実時間平均場模型による Z=120 超重元素合成の理論研究

Theoretical study on Z=120 super-heavy element synthesis with real-time mean-field models

*江幡 修一郎[1], 千葉 敏[1], Fedir Ivanyuk[1], Vladimir Litnevsky[1]

[1] 東工大

実時間模型として時間依存模型(平均場模型と反対称化分子動力学)を用いて超重元素合成過程を記述し、結果を 4 次元 Langevin 模型へ接続し、更に Hauser-Feshbach 模型による統計崩壊まで記述する、一貫した理論模型を構築中である。本講演では時間依存平均場模型が ^{54}Cr+^{248}Cm の反応系をどの様に記述するか調べる。

キーワード：核データ、超重核元素合成、微視的理論計算

1. 緒言

我々は、これまでに Hauser-Feshbach 統計模型による中性子核データの精密計算手法と 4 次元 Langevin 模型による核分裂模型を構築するとともに重イオン核反応を反対称化分子動力学及び時間依存 Hartree-Fock 法による微視的な手法を開発・整備してきた。超重元素合成過程における接触過程、核融合過程、蒸発過程をそれぞれ微視的理論、4 次元 Langevin 模型[1]、統計模型を対応させた、超重元素の生成確率と生存確率まで計算する一貫した理論模型を構築中である。本研究では対相関を含む時間依存平均場模型を用いて ^{54}Cr+^{248}Cm 反応系の接触過程における振る舞いを調べる。

2. 計算手法

我々は系を記述する時間依存平均場模型に正準基底表示時間依存 Hartree-Fock-Bogoliubov (Cb-TDHFB) 法を採用し、Skyrme 有効相互作用と δ 型対相関汎関数を用いて、衝突径 b = 0 fm の正面衝突計算を行った[2]。入射エネルギーの範囲は E_{cm} = 300-340 MeV とした。準安定状態とみなせるまで実時間計算を行い、その密度分布を入力として 4 次元 Langevin 模型と Hauser-Feshbach 統計模型につなげていく。

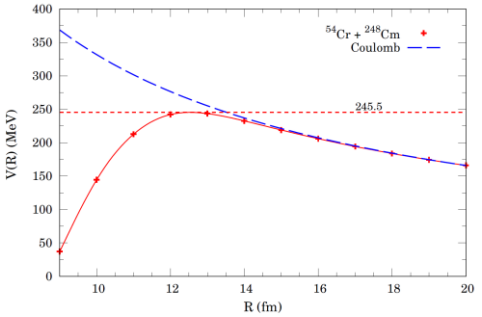

図 1 ^{54}Cr+^{248}Cm 反応系の重心間ポテンシャル(凍結密度近似)。破線は入射核と標的核を質点とした場合のクーロンポテンシャル。

3. 結果

図 1 は凍結密度近似と呼ばれる方法で ^{54}Cr+^{248}Cm 反応系の重心間ポテンシャルである。但し、^{54}Cr は球形であり ^{248}Cm は変形しており、衝突の向きにポテンシャルは依存する。図 1 では障壁が高い ^{248}Cm の短軸方向のポテンシャルであり相互作用障壁の最大値は約 250MeV 程度である。破線は質点近似で求めたクーロンポテンシャルであり、20 fm 付近では核力が働いていない事が分かる。

図 2 は核力が働いていない距離から衝突シミュレーションを行った結果である。上段(a-d)は E_{cm}=300 MeV、下段(A-D)は E_{cm}=310 MeV の実時間計算中の核子密度分布を示している。接触時(b,B)まで大きな差異は見られないが、ネック形成時(c,C)と(d,D)では密度分布に差異がみられる。実際 E_{cm}=300 MeV の計算では融合した準安定状態に至らずに、再び分断する。この系では少なくともエクストラプッシュは約 60MeV 以上である。

本講演では特に超重核元素合成過程の接触から融合過程に注目し、反応系におけるエネルギーや対相関の振る舞いを議論する。

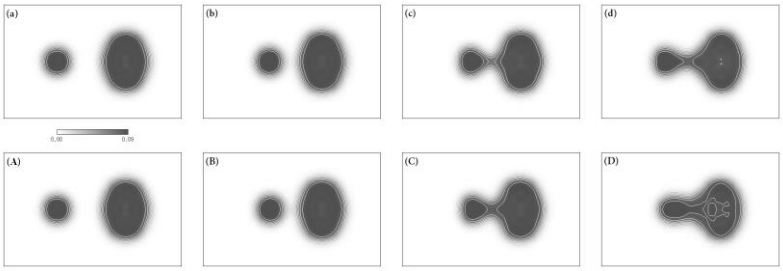

図 2 ^{54}Cr+^{248}Cm 反応系の実時間シミュレーション。上段(a - d)は E_{cm} = 300MeV, 下段(A - D)は E_{cm} = 310MeV の結果。(Cb-TDHFB 計算)

参考文献

[1] C. Ishizuka, M. D. Usang, F. A. Ivanyuk, Jacochim A. Maruhn, K. Nishio and S. Chiba, Physical Review C**96** (2017) 064616.
[2] S. Ebata and T. Nakatsukasa, JPS Conference Proceedings **6**, 020056 (2015).

*Shuichiro Ebata[1], Chiba Satoshi[1], Fedir Ivanyuk[1] and Vladimir Litnevsky[1]
[1]Tokyo Institute of Technology.