

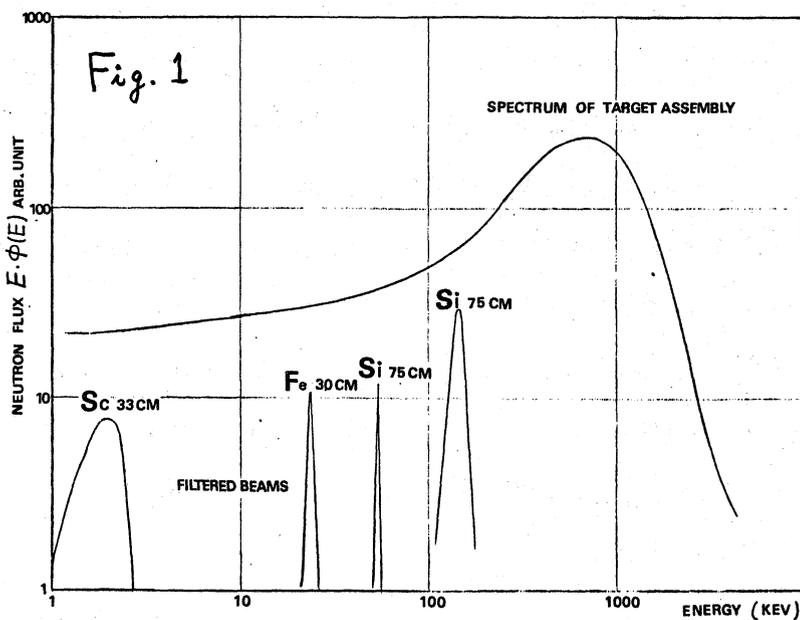
# フィルターを用いた単色中性子源

京大原子炉 藤田薫頭, 小林捷平

電子線型加速器による光中性子源は、尖頭値における中性子発生量の多さ、適当なパルス特性(ビーム幅, くり返し数)をもつことによつて、原子炉とチョッパー-或はクリスタルモノクロメーター-中性子源に代り、高エネルギー分解能を必要とする共鳴中性子実験に利用されてきた。飛行時間弁別により、高分解能で広いエネルギー範囲にあたり、一度の測定でデータが得られることは、依然として大きな長所といえよう。この種の実験で厄介な問題として、時間依存バックグラウンドとフラッシュの影響がある。そこで、特別な目的のために、単色エネルギー中性子を得、同時にこれらの厄介な問題を解決したいことがある。KUR-LINACでは、非分離領域での平均中性子断面積及び捕獲ガンマ線スペクトル測定のために、鉄或はシリコンのフィルターを用いた。(スカンジウムについても用意中)これらの物質は特定のエネルギー(Fe: ~24 keV, Si: ~147, 55 keV, Sc: ~2 keV)で、共鳴散乱とポテンシャル散乱の干渉のため、著しく小さな断面積をもち、相当に厚いものをフィルターとして飛行管の途中に挿入することにより、単色ビームを得ることができ、バックグラウンドもフラッシュをも十分少なくすることができる。他の目的への利用も考えられるので、若干の経験を報告する。

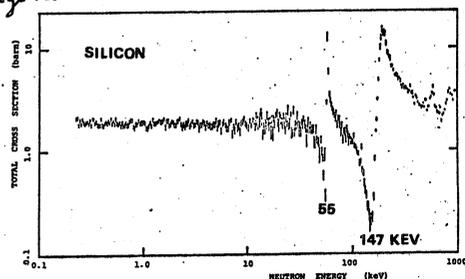
## 1. 中性子源

共鳴領域の中性子は水、ポリエチレンなどの水素減速材により光中性子を減速して得る。我々は、約5cmφ×5cmhの水冷タンタルターゲットを中央に置いた20cm×20cm×5cmのポリエチレン板を用いた。このターゲット系より得られる中性子のエネルギースペクトルは右図のように数百keVにピークを持つマックスウェ



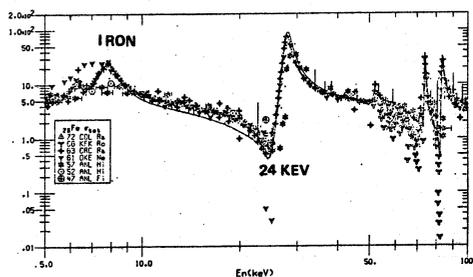
ル分布状のもの、 $\sim 1/E$  スペクトル部分よりなる。KUR-LINACにおけるビームの性能と中性子発生量は次のようである。(水冷ターゲット) Fig. 2

pw ( $\mu$ sec)	peak current (A)	neutron production rate at peak (n/sec)
0.02	2.5	$8 \times 10^{16}$
0.1	2.5	$6 \times 10^{16}$
0.5	1	$3 \times 10^{16}$
3	0.5	$1 \times 10^{16}$

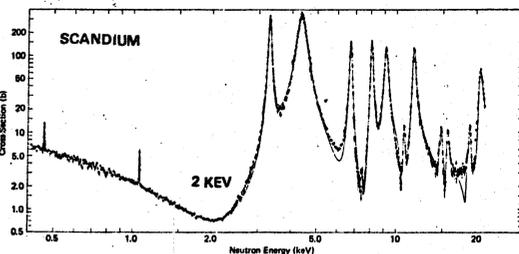


## 2. 中性子フィルター

中性子全断面積に顕著な干渉効果をもつフィルターとなるためには適当な稜的条件をもつ必要があるが、BNL-325などのデータブックをみてさがすが手取り早い。代表的なものはシリコン、鉄、スカンジウムであり、これらの全断面積は右図のようである。



各物値とともに、複数回のエネルギーにおいて干渉の谷をもつ。従って、白色中性子源に対して単一のフィルターを用いたのでは、正確に言えば単色エネルギービームになっていない。たゞ、ライナックのようなバースト状中性子源の場合には、飛行時間によりこれを弁別するので支障は起らない。原子炉のような定常中性子源だと、これらのフィルターに他のフィルターを組み合わせ、正確に単色にしなければ利用しにくい。



さて、これらのフィルターにより Fig. 1 のスペクトルをフィルターした場合、どの程度の単色ビームを得ることができようか。中性子飛行管の途中にフィルターを置くような場合は、全断面積より簡単に見積ることができ、Fig. 1 に示したような結果になる。例えば、Si 75cm厚(理論密度換算)の場合、全中性子発生に対する(フィルターなしの場合の中性子量に対する)フィルターを通過したビームの割合は、147, 55 keV でそれぞれ  $\sim 1 \times 10^{-2}$ ,  $\sim 1 \times 10^{-3}$  で、不経済ともいえる。しかしながら、バックグラウンドやフラッシュの少ないクリーンなビームであること、又エネルギー分解能が電子ビームの幅や中性子の飛行距離によって決まるのではなく、フィルターの厚さによって決まるので、必要によっては電子ビームの幅を広くしたり、飛行距離を短くしたりして実験に必要な中性子の量を加減することができるといった利点がある。

厚いフィルターを用いるので、含まれる不純物がフィルターの特性を悪くすることがある。

厚いフィルターを用いるので、含まれる不純物がフィルターの特性を悪くすることがある。

市販の構造材用の鉄を用いた場合、Mnの影響が顕著に認められた。Mnは24 keVのスペクトル上で断面積にピークをもつ。従ってスペクトルにdipが生じた。その後、99.8%の鉄を用いているが影響はないようである。シリコンについては半導体製品用の材料が容易に入手でき、純度は十分満足できる。鉄のうちでも $^{56}\text{Fe}$ は24.3 keVにおいて全断面積が約10mbと極端に小さい。 $^{56}\text{Fe}$ も多量に入手できれば、十分厚いフィルターによって中性子の減衰はなく、 $\gamma$ 線などを完全に遮断する理想的なフィルターをつくることができる。

### 3. 飛行管, スペクトル 収量, S/N比

22.2m全断面積測定のためのTOF系を右図に示す。10cm-50cm-10cm中に鉛、B4Cでコーティングされている。右図の左上に記した条件で運転すると飛行管の先端では右図の右下に示した中性子収量がある。概算値だが、実験結果によく合う。フィルターは途中に23ヶ所ぐらいに分割して挿入している。

代表的なTOFスペクトルを右図に示す。フィルターと電子ビームの前後で(横軸の左右で)BGが

十分少なくなっているのに注目された。ビーム内でのBGは左右からの内挿により信頼性よく求めることができる。いわゆるS/N比は0.5%程度であり、これをを用いる実験にとってはきわめて都合がよい。

