

ゲルマニウム検出器日誌

— 1995年4～8月 —

日本原子力研究所原子炉工学部

春日井 好己

e-mail: kasugai@fnshp.tokai.jaeri.go.jp

原研に入所してまもなく半年になる。大学では 14 MeV 中性子による放射化断面積を測っていたので、 γ 線を測る高純度ゲルマニウム検出器（以下“Ge 検出器”）は大切な商売道具だ。

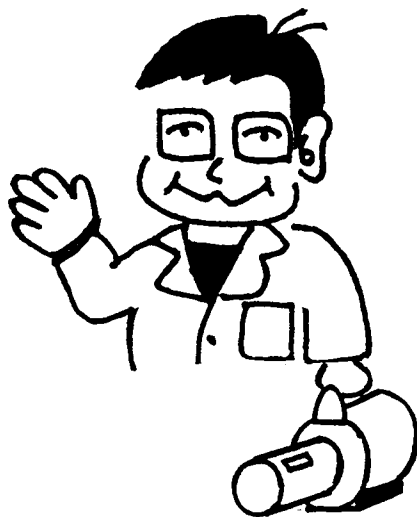


4月17日（月）：原研に入所して3週間目。核融合中性子工学研究室 (FNS) 配属になる。2年前特別研究生でここに来ていたときにお世話になった5台の Ge 検出器と再会した（→表1に5台の Ge 検出器の特性をまとめました）。さっそく、3ヵ月前に中性子照射した Nb 箔の測定する。Nb 箔は全部で50枚ぐらいある。今日は、3台の検出器を使って20枚ほど順調に測り終える。

4月18日（火）：Nb 箔を測りはじめたところ、ピークが昨日と違ったチャンネルにでる。エネルギー較正をやりなおしてから Nb を測る。今晚は検出器をずっと動かしておくことにする。

4月20日（水）：今朝、来て見るとピークが2本にわかれている。夜中にドリフトしたらしい。アンプが壊れたのだろうか。とりあえずアンプを交換して測定を再会する。

4月24日（月）：Det.L のピークのかたちがおかしい。分解能を測ってみると 4.0 keV もあるではないか。通常より 1 keV も悪い。アンプをかえたり、電圧をさげたりし



てみるが、改善の気配はない。

去年まで在学していた研究室では、分解能 2.5 keV の Ge 検出器のことを、“壊れたゲルマ”とよんでいた。

4月25日（火）：Det.Lに電圧をかけて再び立ち上げてみる。プリアンプからの出力をオシロスコープで見ていると、出力パルスの立ち上がり時間が一定していないことに気付く。比較のため Det.5 も調べてみるときれいに一定の時間できれいにたちあがっている。おおきな Ge 検出器（Det.Lの効率は115%もある）の宿命なのだろうか。Det.Lの分解能は3.1 keVとなぜか通常のレベルになっていた。

『さらにこれらの（立ち上がりの遅い）パルスは波高も欠損しており。それはエネルギー分解能を劣化し…』¹⁾

4月27日（木）：JT60の炉壁につかうに材料の放射化分析をした。照射直後、放射能が強すぎてデッドタイムが20%を超えている。試料が大きすぎたようだ。

5月11日（木）：タンデム加速器で照射した試料をはかる。半減期3.5時間の⁶¹Cuを無事測り終えほっとする。

5月15日（月）：またドリフトしている。Det.Lだけではなく Det.5 も。

5月16日（火）：またドリフトだ。がっくりして、端末のまえでしばらくボーとピークを見ていたらピークが横にずれていくようすをはっきりと見た。衝撃的な瞬間だった。早く原因をつきとめなければ。

5月17日（水）：ピークがずれる原因として考えられるもの

ビン電源に供給される電圧の変化。

ビン電源の故障による電圧の変化。

アンプが故障している

空調のきりかえによる室温の変化が影響？ などなど。

ビン電源があやしいとみてで電圧の変化を1日モニターしたが、なんともなかった。やはり空調か？

————— ◇ —————
『手持ちの装置でドリフトを小さく使うには、温度をできるだけ一定に保つのが効果的である。』²⁾

————— ◇ —————
5月18日(木)：今日は順調に測定できた。ピークがずれる原因はわからないが、測るべき試料はいっぱいあるので、とにかく測らなければならない。

5月23日(火)：液体窒素を補充していたら、突然ビニールホースがわれた。床に液体窒素が散乱してひとりでパニックになった。

7月14日(金)：来週のマシントイムは放射化断面積の測定。Det. 1を気送管の前に運んで、短寿命核の測定に備える。

7月17日(月)：実験1日目。Det.Pのパルスがでない。電圧を1100 Vまであげると一定電流が流れてしまう。どうやら液体窒素がきれてしまっていたらしい。昨日、液体窒素を補充しておくべきだった。バイアスシャットダウンをつけなかったのも悔やまれる。昨日、冷えていない状態から液体窒素を入れたので、消費量が多かったのだろう。今日はDet.Pを思う存分使うことにしていたが、かわりに今回はあまり使う予定のなかったDet.Lを使うことにする。

————— ◇ —————
"Before the instrument is connected to external electronics, the detector element must be properly cooled by filling the dewar with liquid nitrogen. Otherwise, damage such as failure of the input field effect transistor (FET) may render the system inoperable." ³⁾

————— ◇ —————
7月18日(火)：実験2日目。Det.Lは弱い γ 線の測定には向いてないことを痛感する。分解能が悪いのでピークが広がってバックグラウンドとの区別がつきにくい。大きいからバックグラウンドも多い。昨日 Det.L でやった測定は、今日 Det.5 でやり直すことにする。

————— ◇ —————
『同じ効率をもつ検出器は同じピーク面積をもたらすが、すぐれたエネルギー分解能を示す検出器は狭くて高いピークをもたらし、そのピークは連続部分からの統計雑音から浮き上がることになる。』¹⁾

————— ◇ —————
7月21日(金)：実験最終日。あわただしい短寿命核の測定を終えて、¹⁷³Tm(半減

期：8.2 時間， $\leftarrow^{175}\text{Lu}(n,\alpha)$ を測る。399 keV の γ 線がでるのをじっと待つが、なかなかピークがあらわれない。失敗かなと思いつつもスペクトルを30分ぐらい眺めていたら、ピークらしきものが見えてきた。それから1時間ぐらいたがめていると、完全なピークになったので、安心して寮に帰る。

7月23日（日）：夜10時ごろ試料を交換に来る。データをセーブして、カウントを確認すると明らかにカウントがすくない。測定室に行ってみると Det.1 が水をかぶったようになっている。明らかに真空もれだ。動かしたときにどこかにぶつけたのか。ほんの半日前には調子よく測れていたのに。一瞬頭がクラクラしたがなんとかもちこたえ、電圧をさげ、鉛の遮蔽をとりはずして、本体を液体窒素のデューワから引き上げて、扇風機をかけて乾かす。

7月26日（水）：Det.1、Det.Lを修理に出す。午前10時ごろお迎えのトラックが来た。しばし玄関にたたずみ検出器を運んでいくトラックを見送る。

8月2日（月）：Det.Pが帰ってきた。さっそくテスト。 ^{60}Co を置いて見る。「北アルプス槍ヶ岳」のようにずっときれいに立ち上がった1332 keV のピークがあらわれた。なんと分解能1.6 keV。

8月16日（水）：Det.1も帰ってきた。分解能は2.1 keV。

8月21日（月）：しばらく測定する試料がないのでバックグラウンドを測っている。最近、ピークがずれることもなくとても順調に測れている。ピークをアサインしてみると、自然放射能にまじって、Det.5だけどうしても正体のわからない謎のピークがある。

8月28日（月）：Det.Lの検出効率を決め直す。2年前にも決めたが、今回は ^{133}Ba 、 ^{152}Eu などのマルチ γ 線源もつかって測定点をふやしてさらに精度をあげたい。しかしサムコインシデンスの補正が大きいので難しいだろう。調べて見ると最大11%の補正が必要である。ちょっと補正の範疇を超えている。今、検出器から5 cm の位置で効率を決めようとしているが、検出効率を精度良く決めるためにはもっと遠い位置で決めたほうがいいのは確かだ。が、そうすると効率が落ちてしまう。せっかくの大きな検出器も、その大きさを十分発揮するのは難しい。



『同時に 1 個以上の放射線を放出する線源を使用する場合、加算同時計数効果 (sum-coincidence effect) がピーク強度の測定値に影響を与えないように注意する必要がある。』¹⁾



8 月 31 日 (木) : 端末の前で γ 線スペクトルをながめながら 3 時のコーヒーを飲むと、とても心が落ち着く (人は “スペクトル中毒” と呼ぶが…)。

参考文献

- 1) Glenn F. Noll 著、木村逸郎、阪井英次訳、「放射線計測ハンドブック」第 2 版、日刊工業新聞社 (1991)
- 2) 岡村勉夫著、「放射線測定回路とシステム」、日刊工業新聞社 (1975)
- 3) EG&G ORTEC, Solid-State Photon Detector Operators Manual

表 1 原研 FNS にある Ge 検出器一覧

名前 ^(a)	検出効率 ^(b)	分解能 ^(c)	特徴、用途
Det. L	115 %	3.0 keV	効率はいいが、分解能が悪い
Det. 5	25 %	2.3 keV	遮蔽がしっかりしている
Det. W	284 cm ³	2.5 keV	井戸型検出器
Det. 1	30 %	2.0 keV	予備的につかわれている
Det. P	12 %	1.8 keV	手で持ち運べる

(a) FNS での通称

(b) 直径 3 インチ、長さ 3 インチの NaI シンチレーション検出器に対する値。検出器から 25cm の位置に置いた ^{60}Co の γ 線 (1332.5 keV) の全エネルギーピーク効率で比較する。Det.W は Ge の体積で表示する。

(c) ^{60}Co の γ 線 (1332.5 keV) ピークの半値幅