

## コヒーレントX線の利用研究

放射光科学第二研究系 平野馨一

現在、世界各地で様々な放射光源の計画や建設が進められているが、それらは (a)新第三世代光源、(b)X線自由電子レーザー(XFEL)[1-2]、(c)エネルギー回収型直線加速器(ERL)[3-4]の三つに大別される。XFELの場合、光源自体がコヒーレントな機構を持つためにコヒーレント光が得られる。それに対して、ERLと新第三世代光源の場合、光源自体はカオティックであるが、小さな光源を遠くから見ることにより空間的コヒーレンスが向上する。

これらの光源については、これまでPFにおいても将来計画との関連で詳細に検討がなされてきたが、今回新たに検討されているのは基本的には3GeVクラスの新第三世代光源である。光源のパラメーターとしては、 $\theta_x = 1 \text{ nmrad}$ 、 $\theta_y = 1 \sim 0.1 \text{ pmrad}$ という値が想定されている。これはNSLSで計画されている将来光源(NSLS-II)[5]のスペックに近いので、NSLS-IIの輝度のグラフを参考にすると、VUV・SXからX線までの広いエネルギー領域で高輝度光が得られること、さらにX線領域に限って見てもSPring-8と同程度の輝度が得られることがわかる。次にコヒーレント成分の割合について見ると、 $E = 8 \text{ keV}$ のX線の場合、アンジュレーターの長さを5mとすると、SPring-8では0.13%となり、PFの新光源では約1%となる。したがって、得られるフラックスはほぼ同じなので、PFの新光源ではSPring-8よりも約1桁大きいコヒーレントフラックスが得られることになる。

今回検討されている光源が従来の新第三世代光源と比べてユニークなのは、ソレノイドとスキュー4極電磁石によるエミッタンス制御という新しいアイデアを取り入れている点である。もしこのアイデアが実現されれば、ERL光源とほぼ同程度のコヒーレントフラックスが得られるようになり、単分子イメージング等の画期的研究を行う道が拓かれることになる。

このように、現在検討されている新光源 PF Super Storage Ring は汎用性と先端性の両方を兼ね備えたユニークな光源である。X線のコヒーレンスや位相情報を利用する研究は非常に多岐に渡っているが、PFの新光源はそれらの研究のさらなる発展を促すものとなるであろう。特に重要だと思われる研究テーマとしては、位相型X線イメージング、X線コヒーレント散乱顕微鏡、X線光子相関分光法などが挙げられる。詳細については、「放射光将来計画検討資料 2004 今後の将来計画検討のために」を見ていただきたい。

[1] “LCLS the First Experiments”, Ed. By G. K. Shenoy and J. Srohr, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford (2000).

[2] “TESLA Technical Design Report Part V: The X-ray Free Electron Laser”, Ed. By G. Materlik and Th. Tschentscher, Deutsches Elektronen Synchrotron, Hamburg (2001).

[3] “Study for a proposed phase I energy recovery linac (ERL) synchrotron light source at Cornell University”, Ed. By S. M. Gruner and M. Tigner, Cornell University, New York (2001).

[4] 「放射光将来計画検討報告 ERL光源と利用研究」編集 諏訪田剛 飯田厚夫、2003年3月、高エネルギー加速器研究機構

[5] <http://www.nsls2.bnl.gov/>