

V. 原子核理論グループ

教授 矢花 浩

講師 橋本幸男、中務 孝(平成19年7月31日まで)

準研究員 稲倉 匡夫

学術研究員 木村 慎明

大学院生 6名

【1】原子核集団運動の理論、不安定核の構造

(1) Skyrme 汎関数による光吸収断面積の実時間 TDDFT 計算

(中務、矢花)

時間依存密度汎関数理論(TDDFT)に基き、実験データが存在する安定核の光吸収断面積のエネルギー依存性を非経験的手法で計算した。光子エネルギーが中性子(陽子)分離エネルギーを超えると、原子核からの核子放出が可能になり、強度分布は連続分布となる。このような核子の連続状態の取扱には、これまで我々が開発してきた吸収境界条件法を用いた。ヘリウムからカルシウムまでの比較的軽い原子核について、実験データと比較した。その結果、断面積のエネルギー依存性について定性的に再現する一方で、強度のピーク位置が系統的に過小評価することが分った。重い原子核の光吸収が対称エネルギーで主に規定されているのに対して、軽い核では、それ以外の相関が重要であることを示唆していると考えられる。

(2) 断熱自己無撞着集団座標 (ASCC) 法による変形共存現象の解析

(中務、日野原(京都大)、松尾(新潟大)、松柳(京都大))

昨年度、数値的不安定性が理論のゲージ不変性にあることをつきとめ、ゲージ固定によってこの不安定性が解消されることが分った。今年度、ASCC 法で求めた正準集団座標、運動量によって記述される集団ハミルトニアンを量子化し、励起スペクトルと集団波動関数を求めた。その結果、波動関数の広がり角運動量の大きさに強く依存することが分った。例えば、プロレート・オブレードの変形状態が1つの原子核に共存する「変形共存現象」において、角運動量がゼロでは、プロレートとオブレードの変形が強く混ざっていても、わずかに回転を与えることで、これらの変形は独自性を高め、別々の回転バンドとして存在することが示された。実験データとの比較を実行し、この予言を確かめる観測量を現在模索中である。

(3) 不安定核でのピグミー共鳴状態の集団性の研究

(稲倉、松尾(新潟大))

不安定核に特有な集団励起モードの候補とされているピグミー共鳴状態を自己無撞着な RPA を用いて計算し、その集団性 及び 集団性の起源について議論した。ピグミー共鳴状態を粒子・正孔励起に分解すると、幾つかの粒子・正孔励起でその大部分を占めており、一番寄与が大きいものは単独で 50%を超えていた。これは巨大共鳴の性質とは明らかに異なり、これまでの解釈ではピグミー共鳴状態に集団性は無いものとなる。しかしながら、個々の粒子・正孔励起の遷移密度を見ると、非常に寄与の小さな粒子・正孔励起もコヒーレントに効いており、このコヒーレンスが全体の遷移密度に重要な役割を担っている事が判明した。非常に集団性の高い状態として有名な低エネルギーの八重極振動でも同様の結果を得ている、これは、低エネルギー領域での集団性の議論には、粒子・正孔励起の寄与の分散のみならず、遷移密度のコヒーレンスも重要である事を示唆している。

(4) 時間依存密度汎関数理論による原子核の応答関数の系統的計算

(稲倉、矢花、中務(理研))

重い短寿命の不安定核も生成可能となり、実験でアクセスできる核種が増えている。安定核、不安定核を分け隔てる事なく全核種の励起状態を計算し、不安定核まで含めた原子核の諸性質を議論する為の系統的計算を開始した。先行する計算では対象核が球形に限られるものが殆どであり、系統的計算に適用可能な変形自由度を考慮に入れた計算コードを作成、質量数 80 前後までの原子核の電気双極子励起(E1)モードについて計算を実施した。巨大共鳴のエネルギーの質量依存性、基底状態の変形度が巨大共鳴に及ぼす影響などについて議論した。また、数種の重い核についても計算を実施し、実験と比較する事で、我々の計算の有用性を示した。これ迄に幾つかの不安定核で観測された、低エネルギー領域での E1 遷移強度が、安定線から離れた不安定核一般で現れる事を示した。また、特定の一粒軌道がその出現に重要な役割を果している事も指摘した。

(5) BCS 形式による時間依存密度汎関数理論の拡張

(江幡、中務、稲倉、橋本、矢花)

原子核を超重領域まで系統的に計算するためには、対相関を取り入れることが重要である。最も良く知られた方法としては、超伝導の理論として開発された BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer) の理論があり、原子核の核子超流動性を扱う理論として、古くから用いられてきた。我々は、この BCS 状態を時間依存として、一粒軌道および (u, v) 因子が従うべき方程式を導き、原子核の応答計算に応用した。これまでのところ、BKN 相互作用によるアイソスカラー型の強度分布関数の計算に応用し、変形により単極子強度分布に著しい変化が現れることを示した。これは、回転対称性が破れたことにより、巨大四重極共鳴の状態と結合し、エネルギーの低い領域にピークが現れることによる。現在、より現実的な Skyrme 汎関数へのプログラムの改訂を実行中である。

(6) 有限振幅法の開発

(中務(理研)、稲倉、矢花)

原子核の励起状態の計算には RPA がよく使われる。しかしながら、エネルギー密度汎関数を密度の 2 階微分する事で得られる残留相互作用は、その繁雑さから簡略化される事が殆どであった。核力の自己無撞着性を満たしつつ、計算が容易な手法として、有限振幅法を開発した。波動関数の時間発展をエネルギー表示の枠組みで線形化する事で RPA と同値な方程式を導出し、残留相互作用は容易に(数値的に)計算できる手法である。この手法は平均場の計算コードに若干の修正を施すだけで良いので、コードの開発自体も容易に行なえる利点もある。この新しい手法で計算を実施し、完全に自己無撞着な RPA の結果をよく再現する事を示した。

(7) 原子核の三次元的回転運動の理論

(橋本、堀端(青森大))

有限量子系である原子核は様々な集団運動のモードを持っている。回転運動は、その中でも最も顕著な集団運動の例である。原子核平均場は密度分布と緊密に関係している (nuclear self-consistency) ので、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行われてきた。クランキング模型に基づくこの考え方は、原子核の回転スペクトルの構造とその背景にある力学について説明する上で、定性的にも定量的にも成功してきた。一方、理論的な立場からは、主軸のまわりの回転運動だけではなく、より一般的な回転運動の存在が期待されている。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。

る。ウォブリング(wobbling)と呼ばれるこの揺動運動は回転軸が平均場の主軸から離れて才差運動のように動き出すことを意味している。本研究では、ウォブリング運動のような三次元的な回転運動が原子核において生じる力学的機構を微視的に理解することを目的としている。

今年度は特にオスミウム 1820s の $J=24$ の場合に、ウォブリングをはじめとする励起モードの計算を生成座標法 (GCM) に基づいて進めた。 $J=24$ の場合に特徴的なことは、角運動量の拘束を主軸から離れた値にして行う傾斜角運動量ハートレーフォックボゴリェボフ (tilted axis HFB) の計算において、対称軸に垂直な x 軸から対称軸 (z 軸) へと拘束角運動量を倒す角度 (チルト角) に依存して HFB 解の内部構造が 3 種類に変化することである。ひとつは、エネルギーの局所平衡点に相当する傾斜角回転 (tilted axis rotation; TAR) と呼ばれるモードを含む分枝である。この、TAR モードは、主軸回転運動を仮定した計算では出てこないモードであり、P. M. Walker らの実験で K 量子数が 8 のバンドに相当すると考えられる。これらの $K=8$ のバンドは x 軸まわりの回転運動に対応するイラスト線に対して、新しいタイプのイラスト線になっている。他のひとつは、角運動量が対称軸に近い向きのときに起きる歳差運動 (precession) である。さらに、これらのモードをつなぐ過渡的な領域が存在することがわかった。GCM 計算による歳差運動の励起エネルギーは、実験値に近い値が得られている。これらのモードの内部構造を解析することが次の段階になる。

(8) Gogny 力を用いた時間依存 HFB コードの開発

(橋本、野出木)

不安定核の励起状態の研究は、主に Skyrme 力+ゼロレンジ対相関力に基づいた準粒子乱雑位相近似 (QRPA) によって行われている。この組み合わせの場合には、Skyrme 力は粒子・空孔相関のチャンネルに、また、ゼロレンジ対相関力は粒子・粒子相関のチャンネルに働く。対相関は、適当なカットオフを導入して実用化されている。一方、Gogny 力を用いた QRPA の場合には粒子・空孔チャンネルと粒子・粒子チャンネルは共通の有効核力を用いて計算される。われわれは、この自己完結性に着目し、Gogny 力に基づいた時間依存 HFB (TDHFB) の方程式を解くためのコードを開発した。目的は、Skyrme 力+ゼロレンジ対相関の計算と比較しつつ軽い不安定核から始めて不安定核の系統的な励起状態の情報を蓄積することである。微小振幅の TDHFB 方程式は QRPA と同等であるので、これは、QRPA を解く方法のひとつでもある。応用は、酸素の同位体で四重極および双極型振動の強度関数を調べ、スペクトルの位置と全強度を確かめた。また、変形核を含むマグネシウム同位体で同様に計算し、変形の効果と対相関の効果が取り入れられていることを確認した。目下、クーロン力を取り入れた計算過程全体の時間的な効率を上げること、及び、基底空間を大きく取れるように改良することが課題となっている。

【2】原子核のクラスター構造

(1) 中性子過剰 Mg 同位体の包括的研究

(木村)

中性子過剰の $N \sim 20$ 同位体では、中性子魔法数 $N=20$ が成立していない。この現象の理解へ向けて、現在この質量領域の原子核の励起スペクトルを網羅的に調べる実験が数多く実行、計画されている。しかしながら、この質量領域の原子核のスペクトルに関する理論的研究は、そのほとんどが基底状態と第一励起状態のみに限られており、理論研究による情報、理解が必要とされている。

本研究では、反対称化分子動力学を用い、 $N=20$ 魔法数の破れ現象が起こっていると考えられている Mg 同位体及び、その周辺核の構造について包括的な議論を行った。その結果、魔法数が破れている同位体においては、低励起状態に多数の多粒子多空孔状態が共存するため、非常に特徴的な励起スペクトルが現れることを予言した。また状態間の電磁遷移確率のみならず、親核から Mg 同位体への β 崩壊、Mg 同位体から娘核への β 崩壊を測定することで、基底、励起状態の構造について多く

の情報が得られることを指摘し、それら観測量に対する理論的予言を行った。

(2) 改良 AMD 法の開発と p-shell 核への適用

(古立(東京理科大)、木村、土手(KEK)、延興(京都大基研))

反対称化分子動力学法 (AMD) は、比較的軽い核に現れるさまざまな構造をよく記述する模型であるが、基底関数の制限のために、中性子過剰核に現れる特異な構造である中性子ハローを記述することができない。空間的に広がった中性子波動関数を持つハロー構造の記述を行うために、AMD 模型の改善を行い、併せて、p-shell に現れる中性子、陽子ハロー核に適用することでその有効性を示した。一粒子波動関数を記述する際に、複数のガウス基底を重ね合わせるという改善を行った。He 同位体への適用では、従来の AMD 模型に比べ、He 同位体の記述が劇的に改善し、それらの束縛エネルギー、半径などの実験値が精度よく記述できることがわかった。また、陽子過剰の 9B、10C に対しても適用し、これらの核では陽子ハロー構造が発達すること、さらに 10C では、コアにおいて二体クラスター構造が発達することを示した。

(3) Skyrme Hartree-Fock による 16C の直鎖状態の探索

(木村、板垣(東大)、J. A. Maruhn(Frankfurt))

三つの α 粒子が直線上に並ぶ直鎖状態が 12C の励起状態に存在するのかどうかは、古くから議論されてきた。しかし、 α クラスター模型や、最近のより精密な模型による研究ではその存在については、むしろ否定的な結果が多く、また実験的にもその存在を示すデータは得られていない。一方で、中性子過剰核を用いた実験により Be 同位体で二つの α 粒子の周りを中性子が運動する分子状態が発見されたことで、中性子過剰の不安定 C 同位体では、余剰中性子が付け加わることで、三つの α 粒子の直鎖状態が安定化し、存在しうるのではないかとの議論が理論的にも、実験的にも始められた。そこで、 α 粒子コアの存在や、余剰中性子の運動に対して一切仮定を設けない Skyrme Hartree-Fock 模型を用いて、16C の励起状態に直鎖状態が現れる可能性を調べた。その結果、16C の励起状態に直鎖状態が存在しうることを指摘した。また、時間依存 Hartree-Fock 計算を行うことで、その状態が摂動に対して安定であることを示し、比較的狭い幅をもった状態として観測されうることを示した。

(4) 24Mg の α クラスター構造の研究

(木村、板垣(東大))

近年、12C の励起状態 (0^+_2) は、三つの α 粒子が $0s$ 状態に凝縮した BEC 凝縮状態であることが明らかになった。より数の多い 4α 、 5α の BEC の存在が期待されるが、粒子数が増加することによって従来の模型による計算が難しくなる。そこで、stochastic に基底波動関数を生成し、大規模行列を対角化する手法を用いることで、24Mg (5α 系) の構造研究を行った。その結果、励起状態に 5 つの α クラスターからなる状態が複数個現れ、そのうち α 数居値エネルギー近傍に現れる状態は BEC 状態と見なせることを指摘した。

【3】強レーザー場と物質の相互作用に対する第一原理計算

原子核は核子からなる凝縮したフェルミ粒子多体系であるが、物質は同じくフェルミ粒子である電子の凝縮した多体系である。このため、電子の量子状態を記述する多体理論は原子核を記述する多体理論と共通する場合が多い。我々は、原子核物理学で長い歴史を持つ時間依存平均場理論を物質科学分野で応用する研究を進めている。特に強いレーザー場中で起こる電子のダイナミクスは、様々な非線形現象が現れ興味深い。

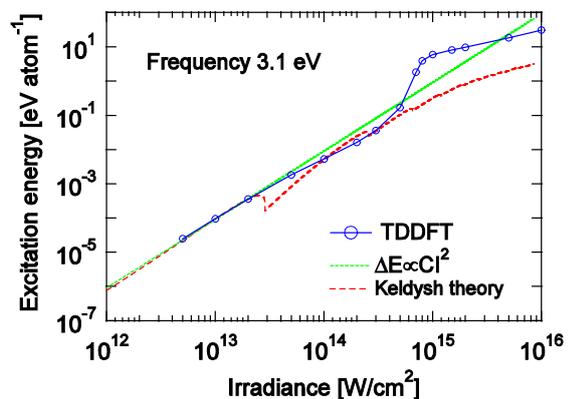
(1) 誘電体の光絶縁破壊に対する第一原理シミュレーション

(矢花、中務、岩田(計科セ)、乙部(関西原研)、山極(関西原研)、Bertsch(ワシントン大))

透明な絶縁体に可視領域の強いレーザー光を照射すると不可逆な損傷が生じ、レーザーを用いた加工に利用される。この過程の最初のステップでは、レーザー光による電子励起とそれに伴う光絶縁破壊が起こると考えられている。この光絶縁破壊に対し、時間依存密度汎関数理論を用いた第一原理シミュレーションを行った。

周期系に一樣な外場が働く場合の電子ダイナミクスを記述する枠組みは、以前実時間計算から誘電関数を求める際に構築した。その基礎方程式は、外場と分極場を表す空間的に一樣なベクトルポテンシャルを含む時間依存Kohn-Sham方程式である。外場のポテンシャルとして一樣なパルスレーザーを表すものを用い、ブロッホ関数の時間変化を計算することにより、レーザー場に起因するダイナミクスを記述することができる。

右図は、ダイヤモンドに強レーザー場を照射した場合の計算結果を示す。横軸にレーザー場の最大強度、縦軸にレーザー場から電子へのエネルギー移行をプロットしている。レーザーの振動数は3.1eV、パルス長は16fsにしている。レーザーの強度が $7 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ に達した段階で、電子へのエネルギー移行が急に増加している。この強度において、外場の振動数と励起によって伝導帯に生じたキャリアの作るプラズマ振動数が一致し、共鳴的にエネルギー移行が進んだものと考えられる。この強度が光絶縁破壊に相当するものと考えられる。



(2) 強レーザー場中で起こる分子のクーロン爆発

(川下、矢花、中務)

強いレーザー場中にある分子は、多重イオン化の後にクーロン爆発を起こす。この過程に対し、時間依存密度汎関数理論によるシミュレーションを行った。イオン化の記述のため必要な広範な空間領域で計算を行うため、超並列計算機PACS-CSを利用した。空間領域を3次的に分割し、各々の領域の計算を異なるCPUが担うことにより、効率の良い並列計算の実施が可能となっている。

N_2 分子を対象に計算を行った。まず、交換相関ポテンシャルの選択に関する検討を行った。中性原子や分子のイオン化に対しては、最適化有効ポテンシャルなどの自己相互作用補正を行ったポテンシャルを用いることの重要性が知られている。しかし一方で、最適化有効ポテンシャルでは全エネルギー計算が困難な場合があり、イオンに働く力を求める際に問題が生じる。局所密度近似は最も単純だが、中性からのイオン化率を過大評価することが知られている。これに対して、我々が検討を行ったところ、クーロン爆発が問題となる4価程度のイオン化では、局所密度近似と最適化有効ポテンシャルは、同一のレーザー強度でほぼ等しいイオン化価数となることが確認された。

分子のクーロン爆発実験で測定される量に、爆発後のイオンの運動エネルギー分布と運動量分布がある。運動エネルギーは中性分子の平衡位置におけるクーロンエネルギーよりも小さいことが知られており、イオン化が進む過程でイオン間距離が増大することに起因すると考えられている。また、イオンの運動量がレーザーの偏極方向に偏ることが見いだされており、これは分子がレーザー場中でレーザー偏極方向にトルクを受けて回転することに起因すると指摘されていた。我々は、第一原理的なシミュレーションからこれらの解釈の妥当性について検討した。その結果、運動エネルギーの抑制に関しては、実験で見出されている4割程度の抑制が計算でも見られた。ただし、実験では非常に短いパルスを用いた場合に

は抑制がほとんど見られないことが報告されているが、計算ではパルスの長さが短い場合にも抑制が見いだされた。レーザー偏極方向への運動量の整列についても、計算によりそのような効果があることが確認できた。

【4】クォーク分子動力学法による重イオン衝突のシミュレーション

(松山、丸山 (連携・原研))

核物質のクォーク閉じ込めに関わる相転移や高エネルギー重イオン衝突現象をマイクロに記述することを目標に、クォークを基本自由度とする量子分子動力学計算 (QMD計算) を発展させた。クォークQMDでは、クォークの1粒子軌道をガウス波束により、その直積状態で全系の波動関数を記述し、波束中心の運動を位相空間で古典的に記述することによりクォークのダイナミクスを調べる。今年度は、クォーク間の有効相互作用を適切に取ることにより、クォーク物質と有限核を記述することができることを示した。さらに、予備的にはあるが、原子核衝突のシミュレーションを行い、クォーク間の衝突項の重要性を指摘した。

<学位>

1. 理学修士:

江幡 修一郎 氏

「超流動原子核の構造・応答に対する時間依存密度汎関数計算」

野出木 健一 氏

「Gogny 力を用いた TDHFB 法による軽い核の微小振幅応答」

松山 裕右 氏

「クォークの分子動力学法による原子核衝突のシミュレーション」

<発表論文>

1. G. E. Ballentine, G.F. Bertsch, N. Onishi, K. Yabana,
Moment distributions of clusters and molecules in the adiabatic rotor model
Comp. Phys. Comm. 178, 48-51 (2008).
2. K. Nobusada, K. Yabana
Electric currents in ring-shaped molecules induced by circularly polarized laser pulses
Comp. Phys. Comm. 177, 54-54 (2007).
3. T. Otobe, K. Yabana,
Density-functional calculation for the tunnel ionization rate of hydrocarbon molecules
Phys. Rev. A75, 062507 (2007).
4. T. Otobe, M. Yamagiwa, J.-I. Iwata, K. Yabana, T. Nakatsukasa, G.F. Bertsch,
First-principles electron dynamics simulation for optical breakdown of dielectrics under

- an intense laser field
Phys. Rev. B77, 165104 (2008).
5. T. Otobe, K. Yabana, J.-I. Iwata,
First-principle calculation for high harmonic generation in diamond
Submitted to Journal of Computational and Theoretical Nanoscience
 6. K. Yabana, T. Nakatsukasa, M. Ito,
Time-dependent description for nuclear reaction dynamics in the continuum
Submitted to Proceedings of the 20th European Few-Body Conference.
 7. 矢花一浩
多電子ダイナミクスの量子シミュレーション—時間依存密度汎関数理論の最近の発展—
日本物理学会誌 Vol. 62, No. 6, pp. 406-414 (2007).
 8. N. Hinohara, T. Nakatsukasa, M. Matsuo, and K. Matsuyanagi,
Gauge-Invariant Formulation of Adiabatic Self-Consistent Collective
Coordinate Method
Prog. Theor. Phys. 117 (2007) 451-478.
 9. M. Ito, K. Yabana, T. Nakatsukasa, and M. Ueda,
Fusion Reaction of Halo Nuclei: A Real-Time Wave-Packet Method
for Three-Body Tunneling Dynamics
Nucl. Phys. A787 (2007) 267c-274c.
 10. T. Nakatsukasa and K. Yabana,
Real-time Skyrme TDHF dynamics of giant resonances
Nucl. Phys. A788 (2007) 349c-354c.
 11. T. Nakatsukasa, T. Inakura, and K. Yabana
Finite Amplitude Method for the Solution of the Random-Phase Approximation
Phys. Rev. C 76 (2007) 024318 (9 pages).
 12. N. Hinohara, T. Nakatsukasa, M. Matsuo, and K. Matsuyanagi,
Microscopic derivation of collective Hamiltonian by means of the
adiabatic self-consistent collective coordinate method
Prog. Theor. Phys. 119 (2008) 59-101.
 13. T. Nakatsukasa, K. Yabana, and M. Ito,
Time-dependent approaches for reaction and response in unstable nuclei
Eur. Phys. J. Special Topics 156 (2008) 249-256.
 14. T. Nakatsukasa, S. Shinohara, K. Yabana, H. Ohta,
Stochastic approach to correlation beyond the mean field with

Skyrme interaction

to be published in Proceedings of the international nuclear physics conference (INPC2007).

- 1 5. T.Nakatsukasa, T.Inakura, K.Yabana
Linear response calculations with the time-dependent
Skyrme density functional
to be published in Proceedings of the international symposium on
Physics of Unstable Nuclei (ISPUN07).
- 1 6. Lu Guo, J.A.Maruhn, P.-G.Reinhard, and Y.Hashimoto
Conservation properties in the time-dependent Hartree-Fock theory
Phys. Rev. C77 (2008), 041301(R).
- 1 7. N.Itagaki, M.Kimura, C.Kurokawa, M.Ito, W.von Oertzen
"α-condensed state with a core nucleus"
Phys.Rev. C 75, 037303 (2007)
- 1 8. M.Kimura
"Molecular orbitals and α + 180 molecular bands of 22Ne"
Phys.Rev. C 75, 034312 (2007)
- 1 9. M.Kimura
"Intruder features of 31Mg and the coexistence of many-particle and
many-hole states"
Phys.Rev. C 75, 041302 (2007)
- 2 0. Y.Taniguchi, M.Kimura, Y.Kanada-Enyo, H.Horiuchi
"Clustering and triaxial deformations of 40Ca"
Phys.Rev. C 76, 044317 (2007)
- 2 1. Y.Taniguchi, M.Kimura, Y.Kanada-En'yo, H.Horiuchi
"Coexistence of cluster structure and mean-field-type structure in
medium-weight nuclei"
Nucl.Phys. A787, 547c-552c (2007)
Ninth International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions Aug 28 - Sep 1, 2006.

<国際会議発表>

1. K. Yabana,
TDDFT Description for Laser-Induced Breakdown in Dielectrics,
Minerva Gentner Symposium on Time-Dependent Density Functional Theory, Eilat, Israele,
16-21, Dec, 2007.

2. K. Yabana
Time-dependent description for nuclear reaction dynamics in the continuum – Reaction and response of exotic nuclei –
20th European Conference on Few-Body Problems in Physics, Pisa, Italy, 10-14 September 2007.
3. K. Yabana
Configuration mixing calculation with Skyrme Hamiltonian
UNEDF workshop, Pac Forest, Washington, U.S.A., 12-17, August, 2007.
4. K. Yabana,
Simulation for electron dynamics in solid under intense laser pulse
ISSP International Symposium on “Foundations and Applications of the Density Functional Theory”, 1-3, August, 2007.
5. K. Yabana,
Time-dependent description for nuclear reaction dynamics in the continuum – Fusion mechanism of halo nuclei –
International Nuclear Physics Conference, Tokyo, Japan, June 3-8, 2007.
6. T.Nakatsukasa
Time-dependent approaches for reactions and responses of unstable nuclei
Invited talk at Theoretical Nuclear Physics School
‘‘Exotic Nuclei: New Challenges’’,
(Les Houches, France, May 7-18, 2007).
7. T.Nakatsukasa
Time-dependent method for structure and reaction
Invited talk at International Workshop on
Many-body open quantum systems: From atomic nuclei to quantum dots
(Trento, Italy, May 14-18, 2007).
8. T.Nakatsukasa
Dipole response calculations with the Skyrme density functional
Invited talk at UNEDF Workshop
(Pack Forest, Washington, USA, August 13-17, 2007).
9. T.Nakatsukasa
Nuclear response function calculated with the time-dependent Skyrme density functional
Invited talk at 3rd Japanese-German Workshop on
Nuclear structure and astrophysics
(Chiemsee, Germany, September 29-October 2, 2007).

10. T. Nakatsukasa, S. Shinohara, K. Yabana, H. Ohta
Stochastic approach to correlation beyond the mean field with Skyrme interaction
Talk at the international nuclear physics conference (INPC2007) (Tokyo, Japan, June 3-8, 2007).
11. T. Nakatsukasa, T. Inakura, K. Yabana
Linear response calculations with the time-dependent Skyrme density functional
Talk at the international symposium on Physics of Unstable Nuclei (ISPUN07 (Hoi An, Vietnam, July 3-7, 2007)).
12. T. Nakatsukasa
Time-dependent method for nuclear dipole response
Talk at 4-th JUSTIPEN-EFES Workshop on shell structure of exotic nuclei (RIKEN, Wako, Japan, June 22, 2007).
13. Y. Hashimoto and T. Horibata
Tilted-axis rotation and wobbling motion in the framework of three-dimensional cranked HFB
International Nuclear Physics Conference (INPC 2007)
東京国際展示場, 2007年6月3-8日
14. Y. Hashimoto and K. Nodeki
Small-amplitude responses in light nuclei in TDHFB calculation with Gogny force
First FIDIPRO-JSPS Workshop on Energy Density Functionals in Nuclei
Keurusselka, (Jyvaskyla), Finland. 2007年10月25-27日
15. T. Inakura and M. Matsuo
Collectivity of pygmy resonance in spherical and deformed Ni and Fe isotopes
International Nuclear Physics Conference (INPC 2007)
東京国際展示場, 2007年6月3-8日
16. T. Inakura and M. Matsuo
Collectivity of pygmy resonance in spherical and deformed Ni and Fe isotopes
International Workshop on Nuclear Structure: New Physics in the Extended Isospin Space
京都大学基礎物理学研究所 2007年6月11-14日
17. T. Inakura, T. Nakatsukasa and K. Yabana
Fully self-consistent calculation of isovector dipole response: Systematic study up to A=50
First FIDIPRO-JSPS Workshop on Energy Density Functionals in Nuclei
Keurusselka, (Jyvaskyla), Finland. 2007年10月25-27日

18. M. Kimura
International Nuclear Physics Conference 2007
Tokyo, Japan, Jun 3-8, 2007
"Molecular-Orbital and Di-nuclei States in Ne and F isotopes"
19. M. Kimura
International Symposium on Physics of Unstable Nuclei
Hoi An, Vietnam 3 - 7 July 2007
"Molecular-Orbital and Di-nuclei States in Ne and F isotopes"
20. M. Kimura
International Conference on the Clustering Aspects in Nuclei
Stratford avon Avon 3-7 Sep 2007
"Many-particle and many-hole states of the nuclei with odd neutron
number in the island of inversion"
21. Y. Kawashita, T. Nakatsukasa, K. Yabana
"TDDFT calculation for electron-ion dynamics in molecules under intense laser pulse"
IPPS International Workshop and Symposium on
"Foundations and Applications the Density Functional Theory" 東大物性研 2007.8.1-3
22. Shuichiro Ebata, Takashi Nakatsukasa, Tsunenori Inakura, Yukio Hashimoto,
Kazuhiro Yabana
Calculation of Response Function with TDHF+BCS in Real-Time
CNS International Summer School [理研 仁科ホール, 2007.08.28 - 09.01]

<国内研究会・学会等>

1. 矢花一浩
光に起因する電子・イオンダイナミクスに対する実時間シミュレーション法の開発
「次世代量子シミュレータ・量子デザイン手法開発」特定領域研究19年度成果報告会、国際高等研究所、2008年3月18-19日
2. 矢花一浩
超短パルスレーザーと物質の相互作用-TDDFTによる計算-
「凝縮系の超高速現象とコヒーレント制御」、東京工業大学国際交流会館多目的ホール、2008年2月21-22日
3. 矢花一浩
電子励起ダイナミクスの第一原理シミュレーション
第3回「計算科学による新たな知の発見・統合・創出」シンポジウム「PACS-CS システムと計算科学」、筑波大学計算科学研究センター、2007年9月3-4日
4. 矢花一浩

光に起因する電子・イオンダイナミクスに対する実時間シミュレーション法の開発
特定領域研究「次世代量子シミュレータ・量子デザイン手法の開発」平成19年度顔合わせ会、
国際高等研究所、2007年6月8-9日

5. 矢花一浩、
はじめに
日本物理学会第63回年次大会、理論核物理領域シンポジウム「原子核物理学における大規模計算の現在と未来」、近畿大学本部キャンパス、2008年3月23日
6. 中務孝
原子核密度汎関数理論の発展
研究会「原子核物理学の将来像」、京都大学、2007年8月8-9日
7. 中務孝
核構造大規模計算と密度汎関数法による数値シミュレーション
日本物理学会年次大会シンポジウム「原子核物理学における大規模計算の現在と未来」、
近畿大学、2008年3月23-26日
8. 橋本幸男、堀端孝俊
GCMによる182OsのTARモードの計算
日本物理学会 第62回年次大会
北海道大学 2007年9月21-24日
9. 橋本幸男、堀端孝俊
182Osにおける傾斜角回転に対応するバンド状態
日本物理学会 第63回年次大会
近畿大学 2008年3月22-26日
10. 稲倉恒法、中務孝、矢花一浩
有限振幅法を用いたSkyrme-RPA計算
日本物理学会 第62回年次大会
北海道大学 2007年9月21日
11. 稲倉恒法、中務孝、矢花一浩
Systematic study of isovector dipole mode up to A=50
KEK研究会『原子核・ハドロン物理 横断研究会』
KEK 2007年11月19-21日
12. 稲倉恒法、中務孝、矢花一浩
Systematic study of photoabsorption spectra in nuclei -Fully selfconsistent RPA
calculaiton-
シンポジウム「未来の素粒子・原子核数値シミュレーション」
つくば国際会議場「エポカルつくば」 2007年12月19-20日

- 1 3. 稲倉恒法, 中務孝, 矢花一浩
平均場理論に基づいた電気双極子励起の応答関数に関する系統的計算
2008 年国立天文台研究会 プロセス元素合成の統合的理解 ― 量子ビームで探る宇宙進化の理解を目指して ―
筑波大学 2008 年 3 月 13-14 日
- 1 4. 稲倉恒法, 中務孝, 矢花一浩
Electric dipole mode の系統的計算―中重核までの Skyrme-RPA 計算
日本物理学会 第 63 回年次大会
近畿大学 2008 年 3 月 26 日
- 1 5. 谷口億宇, 木村真明, 延与佳子, 堀内昶
“原子核の励起状態の理論計算における有効相互作用依存性”
日本物理学会 第 62 回年次大会
北海道大学 2007 年 9 月 21~24 日
- 1 6. 古立直也, 木村真明, 延与佳子 土手昭伸
“拡張した AMD による軽い不安定核の構造研究”
日本物理学会 第 62 回年次大会
北海道大学 2007 年 9 月 21~24 日
- 1 7. 木村真明
“中性子過剰 sd-pf 殻核における α クラスタ構造、分子軌道構造の研究”
日本物理学会 第 62 回年次大会
北海道大学 2007 年 9 月 21~24 日
- 1 8. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「分子における強レーザー場中の電子・イオンダイナミクスの第一原理計算」
第 8 回光量子科学研究シンポジウム 関西原研 2007. 6. 4-5
- 1 9. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「分子の多重イオン化過程に対する第一原理シミュレーション」
第 1 回分子科学討論会 2007 仙台 東北大 2007. 9. 17-20
- 2 0. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「分子の多重イオン化過程に対する第一原理シミュレーション」
日本物理学会第 62 回年次大会 北海道大 2007. 9. 21-24
- 2 1. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「実時間・実空間法による電子・イオンダイナミクスの大規模並列計算」
次世代スーパーコンピューティングシンポジウム 2007 MY PLAZA ホール 2007. 10. 3-4
- 2 2. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「実時間・実空間 TDDFT による電子・イオンダイナミクスの大規模並列計算」

スーパーコンピューターワークショップ2008 “大規模計算と分子のダイナミクス”
自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター 2008. 2. 18-19

23. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「TDDFT を用いた分子の多重イオン化過程に対する第一原理シミュレーション」
凝縮系の超高速現象とコヒーレント制御 東工大 2008. 2. 21-22
24. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「実時間・実空間 TDDFT による電子・イオンダイナミクスの大規模並列計算」
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2回公開シンポジウム
自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター 2008. 3. 4-5
25. 川下洋輔 中務孝 矢花一浩
「強レーザーパルスによる分子の多重イオン化過程に対する第一原理シミュレーション」
第55回応用物理学関係連合講演会 日本大学理工学部船橋キャンパス 2008. 03. 27-30
26. 江幡修一郎、中務 孝、稲倉恒法、橋本幸男、矢花一浩
TDHF-BCS を用いた実時間応答関数の計算 21aYE-7
日本物理学会 第62回年次大会 北海道大学, 2007. 09. 21-24
27. 江幡修一郎、中務 孝、稲倉恒法、橋本幸男、矢花一浩
TDHF+BCS を用いた実時間応答関数の計算 26pZH-5
日本物理学会 第63回年次大会 近畿大学, 2008. 03. 22-26
28. 野出木健一、橋本幸男、中務 孝、矢花一浩
Gogny 相互作用を用いた時間依存 HFB の計算
日本物理学会 第62回年次大会 北海道大学, 2007. 09. 21-24
29. 野出木健一、橋本幸男
Gogny 力による TDHFB 計算
KEK 研究会『原子核・ハドロン物理 横断研究会』
KEK 2007年 11月 19-21日
30. 野出木健一、橋本幸男、中務 孝、矢花一浩
Gogny 力を用いた時間依存 HFB 計算による軽い変形核の応答
日本物理学会 第63回年次大会 近畿大学, 2008. 03. 22-26
31. 松山裕右、丸山敏毅、矢花一浩
クォークの分子動力学法による原子核衝突のシミュレーション
日本物理学会第63回年次大会、近畿大学、2008年3月22-26日