

# 利き手考

西 沢 昭

Handedness

SHO NISHIZAWA

## 1. 利き手について

ヒトには対器官(手・足・目・耳)があり、その片方を他方に比べて多く使用したり、その片方が優位であったりする時、それを片側優位(lateral dominance)と言う。ヒトの対器官の中では手において片側優位が最も発達しており、又ヒトの手の片側優位性は他の動物において観察される片側優位性よりもはるかに顕著である。

手の優位側、すなわち利き手の人口に対する割合は、時代や文化の域を超え、右手利きの割合が大きかったとされている(DENNIS, 1958)。この右手利きの割合に関してもさまざまな調査が行われ、各研究者の間で利き手の定義の一致は見られないものの、85~96%の範囲とされている(BEAUMONT, 1974)。

利き手の定義は各研究者によって異なっており、利き手決定の厳密な基準が確立されている訳ではない。また、利き手には一定課題を行わせた時の成績において一方が他方より優るという機能的優位性(functional dominance)と、成績としては捉えられないが、片方を好んで用いるという偏好性(preference)の二面があり、利き手の現象を二つに分けて考えるのが妥当であろう。一般的に、利き手において、機能的優位性と偏好性の両方が存在すると信じられている。本論では、利き手が左右脳半球の機能の差異により生じ

るという立場に立つことから、機能的優位性を示す手を利き手と捉えている。

利き手の発達に関しては、生後より片方に偏倚したのではなく、複雑な段階を経て、安定した利き手が確立され、その年齢は6~9才といわれている(BELMONT and BIRCH, 1963; GESELL and AMES, 1974; SUBIRANA 1969; TAUEN, 1972)。なお、利き手を質問紙法により決定した場合と、手の作業能での優位性として決定した場合では、利き手発見の時期の一致は見られないことが観察されている(HUMPHREY, 1951)。

## 2. 言語活動の左脳優位性

手・指の運動を成り立たせているのは筋収縮であり、それらの筋を支配しているのは神経である。この神経路は遠心性、求心性とも交叉しており、右手は左脳に、左手は右脳に支配されている。この交叉性は、腕よりも手、手よりも指と、遠位に行く程顕著である(KUYPERS and BRINKMAN, 1970)。右手が優位であるということは、左脳の働きと右手利きとに深い関連のあることを示唆している。

ヒトで右手優位であることは、直立歩行とも関連しているが、他の動物に見られない特徴的なことである。もう一つのヒトにしか見い出せない特徴は言語を用いることである。この言語活動も脳の一側で優位であることがわかっている。

19世紀中頃にDAXとBROCAが最初に左脳損傷と失語症の関係を報告している (SPRINGER and DEUTSCH, 1981)。左右脳半球は脳梁で結ばれているが、この脳梁を切断した分割脳患者において、片方の脳半球だけを選択的に刺激し、その反応をみるといった試験が可能になった。この分割脳患者において左脳のみが言語活動に関与していることがわかった (BOGEN and VOGEL, 1962; GAZZANIGA and SPERRY, 1967; GAZZANIGA, BOGEN, and SPERRY, 1965)。健常人においても、左右の頸動脈より催眠剤である amytal を注入し、どちら側へ注入した場合に言語活動が阻止されるかをみる WADA method (WADA and RASMUSSEN, 1960) や、脳電図 (EEG) を用いて言語活動中の  $\alpha$  波 (GALIN and ORSTIN, 1972) や振幅 (MORRELL and SALAMY, 1971) を調べる方法、tachistoscope により文字をどちらか一方の脳に投射し、理解能力をみる方法 (KIMURA, 1966) などにより、言語活動は左脳において優位であることが明らかになった。

この言語活動の左脳優位性の分布は、右手利きのそれと同じく、90% ぐらいと報告されている (RASMUSSEN and MILNER, 1977)。

### 3. 空間知覚と脳優位性

言語活動は明確に左脳優位であったが、右脳で優位なものに空間知覚がある。空間知覚とは三次元に関わる空間的特性の知覚である。

右脳を損傷した患者ではこの空間知覚の能力が損なわれることが示されている (NEBES, 1977)。分割脳患者での触空間知覚 (MILNER and TAYLOR, 1972; NEBES, 1972) や健常人での tachistoscope を用いた奥行き知覚 (DURNFORD and KIMURA, 1971) や Dot の位置感覚 (KIMURA, 1969)、さらに触覚での形状認識テスト (WITELSON, 1974, 1976) など右脳優位が報告されている。これらのことから、言語における左脳優位性の偏側の程度ではないにしろ、空間知覚情報は右脳で優位に処理されている。

### 4. 脳優位性からみた手・指の運動・動作の側優位性

言語活動の左脳優位、空間知覚の右脳優位が明らかにされたが、脳の損傷により手の運動・動作に、麻痺ではないが障害の起こる現象がある。HAALAND, CLEELAND, and CARR (1977) は、右側と左側で同程度の脳腫瘍患者を用い、6種の手の運動機能テストを行わせたところ、最も複雑と思われる2種のテストで、左脳患者の両手の成績が悪く、右脳患者では右脳に直接支配されている左手のみが低い成績を示した。このように右脳の損傷では対側の手のみに影響を及ぼし、左脳の場合には両手とも成績を低下させるという事実は他の運動知覚テストでも報告されている (WYKE, 1967, 1968)。以上のように、麻痺ではないにもかかわらず、随意動作が出来なくなることを失行症と呼んでいるが、これも左脳損傷の場合に見られるものである。換言すれば運動・動作遂行のプログラミングは左脳に存在することになる。

これまで述べてきたように、ある機能に関して、左脳で発現された出来ばえと、右脳で発現されたそれとの間に差異がある時、「脳優位性」が存在するという。逆に、このことから、課題となる task の内容がわかれば、脳優位性の観点から前もって結果を予知することも可能になる。

手の器用さについては BEAUMONT (1974) が、文献を調査し、利き手の右において一般的に優位であると報告している。手や指の敏捷性をみるタッピングでも右手が優位である (LOMAS and KIMURA, 1976; PIAZZA, 1977; TODOR and DOANE, 1978)。利き手である右手の優位性は、タッピングという動作の規則的連続性の支配が左脳で優位にあるという事実から生起していると考えられている。右脳では、前述のように、空間に関する情報を優位に処理している訳であるが、手や指の動作でもそれが空間情報を主に取り扱ったものであれば、右脳に直接支配されている左手での成績が、右手よりよくなるのではないかと類推される。実際、右手利きの被験者においても、指の屈曲テスト (KIMURA and VANDERWOLF, 1970)、

手と指の空間的な位置関係をみるテスト (INGRAM, 1975), 指の位置感覚テスト (NISHIZAWA, 1984; ROY and McKENZIE, 1978) で左手での成績の方がよかったことが報告されている。

さらに、右手と左手で、同時あるいは別々に、ある動作を行わせながら、右脳と左脳のそれぞれでもう一つの余分の活動をさせ、同一脳半球での競合によって左・右手の動作がどれくらい低下するかを検討する dual task 法というのがある。指で棒のバランスをとらせながら、言語活動をさせる場合には左脳で競合が起こり、成績の低下は右手の方が左手よりも大きく (HICKS, 1975; KINSBOURNE and COOK, 1971), 連続的な腕の動作を行わせた場合にも、会話をさせると右手での成績の低下が大きくなっている (LOMAS and KIMURA, 1976)。逆に、タッピングをさせながら、空間知覚の task (block design) を他の手で行わせた場合には右脳で競合が起こり、task なしの時と比べて左手での低下率が右手より大きくなっている (HELLIGE and LONGSTRETH, 1981; KEE, BATHURST, and HELLIGE, 1984)。

これらの事実は、利き手においてすべての動作が優位であるのではなく、連続的で巧緻性の必要な動作の中樞は左脳に、空間情報を利用しなければならないような動作の中樞は右脳に存在すると脳優位性の概念を支持するものである。

## 5. 言語中枢と運動中枢の関連

言語は語と語の前後関係、語の順序や連続性がある成り立つものであり、その中枢は左脳に存在する。運動・動作の流れ、連続性、一連の組み合わせといったことも左脳が優位に処理している。このことから、言語と運動・動作という、まったく異なった現象に共通している中枢もしくは系 (system) の存在が考えられる。

KIMURA (1973) は、被験者にことばによる発表やハミングなどを行わせ、その時の手の動きを観察し、言語中枢の活動中に右手の無

意識な無目的運動が起っていると報告している。これは言語中枢と手の運動中枢の関わりを示唆していると言えよう。さらに KIMURA (1976) は LIEPMANN や MONAKOW の失行症についての報告や、聾者の手話での失語症の文献調査から、合目的な意味のある手の動作の中樞は左脳の角回 (angular gyrus) と回施回 (supramarginal gyrus) に存在すると類推している。この領域は言語中枢の一部と合致する。

次にこのような脳優位を生み出す基盤となると考えられる解剖学的な脳の左右差について考えてみる。

## 6. 脳の解剖学的左右差

左右脳半球の解剖学的差異については、19世紀中頃より研究が行われてきている (SPRINGER and DEUTSCH, 1981) が、機能と解剖学的左右差について関連づけて考察したのは GESCHWIND and LEVITSKY (1968) である。100個の人間の脳について、シルヴィアス裂 (Sylvian fissure) の上端を水平に切断し、そこに見られる側頭平面 (temporal plane) が左側で約  $\frac{1}{3}$  長いことを明らかにした (図1)。同じ方法を用いての337個の脳の標本の調査でも、70%が側頭平面が長い、あるいは広いという結果である (WADA, CLARK and HAMM, 1975)。さらにこの傾向は生後数日から数ヶ月の新生児においても見られることが報告されている (WITELSON, 1977)。左側のこの領域は言語中枢のウェルニッケ中枢を含むことから、この解剖学的差異は言語に関する左脳優位性を示す根拠として受けとめられている。LEMAY and CULEBRAS (1972) は頭頂葉弁蓋の左右差を調べるために、頸動脈写真から弧を測定し、左頭頂葉弁蓋の方が大きかったことを報告している。この領域も言語中枢と関連の深い領域である。

## 7. 結 語

利き手を機能的優位側として捉え、それが脳優位性と深い関連のあることについて考察

してきた。その関連で重要と思われるのは以下の項目である。

- 1) 左の側頭平面は生まれながらにして右より長い。か広い。
- 2) この領域は言語中枢を含むものである。
- 3) 言語中枢と関連して、運動・動作の中枢も言語中枢とほぼ同一の領域にあると考えられる。
- 4) 生得的に運動中枢も左脳に存在していることが考えられる。

5) 左脳に直接支配されている右手の運動・動作の成績が優れ、結果的に右手利きが出現すると考えられる。

利き手の出現は遺伝によるのか、あるいは後天的に、環境、文化の影響を受けて出現するのかという点に関しては結論は出ていない。本論は、現時点では証明できないものの、利き手は遺伝かどうかは解らないが、生得的なものであるという立場をとるものである。

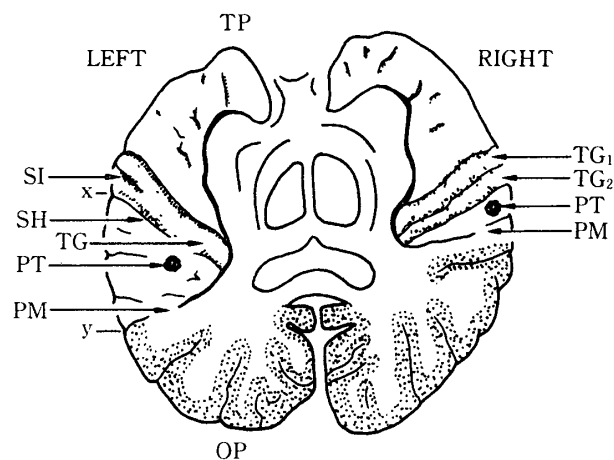


図 1

Upper surfaces of human temporal lobes exposed by a cut on each side in the plane of the Sylvian fissure; anatomical landmarks and typical left-right differences are shown. The posterior margin (*PM*) of the planum temporale (*IT*) slopes back-ward more sharply on the left than on the right, so that end *y* of the left Sylvian fissure lies posterior to the corresponding point on the right. The anterior margin of the planum formed by the sulcus of Heschl (*SII*) slopes forward more sharply on the left. In this brain there is a single transverse gyrus of Heschl (*TG*) on the left, but two on the right (*TG*<sub>1</sub>, *TG*<sub>2</sub>) *TP*, Temporal pole; *OP*, occipital pole; *SI*, sulcus intermedius of Beck.

(Geschwind and Levitsky, 1968)

## 文 献

BEAUMONT, J.G. Handedness and hemisphere function. In S.J. Dimond and J.G. Beaumont (eds.) Hemispheric function in the human brain, New York: John Wiley and Sons, p.89, 1974.

BELMONT, L. and BIRCH, H.G. Lateral dominance and right-left awareness in normal

children. *Child Development*, **34**: 257, 1963.

BOGEN, J.E. and VOGEL, P.J. Cerebral commissurotomy in man: Preliminary case report. *Bulletin of Los Angeles Neurological Society*, **27**: 169, 1962.

DENNIS, W. Early graphic evidence of dextrality in man. *Perceptual and Motor skills*, **8**: 147, 1958.

DURNFORD, M. and KIMURA, D. Right hemis-

phere specialization for depth perception reflected in visual field difference. *Nature*, **231**: 394, 1971.

GALIN, D. and ORSTEIN, R. Lateral specialization of cognition mode: An EEG study. *Psychophysiology*, **9**: 412, 1972.

GAZZANIGA, M.S., BOGEN, J.E., and SPERRY, R.W. Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemisphere in man. *Brain*, **88**: 221, 1965.

GAZZANIGA, M.S. and SPERRY, R.W. Language after section of the cerebral commissures, Part I. *Brain*, **90**: 131, 1967.

GESCHWIND, N. The apraxias: Neural mechanisms of disorders of learned movement. *American Science*, **63**: 188, 1975.

GESCHWIND, N. and LEVITSKY, W. Human brain left-right asymmetries in Temporal speech region. *Science*, **161**: 186, 1968.

GESELL, A. and AMES, L.B. The development of handedness. *Journal of Genetic Psychology*, **70**: 155, 1974.

GOODGLASS, H. and QUADFASAL, G.A. Language laterality in left-handed aphasics. *Brain*, **77**: 521, 1954.

HAALAND, K.Y., CLEELAND, C.S., and CARR, D. Motor performance after unilateral hemisphere damage in patients with tumor. *Archives of Neurology*, **34**: 556, 1977.

HECAEN, H., DE AGOSTINI, M., and MONZON-MONTES, A. Cerebral organization in left-handers. *Brain and Language*, **12**: 261, 1981.

HELLIGE, J.B. and LONGSTRETH, L.E. Effects of concurrent hemisphere-specific activity on unimanual tapping rate. *Neuropsychologia*, **19**: 395, 1981.

HICKS, R.E. Interhemispheric response competition between vocal and unimanual performance in normal adult human males. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **89**: 50, 1975.

HINES, D. and SATZ, P. Superiority of right visual half-fields in right-handers for recall of digits presented at varying rates. *Neuropsychologia*, **9**: 21, 1971.

HUMPHREY, M.A. Consistency of hand usage: A preliminary enquiry. *British Journal of*

*Educational Psychology*, **21**: 214, 1951.

INGRAM, D. Motor asymmetries in young children. *Neuropsychologia*, **13**: 95, 1975.

KEE, D.W., BATHURST, K., and HELDIGE, J.B. Lateralized interference of repetitive finger tapping: Influence of familial handedness, cognitive load and verbal production. *Neuropsychologia*, **21**: 617, 1983.

KIMURA, D. Dual functional asymmetry of the brain in visual perception. *Neuropsychologia*, **4**: 275, 1966.

KIMURA, D. Spatial localization in left and right visual fields. *Canadian Journal of Psychology*, **23**: 445, 1969.

KIMURA, D. Manual activity during speaking- I. Right-handers. *Neuropsychologia*, **11**: 45, 1973.

KIMURA, D. The neural basis of language qua gesture. In H. Whitaker and H.A. Whitaker (eds.) *Studies in neurolinguistics*, volume 2. New York; Academy Press, p.145, 1976.

KIMURA, D. and VANDERWOLF, C.H. The relation between hand preference and the performance of individual finger movements by left and right hands. *Brain*, **93**: 769, 1970.

KINSBOURNE, M. and COOK, J. Generalized and lateralized effects of concurrent verbalization on a unimanual skill. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **23**: 341, 1971.

KUYPERS, H.G.J.M. and BRINKMAN, J. Cortical projections to intermediate zone. *Brain Research*, **24**: 29, 1970.

LE MAY, M. and CULEBRAS. Human brain morphologic differences in the hemispheres demonstrable by carotid arteriography. *New England Journal of Medicine*, **287**: 168, 1972.

LOMAS, J. and KIMURA, D. Interhemispheric interaction between speaking and sequential manual activity. *Neuropsychologia*, **14**: 23, 1976.

MILNER, B. and TAYLOR, L. Right-hemisphere superiority in tactile pattern-recognition after cerebral commissurotomy: Evidence for nonverbal memory. *Neuropsychologia*, **10**: 1, 1972.

MORRELL, L.K. and SALAMY, J.G. Hemispheric asymmetry of electrocortical responses to

- speech stimuli. *Science*, **174**: 164, 1971.
- NEBES, R.D. Dominance of the minor hemisphere in commissurotomed man on a test of figural unification. *Brain*, **95**: 633, 1972.
- NEBES, R.D. Man's so-called minor hemisphere. In M.C. WITTRICK (ed.) *The human brain*. New Jersey: Prentice-Hall, p.97, 1977.
- NISHIZAWA, S. Hemispheric lateralization of kinesthetically oriented spatial perception. Unpublished doctoral dissertation submitted to Oregon State University, 1984.
- PIAZZA, D.M. The influence of sex and handedness in the hemispheric specialization of verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, **18**: 163, 1980.
- RASMUSSEN, T. and MILNER, B. The role of early left-brain injury in determining lateralization of verbal speech function. In S. DIMOND and D. BLIZZARD (eds.) *Evolution and lateralization of the brain*. New York: New York Academy of Science, p.355, 1977.
- ROY, E.A. and MAC KENZIE, C. Handedness effect in kinesthetic spatial location judgments. *Cortex*, **14**: 250, 1978.
- SEARLEMAN, A. A review of right hemisphere linguistic capabilities. *Psychological Bulletin*, **84**: 503, 1977.
- SPRINGER, S.P. and DEUTSCH, G. *Left brain, right brain*. San Francisco: W.H. Freeman, 1981.
- SUBIRANA, A. Handedness and cerebral dominance. In P.J. VINKEN and G.W. BRUYN (eds.) *Handbook of clinical neurology*, Vol.4. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, p.248, 1969.
- TOUWEN, B.C.L. Laterality and dominance. *Developmental Medicine and Clinical Neurology*, **14**: 747, 1972.
- WADA, J.A. Pre-language and fundamental asymmetry of the infant brain. In S.J. DIMOND and D.A. BLIZZARD (eds.) *Evolution and lateralization of the brain*. New York: New York Academy of Science, p.370, 1977.
- WADA, J.A., CLARK, R., and HAMM, A. Cerebral hemispheric asymmetry in humans: Cortical speech zones in 100 adults and 100 infant brains. *Archives of Neurology*, **32**: 239, 1975.
- WADA, J.A. and RASMUSSEN, T. Intercarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance: Experimental and clinical observations. *Journal of Neurosurgery*, **17**: 266, 1960.
- WITELSON, S.F. Hemispheric specialization for linguistic and nonlinguistic tactual perception using a dichotomous stimulation technique. *Cortex*, **10**: 3, 1974.
- WITELSON, S.F. Sex and the single hemisphere: Specialization of the right hemisphere for spatial processing. *Science*, **193**: 425, 1976.
- WITELSON, S.F. Anatomic asymmetry in the temporal lobes: Its documentation, phylogenesis, and relationship to functional asymmetry. In S.J. DIMOND and D.A. BLIZZARD (eds.) *Evolution and lateralization of the brain*. New York: New York Academy of Sciences, p.328, 1977.
- WITELSON, S.F. and PALLIE, W. Left hemisphere specialization for language in the newborn: Neuroanatomical evidence of asymmetry. *Brain Research*, **96**: 641, 1973.
- WYKE, M. Effects of brain lesions on the rapidity of arm movement. *Neurology*, **17**: 1113, 1967.
- WYKE, M. The effect on brain lesions in the performance of an arm-hand precision task. *Neuropsychologia*, **6**: 125, 1968.