

ERL用SRモニターの開発

ERLビーム診断開発グループ 三橋利行、平松成範、春日俊夫、飛山真理、
帯名崇、多田野幹人、古川和朗、佐藤政則、内藤孝

KEKでは次期光源開発のためにERL実証器の建設が計画されている。ERLでは従来の加速器で使用されてきたビーム診断のためのシステムでは不十分であり、新たな診断手法、システムの開発が不可欠である。そのためERLビーム診断開発グループを立ち上げ、検討を開始した。ここでは、先行して開発されたSRビームを用いたいくつかのビーム診断装置について紹介する。

ERLにおいては診断すべき横方向のビームサイズは現在ストレージリングで実現されている最小のビームサイズとほぼ同程度であるので、ビームサイズの評価については現在の放射光干渉計がそのまま使用できるであろう。通常ストレージリングと全く異なるのは、縦方向のビームサイズ、すなわちバンチ長で、100fs程度のショートパルスが可能となる。従来バンチ長の計測は、主にps時間分解能を有しているストリークカメラの独断場であったが、新たな方法の導入も含めて考える必要がある。また一風変わったところでは、ビームの周りにくっついてくるハローがビームロスの原因となるので、放射線シールドの立場から、このビームハローを除去する必要がある。これについても中心にいるビームのピーク強度に対して、 10^{-6} から 10^{-7} の弱い強度を持つ大きく広がったハローを観測する必要がある。従来この手のビームハローは陽子加速器では重要でありワイヤースキャナーなどが観測のために開発されているが、 10^{-5} 程度のダイナミックレンジしか達成されていない。これらのビーム計測上の問題を解決するために、KEKではERLの計画に先駆けてSRモニターの開発が行われてきたので紹介する。

可視域の放射光を用いて100fsレンジのショートパルスを計測する方法はいくつか考えられるが、ひとつはfs時間分解能の特殊なストリークカメラの応用が考えられる。この方法は単発で計れるメリットがあるが、現在達成されている時間分解能は200fs程度で多少不十分なように思われるが、ショートパルスを生成するまでの過程のダイナミックな測定としては有望である。ERLからの放射光は一次インコヒーレントであるので、通常fsレーザーで使われている自己相関計は利用できない。他方で、強度干渉計は一次インコヒーレントなパルスのエンベロープを測定することが出来、時間分解能も原理的には干渉計の分散によるリミットが支配的であるので、一次インコヒーレントなERLよりの放射光パルスの時間長を測定するのに適している。そこで我々は強度干渉計によるバンチ長測定法の開発をおこなった。

10^{-6} 程度の弱い強度を持つビームハローは通常のイメージングシステムでは回折によるバックグラウンドが 10^{-2} 程度存在するので観測できない。そこで我々はこの弱いビームハローを観測するために、太陽コロナを観測する特殊な望遠鏡であるコロナグラフの原理を応用することを試みた。コロナグラフは望遠鏡内で人工的に日食を起こし、 10^{-5} 程度の強度を持つコロナを観測するために開発された再回折光学系を持った望遠鏡である。我々はこの再回折光学系を持つイメージングシステムを加速器用に開発し、ビームハローの観測に成功した。バックグラウンドレベルは可視放射光を取り出すための金属Be鏡のからの散乱が主で、 6×10^{-7} まで減らすことが出来た。

当日はこれらのERL用に開発した特殊なSRモニターのデバイスについて紹介する。