

脳波による大脳半球間機能差の研究

本城由美子・宮田 洋

大脳半球間機能差に関する研究は、19世紀中期の Broca による左半球における言語領野の発見に端を発している。その後、Wernicke の感覚性言語領野の発見、Geschwind (1974) の解剖学的研究、脳梁切断患者による Gazzaniga (1970)、Sperry, Gazzaniga & Bogen (1969) の一連の研究、そして言語領野損傷患者を用いた Milner (1967) の研究等、臨床面で多くの知見が重ねられた。こうした知見から、右手利きの被験者においては、左半球は言語的・分析的処理、右半球は空間的・全体的処理を担っていると考えられている。

しかし、臨床場面での研究は対象となる被験者の数に制限があり、また当該部位以外の大脳領域の損傷を含む場合が多く、得られた結果が大脳半球間機能差だけを単に反映しているとは言い難い。それ故、正常被験者によるより幅広い検討が必要とされ、大脳皮質の賦活度を反映する頭皮上脳波による研究が急増している。本論文は、脳波を用いた大脳半球間機能差の研究を背景脳波と聴覚性事象関連電位 (event-related potential ; ERP) に大別して概説し、その実験例を示し、今後の問題について言及していく。

1. 背景脳波による研究

背景脳波による研究の多くは、文字や数字の書字 (言語処理課題) や知能テストで用いられる 2次元ブロックのパターン記憶 (空間的処理課題) を課し、遂行中に測定された左・右半球上部位からの脳波のパワー値を課題間で比較するものである。例えば、Galín & Ornstein (1972) は、言語課題として書字と文字の心的

構成, 空間的課題として記憶された Kohs block design パターンの再構成, Minnesota Paper Form Board Test の絵のうち似通ったものの心的選択を用いている。脳波は左右側頭 ($T_3 \cdot T_4$)⁽¹⁾, 頭頂 ($P_3 \cdot P_4$) から導出し, 全帯域 (1—35Hz) のパワー値を右/左パワー値に換算比較を行なった。結果, 言語課題で空間的課題より大きなパワー値を得ている。

Galin & Ornstein (1973) が全帯域パワー値を測定しているのに対し, 8—13 Hz の α 波帯域での検討もなされている。 α 波はリラックスした状態で頻発し, 心的作業によって 14—25 Hz の β 波が α 波に替わり出現することが報告されている (Glass, 1968, 1970; Pollen & Trachtenberg, 1972)。Butler & Glass (1974) は, 暗算時に左半球の α 波活動が右半球より抑制されること, Galin & Ellis (1977) は α 波パワー値の右/左比率が言語処理課題時に空間的処理時より増大することを示している。同様に, 左半球優勢に処理がなされていると考えられる言語的課題時に左半球 α 波活動の抑制, 右半球で処理されるであろう空間的課題での右半球 α 波活動の抑制は多くの研究で報告されている (Morgan, McDonald, & MacDonald, 1971; Doyle, Ornstein & Galin, 1974; Mckee, Humphrey & McAdam, 1973)。

背景脳波による研究は, 上記の様に左右半球間差を示しているものの方法論的問題が指摘されている。こうした研究で採用されている課題は骨格筋系の活動を要請している。その様な活動を用いない場合も, 殆んどの研究が眼球運動の統制を行っていない。Gevins, Zeitlin, Doyle, Yingling, Schaffev, callaway & Yeager (1979) は, これらの統制によって半球間差が消失したことを報告し, 背景脳波で示された左右差が大脳半球間機能差を必ずしも反映していないと示唆している。

(1) 頭皮上部位は国際式 10-20 方式により, 奇数は左半球, 偶数は右半球上部位を示している。

2. 事象関連電位 (ERP) による研究

ERP による研究は刺激呈示後数 100ms の短期間に生じる刺激に誘発もしくは惹起された反応を対象としている。そのため、教示による注意や眼球電図測定により眼球運動等の運動系の統制は比較的容易になされる。主な研究は、持続時間の短い 1 音節単語子音-母音音節に非言語刺激として純音、クリック、楽音を用い、何らかの処理課題中の各刺激に対する ERP を検討している。言語刺激に対する ERP では Morrell & Salamy (1971), Molfese, Freeman & Palemo (1975), Neville (1974, 1980) 等が刺激後 100—400ms 間に、左半球上部位での FRP 成分振幅が右半球と比較して増大していることを報告している。他方、非言語刺激に対する ERP の右半球成分での振幅増大は少数の実験において示されている (Peronnet, Michel, Echallier, & Girod 1974; Tanb, Tanguay, Doubleday, Clarkson & Remington, 1976)。しかしながら、ERP での左右差は、同数に近い研究が同じ結果を示しておらず (Galambos, Benson, Smith, Schulman-Galambos & Osier 1975; Friedman, Simson, Ritter & Rapin, 1975; Tanguay, Taub, Doubleday & Clarkson, 1977), 左右差を示した研究においても、左右差が小さく再確認され難く、一貫したものが得られていない。

上記の研究は ERP の誘発刺激自体が言語・非言語刺激であったが、最近の研究で各課題遂行時に呈示される課題に無関係である探査刺激に対する ERP の課題間比較を行なったものがある。ERP の成分振幅は大脳の賦活度を反映する (Haider, Spong & Lindsley, 1964; Eason, Aiken, White & Lichtenstein, 1964) ため、課題による左右半球の賦活度の違いが探査刺激 ERP に反映される。この探査刺激法は、いかなる課題においても用いられ、誘発刺激の物理的屬性が課題間で一定であるという利点がある。Shucard, Shucard & Thomas (1976) は探査音に対する ERP がメロディ検出課題時には右半球での振幅が、朗読中の文節検出課題時には左半球が他半球より大なることを示している。また、Hink &

Hillyard (1976) は朗読処理時に短母音 /a/ に対する ERP が左半球で増大するという知見を報告している。

以下に探查刺激法による我々の実験結果を紹介し、こうした実験法における問題点を考察する。

3. 方 法

実験 I

被験者 聴覚正常な成人 8 名 (男 7 名, 女 1 名), 年齢は 21 才から 24 才 (平均 22.4 才) であった。本実験で用いられた被験者は全員右利きであった。

刺激 ピップ音系列: 高ピップ音 (1600Hz) 低ピップ音 (900Hz) が, 無作為な順序で各々等確率 ($P = .50$) に刺激間間隔 300–600ms (矩形分布, 平均 450 ms) で呈示された。1 系列は 38 4 刺激から成り, 上記のピップ音 (標準刺激) に時折 ($P = .10$) 無作為に標的信号 (1680Hz, 950Hz) が挿入された。これら高・低ピップ音は 4 チャンネルのオーディオ・テープレコーダー (AKAI GX-270DSS) の異なる 2 チャンネルに予め録音された。

朗読刺激: 女声による小説の朗読と男声による随筆の朗読で, 予めカセット・テープレコーダー (SONY TC-2220) の異なるチャンネルに同時に録音されたものを用いた。朗読の速度は約 300 字/分であり, 約 3 分を 1 系列として小説および随筆の 1 部から計 4 系列が録音された。強度は約 55 ± 8 dB SPL であった。

朗読とピップ音系列は, ミキサー (SONY MX 650) により混合され, オーディオアンプ (YAMAHA CA-XII) を介した後, 女声と高ピップ音がヘッドホーン的一方に, 男声と低ピップ音が他方から呈示された。

課題 一方の耳に呈示されるピップ音もしくは朗読処理課題を設定した。

(1)ピップ音課題: 標的信号に対する右手親指によるマイクロスイッチ押し反応を課した。(2)朗読課題: 朗読中の助詞“は”の出現(平均20個/系列)に対して同様の反応を行なう。各被験者は, 各課題下で処理を行なう刺激の種類(2)と左・右耳(2)の4系列を受け, 計8系列が施行された。これらの施行順序は被験者間及び被

験者内でカウンターバランスされた。また、呈示耳と刺激呈示方向はヘッドホンの装着方向により操作された。各系列間は2・3分の休息、前半4系列終了後は約10分間の休息を挿入した。

記録及び分析 脳波は頭皮上 Cz, C₃, C₄ (国際式10-20方式) の3部位から、両耳朶結合を基準電極として単極導出された。被験者の左眼上下より垂直眼球電図を同時に測定し、眼球運動・まばたきが生じた場合は分析より除外した。電極はBeckman 製銀塩化銀電極で、各電気信号は日本光電製前置増幅器 RB-5 (0.53-100Hz) で増幅後、TEAC 製データ・レコーダー R260 に収録された。

加算処理は三菱測器製 7T08 シグナルプロセッサーを用い、課題別に処理側刺激・非処理側刺激のピップ音(標準刺激)に対するERPが求められた。加算回数は480回(120回/系列)で、分析時間は刺激呈示前30msから512ms間(サンプル間隔2ms)であった。これらのERP波形は、HP-2100s小型電算機で更に分析された。N₁は刺激生起後76-158ms間に生じた最大陰性電位、P₂は160-300ms間の最大陽性電位とし、刺激前30ms間の平均電位(基線)との相対値を基線一頂点間振幅として測定した。統計検定には電極部位(2)×課題(2)×処理側(2)×被験者(8)の分散分析が用いられた。

実験 II

実験II及びIIIは、実験Iとほぼ同様の方法で行なわれたため、異なる点だけを述べる。

被験者 聴覚正常な成人12名(男8名、女4名)、年齢は20才から27才(平均23.2才)であった。

刺激 ピップ音系列に、男・女声による短母音/a/が挿入され、各刺激呈示確率は $P=.25$ であった。高・低ピップ音は、標準刺激(1200, 800Hz, 各 $P=.225$)と時折無作為に挿入される標的信号(1260, 840Hz, 各 $P=.025$)から構成された。持続時間は、ピップ音、/a/とも約123ms(立上がり、立下がり各5ms)であった。高ピップ音、女声/a/、女声朗読がヘッドホンの1方に混合して呈示され、低ピップ音・男声/a/、男声朗読が他方に呈示された。刺激強度は、高ピップ音・

女声 /a/ が約 65dB SPL, 低ピップ音・男声 /a/ が約 62dB SPL, 男・女声朗読が 67 ± 7 dB SPL であった。

課題 朗読課題として、朗読中の助詞“を”の検出を要求した。

記録及び分析 ピップ音(標準刺激)と /a/ に対する ERP が求められた。加算回数は240回(60回/系列), 分析時間は刺激前 100ms から 512ms 間(サンプル間隔 2ms)で刺激前 100ms 間の平均電位を基線とした。分散分析は誘発刺激別に電極部位(2)×課題(2)×処理側(2)×被験者(12)の検討がなされた。

実験 III

被験者 聴覚正常な成人9名(男5名・女4名), 年齢は20才から24才(平均21.6才)であった。

刺激 ピップ音・/a/系列: 1系列256刺激とし、高・低ピップ音(1200, 800Hz)と男・女声 /a/ を平均 310ms の刺激間隔(260—360ms)で等確率、無作為に呈示した。ピップ音, /a/ 各刺激の90%(標準刺激)は持続時間50ms, 残り10%(標的信号)は 80ms(立上がり・立下がり各 20ms)であった。刺激強度は、ピップ音と /a/ は 60 ± 7 dB SPL, 朗読は 55 ± 5 dB SPL であった。

課題 実験 I, II で用いられた2課題に、/a/ の標的信号を検出し反応を行なう /a/ 処理課題を付加した。そのため、各被験者は12系列を受けた。

記録及び分析 脳波は、Fz, Cz, W1 (C₃, T₅ の中間点) および Wr (T₄, T₆ の中間点) から測定され、増幅(0.08—100Hz)後収録された。加算処理はピップ音, /a/ の各標準刺激に対してなされた。加算回数は160回(40回/系列), 分析時間は刺激前 15ms から 256ms 間(サンプル間隔 1ms)であった。基線は刺激前 15ms 間の平均電位とした。測定された頂点は P₁ (30—79ms 間の最大陽性電位), N₁ (80—200ms 間の最大陰性電位), そして P₂ (160—240ms) であった。統計的検討は誘発刺激別に電極部位(2)×課題(3)×処理側(2)×被験者(9)の分散分析によって行なった。

4 結 果

本論文では、大脳半球間機能差を検討しうる部位（実験Ⅰ・Ⅱ： C_3 vs C_4 ；実験Ⅲ： W_L vs W_R ）での処理側の結果のうち、左右差を反映しているものについてのみ言及する。

実験Ⅰ

Fig. 1 は C_3 , C_4 部位での全被験者平均 FRP 波形を示す N_1 成分の平均潜時は 116ms, P_2 成分は 231ms であった。ポップ音課題時には明確な N_1 , P_2 成分が認められるが、朗読課題時には振幅がかなり減衰しているといえよう。両課題とも N_1 成分では C_3 と C_4 の差が殆んど認められない。 P_2 成分はポップ音課題では C_3 が C_4 より振幅が大きく、朗読課題では逆に C_4 が C_3 よりわずかに増大しているようである。

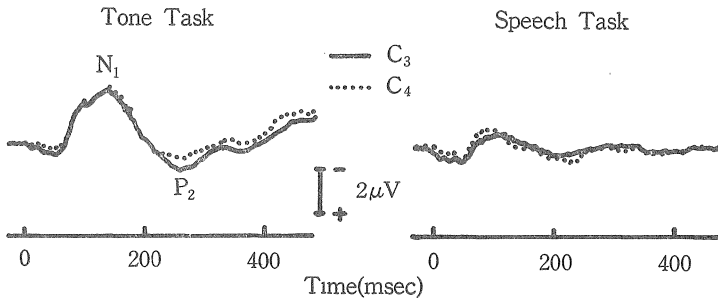


Fig. 1 Event-related potentials averaged across all subjects under different task in Exp. I. The waveforms elicited by standard tones at C_3 (solid lines) and C_4 (dotted lines) sites were superimposed.

Table 1 は、 N_1 , P_2 成分の平均振幅を示している。分散分析の結果、 P_2 成分でのみ電極部位×課題の交互使用が有意であった ($F(1,7) = 5.85, P < .05$)。部位の主効果及び部位と他の効果との有意な交互作用は得られなかった。

TABLE 1

Means of baseline-N1 and P2 amplitude (μV) at C3 and C4 in Exp. I.

	Tone C3	Task C4	Speech C3	Task C4
N1 :	-2.2	-2.3	-0.7	-0.9
P2 :	1.1	0.8	0.8	0.9

実験 II

左右部位間で振幅差が認められたのは、ピップ音 ERP の N₁ 成分のみで C₄ (-1.90 μV) が C₃ (-1.76 μV) より有意に増大していた (F(1, 11) = 6.09, P < .05)。この効果は、ピップ音課題時 (C₄ = -2.74 μV ; C₃ = -2.43 μV) で、朗読課題時 (C₄ = -1.09 μV ; C₃ = -1.05 μV) より顕著に示された (F(1, 11) = 5.64, P < .05)。他の成分および /a/ERP では左右差は認められなかった。

TABLE 2

Means of baseline-P1, -N1, and -P2 amplitude (μV) at Wl and Wr exp. III. ERPs to tone-pips and /a/ sounds are shown at top and bottom respectively.

Pip ERP	Tone Task		/a/ Task		Speech Task	
	Wl	Wr	Wl	Wr	Wl	Wr
P1 :	1.17	0.44	1.02	1.07	0.59	0.56
N1 :	-3.00	-3.05	-1.15	-1.11	-0.80	-1.88
P2 :	-0.39	-0.24	1.14	0.97	1.22	1.21
/a/ ERP						
P1 :	0.60	0.94	1.22	1.14	0.52	0.53
N1 :	-1.43	-0.99	-3.51	-3.25	-1.18	-1.63
P2 :	0.36	0.50	-1.01	-0.92	0.65	0.33

実験 III

Table 2 は Wl, Wr 部位での各成分平均振幅を示している。分散分析の結果、ピップ音 ERP, /a/ERP とも部位の主効果、部位×課題の交互作用はどの成分に

においても認められず、/a/ ERP の P_1 , P_2 振幅で部位×課題×処理側の交互作用 (P_1 : $F(2.16)=8.00$, $P<.005$; P_2 : $F(2.16)=4.13$, $P<.05$) が示されただけであった。

課題遂行度：3 実験とも課題間、呈示耳間で正答率には大きな差は示されなかった。

5 考 察

実験Ⅰでは左半球優勢と考えられる言語処理課題(朗読課題)と右半球優勢であろう非言語処理課題(ピップ音課題)における、探査刺激としてのピップ音 ERP 波形の左右差を検討した。但し、この場合ピップ音課題ではピップ音は課題関連刺激であり、純粹に探査刺激とは言い難い。そのため実験Ⅱにおいて、両課題に無関連な短母音 /a/ が付加された。更に、実験Ⅲでは短母音 /a/ に対しても課題を課した。これらの実験で探査刺激として用いられたピップ音、/a/ はそれ自身が非言語刺激、言語刺激と言えよう。刺激属性の言語、非言語特性だけで左右差を示した報告はなく (Donchin McCarthy & Kutas, 1977)、刺激に対する処理方法が左右差を決定することが示唆されている。本実験においても、実験Ⅱのピップ音 ERP にのみ刺激属性効果が示されただけで、実験Ⅰでの部位の主効果 ($C_3<C_4$)、実験Ⅱ、Ⅲでの誘発刺激×部位の交互作用 (ピップ音 ERP: $C_3<C_4$; /a/ ERP: $C_3>C_4$) は示されなかった。

課題間での左右差の相異は実験ⅠとⅡにおいて認められた。実験Ⅰでは、潜時約 200ms の陽性成分が言語処理時に右半球で、非言語処理時に左半球で他方の半球よりも振幅増大を示した。この結果は、言語処理時に左半球の ERP 振幅が増大するという過去の知見とは逆の結果を示している。また、実験Ⅱにおいては、ピップ音 ERP の潜時約 100ms 陰性成分振幅が右半球で左半球より大きく、しかもこうした左右差は非言語処理時に言語処理時より顕著であることが示された。これは、非言語刺激 ERP が右半球で振幅増大を示し、さらに非言語処理時

にその増大度が大きくなったためとも考えられる。

しかしながら、本実験は次の様な問題を含んでいると思われる。第1に、Fig. 1に示される様に朗読課題時においては、ERP波形上明確な成分は認められない。こうした傾向は実験Ⅱ、Ⅲにおいても見られ、探査刺激の誘発成分の振幅差で大脳皮質の賦活水準を探ろうとする探査刺激法の困難さを示唆するものであろう。この問題を回避する方法としては、探査刺激強度の増大が考えられるが、強度が強過ぎると刺激境界成分(外因性成分 *exogenous component*)の振幅のみが大きくなり、処理に関与した成分(内因性成分 *endogenous component*)を隠蔽することになり、効果が生じにくいと考えられる。第2に、ここで報告した3実験はその刺激事態は殆んど差がなく、課題も同様のものが用いられた。それにも拘らず、一貫した左右差は得られなかった。過去においても、Smith, Nielson, & Thistle (1975)がWood, Goff & Day (1971)の追試を行ない、またTanguay, Tanb, Doubleday & Clarkson (1977)がMolfese et al. (1975)の追試を行なっているが、両研究とも左右差の再確認がなされなかった。

最近の報告でHillyard & Woods (1979), Kutas & Hillyard (1980 a, b)は処理負荷を最大限にする必要を述べている。多くの研究は、数種類の刺激を無作為順序で反復呈示しているが、毎回確実に言語処理を行なわせるためには、1試行毎に異なる刺激を用いるべきであり、さらにに刺激強度も低く呈示速度を速くして処理負荷を大きくすることにより、言語処理以外の要因によって生じるERPを最小にすべきことを示唆している。彼らはそうした実験を行なった結果、言語刺激に対するERPで潜時400—700msの陽性電位の左半球振幅増大を報告している。本実験での言語処理課題は、朗読中の助詞検出を採用したが、文法を熟知している成人被験者にとってはその出現の予測が可能であり、負荷は必ずしも大きいとは言えない。我々の日常生活で言語の占める割合は非常に高く、その処理はかなり高速で自動化している部分が多いと思われる。そのため、実験的に左右差を得る為には言語処理系の全経路を賦活する様な刺激事態が必要であると思われる。

REFERENCES

- Butler, S. R., & Glass, A. Asymmetries in electroencephalogram associated with cerebral dominance. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 1974, 36, 481-491.
- Donchin, E., McCarthy, G., & Kutas, M. Electroencephalographic investigations of hemispheric specialization. In J. E. Desmedt (Ed.), *Language and hemispheric specialization in man: Cerebral ERPs*. Prog. clin. Neurophysiol., vol. 3, Basel: Karger, 1977, Pp. 212-242.
- Doyle, J. C., Ornstein, R., & Galin, D. Lateral specialization of cognitive mode: II EEG frequency analysis. *Psychophysiology*, 1974, 11, 567-578.
- Eason, R. G., Aiken, L. R., Jr., White, C. T., & Lichtenstein, M. Activation and behavior: II Visually evoked cortical potentials in man as indicants of activation level. *Perceptual and Motor Skills*, 1964, 19, 875-895.
- Friedman, D., Simson, R., Ritter, W., & Rapin, I. Cortical evoked potentials elicited by real speech words and human sounds. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 1975, 38, 13-19.
- Gazzaniga, M. S. *The bisected brain*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1970.
- Galambos, R., Benson, P., Smith, T. S., Schulman-Galambos, G., & Osier, H. On hemispheric differences in evoked potentials to speech stimuli. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 1975, 39, 279-283.
- Galin, D., & Ellis, R. Asymmetry in evoked potentials as an index of lateralized cognitive processes: Relation to EEG alpha asymmetry. *Neuropsychologia*, 1975, 13, 45-50.
- Galin, D., & Ornstein, R. Lateral spacialization of cognitive mode: An EEG study. *Psychophysiology*, 1972, 9, 412-418.
- Geschwind, N. The anatomical basis of hemispheric differentiation. In S. J. Dimond & J. G. Beaumont (Eds.), *Hemisphere function in the human brain*, London: Elek Science 1974, Pp. 7-24.
- Gevins, A. S., Zeitlin, G. M., Doyle, J. C., Yingling, C. D., Schaffer, R. E., Callaway, E., & Yeager, C. L. Electroencephalogram correlations of higher cortical functions. *Science*, 1979, 203, 665-668.
- Glass, A. Intensity of attenuation of alpha activity by mental arithmetic in

- females and males. *Physiology & Behavior*, 1968, 3, 217-220.
- Glass, A. Factors influencing changes in the amplitude histogram of the normal EEG during eye opening and mental arithmetic. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 1970, 28, 429-430.
- Haider, M., Spong, P., & Lindsley, D. B. Attention, vigilance, and cortical evoked-potentials in humans. *Science*, 1964, 145, 180-182.
- Hillyard, S. A., & Woods, D. L. Electrophysiological analysis of human brain function. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *Handbook of behavioral neurobiology*, vol. 2, New York: Plenum, 1979, Pp. 345-378.
- Hink, R. F., & Hillyard, S. A. Auditory evoked potentials during selective listening to dichotic speech messages. *Perception & Psychophysics*, 1976, 20, 236-242.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 1980a, 207, 203-205.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. Reading between the lines: Event-related brain potentials during natural sentence processing. *Brain and Language*, 1980b, 11, 354-373.
- Mckee, G., Humphrey, B., & McAdam, D. Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks. *Psychophysiology*, 1973, 10, 441-443.
- Milner, B. Brain mechanisms suggested by studies of temporal lobes. In C. H. Millikan & F. L. Darley (Eds.), *Brain mechanisms underlying speech and language*. New York: Grune & Stratton, 1967, Pp. 122-145.
- Molfese, D. L., Freeman, R. B., Jr., & Palermo, D. S. The ontogeny of brain lateralization of speech and nonspeech stimuli. *Brain and Language*, 1975, 2, 237-307.
- Morgan, A. H., McDonald, P. J., & MacDonald, H. Differences in bilateral alpha activity as a function of experimental task with a note on lateral eye movements and hypnotizability. *Neuropsychologia*, 1971, 9, 459-469.
- Morrell, L. K., & Salamy, J. G. Hemispheric asymmetry of electrocortical responses to speech stimuli. *Science*, 1971, 174, 164-166.
- Neville, H. Electrographic correlates of lateral asymmetry in the processing of verbal and nonverbal auditory stimuli. *Journal of Psycholinguistic Research*, 1974, 3, 151-163.
- Neville, H. Event-related potentials in neuropsychological studies of language.

- Brain and Language, 1980, 11, 300-318.
- Peronnet, F., Michel, F., Echallier, J. F., & Girod, J. Coronal topography of human auditory evoked responses. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 1974, 37, 225-230.
- Pollen, D. A. & Trachtenberg, M. C. Some problems of occipital alpha block in man. *Brain Research*, 1972, 41, 303-314.
- Shucard, D. W., Shucard, J. L., & Thomas, D. G. Auditory evoked potentials, habituation and cerebral lateralization of cognitive processing. Society of Psychophysiological Research, San Diego, 1976.
- Smith, T. S., Nielson, B., & Thistle, A. B. Question of saymmetries in auditory evoked potentials to speech stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1975, 58, 1, 557.
- Sperry, R. W., Gazzaniga, M. S., & Bogen, J. E. Interhemispheric relationships; the neocortical commissures; Syndromes of hemisphere disconnection. In P. S. Vilden & G. W. Bryn (Eds.), *Handbook of clinical neurology*. Vol. 4. Amsterdam: North Holland publishing Company, 1969, Pp. 273-290.
- Taub, J. M., Tanguay, P. E., Doubleday, C. N., Clarkson, D., & Remington, R. Hemisphere and ear asymmetry in the auditory evoked response to musical chord stimuli. *Physiological Psychology*, 1976, 4, 11-17.
- Tanguay, P. E., Taub, J. M., Doubleday, C. N., & Clarkson, D. An interhemispheric comparison of auditory evoked responses to consonant-vowel stimuli. *Neuropsychologia*, 1977, 15, 123-131.
- Wood, C. C., Goff, W. R., & Day, R. S. Auditory evoked potentials during speech perception. *Science*, 1971, 173, 1248-1251.

——本城由美子 大学院博士課程後期課程——
——宮田 洋 文学部教授——