

ITERの放射線環境下における周辺トムソン散乱計測装置の 光学調整手法開発

Development of alignment method for Edge Thomson Scattering system under radioactive environment in ITER

谷塚英一、波多江仰紀、伊丹潔
Eiichi Yatsuka, Takaki Hatae, Kiyoshi Itami

量研機構

National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

ITER周辺トムソン散乱計測装置は、規格化小半径 (r/a) が0.85以上となるプラズマ周辺部における、電子温度・密度の分布を計測する装置である。周辺部では、輸送障壁の形成によって温度・密度分布が急峻になることが予期されており、5 mmの空間分解能で測定する。

周辺トムソン散乱計測装置の光学調整は、大きく以下の3つに分類される。1つ目は、許容誤差0.1 mrad程度でビームダンプの中心にレーザービームを入射する。設計は[1]に示されており、現在、実証試験を進めている。2つ目は、集光光学系を入射レーザービームに対して垂直方向に視野調整し、散乱光強度、すなわち電子密度を精度良く測定する [2]。本講演では、3つ目の調整項目である、入射レーザービームに沿った方向の視野調整について、新手法を提案し、妥当性を示す。これによって、電子密度の分布形状のみならず、位置も校正できる。

レーザービームに沿った方向の視野調整は、集光光学系を通じて逆向きに光を入射し、ブランケットに投影されたスポットを検出することによって行う。図1に、機器の配置を示す。ITERの熱的、電磁的負荷の下での信頼性を考慮し、可動ターゲットは用いない。周辺トムソン散乱計測装置の光学的な特性により、計測ポートの第1壁（以下、DFWという）に接して通過した光は、ポート内の光学機器が地震、ディスラプション、温度変化等によって動いてしまった場合でも、レーザービーム上でほとんど一定の位置を通過する。従って、特定のファイバーから出射してブランケットに投影される光が、DFWに接するようにファイバーの位置を調整することにより、真空容器の大気開放も測定位置へのターゲット挿入も行わずに、位置校正が可能となる。

ブランケットに投影したスポットは、ITERの第1壁監視用赤外カメラ[3]を利用して検出できる。赤外カメラは、 10 mW/m^2 程度の発光を検出できる。集光光学系を逆向きに通過した光は、レーザービーム上で収束し、その後再び発散してブランケットに到達する。スポット径(650 mm)、光学系の透過率(10%)、光源の強度(3 W)を考慮すると、 900 mW/m^2 程度の強度でブランケットに光を到達させることができる。また、ブランケットからレーザービームまでの距離

とレーザービームからDFWまでの距離の比は40 : 1程度であり、赤外カメラの分解能は約10 mmである。ブランケットに投影された光がDFWに接しているかどうか検出するために4画素の情報が必要と仮定しても、約1 mmの精度で位置校正できる。この値は、ITERで予期されている周辺ペDESTALの特性長（最小で10 mm程度）[4]と比較して十分に小さい。以上のように、周辺プラズマ計測のための光学調整に関する新手法を提案し、その妥当性を明らかにした。

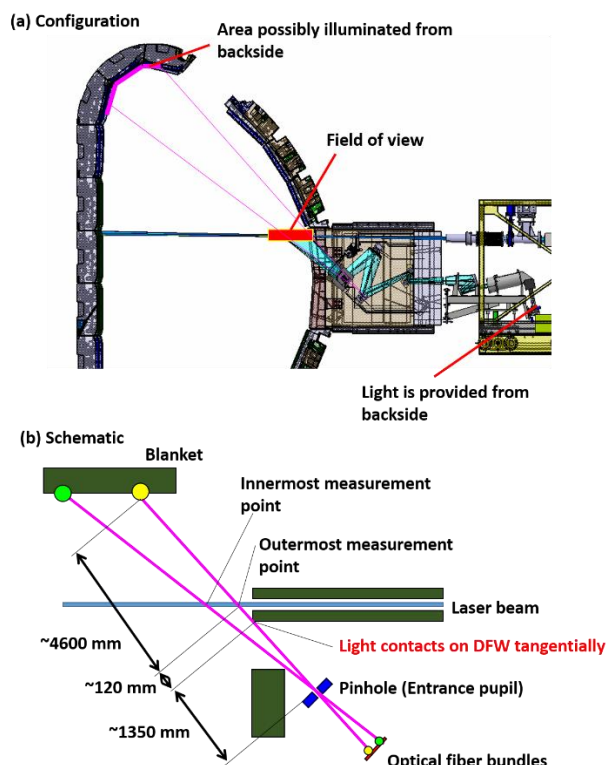


図1 レーザービームに沿った方向の視野調整
新手法に関する(a)機器配置、(b)模式図

- [1] E. Yatsuka *et al.*, J. Instrum. **11**, C01006 (2016).
- [2] H. Yoshida *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **66**, 143 (1995).
- [3] M. Kacan *et al.*, Phys. Scr. **T167**, 014047 (2016).
- [4] P. A. Schneider *et al.*, Plasma Phys. Cont. Nucl. Fus. **54**, 105009 (2012).