

# マルチエネルギー軟 X 線計測の検討

山崎 響, L. F. Delgado-Aparicio<sup>1)</sup>, 高瀬雄一, 仲野友英<sup>2)</sup>, 江尻 晶, 辻井直人, 渡邊 理,  
 N. Pablant<sup>1)</sup>, K. Hill<sup>1)</sup>, M. Bitter<sup>1)</sup>, M. Ono<sup>1)</sup>, B. Stratton<sup>1)</sup>, TST-2 Group  
 東京大学, <sup>1)</sup> Princeton Plasma Physics Laboratory, <sup>2)</sup> 量子科学技術研究開発機構

近年開発された CMOS アレイ光子計数型軟 X 線検出器を用い、エネルギー分解した X 線イメージング計測の検討を行った。PILATUS3 は、 $487 \times 195$  ピクセルの画素を持ち、すべてのピクセルに電子的エネルギー閾値を設定することができる。この機能を用い、特定のエネルギー帯の光子を計数する。この検出器を用い、異なるエネルギー閾値を設定したピクセル間の制動放射強度比から、電子温度分布を高空間分解能 (cm オーダー)、高時間分解能 (最大 500 Hz) で測定できるため、トムソン散乱や ECE で得られた電子温度分布を補完できると期待される。さらに、トムソン散乱や干渉計で測定された電子密度分布を用い、 $Z_{\text{eff}}$  分布や不純物イオン分布に関する情報も得られる。これら様々な情報を得るため、電子温度分布測定のためには不純物線スペクトルを観測しないよう、不純物イオン分布測定のためには積極的に線スペクトルを観測するようエネルギー閾値を設定する必要がある。実現可能な空間・時間分解能は信号強度に依存するため、これらの定量的評価にはプラズマからの軟 X 線放射量の計算が必要である。

JT-60SA の NB 加熱プラズマ (シナリオ 2) で想定される電子温度、電子密度、不純物密度分布を指定してプラズマからの軟 X 線放射量の計算を行った結果を図 1 に示す。スペクトルの評価には衝突輻射計算コード FLYCHK<sup>[1]</sup> を、センサーにおける X 線吸収率および測定に用いるフィルタの X 線透過率には XOP<sup>[2]</sup> を用いて計算を行った。重水素・炭素・酸素のみが存在する場合のほか、微量の高 Z 不純物 (Ar, Ni, Xe, W) が存在する場合の計算も行った。今後は、検出器を設置するポートと視線を仮定し、ピクセルあたりに入射する光子数を計算し、PILATUS3 のピクセル当たりの最大カウントレートを超えないような設計を行う。また、測定対象となるプラズマに応じた最適なエネルギー閾値を設定し、実現可能な空間分解能、時間分解能を求める予定である。

現在、東大の TST-2 で PILATUS3 を用いた測定を行うための設計を行っている (図 2 にポロイダル面内の測定領域を示す)。このシステムは九大の QUEST にも適用可能な設計となっている。

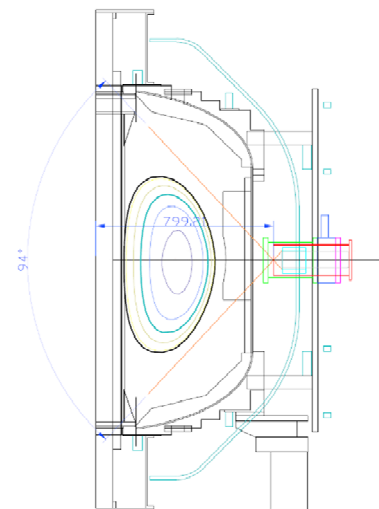
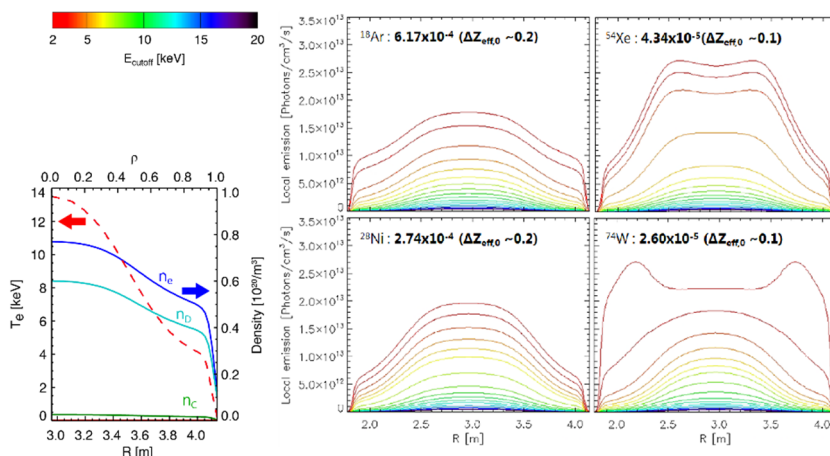


図 1 : 計算に用いた JT-60SA シナリオ 2 の電子温度・密度分布 (左)、Ar, Ni, Xe, W が存在する場合の発光量の計算結果 (右)。右図の色はエネルギー閾値を 2 keV から 20 keV まで 1 keV ずつ変えた場合を示す。

図 2 : TST-2 におけるポロイダル面内の測定領域の例

[1] H.-K. Chung *et al.*, High Energy Density Phys. **1**, 3 (2005).  
 [2] M. Sanchez del Rio *et al.*, Proc. SPIE **8141**, 814115 (2011).