

7 運動錯視に関する実験

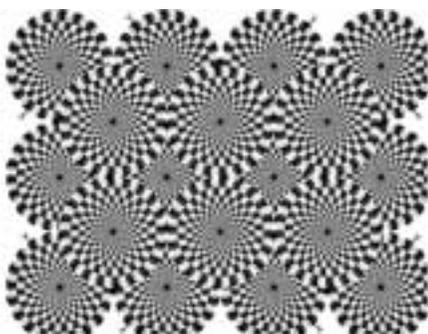
1 研究の動機

2学期になって生物の授業でいろいろな錯視図形を見せてもらった。止まっているはずの紙に描かれた模様が動いて見える様子に大変驚いた。しかし、同じ図形に対してまったく動かないという人もいた。そこで、どのような人がどのような条件で動きの錯視を起こすのかを調べることにした。

2 目的

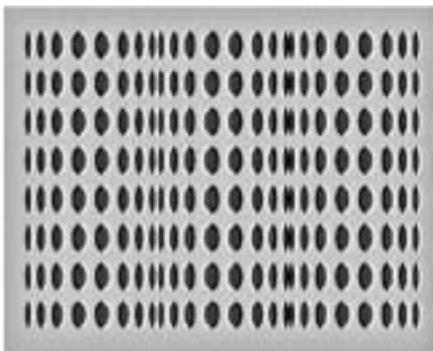
インターネットの錯視のページから興味深い3パターンの錯視図形を選んだ。①これらの図形をカラー・白黒・白黒縮小・細分などいろいろな処理を行ったときの錯視反応量を60人位の被験者を対象に調べる。②各図形に対して反応する人としない人の割合と被験者の視力、性別、年齢、他の錯視図形に対する反応との関係性を調べる。

図1



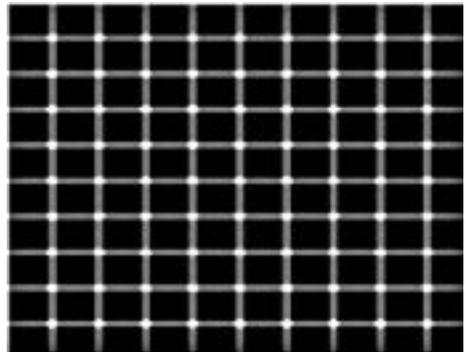
説明…円がグルグル回って見えます。注視した円は、止まり、周辺の円が回転を始めます。

図2



説明…ローラーが3本左右に回転して見えます。トイレットペーパーの芯が3本並んでいる様子を想像して下さい。

図3



説明…白い丸の中に黒い点が見えます。注視点の白丸では、黒い点が消え、その周囲で黒い点が現れます。

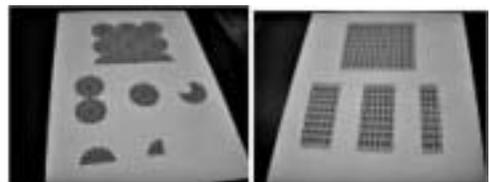
3 実験方法・操作

用具・材料 コンピュータ、プリンター、錯視図形（インターネット上からダウンロード）3種、提示用大型画用紙、調査用記録用紙（自作）



錯視のHP検索

自作記録用紙



提示パネル（回転錯視） 提示パネル（ローラ）

操作 ①3種の錯視画像を、カラー・白黒・白黒縮小・細分などいくつかのパターンに加工して提示用画用紙に貼り付けた。②被験者にそれぞれの

画像を5秒程度見つめてもらい、反応の程度を[2：良く反応する、1：少し反応する、0：まったく反応しない]の3択で検査用紙に記入してもらおう。
 ③参考のために、性別、視力、“少女と老婆”のだまし絵に対する反応結果についても用紙に記入してもらおう。
 ④記録用紙に記入された数値データは、コンピュータを使い集計し、グラフ化して分析した。
 ⑤全質問項目の解答された数値について、アンケート集団ごとのに、男子の平均、女子の平均、集団全体の平均を求めた。その他、様々な分析を工夫した。

調査対象の被験者 総数 127 人

生徒の部 ア：3年理系生物5単位選択講座 8人（男子5人・女子3人） イ：3年理系生物2単位選択講座 8人（男子4人・女子4人）
 ウ：2年文系国際コース生物選択講座 27人（男子7人・女子20人） エ：2年理系化学講座 40人（男子4人・女子4人） オ：3年文系生物3単位選択講座 32人（男子17人女子15人）
 教員の部 12人（男子8人・女子4人）

4 実験結果

①ダウンロードした3種の基本図形に対して、調査集団ごとに“反応する人と反応しない人の割合”を求める。
 ②3種の基本図形ごとに、反応しない人については3種の図形間での反応の有無を比較分析する。（考察で発展的に行った）
 ③集団毎に各錯視図形の各加工パターンの反応の平均を“集団全体、男子平均、女子平均”について求めグラフ化する。

これらのグラフから、各図形（反応する人の場合）について、図形に反応しなくなる限界（色の単純化、縮小率、縦横の裁断による細分化の影響）を探る。

回転錯視の場合（カラー・白黒・白黒70%）

パターン①カラーで多数の円の集合 ②カラーで円二つ ③カラーで円一つ ④カラーで円の四分の三

ローラー錯視の場合 パターン①ダウンロード原画でローラー3本分 ②縦半分、中央密集型 ③縦半分、中央拡散型 ④縦4分の1 ⑤横半分 ⑥横8分の1（図1列）

キラメキ錯視の場合 パターン【キラメキA】①原画の横半分（横4列） ②原画の横4分の1

（横2列） ③原画の横8分の1（横1列） ④パターン3の縦半分 ⑤白丸2個分

【キラメキB】パターン①原画 ②原画の2分の1縮小 ③原画の4分の1縮小 ④原画の8分の1縮小

【キラメキC】パターン①パターン3の4倍拡大 ②パターン3の2倍拡大 ③原画サイズで白丸9個 ④原画の8分の1縮小 ⑤パターン3の1/4倍縮小



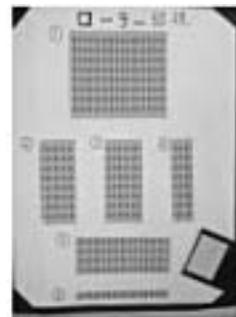
回転錯視・カラー



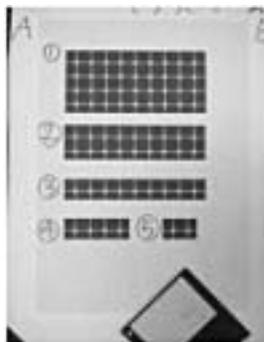
回転錯視・白黒



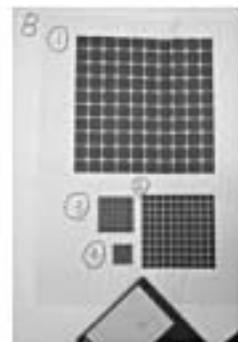
回転錯視・白黒70%



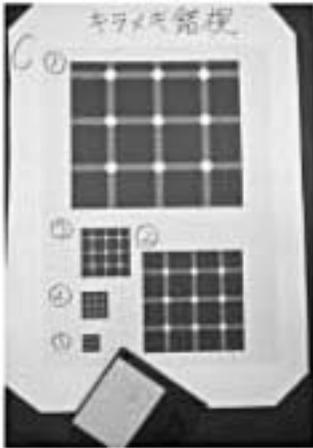
ローラー錯視



キラメキ錯視A



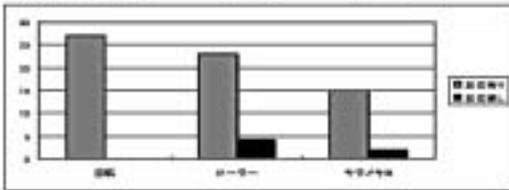
キラメキ錯視B



キラメキ錯視B

①基本図形に対する反応の有無について
例：2年文系27人の表とグラフ

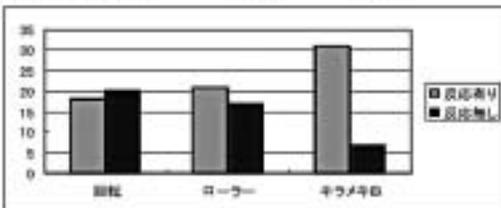
項目	回転	ローラー	キラメキB
反応有り	27	23	15
反応無し	0	4	2



文系の集団では、ローラーとキラメキ錯視で反応のない人がのべ6人見られた。ローラーで反応しない人の割合がやや多い。

例：2年理系38人の表とグラフ

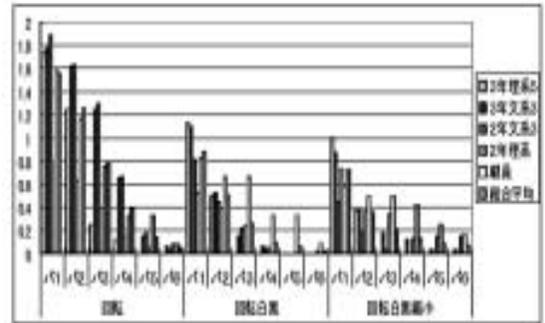
項目	回転	ローラー	キラメキB
反応有り	18	21	31
反応無し	20	17	7



不思議なことに理系の2年生は、3種の図形ともに反応しない人の割合が多かった。特に、回転、ローラーでは半数の人が反応しなかった。

②各錯視図形における加工パターンごとの反応率について

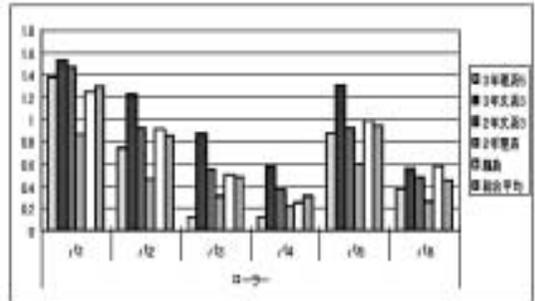
“回転錯視”の場合



カラー原画では高い反応が見られる。文系の集団のほうで反応が高い。どのパターンでも白黒にすると反応が4割位程度低下する。白黒の場合、70%縮小すると100%の1割程度反応が低下する。

多数の円に対して円が2個になると反応がやや低下する。その傾向は白黒画像で強い。カラーでは円1個、白黒では円2個が反応消失の限界と思われる。

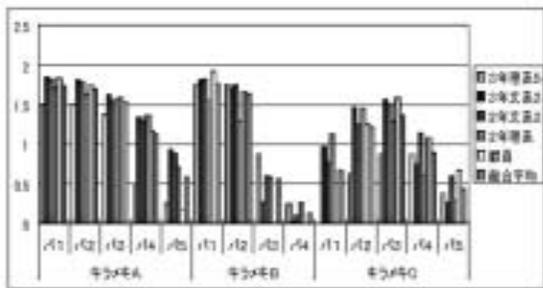
“ローラー”の場合



原画①に対する反応では、ローラー図形は1.4と回転図形の1.6よりやや低い。縦半分図形②③については、原画より反応性が低下する。また、圧縮部位を中央に配置する方②が、拡散部位を中央にした場合③より、反応性が4割程度高くなる。横半分⑤は縦半分②③より2割程度反応が高い。また、横1行の場合⑥についてもある程度0.4の反応が見られた。

キラメキ錯視”の場合

キラメキA 原画B①に対して横半分であるが、A①はまったく同程度の反応をした。②くらいまでは強い反応が見られるが、③、④、⑤と面積が減少した場合、面積の減少に伴って反応が低下する。交点が2個の場合でもある程度0.5の反応の反応が見られるのは驚きである。(⇒発展：周りの離れた図の影響についても調べたい)



キラメキB

②は①原画を50%縮小したものであるが、同様な反応1.7を示した。③になると急激に反応が低下0.5する。④では反応が消失する。

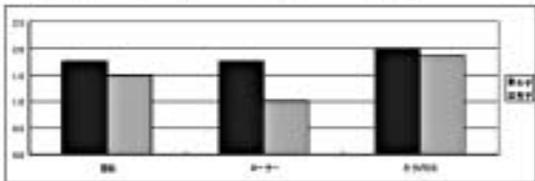
キラメキC

③が原画の一部であるが、②、①と2倍ずつ拡大するにつれて、反応が0.2~0.3ずつ低下する。また、④、⑤と1/2ずつに縮小すると急激に反応が低下する。(⇒発展：図を見る距離や角度を一定にする実験を行いたい)

③性別による反応性の違いについて

例) 教員の場合

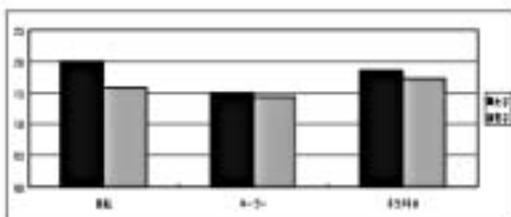
項目	回転	ローラー	キラメキB
女子	1.8	1.8	2.0
男子	1.5	1.0	1.9



教員では、回転とローラーで、明確な女子の優位性が見られた。女子の優位性は、ローラー0.8、回転0.3、キラメキ0.1の順であった。

例) 生徒の場合

項目	回転	ローラー	キラメキB
女子	2.0	1.5	1.9
男子	1.6	1.4	1.7



この生徒の集団でも女子の優位性が見られたが、回転0.4のみで明確であった。

5 結論

基本図形に対する反応の有無について

- ・これら3種類の図形について多くの方は錯視反応を示すが、中には反応を示さない人がいる。
- ・回転錯視については、カラーを白黒にすると反応が低下する。しかし、白黒でも反応が起こる。
- ・ローラー錯視では、縦半分については図形の部分(模様)によって反応量が変化する。また、縦半分より横半分の方で反応が強い。横1行でも反応する(観察される動きの方向にある図形的変化が重要である)。
- ・キラメキ錯視では、一定面積以上の図形パターンの繰り返しが必要である。しかし、図形ユニットが2個でも反応は起こる場合がある。
- ・キラメキ錯視では、拡大縮小が反応性に影響を与える。ダウンロード画像を標準にプリントしたものを通常の距離(30~70cm)で見たとときに反応性が高く、拡大、縮小するにつれて反応性は急激に低下する。

男女の反応性の違いについて

どの図形についても女子の方が男子より反応しやすい傾向が見られる。

理系文系の反応性の違いについて

2年生理系集団では、反応しない人が多い。(今後繰り返し検査してみて確認したい)

加工パターンと反応性の変化について

回転錯視：・カラー原画は多くの人に反応を起こす。・文系の集団のほうが、反応が高い。・どのパターンでも白黒にすると反応が4割位程度低下する。・白黒の場合、70%縮小すると反応が低下する。・多数の円(原画)に対して円が2個になると反応がやや低下する。その傾向は白黒画像で強い。・カラーでは円1個、白黒では円2個が反応を起こす限界である。

ローラー錯視：・原画①に対する反応性については、ローラー(1.4)は回転(1.6)よりやや低い。・縦半分図形②③については、原画より反応性が低下する。また、圧縮部位を中央に配置する方②が、拡散部位を中央にした場合③より、反応性が高くなる。・横半分⑤は縦半分より2割程度反応が高い。④横1行の場合⑥についてもある程度(0.4)の反応が見られる。

キラメキ錯視：【キラメキA】・原画B①に対して横半分であるA①は、まったく同程度の反応を示す。・(図形3段)くらいまでは強い反応が見られるが、③、④、⑤と面積の減少に伴って反応が低下する。・交点が2個の場合でも反応(0.5)が見られるのは驚きである。(⇒発展：周りの離れた図の影響)【キラメキB】・①(原画)を50%縮小した②の図でも同様な反応(1.7)を示す。さらに縮小すると反応は減少する。・④では反応が消失する。【キラメキC】・③(原画)は拡大するにつれて、反応が0.2~0.3(②、①)ずつ低下する。・③(原画)は縮小するにつれて、急激に反応が低下する(④、⑤)。(⇒発展：図を見る距離の影響を調べる実験をしてみたい)

6 考察と発展

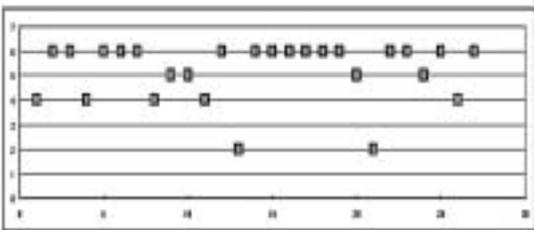
① 基本図形に対する反応の有無について

今回の調査では、3種類の図形について反応しない人の割合についてしか分析しなかったが、被験者個人について、反応しない人は全ての図形に対して反応しにくいのか、それともそれぞれの人には反応しにくい図形があり、1種類の図形に対してだけ反応しにくいのか調べていきたい。

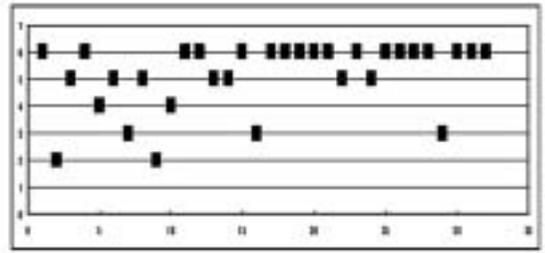
これを調べるためには、3種類の原画について調査数値(2.1.0)の合計を調べることで分析できるかもしれない。たとえば、A：“その数値の合計が被験者全体で似た数値なら、それぞれの人が異なる図形に対して反応しにくい”、B：“合計が人によって大きな数値と小さい数値に大きく分かれるのなら、一人の人が多くにの図形に反応しない傾向がある”と考えられる。

この方法が使えるならば現在保有しているデータ表で、ある程度の傾向を調べられると思われる。(発展的に3集団について基本図形3種類の合計値を求め分布図を作成してみた：下図)

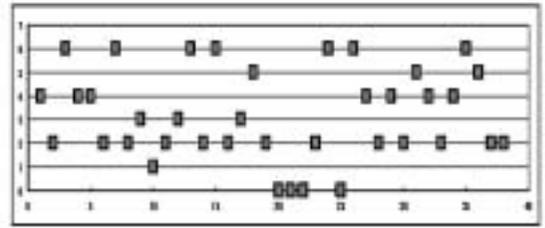
2年文系 27人



3年文系 32人



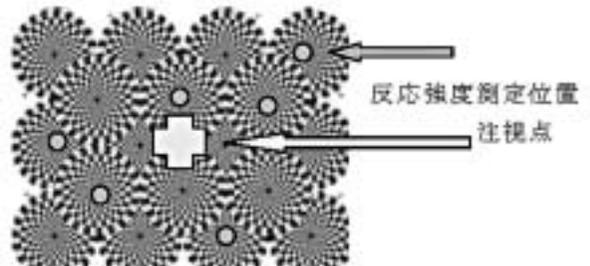
2年理系 38人



傾向：文系2グループでは6が多く、数値が極端に少ない人はあまりいない(3種の図形に重複して反応しない人はいないと思われる)、しかし、理系1グループでは、“0”が4人いた。これは全ての図形に全く反応しないことを意味する。

② 図形の動きの強さと注視点について

回転錯視図形を眺めていると、円の回転は、その円を注視すると止まり、注視点の周辺の図形が回転を始める。また、この傾向はキラメキ錯視図形でも見られ、白い円の中の黒い点は、注視することで消え、注視点の周囲でははっきりと感じられる。しかし、ローラー錯視図形ではこの傾向が弱く、ある部分を注視してもその部分も動き続けるように感じられる。それぞれの図形の動きが、注視点に対してどのような位置関係で強く現れるかを今後調べてみたい。



7 参考文献 HP “北岡明佳の錯視のページ”、“Illusion Horum”