

■シンポジウム 脳梁と失語・失行・失認

半側空間無視における半球間の相互作用

石 合 純 夫*

要旨：同名半盲患者における線分二等分試験時の注視パターンをアイカメラにより検討した。半側空間無視（以下U S N）のある左同名半盲患者は、右視野内に入った範囲の線分を二等分するのではなく、その範囲の左端すなわち注視している点に二等分点をつけた。しかし、線分の左端を強制的に注視させ、右視野に線分全体を入れると、二等分点の右方偏位を認知し得た。したがって、病変のある右半球が、右視野-左半球で受容された範囲の線分像から独善的に線分の全体像を構築し、注視している点を二等分点と判断する一方、左半球の midpoint に関する認知能力を抑制するという仮説がたてられ、脳梁を介する左右半球の相互作用がU S N成立において重要と考えられた。 **神経心理学, 4 ; 47~54**

Key Words : 脳梁, 半側空間無視, 同名半盲, アイカメラ

corpus callosum, unilateral spatial neglect, homonymous hemianopia, eye camera

I はじめに

分離脳における研究 (LeDoux, 1977 ; Zaidel, 1981), 右頭頂葉障害患者の右視野の研究 (LeDoux, 1980) などから, 近年, 左半球にも空間認知能力があることが指摘されている。半側空間無視 (以下U S N) 患者の多くは左同名半盲または左視野の視覚消去現象を伴い (Battersby, 1956 ; Friedland, 1977), 種々の検査および行為に関する視覚情報は, 主に右視野-左半球で受容される。一方, 多くの場合, それに伴う動作は左半球から右手に出力される。したがって, 視覚入力から動作の出力までの全過程が左半球内で行なわれれば, U S Nが起らない可能性がある。そこで, U S Nのある左同名半盲患者を対象に, 線分二等分試験の視覚情報処理過程と, 右視野の空間認知能力の両者を検討した結果, 左右両半球の相互作用がU S N成立に

重要な役割を果たしていることが示唆されたので報告する。

II 対 象

対象は, 脳血管障害による一側大脳半球病変を有する右利きの同名半盲患者で, 発症1カ月以降の例である。これらの症例において, 通常の診察上眼球運動制限はなかった。視野はGoldmann 視野計により測定し, 抹消試験, 模写試験, 線分二等分試験の一つ以上で一側の無視を示したものをU S Nありとした。うちわけは, 表1のように, U S Nのない右同名半盲6例, U S Nのない左同名半盲4例, U S Nのある左同名半盲6例である。このほか, 正常対照として右利きの健常人10例を用いた。

III 方 法

まず最初に線分二等分試験の視覚情報処理過

1988年1月12日受理

Interactions between the Hemispheres in Unilateral Spatial Neglect

*東京医科歯科大学神経内科, Sumio Ishiai : Department of Neurology, Faculty of Medicine, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo

表1 対 象

	例数	平均年齢	平均経過
正常対照	10例	61.8歳	—
USNのない右同名半盲	6例	58.8歳	25.0月
USNのない左同名半盲	4例	59.0歳	21.3月
USNのある左同名半盲	6例	61.7歳	4.8月

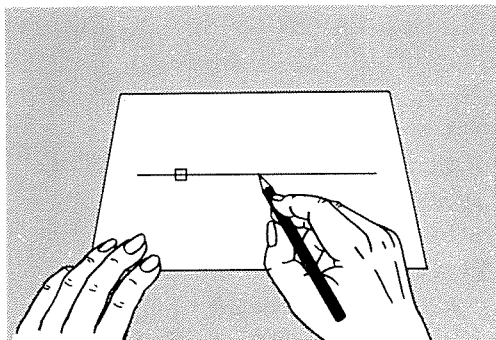


図1 アイカメラのモニター画面の模式図

注視点(□印)は線分二等分試験中、線分上を左右に移動した。

程を知る手がかりとして、線分二等分試験中の注視パターンを検討した。長さ20cmの線分を被験者の体の正面正中で二等分させ、その間、被験者の頭部に装着したNAC社製のアイマークレコーダーV型で視野画面と注視点の合成画面をモニターし、VTRで記録した。この際、頭部の運動は自由とし、鉛筆を持った手が線分をおおいかくさないように注意した。半盲患者では病巣と同側すなわち健常手、正常対照では右手および左手で線分二等分試験を実施した。

図1はアイカメラのモニター画面の模式図で、注視点(□)は二等分試験中、ほぼ線分上を左右に移動した。そこで、この画面を1コマ1コマ再生し、注視点の線分上における左右方向の動きを記録・検討した。

次に同じUSNのある左同名半盲患者を対象に、自分のつけた二等分点の偏りを右視野内で認知できるかについて検討した。線分二等分試験を終えたあと、図2のように線分の左端を注視させた状態で、自分の付けた二等分点の位置の妥当性を尋ねた。この時、左端を注視していることをアイカメラでモニターして確認した。

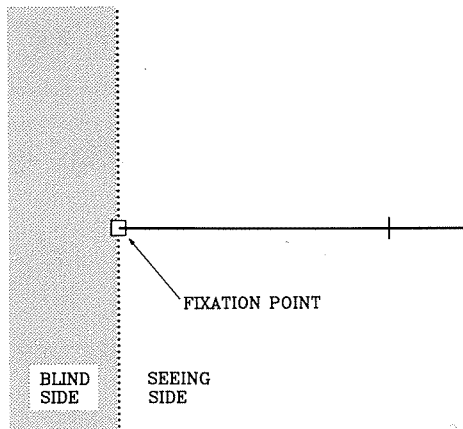


図2 USN患者の右視野における二等分点偏位の認知

IV 結 果

1. 注視パターン

注視点が線分上に初めて停留した時点から、二等分点をつけはじめの時点までの線分上における注視点の動きをグラフ化し、図3に示した。また、被験者のつけた二等分点（以下「二等分点」と略）の位置を同時に表示した。

1) 正常対照(図3A)：正常対照の場合、線分の両端まで注視することは少なく、両端のより内側で注視点が左右に移動した。また、右側を見る傾向が強いという特徴がみられた。この注視パターンは左右どちらの手を用いた場合でも同様であった。

2) USNのない右同名半盲(図3B)：注視点を線分の右端すなわち半盲側端まで移動させ、健常な左視野内で線分全体を見て二等分を行なう。

3) USNのない左同名半盲(図3C)：注視点を線分の左端すなわち半盲側端まで移動させ、健常な右視野内で線分全体を見て二等分を行なう。

4) USNのある左同名半盲(図3D)：注視点の動きは全体に少なく、線分上の一定の点を注視すると、右方向の探索によって中断されても、注視点はほぼ一定の位置に停留し続け、そこに二等分点がつけられる。左方向の探索は起こらない。左同名半盲のため、図にシャドウで

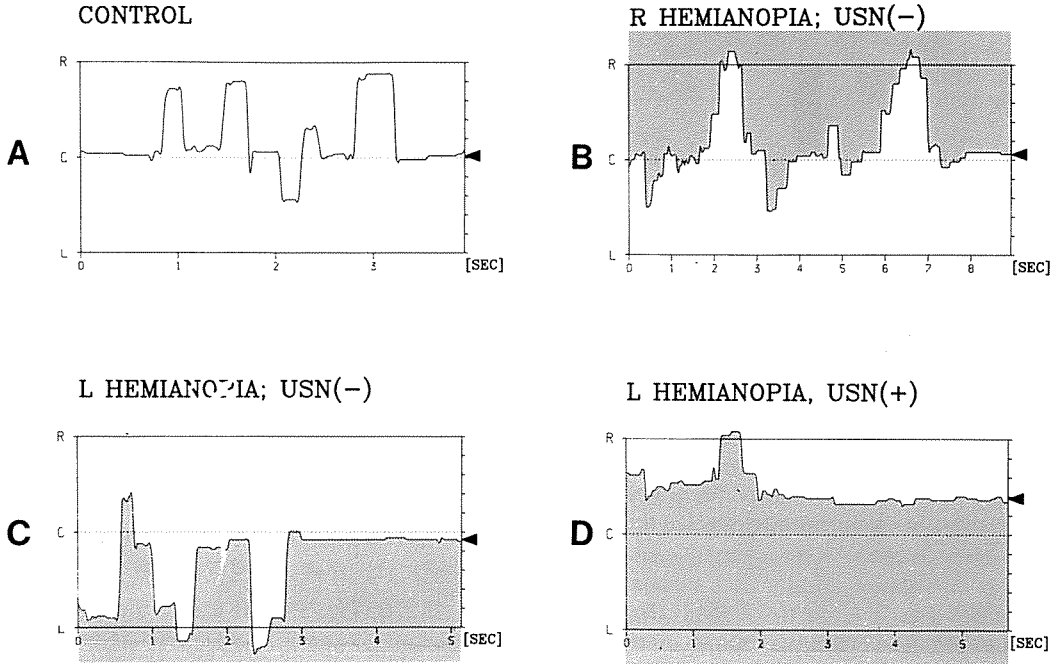


図3 線分二等分試験時の注視パターン

横軸：線分上に注視点が初めて停留した時点から二等分点をつけるまでの時間（秒）。縦軸：線分を反時計周りに90度回転した座標。上端R＝線分の右端，下端L＝線分の左端，中央C＝線分の中点。グラフ右の矢頭は二等分点の位置を示す。

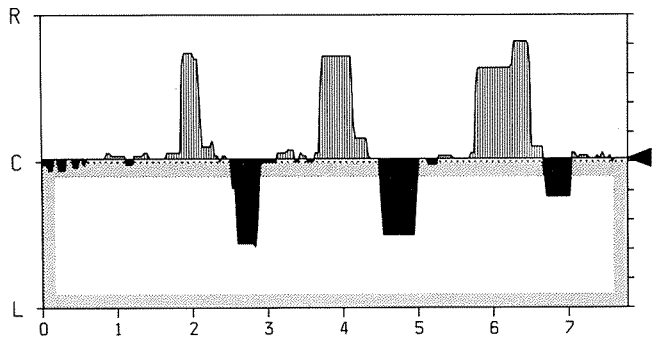
A：正常対照，B：USNのない右同名半盲，C：USNのない左同名半盲，D：USNのある左同名半盲。なお，同名半盲患者では注視点移動を示すグラフの注視点より半盲側をシャドウで示してある。

示したように注視点より左側が見えないことを考えると，結局，視野に入った範囲の線分の左端に二等分点を付けたことになる。

2. 左右への探索量の定量化

図4のように二等分点よりも右側の面積の合計を，グラフの中点より右または左の半分の面積で割った比率を右側探索量，同じく二等分点の左側の面積の比率を左側探索量として各群を比較した（図4下の式参照）。

各群の左側および右側探索量を図5に示した。なお，正常対照では，右手と左手の結果に差を認めなかったため，左右の手の結果を合わせた平均値を示してある。正常対照は，右側探索量が左側に比べて多い点の特徴である。USNのない右同名半



$$\text{RIGHT SEARCH}(\%) = \frac{\text{AREA}_{\text{shaded}}}{\text{AREA}_{\text{total}}} \times 100$$

$$\text{LEFT SEARCH}(\%) = \frac{\text{AREA}_{\text{shaded}}}{\text{AREA}_{\text{total}}} \times 100$$

図4 左右への探索量の定量化

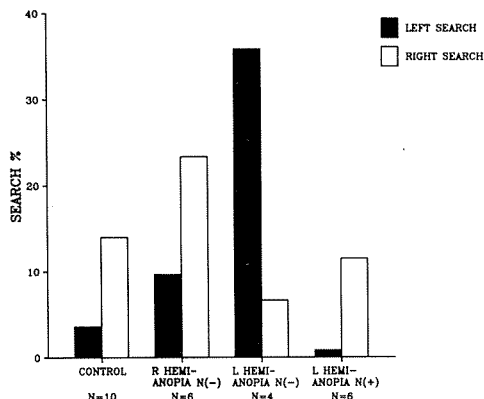


図5 各群の左側および右側探索量

USNのない右同名半盲および左同名半盲では半盲側の探索量が明らかに多い。USNのある左同名半盲では左側探索量がきわめて少ない。(N(+))およびN(-)はUSNの有無を示す)

盲と左同名半盲では、ともに半盲側の探索量が健常視野側に比べて明らかに多くなっており、同名半盲に対する代償作用 (Ishiai, 1987) が出現しているといえる。これに対して、USNのある左同名半盲では、左側探索はほとんど行なわれていない。この探索量は二等分点から左方への探索量であり、二等分点より左側をほとんど見ていないことが明らかとなった。

3. USN患者の右視野における二等分点偏位の認知

線分の左端を強制的に注視させることによって、USNのある左同名半盲患者6例全例が、自分のつけた二等分点の右方への偏りを認知できた。このことは「USNのある左同名半盲患者の右視野-左半球には、線分の midpoint に関する認知能力がある」ことを示唆している。

4. 結果のまとめ

- 1) USNのない同名半盲患者は線分の全体を健側視野で見て二等分する。
- 2) USNのある左同名半盲患者は、視野に入った範囲の線分の左端に二等分点をつけることが明らかとなった。つまり、図6下のように線分の左側を無視して、見た範囲を二等分するのではなく、図6上のように視野に入った範囲の左端に二等分点を付ける。
- 3) USNのある左同名半盲患者の右視野-左

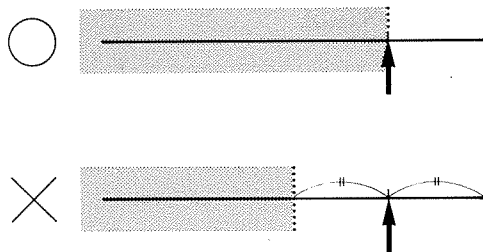


図6 USNのある左同名半盲患者の線分二等分

下図のように線分の左側を無視して、見た範囲を二等分するのではなく、上図のように視野に入った範囲の線分の左端に二等分点をつける。

半球には線分の midpoint に関する認知能力がある。

V 考 察

われわれはこれまでに、USNのない同名半盲患者には、注視点を視覚対象の半盲側に移して、健常な視野内で全体を見ようとする代償性注視パターンがあるのに対して、USNのある左同名半盲患者にはこれがみられないことを報告した (Ishiai, 1987)。今回の結果のなかで、USNのある左同名半盲患者が線分上の一定の点を注視すると、さらに左を見ようとしなないという結果は、半盲に対する代償性注視パターンの欠如といえることができる。この現象は従来のUSNのメカニズムに関する仮説と矛盾しない。たとえば、これは、眼球運動における hemispatial hypokinesia (Heilman, 1979 a) といえることができる。また、右半球は左右両空間に対して注意を向ける能力があるのに対し、左半球は右半側空間にしか注意を向けられないため、USNが右半球障害で起こるとする spatial attention における右半球優位性 (Heilman, 1979 b ; Heilman, 1980 ; Weintraub, 1987) でも説明可能である。

しかし、線分のうち視野に入った範囲と二等分点の関係をみてみると、USNのある左同名半盲患者は視野に入った範囲の線分を二等分するのではなく、視野に入った範囲の左端、すなわち右方への探索時以外に注視し続けた点に二等分点をつけることが明らかとなった。このことは、USN患者が線分の二等分の意味を理解していないか、あるいは、線分上で注視し続け

た点を二等分点と判断してしまうような他の要因があるか、のどちらかの可能性を示している。しかし、U S Nのある左同名半盲患者は、線分全体を健常な右視野内で見た場合には二等分点の右方への偏位を認知できることから、線分二等分の意味を理解していない可能性は少ない。また、左半球に線分の中点に関する空間認知能力があることは明らかである。これは、最近の分離脳における研究 (LeDoux, 1977; Zaidel, 1981)、右頭頂葉障害患者の右視野の研究 (LeDoux, 1980) などで指摘されてきた左半球の空間認知能力と一致する。それでは、なぜ線分二等分試験では、健常な右視野に入った範囲の線分の左端に二等分点をつけてしまうのであろうか。ここで、客観的には半盲としてとらえられている左視野の意義を考え直す必要がある。

同名半盲患者は半盲に気づかない場合がかなりあり (Critchley, 1949/50), Gassel ら (1963) は、半盲とは自覚されるよりもむしろ、視野検査などで指摘されて初めてその存在に気づかれる場合が多いと述べている。また、Bisiach ら (1985) は半盲の否認の程度と U S N の程度との間に有意の関係はないと述べているが、中～高度の半盲の否認を示す患者群に中～高度の U S N がみられる頻度が高いことを示している。一方、半盲に対する否認は後頭葉に局限する病変よりも前方かつ広範な病変の例、すなわち頭頂後頭領域または側頭後頭領域病変に多いとする報告 (Koehler, 1986) があり、病巣の点でも半側空間無視との類似性がみられる。なお、今回用いた U S N のある左同名半盲患者 6 例では、完全な半盲の否認を示したものの 5 例、左目が悪いと述べたものの 1 例であった。

さらに、左視野は欠損して存在しないというよりもむしろ、内的には、何らかの像をそこにしている可能性がある。その一例が、半盲における completion 現象である。completion 現象とは視野検査上 blind な視野部分に一部がかかるように視覚対象を呈示した時、全体が見えると述べる現象であり、Poppelreuter (1917) が最初に記載した。Warrington ら (1962) は、

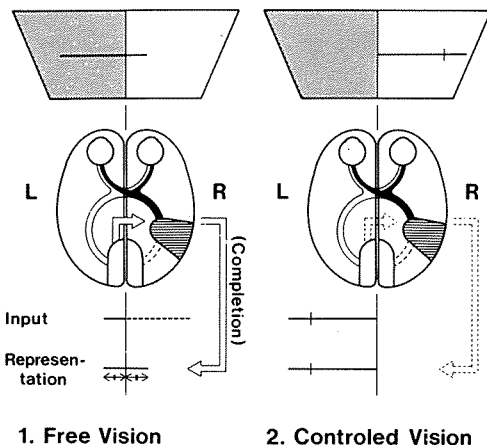


図 7-1 : U S N 患者における線分二等分試験時の視覚情報処理

2 : U S N 患者の右視野における二等分点偏位の認知

1 : 病変のある右半球が右視野-左半球に入った線分の右側一部分の情報をもとに、完結した (complete な) 線分の全体像を構成し、注視している点すなわち右視野で実際に見た範囲の左端を線分の中点と判断する。2 : 右視野-左半球に線分全体を入力した場合、左半球内の閉鎖回路が構成され二等分点偏位の認知ができる。

completion 現象が半盲の否認および頭頂葉病変と強い関連があり、さらに U S N とも関連があることを指摘した。また、Kinsbourne ら (1962) は右半球病変に関連する読みの障害として、U S N 患者が英単語の右側 (語尾) が保たれた左側部分の錯読を示すことを指摘し、のちに Warrington ら (1965) はこれを一種の completion とみなしている。Fuchs ら (1920) は、completion は対称な単純図形で起こりやすく、意味のある絵、直線、文字単語では起こりにくいとしたが、Warrington ら (1965) の後の検討では、より多くの視覚対象で completion が起こることが示されており、線分でも completion が起こる可能性は十分にある。しかし、線分の場合、completion が起こっても起こらなくても線分であることに変わりはなく、completion 出現の判断が難しいといえる。

今回の検討における線分二等分試験の場合は、図 7-1 のように、U S N のある左同名半盲患者は線分の右側一部分の情報を右視野-左後頭葉で受容すると、一種の completion が起こり、注視している点すなわち右視野で実際に

見た範囲の左端を線分の中点と思い込むと解釈することができる。Bisiach ら (1983) は、U S N 患者のつけた二等分点が真の中点となるような線分 (represented line) の長さで実際の線分の長さの関係について論じているが、この represented line は、先に述べた complete された線分の全体像に対応するものである。このように考えると、線分の右端からどれだけ左寄りに注視点が停留するかによって、二等分点の位置が決まることになる。一方、図7-2のように、右視野-左半球に線分全体を入力した場合、左半球内の閉鎖回路が構成され二等分点偏位の認知ができると説明できる。

今回の6例のU S N患者については、War-rington らのようなタキストスコープを用いた completion の検討は行なっていないが、6例全例が花の絵を右半分しか描かず、描き終えた後一定の期間おいて呈示しても、完全な花の絵と述べていることから、completion を伴うと考えられる。Gassel ら (1963) は半盲に対する洞察が欠如した症例のうち、注意を移せないものに高度の completion がみられると述べている。これは、半盲側へ注意を向けられない、あるいは注視点を半盲側へ移動させる代償性注視パターン (Ishiai, 1987) のないU S N患者の状態にあたる。したがって、時間制限を設定せず注視点の移動を許した状態でも、U S N患者では線分二等分試験の場合をはじめとして、一定の点より左方への注視点移動が出現にくく、completion が起こりやすいと考えられる。

以上のことから、U S Nは右視野で受容された対象の右側一部分の情報から、完結した (complete な) 全体像を判断して行為を終了し、確認や訂正を行なわない現象と考えることができる。しかし、右視野に線分全体を入れ、左半球内の閉鎖回路を構成した場合は左半球の空間認知能力が発揮される。したがって、U S Nにおいては、病変のある右半球が右視野-左半球に入った視覚情報をもとに異常な判断を行なう一方、左半球の空間認知能力を抑制するという図式が成立つ (図7)。このような半球間の相互作用は脳梁を介して行なわれると考えら

れる。一側半球病変における脳梁を介する相互作用については、Kinsbourne (1970) がU S Nのメカニズムのモデルについての論文のなかでふれている。その中で、彼は今回提唱した仮説とは逆に、一側半球病変による行動障害の一部が脳梁を介する健側半球からの抑制によるものである可能性をあげている。また、それが事実ならば脳梁の切断によってU S Nの改善が起こるのではないかと述べている。今回の検討でも半球間の相互作用がU S N成立に重要な役割を果たしている可能性が示唆されたことから、U S N患者の脳梁が離断されるような病態が起こり、左半球が右半球から解放された場合のU S N症状の変化を検討できると興味深い。

謝辞：本論文を御校閲いただきました古川哲雄助教授、塚越廣教授に深謝いたします。また、症例収集に御協力いただいた関東通信病院神経内科、冷牟田英三部長、武蔵野赤十字病院内科、綿引定清部長、埼玉県障害者リハビリテーションセンター内科、小田嶋奈津医長ならびに諸先生方に心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) Battersby, W. S., Bender, M. B., Pollack, M. and Kahn, R. L. : Unilateral "spatial agnosia" ("inattention") in patients with cerebral lesions. *Brain*, 79 ; 68—93, 1956.
- 2) Bisiach, E., Bulgarelli, C., Sterzi, R. and Vallar, G. : Line bisection and cognitive plasticity of unilateral neglect of space. *Brain and Cognition*, 2 ; 32—38, 1983.
- 3) Bisiach, E., Vallar, G., Perani, D., Papagno, C. and Berti, A. : Unawareness of disease following lesions of the right hemisphere : anosognosia for hemiplegia and anosognosia for hemianopia. *Neuropsychologia*, 24 ; 471—482, 1986.
- 4) Critchley, M. : The problem of awareness or non-awareness of hemianopic field defects. *Trans. Ophthalmol. Soc. U. K.*, 69 ; 95—109, 1949/50.
- 5) Friedland, R. P. and Weinstein, E. A. : Hemianattention and hemisphere specialization : introduction and historical review. *Adv. Neurol.*, 18 ; 1—31, 1977.
- 6) Fuchs, W. : Untersuchung über das Sehen der Hemiambyopiker. I. Verlagerungserscheinungen.

- Z. Psychol., 84 ; 67—169, 1920. (quoted by Warrington, [18, 19])
- 7) Gassel, M. M. and Williams, D. : Visual function in patients with homonymous hemianopia, part III : the completion phenomenon ; insight and attitude to the defect ; and visual functional efficiency. *Brain*, 86 ; 229—260, 1963.
 - 8) Heilman, K. M. and Valenstein, E. : Mechanisms underlying hemispatial neglect. *Ann. Neurol.*, 5 ; 166—170, 1979 a.
 - 9) Heilman, K. M. and Van Den Abell, T. : Right hemispheric dominance for mediating cerebral activation. *Neuropsychologia*, 17 ; 315—321, 1979 b.
 - 10) Heilman, K. M. and Van Den Abell, T. : Right hemisphere dominance for attention : the mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). *Neurology*, 30 ; 327—330, 1980.
 - 11) Ishiai, S., Furukawa, T. and Tsukagoshi, H. : Eye-fixation patterns in homonymous hemianopia and unilateral spatial neglect. *Neuropsychologia*, 25 ; 675—679, 1987.
 - 12) Kinsbourne, M. and Warrington, E. K. : A variety of reading disability associated with right hemisphere lesions. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 25 ; 339—344, 1962.
 - 13) Kinsbourne, M. : A model for the mechanism of unilateral neglect of space. *Trans. Am. Neurol. Assoc.*, 95 ; 143—146, 1970.
 - 14) Koehler, P. J., Endtz, L. J., Te Velde, J. and Hekster, R. E. M. : Aware or non-aware : on the significance of awareness for the localization of the lesion responsible for homonymous hemianopia. *J. Neurol. Sci.*, 75 ; 255—262, 1986.
 - 15) LeDoux, J. E., Wilson, D. H. and Gazzaniga, M. S. : Manipulo-spatial aspects of cerebral lateralization : clues to the origin of lateralization. *Neuropsychologia*, 15 ; 743—750, 1977.
 - 16) LeDoux, J. E., Smylie, C. S., Ruff, R. and Gazzaniga, M. S. : Left hemisphere visual processes in a case of right hemisphere symptomatology : implications for theories of cerebral lateralization. *Arch. Neurol.*, 37 ; 157—159, 1980.
 - 17) Poppelreuter, W.: Die psychischen Schädigungen durch Kopfschuss im Kiege 1914—16 ; (die Störungen der niederen und höheren Schleistungen durch Verletzungen des Okzipitalhirns). Leipzig, Voss, 1917. (quoted by Warrington [18, 19])
 - 18) Warrington, E. K. : The completion of visual forms across hemianopic field defects. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 25 ; 208—217, 1962.
 - 19) Warrington, E. K. : The effect of stimulus configuration on the incidence of the completion phenomenon. *Br. J. Psychol.*, 56 ; 447—454, 1965.
 - 20) Weintraub, S. and Mesulam, M.-M.: Right cerebral dominance in spatial attention : further evidence based on ipsilateral neglect. *Arch. Neurol.*, 44 ; 621—625, 1987.
 - 21) Zaidel, E., Zaidel, D. W. and Sperry, R. W. : Left and right intelligence : case studies of Raven's progressive matrices following brain bisection and hemidecortication. *Cortex*, 17 ; 167—186, 1981.

Interactions between the hemispheres in unilateral spatial neglect

Sumio Ishiai

Department of Neurology, Faculty of Medicine, Tokyo Medical and Dental University

Homonymous hemianopic patients with or without unilateral spatial neglect were administered the line bisection test. These were all right-handed patients

with unilateral hemispheric lesions due to cerebrovascular accidents. Eye-fixation pattern, or movement of fixation point, was recorded throughout the line

bisection test by eye camera.

Hemianopic patients without unilateral spatial neglect made several searches to the end of the line on the hemianopic side. In this way, they saw the whole line in their seeing side of visual field. Using such a compensatory eye-fixation pattern, they bisected the line almost correctly.

In contrast, the left hemianopic patients with unilateral spatial neglect showed no compensation for hemianopia. Once they fixate a certain point on the line, they persisted on the point and made small number of rightward searches. On this point, they marked the subjective midpoint. Because of left homonymous hemianopia, the patients could not see the left part of the line from the subjective midpoint. It follows that they put the subjective midpoint on the left end of the part which they actually saw.

After the line bisection test, the patients with unilateral spatial neglect were tested about the ability to recognize the rightward deviation of their subjective midpoint in the seeing right half of visual field.

They were forced to keep fixating the left end of the line and were asked the adequacy of the location. In this way, all the patients with unilateral spatial neglect could identify the rightward deviation of the subjective midpoint. This result suggests that right visual field of the patients with unilateral spatial neglect has the visuospatial ability to recognize the true midpoint of the line.

A hypothesis on the mechanism of unilateral spatial neglect was proposed to explain the result. Visual input about the right part of the object is projected to the left hemisphere from the right visual field. The damaged right hemisphere utilizes this input via corpus callosum and construct a totalized image of the object, which may be the same as the "completion" of the hemianopics. As a result, they stop further searching and make a faulty decision. The strong tendency to construct a totalized image suppress the visuospatial ability of the left hemisphere. Such interactions between the hemispheres may play an important role in unilateral spatial neglect.