

ランジュバン模型の改良

Improvement of Tokyo-Tech Langevin model

*石塚 知香子¹, ウサング マーク^{1,2}, 石井 葉子¹,

イワニョクフェディエール^{1,3}, 千葉 敏¹

¹東京工業大学, ²マレーシア原子力庁, ³キエフ原子核研究所

我々の研究グループでは独自のランジュバン模型を開発し核分裂現象の解明を行うとともに核データ評価への適用を検討してきた。本講演では、これまで我々が行ったランジュバン模型の改良点を振り返るとともに秋の学会以降に行った改良について報告する。特に中性子欠損 Hg 領域原子核の結果について改良の効果を詳細に解説する。

キーワード: 核分裂、核データ、質量数分布、TKE

1. 東工大版ランジュバン模型の概要

我々の開発しているランジュバン模型では、二中心模型で表される複合核の形状の時間発展で核分裂を記述する。その時間発展を表すランジュバン方程式には量子効果（殻効果や対効果）を考慮したポテンシャルの他に摩擦やランダム力による揺動散逸性が含まれている。摩擦係数や揺動散逸係数は輸送係数としてまとめられるが、この輸送係数には量子効果を含み励起エネルギーに依存する微視的輸送係数と依存しない巨視的輸送係数がある。これまでに我々のグループが行ったランジュバン模型の改良は、(1)複合核の形状についての自由度を4次元化[1]、(2)線形応答理論による微視的輸送係数の採用、(3)無限の深さを持つ調和振動子ポテンシャルから Woods-Saxon ポテンシャルへの変更[2]、(4)形状の記述として二中心模型と Cassini Ovals の両方を選択可能とした、(5)駆動力をポテンシャルエネルギーの微分でなく自由エネルギーの微分とした、(6)量子補正の温度依存性（＝励起エネルギー依存性）を精密化した[3]、(7)巨視的ポテンシャルとして2種類を選択可能とした、等である。形状4次元ランジュバン模型[1]では、パラメータを調整すること無しにウラン近傍からローレンシウムに至る広範な領域核の質量数分布とTKEの系統性と特異性をともに良く記述できることが分かった[4]。特に、二つのフラグメント変形度を独立変数としたことと有限深さのポテンシャルを用いることがこの成功において本質的に重要であることが分かった。

2. ^{180,190}Hg 核分裂の再現

上記のようにウラン近傍の核分裂を良く説明できる巨視的形状4次元ランジュバン模型だが、鉛領域の中性子欠損核 ^{180,190}Hg では、アクチナイドの場合に比べて実験値再現性が良くなかった。その原因を解明する過程で、二中心殻模型ではなくカッシーニの卵形線を用いたランジュバン模型の開発や、ネックパラメータの変更、液滴エネルギーの見直しを行った。本講演では、これら3つの検証事項の寄与を示すとともに、改良後の ^{180,190}Hg 核分裂の結果を紹介する。

参考文献

- [1] C. Ishizuka, M. D. Usang, F. A. Ivanyuk, S. Chiba, Phys. Rev. C **96**, 064616 (2017).
- [2] V. V. Pashkevich, A. Ya, Rusanov, Nucl. Phys. A **810**, 77 (2008).
- [3] F. A. Ivanyuk, C. Ishizuka, M. D. Usang, S. Chiba, Phys. Rev. C **97**, 054331 (2018).
- [4] M. D. Usang, F. Ivanyuk, C. Ishizuka, S. Chiba, Scientific Reports (2019) (in press).

*Chikako Ishizuka¹, Mark Usang^{1,2}, Yoko Ishii¹, Fedir Ivanyuk^{1,3} and Satoshi Chiba¹

¹Tokyo Institute of Technology, ²Malaysian Nuclear Agency, ³Institute for Nuclear Research, Kiev