

テクニカルノート

顕微ラマン分光器のPCによる制御

神崎正美

地球物質科学研究センター・岡山大学

2009年4月11日 桜の散る頃

最初に

今回我々の顕微ラマンにおいて測定用パソコンからビームスプリッター、ファイバー照明電源、NDフィルターの制御を行えるように改造した。目的はPC上から制御することで測定を自動化したり、効率化するためである。これはその製作記録ノート。

改造前の状況：別に顕微ラマンのマニュアルやweb等に詳しく記載されているが、装置本体は自作であり、測定には日本ローバーのWinSpecというソフトを使っている。WinSpecはPrinceton Instrumentsの冷却CCDとActonのイメージングモノクロメーターを制御している。冷却CCDはPrinceton InstrumentsのST-138というコントローラーで制御されている。PCとST-138は専用の高速シリアルボード(PCI)で、PCとモノクロはPC本体のRS-232Cでつながっている。

(今回制御する)試料観察用の透過と落射の2つのファイバー照明用電源(Moritex MHF-H50LR)はフロントパネルでリモートモードにすると、後部のD-Sub 15端子の1番-12番にDC5VかけることでON/OFFできる。また調光は10番-12ピンに0-5Vをかける事で可能である。調光については既にリモートボックス(黒)で可変抵抗で変更できるようにしている。今回調光のPC制御は行わない。ON/OFFのみPC制御する。

回転NDフィルターについてはこれはサーボモーターで回転位置の制御をしており(前にこれについて書いた物がある)、制御としては単にスイッチとして働かせれば済むが、極性があるので注意しないとイケない。

試料観察と落射照明用の2つのビームスプリッターは既に電動で光路にIN/OUTの動作をするようになっている。ビームスプリッターのIN, OUTに応じて2個のソレノイドバルブで制御している。したがってリレー(常時ON,常時OFFの両接点が必要)を制御する必要がある。

改造の方針：制御はST-138のJ5ポートにTTL出力が8チャンネル用意されているので、これを利用する。この場合にはWinSpecを介して制御することになる。WinSpecはMicrosoft社のAutomation(COM)に対応していて、ライブラリーを取り込む事でVisual Studio等で作ったプログラムからWinSpecを制御することが可能になる。これにはTTL入出力制御も含まれる。

これらの制御ではJ5ポートと各制御出力との間にインターフェースを作らないとイケない。トラブルを防ぐためにST-138からの出力は1度フォトカプラーを通す。これで電氣的に独立させる。

ファイバー照明用電源のON/OFFとNDフィルターの回転に関してはフォトカプラーの出力を使ってそのまま制御可能である。ただ前者はONの場合に5Vを出力する必要がある。NDフィルターの場合は単に導通すればよい(極性はあるが)。一方ビームスプリッターはさらにフォトカプラーの出力でリレーをドライブする必要がある。ドライブのためにDC5Vの電源が必要である。

なおST-138のTTL出力は4つが普通のTTL出力、残り4つはリターンがある出力であり、後者はリターン端子も使う必要がある(ST-138のマニュアル参照)

インターフェース回路

今回作った回路図をFig. 1に示す。ST-138との接続は34pinのケーブル付きコネクタ(RS番号: 175-173)を使った。回路はフォトカプラーにTLP628を5個、リレーにはオムロンのG5A-2349を2個使った。G5A-2349は2回路分の接点が入っているが、今回は片側だけしか必要がない。全てRSから購入。フォトカプラー入力側には100オームの抵抗をつないで、フォトダイオードに電流が流れすぎないようにした。入力側の接地はST-138のJ5コネクタのTTLの接地に接続する。入力と出力側の接地は別々である。照明用の出力側は10kオームの抵抗を付けてプルアップした。つまり出力端子部分は電流流れない時は5V、電流流れると0Vになる。NDフィルターについてはフォトカプラーの出力をそのまま使う。G5A-2349のコイル側はどうも極性があるようである。逆起電力を防ぐためにダイオードでコイルをショートしてある。リレー側のフォトカプラーの入力側に3本つながっていてその他とは異なっているのは、J5のうちで4チャンネル分はリターン端子があり、この部分ではそのチャンネル部分を使っているため、違った配線になる。書いてないが電源の接地側はファイバー照明のリモート端子の接地につながっている。リレーのNC(常時接続)はビームスプリッターが光路に入っている状態に対応する。

J5ポートの1-8番のうち、1,2,3,5,6番を使っている。5,6番はリターン端子があるのでややこしい(別のコントローラーのST-133ではリターン端子はない)。bitで表されるので、ONの状態は1番=1, 2番=2, 3番=4, 5番=16, 6番=32であり、OFFでは0。それらを足し算したものをWinSpec側に送ればよい。

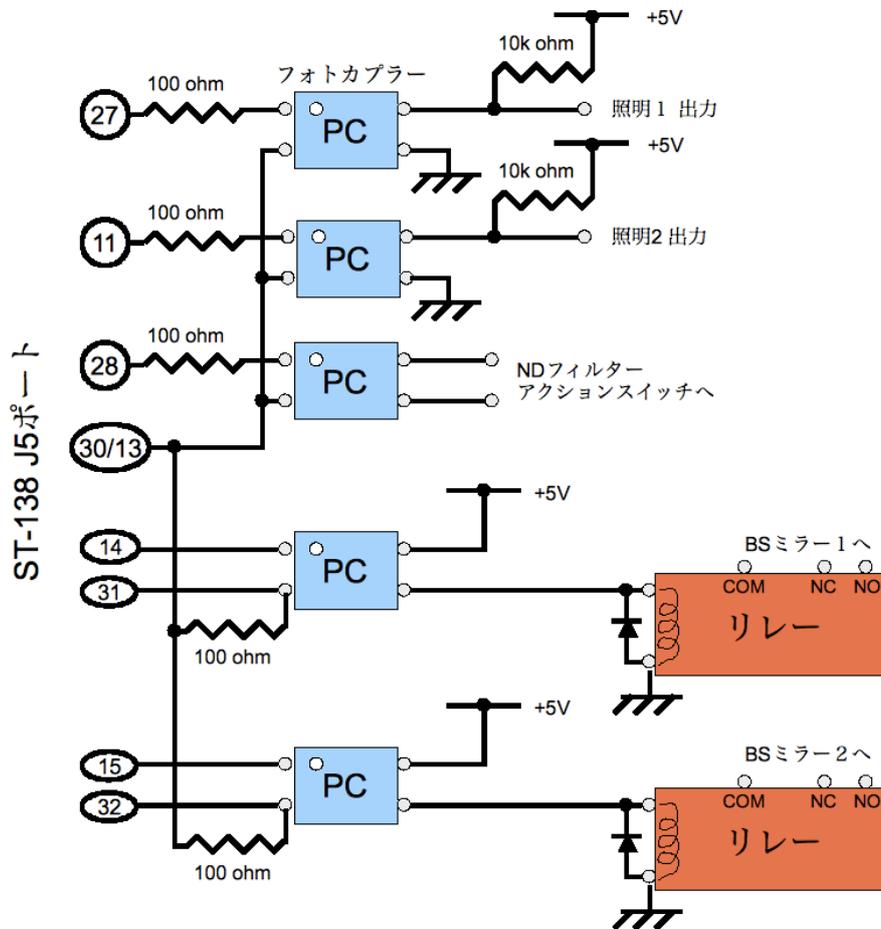


Figure 1. Interface circuit

これを実際にユニバーサル基板に組んだ物をPhoto 1に示す。最初いくつかトラブルがあった。入力側の抵抗を入れるのを忘れてフォトカプラーが熱くなり2個壊した。このため100オームの抵抗を入れた。リターンのあるTTL出力がよく理解できてなかったので、リレーが正常に動作しなかった。これも改善して、最終的に正常動作することを確認した。

現在の回路では、TTL OUT1がNDフィルターで、ONでレーザーが出てくる。TTL OUT2が透過照明で、ONで点灯する。TTL OUT3が落射照明で、ONで点灯する。TTL OUT4は使用していない。TTL OUT5が落射照明用のビームスプリッターで、ONで光路に入る。TTL OUT6が試料観察用CCD用のビームスプリッターで、ONで光路に入る。

WinSpecからテストするには、SetupメニューからDiagnostics->TTL...を選ぶ。ここでTTL outのON/OFFが出来る。チェックボックスでチェックして、WriteボタンをクリックするとONになる。もしTTL inに信号をつないでいればそのON/OFF状態も知る事ができる。

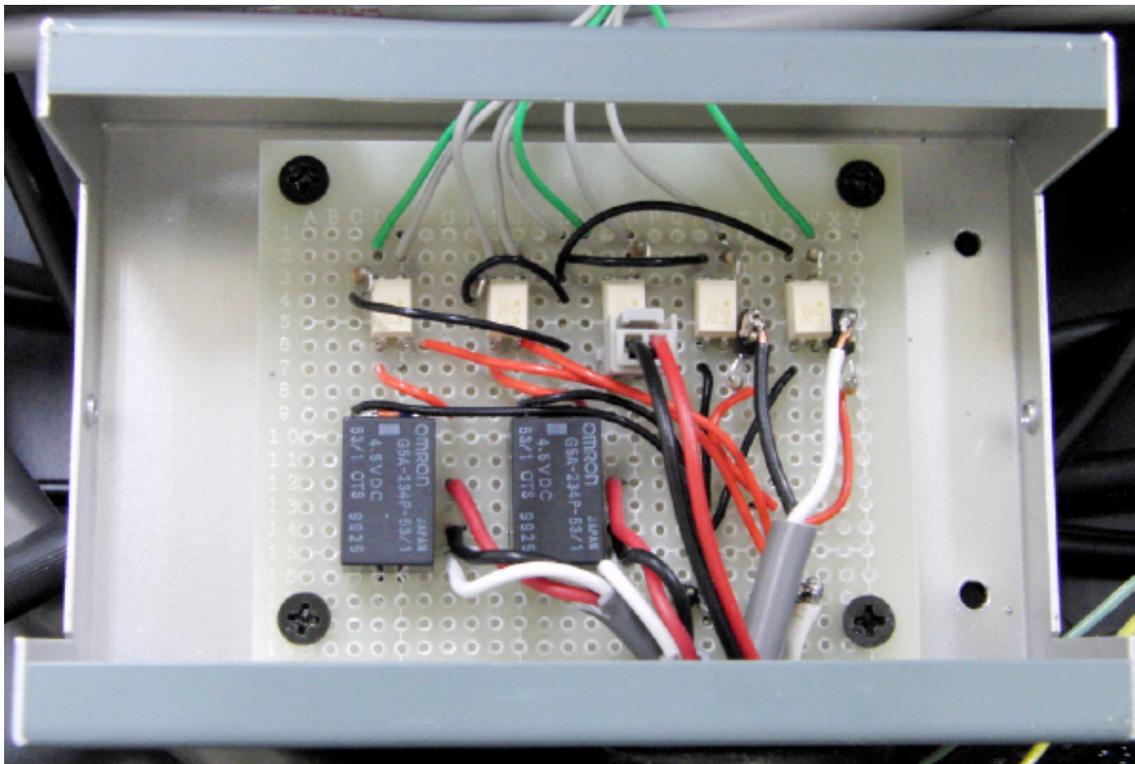


Photo 1. A hand-made interface circuit board in the box

制御ソフト

制御はPC (Windows XP)上で行うが、ソフトはVisual Studio 2008のVisual Basicで作成した。まずWinSpec用のライブラリーを取り込む必要がある。この当たりの方法はローパーのHPのWinSpecのチュートリアルに詳しい情報がある（ちょっと古いが...）。TTLを制御するプログラム部分を示す。objExp.SetParamで値を設定している。

```
Dim objExp As New WINX32Lib.ExpSetup
```

```
Dim ttl, laser, light1, light2, bs1, bs2 as integer
```

‘ 測定の状態なら

laser = 1 ‘ レーザー入射 (OFFの場合はlaser=0)

light1 = 0 ‘ 透過照明OFF (ONの場合はlight1=2)

light2 = 0 ‘ 落射照明OFF (ONの場合はlight2=4)

‘ Port4は使用していないので4から16へ飛ぶ(8が無い)

bs1 = 0 ‘ 落射用ビームスプリッターOUT (INの場合はbs1=16)

bs2 = 0 ‘ 試料観察CCD用ビームスプリッターOUT (INの場合はbs2=32)

```
ttl = laser + light1 + light2 + bs1 + bs2
```

objExp.SetParam(EXP_TTL_LINES, ttl) ‘これでTTL outが設定される

これらの制御だけのソフトは存在意義が薄いので、測定用プログラム中にこれらの制御がクリック可能なボタンとして現われることになる。その場合、個々の制御用のボタンと、全部を測定モード／観察モードに一括で変えるボタンが用意されている(Fig. 2)。トグル動作であるので、再度ボタンをクリックすると元に戻る。測定モードとはNDフィルターがOUT（レーザーが入射する）、照明全OFF、ビームスプリッター全OUTの状態である。

操作方法

まずWinSpecを利用するため、WinSpecが起動している必要がある。また各制御の電源が入っている必要がある（通常は気にする必要はない）。回路に供給しているDC5V電源は除振台上の電源スイッチを入れないとONにならない。後は必要な制御プログラムを起動して使用するだけである。制御が入っている最も単純なプログラムの1例をFig. 2に示す。下部に制御用のボタンがある。赤字はONであることを示す(まあ何がONかは私の好みで決めてますが)。上側はXYステージの制御部分である。XYステージのためにはSerial Portを選択しておく必要がある（そうでないとエラーで終了する）。通常はCOM4を選択する（USB-シリアル変換器のUSBポートを変えると番号も変わるが、1-3ではない）。



Figure 2. A program which has buttons for the controls

最後に

試料の状態はMonsterTV（ビデオキャプチャーボード）でPCモニター上で観察できるし、XYステージも別途既にPC制御できるようにしたので、PCからほとんどの制御ができるようになった。出来ないのはステージのZ軸制御とファイバー照明の光量調整である。光量調整は適当な値に最初設定しておけばあまり測定中にいじる必要はないだろう。Z軸制御は既にハードはあるが、サンプルと対物レンズをぶつけてしまう可能性があるため、何らかの回避方法を考えない限りまだ実用的ではない。