



Title	Weak production of $\Lambda$ hyperon by the $p+n \rightarrow p+\Lambda$ reaction
Author(s)	南, 志都
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45620">https://hdl.handle.net/11094/45620</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	みなみ しづ 都 南 志 都
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 18926 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 6 月 17 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Weak production of $\Lambda$ hyperon by the $p+n \rightarrow p+\Lambda$ reaction ( $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 反応による $\Lambda$ ハイペロンの弱生成)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 岸 本 忠 史  (副査) 教 授 能 町 正 治    教 授 久 野 良 孝    教 授 畑 中 吉 治 助教授 阪 口 篤 志

### 論 文 内 容 の 要 旨

$p+n \rightarrow p+\Lambda$ 過程はストレンジネスを含む $\Lambda$ ハイペロンを弱相互作用で生成する過程ある。この過程を研究することにより核子とハイペロン間の弱相互作用について情報を得ることが出来る。これまで逆過程である $\Lambda$ ハイパー核の非中間子崩壊( $N+\Lambda \rightarrow N+N$ )が研究されてきたが、それに比べて $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 反応の研究は以下の点で有利である。まず $\Lambda$ ハイパー核の研究は原子核内の反応であるため単純な2体反応以外も関与し、終状態での散乱も考慮する必要があるが、 $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 過程は2体反応であり終状態での影響も少ない。また、入射陽子のエネルギーをかえることにより反応のエネルギー依存を求めることができ、入射陽子のスピンと $\Lambda$ のスピンを押えることにより新たなスピン依存量の測定ができる。実験では陽子ビームをターゲットに照射し、 $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 反応による $\Lambda$ の崩壊粒子 $p$ と $\pi^-$ を検出する。反応の閾値近傍で実験することにより他の過程での $\Lambda$ の生成はなく、また $\Lambda$ はターゲットから平均数 cm 飛んだ後崩壊するという特徴的な事象となるため、崩壊粒子の飛跡を測定し $\Lambda$ の崩壊点を求めることにより反応を同定できる。反応は弱相互作用で引き起こされるため断面積は非常に小さく( $10^{-39} \sim 10^{-40} \text{ cm}^2$ )、実験を実現するためにはバックグラウンドによる計数率を抑えるとともに $\Lambda$ の崩壊事象を効率的に選びトリガーレートを抑える必要がある。またターゲットにおける強い相互相互作用による $\pi^-$ をともしう事象を $\Lambda$ の崩壊事象と区別することが求められる。検出装置はこれらの条件を満たすように設計されている。検出器の計数率を抑えるために重金属製のコリメーターを用いる。また、トリガーカウンターはバックグラウンドに少ないと予想される $\pi^-$ をソレノイド磁場中での電荷による曲がる方向の違いにより選ぶようデザインされている。ターゲットにおける強い相互作用による $\pi^-$ をともしう事象を $\Lambda$ の崩壊事象と区別するために崩壊点を Vertex detector をもちいて精度よく測定する。

これまでシミュレーションをもちいて検出装置の設計を行ない、結果に基づき検出装置の建設を進めてきた。また専用のビームライン(WSS)を大阪大学核物理研究センターにおいて建設した。検出装置の性能を実際に陽子ビームを用いた実験で調べたところ、トリガーカウンターにより $\pi^-$ が効率良く検出できることを確認した。その際トリガーレートは $\pi^-$ を選ばないときに比べ約 1/250 に減らすことができることがわかった。またコリメーターの働きによりバックグラウンドによる係数率が約 1/20 に減ることを確認した。これらの実験は断面積を求める実験の約 1/1000 のスケールで行なわれている。1000 倍のスケールの実験にやきなおした際には、トリガーレートはほぼ必要な条件

を満たす見通しがたった。計数率に関してはさらに一桁の改善が必要であり、バックグラウンドの起源や検出効率の改善などさらなる工夫が必要である。現在の検出装置を用いた1時間の測定で  $10^{-33} \text{ cm}^2$  の断面積まで到達することができた。

### 論文審査の結果の要旨

$p+n \rightarrow p+\Lambda$ 過程はストレンジネスを含む $\Lambda$ ハイペロンを弱相互作用で生成する過程ある。この過程の研究で核子とハイペロン間の弱相互作用を知ることが出来る。この過程は今まで $\Lambda$ ハイパー核の非中間子崩壊 ( $N+\Lambda \rightarrow N+N$ ) で研究されてきた。しかし、非中間子崩壊は原子核内の反応であるため本質的には多体の問題になる。これに対して、 $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 反応の場合は直接的に2体の相互作用の情報を得ることができる。また入射陽子のエネルギー依存性や新たなスピン依存量の測定ができる。

実験では陽子ビームをターゲットに照射し、 $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 反応による $\Lambda$ の崩壊粒子  $p$  と  $\pi^-$  を検出する。 $\Lambda$ はターゲットから平均数  $\text{cm}$  飛んだ後崩壊するという特徴的な事象となるため、崩壊粒子の飛跡を測定し $\Lambda$ の崩壊点を求めることにより反応を同定できる。反応は弱相互作用で引き起こされるため断面積は非常に小さく ( $10^{-39} \sim 10^{-40} \text{ cm}^2$ )、バックグラウンドの影響をいかに排除するかが実験の鍵である。バックグラウンドによる検出器の計数率を抑えるために重金属製のコリメーターを用い、トリガーカウンターはバックグラウンドに少ないと予想される  $\pi^-$  を選ぶよう設計された。

検出装置を建設しその性能を実験で調べたところ、トリガーカウンターにより  $\pi^-$  が効率良く検出できることを確認した。その際トリガーレートは  $\pi^-$  を選ばないときに比べ約  $1/250$  に減らすことができた。またコリメーターの働きにより計数率が約  $1/20$  に減ることを確認した。これらの実験は断面積を求める実験の約  $1/1000$  のスケールで行なわれている。1000 倍のスケールの実験にやきなおした際には、トリガーレートはほぼ必要な条件を満たす見通しが立った。現在の検出装置を用いた1時間の測定で  $10^{-33} \text{ cm}^2$  の断面積まで到達することができた。

非中間子崩壊による研究の問題点を解決し、また新たな観測量を与える可能性をもつ  $p+n \rightarrow p+\Lambda$ 過程の実験的研究は核子とハイペロン間の弱相互作用の理論を検証するために非常に重要である。弱相互作用による反応を強い相互作用のバックグラウンドの中で観測するため高度で複雑な装置が必要である。本研究は検出装置の設計および性能評価を行い実験の実現まで後一歩というところまで到達している。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値があるものと認める。