

子どもの認知と脳のラテラルティの発達

Development of cognition and brain laterality in normal children

永 江 誠 司¹

(Seiji Nagae)

第四部 心理科

(1998年9月7日受理)

This article discusses problems concerning cerebral asymmetry of cognition in normal children and youths: Does cerebral lateralization increase with age (progressive lateralization hypothesis), or does functional brain asymmetry remain constant throughout the life span (developmental invariance hypothesis)? The findings from three experimental paradigms were reviewed, including (a) visual half-field presentation, (b) dichotic listening, and (c) dichhaptic presentation. The results from these three paradigms indicated that linguistic functions are specialized in the left hemisphere from an early stage of development and the specialization does not show developmental changes. Non-linguistic functions were localized in the right hemisphere although it was not clear compared with the left hemisphere. These results were interpreted as supporting the developmental invariance hypothesis.

Key words: brain laterality, cognition, developmental invariance, progressive lateralization.

成人を対象とした大脳半球機能差研究は、左右の半球がそれぞれ異なる機能を特殊化していることを示してきた (Hellige, 1993)。こうした成人でみられた大脳半球の機能的非対称性 (ラテラルティ: laterality) は、子どもの発達にもなって時間をかけて現われてくるものだろうか、それとも誕生時あるいはそれ以前からすでに存在しているのだろうか。大脳半球機能差の発達研究は、1つにこの問題への回答を目的として行われてきたといえる。

本論文では、この問題について3つの研究パラダイム、すなわち視野分割提示法、両耳分離聴法、そして触分割提示法を用いて行われた研究結果に基づいて考察していく。

脳のラテラルティ発達仮説

大脳半球のラテラルティ発達については、これまで漸進的側性化説 (progressive lateralization hypothesis) と発達不変説 (developmental invariance hypothesis) を中心に検討が進められてきた。ここでは、まずこの2つの発達仮説について説明し、さらにこれらを統合する並行発達説 (parallel-development hypothesis) についても述べてみたい。

漸進的側性化説

脳機能のラテラルティ化の発達について、脳損傷児の言語発達に関する臨床データなどを基にして、最初に見解を発表したのは Lenneberg (1967) である。彼は漸進的側性化説を提唱し、左右の半球機能は発達初期には等質だが、時間的経過により機能的分化が徐々に進んでいくと主張している。この仮説の1つの根拠となったのが、Basser (1962) による脳損傷児の言語発達研究であった。それによると、生まれてから2年の間に脳に損

¹ 本研究は、著者が文部省在外研究員としてトロント大学とボストン大学に滞在中に行われたものである。トロント大学エリンデール校心理学科の Morris Moscovitch 教授、ボストン大学医学科失語症研究センターの Marcel Kinsbourne 教授のご指導と彼らの友情に對し心から感謝いたします。

傷を受けた幼児の場合、そのおよそ半数に言語発達遅れがみられるが、残りの半数は通常の時期にことばを話しはじめる。しかも、左半球に損傷を受けた場合と右半球に損傷を受けた場合で、この割合は変化していない。このことは、生後2年間には言語機能の左半球への一側化が十分に確立されていないことを示していると解釈される。しかし、言語発達が開始されて以降10歳までの間に脳に損傷を受けた場合は、左半球の損傷で87%に言語障害が残るのに対し、右半球の損傷では47%に残るにすぎない。つまり、損傷の側によって結果が異なっているのである。

ここから、言語機能の左半球への一側化はこの時期に起こるのだと彼は指摘している。すなわち、言語機能は生後2年の間は左右の半球で差異はないが、それ以降10歳までの間で分化が進み、左半球に一側化されていく形式で発達の側性化が達成されていくと考えられているのである。しかし、Lenneberg (1967) が用いた Bassler (1962) の臨床データについて、Kinsbourne and Hiscock (1977) はサンプリングの歪み、損傷部位の不明確さ、失語症の規準の曖昧さなどの点から、その信頼性に疑問をなげかけている。また、Lenneberg (1967) と同じ漸進的側性化説に立ちながら、機能的分化の出現の時期は5歳ごろであるとする Krashen (1973) の説も出されている。

発達不変説

漸進的側性化説とは対照的な発達不変説を提唱したのが Kinsbourne (1975), Kinsbourne and Hiscock (1977) である。彼らは、左右の半球機能は誕生時にすでに非対称的であり、側性化の程度は一生を通して変化しないと主張している。この仮説の根拠として用いられたのは、両耳分離聴法や二重課題法を使った発達のデータであった。

Kinsbourne and Hiscock (1977) は、3歳から12歳の子どもを対象として数字の対を両耳分離聴提示した結果、正しく報告された反応は左右の耳で年齢とともに上昇し、しかもどの年齢でも右耳が左耳より成績がよかった。さらに、この左右耳差はどの年齢でもほぼ一定で発達の側性化はみられなかった。同じ傾向は、5歳から13歳の子どもを対象とし、子音-母音の無意味音節を刺激としておこなわれた Berlin, Hughes, Lowe-Bell, and Berlin (1973) の両耳分離聴実験でも示されている。しかし、これらの研究は3歳より下の子どもたちの半球機能差について検討していないという弱点がある。両耳分離聴法をこれらの子

どもたちに適用するのは困難であるが、後に述べる最近の電気生理学的方法を用いた研究では、発達の最初期から左右半球の機能差を指摘するもののがかなり報告されている。

並行発達説

漸進的側性化説と発達不変説を統合する仮説が、Kolb and Whishaw (1995) によって並行発達説として提唱されている。この仮説は2つの半球はそれぞれ特殊な役割をもっており、1つの半球が言語機能に特殊化され、もう1つの半球が非言語機能に特殊化されていると仮定する。そして、これらの半球機能は階層性を成しており、単純で低いレベルの機能は階層の底辺に位置し、それより複雑で高いレベルの機能は階層の中間に位置し、最も複雑で高次の機能が階層の最上位に位置している。

この半球機能の階層モデルを発達的に展開したものが並行発達説である。この仮説によると、それぞれの半球は誕生時には低いレベルの行動を処理しているので、2つの半球の機能的な差は非常に小さい。つまり、両半球の機能はかなり重複しているのである。しかし、5歳の頃になると両半球の高次精神機能の重複はかなり少なくなり、各半球の機能的特殊化が促進される。これは、この時期に脳梁が機能しはじめることから、1つの半球がもう1つの半球に自分と同じ機能を働かせることを抑制するようになるからだと考えられている。したがって、左半球に言語機能が特殊化されはじめると、右半球の言語機能は抑制されて働かないようになるのである。そして、思春期に入り13歳ぐらいになると、2つの半球はそれぞれ独自の機能をもつようになる。

並行発達説は、発達初期に半球の機能差は潜在的にはあるものの顕在化しておらず、したがって2つの半球は等脳的だが、発達が進むにつれて潜在化していた半球機能が顕在化して、2つの半球の機能的な特殊化が明確になると説明する。よって、この仮説は潜在化している半球機能が特殊化されているという点では発達不変説の立場をとり、発達初期に顕在化している半球機能は等質的であって、時間的経過とともに半球差が現われてくるといえる。この点では漸進的側性化説の立場をとっているといえる。

視覚のラテラリティ発達

視覚を通してのラテラリティの発達研究は、視野分割提示法を用いて検討されている。この方法

は、視覚伝導路の解剖学的特性を利用して、片側視野の刺激情報をその反対側の半球に直接伝える技法である（永江，1989参照）。視野分割提示法は、片側視野に提示された文字や単語、あるいは図形や顔などの再生や再認を求めるのが一般的であるが、特に言語刺激を用いる場合は、年少の子どもだと語の読みが十分にできないために適用の難しいことが多い。また、視野分割提示法では刺激提示を眼球運動潜時より短く設定しなければならず、さらに凝視点への注視や刺激提示範囲の限定など、さまざまな統制上の制限のあることから、この方法を年少の子どもに用いるのは容易ではない。これらの問題点はあるものの、視野分割提示法は子どもの視覚を通したラテラルティ発達を調べる方法として多くのデータを報告している。

言語性情報処理の発達

子どもに単語、文字、あるいは数字などの視覚刺激を示して何らかの処理を求めたからといって、そこに言語的処理が必ず行われているという保証はない。それらの刺激が、もし形態的手掛りに基づいて処理されているとすれば、それは言語的処理とはいえないからである。まだ文字の処理に習熟していない年少の子どもを対象として視野分割実験を行う場合は、常にこの問題点に留意しながら結果の発達の解釈を行う必要がある。

単語 Forgay (1953) は、2学年から15学年の被験者（7歳～18歳）を対象にして、3文字および4文字単語を使った視野分割実験を行っている。その結果、学年と視野の交互作用がみられ、2学年（7歳）から7学年（12歳）までは視野差はみられないが、8学年以降になると右視野優位傾向がみられるようになることを示している。Forgay (1953) の研究が行われた頃は、大脳半球機能差の概念が一般的なものになっていなかったことから、彼は比較的遅い右視野優位の出現を左から右に向けて読む英語読みの習性が教育によって強められた結果として、この発達の变化を説明している。

しかしながら、7歳から11歳の子どもを対象にして、ほぼForgay (1953) と同じ実験を行ったOlson (1973) の研究では、これらの年齢ですでに右視野優位のみられることが報告されており、言語性情報処理の左半球優位が7歳段階で出現していることを示している。Marcel, Katz, and Smith (1974) も、7歳と8歳の男女に片側視野提示された5文字単語の報告を求め、読書能力にもよるが基本的に右視野優位であることを示して

いる。また、Ellis and Young (1981) は8歳から11歳の子どもを対象に2つの3文字単語を両側視野に提示し、アンダーラインの付してある単語を最初に、もう1つの単語をその後で報告させている。その結果、これらの年齢段階で第一報告、第二報告ともに単語処理の右視野優位を示している。しかし、年齢の増加によるラテラルティの発達の变化はみられていない。柴崎 (1983) は、7歳、9歳、11歳の健常児と精神遅滞児を対象として、平仮名、漢字を刺激とした視野分割実験を行っている。その結果、健常児の9歳で平仮名の右視野優位を見出しているが、漢字ではどの年齢でも視野差はみられなかった。

Carmon, Nachshon, and Starinsky (1976) の2文字単語では右視野優位がみられたものの、4文字単語では6歳と8歳とともに視野差がみられないという報告、そしてReitsma (1975) の8歳で右視野優位がみられなかったという報告はあるけれども、単語を刺激とした視野分割研究は、一般に就学期の頃から右視野優位を確認できることを示している。

文字 文字を刺激とした視野分割研究では、単語を刺激とした研究以上に発達の結果が一致していない。6歳から7歳ごろまでの子どもを対象とした視野分割実験で、文字処理に視野差がないか左視野優位を示す研究（Broman, 1978; Carmon et al., 1976）が報告されている一方で、同じ年齢で右視野優位を示す研究（Witelson, 1977）も報告されているのである。10歳以上の子どもを対象とした視野分割実験でも、同様に視野差を見出せなかった研究（Gross, Rothenberg, Schottenfeld, & Drake, 1978; Richardson & Firlej, 1979）と、右視野優位を見出した研究（Keefe & Swinney, 1979; Reynolds & Jeeves, 1978）がそれぞれ報告されている。文字は、単語以上に形態的特性によって処理される可能性が高く、それが明確な右視野優位を示さなかった理由の1つといえるだろう。

数字 数字を刺激とした視野分割研究では、Yeni-Komshian, Isenberg, and Goldberg (1975) が10歳から15歳の子どもで、彼らの読みの能力にもよるが一般に数字処理の右視野優位を報告している。Carmon et al. (1976) は、6歳と8歳では視野差はないが、10歳と12歳では数字の右視野優位のみられることを報告している。しかし、Reitsma (1975) では6歳で右視野優位がみられ、7歳と8歳では視野差のないことが示されており、数字の処理が右視野優位であることはいえるとし

ても、それが出現する年齢は必ずしも一定していないことを示している。

言語性刺激を用い、子どもを対象とした視野分割実験で検査可能な被験者の年齢には限界がある。Hiscock (1988) がまとめた視野分割実験の発達研究の中で、言語性刺激を用いた研究の最も低い被験者年齢は Aaron and Handley (1975) の 5 歳であり、片側視野に提示された文字の再認で右視野優位傾向を報告している。しかし、多くの研究で対象とされたのは 6 歳以降の就学期にある子どもたちであった。これまでみてきた視野分割実験による発達の研究からもわかるように、言語性刺激の視覚的処理は就学前後の年齢で視野差のみられることが多く、右視野優位の傾向を示している。言語性刺激の視覚的処理が、就学期にすでに左半球優位を示したからといって、この時期が半球差の出現する時期であるというわけではない。それは、言語の視覚的処理の半球差を検証できる年齢がこの時期であることを示しているだけである。これ以前の年齢で半球差がみられるかどうかは、視野分割提示法以外の方法、例えば電気生理学的方法とか機能的賦活法などを用いて検討するのがよいと思われる。

非言語性情報処理の発達

子どもを対象とした非言語性刺激の視野分割実験は、数は少ないが線分の傾き、ドットパタン、図形、絵、そして顔刺激など、成人と同じように多様な刺激を用いて行われている。言語性刺激を用いる場合は、子どもの言語能力の発達段階によって適用が難しいこともあるが、非言語性刺激の場合はそうした制約が少なく、したがってより低年齢の子どもを対象とした研究も可能となってくる。

色・方向・ドット Grant (1980) は、5 歳、7 歳、10 歳の子どもを対象に色刺激を片側視野提示し、色の命名反応を求めている。その結果、5 歳児で明瞭な左視野優位を示し、7 歳児では視野差がなくなり、そして 10 歳児では左視野優位の傾向が特に女子で再び現われている。この結果は、次のように解釈されている。色彩命名課題はもともと右半球にかかわるものであり、したがって年少児では右半球優位となるが、子どもが成長するにつれて色に慣れ親しんでくると、この課題は言語的性質を強くもつものになってくる。そこで一時期半球差がなくなるが、やがて右半球にもある程度の言語能力が形成されてくると再び右半球優位が現われてくる、としている。

方向の知覚について検討した Reitsma (1975)

は、6 歳から 8 歳の子どもで視野差のないことを報告している。また、Phippard (1977) は 11 歳から 14 歳の子どもで左視野優位のみられることを示している。さらに、Schaller and Dziadosz (1976) は 4 歳児で視野差はみられないが、9 歳児では右視野優位であることを報告している。方向の知覚と同じように視空間的処理を必要とするドットの知覚について、Young and Bion (1979) は 5 歳、7 歳、11 歳児を対象とした研究を報告している。2 個から 6 個のドットを片側視野提示し、ドットの数を書えさせた結果、正答数、反応時間ともに左視野優位であることが示された。しかし、年齢による視野差の変化はみられなかった。

図形・絵 図形の知覚について、Aaron and Handley (1975) は 5 歳から 7 歳の子どもで図形の左視野優位を報告している。この傾向は、年齢によって変化はみられなかった。しかし、Turner and Miller (1975) は 6 歳から 9 歳までの子どもと大学生を対象にして行ったランダム図形の視野分割実験で、右視野優位の結果を報告している。この実験でも視野優位に発達的な変化はみられなかったが、優位性は Aaron and Handley (1975) とは逆の結果になっている。また、柴崎 (1983) は円、三角、四角、ハートの 4 つの図形を用い、7 歳、9 歳、11 歳の子どもを対象に視野分割実験を行っているが、有意な視野差を見出してはいない。

図形とともに絵を用いた視野分割実験も行われている。絵はランダム図形などに比べて言語化しやすく、したがって子どもでも右視野優位の得られることも予想される。事実、Kelley and Tomlinson-Keasey (1978) は 8 歳児で絵の右視野優位を報告しているし、Turner and Miller (1975) でも線画の右視野優位が示されている。しかし、Witelson (1977) は 6 歳から 9 歳、そして 12 歳から 14 歳の子どもでこれとは逆の左視野優位を見出している。ただ、この実験では 10 歳と 11 歳で視野差はみられておらず、絵の左視野優位が発達的に一貫したものではないことを併せて示している。図形の知覚では比較的右半球優位の傾向が示されているが、絵の場合は結果が一致していない。ただ、発達の変化という点では 5～6 歳の頃に優位性の出現がすでにみられるということである。

顔 子どもを対象とした非言語刺激の視野分割実験で、最も多く用いられているのが顔刺激である。これは、成人での研究で顔刺激は比較的安定した左視野優位を示しているからと考えられる。Marcel and Rajan (1975) は、7 歳児で左視野

の顔の再認時間が右視野より短いことを示している。また、Young and Ellis (1976) は5歳、7歳、11歳の子どもに視野分割実験で顔のマッチングを行わせるところ左視野優位を見出し、しかもこの優位性は発達的に変化しないことを示している。ここから、彼らは視覚情報処理のラテラルティは5歳にははっきり出現すると結論している。この他、顔の左視野優位を報告した発達研究は多い (Broman, 1978; Saxby & Bryden, 1985; Turkewitz & Ross-Kossak, 1984; Young & Bion, 1980)。

しかし、左視野優位を見出せなかった研究もある。Reynold and Jeeves (1978) は、7歳～8歳、13歳～14歳、18歳～20歳の3年齢群に片側視野に提示される4つの顔刺激の内2つに対してボタン押し反応を求めたところ、年長の2群では左視野優位がみられたが、年少群では視野差のないことを報告している。また、Jones and Anuza (1982) では右視野優位が報告されている。3歳と4歳の子どもに片側視野提示された顔刺激が、男であるかそれとも女であるかの判断を求めた。その結果、女児では視野差がなかったが男児では右視野優位が示された。しかし、優位視野の発達的な変化はみられていない。この課題は成人を対象としても行われており、同じ結果が得られている (Jones, 1979)。

顔知覚の視野優位性は、発達的に必ずしも一義的な結果を示しているわけではないが、それは刺激特性 (熟知性、表情など)、課題特性 (提示時間、提示視野など)、そして被験者特性 (性、利き手など) によって、様々な影響を受けているからと考えられる。しかし、比較的多くの研究で左視野優位が見出されており、Young and Ellis (1976) が指摘しているように、少なくとも5歳の頃にはかなりはっきりした視野優位性が出現しているといえるだろう。ただ、1つの例外はJones and Anuza (1982) の研究であり、そこでは男児の右視野優位が見出されており、しかも年齢は3歳と4歳であった。女児では視野差のないこともあって、この結果は今のところ簡単に説明することは難しい。さらなる発達研究の積み重ねが望まれるが、視野分割提示法の子どもへの適用の限界から、非言語性刺激の視覚的処理に関する発達研究の場合も、今後、電気生理学的方法や機能的賦活法などを用いる方向に進めることが望ましいのではないかと考えられる。

以上、視覚のラテラルティ発達を視野分割研究からみてきたが、結果を成人のそれと比較すると

予想されたよりはやや安定したラテラルティ傾向を示しているといえるのではなからうか。成人における言語性刺激の右視野優位、非言語性刺激の左視野優位の傾向は、少なくとも5～6歳の子どもで検証できることが示されている。しかも、これ以降の年齢でこのラテラルティ傾向はあまり変化せず、安定していることが指摘される。

聴覚のラテラルティ発達

聴覚を通してのラテラルティの発達研究は、両耳分離聴法を用いて検討されている。この方法は、聴覚伝導路の解剖学的特性を利用したものであり、両耳に同時に提示された異なる種類の聴覚刺激をそれぞれ反対側の半球の聴覚野に伝える技法である (永江, 1993参照)。両耳分離聴法は、他のラテラルティ研究法と比べていくつかの理由から発達研究に適していると考えられており、多くの研究が報告されている。すなわち、この方法は読字や書字を求めるものではなく、2～3歳の子どもにもなじみのある聴覚刺激を用いることができること、また求められる反応も聞いた刺激をそのまま答えるなど単純なものであること、そして刺激の記憶も低いレベルのものであることなどの発達的な研究法としての利点をもっているからである (Hiscock, 1988)。両耳分離聴法を最初に採用したKimuraは、発達研究にも同じく最初にこの方法を取り入れている (kimura, 1963)。両耳分離聴法を使った発達研究の目的は、言語性刺激に対する右耳優位性が年少の子どもではみられない、あるいは少なくとも年長の子どもや大人に比べて優位性が小さいかどうかを確かめるところにあったといえる。

言語性情報処理の発達

数・音韻・単語 Kimura (1963) は、4歳から9歳の子どもを対象に数を刺激とした両耳分離聴実験を行った結果、7歳と9歳の女子を除く全ての年齢の男女で右耳優位を示し、この優位性が発達的に変化しないことを示している。言語性刺激の右耳優位と発達的な変化のないという結果は、その後の彼女の研究でも確認されているだけではなく (Kimura, 1967; Knox and Kimura, 1970)、その他の研究者による実験でも支持されている。その代表例が、Kinsbourne and Hiscock (1977) による実験である。彼らは、3歳から12歳の子どもに数刺激を両耳分離聴提示し、その再生を求めている。全体の正答率は、最年少児で約40%、最

年長児で約80%であった。正答率は年齢によって大きく差があったにもかかわらず、どの年齢でも右耳優位の傾向は変わらずみられた。Kimura (1963)より年齢の幅を広げて行われたこの実験でも、言語性刺激の右耳優位とその発達の変化のないことが確認されている。数を刺激として用いた両耳分離聴の発達研究は最も多いのだが、その多くが同様の結果を報告している (Hiscock & Kinsbourne, 1980; Kraft, 1984)。

数だけでなく、CV, CVC音節、あるいは単語を刺激とした両耳分離聴の発達研究でも、右耳優位とその発達の変化のないことを報告するものが多い。Berlin, Hughes, Lowe-Bell, and Berlin (1973) は、5歳から13歳の子どもでCV音節の右耳優位と発達の変化なしを、Yeni-Komshian and Paul-Brown (1982) も3歳から5歳の子どもでCVC音節を刺激とした実験で同じ結果を報告している。

また、永淵 (1970) は3歳から6歳の子どもで単語を刺激とした実験を行い、年齢と性を通して右耳優位であることを報告している。Knox and Kimura (1970) も5歳から8歳の子どもで具象名詞を用い、Ingram (1975) も3歳から5歳の子どもで単語を用いて、それぞれ右耳優位と発達の変化のないことを報告している。林 (1982) も3歳から12歳、および成人を対象として2音節の有意義語と無意味語を刺激とした実験を行っているが、どちらも右耳優位であり、また発達の変化もないことを示している。同様の結果は、3歳から5歳を対象とした大井 (1982)、あるいは4歳から6歳を対象とした吉崎ら (1988)、吉崎・河合・内田 (1994) でも得られている。

しかし、年齢の増加にともなって言語刺激の右耳優位が強められていくことを報告する研究もある。Satzら (1975) は、5歳、6歳、7歳、9歳、11歳の子どもに数を使った両耳分離聴実験を行いその再生を求めたところ、右耳優位は年齢とともに強められていくが、左右耳差は9歳と11歳でのみみられることを示している。彼らは、それまでの研究で右耳優位の発達の変化がみられなかったのは天井効果によるのではないかと指摘している。Bryden (1970) も、小学2年生、4年生、6年生の右手利きと左手利きの子どもに数の両耳分離聴実験を行った結果、全体として右耳優位であること、そして右手利きの子どもで年齢とともに右耳優位傾向の強まることを報告している。

縦断的研究 両耳分離聴の発達研究の中で、縦断的アプローチを試みた2つの研究について検討

してみたい。Bakker, Hoefkens, and Van der Vlugt (1979) は、平均年齢6歳の2つのグループに対し、およそ5年間にわたって4回の数を刺激とした両耳分離聴実験を行っている。その結果、両グループとも全年齢で右耳優位であり、年齢とともに正しい再生の増えることは検証されたが、右耳優位傾向の発達の变化はみられなかった。彼らの用いた数刺激はSatz, Bakker, Teunissen, Goebel, and Van der Vlugt (1975) のそれと同一のものであったにもかかわらず、耳のラテラルリティ発達はSatz, et al. (1975) のそれとは異なる結果になっている。

また、Fennell, Satz, and Morris (1983) は幼稚園 (5歳)、小学2年生 (7歳)、5年生 (10歳) の3回にわたって数の両耳分離聴実験を行っている。その結果、右手利きの男子で右耳優位がみられ、それが2年生のときに最も大きかったのに対し、左手利きの男子では耳の優位性の発達の变化はみられないことを報告している。これら縦断的研究の結果も、数刺激の聴取における右耳優位を示しながらも、それが発達に応じて漸進的に変化していくことは検証していない。

以上、言語性刺激の両耳分離聴実験の発達研究は3歳を最も低い年齢の被験者として用いているが、多くの場合この年齢ですでに右耳優位であることが示されている。これより低い年齢を調べたものに、平均生後日数が50日の乳児を対象に行われたEntus (1977) の研究がある。この実験では、まず乳児に左右の耳から「パ」「マ」などの異なる音韻を聞かせながら乳首を吸わせている。すると、やがてそれらの音韻に慣れてきて乳首を吸う率が減少してくる。その時に左右どちらかの音韻を変化させて、乳児の乳首を吸う率の変化を記録するのである。その結果、右耳での変化が左耳でのそれより乳首を吸う率が高まることが観察されている。このことは、言語性刺激聴取の右耳優位が発達の最初期から出現していることを示すものと解釈された。しかし、この研究を追試したVargha-Khadem and Corballis (1979) は、2か月児で左右の耳で生じた音韻の変化によって乳首を吸う率が変わらなかったことを報告しており、発達最初期段階でのラテラルリティの出現についてはさらなる検討が必要である。

非言語性情報処理の発達

環境音・語調・メロディ 子どもを対象とした非言語性刺激の両耳分離聴研究は数が少なく、その多くが環境音を用いている。Knox and Kimura

(1970) は、5歳から8歳の子どもを対象に電気シェーバー音対モーター音、犬の鳴き声対皿を磨く音など13対の環境音を両耳分離聴提示し、全ての年齢で左耳優位であること、優位性の程度は発達的に変化しないことを見出している。同じ結果は、より低年齢の3歳、4歳、5歳の子どもを用いた Piazza (1977) の両耳分離聴実験でも報告されている。これらの研究は、少なくとも3歳の段階で非言語性刺激処理の右半球優位を示していることになる。

しかし、Bryden and Allard (1981) は小学2年生(7歳)、4年生(9歳)、6年生(11歳)で環境音の左右耳差を調べたところ、6年生でやや左耳優位の傾向がみられたものの、2年生と4年生では全く差がみられなかったことを報告している。また、Kraft (1984) も2歳から5歳の子どもで環境音の明確な耳の優位性を見出しておらず、Knox and Kimura (1970) の研究とは発達的に異なる結果を示している。

Saxby and Bryden (1984) は、5歳～6歳、9歳～10歳、13歳～14歳の子どもに4つの語調(幸福、悲しみ、怒り、中性)で読まれた文と別の人によって読まれた中性文を対にして両耳分離聴で提示し、文の語調判断を求めている。その結果、文の語調判断が左耳優位であることを見出している。この優位性は年齢を通してみられ、5歳児から語調判断の右半球優位が指摘されている。また、Obrzut, Boliek, and Obrzut (1986) は9歳から12歳の子どもを対象にしてメロディの両耳分離聴実験を行い、自由再生で左耳優位を見出している。

非言語性刺激の両耳分離聴研究は、環境音、イントネーション、メロディを刺激として左耳優位の傾向が報告されているが、この結果は必ずしも安定したものとはいえない。年齢では3歳から左耳優位を見出している研究もあるので、発達のかなり早い時期から聴覚のラテラルティが出現していることが考えられる。ただ、耳の優位性は発達的にあまり変化しないことも指摘されている。しかしながら、言語性刺激に比べると非言語性刺激の研究は数が少ないので、今後この領域の一層の取り組みが必要であろう。その際、できるだけ低い年齢から検討することが望まれる。

以上、聴覚のラテラルティ発達を両耳分離聴研究からみてきたが、言語性刺激の右耳優位そして非言語性刺激の左耳優位の傾向は、少なくとも3歳の子どもで検証できることが示されている。ただ、非言語性刺激の左耳優位傾向は安定して示されているわけではない。また、耳の優位性につい

て発達的に変化するという傾向は示されていない。

触覚のラテラルティ発達

触覚を通してのラテラルティの発達研究は、触分割提示法を用いて検討されている。この方法は、左手あるいは右手に提示された触覚情報が反対側の大脳半球に優先的に伝達されるという、触覚伝導路の解剖学的特性を利用したものである(永江, 1994参照)。触分割提示法は、研究の初期から子どもを対象として触覚のラテラルティ発達を検討している。触分割提示法は、触覚による触空間的情報処理という特殊性から、主として右半球の特殊化の検討に適していると考えられている。したがって触覚のラテラルティ発達についても、非言語性材料を用いた右半球の特殊化の過程を検討したものが多い。

言語性情報処理の発達

文字・単語 Witelson (1974) は、6歳から14歳の男子を対象にアルファベット文字の触分割実験を計画したとき、左半球の言語性情報処理優位の理由から右手の再認のよいことを予測していた。しかし、この予測は実証されなかった。文字の再認は、左右の手で差がなかったのである。アルファベット文字を刺激としたその後の発達研究では、Klein and Rosenfield (1980) が小学3年生で、Gibson ら (1983) が8歳から14歳の子どもでそれぞれ手の左右差を見出していない。このように、アルファベット文字で予測された右手優位がみられなかったのは、触覚的探索によって文字の言語的情報が感知され、それが空間的情報の処理と干渉を起こしたために手の左右差がなくなったからだと解釈されている。

したがって、右手優位が出現するには刺激が空間的処理と干渉を起こさない程度に、より強い言語的特性をもっていればよいと考えられる。そこで、文字より強い言語特性をもつ単語を刺激とした発達研究をみると、数は少ないが文字とは異なる結果を報告しているのがわかる。例えば、Cioffi and Kandel (1979) は6歳から14歳の子どもを対象に2文字単語(TO, IT, WEなど)を使って触分割実験を行い右手優位を得ている。ただし、右手優位の発達的変化はみられていない。単語のように言語化がより容易な触覚刺激は、左半球によってよりよく処理されることがわかる。この他、手続きはやや複雑になるが、3文字抽象名詞(tax, joyなど)を用いた Vargha-Khadem

(1982)でも右手優位が報告されている。ただ、この研究の被験者は高校生で年齢がやや高い。

言語性刺激の触分割実験による発達研究では、アルファベット1文字では手の優位性はみられていない。これは、アルファベット文字の触覚的处理が言語的情報と空間的情報で干渉を起こしているからと考えられる。これに対し、単語を刺激とした場合には右手優位の傾向が報告されており、7歳でそれが現われることが指摘されている。ただ、右手優位の発達の变化はみられていない。

非言語性情報処理の発達

図形 触分割提示法による発達研究では Witelson (1974) 以来、無意味図形を非言語性刺激として用いているものが多い。Cioffi and Kandel (1979) は、6歳から14歳の子どもを対象に無意味図形を刺激とした触分割実験を行い、左手優位とその発達の变化のないことを示している。無意味図形の左手優位は、小学3年生(9歳)を対象とした Klein and Rosenfield (1980)、4歳と5歳を対象とした Etaugh and Levy (1981)、そして2歳と3歳を対象とした Rose (1984) の研究でも報告されている。

多くの研究が無意味図形の左手優位が発達的に変化しないことを示している中で、それを示した数少ない研究がある (Flanery & Balling, 1979)。彼らは、7歳、9歳、11歳、23歳の被験者を対象に無意味図形の触覚実験を片手と両手の条件で行わせ左手優位を得ている。しかし、それは11歳と23歳で顕著であり、7歳と9歳ではみられなかった。これは、非言語性刺激処理の右半球優位が発達的に変化することを示唆しているのだが、この結果は片手条件と両手条件を込みにしたものであって、他の触分割研究の結果と直接比較するのは問題であるとする指摘もなされている (Witelson, 1985)。それに、Rose (1984) など幼児期で左手優位を示している多くの研究があり、Flanery and Balling (1979) が示した9歳まで手の左右差がみられないとする結果はそれらの結果と大きく矛盾している。

Denes and Spinaci (1981) は、6歳から13歳の子どもを対象に連想価の異なる無意味図形を用いた触分割実験を行っているが、発達的に誤数は減っていくが、図形の連想価にかかわらず左手優位であること、また性差のないことを示している。性差については、小学1年生、6年生、大学生を被験者に無意味図形の触分割実験を行った Dawson (1981) で、男子で左手優位がみられ、

女子でみられないことが報告されている。これと同じ性差は、5歳児を対象とした Affleck and Joyce (1979) でも報告されている。さらに、Gibson and Bryden (1983) は8歳から14歳の子どもを対象とした触分割実験で、刺激提示時間を2秒と通常(10秒)より短くし、また報告順も指定して検討した結果、左手優位であることを見出しているが、それは女子より男子でより顕著であることを示している。

これらの研究は非言語性刺激である無意味図形の左手優位を示すものであるが、いくつかの研究で左手優位のみられないことが報告されている。Cranney and Ashton (1980) は、聴覚障害児(9歳と12歳)と健常児(7歳と11歳)を対象とした無意味図形の触分割実験とともに手の左右差のみられないことを示している。また、Vargha-Khadem (1982) でも聴覚障害児群と健常者群(高校生)で無意味図形に対する手の左右差を見出していない。

非言語性刺激の触分割実験による発達研究では、比較的多くの研究で左手優位が示されている。左手優位のみられなかった研究も報告されているが、それらは用いられた図形の命名可能性が高かったからではないかと考えられている (南, 1989)。非言語的な刺激であれば、一般に触空間的处理の優れた右半球が優位となって現われる可能性が高いといえるだろう。それは2歳ですでに現われることが示されているが、左手優位の発達の变化は明確ではない。

以上、触覚のラテラルリティ発達を触分割研究からみてきたが、非言語性刺激の左手優位の傾向は2歳の子どもから検証されることが示されている。しかし、言語性刺激については左右差は明確ではなく、言語性の強い刺激で7歳頃に右手優位のみられることが示されている。手の優位性の発達の变化は、一般に明確に示されていない。

認知のラテラルリティ発達

認知のラテラルリティ発達について、視野分割提示法、両耳分離聴法、そして触分割提示法の3つの研究パラダイムを用いた研究から検討してきた。これらの発達研究は、左半球の機能的特殊化が発達の早い時期から比較的明確で言語性刺激処理に特殊化されていること、その特殊化の発達の变化はみられないことを示している。また、右半球の機能的特殊化の発達は左半球のそれほど明確ではないが、非言語性刺激の処理により特殊化されて

いること、そしてその発達的变化は顕著にみられないことが示されている。これらの結果は、左右半球のラテラルリティの発達が漸進的側性化説より発達不変説によってよりよく説明できることを示していると考えられる。

しかし、Lenneberg (1967) などによって取り上げられた、例えば左半球に損傷を受けた子ども、あるいは左半球を切除された子どもが、その後の訓練によって言語機能を獲得していく事実をどのように説明したらよいのだろうか。もし発達不変説の主張するように、左右の半球機能が誕生時にすでに非対称であって、側性化の程度が一生を通して変わらないのであれば、こうした言語機能の回復は起りえないのではなかろうか。この点については、脳の可塑性という概念を導入することにより発達不変説の立場を堅持できると考えられている (Springer & Deutsch, 1993; 津本, 1986)。つまり、左右半球の機能的差異が誕生時に存在していても、発達過程にある脳は損傷なり切除を受けた脳以外の残された領域を再組織化して、失われた領域の機能を代償できると考えるのである。損傷時の年齢が高くなって言語機能の獲得が困難になるのは、それだけ脳の可塑性が低くなってい

るからなのである。

子どもの脳のラテラルリティ発達に関する研究は、用いる方法によっておのずと対象となる被験者の年齢段階に制約がでてくる。ここでとりあげた3つの研究パラダイムでは、新生児とか乳児を対象とする実験はきわめて困難であるといわざるをえない。したがって、今後のラテラルリティ発達研究は、電気生理学的方法や機能的賦活法へと重心を移していくことが必要である。特にポジトロンCT (PET) や機能的磁気共鳴画像 (fMRI) などの画像診断技法を用いた研究が中心になっていかなければならないと考える。

坂野 (1970) は、利き手の発達的变化をピアジェの知能の発達段階と関係づけて論じた。これは、利き手を通して脳の発達と知能の発達を関係づけようとする試みであった。これにならって、子どもの脳のラテラルリティ発達を解明することにより認知の発達過程を神経学的に裏づけたり、あるいは脳のラテラルリティ発達の立場から認知の発達過程を予測する試みを行うことが、子どもの認知発達研究において今後ますます重要になってくるといえるだろう。

引用文献

- Aaron, P.G., & Handley, A.C. 1975 Directional scanning and cerebral asymmetries in processing visual stimuli. *Perceptual and Motor Skills*, 40, 719-725.
- Affleck, G., & Joyce, P. 1979 Sex differences in the association of cerebral hemispheric specialization of spatial function with conservation task performance. *Journal of Genetic Psychology*, 134, 271-280.
- Bakker, D.J., Hoefkens, M., & Van der Vlugt, H. 1979 Hemispheric specialization in children as reflected in longitudinal development of ear asymmetry. *Cortex*, 15, 619-625.
- Basser, L.S. 1962 Hemiplegia of early onset and the faculty of speech with special reference to the effects of hemispherectomy. *Brain*, 85, 427-460.
- Berlin, C.I., Hughes, L.F., Lowe-Bell, S.S., & Berlin, H.L. 1973 Dichotic right ear advantage in children 5 to 13. *Cortex*, 9, 394-402.
- Broman, M. 1978 Reaction time difference between the left and right hemispheres for faces and letter discrimination in children and adults. *Cortex*, 14, 578-591.
- Bryden, M.P. 1970 Laterality effects in dichotic listening: Relations with handedness and reading ability in children. *Neuropsychologia*, 8, 443-450.
- Bryden, M.P., & Allard, F.A. 1981 Do auditory perceptual asymmetries develop? *Cortex*, 17, 313-318.
- Carmon, A., Nachshon, I., & Starinsky, R. 1976 Developmental aspects of visual hemifield differences in perception of verbal material. *Brain and Language*, 3, 463-469.
- Cioffi, J., & Kandel, G.L. 1979 Laterality of stereognostic accuracy of children for words, shapes, and bigrams: A sex difference for bigrams. *Science*, 204, 1432-1434.

- Cranney, J., & Ashton, R. 1980 Witelson's dichhaptic task as a measure of hemispheric asymmetry in deaf and hearing populations. *Neuropsychologia*, 18, 95-98.
- Dawson, G.D. 1981 Sex differences in dichhaptic processing. *Perceptual and Motor Skills*, 53, 935-944.
- Denes, G., & Spinaci, M.P. 1981 Influence of association value in recognition of random shapes under dichhaptic presentation. *Cortex*, 17, 597-602.
- Ellis, A.W., & Young, A.W. 1981 Visual hemifield asymmetry for naming concrete nouns and verbs in children between seven and eleven years of age. *Cortex*, 17, 617-624.
- Entus, A.K. 1977 Hemispheric asymmetry in processing of dichotically presented speech and nonspeech stimuli by infants. In S.J. Segalowitz & F.A. Gruber (Eds.), *Language development and neurological theory*. New York: Academic Press, Pp. 63-73.
- Etaugh, C., & Levy, R.B. 1981 Hemispheric specialization for tactile-spatial processing in preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 53, 621-622.
- Fennell, E.B., Satz, P., & Morris, R. 1983 The developmental of handedness and dichotic ear listening asymmetries in relation to school achievement: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 35, 248-262.
- Flanery, R.C., & Balling, J.D. 1979 Developmental changes in hemispheric specialization for tactile spatial ability. *Developmental Psychology*, 15, 364-372.
- Forgays, D.G. 1953 The development of differential word recognition. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 165-168.
- Gibson, C., & Bryden, M.P. 1983 Dichhaptic recognition of shapes and letters in children. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 132-143.
- Grant, D.W. 1980 Visual asymmetry on a color-naming task: A developmental perspective. *Perceptual and Motor Skills*, 50, 475-480.
- Gross, K., Rothenberg, S., Schottenfeld, S., & Drake, C. 1978 Duration thresholds for letter identification in left and right visual fields for normal and reading-disabled children. *Neuropsychologia*, 16, 709-715.
- 林 雅次 1982 言語機能の一側化の発達 - 正常児の両耳分離能検査による検討 脳と発達, 14, 205-221.
- Hellige, J.B. 1993 *Hemispheric asymmetry: What's right and what's left*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Hiscock, M. 1988 Behavioral asymmetries in normal children. In D.L. Molfese & S.J. Segalowitz (Eds.), *Brain lateralization in children*. New York: The Guilford Press, Pp. 85-169.
- Hiscock, M., & Kinsbourne, M. 1980 Asymmetries of selective listening and attention switching in children. *Developmental Psychology*, 16, 70-82.
- Ingram, D. 1975 Cerebral speech lateralization in young children. *Neuropsychologia*, 13, 103-105.
- Jones, B. 1979 Sex and visual field effects on accuracy and decision making when subjects classify male and female faces. *Cortex*, 15, 551-560.
- Jones, B., & Anuza, T. 1982 Sex differences in cerebral lateralization in 3- and 4-year old children. *Neuropsychologia*, 20, 347-350.
- Keefe, B., Swinney, D. 1979 On the relationship of hemispheric specialisation and developmental dyslexia. *Cortex*, 15, 471-481.
- Kelly, R.R., & Tomlinson-Keasey, C. 1978 A comparison of deaf and hearing children's hemispheric laterality for processing visually presented words and pictures. Paper presented to Annual Meeting of the American Educational Research Association, Toronto, Canada.
- Kimura, D. 1963 Speech lateralization in young children as determined by an auditory test. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56, 899-902.
- Kimura, D. 1967 Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3, 163-175.
- Kinsbourne, M. 1975 The ontogeny of cerebral dominance. *Annals of the New York Academy*

- of Science*, 263, 244-250.
- Kinsbourne, M., & Hiscock, M. 1977 Does cerebral dominance develop? In S.J. Segalowitz & F.A. Gruber (Eds.), *Language development and neurological theory*. New York: Academic Press, Pp.171-191.
- Klein, S.P., & Rosenfield, W.D. 1980 The hemispheric specialization for linguistic and tactile stimuli in third grade children. *Cortex*, 16, 205-212.
- Knox, C., & Kimura, D. 1970 Cerebral processing of nonverbal sounds in boys and girls. *Neuropsychologia*, 8, 227-237.
- Kolb, B., & Whishaw, I.Q. 1995 *Fundamentals of human neuropsychology*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Kraft, R.H. 1984 Lateral specialization and verbal/spatial ability in preschool children: Age, sex, and familial handedness differences. *Neuropsychologia*, 22, 319-335.
- Krashen, S.D. 1973 Lateralization, language learning, and the critical period: Some new evidence. *Language Learning*, 23, 63-74.
- Lenneberg, E.H. 1967 *Biological foundations of language*. New York: Wiley.
- Marcel, T., & Rajan, P. 1975 Lateral specialisation for recognition of words and faces in good and poor readers. *Neuropsychologia*, 13, 489-497.
- Marcel, T., Katz, L., & Smith, M. 1974 Laterality and reading proficiency. *Neuropsychologia*, 12, 131-139.
- 南 憲治 1989 触分割呈示法に関する文献展望—被験者が子どもの場合—親和女子大学研究論叢, 22, 15-42.
- 永淵正昭 1970 幼児の両耳分離能と一側耳分離能に関する研究 日本耳鼻咽喉科学会会報, 73, 133-144.
- 永江誠司 1989 右半球の視覚情報処理 心理学評論, 32, 387-406.
- 永江誠司 1993 右半球の聴覚情報処理 心理学評論, 36, 579-609.
- 永江誠司 1994 右半球の触覚情報処理 心理学評論, 37, 111-140.
- Obrzut, J.E., Boliek, C.A., & Obrzut, A. 1986 The effect of stimulus type and directed attention on dichotic listening with children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 198-209.
- 大井 学 1982 日本語児の文理解と聴覚的非対称性 教育心理学研究, 30, 318-321.
- Olson, M.E. 1973 Laterality differences in tachistoscopic word recognition in normal and delayed readers in elementary school. *Neuropsychologia*, 11, 343-350.
- Phippard, D. 1975 Hemifield differences in visual perception in deaf and hearing subjects. *Neuropsychologia*, 13, 555-561.
- Piazza, D.M. 1977 Cerebral lateralization in young children as measured by dichotic listening and finger tapping tasks. *Neuropsychologia*, 15, 417-425.
- Reitsma, P. 1975 Visual asymmetry in children. In Boorhaave Committee for Postgraduate Education *Laternalization of brain functions*. Leiden: University of Leiden, Pp.85-98.
- Reynolds, D.McQ., & Jeeves, M.A. 1978a A developmental study of hemisphere specialisation for alphabetical stimuli. *Cortex*, 14, 259-267.
- Reynolds, D.McQ., & Jeeves, M.A. 1978b A developmental study of hemisphere specialization for recognition of faces in normal subjects. *Cortex*, 14, 511-520.
- Richardson, J.T., & Firlej, M.D.E. 1979 Laterality and reading attainment. *Cortex*, 15, 581-595.
- Rose, S.A. 1984 Developmental changes in hemispheric specialization for tactual processing in very young children: Evidence from cross-modal transfer. *Developmental Psychology*, 20, 568-574.
- 坂野 登 1970 機能的左右非対称性とその発達の意義 心理学評論, 13, 38-53.
- Satz, P., Bakker, D.J., Teunissen, J., Goebel, R., & Van der Lugt, H. 1975 Developmental parameters of the ear asymmetry: A multivariate approach. *Brain and Language*, 2, 171-185.
- Saxby, L., & Bryden, M.P. 1984 Left-ear superiority in children for processing auditory emotional material. *Developmental Psychology*, 20, 72-80.

- Saxby, L., & Bryden, M.P. 1985 Left visual-field advantage in children for processing visual emotional stimuli. *Developmental Psychology*, 21, 253-261.
- Schaller, M.J., & Dziadosz, G.M. 1976 Developmental changes in foveal tachistoscopic recognition between prereading and reading children. *Developmental Psychology*, 12, 321-327.
- 柴崎正行 1983 健常児および精神遅滞児の平仮名, 漢字, 図形処理における大脳半球の発達 特殊教育学研究, 21, 1-9.
- Springer, S.P., & Deutsch, G. 1993 *Left brain, right brain*. 4th ed. San Francisco: W.H. Freeman & Company. 福井園彦・河内十郎(監訳) 1997 左の脳と右の脳 第2版 医学書院
- 津本忠治 1986 脳と発達—環境と脳の可塑性 朝倉書店
- Turkewitz, G., & Ross-Kossak, P. 1984 Multiple modes of right-hemisphere information processing: Age and sex differences in facial recognition. *Developmental Psychology*, 20, 95-103.
- Turner, S., & Miller, L.K. 1975 Some boundary conditions for laterality effects in children. *Developmental Psychology*, 11, 342-352.
- Vargha-Khadem, F. 1982 Hemispheric specialization for the processing of tactual stimuli in congenitally deaf and hearing children. *Cortex*, 18, 277-286.
- Vargha-Khadem, F., & Corballis, M.C. 1979 Cerebral asymmetry in infants. *Brain and Language*, 8, 1-9.
- Witelson, S.F. 1974 Hemispheric specialization for linguistic and nonlinguistic tactual perception using a dichotomous stimulation technique. *Cortex*, 10, 3-17.
- Witelson, S.F. 1977 Early hemisphere specialization and interhemispheric plasticity: An empirical and theoretical review. In S.J. Segalowitz & F.A. Bruber (Eds.), *Language development and neurological theory*. New York: Academic Press, Pp. 213-287.
- Witelson, S.F. 1985 On hemisphere specialization and cerebral plasticity from birth: Mark II. In C.T. Best (Ed.), *Hemispheric function and collaboration in the child*. Orlando: Academic Press, Pp. 33-85.
- Yeni-Komshian, G.H., & Paul-Brown, D. 1982 Perception of temporally competing speech stimuli in preschool children. *Brain and Language*, 17, 166-179.
- Yeni-Komshian, G.H., Isenberg, D., & Goldberg, H. 1975 Cerebral dominance and reading disability: Left visual field deficit in poor readers. *Neuropsychologia*, 13, 83-94.
- 吉崎一人・河合優年・内田照久 1994 幼児の言語情報認知の右耳優位性に注意配分教示が及ぼす影響 教育心理学研究, 42, 95-103.
- 吉崎一人・河合優年・石川道子・斉藤久子・坂 京子・和田義郎 1988 両耳分離聴テストによる半球優位性に関する発達の検討 (I) 小児の精神と神経, 28, 318-324.
- Young, A.W., & Bion, P.J. 1979 Hemispheric laterality effects in the enumeration of visually presented collections of dots by children. *Neuropsychologia*, 17, 99-102.
- Young, A.W., & Bion, P.J. 1980 Absence of any developmental trend in right hemisphere superiority for face recognition. *Cortex*, 16, 213-221.
- Young, A.W., & Ellis, H.D. 1976 An experimental investigation of developmental differences in ability to recognise faces presented to the left and right cerebral hemispheres. *Neuropsychologia*, 14, 495-498.