

視野中心と周辺の見え方の違いは 注意仮説によって説明されるのか

石川 寛太・坂崎 珠生・高出 健太郎

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：一般に、視野の中心に見えるものより、周辺に見えるものの方が小さく知覚される。このように見えるのは視細胞の特徴によるものと考えられてきたが、近年、注意の働きによる結果であるという仮説が主張されている。視線とは別の位置に手がかりを提示すると、手がかりによって注意が向いている位置の刺激が大きく見えるという結果が注意仮説を支持している。本研究では、視線が画面中央に向いている状態であることを確認できる手続きを用いて、手がかりの効果を調べた。実験の結果、手がかりによって知覚サイズは異なった。よって、視野中心部より周辺部が小さく見える理由は、注意の働きによるものと考えられる。

問 題

文章を読んでいるとき、いま読んでいる文字ははっきりと読み取れるが、その周辺の文字ははっきりと見えないということがあるだろう。私たちの目は、視野の中心にあるものははっきりと見えるが、視野中心以外のところはそれほどはっきりとは知覚できない。例えば、同じ大きさの円を視野の中心と周辺に同時に提示した場合、視野中心の円の方が視野周辺の円より大きく知覚される。この視野の中心と周辺の見え方の違いは一般的に、網膜仮説により説明される（Kirsch et al., 2020）。網膜仮説は、視野中心に映る物体よりも視野周辺に映る物体の方が小さく知覚されるのは目の構造に原因があるという考えである。具体的には、網膜の細胞が関係している。網膜には、解像度が高い錐体細胞と解像度は高くないが広範囲を捉えることができる杆体細胞がある。錐体細胞は網膜の中心部分に集中しており、杆体細

胞は錐体細胞の周りにある。したがって、網膜の中心部分で捉えられた対象は周辺部分で捉えられた対象よりも詳細に見ることができる。その結果、中心視で捉えた対象は周辺視で捉えた対象よりも大きく見えるのではないか。このように、網膜仮説とは、目の構造によって中心視野に映る物よりも周辺視野に映る物の方が小さく知覚されるようになっているという考えである。しかし、最近では新しい仮説として注意仮説が唱えられている (Kirsch et al., 2020)。注意仮説とは、視野中心と周辺で大きさの見えが異なるのは注意の働きによるという仮説である。この仮説によれば、視線は中央を向いているが注意だけが周辺部分に向いているときには、注意が向いている部分の物体のほうが大きく知覚されるはずである。注意仮説では、網膜の構造によって見え方が説明されるのではなく、注意によって見え方が変わると考える。

視野の中心と周辺での大きさの知覚の違いについて、Kirsch et al. (2020) は注意仮説を検証するための実験を行った。彼らは、2つの円を画面の中心と周辺に提示し、実験参加者にどちらの円がより大きく見えたかを判断させた。実験参加者の注意を操作するために、画面上に手がかりを短時間表示した。このことによって、注意が向いているか否かによって物体の大きさの見え方が変わるかどうかを調べた。実験の際には、4つ条件があった。画面の中心に手がかりが現れる「中心手がかり条件」と、手がかりを表示しない「手がかり無し条件」、円が表示される位置と反対の位置に手がかりが現れる「無関係手がかり条件」、周辺にある円の位置に手がかりが現れる「周辺手がかり条件」であった。実験の結果、手がかりが視野中心に提示された場合は視野周辺の円が小さく見えた。一方、手がかりが視野周辺の物体の位置に提示された場合には視野周辺の物体が大きく見えた。これは、視野の中心より周辺の方が物体は小さく見えるという一般的な現象とは逆の結果であった。しかし、この結果は、大きさの知覚の違いは注意の働きによるという注意仮説によっては容易に説明できる。そこで、視野中心よりも周辺で物体が小さく見えるという現象の説明として注意仮説が支持された。

本研究では課題中の参加者の視線を注視点に固定するため、Kirsch et al. (2020) とは異なる操作を行う。Kirsch et al.の実験では、目が画面中央以外の位置を見ている可能性を排除するために、手がかりを提示する時間を眼球運動ができない程度に短くした。しかし、この状況では参加者が確かに画面中央を見ていたかはわからず、手がかりが視野周辺に提示された場合に視線も手がかりに合わせて動いていた可能性が残る。視線が移動すると、移動した先の場所が視野中心となり、これは実験の意図とは異なる。本研究では網膜仮説と注意仮説の検証をするため、視野中心と視野周辺を区別し比較する必要がある。つまり、視線が動いてしまうと視野中心を固定して行いたい実験としては成立しない。そのため、本研究では、より確実に参加者が画面中央を見ていることを保証するための操作を加えた。そのうえで、網膜仮説と注意仮説のどちらが支持されるのかを調べることを目的とする。

本研究では、視野の中心と周辺に円を提示してより大きいと思うほうを回答してもらう実験を行う。この実験では手がかりのほうに目を向けずに注視点を注視し続けてもらうた

めに、手がかりと同時に注視点の位置に単語を提示する。参加者には、各試行後に提示された単語が何であったかを尋ねた。テスト刺激を大きいと答えた割合と PSE (point of subjective equality) を求め、条件間で比較する。PSE とは主観的等価点のことである。主観的等価点とは、物理量を測定する尺度上の任意の基準点に対して心理的に等しいと感じる点のことである。これまで網膜仮説による説明が一般的であったことや、Kirsch et al. (2020) の実験では視線が動いていた可能性を考え、本研究では、視野の中心と周辺の見え方の違いは網膜仮説によって説明されるという立場からの検証を行う。網膜仮説が正しいとすれば、PSE は手がかりの影響を受けないと予測できる。網膜仮説が支持される場合にはテスト刺激を大きいと答える割合は図 1 のようになると予測される。図 1 から 4 は Kirsch et al. (2020) の図を参考に作成した。

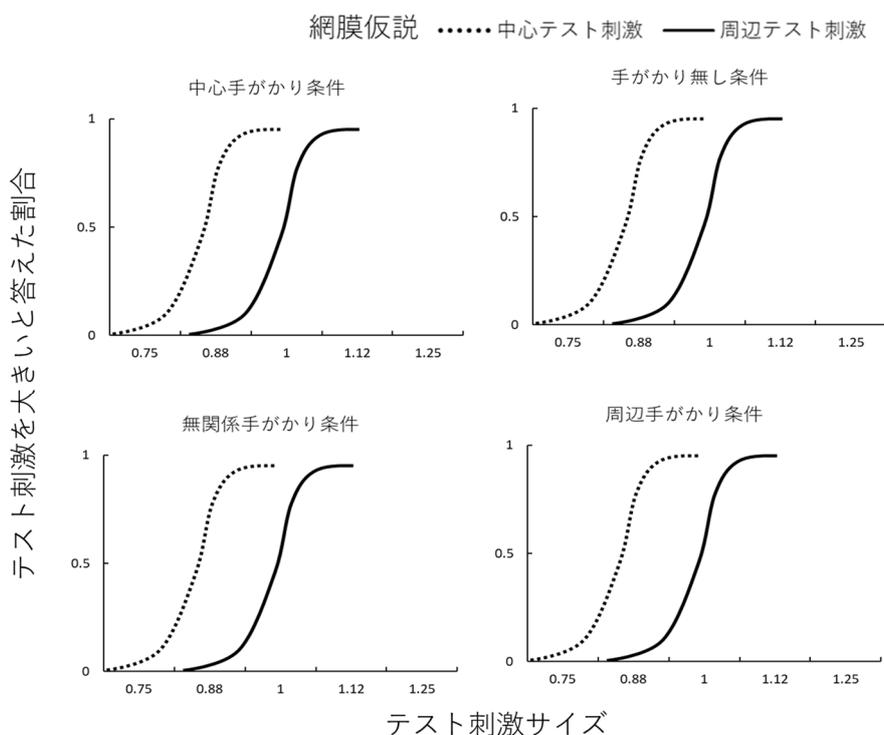


図 1 テスト刺激を大きいと答えた割合の網膜仮説での結果の予測

また、網膜仮説が支持される場合の PSE は図 2 のようになると予測される。

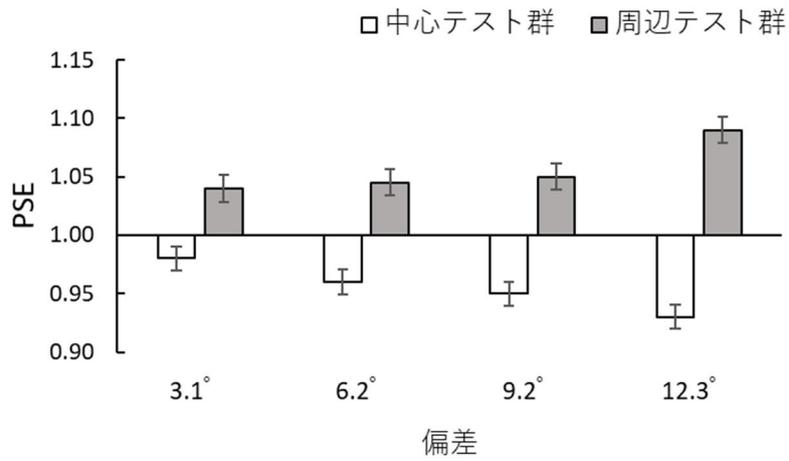


図2 網膜仮説が支持される場合の PSE の結果の予測

注意仮説が支持される場合にはテスト刺激を大きいと答える割合は図3のようになると予測される。

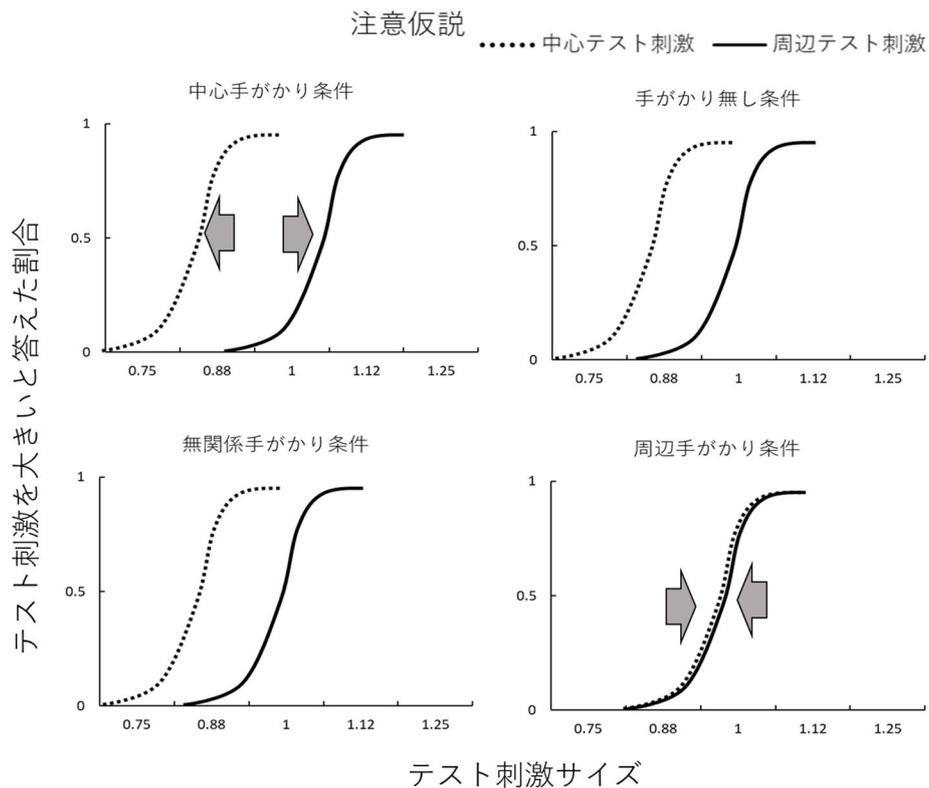


図3 テスト刺激を大きいと答えた割合の注意仮説での結果の予測

また、注意仮説が支持される場合の PSE は図 4 のようになると予測される。

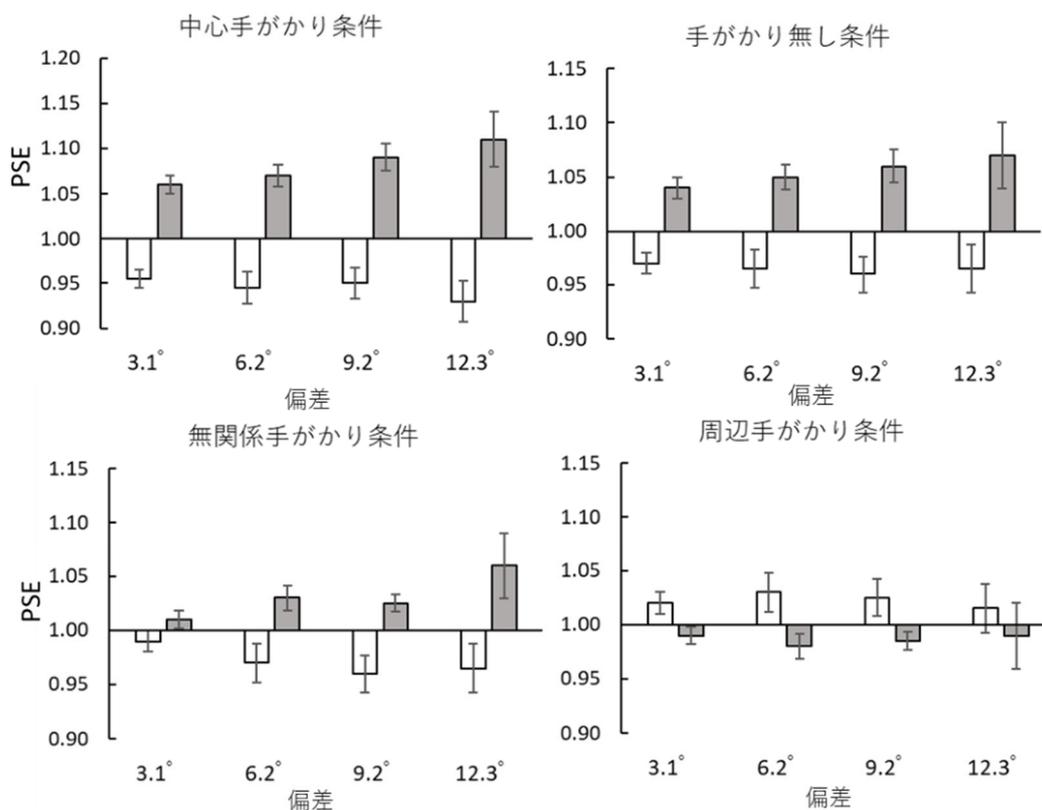


図 4 注意仮説が支持される場合の PSE の結果予測

本研究では PSE を従属変数とし、円と円の距離、テスト刺激の大きさ、手がかりの種類を独立変数とする。

方 法

実験参加者

男性 5 名、女性 2 名の計 7 名、年齢平均 20.85 歳 ($SD = 0.34$) の大学生が実験に参加した。参加者の視力に異常は見られなかった。実験者も実験参加者に含まれた。

刺激と装置

実験は lab.js (Henninger et al., 2020) を用いて実験参加者各自の PC で行った。参加者と画面の距離は 45 cm 程度とするように教示した。実験の画面は、3 つの並んだシャープ記号と注視点、手がかり、ターゲット、クエスチョンマークが提示された (図 5)。全ての画面は灰色の背景であった。シャープ記号と注視点は白色で画面中央に配置された。手がかりは茶

色く縁取られた塗りつぶされていない四角形であった。ターゲットは黒く縁取られた 2 つの塗りつぶされていない円であった。クエションマークは緑色で画面上部に提示された。手がかりと同時に画面中央に黒色でとうふ、ごはん、うさぎ、てんき、みらい、まくら、すいか、もぐら、きいろ、おとこ、ちどり、たいこ、えいが、ひみつ、いせき、くるまのひらがな 3 文字の単語を提示した。これらの単語は、ひらがなの重複が少ないものであることを基準として選んだ。2 つの円のうち試行を通して大きさが変わらない標準刺激のサイズは直径 1.97° に、試行を通して変化するテスト刺激のサイズはその 75 % から 125 % までの 9 種類で変化するように設定した。視角は参加者の間で標準的と考えられる、画面の幅 30 cm、解像度 1920×1080 ピクセルのディスプレイを想定して計算した。

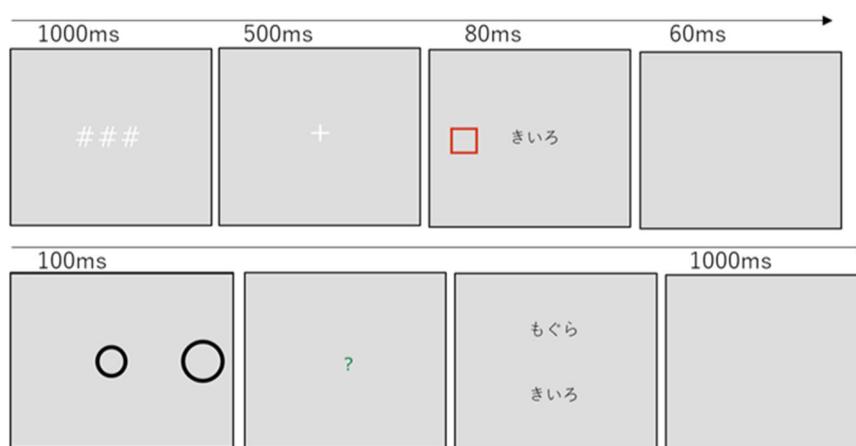


図 5 各試行の流れ

手続き

実験課題は、図 1 にあるように、グレーの背景に「###」の画面を 1000 ms、注視点として「+」画面を 500 ms、ランダムに選ばれたひらがな 3 文字の単語と手がかりを提示する画面 80 ms、空白画面を 60 ms、画面中央と周辺に円が表示される画面を 100 ms 提示した。その後、どちらの円が大きかったかを答える「？」の解答画面が現れた。「？」画面では、2 つの円のうち、左側の円が大きく感じればキーボードの「a」キーを、右側の円が大きく感じたら「l」キーを押すことを求めた。回答すると、単語について尋ねる画面が現れた。この画面では、単語が画面に縦に 2 つ現われ、手がかりと単語が提示された画面で提示した単語がどちらの単語なのかを回答した。上の単語だと感じれば「y」キーを、下の単語だと感じれば「b」キーを押すことを求めた。

テスト刺激である円の大きさは試行ごとに 9 種類の大きさ（標準刺激に対して、75 %、81.5 %、88 %、94 %、100 %、106 %、112 %、118.5 %、125 %）に変化した。標準刺激とテスト刺激の間の偏心度を 4 種類 (3.1° 、 6.2° 、 9.2° 、 12.3°) 用意した。テスト刺激の位置を 2 パターン用意し（右または左）、テスト刺激が画面中心に表れる試行と画面周辺に

現れる試行を作成した。これらを組み合わせた 72 種類の試行を 8 回ずつ繰り返した。これを 1 セッションとし、試行数は合計 576 試行であった。576 試行のうち、手がかり条件を 25% ずつ、手がかりが中心に提示される中心手がかり条件、手がかりが提示されない手がかり無し条件、手がかりが周辺に提示される円とは反対の位置に提示される無関係手がかり条件、手がかりが周辺に提示される円と同じ位置に提示される周辺手がかり条件に分けた。このようなセッションを 6 回分作成した。練習試行として本試行前に 72 試行を行った。

結 果

本実験では、単語についての回答が誤答であった試行に関しては画面中心を見ていなかったと判断し除外した。除外されたのは全体の 2.85% であった。また、参加者の一人の PSE がマイナス数値を示したために分析から除外し、他の 6 名のみを分析対象とした。PSE は、プロビット回帰を用いて算出した。

テスト刺激を大きいと回答した割合

4 種類の手がかりについてサイズごとに、標準刺激よりもテスト刺激が大きいと回答した割合を算出し、それらを平均したものを図 6 に示した。

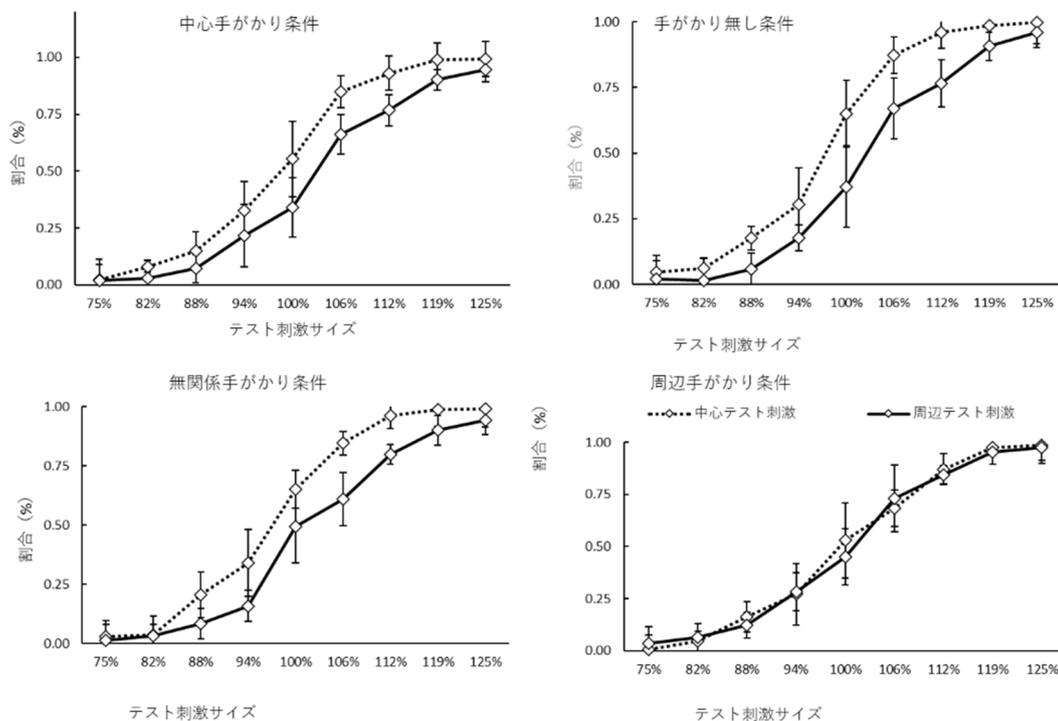


図 6 テスト刺激別サイズごとのオブジェクトを大きいと答えた割合の平均値 (エラーバーは 95%信頼区間)

中心手がかり条件、手がかりなし条件、無関係手がかり条件は、どの条件も中心に提示されたテスト刺激より、周辺に提示されたテスト刺激を小さいと回答している。周辺手がかり条件では、中心と周辺どちらにテスト刺激を提示しても大きいと答えた割合は変わらなかった。すなわち、中心手がかり条件、手がかりなし条件、無関係手がかり条件では、視野中心の物体よりも周辺の物体を小さいと判断したが、周辺手がかり条件ではその傾向はうかがえなかった。

PSE（主観的等価点）

4種類の手がかりについて偏心度ごとにPSEを算出し、それらを平均したものを図7に示した。

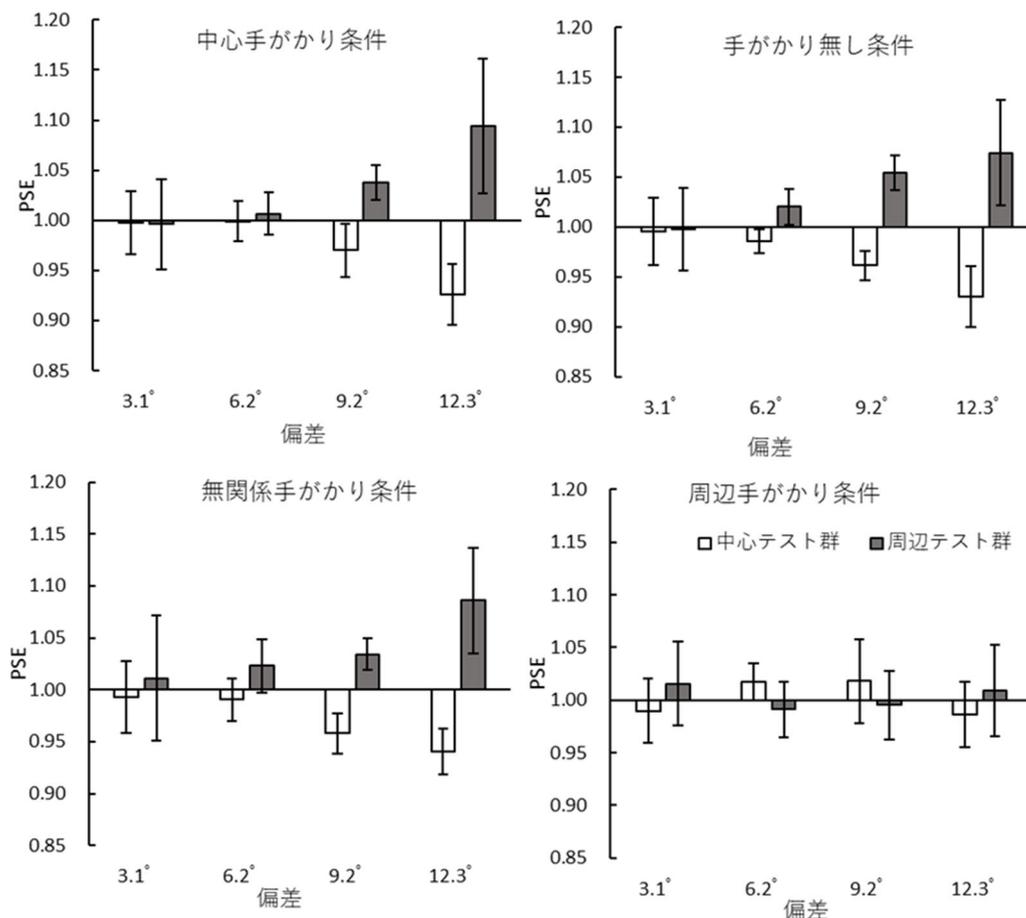


図7 テスト刺激別偏心度ごとのPSEの平均値（エラーバーは95%信頼区間）

手がかりと偏心度のPSEの平均について、中心テスト刺激と周辺テスト刺激でそれぞれ有意水準を5%に設定し、手がかり要因（中心手がかり条件・手がかり無し条件・無関係

手がかり条件・周辺手がかり条件) , 偏心度要因 (3.1°・6.2°・9.2°・12.3°) の二要因の参加者内分散分析を行った。

中心テスト刺激についての分散分析の結果, 手がかりの主効果は有意であった ($F(3, 15) = 4.12, p = 0.03$)。どの手がかりの間で効果があったのかを調べるために, Shaffer の方法を用いて多重比較を行った。その結果, 中心手がかり条件と手がかりなし条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 0.56$)。中心手がかり条件と無関係手がかり条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 0.28$)。中心手がかり条件と周辺手がかり条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 1.99$)。手がかりなし条件と無関係手がかり条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 0.35$)。手がかりなし条件と周辺手がかり条件では手がかりなし条件の方が PSE が有意に大きかった ($t(5) = 2.59$)。無関係手がかり条件と周辺手がかり条件では無関係手がかり条件の方が PSE が有意に大きかった ($t(5) = 2.76$)。

周辺テスト刺激についての分散分析の結果, 手がかりの主効果は有意であった ($F(3, 15) = 5.08, p < 0.01$)。どの手がかりの間で効果があったのかを調べるために, Shaffer の方法を用いて多重比較を行った。その結果, 中心手がかり条件と手がかりなし条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 0.31$)。中心手がかり条件と無関係手がかり条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 0.39$)。中心手がかり条件と周辺手がかり条件では中心手がかり条件の方が PSE が有意に大きかった ($t(5) = 2.83$)。手がかりなし条件と無関係手がかり条件の PSE の差は有意ではなかった ($t(5) = 0.32$)。手がかりなし条件と周辺手がかり条件では手がかりなし条件の方が PSE が有意に大きかった ($t(5) = 3.24$)。無関係手がかり条件と周辺手がかり条件では無関係手がかり条件の方が PSE が有意に大きかった ($t(5) = 2.71$)。

中心手がかり条件, 手がかりなし条件, 無関係手がかり条件は, どの条件も円と円の距離である偏心度が大きくなるほど, PSE は大きくなった。中心にテスト刺激が提示された場合はその円を大きく, 周辺にテスト刺激が提示された場合はその円を小さく判断した。周辺手がかり条件では, 偏心度が大きくなるほど PSE が大きくなるということは起こらず, むしろ差は小さくなった。

考 察

本研究では, 一般に周辺視野の物体が小さく見えるのは網膜仮説と注意仮説のどちらによって説明されるのか調べることを目的とした。手がかりが提示される画面の中央に単語を提示し, 後でその単語が何だったかを尋ねることで参加者が確かに画面中央を見ていることを確認しながら, 視野の中心と周辺に円を提示して大きいと思うほうを回答してもらう実験を行った。Kirsch et al. (2020) より確実に注視位置を固定する操作をすることで, 網膜仮説が支持されると考えた。この立場から, PSE は手がかりの影響を受けないと予測した。実験の結果は, 周辺手がかり条件の場合には, テスト刺激が中心に提示される条件と周辺に提示される条件の間での, テスト刺激を大きいと答えた割合の差が小さくなった。すな

わち、周辺の円に手がかりが提示されることで、視野中心にテスト刺激が提示された場合と視野周辺にテスト刺激が提示された場合での円の見え方が近づいた。また、PSEも周辺手がかり条件の場合には、それぞれの条件間の差が小さくなった。この結果は、周辺に手がかりが提示されたことで知覚する大きさが変化したので手がかりの影響を受けていると考えられる。すなわち、周辺の円に手がかりが提示されることで、条件間での円の見え方が似通ったものになった。この結果は、注意仮説によく一致する。

一方、中心手がかり条件の結果は、視野中心にテスト刺激が提示された場合の方がテスト刺激が小さい場面でも標準刺激よりも大きいと答える割合が高いというものであった。PSEからは円と円の距離が遠くなるにつれ、2つの円の見え方の差が大きくなることが示唆された。これら中心手がかり条件の結果からは、参加者が視線を固定している位置に手がかりも提示されるため、単語にのみ注意が向けられ手がかりが無視されていた可能性が考えられる。したがって、中心手がかり条件でも注意が働いていた可能性があるが、注意は単語に向けられ、手がかりが与えられた場所には向かわなかったのかもしれない。

まとめると、本研究の実験の結果は、注意の働きが大きさの知覚に影響すると考えることで説明できるものであった。この結果は網膜仮説での予測とは一致しない。本研究からは、一般に視野の中心と周辺での見え方が異なる現象は注意仮説によって説明されることが示唆された。

引用文献

- Henninger, F., Shevchenko, Y., Mertens, U. K., Kieslich, P. J., & Hilbig, B. E. (2020). lab.js: A free, open, online study builder. doi: 10.5281/zenodo.597045
- Kirsch, W., Pfister, R., & Kunde, W. (2020). On why objects appear smaller in the visual periphery. *Psychological Science*, **31**, 88-96.