2 刺激および 3 刺激オッドボールパラダイムにおける 精神遅滞者の事象関連電位

東京学芸大学特殊教育研究施設 竹形 理佳
北海道大学教育学部 諸富 隆

Event-related brain potentials in adults with mental retardation in a two- and three-stimulus oddball paradigms

Rika TAKEGATA

The Research Institute for the Education of Exceptional Children,
Tokyo Gakugei University,
Koganei, 184-8501, Japan

Takashi MOROTOMI

Faculty of Education, Hokkaido University,
Sapporo, 060-0811, Japan

Event-related brain potentials in a passive two- or three-stimulus auditory oddball were recorded from seven adults with moderate or severe mental retardation, and were compared with data from normal subjects. In Experiment 1, subjects were presented with a random sequence of 1000Hz ($p=.8$) and 2000Hz ($p=.2$) tones. Two of the seven retarded subjects and all of the four normal subjects showed N2-P3 to the rare tone. Five retarded subjects showed only negative waves. In Experiment 2, the stimulus sequence comprised a frequent tones (1000Hz: $p=.7$), rare tones (2000Hz: $p=.15$) and novel sounds (noise: $p=.15$). Five of the seven retarded and all of the six normal subjects showed positive waves to novel stimuli. It is suggested that novel stimuli may elicit P3 (P3a) even in severely retarded people.

Key words: ERPs, three-stimulus oddball, mental retardation, novel stimulus, P3

【要 約】 重度から中度の精神遅滞者 7 名および健常成人を対象に、2 刺激及び 3 刺激の受動的オッドボール課題における事象関連電位について検討した。実験 1 では、高頻度刺激に 1000Hz ($p=.8$)、低頻度刺激に 2000Hz ($p=.2$) を用いて 2 刺激のオッドボール課題を行った。健常成人と同様に低頻度刺激に対して N2-P3 が認められたのは、遅滞者のうち 2 名のみであった。残る 5 名では、低頻度刺激に対して陰性電位のみが見られた。実験 2 では、高頻度刺激 (1000Hz: $p=.7$)、低頻度刺激 (2000Hz: $p=.15$)、新奇刺激 (ノイズ: $p=.15$) の 3 刺激によるオッドボール課題を行った。新奇刺激に対して遅滞者 7 名中 5 名に健常成人と同様の陽性電位が認められた。新奇刺激は重度の精神遅滞者においても P3 (P3a) を惹起することが示唆された。

2種類の刺激をランダムな順序で繰り返し呈示して事象関連電位を記録すると、呈示頻度の低い刺激に対して潜時300ms前後に陽性の波が観察される。この方法は、オッドボール課題と呼ばれ、低頻度刺激に生起する潜時300ms前後の陽性の波は、P3あるいはP300と呼ばれる。2つの刺激の差が大きいほどP3の振幅が増大し、潜時も短縮することから、P3は認知的文脈の形成と更新(Donchin & Coles, 1988)に関係すると考えられている。P3の潜時は発達や加齢に伴って変化し、同年齢では知能と関係する。また、振幅は自閉症や精神分裂病では健常者に比べて小さい(福田・斉藤・亀山・平松・丹羽, 1988)。このような知見は、P3が認知能力の発達や障害の指標となりうることを示唆する。

潜時300ms前後の陽性電位には、性質の異なるいくつかの成分が存在することが報告されている。低頻度刺激を標的として検出を課すと、頭頂部で振幅が大きい陽性電位“P3b”が惹起される。一方、被験者が刺激を無視しているときでも系列中の変化に対しては、前頭部で振幅の大きい陽性電位“P3a”(Squires, Squires, & Hillyard, 1975; Courchesne, Hillyard, & Galambos, 1975)が得られる。さらに、Courchesne (1983)は、年少児では、潜時と頭皮上の分布が成人とは大きく異なる(Nc, Pc, A/Ncz/800, A/Pcz/300)ことを明らかにした。

上で述べた研究は、低頻度刺激に対する事象関連電位が、被験者の刺激に対する関与と神経系の成熟の度合いによって、異なる成分として現れることを示している。しかしながら従来の発達障害児・者を対象とした研究では、刺激変化に対する陽性電位を一樣にP3として扱っており、成分という見地からの検討は、必ずしも充分になされていない。そこで本研究では、重度から中度の精神遅滞者を対象に、オッドボール課題における事象関連電位を極性と潜時、頭皮上分布および知能との関係から検討した。

聴覚オッドボール課題を利用して2つの実験を行った。実験1では、最も標準的(下河内・一条・沖田・佐藤・柴崎・中西・橋本, 1985)なオッドボール事態として、高頻度刺激に1000Hz、低頻

度刺激に2000Hzのトーンバーストを使用した2刺激のオッドボール課題を行った。実験2では、実験1で用いた2種類の刺激に新奇刺激を加えて3刺激のオッドボール課題を行った。3刺激オッドボール課題において、新奇刺激に対するP3は、前頭部中心の陽性電位を惹起する(Courchesne, 1983; Knight, 1984; Holdstock & Rugg, 1995)ことが知られている。

2刺激および3刺激オッドボール課題では、受動状況においても低頻度刺激あるいは新奇刺激に対してP3が得られることが報告されている(Holdstock & Rugg, 1995; Polich, 1989)。さらに竹形・諸富(1996)は、3刺激オッドボール課題における新奇刺激に対する陽性電位の頭皮上分布には、標的刺激の検出を課す能動条件と単に聞き流すだけの受動条件との間で差が見られないことを明らかにした。そこで本研究の2つの実験は、刺激系列を単に聞き流すだけで標的の検出を課さない受動状況で実施した。

実 験 1

方 法

被験者 精神薄弱者更生施設で生活する重度から中度の精神遅滞者7名(男性2名、女性5名)を被験者とした。各被験者のプロフィールをTable 1にあげる。ダウン症の1名(S6)と脳性麻痺の疑いの1名(S4)以外は、精神遅滞の原因は明らかではなかった。抗てんかん薬を服用している

Table 1 Individual characteristic of subjects with mental retardation

SUBJECT	SEX/AGE	IQ*	PATHOLOGY**
S1	F/31	19	MR
S2	F/37	22	MR
S3	F/34	28	MR
S4	M/34	28	CP, MR
S5	F/33	23	MR
S6	M/34	31	Down, MR
S7	F/34	43	MR

*IQ were assessed with Suzuki-Binet intelligent scale

**MR: mental retardation, CP: cerebral palsy, Down: down syndrome

者は含まれなかった。7名とも聴覚障害の診断を受けた経験を持たなかった。対照群として、健常成人4名(28歳から34歳の女性)でも実験を行った。

刺激 高頻度刺激(呈示確率80%)に1000Hz, 低頻度刺激(同20%)に2000Hzのトーンバースト(ピーク持続時間50ms, 立ち上がり・立ち下がり各10ms)を使用した。刺激の生成と加工は, Fallaron社のMacRecorder Systemを用いて, サンプル周波数22kHzで行った。P3の測定における刺激間隔は, 平均1500msで1000msから2000msの間のランダムくらいがよい(下河内他, 1985)とされている。しかし, 遅滞者では刺激間隔のばらつきが大きいと一定の時と比較して標的検出の成績が低下することが経験的に得られていたため, 刺激間隔は1500msと1600msの2種類を各々50%の割合でランダムに使用した。103試行を1ブロックとして6ブロックからなるリストを2種類作成し, リストの一方を半分の被験者に, 他方を残りの被験者に使用した。各ブロックの最初の3試行は, 高頻度刺激とした。テープレコーダー(TEAC PORTASTUDIO424)を用いて作成した刺激リストをオーディオテープに記録した。テープを再生して, ステレオヘッドホン(SONY MDR-E747MP)を通して刺激を被験者の両耳に70dB SPLで呈示した。

手続き 遅滞者では, 実験は被験者が居住する施設内の静かな一室で実施した。各被験者に対して, ヘッドホンから音が聞こえるので, 静かに聞き流すように教示した。ブロック間に1分から3分程度の休憩を適宜入れながら, 各被験者につき4から6ブロックを呈示した。

健常成人では, 装置の都合により被験者の正面前方においたスピーカーから刺激を呈示した。その他の手続きは, 遅滞者と同様とした。

脳波の記録と分析 脳波は, 左右耳朶結合を基準電極として, 国際10-20法によるFz, Cz, Pzより導出した。脳波計(日本光電EEG-5410)を用いて帯域周波数0.08-30Hz [-3dB]で増幅した。右眼角の外側と眼窩上部に電極を装着し, 水平・垂直の眼球運動をモニターした。電極はいずれも銀-塩化銀電極を用い, 脳波測定用の電極間の抵抗は,

10K Ω 以下とした。刺激呈示前の100msから呈示後800msの区間をサンプリング間隔2msでA/D変換し, 各被験者の刺激毎に加算平均処理を行った。分析区間内にアーチファクトが含まれる試行は, 加算から除外した。除外の基準は, 眼球運動, 脳波ともに $\pm 140\mu V$ とした。また, 各ブロックの最初の3試行は, 加算から除外した。高頻度刺激, 低頻度刺激ともにアーチファクトのない全ての試行を加算した。ブロック毎に加算を行い, 低頻度刺激で25回以上, 高頻度刺激で100回以上の加算が得られた時点で加算を終了した。

結果

Fig. 1に健常成人, および遅滞者のCzにおける加算平均波形をあげる。健常成人は被験者4名の重ね書き, 遅滞者は個人毎の波形である。

健常成人では高頻度・低頻度刺激の双方に対して潜時93msから101msに陰性電位(N1)とそれに続く陽性電位(P2)が認められた。遅滞者7名の波形においてもN1-P2は7名全員に認められた。高頻度刺激に対する事象関連電位における遅滞者7名のN1潜時は, 範囲が94msから108ms, 中央値が98msで健常成人よりもわずかに遅い傾向にあった(Tabel 2)。

健常成人では, N1-P2の後, 低頻度刺激に対して潜時約200msの陰性(N2)と約250msの陽性(P3)の電位が見られた。このようなN2-P3の出現傾向は, 被験者4名の間で一致していた。一方, 遅滞者の低頻度刺激に対する波形には, 大きな個人差が見られた。N1-P2以降の波形は, 大きく2つのタイプに分類された。第1のタイプは, 低頻度刺激に対して健常成人と同様にN2-P3が認められた被験者2名(S1, S2)である。しかし, P3のピーク潜時が健常成人では235msから275msであるのに対して, S1で520ms, S2で470msと遅延していた。第2のタイプは, N1-P2以降に緩徐な陰性電位のみが認められた被験者5名(S3, S4, S5, S6, S7)であった。さらにこの5名における陰性電位には, 潜時500msから600msで基線方向へ復帰した3名(S3, S4, S7)と, 潜時800ms前後まで持続した2名(S5, S6)の2つのタイプが見られた。

健常成人および遅滞者7名に共通して2つの刺激による事象関連電位の差が最も顕著なのは, 刺

Fig. 1 ERPs at central electrode to the frequent and rare stimuli in experiment 1. Each tracing of S1-S7 represents the ERPs for a single subject with mental retardation. Each tracing of CONTROL represents the individual ERPs for the four normal adults.

Table 2 N1 and P3 latency at Cz in experiment 1.

NORMAL			RETARDED		
SUBJECT	LATENCY(ms)		SUBJECT	LATENCY(ms)	
	N1	P3		N1	P3
1	93	235	S1	108	520
2	93	261	S2	98	470
3	95	267	S3	98	—
4	101	275	S4	98	—
			S5	94	—
			S6	100	—
			S7	98	—

刺激呈示後300msから500msの区間であった。この区間における事象関連電位の頭皮上の分布を比較するために、低頻度刺激と高頻度刺激に対する電位の差分に関して区間平均電位を算出した (Fig. 2)。健常成人の陽性電位は頭頂部で振幅が最大であるのに対して、健常成人と同様にN2-P3が認められた遅滞者は2名とも前頭部優位であった。また、陰性電位のみが認められた5名も前頭部優位であった¹⁾。

Fig. 2 Mean amplitude of the difference waves between rare- and frequent-ERPs during 300-500ms after stimulus onset in experiment 1.

低頻度刺激に対する事象関連電位のタイプと知能指数の関係を調べた。陰性電位のみが見られた5名のうち、潜時500msから600msで基線方向へ復帰した3名では、28が2名 (S3, S4)、43が1名 (S7)であった。陰性電位が潜時800ms前後まで持続した2名では、23 (S5)と31 (S6)であった。これに対して、健常成人と同様にN2-P3が得られた2名のIQは19 (S1)と22 (S2)で、本実験の遅滞者7名の知能指数の分布において最も下位に位置していた。

1) 遅滞者においてFzの振幅が最大となった原因として、眼球運動の影響を考慮しなくてはならない。しかし、Fig. 1に見られるように、刺激呈示後300msから500msの範囲では脳波と眼球運動は必ずしも同期しておらず、また本研究はCzを中心にした分析であるために多くの問題は有しないと考える。

考 察

標準的な刺激を用いた2刺激の受動的聴覚オッドボール課題において、N1-P2は遅滞者7名全員に認められた。遅滞者のN1潜時の分布は、健常成人の分布と比較するとわずかに遅れが見られた。この結果は、小池・谷口・堅田・尾崎・鈴木(1982)のN1潜時が発達年齢の影響を受けるとの結果と一致する。ただしN1は刺激の物理的属性の影響を強く受けるため、本実験の遅滞者と健常成人の刺激呈示装置の違いが影響した可能性が残る。N1は、刺激情報への非特異的な注意の喚起プロセス、聴覚皮質からの感覚情報の読み込み、感覚皮質内での感覚記憶の形成(Näätänen & Picton, 1987)等と関係するといわれている。本研究の遅滞者7名全員に比較的明瞭なN1が認められ、潜時の遅れがわずかであったことから、刺激処理の早期の段階には、本研究で対象とした遅滞者と健常成人の間に大きな差異が存在しなかったと考えられる。

低頻度刺激に対する事象関連電位において、健常成人では明瞭なピークを持つN2-P3が現れた。一方、遅滞者では健常成人と同様のN2-P3が認められたのはわずかに2名であり、他の5名では陰性電位のみであった。刺激の逸脱に対する事象関連電位には、刺激を無視する場合でも変化の自動的検出に mismatch negativity (以下、MMN) が、変化が注意の喚起を引き起こす場合にはMMNに加えてP3aが、変化を意図的に検出する場合はさらにP3bが生起する(Näätänen, 1990)。本研究は受動的条件下で実施したため、被験者は刺激系列を無視することも変化を意図的に検出することも可能であった。遅滞者のうちN2-P3が認められた2名では、P3の振幅は前頭部で最大であった。したがって、この2名におけるP3はP3aに相当すると考えられる。P3aは、N2b-P3aの複合体として得られることがある。したがって、この2名におけるN2は、MMNあるいはMMNにN2bが重複して構成された波と考えられる。一方、陰性電位のみが認められた5名では、振幅が前頭部で最大であることからこの陰性電位はMMNに相当すると考えられる。5名の遅滞者でP3に相当する陽性の電位が認められなかった

ことは、変化の自動的な検出は健常成人および陽性電位を示した遅滞者2名とほぼ同様に行われており、その後の情報処理において差異が存在することを示唆する。

遅滞者に見られた陰性電位は、健常成人と比較して長い持続時間を有していた。特に陰性電位が潜時800ms前後まで持続した3名では、全体に各成分が不明瞭、あるいは未分化である点で、成人のMMNよりもむしろ乳児のMMN(Alho, Sainio, Sajaneimi, Reinikainen, Näätänen, 1990)と類似していた。また、このような特徴は、Courchesne(1983)の幼児の聴覚オッドボール課題に見られる中心部優位な潜時800ms前後の陰性電位(A/Ncz/800)とも共通していた。しかし、Courchesne(1983)ではA/Ncz/800の前に頭頂部優位な潜時300msの陽性電位(A/Pcz/300)が現れたのに対して、同様の陽性の電位が認められない点では異なっていた。このように遅滞者の事象関連電位が健常成人よりもむしろ健常乳幼児と共通した特徴を持つことは、遅滞者の脳機能に存在する何らかの未熟さが事象関連電位に反映されたと考えられる。

実 験 2

実験1で用いた高頻度・低頻度刺激に新奇刺激を加えた3刺激の受動的オッドボール課題を行った。

方 法

被験者 実験1の遅滞者7名全員が、実験2に参加した。対照群として大学生6名(男性5名、女性1名、22歳から26歳)でも実験を行った。対照群の6名には、実験1の被験者は含まれなかった。

刺激 実験1で使用した1000Hz、2000Hzのトーンバーストに新奇刺激としてノイズ音を加え、計3種類の刺激を用いた受動的オッドボール課題を行った。ノイズ音は実験1と同様の装置を用いて持続時間70msのホワイトノイズを生成し、最大音圧80dB SPLで呈示した。1000Hzを70%(以下、高頻度刺激)、2000Hzを15%(同、低頻度刺激)、ノイズ音を15%(同、新奇刺激)の割合でランダムな順序で1ブロックあたり103試行を呈示

した。ただし、各ブロックの始めの3試行は、高頻度刺激とした。6ブロックで構成されるリストを2種類作成した。

手続き 遅滞者では、実験1の終了後に15分程度の休憩を挟み同日中に実施した。健常成人では実験1とは別の日に実施した。遅滞者、健常成人各々に対して、ヘッドホンから音が聞こえるので、静かに聞き流すように教示した。呈示される刺激の違いに関しては、あらかじめ被験者には何も伝えなかった。適宜休憩を挟みながら、各被験者につき4から6ブロックを実施した。

EEGの記録と分析 実験1と同様とした。

結 果

Fig. 3にCzにおける健常成人6名の総加算平均波形と遅滞者7名の個人毎の加算平均波形をあげる。健常成人では、低頻度刺激と高頻度刺激に対する電位の間にほとんど差が見られなかった。新奇刺激に対しては、潜時約200msと300msに2つのピークを持つ陽性電位が見られた。この陽性電位は、6名中2名では、前方のピーク（潜時214msと242ms）で、4名では後方のピーク（潜時354ms, 330ms, 332ms, 302ms）で最大振幅を示した(Table 3)。遅滞者では、7名全員に新奇刺激に対して潜時200msから600msの範囲に陽性の電

Table 3 Latency of P3 at Cz for novel stimuli in experiment 2

NORMAL		RETARDED	
SUBJECT	LATENCY(ms)	SUBJECT	LATENCY(ms)
1	214	S1	292
2	354	S2	548*
3	330	S3	302
4	332	S4	300
5	242	S5	314
6	302	S6	204*
		S7	346

*These two peaks deviate from those of other subjects in latency and wave form.

位が出現した。この区間における陽性の最大振幅の潜時は、遅滞者7名中5名(S1, S3, S4, S5, S7)では、対照群である健常成人における分布の範囲内であった。残る2名のうちS6は潜時が204msで、健常成人のうち前方のピークで最大振幅をとる被験者と潜時は近似していたが、後方の300ms前後のピークがない点で波形が異なっていた。もう一方のS2の潜時は584msで、他の被験者と比較して大きく遅延していた。知能指数の分布は、陽性の最大振幅の潜時が健常成人の範囲から

Fig. 3 ERPs at central electrode to the frequent, rare and novel stimuli in experiment 2. Each tracing of S1-S7 represents the ERPs for a single subject with mental retardation. CONTROL represents grand averaged ERPs for the normal adults (N=6).

逸脱した2名の知能指数が22 (S2)と31 (S6)であるのに対して、健常成人の範囲内の5名は28が2名、19, 23, 43が各1名で、知能指数の分布と潜時の間に対応は認められなかった。遅滞者の1名 (S5)では、低頻度刺激に対しても潜時314msの陽性電位が認められた。

新奇刺激に対する陽性電位の頭皮上分布を比較するために、刺激呈示後300msから500msの期間における新奇刺激と高頻度刺激に対する電位の差分に関して区間平均電位を算出した (Fig. 4)。健常成人では、頭頂部に向かって振幅が増大した。遅滞者では、3名 (S1, S3, S6)は健常成人と同じく頭頂部優位であったが、2名 (S4, S7)は中心部、残る2名 (S2, S5)は前頭部優位であった。

Fig. 4 Mean amplitude of the difference waves between novel- and frequent-ERPs during 300-500ms after stimulus onset in experiment 2.

考 察

3刺激の受動的オッドボール課題を行った結果、遅滞者7名全員において新奇刺激に対して陽性の電位が認められた。すなわち、実験1の低頻度刺激に対して陰性電位しか認められなかった被験者においても、実験2の新奇刺激に対しては、陽性の電位が認められた。ただし、2名 (S2, S6)では、健常成人と比較して潜時が顕著に異なっていた。このうちS6では、高頻度刺激、低頻度刺激にも同潜時に陽性電位が見られることから、P3ではなく、むしろP2の振幅増大がもたらされたと考えられる。他方、S2は、実験1の2刺激オッドボールでは、比較的明瞭なP3が得られた被験者であった。しかし実験2の新奇刺激に対する波形には、高振幅の α 波とみられる8Hz程度の波が重なっており、いずれの波が健常成人のP3に相

当する電位であるのか、あるいはP3の出現自体が不明瞭であった。実験2におけるS2の加算波形には、低頻度刺激、新奇刺激ともに α 波とみられる電位が重なっていることから、実験中の脳の賦活水準の違いが結果に影響したと推測される。

P3の振幅は、一般に逸脱刺激の呈示確率が低いほど増大する。このため実験1と実験2の逸脱刺激の呈示確率の違いが、結果になんらかの影響を及ぼした可能性がある。実験2の刺激構成は、高頻度刺激70%、低頻度刺激15%、新奇刺激15%であった。新奇刺激の呈示確率は、刺激系列全体に対しては15%、高頻度刺激に対しては21.4%、さらに、高頻度刺激と低頻度刺激を併せた純音刺激に対しては、15%となる。これらの値は、実験1の低頻度刺激の呈示確率20%と比較して最大でも5%の差でしかない。したがって実験1の低頻度刺激に対してP3が認められなかった遅滞者においても実験2の新奇刺激に対してP3が得られた原因は、刺激の呈示確率よりはむしろ逸脱の程度の違いと考えられる。この結果は、新奇刺激の様に刺激変化が十分に大きい場合には、重度から中度の遅滞者においても健常成人と共通する処理が行われたことを示唆する。

3刺激の受動的オッドボール課題で新奇刺激に対してP3が得られたことから、2刺激の受動的オッドボール課題に関しても、逸脱の程度が十分に大きい場合には、標準的な純音刺激でP3が出現しない被験者においてもP3が得られると推測される。他方、本研究の結果は、2刺激のオッドボール課題でP3を惹起する刺激が、3刺激のオッドボール課題で必ずしもP3を引き出さないことを示した。健常成人の低頻度刺激に対する事象関連電位には実験1では、明瞭なP3が出現したが、実験2では、同じく純音である高頻度刺激との間にはほとんど差が見られなかった。この結果は、P3は高頻度刺激からの物理的な逸脱の程度によってではなく、系列中の全ての刺激の組み合わせによって相対的に決定されることを示唆する。この点で、受動的3刺激オッドボール課題は、カテゴリー分類などより複雑な過程の観察に応用できる可能性を持つ。新奇刺激に対する陽性電位の頭皮上分布は、3名では健常成人と同じく

頭頂部優位であった。新奇刺激に対するP3は、標的刺激に対するP3と比較して、前頭部寄りに分布するが、前頭部で最大振幅を取るとは限らない。竹形・諸富(1996)では新奇刺激に対するP3の振幅は、頭頂部で最大であった。Holdstock & Rugg (1995)は、新奇刺激に対するP3 (P300)はP3aにP3bが重なったものと考察した。実験2の遅滞者3名の頭頂部優位な新奇刺激に対する陽性電位が、P3aにP3bが重なった電位であるとすれば、中心部優位な2名を合わせると、P3aは7名中少なくとも5名に出現したことになる。ただし、新奇刺激に対するP3aは、前頭葉機能の損傷により頭頂部優位に分布する(Knight, 1984)ことが報告されている。また、遅滞者の1名では、低頻度刺激と新奇刺激の両方に対してP3が出現した。遅滞者に見られた陽性電位が、健康成人と同様の機能的意義を持つ電位であるかに関しては、更に検討を要する。

本研究の2つの実験において、遅滞者7名の知能指数と事象関連電位のP3の出現様相の間には対応が認められなかった。P3潜時は発達に伴い短縮する(福田他, 1988),あるいは成分と頭皮上の分布が発達により変化する(Courchesne, 1983)。ただし、このような知見は、幼児期から成人期まで幅広い年齢の被験者を対象に得られたものである。本研究は、精神遅滞の被験者数が7名と少なく、さらに知能指数の幅が19から43と狭いことから、事象関連電位と発達段階との関係性が統計上の切断効果によって隠された可能性がある。また、障害の性質と程度によっては、P3の潜時・振幅が全般的な知的発達が同程度の集団から逸脱する(小林・松野, 1987)ことも報告されている。今後は、対象者を広げると共に、画像診断による脳の器質的な損傷の範囲と程度、さらに知覚や注意、記憶に関する事象関連電位以外の機能検査の結果を併せた検討が必要である。

引用文献

- Alho, K., Sainio, K., Sajaneimi, N., Reinikainen, K., & Näätänen, R. 1990 Event-related brain potential of human newborns to pitch change of an acoustic stimulus. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 77, 151-155.
- Courchesne, E. 1983 Cognitive components of the event-related brain potential: changes associated with development. In A.W.K. Gaillard, & W. Ritter (Eds.), *Tutorials in ERP Research: Endogenous Components*. Amsterdam: North-Holland. Pp.329-344.
- Courchesne, E., Hillyard, S., & Galambos, R. 1975 Stimulus novelty, task relevance and the visual evoked potentials in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 39, 131-143.
- Donchin, E., & Coles, H. 1988 Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 357-374.
- 福田正人・斉藤治・亀山知道・平松謙一・丹羽真人 1988 P300の臨床 神経研究の進歩, 32, 163-175.
- Holdstock, J. S., & Rugg, M. D. 1995 The effect of attention on the P300 deflection elicited by novel sounds. *Journal of Psychophysiology*, 9, 18-31.
- Knight, R. T. 1984 Decreased response to novel stimuli after prefrontal lesions in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 59, 9-20.
- 小林久男・松野豊 1987 精神遅滞児の標的検出過程における心理生理学的特性—長潜時陽性電位P3によるその発達の検討— 特殊教育学研究, 24, 40-50.
- 小池敏英・谷口清・堅田明義・尾崎久記・鈴木宏哉 1982 小児誘発電位のN1成分にみられる発達の特徴 脳波と筋電図, 10, 216-222.
- Näätänen, R. 1990 The Role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 201-208.
- Näätänen, R., & Picton, T. 1987 The N1 wave of human electric and magnetic response to sound: A review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology*, 24, 375-425.
- Polich, J. 1989 P300 from a passive auditory paradigm. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 74, 312-320.
- 下河内稔・一条貞夫・沖田庸嵩・佐藤謙助・柴崎浩・中西孝雄・橋本勲 1985 誘発電位測定法に関する委員会報告 脳波と筋電図, 13, 97-104.
- Squires, N. K., Squires, K. C., & Hillyard, S.A. 1975 Two variables of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 387-401.
- 竹形理佳・諸富隆 1996 3刺激オッボールにおける標的検出課題の有無が新奇刺激のP300に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, 14, 1-7.