

カナ認知における大脳半球間の 機能的差異について

池田 一郎*・小川 嗣夫**

A study of functional hemispheric differences in the recognition
of *Kana* (Japanese letter)

Ichiro IKEDA and Tsuguo OGAWA

(1980年9月30日受理)

人間の脳半球間の機能的差異に関する多くの研究によると、言語的材料が瞬時に左あるいは右視野に提示された場合には、右視野優位になり、非言語的材料の場合には、左視野優位になることが明らかにされている(たとえば、Kimura, 1973)。言語的-非言語的という2分法が適切であるかどうかに関しては議論の余地が残されている(Cohen, 1972)が、このような材料の特質による優位視野の差異は、大脳半球間の情報処理システムの差異に対応づけて説明されることが多い。すなわち、左あるいは右視野に提示された情報は、それぞれ反対側の脳半球に伝達されるので、右視野に提示された刺激が左半球言語領に直接伝達された方が、左視野から右半球に伝達されたあと脳梁を経て左半球に伝達されるよりも有利であるというわけである。

しかし、上記のようなラテラルリティ効果は、大脳半球間の情報処理機能の特殊化そのものに帰因するだけではなく、刺激変数や課題などの相互作用によっていることが指摘されている(Kirsner, 1980)。たとえば、言語的材料であっても処理レベルによって視野優位性が変化することが実証されており(Cohen, 1972; Hatta, 1978; 小川, 投稿中)、また、注視点の位置に言語的あるいは非言語的材料の弁別課題を負荷することによって、言語的材料の右視野優位性が増幅されたり、消滅することが報告されており(本田, 1977; Kershner, 1977; Klein, 1976)、視野優位性は両半球間の活性化レベルの微妙なバランスの上に成り立っているのではないかと考えられる(Kinsbourne, 1973)。

さらに、脳梁を切断されている分割脳の患者が右半球で具象名詞(Gazzaniga, 1968)、あるいは動詞(Zaidel, 1976)をある程度理解できることも報告されている。また、健常者の場合にも、右半球に具象名詞を処理する能力のあることが示唆されている(Day, 1977; Hines, 1976)ので、言語的情報の処理が左半球にのみ局在するのではなく、右半球にも存在するのではないかと考えられる。

そこで、本研究では、聴覚的負荷とマスキング手法を用いて、カナの処理が左半球に局在しているかどうかを検討することを目的としている。

* 社会科学研究室

** 関西女子短期大学心理学研究室

ところで、カナが瞬時に左あるいは右視野に提示された場合には、右視野優位になることが報告されている (Hatta, 1978; Hirata & Osaka, 1967; 小川, 1977) が、視野に提示されたカナは、網膜外側から同側の大脳半球に伝達され、また、網膜内側から反対側の大脳半球に伝達されるので、上記の視野優位性は両眼からの情報の合成によって増幅されている可能性がある。そこで、偏光フィルターを使用し、一方からの情報伝達を制限することによって、大脳半球機能差を一層明確にすることを目的とする。

実 験 I

目 的

従来の方法によって、カナ認知の視野優位性を検討することを目的とする。

方 法

被験者 女子学生20名 (平均年齢 18.35 歳) を被験者として用いた。被験者はすべて右手利きで、しかも、両眼ともに正常な視力 (矯正視力も含む) である。

実験装置 幅 36 cm, 高さ 25.5 cm, 奥行 94.5 cm の暗箱とマイクロコンピュータ PET 2001 (コモドル・ジャパン製) を用いた。被験者の顔が暗箱に接する部分は、顔面に沿うようになっている。その大きさは、幅 15.5 cm, 高さ 6.5 cm, 奥行 3.5~8 cm である。被験者の眼の位置から 33 cm の所に、マイクロコンピュータに接続されている 9 インチの白黒テレビがある。

刺激提示時間、刺激提示間隔などの時間制御には、Basic プログラムによってコンピュータ内蔵のデジタル・クロックを使用した。

刺激材料 刺激材料は清音 2 字音節のカタカナと、被験者がスクリーンの中央を注視していることを保証するために提示する 1 桁の数字である。清音 2 字音節のカタカナについては、梅本・森川・伊吹 (1955) の無連想価表から、無連想価 20~69% の範囲のものを 90 個選び出した。それらのカタカナを左右視野に 45 個ずつ提示する。一方の視野への連続提示を 3 回に制限した以外は、無作為に提示順序を決定した。さらに、その提示順序の左右視野を全部逆にしたもう 1 種類の提示順序を作り、同一のカタカナを両視野に提示することによって、刺激材料の片寄りをなくすようにした。なお、1 桁の数字 (1~9) については、出現頻度が均等になるように配慮して 90 個選定した。数字とカタカナそれぞれ 90 個のうち、10 個を練習用とし、80 個を本実験用に用いた。

数字は視角 1.32° の所、カタカナは注視点の左右それぞれに水平視角 2.64° と 6.87° の間、垂直視角 1.32° の所に提示される。注視点と数字、カタカナは、すべてコンピュータ内蔵のもの (8×8 ドットマトリックス) である。これらの刺激材料は黒地に白で提示される。

手続 実験を開始するにあたって、すべての被験者に次のような趣旨の教示を与えている。すなわち、テレビ画面の中央に光点を 2 秒間提示するので凝視すること、光点が消えたあとすぐにその光点の位置に数字を 1 つ提示すると同時に数字の左側か右側にカタカナを提示するので、眼を動かさずに数字をみつめた状態でカタカナをみること、そして、数字を先に答え、その後でカタカナを答えるように教示した。

被験者を椅子に座らせ、暗箱に顔を向けさせたあと、練習用リストを用いて左右それぞれの視野に 5 回ずつ、計 10 回数字とカタカナを提示して実験の要領を理解させた。

画面中央に注視点を 2 秒間提示し、その終結と同時に注視点の位置に数字を提示し、一方の視野にカタカナを $\frac{1}{60}$ 秒間提示した (1 試行)。試行間隔は 10 秒である。このインター

表1 左右視野におけるカナ認知の平均正答率
($N=20$)

	左視野	右視野
平均	0.46	0.66
標準偏差	0.14	0.07

バル中に数字とカタカナを口頭で答えさせた。このようにして、本実験として80試行おこなった。

結 果

注視点の位置に提示した数字と、左右いずれか一方の視野に提示したカタカナの両方を

正しく報告できたものについて結果の分析をおこなう。

左右の視野に提示したカタカナの平均正答率を求めると、表1のようになる。 t 検定の結果、カタカナ認知の正確さは、左視野よりも右視野の方が有意にすぐれている($t=6.67$, $df=38$, $P<.001$)ことが明らかになった。左右視野間の正答率に個人差は認められるが、すべての被験者の成績が右視野優位になっているので、このような結果は単に統計的に視野間の有意差が認められたということ以上の意味をもっているのではないと思われる。

上記の結果は、ひらがなやカタカナ認知の視野差を調べている他の研究結果(Hatta, 1977; Hirata & Osaka, 1967; Sasanuma, et al., 1977)と一致しているため、カナ情報の処理は左半球優位であることを確認するものである。

実 験 II

目 的

実験Iでは、カタカナ認知の正確さは右視野優位になることが実証されたので、このような右視野(左半球機能)優位性が、聴覚的負荷によってどのように変化するかを調べることを目的としている。

方 法

被験者 実験Iとは異なる女子学生20名(平均年齢18.25歳)を被験者として用いた。被験者はすべて右手利きで、しかも眼・耳ともに正常な視力(矯正視力を含む)且つ聴力である。

実験装置 視覚刺激の提示に関しては、実験Iとはほぼ同様である。異なる所は、聴覚刺激を提示するためにヘッドホンとカセットコーダ(Sony CF-1600)を用いたことと、聴覚刺激(電子ブザー SMB-01 と RMB-12 による)の高低を弁別してキー・プレスをするためのマイクロスイッチ(2個)を用いたことである。

なお、被験者のキー・プレスに同期して数字とカタカナがテレビ画面に提示されるようになっている。

要因計画 一連の聴覚刺激をいずれの耳に先に与えるかという先行耳(2:被験者間要因)×左耳と右耳(2)×左右視野(2)の $2 \times 2 \times 2$ 要因である。

刺激材料 数字とカタカナの刺激材料のリストは実験Iと同一のものである。左右視野に提示されるカタカナのそれぞれ半数ずつに高音と低音の聴覚的弁別刺激を割り当てた。したがって、左右の耳にそれぞれ40回ずつ計80回である。被験者の半数には、それらの聴覚刺激を先に右耳に40回与え、その後で残りの聴覚刺激を40回左耳を与えた。残り半数の被験者には、逆の順序で聴覚刺激を与えて、カウンターバランスした。

手続 実験を開始するにあたって、すべての被験者に次のような趣旨の教示を与えている。すなわち、テレビ画面中央に注視点が表示されたら、それを凝視すること、左耳あるいは右耳から2種類のブザー音が聞こえてくるので、正確にしかも出来るだけ速く右手の人差し指あるいは中指でキーを押すように教示した。なお、高音と低音に関して被験者の半

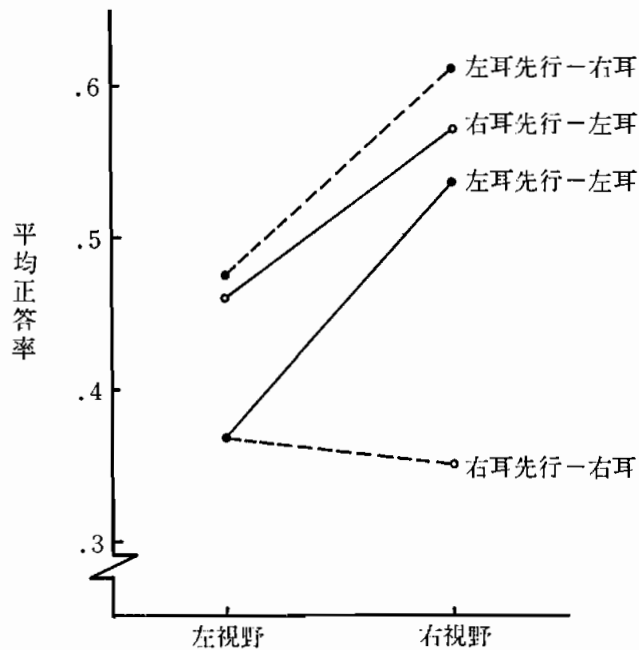


図1 聴覚的負荷時のカナの平均正答率

数ごとに人指し指と中指を逆にさせた。

さらに、キー・プレスによって注視点の位置に数字と、左あるいは右視野にカタカナが提示されるので、先に数字を答えそのあとでカタカナを答えるように教示した。なお、どちらの耳に聴覚刺激が与えられるかは、被験者にあらかじめ知らされている。

被験者を椅子に座らせ、暗箱に顔を向けさせたあと、練習用のリストを用いて、左耳あるいは右耳に聴覚刺激を与え、注視点の位置に数字と、左あるいは右視野にカタカナをそれぞれ6回ずつ計12回提示して実験の要領を理解させた。

注視点を2秒間提示し、その終結と同時に左あるいは右耳に聴覚刺激を300 m sec. 与え、キー・プレスに同期して数字とカタカナを $\frac{1}{60}$ 秒間提示した。試行間隔は10秒である。このインターバルに数字とカタカナを口頭で答えさせた。このようにして本実験としては、80試行おこなった。

結 果

左あるいは右耳からの聴覚刺激に対して正しいキー・プレスをし、しかも、数字とカタカナを正しく答えることができたものについて資料を分析する。左右視野における平均正答率を求めると、図1のようになる。2 (左耳・右耳先行:被験者間要因) × 2 (左耳・右耳) × 2 (左右視野) の $2 \times 2 \times 2$ の分散分析をおこなった結果、視野の主効果が有意になり ($F=6.84$, $df=1/18$, $P<.025$), 右視野の方が有意に優れていることが明らかになった。また、先行耳と左・右耳との間に有意な交互作用がみられ ($F=26.52$, $df=1/18$, $P<.001$), 下位検定の結果、いずれの耳の場合にも先行耳よりも後続耳の方が有意にすぐれていたが、後続の左耳と右耳には有意差はみられず、先行の左耳と右耳との間に有意差が認められた。

しかしながら、左右の耳と視野との間に有意な交互作用が得られなかったため、先行耳

のみについて左・右耳（2）×視野（2）の分散分析をおこなった結果、耳と視野との間に有意な交互作用（ $F=4.50$, $df=1/18$, $P<.05$ ）が得られ、左耳から聴覚刺激が与えられた場合には、右視野優位であったが、右耳の場合には有意な視野差はみられなかった。さらに、左視野では左右の耳に有意差はみられなかったが、右視野では、右耳よりも左耳の方が有意にすぐれていることが明らかになった。

上述のように、カナ認知の視野優位性は、左耳からの聴覚刺激によってほとんど影響されないが、右耳からの聴覚刺激の影響を受けるということは、視覚と聴覚という異なる二つの情報処理系が相互にかかわり合いをもち、しかも、カナ情報が左半球で処理されている可能性を一層明確に示しているといえるであろう。

しかし、聴覚刺激を与える耳を左から右へ替えた場合には、右耳からの聴覚刺激の影響をどうして受けないのかについては明らかではないが、聴覚刺激の効果は一時的なものであると考えられる。

実 験 III

実験Iと実験IIによって、カタカナ認知の正確さは、右視野優位になることが実証され、さらに、その優位性は聴覚的負荷によって一時的に影響を受けることが明らかになった。しかし、視野に提示された情報は、網膜外側から同側の大脳半球に伝達され、また、網膜内側からは反対の大脳半球に伝達されている。したがって、視野優位性は、上述のような結果として生じているのかもしれない。そこで、本実験では、2対の偏光フィルターを使用し、情報伝達を制限することによって視野優位性とマスキング効果を調べることを目的としている。

方 法

被験者 実験I・IIとは異なる女子学生16名（平均年齢18.38歳）を被験者として用いた。被験者はすべて右利きで、しかも両眼ともに正常な視力（矯正視力も含む）である。

実験装置 実験Iとほぼ同様であるが、異なるところは次の点である。すなわち、テレビ画面中央に幅5mm、高さ14cmの垂直方向の空白を残し、それ以外の部分を偏向フィルターで覆っており、また、暗箱の内側にも一対の偏光フィルターをとりつけていることである。被験者がテレビ画面の真中を見ていることを保証するための数字（digit）は中央部の空白に、そして、カタカナは左右視野それぞれに水平視角 2.64° ～ 6.87° の間に 8×8 ドット・マトリックスで提示される。なお、数字とカタカナはマイクロコンピューター内蔵のものである。

要因計画 2刺激が提示される視野として、左左、左右、右左、右右の4条件、そして、第1刺激と第2刺激のインターバル（ISI）として、 $\frac{3}{60}$ 、 $\frac{6}{60}$ 、 $\frac{9}{60}$ 、 $\frac{12}{60}$ 秒の4条件、さらに、2対の偏光フィルターの組み合わせによる眼と視野の2条件（同側と反対側：被験者間要因）の $4 \times 4 \times 2$ の要因である。

同側条件では、右眼で右視野、左眼で左視野をみることができるようになっており、また、反対側条件では、逆に右眼で左視野、左眼で右視野をみるができるようになっている。なお、対照条件として、両視野に同時にカタカナを提示する条件も設けている。

刺激材料 1桁の数字200個と清音2字音節のカタカナ200個である。

手続 実験を開始するにあたっての教示は、実験Iとほぼ同様であるが、数字に続いてカタカナを2つ答えさせる点だけは異なっている。

練習用リストを用いて、左右視野にそれぞれ5回ずつ計10回カタカナを提示して実験の

表2 各条件における左右視野の平均正答率

視野	左				右				
	3	6	9	12	3	6	9	12	
インターバル									
同側	\bar{X}	.15	.21	.19	.19	.41	.40	.48	.39
	SD	.10	.26	.09	.20	.18	.21	.15	.23
反対側	\bar{X}	.14	.11	.09	.08	.38	.30	.40	.38
	SD	.17	.09	.13	.11	.24	.19	.25	.24

カタカナを左あるいは右視野に $\frac{1}{60}$ 秒間提示し(第2刺激), 数字とカタカナを答えさせた。試行間隔は5秒である。このようにして, 本実験としては200試行おこなった。

結果

注視点の位置に提示した数字を正しく答えられたものについて, カタカナの資料を同時提示, 第1刺激, 第2刺激に分けて分析する。

左右視野に同時提示されたカタカナの平均正答率を求めると, 表2のようになる。ISIの要因も含めて, ISI(4)×視野(2)×同側・反対側(2)の分散分析をおこなった結果, 有意な視野差が認められ($F=56.04$, $df=1/14$, $P<.001$), 従来の結果と一致した。しかし, その他の主効果と交互作用が有意には至らなかったため, 同時提示の場合には, 偏光フィルターによる情報制限と情報が脳梁を介するか否かは右視野優位性にほとんど影響しないものと考えられる。

次に, 第1刺激に関してカタカナの平均正答率を求めると, 図2のようになる。上記と同様の $4 \times 2 \times 2$ の分散分析をおこなった結果, 主効果として, 左右視野への提示条件($F=89.32$, $df=3/42$, $P<.001$)と同側・反対側($F=5.58$, $df=1/14$, $P<.05$)が有意であったが, それらの間に有意な交互作用($F=5.60$, $df=3/42$, $P<.005$)がみられたので,

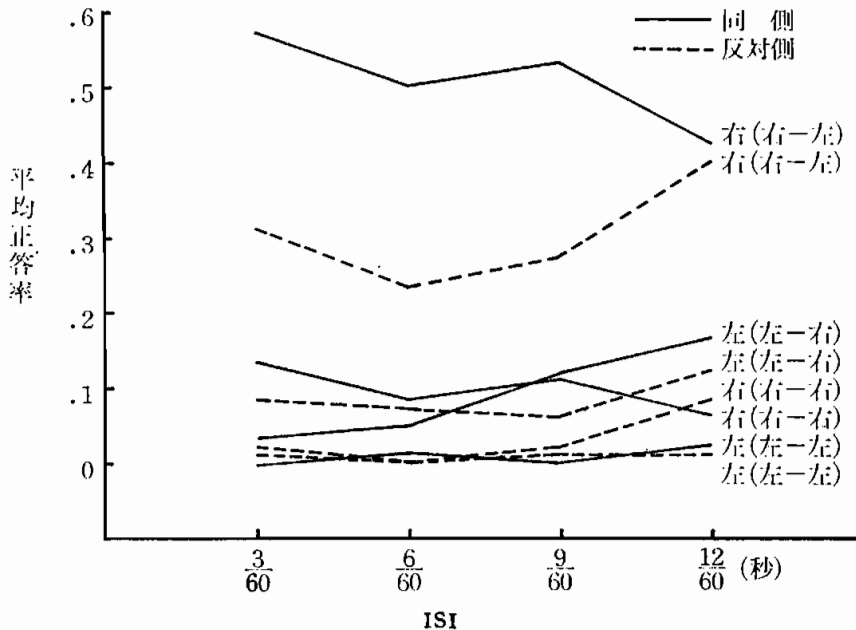


図2 各 ISI における第1刺激の平均正答率

要領を理解させたあと本実験を開始した。

テレビ画面中央に注視点を2秒間提示し, その終結と同時にその位置に数字を1つ提示し, 同時に左あるいは右視野にカタカナを $\frac{1}{60}$ 秒間提示する(第1刺激)。上記の ISI のうち, 第1刺激とは異なる

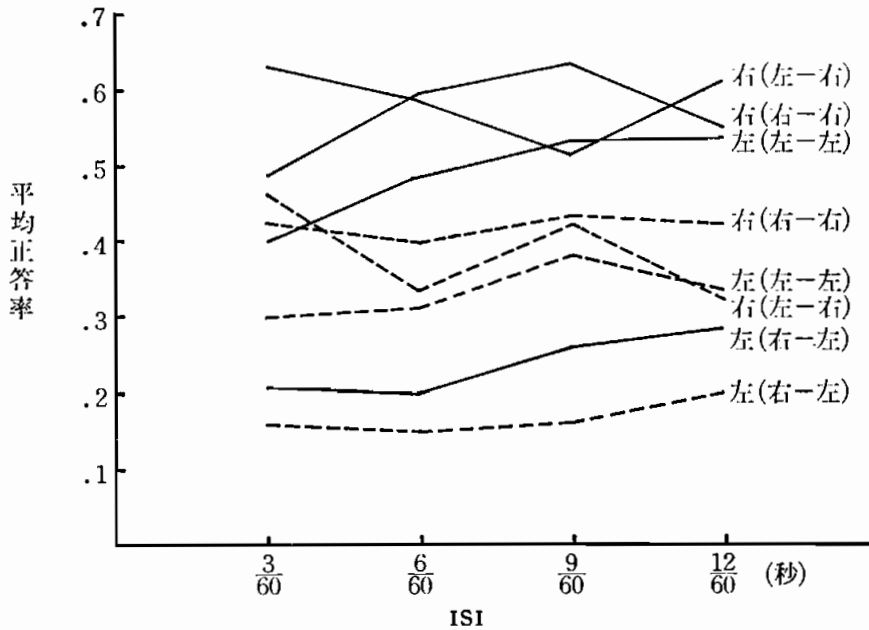


図3 各 ISI における第2刺激の平均正答率

下位検定をおこなったところ、右-左条件、すなわち、第1刺激を右視野に提示し、第2刺激を左視野に提示する条件のみ、同側の方が反対側よりも有意にすぐれていることが明らかになった。このような結果は、カナ情報が網膜内側から脳梁を経て左半球に伝達される方が、外側から直接左半球に伝達される場合よりも有利であることを示唆している。しかし、2次の交互作用が有意ではないので、ISIに伴う第2刺激のマスクングの程度の違いについては明らかではない。

しかしながら、左-左条件と右-右条件の場合には、同側・反対側にかかわらず、それぞれ左-右、右-左条件よりも成績が悪く、末梢レベルでのマスクングが生じていることを示している。

さらに、第2刺激に関してカタカナの平均正答率を求めると、図3のようになる。第1刺激と同様の分散分析をおこなった結果、左右視野への提示条件の主効果が有意になった ($F=26.95$, $df=1/42$, $P<.001$) ので、下位検定をおこなったところ、左-左条件と左-右条件間には有意差がみられなかった。また、左-右条件と右-右条件間にも有意差はみられなかった。ところが、左-左条件と右-左条件間には有意差が認められ、左-左条件の方が右-左条件よりも有意にすぐれていることが明らかになった。したがって、このような結果から、カナ情報の処理が主として左半球でなされているのではないかと考えられる。というのは、右半球で処理されているとすれば、末梢的な順向マスクングを受けない右-左条件は、左-左条件よりも成績がよくなるはずだからである。

その他の主効果としては、同側・反対側が有意になった ($F=6.18$, $df=1/14$, $P<.001$)。しかし、有意な交互作用はみられなかったので、提示条件、同側・反対側間関係については明らかではない。

考 察

カナ認知の正確さが右視野優位であることは、3つの実験から明らかである。そこで、

カナ情報の処理に関する視野優位性が、左半球機能優位性に帰因するかどうかを実験Ⅱ、Ⅲの結果にもとづいて検討する。

実験Ⅱでは、聴覚的負荷を左あるいは右耳から与えている。もし、聴覚的情報処理と視覚的情報処理が相互に完全に独立して機能しているとすれば、視覚的に提示されるカナの認知は、聴覚的負荷の影響を受けないはずである。Howard et al., (1980) によると、意味論的処理に関しては、視覚と聴覚とは互いに独立に働くが、音韻的処理に関してはそうではないと論じている。本実験では、聴覚的負荷として音の高低を使用しているのので、意味論的というよりは、むしろ音韻的であるかもしれない。したがって、聴覚的負荷が視覚的情報の処理に影響を与えるということは十分にありうることである。

ところで、そのような聴覚的負荷の影響は、右耳から与えられた場合にみられた。すなわち、一連の負荷が先に右耳から与えられた場合にカナ認知の右視野優位性が消滅した。したがって、このような結果は、カナ処理が左半球でなされていることを示唆するものであると考えられる。というのは、カナ処理が右半球においてもなされているとすれば、左耳から負荷が与えられた場合に何らかの影響がみられるはずである。ところが、左耳からの場合には一貫して右視野優位な結果になっているからである。

しかし、上述のような聴覚的負荷の効果は、アルファベットでは全然みられなかった(小川, 1979)が、漢字では、最初にどちらの耳から負荷が与えられるかによって優位視野が完全に逆転してしまうことが報告されている(小川, 印刷中)。このように言語的材料の種類によって負荷からの影響が異なるので、情報が処理される半球への依存度が異なるのではないかと考えられる。たとえば、アルファベットの左半球での処理は非常に安定しているが、カナはやや不安定であり、漢字は両半球で処理されていると仮定できるかもしれない。

カナ情報の処理が左半球でなされている可能性は、実験Ⅲの第2刺激の左一左と右一左条件間の有意差によって一層明らかである。すなわち、もし、カナの処理が右半球でなされているとすれば、右一左条件は、末梢的な順向マスクングを受けていないので、左一左条件よりも成績がよくなるはずにもかかわらず、成績が悪いからである。

さらに、第1刺激では、右一左条件で同側の方が反対側よりも有意にすぐれていることが明らかになったので、カナ情報が網膜内側から脳梁を経て左半球に伝達された方が、外側からの場合よりも有利であることが分かる。もし、そのように考えることが正しいとすれば、左一右条件で同側・反対側間の有意差がみられなかったことも間接的にはあるが、カナが左半球で処理されていることを示唆している。

しかし、ISI に関して主効果も交互作用も有意には至らなかったのので、半球間転移、処理時間などについては今後検討すべき課題である。

引用文献

- Cohen, G. 1972 Hemisphere differences in a letter classification task. *Perception and Psychophysics*, 11, 139-142.
- Day, J. 1977 Right-hemisphere language processing in normal right-handers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 518-528.
- Gazzaniga, M. S. 1968 Short-term memory and brainbisected man. *Psychonomic Science*, 12, 161-162.
- Hatta, T. 1978 Recognition of Japanese Kanji and Hirakana in the left and right visual fields. *Japanese Psychological Research*, 20, 51-59.

- Hines, D. 1976 Recognition of verbs, abstract nouns and concrete nouns from the left and right visual half-fields. *Neuropsychologia*, 14, 211-216.
- Hirata, K. & Osaka, R. 1967 Tachistoscopic recognition of Japanese letter materials in left and right visual fields. *Psychologia*, 10, 7-18.
- 本田仁視 1977 言語的及び非言語的弁別課題負荷による知覚的 Laterality difference の移行心理学研究 48, 70-79.
- Rollins, H. A. Jr., & Hendricks, R. 1980 Processing of words presented simultaneously to eye and ear. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 99-109.
- Kershner, J., Thoma, R., & Callaway, R. 1977 Nonverbal fixation control in young children induces a left-field advantage in digit recall. *Neuropsychologia*, 15, 569-576.
- Kimura, D. 1973 The asymmetry of the human brain. *Scientific American*, 228, 70-78.
- Kinsbourne, M. 1973 The control of attention by interaction between the cerebral hemispheres. In S. Kornblum (Ed.) *Attention and Performance IV* New York: Academic Press. pp. 239-256.
- Kirsner, K. 1980 Hemisphere-specific processes in letter matching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 167-179.
- Klein, D., Moscovitch, M., & Vigna, C. 1976 Attentional mechanisms and perceptual asymmetries in tachistoscopic recognition of words and faces. *Neuropsychologia*, 4, 55-66.
- 小川嗣夫 1977 人間の情報処理システムに関する研究——大脳半球間の処理容量の差異について——大阪私立短期大学協会 研究報告集(第13集) 91-95.
- 小川嗣夫 1979 言語行動の研究30——聴覚的負荷時のアルファベットと漢字の左右視野差について——日本心理学会第43回大会発表論文集 124.
- 小川嗣夫 印刷中 聴覚的負荷時の漢字認知の視野差について 大阪私立短期大学協会研究報告集
- Sasanuma, S., Itoh, M., Mori, K., & Kobayashi, Y., 1977 Tachistoscopic recognition of *Kana* and *Kanji* words. *Neuropsychologia*, 15, 547-553.
- Zaidel, E. 1976 Auditory vocabulary of the right hemisphere following brain bisection or hemidecortication. *Cortex*, 12, 191-211.

Summary

Three experiment were conducted to examine the recognition of *Kana* in the left and right visual fields. *Kana* as the stimulus materials were tachistoscopically (1/60 sec.) presented by CRT of microcomputer (PET 2001) in the left or right visual field.

In Experiment I, a significant RVF superiority was found in the ordinary condition.

In Experiment II, auditory loadings (discrimination tasks of high or low tone) were added to the visual stimuli. No significant visual fields differences were yield in the case of prior right-ear loadings, but significant RVF superiority were found in the other cases. These results suggest that the auditory loadings from the right-ear have an effect on *Kana* processings in the left hemisphere.

In Experiment III, two pair of inclination filters were used to restrict the information toward both hemispheres. A pair of *Kana* were unilaterally presented. ISI were 3/60, 6/60, 9/60 and 12/60. A significant RVF superiority was obtained in each condition.

The results as above were considered to suggest that *Kana* was mainly processed in the left hemisphere.