

光学論文賞受賞論文紹介

内川 恵 二氏の論文紹介

東京工業大学総合理工学研究科 池田 光 男

内川恵二氏の受賞論文は下記のとおりである。

主論文：“Accuracy of memory for brightness of colored lights measured with successive comparison method,” J. Opt. Soc. Am. A, 3, No. 1 (1986) 34-39.

副論文：“等明るさ色光の輝度-彩度関数のモデル”，光学, 14, No. 6 (1985) 468-471.

受賞者内川氏の数多く出された論文を概観すると、この人の研究には二つの大きな柱があるように思える。一つは、一貫して視覚系の時間特性にこだわり続けてきたという姿勢である。時間的特性といっても、例の時間的MTFのような視覚系をたんなる通信系として見たときの特性ではなく、物を見る、物を認識するという視覚系の時間的特性である。たとえば初期の研究では分割絵素呈示の実験をしており、そこでは絵が絵として認識されるためには絵全体をどのくらいの時間内に呈示しなければならぬかを研究し、600 ms という値を得ているし、さらにその次には、継時的に呈示された二つの色光の比較能力について検討し、やはり数百 ms が能力保持の限界であることを明らかにしている。このような時間的特性に内川氏がこだわるのは、氏の言葉を借りれば、人の眼は動いて外部の情報を取り入れる、つまり、継時的入力をしているのであり、したがって継時的処理がどのようになっているかを究めなければ本当の視覚系の究明はない、ということに依っている。

内川氏の研究のもう一つの柱は、形と色の分離である。物には形があり、そして色がある。正確には、人間は物を形と色の情報で認識しているということである。したがって視覚系の中には、これら二つの情報をそれぞれ処理するメカニズムがあってもよい、という考えに到達する。内川氏の内面にはこのような考えが確固として存在しているようで、何とかしてその二つのチャンネルの特性を別々に明らかにできないか、という思いが強いようである。そして視覚の時間特性にこだわる内川氏としては、視覚の時間特性の中に二つのチャンネルの違いが現れないかと考えるのはごく自然であった。

本論文の結果を簡単に紹介すると、これは要するに色光の明るさの記憶が、光が消えてから 11 秒後にも確実に

に保持されているかを検討したものであり、結論は、多少の劣化が起きているものの、その精度は依然として立派なものであるというものである。実験では、1秒間の白色参照光呈示の後、11秒してやはり1秒間のテスト光が呈示される。テスト光は410 nm から 670 nm まで、10 nm おきの単色光である。被験者の仕事は二つの光の明るさに注目して、テスト光の明るさを白色光のそれにマッチングするよう、その強度を調節するというものである。11秒も経過すればやはり記憶の保持は不確かなものとなり、白色参照光とはまったく同じという訳にはいかないが、しかしその誤差は対数値でわずかに0.05くらいという小さなもので、物の明るさという情報の大脳での保持がきわめて長時間にわたり正確であることを示すものとなっている。色の記憶の短さとはかなりの差があるのではないかという、重要かつ興味ある結果を得ているのである。

内川氏はこの結果に力を得てさらに次の研究へと進んでいる。それは同じ実験条件で、明るさチャンネルと色チャンネルの時間特性を直接比較する実験であり、いわゆる時間的2刺激法という手法を使っている。二つの刺激を時間的にずらして呈示し、総合的な閾値を測定するものであるが、このとき従来の増分閾法によっては明るさチャンネルの特性を、また近年開発されてきた色相置換法によっては色チャンネルの特性を取り出そうとしたのである。結果は、二つのチャンネルの差がきわめて明瞭に現われたものとなっており、明るさチャンネルは時間分解能を良くする時間遅れ抑制応答を持つが、色チャンネルは時間遅れ抑制を持たないものとなっていることを示している。形状認識のほうは時間的にも優れているが、色のほうはどうも時間的経過には不得手であることを、ここでも明らかにしているのである。

視覚系の研究には忍耐が必要である。研究者は自ら被験者となって、長時間の実験をしなければならない。それでやっと一つの結果が出て、一つの論文ができれば、したがって、研究者の正当な評価にも長時間にわたる調査が必要なのである。1年や2年の業績だけではその価値がなかなか理解され難い分野である。久しぶりに視覚系研究に与えられた今回の論文賞は、ひとり内川氏

本人のみならず視覚系研究者全体にも大きな意味を持つた方々にこの誌上を借りて敬意を表しておきたい。ものであり、大きな励ましになるものと思う。関係され

菊田久雄氏の論文紹介

大阪府立工業高等専門学校 永田 良

菊田久雄氏の受賞論文は次のとおりである。

主論文：“光路差をもつ光ヘテロダイン干渉計による光周波数変化の測定法”，光学，14，No. 6 (1985) 456-461.

副論文：“Distance measurement by the wavelength shift of laser diode light,” Appl. Opt., 25, No. 17 (1986) 2976-2980.

主論文は、光周波数変化の新しい測定法の提案とその検証実験よりなる。測定系は、故意に光路差を与えた二光束干渉計に光ヘテロダイン法を組み合わせたものである。この干渉計の光路中には音響光学素子が挿入され、二光束はそれぞれ異なる周波数偏移を受けている。このため、干渉の結果得られる信号は、その差周波数で変動するビート信号になっている。この干渉計で、二光束の光路差による時間遅延を τ とすると、光源の周波数が $F(t)$ だけ変化すれば、ビート信号の位相は $F(t)\tau$ に比例して変化する。そこで、この位相変化を測定すれば、既知の τ の値から周波数変化 $F(t)$ が測定できることになる。位相変化は電気回路で感度良く測定できるので、比較的短い光路差でも、光のわずかな周波数変化を測定できる。

この考えを検証するために、2種類の実験を行なっている。まず、He-Ne レーザーを光源とし、巧妙な光路系の二光束偏光干渉計を作成し、光学系の不安定性の影響を除去し、振動鏡からの反射光のドップラ効果による光の周波数変化の測定を行なっている。鏡の線速度が 5 cm/s 程度のとき、光路差が 1~8 m にたいして、光路差に比例した約 0.06~0.5 rad の位相変化を得ている。また、半導体レーザーを光源とする干渉計で、注入電流による半導体レーザーの周波数変化の測定も行なっている。光路差 0.3 m の干渉計を用いて、注入電流の変化に比例した 1~10 GHz の周波数変化を測定している。

さらに、この論文では、この干渉計で検出する周波数変化の範囲の計算を行ない、また、この方法によるドップラ周波数変化の測定と、従来からのドップラ速度計による測定を比較して考察している。

副論文では、主論文の考え方を逆に用いて、半導体レーザーの注入電流による波長連続可変性を利用した距離の測定法を提案している。主論文における半導体レーザーの周波数変化測定の干渉計と同じような系で、半導体レーザーの注入電流を変化させて、波長を変化させる。その波長変化、すなわち周波数変化 $F(t)$ が既知のとき、ビート周波数の位相変化を測定すれば、遅延時間 τ が求められることを原理としている。遅延時間は、光路差によって定まり、光路差は距離に換算されるから、距離測定ができることになる。半導体レーザーの波長変化は、その波長自身に比べて非常に小さいので、ビート信号の 2π rad の位相変化が cm 程度の距離に相当する。

実験では、光源の半導体レーザーの波長を 1 kHz で正弦的に変化させて、光学系の不安定性の影響を軽減している。出力光のビート信号の位相も正弦的に変化するが、その位相変化の振幅を測定して距離を求めている。この干渉計は、多波長干渉計の一種と考えられる。数 cm 程度の距離を 10 μ m 程度の精度で測定し、実用化の可能性を示した。

以上の論文からわかるように、菊田氏の研究は、干渉計光源への半導体レーザーの利用、半導体レーザーの周波数制御、光ヘテロダイン法の応用など、応用光学における基本的な問題を含んでおり、将来の光応用計測法の発展に貢献すること大であると考えられる。

菊田氏は、大阪府出身で、大阪府立大学大学院工学研究科（機械工学専攻、計測工学コース）の博士課程を本年3月終了し、同時に学位を取得された。受賞論文は菊田氏の大学院での業績の一部である。これ以外にこの距離測定における誤差の問題、実用化するための問題点についても検討し、検証実験を行なっている (Appl. Opt. 印刷中)。

菊田氏は、常に研究に積極的に取り組まれ、その過程において絶えず新しい問題を提起されており、その豊かな創造力には日頃から敬服している。今後とも、応用光学の課題に取り組んで、優れた成果を挙げられることを期待するとともに、いっそうの精進を祈っている。