

# 線分二等分検査における線分の長さ、位置、使用手の効果 — 健常大学生での予備的検討 —

(特別支援教育講座) 山下 光  
(障害児教育教員養成課程平成21年度卒業) 山根 栄美  
(教育学研究科特別支援教育専攻) 金森 雅

## Effects of line length, spatial conditions, and used hand on visual line bisection:

### A preliminary study in healthy university students

Hikari YAMASHITA, Emi YAMANE and Masaru KANAMORI

(平成22年6月5日受理)

#### I はじめに

半側空間無視 (unilateral spatial neglect) とは、大脳損傷患者において、大脳半球病巣と反対側の刺激に対して、発見して報告・反応したり、その方向を向いたりすることが障害される病態である。損傷側により左右どちらの空間にも生じることがあるが、急性期をのぞけば右半球損傷による左半側空間無視が圧倒的に多い。左半側空間無視は急性期の右半球損傷患者の3～4割に認められ、慢性期になっても症状が持続する例が多く報告されている (石合, 2003; 2009)。患者は無視側に自発的に注意を向けることが難しいばかりでなく、それを要求された場合でも注意を向けたり視線を向けることが難しい (石合, 2003)。

患者は自分自身が、半側無視しているという事実気づくことができない。そのため、食事の際にも自分の正面に置かれたトレーの左側に気づくことができず、手をつけられずに食事を終えてしまったり、正面に座った相手のトレーと自分のトレーの右側だけを見て、内容が違うという訴えをすることもある。着衣の際にも、自分の左腕を通せなかったり、顔の左側にだけメイクを施さなのまま、身だしなみが終わったと言ったりもする。運動の際にも、自分の体の左側にある壁やモノによくぶつかってしまう。また、自動車運転の問題も深刻である。左側の歩行者やモノに気づくことができず衝突してしまったり、車の左後方だけが電柱にぶつかり大きく傷つ

けてしまったり、あるいは、左側にいる取り締まりの警官が見えずに制止を無視してしまうこともある (石合, 2003; 2009; 山鳥, 1985)。

その責任病変については、古くから右半球の下頭頂小葉、あるいは側頭頭頂葉接合部が一般的に知られているが、最近では中～上側頭回 (STG) や前頭葉背外側の役割も重視されている (前島, 2006)。

半側無視の発現メカニズムに関しては、これまで数多くの仮説が提唱されてきた。代表的なものとしては、感覚障害説、表象障害説、注意障害説等がある。

感覚障害説は左半側空間無視患者の多くに左同名半盲が認められることから、その影響が主な原因になっていると考える説である (Battersby, 1956)。表象障害説は、基本的な障害が心的表象をつくる際、あるいは操作する際の問題であるとするものである (Bisiachら, 1978)。注意障害説にはいくつかのバリエーションがある。Kinsbourne (1987) は、それぞれの半球が反対側への注意の方向性を有しており (若干右向きが強い)、脳梁を介して相互に抑制されているが、右半球損傷をきたすと左半球への抑制がきかなくなり、左無視をきたすと考えた。Heilmanら (1979) は両側に脳幹網様体—視床—皮質—辺縁系のループによる注意覚醒のシステム系が存在し、その障害が対側空間への動きの減少 (Hypokinesia) をもたらすと考えている。Mesulam (1981) は注意のネットワーク説を提唱している。これ

は“不注意”が、感覚面だけでなく、運動面、言語面などにおいて覚醒レベルの低下—意欲喪失—無関心—無視などの形で存在し、感覚性の無視と運動性の無視は必ずしも独立したものではなく深い関連を有すること、責任病巣は右半球だけでなく両半球にわたること、頭頂葉や後頭葉、側頭葉だけに限らず前頭葉、帯状回や皮質下病巣として視床、線条体、黒質等も関与することを述べたものである（前島, 2006）。

この半側空間無視を臨床場面で検査する方法としては描画法（模写、自由画）、線分抹消検査、線分二等分検査等がある（前島, 2006；武田, 2009）。

描画法は、患者に簡易な絵の見本を提示し、それを模写させる検査である。患者は見本となった絵の左側を無視しているため、見本の右半分だけを模写して、できたと言う。

また、時計や人の顔などの誰もがよく知っているものを見本なしで描かせた場合にも、左半分を描かなかったり、ぞんざいに描いて平然としていることがある。線分抹消検査は、無作為にいくつかの線分が描かれた一枚の紙を提示され、そのすべての線分に印をつけていく検査である。紙面の右側にある線分には印を入れて抹消できるが、紙面の左側を無視しているため、左側にある線分には印をつけることができない。ただし、この検査は感度が低く、症状が軽い場合には全ての刺激の抹消に成功する場合も多い。感度を高めるために線分ではなく多様な図形や文字などを使用し難易度を高めた末梢検査も考案されている。

線分二等分検査は、患者は目の前に紙に書かれた線分を提示され、それを二等分するような印を縦に書き入れる検査である（図1）。

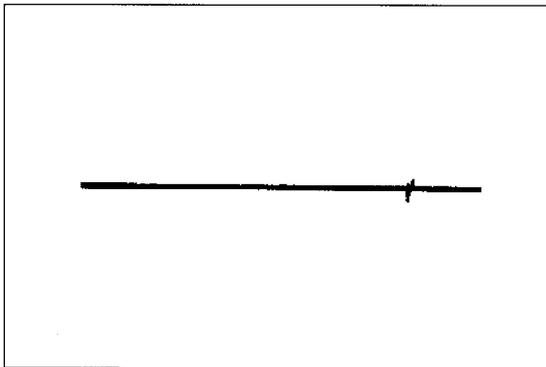


図1 線分二等分検査

この検査では、患者は実際の中点よりも右側に印をつけてしまう。これは患者が線分の左側に注意を向けることができないために、線分の右側だけを見て二等分する線を書き入れるためではないかと考えられている。この検査はもともと脳損傷による視野の欠損を検出されるために考案されたものであり（Liepmann & Kalms, 1900）、半側空間無視の検査法として臨床で一般的に使われるようになったのは1980年頃からである。線分二等分検査は、線分の両端から等しい距離を取って真ん中を推定する。左半側空間無視患者の場合、しっかりと切れて見えるのは右端だけであり、視界のなかでは左端はあいまいにしか見えていない。はっきりと見えている右端を基準として自分の好みの点を中点として線分を判断するため、右よりの二等分線を書き入れると考えられている。この方法は、紙と鉛筆さえあれば特別な道具を必要とせず、時間もかからない。また、検査としての感度も高く、数量化も容易なことから、検査者にとっても患者にとってもメリットが大きい検査として世界中で幅広く使用されている。

この線分二等分検査を脳損傷のない健常者に実施した場合、二等分線が実際の中点よりも若干左方に偏位する傾向が見られる。この現象は偽性無視（pseudoneglect）と呼ばれ、空間情報処理における右大脳半球の優位性を示す証拠の一つであると考えられる（Bowers & Heilman, 1980; Jewell & McCourt, 2000）。

この偽性無視に関しては、半側空間無視の生起メカニズムの解明の手掛かりとして、また空間情報処理のメカニズムや半球優位性を検討する手掛かりとして、1980年代後半～1990年代にかけて多くの研究が行われてきた。偽性無視の有無や程度、方向性に影響を与える変数としては、年齢、性別、半球優位性（利き手）、検査に使用する手、両眼視と単眼視、線を走査（scanning）する方向、視運動覚刺激（optokinetic stimulation）、手掛かり刺激の有無、線の明瞭度、刺激の位置（配置）、眼球運動の向き、線の長さ、線の方向、二等分する刺激の多様性等が指摘されている（Jewell & McCourt, 2000）。

また最近、この左空間への注意の偏位が、健常者の日常生活における狭い空間の通り抜けやすれちがい時の、衝突や接触などの危険と関連している可能性、つまり左側よりも右側にあるものにぶつかりやすいのではないかと

という指摘がされ、再度注目が集まっている (Nichollsら, 2008)。

しかし、わが国においてはpseudoneglectに関する研究はあまり行われていない。Fukatsuら (1990) は、50～60歳代の右利きの非脳損傷患者24名 (男女各12名; 平均年齢61.6歳) に、8, 12, 16, 20cmの水平線を、体幹の左側、中央、右側で、右手および左手を使って二等分させた。その結果、位置の効果は認められなかったが、右手では一貫して若干の右への偏位が認められた (1.84～2.13%)。それに対して左手では、右への変位が小さかった。Fukatsuら (1990) の研究は偽性無視における使用手の効果を示した点でも興味深いですが、偏位の方向が欧米での多くの研究と反対である。

そのような逆の偏位を示した理由について、同じ研究グループのFujiiら (1995) は、年齢を変数とした実験を行い、若年者や、中年者では二等分の偏位は認められないが、高年者では右への偏位が生じたとして、空間性注意の側性化に加齢変化が生じる可能性を指摘している。しかし、この2つの実験的研究では欧米の研究で報告されている左への偏位は観察されていない。また位置の効果も観察されていない。

さらに、偽性無視の方向性や大きさを考える上での重要な変数として、線の長さの問題がある。半側空間無視患者の線分二等分検査では、二等分線の右への偏位が認められるのが一般的だが、線が短い場合には、逆に左への偏位を示すことがある。

この現象はcross over effect, あるいはcross over in neglectなどと呼ばれているが、このような現象が生起するメカニズムについては不明な点が多い (Halligan & Marshall, 1988; Marshall & Halligan, 1989; 武田, 2009)。

Fukatsuら (1990) は比較的短い線も使用しており、cross overの生起が結果に影響を与えていた可能性もある。しかし、偽性無視においてもcross over effectが生じるのかという問題に関しては、否定的な報告もある (Rueckertら, 2002)。

今回の研究では、欧米の研究で使用されることが多い若年の健常者 (大学生) に対して、線分二等分検査を実施し、Fukatsuら (1990) やFujiiら (1995) が検討している位置、使用手の効果に加えて線分の長さの効果、およびそれらの相互作用について検討を行った。

## II 対象と方法

### 1. 被験者

18歳～40歳の右利き大学生・大学院生207名 (平均年齢19.1±2.6歳) を対象とした。性別は女性123名 (平均年齢18.7±2.2歳)、男性84名 (平均年齢19.6±3.0歳) であった。利き手の決定にはHN式利き手検査 (八田・中塚, 1975) を使用し、合計点が8点以上を右利きとした。

### 2. 材料

線分二等分課題は、A4サイズ横置き8ページのブックレット形式 (上綴じ) で提示された。線分は長さ5cm, 10cm, 15cm, 20cmの4種類で、太さはいずれも2mmであった。各長さについて1ページに6本の水平線が、2.3cm間隔で、左側に2本、中央に2本、右側に2本ランダムな順序で配置されていた。4ページが右手用、4ページが左手用とされ、両者の間には仕切りのカラー用紙が挟み込まれていた。

### 3. 手続き

被験者を50名程度のグループに分け、教室を使って集団法で実施した。一人の実験者が正面の教卓上で教示を与え、実験補助者が巡回して各被験者が教示を守っているかどうかを確認した。特にブックレットが常に被験者の身体の正面に置かれているかをチェックし、守られていない場合は修正を行った。試行は利き手検査の記入と一斉教示の後、右手から対象者のペースで実施された。全員が右手を完了したところで左手の試行に移り、全員が完了した時点で終了とし、ブックレットを回収した。

## III 結果

各対象者の二等分線について、左端から二等分線までの距離を測定し、そこから実際の二等分の長さを引いた値を偏位量とした。この数字がマイナスの場合は左方向への、プラスの場合は右方向への偏位が存在することになる。この偏位量を使用手、線の位置、線の長さ毎に平均した結果を、表1に示す。

表1 各条件の平均偏位量 (mm)

使用手	線の長さ	提示位置					
		左		中央		右	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
右手	5cm	-0.53	0.76	0.24	0.89	0.16	0.85
	10cm	-1.61	1.19	0.31	1.19	1.97	2.32
	15cm	-2.29	2.93	-0.66	2.72	1.41	3.43
	20cm	-3.37	4.18	-2.17	3.68	0.62	4.08
左手	5cm	-0.12	1.06	-0.20	0.87	0.02	0.90
	10cm	-1.28	2.26	-0.68	1.73	0.73	2.05
	15cm	-2.90	3.14	-2.13	2.85	0.70	3.22
	20cm	-3.56	3.70	-1.66	3.97	0.55	4.41

線分が用紙の中央に配置された場合に注目すると、左手で引かれた二等分線はわずかではあるが一貫して左側へ偏位していることがわかる。また線分が用紙の左側に配置された場合にはほぼ一貫して左偏位が、右側におかれた場合には一貫して右偏位が生じている。

右手の場合は中央で、線分が5、10cmの場合には右側への偏位を示しているのに対して、15、20cmでは左側への偏位が見られる。左側におかれた場合や右側におかれた場合は、左手の場合と類似したパターンを示しているが、やや左手の方が一般的に左偏位傾向が強いように見受けられる。

統計処理には、線の長さの直接的な影響を受けにくい、最も一般的な指標である偏位率（(左端から二等分線までの距離-実際の二等分の長さ)÷実際の二等分の長さ）を用いた。図2に各条件の偏位率を示す。

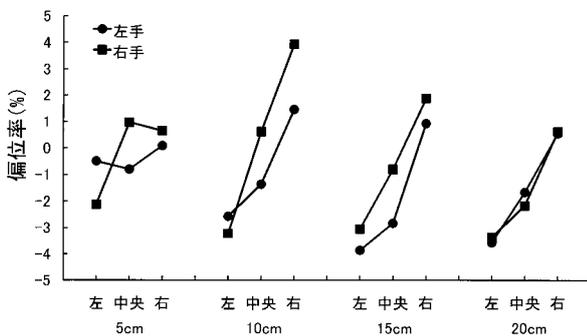


図2 各条件の偏位率 (%)

使用手×長さ×位置の分散分析を行ったところ、二次の交互作用が有意であった (F (6,1236) =12.63, p<.01)。そこで、まず使用手別に位置×長さの単純交互

作用を分析した。

右手では位置×長さの単純交互作用が有意であったので (F (6,2472) =26.56, p<.001)、位置別に単純主効果の検定とRyan法による多重比較 (有意水準5%) を行った。

左においては長さの主効果が有意であった (F (3,3708) =5.77, p<.001)。多重比較の結果は左への偏位が大きい順に20cm=10cm>15cm>5cmであった。

中央においては長さの主効果が有意であった (F (3,3708) =38.11, p<.001)。多重比較の結果は左への偏位が大きい順に20cm>15cm>10cm=5cmであり、長さが長くなるにしたがって右偏位から左偏位にシフトするcross over effectが生じていることが確認された (MSe=11.38, p<.05)。

右においては長さの主効果が有意であった (F (3,3708) =44.33, p<.001)。多重比較の結果は右への偏位が大きい順に10cm>15cm>5cm=20cmであった。

左手でも位置×長さの単純交互作用が有意であったので (F (6,2472) =20.84, p<.001)、位置別に単純主効果の検定とRyan法による多重比較を行った。

左においては長さの主効果が有意であった (F (3,3708) =42.17, p<.001)。多重比較の結果は左への偏位が大きい順に15cm=20cm>10cm>5cmであった。

中央においては長さの主効果が有意であった (F (3,3708) =13.36, p<.001)。多重比較の結果は左への偏位が大きい順に15cm>20cm=10cm=5cmであった。

右においては長さの主効果が有意であった (F (3,3708) =6.19, p<.001)。右への偏位が大きい順に

ならべると10cm, 15cm, 20cm, 5cmであったが、多重比較で有意差がみとめられたのは、10cm>5cm, 10cm>20cm, 15cm>5cmであった。

次に、位置ごとに使用手と長さの単純交互作用を分析した。左では使用手×長さに単純交互作用が有意だったので (F (3,1854) =11.51, p<.001), 長さ別に単純主効果の検定を行ったところ、5cm (F (1,2473) =23.01, p<.001) と15cm (F (1,2473) =5.80, p<.05) では有意であったが、10cm (F (1,2473) =3.72, p=.06) と20cm (F (1,2473) =0.32, p=.573) は有意ではなかった。

中央では使用手×長さの単純交互作用が有意だったので (F (3,1854) =15.06, p<.001), 長さ別に単純主効果の検定を行ったところ、5cm (F (1,2473) =27.30, p<.001), 10cm (F (1,2473) =34.43, p<.001), 15cm (F (1,2473) =33.38, p<.001) は有意であったが、20cm (F (1,2473) =2.27, p=.14) は有意ではなかった。

右では使用手×長さの単純交互作用が有意だったので (F (3,1854) =11.11, p<.001), 長さ別に単純主効果の検定を行ったところ、10cm (F (1,2473) =53.64, p<.001), 15cm (F (1,2473) =7.94, p<.01) は有意であったが、5cm (F (1,2473) =2.74, p=.098) と20cm (F (1,2473) =.05, p=.83) は有意ではなかった。

#### IV 考察

今回の研究結果は以下のようにまとめることが出来る。(1) 右手で中央に配置された線分を二等分する場合、5cm, 10cmでは右への偏位、15cm, 20cmでは左への偏位が生じるcross over effectが観察された。これに対して左手では一貫して左への偏位が生じており、また線が長いほど偏位量も増加した。(2) 線が左側に配置された場合には両手ともほぼ一貫して左偏位を示し、右側に配置された場合には右偏位を示した。しかし、左側の場合でも右側の場合でも線の長さが長くなるにつれ、二等分線が左方向へシフトする(右側の場合は実際の中点に近づく)傾向が認められた。(3) 使用手の効果は、10cmと15cmではほぼ一貫して認められ、左手の方が左偏位の傾向が強かったが、最も短い5cmと最も長い20cmでは、不明確であった。

(1)の結果については、従来の報告では観察されなかった偽性無視におけるcross over effectを報告した点

で大きな意義がある。実際の半側空間無視のcross over (線分が長くなると左偏位から右偏位にシフトする)とは逆のパターンを示しており、半側空間無視においてcross overが生じるメカニズムを考える上でも重要な発見であると思われる。

わが国における偽性無視の数少ない先行研究であるFukatsuら(1990)、Fujiiら(1995)は、いずれも二等分線の右への偏位を報告しているが、今回の研究では右偏位から左偏位へのcross over effectが生じている。また、位置の効果も認められていない。それに対して、使用手の効果についてはある程度一致している。これらの結果の違いが生じた原因が、対象者の年齢の違いによるものか、それ以外の手続き上の違いに起因するものなのかについては今後さらに検討が必要であるが、Fujiiら(1995)では若年者でも左への偏位は認められていない。

今回観察された使用手の効果は半側空間無視患者の線分二等分検査でもしばしば観察されており、左手で線分を二等分させると右手でさせた場合よりも実際の中点に近くなることがある。これは、左手の使用が右脳の活動性を上げ左への注意が幾分強まるためではないかと考えられている(Kinsbourne, 1987; 石合, 2009)。今回対象とした健常者では左手の使用が右脳の活動性を高め、それが左への偏位をより強くした可能性がある。

また、線分の位置に関しては、狭い紙の上での配置であり、それほど大きな変化ではなかったにも関わらず、偏位の方向も含めた大きな影響が観察されたのは意外であった。しかし、今回のような狭い紙の上での配置では20cm程度になると、位置の変化は小さなものにならざるを得ず、それが位置と長さの交互作用につながった可能性もある。さらに、今回の研究は、1枚の用紙に同じ長さの線分が複数印刷されていた。それが一種の妨害刺激やノイズとして、一つ一つの線分の中点の判断を難しくした可能性も否定できない。

今後の研究では、よりシンプルな刺激(例えば、一枚に一本の線分)を使用した場合でも、今回と同様なcross over effectが生じるかどうかを検討する必要がある。また、その際にはもっと短い線分や長い線分を加える必要性もあるだろう(実際の半側空間無視のcross overの研究では1cmや2cmなどもっと短い刺激でも観察されている)。

また、将来的には空間的注意の偏位の個人差と利き手の関係、日常生活活動における器用さや、運動能力などとの関係についても検討を行いたいと考えている。

## 謝辞

本研究は科学研究費補助金（基盤研究C, 課題番号：21530731, 研究代表者：山下 光）の助成を受けたものである。

## 引用文献

Battersby, W. S., Bender, M. B., Pollack, M., & Kahn, R. L. (1956). Unilateral spatial agnosia (inattention) in patients with cerebral lesions. *Brain*, 79, 68-93.

Bisiach, E., & Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14, 129-133.

Bowers, D., & Heilman, K. M. (1980). Pseudoneglect: effects of hemispace on a tactile line bisection task. *Neuropsychologia*, 18, 491-498.

Fujii, T., Fukatsu, R., Yamadori, A., & Kimura, I. (1995). Effect of age on the line bisection test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17, 941-944.

Fukatsu, R., Fujii, T., Kimura, I., Saso, S., & Kogure, K. (1990). Effects of hand and spatial conditions on visual line bisection. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 161, 329-333.

Halligan, P. W., & Marshall, J. C. (1988). How long is a piece of string? : a study of line bisection in a case of visual neglect. *Cortex*, 24, 321-328.

八田武志・中塚善次郎 (1975). きき手テスト作成の試み. 大西憲明教授退任記念論文集 (pp. 224-247). 大阪市立大学.

Heilman, K. M., & Valenstein, E. (1979). Mechanisms underlying hemispacial neglect. *Annals of Neurology*, 5, 166-170.

石合純夫 (2003). 高次脳機能障害学 医歯薬出版

石合純夫 (2009). 失われた空間 医学書院

Jewell, G., & McCourt, M. E. (2000). Pseudoneglect: a review and meta-analysis of performance factors in

line bisection tasks. *Neuropsychologia*, 38, 93-110.

Kinsbourne, M. (1987). Mechanisms of unilateral neglect. In M. Jeannerod (Ed.), *Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect* (pp. 69-86). Amsterdam: North-Holland/Elsevier.

Liepmann, H., & Kalmus, E. (1900). Über eine Augenmaassstörung bei Hemianopikern. *Berliner Klinische Wochenschrift*, 38, 838-842.

前島伸一郎 (2006). 半側無視の下位分類 高次脳機能障害研究, 6, 235-244.

Marshall, J. C., & Halligan, P. W. (1989). When right goes left: an investigation of line bisection in a case of visual neglect. *Cortex*, 25, 503-515.

Mesulam, M. M. (1981). A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Annals of Neurology*, 10, 309-325.

Nicholls, M. E., Loftus, A. M., Orr, C. A., & Barre, N. (2008). Rightward collisions and their association with pseudoneglect. *Brain and Cognition*, 68, 166-170.

Rueckert, L., Deravanesian, A., Baboorian, D., Lacalamita, A., & Replinger, M. (2002). Pseudoneglect and the cross-over effect. *Neuropsychologia*, 40, 162-173.

武田克彦 (2009). ベッドサイドの神経心理学 (改訂2版) 中外医学社

山鳥重 (1985). 神経心理学入門 医学書院