

## 資料紹介

Santa Fe(Intense Neutron Source) Conf, Sept. '66

(EANDC-62'AL')の論文紹介

### 1. 「高強度パルス中性子源としてのサイクロトロン, シンクロサイクロトロン, およびシンクロトロン」

W. W. Havens, Jr.

西村和明(日本原子力研究所)

サイクロトロン, シンクロサイクロトロン, およびシンクロトロンは, これまでパルス中性子源として広くは使われていなかつた。その理由の1つは, 加速器の運転の責任にある科学者が他の実験にそれを使うことに興味がなかつたことにもよるが, またこれらの機械が本質的に15~20 nsの間にバンチされたパルス・ビームであるため, 大抵の実験に不向きであると考えられていたためである。これまで科学者は, duty cycle を増しビームのパルス性を取除くことに努め, また位相安定によりビームに拡がりができただため, シンクロトロンはパルス中性子源として有用ではなくなつてしまつた。

しかし最近, 高エネルギー陽子を使つて中性子をつくるという考え方, 使い方が注目されてきている。この場合, ターゲット中での高エネルギー陽子の距離がエネルギーと共に急激に増加するため, 中性子源の長さが増加する。この論文では, 中性子コリメータと中性子源および検出器の大きさとの間のジオメトリーを検討した結果, 中性子タイム・オブ・フライト・スペクトロメータとして有用な最高の陽子エネルギーは1 BeV 程度であることを結論している。

中性子T-O-F分野は, 彼の意見によれば, 検出器の中性子エネルギーに対するレスポンスにより, slowとfast T-O-F スペクトロスコープに分けられる。5~6年前までは, 両者のグループにより研究されるエネルギー領域によりslowとfastと分け, 両者の間にはエネルギー的にgapがあつたが, 現在ではエネルギー的にはoverlap されてきている。したがつてエネルギーでslowとfastに分けるよりも, ちがつた分類が必要となつてきた。

slow T-O-F スペクトロスコープでは, 検出器は実験室で得られる出来るだけ低いエネルギーの中性子にレスポンスし, その効率はエネルギーが低くなるにつれ,  $1/v$  で増加する。fastスペクトロスコープでは, その検出器にあるしきいエネルギーがあり, それ以上ではレスポンスがあるが, 熱中性子にはレスポンスがない。

またパルスの繰返し率は，fast では数MC/sec と高く，slow では数百C/sec 以下になる。許される繰返し率は fast では，源と検出器の間の距離と，測定すべき中性子の最小エネルギーに依存する。平均の計数率は，繰返し率に比例するので，fast スペクトロメータは，2～300 keV 領域で高い計数率をもつ。一方あらゆるslow スペクトロメータは一般にfast スペクトロメータとして使うことができるが，上の理由で，2～300 keV ではfast スペクトロメータの装置と競争することはできない。

これまでのslow とfast スペクトロメータのちがいのもう1つの特徴は，減速中性子の使用の有無であつたが，この違いも殆んどなくなつてきている。Langsford et al. の研究によれば，200 keV 以上では，減速しないターゲットからの中性子束が，減速されたターゲットからの中性子束よりも高くなつている。

パルス中性子源として周期的加速器を比較するときの figure of merit についても，従来の方法は，たとえばオレンヂとアツプルを較べるようなもので，不公平であるとして注意を喚起している。彼の考えによれば，1つの figure of merit は，その装置で同一の種類の実験をする場合に公平なものである。彼は，パルス中性子源としての merit を比較する場合の規準として，2つの merits を用いている。

第1は，バーストにおける最高強度。これはシグナルとノイズの比にきく。第2は，興味のあるエネルギー範囲での，毎秒当り発生する中性子の総数。これは平均中性子強度で，測定に要する時間にきく。

Bartholomew et al. に従つて  $M = Q\tau f / \tau^2$  という figure of merit を用いた。Q はバースト中の最高中性子強度， $\tau$  はパルス巾，f は毎秒当りの繰返し率。Q $\tau$ f は毎秒当り発生する中性子の数。このMを使つて，現存する周期的加速器（コロンビア大学，ハーウエル，カールスルーエ，オークリッジ）およびこれらの改良型，また計画中のLAMPF, SOC (slow用)，LAMPF, SOC (Fast用) 加速器の特性を比較している。この場合のMの値は第1表に示されているが，fast スペクトロメータ同仕，Slow スペクトロメータ同仕の比較にはいいが，slow とfast の間の比較に使つてはならない点に注意すべきである。

論文の内容は，1) introduction 2) The target and neutron source 3) criteria for comparisons 4) pulsed nature of cyclic particle accelerators 5) experimental program に分れている。

## 2. Nuclear Physics Experiments Performed with Neutrons

L.M. Bollinger

菊池士郎 (日本原子力研究所)

標題からみると、かなり広範囲なサーベイのように見えるが、筆者の意図は中性子による実験のカテゴリーに入るものの中で、主として、その核物理的な重要性にも拘らずまだ信頼度の高いデータのでいていないものをひろい上げて、その実験の意義ないし必要性について簡単に説明することにあるようである。さらに、良質のデータを出すためには、中性子の強度の高いことが不可欠の条件であるから、上記の議論の中には当然高強度の中性子源の必要性が説かれている。特に、現在得られる中性子源では事実上不可能なような実験については、その点が強調されている。

内容は、以下のA~Fの6節から成っている。

**A. Fundamental Properties of the Neutron and Fundamental Symmetries :** この節では、次のような実験が興味のあるものとして挙げられている。 1) 中性子の寿命。 2) 偏極中性子の $\beta$ -崩壊の際の非対称性。 3) 電子-中性子相互作用。 4) C P T対称性の検証。 5) 弱い相互作用のConversion-Vector-Current理論の検証。 6) 中性子の電気双極子。 7) 中性子の電荷。 8) 重力加速度の影響。 9) 中性子-中性子相互作用。 10) 中性子-陽子相互作用。

この中から2) 9) 10)の項目について少し詳しく論じている。これらは核物理の基本の問題であるにも拘らず、現在まで殆んどデータがなく今後の高強度の中性子源の出現が特に待たれている。

**B. Neutron-Capture Gamma Ray :** 中性子の捕獲 $\gamma$ 線の実験は、原子核構造の研究に非常に役立つものであるとして、かなりの頁数を費して数人の研究者の仕事を紹介している。この項目では最近出現したGe(Li)半導体検出器を用いれば現在の中性子源でもかなり良いデータが得られているので、高強度中性子源の必要性はあまり強調されていない。

**C. Fission :** 今迄にも核分裂に関するデータは決して少くはないが、にも拘らず核分裂のkinematicsの中性子エネルギー依存性の測定は殆ど不可能であるといっている。一例として、Navisのシンクロサイクロトロンを使つて核分裂破片の質量分布を測定しようとするとき、大きなFrisch-grid電離函を用い、中性子エネルギーが100 eVのところでは共鳴巾が0.1 eV位になるように中性子の飛行距離をとると、 $U^{235}$ の100 eVのところでの核分裂のtotal rateは1日に約10カウント、対称核分裂のrateは1日に約 $10^{-2}$ カウントにしかならないことを示している。が一方では、中性子束の少ないことで制限されないような実験によつて、核分裂という現象の理解が急速になされつつあるので、高強度の中性子源が得られるようになったときに、上記のような実験が果して価値のあるものかどうかは判らないという疑問もあるようである。

D. Polarization Measurements : この項では、偏極した中性子源について触れ、さらに偏極の実験データが核物理的にどのような面で重要であるかについて簡単にのべている。また、1) 個々の同位元素について良い測定ができるため、2) 複合核弾性散乱 (compound - elastic scattering) の補正を少なくするべく、測定を高いエネルギーまで延長するために、中性子エネルギーのすべての領域にわたって強度の高い偏極中性子源が望まれるといつている。

E. Tripple Scattering : 実験の性質上中性子源が弱ければ実験は殆んど不可能であり、将来強い中性子源ができれば、中性子のスピンスピン相互作用の実験を行つて Wolfenstein パラメーターを求めることを提案している。

F. Small - Angle Scattering : この実験からは、non-nuclear interaction の性質を説明することができるであろう。その一つは、Schwinger 散乱として知られる、中性子の磁気双極子と散乱核のクーロン場との相互作用である。他の一つは、中性子の電気双極子偏極である。small angle scattering の実験は、今までにも若干行われているが、散乱体が fissionable で、かつエネルギーも fission barrier よりも高い所に限られている。これらの実験データと理論値の間には喰いちがいがあり、この問題は基礎的な重要な問題なので、さらに発展的な、かつ正確な測定が強く望まれるとしている。