

昔のシケプリを今年用に並び替えなどを行いました。。

月曜1限 村上郁也

認知脳科学シケプリ

☆ (文学作品からの) 読解ポイント：暗順応には時間がかかる

1-2 感度と検出閾(いき)

◎精神(心理) 物理的測定法

①視覚刺激と知覚像

: 見え方を客観的に測定するのは不可能。⇒強弱をつけて知覚できる光の強さを調べる
視覚刺激→観察像→知覚像

②検出閾

: 刺激として検出できる物理量(光の強さ)の最小値。(つまり検出閾以上の光量であれば知覚でき、未満であれば知覚できなくなります)

③絶対検出閾

: 暗黒中で刺激として検出できる物理量の最小値
(見えるか見えないかぎりぎりの光の強さ)

④感度

: 検出閾の逆数

$$\text{感度} = \frac{1}{\text{検出閾}}$$

感度が高い = 検出閾値が低い = 可視光量が多い

⑤弁別閾

: 違いが分かるか分からないかぎりぎりの物理量(光の強さ)の違い

例) 同じ明るさを持つ2つの電球を被験者に示し、一方だけを徐々に明るくしていく

→ 少し明るくした程度では2つの電球の明るさの違いに気付かない

→ ある明るさ以上にすると、被験者は電球が他方より明るくなったことに気付く

(=比較刺激と標準刺激の違いを知覚する)

この例で、被験者が電球の明るさの違いに気付いた時点での、2つの電球の明るさの違いが弁別閾

☆読解ポイント：絶対検出閾の付近は見えづらい

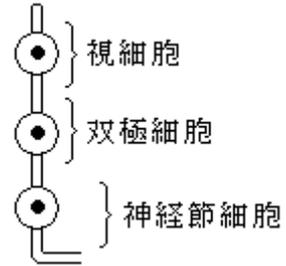
第2回

2-1 明所視と暗所視

◎網膜神経回路

①双極細胞・神経節細胞

視細胞（錐体、桿体） → 双極細胞 → 神経節細胞
 の順番に信号を伝える（詳しくは4-1(2)①の冒頭部分参照）
 双極細胞は複数の視細胞からの情報を神経節細胞に伝える



②受容野

：神経細胞を興奮させる視野上の光点の集合

（視野；眼を動かさないうで見ることのできる範囲）

（神経細胞はそれぞれ視野の一定範囲を担当していて、その範囲内の刺激のみを感受することができます。それらの範囲が受容野に相当します）

③桿体系と錐体系

・桿体系の経路

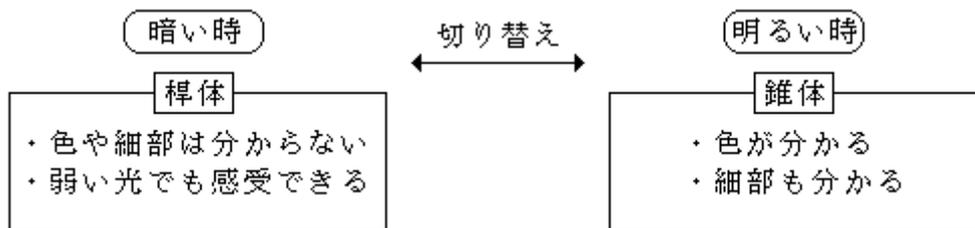
- 感度が高い
- 信号検出優先
- 受容野が大きい
- 視力が悪い

ex.ISO1600（カメラのフィルム）

・錐体系の経路

- 感度が低い
- 解像度優先
- 受容野が小さい
- 視力が良い

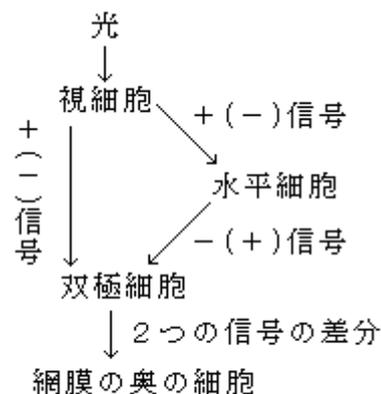
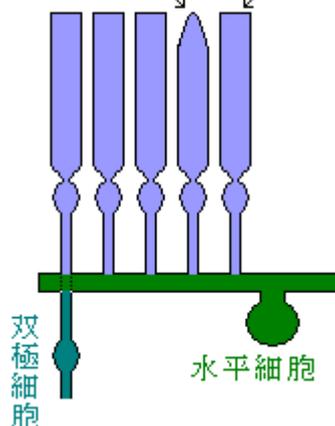
ex.ISO100



◎網膜の空間情報処理

（この図と6行分の説明は補足です）

視細胞（錐体・桿体）



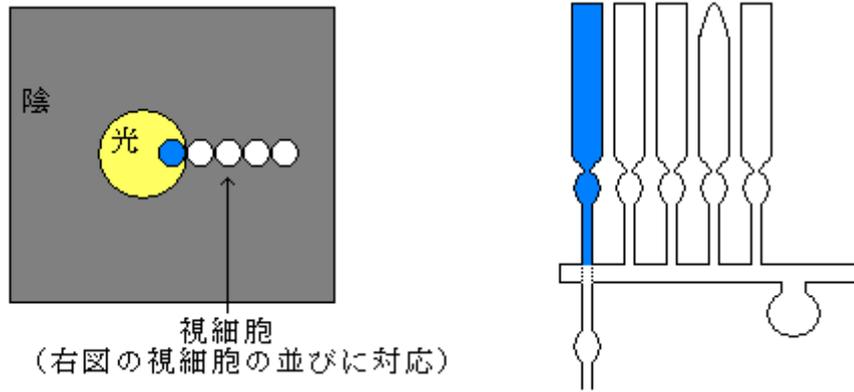
網膜：視細胞、双極細胞、水平細胞 etc.（上図）

視細胞：光を受けて+か-の信号を双極細胞と水平細胞に送る（水平細胞に送るのは光に反応した視細胞の数が多かった時だけ）

水平細胞：光に反応した視細胞が多数の場合にのみ反応。視細胞から受けた信号と逆符号の信号を双極細胞に伝える

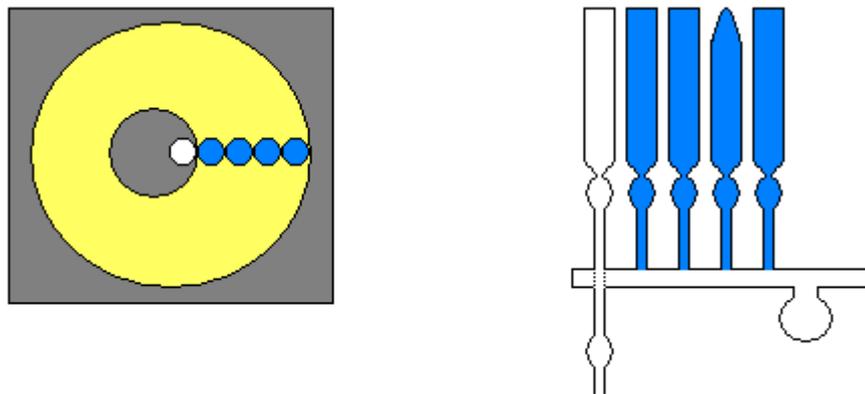
双極細胞：視細胞からの信号と水平細胞からの信号の差分を網膜の奥に伝える

a. (双極細胞の) 中心に光が当たる時の双極細胞の反応



青色の視細胞が光に反応して-信号を双極細胞に送る (-応答)

b. (双極細胞の) 周辺に光が当たる時の双極細胞の反応



青色の視細胞が光に反応して-信号を水平細胞に送り、水平細胞が+信号を双極細胞に送る (+応答) (一番左の視細胞が反応していないため、視細胞から双極細胞への直接の信号送信はない)

側抑制~空間微分、高解像度、明るさの違いを強調 (明るさの対比)

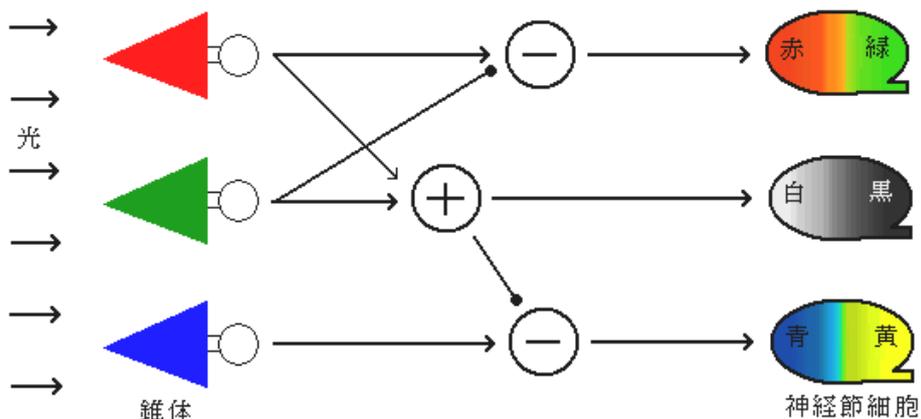
(神経細胞が光を受けて興奮すると、その周辺の細胞が抑制されて明暗の違いが強調される)

一様な明るさのところには双極細胞は応答しない

◎網膜の色覚情報処理

・色覚・・・3種類の錐体 (赤錐体、緑錐体、青錐体)

+ 3種類の神経節細胞 (赤・緑、青・黄、白・黒)



この図については3-1(2)②で後述

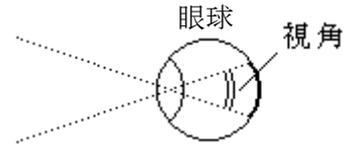
☆読解ポイント：暗所視では視力が悪い

2-2 視野

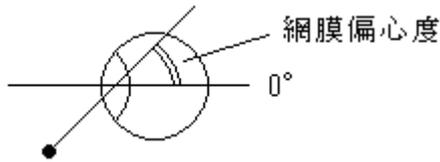
◎網膜偏心率

①視角

：視野内の「距離」を角度で表したもの
→ 観察距離に依存しない



※網膜偏心率：視野中心からの距離の角度



②錐体分布、桿体分布

・錐体分布

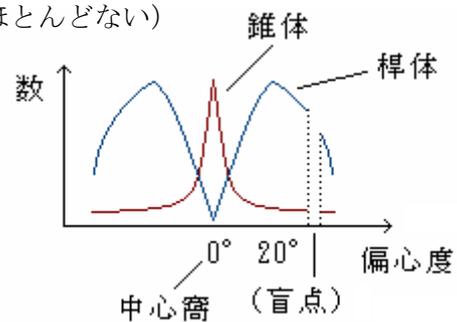
：中心窩(か)で密度最大

中心窩；視野中心(偏心率 0°)に対応する網膜位置

・桿体分布

：網膜偏心率 約 20° で密度最大 (中心にはほとんどない)

→ { 中心窩…錐体の密度最大、視力が最も高い
偏心率増加…桿体の密度増加、視力低下



*盲点には視細胞がない

③網膜像と視野の関係

網膜に映る像と、視野に入る像は左右上下の位置関係が逆になる

網膜	視野
鼻側	耳側
耳側	鼻側
上側	下側
下側	上側

◎両眼領域・単眼領域

④片眼視野と両眼視野



盲点をお互いの視野が補い合うので、両眼視野では盲点は消える

片眼視野…一方の眼で見える視野上の領域

両眼視野…左右両方の眼で見える視野上の領域

⑤盲点

：視神経円板に対応する視野上の領域。光が入っても受け取れない (見えない)

視神経円板：血管や視神経の出口。視細胞はない

☆読解ポイント：桿体は視野周辺に多い

第3回

3-1 分光感度

◎光

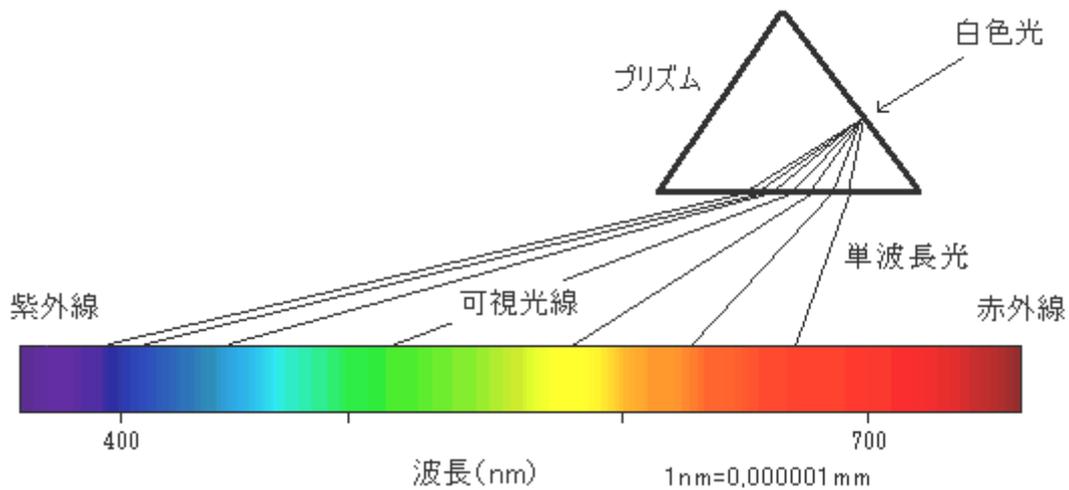
①可視光線（人の目に見える光）

：電磁波の一種。それぞれが固有の波長を持っていて、波長により目に映る色が異なる

②波長スペクトル

白色光：色々な波長を持つ光の集合

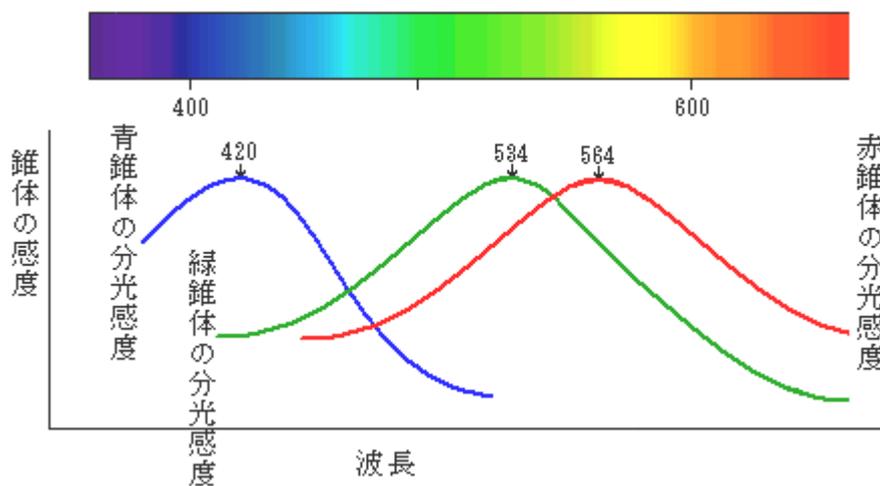
スペクトル：白色光を分光して諸種の単波長光を取り出し、それらを波長の違いによって並べて見やすくしたもの



プリズムを通った白色光は単波長光（単一の波長だけを持った光）に分かれる

◎色選択性応答

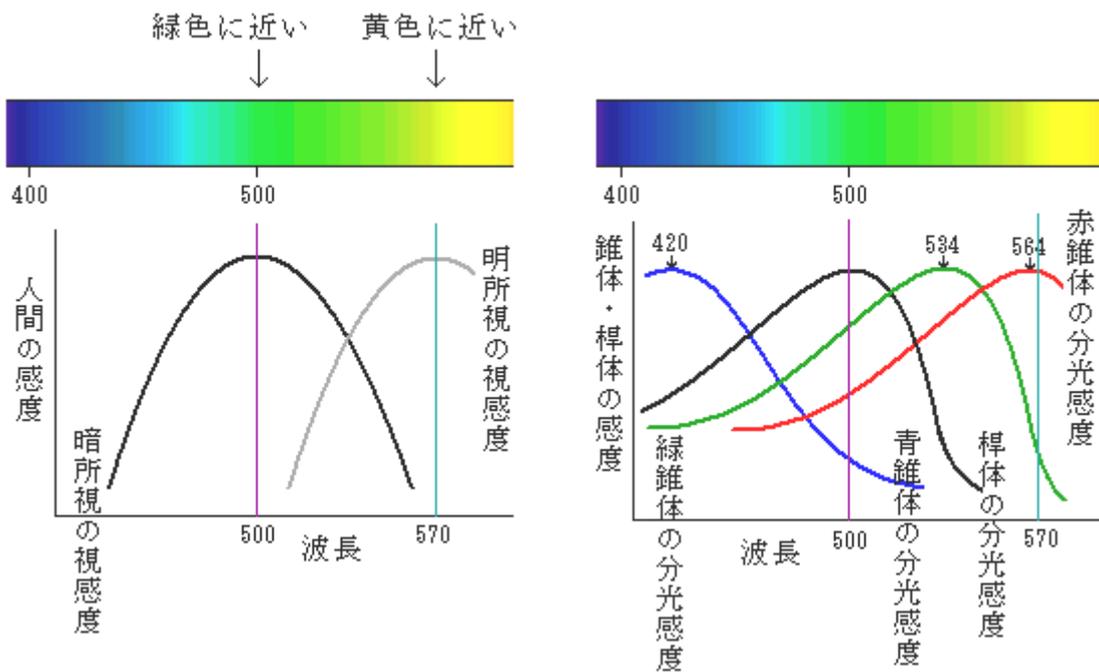
③視細胞の分光感度



それぞれの錐体は、曲線の頂点における長さを持った波長の光に最もよく反応する（以下蛇足。各錐体の最もよく反応する色と、錐体の名前についている色とは必ずしも一致しません。例えば赤錐体は黄色の光に最もよく反応します。もっとも、赤色の光に最もよく反応する錐体が赤錐体であることには変わりないので、青・緑・赤の3原色を3つの錐体がそれぞれ担当している、と考えれば分かりやすいと思います）

◎分光視感度

波長を横軸にして表した、人間の光に対する感度



(上の左のグラフは、人間にとって明るい場所または暗い場所でどの波長の光が見えやすいかを表しています。明所では黄色の光、暗所では緑色の光が見やすいことが分かります)
 明所視～明るい場所での視覚。錐体分光感度の合計（赤錐体・緑錐体の合成）に似ている（明るい場所では錐体が主に働くので）。黄色の光に最もよく反応
 暗所視～暗い場所での視覚。桿体分光感度に似ている（暗い場所では桿体が主に働くので）。
 緑色の光に最もよく反応

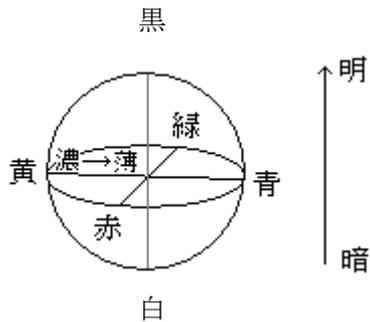
☆読解ポイント：感度は波長により異なる

3-2 色覚

◎色の属性

①色空間

色を3次元空間に規則的に配置（いろみ、濃さ、明るさ）



②色相・飽和度・明るさ

・色相

：「いろみ」～主波長

・飽和度（彩度）

：「あざやかさ」（と知覚されるもの）～白色光の混ざり具合（という物理量と関係）

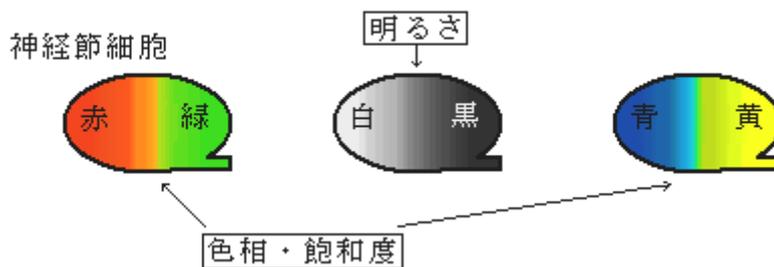
・明るさ

：「あかるさ」～光強度

③反対色応答との関係

色相・飽和度：赤－緑細胞と青－黄細胞でコード

明るさ：白－黒細胞でコード



◎色覚に影響する要因

④色覚に影響する眼内要因

水晶体：眼のレンズ。歳をとるにつれて黄変

黄斑色素：視野中心の辺りに黄色い色素（光のダメージから眼を守るため？）

網膜：赤錐体・緑錐体・青錐体が異なる分布

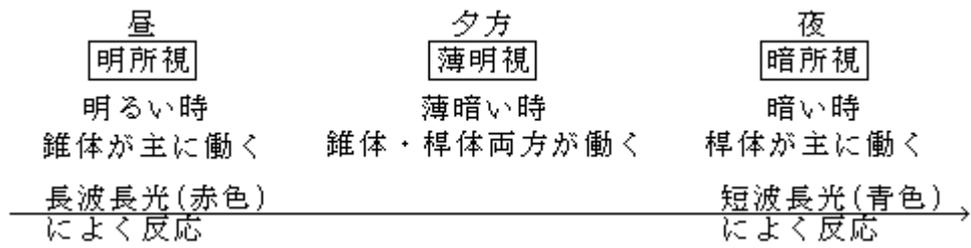
⑤色順応

色のついた照明環境に順応 → その後、白色照明下で見た物の色みが補色方向に偏る

例) 赤に順応すると白いものが緑っぽく見える

⑥薄明視とプルキニエ遷移

薄明視：明所視と暗所視の間（夕暮れ時での視覚など）。3-1(2)④の図で、明所視の視感度から暗所視の視感度へとシフトする部分



プルキニエ遷移：明るさが暗くなるにつれて、視感度は短い波長へとシフトする

→ 照明強度により色みが変わる（暗くなると青みがかって見える）

☆読解ポイント：薄明視では色みが遷移する

第4回

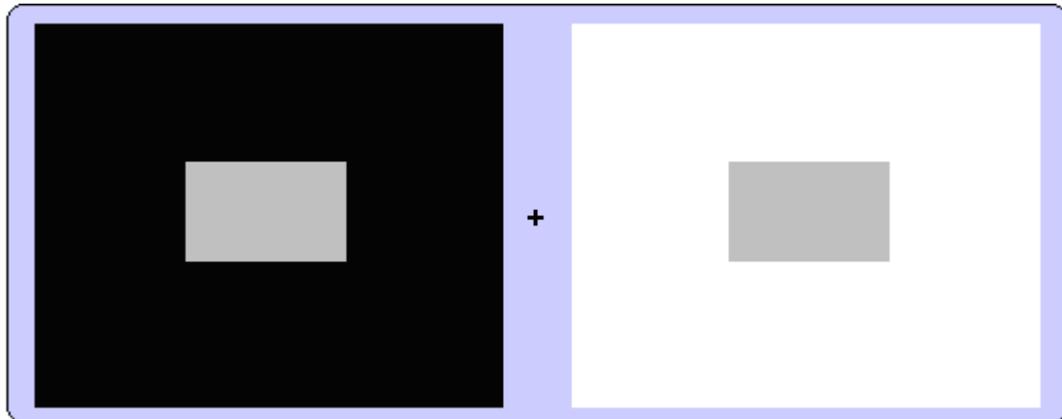
4-1 明るさの対比

◎錯覚現象

(以下に示していく錯視図形については授業中に特に詳しく解説されたわけではないですが、図だけ載せても分かりにくいと思うので、錯覚の内容、実際の図形内容、錯覚の起きる原因も示しておきます)

①同時対比

(下図の中央の+マークを見つめながら、左右2つの灰色の四角を見比べてください)



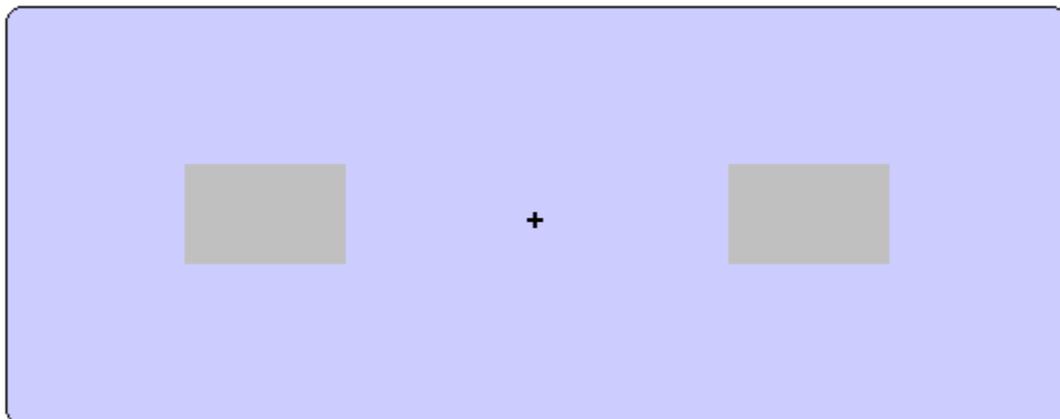
錯覚：四角の中の灰色は左の方が明るく、右のほうが暗く見える

実際：どちらも同じ明るさの灰色

錯覚の原因：周囲にある黒や白によって灰色の明るさが対比される。つまり暗いものの隣では明るく、明るいものの隣では暗く見える（明るさの対比）

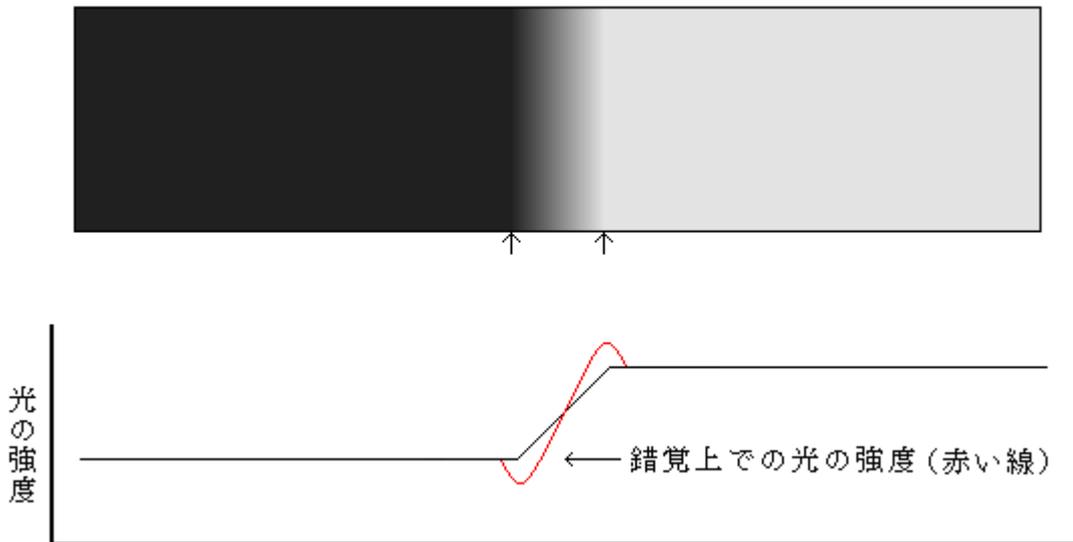
(我々は物体の明るさを判断するとき周りを参考に行っている)

(上図の灰色の四角だけを取り出すと下のようになります)



②マッハの帯

(長方形の、矢印で示した辺りを見てください。少し離れて見るといいかもしれません)



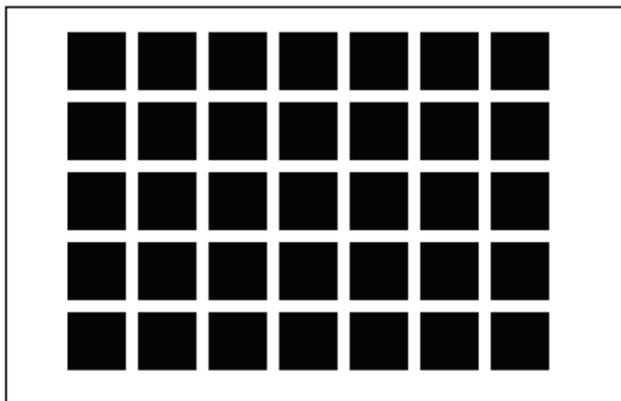
錯覚：左の黒い部分と真ん中との境に特に暗い筋（長方形の中で一番暗い筋）、右の白い部分と真ん中との境に特に明るい筋（長方形の中で一番明るい筋）が見える

実際：暗い筋と左の黒い部分の明るさは同じであるし、明るい筋と右の白い部分の明るさも同じ（特に暗い筋や特に明るい筋は存在しない）

錯覚の原因：明るい部分と暗い部分が隣り合っていると、人間は明るさの違いを強調して視覚するため、境界線が実際以上にくっきり見える（上図の光の強度の推移のグラフで言うと、人間の目には赤い線のように強度が強調されて見えます）

③ヘルマンの格子

(下図の交差点をどれでもいいので見てください)



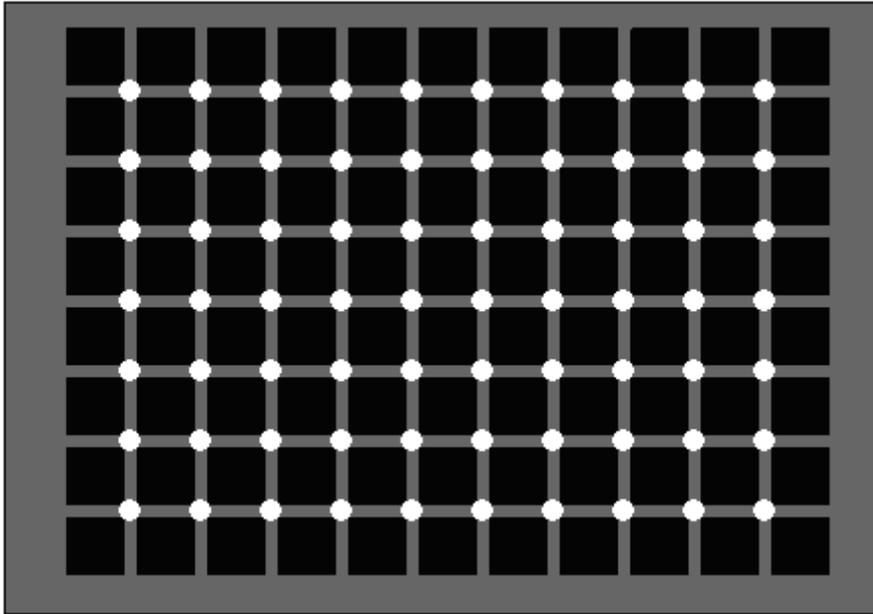
錯覚：見つめた交差点の周囲の交差点で薄暗い丸が見える

実際：交差点には何もない

錯覚の原因：黒と黒に挟まれた白い通路は、上下または左右に隣接する黒の影響で明るさが対比される（明るく見える）。一方、交差点では黒の影響を受けることはなく、白はそのままの明るさで見える。よって交差点は通路よりも暗く見える

④きらめく格子

(交差点の白丸をランダムに見てください)



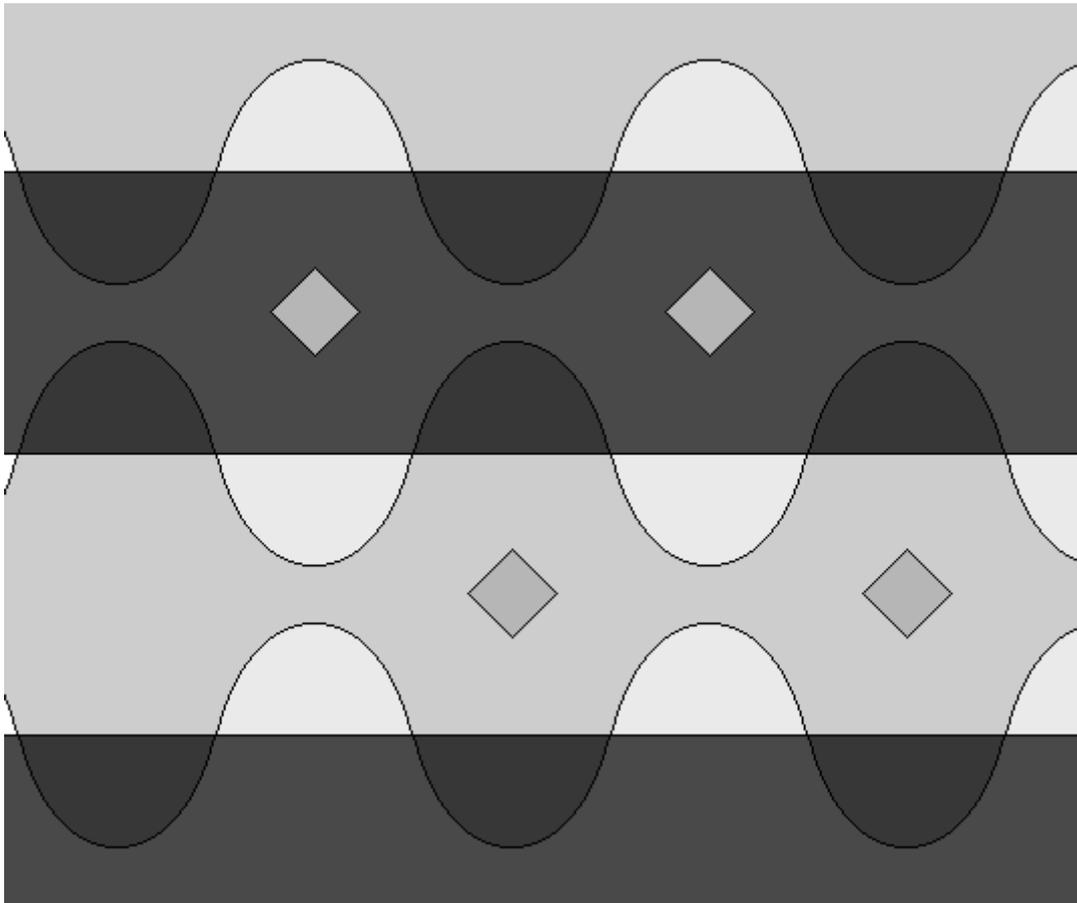
錯覚：見つめた交差点から離れた位置の交差点の白丸の中に黒いシミが見える

実際：交差点の白丸の中には何もない

錯覚の原因：白丸を知覚するまでの時間と、白丸の中に黒丸があるように錯覚するまでの時間とに若干のタイムラグがあるため、白と黒が交互に見える？（確かな原因は分かってないそうです）

⑤エーデルソンの蛇

(上の2つのひし形と下の2つのひし形を見比べてください)

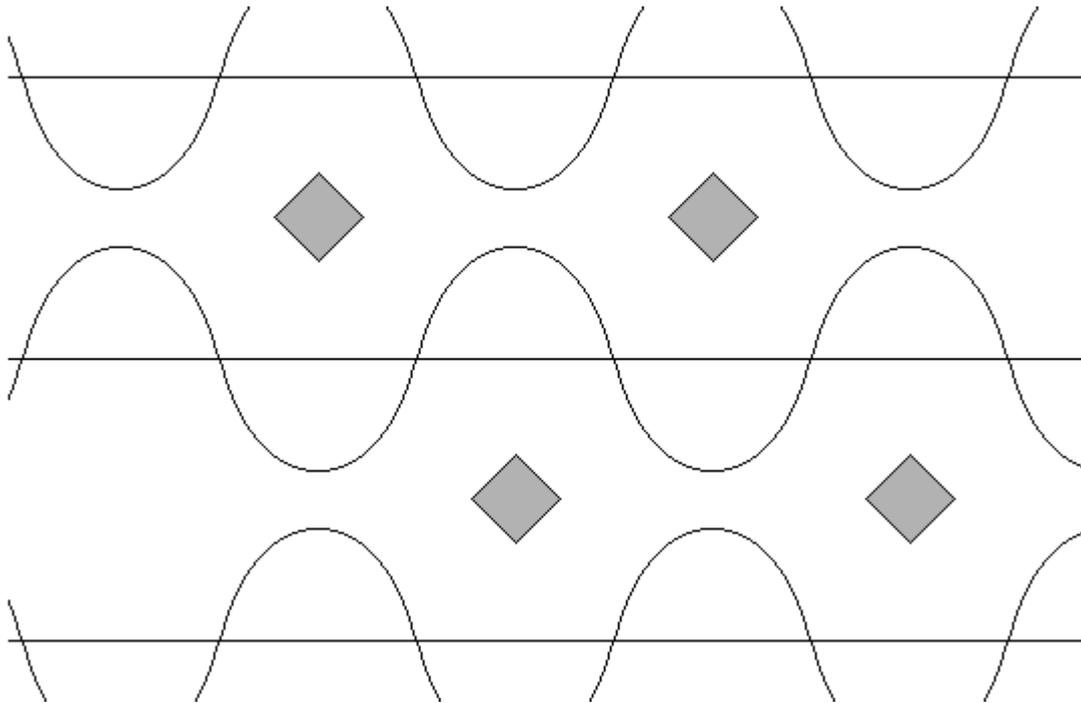


錯覚：上の2つのひし形の方が下の2つのひし形より明るく見える

実際：4つのひし形の明るさは全て同じ

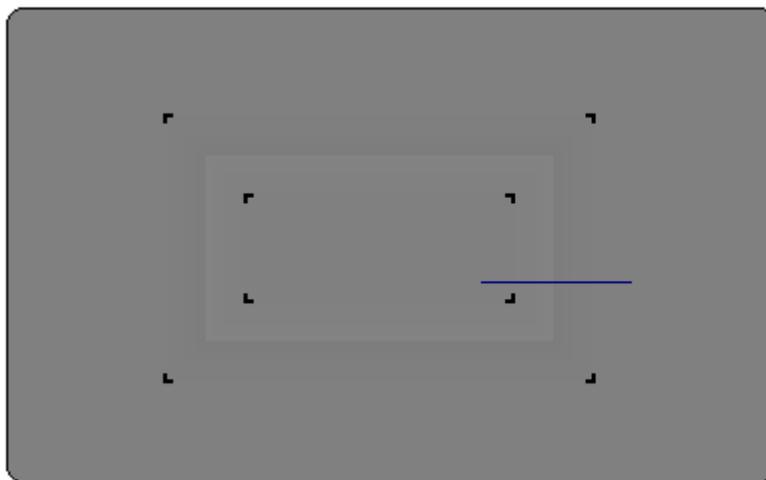
錯覚の原因：前出の④同時対比と同様、明るさの対比が起きている

(上図のひし形以外の部分の色を落とすと下のようになります)

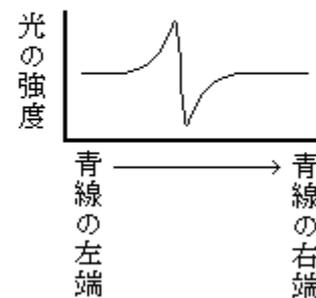


⑥クレイク・オブライエン錯視

(内側のカギ括弧に囲まれた部分と、外側のカギ括弧より外の部分を比べてください)



左図の青線部分での
光の強度のグラフ

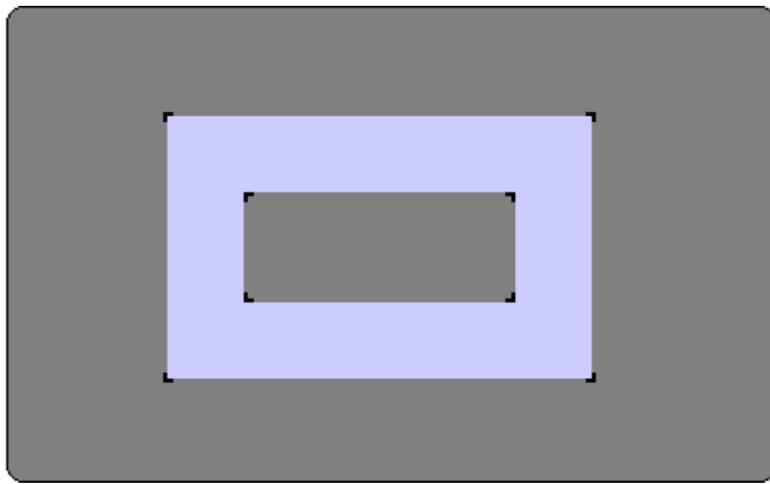


錯覚：外周（外側のカギ括弧より外の部分）の灰色が、中央（内側のカギ括弧に囲まれた部分）の灰色より暗く見える

実際：外周と中央の灰色の明るさに違いはない

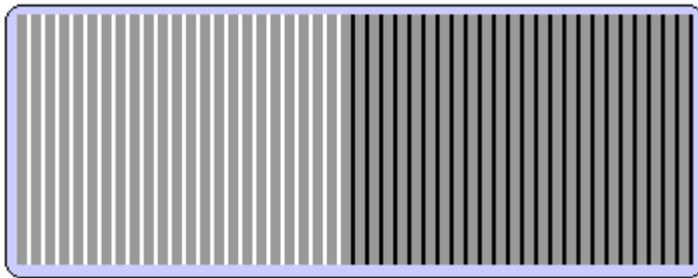
錯覚の原因：外側のカギ括弧と内側のカギ括弧の間にある明暗の境界（右のグラフで光の強度が急激に変化している箇所）を人間の目は特に強調してしまい、その境界の前後にある明るさのグラデーションを判別できない

(上図のかぎ括弧の間を単一の色に変えると下のようになります)



⑦明るさの同化

(左の白・灰の縞と右の黒・灰の縞を見比べてください)



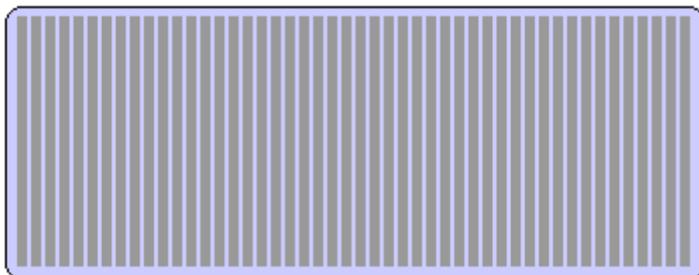
錯覚：灰色の部分が、白との縞では明るく、黒との縞では暗く見える

実際：灰色の部分に明るさの違いはない

錯覚の原因：左右にある黒や白によって灰色の明るさが同化される。つまり暗いものの隣では暗く、明るいものの隣では明るく見える（明るさの同化）

(明るさの対比・同化を分ける要因は、上の2例で言うと黒や白部分の幅の違いのようです)

(上図の灰色の部分だけを取り出すと下のようになります)



◎コントラスト検出メカニズム

⑧中心周辺拮抗型受容野

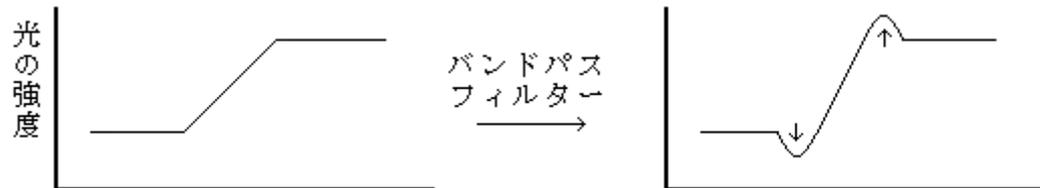
双極細胞：同心円状の受容野(受容野：神経細胞が刺激を感受できる視野の範囲)を持つ
中心周辺拮抗型受容野を持つ神経細胞には

中心刺激で+応答、周辺刺激で-応答のもの(オン中心、オフ周辺)もあるし

中心刺激で-応答、周辺刺激で+応答のもの(オフ中心、オン周辺)もある

(上の2つの図で扱っている双極細胞は後者のタイプ(中心-、周辺+)のものです)

⑨バンドパス・フィルター



明るさの空間的変調がある部分をピックアップ。(目に入った映像の明暗の境界がバンドパス・フィルターによって強調され、ものの輪郭として認識される)

原画像はバンドパス・フィルターによって、輪郭により描かれたフィルター画像となる。

特徴を強調して伝える⇒同時対比・マッハの帯・ヘルマンの格子などの錯視を引き起こす。

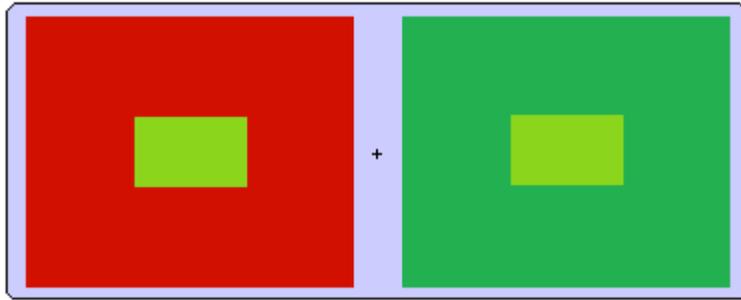
☆読解ポイント：明るさの違いは強調される

4-2 色の対比

◎錯覚現象

①同時対比

(下図の中央の+マークを見つめながら、左右2つの小さな四角を見比べてください)

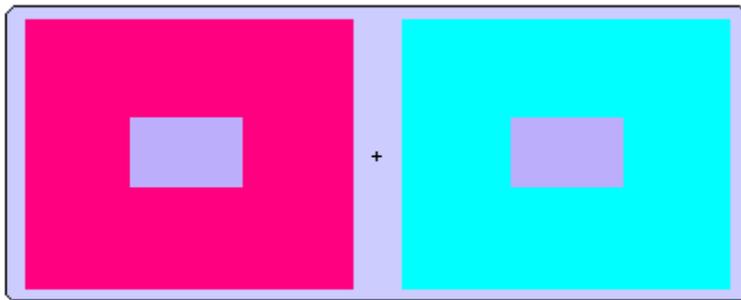


錯覚：左の四角形は黄緑がかって、右の四角形は黄色がかって見える

実際：どちらの四角形も同じ色

錯覚の原因：同じ色でも、周辺の色を補色（反対色）方向に偏って見える（差を強調する）

もう1例。左の四角形は水色がかって、右はピンクがかって見える。（実際は同じ色）



②継時対比

(図1の中央の+マークを20秒ほど見続けてから、図2の+マークを見てください)

図1

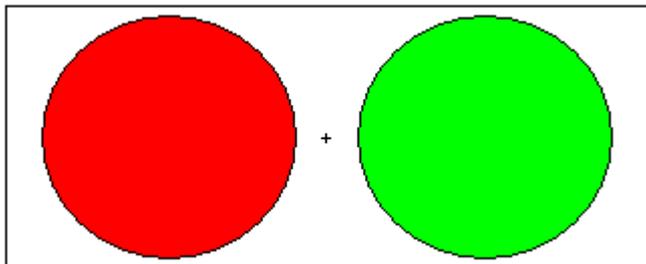
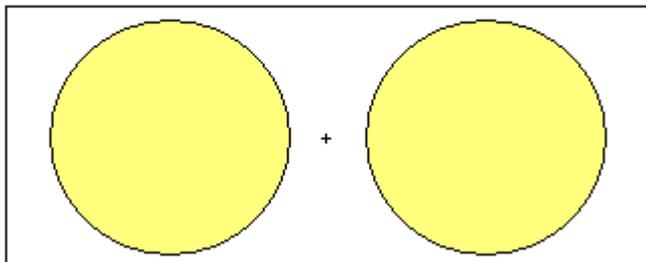


図2



錯覚：図2で、左の円は緑色がかって、右の円は赤色がかって見える

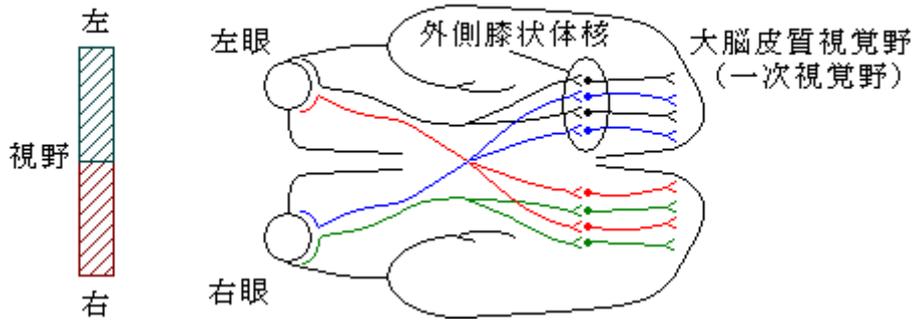
実際：図2の2つの円は同じ色

錯覚の原因：初めに呈示された赤と緑に影響されて、その後に見た黄色がそれぞれ補色方向に偏って見えた

③神経メカニズム

③視覚皮質

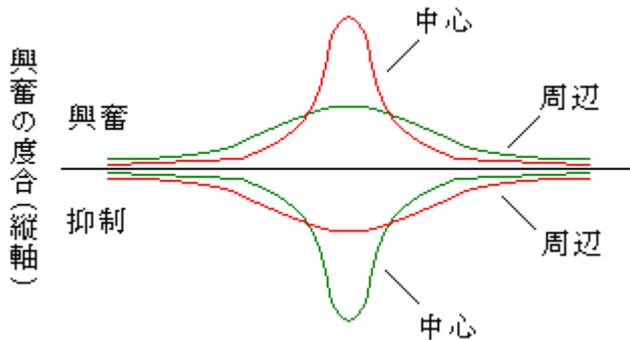
視細胞 → 双極細胞 → 網膜神経節細胞 → 外側膝状体(LGN) → 一次視覚野
脳を下から見た図



左脳は両眼の左側を担当。右脳は両眼の右側を担当
→ 左脳は視野の右半分、右脳は視野の左半分を担当
(視神経の半分だけが交叉する(半交叉)ため)

④二重拮抗性

二重拮抗性受容野を持つ一次視覚野(V1)の神経細胞
中心は赤で+応答、緑で-応答
周辺は緑で+応答、赤で-応答



⑤コントラスト検出

周囲のものとの差分として色をコード(差を強調する)

☆読解ポイント: 色の違いは強調される(され続けている)

第5回

5-1 運動の検出

◎視覚運動の特異性

①仮現運動

光点が左右2箇所交互に点滅 → 光点が左右に動いて見える

点同士が遠すぎると運動として知覚されない

→ 相関性から運動を検出するセンサーが存在

②運動残効

動いている物を見続けた後に静止した物を見る → 静止した物が反対に動いて見える

例) 白黒の縞模様を上スクロールして見せる

→スクロールを止めると、静止しているはずの縞模様が下スクロールして見える

(この時、縞模様以外の静止物を見ても動いて見える)

動いて見えても形や模様はそのまま = 位置の知覚と運動の検出は別々に行なわれる

③誘導運動

静止した物のそばに動いている物がある

→ 静止した物が反対に動いて見える (周囲の影響を受ける) (光や色の対比と同じ)

例) 月の前を雲が左から右に動いている時、月が左に動いているように見える

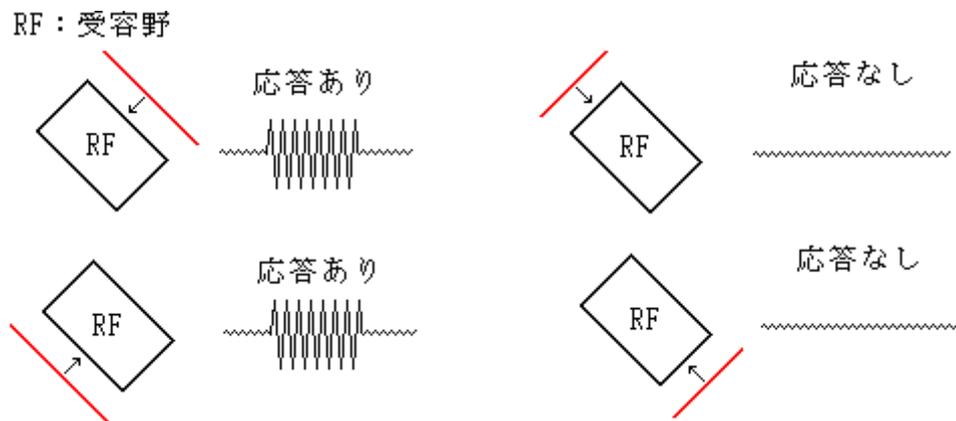
(雲が参照枠)

◎神経メカニズム

④方位選択性 (V1の細胞にはこの性質を持つものがある)

(V1やV2は大脳皮質内の領野を示す語)

: 特定の傾きに対して強く応答

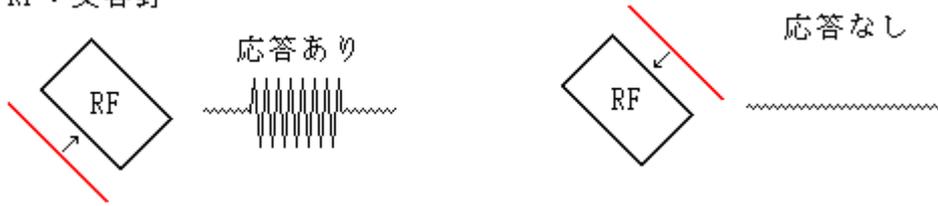


上図のように赤線(視覚の対象)を矢印方向に水平移動させると、受容野(神経細胞が刺激を感受できる視野の範囲)に対する傾きによって一次視覚野(V1)の細胞の応答の有無が変わる

⑤方向選択性 (V1の細胞にはこの性質を持つものがある)

: 特定の運動方向に対して強く応答

RF: 受容野



方位選択性を持つ細胞が方向選択性を持つ時もある

⑥相対運動感受性 (V5の細胞にはこの性質を持つものがある)

一次視覚野 (V1) (情報の入口)

→ 高次視覚野 (視受前野) (V2, V3, V4, V5, ……)

(V1から入った情報は段階的に受け渡される)

V5: 受容野の中心と周辺で互いに反対方向の運動がある時に強く応答 (違いを強調)



中心と周辺の運動が同じ方向の時は応答しない

※参照枠

: 全ての物を見るための基準

人間は外側の枠を参照枠として捉えやすい

参照枠は動かないという思い込みがある



上左図で、青い部分を参照枠とすると中の物体の動きを運動として知覚

上右図で、参照枠とした部分が動いていて中の物体が静止していると、物体が反対方向の左に運動しているように錯覚してしまう

☆読解ポイント: 参照枠との相対運動が見える

5-2 運動の統合

◎運動の空間統合と立体知覚

①まばらなランダム・ドット

ドット群の運動信号が統合されて動きが見える

(個々のドットの動きが集まって、1つの大きな動きとして見える。例えば上方向に移動する無数のドットを見ると、全体が上に動いているように見える)

- ・コヒーレンス (ドット群の中で、特定の方向に動くドット (信号ドット) の割合)

$$\text{コヒーレンス} = \frac{S}{S + N} \left(\begin{array}{l} \text{信号ドット } S \text{ 個} \\ \text{(正しい方向に動く)} \\ \text{雑音ドット } N \text{ 個} \\ \text{(ランダムに出たり消えたりして} \\ \text{信号ドットの方向をかき乱す)} \end{array} \right)$$

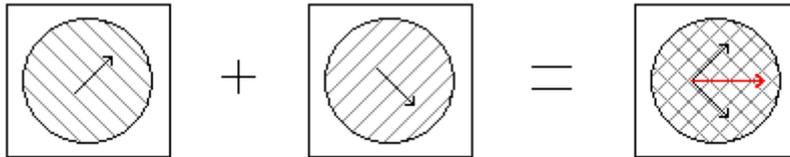
コヒーレンスを下げても (12%くらいにする)、運動の全体的方向は知覚できる
⇒一次視角野の細胞の他にそれらの情報を統合・分析する高次の細胞が存在する。

②プラッド格子

別方向に運動する縞模様を2つ同時に呈示すると、動きが合成して知覚される

グレーディング：1次元の縞模様

右上方向のグレーディングと右下方向のグレーディングの動きを一緒に見ると、合成されて右方向に動いて見える



ベクトルの和のように
運動方向が合成されて見える

縞の粗さに差がありすぎると別々の縞に見えるようになる。

③運動奥行き効果

- ・2次元上の運動を手がかりにして3次元構造を知覚

例) 円筒を回転させた時の動きを2次元上に再現

→ 2次元上でドット群が運動しているだけなのに、3Dの円筒が回転しているように見える

- ・剛体性の仮定

: 対象が固くて形を変えないという仮定

→ 網膜像上で対象が変化するなら、対象は運動をしていると推定できる

例) 網膜に定規が伸びたり縮んだりしている像が映る

→ 定規の形は変わらないだろうと考える (剛体性の仮定)

→ 定規が回転しているのだと推定する

- ・運動透明視：運動パターンから2枚の透明な面を知覚

例) 時計回りに回転する円筒を側面から見た映像を2次元上にドット群で再現

→ 左方向に運動するドット群と右方向に運動するドット群が存在

→ 左方向に運動するドット群を円筒の手前の側面、右方向に運動するドット群を奥の側面であるかのように知覚

④生物学的運動

2次元上の運動を手がかりにして生体の動きを知覚

例) 2次元上で少数の点を多関節的に動かす(関節部分を点で表現)

→ それらの点が、動いている生物を表現しているように見える

予想の動きとコンパチブル(矛盾しない)なもの(そう動いても不思議でないもの)を見ると、人間はそのように見てしまう

⑤自己運動知覚

光学的流動(視野に映る像の運動パターン。8-1冒頭部分参照)を手がかりにして自分の進行方向を知覚

例) スクリーン上で1人称視点の風景が動くと、自分が3次元空間を移動しているかのように錯覚する

◎神経メカニズム

⑥背側経路・腹側経路

知覚するためには

背側経路: where 経路。動きの知覚

腹側経路: what 経路。物の認識

の2つの神経経路がある

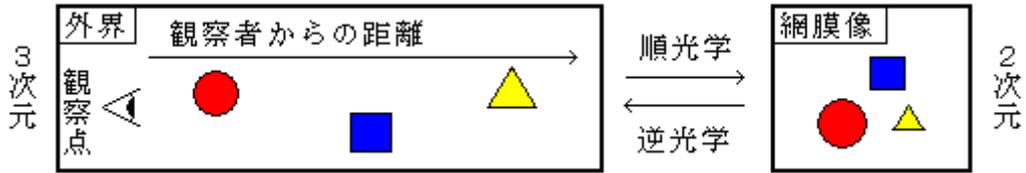
☆読解ポイント: 運動信号は空間統合する

第6回

6-1 両眼視差と奥行き

◎ 3次元世界と2次元網膜像

奥行き知覚.....不良設定問題（不良設定問題については10-1(1)③参照）



（注. 網膜像上では左右上下の位置関係が逆になる）

順光学：外界の3次元情報から網膜像を作り出す。作られる像は唯1つ（解は唯1つ）

逆光学：網膜に映った像（2次元情報）から外界の様子を推定。奥行きが不明なので、推定される情報はいくつもある（解は不定）

◎ 両眼性奥行き手がかり

① 両眼視差

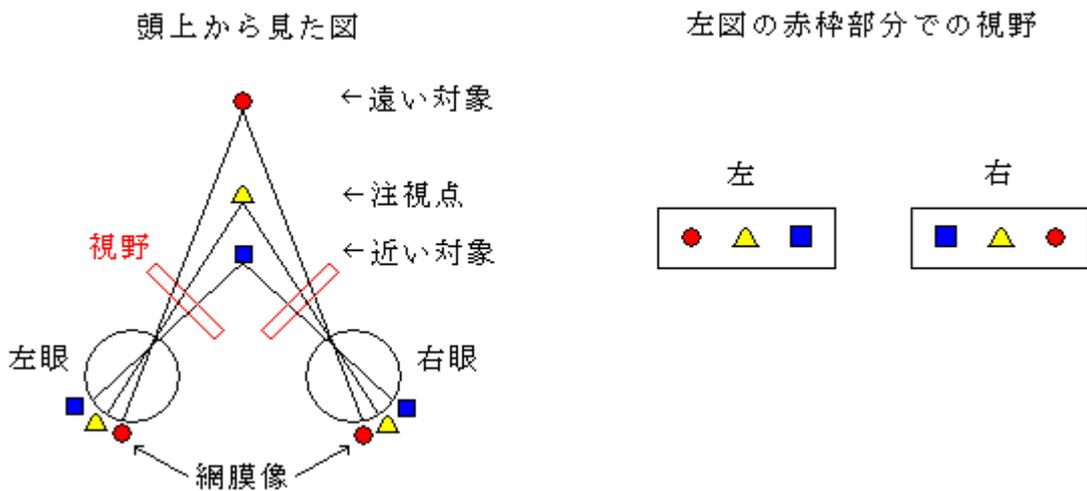
：左右の網膜像（あるいは視野の映像）の位置のずれ

注視点に対して

近い対象～交差視差

遠い対象～非交差視差

（何が交差だったり、非交差だったりするのは考えなくていいそうです）

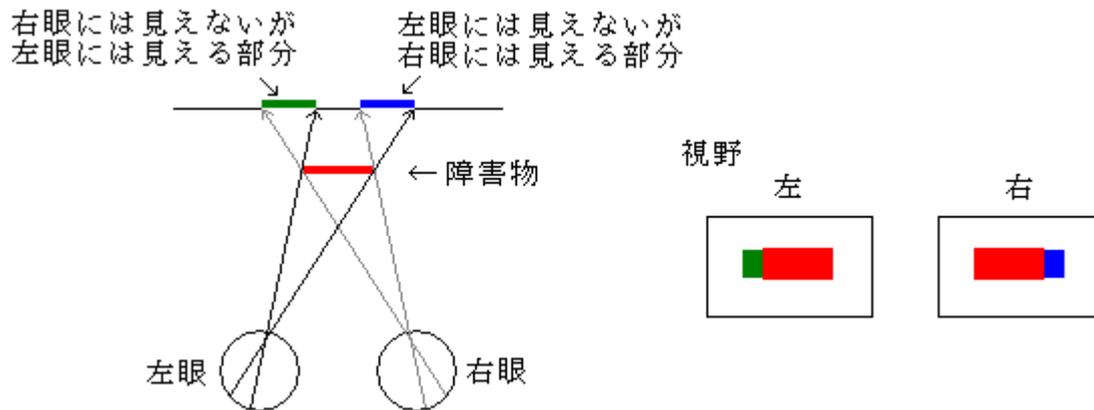


この仕組みは順光学的。これを手がかりにして逆光学的に奥行きを推定する

② 両眼間非対応

単眼遮蔽：片方の眼にしか見えない

～両眼間で対応しない像の領域ができる（眼と眼の間に距離があるから）

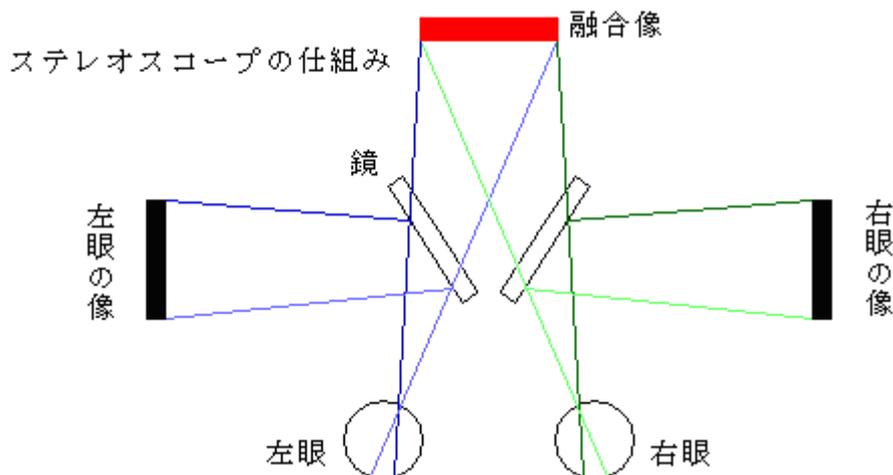


上右図の視野の緑と青の部分のことを両眼間非対応という。これを手がかりにして逆光学的に奥行きを推定する

③ステレオグラム (画像のこと)

左右の眼に別々の画像を呈示 → 奥行きを知覚

ステレオスコープ (実体鏡) : 奥行きのある融合像があるかのように見える



(これは両眼間非対応の性質を逆光学的に利用したものです。左右の視野に異なった画像が映るため、人間の眼は自分が奥行きのある対象を見ているのだと錯覚してしまい、実際には存在しない立体融合像が見えてしまいます)

フリー・フューズ (器具なしで両眼融合する方法)

交差法 (寄り目にして左右の図を交差させることで像が浮き出る)

線分図形のステレオグラム (線により構成される図形)

ランダムドット・ステレオグラム (ドットにより構成される図形) など

◎神経メカニズム

- ④視差感受性細胞(V1)
- a. 特定の視差によく反応する細胞
 - b. 交差視差によく反応する細胞
 - c. 非交差視差によく反応する細胞

☆読解ポイント : 両眼像は対応点が融合する

6-2 運動視差と奥行き

◎運動性奥行き手がかり

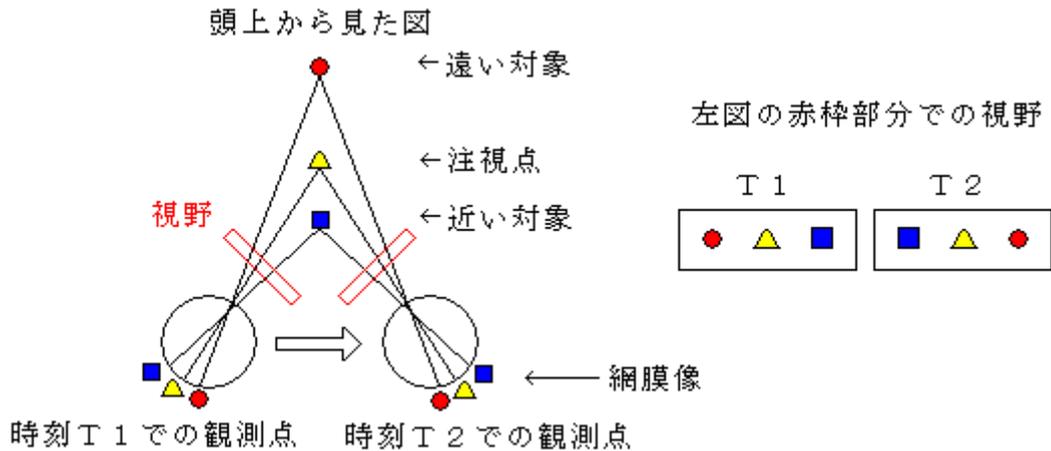
①運動視差

：観測点が動く時の網膜像の位置ずれ

注視点に対して

近い対象～視野上で自分と反対方向に動く

遠い対象～視野上で自分と同じ方向に動く



(上図は、平行に移動しながら片目で対象をみている状況だと思ってください)

②動的遮蔽と出現

動的遮蔽：自分が動くと、今まで見えていた部分が（障害物に遮られて）見えなくなる

出現：自分が動くと、今まで見えなかった部分が（障害物から外れて）見えるようになる

③運動奥行き効果

5-2(1)③と同内容

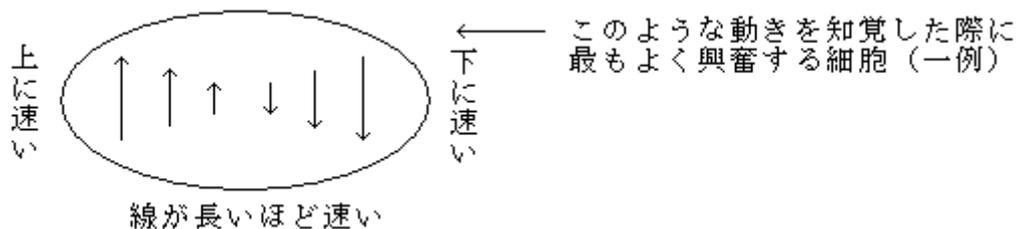
◎神経メカニズム

④運動勾配選択性細胞

：脳の高次中枢にある、広い領域内の運動速度の勾配をコードする細胞

一次視覚野(V1)→高次視覚野(V2、V3、V4、V5、……)

例)



上の図は1つの例で、上例の動き以外でも特定の運動速度勾配に興奮する細胞がある

☆読解ポイント：自分が動くと視差がつく

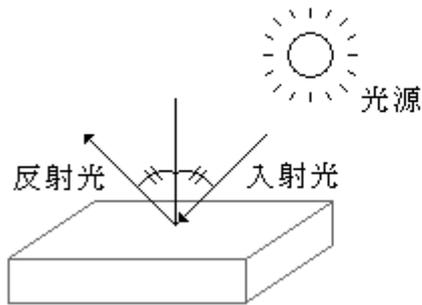
第7回

7-1 陰影と奥行き

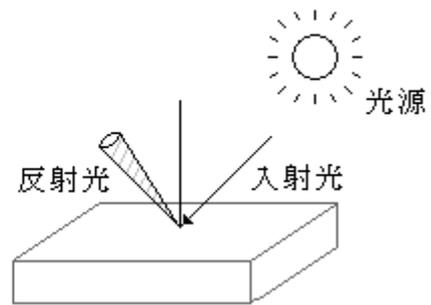
◎照明と反射光

①正反射、乱反射

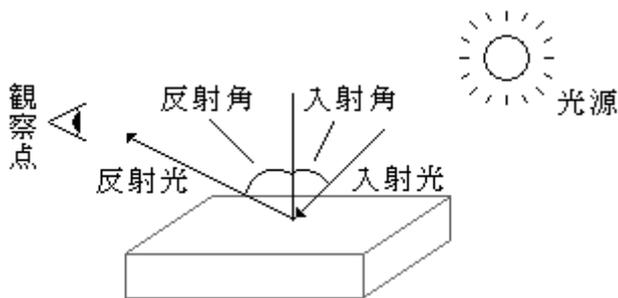
正反射：光源 → 完全な鏡面 → 全ての光が反対方向に跳ね返る



つや出しが不完全な鏡面の場合



乱反射：光源 → 完全に無光沢な表面（ランベルト面）
→ 反射光量は入射角の余弦に従う



実際には多くの物体の表面が、正反射成分と乱反射成分の混ざった反射率を示す

◎奥行き知覚

網膜の2次元情報から、外界の3次元情報を推定する

②陰影からの奥行き

いくつかの仮定（単一の遠距離光源、特定の反射率の表面、滑らかに勾配を変える表面）を置けば → **反射光量から表面角度が推定できる**

例) スクリーンにしわくちゃの白紙を映し出す

→ 一様に白い紙なのに明度の違い（白い部分や黒い部分）が分布する

→ 表面角度が違っていると解釈する（実際にはスクリーン上なので凹凸はない）

③光源の上方仮定

物体の表面の凹凸極性は光源方向によって決まる（光の当たる面は明るく、当たらない面は暗く見える）。人間は上の方に光源があると仮定する傾向を持つ

例) 光源が上方にある場合、奥へ凹んでいる部分は上が暗く下が明るく見える。しかし、それを上下逆さに見た時、上は明るく下は暗く見えるため、上方に光源があるという固定観念を持つ人間はそれが手前に出っ張っているように知覚してしまう。（実際には上下逆さにしただけで凹んでいることに変わりはない）

④陰影と表面明度

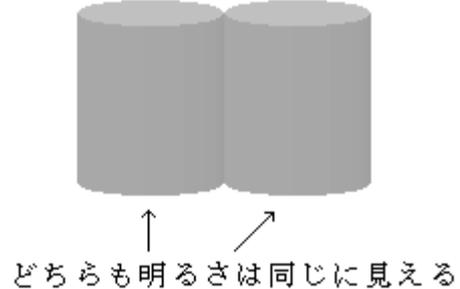
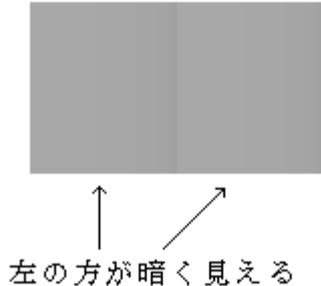
明るさの勾配が存在 → 表面角度変化 or 表面反射率変化(色の明度の違い)として解釈

表面角度変化 : 表面に凹凸などの立体構造がある場合で、それによる陰影が明るさの違いを生み出す

表面反射率変化 : 単純に、表面の色の明るさに違いがある場合

図 a 表面反射率変化として捉える例

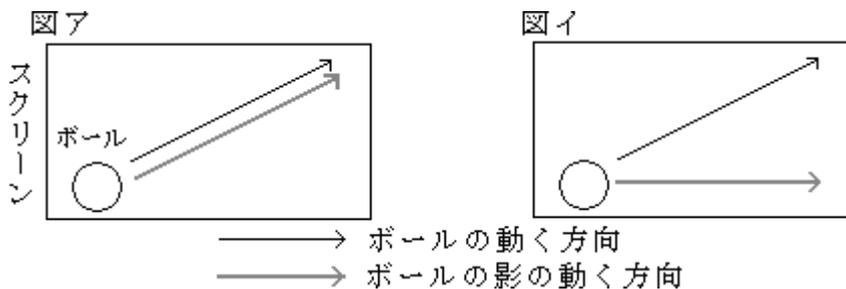
図 b 表面角度変化として捉える例



(一見ただけでは分からないと思いますが、図 b の2つの円柱の側面は図 a の2つの四角形に丸みを付けただけの物で、色合いは全く同じです。さらに図 a の2つの四角形も実は全く同じ物で色合いも左右で同一です。つまり図 a、図 b の四角形、円柱を合わせた4つの図形は全て同じ色合いになっているわけです。その色合いは左から右にかけて徐々に濃くなるグラデーションになっています。図 a で左右に明暗の違いを見出してしまうのは、図 a がそのグラデーションを利用した錯視図形になっているからです(4-1(1)⑦参照)。一方、図 b でそのような錯覚が起きないのは、人間が図 b を2つの円柱が並んだ立体的な図形として知覚するため、そのグラデーションを立体構造から生じる陰影だと解釈してしまうためです)

⑤影からの奥行き

…物体と影投影面との間の距離の手がかり



図ア : ボールと影は共に斜め上に動く。ボールが斜め上に転がっているように見える

図イ : ボールは斜め上、影は真横に動く。ボールが徐々に影から離れていくので、ボールは斜め上に離陸しているかのように見える

このようにボールとその影の動きの関係から、ボールとスクリーンとの距離を推定する

☆読解ポイント : 反射光から表面角度が分かる

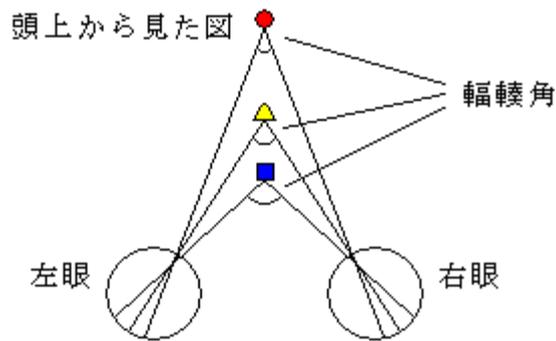
7-2 奥行き手がかり

◎生理的手がかり

①輻輳 (ふくそう)

輻輳角：両眼の視線のなす角

自分から注視点までの絶対的奥行きを測る手がかり



cf. 両眼視差；相対的奥行きを測る手がかり (6-1(2)①参照)

②調節

：レンズの屈折の度合い (毛様体筋で制御)

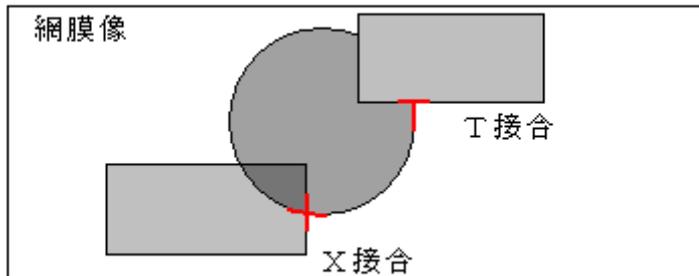
近い対象～屈折大

遠い対象～屈折小

◎絵画的手がかり

③遮蔽

物体Aが物体Bを遮蔽 → 網膜像に特徴が出現



T接合：完全な遮蔽

X接合：奥が透けて見える程度の遮蔽

④大きさ

同じ物体で観察距離が変わる → 物体の網膜像の大きさは距離に反比例する

⑤肌理 (きめ) の勾配

均質な肌理の平面を斜め上から観察

→ 網膜像では肌理の密度の勾配ができる (密度が観察距離に比例する)

⑥線遠近法

平行線 → 網膜像では (無限遠で1点に) 収束する

例) まっすぐな道は遠くなるにつれて細くなり、最後には1つの点となるように見える

⑦大気遠近法

自分と物体との間の距離が増大

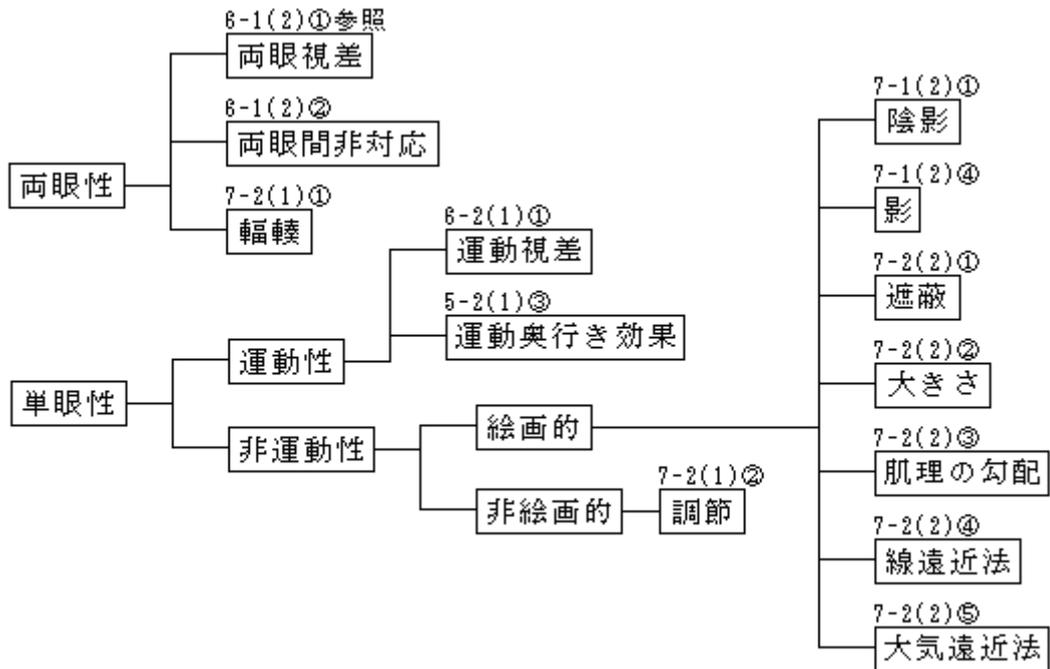
→大気による光の散乱の割合が増加

→網膜像ではコントラスト減少

(近くのもののはくっきり、遠くのものぼんやり見える)

◎奥行き手がかりのまとめ

様々な奥行き手がかりから (二次元) →三次元を推定する



☆読解ポイント：遠くの物体の像は濃淡が薄い

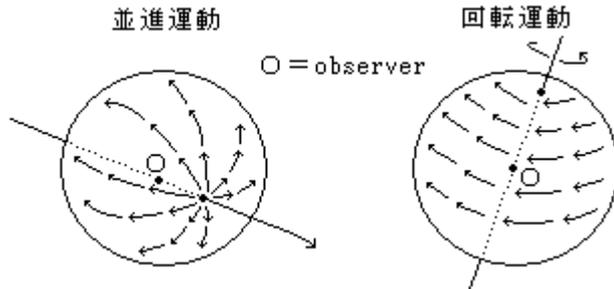
第8回

8-1 光学的流動

◎光学的流動

：視野全体にわたる像の規則的な運動パターン

観察者の並進運動（歩く動き）や回転運動に伴って生じる（観察者の運動は6次元情報）



（観察者が動くと周りの風景がどのように動いて見えるかを表しています。逆に、光学的流動を表現した映像を呈示されると、人間は自分がその流動にマッチした動きをしているのだと知覚します）

◎視野安定メカニズム

①反射的眼球運動

- ・視運動性反射(OKN)

：視野内の広い領域に運動図形を呈示 → 動く物を追いかけるかのように眼が動く

- ・前庭眼反射(VOR)

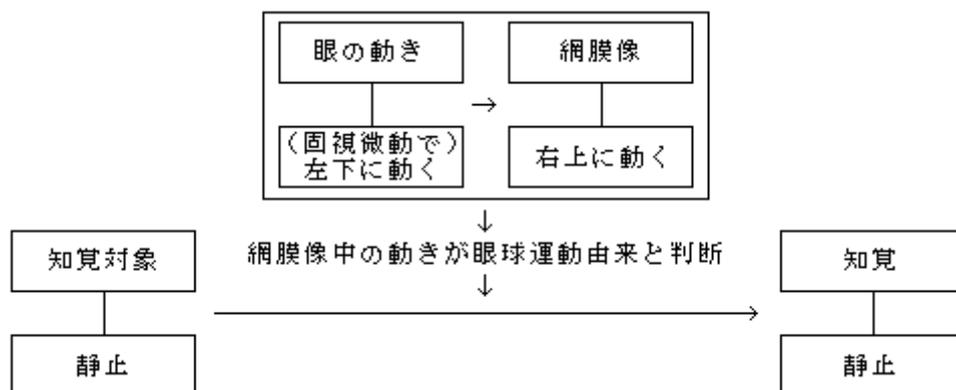
：頭部を回転 → 回転と反対方向に眼が動く

自分自身の動きに伴う像のブレを防ぐ。フィードバック制御

（網膜内に像を静止させて知覚できるようにする）

②視野の揺れ補正

固視微動（眼は動かさないでも常に僅かに揺れ動いている）→ 網膜像の揺れを生じる
網膜像中の運動信号の様子を見て、その信号が眼球運動由来（固視微動）か外界由来（知覚対象が実際に運動）かを判断 → 安定視野（これを行なわないと視野が揺れ続ける）



③眼球運動指令のコピー

追跡眼球運動

～動く対象を注視 → 滑らかに眼が動く

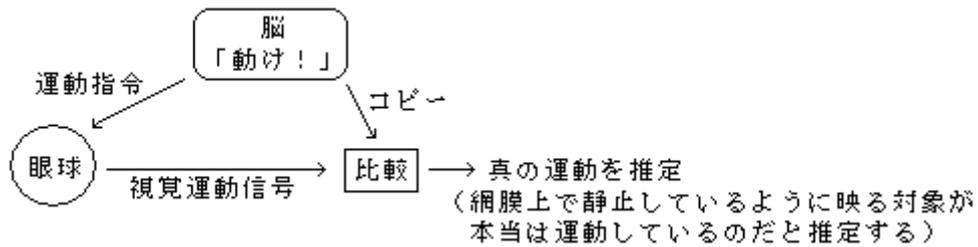
網膜上で

運動対象 → 静止しているように映る

静止対象 → 運動しているように映る

眼球運動指令（眼の速度の情報）のコピー

→ 網膜像の運動から引き算 → 真の運動を推定



◎自己運動の推定

④進行方向知覚

観察者が運動

→ 特徴のある光学的流動が出現（観察者自身の進行方向・速度の手がかり）

⑤光学的流動感受性細胞（MST）

一次視覚野（V1）（情報の入口）

→ 高次視覚野（V2, V3, V4, V5, MST……）

（V1から入った情報は段階的に受け渡される）

光学的流動感受性細胞：特定の光学的流動に反応する細胞

（拡大に選択的に応答する細胞、縮小に選択的に応答する細胞、
回転方向に選択的に応答する細胞など）

（光学的流動が拡大している → 自分は前進している、光学的流動が縮小 → 後退している、といった具合に観察者自身の運動の手がかりとなる）

☆読解ポイント：光の流れで自分の動きを知る

（低コントラストは遅く見える→霧の中の運動は遅く感じる）

8-2 視空間と身体定位

◎座標変換

①網膜中心座標系

網膜上の横軸・縦軸で座標系を記述

物体が動く or 眼が動く → 網膜上で像が動く

眼球運動に依存する（眼球運動の有無で像が動く）

②眼窩中心座標系

眼窩を固定した参照枠とした相対座標に記述（参照枠については5-1(2)④参照）

眼球運動に依存しない物体の位置・運動を捉える

頭の動きに依存する

③身体中心座標系

身体を参照枠とした相対座標に視覚像を記述

頭の動きに依存しない物体の3次元上の位置・運動を捉える

環境内自己運動に依存する

④環境中心座標系

環境を参照枠とした相対座標に視覚像を記述

自己の動きに依存しない物体の3次元環境内の位置・運動を捉える

①→②→③→④の順に上位転換。人間に意識されるのは④

◎身体定位（自分の位置を定めること）に及ぼす視覚の影響

⑤ベクション（自己誘導運動）

自己身体は静止、環境が特定方向に運動

→ 環境が静止し、自己が反対方向に動くような印象

例) 遊園地のアトラクションなどで、部屋の周囲の壁が下へ動く

→ 床（自分）が上に動くかのように錯覚する（参照枠環境の付け間違い）

環境の視覚刺激から静止参照枠を設定（上の例では周囲の壁）

環境中心座標系で自己身体定位を計算（上の例で、自分が上に動いていると感じること）

⑥重心動揺

自己身体は静止、環境が特定方向に運動

→ 環境の運動方向に身体重心が移動

環境の視覚刺激から静止参照枠を設定

環境中心座標系で身体を静止安定させようとする

⑦動揺病

内耳の前庭器官……身体運動のセンサー

半規管～角加速度（頭が回転する動きによる）

耳石器～線形加速度（左右、上下などの動きによる）

視覚系と前庭系で

同じ出力 → 安定感

矛盾 → 不快、吐き気（動揺病）

例）船酔い（前庭系では運動、視覚系では静止（床や壁は止まって見える）と捉える）

☆読解ポイント：環境と相対的に動きを感じる

9-1 知覚的補完

◎補完現象

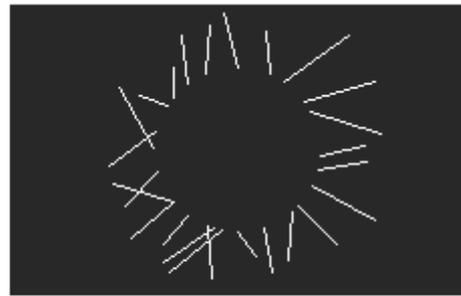
①主観的輪郭

誘導図形（下図の白い図形）により、刺激内に存在しない輪郭（下図の正方形や円の輪郭）が知覚される

- ・輪郭が見える
- ・奥行き関係が見える
- ・囲まれた領域が異なる明るさに見える



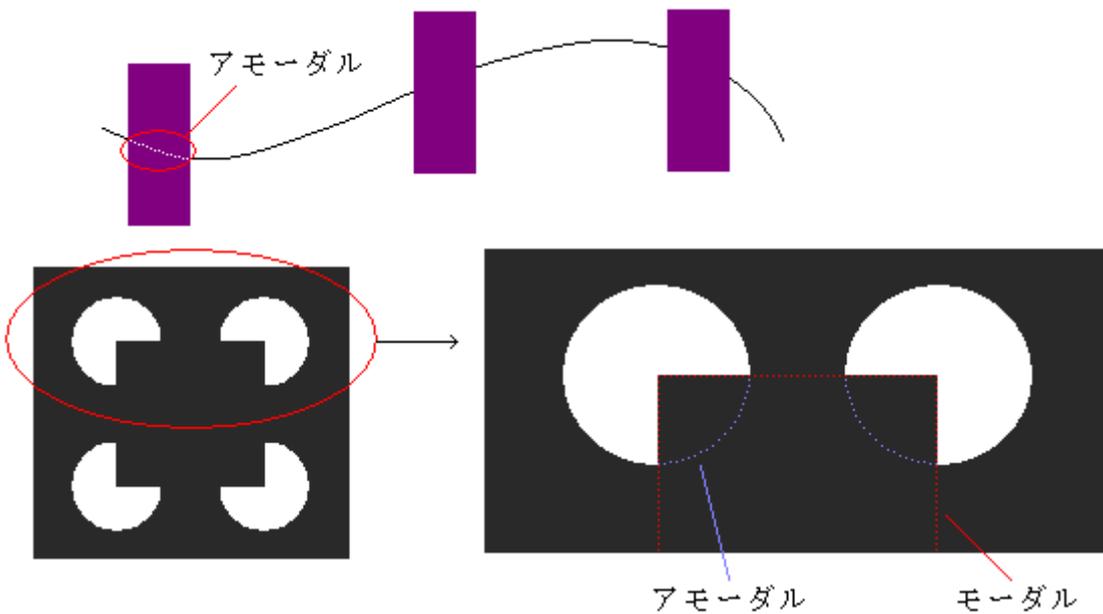
正方形が見える
(Kanizsaの四角形)



円が見える

②アモーダル補完（モーダル：主観的輪郭）

遮蔽されて見えない輪郭の形状も「分かる」「見当がつく」



予想される図形の一部が隠れているのだと推定する

輪郭が

モーダル → 実際にあるかのように見える

アモーダル → 見えないが分かる（推定できるだけ）

③スリット視

狭いスリット越しに対象のごく一部を観察 → 対象が動くと全体像が見える

時刻 T_1 、 T_2 、 T_3 、・・・の連続した映像を統合して見る

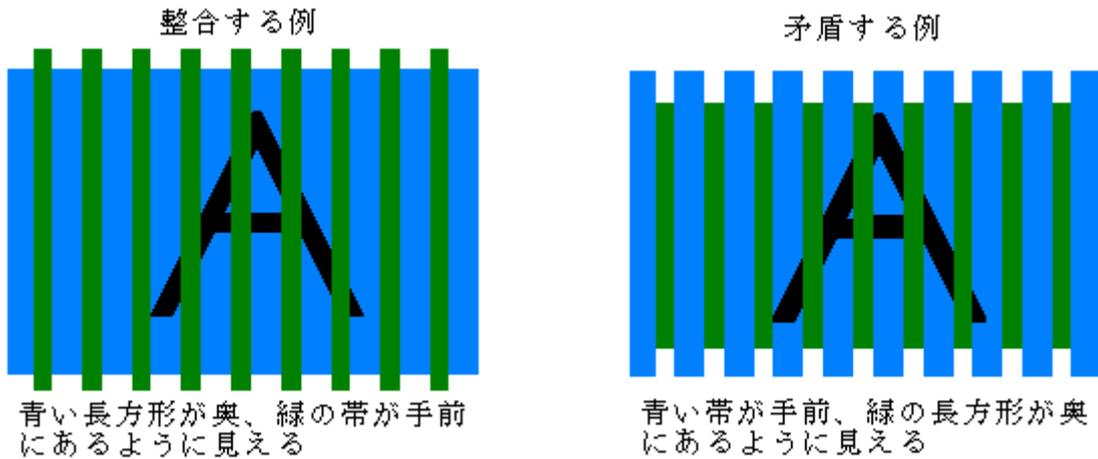
④奥行き処理との相互作用

アモーダル補完の起きた対象間の奥行き関係と、両眼視差に基づく奥行き関係とが

整合している → 補完しやすい

矛盾している → 補完しにくい

(両眼視差については6-1(2)①参照)



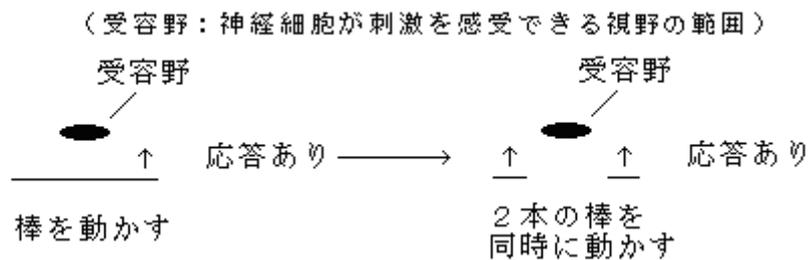
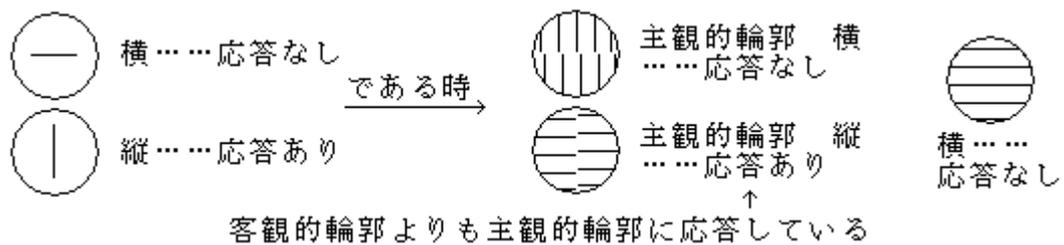
いずれの図でも、アモーダル補完的には「A」が緑の帯の後ろに隠れていると推定する

⑤神経メカニズム

⑤主観的輪郭と細胞応答

(V2にある) 方位選択性細胞の一部・・・主観的輪郭の方位に選択的な応答

(方位選択性については5-1(2)①参照)



2本の直線を結びつけるような、1本の直線があるかのように応答する

☆読解ポイント：隙間から見る物体は補完する

9-2 知覚的充填

◎ 充填現象

① 盲点

視神経円板：網膜上の血管や視神経の出口。視細胞が欠如

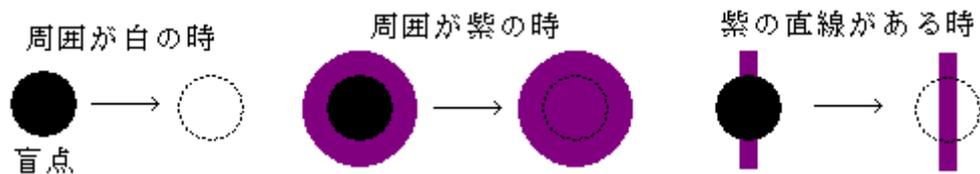
盲点：視神経円板に対応する視野上の領域（視細胞欠如のため光を捉えられない）

（盲点は左眼には左、右眼には右にあり、両眼の時は互いに補い合い意識されない。しかし片眼の時でも盲点は認識されない → 充填されるため）

② 盲点での充填

盲点には視覚入力なし → 像に穴が空いている。だがそうは見えない

充填：周辺の色や明るさの属性が内部を埋める



③ 静止網膜像

図形を網膜上の同じ位置に呈示

→ 長時間観察すると見えなくなる（背景色で充填する）

固視微動：静止網膜像を防ぐ。いつも網膜像を揺らすことでリフレッシュしている

④ トロクスラー現象

視野周辺で、輪郭をぼかした図形を観察

→ 長時間観察すると見えなくなる（背景色で充填する）

固視微動しても（視野周辺の解像力では）網膜像はほぼ静止（固視微動で防げない）

◎ 神経メカニズム

⑤ 皮質（大脳皮質）での網膜部位再現(V1)

皮質表面上に網膜部位はトポロジー（位置関係）を保って再現される

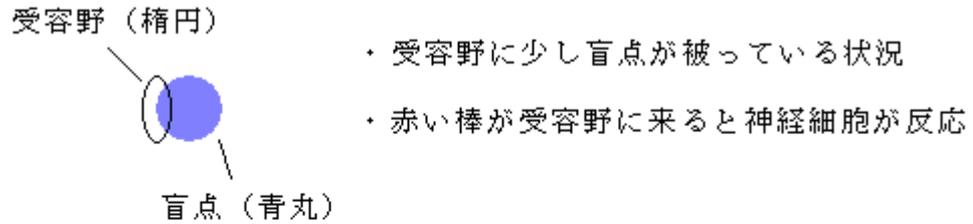
⑥ 盲点の皮質対応領域

皮質表面上に盲点（網膜の視神経円板の部位）はトポロジーを保って再現される

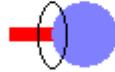
盲点も皮質表面上に対応領域を持っている

⑦盲点の充填知覚と神経発火

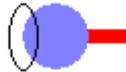
充填した線分が知覚される条件で、実際の線分があるときと同じ発火（反応）をする神経細胞がある



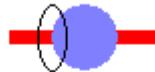
(a) 盲点の左側だけに赤い棒が来た時



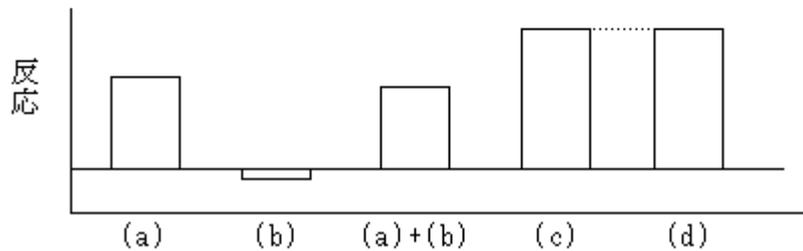
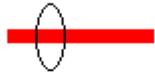
(b) 盲点の右側だけに赤い棒が来た時



(c) 盲点の両側に赤い棒が来た時（盲点での充填が起きる）



(d) 盲点が無くて、赤い棒が受容野全体にかかる時



(c)は(a)と(b)が同時に起きた場合だが、盲点での充填が起きて赤い棒が受容野全体にかかる状態になるため、(a)と(b)を単純に足した反応よりも大きく、(d)と同じ反応となる

☆読解ポイント：静止網膜像は背景に溶け込む

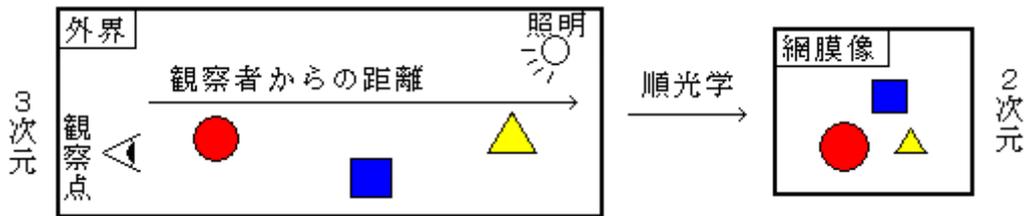
第10回

10-1 恒常性

◎視覚の不良設定性

①順光学

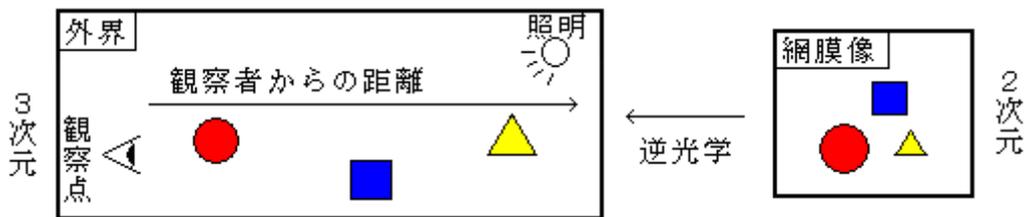
既知の外界（3次元構造、照明条件.etc）があった時、
どのような投影像（2次元の光分布）が生じるか



(注. 網膜像上では左右上下の位置関係が逆になる)

②逆光学

既知の投影像（2次元の光分布）があった時、
どのような外界（3次元構造、照明条件.etc）によって生じたものか



③不良設定問題

良設定問題：一意解が求められるもの

不良設定問題：無数の不定な解がありうるもの

例) $x = a \times b$

良設定

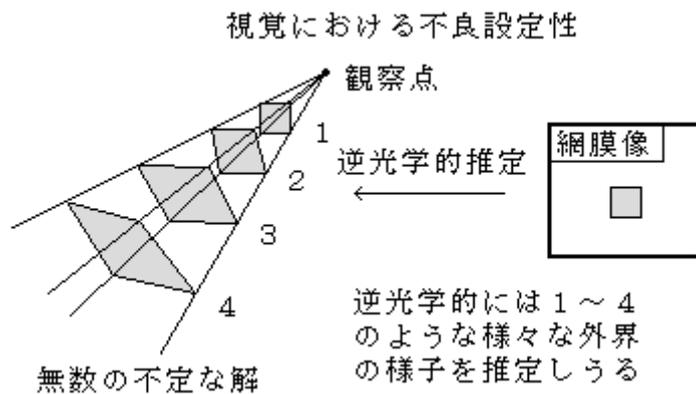
$a = 6, b = 800$ だった

x を求めよ

不良設定

$x = 4800$ だった

a と b を求めよ



④自然制約条件

不良設定問題……制約条件で解をしぼる必要あり

自然制約条件……外界に関する尤もらしい仮定

例) 家族で電車を使って外出するという状況で

$x_j = a_j \times b_j$ (a_j は一人当たりの電車賃、 b_j は人数、 x_j は電車賃の合計) を考える

$x_1 = 480$ だった

a_1 と b_1 を求めよ

$x_2 = 840$ だった

a_2 と b_2 を求めよ

自然制約条件



(ただし、常識的に $b_1 = b_2$ として構わないし、 a_1 はとりあえず 120 と仮定してみる)

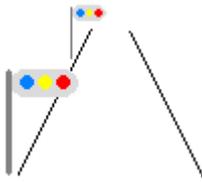
◎知覚の恒常性

⑤大きさの恒常性

観察距離が変わる

→ 物体の網膜像の大きさが変わる

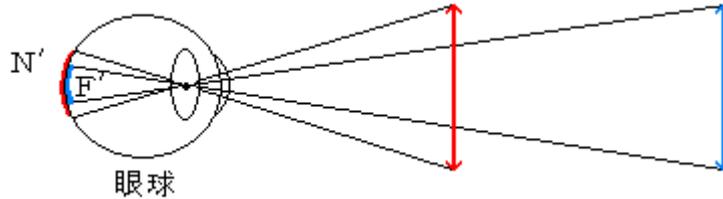
→ 物体の大きさが変わっては見えない



奥行き関係から、観察距離が変化すると推定
(信号の大きさが違うのだとは考えない)

[順光学] 像の大きさ ← 物体の大きさ ÷ 観察距離

[逆光学] 物体の大きさ・観察距離 ← 像の大きさ

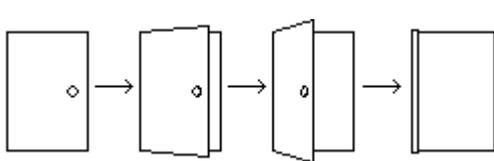


⑥形の恒常性

観察方位が変わる

→ 物体の網膜像の形が変わる

→ 物体の形が変わっては見えない (剛体性の仮定 (5-2(1)③参照))



網膜像上でドアの形が変化する

→ ドアは変形しないだろうと考える

→ ドアが動いて観察方位が変わったのだろうと推定する

[順光学] 像の形 ← 物体の形 ÷ 観察方位

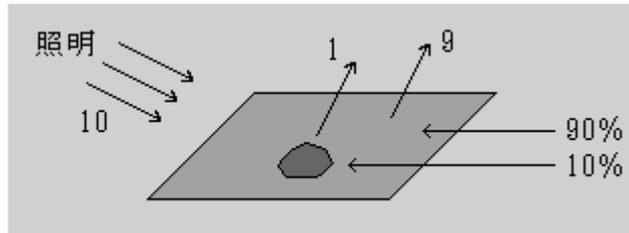
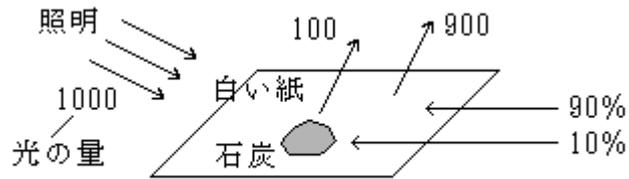
[逆光学] 物体の形・観察方位 ← 像の形

⑦明度の恒常性

照明の強度が変わる

→ 物体表面からの反射光強度が変わる

→ 物体表面の（相対的な）明るさが変わっては見えない



絶対的な光強度から物体の明度を求めるのではなく、周囲の物体との相対性から明度を推定する

〔順光学〕 反射光強度 ← 照明強度 × 反射率

〔逆光学〕 照明強度 × 反射率 ← 反射光強度

以上3つの恒常性により、不良設定性を持つ視覚の解（外界の様子）をしぼる

☆読解ポイント：物の大きさと像の大きさは別

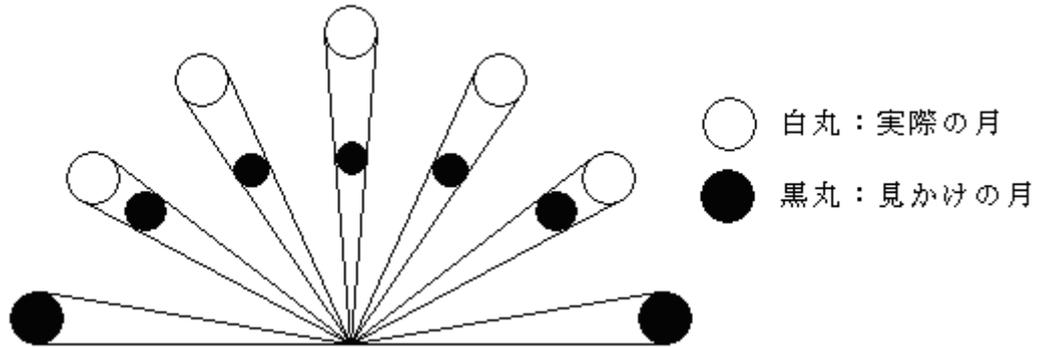
10-2 空間視

◎月の錯視

地平線に近い月……大きく見える

天上に昇った月……小さく見える

実際の月の投影像サイズ：直径 0.5 度（視角（2-2①参照））

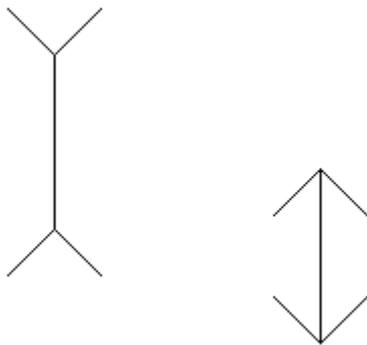


月が高くなる → 奥行き関係（山や木などの地上物）が少なくなる → 見かけの距離が短く見えてしまう（上図の黒丸） → 見かけの大きさが小さくなる

（奥行きを示す物が少なくなると、非常に遠距離にある月は実際よりも近場にあるように見えてしまいます。このように見かけの距離は短くなりますが、実際には網膜に映る像の大きさは同じなので（上図の白丸）、像の大きさは同じで観察距離は短くなった、という状況になります。そのため「近くて像の大きさ同じ」＝「さっきよりも月の大きさは小さい」と感じてしまいます（大きさの恒常性）

◎幾何学的錯視

①ミュラー・リヤー錯視



錯覚：左の鉛直線（重力方向の直線）の方が右の鉛直線よりも長く見える

実際：どちらも同じ長さ

錯覚の原因：矢羽根の向きによって線分の長さが違って見える。見かけの距離が変わって（左の方が遠く、右の方が近く見える）見かけの大きさが変わる

上図左の図形は図 a のピンク枠で囲んだ部分と同じなので遠くに見える、上図右の図形は図 a の青枠で囲んだ部分と同じなので近く見える

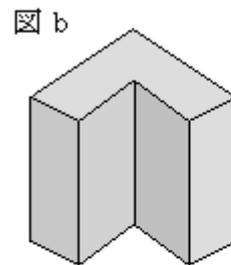
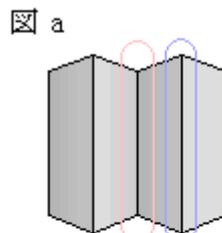
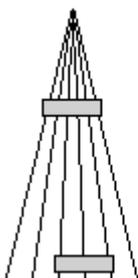


図 a は、この方向から見た図

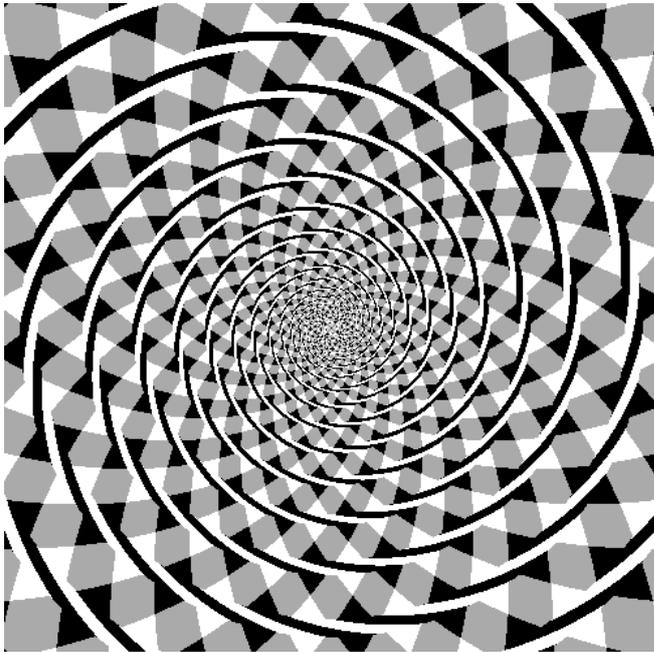
②ポンゾ錯視

錯覚：上の灰色の長方形の方が下の長方形より長く見える

実際：どちらも同じ長さ

錯覚の原因：放射状の直線群が奥行き関係を表しているように見えるので、直線の収束点付近の長方形が遠くにあるように見える。見かけの距離が変わって(上の方が遠く、下の方が近く見える) 見かけの大きさが変わる

③フレーザー錯視



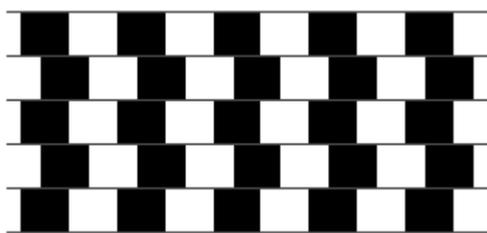
(<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/FraSpr.html> より)

錯覚：黒白の円い線が渦巻いているように見える

実際：渦巻きではなく唯の輪

錯覚の原因：線が実際より曲がって見える。局所的な方位 vs. 全体的な方位 (局所的に見て曲がっていると判断すると、全体的にも曲がっていると考える)

④カフェウォール錯視



錯覚：6本ある横方向の直線の内、上端、下端を除いた4本が傾いて見える (左下、右下、左下、右下の順) 0

実際：水平線は全て傾いていない

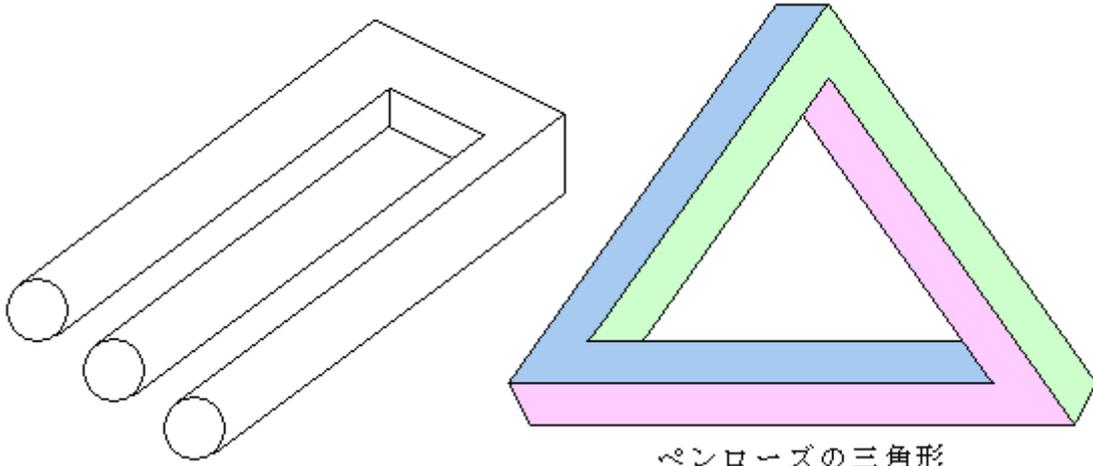
錯覚の原因：図形のずれによって、線が実際より曲がって見える。局所的な方位 vs. 全体的な方位

(模様を全て取り去ると下のようになります)



◎不可能図形

あり得ない構造の立体が見える



ペンローズの三角形

他にエッシャーのだまし絵など

局所的な構造 vs. 全体的な構造

(局所的に見て正しい構造が全体的な構造としても正しいと考えてしまい、実際の全体構造と矛盾してしまう)

☆読解ポイント：天上の月は小さく評価

第 1 1 回

1 1 - 1 知覚的体制化

◎図地分化

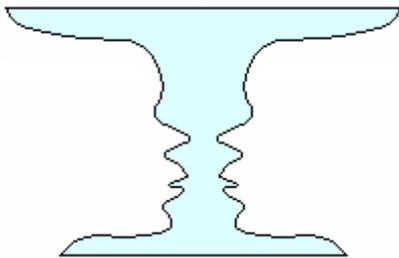
①図・地・輪郭

まとまり (図) とその背景 (地) に画像を分節化



②図地反転図形

ルビンの壺



顔に見えたり、壺？に見えたりする
(図・地の関係が入れ替わる)
→ 顔と壺は同時には見えない
(どちらかが図に見える時には、もう一方は必ず地に見える)



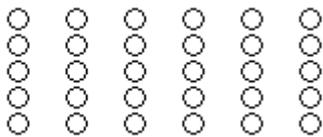
黒い図形が並んでいるように見えたり、「WIN」という文字が書いてあるように見えたりする
(どちらかが見えている時は、もう一方は見えない)

◎ゲシュタルト要因

③近接の要因

群化.....画像中の特定部分がまとまりを持つ

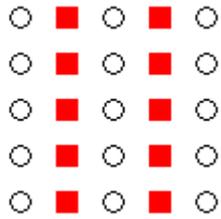
近接：近いもの同士はまとまりやすい



円の縦列が横方向に 6 列並んでいると考えがち
(横列が縦方向に 5 列あるようには見えにくい)

④類同の要因

類同：似たもの同士はまとまりやすい



白丸の列と赤四角の列があるように考えやすい

⑤よい連続の要因

・閉合：閉じた輪郭にまとまりやすい



・よい連続：滑らかな線にまとまりやすい

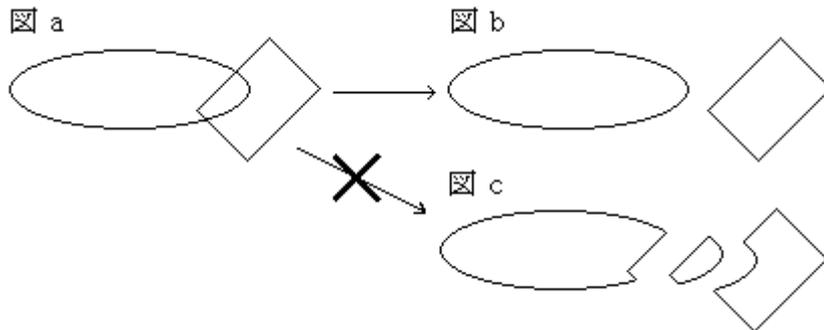


図 a を見ると、図 b のような 2 つの図形が重なっていると考える。図 c のようには考えにくい

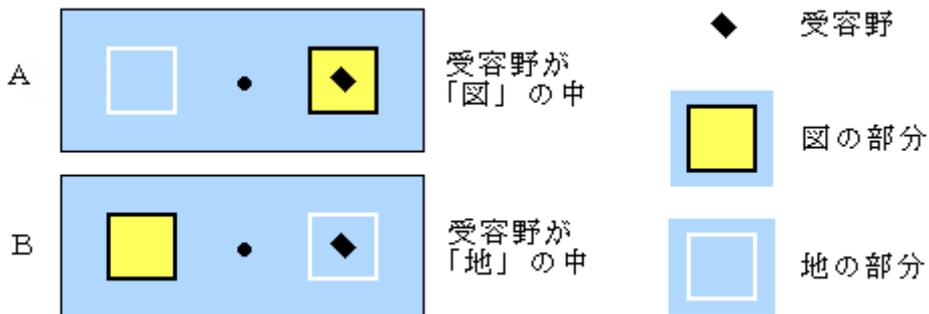
・よい形：単純な形にまとまりやすい



「A」に見える
(実際には黒い図形の集合に過ぎない)

◎図地関連の神経活動 (V1) (V1は大脳皮質内の領野を示す語)

視野が図と地に分化しているとき、受容野(神経細胞が刺激を感受できる視野の範囲)が図の中にある方が、強く応答する細胞がある



BよりAの時の方が、細胞は強く応答

☆読解ポイント：図地分化は構造解釈の第一歩

1 1 - 2 物体認識

◎認識のための処理様式

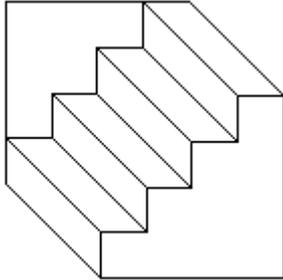
①ボトムアップの体制化

意識せずとも画像要素間に関係性を持った知覚的体制化がなされる（前節 1 1 - 1 知覚的体制化で扱った内容のこと）

ボトムアップ：画像データをもとにする（画像から脳内知識へ。下 → 上）

②トップダウンの体制化

同じ画像でも「構え」（どのように対象を見ようとするかの態度）によって見え方が変わる



手前に見える階段側面が奥にあるように見ようとすると、この図は2通りの見方ができる

トップダウン：先行経験や記憶、知識を元にする（脳内知識から画像へ。上 → 下）

③原型との照合

図形の特徴（ボトムアップ）

照合して物体認識

脳内の原型（トップダウン）

何かの図形が呈示される → 脳内のひな型と比べて、一番合致するものとして知覚
意味不明な図形でも、一度意味のある図形として照合されると、以後その図形にしか見えなくなる

④部分と全体

物体認識の階層性

部分（眼、口、……）を原型と照合して認識

全体（顔）を原型と照合して認識

表情を原型と照合して認識（倒立像だと認識しづらい）

◎認識に関連する神経活動

⑤図形特徴選択性細胞（IT）（ITは脳内の位置名）

特定の形状の刺激に強く応答する細胞がある

ボトムアップ情報から物体の特定形状を取り出し、トップダウンとの照合を助ける

⑥顔に応答する細胞（IT）

顔写真に応答し、それ以外の写真には応答しない細胞がある

（特定の顔だけに反応する細胞があれば、全ての顔に反応する細胞もある）

☆読解ポイント：原型と照合して物体を見出す

読解ポイントまとめ

この授業は、「小説から抜粋した文章を提示 → そこから読み取れる視覚の仕組みについて講義 → 抜粋した文章を読み解くための読解ポイントを示してその章終わり」というスタイルで進められています。以下にそれらの読解ポイントと、抜粋された文章で取り上げられた問題を示しておきます。なお、余りにも無理やりな解釈だったり、分かりづらかったりした問題はカットしました。

1-1 ◎読解ポイント：暗順応には時間がかかる

「盗みをした犯人が片目をずっと塞いでいた人間だと分かったのはなぜか」

順応曲線を見ると明るいところに順応してから20分～30分経過するまで人間の目を暗闇に順応し続ける。よってずっと塞いでいることによって普通の人よりもよく暗闇が見える状態になる。

1-2 ◎読解ポイント：絶対検出閾の付近は見えづらい

2-1 ◎読解ポイント：暗所視では視力が悪い

2-2 ◎読解ポイント：桿体は視野中心ではなく、視野周辺に多い

3-1 ◎読解ポイント：感度は波長によって異なる

「竹が暗闇でも一際白く光って見えるのはなぜか」

暗所視では緑色の光を最もよく見分けられる。すなわち緑色の竹は暗闇でもよく目立つ。しかし暗いと桿体（色を感知できない）が主に働き、錐体（色を感知できる）はほとんど働かないので、色を見分けることは困難になる。そのため竹は、色は分からないが明るい光、つまり白い光として人間には見える。

3-2 ◎読解ポイント：薄明視では色みが遷移する

「夕焼けに映える山の色が赤から紫、紫から灰色に変わるのはなぜか」

昼 → 夕方 → 夜になって明るさが変化することで、視覚が明所視（山の色：赤） → 薄明視（紫） → 暗所視（灰色）へと変わった。

4-1 ◎読解ポイント：明るさの違いは強調される

「庭の塀の裏が日陰から日向になった時、庭のその周囲がかえって暗く見えるようになったのはなぜか」

庭の塀の裏が日向になったことでその場所が明るくなり、その周辺は明るさの対比によってかえって暗く見えるようになった。

4-2 ◎読解ポイント：色の違いは強調される（され続けている）

「上端が水色の窓ガラス越しに見た曇り空の色が、桃色だったのはなぜか」

窓ガラスの上部分から見た空は、窓の色によって水色に見える。一方、その下の部分は着色されていないので、そこから見える空は実際には白色。しかし上部分の水色と対比されて桃色に見えた。

5-1 ◎読解ポイント：参照枠との相対運動が見える

「雲を背景に山を見た時、山が動いて見えたのはなぜか」

雲を参照枠として見たので、動いている参照枠の中で山が静止しているという状況になり、静止している山が雲の動きと逆方向に動いているように見えた。

5-2 ◎読解ポイント：運動信号は空間的に統合される

「砂浜で砂色のカニが無数に動くのを見た時、砂浜自体が動いているように見えたのはなぜか」

個々のカニの動きが統合されて、1つの大きな動きとして砂浜が動くように見えた。

- 6-1 ◎読解ポイント：両眼像は対応点が融合する（左右の像から立体視が生じる）
- 6-2 ◎読解ポイント；自分が動くと運動視差がつく
「離陸する飛行機から外を見た時、地面は下方向に、夕日は機体の移動方向に動いて見えたのはなぜか」
運動視差により、近い対象（地面）は自分と反対方向に、遠い対象（夕日）は自分と同じ方向に動いて見えた。
- 7-1 ◎読解ポイント；反射光から表面角度が分かる
「イルミネーションが点灯した時、ビルが踊るように見えたのはなぜか」
太陽光のない夜に、イルミネーションだけの単一光源で照らし出されたので、その瞬間ビルの表面の凹凸がくっきり浮かび上がって見えた。
- 7-2 ◎読解ポイント；遠くの物体の像は濃淡が薄い
「いつも窓から眺めている丘を雨の日に見た時、普段より遠くにあるように見えたのはなぜか」
雨が降っていると、離れたものが霞みがかってぼんやりして見える。大気遠近法により、濃淡のはっきりしない物は遠くにあると推定するので、丘は遠くに見えた。
- 8-1 ◎読解ポイント；光の流れで自分の動きを知る
「霧の中を歩いていると、自分が進んでいないように感じるのはなぜか」
霧で周囲の風景が何も見えないと光学的流動も発生しないので、自分の動きを知覚できない。
- 8-2 ◎読解ポイント；環境と相対的に自分の身体の動きを感じる
「雪が降るのを見ていると、自分や地面が上に動いて見えるのはなぜか」
雪が降るのを見ていると、周囲の環境が下へ移動している状況が生まれ、自分が逆の上方向に動いていると身体定位してしまう。（ベクシオン）
- 9-1 ◎読解ポイント；隙間から見る物体は補完する
「雨戸の破れ目を通して、外を歩く人の全体の姿が見えるのはなぜか」
細い隙間から見える瞬間的な像は限られているが、運動している対象は時間毎に連続した部分像を見せるので、それらを統合して補完された全体像を見ることが出来る。
- 9-2 ◎読解ポイント；静止網膜像は背景に溶け込む
「決闘相手の襟元に狙いを定め続けていたら、周囲のものが見えなくなったのはなぜか」 トロクスラー現象が起きたので、視野周辺の景色が見えなくなった。
- 10-1 ◎読解ポイント；物の大きさと像の大きさは別
「遠くから近づいてくる人は、初めは小さく、徐々に大きく見えてくる」
遠くにいる時は小さく、近くにいる時は大きく見えても、その対象の実際の大きさは変わっていない。
- 10-2 ◎読解ポイント；天上の月は小さく評価
「地平線近くの月は大きく、天上に昇った月は小さく見えるのはなぜか」
10-2(1)にて解説。
- 11-1 ◎読解ポイント；図地分化は構造解釈の第一歩
- 11-2 ◎読解ポイント；原型と照合して物体を見出す
「柱や天井の木目、壁のしみなどが人の顔に見えるのはなぜか」
脳内に保存してある人の顔の形についての知識が、トップダウンで木目やしみと照合され、一致すると人の顔に見えるようになる。

過去問

2005 年度夏学期 認知神経科学試験

科目名：認知神経科学 教員名：村上郁也 試験時間 90 分
解答用紙：両面 1 枚 計算用紙：0 枚 持ち込みの有無：不可

以下の問いに答えよ。(いずれも文章の長さは問わない。要点を押さえてあればそれぞれ簡潔な数個の文章で終わってかまわない。)

1. 「主観的輪郭」と呼ばれる現象では、刺激内に存在しない輪郭が観察者にはなぜか知覚され、「アモーダル補完」と呼ばれる現象では、やはり輪郭の存在が観察者にはわかるという。これらの現象の典型例を図示して、どのような現象かがわかるように説明せよ。
2. ものの動きの知覚に関係する任意の錯視をひとつ挙げて、いかなる現象か説明し、その現象からわかる視覚の仕組みを説明せよ。
3. 以下のキーワードをすべて用いて、認知神経科学の小論文を作れ。
光 対比 錐体 色 分光感度 知覚 波長スペクトル
4. 本講義で扱った脳の情報処理の不思議さについて、自ら考えたことを書け。

解答のためのポイント (と思われるもの)

1. 図は 9-1(1)①、②に類したものを描く
主観的輪郭：誘導図形により囲まれた部分に輪郭があるかのように知覚
アモーダル補完：周囲との関係から、遮蔽された部分に輪郭があるだろうと推定
2. 5-1(1)や 5-2(1)などから任意の現象を選んで書く
(ここでは誘導運動を例にとります)
現象：静止している物の周りに動いている物が存在 → 運動関係が逆転
仕組み：外側の大枠を参照枠として捉えやすい。参照枠は動かないという思い込み
3. (いくつか答え方があるかもしれませんが、ここでは「色の知覚」を例にとります)
眼に入った光は錐体を介して色が知覚される
3つの錐体はそれぞれ異なる分光感度を持ち、感度は光の波長によって異なる
色の差は強調されて視覚される (対比)
この辺を盛り込みつつ色の知覚の仕組みについて書けばいいと思います (あんまり自信ないですが)
4. これは人それぞれということ。