

トムソン散乱計測の新しい展開 New application of Thomson scattering diagnostics

山田一博, 舟場久芳, 徳沢季彦, 谷塚英一¹, LEE Jongha²,
HUANG Yuan³, LIU Chunhua³, LHD実験グループ
YAMADA Ichihiko, FUNABA Hisamichi, TOKUZAWA Tokihiko,
YATSUKA Eiichi¹, LEE Jongha², HUANG Yuan³, LIU Chunhua³,
LHD experiment group

核融合研,¹量研,²韓国核融合研,³西南物理研
NIFS,¹QST,²KFE,³SWIP

トムソン散乱計測は種々のプラズマ実験装置でプラズマ中の電子温度を測るために応用されている。トムソン散乱計測は光によって電子の運動を観測するという物理的に明快な原理を基にしており、温度計とは違う新しい視点から、プラズマ中の電子の運動を調べるための計測機としての可能性も持つ。その一つとして、プラズマ中の電子の速度分布の歪み（マクスウェル分布からのずれ）を評価するために新しいポリクロメーターを開発した。これは、電子温度の異方性の探索にも応用できる。

プラズマ中の電子の速度分布の観測は1960年～1980年代頃、ルビートムソン散乱装置では教科書的なマクスウェル分布に従うスペクトルが広く観測されていた。ルビートムソン散乱装置は散乱光のスペクトルを通常の分光器で観測するシステムもあり、高波長分解能なスペクトルの測定が可能だったためである。核融合プラズマ実験装置では、1990年代からDIII-D、ASDEX、JT-60U、LHDに代表されるYAGトムソン散乱装置が主流となった。これらのYAGトムソン散乱装置では、電子の速度分布はマクスウェル分布に従うと仮定した上で、温度計としての性能を最適化した波長チャンネル数4～6程度のポリクロメーターが使われている。波長チャンネル数が少ないため、高分解能な散乱スペクトルの観測はできない。

今回、波長チャンネル数をこれまでの5から9としたポリクロメーターを製作した。温度計として最適化する場合中心レーザー波長から遠ざかるにつれ、波長幅が等比数列的に広がるようにフィルターを設定する。今回はスペクトル全体の形状を調べるため、図1のように、所有するフィルターを組み合わせの中で、なるべく等間隔に近くなるように選択した。青曲線は光検出器APDの感度曲線である。

図2に、マクスウェル分布を仮定した場合の信号強度の予想値（青）と実験で得られた信号強度（赤）の比較の一例を示す。CH. 1～9の各信号強度はCH. 1～9信号強度の総和で規格化した。この例の場合、両者は実験誤差の範囲内にあるが、いくらか差異の兆候も見られる。

2023年度のLHD実験では、更に波長チャンネル数を12へ増やしたポリクロメーターも加え、より詳細なマクスウェル分布からのずれの探索を試みる。

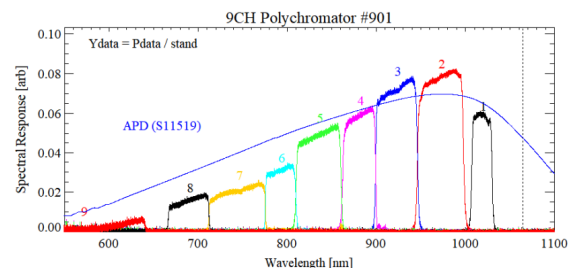


図1. 今回製作した9チャンネルポリクロメーターの感度曲線。

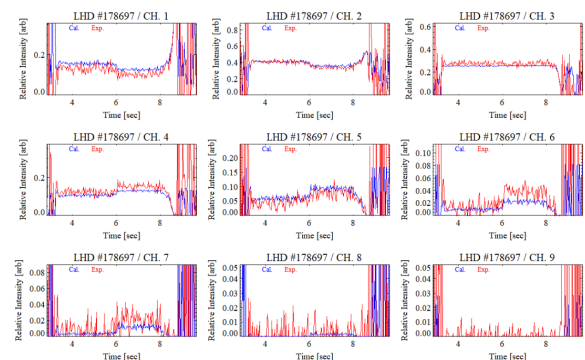


図2. マクスウェル分布を仮定した場合の信号強度の予想値（青）と実験値（赤）の比較。