

レーザー駆動超高磁場中のプラズマ分光の研究

米田研究室 0512002 鮎田 謙一

1、序論

本研究は、レーザー駆動超高磁場中におけるプラズマ分光によって、超高磁場中における磁場、プラズマのふるまいと、ゼーマン効果を観測することを目的としたものである。また、ターゲットを圧縮するのに大阪大学の激光XII号によるアブレーション圧力を用いることで、数千テスラの超強磁場発生と同時にきれいな観測系を得ることができると考えた。数千テスラの磁場を物質に加えることが出来れば、サイクロトロンエネルギーが電子遷移のエネルギーと同程度になり、新たな物性研究が期待出来る。また、固体密度程度のプラズマでも、 β 値（熱エネルギー／磁気エネルギー）が1を下回る高密度磁化プラズマの生成が可能となり、磁気リコネクションなどを通した磁場エネルギーの急激な開放現象などの研究にも応用できる。

2、レーザー駆動超高磁場発生実験

本実験では、ターゲットを圧縮するための外力に、大阪大学の激光XII号によるレーザー照射によるアブレーション圧力を利用する。その磁場レーザーアブレーション圧縮方法を以下示す。

- 1) ターゲットの内部に磁場（種磁場）を入れるため、コイルを設置し種磁場を発生させる
- 2) ターゲットの外部から高出力レーザーを照射し、アブレーション圧力で圧縮する
- 3) 磁束を漏らさずに圧縮できれば磁束密度は増加し、超強磁場を得ることができる

また、レーザーアブレーションによってビームエネルギーを吸収したターゲットの表面、内部はプラズマ化し、ターゲットの中央を通るファイバー（SiO₂）のSi原子特有の波長領域のスペクトルは吸収され弱められる。本研究ではこのSi原子の吸収スペクトルを観測、解析した。図1にレーザーアブレーションの概要図を示す。

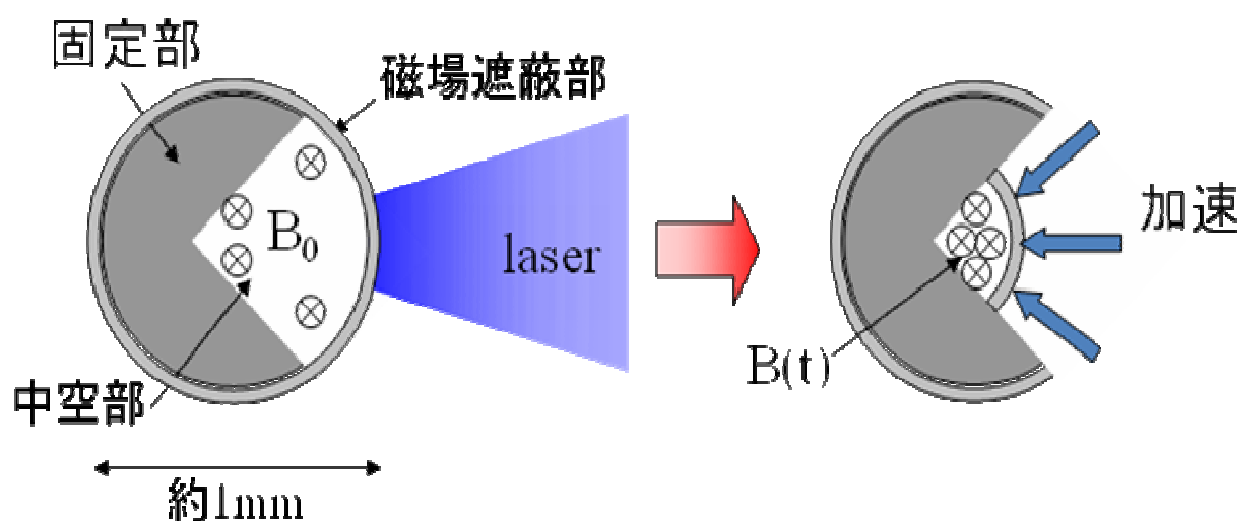


図1 ターゲットのレーザーアブレーション

本実験は次のように行われた。まず真空チャンバーの中央部に設置されたターゲットの横に位置するコイルに磁場を発生させる。これによってターゲット中空部に種磁場が発生する。さらに、同時にターゲットに激光XII号によるレーザーを照射することによって、超高磁場を発生させようと試みた。また、ターゲットには横からプローブ光を通すことにより、光学系にてターゲットがレーザー照射された瞬間の分光観測を行った。図2に実験の概要図を、図3に光学系の概要図を示す。

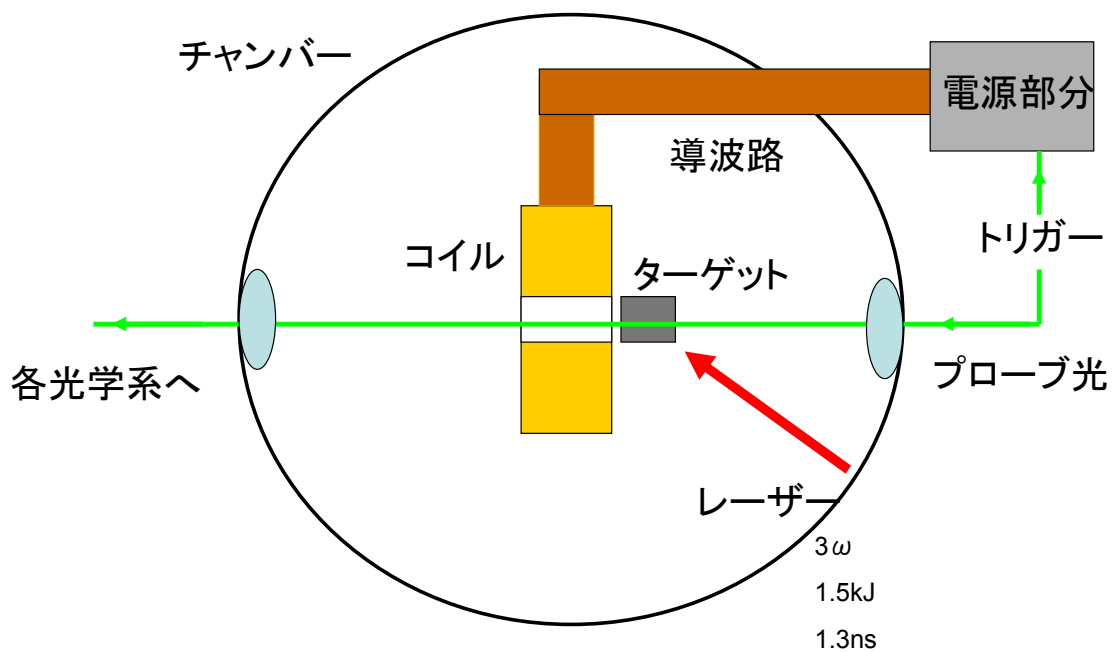


図2 実験概要図

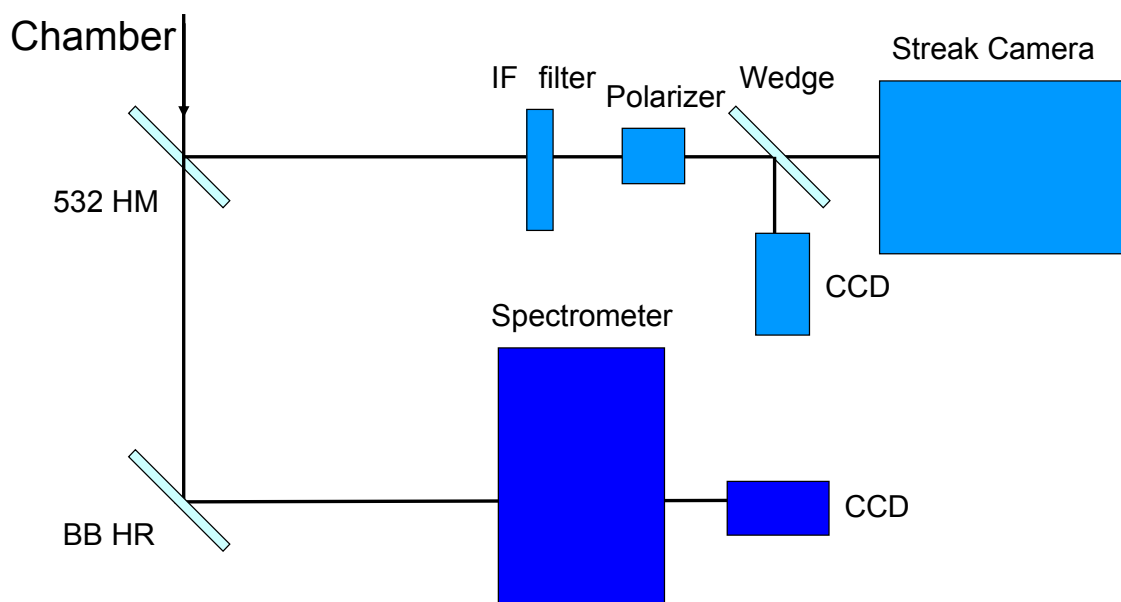


図3 光学系概要図

3、分光測定結果と評価

図4に観測したスペクトル結果の一例を示す。左側の画像はレーザーショット時における分光の様子を分光器の後ろにセットした CCD カメラでとらえたものである。右側は左側の写真を各ポジションごとに切り出し、そのラインでの波長対相対強度のスペクトル分布図を表したものである。図4からみてとれるように、Si 原子の吸収スペクトルを確認する事ができた。また、 $z=324$ 線では輝線スペクトルの先端が分岐されているようにみることができる。これらがゼーマン効果によるものかどうかはさらに解析を試みる必要がある。

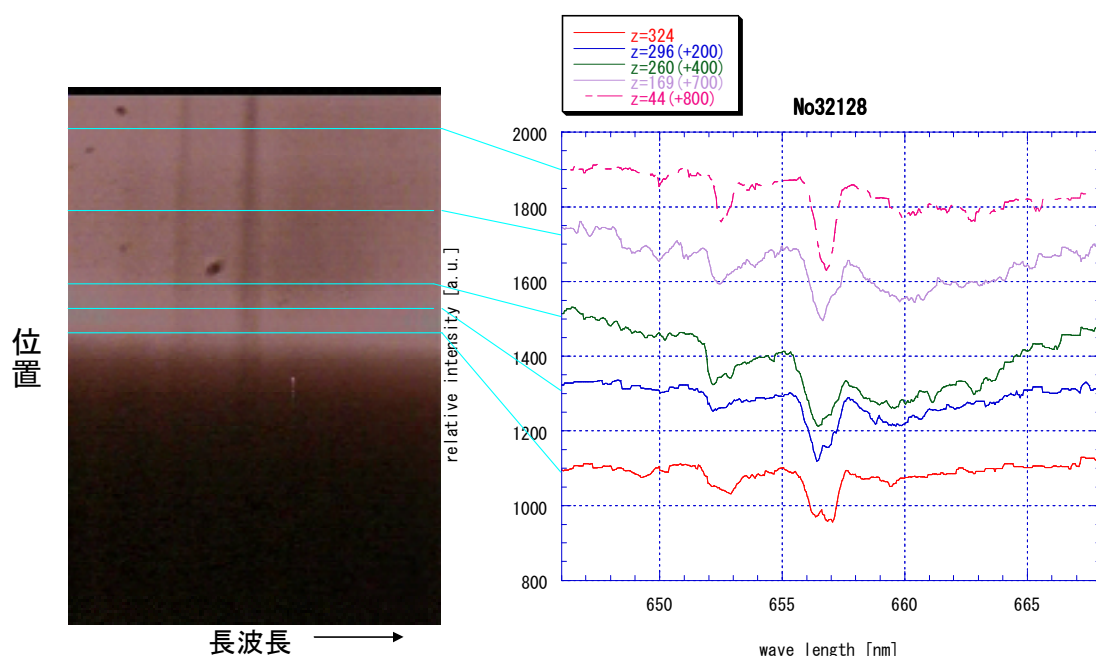


図4 Si 原子の吸収スペクトル比較図

4、結論

今回の研究において、プラズマ分光における Si 原子の吸収スペクトルを確認する事ができた。さらに、得られたスペクトルの中には Si 原子の吸収スペクトルが分岐しかけているように見える箇所も確認できた。今後はこれらが超高磁場によるものであるか解析、議論する必要がある。高磁場中での分光技術が確立できれば、高磁場における分光観測の物性研究が発展、進歩することが期待できる。