

【 41 】

氏名	小林茂治 こばやし しげ はる
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第208号
学位授与の日付	昭和46年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学第二専攻
学位論文題目	<b>Self-triggering Streamer Chamber and Its Applications to Nuclear Physics</b> (自己作働型ストリーマ放電箱とその原子核実験への応用)
論文調査委員	(主査) 教授 安見真次郎 教授 小林晨作 教授 中井祥夫

論文内容の要旨

本論文は自己作働型ストリーマ放電箱 (Self-triggering streamer chamber, 以下 STSC と略す) の開発研究に関するものである。STSC とはストリーマ放電箱の気体中に荷電粒子によって生ずるガス・シンチレーションを光電子増倍管により検出し、この出力パルスによってストリーマ放電箱を動作させるものである。換言すれば同一の装置を、最初ガス・シンチレーション計数管として働かせ、その次にはストリーマ放電箱として動作させる仕掛けになっている。この装置の開発は数年前京大高エネルギーグループで開発した自己作働型放電箱の発展した形態として、ストリーマ放電箱の、低エネルギー核実験への応用を意図していると同時に、低エネルギー分野の新型の飛跡測定器としての可能性を試すために行なわれた。

そもそもストリーマ放電箱とは通常の放電箱がスパーク放電を利用しているのに対してその初期段階である“ストリーマ放電”を用いているものであって、放電箱気体中の荷電粒子通過を外部においた計数管によって知り、その出力パルスをトリガーパルスとして充分持続時間の短い高電圧パルスを気体に印加して荷電粒子の飛跡に沿って短いストリーマの列を作らせ、これを写真撮影して飛跡を測定する装置であって1963年頃ソビエトで発明され、宇宙線や高エネルギー物理の研究分野における有力な測定器として登場してきたものである。

しかし乍ら、このストリーマ放電箱を低エネルギー核物理の研究に用いた例は、ほんの一、二例の特殊な場合を除いては皆無であった。この理由は主として低エネルギー粒子は放電箱の壁を通過できないため外部の計数管群によるトリガリングが不可能になるためである。

低エネルギー核反応の研究において終状態が3体以上の場合には、カウンター実験によるよりも飛跡測定装置による方が望ましい。そして従来の霧箱や写真乾板の性能には大きな制約があるため何か新しい測定器の出現が待望されている状況である。これに対して申請者は STSC の開発を行なったわけである。

本装置を開発するに当たって申請者は；1) ヘリウムを用いたガス・シンチレーション計数装置の研究、2) ガス・シンチレーション・パルスによる Self-triggering の研究、3) ネオンを用いたストリーマ放

電箱の研究， 4) STSC に適した気体（又は混合気体）の探索， 5) STSC の動作テスト；の順で段階的に研究を進めて行った。

STSC の成否は 2 つの機能—ガス・シンチレーション計数管とストリーマ放電箱—を満足する気体を如何に見つけるか（或は作りだすか）にあるといてよい。申請者はこの点について次のような推論・考察を行なった。まず普通ストリーマ放電箱用の気体としては純ネオンが用いられるが，このネオンのガス・シンチレーションは通常の光電子増倍管では殆んど検出できない位，長波長の光である。他方ヘリウム・ガス・シンチレーション計数装置の研究において申請者は少量の窒素ガスが波長遷移剤として有効に働いて純ヘリウムからの短波長のシンチレーションを，通常の光電子増倍管の感度波長域内の光に変えることを経験した。そこでネオンに少量の窒素ガスを混ぜると望ましい STSC 用の混合気体が得られるかも知れないと推論したわけである。申請者は以上の考察から，ネオンに対し窒素の混合比を変えてポロニウムの  $\alpha$  粒子によるガス・シンチレーション・パルスの波高値の変化を測定してみた。予想通り波高の相対値は窒素の混合比の 0% から急激に上昇して 0.5% 付近で極大となり，その後は漸次下降してゆくという結果が得られた。

次にはこの混合比の気体によって良質のストリーマ放電の飛跡が得られるかどうかが問題である。これについては申請者は，上記の 5) に進み，もし自己作働装置がないならば数百回乃至 1 千回の random-triggering に対して 1 度位の割合でしか  $\alpha$  粒子の飛跡写真がとれない程度に弱い  $\alpha$  線源を用いて，STSC の全般的な動作テストを行なった。結果は殆んど毎回の Self-triggering に対して  $\alpha$  粒子の飛跡が得られた。この事実は自己作働装置の成功を示すと共に，上述の混合気体（ネオン 99.5% + 窒素 0.5%）が STSC に適したものであることを立証している。

以上述べた通り本論文の研究によって申請者は自己作働型ストリーマ放電箱（略称 STSC）を開発・完成させた。尚，実際にこの装置を核反応の実験に用いた場合に必要な種々の考察と示唆も本論文中に述べられていることを附言しておく。

### 論文審査の結果の要旨

低エネルギー原子核実験の分野における飛跡測定器はこの 10 数年来次の三つ—膨脹型霧箱，拡散型霧箱及び原子核乾板—に限定されてきたと云える。他方高エネルギー物理学の分野ではこの 10 数年の間に泡箱と放電箱が発明され，これら二つの測定器の性能が高エネルギー物理の実験に著しく適しているため上述の二種類の霧箱や乾板に完全にとって代ってしまった状況である。

しかしながら泡箱はその高い阻止能のため低エネルギーの実験には不向きであり，又，放電箱も高エネルギーの実験に普通用いられている構造のものでは低エネルギー粒子の検出には不適當であるので少数の例外をのぞいては両者ともに低エネルギー分野においては殆んど用いられていない。

一般的に核反応においてその終状態が 3 体以上になる場合にはカウンターによるよりも適当な飛跡測定装置による方が精密な研究が可能である。軽い核のクラスター構造を低エネルギー核反応によって調べようとするときや，高エネルギー核反応の一般的機構を調べようとする場合には上述のように終状態が多体となることが多い。このような場合に有用な飛跡測定器の出現が長い間望まれていたわけである。

本申請論文はこの問題に対する一つの解答を与えたものと云い得る。即ち阻止能の低い気体中の荷電粒子の飛跡を三次元的にストリーマ放電の列として捉えることのできるストリーマ放電箱に対して、自己トリガリング装置（自己作働装置）を附加して低エネルギー粒子検出に適した飛跡測定器として自己作働型ストリーマ放電箱（STSC と略す）という新型を創りあげたわけであって、これは世界的に最初の試みである。

次にこの STSC を冒頭に述べた 3 種類の装置と比較してみよう。先ず 膨脹型霧箱と比べると両者ともに外部トリガリングは可能であるが霧箱の方は内部トリガリングはかなり困難である。しかし、たとえ霧箱の内部トリガリングが可能と 仮定しても 測定器としての 回復時間に両者の間に大きな 差異があり、STSC の方が圧倒的に（約 100 倍以上）優れている。これはとりも直さず測定器の有効動作時間にこれだけの差があるということである。次に 拡散型霧箱と比較すると、耐えうる放射線の量において STSC はずっと優れている。又、拡散霧箱の内部トリガリングは相当困難であろう。最後に原子核乾板との比較であるが乾板は 高い阻止能、現像による shrinkage 更に fading の現象などのため、低エネルギー 粒子のエネルギー・方向を決める際の誤差が STSC に比べてずっと大きいと考えられる。又、乾板の情報には時間が全く入らないことは STSC に比べて大きな欠点である。STSC の優れたもう一つの利点としては、ガス・シンチレーションによる望ましい event の選択性である。この性質によると、例えば光核反応の研究の際、入射  $\gamma$  線によるバックグラウンド電子のおびただしい量にも拘らず、望ましい核反応の生じたときだけに装置が自己作働して飛跡を測定することが可能となるであろう。

以上述べたように本論文の研究は原子核実験の分野における新しい型の飛跡測定装置を開発・完成させたものであり、これが 従来の装置に比べて種々の優れた性能を 有していると考えられるので 原子核物理学・高エネルギー物理学研究に対する 寄与は大きいと考える。参考論文はいずれも申請者が原子核物理学及び高エネルギー物理学の分野において優れた学識と研究能力を有していることを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。