

言語発達遅延を指摘された未就学児に対する感覚運動刺激による介入

Intervention with Sensory-Motor Stimulation for a Preschool Child with Delayed Language Development: Case Report

佐々木 空¹⁾ Hiroshi Sasaki

1) あかしカイロプラクティック

要旨

小児神経発達症の診断は近年増加傾向にあり、もはや 10 人に 1 人が「学習面、各行動面で著しい困難を示す」時代である。また、小児神経発達症は幼少期だけでなく、生涯にわたって運動・感覚・認知・社会行動に影響を与えることが示されている。一般社会における神経発達症の認知度が高まっていることもあり、養育者は子どもの発達に関する知識を身に着け、早期から注意を払って見守るようになってきている。小児神経発達症に関連する困りごとを脳半球間の成熟インバランスと未熟な脳幹発達に起因するものとして捉え、感覚運動刺激を与えることで神経可塑性変化を促し脳内のネットワークの発達を促すことができるという考え方がある。本症例報告では言語スキルの遅延を指摘された男児に対する感覚運動刺激による介入を行った。検査所見を中心に変化が見られ始めたため、中間報告として紹介する。

キーワード 小児神経発達症、ディスレクシア、自動化障害仮説、小脳機能、原始反射

1. 緒言

小児神経発達症の診断は近年急増しており、2021 年の「通級による指導実施状況調査報告」によると神経発達症（学習症（LD）、注意欠如・多動症（ADHD）、自閉スペクトラム症（ASD））を理由に特別支援を受けている小・中・高校生の人数は過去 15 年間で約 16 倍に増加している¹⁾（図 1）。さらに、令和 4 年の文科省の調査によると、小学校で神経発達症が疑われる小学生の割合は 10.4%（小中学生では約 9%）であり、現在では 10 人に 1 人が「学習面や行動面で著しい困難を示す」とされている^{2), 3)}。神経発達症の診断は長年、子どもに限

られていたが、十数年前から成人も診断基準を満たすことが明らかになった。これは、小児神経発達症が生涯続く疾患であり、子どもたちの将来の可能性を脅かす重大な要因であることを示唆している⁴⁾。Burkley らの研究によると、ADHD の診断を持つ子どもは学業パフォーマンスが低く、コントロール群（15%）と比較して 32% が高校を落第していた⁵⁾。また、認知症の背景に神経発達症が隠れている可能性も示唆されており⁶⁾、例えば、認知症を発症した患者がその発症前から ASD であった可能性が高いという報告がある⁷⁾。

一方で神経発達症の臨床の現状は、おそらく遺伝的な問題だという考え方からそれぞれの困りごとに

対する対症療法として投薬が一般的に行われており、2015年のアメリカではADHDの子どもの2/3にあたる400万人が投薬治療を受けていたと報告されている⁸⁾。薬物の乱用が問題視されることもあり、一例として、ADHDの子どもへの長期的投薬はむしろ成績の低下や精神的問題を増大させる可能性も報告されている⁹⁾。このように一般社会における神経発達症の認知度が高まっていることもあり、養育者は子どもの発育に関する知識を身に着け、早期から注意を払って見守るようになってきている。

小児の発達に関する様々な困りごとを、脳半球間の成熟インバランスやそれに起因するネットワーク形成の障害の観点から捉える考え方がある^{10), 11)}。脳幹の未成熟な状態が存在する時期に応じて脳半球皮質の異常な非対称性発達が起こり、その左右差が半球内の一致性 (coherence) を高める一方で半球間の長距離皮質ネットワークの一致性を阻害することで様々な症状を呈するという仮説である^{12), 13)}。さらに、持続する原始反射の存在が幼児期における脳幹と皮質の接続の未熟さ、ひいては皮質の非対称

性の要因となるとも考えられている。つまりこの仮説は脳梁の髄鞘化が完成する6-10歳以降¹⁴⁾にみられるとされる半球間抑制以外のメカニズムを内包する概念であると考えられる。このような神経発達インバランスはADHDやASDのみならず言語スキル発達との関連性も指摘されている¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。また、学習や社会行動に必要な各種サブスキルの発達遅延と小脳の機能障害の関連性も指摘されている^{18), 19)}。

本症例報告では軽度な言語スキルの遅延を指摘された男児に対し神経学検査を実施し、結果に応じた感覚運動刺激による介入を行った。検査所見を中心に変化が見られ始めたため、中間報告として紹介する。

本症例報告の対象である被施術者は未成年であるため、保護者に対して説明を行い本報告に関する情報の公開に対する同意を得た。さらに、被施術者および保護者のプライバシーを尊重し、個人が特定されないよう十分配慮した報告形式としている。

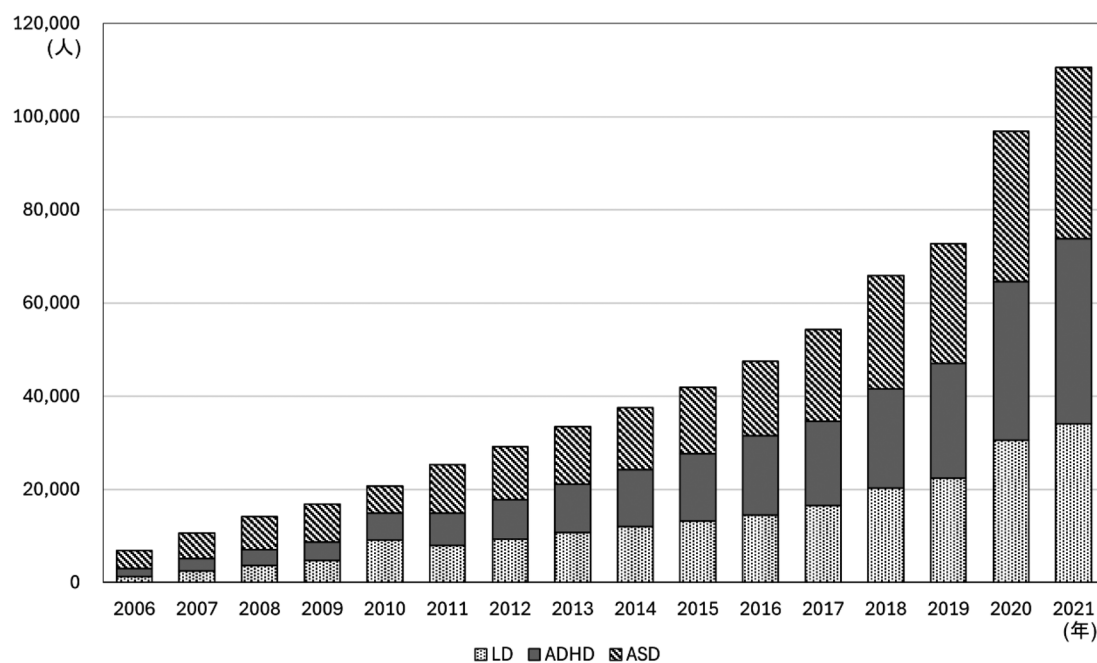


図1 全国の小中高校で通級の指導を受けているLD、ADHD、ASDを持つ子どもの人数の変遷。
文部科学省. 令和3～4年度 特別支援教育に関する調査の結果について. 文部科学省ホームページ. 2023.https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/1402845_00008.htm (accessed 31 May 2024). を元に作図

Ⅱ. 症例提示

1. 症例

来院2ヶ月前に言語発達の遅延を指摘された5歳6ヶ月男児。

2. 既往歴

眼科で左外斜視と指摘された。大きな病気や怪我の既往歴はなく、出生時も安産であった。消化器系の調子も良い状態であった。現在まで投薬は受けていなかった。慢性的な鼻炎と、猫アレルギーがあった。

3. 現病歴

1) 発達テスト

来院2ヶ月前（当時5歳4ヶ月）にK式発達テスト（Kyoto Scale of Psychological Development）において言語発達（特に聞く、話す能力）の遅れを指摘された。総合的な発達年齢（developmental age）が5歳－5歳半であったのに対して、言語発達年齢は4歳半程度であった。発達に関する特別な療育は受けておらず、その必要性も指摘されていなかった。

2) 日常生活中的ご両親からの気づき

（1）言語

語彙力の少なさや、ワーキングメモリの低さが気になっていた。また文字を読むのが遅く、文字を読む際に左目を瞑る時があるようだった。幼稚園や運動教室では指示を聞いていないことがたまにあり、指示の聞き間違いもあった。複数の指示に従ったりそれに答えたりするのが苦手なようであった。また、何度も言わないと理解しないことがあった。自分の気持ちを言葉で伝えることが苦手であるとのことだった。ひらがなは読め、見ながら書くこともできていた。数字を数えることはできていた。

（2）社会行動

辛抱強い方ではなく、考えるよりも先に行動することで間違いを起こすことがあった。コミュニケーション能力は問題ないように思われ、アイコンタクトも取れていた。園内の行動には問題なく、社会の

ルールを理解しているようであった。一方で社交自体は好きではないようだった。静かにするべき場面で喋っていることがあった。気が散りやすく、話を聞き逃すことがあったため、注意力に問題があると感じるとのことだった。

（3）運動

身体のバランス調整能力が低く絵を描くのが苦手であるとのことだった。

（4）感情

新しいことは好きだが飽きやすく、思うようにいかなかった時の気持ちの切り替えが苦手であった。お友達の間違いを指摘して怒ることがあった。初めての挑戦は無理だと思いがちであるようだった。

4. 初診時現症・検査所見

1) 姿勢

立位において股関節前面に荷重したスウェイバック傾向があり、胸郭の屈曲と頸部伸展傾向を認めた。

2) 脳神経

左側の表情筋トーンが僅かに低下していた。匂いは両側において判別可能だったが、右嗅覚が酢の匂いに対して過敏であり、不機嫌になった。左目の輻輳の維持が5秒以上できなかった。眼球の左への滑動性追従運動の滑動性低下がみられ、両側の衝動性眼球運動にオーバーシュートが観察された。リンネテストの左右差はなかった。2音判別検査では右耳からの音刺激の約0.2秒後に左耳からの音刺激を加えた場合と、その逆の順番の刺激の場合に、どちらも左耳の音が先に聞こえたと答えた。左舌偏倚が観察された。

3) 固有感覚、前庭、小脳

閉眼ロンバグテストでの右側への動揺が観察され、右片足立ちは左片足立ちと比較して、開眼時であっても姿勢定位の困難を認めた。指鼻検査では右指使用時に1cmほどの誤差を認めたが、左指使用時には誤差なく行うことができた。他動的な頭部の回旋による前庭眼球反射において、両側で眼球運動の遅延が観察された。水平面での回転（30rpm、20秒）において、左回転後眼振が8秒に対して右

回転後眼振は 12 秒であった。右脚の表在感覚の位置の精度に低下が観察された（閉眼にてエラー 2cm 程度）。

4) 原始反射

原始反射は誘発なしを Grade 0、軽微な誘発を Grade1、顕著な誘発を Grade4 として評価した。非対称性緊張性頸反射は左右ともに Grade1、モロー反射は Grade2（特に大きな音に対して不機嫌になる：驚嘆反射）、脊椎ガラント反射は左右ともに Grade3 であった。

5) 運動機能

背筋（バックエクステンション）の維持は 5 秒までであった。腹筋（クランチ）は 15 回まで可能であった。

6) カイロプラクティック評価

C2RP

Ⅲ. 治療内容と経過

遠方からの来院であることから、これまで 2024 年 3 月、4 月の 2 回の来院に加えメッセージによる遠隔でのヒアリングを複数回行った。来院時は主に上述の検査とホームエクササイズの指導、および観察されたリスティングに対して軽度なスラストを行った。初回のホームエクササイズの指導では眼球運動（左への眼球運動を誘発する方向の前庭眼球反射など）、バランスエクササイズ（右片足立ち）、筋力トレーニング（バックエクステンションやクランチ）に加え、残存の観察された原始反射を再現する運動（たとえば 非対称性緊張性頸反射であれば頸部の回旋と同側の上下肢の伸展運動）、右半身へのマッサージによる表在・固有感覚刺激を実施した。エクササイズは週に 5 日程度の頻度で継続してもらった。

2 回目の来院時の検査所見では、衝動性眼球運動の精度がやや向上していた。2 音判別はすべて正解するようになっていた。閉眼ロンバークテストと開眼右片足立ちの安定性がやや向上していた。他動的な前庭眼球反射において、両側共に眼球運動の遅延の改善がみられた。回転後眼振の左右差はなく、左

右共に 12 秒持続した。驚嘆反射、脊椎ガラント反射の出現はほぼ消失していたが、非対称性緊張性頸反射はわずかに保持されていた（Grade1）。バックエクステンションの保持可能時間が 40 秒にまで延びていた。

その後、2024 年 5 月のオンラインでのヒアリングにおいて、以下の所見が得られた。片足立ちはまだ苦手であった。指示の聞き漏らしなどはまだあるようだったが、気持ちの切り替えが以前より早くなった。また、文字を読む際に左目を瞑るクセはなくなっていた。体操教室で以前よりできることが増えたため、自信がついてきた。遊園地の乗り物や車で乗り物酔いをするようになった。

Ⅳ. 考察

本症例では、発達検査上、特に聞く話すスキルを中心に発達の遅れが指摘されていた。また、語彙力、読字の速度、言語的な情報処理や注意力に関する問題、ワーキングメモリの問題などが養育者によって観察されていた。これらのことから、全般的な言語処理の発育にまたがる兆候が示唆された。

検査結果から総合的に右大脳皮質と脳幹の優位性、および右側の前庭、小脳機能の低下が示唆された。文字を読む際に左目を瞑るクセについても、右目の鼻側からの視覚入力を優位に利用していると仮定すると、視覚処理における右視覚野の優先度が高いと解釈できる。また、初回検査でみられた左聴覚の優位性についても右皮質の優位性の所見と一致した。類似した検査である二分法リスニングテスト（dichotic listening test：左右の耳から異なる音を聞かせ、どちらの音が聞こえたか判別するテスト）を用いた実験では、学習症のひとつのタイプである発達性読み書き障害（ディスレクシア）や ADHD の子どもでは左耳からの聴覚優位性を示すことが分かっている。これに対し、人口の 60 - 70% が右耳の聴覚優位性を持つと言われる。またディスレクシアや ADHD の子どもにおいて、言語処理に関与する側頭葉の側頭平面（planum temporale）は非典型的に右側が大きい傾向があることが示されてい

る²⁰⁾。また、本症例で観察された聴覚モダリティにおける素早い時間処理能力の低下は、短い音の変遷に関する聴覚処理を妨げることで音韻認識、ひいては言語発達に影響を与えることが考えられる。この点において、リアルタイムな多感覚情報フローに対して時間的処理を行っている小脳機能の関与も視野に入れるべきである。

小脳機能に関連して、問診や検査からバランス機能の悪さが観察された。ディスレクシアの子どもが小脳および前庭機能の低下、協調運動障害や姿勢障害を示すという仮説は古くから提唱されており、FrankとLevinson(1973)はディスレクシアを持つ子ども115名のうち97%にロンバーグ検査の陽性を認めている²¹⁾。実際ADHDやディスレクシアでは、姿勢不安定がより頻繁に観察されることが示されており^{18), 22)}、特に姿勢保持タスクと運動・認知タスクによる二重課題条件下における姿勢調節機能の低下は、2つ目の課題が消費する注意リソースの大きさによって変動する²²⁾。つまり、発達の困りごとをもつ子どもは小脳機能を維持したり認知タスクを実行したりするためにより多くの注意リソースを割かなければならないことを示唆している。また、眼球運動、特に輻輳と衝動性眼球運動機能は視覚的注意配分や読字スピードに影響を与える

とされるが、これもディスレクシアにおいて成績が悪いことが報告されている。また、ディスレクシアを持つ子どもは眼球運動機能の負荷が高い状態において姿勢が悪くなり、バランスの安定性が低下することも報告されている²³⁾。NicolsonとFawcett(1999)は、小脳機能の低下がディスレクシアにおけるバランス障害、運動障害、音韻障害、書字障害、さらに読字障害に繋がる仮説的な因果連鎖を示している¹⁸⁾(図2)。

この仮説によると、小脳機能の低下は軽度の運動障害として発現し、手書きの困難さに影響を与える。発声と調音は最も複雑な協調運動を要求する運動スキルの一つであるため、運動障害は発語のマイルストーンの遅れの原因の一つとして考えられる。同じ巧緻運動である指先を使った把持動作などの微細運動スキルの発達も発語と同時期に発現することが分かっており、これは左大脳皮質の初期発達に起因すると考えられている²⁴⁾。発声の非流暢性は聴覚フィードバック処理のリソースを奪い、音韻認識の発達を阻害する。音韻認識の障害は読字困難の要因の一つとなる。

また、ディスレクシアを持つ子どもは習得した技能や知識を自動化すること、すなわち手続き学習(procedural learning system)に困難を抱えてい

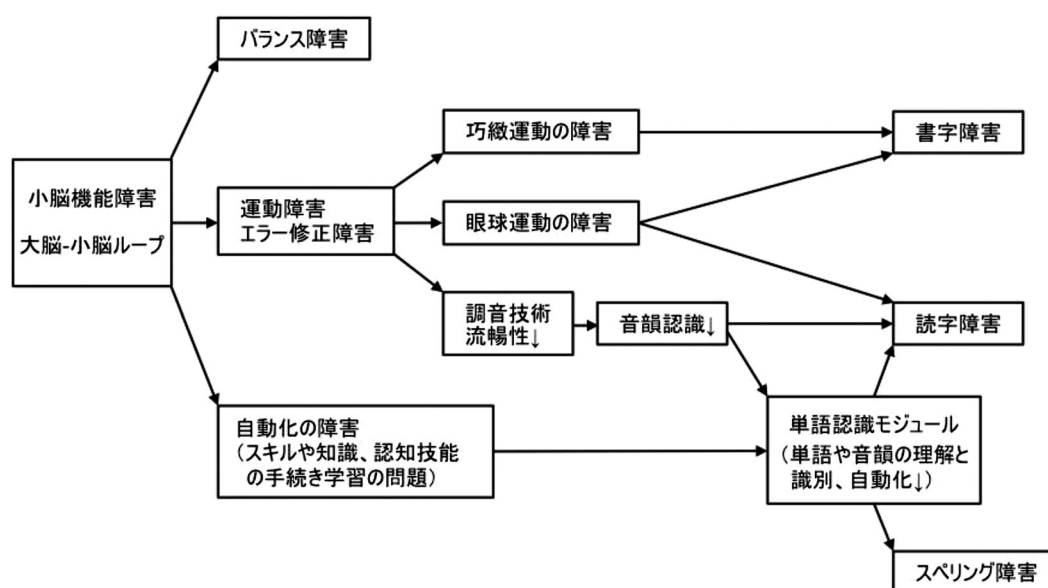


図2 小脳機能低下と言語発達の因果連鎖. Nicolson RI, Fawcett AJ. Developmental dyslexia: The role of the cerebellum. *Dyslexia* 1999; 5: 155-177. Figure1. を元に引用者が独自の解釈を加え改変・作図

るという自動化障害仮説 (automatisation deficit hypothesis) から、やはり小脳機能（および大脳基底核や補足運動野）の関与が強調されている^{18), 19)}。これは、表記された文字とその読み（音）の対応や識別の自動化を含んだものであり、言語スキルに直接的に影響を与えると考えられる。自動化が行えない子どもは、通常、運動や知覚、認知技能において意識的な代償を行うことで表面上は問題なく振る舞う場合もあるが、上述した注意リソースの過剰消費の問題を抱えることで神経的な易疲労性や注意力の欠如、多重タスクの実行における困難といった症状を抱えることになると考えられる。

このような理由から、言語スキルの遅延、バランスや運動スキルの障害、および自動化の困難の背後には小脳の機能低下が共通して関与している可能性がある。したがって、小脳を中心とした感覚運動系へのアプローチは、ディスレクシアなどの言語発達遅延を持つ子どもたちに有用であり、小脳の機能低下が疑われる場合には特に重要であると考えられる。

本症例の検査所見で明らかになったバランス、眼球運動、固有感覚処理、前庭感覚処理における問題に加え、問診から得られた注意力の低下や指示の聞き間違いなどの認知的な問題についても、小脳機能の関与を考慮した多角的なアプローチを含むプログラムを設計することが重要である。適切な固有感覚入力を増やすと同時に、バランス機能に負荷をかける姿勢タスク、またタスク処理のキャパシティを観察しながらではあるが将来的には二重課題のように知覚や認知タスクを複合的に取り入れることが求められる。

また原始反射の残存と神経発達症の関連性も指摘されており、反射の統合は脳幹や前頭葉の可塑性を刺激することで皮質間ネットワークの形成を助けることが示唆されている^{11), 16)}。乗り物酔いを経験するようになったことについては、回転後眼振の延長にも見られるように、前庭入力、特に半規管由来の感覚処理を行えるようになったと解釈される。この新しい感覚情報を他のモダリティの感覚と統合して身体図式や空間認知を構成する能力が向上すること

で、乗り物酔いの症状の軽減も期待される。

V. 結語

本稿では、言語スキルやバランス機能、聴覚認知または注意力の欠如を中心とした困りごとを持つ男児に対し、脳側性を考慮した体性感覚入力、眼球運動、バランスエクササイズ、原始反射エクササイズなどを複合的に取り入れたプログラムを検討し、その中間報告を行った。また、皮質のインバランスに加えて特に小脳機能低下から連鎖しうる様々な運動、感覚、認知スキルの障害や自動化の困難について言及し、言語発達遅延に対する新たなアプローチの可能性を示唆した。

本症例では検査結果から改善傾向にあると解釈できる所見は得られているが、実際の愁訴の明らかな変化はまだはっきりと見られていない。そのため、引き続き介入と経過観察を継続していく予定である。また、より正確なフォローアップや他業種との連携のため、定量的かつ客観的な評価基準を設ける必要がある。

VI. 利益相反に関する開示

本症例報告に関連して経済的利益は一切受けていない。利益相反の開示事項はない。

謝辞

本症例への施術提供にあたり、BBIT 代表 吉澤公二先生より小児神経発達に関する貴重な知見を賜りましたことに、心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 文部科学省. 令和3～4年度 特別支援教育に関する調査の結果について [Internet]. 文部科学省ホームページ. 2023. Available from: https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/1402845_00008.htm, (accessed 2024-5-11)
- 2) 文部科学省. 通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果（令和4年）について [Internet]. 文部科学省. 2022. Available from: https://www.mext.go.jp/b_menu/

- houdou/2022/1421569_00005.htm, (accessed 2024-5-11)
- 3) 日本放送協会. 発達障害の可能性のある小中学生は学級に8.8% 文科省調査 [Internet]. Available from: <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20221213/k10013921321000.html>, (accessed 2023-05-18).
 - 4) Khouzam HR, El-Gabalawi F, Pirwani N, Priest F. Asperger's disorder: A review of its diagnosis and treatment. *Compr Psychiatry*. 2004 ; 45 (3) : 184-91.
 - 5) Barkley RA, Fischer M, Smallish L, Fletcher K. Young adult outcome of hyperactive children: adaptive functioning in major life activities. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2006 Feb ; 45 (2) : 192-202.
 - 6) 園田康博. パーキンソニズムのある認知症と発達障害. 認知症治療研究会会誌. 2021 ; 7 (1) : 3-19.
 - 7) Midorikawa A, Kawamura M. The Relationship between Subclinical Asperger's Syndrome and Frontotemporal Lobar Degeneration. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*. 2012 Jan ; 2 (1) : 180-6.
 - 8) Ellison K. Can Attention Deficit Drugs "Normalize" a Child's Brain? The New York Times [Internet]. 2015 Feb 2 [cited 2023 Apr 18] ; Available from: <https://archive.nytimes.com/well.blogs.nytimes.com/2015/02/02/can-attention-deficit-drugs-normalize-a-childs-brain/>
 - 9) Wang SS. ADHD drugs don't boost kids' grades. The Wall Street Journal. 2013 ;
 - 10) Melillo R, Leisman G. Autistic spectrum disorders as functional disconnection syndrome. *Rev Neurosci*. 2009 ; 20 (2) : 111-31.
 - 11) Yoshizawa K. Brain Base Integration Therapy. 2022.
 - 12) Leisman G. Coherence of hemispheric function in developmental dyslexia. *Brain Cogn*. 2002 Mar ; 48 (2-3) : 425-31.
 - 13) Leisman G, Melillo R, Thum S, Ransom MA, Orlando M, Tice C, et al. The effect of hemisphere specific remediation strategies on the academic performance outcome of children with ADD/ADHD. *Int J Adolesc Med Health*. 2010 Apr-Jun ; 22 (2) : 275-83.
 - 14) O'Leary DS. A developmental study of interhemispheric transfer in children aged five to ten. *Child Dev*. 1980 Sep ; 51 (3) : 743-50.
 - 15) McPhillips M, Sheehy N. Prevalence of persistent primary reflexes and motor problems in children with reading difficulties. *Dyslexia*. 2004 Nov ; 10 (4) : 316-38.
 - 16) Melillo R. Persistent primitive reflexes and childhood neurobehavioral disorders. *Neuroplasticity in learning and rehabilitation*. 2016; 263 : 65-99.
 - 17) Bilbilaj S, Gjipali A, Shkurti F. Measuring Primitive Reflexes in Children with Learning Disorders. *Europ j multidiscip stud*. 2017 May 19 ; 2 (5) : 176-89.
 - 18) Nicolson RI, Fawcett AJ. Developmental dyslexia: The role of the cerebellum. *Dyslexia*. 1999 Sep 1 ; 5 (3) : 155-77.
 - 19) Alvarez TA, Fiez JA. Current perspectives on the cerebellum and reading development. *Neurosci Biobehav Rev*. 2018 Sep; 92 : 55-66.
 - 20) Foster LM, Hynd GW, Morgan AE, Hugdahl K. Planum temporale asymmetry and ear advantage in dichotic listening in Developmental Dyslexia and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *J Int Neuropsychol Soc*. 2002 Jan ; 8 (1) : 22-36.
 - 21) Frank J, Levinson H. Dysmetric dyslexia and dyspraxia. Hypothesis and study. *J Am Acad Child Psychiatry*. 1973 Oct ; 12 (4) : 690-701.
 - 22) Rochelle KSH, Talcott JB. Impaired balance in developmental dyslexia? A meta-analysis of the contending evidence. *J Child Psychol Psychiatry*. 2006 Nov ; 47 (11) : 1159-66.
 - 23) Bucci MP, Mélithe D, Ajrezo L, Bui-Quoc E, Gérard CL. The influence of oculomotor tasks on postural control in dyslexic children. *Front Hum Neurosci*. 2014 Dec 9; 8 : 981.
 - 24) Ramsay DS. Onset of duplicated syllable babbling and unimanual handedness in infancy: Evidence for developmental change in hemispheric specialization? *Dev Psychol*. 1984 Jan ; 20 (1) : 64-71.

著者略歴

佐々木 空 Hiroshi Sasaki DC, PhD

2005 年、RMIT 大学健康科学部カイロプラクティック学科日本校卒業 (B.App.Sc., B.C.Sc.)。2010 年同大学大学院博士過程修了。体性感覚入力と原始反射に関連する研究に携わる。帰国後カイロプラクティック院への勤務を経て、あかしカイロプラクティック院長。BBIT 認定療法士。電気学会 知覚情報技術委員会において人体姿勢と動作の定量化支援技術協同研究委員会委員長。博士 (カイロプラクティック学)。

連絡先

Email : info@akashi-chiro.com