

核分裂研究のためのランジュバン計算の4次元化 (2) 4次元ランジュバン核分裂計算のための微視的ポテンシャル

4-dimensional Langevin calculation for the study of fission

(2) Microscopic potential for the 4-dimensional Langevin calculation of fission

*浅野 大雅¹, 和田 隆宏², 有友 嘉浩³, 太田 雅久⁴

¹関大先端機構, ²関大システム理工, ³近大理工, ⁴甲南大

分裂過程において原子核の形状は、様々な変化をする。それらの核形状を記述するには、少なくとも4つの形状自由度を考える必要があり、その形状に対応する巨視的エネルギーと微視的エネルギーを求める必要がある。本講演では、ランジュバン方程式の計算に用いるポテンシャル・エネルギーについて報告する。

キーワード: 核分裂、ポテンシャル・エネルギー、微視的エネルギー、質量分布、ランジュバン方程式

1. 緒言

U 原子核の核分裂は、核分裂という自然現象を発見する端緒になったものであり、工学的には原子力発電で利用されている重要な現象である。応用分野での重要性とは対照的に、自然科学としては未だに解明されていない事象が多く存在する。

2. これまでの理論的研究

N. Bohr は複合核模型と液滴模型を考案し、入射粒子の capture cross section や複合核からの放出中性子数の再現に成功した[1]。しかしながら、低エネルギーでの核分裂で生じる質量分布の再現をできなかった。

この問題は、ポテンシャル・エネルギーから部分的な解決を得た。液滴模型に基づく巨視的エネルギーのみを考慮するのではなく、殻模型に基づく微視的エネルギーを考慮することで、ある特定の陽子数や中性子数を持つことがわかり、核分裂において質量非対称な分裂が生じることが予想できた。P. Möller 達は、基底状態から分離点までの様々な核形状に対応する多次元ポテンシャル・エネルギー面を研究し様々な分裂経路を見出し、U 原子核でも質量非対称な分裂経路を見出した [2]。しかしながら、彼らはこれらの経路を辿る寄与の見積り、即ち質量分布の再現を物理学的には行えなかった。

3. 本研究

この現象の理解には、ポテンシャル・エネルギー表面とともに、散逸などの動力学的效果を取り入れるために分裂過程をランジュバン方程式の様に動力学的に取り扱うことが必要である[3]。実験により観測される物理量がどのような分裂過程に起因するかを考察し、どの分裂モードが優位に立つかを調べることが可能となる。様々な分裂モードに対応する核形状を記述するには、原子核の伸び、質量非対称、二つの分裂片の変形度の少なくとも4つの形状自由度を考える必要がある。これらの核形状の微視的エネルギーを計算するには核形状に対応する波動関数を求める必要があり、これまで用いられてきた変形一中心調和振動子基底の使用には問題がある。また、以前用いた二中心調和振動子模型では、原理的に問題が多い。

本発表では、動力学計算をするために用いるポテンシャル・エネルギーについて報告する。

参考文献

[1] N. Bohr and J. A. Wheeler, Phys. Rev. 56 (1939) 426.

[2] P. Möller, D. G. Madland, A. J. Sierk and A. Iwamoto, Nature 409 (2001) 785.

[3] Y. Abe, S. Ayik, P.-G. Reinhard, E. Surad, Phys. Rep. 275 (1996) 49.

*Tomomasa Asano¹, Takahiro Wada², Yoshihiro Aritomo³ and Masahisa Ohta⁴

¹ORDIST, Kansai Univ., ²Engineering Science, Kansai Univ., ³Science and Engineering, Kindai Univ., ⁴Konan Univ.