

マルチエネルギー軟 X 線イメージング計測の設計のための 軟 X 線発光量の計算

山崎 響, L. F. Delgado-Aparicio, N. Pablant, K. Hill, M. Bitter,
高瀬雄一, 江尻 晶, M. Ono, B. Stratton

CMOS 素子を用いたフォトンカウンティング型の軟 X 線検出器の開発によって、複数のエネルギーレンジを用いた X 線イメージングが可能となった。このシステムを用いた計測では、プラズマの電子温度・密度・ Z_{eff} の分布を、高い時間・空間分解能で測定することが可能となるが、実際の分解能はプラズマからの信号強度に強く依存するため、設計の最適化や実現可能な分解能の評価には、プラズマからの軟 X 線量の計算が必要である。

今回、MST 装置および DIII-D 装置における二次元イメージング計測を想定したプラズマからの軟 X 線放射量の計算と、実際の測定のための設計検討を行った。使用を予定している検出器は Dectris 社の PILATUS3 で、 495×195 ピクセルの画素をもち、ピクセル毎に最大 10^7 個の光子を計数できる。また、すべてのピクセルにコンパレータが内蔵されているため任意のエネルギースレッシュホールドを設定することで入射する光子のエネルギーを選別することが可能となっている。

今回の計算では、それぞれの装置におけるプラズマの電子温度・電子密度・不純物密度の分布を仮定し、FLYCHK コード [1] を用いてプラズマからの X 線放射量を計算した。さらに、計測時に用いるフィルターの透過率を XOP コード [2] によって計算し、PILATUS3 検出器のピクセル毎に設定するエネルギースレッシュホールドを加味した上で、検出器の各ピクセルで計測される光子のカウントレートを求めた。

計算の結果、MST 装置および DIII-D における L-mode を仮定したプラズマでは、1 cm の空間分解能と 500 Hz の時間分解能を実現可能であることがわかった。一方、DIII-D における H-mode プラズマを想定した計算では、不純物として Ar 含んだ場合に周辺部の発光が大きく増えるため、ピンホール径と位置を変更することでベデスタル周辺において 0.1 cm の空間分解能が得られる可能性が示唆された。

[1] H.-K. Chung *et al.*, High Energy Density Physics, **1**, p.3 (2005).

[2] <http://www.esrf.eu/Instrumentation/software/data-analysis/xop2.4>