

## ODF'08 ショート速報 [光学設計、Simulation 関係]

荒木 敬介 (キヤノン株式会社、宇都宮大学)

会議名 : The 6th International Conference on Optics-photonics Design &amp; Fabrication (ODF'08)

開催期間 : 2008 年 6 月 9 日 - 11 日

開催場所 : Taipei International Convention Center (Taipei, 台湾)

\*\*\*\*\*要 約\*\*\*\*\*

Optical Design / Simulation のセッションの招待講演では、非球面の表現法に直交多項式を用いること、面形状の Slope Error のトレランスの管理も大切ということが印象深い。一般講演やポスターセッションでは、日本の講演がやはり技術的に高い印象。目立った一般講演は、ニコンの偏光収差の講演、三菱電機の非共軸光学系の設計、ニコンの Field-Zernike による波面収差表現の講演など。台湾の参加者の熱気も印象的であった。ODF の国際化や発展にとって転換点となる重要な会議であったと考えられる。

\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

ODF は、1998 年に日本光学会光設計研究グループが主催して始めた光学設計、製造に関する国際会議で、2 年に一度開催され、内容に Photonics も加えながら発展してきていて今回が 6 回目である。これまでの 5 回はいずれも日本国内で開催されていたが、今回はアジアでの知名度を上げることも目的にはじめて日本外で開かれた。台湾は 2006 年の奈良での開催時に日本以外で一番参加者が多かったこともあり選ばれた開催地である。初の海外開催ということもあり心配されていた参加者数であるが、18 カ国、415 人、論文数も 264 (Invited 25, Oral 46, Poster 218) と過去最大の規模となった。ただ、参加人数内訳を見ると、台湾 236、日本 133、その他の国 46 名 (韓国 17、ロシア 5、シンガポール 4、USA 4 など。中国本土は 0) と、台湾と日本以外の参加者が少ないのは気になる。広い意味での国際化は今後の大きな課題であろう。

講演会は基本的にはシングルセッション形式で、1 日目は Plenary Session、Symposium on Lighting Optics、Optical Design / Simulation、2 日目は Optical Technology、Optical Components / Device とポスターセッション (218 件)、3 日目は Optical Components / Device の残り と Optical System のセッションの構成となっている。なお、2 日目のポスターセッション時には、台湾で盛んな LED 関連の講演をあつめた Special Session for LED Lighting Optics のセッションが例外的に平行セッションとして設けられていたが、これは台湾サイドの要望から実施されたセッションであり、参加者増加に寄与があったかも知れない。

## 2. 主な話題とトピックス

## 2. 1 Plenary Session から

Plenary Session は 3 件の講演で構成されている。1 件目は Arizona 大学の College of Optical Science の長である Wyant 教授の Advances in Interferometric Surface Measurement と題する講演で、micropolarizer phase-shifting array を用い同時に 4 種類の位相の異なる干渉縞を得ることで、形状や密度

の振動等にも対応できる干渉計測系を組むことができるというものである。こうした、Dynamic Interferometry の考え方は光学系でも DMD (Digital Micromirror Device) 面形状変化の測定などにも利用でき有用であろう。2 件目は、阪大の伊東教授の Nonlinear Ultra-fast Focal-point Optics for 3-D Microscopy of Organic and Inorganic Substances と題する講演で、超短光パルスの集光点付近では材料タイプや位相整合条件とはほとんど関係なく非線形光学現象が発現することを利用すると、屈折率変化や偏光特性の変化を 3 次元的に感度良く観測できるというものである。この技術は、生体細胞の観測や光学材料の応力変化を高精度で観測するのに有効であろう。なお、この講演に関連し 2 日目の Optical Technology のセッションで発表された Depth-Resolved Visualization of Stress-Induced Anisotropy inside Bent Optical Fibers by Use of Four-Wave Mixing Microscopy の講演が、ODF'08 の Best Paper Award に選出されたことも追記しておく。3 件目の講演は、アメリカカリフォルニア大の Yeh 教授の Thin Film Design for Liquid Crystal Displays と題するもので、直交する 2 枚の偏光子間にはさんだ液晶での透過光は、斜め入射光では一般的に直交条件からずれるためにもれ光が生じ視認性が落ちるが、複屈折特性を持つ多層膜構造を付加することでこの漏れ光を押さえることができるというものである。偏光特性を制御するに当っては、複屈折特性を持つ多層膜技術は今後重要な技術になっていくと思われる。

## 2. 2 Optical Design / Simulation のセッションから

Optical Design / Simulation のセッションは招待講演 4、一般講演 10 からなっている。最初の招待講演は光学設計者として著名な Canada の E. Betensky 氏による Zoom Lenses : A Continuing Evolution と題するもので、これまでのズームレンズの発展の歴史を振り返ると共に最近の非球面技術の進展についての話であった。この講演中、特に、非球面については、通常のべき級数表現の式ではなく、Forbes 氏が提案しているような直交多項式を使った表現を使うことが数値的にも安定した解を得るには有用だという指摘は非常に示唆に富んでいるものだと感じた。2 件目の招待講演では、ORA の Rogers 氏から、Slope Error Tolerances for Optical Surfaces という演題で話があった。この講演でも、光学系の最適化を進めていく上では、通常のべき級数表現ではだめで、面形状の表現の工夫と面形状の Slope Error のトレランスの管理が大切であるというものである。やはり面形状は直交多項式を用いるべきで、形状管理では波面収差の RMS 以外に形状の Slope Error を押さえることで、低周波数の MTF (Modulation Transfer Function) の落ちを押さえられるという話は Betensky 氏の講演と同様に興味深いものがあった。3 番目の招待講演は日本からで、三菱電機の桑田宗晴氏による Wide-angle Optical System for Slim Rear Projectors と題するもので、内容は薄型広角リアプロジェクション光学系についてである。屈折系の投影レンズと非球面反射ミラーを組み合わせた構成で、光学設計技術が今ひとつ進んでいない台湾の聴衆には興味ある講演であったようだ。4 番目の招待講演は台湾からのもので、国立台湾大学の C. K. Lee 教授による New Mechanical Configurations to Maximize Dynamic Range and Optimize Resolution of Optical Instruments と題する講演である。高速の electronic speckle pattern 干渉計を搭載した振動解析システムや、Photon tunneling microscopy, phase-shifting interference microscope, laser confocal microscope の複数の機能を持つ顕微鏡の導入など、光学装置の性能の最適化を機械的見地から論じたものであった。

一般講演は 10 あったが、講演の質の高かったのはやはり日本からの講演であろう。タムロンの桜庭氏は History and Present Technologies of Optical Design for the Broad Focal Range Zoom Lenses ということで、自社での高倍ズームレンズ開発の歴史と、最近の非球面を使ったズームレンズ設計技術について概説して海外の技術者の注目を集めていた。三菱電機の中野氏による Three-Dimensional Design of Wide-Angle

Reflective System with Spiral Optical Axis は、非共軸光学系の基準軸をスパイラル配置にすることで、3面の反射面の干渉を防いだ光学系を設計できること、それとともにこの光学系を試作し、赤外系の光学系として十分な性能が得られたことを報告し注目を集めた。ニコンの北氏は、Technique to manage polarization aberration ということで、Jones 行列を Pauli の spin 行列を用いた指数関数表示にした時、retardance が小さい場合の近似では、偏光収差解析が Pauli 係数だけを用いた簡単な表現に帰すことができ見通しが良いことを示していた。これは Scalar 理論と Vector 理論を結びつける解釈として有効であることも示しており興味深いものであった。Hoya (旧 Pentax) の山形氏の Design of an Objective Lens for Optical Disc Systems Employing a Blue Laser by Scalar Diffraction Simulation という題で HD-DVD、DVD、CD の 3 規格コンパチで使えるピックアップ系を回折格子の最適化で実現するものであり、日本のピックアップ系の設計力の高さを示すものとして海外参加者に注目されていた。

### 2. 3 ポスターセッションから

218 件のポスターセッションから、光学設計&Simulation の絡むものを 2 つほど紹介する。一つは台湾 National Kaohsiung First University of Science and Technology の Yi-Chin Fang 氏他による 350x Zoom Lens Design with Diffractive Optical Element という題のポスターで、先の ODF'06 で Best Paper に選ばれた Panavision の山梨氏の 300 倍ズームに DOE 要素を加えて 350 倍の設計値を得たという内容のものである。レンズの形が製作するには非現実的だったりする部分もあるが、最新の技術に注目しそれに新しいものを加えて更に高スペックのものに挑戦する台湾の学生さんの意欲は評価して良いものであろう。ただ、論文筆頭者は卒業してしまい詳しい話が聞けなかったのは残念であった。もう一件は Post-Deadline paper でありながら Best Poster Award の 1 件にも選ばれた、ニコンの氏家氏の Estimation of Field-Zernike Function の講演である。これは、波面収差を物点ごとに瞳座標の関数としての直交多項式 Zernike 関数で表すのではなく、いくつかの物点に共通な瞳座標と物体座標の関数である直交多項式 Field-Zernike で表すことで、測定していない物点についても精度良く波面収差を予測できるというものであり、注目度は高い。

### 2. 4 その他のセッションから

3 日目のセッションの招待講演から光学設計&Simulation の絡むものを 2 件ほど挙げておく。1 件目は A dielectric liquid lens and its AF application と題する講演で、台湾の国立 Tsing Hua 大学の Yeh 教授他の発表で、液体レンズを AF に用いる試みである。液体レンズは先の Phillips の発表以来、検討するグループが増えていることが予想されていたが、台湾でもこのグループを中心に研究が進められているようである。2 件目はニコンの松山氏による Microlithographic Projection Lens for 32nm half-pitch Generation and Beyond と題する招待講演で、カタディオプトリック液浸レンズで 32nm half-pitch、トータルな性能を保証するにあたっては、ダブルパターンニング技術、露光による熱収差コントロール技術、OPC (Optical Proximity Correction) 技術、マスクと光源の最適化技術などが必須技術となっていることなどが紹介された。リソグラフィー関連の発表が少なかった中で、聞き応えのある講演であった。

### 3. おわりに

本稿では ODF'08 の講演の中から、光学設計&シミュレーション関連を中心にいくつかのトピックを紹介した。光学計測関連技術を中心にした速報が別に出ると聞いているので、必要に応じてそちらの速報も参照のこと。次回の ODF'10 は 2010 年 4 月に横浜で開催されることが決定している。次回も活況のある国際会議となることを望みたい。