

重い不安定核の集団励起スペクトルに対する  
任意の変形と対相関を考慮した微視的研究

研究課題番号 13640281

平成13年度～平成15年度  
科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)）  
研究成果報告書



2004年3月

研究代表者 松柳研一

(京都大学大学院理学研究科・助教授)

重い不安定核の集団励起スペクトルに対する  
任意の変形と対相関を考慮した微視的研究

研究課題番号 13640281

平成13年度～平成15年度  
科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)）  
研究成果報告書

2004年3月

研究代表者 松柳研一

（京都大学大学院理学研究科・助教授）

この報告書は2001年度から2003年度までの3年間にわたって科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)：課題番号13640281）を得てなされた「重い不安定核の集団励起スペクトルに対する任意の変形と対相関を考慮した微視的研究」の成果をまとめたものである。

研究組織

研究代表者： 松柳研一（京都大学大学院理学研究科・助教授）

研究経費

2001年度	1000千円
2002年度	700千円
2003年度	600千円
計	2300千円

## 1. 研究目的と特色

この研究の目的は以下の通りであった。

近い将来、重い不安定核の励起スペクトルの実験が可能になる。この状況に対応すべく、変形した重い不安定核における集団励起の性質を微視的理論の観点から予測することを主な目的として、以下の3つの面から総合的にアプローチする。

第1の柱: Symmetryの制限を課さない(三次元正方メッシュ表現による) Cranked Skyrme-Hartree-Fock-Bogoliubov(SHFB)法を用いて、重い不安定核のイラスト線近傍の特徴的な構造を系統的に分析し、エキゾチック変形状態を探索する。特に、陽子と中性子の変形シェル効果がコヒーレントに効くと期待できる  $50 \leq A \leq 100$  領域の陽子過剰核と中性子過剰核を重点的に調べる。

第2の柱: 平均場の任意の変形と対相関を考慮した「SHFB法に基づく selfconsistent 準粒子RPA」を用いて、不安定核の新しい変形シェル構造の下で形成される集団励起モードの性質を理論的に予測する。中性子過剰核における中性子スキンの形成に伴う新しい集団励起モードの可能性を重点的に調べる。

第3の柱: Selfconsistent Collective Coordinate (SCC)法を用いて、重い不安定核における変形共存現象の微視的メカニズムを分析する。

この研究の特色は以下の通りであった。

第1の柱: 現在の標準的な三次元座標空間 Cranked-SHFB法では空間反転対称性(又は軸対称性)が仮定されている。申請者達はごく最近これらの制限を完全に取除いた三次元座標空間 Cranked-SHFB法の新しい計算コードを開発した。このような理論計算が可能なのは現時点では私達の研究グループだけである。また、この課題に関連して、申請者と A.G. Magner 達の共同研究で開発中の一般化されたトレース公式(変形シェル構造の周期軌道理論)を用いて変形シェル構造の形成機構に対する物理的理解を深める。変形シェル構造の基礎的研究は他にあまり例を見ないユニークなものであるが、ここで開発された方法と概念は核構造論に限らず量子ドットなど多くの有限フェルミ系に適用可能である。

第2の柱: Cranked SHFB法に基づく selfconsistent 準粒子RPAによる集団励起モードの研究は当グループがこれまで進めてきた現象論的平均場近似(Nilsson-Strutinsky法)に基づくRPAによる高スピン・超変形状態での振動モード研究のノウハウを受け継ぎ、より微視的で selfconsistent なアプローチに発展させようとするものである。変形した重い不安定核における低励起エネルギーの集団運動に対する微視的研究はこれまでのところ、球対称平均場で対相関の無い場合に限られている。しかし、変形と対相関と取り入れることによって球対称場では存在しなかった新しい集団モードが現れると期待できる。また、この拡張により、対称性の破れに伴う新しい性質が研究可能となるだけでなく、研究対象とできる不安定核の数も飛躍的に増大する。

第3の柱:申請者達はこれまで Marumori 達が提案した SCC 法に基づいて量子化された集団ハミルトニアンを導く処方を開発するとともに、重い核の低励起状態に現れる様々な非調和振動モードの性質を研究してきた。ごく最近、松尾正之氏(新潟大)、中務孝氏(理研)と SCC 法の基本方程式の新しい解法(集団運動量に関する展開法、Adiabatic SCC 法)を開発した。この方法は HFB 方程式の複数の解が同じエネルギー領域に共存する変形共存現象の記述に特に適している。この新しい方法を使って重い不安定核での変形共存現象を分析する。この研究も他に例を見ない。

## 2. 研究成果の概要

平成13年度の研究実績の概要は以下の通りであった。

- 対称性の制限の無い Cranked Skyrme-HF 法を用いて、今年発見された  $^{40}\text{Ca}$  の超変形バンドを分析し、これが空間反転非対称変形 ( $Y_{30}$  と  $Y_{31}$ ) に対して非常にソフトであることを示すと同時に周辺の  $^{32}\text{S}$ ,  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{44}\text{Ti}$  でも超変形状態が、 $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{44}\text{Ti}$ ,  $^{48}\text{Cr}$  のより高スピン領域でハイパー変形状態が存在することを理論的に示唆した。
- 中性子過剰領域で超変形魔法数 (4,10,16,30,42) を持つと期待される  $^{14}\text{Be}$ ,  $^{26}\text{Ne}$ ,  $^{46}\text{S}$ ,  $^{72}\text{Zn}$  に対して Cranked Skyrme-HF 計算を遂行し、これらの核で超変形解を見つけた。
- 最近開発された Adiabatic SCC (Selfconsistent Collective Coordinate) Method の変形共存現象に対する feasibility を調べるために、これを multi-O(4) モデルに適用し、異なる Hartree-Fock 極小点を結ぶ collective path がユニークに求まることを示した。
- ごく最近、 $^{163}\text{Lu}$  において、超変形イラスト線近傍に Wobbling Mode が励起したと解釈できる高スピン回転バンドが見つかった。これは軸対称性の破れに伴って出現する3次元的新しい回転モードである。我々は「回転座標系シェルモデル+RPA」に基づく数値計算を実行し、実験データに対応する Wobbling 解を得るとともに、高スピン超変形状態において Wobbling Motion が実現するための物理的条件を分析し、positive- $\gamma$  変形をもった原子核で Wobbling Motion が存在する為には準粒子の回転整列 (alignment) が不可欠である、という結論を得た。
- 3次元 spheroidal cavity に対して、改良された停留位相近似に基づく新しい半古典トレース公式を導出し、超変形シェル構造の形成機構を解明する仕事に取り組んできたが、2次近似では量子シェル構造の再現に不十分な場合があることが分かり、3次の order まで精度を上げた計算を遂行した。

平成14年度の研究実績の概要は以下の通りであった。

- 対称性の制限の無い Cranked Skyrme-HF 法を用いて、 $^{40}\text{Ca}$  周辺の  $N = Z$  核において超変形バンドやハイパー変形バンドがどのように系統的に現れるか、理論的予測を与えた。また、これらの状態が空間反転対称性を破る  $Y_{30}$  および  $Y_{31}$  変形に対して非常にソフトとなる微視的メカニズムを明らかにした。

- 超変形状態が中性子ドリップ線近くの不安定核で存在する可能性を探る目的で、中性子過剰 S アイソトープに対する Cranked Skyrme-HF 計算を系統的に遂行した。<sup>50</sup>S 周辺が極めて有望であることが分かった。
- 変形共存現象に見られる大振幅集団運動を記述する微視的理論の開発の一環として、oblate 変形と prolate 変形に対応する異なる Hartree-Fock-Bogolubov 平衡点をシミュレートできる multi-O(4) モデルに Adiabatic SCC (Selfconsistent Collective Coordinate) Method を適用し、大振幅集団運動の慣性質量の性質を分析した。Exact 解と比較し、oblate 変形と prolate 変形間の障壁透過による “parity splitting” の性質がよく再現されていることを示した。
- 軸対称性を破った超変形核での新しい 3 次元回転モードである Wobbling Mode が続々と見つかりつつある。私達は「回転座標系シェルモデル+RPA」に基づいて 3 つの主軸周りの慣性モーメントを微視的に導出し、高スピン超変形核でこのモードが出現するための物理的条件を系統的に分析している。計算結果は高速回転による準粒子の角運動量整列と非軸対称変形の微妙なバランスで Wobbling Mode の性質が決定されることを示している。
- 3 次元 spheroidal cavity における周期軌道の分岐を取り扱い可能な新しいトレース公式を定式化し、超変形シェル構造の形成機構を理解する研究に取り組んできたが、平成 14 年度に、この仕事を完成させた。

平成 15 年度の研究実績の概要は以下の通りであった。

- Unrestricted cranked SHF 法 (対称性に制限を課さない 3 次元座標空間表示による Cranked Skyrme-Hartree-Fock 法) を用いて、安定核から中性子ドリップ線に至る中性子過剰 Sulfur アイソトープにおける超変形状態の存在可能性を理論的に探索した。その結果、従来から予測されている <sup>32</sup>S に付け加えて、<sup>36</sup>S, <sup>48</sup>S, <sup>50</sup>S で超変形状態の存在が期待できることが分かった。また、中性子ドリップ線近傍の <sup>48</sup>S や <sup>50</sup>S における超変形状態の密度分布は超変形した中性子スキンをもつことを示した。
- Unrestricted cranked SHF 法で得られた平均場を基底として (particle 状態を 3 次元座標表示、hole 状態を Hartree-Fock の一粒子固有状態配位で表現する) 混合表示 selfconsistent RPA 計算を遂行し、<sup>32</sup>S, <sup>36</sup>S, <sup>48</sup>S, <sup>50</sup>S の超変形状態の上に形成される負パリティ低励起モードの性質を分析した。計算結果は、中性子数の増大につれて中性子の寄与が支配的になること、遷移強度の非常に大きい非軸対称 octupole 型の低励起モードが系統的に現れることを示している。また、中性子ドリップ線近傍の <sup>48</sup>S や <sup>50</sup>S では、弱く結合した特定の中性子の連続状態への励起が主要な役割を果たしていることが分かった。この計算結果は中性子ドリップ線近傍の低励起振動モードが安定核における常識では捉えきれない新しい性質をもっていることを示唆している。

- Adiabatic SCC (Selfconsistent Collective Coordinate) Method を  $^{68}\text{Se}$  や  $^{72}\text{Kr}$  周辺の原子核における oblate 変形と prolate 変形の共存現象に適用した。oblate 変形と prolate 変形に対応する (Hartree-Fock- Bogoliubov 平均場の) 異なる平衡点をつなぐ collective path を selfconsistent に決定し、このような大振幅集団運動を記述する集団ハミルトニアンを微視的に導出することに成功した。得られた collective path は軸対称性を破る変形自由度 ( $\gamma$  変形) の方向にあり、軸対称性を仮定した変形空間内で oblate 変形極小点と prolate 変形極小点の間の運動を記述するアプローチでは変形共存のダイナミクスを記述できないことを明確に示している。この計算では Pairing plus Quadrupole force という簡単な有効相互作用を用いたが、この仕事は時間依存 Hartree-Fock-Bogoliubov 理論に基づく大振幅集団運動の理論を (付加的な近似をせずに) 現実の原子核に適用した世界最初の計算であり、今後のより詳しい系統的な計算の出発点となる大きな成果である。

- 私達が長年にわたって研究してきた微視的モデルである「回転座標系 RPA」に基づいて、 $^{168}\text{Hf}$ ,  $^{167}\text{Lu}$ ,  $^{174}\text{Hf}$  における (軸対称性を破った超変形核での新しい 3 次元回転モードである) wobbling modes の性質を分析し、ごく最近得られた実験データと比較した。この集団励起モードの性質は高速回転による準粒子の角運動量整列と非軸対称変形の微妙なバランスによって決定されるため、定量的には平均場の詳細について計算の更なる改良が必要とされるものの、「慣性モーメントに対する標準的な理論からは wobbling mode の存在が予測できない非軸対称変形パラメータ  $\gamma \geq 0$  の超変形核で、現実には何故 wobbling mode が観測されるのか」という基本的な疑問に対して、回転座標系 RPA で計算した慣性モーメントの微視的構造を分析することによって答えを与え、このモードが生成される微視的機構を明らかにした。

以上のように、研究目的に沿った価値ある成果が得られたと考えている。

3年間の研究実績のなかで特筆すべき成果は以下の通りである。

- Symmetry-unrestricted cranked SHF 法を用いて、 $^{40}\text{Ca}$  周辺の  $N=Z$  核および中性子過剰 Sulfur アイソトープにおいて超変形バンドやハイパー変形バンドがどのように系統的に現れるか、理論的予測を与えた。更に、selfconsistent RPA 計算を遂行し、これらの超変形状態の上に、極めて集団性の高い soft octupole vibration が励起されることを示唆した。
- Symmetry-unrestricted SHFB 法を用いて、 $A=60-80$  領域の  $N=Z$  陽子過剰核における変形共存とエキゾチック変形の可能性を系統的に調べ、 $^{68}\text{Se}$  における triangular 変形状態、 $^{80}\text{Zr}$  における tetrahedral 変形状態の存在を示唆した。
- Adiabatic SCC (Selfconsistent Collective Coordinate) Method を  $^{68}\text{Se}$  や  $^{72}\text{Kr}$  周辺の原子核における oblate 変形と prolate 変形の共存現象に適用した。oblate 変形と prolate 変形に対応する (Hartree-Fock- Bogoliubov 平均場の) 異なる平衡点をつなぐ

collective path を selfconsistent に決定し、このような大振幅集団運動を記述する集団ハミルトニアンを微視的に導出することに成功した。

- 「回転座標系シェルモデル+準粒子 RPA」に基づいて、最近発見された (軸対称性を破った超変形核での新しい 3 次元回転モードである) Wobbling Mode の微視的性質を分析し、高速回転による準粒子の角運動量整列がこのモードの出現に本質的な役割を果たしていることを示した。
- 3 次元 spheroidal cavity における周期軌道の分岐を取り扱うことが可能な新しいトレース公式を開発し、超変形シェル構造の形成機構を明らかにした。

以上に要約した本研究プロジェクトの成果は、今後の更なる研究の確実な土台となる。

### 3-a. 学会誌発表

- Diabatic Mean-Field Description of Rotational Bands in Terms of the Selfconsistent Collective Coordinate Method  
Y.R. Shimizu and K. Matsuyanagi  
Prog. Theor. Phys. Supplement No. **141** (2001), "Selected Topics in Boson Mapping and Time-Dependent Hartree-Fock Methods," 285-327, April. (nucl-th/0008005)
- Symmetry-Unrestricted Skyrme-Hartree-Fock-Bogoliubov Calculation for Exotic Shapes in  $N = Z$  Nuclei from  $^{64}\text{Ge}$  to  $^{84}\text{Mo}$   
M. Yamagami, K. Matsuyanagi and M. Matsuo  
Nucl. Phys. **A 693** (2001), 579-602, October. (nucl-th/0010087)
- Periodic-Orbit Bifurcations and Superdeformed Shell Structure  
A.G. Magner, S.N. Fedotkin, K. Arita, K. Matsuyanagi and M. Brack  
Phys. Rev. **E 63** (2001), 065201(R), June. (nlin.SI/0101035)
- Wobbling Motion in Atomic Nuclei with Positive- $\gamma$  Shapes  
M. Matsuzaki, Y.R. Shimizu and K. Matsuyanagi  
Phys. Rev. **C 65** (2002), 041303(R), April. (nucl-th/0201012)
- Cranked Skyrme-Hartree-Fock Calculation for Superdeformed and Hyperdeformed Rotational Bands in  $N = Z$  Nuclei from  $^{32}\text{S}$  to  $^{48}\text{Cr}$   
T. Inakura, S. Mizutori, M. Yamagami and K. Matsuyanagi  
Nucl. Phys. **A 710** (2002), 261-278, November. (nucl-th/0207044)
- Symmetry Breaking and Bifurcations in the Periodic Orbit Theory. **II**  
— *Spheroidal Cavity* —  
A.G. Magner, K. Arita, S.N. Fedotkin and K. Matsuyanagi  
Prog. Theor. Phys. **108** (2002) 853 - 901, November. (nlin.SI/0208005)

- Application of the Adiabatic Self-consistent Collective Coordinate Method to a Solvable Model of Prolate-Oblate Shape Coexistence  
Masato Kobayasi, Takashi Nakatsukasa, Masayuki Matsuo and Kenichi Matsuyanagi  
Prog. Theor. Phys. **110** (2003) 65-91, July. (nucl-th/0304051)
- Superdeformed Bands in Neutron-Rich Sulfur Isotopes suggested by Cranked Skyrme-Hartree-Fock Calculations  
T. Inakura, S. Mizutori, M. Yamagami and K. Matsuyanagi  
Nucl. Phys. A **728** (2003) 52-64, December. (nucl-th/0306087)
- Nuclear Moment of Inertia and Wobbling Motions in Triaxial Superdeformed Nuclei  
Masayuki Matsuzaki, Yoshifumi R. Shimizu and Kenichi Matsuyanagi  
Phys. Rev. C. in press. (nucl-th/0310052)
- 有限量子系のシェル構造と古典周期軌道  
在田謙一郎、松柳研一  
日本物理学会誌 Vol.57, No.1(2002), p.37-p.45.

### 3-b. 国際会議発表

- Cranked Skyrme-Hartree-Fock Calculation for Superdeformed and Hyperdeformed Rotational Bands in  $N = Z$  Nuclei,  $^{32}\text{S}$ ,  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ , and in Neutron Rich Nuclei,  $^{14}\text{Be}$ ,  $^{26}\text{Ne}$ ,  $^{46}\text{S}$   
T. Inakura, M. Yamagami, S. Mizutori, and K. Matsuyanagi  
*Proc. of the 10th Yukawa Int. Seminar on "Physics on Unstable Nuclei,"* November 5-10, 2001, Prog. Theor. Phys. Supple. **146** (2002), 567-568.
- Periodic Orbits and Deformed Shell Structure  
Ken-ichiro Arita, Alexander G. Magner and Kenichi Matsuyanagi  
*Proceedings of the "Frontiers of Nuclear Structure" International Conference*, July 29 - August 2, 2002, Berkeley, AIP Conference Proceedings 656 (2003), edited by Paul Fallon and Rod Clark, 98-104.
- Cranked Skyrme-Hartree-Fock Calculation for Superdeformed and Hyperdeformed Rotational Bands in  $N = Z$  Nuclei,  $^{32}\text{S}$ ,  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ , and in Neutron Rich Nuclei,  $^{26}\text{Ne}$ ,  $^{46}\text{S}$ ,  $^{72}\text{Zn}$   
T. Inakura, M. Yamagami, S. Mizutori, and K. Matsuyanagi  
*Oak Ridge workshop of the Japan-US collaboration on "Mean-field Approach to Collective Excitations in Unstable Medium-Mass and Heavy Nuclei,"* August 5-6, 2002. Oak Ridge. (unpublished)

- Cranked Skyrme-Hartree-Fock Calculation for Superdeformed and Hyperdeformed Rotational Bands in  $N = Z$  Nuclei,  $^{32}\text{S}$ ,  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ , and in Neutron Rich Nuclei,  $^{26}\text{Ne}$ ,  $^{46}\text{S}$ ,  $^{72}\text{Zn}$   
T. Inakura, M. Yamagami, S. Mizutori, and K. Matsuyanagi  
*First RIA summer school on exotic beam physics,* August 12-17, 2002. Oak Ridge. (unpublished)
- Dynamical Moments of Inertia associated with Wobbling Motion in the Triaxial Superdeformed Nucleus  
Masayuki Matsuzaki, Yoshifumi R. Shimizu and Kenichi Matsuyanagi  
*Proceedings of the International Conference on "Nuclear Structure with Large  $\gamma$ -Arrays, Status and Perspectives"* September 23-27, 2002, Legnaro-Padova, Italy, in press.
- Nuclear Moments of Inertia inferred from Wobbling Motion in the Triaxial Superdeformed Nuclei  
Masayuki Matsuzaki, Yoshifumi R. Shimizu and Kenichi Matsuyanagi  
*Proceedings of the International Symposium "Frontiers of Collective Motions,"* November 6-9, 2002, Aizu-Wakamatsu, World Scientific (2003), edited by Hiroyuki Sagawa and Hironori Iwasaki, 361-365.
- Mean-Field Approach to Superdeformed High-Spin States in  $^{40}\text{Ca}$  and Neutron-Rich  $^{50}\text{S}$  Regions  
T. Inakura, M. Yamagami, K. Matsuyanagi and S. Mizutori  
*Proceedings of the International Symposium "Frontiers of Collective Motions,"* November 6-9, 2002, Aizu-Wakamatsu, World Scientific (2003), edited by Hiroyuki Sagawa and Hironori Iwasaki, 56-65. (nucl/th0212101)
- Mean-Field Approach to Superdeformed High-Spin States in  $^{40}\text{Ca}$  and Neutron-Rich  $^{50}\text{S}$  Regions  
T. Inakura, M. Yamagami, K. Matsuyanagi and S. Mizutori  
*Kyoto workshop of the Japan-US collaboration on "Mean-field Approach to Collective Excitations in Unstable Medium-Mass and Heavy Nuclei,"* November 18-20, 2002. Kyoto. (unpublished)
- RPA in the mixed representation for soft collective excitations in unstable nuclei  
T. Inakura, M. Yamagami, K. Matsuyanagi, S. Mizutori, H. Imagawa and Y. Hashimoto  
*Oak Ridge workshop of the Japan-US collaboration on "Mean-field Approach to Collective Excitations in Unstable Medium-Mass and Heavy Nuclei,"* August 18-22, 2003. Oak Ridge. (unpublished)

- Static and Dynamic Non-Axial Deformations suggested by Skyrme-HF and Selfconsistent RPA Calculations  
T. Inakura, H. Imagawa, Y. Hashimoto, S. Mizutori, M. Yamagami, and K. Matsuyanagi  
*ECT\* workshop on "Nuclear Mean Field: Symmetries and Spontaneous Symmetry Breaking,"* September 14-20 2003, European Center for Theoretical Studies in Nuclear Physics and Related Areas (ECT\*), Trento, Italy. (unpublished)
- Static and Dynamic Non-Axial Deformations suggested by Skyrme-HF and Selfconsistent RPA Calculations  
T. Inakura, M. Yamagami, K. Matsuyanagi, S. Mizutori, H. Imagawa and Y. Hashimoto  
*Proceedings of the 10th Marie and Pierre Curie Nuclear Physics Workshop,* September 24-28, 2003, Kazimierz Dolny, Poland, in press.
- Application of the adiabatic self-consistent collective coordinate method to the prolate-oblate shape coexistence phenomena  
M. Kobayasi, K. Matsuyanagi, T. Nakatsukasa and M. Matsuo  
*Proceedings of the International Symposium "A New Era of Nuclear Structure Physics",* November 19-22, 2003, Kurokawa Village, Niigata, in press.
- Static and Dynamic Non-Axial Deformations suggested by Skyrme-HF and Selfconsistent RPA Calculations  
T. Inakura, M. Yamagami, K. Matsuyanagi, S. Mizutori, H. Imagawa and Y. Hashimoto  
*Proceedings of the International Symposium "A New Era of Nuclear Structure Physics",* November 19-22, 2003, Kurokawa Village, Niigata, in press.
- Skyrme-Hartree-Fock plus RPA Calculation for Low-Frequency Negative-Parity Excitations built on Superdeformed States in Neutron-Rich Sulfur Isotopes  
T. Inakura, M. Yamagami, K. Matsuyanagi, S. Mizutori, H. Imagawa and Y. Hashimoto  
*Kyoto workshop of the Japan-US collaboration on "Mean-field Approach to Collective Excitations in Unstable Medium-Mass and Heavy Nuclei,"* November 26-28, 2003. Kyoto. (KUNS 1874)
- Mean-field Approach to Collective Excitations in Unstable Nuclei  
K. Matsuyanagi  
*Sweden-Japan Joint Symposium on Accelerator Science and Accelerator Based Sciences,* January 7, 2004, CNS at Wako Campus. (unpublished)
- Microscopic study of wobbling motions in Hf and Lu nuclei

Y. R. Shimizu, M. Matsuzaki and K. Matsuyanagi

*The Fifth Japan-China Joint Nuclear Physics Symposium, March 7-10, 2004, Fukuoka.*

### 3-c. 国内会議発表

- 原子核における変形共存現象と大振幅集団運動  
松柳研一  
「有限量子多体系の励起構造と相関効果」研究会（京都大学基礎物理学研究所）  
2001年12月3日-5日  
（素粒子論研究 105 巻 3 号 (2002 年 6 月) C49-C41)
- 変形共存現象の記述にむけて  
松柳研一  
「原子核における集団運動の微視的記述」研究会（福岡大学）  
2001年12月13日-15日
- Adiabatic SCC 法の multi-O(4) モデルへの適用  
小林将人、中務孝、松尾正之、松柳研一  
「原子核における集団運動の微視的記述」研究会（福岡大学）  
2001年12月13日-15日
- Cranked Skyrme-Hartree-Fock calculations for superdeformed and hyperdeformed bands in  $N = Z$  nuclei from  $^{32}\text{S}$  and  $^{48}\text{Cr}$   
水鳥正二郎、稲倉恒法、山上雅之、松柳研一  
「原子核における集団運動の微視的記述」研究会（福岡大学）  
2001年12月13日-15日
- Cranked Skyrme-Hartree-Fock calculations for superdeformed bands in neutron-rich nuclei;  $^{26}\text{Ne}$ ,  $^{46}\text{S}$  and  $^{72}\text{Zn}$   
稲倉恒法、水鳥正二郎、山上雅之、松柳研一  
「原子核における集団運動の微視的記述」研究会（福岡大学）  
2001年12月13日-15日
- Search for collective excitation spectra of unstable nuclei  
松柳研一  
RIKEN Winter School "RIB experiments in the new millennium," Tsunan, Niigata  
2002年1月6日-11日
- 軸対称性を破った超変形核の Wobbling Motion  
松柳研一

Sendai Nuclear Science Colloquium (東北大学)

2002年1月30日

- 非軸対称超変形核のウォブリング運動

松崎昌之、清水良文、松柳研一

「原子核における集団運動:RPA から重イオン衝突まで」研究会 (京都大学基礎物理学研究所)

2002年2月22日-23日

- $^{40}\text{Ca}$  領域  $N = Z$  核における超変形およびハイパー変形バンド

稲倉恒法、水鳥正二郎、山上雅之、松柳研一

「原子核における集団運動:RPA から重イオン衝突まで」研究会 (京都大学基礎物理学研究所)

2002年2月22日-23日

- Adiabatic SCC 法の multi O(4) モデルへの適用

小林将人、松尾正之、中務孝、松柳研一

「原子核における集団運動:RPA から重イオン衝突まで」研究会 (京都大学基礎物理学研究所)

2002年2月22日-23日

- 非軸対称超変形核のウォブリング運動

松崎昌之、清水良文、松柳研一

日本物理学会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス)

2002年3月24日-27日

- Adiabatic SCC 法の multi O(4) モデルへの適用

小林将人、松尾正之、中務孝、松柳研一

日本物理学会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス)

2002年3月24日-27日

- Cranked Skyrme-Hartree-Fock calculations for superdeformed and hyperdeformed bands in  $N = Z$  nuclei from  $^{32}\text{S}$  to  $^{48}\text{Cr}$

水鳥正二郎、稲倉恒法、山上雅之、松柳研一

日本物理学会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス)

2002年3月24日-27日

- Cranked Skyrme-Hartree-Fock calculations for superdeformed bands in neutron-rich nuclei;  $^{26}\text{Ne}$ ,  $^{46}\text{S}$  and  $^{72}\text{Zn}$

稲倉恒法、水鳥正二郎、山上雅之、松柳研一 日本物理学会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス)

2002年3月24日-27日

- Adiabatic SCC 法の multi O(4) モデルへの適用  
小林将人、松尾正之、中務孝、松柳研一  
日本物理学会（立教大学池袋キャンパス）  
2002年9月13日-16日
- Cranked Skyrme-HF 法による  $^{40}\text{Ca}$  周辺の超変形高スピン状態の研究  
稲倉恒法、水鳥正二郎、山上雅之、松柳研一  
日本物理学会（立教大学池袋キャンパス）  
2002年9月13日-16日
- 有限量子系のシェル構造と変形  
松柳研一  
第108回日本物理学会九州支部例会特別講演（福岡大学）  
2002年12月7日
- 高スピン超変形核における新しい集団モード 2題  
松柳研一  
京都大学大学院理学研究科物理学第2教室・教室発表会  
2003年3月10日
- Doubly superdeformed magic nucleus  $^{50}\text{S}$  and deformed neutron skin  
稲倉恒法、水鳥正二郎、山上雅之、松柳研一  
日本物理学会（東北学院大学土樋キャンパス）  
2003年3月28日-31日
- Application of the Selfconsistent-Collective-Coordinate Method to Solvable model of Shape Coexistence  
小林将人、松尾正之、中務孝、松柳研一  
日本物理学会（東北学院大学土樋キャンパス）  
2003年3月28日-31日
- Static and Dynamic Non-axial Octupole deformations suggested by SHF and self-consistent RPA calculations  
松柳研一、稲倉恒法  
RIKEN workshop on mean-field theory of unstable nuclei  
2003年8月7日-8日
- 中性子過剰 Sulfur アイソトープの超変形状態における8重極相関  
今川博人、稲倉恒法、橋本幸男、山上雅之、水鳥正二郎、松柳研一  
日本物理学会（宮崎ワールドコンベンションセンター・サミット）  
2003年9月9日-12日

