

## V. 原子核理論グループ

教授 矢花一浩  
講師 橋本幸男  
準研 船木靖郎  
大学院生 10名

### 【1】原子核集団運動の理論、不安定核の構造

- (1) BCS形式による時間依存密度汎関数理論の拡張  
(江幡、中務(理研)、稲倉、橋本、矢花)

原子核を系統的に調査する為には、対相関と変形の効果を考慮する事が重要である。我々は対相関を含む時間依存の方法を開発し、三次元座標空間のメッシュ表示を採用し実時間計算を行った。新しい方法を正準基底表示時間依存 Hartree-Fock-Bogoliubov 理論(Cb-TDHFB)と呼び、昨年度は現実的な Skyrme 有効相互作用を導入し、軽い核種における先行研究との比較を行った。Cb-TDHFB は BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer) 理論に基づく比較的単純な対相関を扱うが、より一般的に対相関を扱える HFB 理論に基づく先行研究と非常に近い結果を出す事が出来る事が分かった。今年度は先ず重い核種( $^{172}\text{Yb}$ )における比較を行った。その結果 Cb-TDHFB は 1000 倍程度小さい計算コストで軽い核と同様に非常に近い結果を出せる事が分かった。また、並列化はまだ導入していないが系統的計算のテストを開始し、軽い核の電気双極子振動(E1)モードについて結果を蓄積している。現在では質量数 70 程度までの核種の結果が出ており、これまでの結果と比較する事で、対相関の E1 モードにおける効果を系統的に研究する事が可能になった。特に低エネルギーでの E1 モードに注目したところ、対相関の効果は基底状態を通して、モードに反映される事が分かった。現在は重い核種( $>100$ )領域における系統的な計算の準備と重イオン反応計算の準備を進めている。

- (2) 原子核の三次元的回転運動の理論  
(橋本、堀端(青森大))

原子核の回転運動は、さまざまな原子核集団運動の中でも最も顕著な例である。原子核平均場の回転運動は内部核子によるコヒーレントな運動の現れであり、その背後には、原子核平均場と密度分布が緊密に関係しているという原子核の自己無撞着性 (nuclear self-consistency) がある。原子核の回転運動の研究は、主に軸対称変形をした核の主軸まわりの定常回転を対象にしてクラッキング模型に基づいて行われている。一方、理論的な立場からは、より一般的な回転運動の存在が期待されている。たとえば、原子核が軸対称から離れ、三軸非対称変形をすると、“主軸まわりの定常的な回転”という基礎の上に一種のフォノンが生じたような運動モードが起こることが Bohr と Mottelson の教科書でも指摘されている。この運動は、ウォブリング(wobbling)と呼ばれ、回転軸が平均場の主軸から離れて才差運動のような振る舞いをする。本研究では、ウォブリング運動を含めた三次元的な回転運動が原子核においてどのように生じるかを微視的に理解することを目的としている。

今年度は昨年度に引き続いてオスミウム  $^{182}\text{Os}$  の傾斜角回転 (tilted axis rotation; TAR) モードを含む励起状態について生成座標法 (GCM) を用いて調べた。平均場近似では、オスミウムは prolate 変形 (レモン型) をしているので、主たる回転軸が乗っている“赤道”から見て“北緯”方向と“南緯”方向に対称にクラックハートレーフォックボゴリェボフ (CHF B) 解が存在する。理論的なアイディアは、これらの対称な平均場解の間に量子力学的なトンネル効果のために結合が

生じ、北緯領域の解と南緯領域の解で縮退していたものが分離するという点である。われわれは、P. M. Walker らの実験で得られた K 量子数が 8 のバンドにおいて、基底状態のバンドとのバンド交差後の“シングネイチャ・スプリッティング”と呼ばれる現象がこのトンネリングのアイデアで説明できると期待している。GCM 計算で得られるスプリッティングの値は約 150keV から 250keV であるが、GCM 波動関数に期待される対称性の精度が十分ではないという問題点がある。そのために、GCM 計算の基礎となる HFB 波動関数の精度を上げ、また、GCM のコードの大幅な見直しを進めている。

### (3) Gogny 力を用いた時間依存 HFB コードの開発

(橋本、三藤)

我々は、Gogny 力を用いた時間依存 HFB (TDHFB) 方程式を数値的に解く方法を開発・展開している。微小振幅の撃力を与えた波動関数を初期条件にした場合にはこの方法は準粒子 RPA になる。一方、非線形効果は振幅の増大とともに重要になってくる。昨年度は、球形のチタン (Ti) 52 の原子核について、軸対称変形の範囲内で大振幅振動運動の緩和現象を扱った。今年度は、非軸対称な振動も考慮した場合へと拡張した TDHFB 計算を実行した。四重極型の非軸対称性振動運動の場合でも、巨大共鳴領域のエネルギーに相当する高い振動数の振動運動をしつつ、その振動中心はゆっくりと緩和して最終的に球形を振動中心とする大振幅の運動へと落ち着いていく。その運動においては、軸対称運動の場合と同じように、 $p_{3/2}$  軌道内での対相関力による占有数の変動を見ると、粒子状態の占有のされ方は断熱的であるように見える。同様な計算を、たとえばチタン 44 においても行い、緩和を伴う大振幅運動の際に、パリティの異なる  $f_{7/2}$  軌道と  $d_{3/2}$  軌道との間でも対相互作用によって粒子の占有状態の変化が起こることがわかった。その過程は断熱的と見える。一方、対相互作用の働かない変形領域においては、ハートレーフォックの局小点がポケットのようになってその近傍の軌道を一定の領域に閉じ込めることも明らかになった。これらの非線形大振幅運動の内容を、モード間結合の効果という視点から理解していくことが今後の方向である。

### (4) 多 Slater 行列式の重ね合わせによる軽い原子核の記述

(福岡、船木、矢花、中務 (理研))

非経験的に原子核の性質を理解することは、今日の原子核理論分野における大きな目標となっている。 $^{12}\text{C}$  核の基底状態まで生の核力に基づいた記述が可能となっており、励起状態に現れるクラスター状態に対する非経験的な記述が大きな目標となっている。本研究では、核子間相互作用としては、幅広い核種の基底状態や応答関数を平均場モデルの範囲で記述する Skyrme 相互作用を用い、乱雑な初期波動関数から虚時間法を用いて多数の Slater 行列式を生成し、それらを重ね合わせることにより、与えられたハミルトニアンに対して収束した励起スペクトルの記述を行おうというものである。

$^{12}\text{C}$  核に対する記述を行ったところ、励起スペクトルに関しては概ね満足のいく結果が得られたものの、 $0_2^+$  状態の半径は従来クラスターモデルで記述されたものに比べて小さく、基底状態と大差ない結果となった。このため、本計算に用いている枠組みで、クラスターモデルの波動関数を用いた計算を行った。その結果、クラスターモデル波動関数では  $0_2^+$  状態に対して大きな半径を持つ結果が得られた。しかし、クラスターモデル波動関数と、乱雑な初期波動関数から生成した波動関数の両方を用いて重ね合わせたところ、 $0_2^+$  状態にクラスターモデル波動関数はほとんど混ざらず、小さい半径となる結果が得られた。実験的には、基底状態から  $0_2^+$  状態への遷移行列要素が得られているが、それらはクラスターモデルによる予測と今回の計算との中間にある。

## 【2】クラスター構造

### (1) ガスのクラスター構造状態、 $\alpha$ 粒子凝縮

(船木、山田(関東学院大)、堀内(RCNP)、東崎(RCNP)、G. Röpke(Rostock 大)、P. Schuck(IPN, Orsay))

原子核の基底状態は通常殻模型的構造を持つことが知られており、密度の飽和性に基づいて液体的構造を有している。これに対し、核子あたりわずか1 MeV 程度の励起状態に $\alpha$ 粒子からなる気体的クラスター構造状態が生じ、更にそれらが最低エネルギー軌道を占有する、 $\alpha$ 凝縮現象が起こることが最近になって知られるようになった。この原子核における新しい構造形態である、 $\alpha$ クラスターによる量子凝縮状態は、ホイル状態と呼ばれる $^{12}\text{C}$ 原子核の第二 $0^+$ 状態(励起エネルギー7.7 MeV)で実現されていることが明らかになっている。

昨年度に引き続き、核子の自由度を完全に扱った微視的枠組みの中で、4 $\alpha$ 凝縮タイプの模型波動関数を用いて $^{16}\text{O}$ 原子核の4 $\alpha$ 凝縮状態の存在を調べた。その際、我々が開発した、ACCC法(解析接続法)を利用した、共鳴状態を簡潔に取り扱う方法を同時に採用し、単なる束縛状態近似を超えた方法を用いて研究を行った。また微視的クラスター模型波動関数から $\alpha$ 粒子の自由度を抜き出し、 $\alpha$ 粒子の一体密度行列を導出し、波動関数の解析を行った。この結果、直交条件模型を用いて我々が行った理論計算とほぼ一致する結果を得た。この結果はPhysical Review誌に掲載された。

半微視的模型を用いて、4つの $\alpha$ 粒子による4体問題をこれまでより格段に広い模型空間を用意し解く計算コードを開発した。これは $^{16}\text{O}$ における4 $\alpha$ 閾値近傍程度までの励起スペクトルを $J^\pi \neq 0^+$ の状態に対しても再現し、かつ多体共鳴を取り扱う方法である、複素回転法を用いた研究を行うために必要である。またこれにより従来存在が予言されている4 $\alpha$ 直線鎖構造状態とガスの構造状態を同時に再現することも可能になると考えられる。計算コードは超並列計算用にチューニングしており、今後の発展を望んでいる。

### (2) $^{11}\text{B}$ におけるHoyle アナログ状態

(山田(関東学院大)、船木)

$^{11}\text{B}$ 原子核の3番目(3/2) $^-$ 状態は、基底状態からの強いモノポール遷移が観測されている。比較的低い励起状態への強いモノポール遷移は、その励起状態がクラスター構造を有することの強い証拠であることを我々は近年示しており、この状態は発達したクラスター構造を持つことが示唆される。更に反対称化分子動力学(AMD)に基づく計算により、この状態は $\alpha+\alpha+t$ の三体クラスター構造を有し、3 $\alpha$ クラスター凝縮状態である、ホイル状態( $^{12}\text{C}$ 原子核の第二 $0^+$ 状態)の類似状態(ホイルアナログ状態)であるとの指摘がなされた。我々は $\alpha+\alpha+t$ 三体直交条件模型に基づき、3体共鳴を扱うことのできる複素回転法を用い、束縛状態近似を超えた枠組みの中で $^{11}\text{B}$ 原子核のホイルアナログ状態を調べた。その結果、この3番目(3/2) $^-$ 状態は発達した $\alpha+\alpha+t$ クラスター構造を持つが、ホイル状態のような $\alpha$ 粒子一体場への強い凝縮構造は有していないこと、ホイルアナログ状態として、 $\alpha+\alpha+t$ 閾値近傍に2番目(1/2) $^-$ 状態が存在しかつ大きな核半径とガスの構造を持っていることを示した。この結果はPhysical Review誌に掲載された。

## 【3】時間依存密度汎関数理論による物質中の電子ダイナミクス計算

### (1) 強パルス光の物質中伝播を記述するマルチスケール・シミュレータの開発

(矢花、杉山、篠原、乙部(原研)、G.F. Bertsch(Univ. Washington))

固体中の光の伝播や、表面での反射などの現象は、通常は屈折率を用いて記述される。しかし、今日の光科学のフロンティアで用いられる高強度・超短パルスレーザーでは、強い光電場に起因す

る非線形な電子応答がもたらす様々な現象が問題となっている。このような高強度パルス光と物質の相互作用を理解するためには、従来の電磁気学の枠組みを超えたアプローチが必要とされる。

原理的には、高強度パルス光のもたらす電子ダイナミクスは時間依存シュレディンガー方程式で記述され、光電磁場は、電子の密度やカレントをソースとして持つマクスウェル方程式で記述されるため、両者を結合した方程式を解けばよい。しかし、可視光領域の光の波長が $\mu\text{m}$ 程度であるのに対し、光電場が誘起する電子ダイナミクスの空間スケールは、原子サイズと同程度の $\text{nm}$ 程度であり、異なる空間スケールの問題を扱うためマルチスケール・シミュレーション法を開発することが必要とされる。

我々は、電子ダイナミクスに対して時間依存密度汎関数理論を用い、電子の運動を記述する時間依存コーン・シャム方程式と光電磁場の伝播を記述するマクスウェル方程式に対して、どのようにすればマルチスケール・シミュレーションが可能となるかを検討した。そして、得られた方程式系に対して摂動論を用いると、誘電率を介してマクスウェル方程式と時間依存コーン・シャム方程式が分離されることを確認した。さらに、マルチスケール・シミュレーション法のプログラムを作成し、予備的な計算を遂行した。

## (2) 磁気円二色性の実時間計算

(李、矢花、G.F. Bertsch (Univ. Washington))

静磁場中に置かれた原子や分子の右円偏光と左円偏光に対する光吸収の差は、磁気円二色性と呼ばれる。この量に対する計算は古くから行われているが、摂動論で扱う場合は光電場と静磁場に対する2次の量になることから、複雑な計算が必要とされてきた。最近では、応答関数理論を用いた枠組みなどにより、様々な量子化学手法に基づく計算が盛んに行われている。

我々はこの磁気円二色性に対し、時間依存コーン・シャム方程式の実時間解法を用いた新たなアプローチを開発した。それは、有限の強度の静磁場中で双極場による摂動を加え、非線形な時間依存コーン・シャム方程式を非線形のまま解くものである。静磁場と双極場の強度を十分弱くとることにより、2次の微小量として磁気円二色性の強度関数を得ることが可能になる。

この枠組みを、いくつかの小さな有機分子と $\text{C}_{60}$ 分子に対して適用した。我々の枠組みではノルム保存擬ポテンシャルを用いるが、そのために和則が大きく破れることが見出された。また、実験値との比較では、計算結果は定性的には磁気円二色性の符号などを再現するものの、強度の絶対値に関しては数倍の差異が見出される場合が多いことが見出された。このことから、時間依存密度汎関数理論は、原子や分子の振動子強度に対して定量的に信頼できる結果を与えてきたが、磁気円二色性に対しては、得られた結果の信頼度に関し、慎重に判断することが必要であることが分かった。

## (3) コヒーレントフォノンの生成機構に対する時間依存密度汎関数理論による研究

(篠原、矢花、乙部 (原研)、G.F. Bertsch (Univ. Washington))

固体中の光学フォノンの振動数に比べてパルス長の短い超短パルスレーザーを照射した際に起こる現象の一つにコヒーレントフォノンがある。これまでその生成メカニズムに関し現象論に基づいて調べられてきており、ISRS (Impulsive Stimulated Raman Scattering) と DECP (Direct Excitation of Coherent Phonon) と呼ばれる2つのメカニズムの存在が議論されてきた。

我々は、時間依存密度汎関数理論に基づき、第一原理からコヒーレントフォノンの生成起源を解明することを試みた。まず、半導体であるSiを例に、異なる振動数を持つパルス光を照射した計算結果を調べることにより、時間依存密度汎関数理論がISRS、DECPの2つのメカニズムを含むことが明らかになった。直接バンドギャップよりも小さい振動数のパルス光を照射したところ、パルスの照射中のみ起こる電子励起により力が働くISRS機構によるコヒーレントフォノンの生成が見出された。一方、直接バンドギャップを越える振動数のパルス光を照射した場合は、パルス照射後

に実励起が起り、パルス光が照射した後も継続して力が働く、DECP 機構によるコヒーレントフォノンの生成が見出された。このように、時間依存密度汎関数理論により第一原理からコヒーレントフォノンの記述が可能であることを初めて明らかにした。

コヒーレントフォノンの実験的測定は、Sb 等の半金属物質に対して数多く行われており、その場合における計算の準備を行った。

## <学位>

### 1. 理学博士

江幡修一郎「Canonical-basis Time-dependent Hartree-Fock-Bogoliubov Theory and Linear-Response Calculation for Light to Heavy Nuclei」

### 2. 理学修士：

岡本 稔 「相対論的平均場模型による低密度核物質の非一様構造」

畑 佑樹 「時間依存密度汎関数理論を用いた分子における高次高調波発生の研究」

福岡佑太「スキルム力を用いた多スレーター行列式の重ね合わせによる軽い原子核の励起状態の研究」

三藤竜也「TDHFB法を用いた原子核の四重極型非軸対称非線形振動運動の研究」

李 畊旻「First-principles Study of Magnetic Circular Dichroism in Time-dependent Density Functional Theory」

## <発表論文>

1. Magnetic Circular Dichroism in Real-time Time-Dependent Density Functional Theory  
K.M. Lee, K. Yabana, G.F. Bertsch  
J. Chem. Phys. 134, 144106 (2011).
2. Coherent phonon generation in time-dependent density functional theory  
Y. Shinohara, K. Yabana, Y. Kawashita, J.-I. Iwata, T. Otobe, G.F. Bertsch  
Phys. Rev. B82, 155110 (2010).
3. First-principles Calculation of Coherent Phonon Generation in Diamond  
Y. Shinohara, Y. Kawashita, J.-I. Iwata, K. Yabana, T. Otobe, G.F. Bertsch,  
J. Phys. Cond. Matter 22, 384212 (2010).
4. A Massively-Parallel Electronic-Structure Calculations Based on Real-Space Density Functional Theory  
J.-I. Iwata, D. Takahashi, A. Oshiyama, T. Boku, K. Shiraishi, S. Okada, K. Yabana  
J. Comp. Phys. 229, 2339-2363 (2010).
5. Canonical-basis time-dependent Hartree-Fock-Bogoliubov theory and linear-response calculations  
S.Ebata, T.Nakatsukasa, T.Inakura, K.Yoshida, Y.Hashimoto, K.Yabana

Phys. Rev. C 82 (2010), 034306

6. Canonical-basis TDHFB を用いた線形応答計算  
江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 吉田 賢市, 橋本 幸男, 矢花 一浩  
素粒子論研究 119 No. 1 (電子版) (p. 154-161), 大振幅集団運動の微視的理論
7. Linear Response Calculation using Canonical-basis TDHFB with a schematic pairing functional  
S. Ebata, T. Nakatsukasa, T. Inakura, Y. Hashimoto, K. Yabana  
AIP Conf. Proc. 1269, 466
8. LINEAR RESPONSE CALCULATION USING CANONICAL-BASIS TDHFB WITH A SCHEMATIC PAIRING FUNCTIONAL  
S. Ebata, T. Nakatsukasa, T. Inakura, Y. Hashimoto, K. Yabana  
Mod. Phys. Lett. A25 (2010), 2001-2002
9. Linear Response Calculation Using Canonical-basis TDHFB with a Schematic Pairing Functional  
S. Ebata, T. Nakatsukasa, T. Inakura, Y. Hashimoto, K. Yabana  
RIKEN Accelerator Progress Report 43, 51(2009)
10. A description of t-band in 182Os within the fully microscopic calculation,  
Y. Hashimoto and T. Horibata,  
INFORMATION Vol. 13, 569-575(2010).
11. Quantum mechanical effects in tilted axis rotations in 182Os,  
Y. Hashimoto and T. Horibata,  
AIP Conference Proceedings Vol. 1235, 91-95 (2010).
12. Cluster structures in  $(3/2)^-$  and  $(1/2)^+$  states of  $^{11}\text{B}$   
T. Yamada and Y. Funaki  
Mod. Phys. Lett. A 25, 1943 (2010).
13. Alpha clustering and condensation in  $^{16}\text{O}$   
Y. Funaki, T. Yamada, H. Horiuchi, G. Röpke, P. Schuck and A. Tohsaki  
Mod. Phys. Lett. A 25, 1939 (2010).
14. Open problems in alpha particle condensation  
Y. Funaki, M. Girod, H. Horiuchi, G. Röpke, P. Schuck, A. Tohsaki, T. Yamada  
J. Phys. G -Nucl. and Part. Phys. 37, 064012 (2010).
15.  $\alpha+\alpha+t$  cluster structure and  $^{12}\text{C}(0_2^+)$ -analogue states in  $^{11}\text{B}$   
T. Yamada and Y. Funaki  
Phys. Rev. C 82, 064315 (2010).
16. Microscopic study of  $4\alpha$ -particle condensation with inclusion of resonances  
Y. Funaki, T. Yamada, A. Tohsaki, H. Horiuchi, G. Röpke, P. Schuck  
Phys. Rev. C 82, 024312 (2010).
17. Nuclear Alpha-Particle Condensates

T. Yamada, Y. Funaki, H. Horiuchi, G. Röpke, P. Schuck, A. Tohsaki  
arXiv:1103.3940, to be published in "Cluster in Nuclei (Lecture Notes in Physics) Vol. 2,  
ed. by C. Beck, (Springer-Verlag, Berlin, 2011)

<国際会議発表>

1. First-principles theoretical description for many-electron dynamics induced by ultrashort laser pulses  
K. Yabana  
Symposium at PACIFICHEM 2010,  
Honolulu, U.S.A., Dec. 15-20, 2010.
2. Dynamical Role of Halo Nucleons in Nuclear Reactions  
K. Yabana  
Halo 2010 Symposium  
Shonan Village Center, Japan, Dec. 6-9, 2010.
3. Ab-initio description for laser-induced electron-phonon dynamics in dielectrics  
K. Yabana  
7<sup>th</sup> Int. Symp. on Ultrashort Surface Dynamics  
Brijuni Isrand, Croatia, Aug. 22-26, 2010.
4. Quantum Dynamics Simulation in Real-Time and Real-Space Application to Light-Matter Interaction  
K. Yabana  
Collaboration Meeting LBNL and CCS UT, Berkeley U.S.A., Feb. 24-25, 2011.
5. Systematic study of E1 mode using Canonical-basis TDHFB  
江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 吉田 賢市, 橋本 幸男, 矢花 一浩  
French-Japanese Symposium on Nuclear Structure Problems  
[理研 RIBF, 2011.01.05 - 01.08]
6. The research of E1 mode using Canonical-basis TDHFB  
江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 吉田 賢市, 橋本 幸男, 矢花 一浩  
JAPAN-ITALY EFES Workshop on Correlations in Reactions and Continuum  
[Torino, 2010.09.06 - 09.08]
7. The research of E1 mode using the Canonical-basis TDHFB  
江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 橋本 幸男, 矢花 一浩  
The 9th CNS-EFES International Summer School  
[理研 仁科ホール, 2010.08.18 - 08.24]
8. Linear Response Calculation using Canonical-basis TDHFB with a schematic pairing functional

江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 橋本 幸男, 矢花 一浩  
Second EMMI-EFES Workshop on Neutron-Rich Nuclei (EENEN10)  
[理研 仁科ホール, 2010.06.16 - 06.18]

9. Nonlinear collective oscillations of light nuclei in TDHFB with Gogny force  
Y. Hashimoto,  
Second EMMI-EFES Workshop on Neutron-Rich Exotic Nuclei (EENEN 10)  
(RIKEN, June 16 - 18, 2010)
10. Description of t-band in 1820s with HFB+GCM,  
Y. Hashimoto,  
University of Aizu-JUSTIPEN-EFES symposium “Cutting-Edge Physics of Unstable Nuclei”  
(2010年11月10-13、会津大学)
11. Alpha clustering and condensation in nuclei  
Y. Funaki,  
2<sup>nd</sup> Workshop on “State of the Art in Nuclear Cluster Physics” (SOTANCP2), 25-28 May,  
2010, Université Libre de Bruxelles, Belgium (招待講演)
12. Alpha clustering and condensation in nuclei  
Y. Funaki  
EFES-IN2P3 Conference, “Many-body correlations from dilute to dense nuclear systems  
(MBC2011)”, 15 -18 February, 2011, Institut Henri Poincare, France
13. Alpha particle condensation in light nuclei  
Y. Funaki  
Second EMMI-EFES Workshop on Neutron-Rich Exotic Nuclei(EENEN10), 16 - 18 June, 2010,  
Nishina Hall, RIKEN
14. Theoretical investigation for generation of coherent phonon in bulk Si  
Yasushi Shinohara, Kazuhiro Yabana, Yosuke Kawashita, Jun-ichi Iwata,  
Tomohito Otobe, George F. Bertsch  
7-th International Symposium on Ultrafast Surface Dynamics  
USD7(Brijuni Islands, Croatia 2010.8.22-26)
15. Description of Coherent Phonon Generation in Dielectrics based on  
Real-Time TDDFT calculation  
Yasushi Shinohara, Kazuhiro Yabana, Yosuke Kawashita, Jun-ichi Iwata,  
Tomohito Otobe, George F. Bertsch  
International Conference on Core Research and Engineering Science of  
Advanced Materials (Osaka University, Osaka, Japan PSI-13, 2010.5.30-6.4)

<国内研究会・学会等>

1. 原子核移行反応・分解反応の視点



矢花一浩

RCNP 研究会「重イオン蓄積リングの物理」、阪大 RCNP, 2010 年 9 月 24-25 日

2. 時間依存密度汎関数理論による高強度パルス光伝播の記述

矢花一浩、篠原康、杉山健、G.F. Bertsch

日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス、2010 年 9 月 24 日

3. 実時間・実空間 TDDFT 法を用いた磁気円二色性の第一原理計算

李畊旻、矢花一浩、G.F. Bertsch

日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪大学中百舌鳥キャンパス、2010 年 9 月 24 日

4. TDHF による多核子移行反応の記述に向けて

矢花一浩

核反応研究会、阪大 RCNP、2010 年 8 月 2-4 日

5. パルスレーザーが誘起する電子・フォノンダイナミクススの第一原理計算

矢花一浩

平成 21 年度学際共同研究成果発表会、2010 年 5 月 7 日、計算科学研究センター

6. Canonical-basis TDHFB を用いた線形応答計算

江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 吉田 賢市, 橋本 幸男, 矢花 一浩

大振幅集団運動の微視的理論

基研 湯川記念館パナソニック国際交流ホール, 2010. 10. 24 - 10. 26

7. CbTDHFB による A=50 近辺までの E1 モードの研究

江幡 修一郎, 中務 孝, 稲倉 恒法, 橋本 幸男, 矢花 一浩

日本物理学会 2010 年秋季大会 [九州工業大学, 2010. 09. 11 - 09. 14]

8. Gogny-TDHFB による原子核の非線形振動と緩和

橋本幸男,

大振幅集団運動の微視的理論

基研 湯川記念館パナソニック国際交流ホール, 2010. 10. 24 - 10. 26

9. HFB+GCM による指標分離の記述、

橋本幸男、堀端孝俊、

日本物理学会 2010 年秋季大会 (9 月 11 日~9 月 14 日)

10.  $4\alpha$  OCM を用いた  $^{16}\text{O}$  の構造研究

船木靖郎

「少数粒子系物理の現状と今後の展望」研究会, 2010 年 8 月 20-21 日, 福岡国際会議場

11.  $4\alpha$  直交条件モデルを用いた  $^{16}\text{O}$  のクラスター構造研究

船木靖郎

日本物理学会 2010 年秋季大会, 2010 年 9 月 11 日-14 日, 九州工業大学戸畑キャンパス

12.  $\alpha$  cluster states in  $^{16}\text{O}$   
Y. Funaki  
Workshop on “Clustering and Nucleon Correlations”, Sep. 30– Oct. 1, Hokkaido University
13. 多スレーター行列式の重ね合わせによる  $^{12}\text{C}$  励起構造の記述  
福岡 佑太, 船木 靖郎, 矢花 一浩, 中務 孝  
日本物理学会 第 66 回大会[新潟大学 2011. 03. 25 – 03. 28]
14. Skyrme 力を用いた多スレーター行列式による軽い核の励起状態の記述  
福岡 佑太, 船木 靖郎, 矢花 一浩, 中務 孝  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (九州工業大学, 2010. 9. 14)
15. 軸対称調和振動子基底を用いた時間依存密度汎関数による軽い核の線形応答、  
三藤竜也、橋本幸男、矢花一浩、  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (9 月 11 日~9 月 14 日)
16. TDHFB による非軸対称非線形振動の研究  
三藤竜也、橋本幸男、矢花一浩、  
日本物理学会 第 66 回大会[新潟大学 2011. 03. 25 – 03. 28]
17. 高強度超短パルスレーザーに誘起される誘電体の直流電流の絶対位相依存性  
篠原康、乙部智仁、矢花一浩  
日本物理学会 66 回年次大会、新潟大学 2011 年 3 月 25 日-28 日
18. 高強度パルス光伝播を記述するマルチスケールシミュレータの開発  
矢花一浩、杉山健、篠原康、乙部智仁、G.F. Bertsch  
次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発 第 5 回 公開シンポジウム、甲南  
大学ポートアイランドキャンパス 2011 年 2 月 22 日-23 日
19. 高強度短パルスレーザーに誘起される電子-格子ダイナミクスの第一原理計算  
篠原康、乙部智仁、岩田潤一、矢花一浩、G.F. Bertsch  
物性研・CMSI・次世代ナノ情報 合同研究会「計算物質科学の課題と展望」、東大物性研 2011  
年 1 月 5 日-7 日
20. 時間依存密度汎関数理論による半導体コヒーレントフォノン生成の振動数依存性の分析  
篠原康、矢花一浩、川下洋輔、岩田潤一、乙部智仁  
日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学 2010 年 9 月 23 日-26 日
21. 時間依存密度汎関数理論に基づくコヒーレントフォノン生成機構の解明  
篠原康  
原子・分子・光科学 (AMO) 討論会、つくば 2010 年 6 月 11 日-12 日
22. 高強度パルス光を伝搬を記述するマルチスケール・シミュレータの開発  
矢花一浩、杉山健、篠原康、乙部智仁、G.F. Bertsch

物性研・CMSI・次世代ナノ情報合同研究会「計算物質科学の課題と展望」  
[東大物性研、2011. 01. 05-01. 07]

23. 高強度パルス光伝搬を記述するマルチスケール第一原理シミュレータの開発  
杉山健、篠原康、乙部智仁、矢花一浩、G. F. Bertsch  
日本物理学会 第 66 回大会[新潟大学 2011. 03. 25 - 03. 28]
24. 3次元計算による低密度核物質の非一様構造  
岡本稔、丸山敏毅、矢花一浩、巽敏隆  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (9月11日~9月14日)
25. 低密度核物質の非一様構造による3次元結晶  
岡本稔、丸山敏毅、矢花一浩、巽敏隆  
日本物理学会 第 66 回大会[新潟大学 2011. 03. 25 - 03. 28]
26. 固体からの高次高調波スペクトルの励起過程による変化の第一原理計算  
乙部智仁、矢花一浩  
日本物理学会 第 66 回大会[新潟大学 2011. 03. 25 - 03. 28]
27. TDHF 計算による核子移行反応の記述  
関澤一之、矢花一浩  
日本物理学会 第 66 回大会[新潟大学 2011. 03. 25 - 03. 28]

## その他

### <招待セミナー>

1. (TD)DFT (時間依存) 密度汎関数理論 -実時間・実空間法を中心に-  
矢花一浩  
新学術科研費 A04 班勉強会、2011 年 1 月 26 日、2 月 3 日、筑波大学計算科学研究センター
2. 時間依存密度汎関数理論の新展開  
矢花一浩  
新潟大学セミナー、2010 年 10 月 21 日
3. Real-time TDDFT description for laser-matter interaction  
K. Yabana  
Univ. San Sebastian, Oct. 13, 2010.
4. パルスレーザーに誘起された電子の量子ダイナミクスに対する第一原理シミュレーション  
矢花一浩  
関西光科学研究所セミナー、2010 年 9 月 9 日

<集中講義>

フェルミ多粒子系ダイナミクスの計算科学

矢花一浩

新潟大学、2010年10月20-22日