

## 放射光との出会いから



工学博士 山内 和人

大阪大学大学院工学研究科 教授  
附属超精密科学研究センター 教授

兵庫県西播磨の大型放射光施設SPring-8(Super Photon Ring-8 GeV)が開設10周年を迎えた。SPring-8は、ESRF(European Synchrotron Radiation Facility)(欧)、APS(Advanced Photon Source)(米)と並ぶ第3世代の放射光施設であり、世界最高の輝度を誇っている。輝度は、「光源のサイズが如何に小さいか」、「如何に発散角が小さいか」などに比例する物理量である。この輝度が高いということは、放射されるX線の空間コヒーレンスと集光性に優れることを意味する。

私は超精密加工法・計測法の研究開発に携わっている。幾つかのテーマに取り組んでいるが、その中に、サブnmから1 $\mu$ mに亘る広空間波長域でのÅ精度の物づくりを目的としたデータミニスティックな超精密加工システムの開発がある。これを利用し、SPring-8のグループとX線ミラー開発の共同研究を開始したのが2000年12月である。遡ること更に2~3年、SPring-8の光学系開発責任者の理化学研究所 石川哲也先生(現:理化学研究所放射光科学総合研究センターセンター長)と私の師匠の森勇藏先生(現:大阪大学名誉教授)とが、コヒーレンスを保存するX線ミラー、すなわち、SPring-8の光の性能をフルに活用できるX線ミラーを作ろうと、固く握手されたのがきっかけである。私も同席していたが、確か、お酒の席であり、大変盛り上がったことを記憶している。

研究を開始した当初は、加工の不完全性が如実に現れ、SPring-8の光の「すごさ」と加工の不甲斐なさを感じた。しかし、光が「すごい」ということは、Maxwellの波動光学に従って、理屈どおり原因を究明できることを意味し、その結果を加工と計測にフィードバックすれば、予定どおりのものが出来上がるのである。現在、波長0.8Åの硬X線を25nmにまで集光することに成功し、これはX線集光の世界記録となっている。そして、この集光システムをもとにX線顕微鏡

を構築し、国立国際医療センター研究所の志村まり先生や癌研究会の畠清彦先生等とともに、抗癌剤シスプラチンの耐性発現メカニズムに迫る研究成果を発表することができた。科学はテクノロジーを刺激し、そのレベルを飛躍的に向上させる。そして、そのテクノロジーが新たな科学を拓く。頭で考えれば理解できるが、このことを実感し、物づくりの醍醐味を改めて認識した。

一昨年、日本の第3期科学技術基本計画が発表され、その中で、第4世代放射光、X線自由電子レーザーが国家基幹技術に取り上げられた。そして、日本発の技術をふんだんに盛り込み、2010年の完成を目指して建設が開始された。私たちのグループも、文部科学省が進めるX線自由電子レーザー利用推進研究に課題採択され、X線領域でのフォトリソの探索と医学利用に向けた光学システムの開発を開始している。ピーク強度はSPring-8の10億倍であり、光源サイズと発散角は、回折限界の関係をもっている。すなわち、X線領域において真のレーザービームが誕生するのである。

では、いったい何が変わるのか? 様々な分野の科学者が予想される成果を語っている。しかし、どんな未来を拓くのかを明快かつ具体的に語れる人はいない。私たちが知る光とはあまりにもかけ離れているからである。まさに、1900年代初頭に、A. Einsteinによって光の誘導放射が予言され、1960年にルビーレーザーが発振した頃の状況と同じである。その数年前に誕生したレーザーを重ねながら、通信の飛躍的な高速化を予測した人は多いが、「20世紀最大の発明」とまで言われる程の発展を予測できた人はいない。

X線自由電子レーザーには、科学史を創る力があると思っている。この誕生をルビーレーザーの誕生に例える人は多い。また、光科学の世界を例にとり、科学と技術の関係を語る人も多い。私も同類の人間であるが、SPring-8の光学システムの開発に参加することができ、次のX線自由電子レーザーでも、最初にその光と出会うことができる。この上ない幸せである。科学と技術の奥深い関係に触れ、その進展に少しでも貢献したいと心の底から思っている。