

1991年冬期視覚研究会抄録集

セッション 1

<研究動向>薄明視における色の見えと明るさ

湯尻 照 (広島工業大学)

夕方になってまわりが薄暗くなると、道路標識や人が着ている服装などの見え方が、昼間の明るいときとくらべて変化してくる。これは、人間の眼が錐体視から桿体視へと徐々に移行するためであり、薄明視とは、このように明所視から暗所視の中間の視覚をあらわすことは周知のことであるが、現在、この薄明視における明るさや色を測定する測定器は残念ながら存在しない。ここでは、この薄明視における色知覚と明るさ知覚の現象を、カラーネーミング法および直接比較法という手法によって測定し、(1)薄明視領域の照度レベルの範囲は？(2)薄明視における表面色の色の見えはどの程度変化するのか？(3)色の見えの変化と明るさ(等価明度)との関係は？ などについて考察する。

薄明視および明所視におけるフラッシュ光刺激に対する瞳孔反応とその解析

伊藤一也・渡邊 建 (東京理科大学理工学部電気工学科)

瞳孔対光反射の振舞は網膜視細胞の光検出機能を忠実に反映しているものと考えられる。錐体と桿体の機能が切替わる薄明視、および錐体に支配される明所視におけるフラッシュ光(インパルス刺激)に対する瞳孔反応を調べ、その特性の違いを明らかにする。

光刺激は単チャンネルのマックスウェル視で与え、光源には赤、緑、青LED封入の「白色LED」(サンヨー製)を用いた。刺激眼の瞳孔面積を「明瞳孔」検出方式の赤外線TV瞳孔計で計測した。順応光強度と刺激光強度及びそのon/off制御は12-bitDACを介しコンピュータで行った。

被験者には成人男子5名を使い、順応時間は十分に与えた。刺激強度は順応レベルに対し0.5-log単位で3.5-logまでとした。刺激光は光強度を均一とした単色スペクトルで与えた。全体的な強度はNDフィルタで調整した。瞳孔のインパルス反応をフーリエ変換しパワースペクトルを求めた。

結果とその解析は講演で提示する。

自然環境の中の色の可視度について

川上元郎・荒生 薫 (東京工芸大学工学部) ○井上英俊 (インターナショナルテクノロジー)

「見え易い色」、「見つけ易い色」、「目だつ色」と言うような言葉で表現される「それぞれの色が人間の目に捕らえられ易いか、捕らえられにくいのか」について、CRT上に自然環境の色の代表としてある一定の4色からなるモザイクパターンを表示させ、無作為に表示した目標物を被験者に搜索させる実験を行った。これらの結果から、自然環境内に生息する動植物の色がその周囲の雰囲気や、環境に対してどの様に関係するか。また如何なる配色に関係があるかについてを明らかにした。

色識別能力に対する加齢と光源の影響について

行田尚義 (鹿児島大学工学部情報工学)

照明に白色蛍光ランプ、D65純正色蛍光ランプ、3波長形蛍光ランプ、白熱電球の4種類の光源を使い、20歳台2人、50歳台と60歳台各1人の若年者グループと高齢者グループについて100hueテストを行った結果を報告する。

高齢者の不快グレア —光色との関係—

矢野 正・金谷末子（松下電器照明研究所）市川一夫（社会保険中京病院）

前回、高齢者および若年齢者に対して、光源の相関色温度と不快グレアとの関係について実験検討を行い、光源の相関色温度が高いほど不快グレアの程度は大きくなり、特に高齢者は若年齢者に比べてその変化量が大きいという定量的な結果を得ることができた。また、光源の分光組成の違いにより不快グレアの程度が変化する可能性が示唆された。今回、相関色温度がほぼ一定で、分光組成の異なる光源を用い高齢者と若年齢者のそれぞれに対して不快グレアの許容限界輝度を求めた。その結果、今回の条件範囲内では、分光組成が異なっても相関色温度が一定であれば不快グレア一定となることがわかった。

セッション 2

明所視における明るさ知覚の実験式

中野靖久（東京工業大学総合理工学研究科）

同じ輝度を持つものでも、色の鮮やかな方がより明るく見えるという現象は Helmholtz — Kohlrausch 効果として知られている。この現象を定量的に測定したデータとしては、明るさの分光感度や色度図内での B/L 比（明るさと輝度の効率の比）の測定などかなりまとまったデータが集まっている。また、この現象を定量的に説明するモデルや実験式もいくつか提案されている。しかし、この現象には個人差が大きいという問題点があり、個人差をも定量的に説明するモデルや実験式はまだ提案されていない。ここでは、我々の研究室で測定した12名の明るさ分光感度のデータを分析することにより、個人差をも説明する明るさ知覚の実験式を提案する。

色弁別閾と ΔE^*_{uv} , ΔE^*_{ab} の関係

矢口博久・増田功・三宅洋一（千葉大工学部）

画像の色再現の分野では、測色的色再現の評価として CIE 1976 LUV あるいは CIE 1976 LAB の色差がよく用いられる。そこで、今回は前回報告した刺激の空間的呈示条件を変化させた場合の色弁別閾の結果¹⁾を ΔE^*_{uv} , ΔE^*_{ab} を用いて評価したので報告する。実験はコンピュータ制御の CRT を用いており、D65 白色から赤、緑、青原色の増減分を種々の組合せで行った。D65 を中心に色空間における26方向についての弁別閾における最大色差（青の増減分の方）は最小色差（赤、緑、青の同時増減分の方）の約10倍もあり、CIE 色空間の均等性が崩れていることが明らかになった。また、物体色モードと光源色モードの色弁別閾を測定したので、併せて紹介する。

1) 本村秀人, 出口達也: 色弁別の空間的特性, VISION 2, 7 (1990)。

知覚確率曲線の傾きの解析 II

岩井 彌・矢口博久・三宅洋一（千葉大工学部）

前回の視覚研究会では、知覚確率曲線の傾きは、刺激の空間的、時間的的条件や、順応条件によって変化することを報告し、知覚確率曲線の傾きを変化させる要因を知ることは、視覚系のメカニズムを考察する上で重要であることを述べた。

今回は、現在最も一般的に用いられている段階説の色覚モデルに基づき、1) 輝度チャンネルのみ働く、2) 反対色チャンネルのみ働く、の2つの条件下で、刺激の時空間特性や分光分布を変化させた時の、弁別閾に対する知覚確率曲線の傾きの測定と解析を試みた。そして、その傾きが視覚系のどこで決定されているのを検討してみた。

等輝度二刺激法による色応答の時間的足し合わせ特性の比較

珠川清巳・内川恵二（東工大総理工）

視覚の色応答の時間特性は、増分閾値やフリッカーの弁別閾値の測定をはじめ、以前から多くの研究がされてきている。しかし、その結果は現在必ずしも一致していない。今回は、視覚の時間的足し合わせ特性に注目し、等輝度な刺激を用いて、色応答の時間特性を調べてみた。装置は6チャンネル・マクスウェル視光学系、刺激は視角が1.5度で通常はホワイトを呈示しておく。被験者は頭部を歯形で固定し、ある色の2つのパルスを見て、その時にパルスにしている色が見えたかどうかをYes、Noで判断する。恒常法で刺激を出し、結果から得られた知覚確率曲線の0.5のところを閾値とする。今回は、2つのパルス刺激に赤、青、黄、を用い、これらの中で色応答の時間特性が同じなのか、ある色では他の色と時間特性が違うのかを調べる。

セッション3

色画像の回転・縮小操作における心理的影響

五十嵐 晃（新潟県工業技術センター）山羽和夫（機械技術研究所）

人間の目が、ディスプレイ上の色画像をどのように捉えているのかを調べるため、汎用の画像処理プロセッサを用いて色彩のある画像に、回転および縮小の操作を施し、被験者に原画像との比較、評価をさせた。

比較方法は、原画像と操作画像の一対比較法を用い、50段階評価を行った。

人間は、傾いたり回転した画像を見る際には、メンタルローテーションという効果の発生することが知られている。そこで、メンタルローテーションの効果を防ぐため、操作画像を回転について元の角度に戻して、純粋に回転、縮小の効果のみが、効いてくるように配慮した。

結果として、縮小の影響の方が、回転の影響より大きいことが分かった。

今後、自律ロボットの視覚系にこれらの結果を適用してゆく予定である。

視覚イメージ形成における色差の寄与

内村昌幸・内川恵二（東工大総理工）

主に輝度情報によるといわれる視覚イメージ形成に対する色情報の効果を調べる。スチルビデオカメラの画像を $L^*u^*v^*$ 空間で平均し、そこから原画像に近づける方向で様々な色差および輝度差をつけてCRTで被験者に呈示し、その際できる視覚イメージを評価してもらった。輝度差なくし色差だけを与えた画像からは視覚イメージはできず、同じ輝度差をつけた場合には色差を与える事により視覚イメージが良くできる事がわかった。さらに u^*v^* 面で特定の方向の色差のみを与えて同様の実験を行い、視覚イメージ形成に対して特別な色があるかどうかについても報告する。

CFF以上の点滅光が明暗弁別・空間パターン特性へ与える影響

八田耕治・三井 浩（東京工芸大学）

定常光と点滅光での明暗感覚差を利用して、点滅光の周波数を変化させ、両者の明暗感覚が等しくなる周波数（SFF）を明暗弁別閾値法で求めた。その結果、 600cd/m^2 以下の呈示条件ではSFFは70~80Hzまで影響が見られた。ところが、CFFは輝度に比例して約120Hzまで上昇すると言う報告もあり、このような高輝度でのCFFとSFFの関係を調べた。その結果、本実験条件ではCFF

は65Hzで飽和し、明暗弁別への影響度を与えるSFFは、前回と同様70～80Hz付近であった。また、時間的に表示情報が変化するDisplayでは、走査線や文字などによる空間的輝度分布を示す場合が多い。そこで空間パターンを変化させた時、点滅光での明暗弁別特性への影響度を調べた。

点滅視野の分離と一体化の知覚に及ぼす点滅条件の影響

山下由己男（九州芸術工科大学） 今井信之（キャンノン）

視野に点滅する領域と点滅しない領域があるとき、点滅領域は背景（地）として知覚され易く、さらに地の知覚を誘導する最適な点滅頻度があることが報告されている（Wong and Weisstein, 1987）。そこで、複数の視野領域が異なった頻度あるいは位相で点滅しているとき、点滅頻度や位相の違い、さらに視野の色が、それらの視野領域が組み合わされて形成される形の知覚にどのような影響を与えるかについて調べた。刺激パターンとして、7セグメントからなる「8」の字を用い、7つのセグメント及び背景の計8個の領域を異なった点滅頻度あるいは位相で提示し、知覚される数字の形を被験者に報告させることによって、点滅領域の分離と一体化の知覚を評価した。その結果を報告する。

セッション 4

<研究動向>周辺視における反対色過程の特性

日比野治雄（千葉大学教養部）

色相打ち消し法（hue cancellation technique）を用いて、二人の正常色覚者の左眼こめかみ側の0°（中心窩）、3.3°、10°、21°、31°の網膜部位で、r-gおよびy-bの反対色レスポンス関数を測定した。刺激の大きさは、視覚領の拡大率に基づいて、周辺部にゆくにつれて大きくした。また、2400 scotopic Tdの白色順応光を用いて、杆体の関与を抑えた。両被験者の各網膜部位における黄斑色素の濃度も、フリッカー法を用いて測定しておいた。

黄斑色素の影響を補正すれば、r-gチャンネルの分光感度は、どの網膜部位でもほぼ同じであった。ところが、y-bチャンネルは、黄斑色素の補正を行なうと、部位によって分光感度が異なるのである。逆に、黄斑色素の補正をしなければ、y-bチャンネルの分光感度は、どの網膜部位においても、ほとんど同じになるのである。すなわち、y-bチャンネルは、黄斑色素の影響を補償するように、網膜部位に応じて青のレスポンスを変化させるのである。中心窩近辺の黄斑色素濃度の変化にもかかわらず、y-b次元に関する均一な色情報を得ることができるので、このy-bチャンネルの特性は色知覚にとって非常に有益なものであると考えることができる。

明順応周辺網膜における色光の色の見え

高瀬正典（防大／東工大総理工）・内川恵二（東工大総理工）

蛍光灯照明の半球視野（N5.5, 120cd/m²）内の中央に白色参照光（2°, 250cd/m², Xe）を連続呈示し、それと継時的に明るさマッチングしたテスト色光（470, 510, 580, 640nm）を周辺網膜に1秒間呈示するときの色の見えをカラーネーミング法で調べた。テスト網膜部位は、45°毎8方位、離心角0°, 10°, 20°, 30°, 50°(40°), 70°(80°)とし、被験者10名中斜め方位は3名のみ測定した。その結果、離心角に応じる色光の色の見えは従来の研究結果*と異なる傾向を示し、各色光の彩度（色み成分、ユニーク色成分）の低下はかなりの離心角まで小さかった。

＊)：関口ほか，“色の見えに基づく色視野の測定”，日本眼光学学会誌，4，122-127(1983)。

表面色と光源色における周辺視色覚特性の違い

石田祐司・鉄村幹太・岡嶋克典（防衛大応物）

周辺視における色の見えは中心窩と異なることが知られているが，そのほとんどは光源色を使った実験によって調べられている．一方，我々の周囲には表面色が多く存在しており，その色の見えが周辺視でどのように知覚されているかは明かではない．そこで本研究では，表面色と光源色の網膜周辺位置における色知覚の変化を，カラー CRT を使ったカラーマッチング法によって測定し，その特性の違いを考察する．

2色混色の色の見えに対する背景色の効果

古段英子（九州芸術工科大学画像設計学科）

2つの異なる色の光源からの光がその混合比を段階的に変えて提示されているとき，それらの色の見えが，その周辺に提示される光の色によって変化し，単なる加法混色では予測できないような色の見えが生じることが知られている．そこで，周辺に提示される色光の測色値とテスト視野に提示されている混色光の測色値及びその色の見えの定量的関係について調べた．テスト視野として， 4×4 個のマトリックス状に正方形（一辺視角2度）を提示し，それらの間に隙間（視角1度）を設けた．一方の光源から正方形視野への光は縦方向に輝度を段階的に変化させ，もう一方の光源からの光の輝度は横方向に変化させた．隙間を黒色にしたときは，2色の光源の混色で予測される色が知覚されたが，隙間に純度の低い色光を提示したときには，正方形領域の色光の測色値は全く変化しないにもかかわらず，混色では予測できない色が知覚された．このような色の変化を，CRT 画面との色マッチングによって定量的に測定した結果を報告する．

周辺光による黒み誘導量の測定

篠森敬三・内川恵二（東工大総理工）

刺激光の周囲にそれよりも高輝度の光を同時に呈示した場合，中心部の見えに黒みが生じる．黒みは周辺光輝度の増加とともに増大するが，その誘導量と中心光周辺光との関係はまだ良くわかっていない．そこで本研究では周辺光輝度及び色を変えた時の黒み誘導量の測定を行った．装置はキセノンランプを光源とするマックスウェル視光学系を用い，刺激として直径50'の中心光と外径2°の周辺光を中心窩に呈示した．黒み，白み，色みの合計を100%とするカラーネーミング法によって，中心光輝度一定で周辺光輝度を変数とした時の中心部の黒み誘導量を評価した．また周辺光に単色光を呈示して黒みに対する周辺光の波長の与える影響について測定した．

セッション5

<研究動向>両眼視機能とその成立機序

下條信輔（東京大学教養学部）

乳児心理物理学の知見によれば，立体視をはじめとする両眼立体視諸機能のオンセットは生後4カ月前後にあり，これは視角一次皮質における眼優位性分化と関係していると考えられている．この眼優位性分化というのは，左右眼入力 of 皮質レベルでの独立の表現であり，たとえば，示唆検出に先立ち，その前提となるものである．この事実は，成人の立体視についても，単眼情報（特に

“eye of origin”の情報)と両眼情報の交互作用という点で、興味深い問題を提起する。そこで今回はこの問題意識に沿い、両眼立体視における「両眼非対応領域」の役割について、奥行き・抑制・誤対応・主観的輪郭と主観的面の形成などの観点から、最近の知見をまとめる。

視野闘争における空間的に協働的な交互作用

福田秀子(神戸女子大学) ランドルフ ブレイク(ヴァンダービルト大学)

視野闘争は図一地反転現象と同様に見えるの双安定性という側面をもつ。しかし前者は後者に比してかなり局所的であることが示唆されている。ではその局所的に規定されると考えられる空間領域はどの程度他の領域から独立なのか。換言すれば闘争刺激のある部位の見えが優位になる確率はその近隣領域の状態によって影響されるのか否か。実験の結果、闘争下でのターゲットの見える優位性は、その闘争ターゲットのごく近隣に輪郭を導入することにより増大されうることが示された。更に、闘争ターゲットとその近接領域の輪郭が共にグレーティングで構成されているとき、協働的交互作用の大きさはそれらの間の傾きに依存する、等のことが示された。

上下方向の融像限界について 小南雅也(枚岡病院眼科) 魚里 博(奈良県立医科大学眼科)

水平方向における輻湊や融像については良く知られているが、垂直方向の融像については臨床的に十分な配慮がなされていない。しかし、不同視や乱視矯正眼鏡では、近方視(下方視)した時に上下方向の融像限界が小さいため、眼位がずれて複視を生じる場合もある。また、最近のIOL移植眼でも、IOLの上下偏心によりこのような危険性が生じる可能性がある。

そこで、我々は、屈折異常以外に眼科疾患を有さない成人有志眼で上下方向の融像限界をプリズムを付加することで測定した。その結果、水平方向に比べて垂直方向の融像限界はきわめて小さく、個人差は認められるが平均約2~3△(プリズムジオプター)程度であった。従って、眼鏡矯正やIOL移植手術において、上下方向の左右眼位不同が極力生じないように配慮すべきである。

セッション 6

静止画における残像運動表現の妥当性を仮現運動知覚から検討する

森 和彦(中部女子短期大学)

我々は運動を表現した写真や絵を見て、運動印象を比較的容易に認識できる。これらは直接的な運動の知覚ではないが、その静止画像に、運動を復元する知覚の手掛りが含まれている場合もある。我々の先行研究では残像の表現の手掛りが静止画における運動視の重要な手掛りであることを明らかにした。そしてこの手掛りは社会文化的約束事による運動表現とは異なり、知覚されたイメージに由来しているために、仮現運動条件下でも運動印象を強化する働きを持つことがわかった。

仮現運動視における方向と周波数特定

築地伸芳・大村英子(九州芸術工科大学)

仮現運動事態で、垂直・水平ストロボ交代運動 display を用いた場合、垂直方向の運動が優位に知覚される。前回の研究から、この運動方向の選択性は、視覚系に存在する垂直・水平方向に特定のな下位システムと周波数特定神経に基づくのではないかという仮定が、時間周波数を介して確証

された。

本研究では、前回と同様の方法を用い、空間周波数との関連において、上記の仮定が検討された。その結果、方向特定神経の仮定、及び垂直方向神経の水平方向神経に対する抑制の事実は支持されたが、空間周波数特定神経の仮定は確認されなかった。

窓枠問題と運動残効

西郷賀津雄（九州芸術工科大学）

一定方向に運動する縞を、スリットのような窓枠を通して見た場合、見えの方向は、その縞の実際の運動方向に一義的に決定されず、縞とそれを含む窓枠との関係に大きく依存する。すなわち、そこに窓枠問題（aperture problem）と称される現象がある。一方、運動方向の選択性を示す運動残効現象にあっては、順応した運動縞と反対方向に、静止縞が動いて知覚される。本実験では、前回に引続き、窓枠越しに見られる運動縞の知覚的方向と、それに順応した後の静止縞に知覚される運動残効の方向を調べることによって、窓枠問題を運動残効の文脈で検討した。

帯域制限ランダムドットに誘導される正方向の運動残効

西田眞也（ATR 視聴覚機構研究所） 佐藤隆夫（NTT 基礎研究所）

1 オクターブ帯域で空間的にフィルタリングしたランダムドットを、各フレーム毎に最低周波数の半周期づつ移動させた場合、含まれているすべての周波数成分が $1/2 \sim 1$ 周期移動しているにも関わらず、移動方向に一致した方向に運動が知覚される。我々は、このような刺激が、知覚された運動と同一方向の運動残効を誘導することを見いだした。この正方向の運動残効は、知覚とは反対方向の運動を検出しているフーリエ運動視機構の順応の結果生じるものと考えられる。我々の発見は、帯域制限されたランダムドットの運動の知覚が、少なくとも移動量が多い場合、非フーリエ運動視機構によって媒介されていることを示唆している。

相対運動検出器の運動残効

塩入 諭（千葉大学） Hiroshi Ono（ヨーク大学） 佐藤隆夫（NTT 基礎研究所）

運動する刺激を眺めた直後に静止した刺激を観察すると、それまで見ていた運動と逆方向の動きが知覚される（運動残効）。運動残効は一般に運動検出器の順応により説明されるが、運動検出器としては、単純にある位置における速度に反応するもののほかに、隣接する領域の速度の差（相対運動）に反応するものが考えられる。本研究では、相対運動を含む刺激と含まない刺激を用い、相対運動検出に対する順応効果を測定した。相対運動の検出の速度閾値は、相対運動を含む順応刺激に続いて測定された条件で、相対運動を含まない順応刺激条件に比べ大きな上昇を示した。これは、相対運動検出機構が順応された結果であると考えられることにより説明できる。

セッション 7

<特別講演>形の認識

岩井榮一（東京都神経研）

本号の解説を参照して下さい。

セッション 8

視覚情報処理過程における二次元形状知覚と補間問題に関する研究

栗田正一・石寺永記・村上耕司・荒井祐之・土屋雅彦・宮内裕子（慶應義塾大学理工学部）

von der Heydt らは大腦皮質視覚領 V2 のニューロンが主観的輪郭に応答することを見いだした。そこで我々は生理学的知見をふまえた点パターンの補間と主観的輪郭の形成を行う大腦皮質視覚領 V1 から V2 までのモデルを提案する。このモデルはエッジ付近の情報が V1 へ伝達されて、二種類のおおきさの Simple セルで処理される。この二種類の Simple セルの出力を単純に加減算することによって Complex セルと Hypercomplex セルをモデル化する。このモデルでは Complex セルにおいて点パターンの補間が行われ仮想線が知覚されるとした。また Hypercomplex セルは入力されたエッジの端点や曲率の高いところに応答するようになる。V2 の細胞は Contour セルと呼ばれ、Complex セルと Hypercomplex セルの両者から入力を受けて実際の線と主観的輪郭の両方に応答するようになる。V2 の構造は基本的に V1 と同じであると考えたが、入力される情報が V1 の場合と異なるので上記の様な性質になると考えた。また V1 の Simple セルと同様に Contour セルにも二種類の大きさのものを考え、これを加算することによってより大域的なまとまりを持った主観的輪郭の形成が出来るようになった。

漢字の構成成分による複雑さの定量化

小江啓司（東京工芸大学）

既報の研究によると、漢字は水平線分36%、垂直線分22%で構成されており、漢字の複雑さを示す関数も、水平方向、垂直方向別の密度分布により検討される場合が多かった。しかし、短時間提示による漢字の視認性実験の結果から、斜め成分を含む漢字の正答率が高く、縦横成分の多い漢字に対して識別し易い傾向が見られた。これらの実験結果をもとに、漢字の視認性を定量化するために、斜め成分を含めた複雑指数（関数）を新たに設定し、漢字の分類を試みた。更に、漢字構成を示す線分の分割数や空間配置も考慮するため、単純図形や漢字相互の複雑さを一対比較法により求め、視認性との相関を調べた。

マカクサル上側頭溝皮質における視覚・聴覚情報相互作用の解剖学的検討

阿山みよし・靱負正雄・近藤保彦・岩井榮一（東京都神経科学総合研究所医学心理学研究部門）

サルの上側頭溝(STS)は、近年、その溝壁皮質において複数の異なる感覚種刺激（例えば音と光）に応答するニューロンが見いだされ、多感覚種情報の統合に関係する領野として注目を集めている。しかし STS と高次感覚皮質野との神経線維投射関係に関する研究はいまだ数少ない。そこで本研究では、STS 溝壁・溝底皮質と上側頭回皮質（聴覚連合野）及び下部側頭回皮質（視覚連合野）との間の投射関係を、16頭のマカクザルにおいて、WGA-HRP を用いた標識法により調べた。その結果、視覚及び聴覚連合野双方と投射関係を有する小領域が STS 前半部に存在することが示唆され、前述の多感覚種応答ニューロンと符合する興味ある知見を得たので報告する。

腹話術効果を規定する視・聴覚刺激の時・空間要因に関する研究

米本昌則・大村英子（九州芸術工科大学）

視覚と聴覚の両モダリティで同時に事象が生じるとき、一般に視覚が優位となる。これは心理学

で“腹話術効果”といわれ、両刺激提示に空間的不調和が導入される場合、消失するともいわれている。更に、この効果は、視覚モダリティに対する注意の偏重からくるという注意分配説も提唱された。

本研究では、(1)空間的調和、或は不調和条件の下での、視覚優位に対する“注意の偏重”効果、(2)視・聴覚刺激各々に対する反応時間の相違と視覚優位との関係、が検討された。

結果は視覚優位現象に対する注意の効果は、期待通りには見られなかった。また、視・聴覚刺激各々に対する反応時間差との関係については、目下検討中である。

セッション 9

<研究動向>コントラスト感度 (MTF) の臨床

山出新一 (滋賀医大眼科)

Modulation Transfer Function (MTF) あるいはコントラスト感度特性 (Contrast Sensitivity Function) という概念は、光学の分野でレンズなどの画像伝達特性を表わすものとして始まったのであるが、形態覚の一般的表現として眼科に紹介され、次第に眼科一般検査として行なわれるようになってきた。まずわが国での眼科臨床における MTF 研究の歴史を振り返り、一般眼科医としてこの概念をどのようなものとして捉えたら良いのか、演者の理解を紹介する。次いで諸家の報告をもとに種々の眼疾患における MTF のおよその特徴を解説する。さらに自験例の中から、診断や経過、あるいは治療方針を決定する上でコントラスト感度の測定が役立ったと思われる症例を 2・3 紹介し、実際の臨床でコントラスト感度がどのように使われているのかを示す。そして最後に、基礎的・臨床的研究における今後の役割、臨床の一般検査として普及・定着する可能性などについて演者の見解を述べる。

視力に及ぼすコントラストの効果 川島和子・和気典二 (宇都宮大学) 和気洋美 (神奈川大学)

〔目的〕様々な色の組合せを使ったときの視標の視力をコントラストからどの程度説明できるのかを検討する。

〔方法〕

<装置及び条件>この研究に使用された装置は PC9801 と視覚ディスプレイ (CRT) である。CRT には、様々な色のランドルト環が提示される。また、背景の色も条件により変化させることができる。使用された色は、赤、青、黄、緑、水色、紫の 6 色である。

<手続き>被験者は視標面から 5m 離れた場所に座り、眼前に直径 2mm の人工瞳孔をつけ、片目で視標を見る。

〔結果〕ランドルト環とその背景が同色の場合、コントラストの差が小さくなるにつれて視力は低下する。また、色によって低下の仕方が違う。

移動視標の認識特性

森 峰生・松本隆司 (東京工芸大学)

日常生活において視覚情報を受容する際、物体が移動していることや、視線を移動させながらの場合が多い。このような認識特性が VDT 等の視覚作業によって及ぼされる影響を調べるため、まず横方向移動視標に対する動体視力の特性を測定した。

視標 (2 点分離型) の大きさ (視力値 0.2~0.06 相当)、コントラスト (0.89~0.13) を変数とし、

視標移動見込み角 8° において分離可能な移動角速度閾を求めた。その結果、コントラスト0.3より速度閾が低下し、静止視力と同様の結果が得られた。現在、視標のエッジと図形性の影響について検討中である。

赤緑視標を用いた調節近点の評価

魚里 博・中川皓夫（奈良県立医科大学眼科）

屈折検査時における過矯正や低矯正の評価に赤色および緑色の波長差を利用した2色テスト（赤緑テスト）が有効であり、特に、過矯正（遠視）のチェックは重要である。しかし、赤緑視標を凝視しているうちに調節が介入して、はじめに鮮明に見えていた緑色よりも赤色の方が鮮明に見えて来るため、実際の臨床ではその利用が制限されているものと思われる。

そこで、今回我々は、以前に開発した定屈折近点計に赤緑テスト用の視標を応用することで、より正確に調節近点の検査が可能か否かを検討した。特に眼内レンズを移植された偽水晶体眼や、中高齢者の有水晶体眼での調節評価における本装置の有効性を検討した。

その結果、赤緑視標を用いるため、調節近点をきわめて精度よく測定できた。本方法は、自覚的な手法で調節近点を求めるものであるが、原理的には他覚的な方法に近いたちで調節状態の網膜共役点を検出できる。そのため、従来の方法では不正確であった、いわゆる偽水晶体眼の見かけの調節（偽調節）や有水晶体眼の調節をより正確に評価が出来るものと考えられた。

セッション10 ワンポイントレクチャー＜眼球運動測定法＞

サーチコイル法

高木峰夫（新潟大学医学部眼科）

サーチコイル法は磁界におかれたコイルに、磁界と成す角度に比例した電位が発生することを利用して、眼球運動を測定する方法である。コイルが眼球にうまく装着されていれば、精度・測定域・安定性などの点で最も優れた測定法とされている。動物実験では強膜上にコイルを慢性的に縫着することで広く利用されており、人の場合はコンタクトレンズにコイルを組み込み眼球に装着させる方法がとられる。

リンバストラッカー

井上哲理（早大理工）

角膜と強膜（黒眼と白眼）の反射率が異なるために、その境界部付近に光をあてると、眼球の回転にともない反射光の強度が変化する。リンバストラッカーはこのような原理に基づいていた測定方法である。実際の装置としてはその精度を上げるために、2つのLEDを用いて角膜、強膜の左右境界部にそれぞれ光をあて、それぞれの反射光をフォトディテクタでとらえ差動増幅を行う。この方法により左右の動きでは ± 10 度ぐらいまでは、回転角に対し出力電圧が直線的に変化し、精度も良好である。また測定部がLEDとディテクタのみで極めて小さく、眼前におけば、その上から眼鏡を装着することも可能である。このような特徴をもつリンバストラッカーは、両眼視における輻輳のような水平方向の小さな変化を測定するのに適した方法といえる。しかし、実際に輻輳の変化量測定を試みると、測定部の固定、角度と出力電圧値のキョリブレーションなどの問題があり、精度のよい測定はなかなか難しい。

角膜反射

奥山文雄（医科歯科大）

ポートレート写真で目に Eye catch を入れることは、基本的なテクニックの一つであるが、これは角膜表面が凸面鏡の役目をして虚像を作るためにできるものである。この虚像の輝点が眼球の回転により移動することを利用して、眼球運動を TV カメラなどで測定する方法が角膜反射法である。眼球の回転角 1 度は角膜反射像の移動量約 0.1mm に相当する。角膜反射法の長所は、水平方向と垂直方向が同時に測定でき、角度較正が簡単で再現性がよい点である。しかし、欠点は眼球運動と頭の動きが区別できない点である。眼球運動を頭の動きから区別する方法には、頭の動きを測定してキャンセルする方法や、水晶体後面からの反射像の動きを利用する方法がある。最近では画像処理を利用して、被験者の負担を軽くして測定する方法もある。

デザイン評価に対する眼球運動計測の応用

吉本照子（日産自動車基礎研究所）

デザインイメージの評価に際し、心理学的評価法としてほぼ確立された方法であるセマンティックデイファレンシャル法（SD 法）がよく用いられる。SD 法評価において、被験者は各評価項目（形容詞対）に対し主観的判断基準に基づいて各サンプルの特徴を捉え、評価を行なうと考えられる。しかし、各サンプルの特徴の捉え方の再現性に関し、主観的判断基準に変化がなくても「特徴」の捉え方に大きな変化が見られるという問題点がある。この原因として、評価判断時にどのサンプルと比較したかが影響しているのではないかという仮説を設定し、各サンプルの「特徴」の捉え方を注視点に対する比較サンプルの影響という観点から、眼球運動計測によって検討した。

今回は第一段階の検討として、被験者に車のインテリアのスライドを 2 枚ずつ呈示する条件で、両サンプルの類似性が視線の動きおよび各サンプルの特徴の捉え方に与える影響について述べる。

Fundus Haploscope と解析システム

小島ともゑ（滋賀医大眼科）

赤外線眼底カメラを用いて眼底の動きを観察することにより、眼球運動が測定できる。Fundus Haploscope を用い両眼同時にビデオレコーダーに録画、解析すれば、非情に微細な眼球運動、眼球の回旋、中心窩と視標の位置、等が分析できる。まず、Fundus Haploscope の眼底像を VTR に録画、解析に必要な部分をビデオディスクレコーダーに取り込む。1 秒間に 60Field の静止画面より、基準となる画面を専用のフレームメモリに記憶させる。次に比較する画面を選び、両画面を同時に画面合成用モニター上に写しだし、ジョイスティックを用いて基準となる画面を電氣的に回転移動させ、重ね合わせる。眼球の運動量は演算部で自動的に算出され、視角に間残され運動の 3 成分別の値を得ることができる。

セッション11

3 次元的注視点の解析の試み

森田寿哉（NHK 放送技術研究所視覚情報研究部）

3 次元的な注視点は、その点を両眼の視線の交点として考えれば、両眼の眼球運動を同時に測定できる装置を用いることにより、三角測量の原理を用いて計測することが可能である。しかし、1 点を凝視しているときには眼球は完全に静止しているわけではなく、固視微動と呼ばれる細かい運動成分で振動しているほか、これより大きなゆらぎを伴う。したがって、注視点を視線の交点の 3 次元座標として機械的に一つの点として定義すると、固視微動による変動のみ考慮しても、奥行き

方向に広く分布し、その広がりも注視点の距離の応じて大きくなる。そこで、新たに試作した両眼眼球運動測定装置を用いて、実空間上の刺激に対する観察者の視線の動きを測定し、本装置における奥行き方向の精度と限界について考察した。

視力測定時の眼球運動について

野村桃世・山出新一（滋賀医大眼科）

眼科臨床において、視標を読み取るのに長い時間を必要とする患者があり、以前にわれわれは、このような患者の視力測定における臨界時間が延長していることを報告した。またこれらの患者では、視力測定時に、他の例に比べて大きな頭部の運動や眼球運動を行なっている様子もしばしば観察される。眼球運動は、視覚の情報処理を行なう最初のステップとして、情報を時間的・空間的にサンプリングすると考えられており、これが視力測定時の臨界時間に何らかの影響を与えるのかどうかを調べてみることにした。そこで今回は、屈折異常以外に特に眼疾患のない正常者に対して、P-EOGを用いて視力測定時の眼球運動を記録し、検討したので報告する。また、視力測定における臨界時間の延長を認めた、黄斑部に浮腫を有する患者例に対して行なった結果もあわせて報告する。

弱視者における読書中の眼球運動測定について 高橋尚子（筑波大学大学院心身障害学研究科）

5名の弱視者における読書中の眼球運動を、アイカメラ（ナック製,EMR-V）を用いて測定した。その結果、比較的正眼者に近いパターンを示した者と、正眼者とは異なるパターンを示した者とに分けられた。後者の測定結果については、眼位に異常のある被験者ではキャリブレーションが困難であること、眼球振盪をとまなう被験者においては停留点の定義がしにくいこと等の問題点があげられる。今後、弱視者の読みに置ける情報入力を考えて行く上で、このような問題点をどのように扱っていくかを検討中である。

演者の見解を述べる。

特徴パターン抽出時の眼球運動特性

小島浩之・田辺裕毅・畑田豊彦（東京工芸大学）寺田啓治（小松製作所）

眼球運動の注視点などを指標にして、パターン抽出機構を調べる研究が行なわれているが、停留時間から導き出した注視点分布等では、十分な機構解析が行える状況ではないのが現状である。

本研究では、注視点の持つ意味を検討し直す為に、道路路面（ランダムドットノイズ）上に存在するひび割れ（線分視標）探索作業中の注視点分布を、3種類の課題を与えた場合について測定した。その結果、被験者群が2グループに大別でき、眼球探索特性や眼球運動頻度にもグループ毎に差異が認められた。また、規則図形内の欠落部分（ランダム分布）探索中の眼球運動についても測定したので、併せて報告する。

セッション12

頭部運動の有無による運動視差と両眼視差の奥行知覚への効果

一川 誠（大阪市大文学研究科） 齋田真也（製品科学研究所）

相互に矛盾する奥行き情報を与える運動視差と両眼視差により、ランダムドットパターン中に正弦波状の奥行表面をシミュレートした。運動視差を与える運動様式の条件として、被験者が頭部を運動する条件と、対象が運動する条件を設けた。被験者はボタン観察によって知覚された奥行方向と奥行量とをポイントにより報告した。その結果、奥行方向に関しては両眼視差にしたがった奥行方向が知覚されることが多く、運動様式条件による差はなかった。一方、知覚される奥行量は対象運動条件よりも頭部運動条件のほうが大きかった。また、どちらの条件でも運動視差が示す奥行量と両眼視差の示すそれとの重みづけられた平均値にあたる奥行量が知覚された。

フローパターンによる奥行き知覚に及ぼす眼球運動の影響

柿沢敏文（筑波大学） 齋田真也（製品科学研究所）

水平方向に移動するフローパターンが複数あり、それらに速度差がある場合、被験者は奥行を知覚する。この時被験者の眼球にはOKNが生じているので、網膜上でのフローパターンの相対移動速度は(提示した刺激移動速度－OKNの緩徐相速度)になる。本研究では、(a)通常の刺激提示状態でOKNが生じている場合と、(b)眼球は静止していて相対移動速度と類似した速度で移動するフローパターンが網膜上に形成されている場合、の二条件で奥行きの方向を計測した。その結果、(1)どちらの条件においても網膜上の移動速度から予測される奥行きの方向が知覚されが、(2)(a)条件で相対速度のみでは奥行きの方向に曖昧さ生じる場合は眼球運動情報が有効に活用され、曖昧さが減少する傾向が認められた。

Geometrical analysis of motion and depth seen in moire patterns

Michiaki Kondo (Kitakyushu University)

Nicholas J Wade (Dundee University)

Sachio Nakamizo (Fukuoka University of Education)

Moire patterns are produced when transparent, geometrically periodic patterns are superimposed. With two vertical gratings, having slightly different spatial frequencies, the moire patterns are in the same orientation but of a much lower spatial frequency than either of the components. When the two gratings are separated in depth planes that differ considerably from the physical separations of the gratings. A theoretical basis for treating these depth effects is presented. Initially, a mathematical description of the two-dimensional dynamic moire patterns is given, then similar concepts are applied to the depth effects produced by binocular disparity or motion parallax when observing separated gratings. We will also consider the relationship of the wallpaper illusion to the depth effects seen in such displays. The motion and depth effects that can be observed with moire patterns will be demonstrated.

三次元回転体知覚に関する錯視

柳田多聞（九州大学大学院文学研究科）

等角速度で回転する3次元剛体を平行投影すると、各部の動きは時間の正弦関数にしたがった往復運動となる。2次元画面にこれをシミュレートした光点群を表示すると3次元回転体の印象が生じることはよく知られるが、これらの光点群の軌道を、各点が同一の剛体上のものとして仮定できないような位置にランダムにずらしてしまっても、依然として一体感のある回転体印象が生じるという錯視を報告する。この見かけの回転体の奥行き量は、必ずしも運動視差による奥行き知覚のような運動量（速度）の差による規定がなされているわけではないことがわかった。この錯視は、静止観察事態における3次元印象形成のための運動のまとまりの時空間特性や、形状知覚に影響を与える認知的枠組みについての示唆を与える。

奥行き運動知覚に及ぼす空間周波数効果——前進、後退運動の知覚——

田中誠一・大村英子（九州芸術工科大学）

従来、図的同一性の保存の問題は、仮現運動事態で、刺激の形や色の変化を通して研究されてきた。しかしこれまで一致した見解が得られないまま、最近では、空間周波数が刺激次元としてとり上げるに至った。更に、これは2次元知覚のみならず3次元知覚にも及び、奥行き知覚は刺激の空間周波数差によって生じるという結果が得られている。

本研究では、格子状の正弦波及びガボア関数による刺激図形を用い、その奥行き手がかりを通して、前進、後退運動の知覚の成立を確かめた。結果は正弦波による空間周波数図形では、前進、後退運動が知覚されなかった。それに対し、ガボア関数による刺激図形ではそれが知覚された。

奥行き運動知覚に及ぼす空間周波数の効果——視覚系における運動軌道の選択——

松崎好彦・大村英子（九州芸術工科大学）

平行移動する2つの仮現運動刺激の間に別の刺激を介在させた場合、仮現運動軌道は介在刺激の前方ないしは後方に奥行きの的に変化する（Kolars, 1964）。

本研究では、静止刺激が介在する仮現運動刺激事態で、これら刺激間の2次元ガボア関数による空間周波数差に基づく奥行き手がかりが、視覚系における奥行き運動軌道の選択にいかに関与するかを検討した。その結果、(1)刺激間の空間周波数差は奥行き手がかりを与えた。即ち、低空間周波数刺激は前方に、高空間周波数刺激は後方に移動して見えた。(2)この奥行き手がかりが存在する場合、視覚系はその奥行き手がかりをうまく処理し、これに対応した仮現運動の軌道を選択する。(3)この結果は、long-range 仮現運動における推理プロセスの存在を示唆する。

セッション13

調節応答から見た両眼融合式立体画像の観視条件

比留間伸行（NHK 放送技術研究所視覚情報研究部）

両眼融合式立体画像を観視している被験者の調節応答を、赤外線オプトメータを用いて他覚的に測定した。その結果、このような画像ではその光学的位置は変わらないにも関わらず、像がCRT面より手前側に見える場合、奥側に見える場合共、被験者の眼球は立体画像の変化に対して明確な調節応答を示すことを確認した。このとき、調節の変化量は小さい範囲ではほぼ刺激の左右像間隔、従って両眼の輻輳角と共に増加し、また、刺激の左右像間隔が大きくなると、飽和現象が起き、そ

の飽和値の大きさはほぼ眼球の焦点深度に対応することが分かった。この結果をもとに両眼融合式立体画像の望ましい観視条件について検討した。

微動調節キャンセルによる調節追従への影響

氏家弘裕・池田光男（東工大総理工）

微動調節は調節の方向検出や調節維持に役立つ可能性が示唆されている。今回、微動調節キャンセル法によって調節維持への効果を調べた。実験は刺激位置を変化させることで、微動調節による調節変化だけを残す NC モードと、調節変化全体を除去する C モードとで構成される。その上で、刺激位置は正弦波状にバイアスを加えて、刺激が正弦波状に移動しているのと等価な状態にする。従って、両モードで調節の追従状態を比較することで微動調節の調節維持への効果を調べるものである。バイアス変化の振幅は 4 種類で、結果処理のために逆位相のものを含めた。刺激はランドルト C で、被験者に実験の目的を知られないように、ギャップの方向を答えてもらった。結果は、微動調節の効果をあまり肯定するものではなかったが、注視の状態など今後検討すべき点があるように思われる。

調節の加齢変化

土信田久美子・奥山文雄・所 敬（東京医科歯科大学眼科）秋澤尉子（都立豊島病院）

〔目的〕 加齢に伴い調節力が低下することは、従来の自覚的な測定から知られているが、焦点深度などの影響がない他覚的な測定の報告はまだ少ない。そこで、自覚的方法と他覚的方法で調節力を測定し比較した。

〔方法〕 対象者は、屈折異常以外に眼疾患がない 15～44 才の男女 36 名 72 眼であった。自覚的近点の測定には VDT 近点計（東洋メディカル、NP-200）を用い、自覚的遠点には 5m 視標を用いた自覚的屈折検査値より求めた。他覚的屈折検査にはオートケラトメータ（キャノン、RK-1）に赤外線ダイクロイックミラーを取り付け、注視視標には外部視標の放射線チャートを用いて他覚的調節力を求めた。

〔結果〕 調節力は、自覚的検査と同様に他覚的検査でも加齢と共に減少した。個々の症例では、他覚的調節力は自覚的調節力より 1.5～3.5D 小さい値を示したが、各年齢層ではこれらの差の平均値は 2.2～2.5D だった。

視覚研究用を目的としたレンズ調節・瞳孔運動計測器の試作

河合実明・倉持太郎・渡邊 建・中村福三（東京理科大学理工学部電気工学科）

柳垣秀徳・小池信行・井上孝道（帝京大学医学部眼科学教室）

ヒトの視覚実験及び動物実験への適用を目的とした、水晶体レンズの調節と瞳孔面積の変化を同時計測できる装置を、小型化、コンピュータ・インターフェース、信頼性の向上等を考慮したうえで設計した。調節量検出は streak retinoscopy 法によった。即ち、セクター付回転ドラムによって走査された眼底からの反射光が、出瞳するときに瞳孔面に作る光分布の経時変化を、受光用の dual photodiode の光電流の立上がり時間の位相差としてとらえ、これをディオプター量に変換した。瞳孔面積検出にはこの調節計測法と本質的に相性のよい「明瞳孔」赤外線 TV 瞳孔計を用い一体化した。

講演では計測原理、設計法、諸性能、及び計測例を提示する。