

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¹⁾

Yutaka WATANABE

¹⁾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 $^{40}\text{Ca}+^{96}\text{Zr}$ 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 $^{124}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$ の蒸発残留核生成反応では、前者の反応が正の Q 値の中性子移行チャネルを複数持つにもかかわらず、後者の反応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}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}Ni と ^{58}Ni のビームを加速し、それぞれ ^{118}Sn と ^{124}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 $160^\circ \sim 170^\circ$ 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、後方準弾性散乱強度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 18 年度は反応系 $^{64}\text{Ni}+^{118}\text{Sn}$ に対して後方準弾性散乱の測定を行った。超伝導ブースターの加速電圧を変化させ、 $215 \sim 260\text{MeV}$ の間で 28 点のビームエネルギーに対して ^{118}Sn 標的後方 162° と 172° に設置した半導体検出器で後方準弾性散乱粒子を検出した。遠心力ポテンシャルの補正を行って 56 点のエネルギーでの後方準弾性散乱の励起関数を求め、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 $^{64}\text{Ni}+^{118}\text{Sn}$ の障壁分布は中性子移行の効果を経験論的に取り扱った Stelson 模型[4]から予想される程度の広がりを持ち、中性子移行が融合反応に大きく寄与している兆候は見られない。Q 値が正の中性子移行チャネルを複数持つ反応系 $^{58}\text{Ni}+^{124}\text{Sn}$ に対する測定を次期に行い、今期の測定と比較を行う予定である。

5. 引用(参照)文献等

- [1] H. Timmers et al., Phys. Lett. B399(1997) 35.
 [2] J.F. Liang et al., Phys. Rev. Lett. 96(2006) 029903.
 [3] K.T. Lesko et al., Phys. Rev. C34(1986) 2155.
 [4] P.H. Stelson, Phys. Lett. 205(1988) 190.