

比喩理解に関する神経心理学的検討 -高機能広汎性発達障害児の認知特性-

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2009-02-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 三橋, 美典, 中井, 昭夫, 川谷, 正男, 清水, 聡, 平谷, 美智夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/1890

比喩理解に関する神経心理学的検討^{注1)}

－高機能広汎性発達障害児の認知特性－

三橋 美典・中井 昭夫^{*1}・川谷 正男^{*1}・清水 聡^{*2}・平谷 美智夫^{*3}

(2008年9月30日受付)

高機能広汎性発達障害（HFPDD）児の他者理解や状況理解の特性を解明する一貫として、比喩理解の能力に焦点をあて、文や文節の意味を判断する実験課題場面における遂行成績と脳電位を用いて、彼らの行動の背景にある認知機能や脳機能の特性を検討した。今回はとくに、学習障害（LD）等も含めた発達障害児の診断や特性を把握する検査手段として有効か否かを吟味するため、比喩文、字句通りの文（陳述文）、無意味文の3条件を設定して、健常成人と比較しながら検討した。その結果、HFPDD児の課題遂行成績は劣るが、比喩条件に対する事象関連電位のN400成分は健常成人より大きいことが明らかとなり、比喩理解に必要な文脈情報を全く利用できないのではなく、その潜在的能力はあることが示唆された。一方、個人によっては逆の傾向を示す事例もあり、本実験課題を、比喩理解や脳機能を測定する検査ツールとして活用できる可能性が確認できた。

キーワード：比喩理解、高機能広汎性発達障害、プライミング、事象関連電位

1. はじめに

学習の遅れや友人関係のトラブルなど、学校・園で気がかりな問題を抱えた子ども達の中に、発達初期の障害に起因する一群の存在が認識されるようになったのは十数年前からである。こうした子ども達は発達障害（軽度発達障害）と呼ばれ、ほとんどが通常学級に在籍しており、平成19年度から開始された特別支援教育の中心的な対象として、個々人のニーズに応じた教育・支援が求められている。しかしながら、従来の障害と比較して障害そのものが見えにくく、判断・診断や特性をとらえるのが容易ではない上、支援方法も確立していないため、教育・保育現場では対応に苦慮するケースが多いのが現状である。

^{*1} 福井大学医学部、^{*2} 福井県立大学、^{*3} 平谷こども発達クリニック

発達障害には、学習障害 (learning disabilities; LD)、注意欠陥／多動性障害 (attention deficit/hyperactivity disorders; ADHD)、トゥレット障害 (Tourette's disorder)、そして自閉症、アスペルガー障害やレット障害等を含む広汎性発達障害 (pervasive developmental disorders; PDD) などがあるが、特別支援教育の中でとくに大きな課題となっているのが、PDD タイプの子どもへの支援である。

自閉症とアスペルガー障害は、自閉症スペクトラム障害 (autistic spectrum disorder: ASD) という名称で、L.Wing の提唱以来、連続した症状群として包括的にとらえられるようになって来たが、実際の診断や支援では全般的知的発達水準が問題となる。PDD のうち、知的な遅れのないタイプは高機能広汎性発達障害 (high-functioning pervasive developmental disorders; HFPDD) と呼ばれ、遅れのあるタイプと比較して支援は容易に見えても、実際には個人の内面的特性をとらえにくく、支援がしにくい面がある。また、様々な気がかりな問題を持つ反面、学力優秀であったり、特異な才能を発揮する場合もあって、「変わった子」「トンチンカン」として周囲から理解されないことが多い。これに加えて、中核症状でもある対人的係わりやコミュニケーションの取りにくさが、支援する際の大きなネックとなっている (小枝, 2007; 杉山, 2002)。

2002年に実施された文部科学省の実態調査では、発達障害の疑いのある児童生徒は通常学級に6.3%おり、そのうち HFPDD は0.8%とされているが、近年は増加傾向にある。福井県内で平成17年度～19年度に行われた調査では、LD は極めて少なく HFPDD が6割以上を占めており、判断や支援方法に関する教育・保育現場からの要望も多かった (眞弓, 2008)。高機能タイプを中心とした ASD を適切に支援するには、彼らの特性を理解するとともに、行動上の問題の背景にある本質的特性を解明して行くことが、ASDの診断・判断を行う上でも必要であろう (三橋ら, 2000; 2005)。

ASD の原因となる本質的特徴として、「心の理論」や「共同注意」に代表される他者理解の困難さ (Baron-Cohen ら, 1986; 別府, 2003)、表情や感情の認知と表出の困難さ (神尾ら, 2007; 武澤ら, 2008)、比喩・皮肉の理解や間接的表現の理解等をはじめとする語用論処理の困難さ (三橋ら, 2004; 武澤ら, 2007) などが、様々な実験課題や検査から提唱されている。例えば、武澤ら (2007) は、短い文章を読んだ後の記憶テストで、HFPDD 児は単語の記憶は健常児と差がないが、文意を要約する力が劣ることを報告し、視覚的・聴覚的情報や言語的・非言語的情報を統合処理するワーキングメモリの問題を指摘している。これらの研究や理論では、ASD 児は機械的・パタンの認識は良好でも、流動的で曖昧な情報の処理が苦手で、とくに社会的場面や言語理解場面において「ヒト」に関係した状況や文脈を読み取る力が弱いことが指摘されていると言える。

これらの「本質的特性」を基に、通常精神医学的診断 (DSM-IV) に加えて、近年は新たな診断・判断の基準や個人特性の把握に利用する試みも行われている。しかし、心の理論や情動認知に関係した検査・診断方法は比較的多くの研究があるが、語用論に関係したものはまだ少ない。

足立ら（2006）は、比較的簡便にチェックできる比喩・皮肉文テストを作成し、AD/HD では比喩と皮肉に差がないのに対し、HFPDD 児では皮肉の得点が低いことを報告しているが、健常児との判別点は明らかではなく、語用論の能力や特性を把握する方法は、まだ確立していない。

発達障害児が抱える読み書き、多動や対人的希薄さ等の症状が、一般の学業不振やひきこもり等と異なるのは、脳機能の障害があることである。これまでは、臨床的行動特徴や上記にもあげた心理学的検査・課題等から理論的に推測していたにすぎず、未知の部分が多かった。しかし、近年の脳科学研究の進歩によって、症状の背景にある生物学的な状態や障害原因が解明されつつあり、それに基づく治療・教育方法も提唱されるようになって来た。MRI など脳構造や機能を直接計測・解析する手法や遺伝子解析など分子・細胞レベルの検討が可能となり、ASD についても、脳科学や分子生物学からとらえ直し、診断にも活用しようとする研究が行われている（中根, 2002）。

例えば、脳構造の面では、前頭葉、辺縁系、小脳、脳幹等が小さいこと（十一, 2007；佐藤ら, 2008）、大脳白質の量や皮質ミニコラムが多いこと（Casanova ら, 2002；大黒, 2006）などが報告されており、遺伝子解析では複数の染色体が関与した多因子遺伝等の可能性が指摘されている（山形ら, 2006）。また、近年は、機能的 MRI を用いて、心の理論や情動認知、言語認知等に関係した様々な課題場面での検討が数多く行われている。

しかし、語用論処理に関係した比喩や皮肉理解に関しては、健常人における比喩理解の機構自体が解明されておらず、研究例数が少ない上に、結果は必ずしも一貫していない。右半球や下側頭部の重要性を指摘する研究が多いが、左半球や前頭前野等の他の領域の活性化も報告されており（Adrens ら, 2005；Rappa ら, 2004等）、比喩理解に関連した脳領域は、比喩の種類や言語体系によって異なる可能性が指摘されている（Mashal ら, 2008）。

機能的 MRI は脳血流量の変化等を測定するため、文の意味理解のように 1 秒以内に処理される過程を測定するのは限界もある。これに対して、脳の電気活動を測定する脳電位（脳波）はミリ秒単位以下で測定可能であり、中でも、刺激や特定の心的事象によって生起する事象関連電位（event-related potential: ERP）は有効な指標となり得る。Kutas & Hillyard（1980）は、一連の単語を継時的に呈示したとき、文として意味が通じるか否かによって特定の成分が出現することを見いだした。例えば、「桜が一咲いた」と比較して、「桜が一泣いた」では文末の「泣いた」に対して、前頭－中心部優性にピーク潜時 400 ミリ秒の陰性電位が増大し、「N400」と命名した。N400 は意味が不一致な場合に生起し、言語的な意味処理過程を反映する電位と考えられている。類似した電位として、「用意ードン」のような特定の事象を予期・準備するときに出現する随伴陰性変動（contingent negative variation: CNV）や新奇刺激に対して生起するミスマッチ陰性電位（mismatch negativity）があるが、前者は刺激の呈示以前に出現し、後者は一般に N400 より潜時が早くて言語以外の刺激事象によっても生起する。

近年、言語的な認知判断場面における脳機能の指標として、N400 成分と、認知判断に伴って

生起する「P300成分」または後期陽性成分を用い、比喩理解の過程を検討した研究がいくつか報告されている。研究の多くは、Kutas らと同様な単語列や文を呈示するか、2つの単語や文節を対呈示する (S1-S2) プライミングパラダイムで、比喩文を、文字通りで意味の通じる陳述文 (literal) や無意味文 (nonsense または anomalous) 等と比較しているが、結果は一貫していない。例えば、Tartter ら (2002) は、無意味条件でのみ N400成分が出現し、比喩文ではほとんど認められないと報告しているが、Coulson & Van Petten (2007) は、比喩文の N400成分は陳述条件より大きいとの結果を得ている。また、プライミングパラダイムを用いた Sotillo a ら (2005) は、比喩文 (S1) に関連した単語 (S2) の方が、非関連語より N400成分が大きいことを報告している。

一方、ASD を対象とした研究は極めて少なく、結果も一致していない。Strandburg ら (1993) は、高機能自閉症と健常の成人を対象に、プライミングパラダイムを用いて、比喩・陳述・無意味条件間で比較した結果、高機能自閉症者は比喩条件の N400成分がほとんど出現せず、文意を理解できてもステレオタイプの判断をしている可能性を示唆している。これに対して、文意の判断課題を用いた Ring ら (2007) は、健常者では文末の語が文意と不一致な条件でのみ N400が出現するのに対し、アスペルガー障害者では一致条件でも認められることを報告し、ASD は文意を理解する際に必ずしも文脈情報を利用しないとは言えないと述べている。

以上のように、研究数はまだ少なく、結果にも一貫性がないが、ERP は MRI に比べて拘束力が少なく時間分解能が高いため、認知処理過程の詳細を時系列的に分析でき、発達障害児における行動的問題の背景にある脳機能の状態やその障害特性を解明するツールとなることが期待できる。そこで本研究は、HFPDD 児の他者理解や状況理解の特性を解明する一貫として、比喩理解の過程に焦点をあて、文や文節の意味を判断する実験課題検査を健常成人と HFPDD を対象に実施し、課題遂行成績と ERP から背景にある認知機能や脳機能の特性を検討するとともに、発達障害児の診断や特性を把握する検査手段として有効か否か検討することを目的とした。

2. 方法及び手続き

(1) 被験者

a) 成人群

心身ともに健康な大学生14名 (男性7名、女性7名：平均年齢 21.1 ± 2.0 歳)。

b) PDD 群

アスペルガー障害または高機能自閉症の診断を受けた高機能広汎性発達障害児9名 (男性6名、女性3名)。年齢は小学4年生から大学1年生の範囲で (平均年齢 12.3 ± 3.5 歳)、いずれも明らかな知的遅れは認められない (WISC-III検査の平均指数は、VIQ 95.2、PIQ 87.4、FIQ 90.4)。

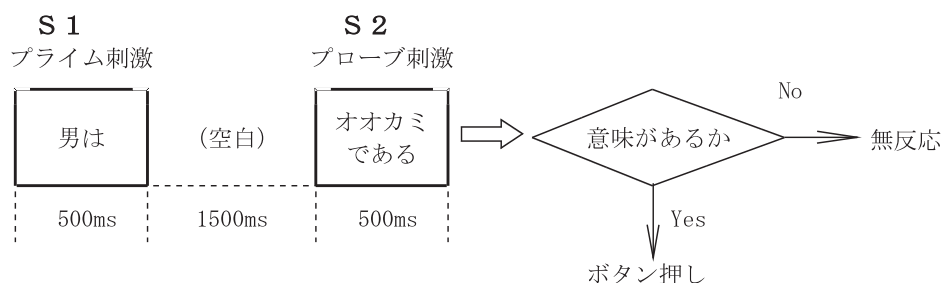


図1. 1 施行の刺激－反応布置

（2）刺激および課題

a) 課題内容

課題は文字刺激を用いたプライミングパラダイムで行い、図1に示すように、1試行は、プライム刺激（S1）とプローブ刺激（S2）で構成されている。刺激は4～10文字の日本語単文または文節であり、1～7文字ずつの2つの文節に分けて（前半の文節がS1、後半がS2）、液晶ディスプレイの画面上に呈示した。被験者の課題は、S1とS2をつないだ文または文節の意味が通じるか否かを判断し、意味がある場合は手元のボタンを利き手で押すことであった。なお、被験者には、条件の種類や呈示回数に関する情報は与えなかった。

b) 刺激条件および材料

S1とS2の組み合わせが意味を有するか否かによって、表1に示す3つの条件を設定した。

- ①陳述文（literal condition）：そのまま意味を成す直接的な表現を用いた文
- ②比喩文（metaphoric or figurative condition）：直喩、隠喩等の比喩的な表現を用いた文
- ③無意味文（nonsense or anomalous condition）：意味を成さない文

これらの刺激文は、事前に行った調査に基いて^{注2)}、陳述文10、比喩文10、無意味20の計40個を設定した。一つのセッションでは、これらの中から、陳述文6、比喩文6、無意味12の計24文を選定して無作為に呈示した（計24試行）。なお、セッション内では、同一の刺激文が呈示されることはない。

表1. 刺激条件

条件	内容	例（S1-S2）
陳 述	そのまま意味を成す直接的な表現	ナベを － 洗う 目から － なみだ
比 喩	直喩、隠喩等の比喩的な表現	男は － オオカミである 目から － ウロコ
無意味	意味を成さない	やかんを － する 目から － しょうゆ

c) 刺激呈示及び反応時間記録装置

刺激の呈示及び反応の記録は、イーストメディック社製のソフトウェア（刺激出力シークエン

サー)を用いて、パソコン(東芝: Dynabook E10/370LS)で制御した。本ソフトウェアは、刺激呈示と反応の正誤や反応時間の記録を同時に行えるものであり、I/O インターフェースボードを介して、ボタン反応の取り込みや刺激トリガの出力が可能となっている。

刺激は、このシステムを用いて、被験者の眼前150cmの位置に置かれた20インチ液晶ディスプレイ(EIZO 社製: L997)画面に、黒色背景上に白色文字で呈示した。

(3) 記録指標および記録装置

課題遂行時の被験者の状況を、行動的指標(課題遂行成績)と生理的指標(脳電位)の両面から記録・分析した。

a) 課題遂行成績

被験者のボタン押し反応から、前述のパソコンソフトウェアを用いて、以下の3つの指標を計測し、正確さ(正答率、誤答率)と早さ(反応時間)の両面から分析した。

①正答率: 標的刺激(陳述条件と比喩条件)にボタン押しした場合を正反応として、それぞれの条件の刺激呈示数で除算した百分率を求めた。

②誤答率: 陳述条件と比喩条件に反応しなかった場合は「見逃しエラー (omission error: OE)」, 無意味条件に反応した場合は「お手つきエラー (comission error: CE)」として、それぞれの条件の刺激呈示数で除算した百分率を求めた。

③反応時間: S2呈示からボタン押し反応までの時間をミリ秒単位で計測した。ただし、S2呈示前100ms以内のものは尚早反応、2000ms以上のものは無反応として除外し、無意味条件については、反応数が極端に少ないため、分析対象から除外した。

b) 脳電位

課題遂行中の脳波と眼球運動を、脳波計(日本光電製: EEG-4414)を用いて増幅・紙記録するとともに、パソコンのハードディスクに記録した。脳波の導出部位は、国際10-20法に基づく7部位(Fz、Cz、Pz、C3、C4、P3、P4)で、左右耳朶連結を基準として、時定数 1.0s、高域除去フィルター 120Hzで増幅・記録した。眼球運動は、水平方向については左・右外眼角の側方1cmの位置、垂直方向については、左眼眉上線と眼窩線下方1cmの位置から双極導出した。

ディスクに記録した脳波および眼電図は、パソコンソフト(キッセイコムテック社: EPLYZER および BIMUTAS II)を用いてサンプリング周波数500Hzで平均加算処理を行い、さらに垂直眼球運動の影響を減算してERP波形を求めた。分析区間は、S2の呈示前1000~2000msと呈示前200~1500msの2種類行い、S2呈示前のCNVの影響を確認した。加算回数は、陳述と比喩条件については50回以上、無意味条件については100回以上とした。

(4) 実験手続き

薄明のシールド室に座らせた被験者に電極類を装着し、例文を呈示しながら課題内容を説明し

た。課題を実施する前に、実験で用いたのとは別の刺激材料を用いて数回の練習試行を行い、標的となる刺激やボタン押しのタイミング等を確認させた。

実験課題は10セッションから成り、セッション間には、1～2分の短い休憩を適宜挿入した。各セッションでは陳述、比喩、無意味の3条件を無作為な順序で24試行ずつ行った。全セッション終了後、課題の難易度や何を手がかりに反応したか等について、評定尺度や自由記述形式で内省報告を求めた。全実験時間は約2時間であった。

(5) 結果の処理法

記録した行動的指標と生理的指標について、陳述、比喩、無意味の各条件ごとに、10セッションの結果をまとめ、被験者間平均値等を求めて比較検討した。統計処理にはSPSS (Ver.13J) および自作の統計ソフトを用いて条件間の差異を検討するとともに、PDD群については事例ごとの検討も行った。

3. 結果および考察

行動的・生理的指標について、全10セッションの結果をまとめ、各条件（陳述・比喩・無意味）および各群（成人・PDD）の平均値等を算出して比較検討した。なお、群間の比較については、年齢や被験者数が大きく異なり、PDD群では個人差も大きかったため、事例ごとの検討も行った。

(1) 課題遂行成績

a) 正誤率

図2に、各群の平均正答率とSEを示す。PDD群については、各事例の結果を折れ線図で重ね描きしてある。成人群では陳述と比喩条件間に差はないが、PDD群については、比喩条件の方が著しく低い傾向にある。

条件×群の2要因分散分析の結果、条件の主効果、群の主効果および交互作用のすべてに有意差が認められ（それぞれ、 $F=29.93$, $F=23.40$, $F=9.66$ ；いずれも $df=1/14$, $P<.01$ ）、Ryan法による多重比較の結果、

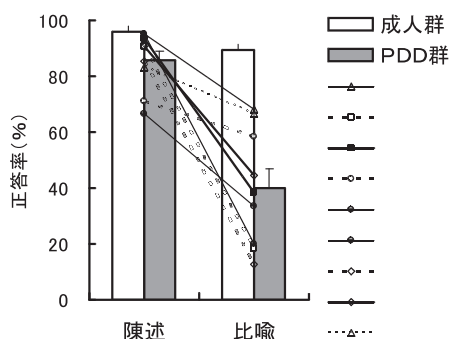


図2. 各条件の平均正答率

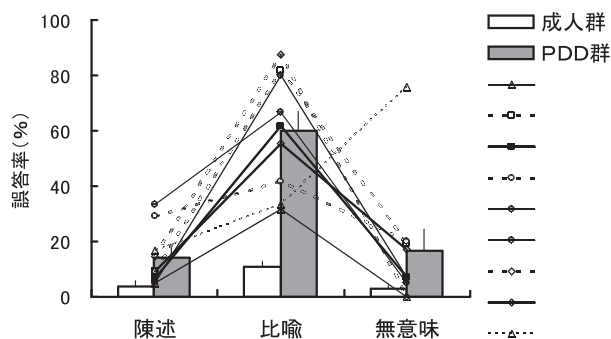


図3. 各条件の誤答率

比喩条件で両群間に有意差が見られた。

図3に、誤答率の結果を、正答率と同様にして3つの条件について示す。陳述と比喩条件は見逃しエラー(OE)、無意味条件はお手つきエラー(CE)を表す。両群とも、比喩条件が他の2条件より誤答率が高い傾向にある。

分散分析を行ったところ、条件の主効果($F=55.34, df=1/60, P<.01$)、群の主効果($F=21.37, df=2/60, P<.01$)、交互作用($F=14.25, df=2/60, P<.01$)のすべてが有意であった。多重比較の結果、比喩条件で両群間に有意差が見られたが、陳述と無意味条件では差がなかった。また、両群とも、比喩条件の誤答率が他の2条件より高かった。

よって、PDD児は、陳述文や無意味文のような基本的な文意の理解に問題はないが、比喩文については理解力が低い(正答率が低く誤答率も高い)と言える。

b) 反応時間

図4に、反応時間の結果を示す。陳述と比喩条件間の差は少ないが、両条件ともPDD群の反応時間が長い傾向にある。分散分析の結果、群の主効果($F=5.83, df=1/60, P<.01$)が有意であり、陳述、比喩条件とも群間に差が認められたが、条件間の差はなかった。よって、PDD児は、文意の判断に時間を要することが示唆される。

c) セッション間の変動

本実験では、ERPの加算処理の関係上、セッション間では同じ刺激が反復して呈示されるため(各刺激文6回ずつ)、セッション後半になると、被験者はそれぞれの刺激文を記憶し、プライム(S1)が呈示された時点でプローブ(S2)を予測して反応する可能性がある。このため、各セッションの課題遂行成績を集計し、その変動過程を検討した。

図5は、成人群の各セッションにおける平均正答率を示したものである。10セッションまとめた集計では陳述と比喩条件間に差はなかったが、セッション前半では比喩条件の正答率が低い傾向にある。条件×セッションの分散分析の結果、交互作用が有意であり(F

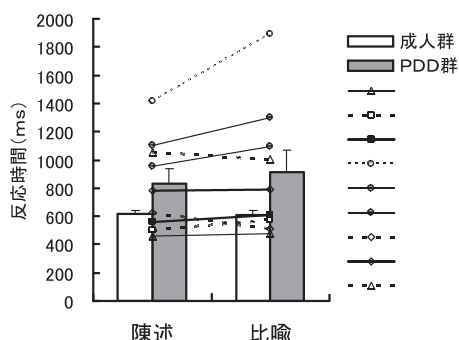


図4. 各条件の反応時間

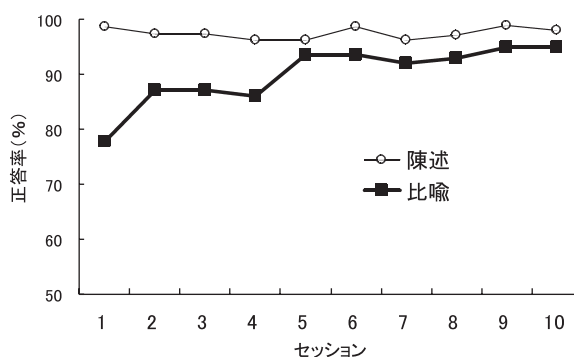


図5. 成人群における各セッションの平均正答率

$=2.29, df=9/99, P<.05$)、セッション1～4で有意差が認められた。したがって、成人でも、本実験の比喩文の判断は陳述文に比べて困難であるが、何らかの学習効果のあったことが示唆される。

一方、誤答率や反応時間にはセッション間の差異は見られなかった。また、PDD群については、個人で傾向が異なり、正答率、誤答率、反応時間ともに一定の変動傾向は認められなかった。

(2) 事象関連電位 (ERP)

a) 波形の概要

図6は、プローブ (S2) に対する正中線上3部位のERPおよび眼電図 (EOG) の加算波形を、3つの条件で重ね描きしたものである。成人群は全被験者の平均波形を、PDD群は個人差が大きかったため、典型的な一例 (中学3年生) の波形を示してある。

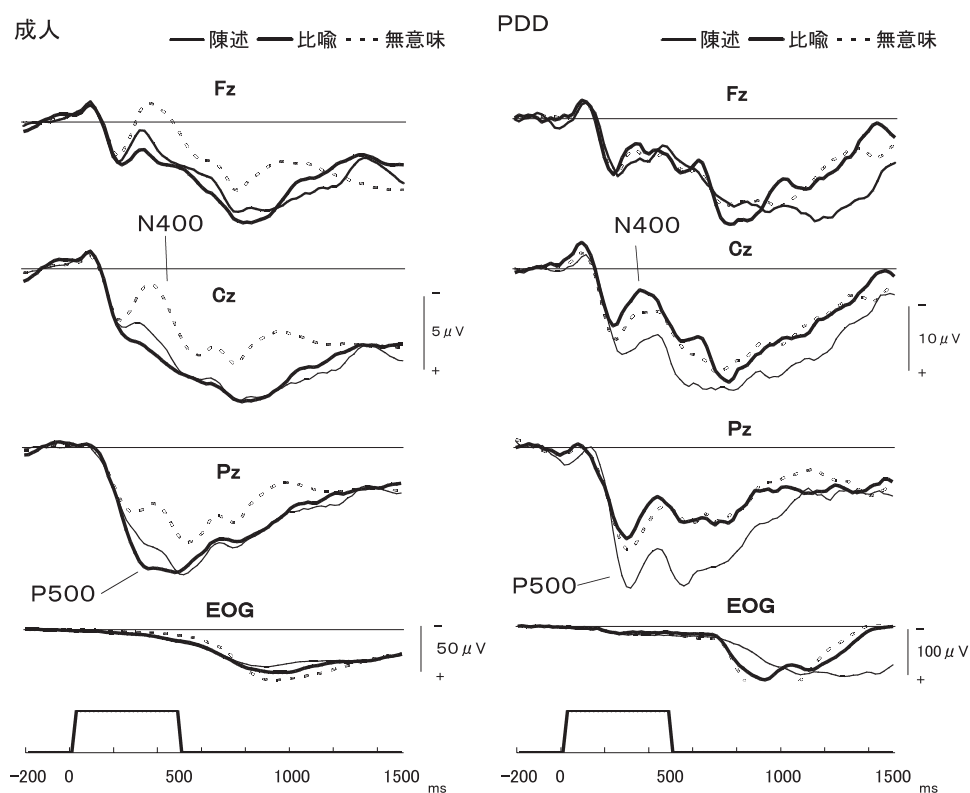


図6. 正中線上3部位のERPおよび眼電図 (EOG) の加算波形

成人は全被験者平均波形、PDDは一事例 (中学3年生) の波形。最下段は刺激呈示時点。加算回数は、陳述と比喩条件が60回、無意味条件が120回。

刺激呈示後100~200ms 近傍の初期成分に続いて、ピーク潜時400ms 近傍の陰性電位 (N400) とピーク潜時500ms 近傍の大きな陽性電位 (P500) が認められる。両群とも、N400成分は前頭部 (Fz) ・中心部 (Cz) 優勢、P500成分は頭頂部 (Pz) 優勢だが、条件間の差異は群間で異なっている。成人群では、無意味条件と比喩・陳述条件に差があり、N400成分は無意味条件で大きく、P500成分は陳述・比喩条件で大きい。PDD 群では、陳述条件と比喩・無意味条件に差があり、N400成分は比喩・無意味条件、P500成分は陳述条件で大きい。換言すれば、両群とも、無意味条件では N400成分、陳述条件では P500成分が顕著だが、比喩条件は成人と PDD 児でかなり異なる可能性がある。

P500成分は、ボタン押し反応のある陳述条件で大きく、頭頂部優勢であることから、標的検出を反映する「P300成分」と考えられる。一方、N400成分は前頭-中心部優勢で、刺激文の意味を推測する必要がある比喩や無意味条件で大きいことから、言語的意味判断の過程を反映する電位、または刺激の新奇性や予測の不一致を反映するミスマッチ電位と考えられる。そこで、これら2成分の振幅や潜時を計測し、群間や条件間で比較検討した。

b) N400成分の振幅・潜時

図7は、刺激前200ms 間の平均電位をベースラインとした P500成分のピーク振幅について、正答率と同様、群平均と事例を示したものである。無意味条件では全体的に不明瞭であり、標的刺激に対する反応という意味で、頭頂部における陳述と比喩条件のみを示す。

両条件とも、PDD 児の方が高振幅の傾向にあるが、P500成分が全く見られない事例もあり、群間の差、条件間の差ともに明瞭ではない。条件×群の分散分析の結果、有意差は認められなかった。また、ピーク潜時についても同様に、差異は認められなかった。

c) N400成分の振幅・潜時

N400成分については、プライミング刺激 (S1) 後の予期反応に関連した随伴陰性変動 (CNV) の影響から、波形が全体的に陽性方向にシフトしており、P500成分と同様なベースライン設定には問題がある。このため、比喩・無意味条件それぞれについて、陳述条件を基準とした差分波形を求め (比喩-陳述、無意味-陳述)、そのピーク振幅や区間積

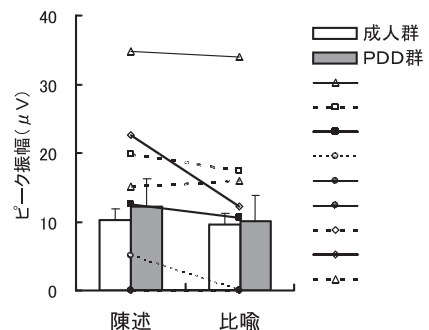


図7. P500振幅 (Pz)

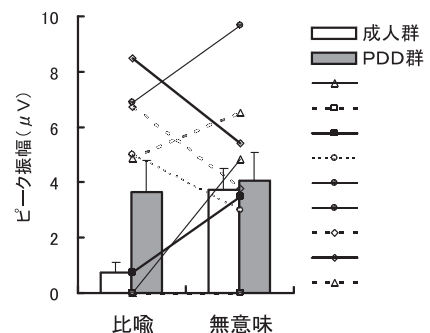


図8. N400振幅 (Cz)

分値（潜時300～500msの平均電位）を算出した。

図8に、中心部におけるN400成分ピーク振幅の結果を示す。成人群では無意味条件が比喩条件より大きい傾向にある。PDD群では平均値には差が見られないが、個人によって結果は異っている。分散分析の結果、条件の主効果が有意であり（ $F=5.87, df=1/40, P<.05$ ）、交互作用に統計的傾向が認められた（ $F=3.91, df=1/40, P<.10$ ）。下位検定の結果、無意味条件では群間の差はないが、比喩条件ではPDD群の方が成人群より高振幅であった。

区間積分値も同様な結果を示したが、ピーク潜時には差は認められなかった。よって、N400成分は、成人では無意味条件では出現しても、比喩条件では不明瞭であるのに対し、PDD児では、個人によって傾向は異なるものの、無意味条件に加えて比喩条件でもN400成分が明瞭に出現すると言える。

（3）指標間の関連

行動的・生理的指標のうち、主要な5つの指標（反応時間、正答率、誤答率、N400振幅、P500振幅、P500潜時）について、Pearsonの積率相関係数を求めた。係数の算出は各条件および各群ごとに行ったが、被験者数が少ないため、両群を込みにしたデータを中心に分析した。

表2は、本実験テーマである比喩条件の結果を示したものである。誤答率はこの指標とも関連がなかったが、正答率と反応時間には負の相関が見られた。また、N400成分とP500成分には負の相関関係が見られ、N400成分が顕著なほどP500成分が不明瞭になる傾向が示唆される。行動的指標と生理的指標の関連についても2つの成分は逆の関係にあり、N400成分が大きいほど正答率は低く反応時間が遅れるのに対して、P500成分は、振幅が大きく潜時が早いほど反応時間が早い、正答率との関連は認められない。よって、N400成分の動態が課題遂行に大きく影響することが示唆される。

しかしながら、上記の結果は両群のデータを込みにしたものであり、群間の差異が影響している可能性がある。このため、散布図を参考として、成人群とPDD群を比較検討した。図9および図10に、代表的な散布図（N400と正答率、P500と反応時間）を示す。

表2. 各指標間の Pearson 積率相関関係（比喩条件）

誤答率はお手つきエラー（CE）

	反応時間	正答率	誤答率	N400振幅	P500振幅
P500潜時	.65*	.13	.33	.42*	-.64**
P500振幅	-.44*	-.19	.22	-.32	
N400振幅	.46*	-.54*	.01		
誤答率	.37*	-.23			
正答率	-.40*			* $P<.05$	** $P<.01$

両者とも有意な負の相関があったが、成人群と PDD 群の関係が相関係数に關与していることがうかがえる。P500成分と反応時間については、両群とも負の相関傾向が認められるが(成人群： $r=-.68$ 、PDD 群： $r=-.56$)、N400成分と正答率については、PDD 群では一定の傾向が認められない(成人群： $r=-.65$ 、PDD 群： $r=-.12$)。また、課題遂行成績については、ほとんどの PDD 児が成人より低レベルだが、PDD 児の生理指標については大きく 2 つのタイプに分かれ、N400成分や P500成分がほとんど出現しない事例がある反面、成人より高振幅な事例も見られる。したがって、N400成分と課題遂行成績の関連性は一様ではなく、N400成分が反映する心的過程は、成人と PDD 児で異なる可能性が示唆される。

(4) 総合的考察

課題遂行成績からみると、HFPDD 児は、健常成人に比べて全般的に反応時間が遅く、比喩文の成績が劣る(正答率が低い、誤答率が多い)結果となった。これには年齢差が影響している可能性があるが、陳述文や無意味条件では差はなかったことを考慮すると、比喩理解の問題が存在することが示唆される。

一方、ERP からみると、P300成分に差はないが、比喩文、無意味文とも健常成人より明瞭で高振幅の N400成分が出現する事例が多かった。この結果は Ring ら(2007)とは一致するが、同じブライミングパラダイムを用いた Strandburg ら(1993)とは一致しない。理由として考えられるのは、課題材料や言語の違いと対象児の特性の違いである。後者については、前項で述べたように、本研究の HFPDD 児は 2 つのタイプに分かれることが示唆されるが、自閉症・アスペルガー障害の分類、WISC 検査、課題成績とは関連がなく、何に起因するかは明らかではない。しかし、比喩理解に関して、理解可能なタイプと困難なタイプが存在する可能性もあり、今後、被験者数をふやして様々なタイプの HFPDD 児を対象とした再検討が必要である。一方、前者については、具体的な刺激文を比較できないので結論は下せないが、これに関連した第三の要因として、刺激文の親近性や学習効果が考えられる。

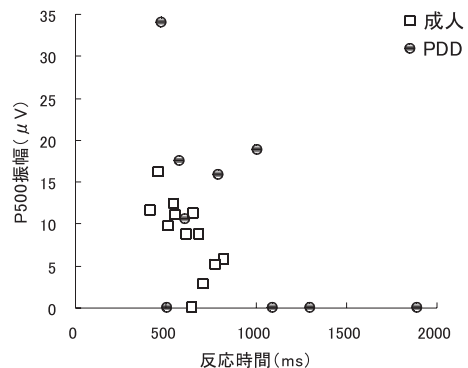


図9. 反応時間と P500

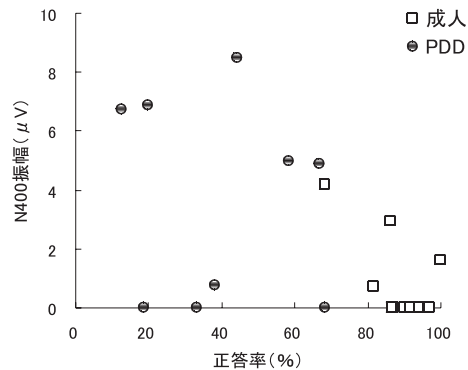


図10. 正答率と N400振幅

成人を対象とした研究では、比喩や陳述等の意味内容だけでなく、馴染みの少ない文には N400 成分が増大することが報告されており (Arzouan ら, 2007; Coulson & Van Petten, 2007)、比喩文でも慣用句のように一度学習した文章は、陳述文と同様に機械的に判断が可能のため、N400 成分が減衰する可能性がある。本研究の成人群もセッション初期では比喩文の正答率が低いことから、N400 成分が出現していたとも推測される。また、両群とも、無意味文には明瞭に出現していることから、N400 成分はミスマッチ電位との共通要素も多いと考えられる。いずれにしても、HFPDD 児は、行動的には理解していないように見えても、脳電位から推測すると、一部の処理は正常に機能しているのかもしれない。

比喩理解の過程に関して、山梨 (1998) は、不一致の認識、経験と照合した再構成、再分析という 3 段階モデルを提唱している。N400 が不一致の認識から再構成に至る過程を反映すると仮定すると、HFPDD 児は文脈情報との不一致の認識は可能で、言語的表象と実経験を結びつける過程に問題があるのではないかと考えられる。換言すれば、様々な支援活動の中での実体験によって、比喩等の語用論処理の能力が向上する可能性もあろう。

本研究等で用いた課題場面における ERP から、比喩理解等の語用論処理の特性をとらえる手法は、行動には表出されにくい内的状態や脳機能を評価するのに有効であることが示唆される。発達障害児を対象とした比喩理解の神経心理学的検討はまだ極めて少ないが、ASD と症状的な共通点もある統合失調症では、本研究と同様な結果も報告されている (Iakimova ら, 2005; Strandburg ら, 1997)。本研究では、課題検査としての有効性の検討が目的の一つであったため、HFPDD 児と成人を比較したが、今後は、年齢をマッチさせた定型発達児と比較しながら、発達過程を検討する必要がある。適切な支援につなげるための内的状態像の把握や新しい診断観点提供のためにも、今後のさらなる検討が必要であろう。

注 1) 本研究は、文部科学省科学研究費 (基盤研究 (c)) : 課題番号 17530472)、福井大学学長裁量経費 (学部間共同研究: 平成 19 年度) の補助を受けて実施した。

注 2) 慣用句辞典等を参考に、陳述文、比喩文、無意味文それぞれ 30 ずつ計 90 文を無作為に配列した調査シートを作成し、小学 4 年生から大学 4 年生までの計 235 名を対象に、各文が「陳述」、「比喩」、「無意味」のいずれに属するか判断させた。各文ごとに 3 つのカテゴリの判断率を求め、判断率が著しく低いものを除いた上で、3 つの条件間で判断率や文字数に偏りがないう配慮しながら、どの年齢段階でも 80% 以上の判断率が得られた文を実験に用いた。

引用・参考文献

- 1) 安立多恵子, 平林伸一, 汐田まどか, 鈴木周平, 若宮英司, 北山真次, 河野政樹, 前岡幸憲, 小枝達也 2006 比喩・皮肉文テスト (MSST) を用いた注意欠陥/多動性障害 (AD/HD)、アスペルガー障害、高機能自閉症の状況認知に関する研究. 脳と発達, 38, 177-181.
- 2) Ahrens, K., Liu, H., Lee, C., Gong, S., Fang, S., & Hsu, Y. 2005 Functional MRI of conventional and anomalous meta-

- phors in Mandarin Chinese. *Brain & Language*, 83,
- 3) Arzouan, Y., Goldstein, A., & Faus, M. 2007 Dynamics of hemispheric activity during metaphor comprehension: Electrophysiological measures. *Neuro Image*, 36, 222-231.
 - 4) Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., & Frith, U. 1985 Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
 - 5) 別府哲 2003 自閉症児は他者の心をどのようにして理解するのか 特殊教育学研究, 41, 279-283.
 - 6) Camblin, C.C., Gordon, P.C., Swaab, T.Y. 2007 The interplay of discourse congruence and lexical association during sentence processing: Evidence from ERPs and eye tracking. *J. Memory & Language*, 56, 103-128.
 - 7) Casanova, M.F., Buxhoeveden, D.P., Switala, A.E., & Roy, E. 2002 Minicolumnar pathology in autism. *Neurology*, 58, 428-432.
 - 8) Chen, E., Widick, P., & Chatterjee, A. 2008 Functional anatomical organization of predicate metaphor processing. *Brain & Language*, 86, 271-280.
 - 9) Coulson, S., & Van Petten, C. 2007 A special role for the right hemisphere in metaphor comprehension ? ERP evidence from hemifield presentation. *Brain Research*, 1146, 128-145.
 - 10) Federmeiera, K.D., Wlotko, E.W., De Ochoa-Dewald, E., & Kutas, M. 2007 Multiple effects of sentential constraint on word processing. *Brain Research*, 1146, 75-84.
 - 11) Iakimova, G., Passerieux, C., a Laurent, J-P., & Hardy-Bayle, M-C. 2005 ERPs of metaphoric, literal, and incongruous semantic processing in schizophrenia. *Psychophysiol.*, 42, 380-390.
 - 12) 小枝達也 2007 広汎性発達障害・アスペルガー障害. 母子保健情報, 55, 28-32.
 - 13) Kutas, M., & Hillyard, S.A. 1980 Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.
 - 14) Mashal, N., Faust, M., Hendler, T., & Jung-Beeman, M. 2008 An fMRI study of processing novel metaphoric sentences. *Laterality*, 16, 1-25.
 - 15) 眞弓光文 (研究代表者) 2008 現場・地域と協働した「子どものこころ」の成長・発達に関する脳科学の教育の融合研究体制の構築と還元のある方についての検討. 文部科学省委託研究「子どものこころの成長に関する基盤整備事業」報告書.
 - 16) 三橋美典 2000 LD (学習障害) の概念に関する再考: ADHD、広汎性発達障害等との関連性をめぐって. 福井大学教育地域学部紀要: 第IV部教育科学, 56, 53-65.
 - 17) 三橋美典 2005 今、あらためてLDを考える: 軽度発達障害を再考するシンポジウム討論とまとめ. LD 研究, 14, 278-282.
 - 18) 三橋美典, 中村圭佐 2004 軽度発達障害児の他者認知に関する検討—感情認知課題と間接発話課題からみた特性. 福井大学教育地域学部紀要: 第IV部教育科学, 60, 41-52.
 - 19) 中根晃 2007 脳のサイエンスから見た高機能自閉症とアスペルガー障害. 自閉症スペクトラム研究, 1, 15-24.
 - 20) 大黒成夫 2007 自閉症スペクトラムと大脳皮質. 自閉症スペクトラム研究, 6, 19-26.
 - 21) Rappa, A.M., b,*, Leubea, D.T., Erbb, M., Groddb, W., & Kircher, T.T.J. 2004 Neural correlates of metaphor processing. *Brain Research*, 20, 395-402.
 - 22) Sotilloa, M., Carreti, L., Hinojosac, J.A., Tapiab, M., Mercadod, F., Lopez-Mart, S., & Albertb, J. 2005 Neural activity associated with metaphor comprehension: spatial analysis. *Neuroscience Letters*, 373, 5-9.
 - 23) Strandburg, R., Marsh, J., Brown, W., Asarnow, R., Guthrie, D., & Higa, J. 1993 Event-related potentials in high-functioning adult autistics: Linguistic and nonlinguistic visual information processing tasks. *Neuropsychologia*, 31, 413-434.
 - 24) Tartter, V.C., Gomes, H., Dubrovsky, B., Molholm, S., & Stewart, R.V. 2002 Novel metaphors appear anomalous at least momentarily: Evidence from N400. *Brain & Language*, 80, 488-509.

- 25) Ring, H., Sharma, S., Wheelwright, S., & Barrett, G. 2007 An electrophysiological investigation of semantic incongruity processing by people with Asperger's syndrome. *J. Autism Dev. Disord.*, 37, 281-290.
- 26) 佐藤弥, 魚野翔太, 十一元三 2008アスペルガー障害と扁桃体. *Clinical Neuroscience*, 26, 458-459.
- 27) 杉山登志郎(編) 2002 アスペルガー症候群と高機能自閉症の理解とサポート. 学研.
- 28) Strandburg, R.J., Marsh, J.T., Brown, W.S., Asarnow, R.F., Guthrie, D., Harper, R., Yee, C.M., & Nuechterl, K.H. 1997 Event-related potential correlates of linguistic information processing in schizophrenics. *Biol. Psychiatry*, 42, 596-608.
- 29) Strandburg, R.J., Marsh, J.T., Brown, W.S., Asarnow, R.F., Guthrie, D., & Higa, J. 1993 Event-related potentials in high-functioning adult autistics: Linguistic and nonlinguistic visual information processing tasks. *Neuropsychologia*, 31, 413-434.
- 30) 武澤友広, 三橋美典, 清水聡, 平谷美智夫 2007 高機能広汎性発達障害児の文章理解における作動記憶および概念の符号化能力の評価. *LD 研究*, 16, 181-189.
- 31) 武澤友広, 三橋美典, 清水聡, 平谷美智夫 2008 高機能広汎性発達障害児の表情ならびに音声からの感情推測能力の評価. *LD 研究*, 17, 152-160.
- 32) 十一元三 2007 広汎性発達障害と扁桃体 臨床精神医学, 36, 861-867.
- 33) 山形崇倫, 森雅人, 桃井真理子 2006 自閉症・注意欠陥遺伝子解析. 神経研究の進歩, 50, 809-819.
- 34) 山梨正明 1998 比喩と理解 東京大学出版会.