

## 両視野呈示有利性と半球間相互作用

大 岸 通 孝

ラテラルリティ研究は、実験神経心理学の中心的分野であるとともに、人間の情報処理過程のモデル化をめざす点で、認知心理学の中の一つの研究分野でもある。しかし、ラテラルリティ研究の多くは、人間の脳が情報処理において果たす役割に関して、他の認知心理学的研究とは異なる前提の上に立っている。Christoman (1994) は、この原因が、両者の実験における方法論上の違いからくるところが大きいことを指摘している。すなわち、ラテラルリティ研究と他の認知心理学的研究はどちらも、主に視覚様相を対象とした実験を行っているが、典型的な認知心理学の実験では、刺激材料の呈示は中心視で行われ、呈示時間はふつう1秒以上と比較的長く、情報は最初から左右両半球に送られることを暗黙の前提としている。これに対し、ラテラルリティ研究の中心的方法である視野分割実験では、刺激を一側化して、すなわち、右視野 (right visual field, 以下RVFと略す) もしくは左視野 (left visual field, 以下LVFと略す) のどちらかに限定して呈示する方法が用いられる。また、時間的には主として 100 msec から 300 msec の範囲の瞬間呈示が採用されている。このように呈示時間が短いのは、その刺激が呈示された視野と反対側の脳半球に直接投射されることを確実にするためである。しかし、呈示時間が短いことから、ラテラルリティ実験では、被験者に複雑な処理を要求する課題は設定しにくいという制約がある。このような制約を設けても、一方の半球に直接呈示する手続きにこだわるのは、一方の脳半球に確実に直接刺激情報を伝達することが必要であるからである。Hellige (1990) は、ほとんどのラテラルリティが採用している、どちらか一方の半球へ一側化して刺激を呈示する実験手続きは、各半球が独立した構造を持つことをあらかじめ前提としていることを指摘している。ラテラルリティ研究と比較すると、一般的な認知心理学の視覚実験では、課題はもっと複雑なものが多く、左右両半球を含めた脳の全体的機構を明らかにしようとしている。この立場では脳は、一つの統一体としてとらえられている。

ラテラルリティもしくは半球非対称性の存在する意義は、一方の半球が、ある課題処理や運動反応に対して専門化することにより、半球間の処理が競合しないようにすることにある、というのが神経心理学の分野の一般的解釈である。しかし、両半球が同時に活動し、互いにどのように協力し合うかという観点からはこれまであまり考察がなされてこなかった。また、よほど単純な課題でない限り、ある一つの課題が必要とする処理は一種類であ

ることは少なく、いくつかの処理が合わさってその課題が遂行されている。したがって、その課題が遂行されるのが、一つの半球の処理によってすべて遂行されると仮定するのは実際にはほとんど不可能である。

また、ラテラリティ研究は、本来、二分法的立場から出発したものであるため、左右大脳半球間の機能的および解剖学的差異に関しては、研究結果を極化してとらえる傾向が強い。そのため、両半球間の機能差を過剰に単純化した一般化が行われ、通俗的な二分法が種々唱えられてきた。しかし、Bradshaw (1989)は、膨大な研究結果をこのような二分法で包括的にとらすることは不可能になってきていることを指摘している。

半球機能の二分法的把握がラテラリティ研究において強い影響を及ぼしたのは、分割脳患者に関する研究である。分割脳患者の視野分割呈示実験の成果 (Sperry, Gazzaniga, & Bogen, 1969; Gazzaniga & LeDoux, 1978)は、人間の左右両半球をそれぞれ独立した機構としてとらえ、両者の機能差を明らかにすることを目的とした実験が行われるきっかけを与えたといえる。分割脳患者の場合、左半球と右半球間の連絡線維の完全な切断により、半球間の物理的連絡が欠如しており、実験的証拠からも両半球機能の絶対的な差異が見いだされたことから、分割脳患者は、2つの独立した脳をもつと考えられてきた。

分割脳研究から得られた発見は今でも興味を引き、新たな仮説を引き出す力もっているが、分割脳の研究成果を健常者の認知機能と関連づける際には、いくつかの点について考慮しておく必要がある。まず第一に、健常者では脳梁を中心とした交連線維が左半球と右半球が情報を共有させる役割を果たし、さらに両半球間の相互作用を可能にしている。たとえば、脳梁による処理の促進効果もしくは抑制効果、さらには処理リソースを求めた競合や処理リソースの移動、複雑な処理における複数の下位システムによる分担などが半球間で生じていると考えられている。つまり、左半球と右半球は、独立的存在ではなく、通常の状態では統一的システムとして共同して機能すると考えた方が妥当である。第二に、分割脳患者において見いだされた顕著な半球差異は、ある部分は、脳の損傷に対する補償作用として神経学的再体制化が行われた結果生じたかもしれず、健常者の脳に一般化できるかどうかは確かではない。

しかし、最近のラテラリティ研究は、二分法の上に立って実験結果を単純化して解釈するのではなく、半球間の機能差を相対的にとらえ、処理課題や刺激入力さらには被験者の関数として半球非対称性の問題を考察するようになってきた。Hellige (1990)は、両半球間の機能的相互作用に関する研究の重要性について言及し、左半球と右半球がどのように協力もしくは干渉しあって情報を処理しているのかを調べる研究法の発展が必要であると述べている。Hellige (1990)はさらに、このような研究法が、ラテラリティ研究と認知心理学本流の研究との間の交流の欠如を埋めることを可能にするとして主張している。

脳を一つの情報処理システムとしてとらえ、半球間の相互作用を実験的に研究する方法

としては、まず二重課題法があげられる。この方法は半球間もしくは半球内の処理の競合によって生じる妨害効果を観察する方法で、被験者は同時に2つの対立する課題を遂行するよう求められる。ここでの関心は、複数の課題が一方の半球に限定して負荷された場合と、両半球に別の課題が負荷され場合との間に、被験者の行動の違いがみられるかどうかという点である。第2の方法は、視野の中心に先行刺激を呈示し、次に一方の視野もしくは両視野にターゲット刺激を呈示する実験法である。被験者は先行刺激が、ターゲット刺激と同一か否かを判断する。従来の研究から、先行刺激が両半球に投射された場合の方が、一方の半球だけに投射された場合よりも、成績がよくなることが報告されている。第3の方法は、知覚実験において同時に呈示される複数の刺激が、同じ視野(すなわち同じ半球)に呈示されるか、異なる視野(すなわち別の半球)にそれぞれ呈示される状況を設定し、被験者の遂行成績に違いがみられるかどうかを検討する方法である。

以上の研究法のうち、両半球が機能的に相互作用することによって、情報処理が遂行されていることを示す証拠として、最近もっとも関心を集めているのは、最後にあげた、両視野呈示と片視野呈示を比較する方法である。この方法でしばしば用いられる視野分割法は、ラテラルリティの実験的研究法としてもっとも広く採用されている方法である。この実験法に関しては、両視野呈示(1試行において2つの刺激を左右の視野に1つずつ呈示する手続き)と片視野呈示(1試行ではどちらか一方の視野にだけ刺激を呈示する手続き)間の実験結果の差異に関する論争が、初期の研究からなされている(McKeever, 1974; White, 1969)。ここでの争点は、視覚刺激の認知において読書習慣からくる刺激走査の影響が、刺激呈示法に反映されるか否かという点にある。すなわち、単語や文字などの言語刺激を用いた実験において、両視野呈示では、左から右への読書習慣が原因で注意の移行が生じ、LVFの刺激の方がRVFの刺激よりも時間的に先に知覚されると考えられる。その結果、LVF呈示の刺激の方がRVF呈示の刺激よりも処理が促進され、正答数もしくは反応速度の増加につながる(LVF有利性)。これに対し、片視野呈示の場合、被験者の注意は視野の中心の凝視点に向けられているため、RVF呈示刺激は、LVF呈示刺激よりも凝視点と刺激開始点の間の物理的距離が短いため、処理が促進される(RVF有利性)という可能性が考えられる。したがって、このような読書習慣からくる副次的な効果を排除して、視野分割法の有効性を証明するためには、両視野呈示と片視野呈示とが同じ視野有利性を生じることが示すことに関心が向けられるようになった。しかし、最近の実験神経心理学における視野分割研究は、この論争から離れ、両視野呈示と片視野呈示の結果を比較する事によって半球間の相互作用を調べる方向に向かっている。本論文では、このような両半球間の相互作用を探る主要な方法である視野分割実験を中心としたラテラルリティ研究を論評することにより、半球間相互作用を規定する要因と半球間相互作用によってもたらされる現象、すなわち、半球間の協力による課題遂行の促進効果と、半球間の干渉による妨害効果につい

て検討する。

## 半球間相互作用

半球間相互作用に関してHellige (1990)は、それぞれ異なる処理能力と性質をもつ両半球は、どのように協力し、統一した処理システムを形成しているのかについて考察している。両半球機能の独立性よりも協力関係に注目する必要があるのは、日常環境からわれわれに入力される情報の大部分は同時に両大脳半球に送られて処理され、また両半球がわれわれの行動を司ることがほとんどであるからである。電気生理学的研究と脳血流量の研究からも、両半球は等しい水準とはいえないまでも、ほとんどすべての課題で常に活動していることが知られている (Hellige, 1983; Kitterle, 1989)。

情報処理の下位システムは、半球間相互作用を解釈するうえで新たに提唱された概念で、複数の下位システムが各半球内に存在すると考えられている (Hellige, 1990)。すなわち、ある認知課題を遂行するとき、その課題を処理するシステムは複数の下位システムから構成されていると考えられる (Allen, 1983)。この下位システム間の関係は、半球内の場合と半球間の場合とが存在し、下位システム同士の協力によって、課題は遂行される。半球内における下位システム間の関係は処理水準との関係から分析されることが多い。これに対し、半球間の下位システム間の関係は、各半球に存在する下位システムが課題にどのように関わるかを調べる目的で研究され、情報が半球内と半球間に送られたときの遂行成績の違いをもとに研究されている。同じ処理能力の下位システムが存在する場合、その下位システムを呼び出す課題は、両半球に同時に呈示された方が、一方の半球にだけ呈示された場合よりも処理効率が高まると予想できる。さらに、各半球が、課題に関係する下位過程に対してそれぞれ得意とする下位システムをもつ場合にも、両半球の協力が課題遂行を促進する。たとえば、左半球は言語の文法や意味的側面を処理するのに優れるのに対し、右半球は言語の実際の側面を扱うのに優れるといわれている。したがって言語機能は両半球の相互作用の上に成立するはたらきで、両半球が情報を共有することによってされると考えられる。また、左半球と右半球は、それ自体異なる処理傾向とバイアスをもつもっとも大きな下位システムとしても特徴づけられ、半球間相互作用の研究は、種々の下位システムから成る脳から、統合された情報処理がなぜ生じるかという認知神経心理学の基本的問題を説明する手がかりを与えるものとして期待されている。

## 処理空間と注意

半球間相互作用を考察するにはまず、課題処理過程における注意の概念が重要な意味

をもってくる。ラテラルリティ実験でみられる左半球と右半球間の課題遂行の非対称性については、半球間の構造的差異から解釈する立場以外に、注意の非対称性の観点から解釈するモデルが提唱されている(Kinsbourne, 1978)。この考えは、被験者の注意の方向性の非対称性を中心に理論化したもので、情報処理過程の機能的相対性の立場にたつ点において、分割脳研究で提起されたメタコントロールの概念と共通している。

これとは別に、注意とそれが向けられる空間との関係から、いくつかの理論が展開されている。例えば、注意が視野分割実験における課題遂行に及ぼす効果を予測した場合、被験者は視野内の予期していない位置にターゲットが呈示される場合よりも、予期した位置に呈示されるターゲットを速く検出できる。従来の注意の空間的構造に関する学説では、予期しない位置に出現したターゲットを符合化するためには、被験者は、注意のスポットライトを移行させなければならず、処理時間を多く要すると考えてられてる。このような移動焦点説では、注意は連続的に移行し、空間的に限られた範囲を照らす照明のように機能する。さらに別の学説では、注意の移動そのものを前提とせず、処理リソースをあらかじめある特定の位置に割り当てる機構によって、予期効果を説明し、注意の焦点から刺激が離れるほど、処理リソースは得られなくなると仮定している。この注意の割り当て勾配は、ターゲットがどこに出現しやすいかという確率だけでなく、最初の課題要求（たとえば、ターゲットがどこにでるかという予期に関する情報）によって左右される。なお注意のズームレンズモデルも、このような注意勾配説から提唱された理論である。(Eriksen & St. James (1986))。たとえば、刺激が呈示される空間範囲が大きくなるほど反応速度が遅くなり、正答数が減少する傾向について、移行焦点説は、空間内での大きな距離の注意の移行には多くの時間を必要とすることをその原因としてあげている。一方、注意勾配説によれば、一定の注意リソースを仮定し、広い領域に注意を向けると、処理リソースが全体に分散するため、処理に時間がかかると解釈される。

LaBerge & Brown (1986) は、視覚後頭葉と選択的注意の関係をみた神経生理学的知見 (Moran & Desimone, 1985) をもとに、移行焦点説と注意勾配説の折衷の考えを提唱している。この研究の目的は、両視野呈示有利性 (bilateral field advantage, 以下BFPと略す) と注意範囲との関係を明らかにすることで、各半球が異なる質の独立した注意能力を保持するという仮説をもとに、ターゲット検出課題が被験者に課せられた。複数の刺激項目が水平に一列に広い視角で呈示され、被験者はその中にターゲットが存在するか否かを判断するよう求められた。被験者は視野の中心を凝視しているので、被験者の注意は凝視点を中心に左右の各視野に広がっている。この状態では、各半球は、課題の困難性が増加するだけでなく、注意幅が広がるほど、図と地の分化のような低次の処理ではなく、処理リソースを比較的高次の処理に割り当てると考えられる。結果は、比較的広い領域に注意を向けているとターゲットの検出が速くなった。注意リソース量は、全体としは有限で

あるかもしれないが、常に一定量が供給されるのではなく、被験者の構え等の状況によって変動する性質をもつと解釈されている。このような注意リソースの変動は、実験神経心理学や認知心理学の分野の二重課題研究で指摘されている (Kahneman, 1973, Navon, 1985)。また、神経生理学的研究では、課題の困難性が高まると、視覚領の細胞は空間的に方向付けられた選択的注意によって調整される反応をもち、この細胞が刺激に対して選択的に反応を強めるといわれている (Spitzer, Desimone, & Moran, 1988)。

注意勾配説を発展させた半視野注意説は、注意勾配を前提とする。この勾配は比較的平坦で、ターゲットが呈示されると予期した視野全体に広がっており、このためその視野において有利性が生じ、反対の視野に抑制が生じると考えている。この説との関連で、Hughes & Zimba (1987) は、視野分割実験の結果は半視野注意説の方が注意勾配説よりも妥当であると主張し、ひとつの視野内で注意が段階的変化するようにみえるのは、その視野内に同時に存在する非ターゲット刺激とターゲット刺激が互いに干渉し合い、特に非ターゲット刺激がターゲット刺激をマスキングする可能性を指摘している。Hughes & Zimba (1985) は、注意を向けていない視野に入力された情報は、つねに脳梁を通して、注意を向けている視野と直接つながる半球へ送られて処理されると考えている。この研究ではさらに、視野間の注意の不均衡は左右両視野だけではなく、視野の上下間でも生じるという結果を報告している。すなわち、注意の移動負荷は、垂直方向だけでなく水平方向でも生じていることになる。このように、半視野仮説は、脳の中の視覚システムをいくつかの領域に分割する概念に基づいたモデルとみなすことができる。

## 両視野呈示と片視野呈示

上記の注意の諸理論では、注意を向ける範囲が広がるほど課題遂行は低下すると考えられている。しかし、ラテラリティ研究における視野分割実験の中には、このような立場からは説明できない結果を報告したものが存在する。たとえば、Davis & Shmit (1971) は、2つの格子状の刺激を同じ視野もしくは異なる視野に呈示した。実験手続きは心的回転 (mental rotation) に準ずるもので、各格子刺激は水平方向もしくは垂直方向を向いており、被験者は両刺激が同じか異なるかを判断するように求められた。その結果、被験者は2つの刺激が同じ視野に呈示される片視野呈示よりも、左右の視野にひとつずつ呈示される両側呈示時に速く反応し、有意なBFPが観察された。処理負荷が両半球に分散しているときに課題の遂行がよくなるというBFP現象は、従来の注意理論では解釈できない結果である。すなわち、移行焦点説や注意勾配説それに半視野注意説が予想するのとは逆に、Davis & Shmit (1971) の実験では2刺激が異なる半視野に呈示されたとき、速く判断がなされた。BFPは、刺激群が視野の垂直中心線を中心にまたがる場合および、対角線上に

位置する場合にも生じた。したがって、半視野注意説が主張する脳梁移行時間による損失効果からこの結果を解釈するよりも、半球間における処理分担がもたらす効果の方がこの結果を説明している。

Davis & Shmit (1971)はDimond(1972)の並列的処理モデルに基づいてこの結果を解釈している。つまり、刺激入力分割入力されたために、各半球が情報処理の初期に必要とされる刺激の視覚的符号化を同時に行うことが可能になる。その結果、処理が効率的に行われ、複数刺激を一つの半球が同時に符号化しなければならない場合に比べ、速く反応が行われると考察されている。このような解釈は情報処理様式の観点から提唱されたものである。ある情報処理様式がどのような状況において機能するかは、刺激材料の性質や量、さらには呈示法が同時的か継時的か、練習量、被験者の特性など種々の要因が関与すると考えられる。そのような観点から、これまでにいくつかの研究で異なる手続きのもとでの視野分割実験が行われ、BFPを確認している(Banich & Belger, 1990; Coney, 1985; Hardyck, Tzeng & Wang, 1978; Ludwig, Jeeves, Norman, & DeWitt, 1993; Merola & Liederman, 1985; Miller, 1983; Norman, Jeeves, Milne, & Ludwig, 1992)。

刺激配置の変数をもっと複雑にしたSkelton & Eriksen (1976)の研究結果は、片視野呈示と両視野呈示間の処理の違いをさらに複雑にしている。この実験では、凝視点を中心に8個の文字が八角形状に呈示され、そのうちの2文字は水平中心線上に、別の2文字は垂直中心線上に呈示された。課題は、特定の2つの文字が同じかどうかを判断するというもので、被験者は文字対が隣合っている場合か、対角線状に存在する場合にもっとも速く反応し、文字が一つにおいて隣り合っている場合にもっとも遅く反応した。この結果から、Skelton & Eriksen (1976)は、反応時間は、空間的距離によって単調的に変化すると考え、半球内および半球間の処理という観点からはこの結果は説明できないと主張している。しかしながら、この実験の回転角度の変数には複数の要因が関与している。すなわち、ターゲット垂直的に配列される試行は、八角形の一部を構成する2つの文字が右側か左側の位置に呈示され、同じ半球で処理される状況にある。また垂直中心線状に呈示される文字が呈示されるときには、両半球で同時に処理される状況が設定されている。一方、ターゲット文字が水平的に位置するときには、2つの文字は最初、別の半球で別々に処理される。したがって、Skelton & Eriksen (1976)の結果は、他のラテラリティ研究との共通性を包含しているにも関わらず、他の要因がラテラリティ効果減少させた可能性が考えられる。

## 処理リソース

すでに述べたように注意理論の観点からBFAと半球間相互作用を考察する場合には、脳の中に存在すると仮定される処理リソースの概念がしばしば用いられる。Avant,

Thieman, & Miller (1993)は、被験者に鏡映文字と非鏡映文字を呈示したときの刺激持続時間を評定させた結果から、初期の形態的な処理段階において、各半球が独自の低位システムを駆動して、刺激の処理をすると考察をしている。この解釈は、リソース理論の観点からは、各半球は互いに独立しており、接近不可能な処理リソースをもつという学説 (Friedman & Polson, 1981) を支持している。

リソース理論のもう一つの立場は、脳全体が一つのリソース供給源であり、リソースの左右のバランスは、状況により相対的に変化すると考えている (Navon, 1985)。半球間相互作用を説明するうえで提唱された概念であるメタコントロール(metacontrol)は、このようリソース理論と共通する立場にある。メタコントロールは、脳における課題処理過程を相対的に考え、各半球が異なる様式で課題処理を行うことができるという考え方である (Ottoson, 1987)。この概念の背景には、両半球は本来、行動を生じさせるために、共同的に機能するという観点から半球機能をみるべきであるという考えがある。Levy, Heller, Banich, & Burton (1983)による分割脳患者の一連の研究は、どのように各半球が特定の課題を遂行できるかという各半球の能力と、一方の半球がどの程度全体的に処理や行動の支配ができるかという半球優位性(hemispheric dominance)とを区別して考えている。この考えでは、多くの課題において、両半球は、なんらかの種の処理能力を持っており、それぞれ質的に異なる方略で処理を押し進めるとみなされている。半球間の能力の差異は、半球優位性の唯一の決定要因ではなく、状況により、非優位の半球が課題を遂行することがあり得ることを示唆している。

半球間相互作用を説明するメタコントロールの概念をさらに検証するには、病理学的被験者だけでなく、健常な被験者における情報処理の観点から、この概念を実験的に検証する研究が必要である。健常者の脳においても、左右両半球はそれぞれ、得意とする処理様式に応じて課題を遂行することが可能であるが、さらに各半球はほとんどの課題に対してある種の処理能力をもち、質的に異なる処理をその課題に対して適用するという仮説が提起されている。さらにこの考えを発展させて、同じ刺激情報が両半球に入力される場合には次のような過程が進行すると考えられる。すなわ、その課題を遂行するときに必要な処理様式が、一方の半球が得意とする処理様式と同じとき、処理リソースがその半球に供給され、その半球が得意とする処理様式が優先する。この場合には処理が円滑に行われ、BFAが生じると予想できる。最近の視野分割実験は、この仮説を前提として、両視野呈示試行における処理様式が状況により入れ替わることを示す結果を見いだしている。たとえば、Hellige, Taylor, & Eng (1989)の研究では、無意味音節における誤答パターンは、両視野呈示とLVF片視野呈示の間で類似しており、両半球に刺激が呈示されたときに本来その課題に優位でない半球が全体的なコントロールを行うことがありうることを示している。

リソースとメタコントロールの関係は二重課題実験法によって考察できる。この実験法



では、2つの課題が同じ半球の下位システムを必要とするか、各半球の下位システムをそれぞれの課題が要求するかという2つの状況から、半球の課題処理コントロールの問題を検討することを可能にしている。Green(1984)によれば、複数の選択反応課題では、刺激を受け取る半球と、反応をプログラムする半球とが異なる場合の方が、刺激の受容と反応のプログラミングを同じ半球が遂行する場合よりも、反応は速くなることを報告している。つまり、各半球が質的に異なる処理を、時間的にずれて担当することが、リソースの供給を円滑におこなわせ、処理の進行を促進することになる。また、Liederman & Cunningham (1987) は、半球間の課題処理の分割が有利となるのは、両半球がほぼ同じ能力もつ課題を処理するときであると提起している。さらに、Hellige et al. (1989)は、両半球が同時に互いに異なる処理様式を起動することは不可能であり、したがって、両半球にそれぞれ刺激が呈示される状況では一方の半球の処理様式を優先して起動する上位のコントロールが必要であることを強調している。

## 情報処理段階

このようリソースに関する2種類の学説は、情報処理段階と関連づけた考察に発展させることが可能である。従来の半球優位性に関する情報処理段階説では、処理段階が進むほど一側化の程度も大きくなり、半球差が顕著にみられると考えられている(Moscovitch, 1979)。このことから、BFPを処理段階から解釈する場合、2種類の解釈が提唱されている。

まず、BFPを初期の処理段階と関係づける立場では、刺激の物理的な特徴分析を各半球に存在する下位システムが並列的に遂行することが処理効率を進めると考えられる。さらに、初期の情報処理は前注意的段階で単一の特徴における検出する機構であると推定されている(Treisman & Gelade, 1980)。この段階では、注意の総体的量は一定している。なお、処理の競合という別の観点から注意リソースと視野分割実験事態を考察したとき、片視野呈示条件では、同じ視野に呈示される2刺激は共通処理機構を求めて競合し、半球内の抑制を増加させると考えられる。これに対し、両視野呈示条件では、半球間の処理の競合が生じる可能性がある。BFAが生じるのは、このような半球間競合による干渉効果は、半球内の干渉効果よりも少ないことがBFPの原因として考えることができる。

一方、BFPを後期の処理段階と関連づける立場では、状況により、一方の半球の処理リソースが高まると解釈される。また、後期の処理では、複合的な特徴について弁別がなされ、注意リソースの量は、相乗的に変化する。したがって、注意の対象となる空間を広げてもなお、課題遂行成績が向上する状態は、この後期の段階で生じると考えられる。

Sereno & Kosslyn (1991)は、BFAと処理段階の関係をみるために、呈示条件を独立変

数とした視野分割実験を行なっている。この実験では、注意の空間構造を複数の文字群間の照合課題から検討するために、刺激として3種類の文字(T, L, +)のいずれかで構成される文字群が被験者に呈示され、それらが同じかどうかを判断するよう被験者は求められた。刺激文字群の構成は、文字同士が単一の特徴で異なるか否か(前注意試行)、複数の特徴の組み合わせで異なるか否か(注意試行)という2種類が設定された。その結果、被験者はどちらのタイプの刺激に対しても、刺激が各視野に一つずつ呈示される同時視野呈示条件下の方が、刺激が一方の視野に呈示される片視野呈示条件下よりも速く反応した。Serenio & Kosslyn (1991)は、2つのタイプのいずれにもBFAが見られたのは、初期の処理段階ですでにBFAが生じていることを示すと考えている。また、このことから、BFAが生じた原因は同時視野呈示で処理リソースが増加したことにあるのではなく、片視野呈示において処理の初期段階において共通の処理構造を求めた競合が生じる可能性が高くなり、半球内の抑制効果が生じやすいことにあると結論づけている。しかし、この研究結果ではBFAの大きさと刺激タイプの間には交互作用はみられなかったことから、Serenio & Kosslyn (1991)が主張するようにBFAを初期の情報処理と関連づけるられるかどうかについては検討の余地が残されている。

### 刺激呈示の時間的側面

視野分割実験の結果は、同時呈示か継時呈示かという次元でも変動する。この問題に関して、2刺激が継時的に呈示されるときには、半球内条件における成績の向上がみられるという結果が報告されている。(Dimond, Gibson, & Gazzaniga, 1972)。この結果から、処理に時間的余裕がある場合には、一つの半球に処理負荷をかける方が、半球間の統合を必要とする場合よりも、成績が良くなることが示唆される。Serenio & Kosslyn (1991)の研究においても同じく、刺激が継時的に呈示されるときには、BFPは生じなかった。各刺激の呈示時間は167 msecで、ほとんど間隔をおかずに呈示されたことから、刺激の処理に割り当てられる時間的余裕は、同時呈示条件と継時呈示条件の間に存在する差はわずかである。しかし、刺激の形態的側面に関する前注意的処理に必要な時間としては、十分な時間的差が存在するみなすことができる。もし前注意的処理段階における半球間の処理分担がBFPを生じさせる原因ならば、継時的呈条件でも、同時的条件と同じ結果が見いだされるか、あるいはBFPがさらに大きくなるはずである。しかし、結果はこれとは矛盾しており、初期の処理の段階における半球間の処理分担は、BFPを生じさせるのに十分ではないことになる。

## 刺激配置

BFPを解釈するうえでさらに検討する必要があるのは、複数の刺激を同時に呈示する場合の刺激配置に関する問題である。呈示視野の物理的な広さと呈示視角からくる制約から、両視野呈示では刺激は水平的に、片視野呈示では垂直に呈示されることが多く、読書習慣による刺激操作の影響が関与する可能性が高い。BFPが見いだせなかった視野分割実験もいくつか報告されており、(Beaumont & Dimond, 1973, 1975; Berger & Perret, 1986; Bradshaw, Nettleton & Patterson, 1973; Dimond, 1969; Dimond, Gibson & Gazzaniga, 1972; Kleinman & Little, 1973; Leiber, 1982; Liederman, Merola & Martinez, 1985; Schmitz-Gielsdorf, Willmes, Vondenhoff et al., 1988), Hardyck (1986)および Schmitz-Gielsdorf et al. (1988)は、BFPが生じるのは、刺激の性質や刺激の空間配列がもたらす副次的効果であると主張している。またLiederman et al. (1985)は、両視野呈示が、片視野呈示と比較して有利か不利かという点に関しては、研究結果の一致はまだほとんどみられないことを指摘している。

これに対しSerenio & Kosslyn (1991)は、刺激を継時的に呈示する条件でも同じ結果を得たことから、実験手続きによる差異ではないことを主張している。しかし、継時的に刺激が呈示される場合、同一視野に呈示されると、刺激間にマスキング効果が生じ、刺激の処理が遅れることが予想され、刺激配置の要因がBFPに及ぼす効果は排除することはできないように思われる。

このような刺激配置の問題に関して、Ludwig et al. (1993)は、刺激呈示条件として、凝視点を通る水平線上に文字刺激を呈示する条件以外に、斜めの対角線方向に2つの刺激を配置する条件をつけ加えた。その結果、この研究で新たに加えた実験操作によって、BFPは小さくなり刺激配置の要因は無視できないことが明らかとなった。しかし、それにも関わらずなお、BFPは種々の刺激配置や反応において有意にみられた。この研究ではさらに、刺激を横に配置した水平呈示条件と、視野の凝視点を通る斜め方向に配置する対角呈示条件の間にみられる半球間の相互作用の違いについて考察している。

交連線維、特に脳梁線維は、両半球の相同的に対応する部位を左右対称的に連結することが知られている(Gazzaniga & LeDoux, 1978)。したがって、水平呈示条件では、各半球の対応する領域に刺激が投射され、半球間の興奮が一致し、促進効果が働くと予測できる(Berlucchi, 1983)。この予測はKinsbourne (1978)が提起した半球間の機能的距離の概念からも裏付けられ、半球間相互の興奮促進が、交連線維の一つの機能であると示唆されている。両半球の対応する領域が興奮すると、その興奮は相互に強め合い、特に刺激の初期の処理を促進する可能性が考えられる。この興奮促進効果は、刺激入力が強め持続させ

る力をもつことにつながる。対角方向に呈示されるときには、このような半球相互の興奮促進効果は少なくなる。すなわち、半球間の対応しない領域に刺激が呈示された場合には、対応しない領域から対応する領域に活性化が拡張していくのに時間を要し、活性化の強度は弱まる。そのため、両側呈示でも、対角呈示の条件では、対応領域の活性化の遅延の結果として、BFPの減少が予測される。

刺激の空間配置が視野分割課題に及ぼす影響は、すでに取り上げた移行焦点説からも考察すべきである。水平呈示条件に比べ、対角呈示条件は、刺激から刺激への注意の移動が大きい。Robinson & Kertzman (1990) によれば、散漫で空間手がかりのない条件では、焦点的注意が妨害され反応が遅くなる。対角呈示条件は、水平呈示条件に比べ、刺激の呈示位置を予想しにくく、半球間相互作用を妨げる可能性が高い。しかしながら、このような処理空間に対する注意の要因が関与するとしても、BFPが生じることは、半球間相互作用が情報処理の促進効果として働くことを示している。

## 促進効果と抑制効果

Ludwig et al. (1993)は、BFPを半球間相互作用による促進効果ととらえたが、この考えとは対照的に、Boles (1990)は、脳梁による抑制干渉効果を提唱している。この説によれば、呈示する刺激が互いに類似しているか、類似した処理を必要とするとき、左右両半球の互いに対応する大脳皮質領域が活動し、両者の間のコミュニケーションの抑制が生じる。このような機構は、被験者に呈示された情報の処理に対し優位でない半球の情報を弱め、視野差を強める方向で機能すると予測されている。これは、実験神経心理学の分野で視野分割法について用いられることが多い両耳分離聴法に関する基本的な考えに近いものである。つまり刺激を左右同時呈示することで、感覚器官と反対側半球との関係が強まり、同側半球との関係が弱まる。その結果、半球間の機能差が顕著に出現すると考えられている。Boles (1990)は、両視野呈示の方が片視野呈示よりも視野差が強まることを報告したデータが多いことを自説の根拠としてあげている。したがって、この説ではBFPが生じる原因は、相互作用による両半球の活性化によるものではなく、優位半球の処理がさらに強まることにある。

Boles (1990)の実験手続きでは、刺激は両側呈示されたが、被験者は一方の視野の刺激に反応するだけでよく、単語で書かれた数字を報告するか、棒グラフが偶数か奇数かを判断するだけである。したがって、この仮説をさらに検証するには、被験者が、両視野に同時呈示される情報を統合することが必要な知覚照合課題を遂行したときに、抑制干渉効果が生じるかどうかを確認する必要がある。具体的には、同一の刺激を複数同時に呈示する実験状況を設定し、重複呈示される刺激数によって被験者の遂行成績の差が両側呈示と片

視野呈示の間にどのように変化するかを観察する実験手続きが考えられ、実際、このような考えに沿った研究は最近いくつか報告されている。

たとえば、Brown & Jeeves (1993)は、刺激の重複呈示によって各半球の相同的な領域が同時に刺激されたとき処理の促進効果が生じることを、誘発電位を指標として調べた。実験手続きはPosner & Mitchell (1967)の研究に基づいた典型的な文字照合課題で、1試行につき2つのアルファベット文字が呈示された。一方の視野に入力された刺激情報は、視野と反対側の半球に直接投射され、さらに脳梁を通ってもう一方の半球(刺激入力された刺激と同側の半球)へ伝達されるが、片視野呈示条件における被験者の脳活動記録から、この情報の半球間伝達の指標となるのが、誘発電位成分のひとつであるN1成分であることがまず確認された。さらに、片視野呈示と両視野呈示の比較が反応時間と誘発電位のデータについて行われた。なお、両視野呈示条件は2文字を横に配置する水平呈示条件と、対角に配置する対角呈示条件が設定されている。その結果、全般的に両視野呈示は片視野呈示よりも反応時間が短く、BFPが確認された。しかも、BFPの大きさと刺激が入力されてからN1成分が生起するまでの時間(N1-interhemispheric transmission time, 以下N1-ITTと略す)との間に相関関係がみられた。さらに、N1-ITTは、すべての実験条件の中で、同じ刺激を左右の視野に水平に同時呈示したときにもっとも短かかった。この結果は、BFPが情報の半球間伝達による相互作用の結果生じることを示唆しており、Boles (1990)の半球間の抑制干渉効果を否定している。さらに、Brown & Jeeves (1993)の実験では、半球間の情報伝達には方向性がみられ、左半球から右半球への伝達の方が、右半球から左半球への伝達よりも優勢であった。この実験課題は、文字の名義的照合を被験者に要求するもので、言語的性質をもつことから、課題処理に優位な半球(左半球)から非優位(右半球)への興奮伝達が、BFPを規定する重要な要因とみなされている。

また、文字検出や文字照合よりも、もっと高次の処理を必要とする言語課題を用いたBFPの研究も報告されている。Liederman et al. (1985)は、一対の単語を両視野呈示もしくは片視野呈示し、被験者に単語の範疇弁別を行わせた。その結果、両視野呈示条件とRVF(左半球)片視野呈示条件の間には反応時間に差はみられず、これらの条件と比較するとLVF(右半球)片視野呈示条件では反応時間は長くなった。この結果は、呈示刺激間の距離や刺激そのものの視角、あるいは刺激の見やすさによる影響を受けなかった。また、BFPはLVF片視野呈示条件に対してしか現れなかったが、少なくともBoles (1990)の主張する干渉抑制効果は生じなかった。

同じく単語を刺激として用いたMohr, Pulvermuller, & Zaidel (1994)は、瞬間呈示法による語彙判断実験を行っている。刺激は、内容語(名詞、動詞、副詞等)、機能語(接続詞、代名詞、助動詞、関係詞等)、それに無意味語(発音可能な疑似語)の3種類で、被験者は一方の視野もしくは両視野に呈示される語が、有意味の単語か否かを判断するように

求められた。Liederman et al. (1985)と同じく、この実験でも、両視野呈示では同一の刺激が、それぞれの視野の一つずつ呈示された。その結果、視野差に関しては、内容語でRVF有利が示され、機能語と無意味語では有意差は見られなかった。反応時間と正答数に関して、両視野呈示と片視野呈示を比較した結果では、内容語の認知でもっともBFPが大きく、機能語でも有意なBFPがみられた。しかし、無意味語ではBFPは有意ではなかった。この結果は、左半球だけではなく右半球も語彙判断事態では処理に関わっていることを示しており、両半球への刺激入力処理の促進効果を生み出したと解釈できる。両視野呈示が片視野呈示よりも刺激の見やすさを単に強めただけではないかという解釈は、無意味語においてBFPが見られなかったことで棄却できる。また、内容語は左半球優位のため、本来左半球だけでも処理が可能であるにもかかわらず、同時に生じる右半球へ刺激入力左半球の処理を強めていると考えられる。Mohr et al. (1994)は、これを冗長性利得効果 (redundancy gain) と呼び、非優位半球への刺激が、優位半球の処理を促進すると主張しており、これはBrown & Jeeves (1993)の文字照合実験と共通する考えである。ただし、このような解釈の問題点は、視野有利性がみられなかった機能語と無意味語では、処理に優位な半球は特定できないはずであるにも関わらず、なぜ機能語のみがBFPを示したのかを十分説明していないことである。

## 課題困難性

BFPを半球間相互作用の結果生じる現象とみなすと、課題困難になるほど、あるいは課題の困難性がある一定の閾値を超えたときに、BFPは出現しやすくと予想される。Banich & Belger (1990)は、文字の形態的照合および名義的照合の実験において、判断が困難であるとき両側有利性を見いだしたが、課題負荷が低い場合には見いだせなかった。すなわち、課題が形態的照合のような単純な場合と、文字の名義的照合のようなもっと複雑な場合とでは、後者の条件でBFPが観察され、反応時間と正答数に関して、BFPはLVF呈示よりもRVF呈示に対して大きく観察された。

また、Merola & Liederman (1990)は、言語刺激の命名課題の実験において、呈示項目数の変化と視覚マスキングの有無によって課題困難性を操作し、課題困難性が高いほど、BFAが見られ、課題困難性が低いとBFAはみられないことを報告している。また、BFPは、課題の困難性が増加すると片視野呈示条件のいずれに対しても観察されたが、課題困難性の操作はBFPに異なる影響を及ぼした。すなわち、文字刺激への逆行マスキングを与えたときには、BFPはRVF呈示条件よりもLVF呈示条件に対して大きかった。しかし、文字数を増加させたときには、RVF呈示に対するBFPとLVF呈示に対するBFAの間に差は認められず、課題の困難性の操作が、本来の知覚課題に対して量的側面だけではなく質的

側面にも影響を及ぼす可能性を示唆している。

一方、このような研究で用いられた課題困難性の操作は、系統的ではないという批判がなされている (Norman, Jeeves, Milne, & Ludwig, 1992)。課題の困難性はしばしば、ラテラリティ研究では予期しない実験結果を説明するために用いられる概念であるため、課題の困難性の観点から考察をするためには、あらかじめ実験変数として系統的に操作しておくことが必要である (Jeeves & Lamb, 1988)。また、課題の困難性は実験者が定義したものが必ずしも被験者が経験しているものとは一致しないので、被験者がどの程度困難さを経験しているかを客観的に測定することが必要である。さらには、練習量の要因も課題の困難性を規定する要因である。練習量が増加すると、課題は容易になる。効率的な半球間経路が、課題遂行の容易さを高めるため、ある刺激操作の方略を要求する刺激構成は、両側呈示における反応を促進すると予想できる。今後のBFPを考察を目的とした研究では、実験試行の前半と後半を比較することにより、被験者の練習効果の要因がBFPに及ぼす効果を検討していくことが必要である。

## 異同判断

Norman et al. (1992) は、BFPと半球間相互作用課題の関係を調べるために、異同判断事態で困難性の要因を実験操作した。一般に、BFPに関する実験は、そのほとんどが知覚照合を被験者に要求する手続きで構成され、被験者の反応は「照合」か「非照合」かの二者択一の様式とることが多い。この手続きは認知心理学の主要な研究対象である異同判断過程をその中に含んでいる。Norman et al. (1992) の実験では点パターンの対呈示による異同判断を被験者に課し、実験変数として呈示方法 (片視野呈示か両視野呈示か) と  $3 \times 3$  の升目内の点の数の変化 (0, 2, 4, 6 個) による課題困難性とを設定した。結果の処理は、反応時間及び正答数に反映されるBFPに、課題困難性および判断の種類 ("same" 判断か "different" 判断) がどのような効果を及ぼすかが観察された。その結果、反応時間と正答数の成績は、すべての呈示条件において、またどちらの判断においても、点の数が增加するほど悪化した。また "same" 判断は "different" 判断より速いが、誤答も多くなった。LVF呈示と両視野呈示では "same" 判断は "different" 判断よりも速い「fast-same」効果が観察されたが、RVF呈示ではこの効果は観察できなかった。また、LVF呈示条件とRVF呈示条件では、"same" 判断は "different" 判断よりも誤答が多いが、両視野呈示ではこの傾向はみられなかった。片視野呈示条件間の比較では、LVF呈示がRVF呈示よりも反応が速くなるのは点の数がもっとも多い6個の場合で、LVF(右半球)はRVF(左半球)よりも点パターンの処理にすぐれるとみなされる。

さらに、Norman et al. (1992) の実験結果では、BFPが全体として観察され、両視野呈

示条件は片視野呈示条件よりも反応が速く、誤答数も少なかった。また、BFPは“different”判断よりも“same”判断の方が安定してみられ、さらに、判断の種類と呈示視野との間に交互作用がみられた。すなわち、“same”判断におけるRVF呈示に対するBFPは課題の困難性が増加するにしたがって大きくなったのに対し、LVF呈示に対するBFPは課題の困難性による有意な増加を示さなかった。これに対し、“different”判断には呈示視野による反応時間のBFPの違いは見られなかった。誤答に関しては、“same”判断についてのみ、LVFとRVFに対するBFPが、点の数の増加とともに増加した。

このように、Norman et al. (1992)の実験では、課題困難性が増加するほど、BFPの大きさが増加したが、この増加は、ある特定の条件下に限定される。また、BFPは、両側呈示とLVF呈示を比較したときには明らかではなく、課題困難性が高い条件、すなわち点の数が6個のときに明らかにみられた。さらに、片視野呈示の場合、RVF(左半球)呈示はLVF(右半球)呈示よりも点パターンの処理効率が低く、課題の困難性が高くなるとみなされることから、BFPは課題が困難な状況ほど生じやすいと考えられる。

点の照合を用いたNorman et al. (1992)の研究結果と文字照合課題を用いたBanich & Belger (1990)の研究結果の間には、課題の困難性によってBFPが大きくなるという点で共通性が存在する。しかし、Banich & Belger (1990)では、困難性の低い条件でBFPを見いだせなかったのに対し、Norman et al. (1992)は、点の数が2個の条件でもBFPを見いだしており、この点に関してはさらに検討が必要である。Banich & Belger (1992)は、課題困難性には閾値があり、これを越えないとBFPは生じないと考えているが、このような閾値仮説そのものが、文字刺激には当てはまるが、視空間刺激については修正を要するのかもしれない。

異同判断処理の観点から、さらにNorman et al. (1992)の結果をみていくと、“same”判断に関してはRVF呈示に対する両視野呈示が増加したが、LVF呈示に対してはBFPは見られなかった。また、“different”判断に関しては、逆の現象が観察された。したがって、“same”判断と“different”判断のそれぞれについて、個別に分析していくことによってBFPと課題困難性の関係を詳細に検討できると考えられる。

異同判断処理において、両判断は異なる処理メカニズムによって媒介されていると考える仮説は、複数の認知心理学的研究で提唱されている(Eriksen & O'Hara, 1982; Eriksen; Farell, 1985; Krueger, 1978; Proctor, 1981)。平均的な知覚照合課題において、“same”判断は“different”判断よりも速く、誤答が多い場合が多い。特に“different”判断において反応が遅くなる理由として、これまでの異同判断処理モデルの知見をまとめると、遅い処理機構が関与する(処理機構説)、different”刺激では脳がプライミングされにくい(プライミング説)、プライミングされた“same”判断が“different”判断と競合する(競合説)、再確認が“different”判断で生じるが“same”判断では生じない(再確認説)、という4点



にまとめられる。

Farell(1985)の説では、“same”判断は、速い全体的処理機構によって遂行されるのに対し、“different”判断は遅い分析処理機構によって遂行されるか、あるいは全体処理機構のより後の段階で遂行される。Patterson & Bradshaw (1975)によれば、右半球は全体的処理に、すなわち“same”判断に特殊化しており、左半球は分析的処理すなわち“different”判断に特殊化していることになる。しかし、fast-“same”処理機構は右半球に、slow-“different”処理機構を左半球に割り当てる解釈は、現実のラテラルリティ研究の結果とは矛盾することが多い。Norman et al. (1992)でも、“same”判断がLVF呈示で速く、“different”判断がRVF呈示で速いという結果はみいだせず、ラテラルリティ研究と異同判断研究の関連づけが困難となっている。半球優位性と異同判断の関係をみたBagnara et al. (1982)及びFairweather, Brizzolara, Tabossi, & Umiltà (1982)は、左右どちらの脳半球も“same”判断と“different”判断を出力できると結論づけている。

処理機構説以外の3つのモデルでは、異同判断における両半球間の機能に差は本来存在しないことになる。脳のプライミングの観点から、両視野呈示の及ぼす効果を考察した場合、“same”判断を求める試行では、同じ刺激が各視野に呈示されることになり、両半球間に共通の興奮をもたらす。そのため、刺激の処理効率が全体として上昇することにつながると思われる。この促進効果は、特に呈示される刺激の処理に優位でない半球、たとえば、点パターンの処理における左半球の遂行成績と比較したとき、顕著に現れると予測できる。実際、Norman et al. (1992)の実験では、BFPはRVF呈示の“same”判断に対して生じており、また、課題の困難性が高くなるほど、プライミング効果の役割は大きくなっている。プライミング説を提唱したProctor(1981)は、同時呈示よりも継時呈示の方がプライミング効果が大きくなる点を指摘している。したがって、BFPを半球のプライミングから理解するには、さらに、同時呈示と継時呈示におけるBFPと異同判断処理の関係を明らかにする実験が必要である。

一方、“different”判断を求める試行では、両視野呈示時には互いに異なる刺激が各半球に呈示される。そのため、刺激がもたらすプライミング効果は少なくなり、状況によっては刺激間の干渉が生じる可能性も考えられる。さらに、異同判断に関する反応競合説によれば、“different”判断は、これと競合する“same”判断におけるプライミングが高くなるほど遅くなる。すなわち、比較照合すべき刺激入力 of 弁別が困難な状況ほど、“same”判断のプライミングが進行し、“different”判断と競合的になるため、“different”判断の遂行が遅れると解釈される(Eriksen & O’Hara, 1982; Eriksen, O’Hara & Eriksen, 1982)。刺激弁別が困難な状況は、刺激が互いに類似している場合や、刺激が時間的に同時か接近して呈示される場合である。Norman et al. (1992)の点パターンの照合課題において“different”判断におけるBFPは全体として顕著ではなく、またLVF呈示条件に対するBFPは見ら

れなかったという結果は、このような文脈から説明できる。また、課題困難性が増加しても“different”判断のBFPは増加しない結果もこの説と矛盾しない。なお、課題困難性は、競合説だけでなく再確認説にとっても重要な要因である。課題困難性が増加するほど、全体として反応時間と誤答が増加したのは、再確認説の主要な概念である内的雑音の増加が点の数と比例して生じたためであると解釈できる。

## 結論

BFPはラテラルリティ研究で観察された現象であるが、人間の認知機能全般考察するうえで重要な意味を持っていると思われる。本論文でとりあげた、BFPに関する仮説をラテラルリティ実験以外の研究で証明していくことが、今後の課題として残されている。また、半球間相互作用の研究はほとんど視覚様相に限られていることから、方法論上の制約はあるが、聴覚や体制感覚等の他の感覚様相に研究を発展させていくことも必要であろう。また、現在のところ、この分野の研究は成人を被験者としたものがほとんどである。したがって、すでに二重課題実験で行われているような発達的变化の観点から、半球間相互作用の研究を発展させていくことが重要であると思われる。

## 引用文献

- Allen, M. 1983. Models of hemispheric specialization. *Psychological Bulletin*, **93**, 73-104.
- Bagnara, S., Boles, D.B., Simion, F., & Umilta, C. 1982 Can an analytic/holistic dichotomy explain hemispheric asymmetries? *Cortex*, **18**, 67-78.
- Banich, M.T., & Belger, A. 1990 Interhemispheric interaction: how do the hemispheres divide and conquer a task? *Cortex*, **26**, 77-94.
- Beaumont, J.G., & Dimond, S.J. 1973 Transfer between the cerebral hemispheres in human learning. *Acta Psychologica*, **37**, 87-91.
- Beaumont, J.G., & Dimond, S.J. 1975 Interhemispheric transfer of figural information in right and non-right handed subjects. *Acta Psychologica*, **39**, 97-104.
- Berlucchi, G. 1983 Two hemispheres but one brain. *Behavioural Brain Science*, **6**, 171-172.
- Berger, J.-M., & Perret, E. 1986 Interhemispheric integration of information in a surface estimation task. *Neuropsychologia*, **24**, 743-746.
- Boles, D.B. 1990 What bilateral displays do. *Brain and Cognition*, **12**, 205-228.
- Bradshaw, J. L. 1989 *Hemispheric specialization and psychological function*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Bradshaw, J.L., Nettleton, N.C., & Patterson, K. 1973 Identification of mirror-reversed and non-reversed facial profiles in same and opposite visual fields. *Journal of Experimental Psychology*, **99**, 42-48.
- Brown, W. S. & Jeeves, M. A. 1993 Bilateral Visual Field Processing And evoked potential interhemispheric transmission time. *Neuropsychologia*, **31**, 1267-1281.

- Christoman, S. D. 1994 The many sides of the two sides of the brain: Hemispheric asymmetry: What's right and what's left. Joseph Hellige. Cambridge: Harvard University Press, 1993, 396pp. *Brain and Cognition*, **26**, 941-98.
- Coney, J. 1985 Dual hemispheric processing in a letter matching task. *Perception and Psychophysics*, **38**, 331-342.
- Davis, R., & Shmit, V. 1971 Timing the transfer of information between hemispheres in man. *Acta Psychologica*, **35**, 335-346.
- Dimond, S.J. 1969 Hemisphere function and immediate memory. *Psychonomic Science*, **16**, 111-112.
- Dimond, S.J. 1972 *The Double Brain*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1972.
- Dimond, S.J., Gibson, A.R., & Gazzaniga, M.S. 1972 Cross-field and within-field integration of visual information. *Neuropsychologia*, **10**, 379-381.
- Eriksen, C.W., & O'Hara, W.P. 1982 Are nominal same-different matches slower due to differences in level of processing or to response competition? *Perception and Psychophysics*, **32**, 335-344.
- Eriksen, C.W., O'Hara, W.P., & Eriksen, B. 1982 Response competition effects in same-different judgments. *Perception and Psychophysics*, **32**, 261-270.
- Eriksen, C.W., & St. James, J.D. 1986 Visual attention within and around the field of focal attention: a zoom lens model. *Perception and Psychophysics*, **40**, 225-240.
- Fairweather, H., Brizzolara, D., Tabossi, P., & Umiltà, C. 1982 Functional cerebral lateralization: dichotomy or plurality? *Cortex*, **18**, 51-66.
- Farell B. 1985 "Same" -"different" judgements: a review of current controversies in perceptual comparisons. *Psychological Bulletin*, **98**, 419-456.
- Friedman, A., & Polson, M. C. 1981 Hemispheres as independent resource systems: Limited-capacity processing and cerebral specialization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **7**, 1031-1058.
- Gazzaniga, M. S., & LeDoux 1978 *The integrated mind*. New York: Plenum Press.
- Green, J. 1984. Effects of intrahemispheric interference on reaction times to lateral stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **10**, 292-306.
- Hardyck, C., Tseng, O.J.L., & Wang, W.S.-Y. 1978 Cerebral lateralization of function and bilingual decision processes: Is thinking lateralized? *Brain and Language*, **5**, 56-71.
- Hellige, J. B.(Ed.) 1983. *Cerebral Hemisphere Asymmetry: Method, Theory, and Application*. New York: Praeger.
- Hellige, J. B. 1990 Hemispheric asymmetry. *Annual Review of Psychology*, **41**, 55-80.
- Hellige, J. B., Taylor, A. K., & Eng, T. L. 1989. Interhemispheric interaction when both hemispheres have access to the same stimulus information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **15**, 711-722.
- Hughes, H. C. & Zimba, L. D. 1985 Spatial maps of directed visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **11**, 409-430.
- Hughes, H. C. & Zimba, L. D. 1987 Natural boundaries for the spatial spread of directed visual attention. *Neuropsychologia*, **25**, 5-18.
- Jeeves, M.A., & Lamb, A. 1988 Cerebral asymmetries and interhemispheric processes. *Behavioural Brain Research*, **29**, 211-223.
- Kahneman, D. 1973 *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kinsbourne, M. 1978 Biological determinance of functional bisymmetry and asymmetry. In M. Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical function of the brain*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 3-13.

- Kitterle, F. 1989. *Cerebral Laterality: Theory and Research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kleinman, K.M., & Little, R.W. 1973 Inter-hemispheric transfer of meaningful information in normal human subjects. *Nature*, **241**, 55-57.
- Krueger, L.E. 1978 A theory of perceptual matching. *Psychological Review*, **85**, 278-304.
- LaBerge, D., & Brown, V. 1986 Variations in size of the visual field in which targets are presented: An attentional range effect. *Perception and Psychophysics*, **40**, 188-200.
- Levy, J., Heller, W., Banich, M. T., Burton, L. A. 1983. Are variations among right-handed individuals in perceptual asymmetries caused by characteristic arousal differences between hemispheres? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **9**, 329-359.
- Levy, J. and Trevarthen, C. 1976. Metacontrol of hemispheric function in split-brain patients. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **2**, 299-312.
- Leiber, L. , 1982 Interhemispheric effects in short-term recognition memory for single words. *Cortex*, **18**, 113-124.
- Liederman, J., & Cunningham, L. 1987 Hemispheric cooperation in response to tasks requiring both local and global processing. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **9**, 22.
- Liederman, J., Merola, J., & Martinez, S. 1985 Interhemispheric collaboration in response to simultaneous bilateral input. *Neuropsychologia* **23**, 673-683.
- Ludwig, T. E., Jeeves, M. A., Norman, W. D. & DeWitt, R. 1993 The bilateral field advantage on a letter-matching task. *Cortex*, **29**, 691-713.
- McKeever, W. F. 1974 Does post-exposural directional scanning offer a sufficient explanation for lateral differences in tachistoscopic recognition? *Perceptual and Motor Skills*, **38**, 43-50.
- Merola, J., Liederman, J. 1985 Developmental changes in hemispheric independence. *Child Development*, **56**, 1184-1194.
- Miller, L. K. 1983 Hemifield independence in the left-handed. *Brain and Language*, **20**, 33-43 1983.
- Mohr, B., Pulvermuller, F., & Zaidel, E. 1994 Lexical decision after left, right and bilateral presentation of function words, content words and non-words: evidence for interhemispheric interaction. *Neuropsychologia*, **32**, 105-124.
- Moran, J. & Desimone, R. 1985 Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science* **229**, 782-784.
- Moscovitch, M. 1979 Information processing and the cerebral hemispheres. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *Handbook of Behavioral Neurobiology, Vol. 2, Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Navon, D. 1985 Attention division or attention sharing? In M. I. Posner and O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI*, pp. 133-146. Hillsdale: Erlbaum.
- Norman, W.D., Jeeves, M.A., Milne, A., Ludwig, T. 1992 Hemispheric interactions: the bilateral advantage and task difficulty. *Cortex*, **28**, 623-642.
- Ottoson, D., (Ed.) 1987. *Duality and Unity of the Brain*. London: Macmillan.
- Patterson, K., & Bradshaw, JCL. 1975 Differential hemispheric mediation of nonverbal visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **1**, 246-252.
- Posner, M. I. and Michell, R. F. 1967 Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, **74**, 392-409.
- Proctor, R.W. 1981 A unified theory for matching-task phenomena. *Psychological Review*, **88**, 291-326.
- Robinson, D.L., & Kertzman, C. 1990 Visuospatial attention: effects of age, gender, and spatial reference. *Neuropsychologia*, **28**, 291-301.
- Schmitz-Gleisdorf, J., Willmes, K., Vondenhoff, C., & Hartie, W. 1988 Effects of spatial arrangement of letter pairs in a name-matching task with unilateral and bilateral hemifield stimulation.

*Neuropsychologia*, **26**, 591-602.

Sereno, A. B. & Kosslyn, S. M. 1991 Discrimination Within Between Hemifields: A New Constraint On Theories Of Attention. *Neuropsychologia*, **29**, 659-675.

Skelton, J. M. & Eriksen, C. W. 1976 Spatial characteristics of selective attention in letter matching. *Bulletin of Psychonomic Society*, **7**, 136-138.

Sperry, R. W., Gazzaniga, M. S., & Bogen, J. E. 1969 Interhemispheric relationships: the neocortical commissures, syndromes of hemispheric disconnection. In P. J. Vinken, and G. W. Bruyn (Eds.) *Handbook of clinical neurology, Vol. 4: Disorders of speech, perception, and symbolic behavior*. Amsterdam: Elsevier/ North Holland Biomedical Press, pp. 145-153.

Spitzer, H., Desimone, R., & Moran, J. 1988 Increased attention enhances both behavioral and neuronal performance. *Science*, **240**, 338-240.

Treisman, A. & Gelade, G. 1980 A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97-136.

White, M. J. 1969 Laterality differences in perception: a review. *Psychological Bulletin*, **72**, 387-405.