

5 視野と色覚や図形認識に関する実験

1 研究の動機

1学期の生物の授業で、動物の視覚の説明が行われたときに、人では“視野の周辺部では色の識別ができない”という演示実験をみた。実際に自分たちで確かめたところ本当に識別できないことがわかった。そこで、色の識別や図形の識別が視野のどの部位でどの位正確に行われているのかを知りたいと思い実験を始めた。

2 目的

実験1『視野の広さを調べる実験』：私たちが真正面を見つめたとき、どの位横の方まで見えるかを調べる。 実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』：①視野のどの部位で色覚が不正確になるか、また、②どのような色が判別しにくいか、③どのような色はどのような色に間違えやすいかを調べる。 実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』：①視野のどの部位で図形の識別が不正確になるか、また、②どのような図形が判別しにくいか③どのような図形はどのような図形に間違えやすいかを調べる。

3 実験方法・操作

A 実験器具（実験1、2、3、共通）：大型視覚検査装置（自作）、色検査用提示板、図形検査用提示板、分析用PC、自作記録用紙



B 操作方法：

実験1『視野の広さを調べる実験』 実験2・3の記録結果を利用し、全く知覚できない視野範囲を窓の方向で調べる。

実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』

①被験者が、装置の中央に頭を置き、前方の注視点を見つめる。視線監視者は、被験者が注視点を移動させないように監視する。②実験者は、装置の周囲に作られた小窓の外側に、色提示板を一瞬提示する。提示は、小窓外側で提示板を上から下に自然落下させ、一定の時間だけ窓から見えるようにした。③色は9種類用意する。色の提示はランダムに行い、1つの窓で3回（被験者にはあらかじめどのような色があるかを示し、その色の名称も紹介しておく）行う。実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』 色提示板を図形提示板に換えて、実験2と同様にして調べる。形は8パターンをあらかじめパソコンを使い作図しておく（エクセルの図描機能を利用）。（被験者には、あらかじめどのような形があるかを示し、その形の名称も紹介しておく）

提示した色								
赤	青	オレ	黄	ピンク	紫	緑	黄緑	茶

提示した形							
たてよこ	チェ	水玉	ハー	目玉	鏡	塗り	つぶし



色検査作用提示板



図形検査用提示板

C 記録方法

実験1『視野の広さを調べる実験』

①実験1では、実験2の色判別の記録データを使い、被験者が答えた【色提示板が見えた！（識別が間違っている場合でも見えたこととした）】場合と【見えなかった！（記録用紙には赤×で記入）】場合の記録を参考にした。（見えたが判別不能の場合は黒×で示した）②被験者毎に各窓について3回提示を行ったうち、3回とも【見えなかった！】場合、その方向は視野外と判断した。9人の記録結果をもとに平均的な視野を決めた。

実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』

①実験2では、各位置（各方向）の小窓に3回色提示板（色は8色用意）を提示し、その色を被験者に答えてもらう。“正解”、“視野に入らなかった場合”、“見えたけれども色の判別ができない場合”、“色の判別が間違っていた場合”に分けて記録する。②色が間違っていた場合は、元の色（正解の色）と間違えた色について両方とも記録する。（見えたが色の判別ができなかった場合を黒×とし、認識した色を回答してもらい、提示色と解答色を記録者が記録用紙に記入する）

③記録用紙には正誤表を用意し、記録表の結果を元に、正解だった場合は○、誤答だった場合は×として表を見やすくする工夫をする。

実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』

実験3では、提示板を図形用提示板（図形は、PCで製作したものを8パターン用意）に交換し実験2と同様の測定を行う。（見えたが形の判別ができなかった場合を黒×、認識した形を解答してもらい、提示形と回答形を記録者が記録用紙に記入する）

4 分析方法

実験1『視野の広さを調べる実験』

被験者11人について、視野となりうる方向となりえない方法を、前記の方法で判別し、その後11人の総合的な結果を平均して、平均的視野の範囲を決める。

実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』

色の識別について①被験者の記録結果から、被験者毎、小窓毎での正解数を算出し、全被験者に

ついてその平均を求めグラフ化する。そのグラフから視野のどの方向がどのくらいの正解率になるかを分析する。②被験者全員の結果について、色を間違えて答えた場合については、提示した色とそれに対する間違えた色を調べ“どの提示色に対してどのような間違え方をしているか”を提示色毎に分析する。③“②の色の間違え方”について、視野の方向毎の違いに注目し、分析する。⇒《今回の実験ではこの分析まで行うことができなかったため今後調べていきたい》

実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』

図形の識別について、色の識別の場合と同様に、①②③の分析を行う。⇒《③については、今回の実験ではこの分析まで行うことができなかったため今後調べていきたい》

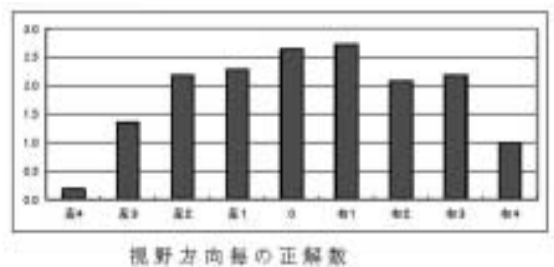
4 実験結果

実験1『視野の広さを調べる実験』の結果

①記入した記録用紙から、被験者全員の不可視角度は左右方向5（左右112.5度）であった。左右90度については、まれに見えないことはあっても、それは少数（左4は2人について3回の内1回だけ、右4は1人について3回の内1回）でどの場合も3回の内1回だけだった。②基本的には、左右とも90度の方向は視野に含まれると考えられる。

実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』の結果

①視野方向毎の正解数の比較



①正回数2.5を超える視野方向は、中央0と右1だけだった。左は左3より正解数が減少し（1.5以下となる、つまり半数以上間違える）、右は右4より、正解数が減少する。②色をある程度正確に識別するためには、左右3の角度以内、つまり前方を0度としたとき、左右67.5度以内に見ないと色を間違えやすいといえる。③真正面0度で見たときでも、提示時間が短い（0.3秒くらい）と

100%正しい色が識別できない。

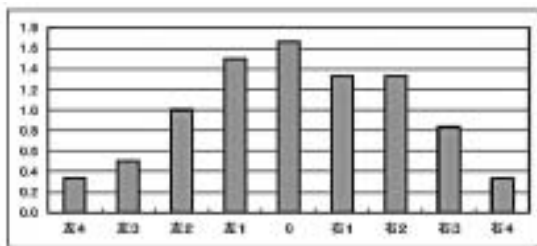
②提示板の色毎の返答数と間違えた数の比較

回答提示	赤	青	オレ	黄	ビン	紫	緑	黄緑	茶	返答数
赤	15	0	6	0	2	0	0	0	2	25
青	0	19	0	0	1	2	0	1	0	23
オレ	5	2	19	3	1	1	0	1	0	32
黄	0	0	0	19	1	0	2	0	8	30
ビン	1	0	0	0	18	0	0	0	0	19
紫	1	6	0	0	7	15	0	0	0	29
緑	1	0	0	0	0	1	24	5	2	33
黄緑	0	0	1	0	0	0	1	15	0	17
茶	1	0	1	2	1	2	0	1	10	18
提示回数	24	27	27	24	31	21	27	23	22	

①8色の色についてみると、正解しやすい色（例：緑）と間違いやすい色（例：茶）があることがわかる。また、②提示回数が少ないにもかかわらず、返答回数の多い色が見られる（例：紫→提示回数21・返答回数29）、逆に③提示回数に比べて返答回数の少ない色も見られる（例：ピンク→提示回数31・返答回数19）。これは、色によって感じられ方の強いものと弱いものがあるのかもしれない。（これらの結果は、全ての視野方向の結果を総合的にまとめたものなので、視野方向毎の傾向も今後調べたい。）

実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』の結果

①視野方向毎の正解数の比較



①図形の認識は、色の認識に比べて正解率が低く、特に視野の中央から外れると急激に認識が不

正確になる。②正解数が半数である1.5を超える視野方向は、中央0と左1だけだった。注視点付近が特に正確であるが、そこでも正解率が半数程度である。③左は左2より正解数が減少し（1.0以下となる、つまり2/3以上間違える）、右は右3より、正解数が減少する。色の認識に比べ、視野の中央付近でしか正確に識別できない。④形をある程度正確に識別するためには、注視している前方（0度）で見なければならぬといえる。⑤真正面0度で見たときでも提示時間が短い（0.3秒くらい）と、いくら注視していても図形の認識はほぼ半分の確率でしか正確に識別できない。

②提示板の形毎の返答数と間違えた数の比較

提示	たて	よこ	チェック	水玉	ハート	目玉	顔	塗りつぶし	返答数
たて	5	1	4	2	0	2	1	0	15
よこ	0	1	0	1	0	1	0	0	3
チェック	5	1	8	0	0	3	0	2	19
水玉	1	2	2	5	2	6	2	0	20
ハート	0	3	0	8	7	3	3	1	25
目玉	0	1	3	1	1	1	3	0	10
顔	0	4	2	0	3	2	5	0	16
塗り	0	0	0	0	0	0	0	14	14
提示数	11	13	19	17	13	18	14	17	

①8種の形についてみると、正解しやすい形（例：塗りつぶし）と間違いやすい形（例：よこ、目玉）があることがわかる。また、②提示回数が少ないにもかかわらず、返答回数の多い形が見られる（例：ハート→提示回数13・返答回数25）、逆に提示回数に比べて返答回数の少ない形も見られる

(例：よこ→提示回数13・返答回数3)。これは、形によって感じられ方の強いものと弱いものがあるのかもしれない(特に図形の持つ性質だけではなく、上から下への動きも大きく関係していると思われる)。《これらの結果は、全ての視野方向の結果を総合的にまとめたものなので、視野方向毎の傾向も今後調べたい》

5 結論

実験1『視野の広さを調べる実験』

記録用紙(実験2・3の記録済用紙)の分析から、被験者全員の不可視角度は左5・右5(左右112.5度)であった。基本的には、左右とも90度の方向は視野に含まれると考えられる。

実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』

【視野角度のについて】

①正解数2.5を超える、正確に色を認識できる視野方向は、中央0と右1などの視野中央部である。②視野の周辺部では左3、右4より正解数が減少(1.5以下となる、つまり半数以上間違える)する。③色をある程度正確に識別できるのは、左右3の角度以内、つまり前方を0度としたとき、左右67.5度以内の視野角度の範囲である。④真正面0度で見たときでも、提示時間が短い(0.3秒くらい)と100%正しい色が識別できない(正解数平均2.5程度)。

【色の違いによる間違い方について】

①8色の色についてみると、正解しやすい色(例：緑89%)と間違いやすい色(例：茶39%)があることがわかる。②提示回数に対して、返答回数の多い色が見られる(例：紫→提示回数21・返答回数29)、逆に提示回数に対して返答回数の少ない色も見られる(例：ピンク→提示回数31・返答回数19)。これは、色によって感じられ方の強いものと弱いものがあるのかもしれない。

実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』

【視野角度について】

①図形の認識は、色の認識に比べて正解率が低く、特に色の識別と違い視野の中央から外れると急激に認識が不正確になる。②正解数が半数である1.5を超える視野方向は、中央0と左1だけだった。注視点付近が特に正確であるが、そこでも正解率が半数程度(正解数1.5程度)である。左は左2より右は右3より、正解数が減少(1.0以

下となる、つまり2/3以上間違える)する。色の認識に比べ図形は視野の周辺部ではほとんど識別できない。形をある程度正確に識別するためには、注視している前方(0度)で見なければならない。③真正面0度で見たときでも、提示時間が短い(0.3秒くらい)と、いくら注視していても図形の認識はほぼ半分の確率でしか正確に識別できない。

【形の違いによる間違い方について】

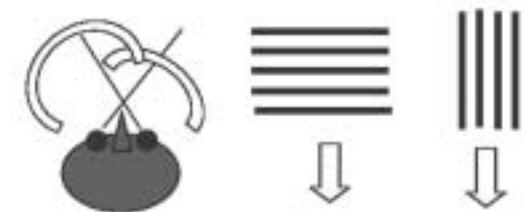
①8種の形について全体的に見ると、正解しやすい形(例：塗りつぶし)と間違いやすい形(例：よこ、目玉)があることがわかる。②図形によって、提示回数に対して返答回数の多い形(例：ハート→提示回数13・返答回数25)、逆に提示回数に対して返答回数の少ない形(例：よこ→提示回数13・返答回数3)の違いが見られる。これは形によって感じられ方の強いものと弱いものがあるのかもしれない。

6 考察と発展

実験1『視野の広さを調べる実験』

① 左右片目毎の視野角度の範囲について

今回の実験は両目で実験を行ったが、視野の中央部は左右の眼が重複して認識している。しかし、片目で実験することで、視野の中央でも周辺部でも片方1つの眼で認識するので、今回の結果とは異なる結果が見られるかもしれない。



また、いくら視点固定の監視役がついていても提示板が現れる窓がわかっているとそこに視線が振れてしまうことが考えられるので、実験装置を工夫したい。

実験2『視野の方向と色の識別能力を調べる実験』

① 色の種類と識別能力の関係について

今回の実験では、黄色、緑色で高い正解率がえられ、ピンク、茶色で低い正解率が見られた。どの色も同じように正確に認識されるわけではないことは意外であった。一方、赤や青など日常印象深く感じる色が決して正確に認識されるもの

ではないこともわかった。これらの色が正解率で違うのは、どうしてなのかについても知りたいと思う。

② 色の間違え方について

色は電磁波の周波数として数値化して示される。普通は似た色は周波数が近く、逆に周波数の近い色が間違いやすくなる。今回の実験でもその傾向は見られた。しかし、茶色に関しては、不思議なことに黄色と間違えることが異常に多かった。不思議な現象だと思った。しかし、黄色についてみるとオレンジと間違えることが多かった。だが、黄色以外の間違いを見ると小数であるが茶色と違えている。このような間違えやすい色の関係については、周波数が似ていること以外の関係があるのかもしれない。

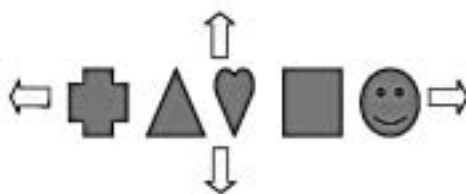
実験3『視野の方向と形の識別能力を調べる実験』

① 形と識別能力の関係について

形については、色よりも認識が難しかった。これは、色が網膜の中心付近に多く分布する3種類の、錐体細胞の興奮の大きさで知覚されるのに対して、形は脳の視覚野の、形を認識する“コラム”と呼ばれる区域で判別されていることと関係しているようだ。また、今回の実験では、図形を単純に提示したのではなく、上記したように速い速度で、上から下に移動（落下）させたことと関係しているためとも考えられる。図形は、図形の性質だけでも認識の難易度が異なる上に、図画の移動する方向や速さが関係するとより認識の仕方に違いが出るのかもしれない。今後は、パソコンのディスプレイに短時間だけ色や像を提示させるような工夫をしてみたいと思う。

たとえば、今回制作した提示装置の窓に相当する視覚方向に、7台のパソコンのディスプレイを置いて、注視点に注目させた次の瞬間にいろいろな方向で、一定面積の色や形を一定時間提示して回答を集めるようなことができるといいと思われる。

また、パソコンのディスプレイ上に一定の形を作り出し、その形を様々な方向に素早く移動させてその見え方を調べる実験も試してみたい。



② 形の間違え方について

“縦しまとチェック”、“水玉とハート”の間違いが多かった。これは、やはり上から下への速い動きと関係しているように思われる。一方、“横しま”はいろんな模様と間違えられた。被験者の感想を聞いても一番難しいということだった。

今後は、動かない図形を提示させる研究も面白いと思うが、動いている図形の認識の性質を調べるのも面白いと思う。

〔今回の実験から、視野の周辺部では色や形の識別が不正確になることがわかったが、私たちの意識では全ての視野で色や形が明確に感じられているように思われる。この違いには①私たちの視線の細かな動きと、②無意識の内に記憶した映像を、リアルタイムで知覚している影像に脳内で合成する仕組みとも関係があるのかもしれない。このような仕組みを要素に分けて実験的に調べられるような方法があるかを今後調べていきたい。〕

7 感想

これらの実験結果は、我々の日常生活における見間違いや、めまぐるしく眼に飛び込む道路標識や警告表示などのデザインにも役立つのではないかと思う。

視野の周辺部の方向で何か動くと、それには気が付くが、この実験から70度を超える範囲ではほとんど正確な色の識別ができなくなるとがわかり驚きだった。自分たちの色覚に対する視野範囲の狭さに気付くことができてとても面白かった。また、図形の識別の実験では真正面で見えていても時間が短い場合は、正確な識別ができないことがわかり驚いた。さらに真正面から少しずれるだけでほとんど正確に識別できないことにはショックを受けた。また、図形によって間違えやすさが異なることがわかった。識別するのに、色より図形の方がはるかに難しかったのは驚きだった。これらの研究結果を、何か日常生活に役立てられたらいいなと思う。