

第3章 注意欠陥／多動性障害児を対象にした 刺激間隔が一定の連続遂行課題における行動抑制の検討

第1節 ADHD児における連続遂行課題の遂行成績の分析（実験3）

1. 目的

先行研究において多く用いられているISIが一定のCPTをすでにADHDと診断された子どもを対象に実施し、同年齢の健常児の遂行成績と比較するとともに、発達にともなう遂行の変化も考慮して、健常児の遂行成績と異なるか、発達的变化が認められるかを検討する。

2. 方法

対象児

対象児をTable 2.3.1.1に示した。I病院において行動観察の結果、小児科医によりDSM-IV (APA, 1994) の日本版 (高橋, 大野, 染矢, 1996) におけるADHD混合型と診断された10名をADHD児群の対象とした。Table 2.3.1.2にADHD児に実施された検査と、IQの分布を示した。ADHD児はWISC-R,あるいは田中ビネー式知能検査を受けており、全員がWISC-RにおけるFIQ,あるいは田中ビネーにおけるIQにおいて70以上であった。この基準はCPTのような持続的注意課題への知能の影響については意見が一致していないが、本研究で用いるような先行刺激としての警告刺激を記憶しておくことを必要とするCPTがIQレベルの影響を受けるとする先行研究 (Carter, Swanson, 1995) に従った。健常児は第5章第1節 (実験1) と同じ、小学校の普通学級に在籍し、視力に問題がなく、特に注意の問題が認められない46名の子どもとした。

ADHD児群は、生活年齢によって7歳1名 (男児, 7歳7カ月), 9歳群4名 (男児3, 女児1, 平均年齢8歳8カ月±1カ月, 年齢幅8歳7カ月～8歳10カ月), 11歳群5名 (男児5, 女児0, 平均年齢11歳0カ月±7カ月, 年齢幅10歳7カ月～11歳10カ月) に分けられた。同様に、健常児群は7歳群4名 (男児1, 女児3, 平均年齢7歳11カ月±1カ月, 年齢幅7歳9カ月～7歳11カ月), 9歳群26名 (男児15, 女児11, 平均年齢8歳9カ月±6カ月, 年齢幅8歳0カ月～9歳10カ月), 11歳群16名 (男児14, 女児2, 平均年齢10歳8カ月±6カ月, 年齢幅10歳1カ月～11歳6カ月) に分けられた。

なお、ADHD児のうち8名はメチルフェニデートによる薬物療法を受けていた。そこでメチル

Table 2.3.1.1 実験3の対象児

ADHD児			
	人数(男;女)	平均年齢	年齢幅
7歳群	1(1;0)	7歳7カ月	7歳7カ月
9歳群	4(3;1)	8歳8カ月±1カ月	8歳7カ月~8歳10カ月
11歳群	5(5;0)	11歳0カ月±7カ月	10歳7カ月~11歳10カ月
合計	10		

健常児			
	人数(男;女)	平均年齢	年齢幅
7歳群	4(1;3)	7歳11カ月±1カ月	7歳9カ月~7歳11カ月
9歳群	26(15;11)	8歳9カ月±6カ月	8歳0カ月~9歳10カ月
11歳群	16(14;2)	10歳8カ月±6カ月	10歳1カ月~11歳6カ月
合計	46		

Table 2.3.1.2 ADHD児の受けた知能検査とIQの分布

検査	人数	IQ	人数
WISC-R	9	70-79	2
田中ビネー	1	80-89	1
		90-99	3
		100-109	3
		110以上	1

フェニデートによる効果を除いて検討するため、前日の服薬から24時間以上経過した状態で課題を実施した。実験に先立ち、健常児については保護者と本人にその内容を説明して実験参加の承諾を得た。ADHD児についても同様に保護者と本人に実験参加の承諾を得たが、日常からメチルフェニデートを服薬している対象児については、メチルフェニデート服薬を停止した検討を行うため、担当小児科医の了承を得たうえで保護者に実験内容を説明し、参加の承諾を得た。また、メチルフェニデート服薬を停止させることによる日常生活への影響を最小限にするために、ADHD児の実験は彼らの多くが休薬日として薬物を服用していない夏季休暇中に実施した。

課題の作成ならびに実施の手順

2章第1節(実験1)と同様(Fig. 2.2.1.1)のものを用いた。CPT課題の作成と呈示にはMacintoshコンピュータのオーサリングソフトウェアHyperCard (Apple社製)、またはSTIMシステム(Neuroscan社製)を使用した。刺激には白色背景、黒色の0から9の数字を用い、対象児の眼前1mに設置したCRT中央に200msec間呈示した。刺激サイズは、縦4cm×横3cmで視角 $1.15^{\circ} \times 0.86^{\circ}$ に相当した。ISIは1,500msecとした。対象児は、“1”の直後の“9”にのみ反応することを求められた。従って“1”は警告刺激として位置づけられた。この警告刺激“1”は刺激呈示数全体の20%の確率で出現し、標的刺激である“1”の直後の“9”と“9”以外の非標的刺激はそれぞれ刺激呈示数全体の10%の確率で出現した。また警告刺激が先行しない“9”、すなわち偽標的刺激の出現確率も10%とした。同一の刺激が連続して出現することはなかった。1試行で呈示する刺激数は400で、約12分で課題は終了した。対象児は最初に実験者と共に刺激呈示数20の練習課題を1～2回行い、手続きを理解したことを確認した上で本課題を行った。

分析方法

個々の対象児について、“1”直後の“9”に正しく反応したヒット率、ヒットの反応時間とフォールス・アラーム(以下、FA)生起数を得たのち、健常児ならびにADHD児の各年齢群について、平均ヒット率、平均ヒット反応時間、平均FA生起数を算出した。ヒット率は分散を一定にするために角変換を施した後に統計処理を行った。ヒット率の比較には2要因(対象児×年齢群)の分散分析を用いた。分散分析で有意差があった場合の多重比較にはTukey-Kramer法(5%水準)を用いた。反応時間はデータの正規化を図るため対数変換を施した後に統計処理を行った。比較はヒット率と同様に2要因(対象児×年齢群)の分散分析を用い、多重比較にはTukey-Kramer法(5%水準)を用いた。なお、ADHD児のうち7歳は1名であったため、統計処理は9歳群と11歳群について行った。

FAは全体の生起数を得るとともに、Halperin et al. (1988)を参考に、以下の4種類のFAサブタイプと、それぞれの反応時間を求めた；

- ・ 1not9 エラー…警告刺激 "1" の直後の "9" 以外の刺激に対して反応した場合、
- ・ 1only エラー…警告刺激 "1" そのものに対して反応した場合、
- ・ 9only エラー…直前に "1" のない "9" に対して反応した場合、
- ・ ランダムエラー…直前の刺激が "1" 以外であり、反応した刺激が "9" 以外である場合

FA 生起数の統計処理には、ばらつきが大きくなると予想されたため、Wilcoxon の符号付き順位検定を用いた。2章第1節（実験1）の健常児と同様、ADHD 児については、4つのFAのサブタイプがヒットと比較して反応時間に差異があるかどうかを検討した。年齢群間でヒット反応時間に差が認められることが予想されたため、個々の対象児・者において生起したFAサブタイプの反応時間を散布図上でヒットの反応時間と比較するにとどめた。

3. 結果

ヒット率

全対象児におけるヒット率の散布図を Fig. 2.3.1.1 に示した。個人差はあるものの、ADHD 児、健常児ともに年齢の上昇にともなうヒット率の増加がうかがえたとともに、総じて ADHD 児は健常児に比べヒット率が低かった。このことから、年齢群ごとの平均値による検討を行うこととした。ADHD 児、健常児の各年齢群における平均ヒット率を Fig. 2.3.1.2 に示した。ADHD 児 7 歳は 1 名であったため、この対象児のヒット率を示した。ADHD 児における各群の平均ヒット率は、7 歳 47.5%、9 歳群 85.6 (SD=8.5) %、11 歳群 95.0 (SD=8.7) % であった。健常児における各群の平均ヒット率は 7 歳群 90.0 (SD=8.9) %、9 歳群 93.7 (SD=7.1) %、11 歳群 95.8 (SD=6.1) % であった。このように、ヒット率そのものはやや健常児より低いですが、ADHD 児においても年齢の上昇にともないヒット率が増加した。分散分析の結果、年齢群の効果が有意に認められた ($F(1,47) = 4.711, p < .05$)。多重比較の結果、健常児、ADHD 児ともに 11 歳群のヒット率は 9 歳群より有意に高かった ($MSe = 0.141$)。

ヒット反応時間

対象児のヒット反応時間の散布図を Fig. 2.3.1.3 に示した。健常児に年齢の上昇にともなうヒット反応時間の短縮が認められるのに対し、ADHD 児のヒット反応時間は年齢にかかわらず 400～600msec に位置することがうかがえた。このことから、ヒット反応時間についても年齢群ごとの平均値による検討を行うこととした。ADHD 児、健常児の各年齢群の平均ヒット反応時間を Fig. 2.3.1.4 に示した。ヒット率と同様に、ADHD 児 7 歳は 1 名のヒット反応時間を示した。ADHD 児における各群の平均ヒット反応時間は、7 歳 546.0msec、9 歳群 468.4 (SD=69.6) msec、11 歳群 422.1 (SD=84.4) msec であった。健常児における各群の平均ヒット反応時間は 7 歳群 687.0

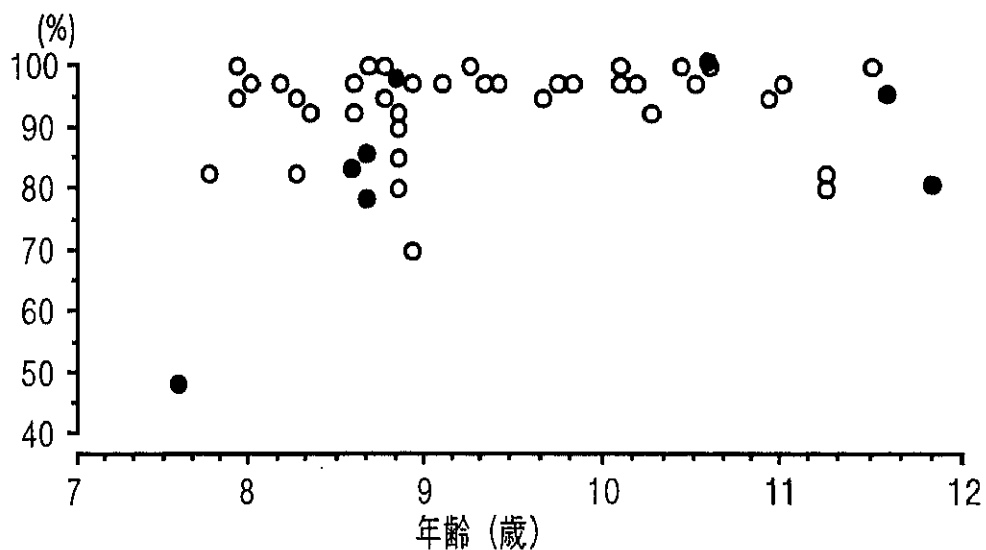


Fig. 2.3.1.1 全対象児におけるヒット率の散布図
 白丸は健常見、黒丸はADHD児をあらわす。

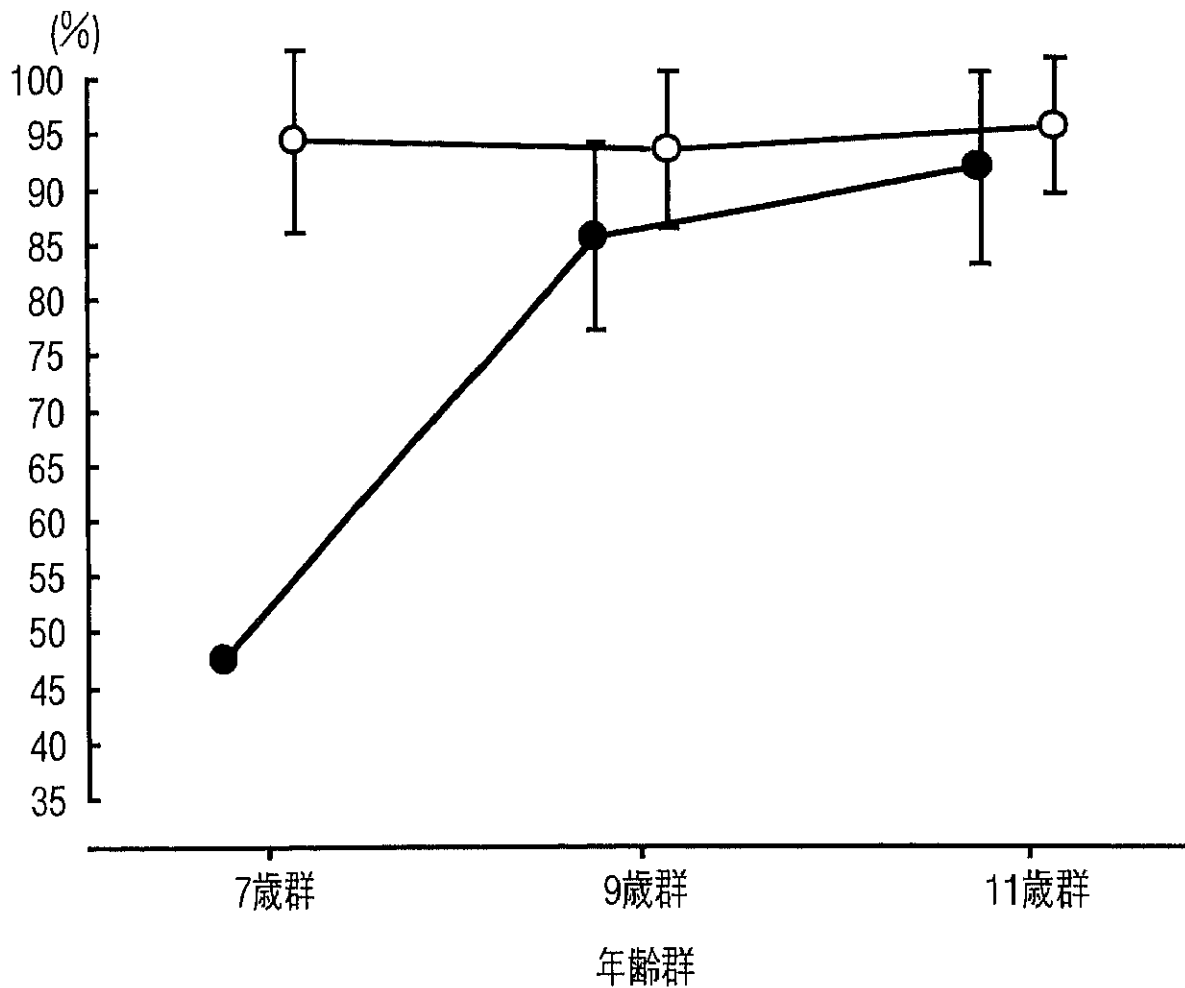


Fig. 2.3.1.2 各年齢群の平均ヒット率
 白丸は健常見、黒丸はADHD児をあらわす。
 上下線は標準偏差をあらわす。

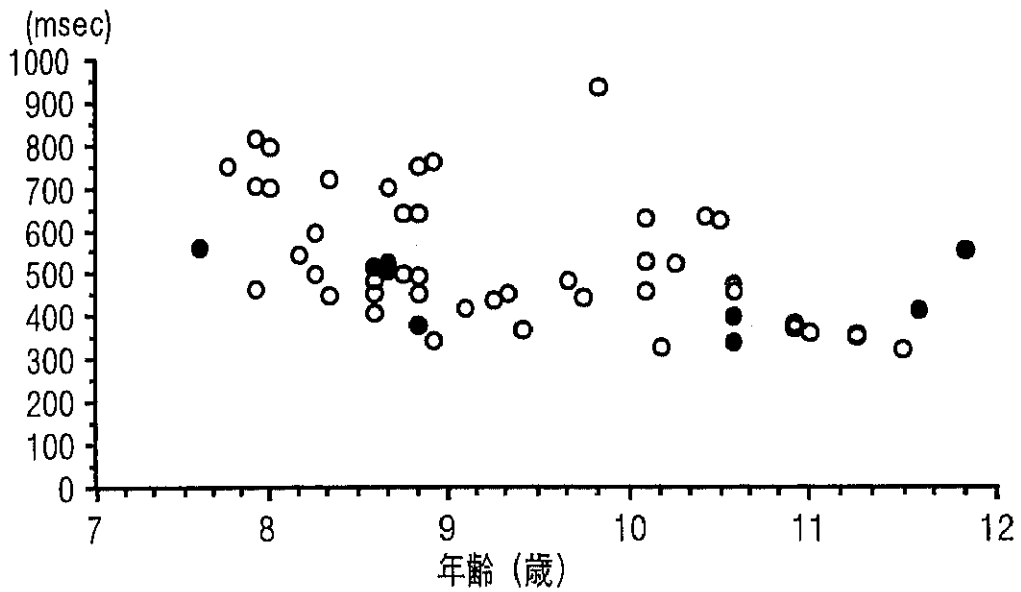


Fig. 2.3.1.3 全対象児におけるヒット反応時間の散布図
白丸は健常児，黒丸はADHD児をあらわす。

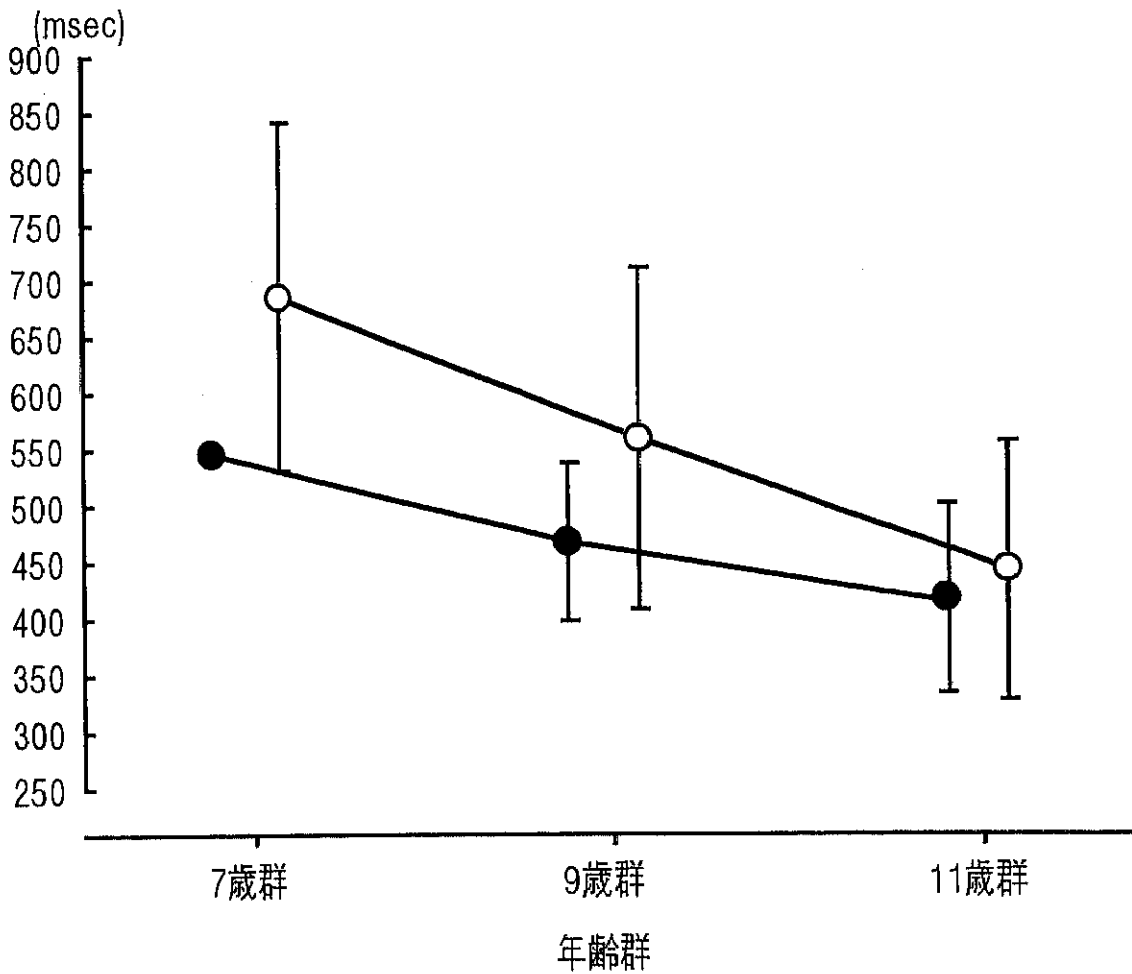


Fig. 2.3.1.4 各年齢群の平均ヒット反応時間
白丸は健常児，黒丸はADHD児をあらわす。
上下線は標準偏差をあらわす。

(SD=154.87) msec, 9歳群 559.9 (SD=152.1) msec, 11歳群 443.0 (SD=114.5) msecであった。このように、ADHD児のヒット反応時間は健常児よりやや速いものの、健常児と同様に年齢の上昇にともなうヒット反応時間の短縮が認められた。分散分析の結果、年齢の効果が有意に認められた ($F(1,47) = 3.49, p < .05$)。多重比較の結果、健常児、ADHD児ともに9歳群に比べ11歳群の平均ヒット反応時間は有意に速かった ($MSe = 0.011$)。

FA 生起数

対象児のFA生起数のボックスプロットをFig. 2.3.1.5に示した。ADHD児の各群における全FA生起数は、7歳の対象児1名は11、9歳群の中央値は2.5 (最大値10, 最小値0)、11歳群は2 (最大値45, 最小値1)であった。健常児の各群における全FA生起数の中央値は7歳群0 (最大値2, 最小値0)、9歳群1 (最大値7, 最小値0)、11歳群0 (最大値3, 最小値0)であった。このように、個人差は大きいですが、総じてADHD児は健常児より多くのFAを示した。Wilcoxonの符号付き順位検定の結果、有意な群間の差は認められず、11歳群のADHD児と健常児の間に有意傾向のみ認められた ($z = -1.782, p = .0747$)。

ADHD児におけるFAサブタイプ生起数と反応時間

FAをサブタイプ (1not9エラー, 1onlyエラー, 9onlyエラー, ランダムエラー) に分け、中央値、最大値、最小値を算出したものをTable 2.3.1.3に示した。9歳群において、健常児の1not9エラー, 1onlyエラー, 9onlyエラーの最大値がADHD児を上回ったが、中央値は全年齢群において健常児よりADHD児の方が大きかった。また、ADHD児の中に健常児においてはほとんど生起していないランダムエラーを多く示す児の存在が見受けられた。Wilcoxonの符号付き順位検定の結果、群内ならびに群間の有意な差は認められなかった。

ADHD児のFAサブタイプ、ならびにヒット反応時間の散布図をFig. 2.3.1.6に示した。FAサブタイプのうち、1not9エラーはヒット反応時間より速いものが多かった。また、1not9エラー以外のFAサブタイプは、生起数が少ないものの、ヒット反応時間と同様に年齢にともない短縮する傾向にあった。

4. 考察

ヒット率とヒット反応時間からみたADHD児の行動実行とその発達

ISIが一定のCPT-AXを用いた検討の多くは、ADHD児は同年齢の健常児に比べ有意に低いヒット率を示すとしたものが多い (Losier et al., 1996)。ADHD児のヒット反応時間については多くの研究で健常児よりも遅いことが指摘されている (Corkum & Siegel, 1993) が、本研究におい

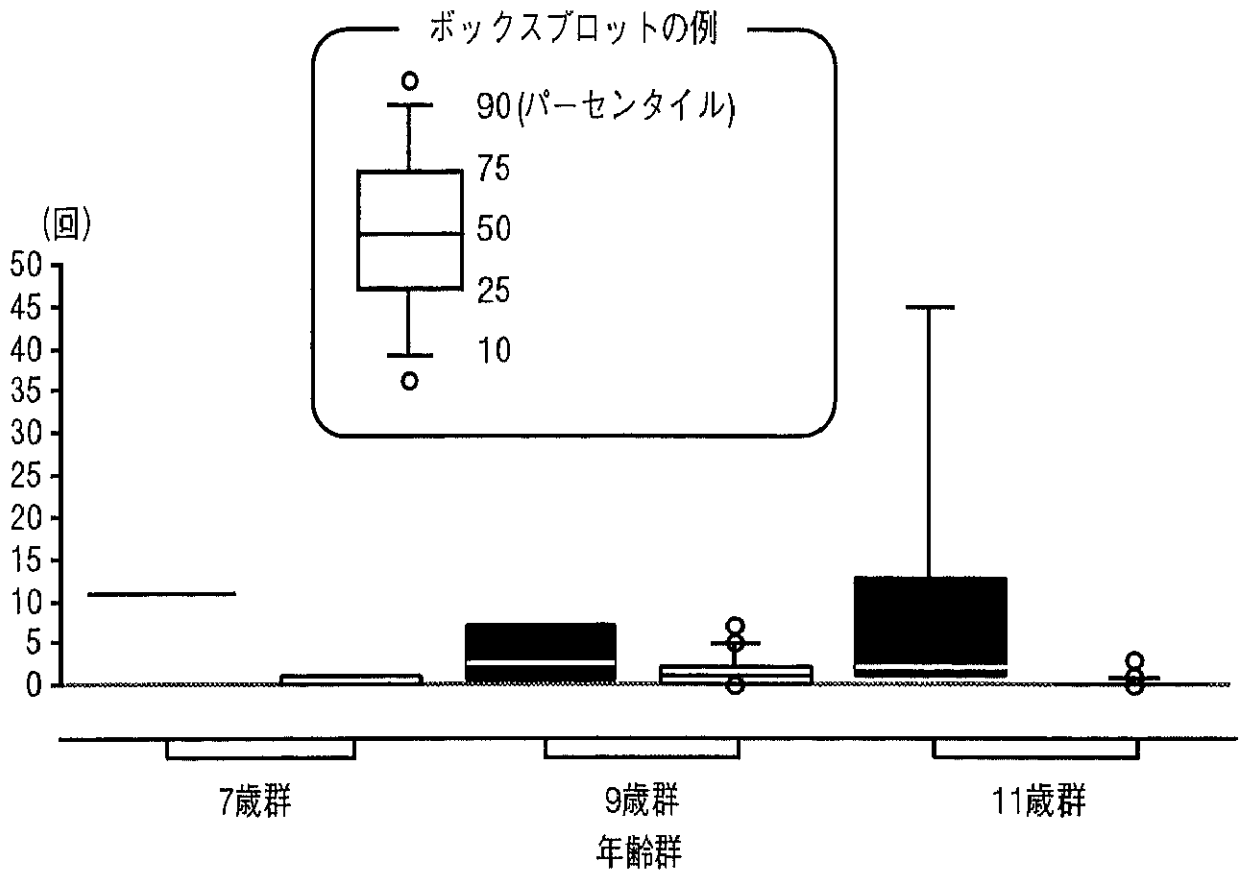


Fig. 2.3.1.5 健常児，ADHD 児の各年齢群における全FA 生起数のボックスプロット

白ぬりのボックスは健常児，黒ぬりのボックスはADHD 児における全FA 生起数をあらわす。
上下の丸は離散値をあらわす。

Table 2.3.1.3 各年齢群におけるFA サブタイプの中央値, 最大値, 最小値

7歳群	1not9エラー			1onlyエラー			9onlyエラー			ランダムエラー		
	md	mx	mn	md	mx	mn	md	mx	mn	md	mx	mn
健常見	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ADHD児	0	—	—	4	—	—	1	—	—	6	—	—
9歳群	md mx mn			md mx mn			md mx mn			md mx mn		
	md	mx	mn	md	mx	mn	md	mx	mn	md	mx	mn
健常見	0	7	0	0	3	0	0	3	0	0	1	0
ADHD児	2	3	0	0	1	0	0	2	0	0	5	0
11歳群	md mx mn			md mx mn			md mx mn			md mx mn		
	md	mx	mn	md	mx	mn	md	mx	mn	md	mx	mn
健常見	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
ADHD児	1	2	0	0	4	0	1	29	0	1	10	0

md=中央値, mx=最大値, mn=最小値をあらわす。
 なお, ADHD児7歳は1名のため, この対象児の生起数をmdに示した。

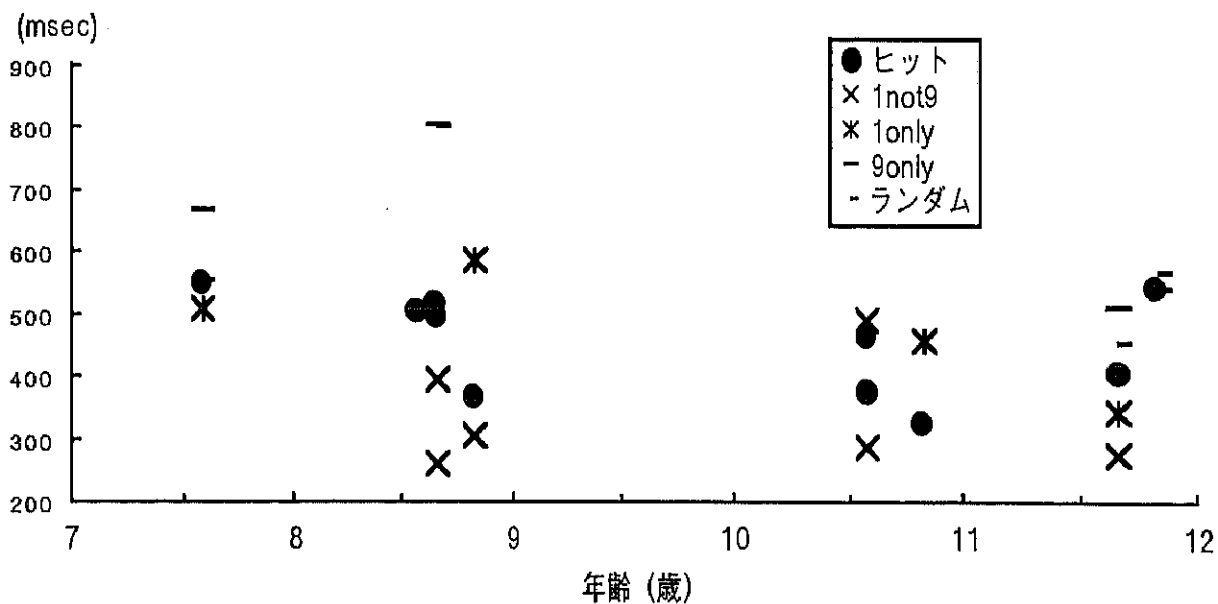


Fig. 2.3.1.6 ADHD 児におけるヒットならびに FA サブタイプ反応時間の散布図

て用いたCPT-AXとほぼ同一の課題を用いた研究では健常児と差がなく、ばらつきのみ大きいことが報告されており (van Leeuwen, Steinhausen, Overtom, Pascual-Marqui, van't Klooster, Rothenberger, Sergeant, & Brandeis, 1998)、本節の結果はこの先行研究に一致した。本節における検討ではADHD児のヒット率は健常児より総じて低いものの、有意差は認められなかった。個人差が大きいことにもなう例数の少なさも要因としては挙げられるが、むしろISIが一定であるために刺激出現の時間予測が可能であることが少なからず影響を及ぼしていると考えられた。このことにはADHD児のヒット反応時間が同年齢の健常児に比べてやや速いことも関連し、警告刺激を検出した後の反応準備において優勢となる反応を制御するために時間の変数が関与している可能性がある。もしそうであれば、ADHD児における時間予測の困難性、時間感覚の弱さ (Barkley, 1997c) は一定時間で刺激が出現する条件においてはそれほど課題遂行に影響を及ぼさないことが指摘でき、この点でもISIを変化させ刺激出現の時間予測をより難しくするとともに、反応抑制の負荷を高める必要があると考えられる。

ADHD児におけるヒット率とヒット反応時間において、健常児と同様に年齢の効果が認められたことも注目すべきであろう。散布図、群ごとの平均値のいずれにおいても、年齢の上昇とともにADHD児の示したヒット率、ヒット反応時間は健常児に近づく形で集束した。このことから、基本的にはADHD児と健常児が行う反応実行にかかわる処理が同一であり、同じ過程を経て反応の出力に至っていることが推測できた。ただし、ヒット率の低さ、反応時間の速さから健常児が行っている処理にくらべるとやや不安定であり、FA生起数の多さとともに特に年齢が低いと出現した刺激を十分に確認しないまま反応に移る傾向、すなわち反応実行と抑制の制御が困難であることを反映すると考えられた。この傾向は年齢が高じると減少し、より同年齢の健常児が行う刺激処理に近づくことが予想される。したがって、ADHD児における天井効果が存在することも予測すべきであり、ISIを変化させることで課題の難易度が上がることを考えても、より年齢群の幅を増やした検討を要するといえる。行動指標であるこれらの指標において健常児とADHD児の結果が類似することは、2章における健常児・者を対象にした検討と同様、CPT遂行時のERPを分析することでADHD児における刺激処理が健常児のそれと異なるのか、同一なのかについて一定程度推測することが可能であることを示しているといえよう。

ADHD児におけるFAの生起数と反応時間からみた反応抑制とその発達

ADHD児における全FA生起数は同年齢の健常児に比べて多かったが、統計的には11歳群における有意傾向のみが得られた。先行研究においてはADHD児におけるFAは健常児より有意に多いことが指摘されている (Corkum & Siegel, 1993; Losier et al., 1996)。この結果のずれは例数の少なさ、個人差の大きさによるものが大きいと考えられ、本研究における対象児の年齢幅 (9～11歳) における反応制御、とりわけFAが反映する抑制過程については天井効果が出始めてい

る可能性もある。しかしながら、健常児では年齢の上昇にともない反応制御能力が高まるためFAが減少するが、ADHD児においては11歳の段階でも反応制御の困難によりFAを生じることが推察され、ヒット率の低下と反応時間の速さとともに課題遂行全体が不安定であることがうかがわれた。また、FAサブタイプ分析 (Halperin et al., 1988) の結果、個人差は大きいものの健常児と同じく1not9エラーは比較的多く生じた。このFAサブタイプの反応時間が健常児と同様ヒットよりも速い傾向にあったこととともに、ADHD児においても警告刺激である"1"による準備はなされているが、直後の刺激に対する反応の制御が十分になされていないことを示している。しかしながら、ADHD児においては年齢群にかかわらず健常児でほとんど生起していないランダムエラーが多かった。健常児・者を対象にした検討で述べた通り、このエラーは警告刺激である"1"でもなく、その直後の刺激でもなく、また"1"が先行しないものの刺激自体は標的刺激と物理的に同じ"9"でもない刺激に対するエラーである。このことから、ADHD児においては出現した刺激に対する意味付けがかならずしも適切になされていないことが推察される。ヒット率とヒット反応時間の結果から、ADHD児が刺激出現の時間予測に依存している可能性を指摘したが、FA生起数の結果からもADHD児における時間的な変数への依存が刺激の適切な処理を妨げていることが推測できる。すなわち、常に一定時間で出現する刺激に対し、刺激条件によって行う処理を決定するという方略よりも、一定時間で出現する刺激に対する反応を制御することに重点を置く方略をとる傾向にあると考えられる。ADHD児において自己制御、実行機能の問題における合目的活動の困難 (Barkley, 1997c) が存在するならば、本人の意図しないところでこのような不適切な方略を用いてしまうことがADHD児における自己制御、実行機能の問題として課題成績に反映されたといえる。あわせて、この時間的な変数を考慮することがADHD児における行動抑制の問題、そして自己制御、実行機能の問題をより明らかにしうると考えられる。

第2節 ADHD児における連続遂行課題遂行時の事象関連電位の分析（実験4）

1. 目的

すでにADHD混合型の診断を受けているADHD児を対象に、ISIが一定のCPT遂行時のERPを分析し、同年齢の健常児におけるERPと比較するとともに、発達にともなう遂行の変化も考慮して、健常児におけるERPの様相と異なるか、発達的变化が認められるかを検討する。あわせてERPを行動制御にかかわる脳内処理過程との関連で解釈するにあたり、反応の実行と抑制にかかわる脳内処理モデルにしたがった検討を行う。

2. 方法

対象児

対象児をTable 2.3.2.1に示した。I病院において行動観察の結果、小児科医によりDSM-IV (APA, 1994) の日本版 (高橋, 大野, 染矢, 1996) におけるADHD混合型と診断されたADHD児9名をADHD群の対象とした。Table 2.3.2.2にADHD児に実施された検査と、IQの分布を示した。ADHD児はWISC-R,あるいは田中ビネー式知能検査を受けており、全員がWISC-RにおけるFIQ,あるいは田中ビネーにおけるIQにおいて70以上であった。健常児は2章第2節 (実験2) と同じ、小学校の普通学級に在籍し、視力に問題がなく、特に注意の問題が認められない7名の子どもとした。

ADHD児群は、生活年齢によって9歳群4名 (男児3, 女児1, 平均年齢8歳8カ月±1カ月, 年齢幅8歳7カ月～8歳10カ月), 11歳群5名 (男児5, 女児0, 平均年齢11歳0カ月±7カ月, 年齢幅10歳7カ月～11歳10カ月) に分けられた。同様に、健常児群は9歳群3名 (男児2, 女児1, 平均年齢8歳10カ月±0.5カ月, 年齢幅8歳10カ月～8歳11カ月), 11歳群4名 (男児4, 女児0, 平均年齢11歳2カ月±3カ月, 年齢幅10歳11カ月～11歳6カ月) に分けられた。なお、ADHD児のうち8名はメチルフェニデートによる薬物療法を受けていた。そこで、メチルフェニデートによる効果を除いて検討するため、前日の服薬から24時間以上経過した状態で課題を実施した。実験に先立ち、健常児については保護者と本人にその内容を説明して実験参加の承諾を得た。ADHD児についても同様に保護者と本人に実験参加の承諾を得たが、日常からメチルフェニデートを服薬している対象児については、メチルフェニデート服薬を停止した検討を行うため、担当小児科医の了承を得たうえで保護者に実験内容を説明し、参加の承諾を得た。また、メチルフェニデート服薬を停止させることによる日常生活への影響を最小限にするために、

Table 2.3.2.1 実験4の対象児

ADHD児			
	人数(男;女)	平均年齢	年齢幅
9歳群	4(3;1)	8歳8カ月±1カ月	8歳7カ月~8歳10カ月
11歳群	5(5;0)	11歳0カ月±7カ月	10歳7カ月~11歳10カ月
合計	9		

健常児			
	人数(男;女)	平均年齢	年齢幅
9歳群	3(2;1)	8歳10ヶ月±0.5ヶ月	8歳10カ月~8歳11カ月
11歳群	4(4;0)	11歳2ヶ月±3ヶ月	10歳11カ月~11歳6カ月
合計	7		

Table 2.3.2.2 ADHD児の受けた知能検査とIQの分布

検査	人数	IQ	人数
WISC-R	8	70-79	2
田中ビネー	1	80-89	1
		90-99	3
		100-109	2
		110以上	1

ADHD 児の実験は彼らの多くが休薬日として薬物を服用していない夏季休暇中に実施した。

課題の作成ならびに実施の手順

CPT 課題は 2 章第 1 節（実験 1）と同様（Fig.2.2.1.1）のものをを用いた。CPT 課題の作成と呈示には STIM システム（Neuroscan 社製）を使用した。刺激には白色背景、黒色の 0 から 9 の数字を用い、対象児・者の眼前 1 m に設置した CRT 中央に 200msec 間呈示した。刺激サイズは、縦 4cm × 横 3cm で視角 $1.15^{\circ} \times 0.86^{\circ}$ に相当した。ISI は 1,500msec とした。対象児は、“1”の直後の“9”にのみ反応することを求められた。従って“1”は警告刺激として位置づけられた。この警告刺激“1”は刺激呈示数全体の 20% の確率で出現し、標的刺激である“1”の直後の“9”と“9”以外の非標的刺激はそれぞれ刺激呈示数全体の 10% の確率で出現した。また警告刺激が先行しない“9”、すなわち偽標的刺激の出現確率も 10% とした。同一の刺激が連続して出現することはなかった。1 試行で呈示する刺激数は 400 で、約 12 分で課題は終了した。対象児は最初に実験者と共に刺激呈示数 20 の練習課題を 1～2 回行い、手続きを理解したことを確認した上で本課題を行った。

脳波記録

脳波の記録と処理には Synamps を含む SCAN システム（Neuroscan 社製）を使用した。銀塩化銀電極（日本光電製）を用い、国際 10-20 法に基づく正中 3 部位（Fz, Cz, Pz）から両耳朶結線を通る基準として脳波を導出した。左眼瞼上下からは垂直 EOG も導出した。脳波と垂直 EOG は、1msec 間隔にて AD 変換され、0.05～30Hz のバンドパスフィルタ処理された。なお、80 μ V 以上の眼球運動やその他のアーチファクト混入試行は分析対象から除外した。各刺激条件（警告刺激“1”、警告直後の“9”；標的刺激、警告直後の非標的刺激、警告が先行しない“9”；偽標的刺激、警告が先行しない非標的刺激）ごとに、ミスあるいは FA が生じていないエラーフリーのエポックについて刺激前 100msec から刺激後 800msec までを加算平均処理した。ベースラインは、先行研究（Roberts et al., 1994）に従い、それぞれの刺激呈示前 100msec から刺激出現までの平均電位とした。

分析方法

CPT 課題の成績は、2 章第 1 節（実験 1）と同様、個々のヒット率、ヒット反応時間、FA 生起数を得た後、健常児の各年齢群と健常成人群の平均ヒット率、平均ヒット反応時間、平均 FA 生起数を算出した。例数が少ないため、2 章第 2 節と同様、記述統計を用いた。

各対象児から得られた ERP 波形については、各条件ごとに総加算平均波形を求めた。出現した ERP 成分のうち、潜時 250～500msec の陽性ピークを持つ P3 成分を主に扱うこととした。な

お、潜時 250～300msec 付近には P3 成分より前に出現するとされる陽性成分である P2 成分が出現していた場合もあったため、この場合には P2 成分の次の陽性ピークを P3 成分のピークとして同定した。CPT 課題の成績と同様、例数が少ないため、記述統計のみを用いた。

3. 結果

3-1. CPT 課題

ヒット率

対象児のヒット率の散布図を Fig. 2.3.2.1 に示した。健常児、ADHD 児ともに年齢の上昇にともなうヒット率の増加がうかがえた。健常児と ADHD 児の各年齢群における平均ヒット率を Fig. 2.3.2.2 に示した。健常児の各群における平均ヒット率は、9 歳群 80.0 (SD=10.0) %、11 歳群 93.1 (SD=9.0) %、ADHD 児の各群においては 9 歳群 85.6 (SD=8.5) %、11 歳群 95.0 (SD=8.7) % であり、年齢の上昇にともないヒット率が増加した。また、いずれの年齢群においても健常児のヒット率は ADHD 児を下回った。

ヒット反応時間

対象児のヒット反応時間の散布図を Fig. 2.3.2.3 に示した。年齢の上昇にともなうヒット反応時間の短縮が認められた。健常児と ADHD 児の各年齢群における平均ヒット反応時間を Fig. 2.3.2.4 に示した。健常児各群の平均ヒット反応時間は、9 歳群 481.7 (SD=151.8) msec、11 歳群 358.8 (SD=23.9) msec であった。ADHD 児における各群の平均ヒット反応時間は、9 歳群 468.4 (SD=69.6) msec、11 歳群 422.1 (SD=84.4) msec であり、9 歳群においては ADHD 児の反応時間がやや速かったが、11 歳群では健常児の反応時間が速くなった。また、健常児、ADHD 児ともに年齢の上昇にともないヒット反応時間の短縮が認められた。

FA 生起数

対象児の FA 生起数のボックスプロットを Fig. 2.3.2.5 に示した。健常児の各群における全 FA 生起数の中央値は 9 歳群 0 (最大値 2, 最小値 0)、11 歳群 0 (最大値 1, 最小値 0)、ADHD 児 9 歳群の中央値は 2.5 (最大値 10, 最小値 0)、11 歳群は 2 (最大値 45, 最小値 1) であった。健常児においてはほとんど FA は生起しなかったのに対し、ADHD 児はいずれの年齢群においても健常児より FA が多かった。

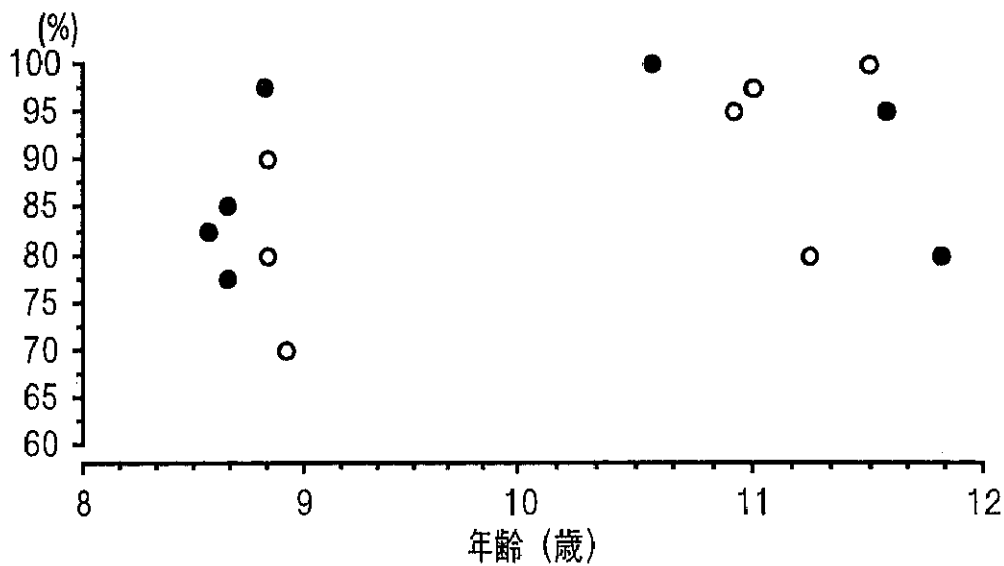


Fig. 2.3.2.1 全対象児におけるヒット率の散布図
白丸は健常児，黒丸はADHD児をあらわす。

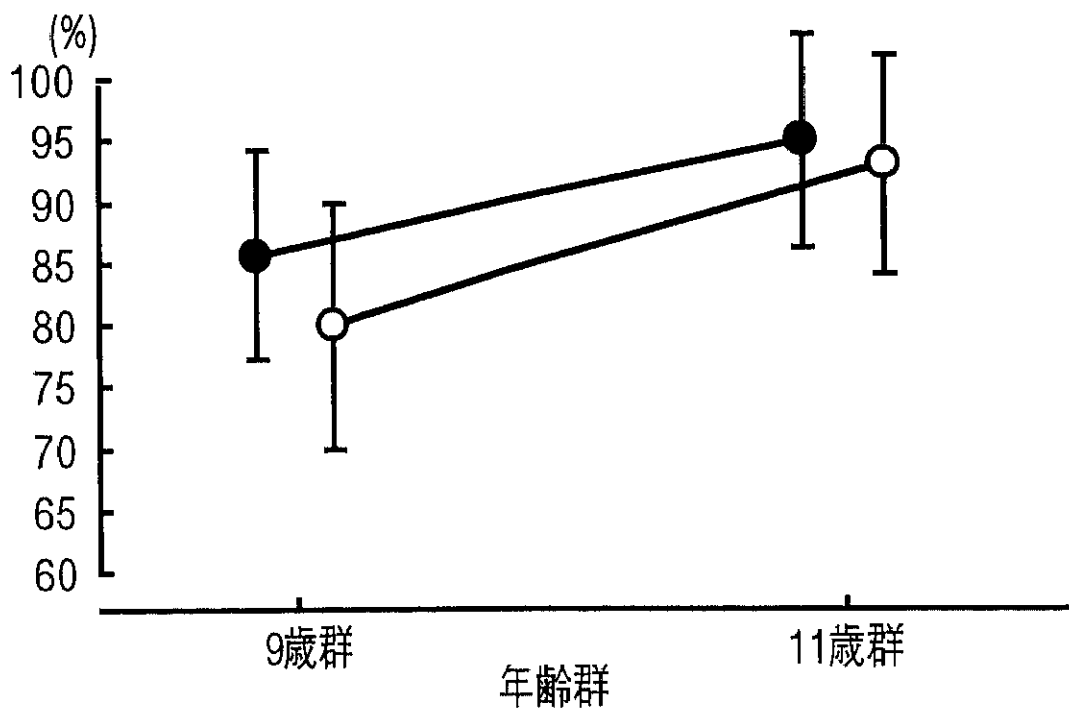


Fig. 2.3.2.2 各年齢群の平均ヒット率
白丸は健常児，黒丸はADHD児をあらわす。
上下線は標準偏差をあらわす。

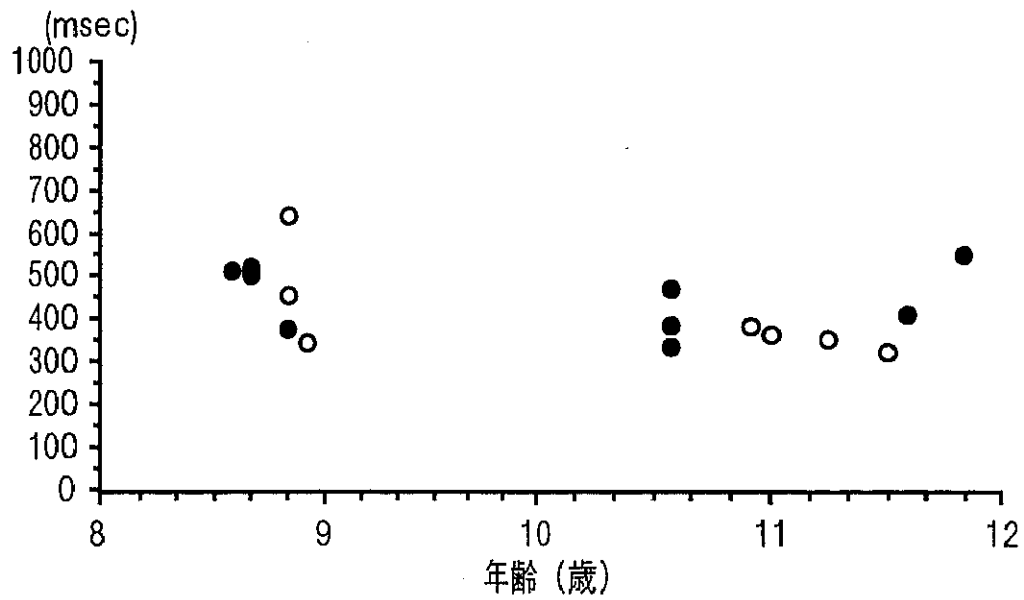


Fig. 2.3.2.3 全対象児におけるヒット反応時間の散布図
白丸は健常児，黒丸はADHD児をあらわす。

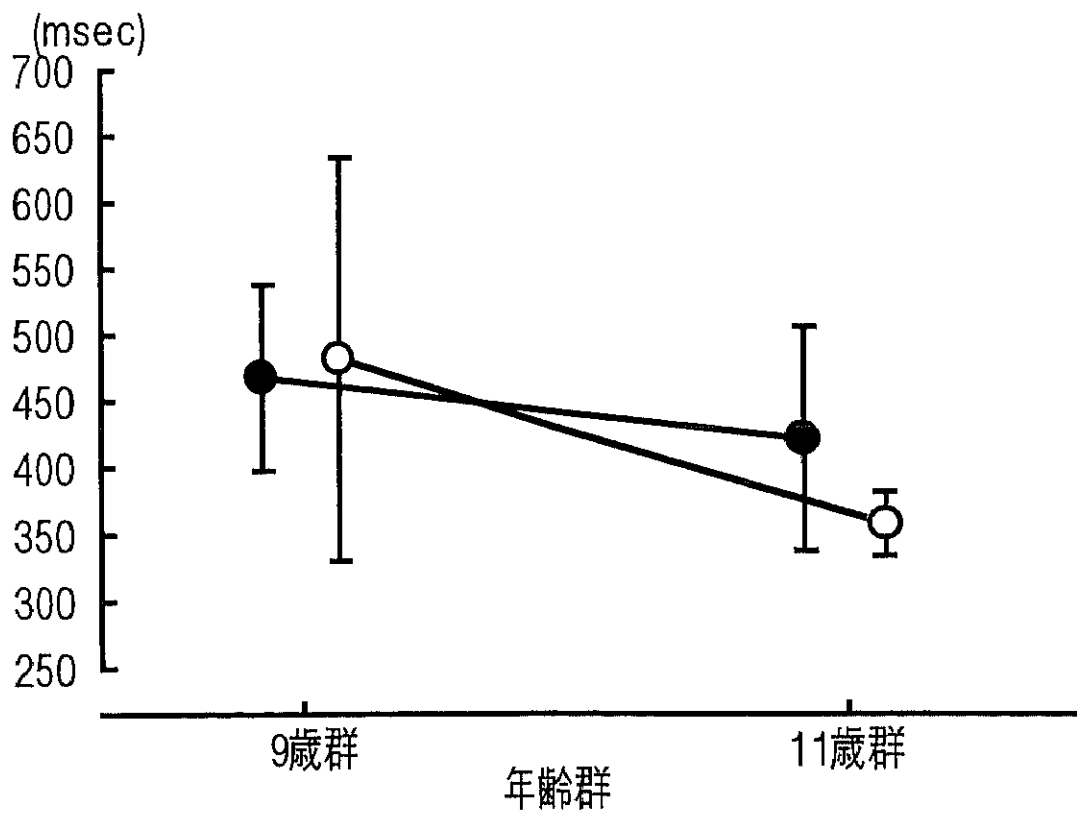


Fig. 2.3.2.4 各年齢群の平均ヒット反応時間
白丸は健常児，黒丸はADHD児をあらわす。
上下線は標準偏差をあらわす。

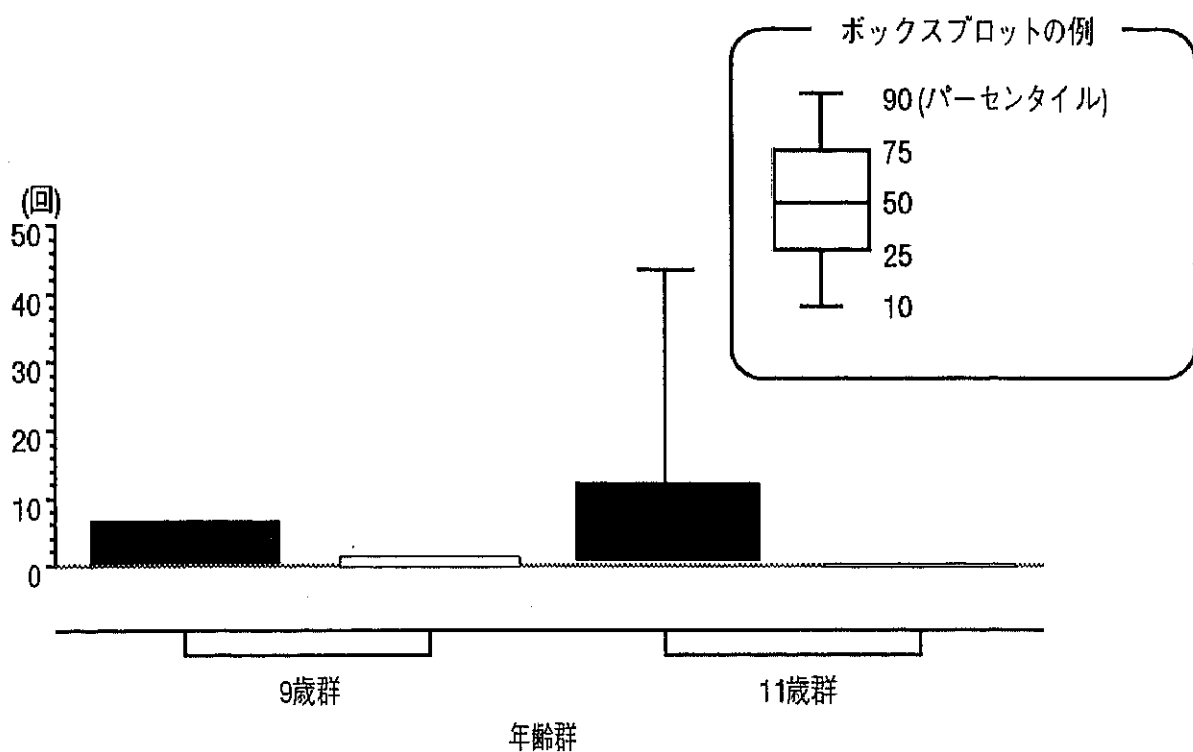


Fig. 2.3.2.5 各年齢群の全FA生起数のボックスプロット
 白ぬりのボックスは健常児, 黒ぬりのボックスは
 ADHD児の全FA生起数をあらわす。

3-2. ERP

ERP 成分の同定

Fig. 2.3.2.6 に標的刺激に対する ERP 総加算平均波形を示した。刺激呈示後の潜時 320 ~ 420msec 付近に頭頂部 (Pz) - 中心部 (Cz) 優位の P3 成分が出現した。9 歳群においては健常児, ADHD 児ともに P3 成分の前の潜時 250msec 付近に頭頂部優位の P2 成分が認められ, P3 成分とともにダブルピークを形成した。ADHD 児の P3 成分は 9 歳群では健常児に比べ潜時が延長したが, 11 歳群では両者の P3 成分の潜時にはほとんど差がなかった。また, 健常児, ADHD 児ともに 9 歳群に比べ 11 歳群で P3 成分の潜時が短縮した。P3 成分の振幅に関しては, 9 歳群においては健常児に比べ前頭, 頭頂部において ADHD 児の振幅が高く, 中心部においては健常児の方が高かった。11 歳群では頭頂, 中心部において健常児の振幅が高く, 前頭部については差がなかった。

警告直後の刺激に対する ERP 成分

Fig. 2.3.2.7 に群別の標的刺激, 警告直後の非標的刺激に対する ERP 総加算平均波形を示した。ADHD 児の各年齢群においても, 警告直後の非標的刺激に対して標的刺激よりやや遅い潜時で P3 成分が出現した。P3 成分に先行する頭頂部優位の P2 成分は 9 歳群においては標的と非標的に対して, 11 歳群においては非標的の刺激に対して出現しており, その振幅は標的, 非標的いずれにおいても ADHD 児の方が大きかった。P3 成分の潜時は標的の刺激に対しては健常児と ADHD 児の間でほとんど差がなかったが, 警告直後の非標的の刺激に対しては年齢群間で健常児と ADHD 児の結果が一定しなかった。標的の刺激に対する P3 成分はいずれの対象児, 群においても頭頂-中心部優位であったが, 警告直後の非標的の刺激に対しては 9 歳群において異なる頭皮上分布を示した。すなわち, 健常児 9 歳群は標的の刺激と同じく頭頂-中心部優位であったのに対し, ADHD 児 9 歳群は部位間にほとんど振幅差を認めず, 健常児よりも低振幅であった。11 歳群においては健常児は中心-前頭優位であり, ADHD 児は部位間にほとんど振幅差を認めなかった。また振幅は ADHD 児の方が小さかった。

警告が先行しない刺激に対する ERP 成分

警告刺激 "1", 偽標的の刺激, 警告が先行しない非標的の刺激に対する群別の ERP 総加算平均波形を Fig. 2.3.2.8 に示した。警告刺激に対しては, どの年齢群においても頭頂部優位の P3 成分が認められた。また, ADHD 児の頭頂部における P3 成分の振幅は同年齢の健常児より高く, 年齢群間に振幅の差がなかったが, 中心部においては健常児より振幅が小さかった。偽標的の刺激に対しては, 健常児と同様に ADHD 児 9 歳群にも P3 成分が認められたが, ADHD 児 11 歳群では出現しなかった。警告刺激が先行しない非標的の刺激に対しては, 健常児, ADHD 児ともに 9 歳群では

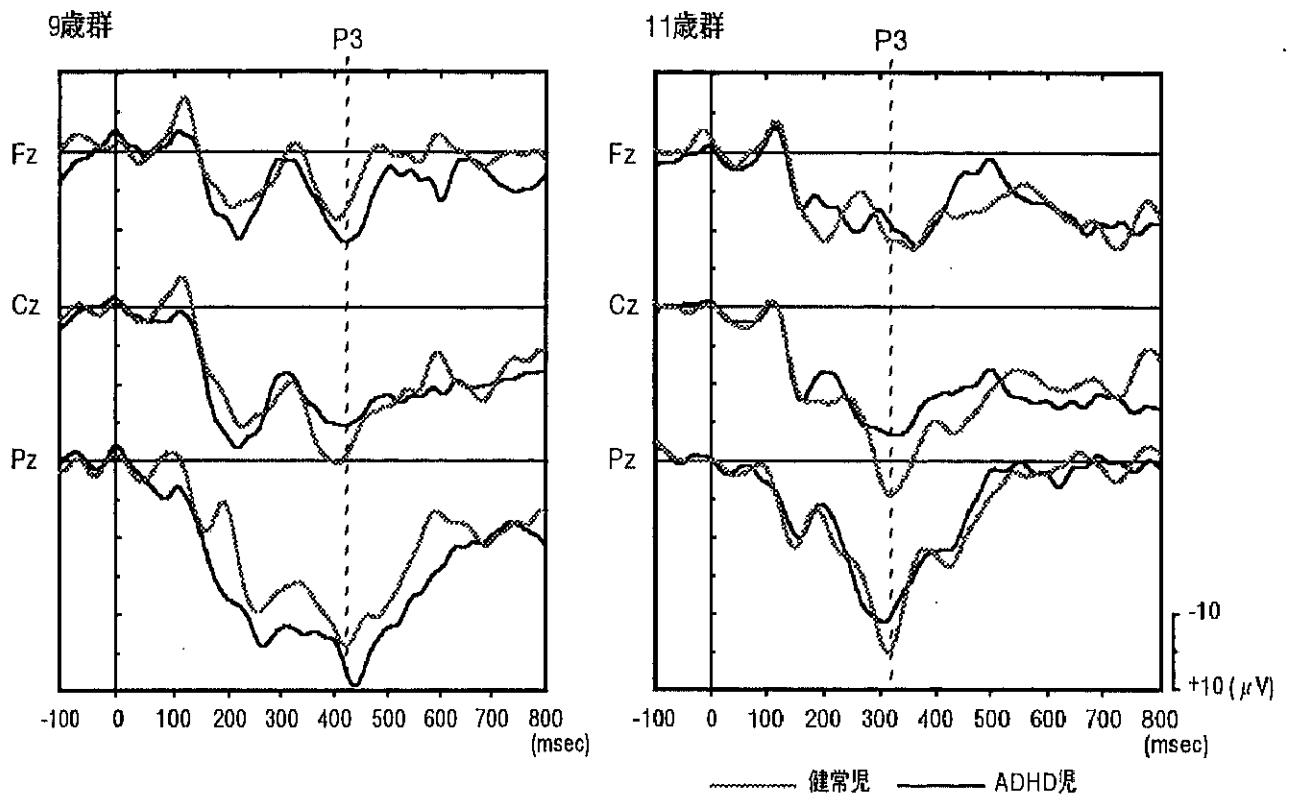


Fig. 2.3.2.6 標的刺激に対する ERP 総加算平均波形
縦の破線は P3 成分の出現している潜時をあらわす。

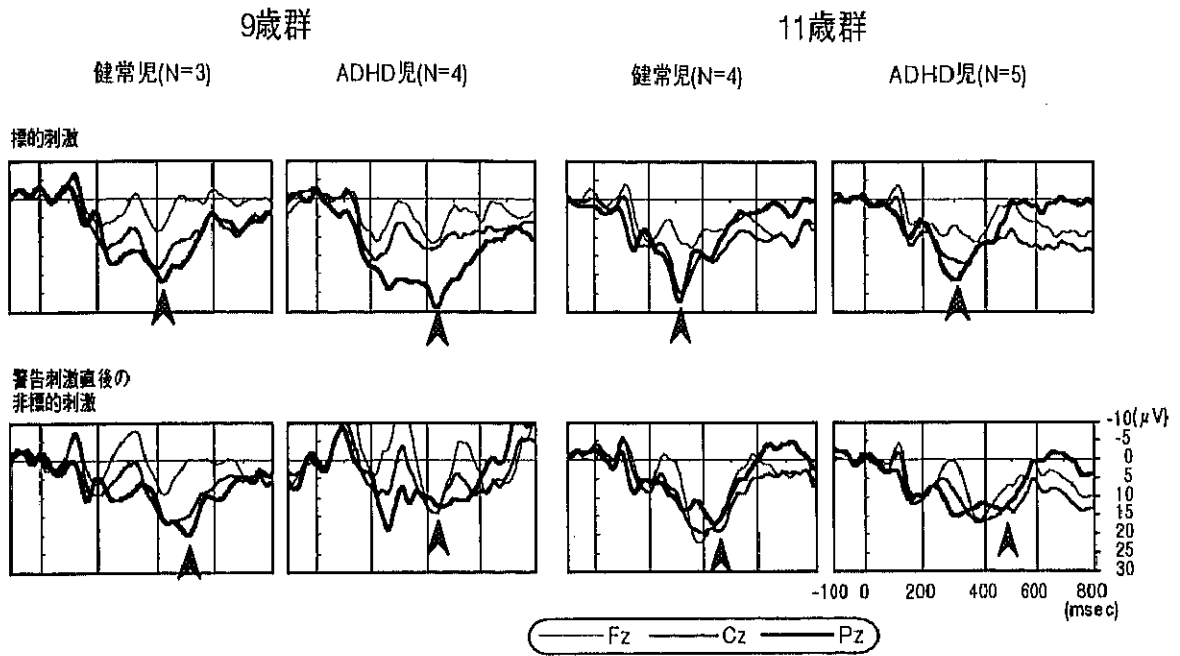


Fig. 2.3.2.7 標的刺激，警告刺激直後の非標的刺激に対する
ERP 総加算平均波形

矢印は P3 成分の出現している潜時をあらわす。

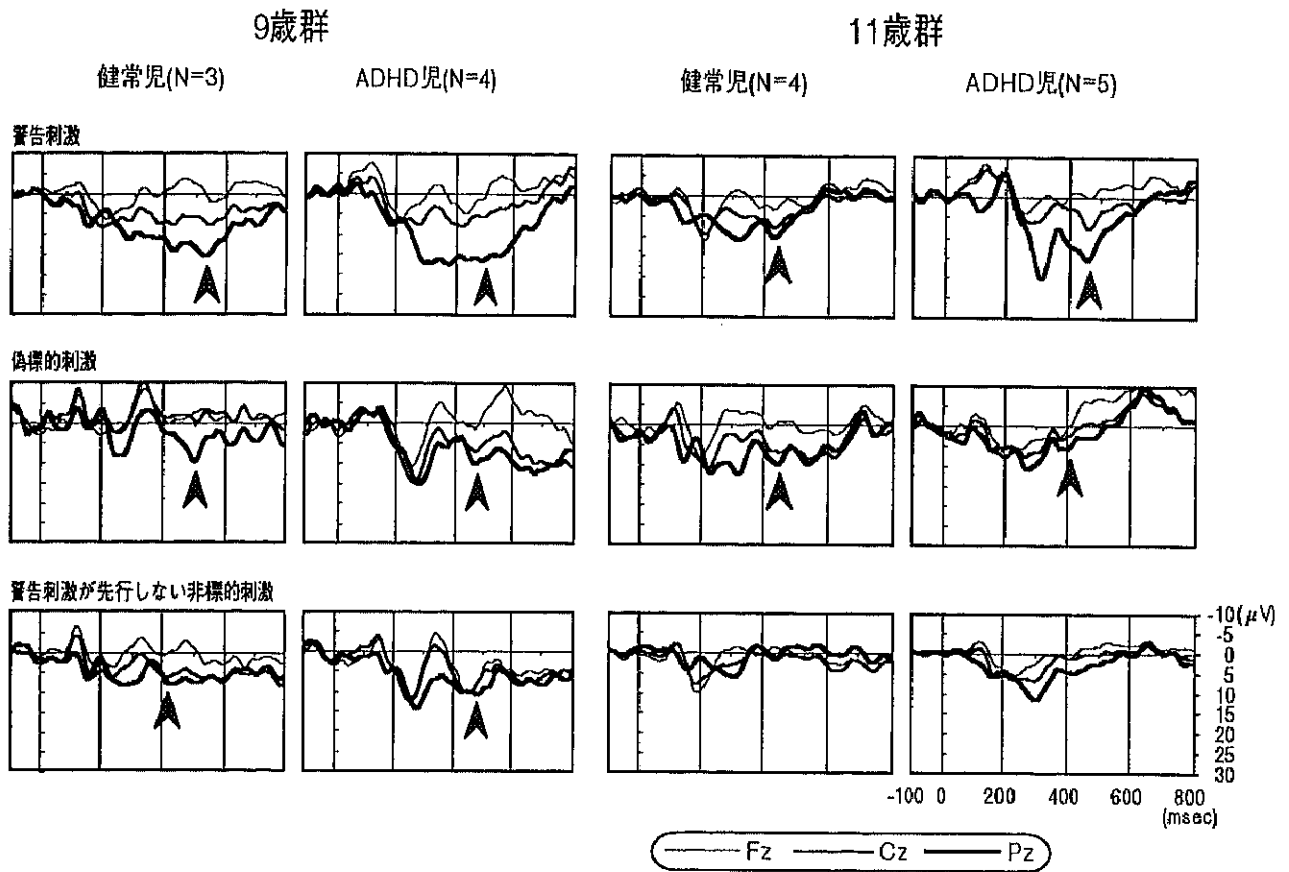


Fig. 2.3.2.8 警告刺激”1”，偽標的刺激，警告刺激が先行しない非標的刺激に対するERP総加算平均波形

矢印はP3成分の出現している潜時をあらわす。

潜時 450～500msec にわずかながら P3 成分と思われる陽性成分が認められたが、11 歳群には認められなかった。加えて、これらの刺激条件すべてにおいて潜時 280～300msec に頭頂部優位の P2 成分が出現した。

4. 考察

警告直後の 2 刺激に対する ERP からみた ADHD 児の反応実行・抑制の過程とその発達

健常児と同様、P3 成分がもっとも明瞭に出現したのは警告直後の 2 刺激に対してであった。また P2、P3 成分の潜時、頭皮上分布も基本的に健常児と ADHD 児の間で類似していた。標的刺激に対しては対象児、年齢群にかかわらず頭頂部優位である点では共通していたが、9 歳群では健常児と ADHD 児の間で頭皮上分布が異なり、11 歳群では頭皮上分布はほぼ同じものの、ADHD 児で振幅が低下した。

これに対して、警告直後の非標的に対する ERP 成分は 9 歳群、11 歳群ともに健常児と ADHD 児の間で P3 成分の様相は異なった。ADHD 児 9 歳群においては P3 成分の潜時は標的と差がなく、頭皮上分布は部位間で差がなかった。また、P3 成分の前に出現した P2 成分の振幅が健常児に比べ高かった。健常児 9 歳群における標的と警告直後の非標的の間の頭皮上分布の類似性については、2 章 2 節で感覚・刺激処理系と運動・反応処理系の不完全な分化を反映したものと仮定した。このことから考えると、ADHD 児 9 歳群における全体的な P3 成分の振幅低下は感覚・刺激処理系の活性化よりも P2 成分が反映する早期の刺激処理に多くのリソースを用いているためである可能性がある。この早期の刺激処理に多くのリソースが用いられる結果、反応の抑制に必要なリソースがじゅうぶん配分されないこととなる。一方、健常児 11 歳群では感覚・刺激処理系の駆動に続いて非標的刺激に対しては運動・反応処理系が優勢となりつつある段階にあることを指摘した。このことをふまえて ADHD 児 11 歳群の ERP をみると、警告直後の非標的刺激に対する P2 成分は不明瞭であり、P3 成分は全体的に振幅が低いことともに部位間の振幅差がないことから、ADHD 児のこの年齢における刺激処理は P2 が反映する早期の刺激処理へのリソース配分は少なくなっているものの、これに続く感覚・刺激処理系と運動・反応処理系は未分化な状態にあると推察された。

このような処理系の未分化は結果として行動の実行と抑制の自己制御が適切に行えない状態として生起すると考えられる。課題遂行においてはヒット率とヒット反応時間にほとんど差がないものの、実際には同年齢の ADHD 児と健常児の間では従事する刺激処理が異なり、ADHD 児の刺激処理は健常児よりも発達的に遅れていることが ERP を指標にすることで確認された。

警告が先行しない刺激に対する ERP からみた ADHD 児の反応実行・抑制の過程とその発達

警告が先行しない警告刺激そのもの、偽標的刺激、そして警告が先行しない非標的刺激に対するP3成分の出現様相は、健常児もADHD児も同一年齢群内では類似していた。しかしながら、ADHD児ではP3成分に先行して出現するP2成分がいずれの刺激条件においても高振幅で出現し、続くP3成分は頭頂部のみで振幅が増大した。このことから、感覚・刺激処理系よりも前の刺激処理により多くのリソースが用いられているという、警告直後の2刺激に対するERPから示唆されたことがこの刺激条件でも確認された。P2成分はP3成分が出現していない11歳群における警告が先行しない刺激に対しても出現しており、ADHD児においては適切なリソース配分が困難である結果、出現した刺激に対する意味付けが困難であることを示唆している。このような状態は、1節で検討した遂行成績において健常児においてほとんど生じなかったランダムエラーがADHD児において多く生起していることから支持される。

ADHD児において同年齢の健常児よりも多くのFAが生起する傾向については、ADHD児における時間的な変数への依存が刺激の適切な処理を妨げているためであり、常に一定時間で出現する刺激に対し、刺激条件によって行う処理を決定するという方略よりも、一定時間で出現する刺激に対する反応を制御することに重点を置く方略をとる傾向が想定されることを1節で指摘した。刺激条件によって処理を行っているとなれば感覚・刺激処理系によって妥当でない刺激条件を排除することが可能であるが、刺激の出現時間に依存した処理をとっていれば予測された時間で刺激が出現したことそのものの処理に重きが置かれることになる。この過程にP2が関連していると考えれば、刺激出現の時間予測を困難にした場合、遂行成績は刺激の出現時間が一定の条件よりも低下することに加え、ERP上にも何らかの影響が及ぼされることが予想される。この変化の度合いが、自己制御、実行機能の問題における合目的的活動の困難を持つADHD児においては健常児・者よりも大きいと考えられる。

本節の結果から、ADHD児の反応制御能力は基本的には健常児と同様の発達的变化をたどるものの、反応制御の困難がこれを妨げているとする1節の仮説が支持されたとともに、CPT-AX遂行時のERPを記録することの意義が示された。