

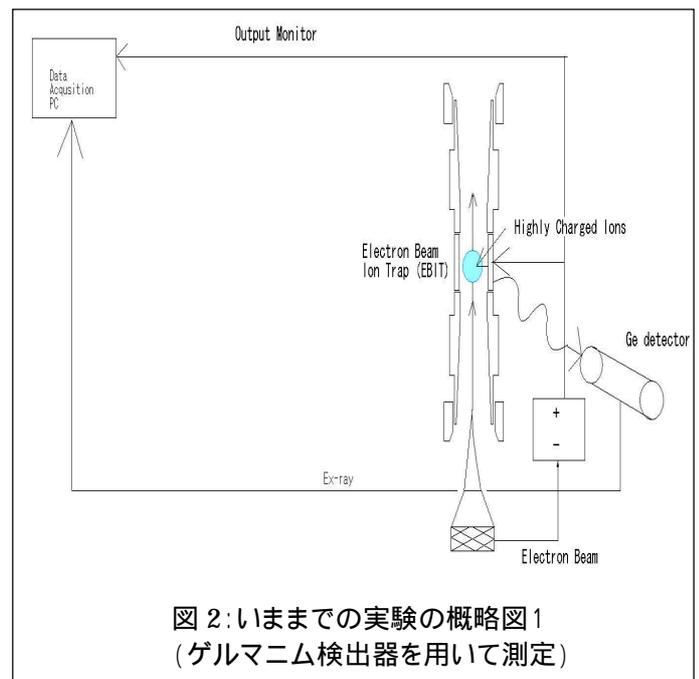
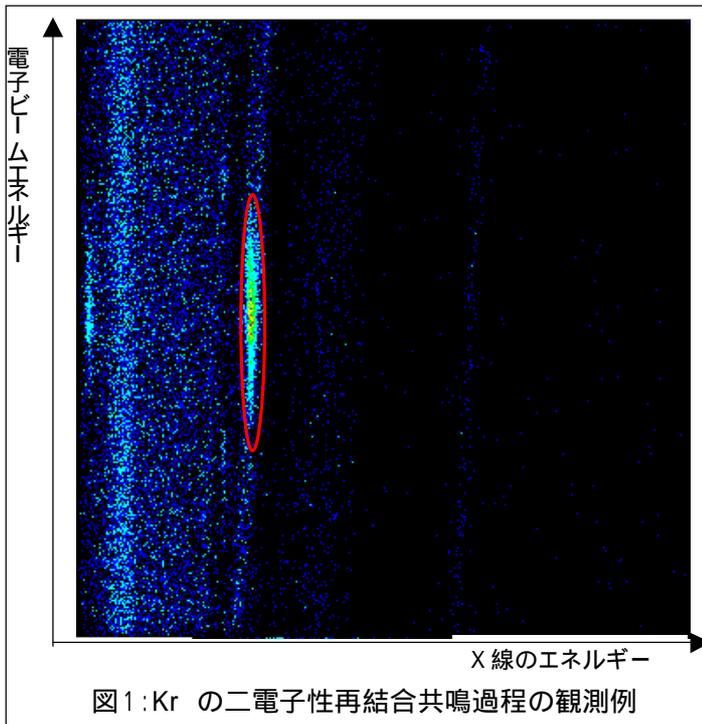
多価イオンの共鳴過程観測のための 測定システム開発

中村信行研究室 野原宏彰

1) 概略

共鳴過程とは、ある有限の寿命を持つ中間状態(これを共鳴状態と呼ぶ)を介して起こる散乱過程である。例えば多価イオンによる電子の散乱過程では、二電子性再結合と呼ばれる共鳴過程があり、その結果、ある特定の衝突エネルギーにおいて放出される X 線の強度が増大するといった現象が見られる。

本研究室では、いままでに、Tokyo-EBIT(Electron Beam Ion Trap)と呼ばれる多価イオン発生装置を用いての、二電子再結合の観測がおこなわれてきた。その観測例と装置図を以下に示す。図 1 において、横軸を X 線のエネルギー、縦軸を電子ビームエネルギーをとり、囲んでいる部分に Kr の二電子性再結合共鳴過程が見られる。図 2 は、EBIT で生成された多価イオンから放出された X 線を、ゲルマニウム検出器を用いることで、X 線のエネルギーを観測している。PC から出力をモニターしているため、電子ビームエネルギーも分かる。よって、図 1 のような観測が行われてきた。



しかし、これだけでは、二電子性再結合を観測するには不十分だと考えられる。多価イオン-電子衝突における二電子性再結合を観測するには、放出された X 線を、衝突エネルギーの関数として記録するのはもちろんのこと、また、放出された X 線のほか、イオンの価数分布などの情報が必要になるためである。

そこで、3~4の複数の情報を得ることになり、同時に複数の情報を記録するシステムが必要になる。また、共鳴過程を観測する上で、ある特定の衝突エネルギーで起こることから、重点的にその部分を観測したい。PC からの電子ビームエネルギー制御も必要となる。

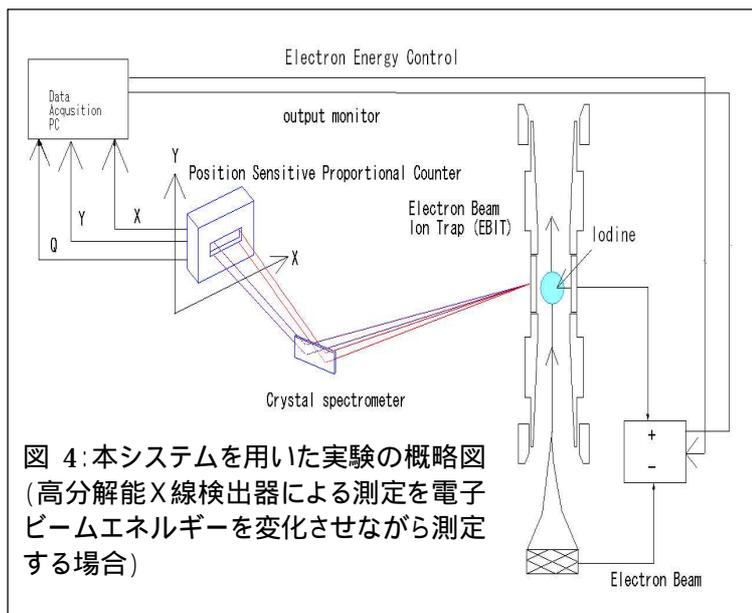
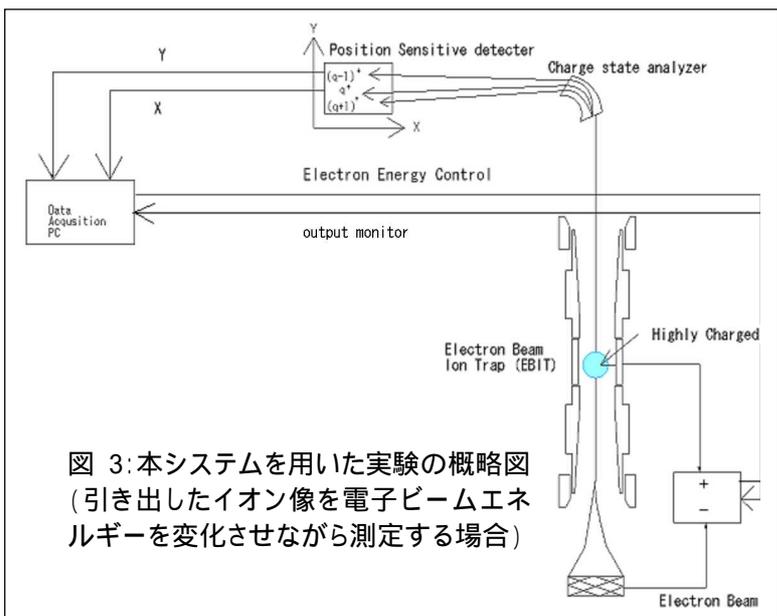
2) 目的

3～4の複数の情報を同時に記録するシステム制御プログラム製作を目的とした。また、PCからのデジタル信号出力をアナログ信号に変え、電子ビームエネルギー制御をおこなうために必要となる回路製作を目的とした。

3) 実験方法

図3に、本研究で製作するシステムを用いた実験の1例を示す。ここでは、EBITで生成された多価イオンを引き出し、価数分析器で多価イオンをふりわけ、それをPSD(Position Sensitive Detector)で測定する。位置X,Yが分かり、PCから出力をモニターしているので、電子ビームエネルギーも分かり3つの情報が得られる。また、PCから電子ビームエネルギー制御しながらの実験も考えている。

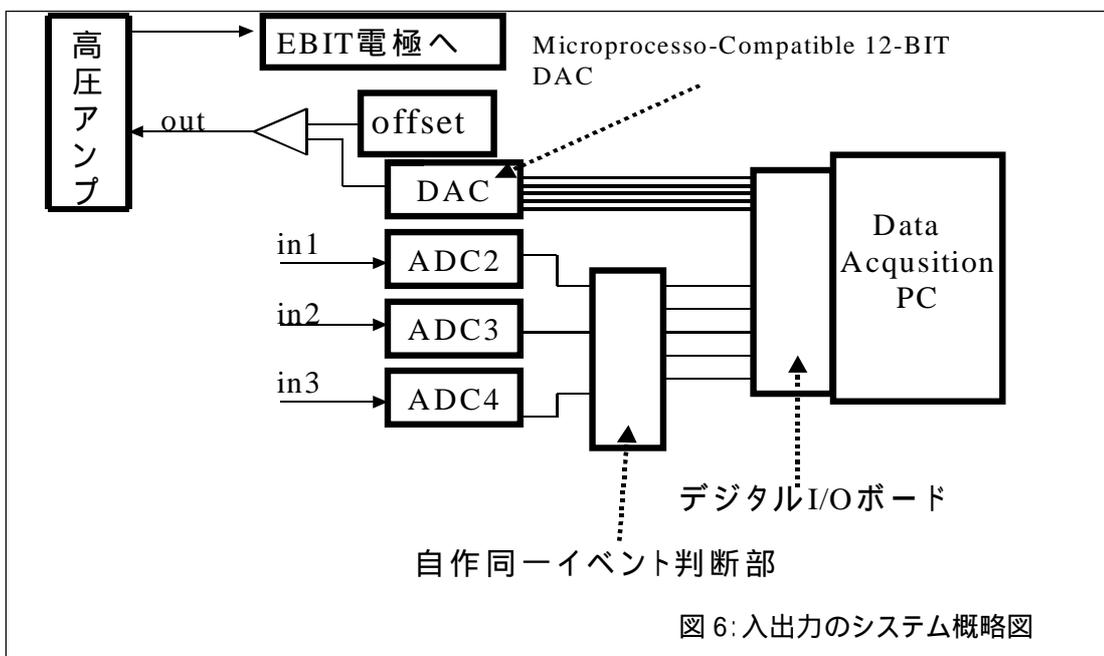
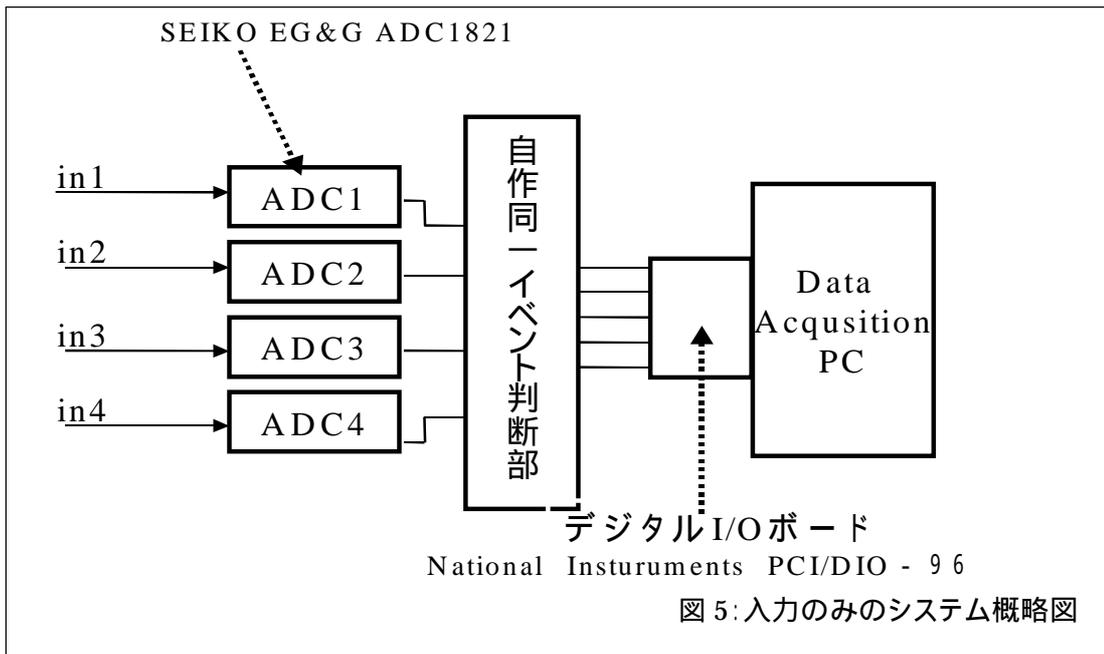
また、図4には高分解能X線検出器を用いた実験方法を示す。同様に、EBITで生成された多価イオンから放出されたX線を高分解能X線検出器に入射させ、分光されたスペクトルをPSPC(Position Sensitive Proportional Counter)で測定する。位置X,Y、全電荷量Qが分かり、PCから出力をモニターしているので、電子ビームエネルギーも分かり4つの情報が得られる。同様に、PCから電子ビームエネルギー制御しながらの実験も考えている。



4) システムの概略

入力のみを行う場合と、PCから電子ビームエネルギー出力しながら入力する場合に分かれる。まず、図5に入力のみシステムの概略図を示す。4つの信号が入力されると、ADC(Analog Digital Converter)でアナログ信号をデジタル信号に変える。次に、自作の同一イベント判断部を通りデジタル入出力ボードに入力され、PCに記録する。次に、図6に入出力のシステム概略図を示す。デジタル入出力ボードからADC1に接続していたものを、DAC(Digital to Analog Converter)を介した回路を接続し、PCからのデジタル信号出力をアナログ信号に変え、EBITの電源を制御し、電子ビー

ムのエネルギーを変えながら、同様に入力を記録する。電子ビームエネルギーの変え方は、ステップ時間ごとに変化させる。自作同一イベント判断部について、それぞれのADCから送られてきた情報が同一イベントであるかどうかということが問題となるためもうけた。回路を用いて、1つの信号が入力されたなら、WAIT がたちあがり、入力された信号はHIGHのまま、その間に、他の信号が全て入力されたら同一イベントであるとし、全ての信号が揃わなければ、同一イベントではないとした。WAIT 後に、全てを LOW に戻し、繰り返し測定するというものである。システム制御プログラムには、複数の情報をPCに取り込むため、Lab View を用い製作した。また回路には、PCからのデジタル信号をアナログ信号に変える回路は、DACと減算回路を用いたものを制作した。

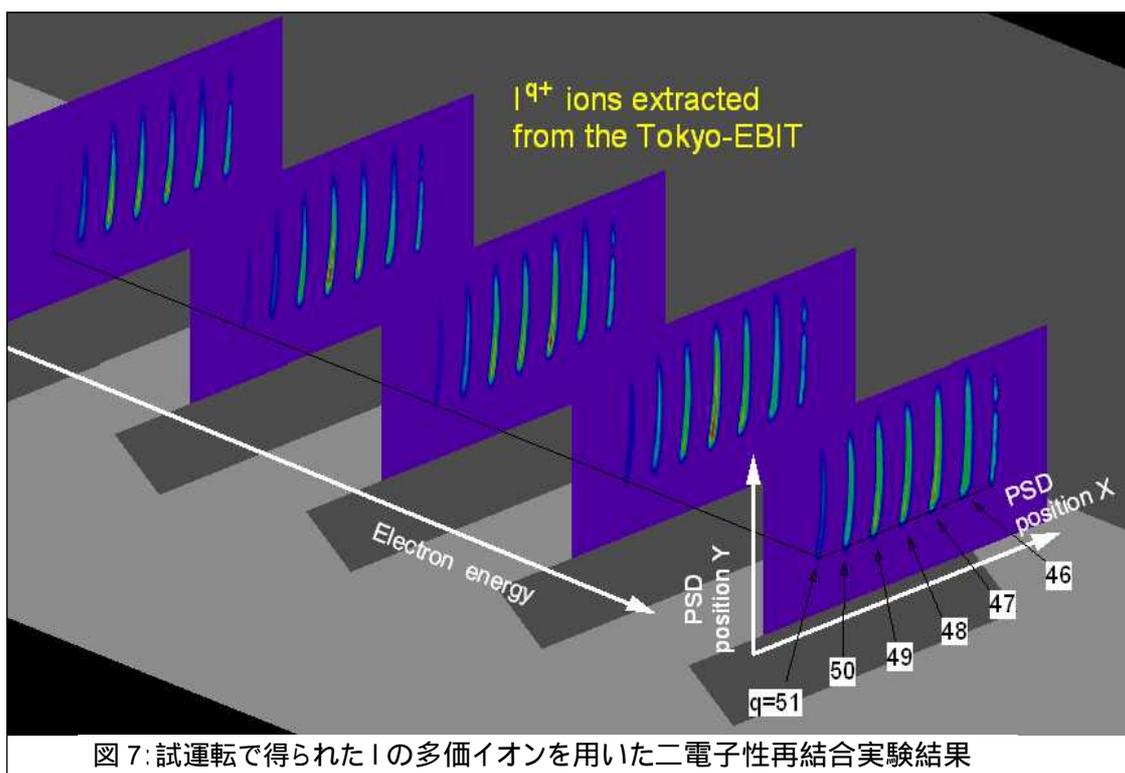


5) 試運転

図 3 で、1 の多価イオンを用いた二電子性再結合実験をおこなった。PC から、電子ビームエネルギーを制御し、位置を観測するものである。電子ビームエネルギーは、ステップ時間10s、WAIT10 μ s とした。

6) 結果

PC から電子ビームのエネルギーを制御しながら、位置 X,Y の 2 つの情報を得ることができた。



7) まとめ

- 4つの信号を同時に取り込むシステムを製作した。
- デジタル出力とDACを備えることにより、EBITの電源を制御しながら、入力を記録することができた。
- 実際に共鳴過程の観測に使用した結果、良好に動作することを確認できた。

8) 今後の予定

ゲルマニウム検出器より分解能の良い高分解能 x 線結晶器との接続も試みたい。