

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	即発崩壊過程に伴う核分裂観測量の体系的計算のための枠組みの構築
Title(English)	Construction of a Framework for Systematical Computation of Prompt Fission Observables
著者(和文)	藤尾和樹
Author(English)	Kazuki Fujio
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12779号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:片渕 竜也,小原 徹,赤塚 洋,相樂 洋,筒井 広明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12779号, Conferred date:2024/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	藤尾 和樹	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	片渕 竜也	准教授	筒井 広明	准教授
	審査員	小原 徹	教授		
		赤塚 洋	准教授		
相楽 洋		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Construction of a Framework for Systematical Computation of Prompt Fission Observables (即発崩壊過程に伴う核分裂観測量の体系的計算のための枠組みの構築)」と題し、5 章より構成されている。

第 1 章「Introduction」では、核分裂反応が複数の異なる物理過程が関わる物理現象であるため、原子炉の特性や核変換技術を考える上で重要である即発中性子の多重度やそのスペクトル、独立収率などの核分裂観測量の理論的計算が困難であることを述べている。さらに、これまでの多くの即発崩壊計算コードでは即発中性子放出前の入力データが現象論的な手法や実験結果をもとに用意されていたため、測定値の少ない核種の計算に応用できない問題があることを指摘している。そこで、複合核形成後から即発崩壊に至るまでの核分裂観測量を体系的に計算する枠組みを構築し、その有効性を解明することが目的であることを述べている。

第 2 章「Establishment of a method of prompt decay calculations in Hauser-Feshbach statistical model implemented in TALYS」では、核反応計算コード TALYS で計算する上で実験結果や評価値の即発核分裂観測量を再現するようなスピン・パリティ分布及び連続状態の数が不明であることから、これらが核分裂観測量に及ぼす影響を解明し、TALYS における核分裂片の即発崩壊計算手法の確立を行ったことを述べている。実験値に合うように現象論的に作成された即発中性子放出前の入力データを用いて、測定結果の多い  $^{235}\text{U}$  の熱中性子入射核分裂の系を対象に調査を行ったことを述べている。調査の結果、測定値及び核データライブラリ ENDF/B-VIII.0 や JENDL-5 の評価値の即発中性子多重度及び即発核分裂中性子スペクトルを対数スケールで再現するようなスピン・パリティ分布の値を明らかにしている。また、スピン・パリティ分布及び連続状態の数は  $\gamma$  線観測量への影響が大きい一方で中性子観測量や独立収率に対する影響が小さいことも明らかにしている。

第 3 章「Improvement of the accuracy of the fission fragment yield in four-dimensional Langevin model」では、複合核形成後から断裂までの過程を模擬できる 4 次元 Langevin 模型で計算される一次収率の幅やピーク位置の精度に課題が残っていたことを背景に、一次収率の精度向上手法の開発を行ったことを述べている。原子核の殻効果に起因する魔法数構造を根拠に、複数の異なる核分裂成分の足し合わせで核分裂収率を表現する方法を採用したことを述べている。この考えに基づき、一次収率のピーク位置に影響を及ぼすネックパラメータを調整することで 2 つの核分裂成分を別々に 4 次元 Langevin 模型で計算し、実験値との最小二乗法で決定した重みパラメータで足し合わせることで一次収率を計算したことを述べている。 $^{238,240,242}\text{Pu}$  の自発核分裂と  $^{239}\text{Pu}$  の中性子入射核分裂の系を対象に同じネックパラメータで計算したところ、重みパラメータの調整のみで一次収率のピーク位置及び幅を概ね再現できること、重みパラメータに現れる系統性から実験値の少ない核種の一次収率及び全運動エネルギー (TKE) を同じ手法で計算できる可能性があることを明らかにしている。従来の 4 次元 Langevin 模型の計算結果と本手法の計算結果の比較により、一次収率と TKE の精度が向上することを明らかにしている。

第 4 章「Connection of four-dimensional Langevin model and Hauser-Feshbach statistical decay model」では、第 3 章の理論計算で得られた一次収率と TKE を用いた Hauser-Feshbach 統計崩壊計算で核分裂観測量を計算する手法の開発を行ったことを述べている。まず、第 3 章で得られた結果を統計崩壊計算の入力データにするために  $Z_p$  模型で荷電分布を、 $R_T$  模型で核分裂片毎の励起エネルギーを決定したことを述べている。核分裂片のスピン・パリティ分布及び連続状態密度のパラメータは第 2 章の結果をもとに決定していることを述べている。 $^{239}\text{Pu}$  の中性子入射核分裂の系を対象に精度の検証をした結果、過去の測定値及び評価値に見られる傾向及び結果が再現されたことを述べている。特に本計算で得られた熱中性子エネルギーでの即発中性子多重度は 2.87 であり、ENDF/B-VIII.0 や JENDL-5 の評価値と一致することを明らかにしている。

第 5 章「Conclusions」では、以上の各章で得られた成果を総括し、結論を述べている。

これを要するに、本論文は即発崩壊過程の計算手法確立及び複合核形成後から断裂までの過程の精度向上、両過程の接続により原子力工学において重要な核分裂観測量の体系的計算を可能にしておき、工学上及び工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値のあるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。