

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2008

課題番号：197 30466

研究課題名（和文） 発達障害児における自己モニタリングの脳機能評価

研究課題名（英文） Evaluation for brain function of self-monitoring by children with development disabilities

研究代表者

竹内 康二 (TAKEUCHI KOJI)

明星大学・人文学部・講師

研究者番号：00400656

研究成果の概要：定型発達成人および広汎性発達障害児に対して NIRS を用い、課題（計算、書字、迷路）遂行中の脳機能を、自己モニタリング手続きを行う条件と行わない条件で比較した。その結果、自己モニタリング条件では、定型発達成人と広汎性発達障害児の両者において前頭連合野の特徴的な活動（酸素化ヘモグロビンの急激な変化の繰り返し）が測定された。自己記録行動が生起する度に脳活動が変化していると考えられた。しかし、そうした脳活動の特徴は広汎性発達障害児において定型発達成人ほど明確ではなかった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	0	2,200,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	300,000	3,500,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：学習・行動分析、近赤外分光法

1. 研究開始当初の背景

これまで主に発達障害児を対象とした自己モニタリングの研究を実施し、教科学習における課題従事率（竹内・大賀・野呂, 2004）や学業達成の向上（Takeuchi & Yamamoto, 2001）、学習効率（単位時間あたりの学習量）の向上（Takeuchi, 2002）において自己モニタリングの実践的な成果を示してきた。この

ように、自己モニタリングによって行動が変化する効果は反応性効果（reactivity effect）と呼ばれ、様々な研究においてもその効果は明らかとなっている（King-Sears & Carpenter, 1997; Nelson & Hayes, 1981）。また、こうした事例研究の成果を踏まえて、自己モニタリングの反応性効果を理論的に解明する研究も行ってきた（竹内・山本,

2004 ; 竹内・園山, 2007)。

一方、人体に全く無害な非侵襲的手法である近赤外分光法 (NIRS ; Near Infrared Spectroscopy) によって、自閉症児の行動機能改善にともなう脳血流 (酸化ヘモグロビン、脱酸化ヘモグロビン) を分析する研究が行われ始めた。特に、共同注視、指差し理解、模倣、聞き取り理解、絵カード等の弁別学習にともなう脳血流の変化については、自閉症児を対象に測定可能であることがこれまでの予備研究でわかってきた。学習課題遂行中の集中度や動機付けに対応して、前頭前野の酸化ヘモグロビン量に変化が見られることを示すデータも得られている (Takeuchi, Takeuchi, & Yamamoto, 2007)。

2. 研究の目的

本研究は、軽度の発達障害児、特に高機能自閉症児、学習障害児、注意欠陥/多動性障害児を対象に、教科学習課題遂行中の脳血流を近赤外分光法 (NIRS) により測定し、以下の3点を明らかにする。

(1) 自己モニタリングによって活性化する脳の部位の特定：サルの脳研究において前頭連合野には、刺激の意味を捉えるニューロン、反応の準備・遂行・フィードバックを担うニューロン、不必要な反応を抑制するニューロン、将来を予測・期待するニューロン、反応結果を評価するニューロンが存在することがわかってきた (渡部, 2005)。ヒト研究においては、ワーキングメモリー、プランニング、推論、判断などの機能が前頭連合野にあることわかっている (Sirigu et al., 1995; Waltz et al., 1999; Zalla et al., 2001)。しかし、自分で自分の行動をモニタリングしているとき、脳のどの部位の活動するのか明らかにされていない。本研究では、単に課題を遂行しているとき、自己モニタリングしながら課題を遂行しているときの脳活動を比較することで、自己モニタリングによって活性化する脳の部位を特定する。

(2) 障害の有無によって異なる脳活動の特徴：高機能自閉症児、学習障害児、注意欠陥/多動性障害児を対象とすることで、それぞれが自己モニタリングしているときの脳活動を定型発達児者と比較検討する。

(3) 脳活動の特徴：自己モニタリングによって活性化する脳の部位について、NIRSによって測定される脳血流がどのような変化を示すのか検討する。特に、自己モニタリングを導入して課題を行っている際の時間経過に伴う脳血流 (酸化ヘモグロビン、脱酸化ヘ

モグロビン) の上昇または下降の傾向を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 参加児

高機能自閉症児 2 名、学習障害児 2 名、注意欠陥/多動性障害児 2 名、定型発達児者 2 名が研究に参加した。

(2) 個別プロフィールのアセスメント

参加児の認知、言語、社会性の全体像を多角的に把握するために、①知能検査 (田中ビネー, WISC-III)、②発達検査 (K 式発達検査, デンバー発達検査)、③適応行動検査 (ABS 適応検査, バインランド適応行動検査)、④言語検査 (ITPA)、⑤認知機能検査 (K-ABC)、⑥社会性発達検査 (S-M 社会生活能力検査)、⑦自閉性障害検査 (PEP-R, CARS) などの各種検査を必要に応じて行った。

(3) 予備実験

課題の正答率と前頭前野の活動の関係を見るために予備実験を 2 名の自閉症児と 1 名の定型発達児に実施した。

自閉症男児の A 児は、生活年齢 10 歳 4 ヶ月、WISC-III による IQ45 (言語性 IQ53、動作性 IQ47) であった。自閉症女児の B 児は、生活年齢 7 歳 6 ヶ月、WISC-III による IQ68 (言語性 IQ65、動作性 IQ78) であった。定型発達の女児は、生活年齢 5 歳 3 ヶ月、新版 K 式発達検査による発達年齢 6 歳 8 ヶ月であった。

参加者の前頭前野の位置に 3×5 (22 チャンネル) のプローブを配置した。国際式 10-20 法の Fpz にプローブの下段を合わせ、プローブの中心を正中線に合わせた (図 1)。

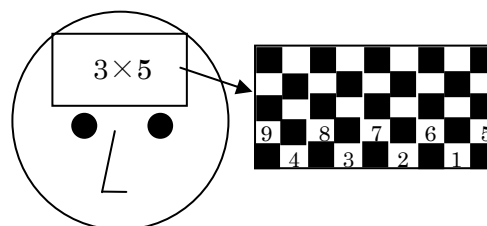


図 1 プローブとチャンネルの配置

参加者と実験者は防音室内で、机を挟んで対面して着席して課題を行った。課題の内容は概念学習に関するもので、実験者が挙げた物品名に応じたカテゴリー名を参加者が答える形式で行われた。例えば、実験者が「り

んごは何？」に対して、参加者は「くだもの」と答えることが正反応として求められた。カテゴリ名と物品名は参加者によって異なり、適度な難易度になるように調整した。

参加者の応答に対して、ベースライン条件では正誤のフィードバックはせず、次の試行に移行した。指導条件では、正反応のとき言語賞賛し、無反応または誤反応のときは実験者が正答を伝え、参加者が繰り返した。

カテゴリは3種類であり、1カテゴリにつき3つの物品名としたので、計9つの物品名が用意された。9つの物品名はランダム順に提示され、9試行で1ブロックとし、5ブロック実施した。

ブロックごとに1~9チャンネルから得られたトータルヘモグロビンを加算し、さらに9試行分を加算した。また、実験者が質問（物品名）を提示した時点で値が0になるように基準を設定した。

結果、自閉症児2名（A児、B児）と定型発達児において、最も正答率の低いブロックと正答率の高いブロックを比較した（図2、図3、図4）。3名とも正答率が高くなると、実験者の質問提示の付近を最低点としたV字型の線形となった。

自閉症児2名に言語指導を行った結果、課題の正答率の向上に伴って、前頭前野のトータルヘモグロビンの増減に一定のパターンが見られた。質問が提示されるまでは減少し、質問が提示されると急激に増加する傾向であった。定型発達児においても同様の傾向が見られた。子どもが集中して学習に取り組んでいるときに、こうした脳活動の傾向が見られとことが示唆される。

（4）自己モニタリングの脳機能計測

参加児はそれぞれ2ヶ月に一度のペースで計9回の脳機能計測を実施した。

①課題の内容

課題としては、計算と漢字の書き取り、迷路の3種類を用いた。課題の難易度は参加者の学習レベルに応じたものとした。

②自己モニタリングの手続き

自己モニタリングの手続きは、①あらかじめ指定された行動の生起を測定するために自分の行動を観察し、②観察された行動の生起を記録するという2つの要素によって構成される（Nelson & Hayes, 1981）。本研究の自己モニタリングの手続きは、注意の自己モニタリング（SMA; Self-Monitoring of Attention）であった。注意の自己モニタリ

ング（SMA）は、課題中に鳴らされるアラーム音などを手がかりに、そのとき自分が注意を払って課題に取り組んでいるかどうかを自分で確認し、記録するという手続きであり、LD・ADHD・自閉症の生徒を対象に学習場面での効果が報告されている（Heins et al., 1986; Takeuchi & Yamamoto, 2001）。

③近赤外分光法（NIRS）による脳機能計測の方法

近赤外光とは可視領域と赤外領域の間の、通常700~3,000ナノメートルの波長の光を指す。可視光に比べて生体組織による散乱が少なく、吸収減衰も少ないため良好な透過性を示す。酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンでは近赤外光領域での吸収スペクトルが異なる。したがって生体を透過してきた近赤外光は、透過してきた部位における血中ヘモグロビンの酸化に関する情報を含んでいることになる。実際の測定では、2あるいは3波長の近赤外レーザー光を用い、生体を透過してきた各近赤外光をフォトダイオードで検出し、それぞれの波長の透過光量から酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化を算出する。本研究では、課題遂行中の前頭皮質、側頭皮質、頭頂皮質を対象に、3センチメートル間隔で詳細に測定する。そして、特に自己モニタリング実施中、特定的に酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの濃度が変化する皮質の箇所を同定する。

4. 研究成果

定型発達成人および広汎性発達障害を対象とし、言語学習に関する課題遂行中の脳機能をNIRSによって計測した。測定では、2あるいは3波長の近赤外レーザー光を用い、生体を透過してきた各近赤外光をフォトダイオードで検出し、それぞれの波長の透過光量から酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化を算出した。その結果、定型発達成人と自閉症児のどちらにおいても、課題に集中して取り組んでいる状態、特に課題の正答率が高いときには前頭皮質において一定の活動パターン（酸素化ヘモグロビンの増加）を見ることができた。

また、定型発達成人および広汎性発達障害児に対してNIRSを用い、課題（計算、書字、迷路）遂行中の脳機能を、自己モニタリング手続きを行う条件と行わない条件で比較した結果、自己モニタリング条件では、定型発達成人と広汎性発達障害児の両者において前頭連合野の特徴的な活動（酸素化ヘモグロビンの急激な変化の繰り返し）が測定された。自己記録行動が生起するタイミングに同期して脳活動が変化していると考えられた。そうした脳活動の特徴は広汎性発達障害児よ

りも定型発達成人において明確であった。その違いが生活年齢によるものかまたは障害特性によるものか今後検討すべきであろう。

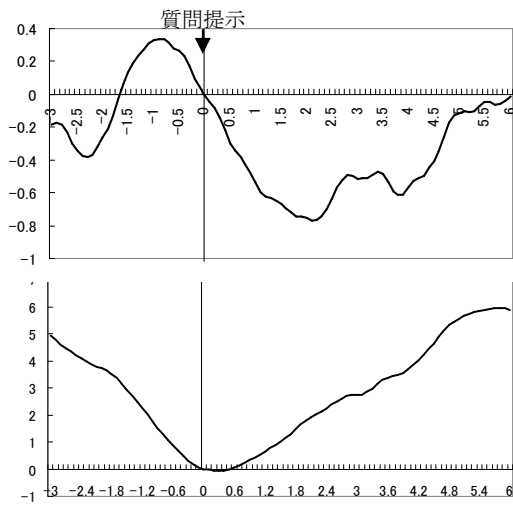


図2 A児の学習前後の比較

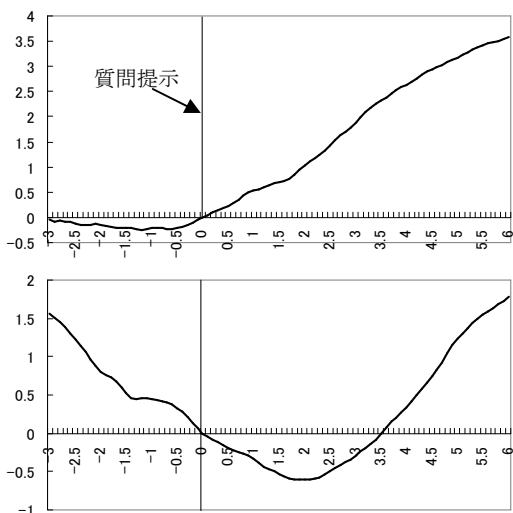


図3 B児の学習前後の比較

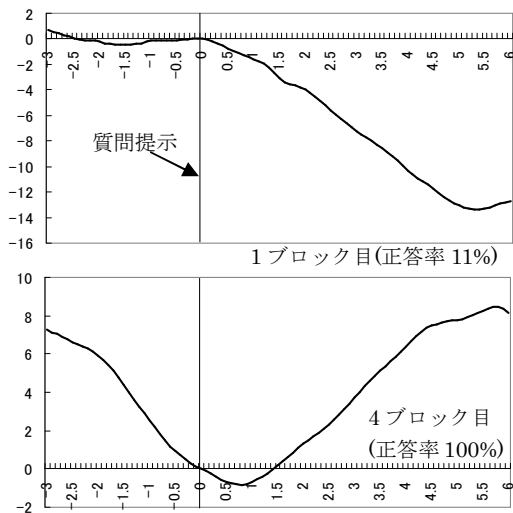


図4 定型発達児の学習前後の比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

①竹内康二・園山繁樹、発達障害児における自己管理スキル支援システムの構築に関する理論的検討、行動分析学研究、20(2)、2007、88-100、査読有

②竹内康二、セルフ・マネジメントと応用行動分析学、明星大学心理学年報、28、51-54、2010、査読無

③榎本拓哉、竹内康二、自閉症児の観察学習についての展望：in Vivo モデリングとビデオモデリング手続きからの考察、明星大学心理学年報、28、11-15、2010、査読無

〔学会発表〕(計3件)

①竹内康二、“行動の流れ”を制御する：時間的指標を用いた応用技法の紹介と基礎研究からの提言．流暢性と自己モニタリング、日本行動分析学会第25回年次大会、平成19年8月4日、立教大学

②Koji Takeuchi, Jun'ichi Yamamoto, and Mizuho Hisatomi, Intensive Supervision for Teachers Conducting Behavioral Treatment for Children with Autism in Indonesia, Association for Behavior Analysis International 33rd Annual Convention, 平成19年5月28日、Manchester Grand Hyatt San Diego

③Yuno Takeuchi, Koji Takeuchi, and Jun'ichi Yamamoto, The Effects of Receptive-Language Training on Functional Verbal Behavior and Brain Function, Association for Behavior Analysis International 33rd Annual Convention, 平成19年5月28日、Manchester Grand Hyatt San Diego

6. 研究組織

(1)研究代表者

竹内 康二 (TAKEUCHI KOJI)

明星大学・人文学部・講師

研究者番号：0040065

