

X線トポグラフィの産業利用

－これまでやってきたこと－

SAGA-LS 特任顧問

川戸清爾

X線トポグラフィは、1960年代始めに結晶完全性の高いシリコン単結晶が得られるようになって急速に発展した。学術的には、完全結晶に対するX線動力学的回折理論の実験的検証から始まって、歪んだ結晶における理論と結晶欠陥像のシミュレーションへと進展した。一方エレクトロニクス関連の産業界では、高品質な単結晶材料を得るため、またデバイスプロセスの改善に必要な結晶欠陥の情報を得るため、トポグラフィが利用されるようになった。欠陥の観察技術にも工夫がなされ、市販の装置も入手でき、高出力の回転対陰極X線発生装置も開発されたが、X線輝度の面での制約があった。応用面では活発な利用が続いたものの、実験室系の観察技術には限界がみえてきた。

1980年代後半になり、KEK-PFで放射光トポグラフィが可能となった。実験室系ではやりにくかった白色X線トポグラフィ、平面波トポグラフィの装置と実験技術が開発され、産業界でもトポグラフィ実験が可能なビームラインを持ったり、民間共同研究制度を利用して実験を行うグループが現れた。

1990年代後半になると、SPring-8が稼動し、白色と単色X線トポグラフィ実験が可能な2本の共用ビームラインの建設が実現し、民間企業の研究者も立上げに加わった。そして、結晶欠陥の三次元観察、300 mm幅単色X線ビームによる広領域トポグラフィなどが進展した。

最近では、産業界の利用の便を図るため、SPring-8には産業利用ビームライン、サンビーム、兵庫県ビームラインでもトポグラフィ実験ができるようになった。SAGA-LSでも白色・単色X線トポグラフィが可能となっている。PFでは産業利用事業が始まり、その中にトポグラフィが取り上げられている。

本講演では、以上述べたトポグラフィの進展の経緯に従って、筆者が経験してきた産業利用の具体例をお話しようと思う*。実験室系トポグラフィの全盛期には、各企業でエキスパートが養成され、自発的に利用研究が進んだ感がある。しかし、最近の企業の研究開発体制では、それは望めなくなっている。こういった状況下で、トポグラフィ分野が継続・発展していくためにはどうすれば良いか、施設側、ユーザ側それぞれで考えるべきことがあろうかと思う。関係者の皆さんの理解と奮起に期待する。

*「放射光X線トポグラフィのすすめ」Crystal Letters May, 2009 No.41, p.51.