表面の粗さの処理が空間的保持に与える影響

○小澤功一¹・上田卓司²

(¹早稲田大学大学院教育学研究科・²早稲田大学)

キーワード: ワーキングメモリ 触覚 表面の粗さ

The influence of processing of tactile roughness on maintenance of spacial information

Kohichi OZAWA¹ and Takashi UEDA²

(¹Graduate School of Education, Waseda Univ., ²Waseda Univ.)

Key words: working memory, haptic, roughness of surface

目 的

物体に触れることで得られる情報には、物体の距離や形態、温度、硬度、振動、表面の粗さなどがある。それらの触覚情報がどのように保持されているかを検討した研究は少ない。本実験では、刺激の表面の粗さの異同判断が、刺激の呈示位置の再認に与える影響から、触覚処理が空間的記憶に依存しているかどうかを検討する。もし触覚処理が空間的保持と容量を共有しているのならば、表面の粗さの異同判断によって刺激呈示位置の再認成績が低下すると考えられる。

方 法

実験参加者 大学生 38 名であった。

刺激 触覚条件で使用した刺激は 4cm×4cm のプラスチック板の上に高さ約 1mm の樹脂製の突起(ドット)をつけたものであった。触覚刺激は、ドットの直径とドット間の間隔を変化させることで 48 通り作成された。ドットの直径は約 1mm, 1.5 mm, 2 mm, 2.6 mm, 3 mm, 3.7 mm の 6 通りであり、ドットの間隔は約 0.5 mm, 1 mm, 1.5mm, 2 mm, 3mm, 4mm, 5mm, 6 mm の 8 通りであった。触覚刺激は 5cm×5cm の工作用紙(カード)に貼り付けられていた。カードは 1 セット 48 種類であり、2 セット作成した。1 つのセットは実験者が参加者に呈示するカード(手札)として使用され、もう一つのセットは参加者の前に刺激が見えないように裏返しの状態で置かれているカード(場札)として使用された。場札は参加者が場札の位置を変更できないように、カードの底辺のみクリアシートに貼り付けられていた。クリアシートには場札の位置指示用の台紙が挟みこまれていた。形態条件で使用した刺激は droodle 図形(Nishimoto, et al.,2010)であり、ラベルの多様性(variability of generated levels:H)が 3.98 から 4.62 の図形 48 種類を使用した。触覚刺激と同様に、形態刺激もカードに貼り付けられていた。形態条件のカードは刺激が貼り付けられていない面(裏面)の上部に赤線が引かれていた。カードは 1 セット作成され、手札として使用された。場札として使用されたカードは刺激が貼り付けられておらず、形態刺激はクリアシートに挟み込まれた台紙に印刷されていた。指示のみ条件では刺激が貼り付けられていない場札とクリアシートを使用した。

手続き 実験は触覚条件、形態条件、指示のみ条件の 3 条件であり、1 試行は学習課題と再認課題で構成されていた。学習課題では、実験者から手渡されたカード(手札)と、参加者の前に裏面にして置かれているカード(場札)6 枚との異同判断を行い、手札と等しい場札があった場所を記録する課題であった。形態条件では、図形を正立で呈示するために、手札に引かれている赤線を軸に回転し表面を見るように参加者に指示した。参加者は手札上の droodle 図形を見ながら場札をめくり、クリアシートに挟み込まれた台紙に印刷されている droodle 図形を視認し、手札と同一の図形が出現するまで繰り返した。同一の図形を発見した場合、参加者は実験者から新しい手札を呈示され、その手札に対しても上記と同様の手続きを行った。1 試行で渡される手札は 4 枚であった。場札をめくる回数、droodle 図形の視認に要する時間は統制されておらず、場札をめくる順序は自由であった。触覚条件も形態条件と同様の手続きであったが、手札と場札の視認が禁止され、触覚刺激の表面の粗さを利き手の指を動かすことによって弁別することが要求された。指を動かす

速さや触覚刺激の呈示時間は統制されていなかった。指示のみ条件は、実験者が指差した場札を参加者がめくるという手続きであった。学習課題が終了し約 5 秒の遅延時間の後、再認課題を行った。形態条件と触覚条件での再認課題は、手札と同一の場札があった場所を想起し、何番目の手札と同一であったかを回答用紙に記入することであった。指示のみ条件での再認課題は、学習課題時にめくった場札の順番を回答用紙に記入することであった。回答が終わり次第、次の試行を開始した。実験は各条件本試行 8 試行、練習試行 1 試行であり、合計 27 試行であった。触覚条件、形態条件ともに、手札と場札の組合せが実験参加者ごとにランダムであった。各条件はカウンターバランスがとられていた。なお、触覚条件、形態条件ともに、練習試行では本試行で使用した刺激とは異なる刺激を使用した。

結 果

学習課題の正答率は指示のみ条件が 1、触覚条件が 0.68、形態条件が 0.99 であった。再認課題の正答率は指示のみ条件が 0.94、触覚条件が 0.73、形態条件が 0.86 であった。再認課題のロジスティック回帰分析を行った結果を表 1 に示す。独立変数は実験条件要因と手札の呈示順要因、場札の確認回数要因であった。実験条件要因は指示のみ条件を基準として形態条件と触覚条件のダミー変数を作成し、手札の呈示順要因は呈示順 4 番目を基準として 1 番目、2 番目、3 番目のダミー変数を作成した。場札の確認回数要因は連続変数であった。分析の結果、形態条件と触覚条件、手札の呈示順が有意であったが、学習課題時の場札の確認回数は有意ではなかった。

表 1 ロジスティック回帰分析の結果

	係数	標準誤差	Wald	有意確率
形態条件	-0.91	0.16	31.96**	0.00
触覚条件	-1.69	0.17	96.70**	0.00
手札呈示順1番目	-0.35	0.16	5.01*	0.03
手札呈示順2番目	-0.68	0.14	22.66**	0.00
手札呈示順3番目	-0.36	0.15	5.99*	0.01
場札確認回数	-0.04	0.02	2.36	0.12
定数	3.21	0.16		

N=3600

**p<.01,*p<.05

考 察

触覚条件と形態条件のダミー変数の係数が有意であったため、指示のみ条件よりも触覚条件と形態条件の再認課題の成績が低いことが示された。図形の異同判断による刺激呈示位置再認の低下は、形態処理による空間的保持の低下を示している。したがって形態処理と空間的保持が同じ容量によって行われていると考えられる。表面の粗さの判断による刺激呈示位置再認の低下は、触覚処理が視覚的处理に依存しているおり、空間的保持と容量を共有しているため、触覚処理の負荷によって空間的保持が低下したのだと考えられる。また、手札の呈示順が有意であった。このことは 4 番目に呈示した手札と同じ場札の位置の再認は、他の呈示順よりも認知的負荷が低いため、再認が容易であることを示している。確認回数が増えるほど手札と場札の同定が困難になり、再認成績が低下することが予想されたが、本実験では示されなかった。本実験では表面の粗さが空間的記憶に依存している可能性が示唆された。