

IV. 原子核理論グループ

教授 香村俊武
助教授 初田哲男
講師 宇根 司、橋本幸男
助手 北川 尚
技官 堂井 真
大学院生 13名

【1】ハドロン多体系の理論的研究（香村俊武、堂井 真）

香村と堂井はグループをつくって、ハドロン多体系の研究を進めた。香村は原子核を相対論的ハドロン多体系として扱う微視的理論を発展させた。負のエネルギー状態につめている核子を考慮しない相対論的平均場近似では、ハートレーフォック状態が不安定になる。不安定性のない理論を完成するため有限核について負のエネルギー核子を考慮して繰り込みを実行する処方を得た。この方法を用いて、反核子の束縛エネルギーなどを計算した。核子-反核子型の真空偏極により、核内核子間の中間子交換力は補正を受け、結合定数が小さく到達距離が長くなることを導いた。陽子-核散乱における中間子交換力の真空偏極の効果を調べた。さらに、相対論的平均場近似解を基底にして、核内二核子相関を取り入れて、自己無撞着一粒子波動関数を導く定式化を行い、平均場では大きすぎた1-s分離が妥当な値となることなどを示した。核子交換 (Fock) エネルギーにおけるRPA相関の寄与を解析し、核の重心運動励起効果は相対論的補正により打ち消される機構を解明した。時間依存の平均場方程式に基づき、一粒子-一空孔励起が多粒子-多空孔励起へ移行する機構を解明する研究を進めた。堂井は、核子-中間子描像に基づき、原子核及び原子核流の構造について研究した。特に、2、3核子系のミュー粒子捕獲反応に、中間子交換流がどのように寄与するかを調べた。さらに、ミュー粒子捕獲率における核子の誘導擬スカラー結合定数依存性は、ミュー粒子原子の超微細構造により大きく異なることを見いだした。また、核子の第2種流の大きさを決定づける誘導擬テンソル結合定数の値を定量的に評価する研究を進めた。

【2】QCD物性（初田哲男）

初田は、量子色力学 (QCD) に基いて、ハドロンの構造と、その媒質効果について研究した。まず、塩見浩之と協力して、原子核媒質中で、オメガ中間子とロー中間子がどのようにその性質を変えるかをハドロンの有効理論とQCD和則を用いて調べ、さらに、この研究を、桑原仁史と共に媒質中の ϕ -中間子に応用した。我々の予言しているこの現象は、INS, KEK, CEBAS, SACRAY, RHICなどでレプトン対の観測を通じて検証すべく実験が計画されている。さらに、格子QCDの数値実験に基いた核子の構造関数の研究を青木慎也、堂井真と共に行なった。我々は、特に将来RHICなどで測られることが計画されている陽子の横スピン分布を筑波大学のVPP500を用いて数値実験した。また、塩見浩之とともにQCD和則を用いて、パイ中間子と核子の結合定数の理論計算をおこない、実験値と良い一致を得た。浅川正之とは、熱力学関係式が格子QCDにおける熱力学量の測定にどのような拘束を与えるかを研究した。さらに、Su. H. LeeとQCDの高温相において $U_A(1)$ 対称性がどのように実現されているかについての一般的考察をおこなった。

【3】QCD物性と核子多体系（北川 尚）

北川は佐川（会津大）、田嶋（東京大）らと協力し、主に質量数17と20の同重核を例にとって、核力のアイソスピン対称性の破れについて、殻模型を用いて調べた。反応断面積について、球対称及び変形ハートレーフォック法で求めた波動関数とグラウバー模型を用いて計算し、最近測られた

実験値と比較して、 ^{17}Ne に“陽子halo”がある事、 ^{20}Ne が大きく変形している事を示した。また、小澤（理研）と協力し、 ^{17}Ne から ^{17}F への第一禁止beta遷移強度が ^{17}Ne の配位に直接関係している事を示した。北川と初田は陽子内のクォークとグルーオンのスピン成分についてQCD和則を用いた計算を進めている。これらの量は、数年後にRHICで始まる実験で直接測定されることが計画されており、定量的予言が実験側から必要とされている。この点について、斎藤（理研）と議論を行った。

【4】原子核の回転運動（宇根 司）

宇根は、大学院生の小野田昭と共に、基底回転バンドから回転整列を伴う励起回転バンド（S-バンド）への転移過程を多体論的に記述する試みを進めている。そのために、自己無撞着集団座標（SCC）の方法の新しい定式化を行った。この定式化では、SCCの方法に基づいて定義した基底回転バンド→透熱的（diabatic）基底バンドを出発点にする。始めに、この透熱的基底バンドに立脚した準粒子を用いて乱雑位相近似（RPA）の計算を実行し、残留相互作用の影響とバンドの内部構造の安定性を調べた。さらに、不安定化に最も寄与する回転整列のRPAモードが成長した大振幅モードをSCCの方法の新しい定式化によって定義し、その振幅の4乗までの近似で残留相互作用の寄与を正しく取り込んで基底回転バンドを記述する試みを行った。数値計算を実行して、回転バンドの交差の直前で振幅の4乗項の寄与が本質的役割をはたしていること、特に、振幅が少し増大すると大振幅モードは不安定化することを明らかにした。さらに4乗項の分析を行い、この大振幅モードが常に集団回転とは独立した自由度として保たれていることからの寄与、大振幅モードへの他のRPAモードの繰り込みからの寄与の重要性を示した。同時に、振幅の4乗までの近似の不充分さをも示した。

【5】原子核集団運動の非線型理論（橋本幸男）

橋本は、坂田文彦、岩澤和男（東大核研）及び大学院生の成井昭夫らと共同で、時間依存ハートレーフォック（TDHF）相空間の構造を調べた。原子核の分裂・融合等のように形が大きく変化する大振幅集団運動に際しては、核の内部構造が激しく変化する。その過程は、平均場描像では、核子の軌道の構造および配位の変化で表わされる。問題は、自己無撞着である原子核の大振幅集団運動が、どのような配位をどのような機構で移ることによって実現されるかである。我々は、密度依存有効相互作用（スキルム力、BKN力）を用いたハートレーフォック（HF）及びTDHFのコードを用いて、TDHF軌道に大きな影響を持つHF解の分布を見いだす方法を開発した（trajectory referred (TR) method）。この方法によって、拘束条件付きのHF方程式の解から出発したTDHF軌道を、対応するHF解で分類することが出来る。一般に、小振幅で低励起エネルギーの軌道にはただ一つのHF解が対応し、励起エネルギーが増すにつれて軌道が複雑になり、軌道の振る舞いを決めるHF解の個数が増えていく。その複雑なTDHF軌道も幾つかのHF解で分類することが可能となる。また、これと同時に、拘束条件付きのHFに基づくポテンシャルの上でのRPAを利用し、HF解の間のポテンシャル面の形を求める方法を定式化した。これを簡単なモデル系に適用して摂動的な計算を行い、結果を確認した。

<学位>

1. 理学博士：小野田昭

「Large Amplitude Description for Diabatic Band around Band Crossing」

2. 理学博士：田中武志

「Cranked HF Calculations with a New Algorithm Using the Gogny Force」

3. 理学博士：成井昭夫
「Study of TDHF Phase Space Structure Based on Constrained HF Method」
4. 理学博士：塩見浩之
「Nucleon Matrix Elements in QCD Sum Rule」
5. 理学修士：田中敏晶
「osp (2/2) 対称性に基づく四重項機構によるカラーの閉じ込めについて」
6. 理学修士：岡田忠之
「南部—Jona-Lasino 模型によるパイ中間子の形状因子」

<発表論文>

1. S. Kinpara and T. Kohmura
Relativistic Calculation of Two-Body Correlations in Closed Nuclei
Prog. Theor. Phys. 93 (1995), 659.
2. A. Kato, S. Kinpara and T. Kohmura
Relativistic Medium Polarization Corrections to Nuclear Meson Exchange Interactions
Prog. Theor. Phys. 94 (1995), 657.
3. S. Kinpara and T. Kohmura
Relativistic Calculation of Two-Body Correlations in Neutron-Rich Light Nuclei
Prog. Theor. Phys. 94 (1995), 1157.
4. T. Nagata, A. Kato and T. Kohmura
NN Vacuum Polarizations and Meson Exchange interactions in Finite Nuclei
Nucl. Phys. A (1996)
5. T. Hatsuda and H. Shiomi
Vector Mesons in Nuclear Medium
Nucl. Phys. A590 (1995) pp. 545-548.
6. H. Shiomi and T. Hatsuda
The pion-nucleon coupling constant in QCD sum rules;
Nucl. Phys. A594 (1995) pp. 294-310.
7. H. Kuwabara and T. Hatsuda
phi-meson in Nuclear Matter;
Prog. Theor. Phys. 94 (1995) pp. 1163-1167.
8. T. Hatsuda, S. H. Lee and H. Shiomi
QCD sum rules, scattering length and the vector mesons in nuclear medium;
Phys. Rev. C52 (1995) 3364.

9. 初田哲男

原子核における隠れた階層 -- クォークとグルオン --
日本物理学会誌, 50巻、No. 4、 (1995) pp. 284-288.

10. S. Hirenzaki, P. Fernandez de Cordoba, N. Fukunishi, D. Hirata, H. Kitagawa,
M. J. Vincente-Vacas,

(^3He , t) reactions on unstable nuclei at intermediate energies
Nucl. Phys. A587 (1995), 787-801.

11. A. Ozawa, G. Raimann, R. N. Boyd, F. R. Chloupek, M. Fujimaki, K. Kimura, H. Kitagawa,
T. Kobayashi, J. J. Kolata, S. Kubono, I. Tanihata, Y. Watanabe, K. Yoshida,

Study of the β -delayed neutron emission of ^{19}C
Nucl. Phys. A592 (1995), 244-256.

<口頭発表>

1. 香村俊武

「Relativistic Description of Nuclear Structure」
韓国物理学会 (1995年4月)

2. 香村俊武

「Relativistic Description of Nuclear Structure」
Invited Talk at Seoul University (April, 1995)

3. 香村俊武

「相対論に基づく核内核子間力」
阪大RCNP研究会 (1995年11月)

4. 香村俊武

「核内核子間相互作用における真空偏極の効果」
産業医大ワークショップ (1996年1月)

5. 香村俊武

「原子核における真空偏極と核内中間子交換力」
福井大研究会 (1996年2月)

6. 永田 毅、香村俊武

「原子核の真空偏極と繰り込み」
阪大RCNP研究会 (1995年11月)

7. 金原 進、香村俊武

「Relativistic Study of Two-Body Correlations in Nuclei」
第50回物理学会年会 (1995年4月)

8. 金原 進、香村俊武
「Relativistic Two-Body Correlations in Neutron-Rich Light Nuclei」
日本物理学会1995年秋の分科会(1995年9月)
9. T. Hatsuda
Spectral Changes of Vector Mesons in Nuclei and its Detection
through Lepton Pairs,
Invited talk at IV International Symposium on
Weak and Electromagnetic Interactions in Nuclei, WEIN '95,
(Osaka, Japan, 12-16 June, 1995).
10. T. Hatsuda
Tensor Charge of the Nucleon on the Lattice,
talk at the Australia-Japan workshop on Hadrons and Nuclei,
(Adelaide, Australia, Nov. 10-24, 1995).
11. T. Hatsuda
Tensor Charge of the Nucleon on the Lattice,
Invited talk at Internatinal workshop on spin structure of the nucleon,
(Riken, Japan, Dec. 18-19, 1995)
12. T. Hatsuda
QCD and Hadronic Matter,
Invited talk at Yukawa Institute Symposium,
(Kyoto, Japan, Dec. 22-24, 1995)
13. T. Hatsuda
Perturbative and Non-perturbative Nucleon Structure,
Invited lecture at KOSEF-JSPS Winter School on
Recent Developements in Particle and Nuclear Theory,
(21-28 Feb, 1996, Seoul, Korea)
14. 塩見浩之、初田哲男
「2点関数QCD sum rule を用いた π N結合定数の決定」
日本物理学会第50回年会
15. 桑原仁史、初田哲男
「ハドロンの有効理論によるハドロン媒質中での ϕ 中間子の性質」
日本物理学会第50回年会
16. 塩見浩之、堂井 真、初田哲男
「QCD sum rule による second class current の研究」
1995年度日本物理学会秋の分科会

17. 北川 尚、初田哲男
「QCD 和則を用いた gluon 分布関数」
1995年度日本物理学会秋の分科会
18. 北川 尚、小沢 顕
「同重核 ($A=17$) の核半径とベータ崩壊」
大阪大学核物理研究センター研究会
「不安定核の構造と反応」 (1995. 7. 12)
19. 成井昭夫、橋本幸男、坂田文彦、岩沢和男
「配位指定ハートレーフォック状態とRPA」
日本物理学会第50回年会
20. 田中武志、丸森寿夫、坂田文彦、宇根 司、小野田昭
「バンド交差領域における原子核集団回転運動の微視的記述の試み」
日本物理学会第50回年会
21. 橋本幸男、成井昭夫、岩沢和男、坂田文彦
「TDHF相空間の構造と軌道参照法」
日本原子力研究所第44回基礎科学セミナー
第3回「ハドロン多体系のシミュレーション」 (1995. 12. 19)
22. 田中武志、岩沢和男、坂田文彦
「Nonlinear Dynamics of Nuclear Rotation」
1995年度日本物理学会秋の分科会