

半球優位性を規定する時間的要因

大 岸 通 孝

1. 半球優位性についての最近の観点

神経心理学における人間の脳半球機能の非相称性の研究方法には、(a)脳損傷部位と精神機能障害の関係をみる病理学的方法と、(b)正常者を被験者に用い、運動技能や感覚器に与えた刺激の認知量の左右差を調べる方法が主にあげられる。一般に言語領は左半球にあると考えられ、後者の研究法では言語刺激を呈示したとき、右側の視野・耳・手の方が左側に比べ、刺激の再認や再生を正確に、あるいは速く行なえること（有利性）を左半球の言語優位性と関係づけて解釈される。逆に、非言語刺激呈示のときには、左側の感覚器の成績が良く、右半球優位性と解釈される。

半球優位性の心理学的研究が盛んになってからまだ20年も経過しないが、1960年代の研究では、刺激がその種類によって、どちらの半球でより効率よく処理されるかを調べるのが中心であったのに、1970年代になると、優位性を刺激の側からではなく、情報処理の様式から考え、左半球優位性を生ぜしめる言語的性質とは何か、右半球優位性を生ぜしめる非言語的性質とは何かに注目する研究が増加してきた。例えば Ornstein⁵⁰⁾ は「左半球は分析的思考、特に言語と論理を優位に司どり、論理が因果的連鎖と順序に依存するため、論理的思考にとって必要な情報を継時的に処理する。一方、右半球は空間定位、芸術的才能、顔の認知、身体感覚に反応し、左半球よりも散漫に情報を処理し、時系列上というよりむしろ同時の様式で情報を統合する」と考えた。こうした理論の背景には、言語——非言語の次元での刺激の二分法では解釈できない実験結果、例えば図形のマッチングでは右視野の再認が速く、文字のマッチングでは左視野が速いとか、非言語音の音程の変化やリズムの再生では右耳有利性が示されることなど^{26), 52), 54)}、が次第に多く報告されてきた事実がある。このような結果を解釈するには、実験課題が被験者に要求する情報の処理様式を考えねばならぬが、2つの解釈が可能だろう。

その1つは、被験者が何らかの verbal coding を行なったか否かにより、優位半球が変わると考え、人間以下の動物には存しない高次精神機能としての言語の役割を重視する方向である。この立場の代表は motor theory を唱える学者たちで、人間には本来的に言語を解読するのに必要な grammatical code (生成文法でいう深層構造に匹敵する) が備わっており、この code を扱う点において左半球は右半球と異なると考える。彼らは特に音声聴取（特に破裂子音）にみられる範疇的知覚⁴⁰⁾には grammatical code が必須であるとし、それは複雑な調音を可能にする人間の音声器官の進化により可能になったと想定した。サルに言語がないのは精神機能が発達していないからというより、音声器官（咽頭付近）の構造が複雑な調音活動に必要なほど進化していない事実⁴¹⁾によると考え、そこに人間だけに存在する言語機能の特殊性を認めようとしている。しかし、彼らは grammatical code の本質的な構造については、ほとんど述べていないように思われる。

もう一つの解釈は、左半球には局左化した精神機能が備わっており、言語の左半球優位性は、

そうした機能の1つの現われとみることである。この立場では、新しい二分法⁴⁹⁾の概念で両半球機能、更には精神機能の考察がなされており、ことに言語処理に必要な時間的側面を重視した。focal-diffuse (焦点的—散漫)、digital—analog (離散—連続)、sequential—simultaneous (継時—同時)、serial—parallel (時系列—平行)、temporal—spatial (時間—空間)などの概念は主に情報理論の影響を受けて用いられるようになってきたが、これらをまとめて考えるならば、時系列的な単一次元上のタイムシリーズに沿って情報を処理するか、時系列に乗らない多次元的な処理をするかで、半球機能をとらえなおせるのである。これから問題とする「時間性」というのは、長さ duration ではなく、時間的流れ、あるいは時間的前後関係をさす(時間の duration 知覚²⁷⁾では半球機能の優位性は見出されていない。)

2. 言語の時間的側面

人間の行動における継時的側面の重要性に初めて触れたのは Lashley³⁶⁾であり、運動機能全体に継時的な働きが作用し、スピーチはその一例であると考えた。Lashley によれば、言語は思考過程の最も高次に発展した形態で、大脳皮質の統合的機能を代表するが、日常の行動、そのうちでも高速度で行なわれる運動(例えばタイプ操作、ピアノ演奏)では、神経信号が末梢から中枢へ送られ、筋肉の収縮開始のタイミングを調節する中枢走査機構(central scanning mechanism)が働き、言語行動にも大きな役割を果している。連続して音素を一定の順序で発音できるのは、この機構があるからである。しかし、スピーチでは時間的要因以外に、話し手が聴覚的自己フィードバックを受けて発声を調節している可能性も考えねばならず、時間的な機能は最少限に狭められるとも、考えられるが、最近の研究で連続して子音を発する際には、個々の音が重なりあって調音されており、1つの音素を発したあと、そのフィードバックを受け、そのあと次の音を調音していく余裕はなく、Lashley³⁰⁾の唱えるような中枢での時系列的プログラミングが発声をコントロールすることが示唆されている。

Lashley は主に行動の出力面に注目しているが、同時的な情報が入力される視覚についても、眼球運動により情報の時系列的変換がされていると考えた。

Lenneberg³⁸⁾も同じく、時間を言語の生理学における最も重要な要因とみて、言語のパターンを構成する要素は全く時間的な性質であるとした。彼の理論では人間の音声器官は発話運動の時間的要求に調節されるとは考えられないが、仮にそうであるにしろ、脳は言語行動に固有の時間的順序を形成するプログラムを立てうる神経生理学的特殊化(脳は言語に固有の時間的順序を形成できること)を仮定せねばならぬ。また、音素だけにとどまらず、階層的に上の形態素、句、文についても各、その時間的順序のプログラムが必要であることを認めている。

3. 継時—同時の分類概念

この概念は、アメリカでは Neisser⁴⁸⁾が情報処理様式を説明するために初めて用いたが、既にその前に、Luria⁴³⁾は病理学的事例研究から、successive synthesis (継時的統合)と simultaneous synthesis (同時的統合)という次元で人間の精神機能を考えた。同時的統合は後頭頭頂部において行なわれ、システム内の関係を全体的に把握する上で重要で、対象の真接的知覚・全体的記憶に働く。継時的統合は前頭側頭部(主に左半球)で司られ、知覚や記憶にもみられるが、

その典型例はスピーチで、文法の統語的要素の処理は文構造の時系列的関係に依存していると考えられた。この2つの統合様式が人間の精神機能においても現われている事実を、Das は知能検査^{14), 15)}の因子分析により確認した。

Lashley も Luria も機能的に相反する二つの過程が、別的大脑半球で優位に行なわれるとは述べていないが、time dependent な継時的機能と time-independent な同時的機能は同じ半球に共存しえないから、半球機能の特殊化が生じた、と Gordon & Bogen は仮定した。²⁴⁾そして、時間に依存するか否かが両半球間の決定的な相違であるとしている。右半球を麻痺させた患者に歌をうたわせたとき、音程の障害はみられたが、時間的側面のリズムはほとんど障害を受けなかったことは、この仮定と裏付けると考えられた。

では、この time-dependent な左半球機能の仮定は神経心理学的研究データによって、どの程度裏付けられているだろうか。言語機能との関連を見る意味で、継時的処理機能の表出（運動）的側面と、受容（知覚）的側面に分けて、次に述べる。

4. 継時処理の運動的側面

スピーチをしている間、手の動きが多くなるのは左半球がスピーチにより活性化されたことによると Kimura は考えたが、最近の Lomas & Kimura の研究では、指を一定の時間間隔で動かせる運動（タッピング）の最中にスピーチをさせると、それまでうまくできていた運動が乱れた。^{31), 32)}これはスピーチを司る中枢は迅速な筋肉の分節運動をも支配していることが示されている。また、両手を同時に運動させたとき、右腕の方が継時的なタッピング運動を速くできるのは、左半球が右半球に比べ、身体感覚運動の時間的機能についてもすぐれていることを表わしている。⁴²⁾失語症⁶⁶⁾の研究でも右半身を左半球の損傷により麻痺した患者は左手を使ってもタッピングを円滑に繰り返せないことが報告され、運動の時間的タイミングの記憶は左半球に貯蔵されていると解釈された。⁴⁶⁾

女子は男子よりも発達的に言語機能の優位性が早く生じるといわれているが、性差を見た研究では、左手より一定したリズムで指を動かせる程度は、男子よりも女子の方が大きく、前述の研究結果の解釈（つまり、左半球は単純な運動行為の時間的体制化の働きを支配すると考えること）を間接的に裏付けている。しかし、これらの研究に共通していえることは、両手の運動機能が時間的課題以外では差がないことを、はっきり証明しておらず、利き手の方がよく使われるから動きやすいだけなのかもしれないという疑問は残る。⁶⁵⁾

以上のような手の動きが、言語と最も密接に結びつけられるのは手話言語である。人間のように発声することはできない類人猿も、聾啞者が用いる手の動きによる言葉の表現はできたし、また、単語を示すキーを手で順序よく押して簡単な文を表現しうる。⁵³⁾この発見は motor theory の学者たちが考えていたほどには、人間と他の動物とを隔てる壁は厚くはないことを示しており、継時的処理機能の系統発生的な連続的進化を示唆している。

5. 継時処理の知覚的側面：時間的前後判断（temporal order judgement）の半球優位性

継時的に呈示される2刺激の時間的な呈示順序（temporal order, TOと略す）の研究は Hirsh & Sherrik²⁹⁾により理論化されているが、Efron^{17), 18)}は継時的判断が単に言語刺激についてだけでなく

く、非言語刺激を用いた場合にも左半球優位性が得られることを明らかにした。彼の仮説¹⁷⁾は、「時間的弁別が行なわれる中枢神経組織は言語優位半球にあるから、右半球の入力は脳梁を通して左半球に運ばれる。従って右視野より数 msec 早く左視野に情報がはいったときに同時と知覚される。」というもので、右利きの正常者を使った実験で、この数 msec の時間的ずれを見出した。

Efron の TO 判断仮説を証明するデータは主に大脳損傷者を被験者に用いた研究から得られている。被験者が左半球損傷の場合、刺激様相が聴覚でも視覚でも TO 判断が悪化する現象は Swisher & Hirsh⁵⁵⁾ の研究で確かめられているが、言語処理よりも、TO 判断の方が basic かどうかは断定できないと、慎重な態度をとっている。

失語症の子どもでは正常児よりも、非言語的な 2 つの刺激を時間的にずらせて呈示した場合、正確に TO を報告するには刺激間隔が離れていなければならなかった。空間的な手がかりのある視覚刺激よりも、純粋に時間的な流れで処理せねばならない聴覚刺激呈示の場合に、この傾向は著しかった⁵⁶⁾。

Efron は自己の仮説を発展させ、¹⁸⁾「入力、出力の time-labelling は優位半球の側頭葉で行なわれる。つまり『現在』『今』という感じは刺激が左半球に達して初めて起る。」と考えた。その証拠として、既視体験現象が右半球損傷によって生じやすいことを例にとり、正常の状態では優位半球において、非優位半球から数 msec 遅れて送られてくる情報と優位半球が受けた情報とを同じものとして受け入れるが、右半球損傷による発作で情報が左半球へ送られるのが数 100 msec 遅れると、一つの事象が二度あったと体験されることになる。従って患者は、記憶痕跡もないのに、今知覚したことがすべて前に起ったことがあるように思われるのである。しかしこの解釈については異論もあり⁵⁷⁾、あらゆる精神活動を左半球に局在させるわけにいかない証拠として、右半球側頭葉の電気刺激による認識の錯覚があげられている。

TO 実験を複雑にし、数個の刺激の時間関係を報告させる継時課題では、同じく左半球優位性が示される。例えば、両手の機能差をみると、左半球の支配を受ける右手の成績は継時課題（4本の指に刺激を継時的に与え、その順序を報告させる）で良かったが、空間課題（同じく刺激を指に与えるが、⁴⁷⁾呈示順序に関係なくどの指に何回受けたかを報告させる）では左手の成績の方が良かった。¹⁾ Albert の実験では sequencing test（実験者が指示した順序で、数個の物体を指す検査）では右半球損傷者に比べ左半球損傷者の方が成績が悪かった。この結果を Albert は、「言語能力の発達は最初は聴覚的な機構に依存しており、聴覚的に与えられる言語刺激は継時的である。左半球は言語的音響入力の継時的側面を保持し利用する能力にすぐれているのであり、故に、左半球の言語優位性は刺激の時間的側面の符号化に基いている」と考察した。また、伝導性失語症者（自発性スピーチや朗読・書字に障害がみられる）は 1~4 個の項目を再生することはできたが、正しい順序では覚えられなかった⁵⁹⁾。更に、失語症者は言語そのものの理解に障害があるというよりは、聴覚的に連続する入力を時系列的に処理できないから、刺激呈示速度を落とすことにより言語理解も改善されるという結果はやはり Albert の仮説を支持している。⁶²⁾ Brookshire は、⁷⁾ Luria が継時統合中枢と考えた後頭頭頂葉に損傷を受けた語義失語症者は、聴覚課題だけでなく、視覚課題（空間手がかりも用いられ容易）でも障害がみられることを報告した。

言語の別の障害である読書能力低下の子どもは Knox cube task（4つの立方体を実験者が触

れた順に被験者に触れさせる課題¹²⁾の遂行が劣るとの報告がある。Zurif & Carson⁶⁷⁾は失語症者を用い、非言語的聴覚・視覚刺激の時間的側面の処理に劣ることを見出し、その原因は言語のもつ諸次元がすべて時間的である（即ち、書字言語の知覚でも、空間的なものを時系列に再構成してとらえねばならない。）ことによると考えた。

この節で引用した文献は病理学的な研究が多いが、Lenneberg は、麻痺や筋肉疾患に起因する異常を除き、ことばに関する中枢神経異常のほとんどが、時間的調節メカニズムの異常として特徴づけうると断言している。

以上のように継時的な行為や継時的な事象の知覚には、左半球の機能がかわっていることは明らかだが、個人内の言語的な能力による機能がこうした処理には働いていると考える可能性は捨てきれない。そこで、次に、言語の表出、理解自体に含まれる事間の特性を見てみたい。

6. 言語表出面での時系列化

音素や単語を連続して発することにより我々のスピーチは成立するが、Galen & Hoopen²¹⁾は、スピーチの準備段階では他の motor control は抑制されることから、スピーチの遂行には一次元的な処理過程 (Single channeledness) が必要であると考えている。すでに述べた研究でも示したように子音の連続的な調音にはプログラム化されたタイミング・メカニズムが必要であるが、Lashley はまた日常のスピーチで、音素の位置が入れ替わる Spoonerism 現象に注目した。この現象はタイプの打ち間違えと同じように、時系列的配列の中枢プログラムの混乱によると考えたが、2つの音素が接近した位置にあり、話者が普段より話すときに Spoonerism は起こりやすいことから、中枢の走査メカニズムが連続した音素の順序を十分に把握しえないとき、つまり頭の中に思いうかべた音素系列の TO 判断^{44) 45)}がうまくいかないときに起こると考えられる。Mackay はこのような仮説を出し、あらかじめ全体の発音を構成する associative chain⁶⁴⁾があるという Wickelgren の仮説に反対したが、Wickelgren も、スピーチの表出には継時・同時の両方の処理が働くが、少なくとも単語のレベルでは継時的処理が必要であることを認めている。

7. 言語知覚のもつ時間的側面

言語入力²⁸⁾の理解、特に音声認知に関しては Hirsh が、“split”を“slit”から区別するのは /s/と/l/のあいだに存在する、ごくわずかの時間的間隔をとらえることにかかっていることを例にあげ、時間的なパターンは聴覚に特有的と考え、言語構造全体、文法構造も、展開した一次元上の事象間の順序をとり扱っていると考えられている。音声の聴取にあたって短時間に生起する音素系列を理解するには TO 判断が必要だが、言語音は非言語音に比べ、はるかに速い速度で処理されうる。即ち1分間に約400語聴取され、これは1秒に約30個の音素が聞きとら⁴⁰⁾れることになる。この能力から、言語聴取の特殊性を見ようとするのが motor theory¹¹⁾の立場で、音声聴取の active theory と呼ばれる。

一方、passive theory は音響的側面からスピーチをとらえる立場で、特に最近^{13) 22)}は左半球が優位なのはこの音響的な特徴抽出にすぐれることを見出した研究が報告されるようになった。Warren & Byrnes⁶⁰⁾は TO 知覚を2段階に分けて考え、Type I の段階では個々の音素を直接的に命名することにより連続する事象がとらえられ、Type II では聴覚的パターンが全体的に再認され、全体

が言語的なラベルを付与されている。Type II の判断は Type I で判断するにはパターンの持続時間が短かすぎるときに有効であるが、Type I の判断が何回か繰り返されることにより、要素間の順序を示すラベルが付与されると、間接的に TO が理解されるようになる。Type I では数 100 msec の間隔が必要なのが、Type II では数 msec で済む。Type II の判断はスピーチの時間的弁別の際に行なわれ、個々の音素の固定をその前にしなければならない。Warren & Obusek⁶¹⁾ は、日常のスピーチの聴取では個々の音素を同定したあと、音節や語の配列を分析するといった単純なマルコフモデルはあてはめられないと考えている。単語の視覚的認知についても、読書に熟練するにつれ、文字レベルの認知から、単語レベルの認知に変化することが明らかにされている。⁵⁸⁾

それではスピーチ知覚で、我々は何を知覚の最小単位にしているのだろうか。スピーチの知覚が音素レベルでないことを示す研究として Fodor & Bevor²⁰⁾ の研究があげられる。ここでは、被験者が一方の耳に文、他方の耳にクリック音の一つを与えられ、文のどの位置にクリックが与えられたかを記すことが求められた。その結果、クリックはそれが与えられた場所に最も近い、文法上の切れ目に与えられたように知覚され、また、切れ目に与えられたときの方が誤答が少なかった。この研究に続いて報告された実験では、クリックが正確に時系列上に同定されやすいのは、文法上の基礎構造の境い目ではなく、表層構造の切れ目に与えられたときであるとの結果が得られた。⁸⁾ スピーチでは、統語的な分節化が成されるよりも、アクセントやイントネーションによる分節化が成されやすいことを示した研究もある。⁵¹⁾ Lehiste³⁷⁾ は従来のクリック音の手続で、客観的呈示位置と主観的呈示位置の関係を調べ、stressed word の前に呈示されたクリックは stressed word の中にあるように聞かれ、stressed word の中に呈示されたクリックは正確に呈示位置を報告された。この事実は、それまで考えられていた以上に表層の現象にクリックの同定が左右されることを示している。Lehiste はこの結果から、スピーチ知覚に、一次過程（聴覚的知覚段階で、音声の強さなど音響的な分析がされる）と、言語的過程（音素や統語的事象の分析）の 2 過程があると考えた。このクリックを用いた諸研究は、スピーチを何らかの手がかり、特に音声の強さや高さなどの音響的特性により分節化し、その各分節間の関係を時系列的に処理することを示している。

スピーチの中では文がこのように分節化して知覚されるだけでなく、各音素を聴取する際つまり Type I の TO 判断でも、個々の音素を分けて知覚する手がかりを与えると、音素間の TO が正確に知覚されることが、Cole & Scott¹⁰⁾ により報告されている。練習を積んでいない被験者は 4 つの音の TO 判断に非言語音では各音が 700 msec 持続することを必要とする。しかし、母音の前に子音のフォルマント移行部をつけると、auditory stream segregation（個々の音を短い間隔で繰り返すと、個々の音が別々の流れとなって聞きとられる現象）は知覚されず、母音の TO が正確に報告された。破裂子音の移行部を母音に付けたときも、同様に TO 判断が良くなる。¹⁶⁾ このような結果は移行部を母音の前につけることで、音素が CV（子音+母音）の単位としてとらえられやすくなり、他の音素と区別され、全体の音素の流れが分節化されるからと解釈される。更に、CV 音節では耳の有利性がみられるのは、子音のフォルマント移行部が時間的パターンを鮮明にするからである。⁴⁾

では、非言語音の系列に分節化しやすい操作を加えた場合にはどうだろうか。スピーチ知覚に如何なる単位を考えるのであれ、スピーチは一時に継時的に現われる事象を含むのであるから、

スピーチの処理と非言語音の知覚には同じシステムが機能していると考えた方が、基本的には同じような知覚課題に全く異なるシステムを仮定するよりは妥当である。このように見地から Bond⁵⁾ は次のような実験を行なった。4つの非言語音を連続して呈示しその TO を求めたが、実験1では各音の強度を等しくし、実験2では、各部にアクセントの変化をつけて呈示した。結果は、言語に異常のない者では実験2の TO 判断が著しく良かったのに、失語症者はどの音が聞こえたかは理解できたが、4つの音の時間順序の判断については実験間の成績の違いはみられなかった。このように音響的な特性により個々の音素を chunking してとらえる機能は非言語音の TO 判断だけでなく、スピーチの知覚とも関係することを、この結果は示している。つまり連続的に流れ込む情報を時系列的に処理するには、要素要素に分けて、つまり analog 的なものを digital なものに変換することが前提である。

継時的に非常に接近して与えられる二刺激を互いに独立なものとして弁別する知覚の時間的分離能力は、そのような言語処理の前提から考えられる現象としての二刺激の時間的継起を知覚する上で必要だが、両耳に時間的に極くわずかに離れたクリック音を1つずつ呈示し、2つの音が1つの音に聞こえるようになる時間間隔を求めた実験では、左半球損傷者は正常者と右半球損傷者よりも閾値が高く、また左半球損傷者のうちでも側頭葉損傷者の方が2つの音が時間的に離れていても1つの音と感ずる傾向が強い。視覚についても、2つの光の融合閾は、読書能力の劣る子供では高くなることが知られている¹⁹⁾。同じく視覚刺激を使った臨界融合閾度 (CFF) は、前記の課題に比べ末梢的であるといわれるが、左半球切除では頻度が上昇するのに対し、右半球切除では変化がないという報告もされている²³⁾。これらの実験は、左半球機能が、temporal resolution あるいは temporal acuity にすぐれることを意味し、このような情報を時間的に離散的にとらえる機能は、時系列的情報の分析の際の前提となる。

この節で述べた時系列的処理のための分節化の機能は、破裂子音の範疇的知覚や、色のカテゴリー的分類などとも関連があるのではないと思われる。

8. 非言語課題の左半球優位性を生ぜしめる要因

半球優位性を時間的側面からとらえる際、矛盾すると思われるのは、音楽は時間的な流れに乗って与えられるのに、左有利性（即ち右半球優位性）が報告されてきたことである。しかし、Halperin et al²⁶⁾ は、周波数の変化と持続時間の変化のそれぞれについて、つまり一次元上だけで変化する条件を設定した。この場合、音のパターンが1音だけで変化のないときには左耳有利だが、継時的に変化する2音、3音から成るパターンに対しては有利性が右に移行していった。この結果から、著者たちは、言語材料には継時的な性質があり、それが左半球機能と関係していると考えた。

また、リズムの再認実験を行なった研究では、前記の実験で右耳利性が示されたのは反応方法が口答であるかもしれぬと考え、coding sheet による再認法を用いたが、結果は同様に右耳有利だった。Spellacy⁵⁴⁾ も、音の時間的変化に注目させた場合には右耳有利性が示されるとの結果を得た。

Bever & Chiarello²⁾ は、一般人と違って音楽家は左半球で音楽処理を行なうことを明らかにし、それは音楽を分析的にとらえるからだと考えたが、ここでいう分析的とは、音の流れがもつ幾つ

かの特性のうちのある一つの特性についてのみ被験者が注意を向け、その時間的な変化をとらえるような構えのことであり、分節化して個々の要素の時間的流れを処理することに他ならない。Bever et al.³⁾ は前記の実験と対応する実験を、言語材料を用いて行なった。すなわち、音節の同定に要する反応時間は、音節を全体的にとらえる際には左右差はみられないが、音節の個々の音素に注目して、つまり分析的に知覚せねばならぬときはじめて左半球優位性（つまり右視野の音節に速く反応する傾向）が示される結果が得られた。

結局、半球優位性を考える上で問題となるのは刺激が時間的な流れで呈示されるかどうかというのではなく、人間が刺激を時系列的に処理するかどうかの問題なのである。

9. 言語課題が左半球優位性を生ぜしめる要因

最後に言語刺激を与えた場合に左半球優位性が示されるのは、情報を時間的に、あるいは時系列的に符号化するのにすぐれているからであることを示す研究を挙げる。

単語を同時に両耳に数個ずつ呈示する dichotic listening の実験では、右耳に与えられた語の方が正確に報告されることが一貫して示されている。その解釈の1つは、右耳の情報は直接左半球言語領に送られるのに対し、左耳の情報は脳梁を通して言語野に送られる際に情報のロスが生じると考える立場である。しかし、このロスは両耳間の正答数を有意に減少させるほど大きなものだろうか。また、交連切断患者を用いた実験から、右半球は簡単な語は理解できることがわかっており、dichotic listening で用いられる語も数字など簡単な名詞であることが多いのに左右差が生じるのは何故か。

Kinsbourne は優位性の別の解釈として、課題にとって優位な半球と反対側の方に注意が向くからであるという仮説を出している。

Bosshaadt & Hörman⁶⁾ はこれら2つの解釈をふまえた上で被験者にどちらか一方の耳にだけ注意を向けさせ、両耳にそれぞれ異なる5つの2音節名詞を呈示する実験を行なったが、その結果、両耳間の応答様式の特徴的な違いは正答数ではなくて、語を報告する順序にみられた。つまり左耳の単語よりも右耳の単語は呈示された順序どおり報告されることが多かった。彼らが引用している研究では、片耳に文あるいは単語のランダムな系列を呈示した場合、ランダムな系列では正確に想起された語数に両耳間の差はなかったのに対し、文呈示の条件では、右耳の情報を文法的な誤りや意味的誤りが少なく想起できた。Bosshaadt & Hörmann はこの結果の解釈を、左半球が右耳の情報を時間的により正確に順序化して、つまり時間的な刻印づけ (prägnant) がなされて貯蔵されるためであると考えた。dichotic listening は短期記憶の実験であるから、想起するときに、情報の検索に都合のよいように時間的に整頓されて記憶されている右耳の情報はより正確に報告されるのだ。同じ著者たちは、反応のスピードに関しても右耳がすぐれていることも突きとめ、タイムシリーズに沿った検索が円滑にゆくような刺激の体制化が左半球で行なわれていると考えている。

このような時系列的な刺激の体制化は視覚においてもみられるのだろうか。Cohen⁹⁾ は継時的処理と同時的処理間の違いは半球間の機能差に反映すると考えた。そして Neisser 以来、人間の情報処理様式をみる目的で行なわれてきた、文字群の same-different 判断の課題を用いた。変数として文字数 (2~4 個) を採用し、文字の数が多くなるにつれて same 判断 (すべての文字が同

じと反応する場合で、すべての刺激文字を分析しなければならない)の正答に要する反応時間の変化をみた。different 反応は、他の文字と異なる文字を見つけたところで分析を打ちきるとも考えられ、文字数との関係を見る上では適当ではない。結果は右視野に刺激を呈示したときには文字数の増加に従って反応時間がふえていった(継時的処理が行なわれたと推定される)のに対し、左視野では文字数にかかわらず反応時間は一定であった(同時的処理が行なわれたと推定された)。ただし刺激が図形の場合には、文字のように明瞭な結果が見出されなかったことから、Cohen は継時一同時の処理の違いは言語的な刺激に対してのみ現われると結んでいる、しかし、文字と図形では、文字の方がカテゴリー的にはっきりした、より離散的な刺激であると考えられ、時間的な処理にうまく乗りやすいと思われる。

10. ま と め

本論文では大脳半球優位性を決定する要因は、時間的な処理をするか否かによることを示す研究例を紹介した。しかし、まだ左半球優位性＝時間的処理機能と断定するには研究データが不足している。特にスピーチに関しては研究数は比較的多いが、書字言語の処理過程、つまり空間的なものを時間的なものに変換する働きについては、知覚的側面についても、運動的側面についても十分知られていない。

こうした事実を除いても、いくつかの問題点がある。第一の問題は、言語と言語以外の継時的な処理能力の関係をみた研究は病理学的なのが多く、課題遂行が悪いのは、課題の言語的な理解ができなかったからかもしれないことである。第二には、失語症や読書障害を全体的に継時的処理に劣るために生じたと考え、症状の質的な差異については考慮が払われていないが、時間的な処理中枢を考えるならば、大脳半球の片側の病変で生じる言語障害に表出性とか受容性とかの違いがあるのはどうしてか解釈しきれない。そこに別の要因が半球優位性を規定する上で介入しているのかもしれない。第三に、言語を刺激として用いた研究では、その時間的側面を問題とし、意味的な面については十分吟味されていないことも大きな問題であろう。

こうした問題点はあるにしろ、時間的な処理能力が左半球には右半球以上に存在することは認められる。しかし、これまでの研究をみると時間的な処理といっても数段階の過程があり、その個々の過程に左半球優位性が現われるだけでなく、図1に示すような処理全体が一つの時系列的な流れを構成していることがわかる。

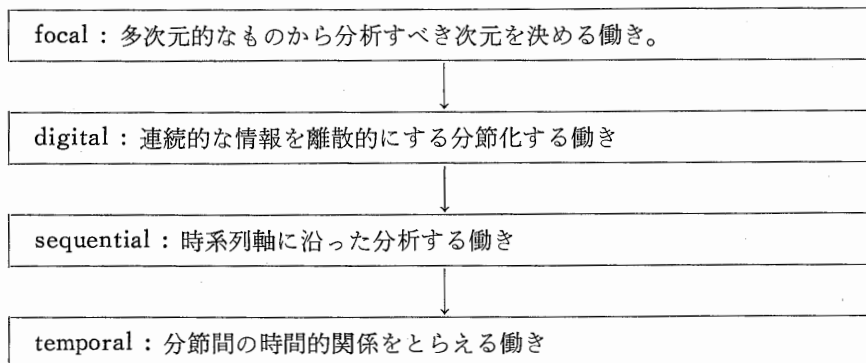


図 1. 時間的な処理過程の諸段階

Gregory²⁵⁾ のように、大脳は本来生物学的には analog 的であったのが、言語の使用により digital な性質を持つようになったとも考えられ、言語により精神機能の分化が大きく促進されたのは確かであるが、その前提に、言語を操作できる機能が進化の過程で生じ、それが機能的に一側化していったということを考えねばならない。

引用文献

- 1) Albert, M. L. Auditory sequencing and left cerebral dominance for language. *Neuropsychol.*, 1972, 10, 245-248.
- 2) Bever, T. G. and Chiarello, R. J. Cerebral dominance in musicians and nonmusicians. *Science*, 1974, 185, 537-539.
- 3) Bever, T. G., Hurtig, R. R., and Handel, A. B. Analytic processing elicits right ear superiority in monaurally presented speech. *Neuropsychol.*, 1976, 14, 175-181.
- 4) Blakemore, C., Iversen, S. D., and Zangwill, O. L. Brain functions. *Annual Review of Psychology*, 1972, 23, 413-456.
- 5) Bond, Z. S. On the specification of input units in speech perception. *Brain and Language*, 1976, 3, 72-87.
- 6) Bosshardt, H. G. and Hörmann, H. Temporal precision of coding as a basic factor of laterality effects in the retention of verbal auditory stimuli. *Acta Psychol.*, 1975, 39, 1-12.
- 7) Brookshire, R. H. Visual and auditory sequencing by aphasic subjects. *Journal of Communication Disorders*, 1972, 5, 259-269.
- 8) Chapin, P. G., Smith, T. S., and Abrahamson, A. A. Two factors in perceptual segmentation of speech. *J. verb. Learn. verb. Behav.*, 1972, 11, 164-173.
- 9) Cohen, G. Hemispheric differences in serial versus parallel processing. *J. exp. Psychol.*, 1973, 97, 349-356.
- 10) Cole, R. A. and Scott, B. Perception of temporal order in speech: The role of vowel transitions. *Canad. J. Psychol.*, 1973, 27, 441-449.
- 11) Corcoran, D. W. J. Pattern Recognition. Harmondsworth: Penguin Books, 1971.
- 12) Corkin, S. Serial-ordering deficits in inferior readers. *Neuropsychol.*, 1974, 12, 347-354.
- 13) Cutting, J. E. Two left-hemisphere mechanisms in speech perception. *Perception and Psychophysics*, 1974, 16, 601-612.
- 14) Das, J. P. Structure of cognitive abilities: Evidence for simultaneous and successive processing. *J. edu. Psychol.*, 1973, 65, 103-108.
- 15) Das, J. P., Kirby, J., and Jarman, R. F. Simultaneous and successive syntheses: An alternative model for cognitive abilities. *Psychol. Bull.*, 1975, 82, 87-103.
- 16) Dorman, M. F., Cutting, J. E., and Raphael, L. J. Perception of temporal order in vowel sequences with and without formant transitions. *J. exp. Psychol.: Human Perception and Performance*, 1975, 104, 121-129.
- 17) Efron, R. The effect of handedness on the perception of simultaneity and temporal order. *Brain*, 1963, 86, 261-284. (a)
- 18) Efron, R. Temporal perception, aphasia and déjà vu. *Brain*, 1963, 86, 403-424. (b)
- 19) Fenelon, B. and Wortley, S. Effect of auxiliary acoustic stimulation of two-flash fusion thresholds of reading disabled children: A study using Nitrazepam. *Percept. Mot. Skills*, 1973, 36, 443-450.
- 20) Fodor, J. A. and Bever, T. G. The psychological reality of linguistic segments. *J. verb. Learn. verb. Behav.*, 1965, 4, 414-420.
- 21) Galen, G. P. v. and Hoopen, G. T. Speech control and single channelness. *Acta Psychol.*,

- 1976, 40, 245-255.
- 22) Godfrey, J. J. Perceptual difficulty and the right ear advantage for vowels. *Brain and Language*, 1974, 1, 323-335.
- 23) Goldman, P. S., Lodge, A., Hammer, L. R., Semmes, J. and Mishkin, M. Critical flicker frequency after unilateral temporal lobectomy in man. *Neuropsychol.*, 1968, 6, 355-363.
- 24) Gordon, H. W. and Bogen, J. E. Hemispheric lateralization of singing after intracarotid sodium amylbarbitone. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 1974, 37, 727-738.
- 25) Gregory, R. L. *The Intelligent Eye*. London: Weiden and Nicolson, 1970.
金子隆芳訳, インテリジェント・アイ, みすず書房, 1972.
- 26) Halperin, Y., Nachshon, I., and Carmon, A. Shift of ear superiority in dichotic listening to temporally patterned nonverbal stimuli. *J. acoust. Soc. Amer.*, 1973, 53, 46-50.
- 27) Hicks, R. E. and Brundige, R. M. Judgements of temporal duration while processing verbal and physiognomic stimuli. *Acta Psychol.*, 1974, 38, 447-453.
- 28) Hirsh, I. J. Information processing in input channels for speech and language: The significance of serial order of stimuli. In C. H. Millikan and F. L. Darlii (Eds.), *Brain Mechanisms Underlying Speech and Language*. New York: Grune and Stratton, 1967, pp. 21-38.
- 29) Hirsh, I. J. and Sherrick, C. E. Jr. Perceive order in different sense modalities. *J. exp. Psychol.*, 1961, 62, 423-432.
- 30) Kent, R. D. and Moll, K. L. Articulatory timing in selected consonant sequences. *Brain and Language*, 1975, 2, 304-323.
- 31) Kimura, D. Manual activity during speaking: I. Right-handers. *Neuropsychol.*, 1973, 11, 45-50.
- 32) Kimura, D. Manual activity during speaking: II. Left-handers. *Neuropsychol.*, 1973, 11, 51-55.
- 33) Klatzky, R. L. Interhemispheric transfer of test stimulus representation in memory scanning. *Psychon. Sci.*, 1970, 21, 201-203.
- 34) Klatzky, R. L. and Atkinson, R. C. Specialization of the cerebral hemispheres in scanning for information in short-term memory. *Perception and Psychophysics*, 1971, 10, 335-338.
- 35) Lackner, J. R. and Teuber, H.-L. Alterations in auditory fusion thresholds after cerebral injury in man. *Neuropsychol.*, 1973, 11, 409-415.
- 36) Lashley, K. S. The problem of serial order in behavior. In L. A. Jeffress (Ed.), *Cerebral Mechanisms in Behavior*. New York: Wiley, 1951, pp. 112-146.
- 37) Lehiste, I. The units of speech perception. In J. H. Gilbert (Ed.), *Speech and Cortical Functioning*. New York: Academic Press, 1972, pp. 187-228.
- 38) Lenneberg, E. *Biological Foundations of Language*. New York: Wiley, 1967.
佐藤・神尾訳, 言語の生物学的基礎, 大修館書店, 1974.
- 39) Liberman, A. M. The specialization of the language hemisphere. In F. O. Schmitt and E. G. Worden (Eds.), *The Neuroscience*, Cambridge: The MIT Press, 1974, pp. 43-56.
- 40) Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., and Studdert-Kennedy, M. Perception of the speech code. *Psychol. Rev.*, 1967, 74, 431-436.
- 41) Lieberman, P., Klatt, D. H., and Wilson, W. A. Vocal tract limitations on the vowel repertoires of rhesus monkeys and other nonhuman primates. *Science*, 1969, 164, 1185-1187.
- 42) Lomas, J. and Kimura, D. Intrahemispheric interaction between speaking and sequential manual activity. *Neuropsychol.*, 1976, 14, 23-33.
- 43) Luria, A. R. *Higher Cortical Functions in Man*. New York: Basic Books, 1966.
- 44) MacKay, D. G. Spoonerisms of children. *Neuropsychol.*, 1970, 8, 315-322.
- 45) MacKay, D. G. Spoonerisms: The structure of errors in the serial order of speech. *Neuropsychol.*, 1970, 8, 323-350.
- 46) McFarland, K. A. and Ashton, R. The lateralized effects of concurrent cognitive activity on

- a unimanual skill. *Cortex*, 1975, 11, 238-290.
- 47) Nachshon, I. and Carmon, A. Hand preference in sequential and spatial discrimination tasks. *Cortex*, 1975, 11, 123-131.
- 48) Neisser, U. *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1966.
- 49) Ornstein, R. E. *The Psychology of Consciousness*. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1972.
- 50) Ornstein, R. E. Right and left thinking. *Psychology Today*, 1973, May, 87-92.
- 51) Reber, A. S. and Anderson, J. R. The presentation of clicks in linguistic and nonlinguistic messages. *Perception and Psychophysics*, 1970, 8, 81-89.
- 52) Robinson, G. M. and Solomon, D. J. Rhythm is processed by the speech hemisphere. *J. exp. Psychol.*, 1974, 102, 508-511.
- 53) Rumbaugh, D. M., Gill, T. V., and von Glasersfeld, E. C. Reading and sentences completion by a chimpanzee. *Science*, 1973, 182, 731-733.
- 54) Spellacy, F. Lateral preferences in the identification of patterned stimuli. *J. acoust. Soc. Amer.*, 1970, 47, 574-578.
- 55) Swisher, L. and Hirsh, I. J. Brain damage and the ordering of two temporally successive stimuli. *Neuropsychol.*, 1972, 10, 137-152.
- 56) Tallal, P. and Piercy, M. Developmental aphasia: Impaired rate of non-verbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychol.*, 1973, 11, 389-398.
- 57) 時実利彦, 脳の話, 岩波新書, 1962.
- 58) Travers, J. R. Word recognition with forced serial processing: Effects of segment size and temporal order variation. *Perception and Psychophysics*, 1974, 16, 35-42.
- 59) Tzortzis, C. and Albert, M. L. Impairment of memory for sequences in conduction aphasia. *Neuropsychol.*, 1974, 12, 355-366.
- 60) Warren, R. M. and Byrnes, D. Temporal discrimination of recycled tonal sequences: Pattern matching and naming of order by untrained listeners. *Perception and Psychophysics*, 1975, 18, 273-280.
- 61) Warren, R. M. and Obusek, C. J. Identification of temporal order within auditory sequences. *Perception and Psychophysics*, 1972, 12, 86-90.
- 62) Weidner, W. E. and Lasky, E. Z. The interaction of rate and complexity of stimulus on the performance of adult aphasic subjects. *Brain and Language*, 1976, 3, 34-40.
- 63) White, M. J. and White, K. G. Parallel-serial processing and hemispheric function. *Neuropsychol.*, 1975, 13, 377-381.
- 64) Wickelgren, W. A. Discussion paper on speech perception. In J. H. Gilbert (Ed.), *Speech and Cortical Functioning*. New York: Academic Press, 1972, pp. 237-258.
- 65) Wolff, P. H. and Hurwitz, I. Sex differences in finger tapping: A developmental study. *Neuropsychol.*, 1976, 14, 35-41.
- 66) Wyke, M. Influence of direction on the rapidity of bilateral arm movement. *Neuropsychol.*, 1969, 7, 189-194.
- 67) Zurif, I. B. and Carson, G. Dyslexia in relation to cerebral dominance and temporal analysis. *Neuropsychol.*, 1970, 8, 351-361.

(博士課程大学院生)