

論文要旨

氏名 劉 威

論文題目（外国語の場合は、和訳を併記すること。）

主観的輪郭文字の認知に関する研究

論文要旨（別様に記載すること）

- （注）
1. 論文要旨は、A4版とする。
 2. 和文の場合は、4000字から8000字程度、外国語の場合は、2000語から4000語程度とする。
 3. 「論文要旨」は、フロッピーディスク（1枚）を併せて提出すること。
（氏名及びソフト名を記入したラベルを張付すること。）

論文要旨

新聞や雑誌，本などに印刷された主観的輪郭文字は右下に陰影を付けられたものを多く目にする。何となく右下に陰影を付けた主観的輪郭文字が見やすいのではないかと感じて，そうしただろうと考えられる。しかし，本当に右下に陰影を付けた主観的輪郭文字が認知しやすいだろうか。

この疑問に基づいて，本論文は主観評価法と視覚探索課題法を用いて，主観的輪郭文字の認知に及ぼす文字の構成の特徴，陰影の厚さ，陰影の位置，陰影の形態及び，主観的輪郭文字が持つ立体感の諸要因について検討した。また，これらの要因を検討した上で，主観的輪郭文字が視覚の初期段階で処理されるかについても検討した。

陰影に関する先行研究結果からは，陰影が下方面にあるとき対象が立体として認知されやすいこと(Ramachandran, 1988; 井上・渡辺, 2005)や，陰影が右下に位置するとき最も認知されやすいことが分かった(Sun & Perona, 1998)。また，主観的輪郭文字と陰影の位置の関係について，沈・桐村・野口 (2000)は主観判断の方法を，渡辺・萩村 (2006)は視覚探索課題法を用いて，アルファベットの大文字について検討し，右下に陰影があるとき，主観的輪郭文字が認知されやすい傾向があると結論した。それに対して，漢字刺激を用いた島 (2006)では，類似した陰影の位置の効果が得られなかった。その原因は，文字構成の特徴（直線や曲線，ストローク数など）が主観的輪郭文字の認知に影響を及ぼす可能性があると考えられた。さらに，漢字を用いた島 (2006)は，陰影の厚さも主観的輪郭文字の認知に影響を及ぼす可能性がある」と指摘した。

このような指摘を考慮して，実験 1 は漢字の八と米を刺激とし，視覚探索課題を用いて，ストローク数，陰影の厚さ及び，陰影の位置が主観的輪郭文字に及ぼす影響について検討した。その結果，ストローク数の少ない文字の反応時間が短いこと，また，陰影の厚さが厚い文字の反応時間が短いことが分かった。しかし，島 (2006)と同様，陰影の位置の効果が見られなかった。

以上の主観的輪郭文字を刺激として用いた実験から気付いた問題が 2 つあった。第 1 に，刺激として用いた主観的輪郭文字の特徴に統一性がなかったことである。先行研究では，直線のみの特徴を持つ文字もあれば，曲線のみの特徴もあった。また，直線と曲線の両方の特徴を持つ刺激も用いられた。

文字の特徴に統一性がないことによって、主観的輪郭文字の認知に及ぼす要因の全体の特性や陰影の位置の効果について、考察することができなかつたと考えられる。

第 2 に、実験方法の違いによる主観的輪郭文字の認知に差があったことである。主観判断法では、ストローク数の多い文字が認知されやすいのに対し、視覚探索課題では、ストローク数の多い文字の反応時間が長いという反対の結果となった。反応時間に制限のない主観評価法においては、主観的輪郭文字刺激に対して全体的に観察することができる。その結果、より多くの陰影の形態を持つ主観的輪郭文字刺激が文字本体をより立体的に表すことができ、より認知されやすかつたと考えられる。一方、反応時間を指標とする視覚探索課題では、文字そのものが認知できるかどうかではなく、陰影の形態の差異が大きい刺激間の反応時間が短く、認知されやすかつたと考えられる。

以上の 2 つの問題からは、主観的輪郭文字の視覚処理における処理段階の問題に関係するのではないかと考えられる。主観評価法は、多くの観察時間をかけることによって、陰影の特徴を多く持つ主観的輪郭文字をより高次な処理ができ、認知されやすいのではないかと考えられる。それに対し、限られた時間内に、多くの妨害刺激（ディストラクター）の中から標的（ターゲット）を探す視覚探索課題は、視覚の初期に処理される陰影の形態の差異が探索されやすく、ストローク数の少ない文字の反応時間が短いという結果になったのではないかと考えられる。

以上の考えを検証するため、実験 2, 3, 4 及び、5 では、主観評価法を用いることにより、主観的輪郭文字の認知に及ぼす文字の特徴となるストローク数、直線、曲線及び、陰影の位置の諸要因について検討した。さらに、刺激の形態について、形態要素数を換算し、最も立体文字として認知できる陰影の位置と陰影の形態との関係について検討した。

実験 6, 7, 8 及び、9 では、視覚探索課題を用いて、主観的輪郭文字が視覚初期処理である並列探索なのか、それとも、より高次な処理が必要とする逐次探索なのかについて調べることによって、視覚探索課題における主観的輪郭文字の処理段階について検討した。

これまでの研究において、アルファベットや漢字のいずれかしか用いなかつたことや、用いた文字刺激の種類が少なかつた。そのため、主観的輪郭文字の全体における陰影の位置の効果が明らかになっていない。そこで、実験 2 では各種の文字の全体について検討するために、ストローク数が 10 以内

の直線，直線と曲線及び，曲線で構成する普段見ることの多いひらがな，漢字，アルファベットという文字の組み合わせからなる文字列を用いて，主観的輪郭文字列の認知に及ぼす陰影の位置と陰影の形態の効果について検討した。その結果，陰影が右下にある条件の評価値が最も高かった。この結果は，陰影が右下にあるとき最も認知されやすいという上方光源仮説を支持した。しかし，上方面と下方面にかかわらず，陰影の位置の上，下，左及び，右の条件間と左下，左上，右上及び，右下の斜めにある条件間の評価値の差が顕著ではなかったことから，上方光源仮説を必ずしも支持しない部分もあった。さらに，形態要素数と立体感評価値の相関が高い結果から，主観的輪郭文字列の認知に影響を及ぼす要因は陰影の位置の要因のみならず，陰影の形態も重要な要因であると考えられる。

実験 3 は，陰影の位置により刺激の形態の変化の少ない上下，左右とも対称の文字と左右対称，上下反転の 1 対の刺激を含む文字を刺激として用いて，立体感の評価値と形態要素数を求め，陰影の位置と陰影の形態との関連性について検討した。その結果，各文字において，左下，左上，右上及び，右下の条件と上，下，左及び，右の条件との間の差が顕著であった。この結果を導く要因の 1 つは文字の特徴にあると考えられる。これらの文字は，水平線あるいは，垂直線から成り立っている。このため，上，下，左及び，右の条件において，陰影が文字本体の水平あるいは垂直部分の端となり，その結果，陰影が短くなるか，なくなってしまう，奥行き手がかりが少なくなった。一方，左下，左上，右上及び，右下の条件において，文字の陰影が斜めになり，より多くの陰影部分ができ，奥行き手がかりも多くなった。したがって，より立体的に感じたのではないかと考えられる。形態要素数からも相関が見られた。以上の結果から，陰影の特徴が立体感の評価値に影響したと考えられる。

実験 4 は，曲線文字を刺激とし，立体感の評価値と形態要素数を指標として，陰影の位置と陰影の形態との関連，そして，直線文字との認知の差について検討した。その結果，ストローク数の多い刺激が認知されやすいことが分かった。実験 2 と 3 と異なり，形態要素数と立体感評価値の相関が低かった。その原因は，曲線文字が複雑の形をしていることにあり，陰影の形態は直線刺激より複雑になっているため，形態要素数は陰影の形態を正確に反映していなかったと考えられる。

実験 5 は，直線からなる 1 対の漢字，直線と曲線からなる 1 対のアルファ

ベットの大きい文字、図形と文字のいずれにも解釈できる 1 対の文字を左下、左上、右上及び、右下の 4 つの位置に陰影を付けた主観的輪郭文字を刺激とし、異なる特徴を持つ主観的輪郭文字に及ぼす陰影の位置の効果と陰影の形態の特徴との関係を調べた。その結果、異なる特徴を持つ文字対の立体感の評価の結果が異なった。この結果から、主観的輪郭文字の認知に影響を及ぼす要因を考えると、主観的輪郭文字を特徴別に分けて、陰影の位置や陰影の特徴といった要因を検討する必要があると考えられる。

実験 2, 3, 4 及び、5 の結果から、陰影の形態特徴が多い場合、文字の立体感の判断は安定するため、主観的輪郭文字が認知されやすく、逆に、陰影の形態の特徴が少ない場合は、立体感の判断は不安定であるため、主観的輪郭文字の認知がされにくくなる傾向があることが分かった。結果から、陰影の位置のみならず、陰影の形態も主観的輪郭文字の認知に及ぼす重要な要因であると考えられる。

実験 6 は、○を元に作成した平面刺激と主観的輪郭文字刺激を用いて、どちらか一方をディストラクターとして、その中に他方のターゲットが含まれるかどうかの判断を実験参加者に求めた。反応時間を指標として、平面刺激と右下に陰影を付けられた主観的輪郭文字が並列探索なのか、それとも逐次探索なのかについて検討した。その結果、平面刺激も主観的輪郭文字もディストラクターの数の増加に伴って、反応時間が長くなった。この結果から、平面刺激と右下に陰影を付けられた主観的輪郭文字刺激のどちらも逐次探索であると考えられる。また、右下に陰影を付けた主観的輪郭文字が持つ立体感が平面刺激に対して、逸脱した存在であると考えられるが、その効果は顕著ではなかった。

実験 7 は、実験 6 と同じ方法で、○元に作成した平面刺激と主観的輪郭文字を用いて、左上に陰影を付けられた主観的輪郭文字の探索が並列なのか、それとも逐次なのか及び、主観的輪郭文字が持つ立体感が逸脱特徴であるかどうかについて検討した。その結果、ディストラクターの数の増加に伴って、主観的輪郭文字の反応時間が長くなった。この結果から、左上に陰影を付けた主観的輪郭文字刺激が逐次探索であると考えられる。また、左上に陰影を付けた主観的輪郭文字が持つ立体感が平面刺激に対して、効果は顕著ではなかったが、逸脱した存在であると考えられる。

実験 8 は、右下と左上に陰影を付けた主観的輪郭文字を用いて、主観的輪郭文字からなるディストラクターの中から異なる位置に陰影を付けた主観

的輪郭文字を探索する場合、探索非対称性が見られるのかについて検討した。その結果、全体的に右下に陰影を付けた主観的輪郭文字と左上に陰影を付けた主観的輪郭文字との間に反応時間の差がなかった。つまり、探索非対称性が見られなかった。また、右下条件と左上条件ともに、ディストラクターの数の増加に伴って、反応時間が長くなる傾向があった。これらの結果から、視覚探索課題における主観的輪郭文字が逐次探索であり、その認知は視覚のより高次な処理であると考えられる。

実験 6, 7 及び, 8 において、どの実験も 2 種類の刺激の比較関係にあり、刺激が持つ形態特徴が反応時間に影響した可能性があると考えられる。実験 9 では、この問題を解決するために、複数の異なる平面刺激からなるディストラクターを用い、ターゲットとなる主観的輪郭文字の立体感が逸脱した特徴であるかどうかについて検討した。その結果、ディストラクターの数の増加に伴い、反応時間が増加するという決定的な結果が得られなかった。また、全体的にディストラクターの数の多い条件において、反応時間が長かった結果から、主観的輪郭文字の探索は逐次探索であり、視覚のより高次な処理であると考えられる。

実験 6, 7 及び, 9 の結果から、視覚探索課題において、主観的輪郭文字が逐次探索であると考えられる。また、主観的輪郭文字が持つ立体感が平面刺激に対し、逸脱した存在である可能性も示唆した。しかし、平面刺激が持つ主観的輪郭文字と同じような陰影の特徴が主観的輪郭文字の探索を妨げ、主観的輪郭文字の立体感の生成を抑制したと考えられる。また、ディストラクターとターゲットが共に主観的輪郭文字である実験 8 の場合も同じく、2 種類の刺激が持つ類似した陰影の特徴が探索を妨げ、陰影の位置による立体感の違いを抑制したと考えられる。以上の結果から、主観的輪郭文字を刺激とした視覚探索課題において、視覚系は主観的輪郭文字が持つ陰影の部分を平面刺激として先に処理し、その次の段階で立体感を処理するのではないかと考えられる。

以上の 9 つの実験から、主観的輪郭文字の認知が主観評価法と視覚探索課題法を用いることによって、2 つのことが分かった。主観評価法において、文字の構成の特徴、陰影の厚さ、陰影の位置及び、陰影の形態などの立体感と繋がる特徴を多く持つことが認知されやすいことに導くと考えられる。一方、視覚探索課題においては、文字の特徴が反応時間に影響しやすく、文字が持つ立体感が逸脱特徴としての働きは弱いと考えられる。

以上の結果から，右下に陰影を付けた主観的輪郭文字が認知されやすいかどうかの問いに対する答えは以下の通りとなる。主観評価の方法を用いて主観的輪郭文字を全体的に判断する場合，右下に陰影を付けた主観的輪郭文字が認知されやすいと結論できる。視覚探索課題を用いた場合は，陰影の位置による主観的輪郭文字の認知に与える影響が弱い結果から，右下に陰影を付けた主観的輪郭文字が認知されやすいと断定できなかった。