

液晶チューナブルフィルター開発について

○木村剛一、一本潔、大辻賢一、上野悟、永田伸一、仲谷善一、廣瀬公美、徳田怜美
(京都大学理学研究科 附属天文台)

概要

京都大学理学研究科附属天文台では、太陽観測用 超狭帯域液晶チューナブルフィルターを5年前より開発し、現在までに2台製作してきた1台目の口径32mm (UTF-32) はドームレス太陽望遠鏡や海外の大型望遠鏡で観測に活用されている。2台目の40mm (TF-40) は2016年4月から、飛騨天文台太陽磁場活動望遠鏡のSDDIに搭載されている。本公演では口径32mm (UTF-32) のフィルターを透過幅 $1/8\lambda$ (透過半値幅 0.125Å) にするアタッチメントの開発状況を報告する

1. はじめに

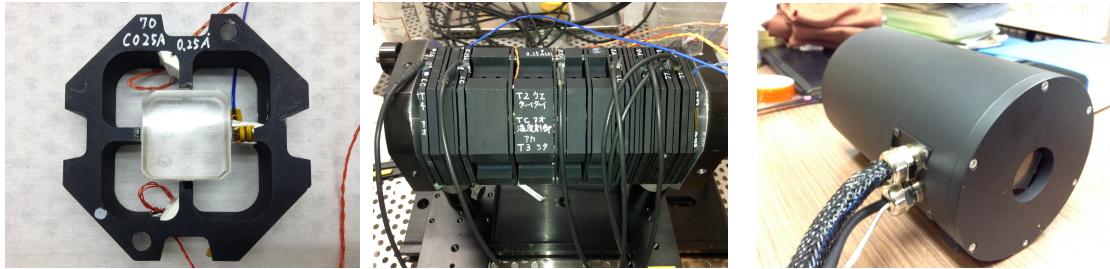
太陽観測衛星や高分解能地上望遠鏡による成果として、太陽大気はダイナミクスなプラズマ運動で満たされている事が明らかとなり、その現象の解析を深めていく必要に迫られてきた。このような現象を観測するためには、高時間分解能、広視野、高分解能で太陽表面において起きている現象の速度場及び磁場のイメージング観測が必要となってきたことから、5年前より新しい液晶チューナブルフィルターの開発に着手した。

2. 液晶チューナブルフィルターとは

リオフィルターとは偏光板、厚みの異なる複屈折結晶(方解石、水晶など)を交互に重ね合わせ、狭い波長範囲の光を取り出すもので、今まで製作してきた2台のリオフィルターは7つのブロックによって構成し、透過帯を 0.125Å とした。従来のリオフィルターでは波長変換を行う際、光学素子を駆動させる機構が必要であったこと、機械駆動部分の潤滑と恒温を目的として、素子を油層内に格納している。しかし、油層内に素子保持機構の可動部分から発生する微細な金属粉末が油層内に拡散し、重ねあわされた素子の間に蓄積され光量の著しい低下を招いていた。液晶チューナブルフィルターでは波長可変は液晶素子を使用し機械駆動部を排除し、それに伴い潤滑機能が必要無いため油層も廃止した。液晶素子を使用するもう一つの理由として、波長変換速度の劇的な高速化を達成することが可能であり、特に1号機として開発した口径32mmのUTF-32については、 510Å から 1100Å の波長帯域内で 0.25Å 刻みで任意の波長に最短 100ms で波長変換することが可能である。これは液晶の反応速度に依存している。

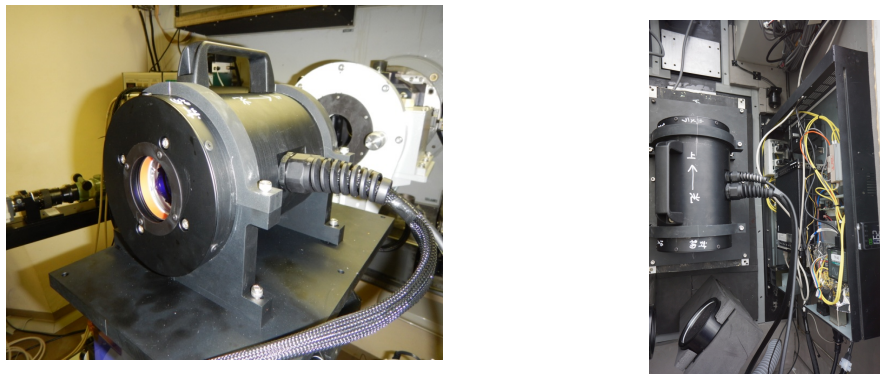
1) UTF-32 (Universal tunable filter)

UTF-32は口径32mmのリオフィルターで、2015年1月に完成した。このフィルターは現在、飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡の定常観測用として用いられている。また、その可搬性を生かし、海外の大型太陽望遠鏡での観測にも使用されている。



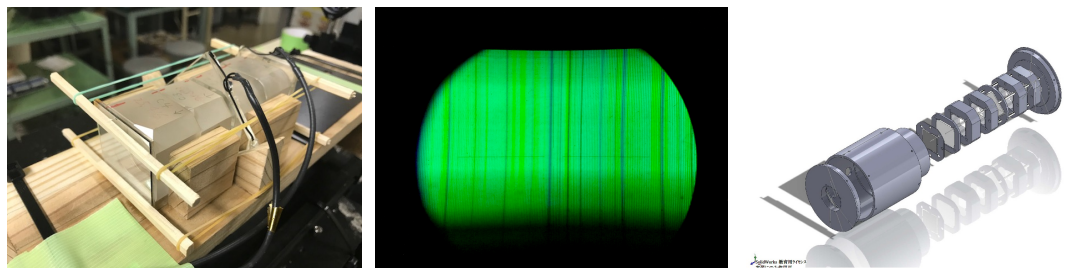
2) TF-40 (Tunable filter)

TF-40は飛騨天文台太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) の新しい観測装置SDDIに搭載するために製作された口径40mmの液晶チューナブルフィルターであり、SMART T1鏡筒内部に設置され使用されている。



3) TF-1/8

UTF-32の透過波長は現在0.25Åであるが、これをさらに半分の0.125Åにするため開発中の装置である。UTF-32とこのフィルターを同一の光路上に設置する事によって、その性能を発揮する。



現在、部品については京大理学研究科技術開発室に加工依頼を出し部品加工中である。本装置は本年度内に完成予定である。

3. まとめ

我が国の液晶チューナブルフィルターの開発は、1996年から乗鞍コロナ観測所の10cmコロナグラフに搭載された、波長5303 Åのコロナ輝線を観測するために開発されたものが実用的なものとして一番初めに開発されたと思われる。その後、その製作ノウハウを継承し、京都大学附属天文台では2012年に新しい液晶チューナブルフィルターの開発が始まったが、透過幅が0.25 Åのフィルターは国内ではまだ開発されておらず、波長範囲も5100 Åから11000 Åと非常に広い物であること、液晶や各種素子の温度依存性などの検証も必要な事から測定などには非常に時間がかかった。この測定、解析には、萩野正興氏（現国立天文台 太陽観測科学プロジェクト）が担当されたが、冬の寒い飛騨天文台の測定室で籠りきりの非常に大変な作業であったと思われる。開発、製作期間は足掛け4年と少々時間をかけ過ぎた感もあるが、2015年1月に初号機であるUTF-32が完成し、中国雲南省撫仙湖太陽観測所にて、太陽のイメージング観測を行った。以降は飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡を常設場所とし観測に供されている。続いて2号機であるTF-40は飛騨天文台太陽磁場観測望遠鏡（SMART）のT1望遠鏡の新しい観測装置（SDDI）へ搭載され、日々の観測用いられている。現在は、UTF-32の透過幅をさらに半分にするTF-1/8を製作中である。

参考文献など

- ・国立天文台太陽科学プロジェクト（太陽観測所）ウェブページ