

## 半球非対称性研究における二重課題処理モデルの考察<sup>1)</sup>

大 岸 通 孝

二重課題法 (dual-task method) は、Kinsbourne (1971) の実験以来、人間の脳両半球間の機能的非対称性研究の分野において、両耳分離聴や視野分割法とならぶ実験パラダイムとしての地位を獲得してきた。この背景には、初期の脳両半球非対称性の研究が、各半球が持つ能力を見いだすことに関心を払っていたのに対し、最近のこの分野の研究は、両半球間の機能的差異を生じさせる条件や処理メカニズムを見いだすことに焦点を合わせるようになってきたことが挙げられる (Hass & Whipple, 1985)

二重課題実験は、実験仮説、実験計画に関する限り、きわめて単純である。つまり、ある課題 (主課題 primary task) に別の課題 (同時課題 concurrent task もしくは二次課題 secondary task) を負荷したとき、両課題が異なる脳機能によって処理されるならば課題間に影響は生じない。しかし、同じ脳機能によって処理される場合には、主課題は同時課題による干渉 (interference) を受けると考えられる。二重課題実験において、従属変数が設定される主課題には、手の運動課題が採用されることが多い。同時課題は多くの場合、従属変数の測定がなされない課題の方を言い、発声や認知課題もしくは知覚課題が用いられる。二重課題法の特徴は、複雑な言語課題を研究に用いること、半球機能の側化を、言語知覚レベルよりももっと直接的に観察可能な出力結果 (言語表出、手の運動) によって推定できることである。実験法としてこのような長所を持つために、ラテラルティ実験の手続きとして二重課題を用いた研究が数多く行われてきたが、研究報告が積み重ねられるにつれて、二重課題法から得られた実験結果は、一貫したものでないことが急速に明らかになってきた。

このような一貫性のなさは、脳半球機能の特殊化を測定する手段として、二重課題法をすぐに用いることができると考える楽観的な見方をくつがえすものとなっている。二重課題法のもっとも大きな長所ともっとも大きな短所は、同じところからきている。すなわち、両耳分離聴や視野分割法などの他のラテラルティ測定法では、研究できる現象には制限があるため、かえって、両耳差や視野差を規定する課題もしくは刺激の要因に関する詳細な検討がなされてきた。これに対し、二重課題研究では、広範な種々の行動を取り上げられるために、課題設定をかなり任意に行なっている。つまり、これまでの二重課題研究は、少数の課題や課題変数を系統的に操作した実験を充分積み重ねてこなかったため、表面上の結果の不一致を充分説明できない状態にある。

以上の問題を克服して行くためには、課題設定の系統的な操作が必要である。さらに、どの程度各半球は特定の処理にかかわっているかを決定するための手段としてこの方法を用いる前に、この方法を用いた研究結果から大脳半球機能の体制化全般にわたる考察をどのように行なうことができるかを説明しなければならない。この点に関しては、二重課題法は、半球機能の一側化に関する研究領域だけでなく、人間の情報処理全般における脳メカニズムの認知心理学的研究においても考察されている。本論文では、大脳半球非対称性の実験手続きとして使われてきた二重課題法研究の結果を、認知心理学的研究の知見との対応からみていくことにする。

### 半球処理性能による二重課題パフォーマンスの解釈

二重課題法は、半球非対称性研究の分野で積極的に採用されてきただけでなく、この実験手続きに特有の課題要因や変数についても、詳細に検討されてきた (Navon & Gopher, 1979, 1980 ; Navon, 1985)。ここで考察する二重課題の研究成果は、注意分割および選択的注意の研究領域からえられたもので、課題処理の時分割 (time-sharing) 事態を設定した同時課題法 (simultaneous-task methods) による研究領域の中に含まれる (Posner, 1982)。しかし注意について、さまざまな概念規定がなされてきたために、同時に課題が遂行されたとき、どのような結果が生じるかに関して多くの論争がなされてきた。

二重課題課題実験において言語課題が左手よりも右手に干渉を及ぼすのは、注意の移行に関する仮説よりも、処理性能の限界に関する仮説をより支持すると考えられており (Bradshaw & Nettleton, 1983)、注意に関する認知心理学的モデルにおいても、人間の情報処理を処理に必要な能力、すなわち、処理性能 (capacity) から、リソース (処理資源 resource) をひきだす過程としてとらえるようになってきている。処理性能とは、一般的には、パフォーマンスと同義語として用いられているが、専門用語では、ある一定の時間枠である量の情報を処理できる能力をさす (Hirst, 1986)。

Welford (1980) は、もし人間が単一チャンネル装置 (一度に一つのターミナルからの情報しか処理できないコンピュータ) であるなら、一つの課題に注意を向けると、同時に注意を向けねばならない課題のパフォーマンスをそこなうと考えた。このような単一リソース説の立場からすると、処理性能もしくは注意は、本来分割できないものであるから、複数の課題を同時に遂行できるのは、注意をあるチャンネルから別のチャンネルへと繰り返し切り替えることによってだけである。また、一つの課題に要する処理が増加するほど、二次課題に使うことができる処理性能は減少すると考えられる。

この考えとは対照的に、人間が独立した処理能力を複数所有していると考えられるならば、少なくともある種の状況においては、一つの課題のほかに、全く独立して別の課題を充分遂

行することが出来ると予測できるであろう (Allport, 1980)。相互に類似しておらず、高度に訓練された課題を時分割する能力が日常の中に数多く存在する。例えば、ピアノを弾きながら歌を歌う場合や、会話をしながら車を運転する場合である。このような例は、単一リソース説からよりも、複数リソースからの方がより簡潔に解釈できることから、大部分の研究では、後者の立場をとっている。

しかし、複数リソース説の立場をとるにしても、その内容に関していくつかの意見の相違がある。Kahneman(1973)は、単一リソースモデルと複数リソースモデルとをつなぐ考え方として、課題処理のために必要なリソースを柔軟に割り当てる能力を持つ情報処理器として、人間の脳をとらえている。Kahneman(1973)のこのような処理能力配分説によれば、注意はチャンネルに沿って分割されるが、複数の課題を同時に遂行する場合は、課題のうちのどれか一つを遂行する場合よりも多くの処理能力を必要とする。さらに、複数リソース説をとる場合でも、多くの研究で考えられているように、処理性能には限界があるとするのなら、複数の課題処理は常に並列的に情報処理されるとは限らず、課題処理は系列的に切り替えられるか、一つのチャンネル間で分割される。従って、全体の作業負荷が、脳全体が所有する処理可能な容量を超えるときだけ、注意を要求する一つの課題を遂行することは、もう一つのやはり注意を必要とする課題の遂行に干渉を及ぼすと考えられる。

実験結果が単一チャンネルモデルか複数チャンネルモデルかのどちらかによってしか解釈が可能でない状況が生まれるのは、ふつう、課題処理のレベルが異なり、それぞれのレベルにおいて異なる体制の原理が存在するためであると解釈されている (Posner, 1978)。さらに処理様相の問題に関しては、人間が持つ処理リソースの特徴を、量的に限界を持ち、処理様相に関しては非特殊的と考える説 (Johnston & Heinz, 1978; Posner & Klein, 1972) が提唱されている。しかし、この説とは対照的に、Segal & Fusella (1970) は、処理性能は有限であり、様相特殊であるという結果を報告している。この研究では、聴覚と視覚のイメージ課題と、聴覚と視覚の信号検出課題を用い、視覚イメージ課題は聴覚信号検出よりも視覚信号検出により干渉し、聴覚イメージ課題は、視覚信号の検出よりも聴覚信号検出により大きな干渉効果を及ぼすことを見いだしている。この問題については、ラテラリティ研究の分野からはほとんど新たな知見を提供することはできていない。

Halford, Maybery, & Bain (1986) は、子どもの推理の処理性能の限界を調べるために、記憶課題を同時に負荷し、子どもの推理能力は、処理性能限界的であるという結論を下している。一方、Spelke, Hirst, & Neisser (1982) は、課題変数を巧妙に選択するか、被験者を集中的に訓練したときには、2つの課題をほとんど干渉なく、あるいは全く相互の干渉無く遂行する能力が示されると主張している。しかし、2つの課題に配分されるリソースの量は常に一定かどうかに関しては、研究間で一致した意見は得られていない。

Navon & Gopher (1979) は、課題が要求する処理負荷量、すなわち2つの課題の同時遂行に必要なリソースの合計は、各課題を単独で遂行するときに必要なリソースの合計になると主張している。この仮定は、二重課題研究の本質にかかわるものである。なぜなら、二重課題の目的は、2つの異なる課題によって要求される相対的なリソース量を推定することであるからで、ほとんどの二重課題研究の分析法は、主課題を単独で遂行したときと、同時課題を遂行しながら主課題を遂行しながら主課題を遂行したときのパフォーマンス量を比較することによって、主課題の処理過程を検討している。したがって、二重課題研究においてはリソースの加算性は暗黙の前提となっている。

この問題を検討するために、Wickens & Sandry (1982) は、各課題の中核の処理と反応成分がそれぞれ一方の脳半球とのみ結合している二重課題状況を設定し、課題と半球との完全な対応関係が存在するかどうかを検討した。その結果、空間課題(トラッキング)と言語課題(文字の記憶探索)の二重課題事態において、2つの課題を同時に行なうために余分な処理リソースは存在せず、各々の課題が独立した処理を受けることを報告している。

この問題に関してはさらに、二重課題状況において、2つの課題を同時に進行させるための全体的な時分割能力が存在するかどうかを検討されている。この問題は、特に言語の調節的機能を重視する立場とは対立する考えである。つまり、二重課題において用いられるタッピング等の手の運動は随意運動コントロールを必要とし、これらの運動プライミングには言語的要因が関与するという説が、主として内言研究から主張されている(天野, 1976 参照)。この仮説は、半球非対称性研究において、言語同時課題は、手に活動を要求する主課題に干渉を及ぼす結果が多いのに対し、非言語同時課題は、手の活動に影響を与える結果を報告した研究が少ないという事実を解釈する一つのがかりとなるかもしれない。

しかしながら、これまでの、二重課題における時分割遂行能力に関する因子分析的研究からはこのような考えは支持されていない。たとえば、Wickens, Mountford, & Schreiner (1981) は、時分割できる能力が存在することを明らかにするためには、質的に異なる二重課題状況におけるパフォーマンス得点間に高い相関があること、単一課題と二重課題間には低い相関しかないこと、質的に異なる課題が単独で遂行されたときにはそのパフォーマンス間には低い相関しかないこと、以上3つの条件を満たす必要があると主張している。この研究では、練習を積んだ被験者が、4種類の課題(手を用いたトラッキング、聴覚流動記憶、数字分類、視覚による線分の判断)を単独もしくは、2つの課題を組合せて遂行した。単独条件と二重課題条件の遂行量の比較から、課題ごとおよび、課題の組合せによる違いがみられたものの、因子分析の結果からは二重課題にかかわる因子は抽出できなかった。したがって、単独で遂行できるものに必要な能力に加えて、さらに複雑な課題を

遂行するのに必要な時分割能力があるとしても、それは一般的な性質を持つものではないと結論づけられている。

このように、時分割能力は、一つの統合された特性であるという考えを支持する結果はほとんど報告されておらず、時分割の能力は、いくつかの特殊な独立したサブ処理性能によって支配されていると考えられる。心理的不応期の課題において、2つの刺激のそれぞれに対して、速さを指標とした反応を求めたとき、2つの課題間の干渉は、刺激に対する反応同士もしくは、刺激同士が同じ様相のときに大きくなった (Davies, Jones, & Taylor, 1984参照)。これは、Kinsbourne (1978) の機能的距離仮説に近い考え方であり、2つの課題を同時に行なうには、言語的な能力が必要とすると主張する考えを否定している。

結論として言えるのは、時分割する一般能力があることを支持する証拠は、強力なものではないということである。当然のことながら、言語的な命令が2つの課題を同時に遂行させるという仮定も支持されない。

さらに、課題処理におけるリソースの配分に関しては、どの程度被験者自身がコントロール可能かという問題がある。もし、人間は自分の処理リソースの配分を完全にはコントロールできない (Navon & Gopher, 1974) と考えれば、二重課題実験における被験者の遂行量は、そのまま実験条件の設定によるものと解釈できるが、被験者が任意にリソースの配分を変化させられる状況では、課題遂行量の違いは、半球機能の処理能力を直ちに反映させたものとはいえなくなる。こうした問題には、課題の困難度や課題を自動化して遂行できる程度や、課題に対する動機づけの程度、被験者の年齢などの要因が関与しているが、実際の二重課題実験でこれらの要因がどの程度結果に影響を及ぼしているかについては、まだ十分な知見は得られていない。

### 半球間の機能的非対称性に関する複数リソースモデル

注意研究の中で主張されてきたリソースの概念をどのようにとらえているかによって、半球非対称性の観点から二重課題法の結果を説明するモデルは3つの説に分かれる。その一つは、各半球にそれぞれ独立したリソースもしくは処理性能の存在を仮定する説であり、もう一つは、独立した処理性能を半球間に設定するのではなく、むしろ半理間の注意の移行を仮定し、半球間の相補性を主張する立場である。この説では、二重課題における干渉効果を半球間もしくは半球間の機能的な距離から解釈する。さらに、第三の説は、上述の2つの説の中間的立場で、左右の半球はそれぞれ独立したリソースを仮定しながらも、両者は互いに影響し合うとする立場である。

半球機能差の複数リソースモデル、すなわち、独立した処理リソースが各半球に存在すると考える学説は、Friedman らによって提唱されている。Friedman & Polson (1981)

は、このモデルを生理心理学的研究をもとに発展させ、その後の研究でこのモデルを実験的に検証することを試みている (Friedman, Polson, Dafoe, & Gaskill, 1982; Herdman & Friedman, 1985)。この考えは、2つの課題が同時に遂行されても、複数の処理リソースはそれぞれ独立性を保っているという Navon & Gopher (1979) の説に沿ったものである。この説はさらに、人間には2つの異なる処理器が備わっており、各々の処理器を左右大脳半球がそれぞれ受け持っていると考えている。

リソース理論の先駆的研究である Norman & Bobrow (1975, 1976) の用語によれば、本来、リソースという語の中には、処理のために引き出される努力という意味だけではなく、種々の記憶容量、神経経路の伝達効率等の構造的な側面が含まれる (Hirst, 1986)。この考えは、半球機能の非対称性の説明にリソースという概念を導入したことからも明らかのように、複数処理性能モデルを発展させた二重処理器モデル (dual processor model) に含まれるもので、大脳半球機能の特殊化を、リソース配分の複数リソースモデルの上に位置づけている。この考えは、半球機能の非対称性の説明モデルとしては、構造説の立場をとっている。つまりこのモデルは、半球機能に関する注意説もしくは力動説に対立する立場であるが、従来の構造説のような半球内の認知構造の分化を仮定しておらず、むしろ、両半球は独立しており、それぞれが分化していないリソースをもつと主張されている (Herdman & Friedman, 1985)。Norman & Bobrow (1975) は、分割注意の考察において、処理システムに処理限界の存在を、リソースという概念を導入することによって柔軟に解釈しようとしており、Friedman & Polson (1981) の説もまた、人間の2つの大脳半球を2つの独立したリソースの貯蔵体 (pools of resources) とみなし、各々の半球がもつ処理性能には限界があるが、半球の情報処理過程を固定的なものではないと考えている。Friedman & Polson (1981) のリソース説はさらに、互いに相手の半球のリソースを利用できず、リソースの共有部分はないことを仮定している。つまり、この仮説では、情報処理に利用できるリソースには2つのタイプがあり、これらのリソースは、互いに代替不能であるという。したがって、各半球は自分自身のメカニズムとリソースを用いてどのような二重課題状況にも対処できる。また各半球が得ることができるリソース量は常に等しいと考え、リソース量及び活性化に半球差が存在するという説を否定している。

Friedman らは、互いにアクセスできず、分化していない性質をもつ処理性能が各半球に存在することを証明するために、言語刺激を用いた視野分割課題と言語記憶課題を組み合わせた二重課題実験を行なった。その結果、視野分割呈示の刺激に対してネイミングするよう教示する条件では、右視野と左視野の両方にパフォーマンスの低下がみられた。これに対し、ネイミングを必要としない条件では、二重課題負荷の影響が見られたのは右視野だけで、左視野にはパフォーマンスの低下がみられなかった。この結果は二重課題において必要な処理が一方の半球だけで行われるかどうかによって、二重課題負荷の効果が異な

ると解釈された。例えば、ネイミングを要請される条件では、必ず左半球の処理が必要となり、刺激が左視野に呈示される場合でも左半球のリソースの供給が要請される。このため、左半球の処理を必要とする言語材料の記憶を同時課題として負荷したときには、両視野の刺激の認知に影響を及ぼすと考えられる。しかし、ネイミングが必要ない状況では、左視野の情報の処理は右半球だけで行なうことができ、同時課題は左半球のリソースを要求するだけなので、二重課題の干渉効果は、左視野呈示の場合には生じないと説明されている。この結果は、各半球に独立したリソースが存在することを支持すると解釈されている。ただし、言語的発声による反応を必要としない場合には言語刺激に対する処理水準が低く、視野分割実験における左視野の刺激処理は、右半球だけで行われるという前提と、言語材料の記憶は左半球だけで司られているという前提は、充分確証された事実とは言えない点で、この実験の問題点として指摘できるであろう。

Friedman らの実験以外にも、独立した半球リソースを主張する実験研究が報告されている。Moscovitch & Klein (1980) は、一つの半球によって複数の刺激の処理が行われる状況で干渉効果を検討した。その結果、中心視呈示の刺激と周辺視呈示の刺激とがともに言語的か、もしくは非言語的（顔および図形）である場合に大きな干渉効果が見られた。したがって、各半球は独立した処理性能を持っており、一方の半球に選択的に負荷がかかったとき、その半球の供給できるリソースを求める競争が生じるが、この場合もう一方の半球の処理性能は刺激の処理に機能しないことが示唆されている。Hass & Whipple (1985) は、同時課題として言語課題と図形課題とを設定し、各同時課題は、同じ性質のラテラリティ課題に対してのみ干渉を生じることを報告している。

以上2つの研究にみられる干渉効果の解釈は、Friedman & Polson (1981) の説と類似している。しかし、Friedman et al. (1982) がネイミングという言語反応が同時課題として及ぼす効果を重視したのに対し、Moscovitch & Klein (1980) と Hass & Whipple (1985) は、刺激の処理がもたらす効果を中心に検討している。特に、後者の研究では、刺激材料特異的な干渉効果が、各半球に独立して存在するリソースの存在を示す証拠として取り上げられており、Friedman らの説を充分支持しているとは言えないと思われる。

Somberg & Salthouse (1982) は、ある課題に対して、左右両半球がそれぞれ異なった量のリソースを供給するという Friedman らの仮説について考察している。例えば、両耳分離聴課題において両耳差にかなりの個人差が見られるのは、この課題の遂行に必要な記憶処理に対して各半球から供給されるリソース比率が、個人ごとに異なることを原因として挙げている。そして、人間の情報処理システムは、状況に応じて、半球リソースを組み合わせる手段を発展させてきたのではないかと示唆している。

半球間の非対称性に関するリソースモデルがかかえる問題は次のような点にある。まず、第一に、Friedman & Polson (1981) が主張するような、課題処理のために引き出される

リソースの構成をあらかじめ特定することはほとんど不可能であることがあげられる (Hardyck, 1983)。リソースモデルは、従来の半球機能の二分法的解釈に比べ柔軟性に富むが、実験結果をみることによってはじめ、その課題が右半球処理を必要としたか左半球処理を必要としたかを決定できるだけである。

第二の問題点は、このモデルが仮定するリソースの性質を裏付ける実験的証拠が乏しいことである。これまでの研究から、単一リソースモデルだけで人間の情報処理過程を説明するには限界があることは明らかであり、複数の種類リソースがどのように配分されるかを説明する理論をたてる必要がある (Navon & Gopher, 1979)。しかし、Friedmanらの説は、脳に存在するリソース集合体は非連続的であり、それぞれ同じ容量を持つと説明しているだけで、Friedmanら自身の実験も、この仮説を充分証明するにはいたっていない。

多くの複数リソース説は、各半球が有するリソースが分化していないという Friedmanらの立場とは異なり、リソースを構造に例え、人間の情報処理を要素的モデルからとらえている。Fodor (1983) は、人間の情報処理はモジュール化されており、はっきり分かれた独立した処理システムに分解できると主張している。そして、これらのモジュールは、注意研究における認知構造に相当するという。また、Norman & Bobrow (1975) によれば、短期記憶や感覚チャンネルもリソースの構成要素であり、各要素には例えば、短期記憶容量一定の限界が存在すると考えている。

また、Zaidel (1985) は、神経心理学の半球機能の局在化の知見をもとに、処理リソースは分化したものととらえ、同じ半球に異なる課題を負荷したからといって直ちに干渉が起こるとは考えていない。つまり、同じ半球の中に存在する異なるモジュール同士は干渉し合わないことになる。この考えは脳機能のモジュール性を仮定し、さらにモジュール間の解剖学的機能的距離のうえに成り立つ連続的な距離関係を持つ認知脳ネットワークを仮定している。したがって、Zaidel (1985) の説は、機能的脳距離を主張する Kinsbourne (1978) の考えに近いものになっている。しかし、この説を直接支持する神経心理学的データは充分提供されていない。

Swanson (1987) は、一つの課題に対して両半球リソースが異なる割合で供給されるかどうかを読書障害との関係から検討した。この実験では両耳同刺激呈示条件と両耳分離聴条件の認知量に差が見られなかったことから、不得意な刺激処理においては、非優位半球はほとんど何も活躍せず、優位半球からだけリソースが供給されることが示唆されている。

以上取り上げた研究結果は、Friedmanらの説を支持しておらず、Friedmanのリソースモデルを受け入れるためには、このモデルが前提としている種々のリソースの特性を、実験的に検証していくことが必要である。



## 機 能 的 距 離

Kinsbourne (1973) は、注意についての神経心理学的モデルを提唱し、大脳半球機能非対称性を半球間の注意の移行という概念で説明してきた。半球機能に関する注意説は、主として視野分割実験の結果をもとに構築されてきたが、のちに二重課題実験の干渉効果についても半球非対称性の注意モデルが適用され、機能的脳距離 (functional cerebral distance) モデルと名付けられている。このモデルは人間の脳に関して機能的な大脳空間の存在を仮定しており、最初、Kinsbourne & Hicks (1978) によって提唱され、さらに Kinsbourne (1982) によって展開されている。

Kinsbourne の機能的距離仮説と Friedman らの複数リソース仮説はともに単一リソース説には反対し (McLeod & Posner, 1984 参照)、半球内の機能的な局在を認めていない。また、注意もしくは処理リソースという概念によって半球機能差を脳全体のレベルから解釈しようとしている点でも、両者は共通している。しかし、脳が互いに独立した処理チャンネルもしくはリソースを持つという仮定を否定している点で Kinsbourne の説は、Friedman らの説と決定的に異なっている。つまり、Kinsbourne は、Friedman の複数リソース説に基本的に反対している。

このような両モデルの違いは、Kinsbourne が注意説を主張しているのに対し、Friedman らの説は基本的には構造化説の立場をとっていることからきている。両者の違いが明確に示されるのは、二重課題において、言語的処理を必要とする同時課題が負荷される場合の効果についての見解である。Friedman らのモデルでは、このような状況において、同時課題の効果は左半球だけにしか及ばないと考えるのに対し、Kinsbourne のモデルでは、この効果は左半球だけではなく右半球にも及ぶと予測している。つまり、機能的脳距離モデルは、半球間の注意もしくはリソースの移行は半球内だけではなく、半球間にも及ぶと考えている。

従来のラテラルリティ知覚課題は、関心が半球間の左右差に向けられてきたため、機能的脳距離モデルを検証するには充分ではないと考えられ (Kinsbourne & Hiscock, 1983)、機能的距離仮説は、半球内および半球間の機能的に密接した皮質領野間に生じる相互作用を問題としている。例えば、機能的脳空間 (functional cerebral space) を想定したとき、異なる運動をコントロールする脳領域間の距離は、いくつかの運動が同時に遂行されるとき生じる競合もしくは協応の程度に反映される (Kinsbourne & Hicks, 1978b)。機能的脳空間を検討した最初の研究では、短い文を繰り返す言語的発声運動と人差指による手の活動を運動を同時に行わせる課題を用いた (Kinsbourne & Cook, 1972)。発話コントロール中枢と手のコントロール中枢とは直接結合していないが、発話のコントロール中枢は、左

手のコントロール中枢よりも右手のコントロール中枢により接近していると Kinsbourne は仮定している。したがって、典型的な二重課題実験を例にとると、もし一方の手の運動によって生じる活性化が、同時課題によって生じる活性化から機能的に離れていればいるほど、各課題のパフォーマンスに観察される干渉はほとんどなくなることが予測される。

さらにこの考えを発展させると、左手と右手のコントロールは、左手と右足のコントロールよりも接近しているため、両手間の協応運動は左手と右足との間よりも容易に行えるが、異なる運動を行なう競合的二重課題状況ではより大きな干渉が生じる。つまり、このモデルによれば、一方の手をコントロールする脳領域は足をコントロールする脳領域よりも、もう一方の手をコントロールする反対側の半球の脳領域とより接近していると考えられる。同じ主張は、手足を用いたステップトラッキング実験においてもみられ、異なる方向に運動を行わねばならない課題では、課題遂行がもっとも悪くなるのは反対側のミラーイメージの位置にある左手と右手の組合せおよび左足と右足の組合せの場合であり、もっとも成績が良かったのは、半球間で交差位置にある手足を組合せた場合であった (Kinsbourne & Hicks, 1978b)。このように、機能的距離モデルが他のラテラルリティ研究ともっとも異なるところは、半球間の対称的に位置する領域は機能的に接近している点に見なしている点であり、以上の予測からも明らかなように、このモデルは半球内の領野間の結合だけでなく、交連による半球間の結合関係を重視している。

かつてのラテラルリティ研究の関心が半球間の情報伝達時間にあったのは、脳における刺激処理を脳梁中継的もしくは排他的特殊化によって解釈しようとしてきたためであった。すなわち、一方の半球に処理メカニズムが一側化していると考え、非優位の半球に送られた刺激は必ず優位半球に送られねばならないと考えられてきた。こうした解釈と対照的な立場の直接アクセス的解釈では、各々の半球において刺激の処理は可能で、半球差は方略や処理スタイルの差を反映していると考えられる。

Kinsbourne の機能的脳距離モデルは、上記の2つの解釈を合わせた力動的移行の立場をとり、状況によって、ある特定の課題を支配する半球が異なると考える。Kinsbourne のモデルでは、半球間の情報交換は非常に短時間で行われるので、反応時間による半球機能の非対称性を研究するのは不適當であること、情報が一方の半球で処理されるのは、情報の半球間統合のあとであることを主張している。このような機能的距離仮説を支持するデータとして、Kreuter, Kinsbourne, & Trevarthen (1972) および, Zaidel & Sperry (1977) の研究は、交連切断後には、両手の協応がしばしばかなりの程度障害を受けることを報告している。

さらに脳梁の機能は、情報伝達だけでなく、注意の統合をはかる働きをする (Ellenberg & Sperry, 1980) と考えられており、交連切断患者におけるリソースもしくは注意について考察したとき、2つ以上の課題を同時に遂行するための脳の全体的な性能は、交

連切断で増加するのかそれとも減少するのかが問題となる。一つの仮説は, Sperry & Gazzaniga (1967) が主張する仮説で, 2つの課題が共通のセットで遂行される限りにおいて交連切断は平行して与えられる2種類の情報を独立して処理する能力を増加させると考える。これに対し, Kinsbourne の見解では, 交連切断は, 注意の一方の側への移行に障害を生じ, 処理性能の全体的な減少が生じると考えている (Kreuter, Kinsbourne, & Trevarthen, 1972)。脳梁切断のために脳空間が限定されているとき, このような干渉効果は強められる。したがって, Kinsbourne & Hicks (1978) は, 脳梁切断によって機能的脳空間が狭められるため, 脳全体の処理性能は減少すると考えている。

機能的脳距離モデルの妥当性を干渉効果から検証するには, 脳が未成熟か老化したために脳全体の処理性能が少ない状態にある被験者を用いるのが適している。子どもを被験者に用いた二重課題実験は, 半球機能の非対称性の発達を調べる目的で研究する際に, 両耳分離聴や視野分割法に比べ実験の実施が容易であるという理由から行われることが多い。しかし, 子どもの方が成人よりも干渉効果を検出しやすいことも子どもを被験者とした二重課題実験が数多く報告されている原因と考えられる。これらの研究で特徴的な結果は, 子どもに対して実施した二重課題実験のほとんどが干渉効果を見いだしていることで (Kinsbourne & McMurray, 1975; Hiscock & Kinsbourne, 1980; Hiscock, Kinsbourne, Samuels, & Krause, 1987), 左半球内の2種類の運動コントロール(右手の運動と言語的発声)間の干渉効果が機能的脳距離の接近によって生じたことを裏付ける強力な証拠として取り上げられている。これに対して, 成人における二重課題研究では, 子どもの場合と比較すると, 結果は安定していない。特に非言語的な課題が及ぼす干渉効果, たとえばハミングが左手のタッピングに及ぼす干渉効果は, 成人ではほとんど見いだされていないが, 子どもを被験者とした研究ではいくつか報告されている (Piazza, 1977; 大岸他, 1978)。

また, Kinsbourne & Byrd (1985) は, 青年期の被験者と老年期の被験者を用いて, 言語記憶負荷が形態再認課題 (単一課題遂行では左視野右半球有利性を示す課題) に及ぼす効果を検討している。その結果, 青年期被験者では軽度の言語記憶負荷は左半球右視野有利性をプライミングし, 困難度の高い言語記憶負荷は, 両視野のパフォーマンスに干渉効果を及ぼした。一方, 老年期の被験者は, 両視野において青年期被験者よりも軽い言語負荷で干渉効果がみられることが報告されている。さらにこの研究では, 左半球右視野のパフォーマンスにはU字型のパフォーマンス曲線が見られたことから, プライミングと干渉との間に連続性があり, 半球にもたらされる活性化の効果は, Yerkes-Dodson の法則が適用できることを示唆している。

機能的脳距離モデルは, 脳全体の機能を力動的に解釈することを可能にする理論であるといえるが, このモデルには次のような問題点を指摘できる。もっとも重要な問題点は, 機能的脳距離はあらかじめ客観的に設定できないことである。2つの課題間に干渉がほと

んどないときよりも、互いに干渉しあうときの方が、機能的脳空間において課題処理は接近しているという解釈は、循環論に陥ることになる (Springer & Deutch, 1985)。第二には、機能的脳距離説では予測できない二重課題実験結果が数多く存在することが挙げられる。たとえば、非言語的発声は、言語的発声と逆の干渉効果をもたらすとは限らず、左手と右手の両方に両側性の干渉効果が示される (Hicks, 1975; Johnson & Kozma, 1977) ことが多いが、このような全体的干渉を機能的脳距離仮説からどのように解釈すべきかについては Kinsbourne & Hicks (1983) は、自己のモデルを展開する中においてほとんど言及していない。第三の問題点は、このモデルが運動活動を中心に構築されたもので、神経心理学的事象の解釈において適用限界が大きいことである。つまり、このモデルの妥当性を検証するために取り上げられているのは、運動活動間もしくは運動活動と認知活動との間に生じる相互作用をみた研究であり、知覚課題もしくは認知課題同士の相互作用についてはほとんど触れていない。しかし、視野分割実験において、左右視野の対応する部位に刺激が同時に与える手続きや、同じ視野内の異なる部位に刺激を呈示する手続きは、一種の二重課題事態を形成している。また、両耳分離聴や触分割課題についても同様のことがいえる。これらの運動成分を含まない二重課題事態について、機能的脳距離モデルはほとんど説明を与えていない。

### リソースの半球差

Kinsbourne の注意説は、半球間で機能の特殊化が存在するのかどうかを述べていないという不明確さを含んでいる。Hellige のモデルは、基本的には注意説の考えに沿ったものであるが、各半球が独立した処理システムを持ち、各半球が所有するリソースは、半球間で質的にも異なると仮定している (Hellige & Cox, 1976; Hellige, Cox, & Litvac, 1979; Hellige & Wong, 1983)。さらにこのモデルは、活性化においても半球間に違いがあると考え、課題の性質は、その課題が各半球がもつ処理性能をどれだけ必要とするかによって決定されるとしている。つまり、このモデルは Friedman と同じく各半球に独立したリソースが存在することを主張し、一つの半球内の処理は他の半球内の処理と競合しないと考えている。しかし、Hellige らは、両半球が等しいリソース量を持つという仮定や、両者が互いにアクセス不能であるという仮定は立てておらず、むしろ Kinsbourne のように課題によって半球の活性化が異なってくることを仮定している。

Hellige らはおもに認知課題間の干渉効果とプライミング効果を取りあげ、主課題の視野分割課題における視野有利性に、記憶負荷がどのような効果を及ぼすかを検討している。例えば、Hellige & Cox (1976) は、脳の二重処理器モデルの妥当性を検証するため、二重課題として名詞記憶負荷を組み合わせた実験を行なった。その結果、記憶負荷 (単語の

数)が増加するにつれて両半球のネーミング名詞の正答数が減少した。一方, Hellige, Cox, & Litvac (1979) の実験では, ドットパターンの再生を必要とする記憶課題では, 名詞ネーミングはドットパターンの記憶負荷の増加の影響を受けなかった。これらの結果は半球とは関係なくみられ, Friedman & Polson (1981) の半球機能モデルとの関連が認められる。

Friedman & Polson (1981) は, Hellige & Cox (1976) と, Hellige et al. (1981) の実験結果について次のように解釈している。発声によるネーミングは, 左半球に特殊化している機構(例えば運動性言語)にかなり大きな負担をかける。したがって同じく左半球課題として位置づけられる記憶負荷があまりにも増大したとき, 両半球のパフォーマンスが減少する。その理由は, 右半球が過剰の課題負荷を受けるからではなく, 右半球からの入力を左半球が処理できないために発声ネーミングを遂行できないからである。課題は2つの半球から引き出されるリソースの種々の組合せによって遂行されるため, 半球機能差の研究結果は再現されにくいと解釈される。

Hellige et al. (1979) の研究ではさらに, 以前の研究では見いだされなかった視空間記憶と視野との間に交互作用を見いだしており, また, 同じ研究における記憶負荷の強さが視野有利性に及ぼす効果をみた実験では, 記憶負荷がないときには文字マッチングは右視野の方が速く, 記憶セットが2, 4, 6文字のときには左視野有利性が生じた。この結果は, 独立した有限の容量を持つ処理器として半球活動をみなす根拠とされている。

各半球は独立した処理性能を持ちながらも, 相互に連絡しあうと主張する Hellige ら説を支持する証拠はさらに, Geffen, Bradshaw, & Nettleton (1973) の研究からも得られている。この実験では, 数字同定課題における右視野有利性は音楽課題を同時に付加したときにも維持されたが, 言語課題を負荷したときには, 視野非対称性を逆転させた。この結果は, 大きな同時負荷を左半球に与えることは, 数字同定における右視野有利性を強めるところか, 左半球に過大な負荷を与えることになり, 有利視野を逆転させること, すなわち, 右半球の余分の処理性能が左半球にとって代わることになるかと解釈できる。この問題と関連して, Hellige et al. (1979) は, 同時課題の負荷によって主課題の視野有利性が強められるか逆転するかは, 同時課題が要求する処理性能の必要量によって決定されると結論づけている。

Hellige らの半球間の処理性能非対称性モデルは, Kinsbourne の注意説が充分検討してこなかった半球間の相互作用の問題を実験的に検討したことは評価される。Hellige et al. (1979) は, Kinsbourne の注意説が余りにも実験結果の説明に重点を置き過ぎていると批判し, 同時課題の負荷の大きさを変化させる手続きをとることによって, 二重課題状況における各半球におけるプライミングおよび有利性の予測が可能になると主張している。しかし, Cohen (1979) は, Hellige らのとった負荷の大きさを量化するやり方は, 体系的に

欠けたその場限りのもので、活性化レベルを上昇させたり注意の移行を生じさせるには程遠いものであると批判している。また、単一課題状況であれ、二重課題状況であれ、課題が被験者にとってむつかしすぎたりやさしすぎるときには、被験者が取る方略に変化が生じることをCohen (1979) は指摘している。つまりこの批判は、注意配分の移行と被験者によって採用される方略の変化を区別することが困難であることを指摘し、同時課題負荷の効果が明確に特定できないことを明らかにしている。

## 要 約

本論文は、二重課題処理事態における課題処理のメカニズムを、脳の持つ処理性能もしくはリソースの観点から考察してきた。ここで論評したモデルは何れも半球機能差を固定的にとらえるのではなく、力動的な観点から説明しているため、一貫した結果を見いだしていないラテラリティ研究成果を、統一的に解釈できる可能性を持っている。

しかしながら、モデルが持つ柔軟さは逆に、モデルの予測性を低めることにもつながっている(Cohen, 1982, 1983)。これらのモデルは、プライミングと干渉という2つの効果を、注意あるいはリソースという単一の説明概念で解釈している。しかし、この2つの効果は連続的につながっているという証拠はなく、また、たとえ連続的なものであるとしても、どの段階でリソースの供給や注意の移行が生じるかについて、実験的な検討が充分行われていない。さらに、これらのモデルが予測するところでは、この2つの効果は両半球にみられるはずであるが、実際には左半球に帰着される効果がほとんどである。特に、右半球に対するプライミング効果を見いだすことができた結果は、ほとんど報告されていない。

このような問題点を克服するためには、二重課題に用いられる課題変数の操作をさらに詳細に規定した実験計画が必要である。また、課題間の相互作用を検討するには、リソースが供給されればされただけ遂行が促進される課題を選択しなければならない(Hiscock, 1986)。換言すると、注意研究で主張されているところのリソース依存的な処理が要請されるような課題を選択することが必要である。一般に干渉もしくはプライミングは、単独遂行時と二重課題遂行時とのパフォーマンスの比較によって推定されるので、この条件は、課題を単独で遂行するときにも、他の課題と同時に遂行するときにも満たされているべきである。さらに、課題の遂行量を操作するためには、課題の性質だけでなく、被験者の要因についても考慮する必要がある。一部の二重課題実験が行っているように、被験者の課題に対する遂行能力を実験変数とした実験手続き(Green, 1986; Green & Valid, 1986; Keefe, 1985)は、今後の二重課題研究の一つの方向を示している。

以上指摘したような問題点はあるものの、二重課題モデルは、従来の典型的な二重課題実験の結果だけでなく、もっと幅広く応用できる可能性を有している。例えば、従来のラ

テラリティ研究では何等かの刺激を被験者に知覚させ、反応をもとめるという方法がとられることが多い。この手続きは、刺激の処理と反応の出力という2つの課題を被験者に課している。刺激の知覚と反応の表出との間には時間的なずれがあるにしても、被験者の処理過程においては、両方の処理が一部重複しているはずである。したがって、両耳分離聴や視野分割によるこれまでの実験結果を刺激処理と反応処理との相互作用という観点から再考察する機会を、二重課題モデルは提供している。さらに、刺激が呈示される半球と、反応する手を司る半球が同じとき、反応は速くなり、反応の正確さが増加するという前提のもとに従来のラテラリティ実験は行われて研究してきた。しかし、二重課題のモデルが予測する干渉効果の観点からすると、この前提は成立しないことになり (Hellige & Sergent, 1986)、さらに進んだ考察が必要とされる。

二重課題の有用性は多くの研究が認めているところである。特に幼児から老年期の被験者まで幅広い対象に実施することが可能であり、ラテラリティ研究における年齢差、個人差を検討するうえで大きな可能性を二重課題法は持っている。現在、この分野の研究にもっとも求められていることは、相反する2つの効果、すなわち、干渉効果とプライミング効果を規定するメカニズムを明らかにし、それぞれの効果を予測できるモデルを発展させていくことであると思われる。

#### 引用文献

- Allport, D. A. 1980 Attention and performance. In G. Claxton (Ed.), *Cognitive psychology: New directions*. London: Routledge & Kegan Paul.
- 天野清 1976 言語と思考の心理言語学 坂野登・天野清 言語心理学 新読書社.
- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. 1983 *Human cerebral asymmetry*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Cohen, G. 1979 Comment on "Information processing in the cerebral hemispheres: Selective activation and capacity limitations" by Hellige, Cox, and Litvac. *Journal of Experimental Psychology: General*, **108**, 309-315.
- Cohen, G. 1982 Theoretical interpretations of lateral asymmetries. In J. G. Beaumont (Ed.), *Divided visual field studies of cerebral organization*. London: Academic Press.
- Cohen, G. 1983 *The psychology of cognition, 2nd ed.* New York: Academic Press.
- Davies, D. R., Jones, D. M., & Taylor, A. 1983 Selective and sustained-attention tasks: Individual and group differences. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. New York: Academic Press.
- Ellenberg, L., & Sperry, R. W. 1980 Lateralized division of attention in the commissurotomy and intact brains. *Neuropsychologia*, **18**, 411-418.
- Fodor, J. A. 1983 *Modularity of mind*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- 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.

- Friedman, A., Polson, M. C., Dafoe, C. G., & Gaskill, S. J. 1982 Dividing attention within and between hemispheres: Testing a multiple resources approach to limited-capacity information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 625-650.
- Geffen, G., Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. 1973 Attention and hemispheric differences in reaction time during simultaneous audiovisual tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 404-412.
- Green, A. 1986 A time-sharing cross-sectional study of monolinguals and bilinguals at different levels of second language-acquisition. *Brain and Cognition*, 5, 477-497.
- Green, A., & Vaid, J. 1986 Methodological issues in the use of the concurrent activities paradigm. *Brain and Cognition*, 5, 465-476.
- Halford, C. S., Maybery, M. T., & Bain, J. D. 1986 Capacity limitations in childrens' reasoning: A dual task approach. *Child Development*, 57, 616-627.
- Hardyck, C. 1983 Seeing each others's point of view: Visual perceptual lateralization. In B. Hellige (Ed.), *Cerebral hemisphere asymmetry*. New York: Praeger.
- Hass, E. J., & Whipple, J. L. 1985 Effects of a concurrent memory task on hemispheric asymmetries in categorization. *Brain and Cognition*, 4, 13-26.
- Hellige, J. B., & Cox, P. J. 1976 Effects of concurrent verbal memory on recognition of stimuli from the left and right visual fields. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 210-221.
- Hellige, J. B., Cox, P. J., & Litvac, L. 1979 Information processing in the cerebral hemispheres: Selective hemispheric activation and capacity limitations. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 251-279.
- Hellige, J. B., & Sergent, J. 1986 Role of task factors in visual field asymmetries. *Brain and Cognition*, 5, 200-222.
- Hellige, J. B., & Wong, T. M. 1983 Hemisphere-specific interference in dichotic listening: Task variables and individual differences. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 218-239.
- Herdman, C. M., & Friedman, A. 1985 Multiple resources in divided attention: A cross-model test of the independence of hemispheric resources. *Journal Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 40-49.
- Hirst, W. 1986 The psychology of attention. In J. E. LeDoux & W. Hirst (Eds.), *Mind and brain: Dialogues in cognitive neuroscience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hiscock, M. 1986 Lateral eye movements and dual-task performance. In H. J. Hannay (Ed.), *Experimental techniques in human neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Hiscock, M., & Kinsbourne, M. 1980 Asymmetry of verbal-manual time sharing in children: A follow-up study. *Neuropsychologia*, 18, 151-162.
- Hiscock, M., Kinsbourne, M., Samuels, M., & Krause, A. E. 1987 Dual task-performance in children: Generalized and lateralized effects of memory encoding upon the rate and variability of concurrent finger tapping. *Brain and Cognition*, 6, 24-40.
- Johnston, W. A., & Heinz, S. P. 1979 Depth of nontarget processing in an attention task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 168-175.
- Kahneman, D. 1973 *Attention and effort*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Keefe, K. 1985 Motor and cognitive interference effects on unimanual tapping rates. *Brain and Cognition*, 4, 165-170.
- 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.



- Kinsbourne, M. 1978 Biological determinants of functional bisymmetry and asymmetry. In Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical function of the brain*. London : Cambridge University Press.
- Kinsbourne, M. 1982 Hemispheric specialization and the growth of human understanding. *American Psychologist*, **37**, 411-420.
- Kinsbourne, M., & Byrd, M. 1985 Word load and visual hemifield shape recognition : Priming and interference effects. In M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Kinsbourne, M., & Cook, J. 1971 Generalized and lateralized effects of concurrent verbalization on a unimanual skill. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **23**, 341-345.
- Kinsbourne, M., & Hicks, R. 1978a Functional cerebral space : A model for overflow transfer and interference effects in human performance : A tutorial overview. In J. Requin (Ed.), *Attention and performance VII*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Kinsbourne, M., & Hicks, R. 1978b Mapping cerebral functional space : competition and collaboration in human performance. In Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical function of the brain*. London : Cambridge University Press.
- Kinsbourne, M., & Hiscock, M. 1983 Asymmetries of dual-task performance. In B. Hellige (Ed.), *Cerebral hemisphere asymmetry*. New York : Praeger.
- Kinsbourne, M., & McMurray, J. 1975 The effects of cerebral dominance on time sharing between speaking and tapping by preschool children. *Child Development*, **46**, 240-242.
- Kreuter, C., Kinsbourne, M., & Trevarthen, C. 1972 Are disconnected cerebral hemispheres independent channels? : A preliminary study of the effect of unilateral loading on bilateral finger tapping. *Neuropsychologia*, **10**, 453-461.
- McLeod, P., & Posner, M. I. 1984 Privileged loops from percept to act. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X : Control of language processes*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Moscovitch, M., & Klein, D. 1980 Material-specific perceptual interference for visual words and faces : Implications for models of capacity limitations. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, **6**, 590-603.
- Navon, D. 1985 Attention division or attention sharing? . In M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Navon, D., & Gopher, D. 1979 On the economy of the human information processing system. *Psychological Review*, **86**, 214-225.
- Navon, D., & Gopher, D. 1980 Task difficulty, resources and dual task performance. In R. S. Nickerson (Ed.), *Attention and performance VIII*, Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Norman, D. A., & Bobrow, D. G. 1975 On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, **7**, 44-64.
- Norman, D. A., & Bobrow, D. J. 1976 On the analysis of performance operating characteristics. *Psychological Review*, **83**, 508-510.
- 大岸通孝・南憲治・安丸廣 1978 幼児のラテラルリティの発達(2)—finger tapping 実験を中心として—日本心理学会第42回大会発表論文集 892-893.
- Piazza, D. M. 1977 Cerebral lateralization in young children as measured by dichotic listening and finger tapping tasks. *Neuropsychologia*, **15**, 417-425.
- Posner, M. I. 1978 *Chronometric explorations of mind : The third Paul M. Fitts lectures*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Posner, M. I. 1982 Cumulative development of attentional theory. *American Psychologist*, **37**, 168-179.

- Posner, M. I. 1973 On the functions of consciousness. In S. Kornblum (Ed.), *Attention and Performance IV*. New York: Academic Press.
- Segal, S. J., & Fusella, V. 1970 Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals. *Journal of Experimental Psychology*, **83**, 458-464.
- Somberg, B., & Salthouse, T. 1982 Divided attention abilities in young and old adults. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **8**, 651-663.
- Spelke, E., Hirst, W., & Neisser, U. 1976 Skills of divided attention. *Cognition*, **4**, 215-230.
- Sperry, R. W. & Gazzaniga, M. S. 1967 Language following surgical disconnection of the commissures. In C. H. Millikan & F. L. Darley (Eds.), *Brain mechanisms underlying speech and language*. New York: Grune & Stratton.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. 1985 *Left brain, right brain, 2nd ed.* New York: W. H. Freeman and Company.
- Swanson, H. L. 1987 The combining of multiple hemispheric resources in learning: Disabled and skilled readers' recall of words: A test of three information-processing models. *Brain and Cognition*, **6**, 41-54.
- Welford, A. T. 1980 The single-channel hypothesis. In A. T. Welford (Ed.), *Reaction times*. New York: Academic Press.
- Wickens, C. D., Mountford, N. J., & Schreiner, W. 1981 Multiple resources, task-hemispheric integrity, and individual-differences in time-sharing. *Human Factor*, **23**, 211-229.
- Wickens, C. D., & Sandry, D. 1982 Task-hemispheric integrity in dual task performance. *Acta Psychologica*, **52**, 227-247.
- Zaidel, E. 1985 Academic implications of dual-brain theory. In D. F. Benson & E. Zaidel (Eds.), *The dual brain*. New York: The Guilford Press.
- Zaidel, D., & Sperry, R. W. 1977 Some long-term motor effects of cerebral commissurotomy in man. *Neuropsychologia*, **15**, 193-204.
- 1) 本論文は、昭和61年度科学研究費奨励研究(A)(課題番号61710050)による研究の一部である。