漢字の形態判断および意味的整合性判断 における大脳半球機能差について

大阪教育大学

八 田 武 志

HEMISPHERE ASYMMETRIES FOR PHYSICAL AND SEMANTIC CONGRUENCY MATCHING OF VISUALLY PRESENTED KANJI STIMULI

TAKESHI HATTA

Osaka University of Education

Hemisphere specialization for different levels of processing of visually presented *Kanji* letter with normal right-handed adults was investigated. A tendency toward left visual field superiority was found in the physical matching task and a significant right visual field superiority was found in the semantic congruency decision task. These results suggest that while in a lower level of processing single *Kanji* letters may be processed dominantly in the right hemisphere, in a higher level of thought processing of *Kanji* such as a semantic decision of the congruency with respect to the frame of reference, left hemisphere plays a superior functional role in processing.

大脳半球機能の非対称性に関する研究は、先の論文(八田, 1977a)で指摘したように、たとえば言語性か非言語性かというような刺激属性を操作した研究から心的処理の差異による影響を検討する研究へと推移する傾向にある。この傾向を代表する先駆的研究は、Seamon & Gazzaniga (1973)のイメージ方略とリハーサル方略下での短期記憶の大脳半球機能差研究である。この研究では記憶すべき材料が提示され、10秒後に左、右視野に提示される再認刺激との異同判断が求められた。記憶材料を保持期間中ただリハーサルするように求める群と記憶材料から何らかのイメージを創ることを求める群の2群が設けられ、再認に要する時間が視野別に検討された。そしてイメージ方略を保持期間中に使った群では左視野に再認刺激が提示された場合の方が反応時間が速く、リハーサル方略を使った群では右視野提示条件の方が反応時間が速いという結果が得られた。

またHatta (1978a)は時計の図を左、右視野に瞬間提示し時刻を読みとらせる実験および凝視点に先行提示された手がかりに基づいて心的変換を行ない時計の時刻を読みとらせる実験を行なった。その結果、2つの実験には全く同じ時計図が使用されたにもかかわらず、前者では右半球機能優位を示し、後者では左半球機能優位を示した。

これらの研究例はいずれも同じ刺激を用いながらも異なる情報処理方略が用いられ、その結果大脳半球機能差が生じることを実証したものである。その結果はいずれ

も入力情報の処理のされ方、水準によって情報の保持、再生のされ方が異なるという最近の認知心理学の知見が大脳半球機能の特殊化の考え方と結びつけて解明される可能性を示唆している。

本研究が報告する実験もこのような文脈のなかで行なわれたものであり、漢字の意味的な認知判断処理における大脳半球機能差について検討することを主目的としたものである。

漢字の認知処理における大脳半球機能差については、Sasanuma, Itoh, Mori, & Kobayashi (1977), Hatta (1977b, 1977c, 1978b)の研究が報告されている。ここでは、漢字認知がアルファベット、かなのように右視野提示条件優位—左半球機能優位の傾向を示さず、むしろ左視野提示条件においてより正確な認知が行なわれることが指摘されている。またHayashi & Hatta (1978)では漢字1文字は、右視野に提示されるよりも左視野に提示された方がより迅速に認知されることが明らかにされた。しかしながら、これらの研究の実験課題はいずれも漢字材料の再認が読みを求めるという性質のものであり、八田(1977a)で論じたところの感覚・知覚過程を扱ったものであり、高次な認知・思考過程を扱ったものとは見なし難い。

高次な認知・思考過程の大脳半球機能差を扱った研究はまだそれ程多くない。また、Moscovitch, Scullion, & Christile (1976)は顔写真と似顔絵のマッチング課題により抽象、転換という高次心的過程を扱ったとしてい

るが、八田 (1977 a) が指摘したようにひとくちに高次な認知・思考過程といっても広範囲に渡っているからさまざまな刺激材料についていくつかの水準に分けて検討すべきものであろう。

したがってここではそのひとつの水準を解明するために漢字材料認知の高次心的過程と大脳半球機能の関連について検討することを試みた。高次心的過程と考えたのは、漢字の単なる意味の処理に加えて関係枠との意味的整合性の判断を要する課題を用いたためである。すなわち本研究の目的は、漢字材料での深い処理水準における大脳半球機能差の検討であった。実験を計画するにあたっては、漢字認知の低次過程を調べるための異同判断を求める条件と、より高次な過程を調べるための漢字の意味的整合性判断を要求する条件を設けることにした。両条件はともに同じ漢字材料を使用しているが、処理水準が異なるために前者の条件では左視野提示優位を示し、後者の条件では右視野提示優位を示すものであろうと予想された。

実 験

方 法

被験者 被験者は利き手テスト (Hatta & Nakatsuka, 1975) により右ききと判定された大学生男子 10 名、女子 18 名計 28 名であった。

装置および刺激 刺激は Fig. 1 に例示したような漢字 1 文字と矩形から成っていた。漢字の上、下、左、右の 4 種の文字が使用され、矩形の左側、右側、上方、下方のいずれかに位置していた。漢字は明朝体活版活字が使用された。漢字と矩形の対は左、右どちらか一方の視野に提示するように作成されていた。また視野中央凝視を確認するために同時に視野中央に数字も提示されるようになっていた。刺激は 3 チャンネルプロジェクター・タキストスコープ (三和工業製) によりスクリーンに提示された。スクリーンに刺激が投射される時、矩形の中心から視野の中央までの距離は 7cm で視角にして 6.3° であり、縦長の矩形の場合はその矩形の幅は視角にして縦 6.6° 、横 0.6° であり、横長の矩形では縦 0.6° 、横 6.6° であった。上、下、左、右の漢字は矩形の中心から上方、下方、左側、右側のいずれかの方向に視角にして 1.10° 離れた位置に投射された。上、下の漢字が縦長の矩形と、左、右の漢字が横長の矩形と対にされることはなかった。この漢字の大きさは視角にして $1.15^\circ \times 1.15^\circ$ であった。また視野中央の凝視確認のための数字の大きさは $1.10^\circ \times 1.10^\circ$ であった。視野の輝度は約 40 mL であった。反応時間の測定は被験者の手元のマイクロスイッチを押すことによりデジタルタイマーで 1ms 単位で測定された。

手続き 23 人の被験者は左手で “Yes” 反応をし右手

で “No” 反応をするか、右手で “Yes” 反応をし左手で “No” 反応をするかの条件と、初めに異同判断を行ってから続いて意味判断を行なうが、逆の順序で行なうかの条件を組み合わせた 4 通りの組にランダムに配分された。

〔異同判断条件〕 被験者は顔面固定台で顔を固定し、視野スクリーンの中心を凝視するよう教示された。まず最初に視野中央に 2 秒間上、下、左、右のうちのいずれか 1 文字が提示される。続いて左、右どちらか一方の視野に Fig. 1 に示したような漢字と矩形の対が瞬間提示された。この場合視野中央に提示される標準刺激の漢字は比較刺激中の漢字と同一のものであった。

被験者は中央に提示される標準刺激と左または右側に瞬間提示される漢字が同じものか否かの判断が求められた。反応は左右手中にある電鍵のいずれかを親指で、同じであれば 1 側の “Yes” スイッチを、異なると判断した場合は他側の “No” スイッチを押すよう教示された。比較刺激が提示されてから被験者が電鍵反応をするまでの時間が異同判断時間として測定された。比較刺激の提示時間は 180ms であり、被験者はできるだけ速くかつ正確な判断をするよう求められた。各電鍵反応後実験者は被験者に比較刺激の視野中央に提示された数字の同定が求められた。正確に数字が認知されなかった試行は、中心凝視が不確実であったものとして結果の分析からは除外された。

各被験者は平均 22 試行の練習を行ないある程度反応時間がそろった後にテスト試行を行なった。テスト試行は比較刺激と同じ文字が左右視野に同回数ランダムな順序で出現するように配列してあり 48 試行を行なった。そのうち半分は “Yes” 反応、半分は “No” 反応が正答となるものであった。試行間間隔は 5 秒であった。

〔意味判断条件〕 一般的な手続きは異同判断条件と同じであるがこの条件ではまず 2 秒間視野の中央には小さい $\times$ 印 (視角 $0.3^\circ \times 0.3^\circ$) が提示され、続いて先の条件での比較刺激すなわち漢字と矩形の対が左、右視野に瞬間提示された。被験者には提示された漢字と矩形の関係が意味的に整合するか否かの判断が求められた。つまり、上という字が矩形の上に位置しておれば “Yes” 反応を、矩形の下に位置しておれば “No” 反応をするよう教示された。4 種の漢字と整合、不整合関係の組み合わせで 8 種の刺激が考えられる。この 8 種の刺激が左右視野にランダムな順序で同回数提示された。刺激は 180ms 提示され、試行間間隔は 5 秒であった。刺激の提示順序は異同判断条件と同じで、左、右視野にそれぞれ 24 回ずつ提示された。漢字刺激の提示から電鍵での “Yes”、“No” 反応までの時間が測定されたが、各反応後の中央提示凝視数字の報告が正しくない反応は結果の処理から除外された。

TABLE 1

Mean reaction times (in ms) in physical identification matching task (Condition 1) and in semantic congruency decision task (Condition 2). *SD* shows in the parenthesis

	Left visual field	Right visual field
Condition 1	672.8 (108.3)	691.6 (97.7)
Condition 2	892.7 (107.9)	861.5 (104.6)

結 果

28名の被験者のうち全体の正反応率が90%に満たない者1名と平均反応時間が約1.4秒となった者1名を除外した26名の被験者の正反応についての反応時間が結果の処理に用いられた。

まず“*Yes*”反応を右手で行なった群と左手で行なった群の反応時間を比較した結果異同判断条件、意味判断条件ともに反応時間に有意差が見られなかった(異同判断条件： $t=1.36$, $df=25$; 意味判断条件： $t=0.37$, $df=25$)ので以後の分析は左右手2群を込みにして処理した。

比較刺激提示視野別にみた異同判断条件と意味判断条件での平均反応時間をTable 1に示した。この結果は反応時間が2秒を越えた試行は除外して算出している。なお誤反応率は異同判断条件で5.7%, 意味判断条件で8.2%であった。

結果を分散分析した結果、課題条件要因と左右提示視野の要因間に交互作用が認められた($F=12.20$, $1/25$, $p<.005$)のでさらに各条件別に分散分析し交互作用の意味するところを検討した。まず、異同判断条件における左右提示視野差を検定すると、両視野提示条件間に有意な反応時間差は見られなかった($F=3.02$, $1/25$, $p<.10$)。しかし、意味判断条件について左、右提示視野差を検定すると有意な差が見られ($F=10.58$, $1/25$, $p<.005$)、右視野提示条件における反応時間は左視野提示

条件より迅速であったことが判明した。また異同判断条件では26人中18人の被験者が左視野提示条件でより速い反応時間を示した($z=1.76$, $p<.05$)。一方、意味判断条件では26人中19人の被験者が右視野提示条件でより速い反応時間を示した($z=2.16$, $p<.05$)。これらのことからFig. 2で明らかのように、全体の分散分析で得られた提示視野と課題要因間の交互作用は異同判断条件で左視野提示優位、意味判断条件での右視野優位傾向を反映したためと言える。

なお、左視野提示条件、右視野提示条件共に意味判断は異同判断よりもより長い反応時間を要した($F=76.16$, $1/25$, $p<.001$; $F=42.82$, $1/25$, $p<.001$)。このことは、意味判断課題が単に漢字の認知だけでなくそれに加えてさらに何らかの深い処理過程を要したことの証左とみなされよう。

考 察

本実験で得られた結果は、異同判断では左視野優位の傾向を示しながら有意差を示すには至らなかったが意味判断条件では強い右視野優位の傾向を示し、初めに述べた予想とほぼ一致するものと見なせる。これは、Hatta (1978a) が報告した非言語材料を刺激とした実験結果とも一致するものである。そこでは単なる知覚課題条件から心的変換課題条件へと課題を変えると、認知処理優位視野が左視野から右視野へと移行したのであり、本実験の結果は言語材料刺激でもそのことが立証されうること示している。Hatta (1978a) の時計図認知の実験は、① 刺激材料が同一でも要求される処理課題の性質によって偏側性の方向は移行しうる、② 単純な知覚・認知処理では右半球機能の優位が示唆されるが、心的変換のような高次の認知・思考過程を含む処理が加わると左半球機能の優位が示唆されると説明された。

FIG. 2. Mean reaction times in the left and right visual fields for physical Kanji matching condition (●—●), and semantic congruency matching condition (○—○).

FIG. 1. Some examples of the stimuli used. A: Congruent stimulus B: Non-congruent stimulus.

本実験の結果もその意味するところは同様であり、単純な知覚判断で見られる大脳半球機能のラテラルリティが意味判断という高次な認知・思考を含む課題では左半球のより大きい関与を示唆する方向に移行すると言える。しかし今回の指標は前の実験のように認知の正確さではなく、反応時間であった。したがって、先の研究での結論が情報処理の迅速さを指標に検討してもあてはまることを示したものと言えよう。

今回得られた結果の分析から明らかとなったように、異同判断課題では有意水準にはわずかに達しなかったが左視野提示条件でより迅速な処理がなされる傾向がうかがえた。このことは、漢字材料の認知が右視野よりも左視野でより正確に行なわれることを指摘し右半球機能の優位を示唆した従来の研究結果と一致している (Hatta, 1977 b, 1977 c ; Sasanuma et al, 1977)。この漢字材料認知—右半球機能優位の傾向があらゆる場合に見られるとは限らないことは Hatta (1978 b) の漢字熟語、かな混り漢字などのいろんな場合での検討で明らかにされたが、1文字提示では左視野提示条件優位の傾向が強く右半球機能優位を示唆するものであった。本実験で左視野優位の傾向にとどまった原因は、Hatta (1978 b) で示唆した漢字処理のモデルの中の音声的方略が使用されたことによるのかもしれない。Hatta は漢字処理で音声的方略と視覚的方略が使用され、どちらが選ばれるかは読みが単一か複数かによると仮説した。視覚的方略による処理は右半球機能、音声的方略による処理は左半球の関与が大であるとした。このモデルによれば、本実験では漢字は1文字であり視覚的方略が選ばれることになるが、Hatta の漢字認知の実験事態と異なり本実験では標準刺激漢字は比較的長く2秒間提示されその後照合処理がなされる。そのために標準刺激漢字はある程度リハーサルされた可能性があり、その結果音声的方略が用いられた可能性が生じ左視野優位が弱められたのかも知れない。Hayashi & Hatta (1978) では本実験と同じように反応時間を指標に漢字1文字認知の左視野提示条件優位を立証している。彼らの実験での0°, Non-Cue条件が本実験の異同判断条件に対応すると思われるが、左視野提示条件では767.7ミリ秒、右視野提示条件では806.3ミリ秒と本実験の結果より若干遅い反応時間を得ている。本実験で若干反応時間が速いのは4種の文字しか用いられなかったことに起因すると考えられる。

さて本実験の漢字1文字の異同判断において、左視野提示条件が有意ではないがやや優れる傾向が得られたが、この結果は刺激材料を変数とした研究や従来の情報処理様式の違いを変数とした研究 (Cohen, 1972; Klatzky & Atkinson, 1971; Moscovitch, 1972; Levy-Agresti & Sperry, 1968; Posner & Mitchell, 1967; Egeth & Epstein, 1972) から予想されるところとも一致してい

る。そして右半球機能の方が左半球よりも優れることを示唆していた。

ところが、同一の刺激が使用されているにもかかわらず、意味的判断条件では右視野提示条件優位となることが本実験の結果に示された。これは前述したように、高次な認知・思考過程における左半球機能の優位傾向を示すものと見なせそうであるが、今までに報告された文字や語の意味処理 (Semantic Processing) と大脳半球機能差の関係を扱った若干の研究との関連でさらに考察を深めてみる必要がある。Martin (1978) は視覚的に提示した語の形態処理と意味処理について大脳半球機能差を検討している。そこでは語の長さやカテゴリーの異なる語を左、右視野に瞬間提示し、形態次元 (語が長い、短かい) の制限再生と意味次元 (語が動物名か植物名か) の制限再生を行なわせている。その結果、意味的再生条件では左右視野差が見られなかったが形態的再生条件では右視野よりも左視野からより多く再生されることが見出された。また Day (1977) の研究も単語の意味処理についての報告である。ここでは語が有意味語か無意味語かの判断を求め、抽象語では右視野提示、具体語では左視野優位傾向を報告している。さらに Sheerer (1974) では両側性に提示した文字配列の認知で空間位置を手がかりとして、たとえば最初の文字を再生せよ、というような形態処理を求めた場合左視野提示条件が優位となったが、アルファベットの順序を判断するといった意味処理課題では右視野優位の傾向が報告されている。これらの研究から明らかのように、視覚的に提示された文字や語の意味処理における大脳半球機能の非対称性については実験結果は必ずしも一致しているとは言えない。この不一致は主として上記の実験例の紹介でわかるように、意味処理と称される過程の中に含まれる心的操作が一定でないことによると考えられる。

本実験の意味判断条件の課題は、その処理過程を考えると、上記の研究での意味処理課題よりもさらに高次なものであったと見なすことができる。本実験の意味判断課題は、まず上、下、左、右の漢字を知覚し、それがうえ、した、ひだり、みぎという意味を持つものであるという認知を行ない、それに加えて漢字の近傍にある矩形との位置関係について文字の意味との整合性を判断せねばならない性質のものであった。前述した Martin や Day の実験課題は、語、文字を知覚し、続いて意味の認知を行なう過程までを含むだけであるが、本実験の意味判断は漢字の意味認知処理に加えて、その意味的整合性認知とでも呼ぶべき高次の心的過程を含んでいた。このような意味判断条件で得られた結果は、八田 (1977 a) の非言語材料についての実験結果と同一の傾向を示すものであり、漢字認知の異同判断過程で示唆される右半球機能の優位傾向がさらに高次の意味処理、とくに本

研究では漢字の意味処理に関係せずとの意味的整合性認知も必要とする処理過程が付加されたとき、左半球機能優位の傾向へと偏側性が移行することを示している。

引用文献

- Cohen, G. 1972 Hemispheric differences in a letter classification task. *Perception and Psychophysics*, **11**, 139-142.
- Day, J. 1977 Right-hemisphere language processing in normal right-handers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **3**, 518-528.
- Egeth, H., & Eptein, J. 1972 Differential specialization of the cerebral hemispheres for the perception of sameness and difference. *Perception and Psychophysics*, **12**, 218-220.
- 八田武志 1977 a 範ちゅう化異同判断課題における大脳半球機能差について 心理学研究, **48**, 141-147.
- Hatta, T. 1977 b Recognition of Japanese Kanji in the left and right visual fields. *Neuropsychologia*, **15**, 685-688.
- Hatta, T. 1977 c Lateral recognition of abstract and concrete Kanji in Japanese. *Perceptual and Motor Skills*, **45**, 731-734.
- Hatta, T. 1978 a Visual field difference in mental rotation task. *Neuropsychologia*, **16**, 637-641.
- Hatta, T. 1978 b Recognition of Japanese Kanji and Hirakana in the left and right visual fields. *Japanese Psychological Research*, **20**, 51-59.
- Hatta, T., & Nakatsuka, Z. 1975 H.N. Handedness Inventory. In S. Ono (Ed.) *Papers in celebration of 63rd birthday of Prof. K. Ohnishi*. Osaka City University, Pp. 224-247.
- Hayashi, R., & Hatta, T. 1978 Hemispheric differences in mental rotation task with Kanji stimuli. *Psychologia*, **21**, 210-215.
- Klatzky, R. L., & Atkinson, R. L. 1971 Specialization of cerebral hemispheres in scanning for information in short-term memory. *Perception and Psychophysics*, **10**, 335-338.
- Levy-Agresti, J., & Sperry, R. W. 1968 Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, **61**, 1151.
- Martin, M. 1978 Hemispheric asymmetries for physical and semantic selection of visually presented words. *Neuropsychologia*, **16**, 717-724.
- Moscovitch, M. 1972 Choice reaction time study assessing the verbal behaviour of the minor hemisphere in normal adult humans. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **80**, 66-74.
- Moscovitch, M., Scullion, D., & Christile, D. 1976 Early versus late stage of processing and their relation to functional hemispheric asymmetries in face recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and Performance*, **2**, 401-406.
- Posner, M. I., & Mitchell, R. F. 1967 Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, **74**, 392-409.
- Sasanuma, S., Itoh, M., Mori, K., & Kobayashi, Y. 1977 Tachistoscopic recognition of Kana and Kanji words. *Neuropsychologia*, **15**, 547-553.
- Seamon, J. G., & Gazzaniga, M. S. 1973 Coding strategies and cerebral laterality effects. *Cognitive Psychology*, **5**, 249-256.
- Sheerer, E. 1974 Task requirement and hemifield asymmetry in tachistoscopic partial report performance. *Acta Psychologica*, **38**, 131-147.

SUMMARY

Several studies have investigated the laterality differences in the execution of so-called higher level cognitive tasks. However, it might be considered that the tasks which have been examined, such as a letter classification, dot numeration, and comparison between photograph of faces and caricature are not necessarily higher-order cognitive tasks.

The primary purpose of the present study was to examine the laterality differences in the execution of thought task: Semantic congruency decision making with respect to a frame of reference.

Twenty-eight right-handed university students participated in this experiment and made identification matching decisions (Condition 1) and semantic congruency decisions (Condition 2).

In the first condition, subjects decided whether the standard *Kanji* stimulus was identical to the *Kanji* in the comparison stimulus. Single *Kanji* as a standard stimulus was presented in the center of the visual field for 2 sec and both a comparison stimulus consisting of a single *Kanji* and rectangle was exposed either in the left or the right visual field tachistoscopically.

The task for the subjects in the second condition was to decide the semantic congruency of *Kanji*. The fixation cross was presented centrally for 2 sec and then a single *Kanji* paired with a rectangle was presented in the left or the right visual field. The stimuli were identical to that of the comparison stimuli in the first condition and consisted

of single *Kanji* selected from four *Kanji* letters, "left", "right", "above", and "below" paired with a rectangle. Single *Kanji* were located at one of the above four positions with respect to the paired rectangle. The *Kanji* was located at the semantically congruent position in a half stimulus and in another half, the *Kanji* was located at the incongruent position. That is, if the *Kanji* "left" was located at the right side of the rectangle, subjects were asked to make a "No" response and if located at the left side of the rectangle, subjects made "Yes" responses. In both conditions, subject's response latency was measured.

The results of the simple *Kanji* identification matching task (Condition 1) showed a non-significant but strong tendency toward left visual field superiority and suggested a right hemisphere specialization. This tendency of results was consistent with the results of the previous studies concerning *Kanji* recognition.

In the semantic congruency decision task (Condition 2), the results showed a strong right visual field superiority, although identical stimuli were employed in both conditions. The results obtained here suggest that in the execution of a higher-order thought task such as a congruency decision in addition to the ordinary semantic processing of *Kanji* stimuli, the left hemisphere is superior to the right hemisphere. So the necessity of studies to investigate the hemisphere specialization of so-called higher-order cognitive processes more precisely was proposed.