

研究室紹介：光を利用して眼から光学部品までを考える

室谷 裕志*

Introductory Article: Using Light to Think from the Eye to Optical Components

by

Hiroshi Murotani*

(Received on Jan. 9, 2024 and accepted on Jan. 10, 2024)

Abstract

Our laboratory is researching the keyword "Utilization of Light." The research field is wide from optical devices and optical components to the eye. The core technologies for this research are the optical thin film deposition and evaluation technologies developed in our laboratory. In the future, we would like to expand our research by adding the keyword "Information."

Keywords: Optical Thin Films, Visual inspection, Sports Vision, Barrier-free of color vision

1. はじめに

著者は 2021 年度まで工学部光・画像工学科に所属していたが、工学部の改組に伴い 2022 年度より情報理工学部情報科学科の一員となった。本研究室では以前より「光の利用」をキーワードに研究を行ってきた。これらの研究の多くは実用化を求められる企業との共同研究であるとともに、著者が企業で勤務していたとき疑問に思いつつも解決できていない課題が出発点となったものでもある。

本研究室の研究内容は大きく分けると光を制御するデバイスや部品に関わる分野、目視検査に代表される感性工学に関わる分野、スポーツビジョンなどの視機能に関わる分野の 3 分野である。本稿ではこれら 3 分野の代表的な研究内容について紹介する。

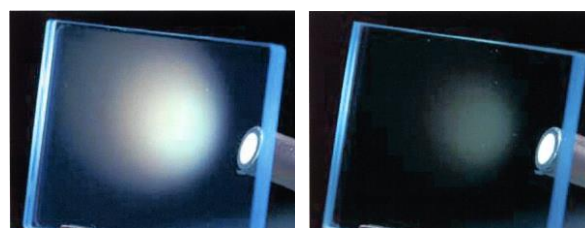
2. デジタルカメラの画質の改善に寄与する技術

2.1 引き締まった黒を再現する

1990 年代初めの頃からムービーやスチールカメラの電子化が本格的に始まる。電子化が始まると銀塩の時にはユーザーが簡単にできなかった高感度（暗所）での撮影や高い拡大率での印刷が行われるようになった。このためカメラの光学系の高性能化が急務となった。企業勤務時代から課題であった「引き締まった黒」の再現について、フレアやゴーストの低減と言う切り口で取り組んだ。具体的には光学系に用いられている光学薄膜の光散乱の低減である。光学薄膜の成膜条件・成膜手法を検討することにより、従来の 10 分の 1 以下に低減することに成功し、市販されるカメラにも利用された（図 1）。

この課題は近年の自動車の自動運転用の光学系では更

に厳しい要求となり、従来の手法だけでは課題の解決が難しい。そのため成膜プロセスから開発を行い新成膜手法の開発に成功し、製品化につながっている¹⁻³⁾。



(a)改善前の光学薄膜

(b)改善後の光学薄膜

図 1 引き締まった黒を再現するための低光散乱損失光学薄膜

2.2 測れないものは作れない

引き締まった黒を再現するための成膜技術の研究を行っていくなかで、従来の測定手法で低光散乱損失の光学薄膜を簡便に高精度で測定することが難しくなった。そのために、「測れないものは作れない」ために測定手法についても検討を行った。その結果、研究室のデータをもとにして企業や業界団体と協力して ISO 規格 ISO19962(2019):Spectroscopic measurement methods for integrated scattering by plane parallel optical elements を策定した。また、車載部品においては耐環境性の問題が関わってくる。そのため、測定についても JIS R 1694:2012 ファインセラミックス薄膜の湿度環境下における分光透過率の測定方法, JIS R 1698:2015 ファインセラミックス薄膜の湿度環境下における分光反射率の測定方法などの JIS 規格策定に関わってきた。特にこの耐環境性は車載や人の入れない環境において眼の代わりになる光センサーなどでますます重要になってきており、製造技術の高

* 情報理工学部情報科学科

度化と測定技術の検討が研究室のテーマの一つである。

3. 人の見るの能力を機械化する

3.1 目視検査環境の適正化

人は目視検査環境が適正ならば、 $10\sim 20\mu\text{m}$ の大きさをそれほどの訓練がなくても大きさとして認識することができる。さらに、欠陥の有無の判別だけなら $5\mu\text{m}$ 以下のものまで可能である。また、目視検査は検査対象の形状、表面状態、材質などが変わっても柔軟に対応できることや検査規格の変更などにも簡単に対応できる。このような特長のある目視検査はその実施環境の適正化が要点となる。例えば照明方法が変わるだけで見やすい欠陥が変わる(図2)。さらに周辺視や中心視の特性、作業空間の照明や壁の配色なども検査結果に影響する。これらについて企業と共同で検討して現場での検査環境の構築を行っている。



(a) 点光源による照明 (b) 面光源による照明

図2 目視検査における照明方法と欠陥の見え方

3.2 真珠の輝きを評価する

真珠の輝きは光学干渉、光の吸収などの複合的な光学現象により得られているが詳しい仕組みは解明されていない。図3の中央の瓶に入っている真珠は装飾品としての価値があり、それ以外は価値のないものである。これら真珠の評価は全数を目視検査で行われている。これを機械化することが望まれているが従来の手法では評価が難しい。本研究室では真珠の輝きの仕組みと検査方法について企業と共同研究を行っている。



図3 真珠の輝き

4. 見る能力

4.1 スポーツビジョン

オープンスキル系のスポーツやeスポーツなどにおいて、ものを見る能力とそれを反映する身体能力が必要である。図4に東海大学の軟式テニス部において全国大会

上位の成績の選手と県大会下位の選手のスポーツビジョンの評価結果を示す。眼の能力が成績の良し悪しに直結する訳ではないが相関は認められる。また、最近の研究室の研究において、eスポーツにおける普段使用するディスプレイの大きさが眼の動かし方に影響を与えることも分かってきた。本研究室ではスポーツにおける眼の能力の特性評価とその能力の向上方法も含めて研究を行っている。

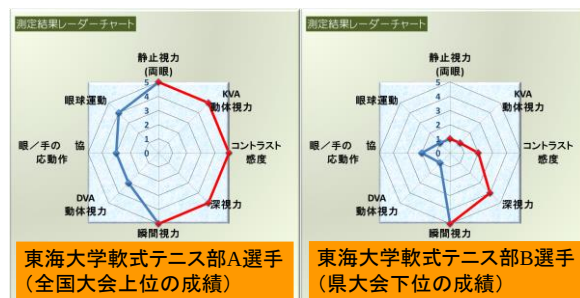


図4 スポーツビジョンの成績と戦績

4.2 色のバリアフリー

色覚は眼から多くの情報を取り入れる人間にとって重要な感覚である。しかし、色覚異常は男性の5%(20人に1人)にあり、色のバリアフリー化が求められている。また、色覚異常とまではいえないが目視検査において色相の差の少ないものの弁別能力が低い人がいる。本研究室としては開発した光学薄膜技術を用いて色の弁別能力を補助する眼鏡の研究に取り組んでいる。

5. おわりに

本研究室では「光を利用する」ことをキーワードに、光デバイス・光部品から眼までの広い分野で研究を行っている。そのコアとなる技術が研究室で開発した光学薄膜の成膜技術と評価技術である。今後は情報というキーワードを加えて今までの研究を発展させたいと考えている。

参考文献

- 1) 東海大学, ファインクリスタル, シンクロン: 特許 JP5901571(2016).
- 2) Tajima Naoya, Murotani Hiroshi, Matsudaira Takayuki: Optical multicoating using low-refractive-index SiO_2 optical thin films deposited by sputtering and electron beam evaporation, Thin Solid Films Vol.776, Article No. 139824(2023).
- 3) Mutsuki Ito, Naoya Tajima, Hiroshi Murotani, Takayuki Matsudaira: Super Hydrophilic Low Refractive Index SiO_2 Optical Thin Films Deposited by Using a Combination Coating Method, e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, DOI: <https://doi.org/10.1380/ejssnt.2023-057>