

極短光パルスの発生

物質構造科学研究所 放射光源研究系 坂中章悟

新蓄積リングにおける電子のバンチ長は、標準偏差で 10 - 20 ps 程度になると思われる。パルス長 1 ピコ秒以下の超短パルス放射光を発生する方法として、今のところ、レーザースライス法および R F 偏向法の 2 つが有力である。

第 1 のレーザースライス法では、リング内の隣り合う 2 つの直線部に 1 組の挿入光源を設置する。一方のウィグラー内を電子が通過するタイミングに合わせてパルス幅 100 フェムト秒程度の超短パルスレーザー光を導入し、電子ビームのうちレーザー光と重なり合う部分のエネルギーを変調する。次に電子ビームが下流のアンジュレータを通過する際に、適切に設定された分散関数によって、大きなエネルギーの電子を他の電子群から空間的に分離する。アンジュレータで発生する放射光のうち、この分離された電子からの放射光を分離することで、パルス幅 100 ~ 数百フェムト秒の放射光が利用できる。この方法の短所は、バンチ内電子のうち 1 - 0.1 % 程度の電子からの放射光しか利用できないこと、主バンチからのバックグラウンド光の低減に工夫が必要なこと、などである。

他方の R F 偏向法では、超伝導空洞等を利用して電子バンチの前方と後方に反対方向のキックを与え、電子群に前後位置に相関した角度分布を持たせる。ビームライン上に設置するスリットでバンチの中央部からの放射光だけを切り出すか、または非対称ミラーで放射光パルスの圧縮を行う。得られるパルス長は、電子ビームの垂直エミッタンス、偏向空洞の強さ、および放射光の角度広がりによって決定され、新蓄積リングでは標準偏差で 1 ピコ秒よりやや短い程度の見込みである。鍵となる超伝導空洞技術は KEKB 等で蓄積があり、それらを応用することが可能である。ただし、全システムは相当高価になるため、より低コストで実現できる案を考えることも必要である。

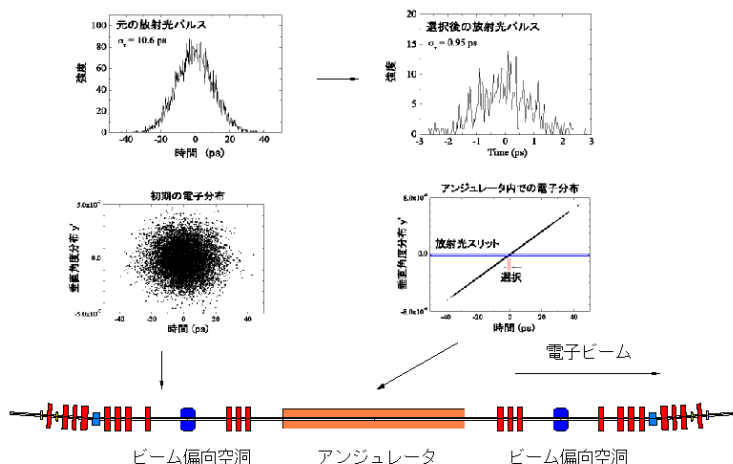


図 1 R F 偏向法による超短パルス放射光の発生原理。