

論文

視覚刺激および聴覚刺激を用いた持続的遂行課題 (CPT) における反応時間と正答率に関する基礎的検討

小林 優子*・田原 敬**・小 渕 千 絵***

本研究では、健常成人22名とADHDおよびASDの診断を受けている成人（以下ADHD者およびASD者）各1名を対象とし、持続的遂行課題（Continuous Performance Test; CPT）における提示刺激の違い（視覚刺激と聴覚刺激）による影響や、CPT-XおよびCPT-AX課題という課題内容の違いにより反応時間や正答率に差が生じるか検証を行った。その結果、健常成人においては刺激の種類により反応時間に差が生じる傾向が見られ、聴覚刺激を用いた課題の方が反応時間が延長する傾向が見られた。また、ADHD者やASD者では視覚刺激と聴覚刺激による反応時間の差がより広がる傾向が見られた。正答率については健常成人ではいずれの条件でも100%近い正答率を示したが、誤答については、標的の刺激以外で反応するような誤答の生起率が高い傾向が見られた。ADHD者とASD者の正答率も健常成人と同程度の水準を示したが、いずれも聴覚刺激による条件のみ誤答が出現していた。これらの結果から、聴覚刺激と視覚刺激によるCPTの反応時間や誤答の出現傾向において、発達障害者に特徴的な反応が現れることが示唆された。

キー・ワード：持続的遂行課題 (CPT), 視覚刺激, 聴覚刺激, 発達障害

1 問題と目的

注意とは、外的・内的な事象に対する心的過程であり、集中、持続的注意、無関係な刺激への反応抑制（もしくは選択的注意）、注意の移動（シフティング）などの様々な要素を含んでいる（Denckla, 1996; Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Kellam, 1991）。Luria(1966)は、注意と抑制の機能は大脳辺縁系や前頭葉が介在しており、これらの部位が障害された場合は、注意が転導しやすさや時間経過とともに注意が持続できなくなると述べている。こうした注意機能の低下を示す疾患・障害として、注意欠陥多動性障害（ADHD）や自閉症スペクトラム障害（ASD）などが挙げられる。

持続的注意や衝動性の機能を測定する検査として、持続的遂行課題（Continuous Performance Test; CPT）が広く用いられている。CPTは、Rosvold, Mirsky, Sarason, Bransome, and Beck (1956) が最初に考案し、標的の刺激である“X”の文字が現れた場合にレバーを押し、他の文字が提示された場合は反応を抑制するという課題（CPT-X課題）と、“X”の直前に“A”の文字が提示された場合のみ標的の刺激とする課題（CPT-AX課題）を報告した。さらにRosvold et al(1956)は、脳障害のある患者と健常成人との間で課題の成績を比較したところ、CPT-X課題でも差は見られたが、CPT-AX課題ではさらにその差が広がるという結果を示した。CPT-AX課題は特定の警告刺激（A）呈示の直後に出現する標的の刺激（X）にのみ反応を求めため、警告刺激呈示を検出した時点で次の刺激に対する反応準備が可能になる。その際、次に呈示される刺激へ持続的注意を向け、より多くの刺激処理のリソースを配分しながら反応選択に至っていることが想定されるため、CPT-AX課題は、

反応準備形成から反応選択に至るまでのダイナミックな過程を検討するのに適しており、特に反応実行やその抑制などに困難さが顕著なADHDの行動制御過程を評価するのに有効な方法といえる（岡崎・川久保・細川・前川, 2001）。

また、CPTは用いる刺激や刺激提示条件によりさまざまな種類に分かれる。特に刺激間隔（Inter-Stimulus Interval; ISI）が一定だと、刺激が提示されるタイミングを予想しやすくなるが、ISIをランダムにすることで健常児とADHD児の正答率の差が広がったという報告（岡崎ら, 2001）がある。また、先行研究の多くは文字などの視覚刺激を用いたものが多いが、聴覚刺激を用いた研究を概観すると、ADHD児は反応時間において健常児より遅い、もしくはばらつきが見られるという結果が報告されていたり、正答率が低く誤反応が多くなるという報告がある（Stevens, Pearlson, & Kiehl, 2007; Gomes, Duff, Ramos, Molholm, Foxe, & Halperin, 2012; Orinstein & Stevens, 2014）。しかし、これらの研究は刺激のモダリティによる影響を比較しておらず、どのようにCPT-X課題およびCPT-AX課題の正答率や反応時間における影響が現れるか検証をしていない。

そこで本研究では、健常成人と発達障害者を対象とし、CPT-XおよびCPT-AXというCPT課題の条件の違いと、視覚刺激および聴覚刺激というモダリティの違いが、どのように課題の正答率や反応時間にどのように影響するかという点について基礎的検討を行うことを目的とする。

2 方法

2-1 検査場所および期間

上越教育大学特別支援教育実践研究センター内の防音室において、201X年11月～201X+1年7月に実施した。

2-2 検査音と装置

刺激提示のプログラムはE-prime2 (Psychology Software

* 上越教育大学大学院学校教育研究科

** 茨城大学教育学部

*** 国際医療福祉大学言語聴覚学科

Tools) により作成した。また、刺激はノートパソコン (Let's NoteCF-SX2, Panasonic) を通して提示し、聴覚刺激を提示する条件では、ヘッドフォン (HD280, Zenheiser) を対象者に装着させた。視覚刺激および聴覚刺激は「1 (いち)」「2 (に)」「3 (さん)」「4 (よん)」「5 (ご)」「6 (ろく)」「9 (きゅう)」の7種類の数字とした。視覚刺激を提示する場合はノートパソコンのスクリーンに4 cm × 4 cmの大きさでアラビア数字を提示し、聴覚刺激を提示する条件では成人女性のアナウンサーによる各数字の発話を刺激音として用いた。

2-3 対象者

健常成人22名およびADHDの診断を受けている成人男性1名、ASDの診断を受けている成人男性1名の計24名を対象とした。健常成人はこれまでに発達障害の診断を受けていない大学院生であり、男性12名女性10名で、年齢は23~30歳であった。

ADHD者は、医療機関でADHDの診断を受けている24歳の成人男性であった。ASD者は医療機関でASDの診断を受けている18歳の成人男性であった。なお、両名とも知的障害の診断については受けていない。

2-4 手続き

実験条件はCPT課題の内容 (CPT-XとCPT-AXの2種類) と刺激のモダリティ (視覚刺激と聴覚刺激の2種類) により4条件設定した。CPT-X課題では、標的刺激「9」が提示されたら即時に反応するよう対象者に求めた。一方、CPT-AX課題は、特定の先行刺激「1」の後に標的刺激「9」が提示された場合のみ即時に反応するよう対象者に求めた。さらに、提示する刺激のモダリティにより、視覚刺激 (V条件) を提示する条件と聴覚刺激 (A条件) を提示する条件を設定し、CPT-X(V) 条件、CPT-X(A) 条件、CPT-AX(V) 条件、CPT-AX(A) 条件を設定した。各条件の実施順序は対象者間でカウンターバランスを取るよう設定した。

CPT-X (V) 条件およびCPT-X (A) 条件では、全試行数が100回のうち、CPT-AX (V) 条件およびCPT-AX (A) 条件では、全試行数100回のうち、先行刺激「1」の次に標的刺激「9」は15回出現した。ISIは800ms, 1500ms, 3000msのいずれか間隔が同程度の頻度で提示されるように設定した。刺激の提示時間は、聴覚刺激の持続時間 (約150ms) に合わせて200msとした。

また、CPT-X (V) 条件およびCPT-X (A) 条件では、数字の「9」が提示されたら、できるだけ速くスペースキーを押すように教示した。また、CPT-AX (V) 条件およびCPT-AX (A) 条件では、「1」の後に「9」が提示されたら、できるだけ速くスペースキーを押すように教示した。

2-5 分析

健常成人、ADHD者、ASD者の反応時間および正答率、標的刺激に反応しなかった誤答 (Omission)、標的刺激以外で反応した誤答 (False Alarm ; FA) の生起率を算出し、各条件間の比較を行った。なお、反応時間は、刺激を提示してからスペースキーを押すまでに要した時間を計測した。健常成人については、各条件間の比較にCPTの課題の種類 (CPT-X, CPT-AX) と刺激のモダリティ (V, A) による2要因分散分析を用いた。

3 結果

3-1 各条件における反応時間

Fig.2に健常成人の反応時間の分布と、ADHD者およびASD者の反応時間を示した。なお×印は健常成人の各条件における反応時間の平均値を示しており、CPT-X (V) 条件では433.1ms, CPT-AX (V) 条件では429.7ms, CPT-X (A) 条件では478.3ms, CPT-AX (A) 条件では473.8msであった。また、各条件での反応時間の範囲は、CPT-X (V) 条件では345.5~592.5ms, CPT-AX (V) 条件では297.0~595.0ms, CPT-X

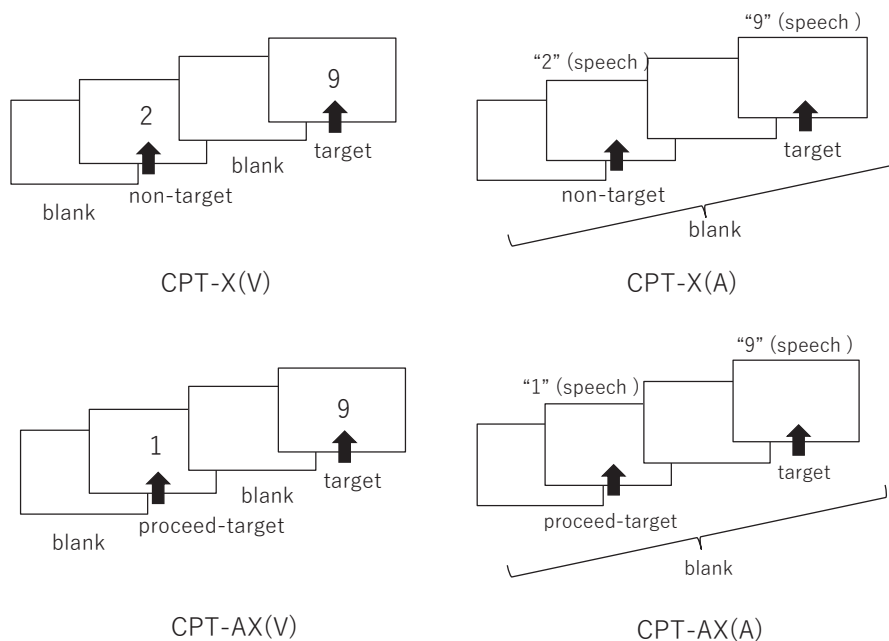


Fig. 1 CPT-X (V), CPT-X (A), CPT-AX (V), CPT-AX (A) の各条件の刺激提示モデル

(A) 条件では312.0~594.5ms, CPT-AX(A) 条件では334.0~651.0msであった。

健常成人の各条件間の反応時間について2要因分散分析（被験者内計画）を行ったところ、交互作用については有意ではなかったが（ $F(1,21)=0.00$ ）、刺激モダリティの主効果について、1%水準で有意な差が見られた（ $F(1,21)=23.34$, $p<.01$ ）。またCPT課題の種類の主効果については有意な差は見られなかった（ $F(1,21)=0.14$ ）。すなわち、視覚刺激と聴覚刺激における反応時間は有意な差が見られたが、同じ刺激のモダリティの条件間ではCPT-X, CPT-AXによる反応時間の差が見られないことが示された。

また、Fig.2にADHD者とASD者の反応時間を同じ図上にプロットした。各条件の反応時間は、ADHD者はCPT-X(V)条件で471.5ms, CPT-AX(V)条件で374.3ms, CPT-X(A)条件で582.4ms, CPT-AX(A)条件で533.1msであった。ASD者は、CPT-X(V)条件で408.9ms, CPT-AX(V)条件で402.1ms, CPT-X(A)条件で536ms, CPT-AX(A)条件で515.9msであった。

3-2 各条件における正答率

健常成人の各条件の正答率（最高値100%）の平均値は、CPT-X(V)条件で99.7%, CPT-AX(V)条件で99.6%, CPT-X(A)条件で99.8%, CPT-AX(A)条件で99.6%であった。各条件間の平均値について2要因分散分析（被験者内計画）を行ったところ、交互作用で有意な差は見られず（ $F(1,21)=0.04$ ）、CPT課題の内容の主効果（ $F(1,21)=0.86$ ）、刺激のモダリティの主効果（ $F(1,21)=0.42$ ）も有意な差は見られなかった。また、誤答の生起率についても調べたところ、標的刺激で反応しなかった場合の誤答（Omission）の生起率は、CPT-X(V)条件で0.05%, CPT-AX(V)条件で0.09%, CPT-X(A)条件で0.05%, CPT-AX(A)条件で0.18%であった。また、標的刺激以外で反応した場合の誤答（False Alarm : FA）の生起率は、

CPT-X(V)条件で0.27%, CPT-AX(V)条件で0.32%, CPT-X(A)条件で0.18%, CPT-AX(A)条件で0.18%であった。これらの誤答の生起率について、誤答の種類（Omission /FA）と各実験条件による2要因分散分析を行ったところ、誤答の種類の主効果について有意傾向が見られた（ $F(1,21)=3.56$, $p<.10$ ）。

ADHD者の各条件における正答率および誤答の種類は、CPT-X(V)条件, CPT-AX(V)条件, CPT-AX(A)条件で100%, CPT-X(A)条件で97%であった。誤答の内訳は、CPT-X(A)条件でOmissionが3回であった。同様に、ASD者の各条件における正答率および誤答の種類は、CPT-X(V)条件, CPT-X(A)条件, CPT-AX(V)条件で100%, CPT-AX(A)条件で98%であった。誤答の内訳は、CPT-AX(A)条件でFAが2回であった。

4 考察

Fig.2に示した結果から、健常成人では、反応時間について視覚条件と聴覚条件間で差が広がることが示唆された。この差が生じた理由として、視覚刺激は瞬間的に文字の形状により数字の認識をしやすいが、聴覚刺激は最後まで聞かないと刺激の種類が特定しにくいとため、反応時間に差が表れたと考えられる。しかし各対象者のデータを見ると、視覚刺激より聴覚刺激の方が速く反応する者もいたため、より多くのデータを集積すると異なる結果が得られる可能性もある。

また、健常成人の数値とADHD者やASD者の数値と比較すると、CPT-X(V)条件やCPT-AX(V)条件では健常成人の平均値に比較的近い値を示しているが、CPT-X(A)条件やCPT-AX(A)条件ではやや反応時間が遅い傾向が見られた。結果として、視覚刺激と聴覚刺激での反応時間の差が大きい傾向が見られたが、本研究では対象者数が少ないため、データを増やし発達障害者で同様の傾向が見られるか検証することが必要である。

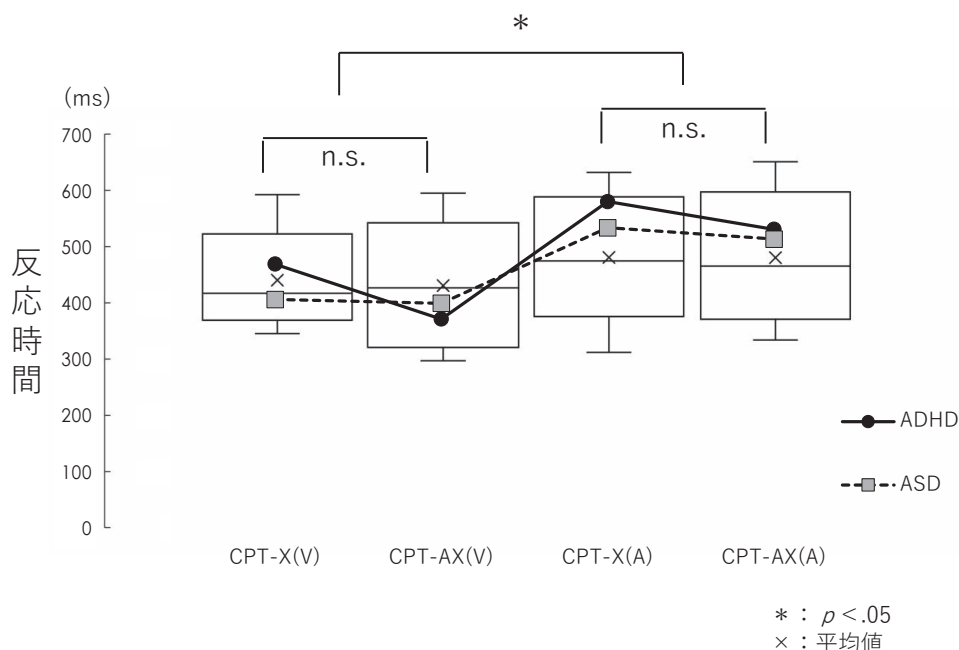


Fig.2 各条件の健常群およびADHD, ASD者の反応時間

正答率については、健常成人、ADHD者、ASD者ともに100%近い正答率を各条件で示しており、顕著な差は見られなかった。また誤答傾向について比較すると、健常成人においてはOmissionよりFAの方が誤答として多く出現する傾向が見られた。Orinstein and Stevens (2014) ではFAについてADHD児と定型発達児との間に差が生じるという結果を示しているが、混合型ADHD児を対象にした研究 (Stevens et al, 2007) ではOmissionの生起率のみ定型発達児との差がみられたという報告もある。不注意が強く表れているタイプと衝動性が強く表れているタイプによって、誤答傾向も異なることが想定される。また、先行研究は全てCPT-X課題を用いているが、本研究でも正答率や課題による正答率や誤答傾向の差は見られなかった。聴覚刺激を用いた場合は、CPT-XとCPT-AXという課題の違いによる影響は受けにくいことが示唆された。また、ADHD者とASD者の誤答を比較すると、どちらも聴覚刺激を用いた条件で誤答が生起していた。さらに対象者を増やして、聴覚刺激を用いたCPT課題ではより誤答が生じやすいかどうか検証することが必要と考える。

【文献】

- Denckla, M. B. (1996). Biological correlates of learning and attention: what is relevant to learning disabilities and attention deficit hyperactivity disorder? *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 17, 114-119.
- Gomes, H., Duff, M., Ramos, M., Molholm, S., Foxe, J. J., Halperin, J. (2012) Auditory selective attention and processing in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 123(2), 293-302.
- Luria, A. R. (1966) *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Kellam, S. C. (1991) Analysis of the elements of attention: a neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2, 109-145.
- 岡崎慎治・川久保友紀・細川美由紀・前川久男 (2001) 注意欠陥/多動性障害児における反応の実行ならびに抑制の自己制御の検討－連続遂行課題の遂行成績から－. *特殊教育学研究*, 38(4), 1-10.
- Orinstein, A. J. and Stevens, M. C. (2014) Brain activity in predominantly-inattentive subtype attention-deficit/hyperactivity disorder during an auditory oddball attention task. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 223,121-128.
- Rosvold, H., Mirsky, A., Sarason, I., Bransome, E. D. Jr., and Beck, L. H. (1956) A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 20, 343-350.
- Stevens, M. C., Pearlson, G. D., and Kiehl, K. A. (2007) An fMRI Auditory Oddball Study of Combined-Subtype Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *American Journal of Psychiatry*, 164, 1737-1749.