

時間依存密度汎関数理論から導く摩擦係数

The friction coefficient derived from Time-Dependent Density Functional Theory

*西川崇¹, 岩田順敬², 千葉敏^{1,2}

1. 東京工業大学大学院環境・社会理工学院融合理工学系原子核工学コース

2 東工大科学技術創成研究院先導原研

核分裂のランジュバン模型計算に用いられる摩擦係数を微視的な理論である時間依存密度汎関数法(TDDFT)の枠組みから導出し、エネルギー（温度）依存性や質量数依存性を系統的に調べた。

キーワード 核分裂、摩擦係数、時間依存密度汎関数法、ランジュバン模型

1. 緒言

原子核反応は微視的なスケールで見るとエネルギーが保存しているが、巨視的なスケールで見るとエネルギーが微視的な自由度に移ることにより、エネルギーが失われたように見える。このエネルギーが失われたように見えるのがエネルギー散逸(原子核間の摩擦)である。原子核間の摩擦は核分裂過程において、核分裂の時間スケール、断裂前中性子の放出数、核分裂片の運動エネルギーや励起エネルギー等を左右する重要な物理現象である。核分裂を記述できる模型として Langevin 模型[1]が良く用いられていて、Langevin 模型では摩擦テンソルとして、原子核間の摩擦を取り入れている。Langevin 核分裂のダイナミクスで摩擦が重要なことは Langevin 模型を用いた計算で示唆されているが、ランジュバン模型で使用されている摩擦係数は通常は巨視的、断熱的かつ静的な模型に基づく計算であり、動的効果を取り入れられていない。また原子核間の摩擦の微視的な効果もよく分かっていない。従って核子自由度を考慮に入れた微視的な枠組みから、動的に原子核間の摩擦係数を計算する必要がある。本研究では核子自由度を考慮に入れた時間依存密度汎関数法(TDDFT)から融合分裂反応におけるエネルギー散逸を摩擦係数として表し、その衝突エネルギー、反応核種に対する依存性について議論し、ランジュバン模型で使われている wall and window formula 及び線形応答理論により計算されているものと比較する。

2. 手法

微視的な理論から巨視的な変数に対する係数を導くためには、中性子、陽子の個々の運動から集団的な運動を抽出する必要がある。本手法では微視的な効果を高い次元で含む TDDFT の計算結果を collective な方程式へ焼き直し、摩擦係数を入射エネルギーや反応させる核種に対して系統的に導出する。

3. 結論

図は一核子あたりに与える衝突エネルギーを 4MeV/A から 10MeV/A、衝突させるは原子核は中性子数 N =陽子数 Z の核を $Z=2$ から、 $Z=24$ まで 2 つ飛ばして変化させた時に得られる平均摩擦係数である。詳細は当日に発表する。

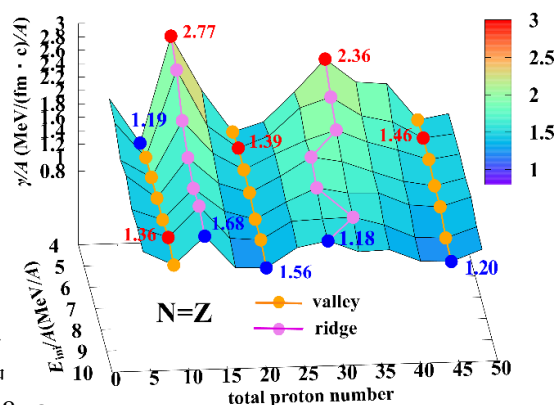


図:異なる衝突エネルギー、核種における平均摩擦係数

参考文献

[1]M.D.Usang et al, Phys. Rev. C94, 044602(2016).

*Takashi Nishikawa¹, Yoritaka Iwata², Satoshi Chiba^{1,2} (1 Graduate School in Nuclear Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2 Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology)