに踵立ち」($r=0.685, p=0.001$)、「タンデム歩行」($r=0.499, p=0.004$)、「背臥位屈曲」($r=0.882, p=0.001$)、「両側同時運動模倣」($r=0.472, p=0.007$)について月齢とスコアに有意な中等度の正の相関が認められた。「立体覚」($r=0.368, p=0.038$)と「ドミノ」($r=0.358, p=0.048$)について月齢とスコアに有意な弱い正の相関が認められた。

「上肢うつしかえストレート」($r=-0.750, p=0.001$)、「上肢うつしかえクロス」($r=-0.743, p=0.001$)、「線引き」($r=-0.822, p=0.001$)について月齢とスコアに有意な強い負の相関が認められた。「カードひっくり返し」($r=-0.563, p=0.001$)について月齢とスコアに有意な中等度の負の相関が認められた。

考 察

本研究では、検査開発の予備的研究として、感

表2 各検査のスコアと月齢の相関

領域	検査項目	n	相関係数	p値
感覚識別	手指判別	32	0.466	0.007
	立体覚	32	0.368	0.038
	ベグ入れ	32	0.132	0.471
運動	片足立ち開眼	32	0.746	0.001
	片足立ち閉眼	32	0.483	0.005
	木のブロックに踵立ち	32	0.685	0.001
	線上歩行	31	0.017	0.928
	タンデム歩行	31	0.499	0.004
	横ステップ	31	0.882	0.001
	背臥位屈曲	31	0.471	0.009
	腹臥位伸展	31	0.249	0.178
	カードひっくり返し	32	-0.563	0.001
	ロープ巻き	29	-0.122	0.529
	上肢うつしかえストレート	31	-0.750	0.001
	上肢うつしかえクロス	31	-0.743	0.001
	ドミノ	31	0.358	0.048
	キャッチ	31	0.219	0.237
	舌運動	32	0.195	0.286
	線引き	31	-0.822	0.001
	丸の書きうつし	30	-0.099	0.603
運動企画	模倣	30	0.193	0.307
	両側同時運動模倣	31	0.472	0.007
	正中線交差	31	0.144	0.441
	両側同時模倣	31	0.200	0.280

月齢とスコアに有意な相関の見られた項目について太字で示す。有意水準は5%未満である。

覚や運動の能力に関する検査項目の試案を作成し、3歳から8歳の児に対して、試案のスコアが加齢に伴い一貫して向上するか検証を行うことを目的とした。

本研究で作成した24項目の検査課題のうち、14項目で月齢とスコアに有意な相関が認められた。

手指の表在感覚を評価する「手指判別」1項目、手掌の立体覚を評価する「立体覚」1項目、静的バランスを評価する「片足立ち開眼」「片足立ち閉眼」「木のブロックに踵立ち」の3項目、動的バランスを評価する「タンデム歩行」,「横ステップ」の2項目、姿勢保持能力を評価する「背臥位屈曲」1項目、目と手の協応性を評価する「ドミノ」1項目、模倣能力を評価する「両側同時運動模倣」1項目、計10項目の検査課題で、月齢とスコアに有意な正の相関が認められ、加齢とともにスコアが向上することが認められた。課題の所要時間がスコアとなる「カードひっくり返し」,「上肢うつしかえストレート」,「上肢うつしかえクロス」,引いた線のエラー数がスコアとなる「線引き」

の目と手の協応性を評価する4項目について、月齢とスコアに有意な負の相関が認められた。月齢とスコアに有意な負の相関が認められた項目について、所要時間をスコアとする「カードひっくり返し」「上肢うつしかえストレート」「上肢うつしかえクロス」の課題については加齢とともに課題遂行速度が大きくなることと、「線引き」の課題について、その正確性が向上するというを示している。村上らは個人の発達の程度を評価する尺度では、得点の平均値が年齢とともに一貫した変化を示すことが必要であると述べている¹⁷⁾。このことから、発達検査項目の必要条件として、加齢とともに各項目のスコアが向上すること、または減少することが望ましいということがわかる。よって、本研究において、月齢とスコアに有意な相関のあった14項目の検査課題について、発達的变化を捉える検査として、有用な項目である可能性があると考えられる。

一方、「ペグ入れ」「線上歩行」「腹臥位伸展」「ロープ巻き」「キャッチ」「舌運動」「丸の書きうつし」「模倣」「正中線交差」「両側同時模倣」の11項目の下位検査については、月齢とスコアに有意な相関が認められなかった。

これらの項目については、3歳から8歳の年齢発達傾向を捉えることは難しく、発達検査としての有用性は低いと考えられる。そのため、3歳から8歳までの年齢発達傾向を捉えられるような、検査課題の難易度の調整、実施方法の変更等の必要性が示唆された。

まとめ

今回、手指の表在感覚を評価する1項目、手掌の立体覚を評価する1項目、バランスを評価する5項目、姿勢保持能力を評価する1項目、目と手の協応性を評価する5項目、プラクシスを評価する1項目について、標準的な発達を捉える検査としての有用性が示唆された。その他の検査項目については発達障害を弁別できるか検証していく必要

がある。

本研究の限界と今後の展望

本研究の限界として、症例数が32例と少ないことが挙げられる。今後、症例を増やす必要があると考える。また、検査課題によって、そのスコアに性差が認められる可能性があるため、性別によるスコアの差を検証していく必要がある。そして、発達障害児と定型発達児とのスコアの比較を行い、検査課題が発達障害のリスクを捉えることができるか検証する必要がある。さらに、本研究では、3歳から8歳の子どものデータを収集したが、10歳児までを検査の対象として想定している為、9歳や10歳の児についても本検査が有用であるか検証をする必要である。妥当性及び信頼性についても今後検証していく必要がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、ご協力いただきましたお子さんとそのご家族、小学校及び保育園の先生方に感謝申し上げます。また、本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業JP15K01417の助成を受けたものである。

文献

- 1) Eric F.: Epidemiology of Pervasive Developmental Disorders. *Pediatric Research* 65:591-598, 2009.
- 2) Dido G. Tony C. Andrew P. et al.: Impairment in movement skills of children with autistic spectrum disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology* 51:311-316, 2009.
- 3) Brocki KC. Randall KD. Bohlin G. : Working memory in school-aged children with attention-deficit/hyperactivity disorder combined type: Are deficits modality specific and are they

- independent of impaired inhibitory control? . *Neuropsychol* 30: 749–759, 2008.
- 4) Goulardins JB. Marques JCB. DeOliveira JA. :Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Motor Impairment: A Critical Review. *Percept. Mot. Skills* 124: 425–440, 2017.
- 5) Smith T. Groen AD. Wynn JW. : Randomized Trial of Intensive Early Intervention for Children With Pervasive Developmental Disorder. *American Journal on Mental Retardation* 105: 269–285, 2000.
- 6) Dawson G. Rogers S. Munson J. et al. : Randomized, controlled trial of an intervention for toddlers with autism: the Early Start Denver Model. *Pediatrics* 125:e17–e23, 2010.
- 7) Dawson G. Jones EJ. Merkle K. et al. Early behavioral intervention is associated with normalized brain activity in young children with autism. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 51: 1150–1159, 2012.
- 8) Kasari C. Gulsrud A. Paparella T. et al. : Randomized comparative efficacy study of parent-mediated interventions for toddlers with autism. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 83 : 554–563, 2015.
- 9) 土田玲子, 岩永竜一郎: 日本版ミラー幼児発達スクリーニング検査とJMAP簡易版. パシフィックサプライ株式会社. 大阪, 2003
- 10) Iwanaga R. Kawasaki C. Tsuchida R. : Brief Report: Comparison of Sensory-Motor and Cognitive Function Between Autism and Asperger Syndrome in Preschool Children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*30(2), 169–74, 2000.
- 11) Iwanaga R. Ozawa H. Tsuchida R et al. : Characteristics of the sensory-motor, verbal and cognitive abilities of preschool boys with attention deficit/hyperactivity disorder combined type. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 2006.
- 12) Bundy A. Murray E. Shelly L. :土田玲子, 小西紀一[監訳]: 感覚統合とその実践. 第2版, 協同医書出版社, 東京, 2006.
- 13) Ament K. Mejia A. Wodka E. et al. : Evidence for Specificity of Motor Impairments in Catching and Balance in Children with Autism, 2015.
- 14) Liu T, Breslin C. :Fine and gross motor performance of the MABC-2 by children with autism spectrum disorder and typically developing children, *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2013.
- 15) Roley SS. Mailloux Z. Cermak S. et al. :sensory integration and Praxis Patterns in Children With Autism, *The American Journal of Occupational Therapy*, 2005.
- 16) JPAN感覚処理・行為機能検査実施マニュアル. パシフィックサプライ株式会社. 大阪, 2016.
- 17) 辻井正次, 明翫光宣, 松本かおり他: 発達障害児支援とアセスメントのガイドライン. 金子書房, 東京, 2014.

Development of a new test of sensory-motor function to assess children's development
- A pilot study-

Kamogawa Ken¹⁾ Tokunaga Akiko^{1),2)} Shirakawa Hitomi³⁾
Myoji Seiya⁴⁾ Umeki Minako⁵⁾ Iwanaga Ryoichiro²⁾

- 1) Unit of Health Sciences, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
- 2) Institute of Biomedical Sciences, Nagasaki University Graduate School
- 3) Child Development Center Aiai
- 4) Fukuoka Rehabilitation Support Center Ichibanboshi
- 5) Saga Seishigakuen Handicapped Children's Hospital

Abstract

The purpose of this study is to create a test to assess the development of sensory-motor function, to determine whether test scores correlate with children's aging, and to verify its usefulness as a developmental test. The authors created 24 items and tested them on 32 children aged 3 to 8 years old (average 5.5 ± 1.4 years). As a result, There were significant correlations between 14 item scores and the ages: 1 item assessing the superficial sensation of fingers, 1 item assessing the stereognosis of the palm, 5 items assessing the static and dynamic balance, 1 item assessing the posture holding ability, 5 items assessing fine motor skills, and 1 item assessing imitation ability. Many items in this test could be used to assess developmental changes in children, suggesting their usefulness for inclusion in developmental tests.

Key Words:developmental test, sensory integration, sensory-motor