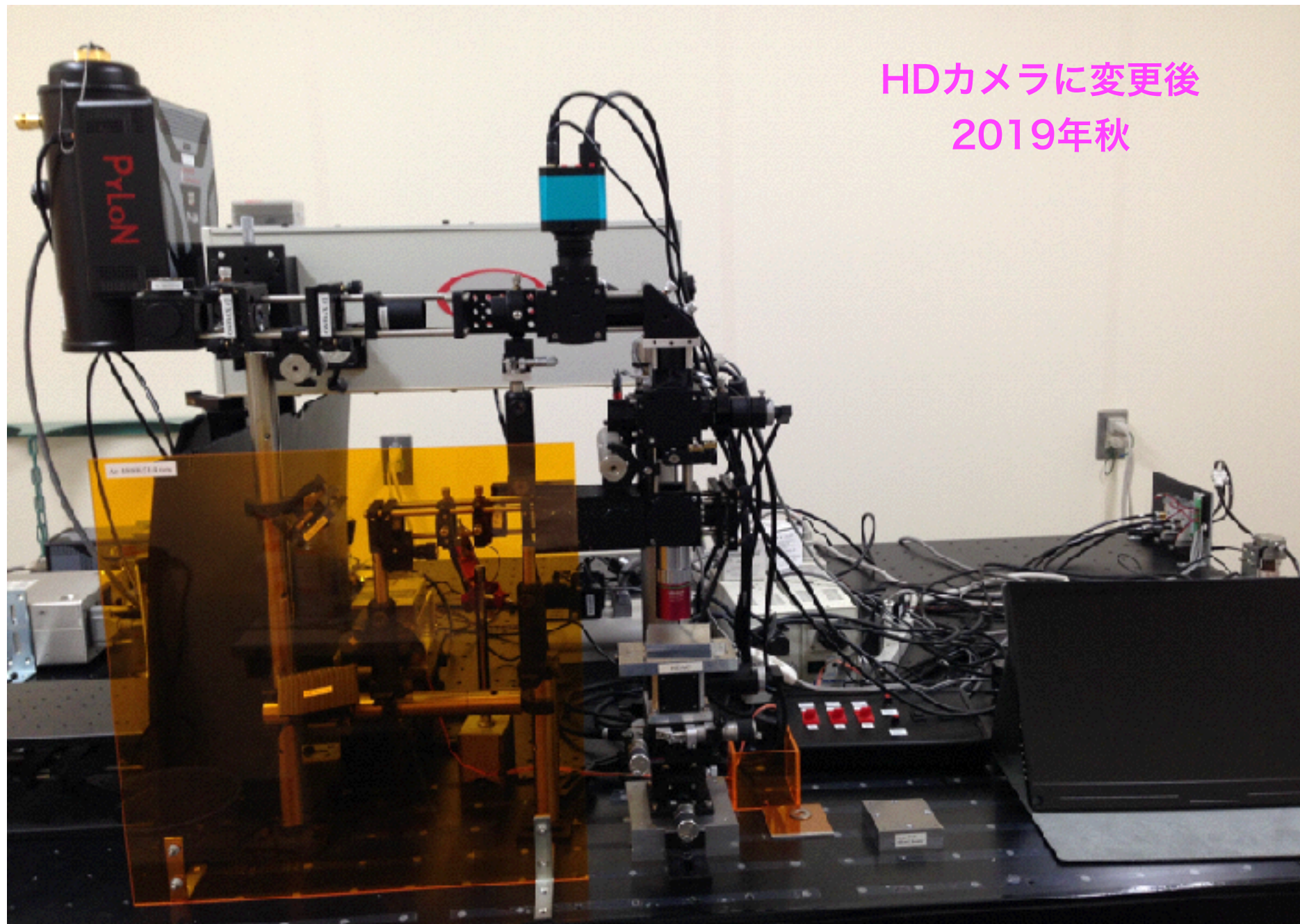


顕微ラマン分光システムの詳細

岡山大学 惑星物質研究所

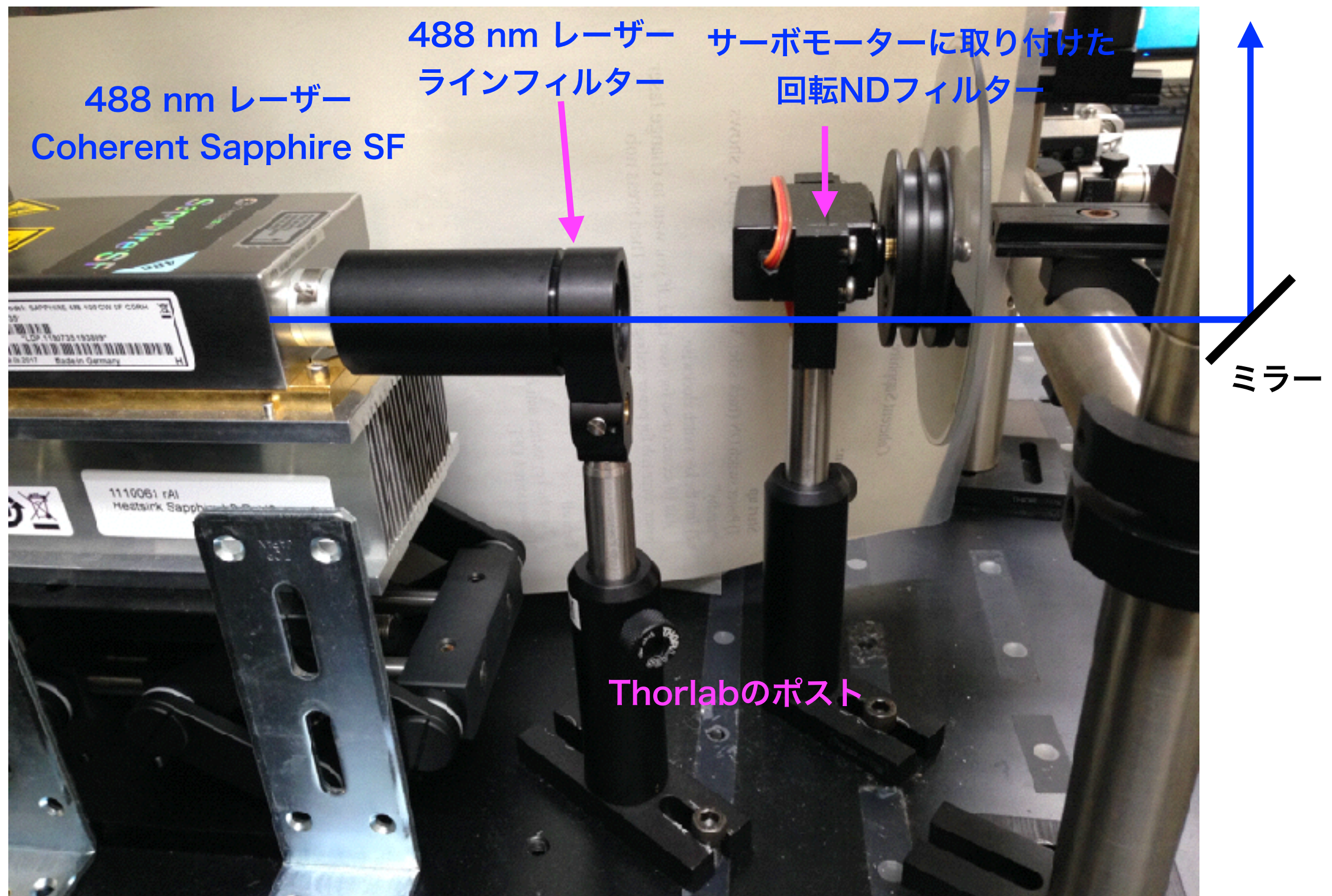
神崎正美

<http://www.misasa.okayama-u.ac.jp/~masami/pukiwiki/>



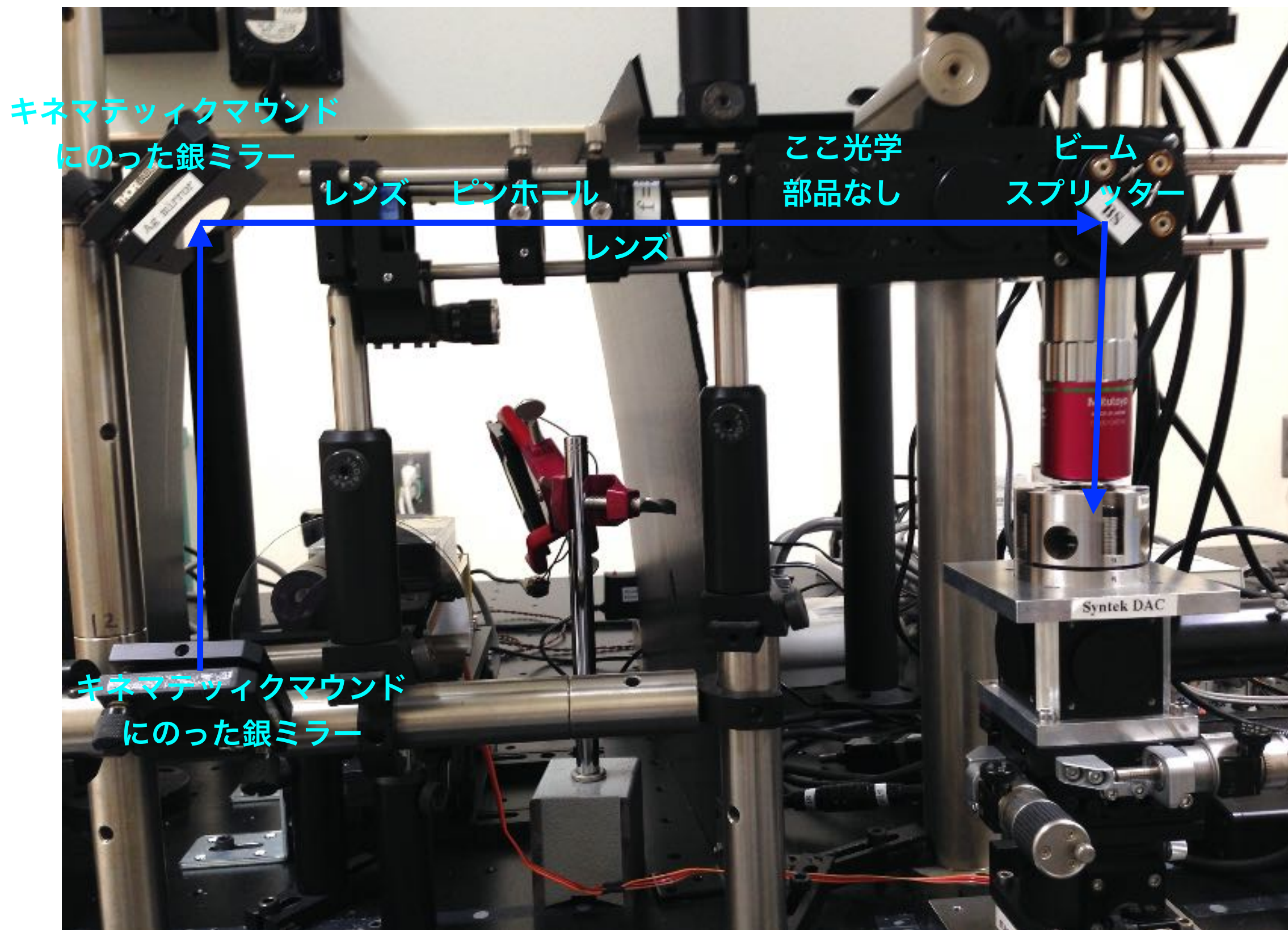
レーザー付近

レーザーから出た光は、レーザーラインフィルターを透過、NDフィルターを透過する。回転NDフィルターは濃度が円周上で変化しており、サーボモーターで2つの位置（最大透過、最大吸収）にPCから制御する。



NDフィルターの後

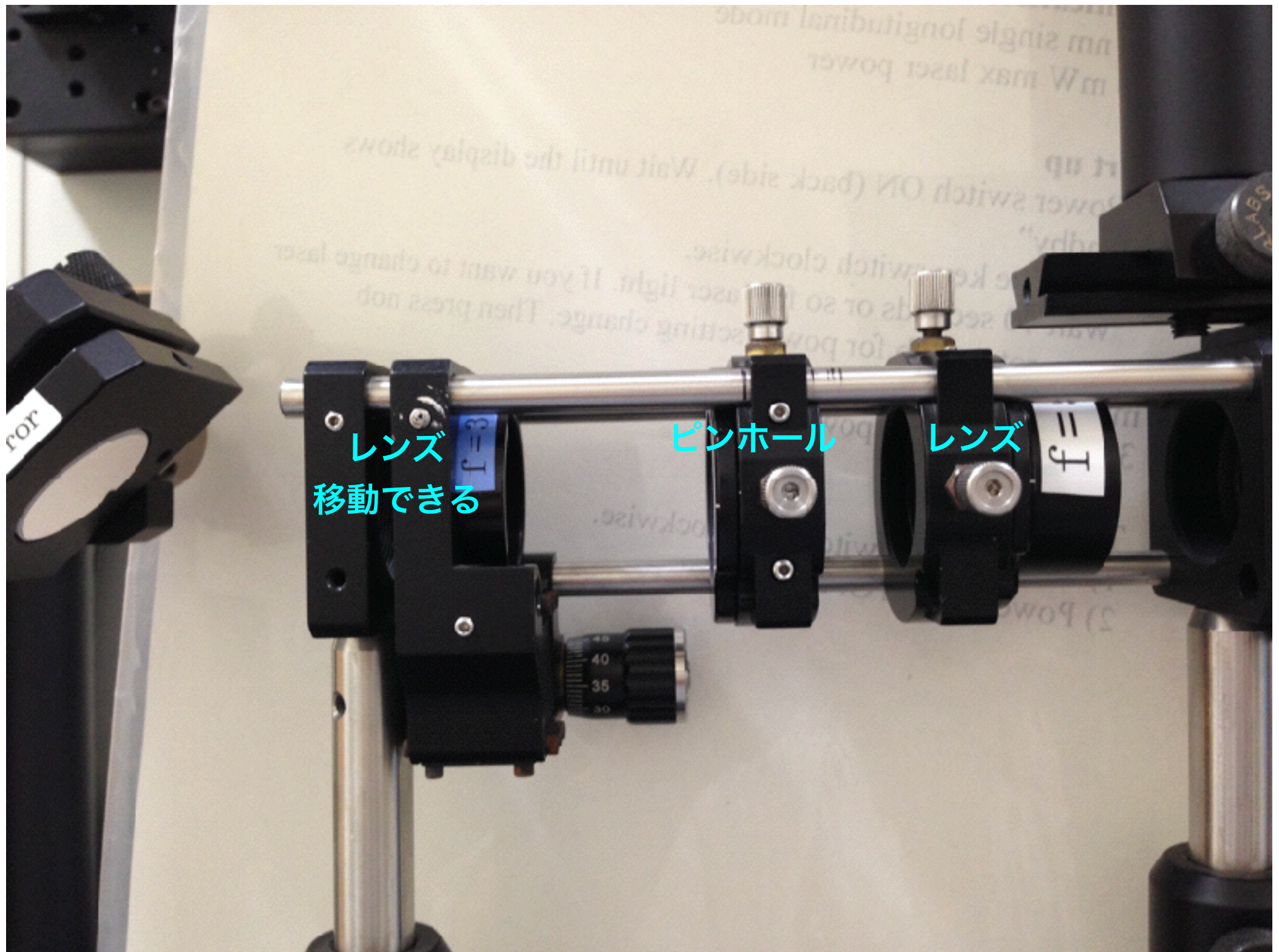
銀ミラー2つを使って、レーザーを高い位置へ上げている。



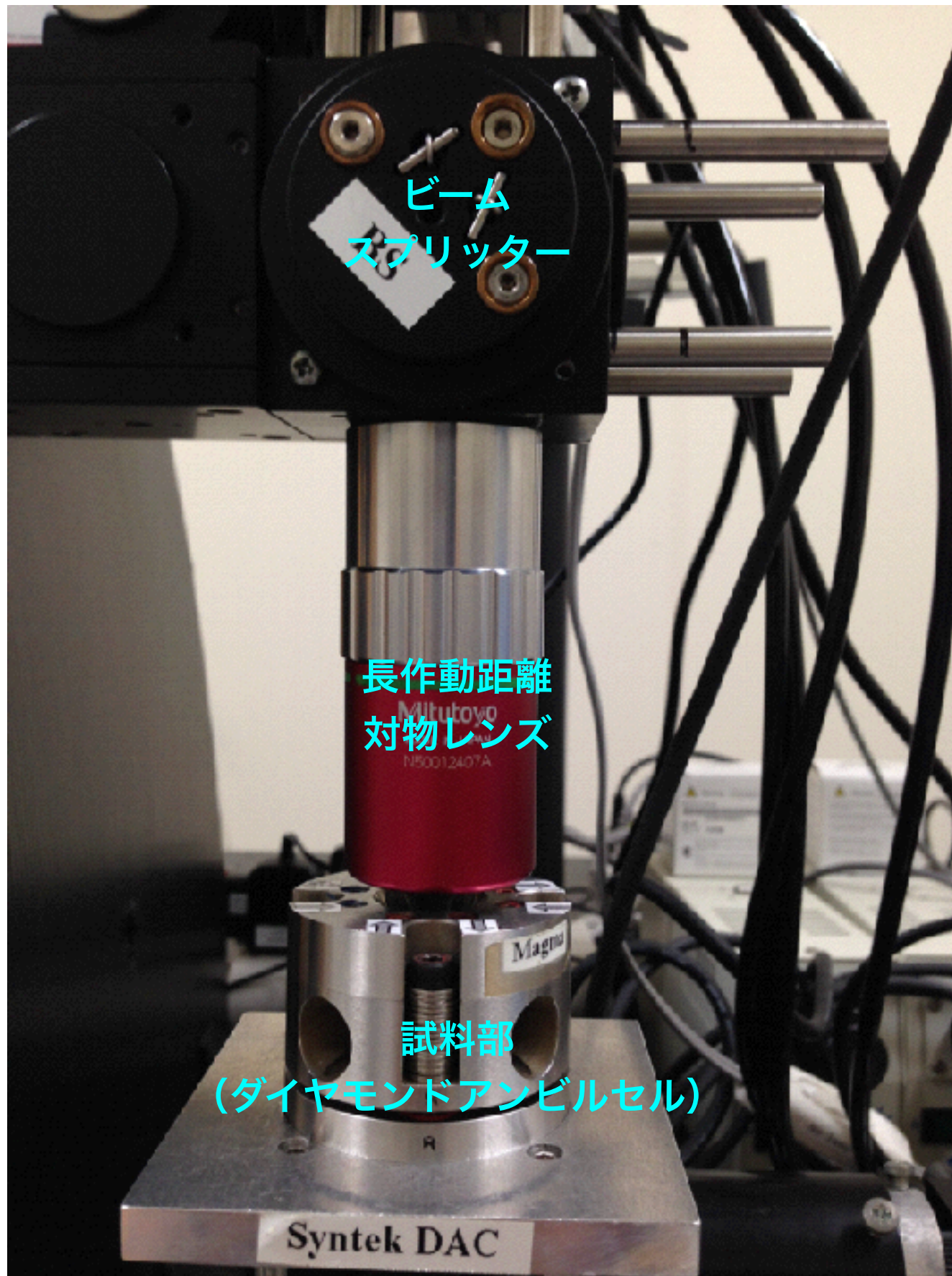
反射率の高さを考えて、銀ミラーを使っている。

2つのミラーの後方

ミラーの後はビームエキパンダー部分になるが、あまり拡大していない。理由は拡大しても対物レンズのアイリスが大きくないので、ビームがはみ出るからである。現状はビームのクリーンアップに使っている。後方の2つはXY方向の微調整ができる。



対物レンズの付近



この例では、ダイヤモンドアンビルセル高圧装置が試料位置に置かれている。対物レンズは、ミットヨの可視-近赤外用の長作動距離対物レンズ（20倍で20 mm）を使用している。ミットヨレンズのネジはソーラボのSM1ネジと全く同じではないが、問題なくネジ込める。

この場合、普通のビームスプリッターが微調整できるマウントに乗って、黒い四角の箱に固定されている。ネジで角度等を調整できる。このビームスプリッターは、Semrockのラマン用のダイクロイックビームスプリッターと交換できる。ただ、100-250 cm^{-1} の領域が測定難しくなるが、強度は約3倍あがる。Ondaxのフィルターを使う場合は、ビームスプリッター自体を取り外し、右横のケージ用ロッド部分に小型ミラーが乗ったキネマテックマウントを取り付ける。

試料ステージ部分

普段は手動のXYZステージを使っている。他にも電動のXYステージも利用できる。そちらはマッピング用に使う。

ダイヤモンドアンビルセル等の実験では透過光源が必要となる。そのため、XYZステージの上に、透過光源用のミラーが取り付けられている。ファイバー光源からの光を右側から導入している。黒いチューブの中にレンズがあり、光を試料部分に集光するようにしている。この部分はソーラボのキューブだが、ちょっと取り付けに困るので、キューブを一部削っている。

用途や試料高さにより下部のアルミ板部分を交換可能である。Z軸でカバーできない場合は、板を交換する。

試料部分

Syntek DAC

中にミラーがあり、光を上へ反射

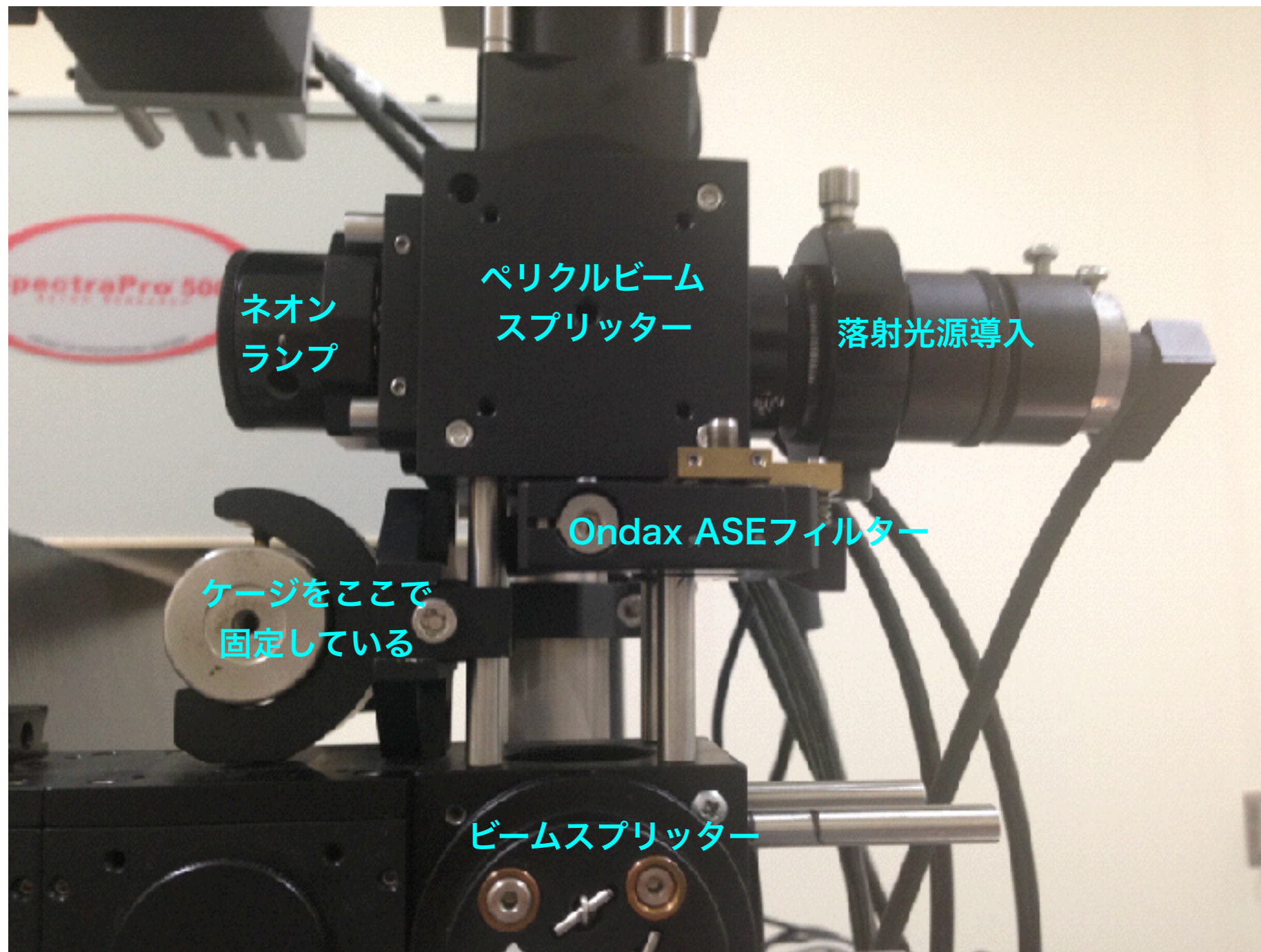
ファイバー光源から導入

シグマ光機の手動XYZステージ

交換可能なアルミ板
(高さ調整する)

対物レンズの上側

無限光学系なので、対物レンズ後方はビームがコリメートされている。ここにフィルターや光源を挿入できる。この場合は、まずASEフィルターがあり、これはOndaxフィルターの場合に使う。5度程度傾ける必要があるので、傾きが調整できるマウントに乗っている。Ondaxでない場合も益はあっても（レーザー波長付近を吸収する）特に害はないので、そのままにしている。その後ろに落射光を導入するためのビームスプリッターがある。このビームスプリッターはPCからの指令で光路から外すことができる。

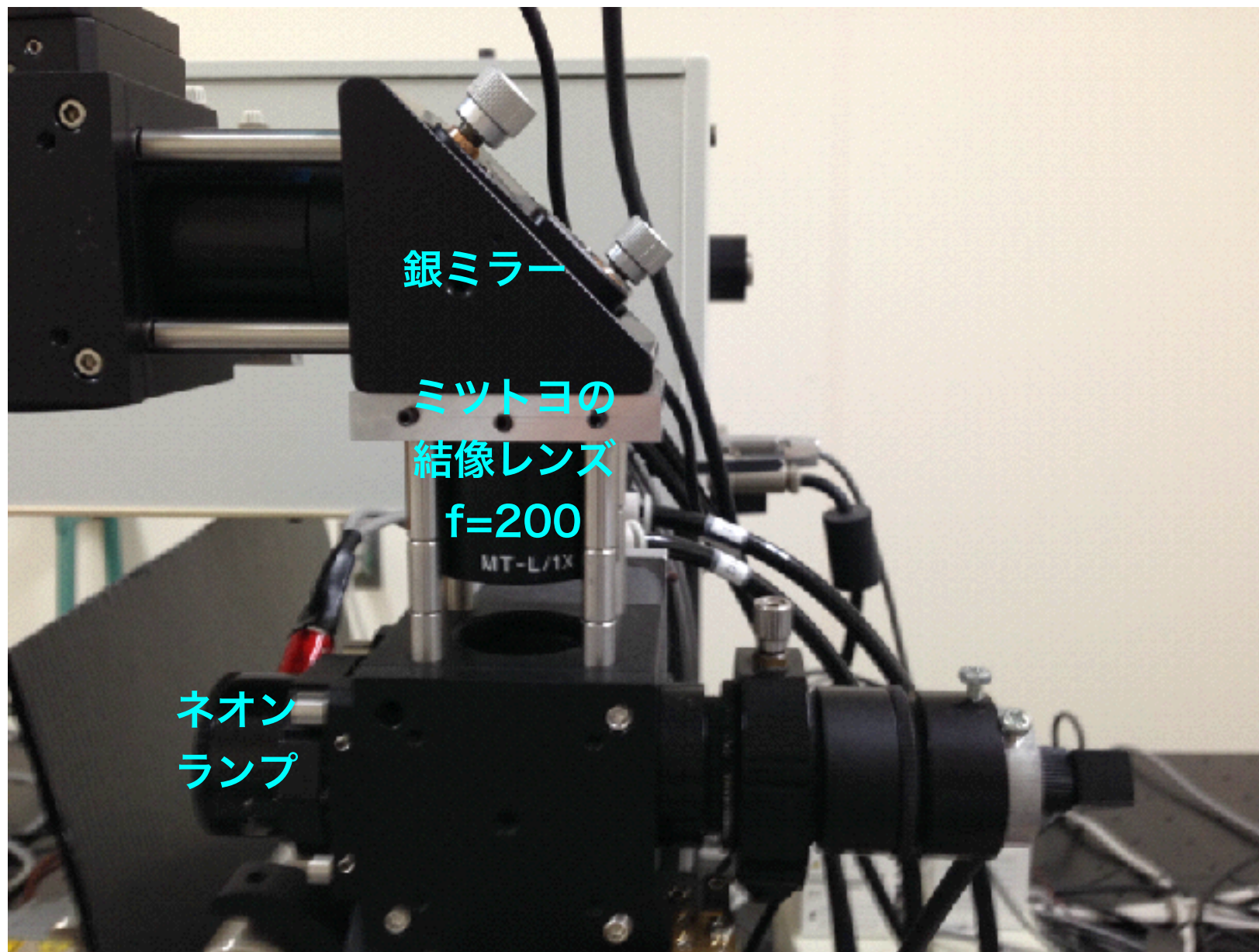


校正用にネオンランプをビームスプリッターの左側に置いている。校正時はランプを点灯して、ビームスプリッターを光路に入れる。ネオンランプはビームスプリッターで上側に送られる。試料側とは無関係。

ペリクルビームスプリッターを使う。ペリクルは非常に薄いもので、光路から出し入れしても光軸がずれない利点があるが、取り扱いが難しい。

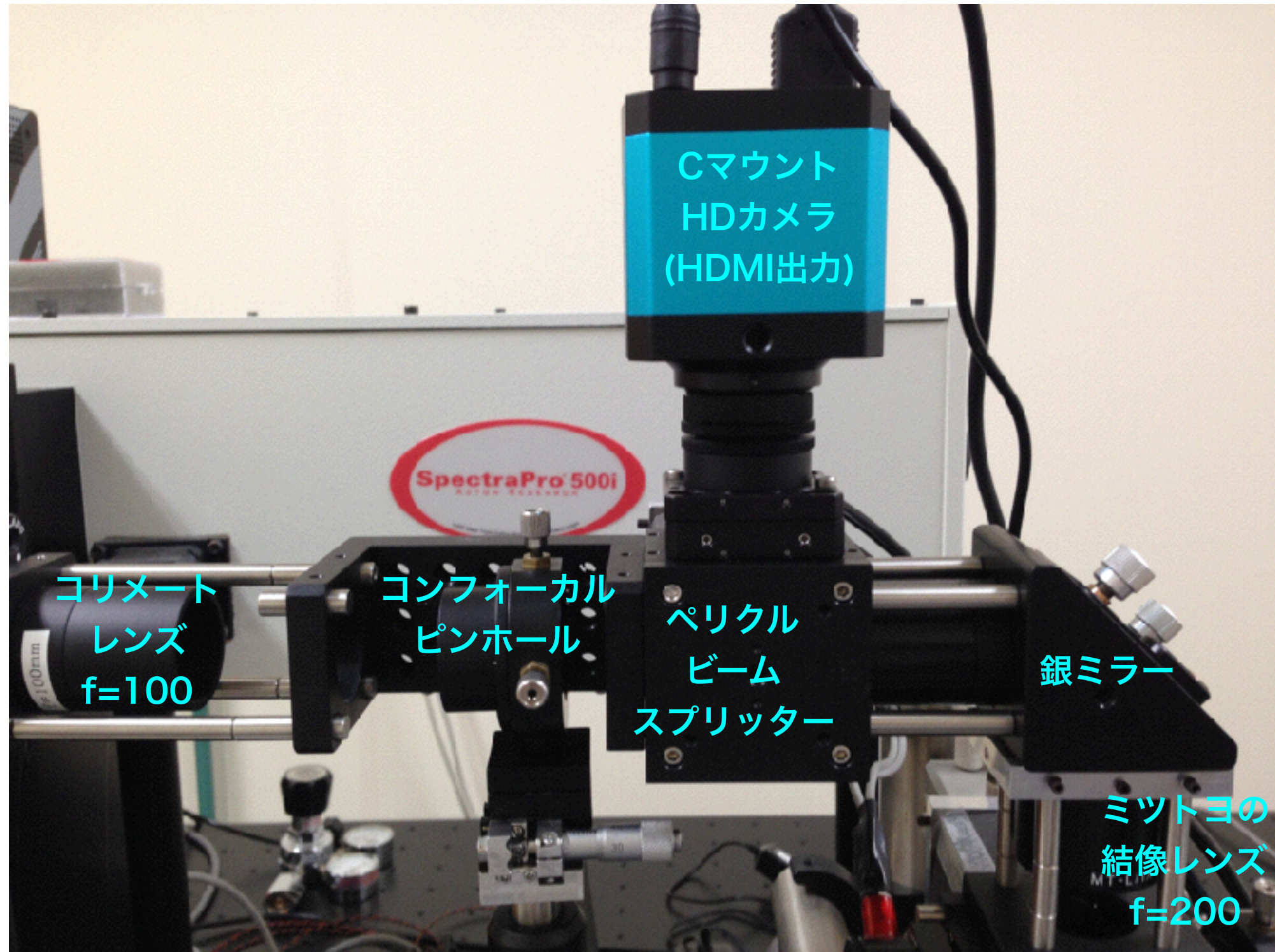
結像レンズ部分（ビームスプリッターの直上）

ミットヨは結像レンズを焦点距離 $f=200$ としている。残念ながらミットヨ純正の結像レンズはソーラボの30 mmケージにそのままでは入らない。ハウジングを削る加工が必要。難しい場合は、エドモンドなどで売っている $f=200$ のアクロマートレンズを使ってもいいと思う。

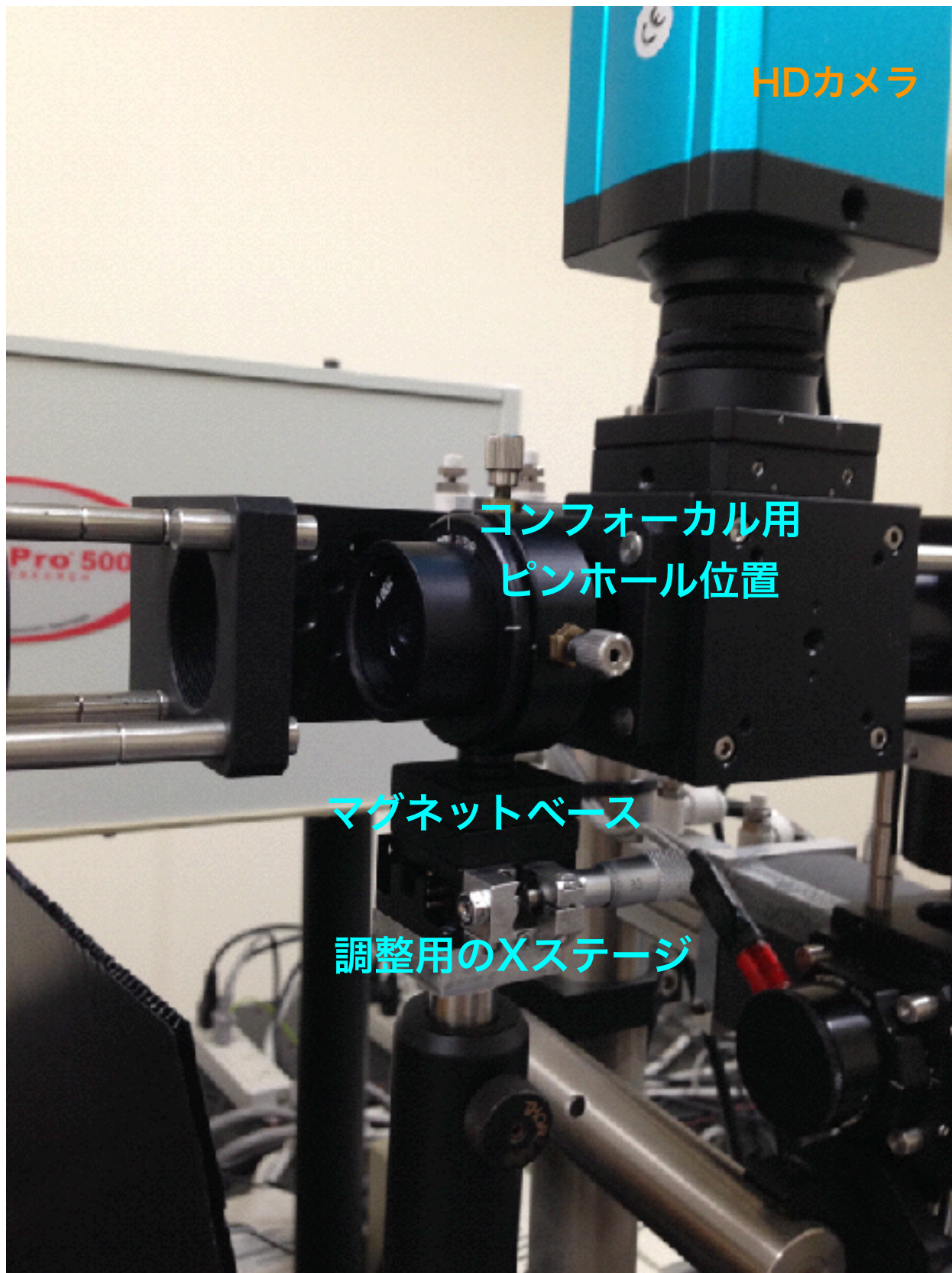


結像レンズ後

2つ目のペリクルビームスプリッターは、CCDカメラ用である。最近、TVカメラからHDカメラに変更した。HDMI出力があるので、これを液晶ディスプレイにつないで試料を観察できる。USBでPCに接続も可能で、画像を取り込むことも可能。このビームスプリッターも出し入れ可能。測定時は光路から外す。この後にコンフォーカル用のピンホールがあり、さらにその後にコリメート用レンズがある。



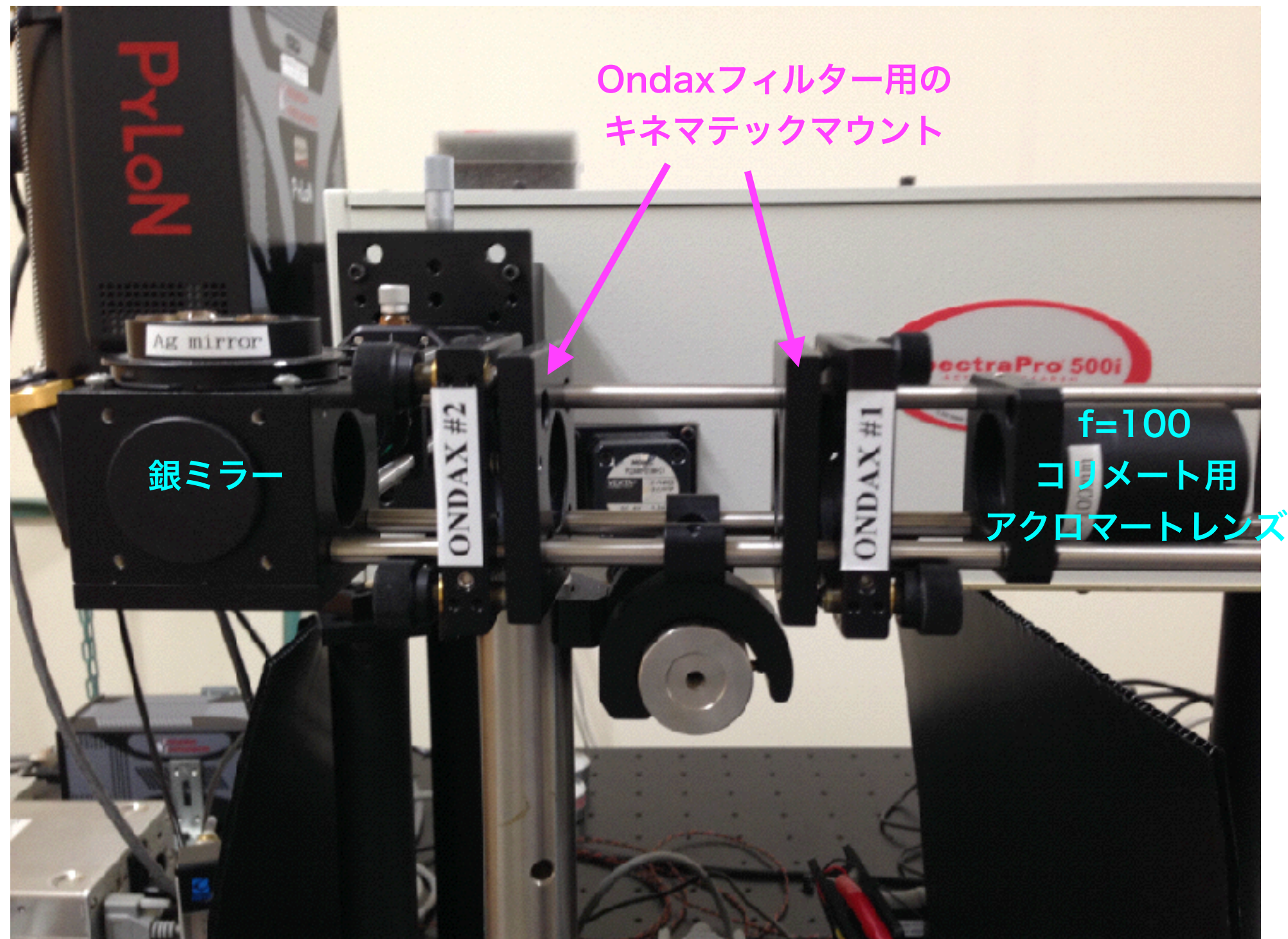
ちょっと違った方向から



ピンホールはXY微調整可能である。また、マグネットベースに乗っているなので、取り外しでき、精度良く戻すことができる。こういう部分は30 mmケージの中に入れることが難しい。この場合はU字型のパーツを使って、ケージ外にしている。

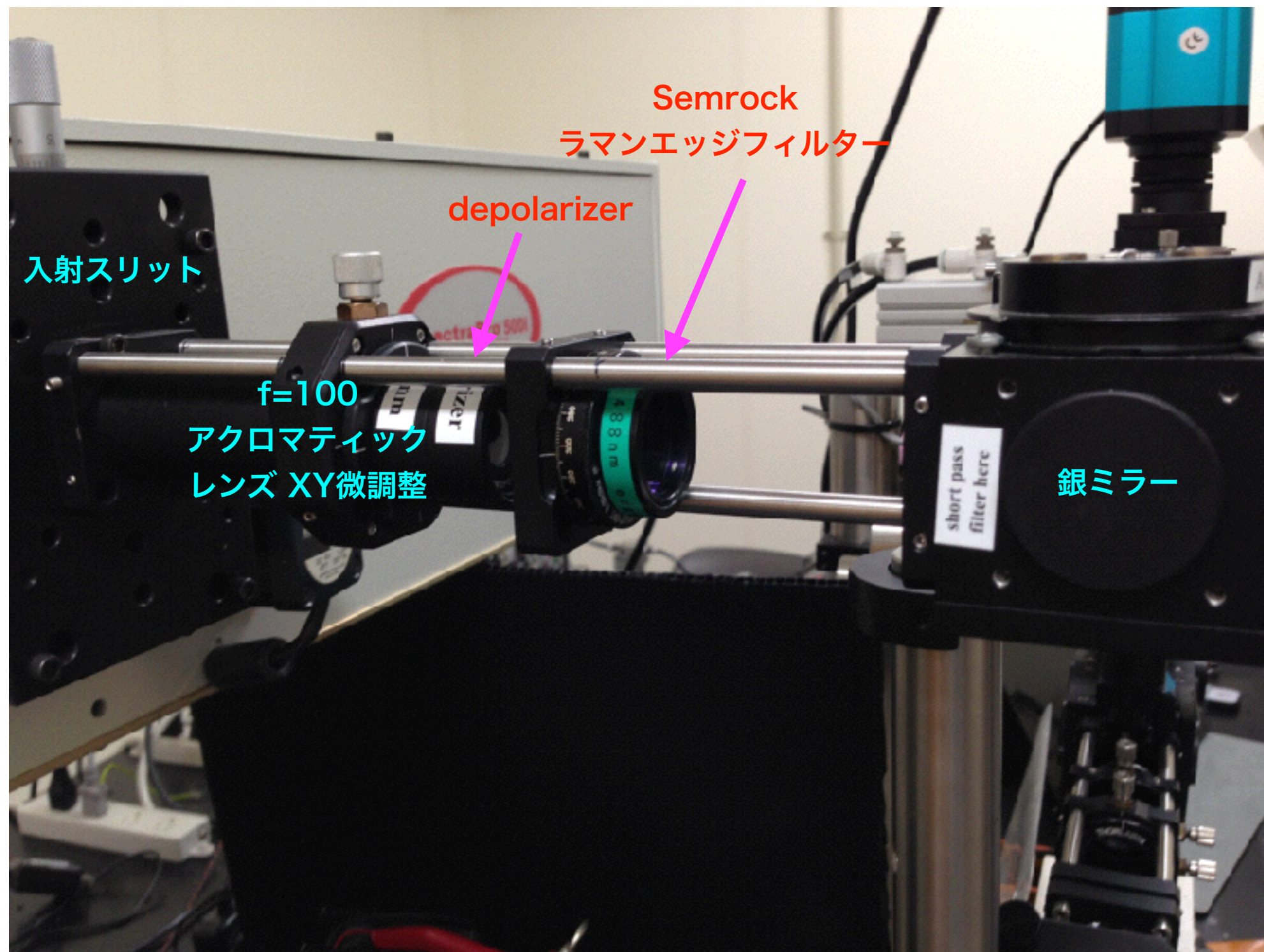
コリメートレンズの後

コリメート用レンズの後にフィルター類が入る。Ondax用のキネマテックマウントが2個設置している。Ondaxフィルターを使う場合にはここにフィルターを取り付けて、角度を調整する。

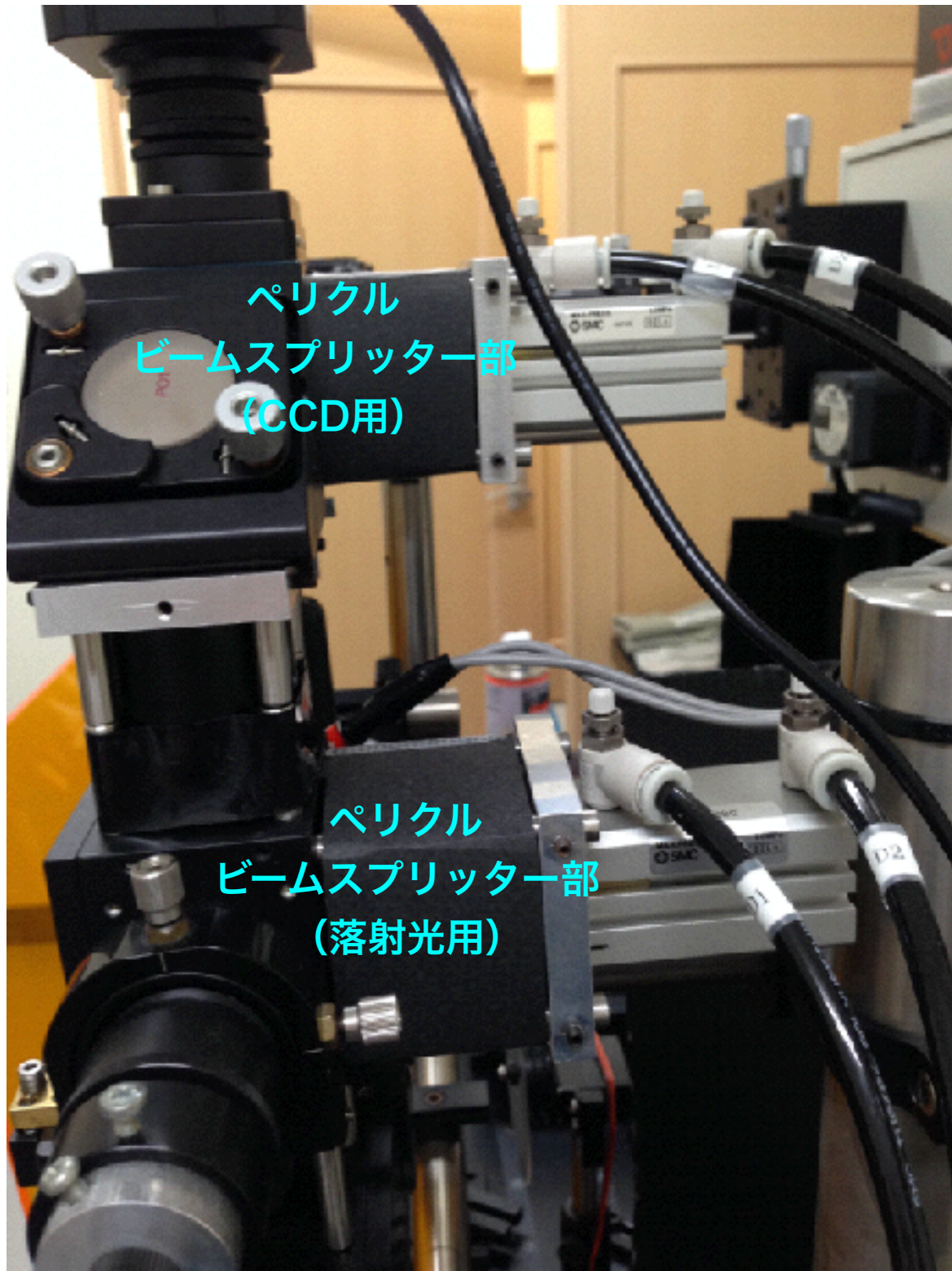


入射スリット前

この例ではSemrockのラマンエッジフィルターをマウントしている。ここは元々偏光フィルターを置いていたので、回転マウントになっている。微妙にエッジ位置を変化させたいときは、Ondaxを入れているキネマテックマウントの方に取り付けて、回転を調整する。その後にdepolarizerがあり、最後に結像レンズでモノクロメーターの入射スリット位置にフォーカスさせる。



出し入れ可能なペリクルビームスプリッター



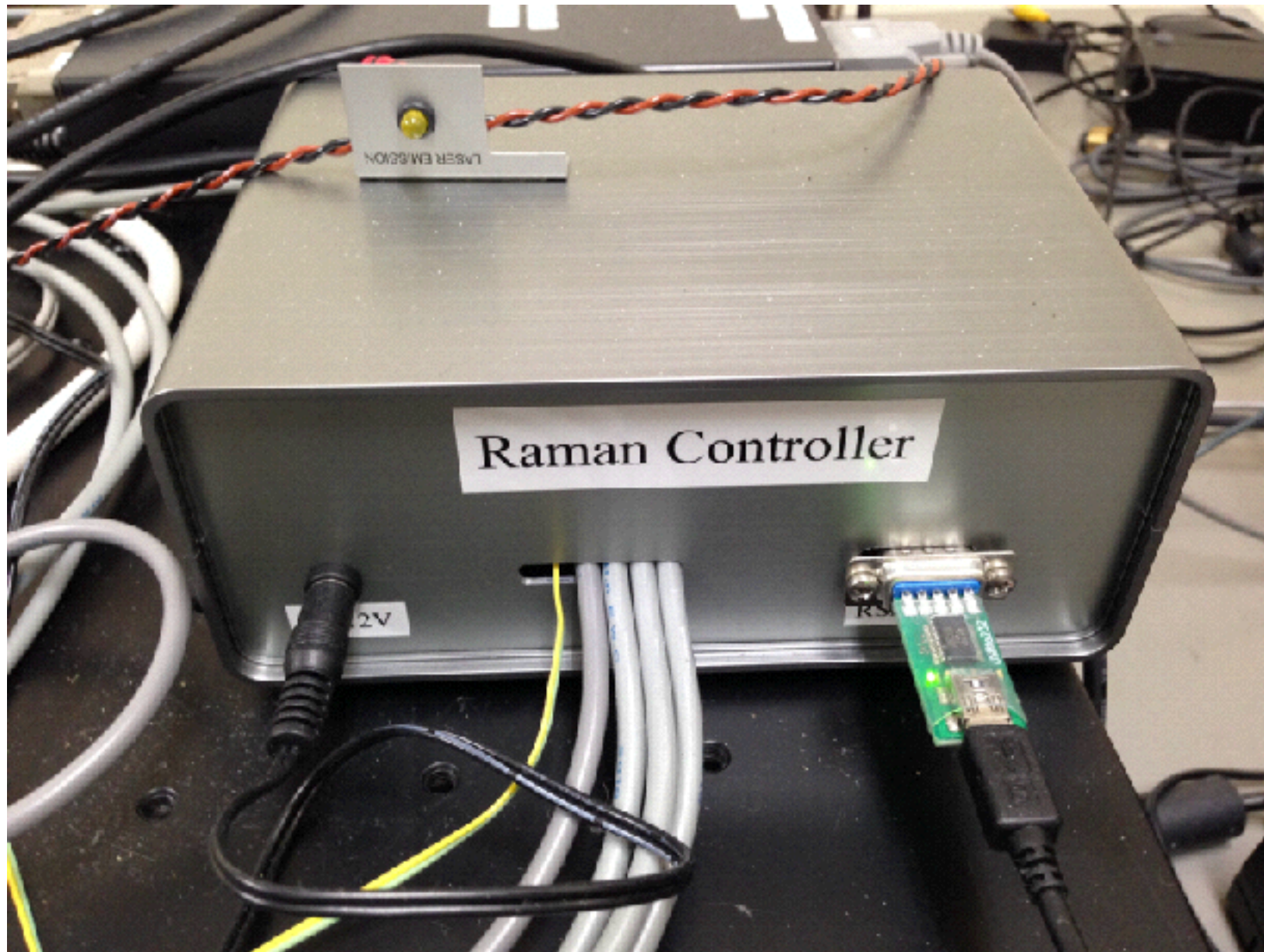
このシステムでは、ビームスプリッターを光路から出し入れできる。これにより測定時は感度が高く、観察時ははっきりとみることができる。

ペリクルビームスプリッターはエアーシリンダーを使って、移動している。エアーシリンダー自体はPCから制御できる。なお、ペリクルは非常に薄いので、エアーブローは厳禁であり、取り扱いには注意を要する。

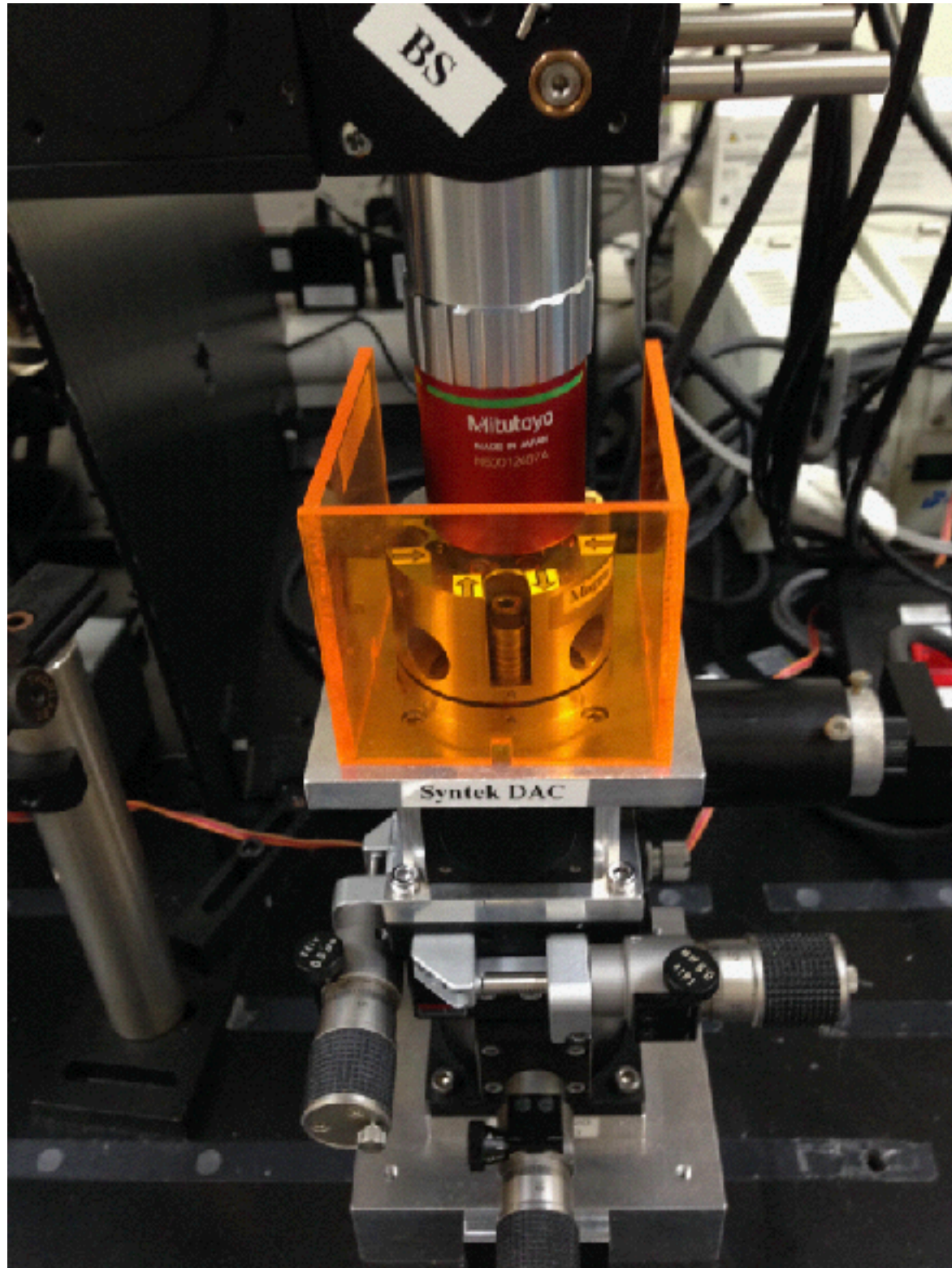
こんな面倒なことをしたくない場合は、90%透過10%反射のビームスプリッターを入れて、固定して運用する。その場合はラマン強度は2割ほど落ち、試料画像の明るさは1/3位に落ちる。普通これでも問題ないはず。

制御装置

上記の回転NDフィルター、光源のON/OFF, ビームスプリッターの出し入れをこのコントローラーで制御する。内部は単にPCからI/O制御させるボード（秋月電子）とリレーなどが入っている。PCにはUSBで繋がっている（実際にはUSB-Serialで変換して、PCにはSerialで繋がる）。制御ソフトはVisual Studioで作成している。測定ボタンをクリックすると自動的に回転NDフィルターを測定位置に回転、光源OFF, ビームスプリッターをアウト位置にしてくれる。



レーザー遮蔽



試料部は普通カバーしてないので、測定射側にも散乱したレーザー光が来る。測定時はレーザー保護用のメガネをつけている。また、ここに示す様なレーザー（この場合、488 nm）を吸収する特殊なアクリル板を加工して、衝立（表紙に出ている）や試料周りの散乱防止用に使っている。残念なことにこのアクリル板が結構高い。

また、光学系は十分にカバーされていないので、室内灯（蛍光灯）をつけていると、蛍光灯の水銀線が入ってくる。そのため、測定時は蛍光灯は切って、その代わりにLED照明をつけている。さらに液晶ディスプレイなどからも余計な輝線が出ていることがあるので、それらを覆ったりして、測定して影響がないことを確認しておく必要がある。このシステムでは、488 nmの時にPCモニターから3200 cm^{-1} 付近に2つの輝線がでる。