

第 1 章

まとめと今後の展望

本研究では $^{12}\text{C}(\text{n}, \text{n}')^{12}\text{C}^{\text{Hoyle}}$ 反応の断面積測定のための実験条件を検討した。 $^{12}\text{C}(\text{n}, \text{n}')^{12}\text{C}^{\text{Hoyle}}$ 反応において、崩壊してできる α 粒子の持つエネルギーが数百 keV と小さいことが分かった。 また、広い角度に放出されることも分かった。 そこで、 $^{12}\text{C}^{\text{Hoyle}}$ から放出される 3 つの低エネルギー α 粒子をすべて検出するために、低エネルギーの荷電粒子を大立体角で検出できる MAIKo TPC を用いて測定を行うことを決定した。 最終的には断面積の中性子のエネルギー分布を測定するが、まずはじめに検証実験として単色エネルギーで生成可能な 14 MeV の中性子を用いた測定を行う。 そのため、14 MeV の中性子と ^{12}C との反応に主眼を置いて検討を進めた。

MAIKo TPC では α 粒子のエネルギーを取得されたトラックの長さから決定するため、 α 粒子が MAIKo TPC の有感領域で停止する必要がある。 しかし、トラックが短くなるとトラックを識別できなくなるため、適当な物質厚であることが必要となる。 そのようなガスとして、 CH_4 (50 hPa), CH_4 (3) + H_2 (7) (100 hPa), CH_4 (4) + He (6) (100 hPa), $\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (1) + H_2 (9) (100 hPa), $\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (1) + He (9) (100 hPa) の 5 種類を検出ガスの候補とした。 検出ガスの種類によっては電子のディフュージョン効果が大きく、荷電粒子のトラックが太く検出される。 太いトラックでは 3 つの α 粒子を正しく識別できないため、ディフュージョンの効果が小さいことが求められる。 ディフュージョンの効果において、 CH_4 (3) + H_2 (7) と $\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (1) + H_2 (9) が有力であることが分かった。 また、実際の測定で取得されるであろうトラックをシミュレーションにより生成し、実際に解析を行うことで検出ガスの評価を行った。 評価の結果、 CH_4 (3) + H_2 (7) と $\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (1) + H_2 (9) では大きな優劣の差は見られなかった。 そこで、体積当たりの ^{12}C の含有量の多い $\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (1) + H_2 (9) を検出ガスとして決定した。

$\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (1) + H_2 (9) を検出ガスに用いることで、 ^{12}C の励起状態を識別するのに十分な分解能を達成できることが分かった。 また、検出器中で 3 つの α 粒子が停止する割合は 48.2 %, それらのイベントから正しく α 粒子のトラックを抽出できる割合は 87 % であることが分かった。 これらを考慮して、 $^{12}\text{C}(\text{n}, \text{n}')^{12}\text{C}^{\text{Hoyle}}$ 反応の収量を見積もると、12 時間で 29.5 events であると期待される。

2/25-28 の 4 日間で OKTAVIAN で測定を行う予定である。 本研究で決定した検出ガスを用いて測定を行う。