

## 左ききは実行系機能が右ききより劣るのか？

八田 武志 (関西福祉科学大学 健康福祉学部, hatta@tamateyama.ac.jp)

Handedness effect on the Stroop colour word task: Is left-handedness associated with a more inferior cognitive function?  
Takeshi Hatta (Department of Health Science, Kansai University of Welfare Sciences, Japan)

### Abstract

In the context of examination as for the relation between handedness and brain function, many studies have investigated cognitive function of the left-handed people using behavioral measures such as the Stroop test, however the relation still remains unclear. In this study, the relation between handedness and executive function was examined using the Stroop test performances of 100 left-handed (50 males and 50 females) and 100 age-matched right-handed (50 males and 50 females) healthy community dwellers. They were from the database of the Yokumo Study. The mean age of the participants was 61.7 ( $SD = 10.8$ ). The results of the present study did not show any significant difference either in the color naming speed or the Stroop interference effect size. Possible contribution of aging effects of hemisphere lateralization on cognitive function in upper middle aged left-handedness was discussed.

### Key words

handedness, executive function, Stroop test, sex difference, upper middle-aged people

### 1. はじめに

1970年代に始まった脳画像研究法の急速な進歩に伴って、きき手と脳の器質的および機能的差異との関連を検討する試みが出現するようになった。筆者はきき手を変数にして脳画像（機能画像および形態画像）を指標にした1994～2006年までの研究をレビューし、形態画像研究でも機能画像研究でも、右ききと左ききの群間で一定の差異を示す信頼できる研究を紹介した（Hatta, 2007；八田, 2008）。それらは、MRIなどでの形態画像研究では言語に関係する側頭平面の非対称性の程度や脳梁のサイズについてのきき手群間での差異であり、fMRIやPETを用いての機能画像研究では運動野・聴覚野における脳活性の程度の違いを指摘するもので、研究年代が新しくなるにつれて差異を立証する研究報告が多くなっていた。先のレビューでは紹介しなかったが、嗅覚についても、きき手により臭いへの情動反応が異なるとする報告がある。Royetらの研究はその一例で（Royet, Zald, Versce, Costes, Lavenne, Konig, et al, 2000; Royet, Palilly, Delon-Martin, Kareken, & Segebarth, 2003）、そこでは、嫌な臭い刺激への活性脳部位に、右ききでは左島腹側（left ventral insula）、左ききでは右島腹側（right ventral insula）ときき手による違いがあることや、女子の方が男子に比べて感受性が高いことを明らかにしている。また、きき手による扁桃体（amygdala）のサイズの違いがあり右ききでは右脳の方が大きく、左ききでは左右脳の扁桃体にサイズの違いはないことを報告し、扁桃体が情動の検知、反応、解釈に寄与する部位であることからパーソナリティの特性（とくに神経質や外向性）にきき手による違いが生じることが考えられるとする報告も見られる（Monk, 2008; Omura, Constable, & Canli, 2005）。

以上のような脳画像研究の初期段階のものは脳の局在

説を背景にして機能と関連脳部位を同定しようとするものが主流で、最近でのように脳を一つのシステムとして捉えて、システム・ネットワークとして脳の働きを理解しようとする動向を必ずしも反映するものではない。脳機能をシステム・ネットワークとして捉えようとする、例えばパーソナリティ特性と情動に関連する扁桃体のサイズや機能がきき手により異なるか否かという問いかけよりも、実行系機能（Executive Functions）におけるきき手の差異の検討の方が適切なように思える。パーソナリティは個人が示す様々な行動様式の特徴であると定義付けられるからである（藤永, 2013）。

Baddeley（2012）の提唱した実行系機能という説明概念は複雑な認知処理過程を総称するもので神経心理学分野でも重宝されてきた。様々な定義が行われるが、簡単に言えば、目的志向的で（意識的でない）自動的な行動の開始、維持そして抑止に関係する処理過程のことであり、脳幹部、皮質下、皮質のネットワークを介して意図や情動に基づいた行動プログラムが形成された候補について評価し（この際には過去経験や発達過程で学習した価値に基づく評価がなされ）、行動として実行させるか抑制して止めるかどうかを決める仕組みであると言える。その神経基盤は人間での脳損傷や動物を対象とする研究から、前頭前野眼窩部（orbitofrontal cortex）、前頭前野内側部（medial prefrontal cortex）、線状体（striatum）、側座核（nucleus accumbens）、視床（thalamus）が対応する脳部位であるとされている（Aron, Robbins, & Poldrack, 2004; Curtis & D'Esposito, 2003）。主に前頭前野部が担うこのような実行系機能を測定する代表的な心理検査には、ウィスコンシン・カード分類課題やStroop課題、D-CAT検査などが用いられている。

この実行系機能にきき手による差異があり、刺激の色と表記とが不一致のいわゆるStroop課題では右ききの方が優れるとする報告や（Jorgenson, Davis, Opella, & Angerstein, 1980）、Stroop課題でもDotの色名呼称課題でも右ききの方が左ききより優れるとするものがある（Simon, Paulline,

Overmyer, & Berbaum, 1985)。逆に、知的に優れる大学生に限定した研究結果であるが、Stroop 検査課題や Trail-Making 検査で評価した実行系機能は、左ききのほうが右ききよりも優れるという報告もある (Beratis, Rabavilas, Papadimitriou, & Parageorgiou, 2010; Beratis, Rabavilas, Kyprianou, Papadimitriou, & Parageorgiou, 2013)。Beratis, Rabavilas, Papadimitriou and Papageorgiou (2010) では性差を含め検討をしているが、性差にかかわらず左ききでの Stroop 干渉効果は右ききに比べて小さいとしている。一方で、実行系機能にはきき手による差異は認められないとする報告もある (Van der Erst, van Boxer, van Breukelen, & Jolles, 2008)。これらの不一致は研究報告の対象者の年齢に起因するのかも知れないが、何れにしても実行系機能ときき手との関連は明確ではない。そこで、本研究は日本人中高年者で実行系機能ときき手との関連を検討する。

## 2. 方法

### 2.1 対象者

左きき群として分析対象となったのは、2002、2004、2007～2015 年における Y 町住民健診事業 (Yakumo Study) に参加し、日常生活習慣などの基本情報を記入する質問票を持参し、心理班にて NU-CAB (Nagoya University Cognitive Assessment Battery: 八田, 2004) を受診した 40 歳以上の健常成人 100 名である。Yakumo Study は 1981 年から名古屋大学予防医学教室と八雲町との連携により実施されてきた健診事業で、現在では内科学班、整形外科科学班、眼科学班、耳鼻咽喉科学班、泌尿器科学班および心理学班から構成されている。心理学班は 2001 年から参加し、主に高次脳機能についてこれまでに 16 年間 NU-CAB を実施している。Yakumo Study の対象者は、農業、林業、漁業および各種企業および公的機関での様々な様態の仕事に従事する者や、していた者で 40 歳以上から構成されている。

本研究で分析対象とした左ききは、健診当日に当人が持参する健診票におけるきき手質問項目 (2 件法) に「左きき」と自己記載した男子 50 名および女子 50 名である。同一人が複数年に渡って参加している場合は初回の資料を分析対象とした。一方、対照群としての右きき群は、2014 年と 2015 年の右きき母集団から年齢と性別を同じにランダムに選抜した男子 50 名および女子 50 名である。左きき数が少数である印象を与えるのは、3 件法や H.N. きき手テストやエディンバラきき手検査のような標準化検査であれば両手ききに分類される対象者が左ききと自己申告しなかった可能性が考えられるため、本研究での左ききは中高年者で強い左ききと見なせよう。ちなみに、母集団における左きき出現率は 2.5% 弱で、一般的な日本人の左きき率である約 4% よりも低いものであった (八田, 2008)。平均年齢は 61.7 歳 ( $SD = 10.8$ ) である。教育年数は平均で 10.6 年である。地方における対象者の世代での教育年数は必ずしも適切に知的機能を反映するとは考えられないが、両群に有意な差はない。

なお、いずれの分析対象者も NU-CAB に加えての医学的健康診断項目において異常値を示さなかったので健常

中高年者と言えよう。なお、本研究への参加及びデータの使用については書面によるインフォームドコンセントを得ている。

### 2.2 認知課題

NU-CAB で使用している Stroop 検査は、A4 サイズに 1.5 cm 大の赤、青、黄、緑色の円が  $4 \times 8$  個印刷された中性刺激 (以下 Dot) 版と、同じ配置に漢字での色名が色名と不一致の色彩で印刷された干渉刺激 (以下 Stroop) 版が用いられた。Dot 条件では対象者は指定された走査方向に従って色名を読み上げ、所要時間をストップウォッチで計測した。Stroop 条件では表記の意味を無視して印刷に用いられている色名をできるだけ早く読み上げるように教示し、所要時間を計測し指標とした。なお、すべての対象者で Dot 条件を先行して行い、続いて Stroop 条件を行った。呼称時での間違い率は 0.5% 未満であるのでここでは変量として扱わない。

本研究の目的は実行系機能についての検討であり、Beratis ら (2010) と同様に Stroop 干渉効果率 ( $SR = (\text{Stroop 条件} - \text{Dot 条件}) / \text{Dot 条件}$ ) を指標に用いた。SR を 100 倍すれば干渉効果 100 分率となり、値が大ききことは表記と色の 2 情報の片方を抑制することが困難であったことを示すので、小さい場合よりも実行系機能は劣ることを意味することになる。

## 3. 結果

きき手別、性別に Dot 条件と Stroop 条件での遂行成績を示したのが表 1 である。図 1 は Stroop 課題での成績を性別、きき手別に示したもので、単位は所要時間秒である。図 2 は性別、きき手別に Stroop 効果量 (%) を示した。

表 1: 性別およびきき手別に示した Stroop 検査成績

Participants	Stroop Dot Mean (SD)	Stroop Colour Mean (SD)	Stroop effect Mean (SD)
Male	27.72 (8.64)	41.70 (15.62)	0.49 (0.26)
Female	26.48 (9.66)	39.10 (22.03)	0.45 (0.30)
Left-handed	28.44 (11.45)	43.70 (24.01)	0.51 (0.33)
Right-handed	25.76 (5.82)	37.01 (11.56)	0.43 (0.21)

作業仮説である実行系機能がきき手により異なるのかを分散分析で検討した。分析方法は Beratis ら (2010) にならない、2 (男/女)  $\times$  きき手 (左/右)  $\times$  Stroop 測度 (Dot/Stroop/Stroop effect) の混合型分散分析を行った。その結果、性 ( $F_{1,96} = 0.72, p = 0.39$ )、きき手 ( $F_{1,96} = 2.21, p = 0.14$ )、交互作用 ( $F_{1,96} = 0.54, p = 0.47$ ) についていずれも有意差を示さなかった。

## 4. 考察

先に記述したように先行研究では、左ききは実行系機能において右ききよりも優れるとする報告、逆に右ききよりも劣るという報告、差異は認められないとする報告のいう

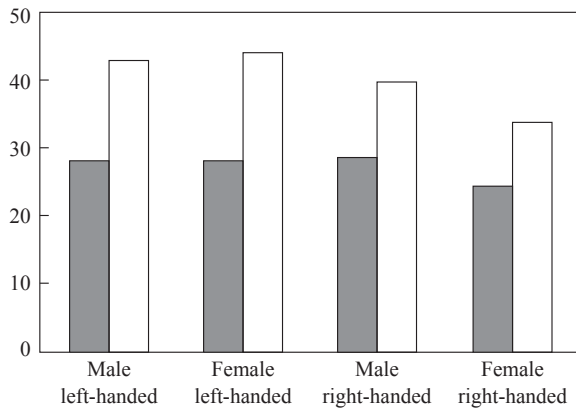


図1：性別およびきき手別に表した Stroop dot および Stroop 条件における平均所要時間 (SEC)

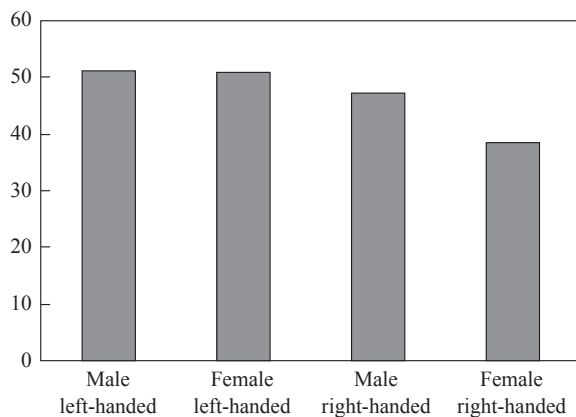


図2：性別およびきき手別に表した Stroop 効果量 (%)

3つの可能性すべてが存在し、本研究はいずれにタイプに私たちの有する資料が該当するのかを検討することが目的であった。結果は、差異は見られないとするものとなった。

認知能ときき手についての検討の最近の話題は、ギリシャの Beratis らのグループの報告がもたらしたもので、Beratis ら (2010) では実行系機能を測定する指標として Stroop 課題、Beratis ら (2013) では Trail-making 課題を用いたものである。前者の研究では、Stroop 効果量には右ききの方が左ききより大きいというきき手による差異があり、このことは女子で顕著であったというものである。Stroop 効果量が大きいのは、表記の印刷インクの色名称呼称という知覚的情報を処理する優先させ、色名の意味的情報を抑制させる実行系機能が機能していないことを意味する (Miyake & Shah, 1999)。後者の研究では Trail-making 課題の Part A ではランダムに配置されている数字を順番にマーキングする課題で Stroop 課題での色ドット条件と同様の認知メカニズムを想定でき、Part B では数字とアルファベット文字が混在する刺激に対して数字-文字-数字-文字のように交互にマーキングする課題で Stroop 課題での Stroop 条件に相応するもので、実行系機能の関与が大きいと見なされるものである (Reitan, 1979)。結果は

Beratis ら (2010) を再認するものであった。

左ききが実行系機能において優れるとする Beratis らの主張は、Geschwind and Galaburda (1985) の左ききの成因に男性ホルモンの胎児期の分泌の有り様を指摘する理論をもとにしたものである。Geschwind らの理論は、他に概要を紹介してあるが (八田, 1996)、左ききの成因のみを扱うものではなく、簡単に説明すると次のようになる。胎児期 (4ヶ月頃) において男性ホルモンの分泌が過剰な場合に、遺伝子情報では右ききとなる者の左脳の発育が抑制され、補償的に右脳の発育 (とくに前頭葉) が促進され左ききとなる、というものである。Geschwind らが左ききの成因に出産時の外傷を含むストレスを想定するものに新たにくわえたものである。

左ききには、男性ホルモンの過剰分泌により右脳の発育が促進され実行系機能も優れると Beratis らのように想定するには実行系機能は右脳の関与が大きいことのエビデンスが必要となるが、最近、fMRI や NIRS (光トポグラフィ) を用いた脳画像研究で Trail-making 課題の B-type 課題時に右脳前頭葉が左前頭葉よりも活性が大きいとする報告があることを裏付けにしている (Jacobson, Blanchard, Connolly, and Garavan, 2011; Nakahachi, Ishiia, Iwasea, Canueta, Takahashia, Kurimotoa, Ikezawa, Azechia, Kajimoto, & Takeda, 2010)。たとえば、Jacobson, Blanchard, Connolly, and Garavan (2011) では Trail-making 課題の B type 課題の遂行時は A type 課題時に比べて、右下前頭回/右中前頭回 (right inferior/middle frontal cortices)、右中心前回 (right precentral gyrus)、左帯状回と中側頭回 (left angular gyrus/left middle temporal gyrus) で脳活性が大きかったという具合である。

本研究の結果が Beratis らの結果を追認出来なかったのは、被験者の特性に起因するという説明が可能かも知れない。と言うのも、Beratis ら (2010) では言及されていないが、Beratis ら (2013) では被験者は大学生でそれもギリシャ国立大学の学生であり、大学センター入試で very high performance を示した 50名であることが強調されている。

ただ、Geschwind の性ホルモン理論は本来右ききになるはずの遺伝情報を持つ者が胎児期に男性ホルモンの分泌過剰により左脳部位の発達が鈍化し、右脳の対象部位が補償的に発育促進されるというものである。左ききとなった場合は側頭平面の非対称性が大きくなり言語脳異常として左きき、右脳言語機能、左脳空間機能優位となっている。右脳後部成長促進が原因で特殊能力 (イデオサバン、数学、芸術などで優れた知的能力) を有する者の出現が可能としているが、一般的な大学生での成績優秀者に特異的な性ホルモン分泌を想定しているわけではない。したがって、Beraitis らの説明理論を素直には首肯できない。容易ではないが、追認が必要であろう。

なお、Stroop 検査で左ききが右ききより劣るとした先行研究は、Jorgenson ら (1980) も Simon ら (1985) も知的レベルについての特別な記載がない大学生が対象である。

一方で、左ききのほうが加齢に伴う実行系機能の低下が顕著かどうかを検討した Van der Erst ら (2008) の研究は 50 歳以上を対象にしたもので、本研究と対象者の特性



に類似性は高い。結果は本研究と同様にきき手による差異がないとするものである。

本研究での対象者は、知的能力についての限定を設けないう 40 歳以降の中高齢者が対象であったので、中高齢以降ではきき手と実行系機能との間に明確な差異は見られないうと現時点では結論づけたい。左ききと右ききで実行系機能に差異が認められないうとするのは、Hemisphere Asymmetry Reduction in Older (HAROLD) モデルにも一致する。このモデルは高齢者の脳機能についての Cognitive Reserve (認知の予備力) 証拠の一つに挙げられたもので、高齢者では認知活動においてラテラルリティが減弱されること、つまり脳の活性は左右のどちらかの脳に偏るのではなく左右脳を共同させる仕組みをいうものである。空間および言語性の作業記憶課題に、おいて大学生で見られる脳画像指標での活性化の程度にラテラルリティがあるに対して、高齢者では左右脳のどちらにも脳活性が見られ、しかも認知成績に差異がない現象の説明に当てられたものである (Reuter-Lorenz & Stanczak, 2000; Cabeza, 2002)。認知課題の遂行においては大学生の年齢では顕著なきき手による差異が高齢になると減弱する可能性を本研究の結果は示したものと説明できよう。

#### 謝辞

本研究の実施に際しては、北海道 Y 町保健福祉課皆様、YAKUMO Study のスタッフの多大な協力をいただきました。ここに記して感謝いたします。なお、本研究は科学研究費補助金 (基盤研究 B) の交付を受けて実施したものです。

#### 引用文献

- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Science*, 8, 170-177.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29
- Beratis, I. O., Rabavilas, A., Kyprianou, M., Papadimitriou, G. N., & Parageorgiou, C. (2013). Investigation of the link between higher order cognitive functions and handedness. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35, 393.
- Beratis, I. O., Rabavilas, A., Papadimitriou, G. N., & Parageorgiou, C. (2010). Effect of handedness on the Stroop colour word task. *Laterality*, 15, 597-609.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, 17, 85-100.
- Curtis, C. E. & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Science*, 7, 415-423.
- Geschwind, N. & Galaburda, A. M. (1985). Cerebral lateralization. *Archives of Neurology*, 42, 428-459, 521-552, 634-654.
- 藤永保 (2013). 人格. 藤永 (監修) 最新心理学事典. 平凡社, 366-367.
- 八田武志 (1996). 左ききの神経心理学. 医歯薬出版.
- 八田武志 (2004). 住民検診を対象とした認知機能検査パッ

- テリ (NU-CAB) 作成の試み. 人間環境学研究, 2, 15-20.
- Hatta, T. (2007). Handedness and brain: A review of brain-imaged techniques. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*, 6, 99-112.
- 八田武志 (2008). 左対右 きき手大研究. 化学同人, 156-163.
- Jacobson, S. C., Blanchard, M., Connolly, C. C., Cannon, M., & Garavan, H. (2011). An fMRI investigation of a novel analogue to the Trail-Making Test. *Brain and Cognition*, 77, 60-70.
- Jorgenson, C., Davis, J., Opella, J., & Angerstein, G. (1980). Hemispheric asymmetry in the processing of Stroop stimuli: An examination of gender, hand-preference, and language differences. *International Journal of Neuroscience*, 11, 165-169.
- Miyake, A. & Shah, P. (Eds.) (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Monk, C. S. (2008). The development of emotion-related neural circuitry in health and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 20, 1231-1250.
- Nakahachi, T., Ishiia, R., Iwasea, M., Canueta, L., Takahashia, H., Kurimotoa, R., Ikezawa, K., Azechia, M., Kajimoto, O., & Takeda, M. (2010). Frontal cortex activation associated with speeded processing of visuospatial working memory revealed by multichannel near-infrared spectroscopy during Advanced Trail Making Test performance. *Behavioural Brain Research*, 215, 21-27.
- Omura, K., Constable, R. D., & Canli T., (2005). Amygdala gray matter concentration is associated with extraversion and neuroticism. *Neuroreport*, 16, 1905-1908.
- Reitan, R. (1979). *Manual for administration of neuropsychological test batteries for adults and children*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychological Laboratory.
- Reuter-Lorenz, P. A. & Stanczak, L. (2000). Differential effects of aging on function of the corpus callosum. *Developmental Neuropsychology*, 18, 113-137.
- Royet, J. P., Zald, D., Versace, R., Costes, N., Lavenne, F., Koenig, O., & Gravis, R. (2000). Emotional responses to pleasant and unpleasant olfactory, visual and auditory stimuli: A positron emission tomography study. *Journal of Neurosciences*, 20, 7752-7759.
- Royet, J. P., Palilly, J., Delon-Martin, C., Kareken, D. A., & Segebarth, C. (2003). fMRI of emotional responses to odor: influence of hedonic valence and judgment, handedness, and gender. *NeuroImage*, 20, 713-728.
- Simon, J. R., Paulline, C., Overmyer, S. R., & Berbaum, K. (1985). Reaction time to word meaning and ink color of laterally-presented stroop stimuli: Effects of handedness and sex. *International Journal of Neuroscience*, 28, 21-33.
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M. P. J., Van Breukelen, G. J. P., & Jolles, J. (2008). Is left-handedness associated with a more pronounced age-related cognitive decline? *Laterality*, 13, 234-254.

(受稿：2016年9月12日 受理：2016年10月3日)