

# 放出電子のスピ解析装置における 信号取得システムの製作

大谷俊介研究室 小林朋弘

## [背景・目的]

多価イオンとは一般には2価以上の電荷を持った正負イオンのことであるが我々の研究室で興味の対象としているのは、原子から多くの電子を取り去った正の高電離イオンである。q個の電子が剥ぎ取られたものはq価の多価イオンと呼ぶ。そのような多価イオンを固体表面に照射すると低価数イオンや電子照射の場合と比べて多くの二次電子が放出されることが知られている。

図1はその過程を模式的に示したものである。まず、多価イオンが固体に近づいていくと固体内電子が多価イオンの無数の空の準位に捕獲される。すると多数の電子が同時に励起状態にあるような中空原子(イオン)が形成される。その中空原子のオージェ過程などにより真空中に電子が放出される。この他、様々な要因により、電子が真空中に放出されるが、これらの電子を総称して二次電子と呼ぶ。

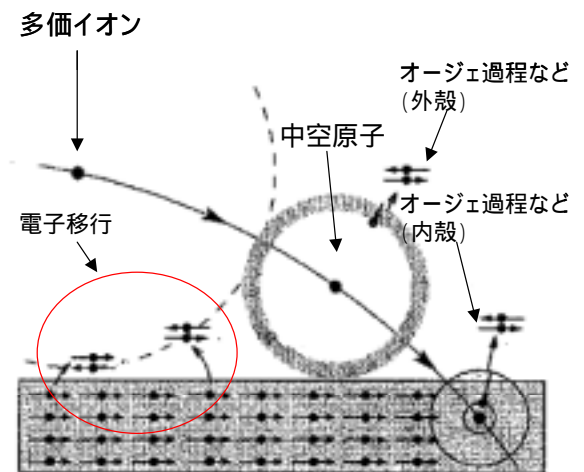


図1、多価イオンを固体に照射した際の二次電子放出過程の模式図

これまで二次電子のエネルギー分布などは比較的良好に研究されてきたが、そのスピ状態については低価数イオンの場合で唯一報告例があるのみである(Pfandzelter et al, Phys.Rev.Lett.86,p.4152)。図2にその結果を示す。これは単一方向に磁化したFe(001)に窒素多価イオン(q=2,5,6)を照射した際の二次電子のスピ偏極度である。この結果を見ると入射イオンの価数が増えるにしたがって偏極度が増加し、特に数eVの二次電子についてはその値が70%という非常に高い値となっていることがわかる。さらに高価数の多価イオンを用いた場合、偏極度が100%に近づくのかどうかという問題は非常に興味深い。そこで我々の研究室に設置された多価イオン発生装置を用いて、多価イオンを固体表面に照射したときの二次電子のスピ偏極度の測定を行うことを計画した。本研究ではそのために必要な信号取得システムの製作を行った。

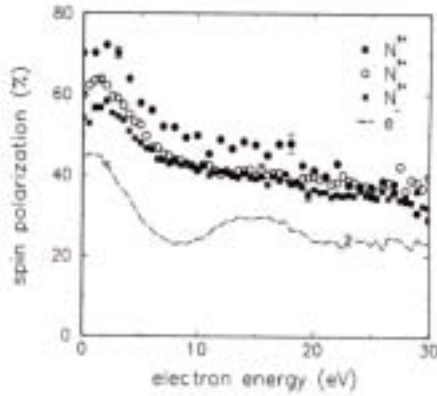


図2、単一方向に磁化した Fe(001)に窒素多価イオン(q=2,5,6)を照射した際の二次電子のスピンの偏極度(Pfandzelter et al, Phys.Rev.Lett.86,p.4152)

[システム概要]

本研究では放出電子のスピンの解析装置として Mott 型スピン分析器を使用する予定である(図3)。この検出器は入射した二次電子を数 10kV の電圧で加速させて金などの薄膜に入射し、その散乱電子の角度分布の非対称性から偏極度を測定するものであり、検出器は通常数 10kV の電位上にある。高電位上の検出器から信号を取り込むには接地電位にあるデータ収集用 PC と検出器とを絶縁するため光ファイバーを介した信号取得システムを製作した。

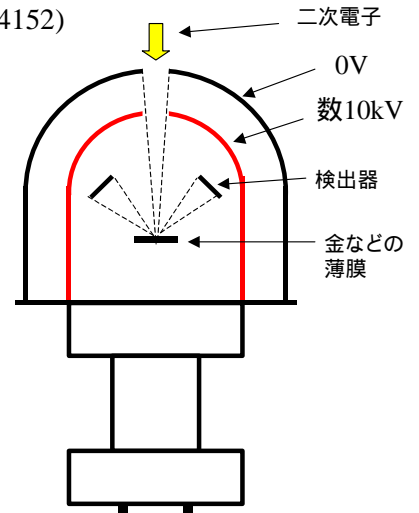


図3、Mott 型スピン分析器の概略図

信号取得システムの全体の概略図を図4に示す。二つのアナログ信号を PC に取り込むために ADC(Analog Digital Converter EG&G ADC1821)とデジタル入出力ボード(National Instruments PCI-DIO-96)を用いた。二つの検出器のうち一つでも信号を受け取れば動作するような回路とハンドシェイクにより信号を取り込むための回路を製作し、Lab VIEW を用いてシステムの制御プログラムを製作した。

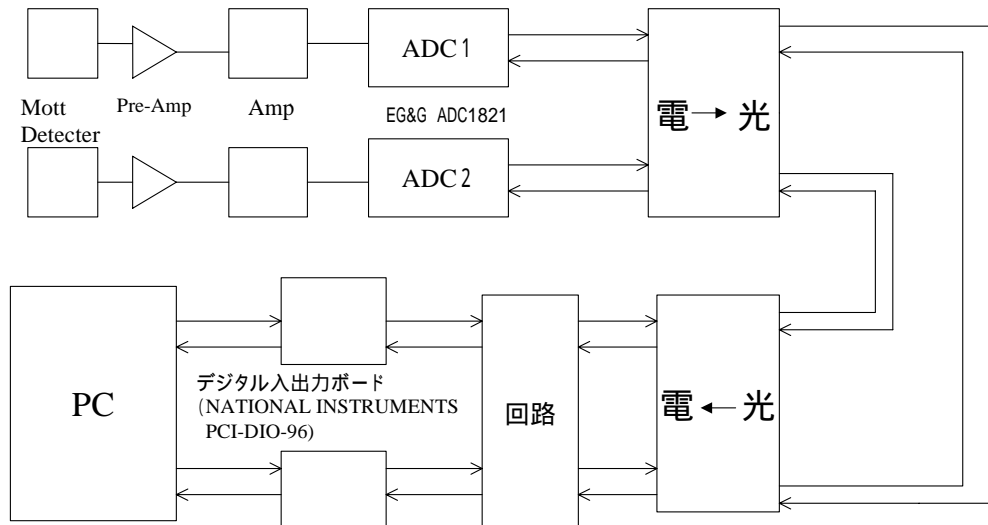


図4、システムの全体概略図

Lab VIEW を用いたシステムの制御プログラミングを図5に示す。このプログラムではまず、二つの検出器の波高分布（パルスの波高対信号数）を表示できるようにした。（図6の ）

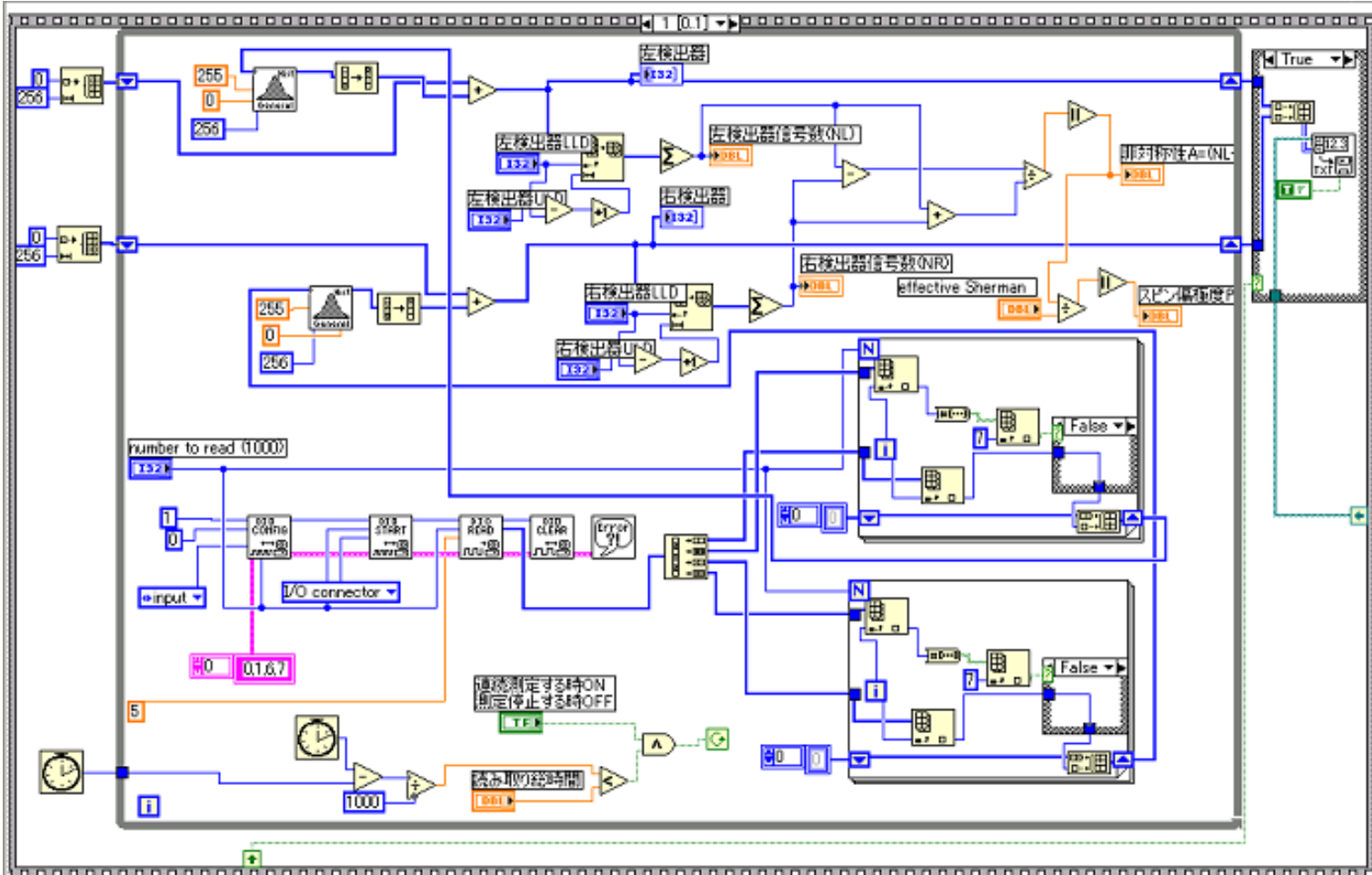


図5、Lab VIEW を用いたシステムの制御プログラミング  
次に図6の でヒストグラムの下限值、上限値を指定して、その範囲内に入る信号数を に表示するようにした。

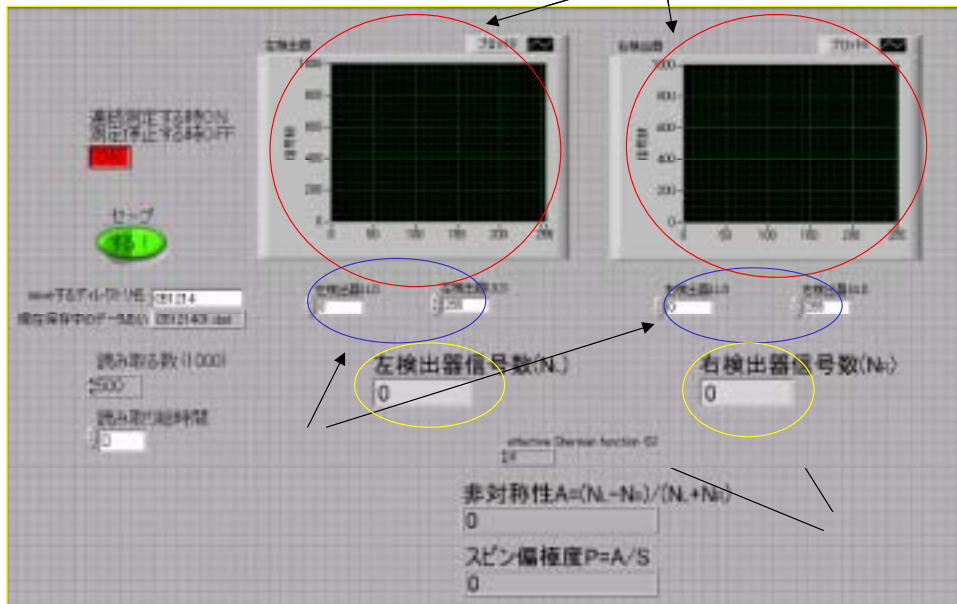


図6、測定画面

### [システムの評価実験]

このシステムが正常に信号を取り込むことを確認するために、電子ビームを AI の標的に照射してその二次電子の測定を行った。

電子ビームを照射しない場合と照射した場合の信号の波高分布を図 7 に示す。

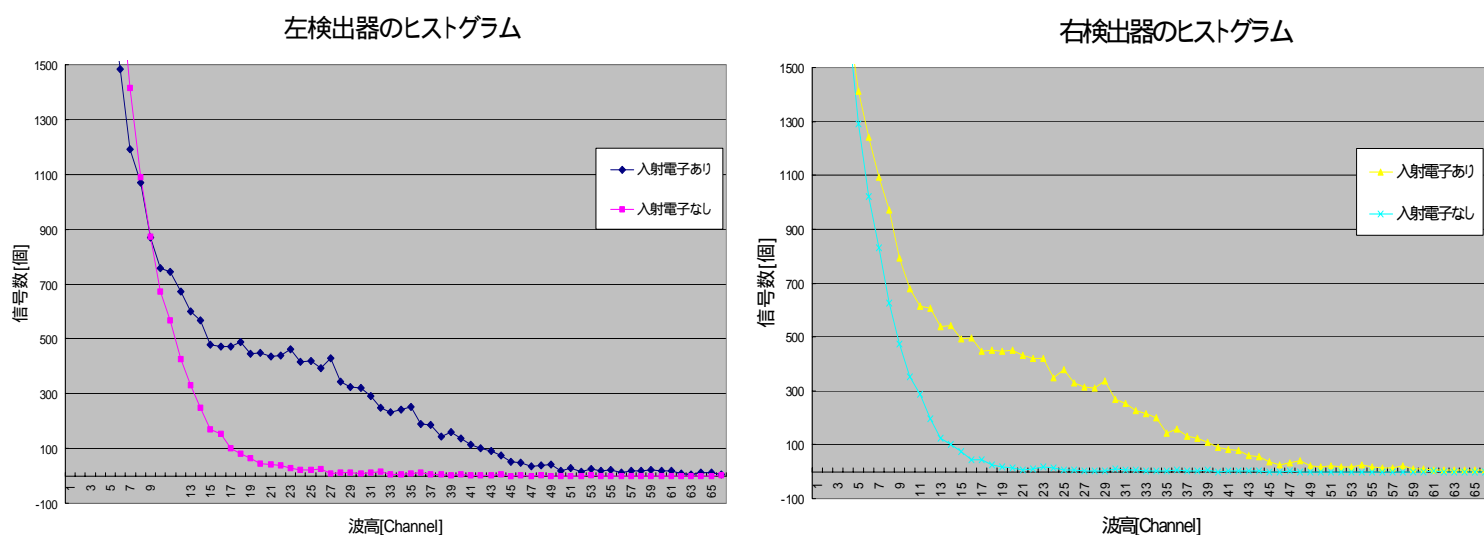


図 7、評価実験の測定結果

図 7 を見てわかるように電子ビームを照射したときに二次電子に対応する信号が得られていることから、このシステムは正常に動作していると言える。

### [まとめ]

- ・ スピン解析装置からの信号取り込みのシステムを製作した。
- ・ 実際に信号取り込みの測定をした結果、良好に動作することを確認できた。

### [今後の課題]

今後、最高受容計数率や不感時間などシステムの詳細な評価を行う必要がある。その後、Mott 型スピン分析器と組み合わせることにより、高価数の多価イオンを固体表面に照射したときの二次電子のスピン偏極度の測定を行う予定である。