

## 第5章 第3部の総括

第3部では、第2部の結果をふまえ、警告刺激とこの直後の刺激とのISIを変化させたCPT-AXを用いて、ADHDにおける行動抑制の問題を行動指標である遂行成績と生理指標である遂行時のERPを併せて生理心理学的に検討した。

健常対象者にこのような課題変数を改変したCPT-AX課題を実施した結果、ISIが一定であるCPT-AX課題の結果と同様、遂行成績に発達的变化が認められた。ヒット率の結果から刺激検出は11歳程度の年齢でほぼ可能になることが示された。一方、ヒット反応時間は年齢群にかかわらず短いISIで延長し、かつ年齢が高くなるとともにすべてのISI条件で反応時間の短縮を認めた。このことから、反応実行に至るまでの時間は成人に至るまで精緻化を続けていることが改めて明らかになった。また、ISIが変化する警告刺激とその直後の刺激で生じるFAサブタイプの生起数を比べると、警告刺激に対する1onlyエラーより警告直後の非標的刺激に対する1not9エラーの生起数が多かったことから、9歳程度においては警告刺激である"1"による準備はなされているものの、直後の刺激に対する反応の制御が十分なされていないことが示されたとともに、ISI変化による影響は13歳程度まで認められ、反応実行にかかわる刺激処理、すなわち感覚・刺激処理系は比較的早い年齢で駆動され、これに対して反応抑制にかかわる運動・反応処理系はやや遅い年齢にならないと十分駆動されないことが推察された。

ISIを変化させたCPT-AX遂行時の健常対象者におけるERPの結果から、短いISIがN1成分に抑制的に作用し、Short ISI条件では直前の警告刺激の処理が不完全であることが示された。また、P3成分より約100msec前に出現するP2成分は年少の健常見ほど明瞭に出現した。これは年少の健常見においてP3成分が反映すると考えられる感覚・刺激処理系ならびに運動・反応処理系より早期の刺激処理に多くのリソースを用いているためと考えた。また、P2成分は刺激の種類にかかわらず出現しており、この成分が反映するのは視覚刺激の定位と要求される反応と関連性が低い刺激に対する刺激処理をこれ以後の処理系に引き継がないように認知的に抑制する過程と考えられた。年齢が高くなるとP2成分の頭皮上分布はP3成分に類似する分布に変化したことから、13歳前後を境に早期の刺激処理にかかる負荷が軽減されてくるとともに、求められる反応との関連性が低い刺激に対する認知的抑制は感覚・刺激処理系における刺激処理に含まれ、より精緻化することが確認できた。また、警告直後の非標的刺激に対して感覚・刺激処理系に比べ運動・反応処理系が前面に出るのもこの年齢段階であり、刺激処理系の分化は課題遂行の発達よりも遅く形成されていくことが推察された。あわせて、振幅は低いものの警告直後の刺激以外に対してもP3成分が認められ、警告刺激が先行しない条件でも、刺激のもつ意味に応じて感覚・刺激処理系はある程度は駆動されること、感覚・刺激処理系が単に運動反応の実行にかかわる処理のみを

行っているのではなく、運動反応の実行を行う必要がない刺激に対する認知的処理を積極的に抑制する過程の存在が裏付けられた。

健常児・者を対象にした検討をふまえADHD児の課題遂行成績を検討したところ、年齢が高くなるにともなうヒット率の上昇、反応時間短縮が認められた。しかし、年齢が高くなっても同年齢の健常児に比べヒット率は低かったことから、ADHD児の発達にともなう刺激処理の変化は健常児にくらべ遅れることが示唆された。加えて、ADHD児におけるヒット率の低さはISI条件にかかわらず認められたことから、時間感覚の弱さによる運動反応の実行処理における不安定さがヒット率の低下を生じさせたことが示された。ヒット反応時間は年齢の上昇とともに健常児とADHD児の間に差がなくなったことから、ADHD児においては標的刺激検出後の反応実行は困難であるものの、実行がなされた場合の処理は健常児と同様に発達し、ISI変化の影響を受けることが示された。また、FAサブタイプ分析の結果、ADHD児においては警告刺激である"1"を有効に利用できず、これを検出することによる反応準備はできるものの、特にISIが長い場合には直後に出現した刺激に対して反応を抑制できないことがうかがえた。また、年齢が低い群においては出現した刺激に対する意味付けが適切になされていないために、結果として健常児ならば反応実行がほとんどなされない刺激に対するエラーが生起することが確認された。

これらの結果は、CPT-AXのような逐次的な強化がない課題状況において、見通しを持ちながら課題遂行を続けることの困難はADHD児の反応制御の困難によるものであり、本研究における刺激出現の予測という見通しを困難にしたCPT-AXを用いることによって、ADHD児が持つとされる反応制御の困難を一定程度検討可能であることが示唆された。

ADHD児におけるISIを変化させたCPT-AX遂行時のERPにおいては、P2成分が反映する早期の刺激処理からP3成分が反映する感覚・刺激処理系と運動・反応処理系への発達にともなう移行は健常児と同様になされると考えられたが、P2成分の潜時が不安定であるとともに健常児に比べ振幅が低く、刺激出現の時間予測が困難な事象において刺激処理全体が不安定になった可能性が示唆された。また、ISI条件の影響はP3成分の持続時間の延長として認められたが、より早期のN1成分にはISI変化による影響は健常児ほど認められず、警告刺激の検出から刺激処理に至る過程の活性化が不十分なために後続する刺激処理への影響が少ない様相が推察された。ISIが変化する条件においてもP2成分の潜時の不安定さと振幅の低さが認められ、出現した刺激に対する意味付け、定位がかならずしも適切になされていないこと、求められる反応と関連性が低い刺激に対する処理の認知的抑制を適切に行えないことが、本来その年齢段階においてなされるであろう刺激処理にも影響を及ぼしていることが推察された。また、ADHD児の標的刺激に対するP3成分の頭皮上電場構造は健常児における警告直後の非標的刺激における電場に類似した。このことから課題事象全般におよぶ刺激定位、ならびに刺激処理の認知的抑制における不安定さが感覚・刺激処理系の活性化を妨げ、結果的に運動・反応処理系が前面に現れるという、課題要求にそっ

た合目的的活動をうまく行えていない状態が存在することが明らかとなった。このような様相は遂行成績だけから推測することは困難であり、生理指標であるERPを用いることの有用性が示された。

薬物療法の関連を遂行成績から検討したところ、7歳の段階では服薬の効果は明確ではなかったが、これ以後の年齢群においては服薬条件では健常児との差がないまでにヒット率が上昇した。このことから、薬物療法は行動の実行にかかわる自己制御の発達にともなう変化を本来の年齢水準にすることに寄与することが確認された。一方、ヒット反応時間は服薬停止と服薬の条件間で大きな差は認められず、薬物療法はADHD児における刺激処理の活性化をもたらすが、処理のスピードにはあまり影響しないことがうかがわれた。また、FA全般、ならびにISIが変化する刺激に対するFAが服薬条件で減少したが、ISIの影響は服薬停止条件と同様に認められた。この点で薬物療法は課題全体にわたる反応の自己制御の困難さのため明確ではなかった、発達にともなう反応の自己制御における年齢相応の変化にも寄与した。あわせて、服薬停止条件で多かったランダムエラーが服薬条件で減少したことから、服薬条件においては刺激定位が適切に機能した結果、出現した刺激に対する意味付けが正しくなされるようになり、求められる反応との関連性が低いと判断された刺激に対する処理を積極的に認知レベルで抑制できるようになったと考えられた。

この遂行成績の結果をふまえ、遂行時のERPと薬物療法の関連を検討したところ、P2成分は年齢が高くなると服薬条件における頭皮上分布がより頭頂部にシフトした。また、刺激の種類にかかわらず、いずれの年齢群でも服薬条件で振幅が増加した。このことから、P2成分が反映する刺激処理は服薬条件において適切になされるようになるとともに、年齢の高い群では早期の刺激処理からP3成分が反映する感覚・刺激処理系ならびに運動・反応処理系が担うと考えられる反応実行のための自己制御をもたらす刺激処理が優勢になりつつあることが示された。この変化はISIが一定の刺激条件すべてで認められたことから、ADHD児における刺激処理の問題の中でもとりわけ課題全体における刺激処理の不安定さを改善することにつながったと考えられた。また、服薬条件のERPにはShort ISI条件がERPに及ぼす効果が健常児と同様に認められたことから、服薬条件でShort ISI条件で本来の年齢水準の刺激処理が可能になったことがERPに反映されたことが確認できた。さらに服薬条件では標的、ならびに警告直後の非標的刺激に対するP3成分はP2成分とともに振幅が増加し、標的刺激に対するP3成分の頭皮上分布は年齢の高い群では服薬停止条件と同様、健常児における警告直後の非標的に対するP3成分の頭皮上分布に類似した。遂行成績の向上とP3成分に先行するP2成分からの振幅増加と合わせて考えると、服薬条件において刺激の定位、刺激処理の認知的抑制過程を含む感覚・刺激処理系は活性化しており、運動・反応処理系がさらに活性化した状態であると考えられた。このことはADHD児における行動抑制の困難さ、自己制御、実行機能の問題が薬物療法によって改善される過程を明らかにできたということだけでなく、健常対象者におけるこのような課題事態における刺激処理過程において、

必要な機能を担う刺激処理系がそれぞれ単独で駆動するわけではなく、並列して駆動するという Mesulam (1981, 1990) の指摘を裏付けるものと考えられた。

以上の第3部における検討から、警告刺激とその直後の刺激のISIのみを変化させ、刺激出現の時間予測を困難にするとともに、準備された運動反応の実行と抑制にかかわる自己制御の負荷を高めた CPT-AX の課題遂行成績と遂行時の ERP を検討することにより、出現する刺激に応じた脳内ネットワーク内の刺激処理系が駆動されること、年齢に応じて優先的に駆動される刺激処理系は異なるとともに年齢の上昇にともなってより効率的な、精緻化された刺激処理がなされるようになることが明らかとなった。ADHD児においてはこのような刺激処理系の発達的变化は健常児と同様に存在するものの、それぞれの年齢段階で優勢となる刺激処理系の活性化が不十分であるために課題遂行に困難をきたすことが示された。そして薬物療法はADHD児の年齢に応じた刺激処理系の駆動を促し、ADHD児の課題遂行成績が向上することに寄与すること、刺激処理系に対する負荷が高い刺激条件においては健常児が行っている刺激処理以上の活性化により遂行成績を向上させている可能性が指摘できた。あわせて、このような検討を通して、脳内ネットワークにおいて想定される、運動反応の実行に関連するとされる感覚・刺激処理系と抑制に関連するとされる運動・反応処理系のそれぞれが単一の機能に従事するのではなく、ネットワーク間の相互関連によって課題事態に応じて適切な合目的的活動を達成するために機能していること、この2つの系と密接に関連し、刺激の定位と課題関連性の低い刺激に対する刺激処理を積極的に認知レベルで抑制する早期の刺激処理系の存在が示唆された。