

反対称化分子動力学による重元素領域における多核子移行反応機構の研究(2)

Study of multinucleon transfer reaction for heavy elements by antisymmetrized molecular dynamics (2)

石井 葉子¹、石塚 知香子¹、小野 章²、*千葉 敏¹

¹東工大, ²東北大

反対称化分子動力学によって、 $^{18}\text{O}+^{237}\text{Np}$ 系の多核子移行反応機構を調べ、同様の反応によって実験的に調べられてきた核分裂に関する実験結果[1, 2]の妥当性や理論解析の問題点等についての検討を行った。今回は前回よりも統計精度を向上し、放出粒子の放出角度依存性を含めて考察した

キーワード：多核子移行反応、核分裂、代理反応、複合核生成、スピン分布、反対称化分子動力学

1. 緒言

原子力で重要であるが中性子核データの直接測定が困難な核種に対して核子移行による代理反応の有効性が認識され、 ^{18}O を入射粒子とする多核移行反応によって多くの核種からの核分裂生成物の質量数分布が測定されてきた[1, 2]。重イオンを入射粒子とする多核子移行反応では一度に多くの複合核に対する核データを取得可能である一方、生成機構が複雑なため本当に目的とする複合核が目的とする励起エネルギーで生成されているかを注意深く吟味する必要がある。例えばブレークアップ反応の生起、放出粒子の励起とそれに伴う中性子放出、大きな回転角運動量の導入などにより、生成されたと同定された複合核の励起エネルギー、核種、スピン状態が想定と異なる可能性があるため、生成機構の詳細な理解が必要である。

2. 計算方法

反対称化分子動力学により JAEA の実験条件である 162MeV の ^{18}O が ^{237}Np に入射する実験のシミュレーションを行った。解析ではブレークアップ反応の確率、実験で測定される励起エネルギーと実際の複合核の励起エネルギーの関係、放出粒子の励起に伴う中性子放出の可能性、生成された複合核のスピン分布などについて、またそれらの放出粒子の検出された角度に対する依存性について分析した。

3. 結果

図 1 に AMD に基づいて計算した、実験で測定される『放出粒子と残留核の励起エネルギーの和』を横軸に、縦軸に残留核の平均励起エネルギーを示す。計算結果が対角線として示す実線上にあれば、これまでの研究で行われた『実験で測定される励起エネルギー＝残留核の励起エネルギー』という仮定が成立するが、横軸の 20MeV 程度以上の領域では放出粒子の励起が 10MeV 以上となる場合が多く、この仮定が妥当でないことが分かる。また、それは放出粒子から中性子が放出される可能性を示唆するため、そのようなエネルギーでは放出粒子と複合核の 1 対 1 対応も成り立たず、これまでの想定より質量数が小さい複合核ができていることを意味する。また、全体の励起エネルギーが増加すると複合核には最大で $60\hbar$ 程度の回転角運動量が導入されることも分かった。このように大きい角運動状態では中性子放出率、従ってマルチチャンス核分裂割合及び核分裂機構そのものが変化するため、理論解析でもそれを考慮する必要がある。なお、AMD の与える角運動量移行値の妥当性は他の系において検証を行った。

参考文献

[1] R. Leguillon et al., Physics Letters B761(2016)125-130.

[2] K. Hirose et al., Phys. Rev. Lett. 119, 222501 (2017)

Y. Ishii¹, C. Ishizuka¹, A. Ono², *S. Chiba¹

¹Tokyo Tech., ²Tohoku University

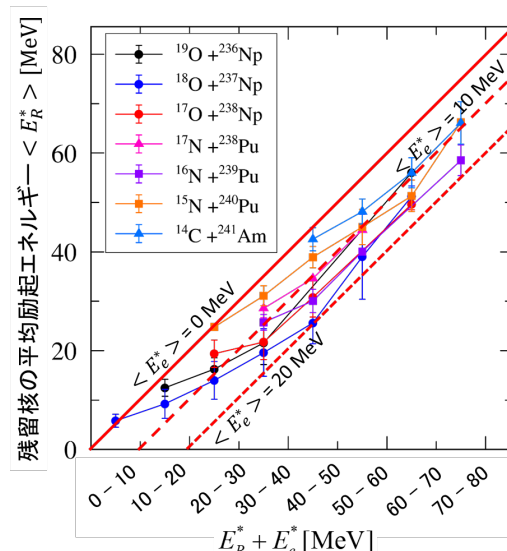


図 1 AMD で計算した『放出粒子と残留核の励起エネルギーの和』(横軸)と残留核の平均励起エネルギー (縦軸) の関係