

光源の可能性と SCSS 実現に向けて

独立行政法人理化学研究所・播磨研究所

石川 哲也

SPring-8 Compact SASE Source (SCSS)は、高加速勾配 C バンド線型加速器と短周期真空封止型アンジュレータを組み合わせることによって、欧米 X 線自由電子レーザー計画の 1/4 以下のスケールで硬 X 線領域の SASE 型自由電子レーザーを実現するものである。SPring-8 のビームライン整備が一息ついた 2000 年頃、自由電子レーザーを真空封止型アンジュレータで作ると、短周期化が可能でアンジュレータの全長が短くなり、しかも発振エネルギーを固定すると必要な電子ビームエネルギーは小さくてすむので、コンパクトな装置が可能ではないかとの議論から始まった。さらに高周波線型加速器を使えば一層のダウンサイジングが可能であるとの結論を得て、2001 年度から 5 年計画で実現に向けての要素技術開発プログラムが認められた。当初のターゲットは、5 年間で要素技術開発を行い、最終年度に 1GeV の軟 X 線マシンを完成させることであった。しかしながら、この開発プログラムは様々な事情で、予算規模が当初計画の半分近くになったことから、最終ターゲットを 250MeV に落とし、60nm での SASE 発振を目指した建設が現在進行している。

一方で、2005 年度の予算折衝の途上で文部科学省から「国家基幹技術」の施策が発表され、その候補案として「6-8GeV 硬 X 線自由電子レーザー」を提案したところ、紆余曲折を経ながらも現時点まで生き残っており、現在文部科学省に設置された評価作業部会において施策評価が進められている。

SASE 光源と他の現在提案されている他の「次世代光源計画」との最大の相違点は、SASE 光源が X 線領域での非カオス光源を実現するものであるのに対して、他の提案はいずれも究極のカオス光源を目指すものであることであろう。現在世界的にみても最も先端的なカオス光源としての SPring-8 を有する我が国が、次に考えるとしたら非カオス光源であろうというのが我々の主張であった。

また、一方で、硬 X 線領域でのコヒーレント光(レーザー光)のポテンシャルを考えると、将来的には複数の施設が必要になることが予想され、それに対応できるだけの小型化・低コスト化を最初から考えておくべきというのも我々の主張である。

しかしながら、SASE 光源はレーザーとしてはあくまでも第一歩であり、多くのモードが立ったあまり上質とは言えないレーザーである。従って、シーディング技術の開発によるシングルモード化、何らかの電子ビームプリモデュレーション機構の開発による SASE を越えた自由電子レーザー開発などを強力に推進する必要がある。これらが完成し、また小型化・低コスト化が実現されてはじめて、真の意味での硬 X 線領域におけるレーザー利用が広がっていくものと考えている。

本講演では、上記の議論を行った上で時間が許せば、いままでに多数の方から寄せられている SCSS 利用研究提案の一端を紹介したい。