

第3章 ADHD 児の行動抑制困難に関連する理論的モデルについて

第1節 Barkleyのモデル

モデル適用にともなういくつかの留意点

1章において述べたように、Barkley (1997a, 1997b, 1997c) はADHDの本態を行動抑制の困難ととらえ、これに関連する実行機能、自己制御を包括的にまとめたハイブリッド・モデルを提唱している。本節ではこのモデルについて議論するが、最初に留意したいのは、Barkleyの理論は現在の定義におけるADHDすべてに当てはまる理論ではないということである。Barkley (1997a, 1997b, 1997c) はDSM-IVにおける3つのADHDのサブタイプのうち、不注意優勢型 (ADHD-I) がADHDのサブタイプであることを疑問視している。Barkley (1997b) によれば、不注意、すなわち持続的注意の弱さそのものは、抑制の弱さによる目的、あるいは課題に対する忍耐力とこれを自己制御すること、すなわち実行機能における障害として説明できる。被転導性はその大半が行動抑制における干渉制御の弱さによって生じるものであり、これによって合目的的活動のための実行機能を機能させることが困難になった状態と考えられる。また、ほとんど報酬が得られない課題に対して努力を向けることができなくなることも、実行機能が適切に機能しない結果生じているといえる。これらのことから、ADHDに関連する「不注意」は基本症状ではなく、二次的な問題と考えることができる。すなわち、これは行動の実行制御において生成される抑制制御と行動抑制の弱さという障害の結果である (Barkley, 1997a)。また、DSM-IIIにおけるADDのサブタイプ (ADD-H, ADD+H) に関する研究 (Barkley, 1990; Barkley, Grodzinsky, & DuPaul, 1992 など) をもとに以下のことが指摘されている：

- (1) ADD-Hは病院に来た時点で明らかになる。
- (2) 衝動性の症状は注意よりも多動性に関連する。
- (3) 不注意の状態は多動性—衝動性の状態とは切り離して考えるべきである。
- (4) ADD-HはADD+Hに関連するような崩壊性行動障害とは異なる次元である。
- (5) ADD-Hを持つ子どもの社会的な問題はADD+Hの子どもとは明らかに異なる。

つまり、ADD-H (ADHD-I) とADD+H (ADHD-HIあるいはADHD-C) における注意の障害はそれぞれ異なると考えられる。すなわち、前者は選択的注意の弱さ、消極性、ならびに情報処理の遅さによって特徴づけられ、後者は転導性の維持の困難、ならびに努力の保持の困難によって特徴づけられる。このことから、ADHD-IはADHDのサブタイプというよりは別の障害と考えるべきであり、ADHD-HIとADHD-Cは別のサブタイプではなく、ともに行動抑制の問題として考えられるべきものである。BarkleyはADHDのモデルを作るうえで、ADD+HとADD-Hの区別を行うことは重要であるとしたうえで、ADD+Hは中枢の抑制困難という問題があることから、モ

デルはADD+H (ADHD-HIあるいはADHD-C)のみを問題としている。

モデルとその構成要素の概要

Fig. 1.3.1.1にADHDの問題に適合されたハイブリッド・モデルを示した。このモデルの構成要素は大きく3つに分けられる。すなわち、行動抑制 (behavioral inhibition)、4つの実行機能、そして運動制御、流ちょう性、統語 (motor control / fluency / syntax) である。行動抑制、自己制御 (自己統制) については1章2節で触れたのでここでは詳述しないが、行動抑制はADHDの中心的な障害となるものであり、モデル内でもっとも上位に位置している。また、行動抑制は運動機能を直接制御しており、したがって行動の抑制と運動制御・流ちょう性・統語 (複雑な系列を一つにまとめ上げていく過程) に直接つながっているとされる。加えて、行動抑制は4つの実行機能の生起に直接影響しているだけでなく、これらの実行機能が生起する機会を与えるものとされる。このことを明確にするために、抑制とこれらの実行機能をつなぐ線はとがっていない。これらの実行機能は運動機能に直接原因となる影響を及ぼしているため、いずれの実行機能も運動制御と矢印でつながっている。

Barkleyのいう実行機能はBronowski (1977) によるヒト言語の特異性理論をもとにし、先行研究 (Denckla, 1994; Fuster, 1989; Welsh & Pennington, 1988 など) で挙げられたいくつかの要素のうちBronowskiの理論に対応する4つを抽出したものである。これらについて順に簡単な定義とADHDにおける障害を述べておく；

1. 非言語的作業記憶 (nonverbal working memory) の弱さ

非言語的作業記憶はGoldman-Rakic (1995) にしたがうと、自己への内的な意味付けを反映し、情報を心の中にとどめておく能力、あるいはこれを反応の制御に用いるために直接反応に関連している能力と表現できる。この能力によってある行為を保持することが可能となり、個人の理解、意味付けのすべての形態をまとめることができる。これらには内的な想像、思案、触知覚、そしてこれらが組み合わされたすべての内的な意味付けが含まれる。これは発達心理学においては表象記憶と呼ばれ、発達の極めて初期から観察される。ADHD児においてこの能力が障害される結果、模倣の困難 (Grodzinsky & Diamond, 1992; Mariani & Barkley, 1997) や時間予測の困難 (Barkley, Koplowitz, Anderson, & McMurray, 1997) などが生じることとなる。

2. 発話の内言化 (内的投射) (internalization of speech)

言語的な作業記憶は発話の内言化から成り立っている。これは外部に対する、他者への直接発話 (3歳以前) から進歩したもので、発話、あるいは言語的思考を完全に内包しつつ次第に静かな、あるいは抑制された自己に対する発話 (6-9歳) となる。発話が内言化されることでルールやプランを生成するという意味で言語による自己への質問をもたらし、問題解決能力の獲得に重要となる。この能力の弱さはADHD児におけるルールをとまなうゲームや課題の遂行困難

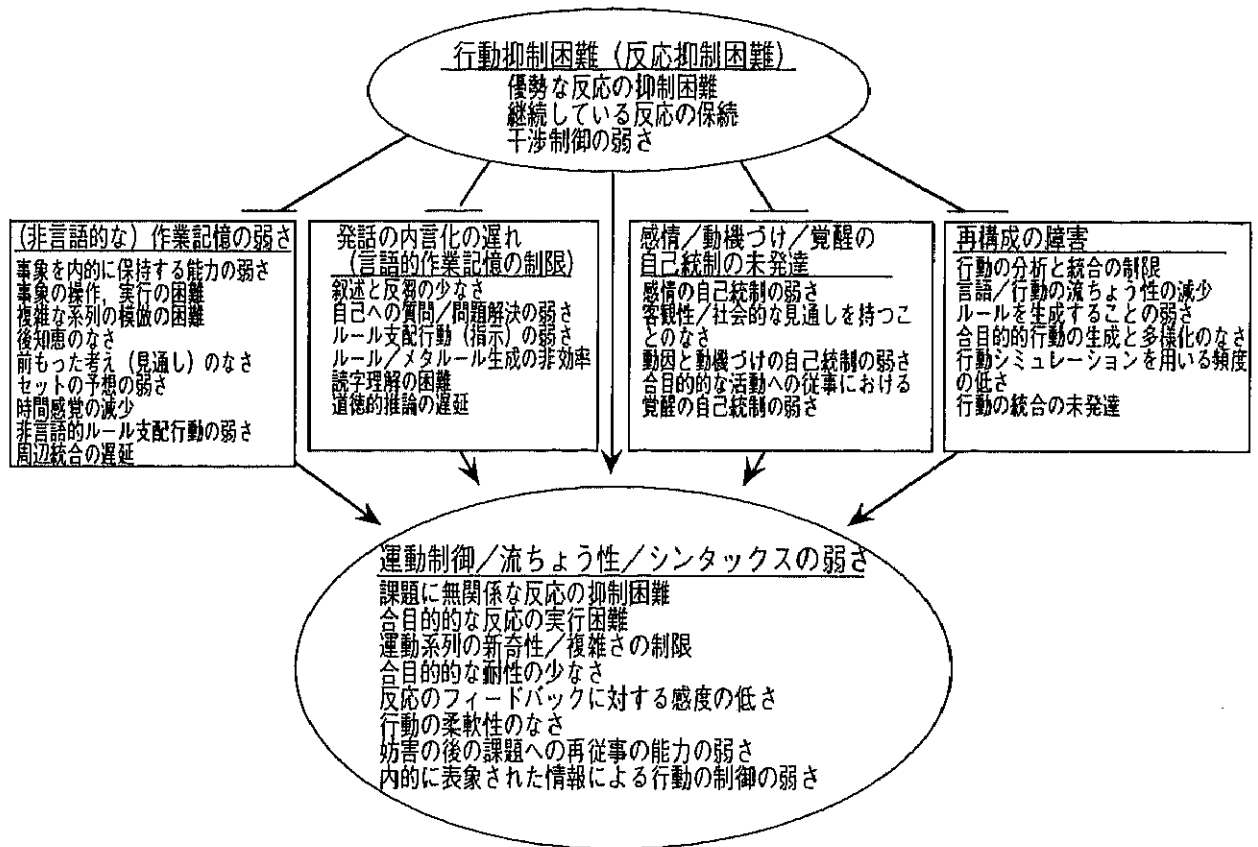


Fig. 1.3.1.1 ADHDにおける行動抑制の障害に関連すると考えられるいくつかの認知障害を関連させた実行機能のハイブリッドモデル (Barkley, 1997c, p. 237)

(Barkley, 1990) や非道徳的な反社会行動 (Hinshaw, Heller, & McHale, 1992) につながる。

3. 感情・動機づけ・覚醒の自己制御 (self-regulation of affect, motivation, arousal)

これは外部からの報酬がなくても合目的的行動とそれに関連する処理を継続するための能力であり、自分自身の動機づけを高めるための容量を発達させることが必要となる。また、上述した2つの作業記憶を内的に表象されていく情報と結び付けて感情と動機づけの状態を引きだし、調整すると考えられる。このような感情の情報には、複数の可能性のある反応オプションから反応を決定する過程が含まれ、合目的的行動を維持するために必要な動因がもたらされる。視覚的な想像や自己に対する発話といった、自己によって方向づけられた、内的な意味のやり取りは感情や動機の状態を引きだし、内的に表象された情報のうち適切なものを用いることが可能になる。ADHDにおける即時的な報酬や強化がない状況での感情制御や動機づけの維持の困難 (Barkley, 1990; Douglas, 1983) に関連し、覚醒の問題は現在の ADHD の定義に含まれる持続的注意の問題にも関連する。

4. 再構成 (reconstruction)

再構成とは、内的に表象された情報を切り離し (分析)、新しく生成が可能な行動を新奇な系列に組み合わせる (総合) ことをさす。これは言語的、非言語的な行動の流ちょう性と創造性を基本とし、目的を達成するための新しい行動をつくりだす助けをする。目標達成のための再構成は一連の行動を複合させ、長い間隔があっても最終的な合目的的行動を支持する能力を生む。ADHDにおける行動の一貫性のなさ (Grodzinsky et al., 1992) や柔軟性のなさ (Alessandri, 1992) がこの能力の弱さに関連するとされる。

行動抑制とそれによって二次的に機能する4つの実行機能により、自己制御された行動が生起することになるが、この自己制御を生じさせる度合いは事象によって異なる。このような事象のうちBarkleyは発達心理学における自己統制、神経心理学における実行機能の文脈で述べられている6つを関連づけている。

そのひとつは、他の行動制御を優先させるような状況、あるいは課題における言語教示 (Hayes, Gifford, & Ruckstuhl, 1996) である。この事象によって継続する反応を抑制することが求められる。このことは、2つめの事象である即時的な反応の結果と末端の結果の間に干渉を生じさせる。3つめの事象は行動的な随伴性に時間遅延が挿入された場合をさす。ここでは即時的な報酬がない状況で行動を統合し、持続させることが求められる。4つめの事象は、得られるであろう将来の目的の特定化であり、先の2, 3の事象に関連すると思われる。5つめの事象は、反応の複雑さの要求、特にそれが一定時間にわたって統合されなければならないような反応である場合をさす。そして、6つめの事象は、その解決のために新奇な反応を生成することが求められた場合をさす。このような状況においては自動的な反応によって目的を達成することはできず、より制御的な反応が求められることになる。これらが適切に機能した結果、合目的的な運動活動のための統制、

タイミング、耐性、柔軟性、新奇性、複雑さ、そして統語がもたらされる (Fuster, 1995)。これらは目的に向けられた運動反応のパターンをより精密にし、複雑多岐かつ階層的に統合されたものにする効果がある。この運動制御と抑制を関連づける研究として、健常児において運動制御とジェスチャーの流ちょう性がともに抑制の弱さに関連することが指摘されている (Schonfeld, Shaffer, & Barmack, 1989)。ADHDの研究における運動の問題がソフトサインとの関連で指摘されており、これらの問題は運動抑制における発達の遅れを示すものとして解釈されている (Denckla, 1986)。

モデルの特徴とこれを検証するために配慮すべきこと

武藤・前川 (2000) は、このモデルの特徴として、(1) 神経心理学的研究では注目されない内在化の過程を重視したこと、(2) 時間概念・感覚の内在化が実行機能の中核であるとしたこと、(3) いくつかの実行機能のうち特定の機能に問題があると、異なる自己制御の障害が生じるとしたことを挙げている。したがって、ADHDにおける行動抑制の困難は合目的な反応の実行あるいは抑制を自己制御することの困難さととらえることができる。これらをもふまえたADHDの評価を行うことにより、ADHDを新しい視点でとらえる知見を提供しうると考える。

加えて、Barkleyの理論において注目すべきことに、薬物療法の効果に関する記述が挙げられる。薬物療法には1章4節において述べたように多くの場合メチルフェニデートが用いられているが、その効果として多くの研究で指摘されている抑制、あるいは衝動性の統制がとれるようになる状態は、すなわち中心症状たる行動抑制の問題の改善であり、ADHDにおける行動抑制は刺激薬によって向上しなければならない (Barkley, 1997c)、と考えられる。したがって、Barkleyのモデルをもふまえた検討を行ううえで、対象とすべき子どもはDSM-IVにおけるADHD混合型、あるいは衝動性-多動性優勢型の診断を受けていることに加え、薬物療法の効果が認められていることが前提となるといえる。

ADHD児が日常のさまざまな場面で困難を示すことから、日常生活におけるさまざまな活動の中で行動実行や行動抑制などの自己制御が必要である。ところが、ADHD児のようにそのような自己制御が困難になると多くの活動を適切に行うことができない。しかし、日常の活動における自己制御状態を的確に評価することは難しく、どうしても指標として実験課題を用いることが求められる。さらに、用いるべき実験課題は種々指摘されているものの、一貫してADHD児が遂行に困難を示すことが指摘されているのはCPTを用いた研究である。加えて、2章2節で議論したように、CPTの種類や課題変数を考慮し、CPT-AXを用いること、さらにこれまでに用いられてきたCPTではなく、ISIを変化させる、それもすべてのISIではなく警告刺激から次の刺激までのISIのみを変化させることが望ましい。これにより短い時間で準備された運動反応の実行と抑制と偽標的刺激条件における自己制御過程を検討できるというCPT-AXの利点に、刺激出現の時

間予測の問題を検討しうる要素を付加することができる。

以上の点から本研究は警告刺激直後の ISI だけを変化させた CPT-AX を用い、ADHD 児の行動抑制について検討する。また、CPT 課題遂行時の ERP についてもあわせて検討することで、行動指標だけでは推測が困難な脳内処理過程、特に標的以外の刺激における処理過程過程を推測するが、Barkley のモデルは発達心理学、神経心理学、そして行動分析学の知見を元にしており、より解剖学的な部分を補完しうるモデルを背景とした検討を要すると考える。このようなモデルとして適用しうると思われるのが、2章3節で触れた Mesulam (1981, 1990, 1998) の感覚—運動の並列分散処理モデルである。次節ではこのモデルについて概観し、ADHD における行動抑制の問題にどう関連づけられるかを検討したい。

第2節 Mesulam のモデルと ADHD の行動抑制との関連

Mesulam のモデル

Mesulam (1981) は脳損傷にともないヒトにおける半側空間無視症候群, サルにおける半側空間無視が生じる脳構造を説明するものとして, 4つのモジュール化された構成要素からなる並列分散処理モデルを提唱している。Mesulamの仮定したモデルを Fig. 1.3.2.1 に示した。それぞれの構成要素の領域は解剖学的な結合性に基づく機能的な役割を有し, 損傷を受けた場合にはそれぞれ異なる半側空間無視の臨床症状を呈するとされる。

それぞれの構成要素をみると, 後頭一頭頂領域は内的な意味マップをもたらし, 外界の特定の部分に割り当てられるシナプスの空間を拡張するメカニズムをもたらすと考えられる。帯状回にある辺縁部は動機づけの度合いの空間的分布を制限する。前頭部は探索, 走査, 到達, 固定のための運動プログラムを調整する。そして網様部は覚醒とヴィジランスのレベルを調整する。この仮定されたネットワークには, 少なくとも3つの補足的な, 相互に関係する外界の表象を想定することが必要となる。すなわち, 頭頂一後頭皮質における感覚的な表象, 前頭皮質における探索的活動を記述するためのシェマ, そして帯状皮質における動機づけマップである。網様部における覚醒はこれらすべてを統制するための要素として想定されている。このモデルで注目すべきなのは感覚刺激の表象を行う後頭一頭頂皮質と, 運動の表象を行う前頭皮質との関係である。斎藤・豊嶋(1997)によれば, この2つの連合野は直接に相互繊維連絡をなし (Goldman-Rakic, 1988), さらに帯状回を中心とする傍辺縁連合野が前方系と後方系に分かれて連絡していることが示されている (Devinsky, Morrell, & Vogt, 1995; Vogt, Finch, & Olson, 1992)。これらのことから, それぞれの連合野が相互に密接な連絡をとることで連合野を中心とするヒエラルキーが相対化され, 脳全体として大きく前方の運動・反応処理系と後方の感覚・刺激処理系に分かれた並列分散型の神経回路網が形成されていると考えられている。

このような, 前頭前野, 前部帯状回と頭頂葉をそれぞれ中心とする前方と後方それぞれの機能系の存在は, 主にサルを対象とした動物実験から明らかにされてきたものである。近年では, ヒトの注意や言語認知に関するネットワークを説明するものとして用いられている (Posner & Petersen, 1990; Posner, Petersen, Fox, & Raichle, 1988)。

Mesulam (1990) によれば, 後頭一頭頂皮質において感覚・刺激処理系の中核をなすのは後部頭頂領域のPGと呼ばれる領域とされる。この領域は視覚刺激の入力の際に (1) 外界の多次元の刺激へのアクセスを調整する, (2) 外界の事象の空間的位置を特定する, (3) 感覚事象, あるいは位置に対する注意の重みづけを符号化 (あるいはモジュール化) する機能を持つとされる。

前頭領域において運動・反応処理系の中核をなす領域は前頭眼野 (frontal eye field; 以後FEF) とされる。この領域はPG野からの情報を統合し, 定位ならびに探索的動作の分布を位置づける

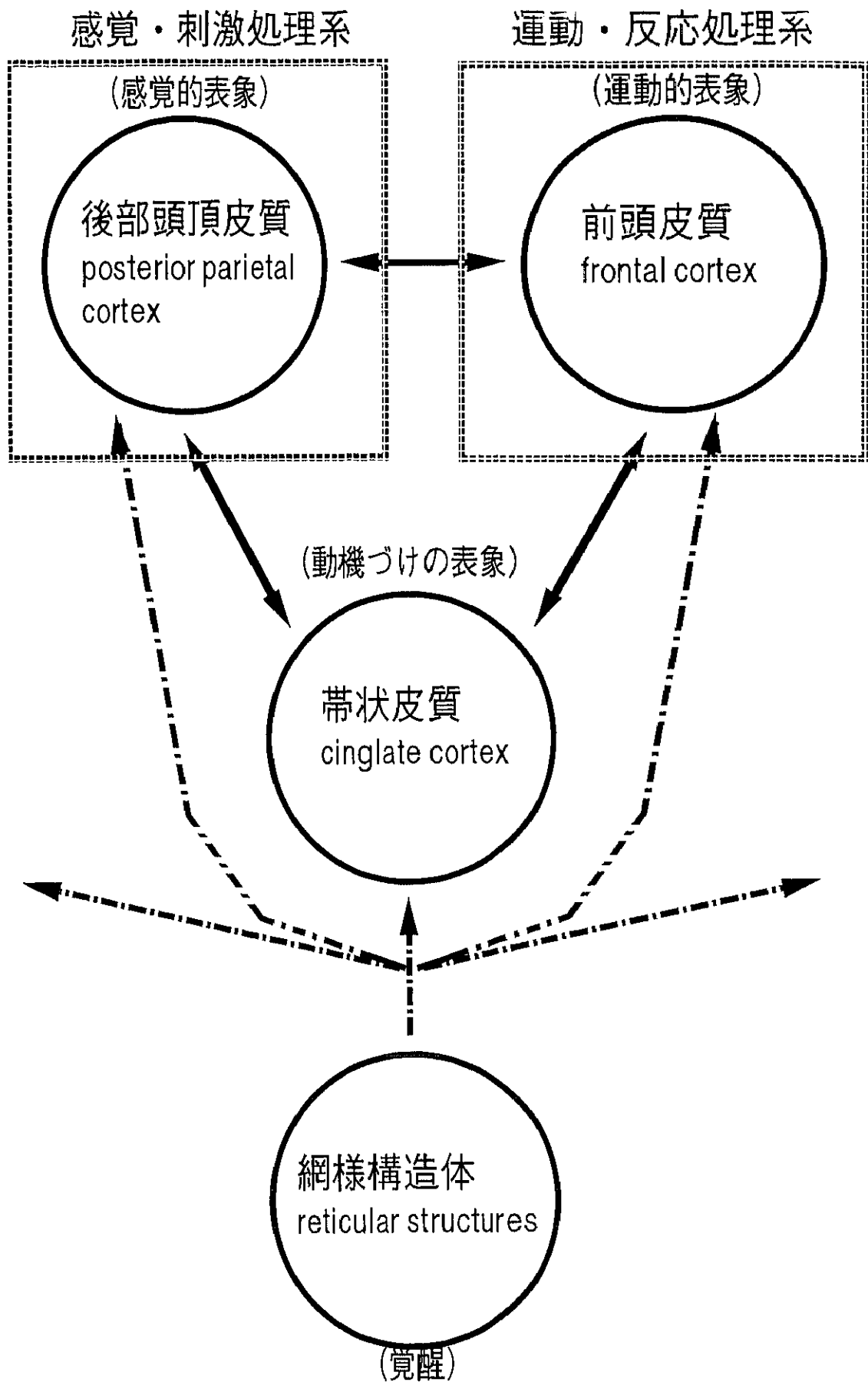


Fig. 1.3.2.1 方向づけられた注意のモジュールを含む
神経ネットワークの構成成分 (Mesuram, 1981 より引用)

役割を持つとされる。FEFとPGは、空間のある領域あるいは事象が神経細胞を刺激するような標的にあたる場合、視覚的な把握、動作、あるいは探索の際にその補正をするメカニズムを持つ。比喩的にいえば、PGは主観的な注意を向ける領域を作りだし、FEFとその周辺領域はこれを導くための方略を計画すると考えられる。PGは主に感覚的な要素に関連し、FEFは主に運動に関する要素に関連する一方で、PGはサッカーやリーチングの動きに関連して発火するニューロンを持ち、FEFは受容野に関連するニューロンを持つ。また解剖学的にFEFは後部後頭皮質に投射する視覚野そのほかの感覚に関連する領域からの神経入力を持つ。FEF、PGといった領域は皮質経路によって相互に結合している。さらに、これらの領域は線条と連絡を持っており、これによって2つの皮質領域と線条との神経活動の統合、比較、あるいは同期が可能になるとされる。

このモデルは半側空間無視、そして注意、言語、記憶に関わる情報処理過程を扱ったモデルであり、脳内のネットワークを含めてモデルを詳述することは本研究における目的にはそぐわないと考えられるため、ここでは避ける。しかしながら、本モデルは前頭部における運動反応の制御、そして後頭部における刺激特性の処理の関連を神経解剖学的に結びつけている点で、本研究における行動抑制の問題を説明するモデルとして援用することは有用と考えられる。行動抑制、実行機能と本モデルの関連についても、作業記憶と実行機能のネットワークは外側前頭前皮質とおそらくは後頭頭頂皮質を中心としたネットワークによってもたらされることが補完的に述べられており (Mesulam, 1998)、ADHDの行動抑制、実行機能の問題に関連づけることは可能であると考える。

MesulamのモデルとADHDとの関連

Mesulamがモデルの起源とした半側空間無視症候群は、その症状がADD児の持つ問題に関連することがVoeller and Heilman (1988)によって指摘されている。Heilman, Voeller, and Nadeau (1991)は、ADHDは空間無視症候群の異形であると考えられ、空間無視の症状は特に右半球の前頭葉背側と正中、帯状皮質と頭頂皮質、線条、そして網様体に関連することを指摘している。彼らは運動不穩 (motor impersistence)、すなわち一定の運動を持続する能力の困難を脳損傷患者における右前頭皮質の機能不全に関連づけている。また反応抑制の困難、すなわち不適切な刺激に対する反応を抑制する能力の困難は、前頭皮質の眼窩部、背外側部、そして正中部 (補足運動野と帯状部を含む) の機能不全と関連すると述べている。Heilmanらによれば、行動の前頭部—帯状部の連絡には大規模な神経ネットワークが含まれ、このネットワークは前頭前皮質 (特に背側ならびに前頭視覚領域)、尾状核、黒質の網様腹部、視床の腹側前核、帯状前回、そして辺縁系から構成される。加えて、補足運動野は内的、および外的な文脈に対する運動の適応において重要な役割を持つと考えられる。運動の休みなさは静座不能 (神経弛緩薬の副作用で、運動の休みなさによって特徴づけられ、座位保持または安静臥位の困難をもたらす) にやや類似

しており、前頭前部の中間皮質におけるドーパミンの活動低下を反映すると考えられる。また、運動の休みなさには中脳被蓋腹側も関連し、ここの損傷はラットにおいて重篤な運動の休みなさを引き起こすとされる。Ernst (1997) は ADHD の基礎として提案されたさまざまな理論的モデルを概観し、注意過程における特に脳の右半球領域の前頭部、頭頂部、そして帯状皮質の役割については一致していることを指摘している。そして、その根拠となるのは、これらの領域の損傷が決められた空間領域で生じた刺激に対する注意の欠損によって特徴づけられる無視症候群を生じることである。この症候群は脳の右半球が損傷された際にもっとも多く生じ、前頭ならびに頭頂皮質、そして視床や線条体といった皮質下領域の損傷患者において認められてきている。これに加え、1章3節で述べた機能的脳画像研究から、前頭皮質 (Cohen, Semple, Gross, Holcomb, Dowling, & Nordahl, 1988)、頭頂皮質 (Heinze, Mangun, Burchert, Hinrichs, Scholz, Munte, Gos, Scherg, Johannes, Hundeshagen, Gazzaniga, & Hillyard, 1994)、そして帯状回 (Carter, Mintun, Nichols, & Cohen, 1997) が注意過程において重要な役割を持つことが指摘されており、これらの領域はいずれも Mesulam のモデルにおいて構成要素とされるモジュールに一致する。

Mesulam のモデルと ERP 成分との関連

前章第3節において指摘した、2つの P3 成分の解釈に本モデルを適用した斎藤・豊嶋 (1997) は、posterior P3 は主に感覚・刺激処理系に、anterior P3 は主に運動・反応処理系、とりわけその抑制過程に関連すると考えられると述べている。彼らによれば、この2つの P3 はそれぞれ別の条件において出現するとは限らず、時にある条件において二峰性の成分として出現することから、P3 の後方成分と前方成分として考えられる。このことが課題遂行を担う並列された2つの処理系、すなわち感覚・刺激処理系と運動・反応処理系の存在を想定する根拠であり、いずれかの処理系を特に強く駆動することが必要である刺激条件において2つの頭皮上分布が異なる P3 成分が出現することになる背景となる。先に述べたように、posterior P3 は基本的に何らかの反応が求められる標的刺激に対して出現する。この過程の解釈として、まず感覚・刺激処理系において求められる反応に無関連な刺激の情報処理を積極的に抑制、排除し、処理の効率化がなされる。これと同時に、運動・反応処理系における反応の抑制のための処理がリリースされ、その積極的な抑制は必要としないか、必要としても弱い抑制で事足りることになる結果、後方成分が優位となると考えられる。一方、anterior P3 は非標的刺激に対して出現するが、anterior P3 が出現する非標的刺激は反応の必要はないとはいえ注意を向けるべき (attention-capturing) な刺激である。このような非標的刺激に対しては、感覚・刺激処理系においていったん賦活された刺激処理のための制御的処理の抑制を必要とするが、標的刺激テンプレートとのミスマッチが生じるため、この刺激処理系は標的刺激の場合ほど強い駆動を必要としない。そのために非標的刺激における後方の成分は posterior P3 にくらべ振幅が減衰する。しかし、一方で駆動された運動・反応処理系にお

いて、標的に対して準備された反応は積極的に抑制されなければならない。この結果として、運動・反応処理系をつかさどる前方成分の増大が生じ、結果的に後方成分と前方成分の重畳が生じると述べている。また、2つのP3の神経解剖学的起源については、2章のTable 1.2.3.1におけるanterior P3のうち Novelty P3は前頭葉損傷患者においては出現しないことが指摘されている(Knight, 1984; Yamaguchi & Knight, 1991)。加えて、神経画像学的研究において反応の抑制を求められる条件で前部帯状回の局所脳血流が低下することも報告されている(Bush, Frazier, Rauch, Seidman, Whalen, Jenike, Rosen, & Biederman, 1999)。これらの知見は前頭部に出現するanterior P3が前頭葉、ならびに前部帯状回の機能としての反応の抑制に関与していることを示しているといえる。一方、posterior P3については、斎藤ら(1997)によればその神経解剖学的起源は頭頂葉や側頭葉といった後部連合野説(Knight, Scabini, Woods, & Clayworth, 1989)、海馬説(Okada, Kaufman, & Williamson, 1983)などが指摘されているが、一致はしていない。しかし、先行研究で指摘されている領域はいずれも感覚・刺激処理系かこれと深い関連を持つ後方の領野であるとしている。

これらのことから、斎藤・豊嶋(1997)が指摘するように2つのP3成分における頭皮上分布の差はMesulamのモデルにおける感覚・刺激処理系と運動・反応処理系における活動を反映していることが推察される。すなわち、anterior P3は運動・反応処理系における反応の抑制、posterior P3は感覚・刺激処理系における標的(あるいは課題に関連する非標的)の同定と反応の実行に関連すると考えられる。したがって、本研究で用いるCPT-AX遂行時のERPについてもMesulamのモデルにしたがった解釈を行うことで、ADHD児における行動抑制の問題をERPから検討するうえで有用な知見をもたらすといえる。ADHDの行動抑制を説明するためのBarkleyのモデルとあわせてMesulamのモデルを用いることで、行動の抑制に加えて行動を実行する際の処理過程を推測することが可能になると考える。また、Barkleyのモデルは主に前頭葉、前頭前部における行動抑制、実行機能に関するモデルであり、大脳後方において運動実行に関わる処理がなされていることを仮定するMesulamのモデルはERPの解釈だけでなく、運動反応を指標とする行動データの解釈にも有用といえよう。

これらのことから、本研究においてはBarkleyのモデルとMesulamのモデルをCPT-AXの成績と遂行時のERPからADHDの行動抑制の問題を扱うが、子どもを対象とした検討を行ううえで発達の問題を避けて通ることはできないと思われる。次節では、この行動抑制とその発達を関連づけるモデルについて検討を行いたい。

第3節 行動抑制と発達を関連づけるモデルについて

発達の考慮の必要性

前節まで、ADHD児における行動抑制と実行機能の問題を説明するBarkleyのモデルと、運動反応の実行と抑制の脳内処理過程を説明するMesulamのモデルを概観し、これらのモデルが本研究においてCPT-AXの遂行成績と遂行時のERPを検討するうえで有用であることを指摘してきた。この2つのモデルは本研究の主たる目的である、行動の実行と抑制における処理過程とADHD児におけるこの過程の問題を説明する際の有力な手がかりとなるといえるが、子どもを対象にすることから発達という要素をどう扱うかについて考慮すべきであり、本節では発達と行動抑制をどのようにモデルにおいて関連づけるかについて述べることにする。

Barkleyのモデルにおける行動抑制、実行機能と発達との関連

BarkleyのモデルはADHD児の状態像を説明することを目的としているだけに、発達についても十分な考慮がなされている。Barkley (1997c)によれば、実行機能や合目的的行動は発達の中でいくつかの段階、あるいはフェイズをもって形成されると考えられる。

Barkley (1997c)は行動抑制の発達を検討した研究をいくつか挙げており、遅延をともなう視覚情報に対する反応の遅延、あるいは内的な表象は出生後5～15ヶ月以前に形成されることが報告されている (Diamond, Cruttenden, & Neiderman, 1994; Hofstadter & Reznick, 1996)。作業記憶と反応抑制は、この年齢においてはまだ遅延反応課題を実施するうえで分化はなされていないとされる (Diamond et al., 1994)。3～4歳になるとこれらの抑制、作業記憶あるいは表象記憶はじゅうぶん発達することが位置記憶課題を用いた研究から報告されている (Loughlin & Daehler, 1973)。これらの研究で指摘された、優勢な反応を抑制するためだけでなく、干渉の制御のためにも作業記憶の発達は重要であることから、Barkleyはモデルにおける非言語的作業記憶の発達についても言及している。Bjorklund and Harnishfeger (1990)は教示や妥当でない情報による干渉から作業記憶を保持しようとする能力は6歳前後で向上することを指摘している。

Kopp (1989)は感情の自己制御を扱った研究のレビューにおいて、出生後3～9ヶ月で自己に方向づけられた感情の制御が行われていること、2歳から3歳では感情を自覚するだけでなく、これを何らかによって解決しようとすることによる自己への気づきを発達させていることを報告した。また、感情の自己統制は言語発達によっても向上するとされる。Barkley (1997c)によれば、感情に関する発話は18～30ヶ月で著しく発達し、感情の自己制御と同じくして自己に向けられた発話は3歳くらいで発現する。3～5歳になると、仲間集団において感情の自己制御に関するまた別の起源、すなわち独り言 (Self-speech) が生じる。独り言は小学校のより後の学年にお

いて内的なものになる (Diaz, 1992)。すなわち、独り言は次第に内言化され、この内言化は9～12歳で優勢となる (Berk, 1992)。神経心理学的課題を用いた発達研究として、Levin, Culhane, Hartmann, Evankovich, Mattson, Harwood, Ringholz, Ewing-Cobbs, and Fletcher (1991) は行動抑制を評価する課題としてGo/No-Go課題、プランニングと作業記憶を評価する課題としてロンドン塔課題、耐性、ルール生成、そして反応の柔軟性を評価する課題としてWCST、そして再構成あるいは行動の創造性の評価課題としてverbal fluencyを用い、いずれの課題遂行にも年齢の効果が認められたとしている。彼らは、この結果からフィードバックへの感度、問題解決、概念形成、衝動性の制御は7～8歳と9～12歳の間で有意な年齢に関連する変化を示し、記憶の方略、記憶の効率性、プランニングに要する時間、問題解決、そして仮説の探索能力は9～12歳と13～15歳の間で有意に変化することを指摘している。Hale, Bronik, and Fry (1997) は非言語的作業記憶と言語的作業記憶の発達を干渉制御とともに検討している。この研究では8歳、10歳、19歳の子どもに空間記憶課題と言語的作業記憶課題それぞれと二重課題を実施し、二次課題が言語課題であった場合に一次課題の言語的作業記憶課題で成績が低下し、二次課題が空間課題であった場合に一次課題の空間作業記憶課題の成績が低下することが示されている。

これらの先行研究の結果は、Fuster (1989) が指摘した、作業記憶内に混乱を生じる源がある場合に干渉制御を行うことが難しいことを指摘したことを支持する。加えて、Welsh, Pennington, and Groisser (1991) は組織化された方略やプランされた行動は健常児では6歳以前から認められ、より複雑な探索行動や仮説に基づいた検証は10歳で成熟すること、これに対して言語的な流ちょう性や運動の系列化、そして複雑なプランニングは12歳に至っても成人のレベルに至らないことを指摘している。

本研究における発達の考慮

これらの先行研究は自己制御や実行機能は6歳前後までにかかなりの部分が完成されるが、小学生から中学生の間において完成される部分、そして成人に至るまで完成されない部分があることを示しているといえる。本研究において課題に用いるCPT-AXは反応抑制を評価する課題であることはすでに指摘されており、ADHD児の行動抑制の問題を扱う課題として適切であると考えられるが、警告刺激とその直後のISIをランダムに変化させ、その成績を検討することに加え、遂行時のERPを検討することで行動抑制の問題により生じるとされる実行機能の問題についても一定程度推測することが可能と考えられる。

CPTのような一定時間注意を持続することが求められ、かつ生じた反応に対して即時的な強化がなされない状況で課題遂行をうまく行うには、発話の内言化が適切になされることを必要とする。Barkley (1997c) によれば、発話の内言化は子どものルール、教示、命令に従う能力を向上させる。したがって、ADHD児はそういった言語教示を考慮したり、あるいはこれに従ったりす

る能力に遅延を持つといえる。これに関連し、ADHD児がルール支配行動に発達的な遅れを持つことを裏付ける証拠として、

(1) 反応時間課題やCPTといった実験室課題に対する反応パターンが個人内で統計的に有意に変動する (Corkum & Siegel, 1993; Douglas, 1983; Douglas & Peters, 1978, Van der Meere & Sergeant, 1988; Zahn, Kruesi, & Rapoport, 1991)。

(2) 報酬に遅延がある条件と比べ、即時的な遅延がある条件の方が成績が良い。

(3) 遅延が課題内で加えられ、その潜時が延長するような場合、成績は有意に悪化する。

(4) 随伴する強化が連続的なものから間欠的になると課題遂行は大きく、より速く低下する。

(5) 課題内において課題遂行に随伴的でない結果が呈示された場合、課題遂行は大きく低下する (Douglas, 1983; Haenlein & Caul, 1987; Schweitzer & Sulzer-Azaroff, 1995; Sonuga-Barke, Williams, Hall, & Saxton, 1996; Zahn et al., 1991)。

(6) 満足の遅延課題において、報酬が遅延する作業をうまく行えない (Rapoport, Donnelly, Zametkin, & Carrougher, 1986)。

Barkleyは、このうち4についてはまだ検証されていないが、関連するものとしてADHD児においては遂行上の強化の効果を決定する課題の難易度と強化スケジュールが関連することを指摘している。

加えて、CPT-AXは警告刺激の出現を保持することが必要となるため、ある程度の作業記憶を要求する課題ともいえるが、Hayes et al. (1996)、Kopp (1989)はルール支配行動(言語の内言化)とともに作業記憶が行動の道徳的推論と道徳的制御を生じさせることを示す事例を報告している。ADHD児においてこれらの実行機能の発達が遅れていれば、道徳の発達が遅れることとなり、Barkleyの仮説に一致する。

以上のことから、基本的にCPT-AXが反映する行動抑制の問題に加え、Barkleyのモデルにおけるいくつかの実行機能の要素についてもこの課題を適切に遂行するうえで重要な役割を持つであろうことを考慮すべきといえる。これに加え、ISIをランダムに変化させることでADHD児の実行機能においてもっとも問題となる(武藤・前川, 2000)、時間感覚の弱さを検討しうると考える。実際に反応がなされる、なされないにかかわらず、この過程を検証できる点で遂行時のERPを検討することは有用であろうし、反応の有無に応じてMesulamのモデルにおける感覚・刺激処理系と運動・反応処理系の処理過程を推察することが可能である点もERPを用いる利点といえる。さらには上述した発達の要素、そして薬物療法の効果も考慮することで、はじめてADHDの行動抑制の問題という高次脳機能を扱うことが可能になると考える。

本研究において検討する事項によりADHDの問題をすべて明らかにすることができないことはいうまでもないが、これまで特に本邦においては指摘されてこなかった、ADHD児の持つ問題を多面的に評価しうる研究として、今後の研究の方向性を示唆しうる知見を提供できると考える。