

平成 21 年 6 月 8 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：平成 18 年度～平成 20 年度
 課題番号：18560805
 研究課題名（和文） 中性子誘起核分裂反応断面積の理論的予測手法の開発
 研究課題名（英文） Development of theoretical method to calculate neutron-induced fission cross sections
 研究代表者 千葉 敏（HIBA SATOSHI）
 独立行政法人日本原子力研究開発機構・先端基礎研究センター・研究主幹
 研究者番号：60354883

研究成果の概要：

核構造の効果を詳細に取り入れた軟回転体模型-チャンネル結合計算（SRM-CC）手法の開発及び高度化と、ポテンシャル表面の系統的計算による核分裂障壁の導出を行い、アクチノイド領域核種の中性子誘起核分裂断面積計算手法の開発を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
18 年度	900,000	0	900,000
19 年度	900,000	270,000	1,170,000
20 年度	600,000	180,000	780,000
総計	2,400,000	450,000	2,850,000

研究分野：原子力学

科研費の分科・細目：

キーワード：核データ、中性子誘起核分裂、集団準位構造、軟回転体模型、チャンネル結合模型

1. 研究開始当初の背景

第四世代原子炉等のマイナーアクチノイド MA 燃焼などを含む高燃焼炉では、実験データの存在しない MA 原子核の核データが必要であり、その整備のためには理論計算が必須である。しかし、核分裂断面積の計算には核分裂障壁のデータが必要であるが、それを系統的に計算できる手法が存在しなかった。本研究では、国内で開発された核構造模型を拡張して核分裂障壁の計算を可能にした上で、それを取り入れ、かつ核反応に大きな影響を与える集団準位構造まで考慮できる断面積計算手法を開発する必要がある。

2. 研究の目的

軟回転体チャンネル結合模型（SRM-CC）

を主体として、アクチノイド領域核の低励起集団準位構造を系統的に理解し、それによって光学模型計算の計算精度を向上させる。また変形度の関数としてアクチノイド核種のポテンシャルエネルギーを計算し、それを元に核分裂障壁を系統的に求める。この両者によって、中性子誘起核分裂断面積の計算手法を確立し、また精度向上を目指す。

3. 研究の方法

SRM-CC については、モデルの高度化（分散光学模型および Lane 模型の導入）と、広いエネルギー範囲におけるパラメータの決定、および系統性の導出を行う。これによってアクチノイドに限らず広い質量数範囲での断面積予測精度を向上させる。

ポテンシャルエネルギー表面については、核分裂状態を含むようにモデル空間を拡張し、ドリップライン内のほぼ全てに対して実際に核分裂障壁を導出する。さらにこれを用いて自発核分裂や崩壊の半減期決定、遅延核分裂率、遅延中性子放出率の計算を行い、これらが未知核種の場合に理論推定を行うことを可能とする。これらの結果を統計模型に用いることにより中性子誘起核分裂断面積の計算が可能となる。

4. 研究成果

SRM-CC については分散光学模型と Lane 模型の導入に成功し当初の予想以上の成果が得られ、今後、さらにそれを発展させる予定である。特に今回可能となったアイソバリックアナログ状態への(p,n)反応断面積の計算は加速器ホウ素中性子捕捉療法等における中性子源反応であり、新たな応用分野を開拓できる可能性が開けた。

核分裂障壁の計算結果は、既知核領域で様に 1MeV 程度過大評価となっていることがわかったため、適当な補正を加えることにより実用的に用いることが可能であることが r 過程計算の結果等により分かった。今後はより定量性を高めるためモデル空間の拡張が必要である。

本研究の成果は JENDL-4 開発において用いられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

"Coupled-channels Optical Model Analyses of Nucleon-induced Reactions for Medium and Heavy Nuclei in the Energy Region from 1 keV to 200 MeV"

S. Kunieda, S. Chiba, K. Shibata, A. Ichihara and E.Sh. SUKHOVITSKII
J. Nucl. Sci. Technol. 44, 838-852(2007).

"A global dispersive coupled-channel optical model potential for actinides"

R. Capote, S. Chiba, E.Sh. Soukhovitskij, J.M. Quesada and E. Bauge
J. Nucl. Sci. Technol. 45(2008)333-340.

"Direct and semi-direct capture in low-energy (n,) reactions of neutron-rich tin isotopes and its implications for r-process nucleosynthesis"

S.Chiba, H. Koura, T. Hayakawa, T. Maruyama, T. Kawano and T. Kajino

Phys. Rev. C 77(2008)015809.

An Extensive Study of the Soft-rotator Model Hamiltonian Parameters for Medium and Heavy Even-even Nuclei

S. KUNIEDA, S. CHIBA, K. SHIBATA, A. ICHIHARA, O. IWAMOTO, N. IWAMOTO, T. FUKAHORI and E. Sh. SUKHOVITSKI
J. Nucl. Sci. Tech. (Sept. 2009, in press)

[学会発表](計8件)

"Fission fragment mass distribution for nuclei in the r-process region"

S. Tatsuda, K. Hashizume, T. Wada, M. Ohta, K. Sumiyoshi, K. Otsuki, T. Kajino, H. Koura, S. Chiba, and Y. Aritomo
TOURS Symposium on Nuclear Physics VI, ed. M. Arnould et al., (AIP Conf. Proc. 891, 2007), pp.423-426.

"Systematics and uncertainties of Hamiltonian parameters of soft-rotator model for tinides and their implications for nuclear data calculations"

S. Chiba, H. Koura, T. Maruyama, S. Kunieda and E.Sh. Soukhovitskii
Proc. of Int. Conf. on Nucl. Data for Science and Technology 2007, pp305-308, EDP Sciences (2008).

"Systematic nucleon-induced optical model analysis for medium and heavy nuclei with coupled-channel framework"

S. Kunieda, S. Chiba, K. Shibata, A. Ichihara and E.Sh. Sukhovitskii
Proc. of Int. Conf. on Nucl. Data for Science and Technology 2007, pp227-230, EDP Sciences (2008).

"Systematic study for the mass distribution of fission fragments in the neutron rich region"

M. Ohta, S. Tatsuda, T. Hashizume, K. Yamamoto, T. Wada, K. Sumiyoshi, K. Otsuki, T. Kajino, H. Koura, S. Chiba and T. Tachibana
Proc. of Int. Conf. on Nucl. Data for Science and Technology 2007, pp359-362, EDP Sciences (2008).

"The r-process element abundance with a realistic fission fragment mass distribution"

S. Chiba, H. Koura, T. Maruyama, M. Ohta, S. Tatsuda, T. Wada, T. Tachibana,

K. Sumiyoshi, K. Otsuki and T. Kajino
Proc. of the 10th Int. Symp. on Origin of
Matter and Evolution of Galaxies (OMEG07),
AIP Conf. Proc. 1016, pp.162-167(2008).

“軟回転体模型核構造パラメータの妥
当性および系統性に-関する調査”
国枝 賢、千葉 敏、柴田 恵一、市原
晃
日本原子力学会秋の大会
平成20年9月4日～6日（高知工科大）

“原子力と核物理の接点”
千葉 敏
理研ミニワークショップ『核データと核理
論』
平成21年3月25日

“ A Dispersive, Lane-consistent
Coupled-channel Optical Model Based
on Soft-rotator Theory for Accurate
Calculation of Nuclear Reaction Data ”
S. Chiba, E. Sh. Soukhovitskij, R. Capote
and J.M. Quesada
Proc. Of 2009 International Congress on
Advances in Nuclear Power Plants,
ICAPP2009 May 10-14(2009), Shinjuku,
Tokyo, Japan, 9172 (2009).

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

取得状況(計 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千葉 敏 (CHIBA SATOSHI)
独立行政法人日本原子力研究開発機構・先
端基礎研究センター・研究主幹
研究者番号：60354883

(2) 研究分担者

丸山 敏毅 (MARUYAMA TOSHIKI)
独立行政法人日本原子力研究開発機構・先
端基礎研究センター・研究主幹
研究者番号：50354882

小浦 寛之 (KOURA HIROYUKI)
独立行政法人日本原子力研究開発機構・先
端基礎研究センター・研究副主幹
研究者番号：50391264

(3) 連携研究者
無し