

# 融合過程における中性子移行の効果の検証実験

## Experimental study of neutron transfer effect on fusion process

渡辺 裕<sup>1)</sup>

Yutaka WATANABE

<sup>1)</sup>高エネルギー加速器研究機構

融合反応における中性子移行チャネルの影響を調べるために後方準弾性散乱を測定して障壁分布を導出する。障壁分布を融合反応の励起関数と比較することで融合反応における衝突とそれ以降の非平衡過程に対する中性子移行チャネルの効果を段階的に考察する。

キーワード：融合反応，中性子移行，後方準弾性散乱，障壁分布

**1. 目的** レニャーロ国立研究所で測定された  $^{40}\text{Ca}+^{94,96}\text{Zr}$  の融合断面積は  $^{40}\text{Ca}+^{90}\text{Zr}$  の断面積に比べてクーロン障壁より低いエネルギー領域で著しく増大しており、正の Q 値を持つ中性子移行チャネルによる効果と考えられている[1]が、一方オークリッジ国立研究所で測定された  $^{132}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$  と  $^{124}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$  の融合反応では、前者が正の Q 値の中性子移行チャネルを複数持つにもかかわらず、後者に対して断面積の増大が同領域で見られていない[2]。このように融合反応に対する中性子移行チャネルの効果はまだ十分に理解されていない。本研究では融合反応で同一の複合核を形成する同位体の組み合わせにおいて、正の Q 値を持つ中性子移行チャネルが複数ある系とそうでない系について後方準弾性散乱を検出することで障壁分布を導出する。二つの反応系での障壁分布と融合反応の励起関数を比較することにより融合反応における衝突までの過程と衝突後の非平衡過程に対して中性子移行チャネルが及ぼす影響に関する知見を得る。

**2. 方法** 同一の複合核  $^{182}\text{Pt}$  を生成する二つの反応系  $^{64}\text{Ni}+^{118}\text{Sn}$  と  $^{58}\text{Ni}+^{124}\text{Sn}$  に対して後方準弾性散乱を測定し、障壁分布を導出する。この二つの反応では前者が正の Q 値の中性子移行チャネルを持たないのに対して、後者は Q 値が正の中性子移行チャネルを複数持つ。また、融合断面積の励起関数が両反応で既に知られており[3]、後方準弾性散乱から導出される障壁分布と比較することが可能である。タンデム加速器と超伝導ブースターにより  $^{64}\text{Ni}$  と  $^{58}\text{Ni}$  のビームを加速し、それぞれ  $^{118}\text{Sn}$  と  $^{124}\text{Sn}$  の標的に照射する。Sn 標的は炭素薄膜上にスパッタリング法で  $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$  程度の厚さで生成し、後方準弾性散乱粒子を標的の後方  $162^\circ$  と  $172^\circ$  に設置した半導体検出器により検出する。超伝導ブースターの加速電圧を変更することでエネルギーを  $1.5\sim 2\text{MeV}$  刻みで 30 点程度測定を行い、後方準弾性散乱のエネルギー分布を得て障壁分布を導出する。

**3. 研究成果** 平成 19 年度上期は、反応系  $^{58}\text{Ni}+^{124}\text{Sn}$  に対して  $195\sim 245\text{MeV}$  の間の 24 点のビームエネルギーで後方準弾性散乱の測定を行った。前方  $45^\circ$  で検出した弾性散乱の断面積で規格化し、エネルギーに対して遠心力ポテンシャルの補正を行うことで計 48 点のエネルギーでの正面衝突に対する反射係数を求め、一階微分を取ることで障壁分布を導出した。

**4. 結論・考察** 後方準弾性散乱の測定により導出した  $^{58}\text{Ni}+^{124}\text{Sn}$  の反射係数のエネルギー分布を前回の実験で測定した  $^{64}\text{Ni}+^{118}\text{Sn}$  と比較すると、クーロン障壁のエネルギーでは差異が見られるものの、反射係数が 1 からずれ始める低いエネルギー領域では違いが見られなかった。両反応は Q 値が正の中性子移行チャネルの有無において違いがあるが、障壁分布の低エネルギー側への伸びは同程度であり、融合過程の入射チャネルにおける中性子移行の効果の兆候は観測されず、文献[3]で測定された融合反応の断面積と同じ結果が得られた。

### 5. 引用(参照)文献等

- [1] A.M. Stefanini et al., Phys. Rev. C76(2007), 014610.
- [2] J.F. Liang et al., Phys. Rev. C75(2007), 054607.
- [3] K.T. Lesko et al., Phys. Rev. C34(1986) 2155.