

「X線ミラーの設計、作製、計測に関する 国際ワークショップ (IWXM)」の報告

財団法人高輝度光科学研究センター
光源・光学系部門 大橋 治彦

SRI09 (Melbourne, Australia) のサテライトミーティングとして、“International Workshop on X-ray mirror design, fabrication, and metrology (IWXM)” (組織委員長・山内和人大阪大学教授) が、2009年9月22日～24日に大阪大学吹田キャンパスにおいて開催された。本会議の主題は、名称の通り、「X線ミラーの設計、作製、計測」である。かなり絞り込んだテーマであり、SRIのサテライトミーティングとはいえ、赤道を越えて移動しなければならないほど離れた日本での開催に、どれほどの参加者があるのだろうかとの組織委員の心配をよそに、101名もの参加者が集い、熱い議論が交わされた。ほぼ半数にあたる50名 (米国16名、欧州25名、日本を除くアジア9名) もの海外からの参加者をもて、世界規模でのX線ミラーへの注目度の高さを窺い知ることができる。

X線ミラーは、形状誤差、表面粗さへの要請が厳しいが、加工や評価に関する近年の劇的な技術革新により、スペックルフリーで、回折限界集光をミラーにより実現できるようになった。2002年に200nmであったミラーによるX線の集光サイズは、2008年には15nmにまで小さくなり、10nmを下回る集光の実現も目前である。こうした究極的なX線ミラーの作製や計測技術の開発は多くの場合、既存の光学メーカーによるものではない。ビームライン光学設計を熟知した放射光施設の関係者が、鍵となる製造技術や計測技術の開発を自ら率先して進めることで、技術革新を牽引している。その中心的拠点の一つである大阪大学において本会議の開催が各国の関係者から切望され、今回のX線ミラーに関する初めてのワークショップに至った。

会議は別表のようなスケジュールで進行され、計測技術と製造技術に関するセッションでの発表がほ

ぼ半数を占めた。計測技術では、放射光用ミラーの表面形状誤差を角度計測する装置について、これまでは0.5 μ rad程度が計測限界であったが0.05 μ radの計測精度が実現されつつある現状をBESSY-、PTB、SOLEILあるいはSPring-8などが報告した。製造技術では、大阪大学のElastic Emission Machining (EEM)のほか、APS、DIAMOND、ESRFなどの施設では、Ion beam figuringやDifferential coatingによる高精度なミラー表面作り込み技術の開発状況が紹介された。既存の光学メーカーで実施されている数値制御式の局所研磨に加えて、成膜や微細加工法を用いたミラー製造技術の開発が進んでいる背景として、非球面でより急峻な形状を全空間周波数にわたって1nmPVで作り込む必要があるとの認識が共有されつつある。また、ESRFのBM5に装備された蒸着装置で in situ で作製した多層膜ミラーの評価例が示された。SPring-8/XFELとNSLS-からは、それぞれの責任者から進捗状況が披露されるとともに、高精度X線光学素子の新たな利用の拡がりが見込まれた。最終日には姫路城とSPring-8/XFELツアーが開催され、XFEL建設現場やSPring-8の実験ホールを見学した。

毎朝8時前にホテルを出発し、昼食も夕食も共にし、21時すぎにようやく帰路につくという濃密な3日間であったが、会議の運営にあたった組織委員長の大阪大学山内和人教授をはじめとする研究室のみなさん (特に三村秀和助教) の活躍により、多くの出席者に会議の成功を祝福され閉幕した。なお、本会議のプロシーディングスは、Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section Aの特別号として収録される予定である (<http://www.acftgcoe-osaka-u.jp/iwxml/>)。

“ International Workshop on X-ray mirror design, fabrication, and metrology (IWXM) ” program

September 22nd (Tuesday)

8:30 Opening Speech, K. Yamauchi (Osaka Univ.)

Focusing Optics

8:40 Metrology of Multilayer Laue Lens Structures by means of Scanning Electron Microscope Imaging, N. Jahedi (APS)

9:10 Hard X-ray Scanning Microscopy Based on Nanofocusing Refractive X-ray Lenses, C. G. Schroer (TU Dresden)

9:40 Curved graded multilayers for x-ray nanofocusing optics, C. Morawe (ESRF)

10:10 X-Ray Nanofocusing with Back Diffracted Bent Crystal, A. Suvorov (SPring-8)

Fabrication-1

10:50 Development and application of X-ray mirror in Japan, K. Yamauchi (Osaka Univ.)

11:10 A preferential coating technique for fabricating large, high quality optics, S. G.

Alcock (Diamond Light Source)

11:30 Ion beam profiling of aspherical X-ray mirrors, L. Peverini, (ESRF)

11:50 Lunch

Metrology-1

13:00 Characterization and Calibration of 2nd Generation Slope Measuring Profiler, F. Siewert (BESSY-)

13:30 Understanding Slope and Height Measurements, Peter Z. Takacs (BNL)

13:50 Optical metrology at SSRF, L. Hongxin (SSRF)

14:10 Coffee Break

Optical System Design-1

14:50 Japanese X-ray Free Electron Laser Project, T. Ishikawa (RIKEN/SPring-8) 15:20 Development, metrology and analysis of state-of-the-art x-ray mirrors for the LCLS FEL, R. Soufli1 (LLNL)

15:50 Wavefront Preserving X-ray Focusing Mirror System for the Linac Coherent Light Source, S. Boutet (SLAC)

16:10 Coffee Break



会場にて

Optical System Design-2

- 16:30 An hybrid active optical system for wave front preservation and variable focal distance, D. Cocco (Sincrotrone Trieste)
- 17:00 Optics and metrology needs and development at NSLS- , Q. Schen (NSLS-)
- 17:30 Laboratory tour
- 19:00 Poster Session-1
- 20:00 Banquet

September 23rd (Wednesday)

Metrology-2

- 8:30 Metrology in Support of Profile-coated Mirror Fabrication at the APS, L. Assoufid (APS)
- 9:00 Concept, design and capability analysis of the new Deflectometric Flatness Reference at PTB, M. Schulz (PTB)
- 9:20 Autocollimators for Deflectometry : Current Status and Future Progress, R. D. Geckeler (PTB)
- 9:40 Coffee Break

Fabrication-2

- 10:00 Ultra-precision surface finishing by ion beam and plasma jet techniques - status and outlook, T. Arnold (Leibniz-Institute of Surface Modification)
- 10:30 High precision deposition and characterization of single and multilayer X-ray optics, R. Dietsch (AXO Dresden)
- 10:50 Design, fabrication, and performance of KB mirrors produced by the computer-controlled optical surfacing technique, A. Khounsary (APS)

11:10 Fabrication of conic section mirrors for synchrotron applications, H. Thies (Carl Zeiss)

11:30 Lunch

12:30 Poster Session-2

Adaptive Optics

- 13:40 An Overview of Adaptive Optics, and their Metrology, at Diamond Light Source, K. J. S. Sawhney (Diamond Light Source)
- 14:10 X-ray Digital wavefront development, M. IDIR (SOLEIL)
- 14:40 Coffee Break

Metrology-3

- 15:00 Binary Pseudo-Random Gratings and Arrays for Calibration of Modulation Transfer Function of Surface Profilometer, V. Yashchuk (LBNL)
- 15:30 Micro-stitching interferometry at the ESRF, A. Rommeveaux (ESRF)
- 15:50 X-ray Optics Figure Metrology : Designing a system from basic principles, M. Bray (MBO-Metrology)
- 16:20 Closing Speech, K. Yamauchi (Osaka Univ.)
- 16:30 Excursion (Katsuo-ji) and Dinner

September 24th(Thursday)

9:00-21:00 SPring-8/XFEL, Himeji Castle Tour

大橋 治彦 OHASHI Haruhiko

(財)高輝度光科学研究センター 光源・光学系部門

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

TEL : 0791-58-0831 FAX : 0791-58-0830

e-mail : hohashi@spring8.or.jp