

研究室だより(I)

東工大ペレトロングループ

東京工業大学原子炉工学研究所

井頭 政之

E-mail: iga@nr.titech.ac.jp

核データコミュニティで「東工大のペレトロン」というと、中性子実験に用いているシングルエンドでビームパルス化装置を有する3UH-HC型ペレトロンを連想して頂けるものと思うが、実は東工大には他にタンデム型の小型ペレトロンが2台ある。従って、標題の「東工大ペレトロングループ」という名称は核データコミュニティでしか通じないが、以下、「ペレトロン」をこの意味で用いる。

ペレトロンは1977年3月に原子炉研に設置され、1991年にイオン源、ビームパルス化装置、及び加速管の一部更新が行われ、これまで中性子実験及び原子衝突実験に19年間利用されてきた。本ニュース33号では「東工大ペレトロン中性子グループ」として研究室紹介を行なったが、現在では中性子実験を中心に利用されているので、今回は「東工大ペレトロングループ」として紹介する。現在の主な利用者は原子炉研・井頭研究室、理学部応用物理学科・永井研究室、及び総合理工学研究科創造エネルギー専攻・北沢研究室である。現在の利用形態としては、原子炉研が学内共同研究を推進していること及びペレトロンの設置されている広領域線質放射線照射実験室の管理体制と相俟って、井頭研との共同研究としている。具体的な利用メンバーは、職員として永井教授、北沢教授、筆者、嶋助手(永井研)、大崎助手(原子炉研/藤家・斉藤研)、登坂技官(井頭研)の6名、学生としては現在、D2(1名)、D1(3名)、M2(3名)、M1(5名)、B4(3名)の15名である。学生の内4名は留学生(全て井頭研で、内訳は韓国、内モンゴル、タイ、カザフスタン)であり、国際色は豊かである。

加速器及びビームラインの保守・管理は登坂技官と筆者が担当し、データ収集・処理装置については主に大崎助手が担当し、学生の協力を得ながら何とかしのいでいる。尚、実験室責任者及び放射線取扱主任者の両方も筆者が兼務しており、実験室の維持・管理体制については零細企業の様相を呈している。

中性子実験室のビームラインは 30° 及び 45° の2コースあり、次の様な中性子実験用重遮蔽体付きの大型 γ 線検出装置が用意されている。

【30° コース】

A: コンプトン抑止型 Ge 検出器 (γ 線測定角度は 0 ~ 125° で可変)

Ge : 相対検出効率 100% , 分解能 1.9keV @ 1.33MeV

コンプトン除去検出器 : NaI(Tl) 検出器

特徴 : 中性子エネルギー領域 10keV ~ 数 MeV での捕獲及び非弾性散乱実験用。B の検出器と同時に用いることも可能。

B: コンプトン抑止型 NaI(Tl) 検出器 (γ 線測定角度は 0 ~ 125° で可変)

NaI(Tl) : 寸法 15.2cm ϕ × 20.3cm , 分解能 7.5% @ 662keV

コンプトン除去検出器 : NaI(Tl) 検出器

特徴 : 中性子エネルギー領域 10keV ~ 数 MeV での捕獲実験用。A の検出器と同時に用いることも可能。

C: 高効率 NaI(Tl) 検出器 (内訳 : ① 90° NaI(Tl) + ② 125° NaI(Tl))

① 90° NaI(Tl) (γ 線測定角度は 90° に固定)

NaI(Tl) : 寸法 30.0cm ϕ × 20.3cm , 分解能 7.0% @ 662keV , 低 BG 仕様 PMT

宇宙線除去検出器 : プラスティック検出器 , 低 BG 仕様 PMT

② 125° NaI(Tl) (γ 線測定角度は 125° に固定)

NaI(Tl) : 寸法 20.3cm ϕ × 20.3cm , 分解能 7.0% @ 662keV , 低 BG 仕様 PMT

宇宙線除去検出器 : プラスティック検出器 , 低 BG 仕様 PMT

特徴 : 中性子エネルギー領域 1 ~ 20keV , 及び 30keV での捕獲実験専用。高検出効率なので少量の試料でも測定可能。

【45° コース】

D: 高効率 NaI(Tl) 検出器 (内訳 : 125° NaI(Tl) × 4 台)

NaI(Tl) : 寸法 22.9cm ϕ × 20.3cm , 分解能 7.0% @ 662keV , 低 BG 仕様 PMT

宇宙線除去検出器 : プラスティック検出器 , 低 BG 仕様 PMT

特徴 : 中性子エネルギー領域 10 ~ 100keV での捕獲実験専用。高検出効率。

この他、嶋氏の開発した (n,p) 反応実験用の GSDC (Gas Scintillation Drift Chamber) が有り、これは 30° 及び 45° の両方のコースで用いている。尚、GSDC 関連記事が本号テクニカルコメントに載る予定である。

現在は、以下の測定を主に行なっている。

(1) 核分裂生成物の keV 中性子捕獲断面積と捕獲 γ 線スペクトル

(2) 軽い核 ($A=1\sim 30$) の keV 中性子捕獲断面積と捕獲 γ 線スペクトル

(3) 2s-1d 殻領域核の幅の広い keV 中性子共鳴の部分放射幅

(4) 軽い核の keV 中性子 (n,p) 反応断面積

(1) の測定は、検出器 B を用いて 1994 年から開始した。目的は、① 革新的核分裂炉用核データの供給 (核燃料の超高燃焼度化、TRU 及び FP の消滅処理)、② 変形核の励起モードの研究 (E1 ピグミー共鳴、M1 シザーズモード)、③ 恒星中の s-プロセス元素合成研究用データの供給である。高濃縮の同位体分離試料を用いて測定を行っており、現在までに、 ^{140}Ce 、 ^{141}Pr 、 $^{143, 145}\text{Nd}$ 、 $^{147, 148, 149, 150, 152, 154}\text{Sm}$ 、 ^{153}Eu 、 $^{161, 162, 163}\text{Dy}$ 、 ^{167}Er の測定を行っている。

(2) の測定は永井グループを中心に、検出器 B (古くは、この検出器の旧版) 及び D を用いて、1989 年から行っている。主な目的は、① ビッグバン後 100 ~ 1,000 秒の原始宇宙に於ける元素合成研究、② 太陽ニュートリノ問題研究である。この測定も高濃縮の同位体分離試料を用いており、これまでに、 $^1, ^2\text{H}$ 、 ^7Li 、 ^9Be 、 $^{10, 11}\text{B}$ 、 $^{12, 13}\text{C}$ 、 ^{14}N 、 ^{16}O 、 ^{19}F 等の測定を行っている。

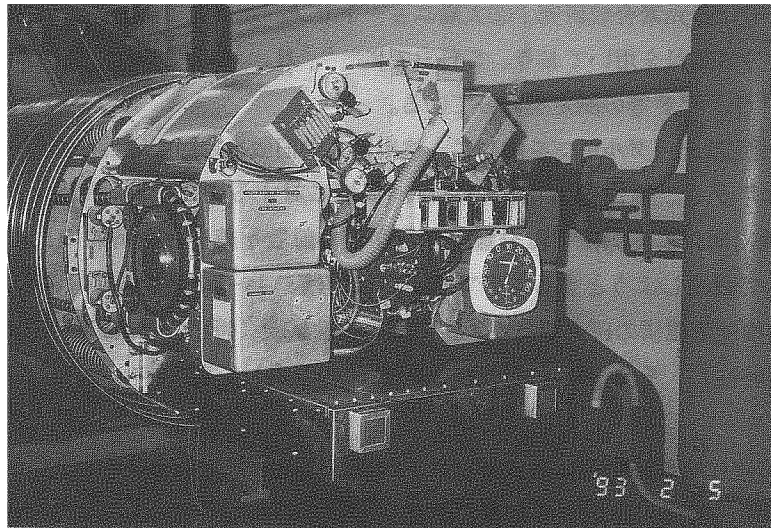
(3) の測定は北沢グループを中心に、検出器 B の旧版を用いて以前から行っていたが、新たに昨年、検出器 A を用いて奇-偶核に対する測定を開始した。これまでの NaI(Tl) 検出器による測定では分離できなかった離散 γ 線を、分解能の良い Ge 検出器で分離して観測しようとするものである。目的は、1s-2d 殻領域核の幅の広い中性子共鳴の捕獲反応機構の研究である。検出器の特性試験 (特に、波高に対する時間信号のウォーク特性)、予備中性子捕獲実験 (SN 比の改良) を経て昨年末、 ^{19}F の測定を行った。

(4) の測定は嶋氏を中心に行っており、内容は氏のテクニカルコメントに譲る。

以上の他、韓国の釜山大学校及び東亜大学校との共同研究として、 $^{23}\text{Na}(p,\gamma)^{24}\text{Mg}$ の共鳴反応を用いた ^{24}Mg の核構造の研究等を行っており、李大遠教授 (釜山大学校) を先頭に、数人から成る韓国グループが実験のために毎夏来日している。また最近、大阪大学理学部・岸本研究室から、 CaF_2 検出器の特性試験のためのペレトロン使用の申し込みがあり、近々にこの実験を行う予定である。

現在の最大の悩みの一つは、中性子実験室が一室しか無く、且、狭いことである。中性子実験と原子衝突実験を交互に行っていた時代には予想もしなかったことであるが、ペレトロンが中性子実験専用になった現在、中性子実験室が一室しかないため、今週の実験と来週行う実験の準備を平行して行えないのである。また、大型検出器が増えた結果、実験室が狭いため、実験毎に種々の物品を移動させる必要が生じ、実験準備の煩雑さが増してしまった。この様な状況下で、現在、年間 2,000 時間程度ペレトロンを動かしている。

もう一つの悩みは実験室の維持費の不足である。実験室建設以来 20 年が経過しているので、加速器本体のみならずビームライン、空調・冷却水設備等の故障が多く、修理にかなりの費用・労力を要している。現在、1991年に更新した部分に対してのみに維持費が付いており、その他の部分の維持費はゼロである。全くの維持費不足である。このため、あの手この手を使って種々の予算請求を行っているが、このために消費する時間・労力もかなりのものである。新しい実験装置の予算請求は比較的容易であるが（予算が付く付かないは別として）、老朽化した設備（特に、空調・冷却水設備）の更新予算の請求は容易でない。各方面からの支援をお願いしたい。



ペレトロンの高電圧ターミナル。左側にチャージング用のペレットチェーンが見えるが、これが「ペレトロン」の由来である。