

高繰り返し広帯域ポンププローブ計測システムの開発

米田研究室

齊藤英雄

1. はじめに

通常、物質の状態遷移は、固体から始まり固体密度を膨張させながら行われ、液体、気体、そしてイオン化を経てプラズマへと変化していく。それぞれの状態における輸送モデルは確立されて、それらを結びつける実験が行われている。実験に際して、物質を固体状態からその密度を変えることなく、プラズマの状態まで変化させる状態遷移が考えられている。この現象は非常に短い時間で終わってしまうために、本研究室では測定にはポンププローブ計測法をとっている。このポンププローブ計測システムは Fig1 の計測システムを使用しているが、この計測システムにおいて、白色光のような広帯域光な probe 光をビーム反転型 Sagnac 干渉計に用いることにより感度のよい測定が可能になる。

本研究では、超短パルス自己光源とこれを組み合わせたシステムを開発した。また、測定に対して精度の向上を目指した高精度(16bit)高繰り返し対応の AD 変換データ取り込みシステムも合わせて用意した。

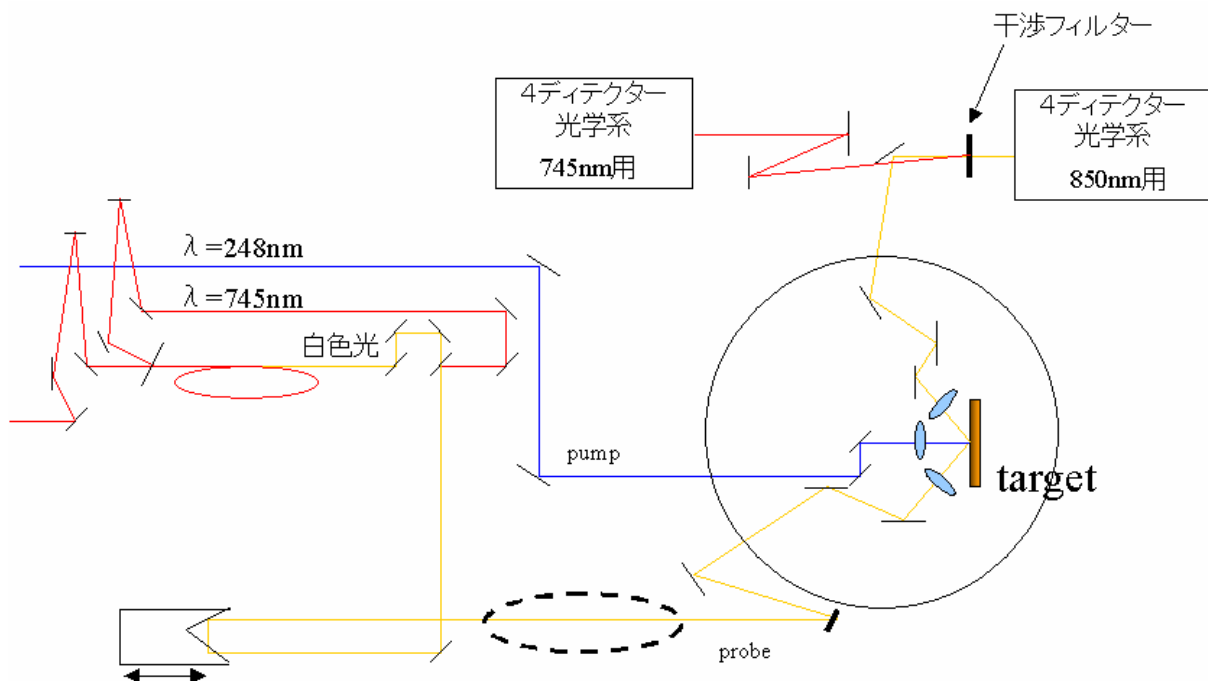


Fig1

2. 広帯域ポンププローブ計測システム

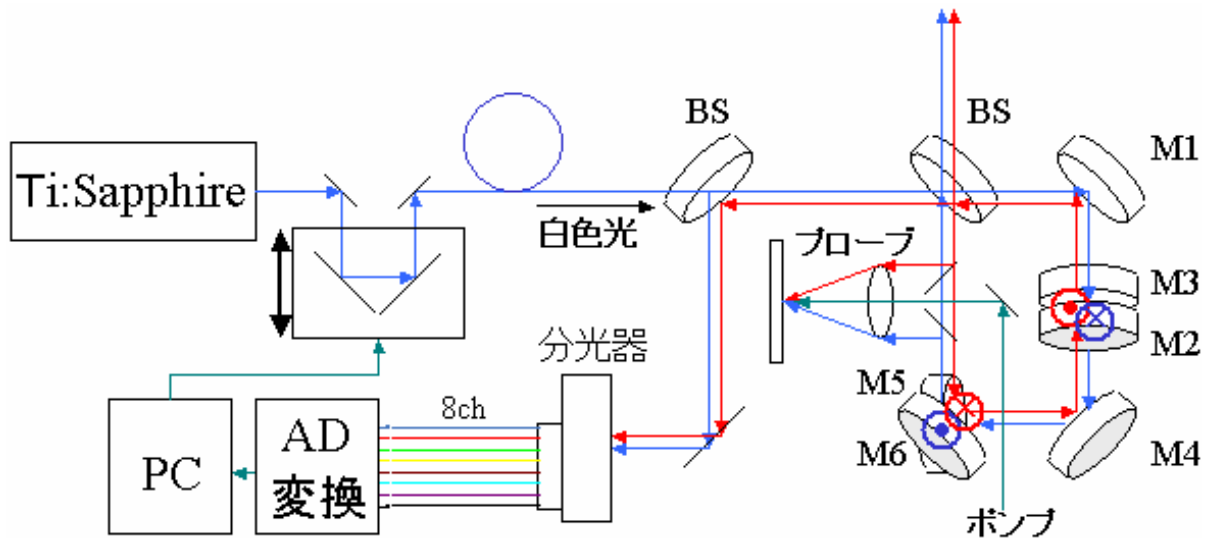


Fig2

原理的に光路長が等しくなる Sagnac 干渉計に像反転光学系を入れることで白色光全ての波長で null 状態を作ることが出来る。[1] これに超短パルスレーザーによる白色光を用いた、ポンププローブ計測を描写出来れば以下のメリットが得られる。

- null からの変化を測定できるため感度のよい測定データが得られる
- 広帯域な光に対して普通の光学系が使用できる

また、Fig1 の点線で書かれた部分に対して導入することを考えている。

3. ビーム反転型 Sagnac 干渉計の構築

同一の干渉計に白色光($\sim 200\text{nm}$)を入射したとき(左)と、745nm($\Delta\lambda = 8\text{nm}$)の超短パルス変換光を入射したとき(右)の干渉計出力画像を Fig3 に示す。

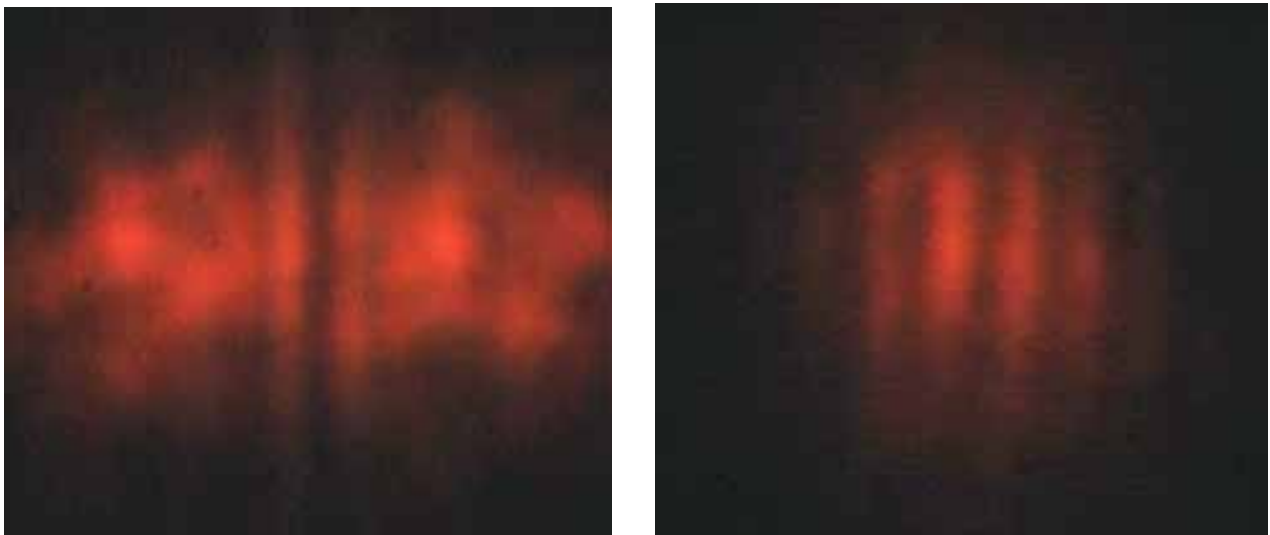


Fig3

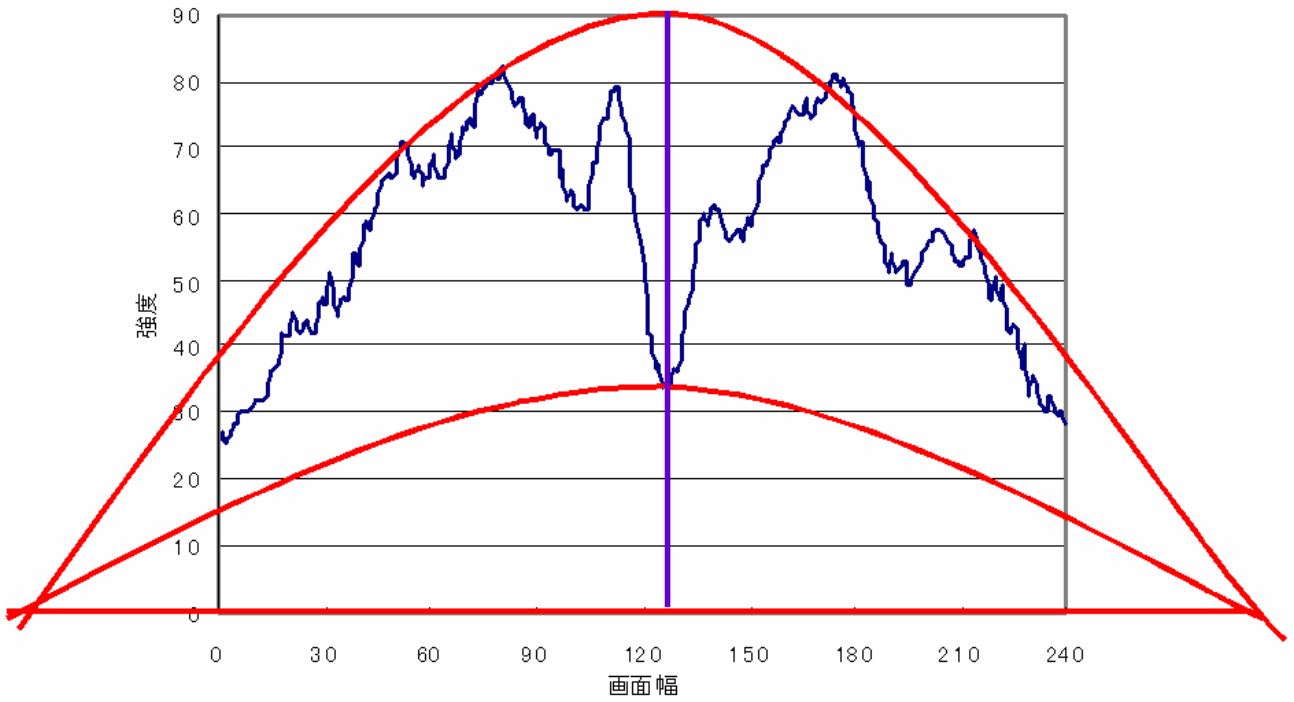


Fig4

白色光、超短パルス変換光ともに干渉し縞が観測されている。白色光に関しては、中心の部分のみ暗部となっている。これは次数の高い部分は波長による”ぼけ”が起きているためである。この場合の強度分布を Fig4 に示す。これより現状のデータで Visibility0.4、40%程度の null 条件が得られていることが確認された。また、null を利用する理由は、ダイナミックレンジが広くとれるためである。このため感度よく測定できるために null を利用する。

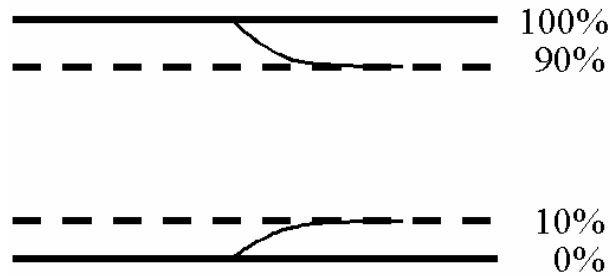


Fig5

ダイナミックレンジ

$$99.9\% \rightarrow 90\% : 99.9/90 = 1.11$$

$$0.1\% \rightarrow 10\% : 10/0.1 = 100$$

4 . 高繰り返し AD 変換

市販の 16bitAD 変換ボードを介して長期的に渡り、取り込むシステムを構築した。8ch の差分入力をを用いて最高 4ms ごとのデータがノイズレベル $\pm 0.75\text{mV}$ の範囲で得られた。

また、現況のポンププローブシステムでデータを取ったときの結果を以下に示す。Fig6、Fig7 はそれぞれ現況と開発した AD 変換システムの結果である。同時間分の測定を行ってデータを取った。横軸がデータ点数、縦軸が電圧を示している。これらのことから以下の結果は、同じ現象において多くのデータを取得したことを示す。

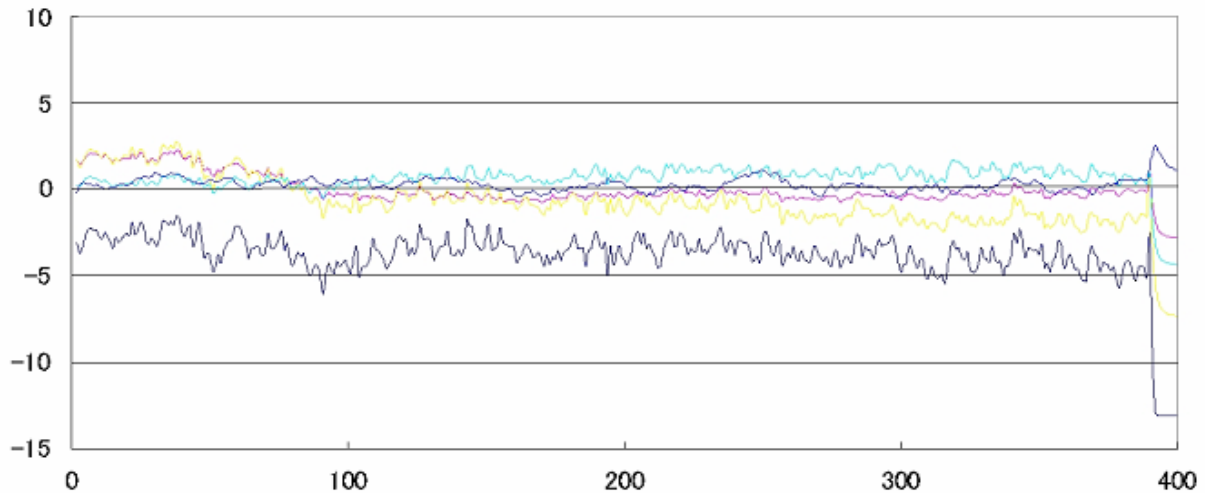


Fig6

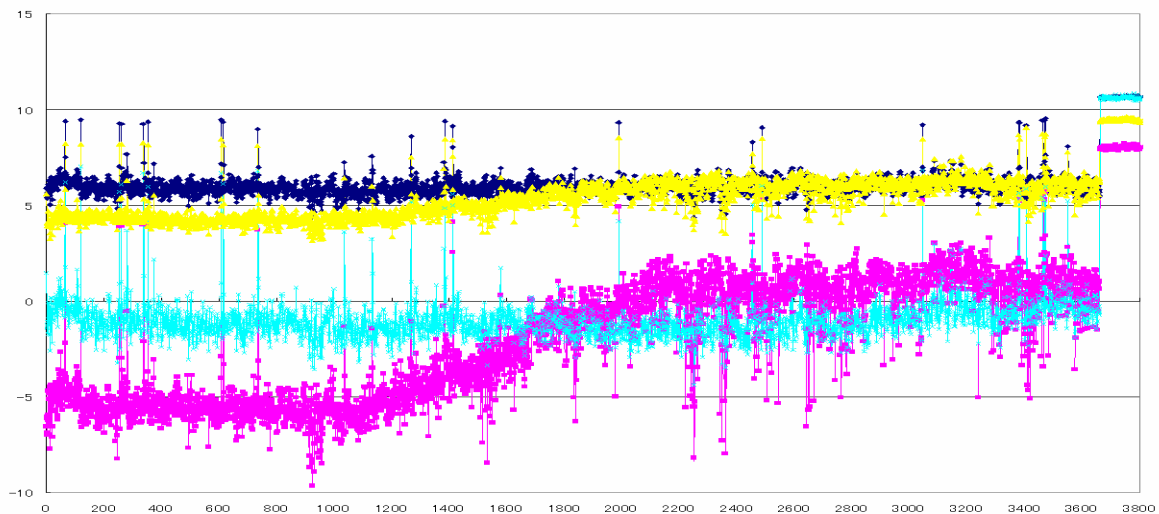


Fig7

5 . まとめと今後

超短パルスレーザ白色光源と、ビーム反転型 Sagnac 干渉計を組み合わせたプローブシステムが完成された。また、データ取り込みシステムの用意も出来、ポンププローブ干渉計測が広帯域で行われる準備が出来上がった。

今後の課題としては、測定システムへこれらのシステムを組み込むことが挙げられる。

参考文献

- 1) A.Tavrov 他 東京農工大学・電気通信大学 21 世紀 COE プログラム合同シンポジウム予稿集 P47