

## 学習障害の診断・療育システム — 事象関連電位による学習障害神経機構の解析 —

(分担研究：学習障害に関する研究)

宮尾益知、森優子

要約：学習障害について、我々の施設における診断システム（神経、心理、生理、教育学的）、療育システム（感覚統合訓練、社会技能訓練、教育的処置）について述べるとともに、学習障害の神経機構を解明するために、以前及び前回報告した聴覚・視覚課題を用いて、学習障害についての認知過程解明における臨床応用の可能性について検討し、我々の考案した事象関連電位の検査方法が、学習障害の神経生理学的解析に有用であると考えられた。

見出し語：学習障害、療育システム、事象関連電位、視覚認知障害、聴覚認知障害

【はじめに】  
事象関連電位(event-related potential、以下ERPと略す)は、各種感覚刺激に対する脳内での情報処理過程に関連し惹起され、刺激の認知、期待、判断などに関連し、内因性電位とも呼ばれている。従って、ERPの各成分は、種々の情報処理過程に対応する脳の電位変化としてとらえられる。なかでも、P300は、Suttonら<sup>(1)</sup>により、発見されたERPで、認知課程と密接に相関するため、認知障害を中核とする痴呆疾患等の補助診断として臨床応用が行われてきた。P300の誘発には、従来は、純音による聴覚刺激が行われてきたが、最近になり、視覚刺激の有用性も報告され<sup>(2)(3)</sup>になった。我々も、受動的自画像刺

激により、課題の理解が十分でない乳幼児、精神遅滞児、重度意識障害時においても、P300様波形が導出され、これらの状態においても認知課程の解明に有用であることを報告した。<sup>(4)</sup>  
今回は、聴覚刺激能動課題として、純音と単語、視覚刺激能動課題として図形課題、平仮名課題、平仮名单語、漢字課題について、健常児および健常成人における発達的变化について検討を行い、小児期における特異的発達障害であり、認知障害が疾患の中核となる学習障害<sup>(5)(6)</sup>についての臨床応用とその臨床的有用性について検討を行った。また、自治医大小児科における学習障害に対する診断・療育システムについても述べる。

## 【対象】

### 1、自治医大小児科における学習障害

当科においては、以前より保健所における二次健診を全県的に行い、障害児の早期発見、早期対応を行ってきたため、受診する発達障害児としては、脳性麻痺、精神遅滞など主であった。しかし、近年は、療育システムの充実と共に、自閉症の受診が増加し、また、教育機関との連携及び学習障害に対する理解が深まると共に、学習の問題、学校生活における問題を主訴に来院、あるいは紹介される児が増加してきている。このような主訴で来院した児については、既往歴、現病歴、神経学的診察を詳細に行い、学校生活における問題点を明らかにする目的でPRS、日常生活能力を評価する目的でS-M社会生活能力検査を記入してもらい、心理学的および感覚・運動機能の評価として、知能の分析的診断を行うためにWISC-R、運動技能等の分析的評価を行うためのSCIT、学習過程の方略を解析するK-ABC課程を行い、形態学的評価としてのMRI、脳波検査、聴覚及び視覚刺激事象関連電位P300を行うようにしている。言語及び視覚認知評価としてのITPAとFrostig視覚認知検査等については、必要な場合に施行することとした。以上の評価基準を用いて、医学的診断としては、DSM-III-R・IVを用い、教育的診断としては上野のLD類型分類を用いている。また、診断後の医学・心理的・教育的対応として、心理・教育専門家、作業療法士、医師等による修学前あるいは小学校低学年における感覚統合訓練、小学校高学年におけるソーシャルスキル・トレーニングを行うように配慮するとともに、各地区の学習障害

に理解の深い教育者と提携し、K-ABCの結果を参考に、個別学習による学習方略の教育を行うように現在システムを構築中である。

当科において1990年から1996年の6年間、学習の問題あるいは学校における不適応などで受診した学童は、100名（男児81名、女児19名）であった。主要な診断としては、知能正常2名（男児2名）、知能正常の学習障害59名（男児44名、女児5名）、知能正常の注意欠陥・多動障害3名（男児3名）、境界知能の学習障害4名（男児3名、女児1名）、境界知能の学習障害4名（男児3名、女児1名）、境界知能19名（男児12名、女児7名）、精神遅滞の学習障害1名（女児1名）、精神遅滞12名（男児7名、女児5名）であった。

### 2、学習障害における事象関連電位

5-30歳までの健常小児と健常成人27名と広義の学習障害{発達性協調運動障害7名(7-10歳)、読字障害4名(9-12歳)、発達性表出性言語障害+書字障害1名(8歳)、発達性計算障害1名(13歳)、境界知能2名(7,13歳)、高機能型広汎性発達障害2名(12歳)}17名である。診断は、DSM-III R<sup>(6)</sup>に従い、知能指数は、WISC-Rにて、言語あるいは動作性IQが85以上のものとした。境界知能とは、知能指数が、WISC-Rにて70以上80未満とした。

【方法】脳波筋電図学会の標準的方法である、odd-ball課題すなわち、標的刺激20%(10-30回)非標的刺激80%(40-120回)を用い、刺激の種類として、①聴覚刺激能動課題として、a)純音聴覚刺激では、65dBSLのトーンバーストを用い、高頻度刺激の2KHzを非目標刺激とし、1KHzを目

標刺激とした。b)言葉単語刺激として、(やまとつき)の**ことば**をマイクにて取り込み、やまを目標刺激とした。②視覚刺激能動課題では、a)図形の弁別(○、△)では、○を標的刺激とし、b)平仮名の弁別(い、つ)では、いを目標刺激とし、c)平仮名单語の弁別、(やまとつき)の**ひらがな**を用い、み、やまを目標刺激とした。d)漢字の弁別(山、月)では、山を目標刺激とした。各課題については、原則として、2回づつ施行し再現性を確認した。3)プログラムは日本メディス製VDCS98IIを用い、視覚標的・非標的刺激については、電子スチールカメラにて撮影後、コンピューターのハードディスクに取り込んだ。画像は、1.25m離れた、CRT画面に持続時間500msecにて、刺激間隔約1.2secで不規則刺激を行った。記録部位は、Fz,Cz,Pz, Oz,C3,C4にて記録後、生体増幅器、Biotop-6R12にて増幅、シグナルプロセッサ7T18にて解析を行った。分析は、刺激前120msecから刺激後900msecまでの1,020msecとした。P300は、頂点自動解析装置を用い、N100、N200の後で、潜時250-700msec間の最大陽性電位とし、振幅は刺激前120msec間の平均値を基準値として頂点までの電位となるように設定し、時に手動による補正を行った。各年齢群(5-10歳、10-15歳、15-25歳)におけるCzでのP300の潜時について、平均値と標準偏差を算出(図1)、2SDを越える場合を病的とした。また、左右差については、C3、C4にて対側の2倍以上の差がある場合を病的とした。(8)

## 【結果】

### 1、健康小児と成人による検討

(1)20歳以上の健康成人が少なく、18歳以降については、年齢と潜時の関係が明らかでなかったため、18歳までの一次回帰曲線を算出した。音課題では、 $457.0-9.7X\text{msec}$ <sup>(8)</sup> 図形刺激課題では、 $Y=512.7-9.1X\text{msec}$ (図2)、平仮名課題では、 $Y=471.4-4.3X\text{msec}$ (図3)、漢字課題では、 $Y=515.9-8.7X\text{msec}$ (図4)の負の相関を認めた。

(2)健常成人13名において、視覚刺激にて漢字(山、月)、平仮名单語(やま、つき)、聴覚刺激にて言葉単語(やま、つき)、純音刺激をおこなった。視覚刺激による平仮名課題が潜時が最も長く、標準潜時も大であった。(図5)

### 2、学習障害による検討

以上の評価基準を用いて判定すると、発達性協調運動障害7名では、1名において音課題で左中心部の振幅の低下を認め、読字障害4名においては、漢字課題で潜時の延長を2名に認めた。発達性表出性言語障害と書字障害の1名では、音課題で潜時の延長、ひらがな課題での左中心部での振幅低下と漢字課題でP300の出現を認めなかった。境界知能の2名と発達性計算障害の1名と高機能型広汎性発達障害の2名では、正常範囲であった。

### 【考案】

成人での視覚刺激による加齢による変化では、音課題と同様P300潜時は、1~1.5歳/年の割合で延長し、頭皮上分布も頭頂部から、前側頭部に移行、あるいは均一化するという報告を認める。

(3)、(11) しかし、小児における報告はほとんど認めないが、今回行った視覚刺激と同様のJohnson<sup>(9)</sup>の図形刺激による報告では、最短年齢

は17歳と報告している。柳原は<sup>(10)</sup>単語、色についてボタン押しを行い、P300潜時と反応時間の間に有意の相関を認め、色課題の方が年齢による短縮の割合が、著しく、19歳に最短になると報告している。一方単語処理は、26-28歳で最短短縮年齢に達し、この時期に完成すると述べている。我々の検討では、各年齢層を通じて音課題が最も潜時が短い、音課題、図形課題、漢字課題の加齢による短縮の割合はほぼ同様であった。一方、平仮名課題は、加齢による短縮の割合が最も小であり、成人における視覚刺激平仮名单語、聴覚刺激言葉単語では、潜時も最も長く、標準偏差も大であった。これらの事からは、小児・成人期においては表意文字である漢字と図形はほぼ同様の処理過程が考えられ、表音文字である平仮名とは異なった処理過程を行っていると考えられた。

即ち、これらの課題の処理として、漢字は、視覚的表意文字として処理し、平仮名は平仮名文字、平仮名单語を問わず音、言葉として聴覚認知を行っていると考えられた。

学習障害における、事象関連電位の異常については、我が国においてはほとんど認めないが、言語構造の異なる欧米からは、いくつかの報告を認める。<sup>(12)</sup> 即ち、音刺激、視覚（文字）刺激にて、目標刺激に対するP300の振幅が低く、潜時に潜時の延長あるいは、選択的反応時間の延長を認める。学習障害では、P300の出現する割合が低く、目標、非目標課題の両方で出現する。潜時、振幅にて健常対照とは差を認めない。読字障害では、選択的反応時間は正常あるいは延長、N200、P300潜時の延長と振幅の低下があり、

視覚課題（文字刺激）での振幅低下が著しい。P300、SWの振幅の左半球での低下、特に、側頭、頭頂部での低下を認める等の報告がある。<sup>(8) (12)</sup>

今回の検討では、読字障害と書字障害で異常を認め、発達性協調運動障害では、7名中1名のみで異常を認め、発達性計算障害と境界知能と高機能型広汎性発達障害では正常範囲であった。読字障害における認知障害は、視覚性と聴覚性に分けられ、今回検討を行った4例中2例で異常を認めたことは、今回の課題設定と異常が漢字課題での潜時の延長であることから考えて、視覚性障害の存在が考えられる。発達性表出性言語遅滞と書字障害の合併例においては、音課題において潜時の延長、平仮名課題での左半球での振幅低下と漢字課題でのP300の出現を認めていない。書きの障害（書字障害）において書くということは、言語発達の最後の段階であり、音課題での潜時の延長を認めたことは、発達性言語障害として聴覚性障害の要素も有することが考えられた。また発達性協調運動障害のもっとも年少である7名中1名（7歳）において、音課題における左半球での振幅低下を認めたことは、発達性協調運動障害の年少例の一部には、聴覚性の障害を有するあるいは左半球の機能低下を有する症例が存在していることが考えられる。しかし、この症例についての言語面での発達歴、長期的経過観察は行っていないので、将来的に書字障害などの問題が出現してくるかどうかは明らかでない。その他の学習障害のタイプとして、計算障害、境界知能、高機能型広汎性発達障害において、今回の課題においては、異常を認めなかった。このことは、こ

これらの病態においては、視覚性あるいは聴覚性の認知障害が病態の中心でないことが推定される。しかし、学習障害における障害の状態が年齢により変容していくことは臨床的によく経験されることであり、学習障害児が何らかの努力あるいは加齢により、課題をクリアーしていく事も考えられ、我々の課題がどの程度の年齢まで有用であるのか、そのためにはより複雑な課題の方が有用となるのかについてはこれからの課題であり、現在検討中である。(13)

項を終えるにあたり、心理テスト等をお願いしている井上左恵子さんと中島大貴君、事象関連電位の測定にご協力をいただいている自治医科大学中央検査室二瓶一夫技師長、秋葉新副技師長、藤本佳記技師に深謝いたします。

#### 文献

- 1, Sutton S, Braren M, Zubin J: Evoked potential correlates of stimulus uncertainty, Science 150, 1187-1188, 1965
- 2, Neshige R, Kuroda Y, Kakigi R, et al: Event-related brain potentials as indicators of visual recognition and detection of criminals by their use. forensic sci int 51:95-103, 1991
- 3, 大沢美貴雄、視覚認知への臨床生理学的アプローチ 神経進歩 39: 646-655, 1995
- 4、宮尾益知：事象関連電位の臨床応用と限界—事象関連電位の新しい方法への提言—臨床脳波 145-8, 1994
- 5, National joint committee on handicapped children: Learning disabilities: Issue on definition, 1988
- 6, American Psychiatric Association : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-3rd Edition-Revised, American Psychiatric Association Washington D.C., 1987
- 7, 宮尾益知：事象関連電位P300その臨床応用小児科診療 55:1957-62, 1992
- 8, Sobotuka KR, May, JG: Visual evoked potentials and reaction time in normal and dyslexic children. Psychophysiology. 14:418-28, 1977
- 9, Johnson Jr R. Developmental Evidence for modality-dependent P300 generators: a normative study Psychophysiology. 26:651-67, 1989
- 10, 柳原正文：視覚情報処理機能の発達とP300の加齢変化の課程、脳と発達、27:276-81, 1995

11, Picton TW, Stuss DT, Champagne SC, et al: The effects of age on human event-related potentials. *Psychophysiology* 21:312-325, 1984

12, Ollo C, Squires N: Event-related potentials in learning disabilities. In Cracco, R., Q., Bodis-Wollner, I., (eds): *Evoked potentials*. New York: Alan R. Liss, Inc. 1986. pp497-512

図の説明

図 1 : 各課題・各年齢群 (5-10歳、10-15歳、15-25歳) における Cz での P300 の潜時の平均値と標準偏差

13、宮尾益知：事象関連電位—視覚刺激の発達による変化と学習障害における臨床応用、臨床脳波、37:652-55、1995

図 2 : 図形課題における年齢と潜時変化

図 3 : 平仮名課題における年齢と潜時変化

図 4 : 漢字課題における年齢と潜時変化

図 5 : 成人における漢字と平仮名单語課題 (視覚刺激) と言葉単語課題と純音 (聴覚刺激) の平均潜時と標準偏差

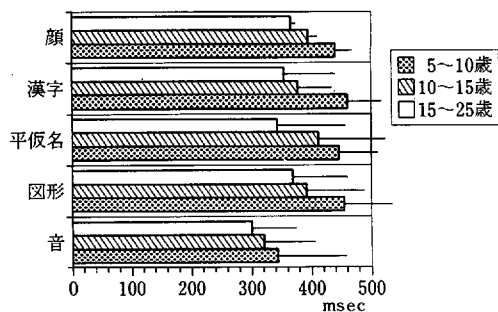


図1 各課題・各年齢群(5~10歳, 10~15歳, 15~25歳)におけるCzでのP300の潜時の平均値と2標準偏差

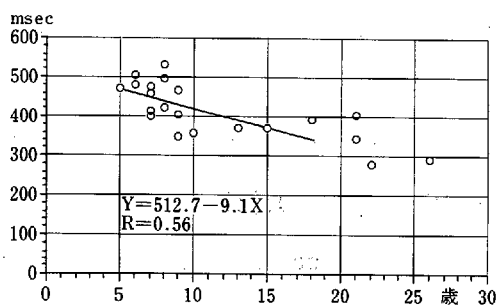


図2 図形課題における年齢と潜時変化

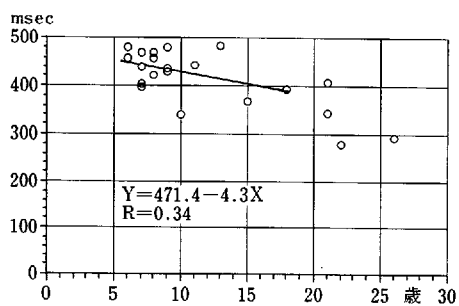


図3 平仮名課題における年齢と潜時変化

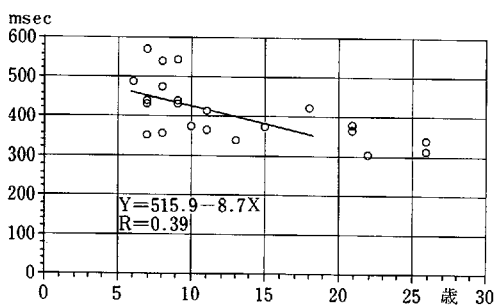
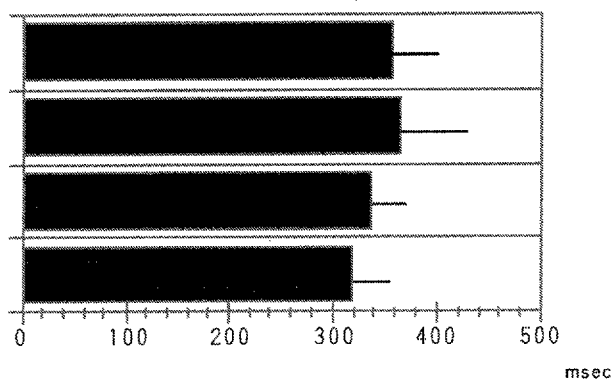


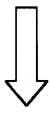
図4 漢字課題における年齢と潜時変化

図 5

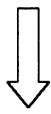


視覚（漢字と言葉）及び聴覚（純音と単語）P300潜時と標準偏差  
：成人13人における





**検索用テキスト** OCR(光学的文字認識)ソフト使用  
論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約:学習障害について、我々の施設における診断システム(神経、心理、生理、教育学的)、療育システム(感覚統合訓練、社会技能訓練、教育的処置)について述べるとともに、学習障害の神経機構を解明するために、以前及び前回報告した聴覚・視覚課題を用いて、学習障害についての認知過程解明における臨床応用の可能性について検討し、我々の考案した事象関連電位の検査方法が、学習障害の神経生理学的解析に有用であると考えられた。