

同じ文字によるクラウディング効果は 表記が違って起こるか

井上玲菜・田渕美彩・古田和樹
大正大学心理社会学部人間科学科

指導教員：井関龍太

要旨：複数の文字を隣接して提示するとそれらを正しく弁別することが難しくなる現象をクラウディングと呼ぶ。同じ文字を複数提示した場合にはクラウディングは起こらないと考えられてきたが、Sayim & Taylor (2019) は冗長性マスキングという現象が生じており、口頭報告では成績が低下することを示した。本研究ではこの冗長性マスキングがアイデンティティは同じだが表記は異なる文字を使った場合でも起こるのかを検討した。実験の結果、ターゲットを大文字、フランカーを小文字にした場合にはすべて大文字の場合と同定率に差は見られず、冗長性マスキングが生じることが示唆された。

問 題

電車の中で目立つ騒ぎに遭遇することがある。文庫本を視界の端に入れながらこの騒ぎを盗み見ていたとしたら、本の文字は非常に見えづらくなる。このように、周辺視で捉えた刺激は正確に処理することが難しい。周辺視において複数の刺激を密集して提示すると真ん中にあるターゲットを周辺の刺激（以下では、フランカーと呼ぶ）から識別することは難しくなる。こうした現象はクラウディングと呼ばれる (Wikipedia, 2020)。たとえば、「N」という文字を単独で提示したときには、短時間の周辺視であってもそれが何の文字であるのかを報告することは比較的簡単である。しかし、同じ位置に「KND」という文字列を提示し、真ん中の文字が何であったかを報告することはずっと難しい。したがって、クラウディング効果には単純な周辺視における視力の低下とは異なる要因が働いている。

Sayim & Taylor (2019) はこのクラウディング効果について新たな見解を示している。彼らの実験 1 では、典型的なクラウディング効果の実験と同じように、中心のターゲット文字が左右 2 つのフランカーに囲まれている刺激を提示した。フランカーはターゲットと同じ文字の場合 (TTT) と異なる文字の場合 (XTX) があった。実験の結果、ターゲットの報告

率は、ターゲットとフランカーが同じ条件では異なる条件に比べてずっと高かった。これは通常のクラウドイング実験で見られるのと同じ結果である。この結果はフランカーがターゲットと同じ条件ではクラウドイング効果が弱いことによるものと解釈されるかもしれない。しかし、この実験ではターゲット文字の報告をキー押しによって行っていた。そのため、実験参加者は実際にはターゲットとフランカーを混同していたのに、これらの文字が同一の条件ではその回答が正答とカウントされてしまったのかもしれない。

Sayim & Taylor (2019) はこの可能性を考慮して実験 2 では回答方法を口頭と筆記によるものに変更した。実験参加者は、見えた文字の個数を口頭で回答し、何が見えたのかを筆記した。また、実験参加者内で試行をくり返さず、各条件 1 試行のみ実施した。その結果、ターゲットの報告率は、ターゲットとフランカーが同じ条件では異なる条件に比べて低くなった。この現象はターゲットとフランカーが同一の文字のときに異なる文字のときよりも強力な妨害効果を生じることから、従来のクラウドイングと区別して、冗長性マスキングと名付けられた。

ターゲットとフランカーの文字が同じときにより強い妨害効果が生じるのはなぜだろうか。これらの文字が物理的に同じであるために半別が難しくなるというのが直感的な解釈だろう。しかし、Wallis & Box (2011) によるとクラウドイングは物理的に呈示されたフランカーの数よりも、実験参加者が見えたと判断したフランカーの数に左右される。この考えにしたがうなら、物理的に同じであるかどうかよりも、参加者が同じであると思うかどうかのほうが重要であるのかもしれない。このことから、ターゲットとフランカーのアイデンティティが同じであれば、表記形態が違っていても参加者がそれらを同じ文字であると思うことによって冗長性マスキングが生じるのではないかという疑問が生じた。そこで、本研究ではアイデンティティは同じであっても表記が異なる文字をフランカーとして呈示したときにも、表記もアイデンティティも同じ文字を提示したときと同じように冗長性マスキングが起こるのではないかと予想した。

本研究の目的はアイデンティティが同じであるが異なる表記の文字をフランカーとしても冗長性マスキングが起こるかを調べることである。Sayim & Taylor (2019) の実験 2 と同様の方法で回答を求めることによって、フランカーと区別してターゲットについて報告することを求める。ただし、フランカーがターゲットとアイデンティティは同じだが表記が違う刺激 (tTt) を新たに加える。アイデンティティが異なるフランカーによっても冗長性マスキングが生じるとすれば、この条件もすべての文字が同一の条件 (TTT) と同様に単独条件 (T) よりもターゲット報告率が低下するはずである。一方、表記が同一であることが重要であるならば、アイデンティティが異なるフランカーの条件 (tTt) では、すべての文字が同一の条件 (TTT) ほどにはターゲット報告率は低下しないはずである。

方 法

実験参加者

大正大学の学生である、男性 8 名、女性 23 名、計 31 名が実験に参加した。平均年齢は 20.77 歳 ($SD = 0.76$) で、視力に問題のある者はいなかった。参加者の中には、眼鏡、コンタクトレンズを着用した者も含まれた。

刺激と装置

アイトラッカー (Gazepoint, GP3) と、コンピュータ (HP, Pavilion 500-340jp/CT) にインストールされた PsychoPy (version 3.2.4) を用いて実験を行った。アイトラッカーのサンプリング周波数は 60Hz であった。モニター (BENQ, XL2420 Z ディスプレイ) には、メイリオフォントで「TTT」「tTt」「T」「TtT」「t」「XTX」「TXT」の 7 種類の文字列を灰色の背景に呈示した。最初に「t」と「TXT」を練習試行としてこの順に提示し、他の文字列は参加者ごとにランダムな順に提示した。観察距離は 57 cm であり、実験中は顎台を用いて頭の位置を固定した。文字は白色で大きさは高さが視角 1.4° であった。参加者には、A4 の紙に黒いボールペンで見えた文字を書いてもらった。

手続き

参加者は、モニターの前に座り、モニターと参加者の間に A4 の紙と黒いボールペンを置いた。実験を始める前に、参加者には顎台に顎の位置を合わせてもらい、位置が定まったら動かさないように指示した。その後、アイトラッカーを用いて、眼球運動のキャリブレーションを行った。参加者にはモニターに映る赤い点を目で追ってもらい、視線計測の様子を観察した。

実験試行では、モニターの中心に注視点として + を呈示し、参加者が注視点を 2 フレーム以上注視していることを検出したら画面中央から左右のどちらかに 10° 離れた位置に刺激となる文字を 150 ms 呈示した。左右どちらの位置に提示するかは試行ごとにランダムであった。文字が呈示されたら、見えた文字の個数を口頭で回答してもらってから、何の文字が見えたかを目の前に置いた紙に筆記で回答してもらった。2 つの質問に回答した後、実験者がスペースキーを押して次の試行に進んだ。試行ごとに 60 秒の制限時間を設け、時間内に注視点を見ていることがアイトラッカーに認識されなかった場合は実験を中止した。

結 果

提示した文字数と参加者による口頭の回答が一致し、かつ、筆記において参加者が正しくターゲット文字を記述した場合を正答とした。フランカー条件による違いを調べるためにターゲット文字が同じで、フランカーの文字が異なる条件の刺激を比較する。以下の分析では有意水準を全て 5% に設定した。また、以下のグラフの横棒はターゲットとして「T」のみを提示した条件の正答率である。

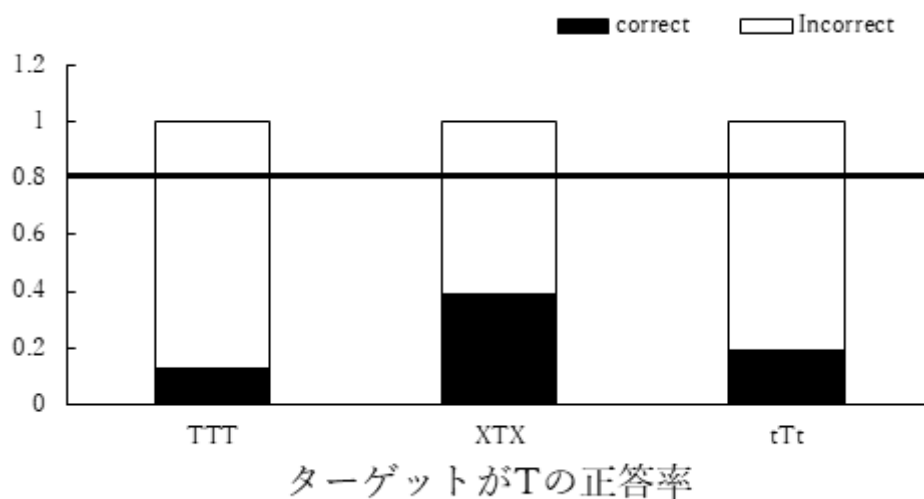


図1 ターゲットがTの正答率

図1はターゲットがTである条件の正答率のグラフである。これら3つの条件についてフィッシャーの正確確率検定を行った結果、フランカーがtであるという条件とフランカーが大文字のTである条件で正答率は有意に異ならなかった (Fisher's exact test, $p=0.06$)。「tTt」試行と「XTX」試行をのみを比較した場合にも有意な差は見られなかった (Fisher's exact test, $p=0.16$)。このことから、フランカーが大文字の場合と小文字の場合の間で、また、これらの場合とフランカーがターゲットと異なる文字の場合で正答率には差がないことがわかった。

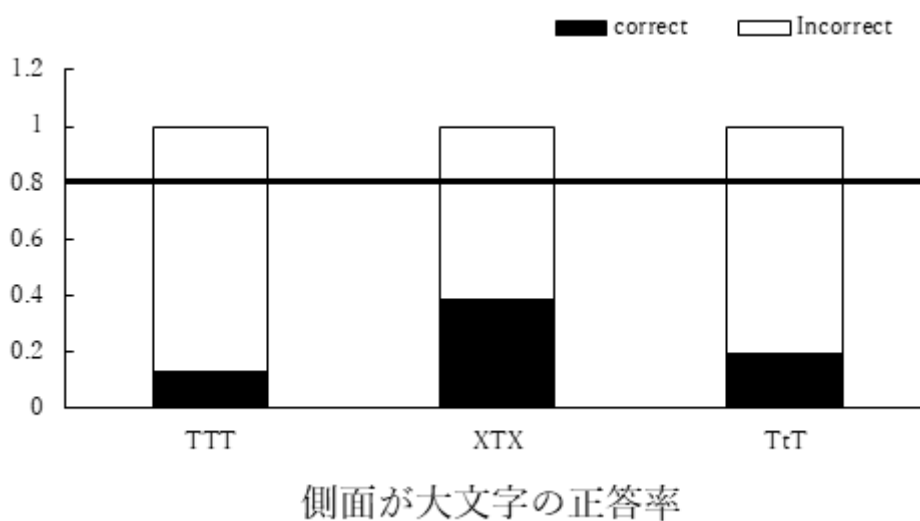


図2 フランカーが大文字の正答率

図 2 はフランカーが大文字である条件の正答率のグラフである。フィッシャーの正確確率検定を行った結果、フランカーが小文字である実験条件と比べてすべて同じ文字である条件との正答率に有意な差はみられなかった (Fisher's exact test, $p = 0.06$)。フランカーが T でありターゲットが小文字の t である場合であってもすべて同じ文字である条件との正答率に差は見られなかった。

Sayim & Taylor (2019) と同じ比較をするため「TTT」試行と「XTX」試行のみの正答率についてフィッシャーの正確確率検定を行ったところ、有意な差が見られた (Fisher's exact test, $p = 0.04$)。「TTT」試行と「tTt」試行のみの比較では有意な差は見られなかった (Fisher's exact test, $p = 0.73$)。

考 察

本研究ではアイデンティティが同一だが異なる表記をする文字をフランカーとした場合に冗長性マスクングが生じるかを明らかにすることを目的とした。実験では小文字がフランカーであり大文字がターゲットである刺激 (tTt) を作成した。フランカーがターゲットと異なる刺激 (XTX) と、それら 2 つが同じ刺激 (TTT) のターゲット報告率を比較した。実験の結果、大文字、小文字どちらがフランカーまたはターゲットであっても報告率に有意な差は見られなかった。

本研究ではフランカーのアイデンティティ情報により冗長性マスクングが生じるという仮説を検証した。この仮説からフランカーとターゲットはアイデンティティが同じであれば表記が異なっても冗長性マスクングが発生し、通常のクラウドイングのみが発生する条件よりもターゲット報告率が下がると予想された。本研究の結果はこの予測を直接的に支持するものではなかった。

まず「tTt」試行に冗長性マスクングが起こらなかったという立場から考える。この立場からすると「tTt」試行であっても「XTX」試行であってもターゲットの報告率は同程度になると予想される。「TTT」試行ではクラウドイング効果とマスクング効果の両方が働き、「tTt」試行と「XTX」試行ではクラウドイング効果のみが働くので、「TTT」試行のターゲット報告率が他の試行の比べて低くなると予想される。実際の結果では「XTX」試行よりも「tTt」試行のほうが正答率は低かったが、有意な差はみられなかった。また、「TTT」試行と「XTX」試行で有意な差がみられた。一方で「TTT」試行と「XTX」試行に関しても差がみられなかった。これは前述の予想と矛盾する。

次に「tTt」試行にも冗長性マスクングが生じていると仮定する。このように考えると「TTT」試行と「tTt」試行が同じ程度のターゲット報告率になると考えられる。実際には「TTT」試行が最も報告率が低く、次いで「tTt」試行、最後に「XTX」試行となった。「tTt」試行の平均値は「XTX」試行よりもむしろ「TTT」試行に近いので、この結果から「tTt」試行に冗長

性マスクングがまったく起こっていないと考えることは難しい。よって、「tTt」試行であっても冗長性マスクングかそれに似た効果が生じたと考えられる。以上のことからアイデンティティ情報によっては冗長性マスクング、もしくは何らかの効果が現れることが示唆される。本研究の限界として、アイデンティティ情報のみによる冗長性マスクングを積極的に支持できなかった点がある。これらを明らかにするにはサンプルサイズを増やして、より精度の高いデータを取る必要があるだろう。

引用文献

Sayim, B., & Taylor, H. (2019). Letters lost: Capturing appearance in crowded peripheral vision reveals a new kind of masking. *Psychological Science*, **30**, 1082-1086.

Wallis, T. S., & Bex, P. J. (2011). Visual crowding is correlated with awareness. *Current Biology*, **21**, 254-258.

Wikipedia (2020). Visual crowding. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_crowding> (2020年1月31日アクセス)