

2002年度原子核三者若手 D.C.Abstract集

2002年度 三者センター校 京都大学

目次

1	素粒子パート	3
1.1	浜中 真志：東京大学大学院 理学系研究科 素粒子論研究室 (D3)	3
1.2	太田 俊彦：九州大学素粒子論研究室 (D3)	4
1.3	吉田 健太郎：京大人環 素粒子論研究室 (D3)	4
1.4	東 武大：京都大学 理学部物理学第二教室 素粒子論研究室 (D2)	5
1.5	西川 美幸：東京大学理学系研究科 (D2)	6
1.6	佐藤 松夫：大阪大学素粒子論研究室 (D2)	6
1.7	瀬波 大土：京都大・工・(D2)	7
1.8	手塚 謙一：千葉大学自然科学研究科 素粒子論研究室 (D2)	7
1.9	石塚 由美子：北海道大学理学研究科 (D1)	8
1.10	金森 逸作：北海道大学素粒子論研究室 (D1)	8
1.11	倉知 昌史：名古屋大学理学研究科素粒子論研究室 (D1)	9
1.12	佐々木 千尋：名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子論研究室 (D1)	10
1.13	下野 祐典：北海道大学 (D1)	11
1.14	小橋 有子：お茶の水女子大学 素粒子研究室 (D1)	11
2	原子核パート	12
2.1	中村 聡：大阪大学 (D3)	12
2.2	東山 幸司：埼玉大 (D2)	12
2.3	佐々木 潔：東大 (D2)	13
2.4	石塚 知香子：北大 (D1)	14
2.5	黒河 千恵：北大 (D1)	14
2.6	小林 将人：京大 (D1)	14
2.7	北沢 正清：京大 (D1)	14
2.8	兵藤 哲雄：RCNP(M2)	15
2.9	高原 悠 (はるか)：大阪市大 (M2)	16
2.10	大西 陽一：阪大理 (M2)	16
2.11	一瀬 昌嗣：北大 (M2)	16
2.12	船木 靖郎：京大 (M2)	17
2.13	永田 桂太郎：RCNP(M1)	17

1 素粒子パート

1.1 浜中 真志：東京大学大学院 理学系研究科 素粒子論研究室 (D3)

D ブレイン系のゲージ理論的解析

D ブレインは弦理論のソリトンであり、その非摂動的側面の解明に重要な役割を果たす。D ブレインの解析手段としてはさまざまなものがあるが、D ブレイン上に誘起されるゲージ理論からのアプローチは時に非常に有効である。最近の目覚ましい例としては、Solution Generating Technique (SGT) というゲージ理論の手法により、弦の場の理論の有効理論の厳密解が構成され、タキオン凝縮により不安定な D ブレインがより低い次元の D ブレインに崩壊するという Sen の予想が検証された、というものがある。(解説として [1] などがある。) 特に D0-D4 ブレイン系は、ADHM 構成法といったゲージ理論の美しい結果を有効に用いることができる。(解説として [2] がある。) SGT は ADHM 構成法から自然に導出される [3].

D ブレインの散乱問題もゲージ理論から取り扱うことができる。私は大阪大学の今泉康行氏、太田信義氏と共同で、背景に B 場が入った D0-Dp ブレイン系の D0 ブレインの低エネルギー散乱を調べた [4]. モノポール散乱などで有名な Manton のアイデアを用いることにより、2 つの D0 ブレインの散乱角の衝突パラメータ依存性を調べ、特に D0-D4 ブレイン系に関しては解析的に厳密に取り扱うことに成功した。現在はその量子論的取り扱いについて考えている。

さらに D ブレイン系の T-duality を記述することも可能である。私は東大数理の梶浦宏成氏と共同で、p 次元トーラスに巻き付いた D0-Dp ブレイン系のゲージ場に対する T-duality 変換を見出した [5]. (p が 4 の場合は、Nahm 変換として知られている変換と一致する。) また、具体的な解に対してその変換を施し、ゲージ群のランク (Dp ブレインの枚数) とソリトンチャージ (D0 ブレインの数) が入れ替わることを確かめた [2, 5]. 現在はその非可換化に取り組んでいる。非可換パラメータの変換性の比較が興味深い。

D0-D4 ブレイン系はとりわけ扱いやすい系であるが、それを次元還元した系の (ゲージ) 場の理論的考察も非常に重要なテーマである。D0-D4 ブレイン系は BPS 状態であり、4 次元自己双対方程式で記述される。この自己双対方程式はさまざまな状況で適当な次元還元を行うと、さまざまな重要な可積分方程式を生み出すことが知られている [6]. この一連の現象に D ブレイン解釈を与えることは、D ブレイン系の次元還元のメカニズムを考える上でも意義深いものであろう。また D0-D4 ブレイン系の背景に B 場を導入することは、4 次元自己双対方程式を非可換化することと等価であるが、その系の次元還元から新しい可積分方程式 (非可換可積分方程式) が得られることも期待される [7]. 可積分性を保ったまま方程式を非可換化するのは自明なことではなく、可積分系研究の新しい地平を切り開く可能性が秘められている。

以上の成果を博士論文にまとめる予定である。

参考文献

- [1] 浜中 真志, “Recent developments in non-commutative gauge theory,” 素粒子論研究 104-5 (2002-2) E27, 2001 年 7 月の基研研究会「場の量子論 2001」のプロシーディング.¹
- [2] 浜中 真志, 『ADHM/Nahm 構成法とその双対性』, 素粒子論研究 (掲載予定).
- [3] M. Hamanaka, Phys. Rev. D **65** (2002) 085022 [hep-th/0109070].
- [4] M. Hamanaka, Y. Imaizumi and N. Ohta, Phys. Lett. B **529** (2002) 163 [hep-th/0112050].
- [5] M. Hamanaka and H. Kajiura, *to appear*.
- [6] L. J. Mason and N. M. Woodhouse, *Integrability, Self-Duality, and Twistor Theory* (Oxford UP, 1996) [ISBN/0-19-853498-1].
- [7] K. Toda, “Extensions of soliton equations to non-commutative (2 + 1) dimensions” talk given at the workshop on “Integrable Theories, Solitons and Duality.”

¹ 私が書いた記事については、私のホームページ [http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~hamanaka] にも置かれております。

長基線ニュートリノ振動実験で観測出来るもの。

次世代ニュートリノ振動実験で実現可能な観測の提案、及びその解析手法の確立について。これまでの研究は、

1. 地球内物質とニュートリノビームの相互作用、特に密度分布効果の取り扱い。[1]
2. CP 及び T 非保存性の観測について最適な実験設定の提案。[2, 3]
3. exotic interaction の観測可能性。[4, 5]

参考文献

- [1] T. Ota and J. Sato, Phys. Rev. **D63** (2001) 093004.
- [2] M. Koike, T. Ota, and J. Sato, Phys. Rev. **D65** (2002) 053015.
- [3] T. Ota, J. Sato, and Y. Kuno, Phys. Lett. **B520** (2001) 289.
- [4] T. Ota, J. Sato, and N. Yamashita, Phys. Rev. **D65** (2002) 093015.
- [5] T. Ota and J. Sato, hep-ph/0202145

1.3 吉田 健太郎：京大人環 素粒子論研究室 (D3)

Supermembrane on the PP-wave Background*

最近、PP-wave 背景上の弦理論が非常に注目を集めている。その理由の一つは、PP-wave 上の弦理論は、Green-Schwarz 形式の光円錐ゲージ固定を用いて、厳密に解けることが示されたことにある。特に、PP-wave 背景は平坦ではなく曲がっているため、PP-wave 上の弦理論の解析は、難しい問題である曲がった空間上の弦理論への大きな手掛かりを与えると期待できる。また、PP-wave 背景は $AdS_m \times S^m$ 背景の Penrose limit として得ることもできるが、この事実を用いて AdS/CFT 対応を超重重力理論に落さず弦理論のレベルで議論できる [1]。更に、文献 [1] では、11 次元 PP-wave 背景上の行列模型 (Berenstein-Maldacena-Nastase (BMN) 行列模型) が提唱されている。PP-wave 背景の寄与により、平坦空間上の Banks-Fischler-Shenker-Susskind (BFSS) 行列模型の作用に加えてボソンとフェルミオンの質量項および Myers 項が余分に生じる。質量項の存在により四次ポテンシャルの平坦方向が消失するため BFSS 行列模型と異なり、量子論的な超膜の一体系は安定だと考えられる。

我々は、この行列模型を 11 次元超膜理論の立場から研究している [2, 3]。BMN 行列模型の作用は 11 次元超膜理論の作用から出発し、de Wit-Hoppe-Nicolai の手法に従って有効作用を求め、行列正規化の手続きを経ることにより再構成できる。特に、我々は PP-wave 上でも平坦の場合と同様に超膜理論と行列模型の SUSY 代数が一致することを示した。そして、平坦な背景で現れる中心電荷項 (ブレインチャージ) 以外に PP-wave の場合には更に項が生じることを示した。更に、BPS 条件式を SUSY 代数の階数の条件から求め、回転している 1/4 BPS ブレイン解の条件式を得た。この解のブレインチャージと角運動量は等しくなり、この結果は AdS 空間の物理で知られる stringy exclusion principle を反映している。更に、PP-wave 上における開いた超膜が端を持てる超平面についても考察をした。

* この研究は京大総人 杉山勝之氏との共同研究です。

References

- [1] D. Berenstein, J. Maldacena and H. Nastase, “*Strings in flat space and pp waves from $\mathcal{N} = 4$ Super Yang Mills*”, JHEP **0204** (2002) 013, hep-th/0202021.
- [2] K. Sugiyama and K. Yoshida, “*Supermembrane on the PP-wave Background*”, hep-th/0206070.
- [3] K. Sugiyama and K. Yoshida, “*BPS Conditions of Supermembrane on the PP-wave*”, hep-th/0206132.

1.4 東 武大: 京都大学 理学部物理学第二教室 素粒子論研究室 (D2)

large N reduced model による重力相互作用の記述

現在、超弦理論の構成的定義 (即ち、摂動論に依らない定式化) は、large N reduced model によってなされるであろうと信じられている。これは理論を $N \times N$ エルミート行列によって記述し、large N の極限において弦理論を再現するという考え方のことである。この考え方の拠り所となるのが、1980 年代後半に行なわれた 1 次元以下の時空の bosonic string を行列によって記述し、経路積分を厳密に計算することに成功した一連の仕事である。

こうした見地に立って様々な行列模型による超弦理論の構成的定義が提唱されているが、その中でも最も成功していると考えられているのが、石橋・川合・北沢・土屋による IIB 行列模型である。IIB 行列模型では、時空は物質場とともに $N \times N$ エルミート行列の自由度の一部として解釈されている。また、IIB 行列模型は $\mathcal{N} = 2$ 超対称性を持つなど、重力相互作用を記述する上での本質的な性質を兼ね備えているが、IIB 行列模型は平坦な非可換空間の古典解しか持ち得ない。従って曲がった空間のまわりでの摂動論ができず、曲がった空間の物理を記述する上で困難を伴うものである。こうした問題点を克服するための一つの立場として、IIB 行列模型の更なる一般化が必要であるとする考え方がある。

そのためには大きくわけて次の二つの方針がある。一つは $N \times N$ の行列を微分演算子と見做すことで [2][3]、一般座標変換不変性及び局所ローレンツ不変性がより見やすい行列模型の定式化を目指す方向である。IIB 行列模型は $so(9, 1)$ ローレンツ対称性と $u(N)$ ゲージ対称性が分離した対称性を持っていたが、時空は $u(N)$ 行列によって表わされることから座標に依存したローレンツ対称性を定式化するためには、両者の対称性の混ざった、より対称性の大きい模型を考える必要がある。特に [3] では、こうした方針で低エネルギーの極限で type IIB 超重力理論になるような行列模型の定式化を目指した。

もう一つの方向性は、IIB 行列模型の作用に Chern-Simons 項や負の質量項を付け加えることによって曲がった空間の古典解を持つような模型を構築することである [1][4]。そこで、曲がった空間の簡単な例として、fuzzy sphere を古典解として持つような行列模型の定式化及びその古典解の安定性に関する議論を行なう。後者の方針は一般の曲がった空間の記述には程遠いものの、行列模型によって重力相互作用を記述する可能性を示唆する上で重要な役割を果たすものと思われる。

References

- [1] S. Iso, Y. Kimura, K. Tanaka and K. Wakatsuki, “Noncommutative gauge theory on fuzzy sphere from matrix model,” Nucl. Phys. B **604**, 121 (2001) [hep-th/0101102].
- [2] T. Azuma, S. Iso, H. Kawai and Y. Ohwashi, “Supermatrix models,” Nucl. Phys. B **610**, 251 (2001) [hep-th/0102168].
- [3] T. Azuma and H. Kawai, “Matrix model with manifest general coordinate invariance,” Phys. Lett. B **538**, 393 (2002) [hep-th/0204078].
- [4] T. Azuma and M. Bagnoud, “Curved-space classical solution of a massive supermatrix model,” in preparation

必要最小限の仮定に基づく量子重力理論の構成

address: nisikawa@hep-th.phys.s.u-tokyo.ac.jp , HP: http://nisimiyu.net

繰り込みと真性特異点

昨年に引き続き、必要最小限の仮定に基づく量子重力理論の構成へ向けて研究を行っている。現在までのところ最もこの目的に合致するのは、おそらく Steven Weinberg の論文 [1] であろう。これによれば時空の曲がりを仮定しなくても Einstein 方程式を導けて、重力子を特別扱わない。

ところで、通常の次元勘定において運動量は次元 1 である。しかし真性特異点などでは n 回微分した後の冪が n 下がらないから、微分演算子の次元というのは作用する対象が明示されない限り意味を持たない。理論はこのような必然的に含まれる曖昧さに敏感であってはなるまい。

時間に依存しない球対称な $U(1)$ ポテンシャル $A^\mu := (\phi(r), 0, 0, 0)$ に対して、相対論的 Schrödinger 方程式の球対称部分は

$$\begin{aligned} \left[-\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{d}{dr} \right) + \frac{l(l+1)}{r^2} \right] y &= \frac{(E - e\phi)^2 - m^2 c^4}{\hbar^2 c^2} y \\ &=: -V(r)y \end{aligned} \quad (1)$$

となる。ここでは、(1) をみたく少なくとも 1 つの C^2 級固有関数 $y(r)$ が存在するとき、その時に限り $V(r)$ をポテンシャルと呼ぶことにする。そして可能なポテンシャルの特異点を分類した。1 次元なら $y''/y = V(r)$ だから、重要なのは y 自身ではなく比 y''/y である。(論文で定義した) 演算について閉じた真性特異点の一般形を構成し、あり得るポテンシャルの冪や符号を分類した。遠/近距離極限で結果は各々約 10 通りあり、空間次元が 1 以上 3 以下か否かによってかなり異なる。量子重力や繰り込みへの応用について述べた。またこのように Lipschitz 連続でない場合は一般に微分方程式の解の一意性も保証されないから、ゲージ不定性の起源とも関係がある。特に、標準理論において $U(1) \times SU(2)$ が統一されなければならないことが、重力を無視すれば Higgs 機構や実験事実を仮定しなくても導けると思われる。

参考文献

[1] S. Weinberg, Phys. Rev. **133** (1964), B1318; Phys. Rev. **134** (1965), B882; Phys. Rev. **138** (1965), B988; Phys. Rev. **181** (1969), 1893.

[2] Miyuki Nishikawa, preprint hep-th/0110095; hep-th/0202086 ほか。

御質問、共同研究のお誘いなどありましたら、お気軽に nisikawa@hep-th.phys.s.u-tokyo.ac.jp までどうぞ! <http://nisimiyu.net> も開設しました。

1.6 佐藤 松夫:大阪大学素粒子論研究室 (D2)

非可換ヤンミルズ理論のホログラフィ的繰り込み群

近年様々な観点から確かめられている AdS-CFT 対応は、B 背景中のプレーン系に Seiberg-Witten 極限をとったときの bulk の重力系と boundary の非可換場の理論との対応に拡張できる。超重力理論において境界を持つ古典解を作用に代入したものを場の境界値の汎関数とみなしたものと、その場の境界値を源とする非可換場の理論の分配関数が一致するという対応を用いて非可換場の理論の相関関数の性質について調べた。特に非可換場の理論に対応する古典解を背景にもつ IIBSUGRA の作用を 5 次元作用に reduction し、重力系の正準形式である ADM 分解を行って拘束条件を得た。特にハミルトニアン拘

束条件の dual は、非可換場の理論の繰り込み群方程式と解釈される。この研究は土屋麻人氏との共同研究に基づくものである。

1.7 瀬波 大士:京都大・工・(D2)

Flat manifold leptogenesis

観測事実と非常によくあうように元素合成を説明するためには、宇宙初期にバリオン数の非対称が存在しなくてはならない。このバリオン数非対称は、スファレロン過程を考慮に入れるとインフレーション終了後から電弱相転移までの間にレプトン数の非対称を作り出していたらよいとわかる。そのレプトジェネシスのシナリオとして、フラットマンifoldレプトジェネシス [1, 2] を提案している。フラットマンifoldレプトジェネシスとは、一次元のフラットディレクションを用いるアフレック・ダイン機構 [3] を多次元のフラットマンifoldに拡張したものである。二つ以上の互いに抵触しないフラットディレクションが何らかの対称性により同程度にフラットであるなら、それらはフラットマンifoldとなるのが自然である。その場合に一次元の場合と比べてどのような変化が生じるかについて調べている。

このフラットマンifoldレプトジェネシスで 1 次元の場合と異なる点として、

- fluctuating asymmetry の存在
- 4 乗項から与えられる高いスケールでのコヒーレント振動

がある。

fluctuating asymmetry の生成機構の詳しい説明は文献 [1, 2] に譲るが、この fluctuating asymmetry はインフレーション終了後すぐに存在する非対称である。そのため、thermal effect は一次元の場合に深刻に非対称を抑制してしまうが、フラットマンifoldレプトジェネシスでは非対称を固定する役目を果たすだけであるとわかる。その意味で 4 乗項が thermal effect のどちらかが適切な時期に非対称生成をとめるので、フラットマンifoldレプトジェネシスにおいては thermal effect は協調的な役割を果たすのである。

また、thermal effect や 4 乗項のコヒーレント振動は一般的に高いスケール ($\gg m_{3/2}$) であり、このスケールで非対称生成は完了するので、一次元的なアフレック・ダイン機構の場合と異なりフラットマンifoldの場合では、低エネルギーでの超対称性の破れ方によらずに非対称を生成できるという利点もある。

現在、このフラットマンifoldバリオン・レプトジェネシスをさまざまな模型の場合において研究を行っている。

参考文献

- [1] M. Senami and K. Yamamoto, hep-ph/0205041.
- [2] M. Senami and K. Yamamoto, Phys. Lett. **B524** (2002) 332.
- [3] I. Affleck and M. Dine, Nucl. Phys. **B 249** (1985) 361; M. Dine, L. Randall and S. Thomas, Nucl. Phys. **B 458** (1996) 291.

1.8 手塚 謙一:千葉大学自然科学研究科 素粒子論研究室 (D2)

Non-Commutative Geometry and Quantum Groups

Recently non-commutative spacetime attracted much attention from both theoretical and phenomenological points of view. Especially in string theory, there are a great deal of studies for non-commutative descriptions of D-branes which are translated into the commutative description by the Seiberg-Witten map. The NS B field which is coupled with open strings has a close relationship to spacetime non-commutativity. The end points of an open string with the NS B field background become non-commutative (See the review article [1] which is a part of the master thesis submitted to Chiba University.). In the article [2] I have obtained the exact form of the Dirac bracket of a membrane with a 3-form field background by using canonical transformations. The open membrane has end strings with a non-commutativity which depends on the canonical momentum.

We can construct a kind of non-commutative space by replacing the Poincare algebra with a q -deformed algebra (a Hopf algebra, which corresponds to a quantum group). This is called the κ -Minkowski space. Drinfeld and Jimbo have found a method to construct a q -deformed algebra with respect to any simple Lie algebra. However the Poincare algebra is not simple Lie algebra, then we cannot use the Drinfeld-Jimbo method. It is well known that the Poincare algebra is realized by the contraction of the AdS algebra which is simple. The procedure is advocated by Lukierski et. al. In the q -deformed Poincare algebra, the 3-dimensional rotation is not modified. The κ -Minkowski space is one of the candidate for a theory of cosmic rays with extremely high energy above the GZK (Greisen-Zatsepin-Kuzmin) cutoff. If we consider the interaction between extremely high energy cosmic rays and CMB photons, particles with energy which is larger than 7×10^{19} eV from distant sources cannot reach the Earth. In the κ -Minkowski space, extremely high energy cosmic rays can reach the Earth.

References

- [1] K.-I. Tezuka, "Relations between non-commutative and commutative spacetime", hep-th/0104059.
- [2] K.-I. Tezuka, "Poisson brackets, strings and membranes", to appear in EPJC, hep-th/0201171.

1.9 石塚 由美子：北海道大学理学研究科 (D1)

量子ホール系の相構造の研究

非相対論的な場の理論を用いて、垂直磁場中の二次元電子系 (量子ホール系) の相構造を研究している。量子ホール系では磁場の強さと電子密度の割合 (ランダウ準位の占有率) によって様々な相が現れる。電子間の相互作用を無視したときの電子の運動エネルギーがサイクロトロンエネルギーだけ離れたランダウ準位に量子化されることから、ランダウ準位の占有率という量が系の振る舞いを大きく左右すると考えられる。特に電子間の相互作用の効果が現れるのはランダウ準位の占有率が分数になるときであり、実験結果からも興味深い振る舞いが指摘されている。

電子間の相互作用を含んだだけで多様な相が現れるだけでも面白いが、振る舞いの異なるいくつかの相が「一定の規則に従う系統だった分数のランダウ準位の占有率」で起ることは非常に興味深い。本研究は各相のもつ対称性に着目して各相の性質を調べるとともに、量子ホール系全体の相構造を明らかにすることを目的としている。我々の研究によってこれまでに量子ホール系の持つ対称性変換の生成子同士の代数から、空間の対称性の自発的な破れが相毎の性質と深く関係することが分かってきている。現在は並進対称性が破れた場合の低エネルギー定理について考察を進めている。

1.10 金森 逸作：北海道大学素粒子論研究室 (D1)

格子上の非可換微分形式を用いた Dirac-Kähler フェルミオン

空間を格子にして場の理論を記述することは、発散を正則化する方法の一つである。また、非摂動的に理論を記述できる、数値的に扱える、といった利点がある。成功例に、QCD でのハドロンの質量の計算や 2 次元量子重力がある。野心的なことをいえば、格子は重力を含む統一理論の弦理論とは別のアプローチになるかも知れない。しかし、何でも格子で記述できるわけではない。格子を用いることで (とくに有限な格子間隔では) 連続な空間で持っていた性質のいくつかを壊してしまう。

その一つに、微分のライプニッツ則がある。したがって微分形式といった幾何学の道具は、一見格子には適用できないように見える。しかし、微分形式と関数の間に非可換性を導入することで、ライプニッツ則と冪ゼロ性 ($d^2 = 0$) を満たす微分が定義できることが知られている。そのような微分を用いたのが格子上の非可換微分形式である。これを用いれば、連続な空間で記述された理論を格子で記述するのが容易になると期待できる。とくに、有限な格子間隔での対称性の記述に利用できる。実際、格子ゲージ理論、すなわちゲージ対称性が再現できることが知られている。

我々は、これを Dirac-Kähler(D-K) フェルミオンに適用した。また D-K フェルミオンの記述に必要な ∇ 積を、結合則を保ったまま格子上で定式化することに成功した。

Dirac-Kähler フェルミオンは、微分形式を用いたフェルミオンで、曲がった空間でも平らな空間でも知られている。一方、平らな空間での格子フェルミオンはいくつか知られているが、その一つに staggered フェルミオンがあり、連続極限で D-K フェルミオンと一致することが知られている。従来この対応は、staggered フェルミオンの連続極限として示されており、staggered フェルミオンを予め知っている必要があった (staggered \rightarrow D-K)。しかし我々は、格子上の非可換微分形式を用いることで連続理論 (D-K フェルミオン) から直接 staggered フェルミオンを導いた (D-K \rightarrow staggered)。

曲がった空間での格子フェルミオンは、2 次元を除けば知られていない。曲がった空間での D-K フェルミオンが格子上でどう記述されるかも知られていない。さらに、平らな空間であっても正方格子以外の格子 (三角格子など) では D-K フェルミオンがどうなるかも知られていない。我々の手法を用いれば、曲がった空間での格子フェルミオンの定式化につながるかも知れない。また、今回定義に成功した ∇ 積を用いることで、 ∇ 積を用いた他の理論も格子上で定式化できると考えている。今回はフェルミオンに格子上の非可換微分形式を用いたが、ボソンとフェルミオンを一緒にして SUSY に用いることはできないかとも考えている。

本稿は、河本昇氏 (北大理) との共同研究に基づいている。

参考文献

- [1] 金森 逸作 “非可換微分形式を用いた格子上での Dirac-Kähler フェルミオン” 素粒子論研究 (Vol.105 No.5, to appear)
- [2] I.Kanamori and N.Kawamoto, to appear

1.11 倉知 昌史 : 名古屋大学理学研究科素粒子論研究室 (D1)

Vector Meson Mass in Large N_f QCD from Bethe-Salpeter Equation

本研究は large N_f QCD における vector meson の質量を、homogeneous Bethe-Salpeter (HBS) 方程式を数値的に解くことにより求めるものである。

通常、QCD の running coupling constant は低エネルギー領域で発散するが、2-loop 近似における large N_f QCD には IR fixed point が存在し、running coupling constant は全エネルギー領域において有限の値をとることが知られている。このため、 N_f が、ある値 (N_f^*) より小さいときには、QCD の非摂動的な効果によりカイラル対称性が自発的に破れるが、 N_f がこの N_f^* より大きくなると、coupling

constant の値がこの破れを引き起こすほど十分に大きくなれず、カイラル対称性の回復が起こると期待されている。

Hidden Local Symmetry を用いた有効理論により、vector meson の質量はこのカイラル対称性の回復とともに 0 に近づくことが示されている。しかし、quark、gluon を直接扱う理論で vector meson の質量がどのように振る舞うかはこれまでに調べられていない。本研究では QCD を直接取り扱い、vector meson の質量がカイラル相転移とともに 0 に近づくことを示す。

HBS 方程式を解く際には improved ladder 近似を用い、方程式中に現れる fermion propagator には、これと同じ improved ladder 近似における Schwinger-Dyson (SD) 方程式の解を用いる。これは、できるだけカイラル対称性をあらわに破らないように計算を行うためである。一般に HBS 方程式において質量が 0 でない meson を扱う場合、複素数 momentum に対する fermion propagator が必要となり、計算が困難になる。しかし、本研究では複素平面上における SD 方程式の取り扱いについて触れた上で、HBS 方程式に SD 方程式の解としての fermion propagator を導入している。これは、large N_f QCD の 2-loop running coupling が解析的であるために実行できることである。

本研究は、QCD の性質に関する何らかの情報を得るきっかけになることを期待する一方で、Composite Model といった標準模型を越えるようなモデルの構築も念頭においている。例えば、ゲージ粒子を fermion-antifermion の boundstate とみなすようなモデルは、flavor の大きな QCD-like な理論で記述される可能性があるので、boundstate としての vector meson の性質に関する本研究はとても重要な役割を果たすと考えている。

1.12 佐々木 千尋：名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子論研究室 (D1)

The Vector and Axial-Vector Susceptibilities and Effective Degrees of Freedom in the Vector Manifestation

M. Harada^(a), Y. Kim^(a), M. Rho^(b) and C. Sasaki^(c)

(a) *Seoul National Univ.* (b) *CEA/Saclay* (c) *Nagoya Univ.*

低エネルギーの QCD において重要な特徴の一つであるカイラル対称性の自発的破れは、高温、高密度で回復すると考えられている。現在 RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) では、核子当たり 200 GeV まで加速した金の原子核を正面衝突させ QGP (Quark Gluon Plasma) を検証する実験が行われており、カイラル相転移が起こると期待される。

本研究 [1] では、ハドロンセクターの転移温度付近で何が有効な自由度か、ということに特に注目した。一般に受け入れられているのは、転移温度付近では pions (とそのパートナーであるスカラー中間子)のみというシナリオである。しかし、最近提案された Vector Manifestation (VM) [2] によれば pions と massless vector mesons が有効な自由度であると考えられる。VM では臨界点で pions と massless vector mesons がカイラルパートナーを組むことにより対称性が回復する。この点で VM は良く知られた線形シグマ模型的な回復とは全く異なった realization pattern である。VM は初め large N_f QCD で示され [2]、続いて有限温度、密度系においても示された [3,4]。これら可能なシナリオのうち、どれが正しいのだろうか？ そのためには lattice measurements と矛盾しないことが必要である。本研究では構成子クォークの自由度も取り入れ VM の描像に基づいて、vector と axial-vector channel の感受率 $\chi_{V,A}$ 、pion 崩壊定数の時間と空間成分 $f_\pi^{t,s}$ 、媒質中での pion の速度 v_π を調べた。その結果は以下の通りである：(1) 転移温度で χ_A と χ_V は等しく、ゼロでない値を取る： $\chi_A(T_c) = \chi_V(T_c) \neq 0$ 、(2) f_π^t と f_π^s は同時にゼロになる： $f_\pi^t(T_c) = f_\pi^s(T_c) = 0$ 、(3) v_π は真空中での値に回復される： $v_\pi(T_c) = 1$ 。ここで得られた結果は、通常の pions のみの場合とは全く異なる [5]。Ref. [5] では lattice result $\chi_V(T_c) \neq 0$ を説明するために non-local term の必要性を結論している。一方、VM に基いた立場では pions の他に massless vector mesons の自由度も要求される。従って、カイラル対称性の回復から満たされるべき $\chi_A(T_c) = \chi_V(T_c)$ と lattice result との consistency $\chi_V(T_c) \neq 0$ は、VM の描像により自然に理解する

ことができる。

References

- [1] M. Harada, Y. Kim, M. Rho and C. Sasaki, arXiv:hep-ph/0207012.
- [2] M. Harada and K. Yamawaki, Phys. Rev. Lett. **86**, 757 (2001).
- [3] M. Harada and C. Sasaki, Phys. Lett. B **537**, 280 (2002).
- [4] M. Harada, Y. Kim and M. Rho, Phys. Rev. D, in press.
- [5] D, T. Son and M. A. Stephanov, Phys. Rev. Lett. **88**, 202302 (2002); arXiv:hep-ph/0204226.

1.13 下野 祐典：北海道大学 (D1)

背景場 B のある曲がった時空中の D -brane 低エネルギー有効理論と 非可換ゲージ理論

2 階反対称テンソルの背景場 B が D -brane 上にかかっている場合の低エネルギー有効理論を考えると、この場合、座標 X は非可換になる。特に時空が平坦な場合は Moyal 積と呼ばれる非可換な積を用いて表される非可換ゲージ理論となることが知られている。

また、非摂動的超弦理論の定式化として注目されている行列模型では、平坦な時空での古典解の周りで量子的揺らぎを展開する事で、これからも Moyal 積を用いて表される非可換ゲージ理論が導かれる。

B 場がかかっている D -brane の有効理論は、平坦な時空の場合については詳しく調べられているが、曲がった時空の場合についてはまだ良くわかっていない。しかし、曲がった時空での D -brane 低エネルギー有効理論の解析は、行列模型を考えていくのにも役立つと考えられる。そこで、曲がった時空中で、2 階反対称テンソル場 B がかかっている D -brane の低エネルギー有効理論を考えていくことにする。

今回の発表では、MC1 を対象と考え、弦理論の基本的な部分から出来るだけ詳しくフォローしていきたいと思っている。

1.14 小橋 有子：お茶の水女子大学 素粒子研究室 (D1)

行列模型による量子ホール効果の記述

< 研究目的 >

これまで弦理論は様々な形で議論され、発展を遂げてきた。異なる模型間の対応について調べられたり、または一つの模型でも様々な異なった視点から記述されるものもある。その中でも「量子ホール効果」は比較的新しい分野で、最近になって研究が活発になりつつある。また物性の分野でもその性質はよく研究されていて、数々の実験データが残されている。一方、弦理論はエネルギーがプランクスケールといった高エネルギー領域に位置しており、現時点の実験設備では到底検証がされないだろうと思われる。そこで弦理論のうちの理論の一つである「行列模型」が量子ホール効果で記述される事を通して間接的に弦理論の整合性を確かめる事を目的としている。

< これまでの研究の成果・概要 >

量子ホール効果は、強磁場中を電荷を持って流れる 2 次元の流体系によって記述できる。この系は流体を構成する粒子のラベルの張替えに対応する変換である、Area Preserving Diffeomorphism (APD) に関する対称性を持つ。また量子ホール系は一方、非可換 Chern- Simons (CS) 理論と等価である事が知られていて、CS 指数 (Chern- Simons 作用の係数) が n のとき、占有率が $\frac{1}{n}$ のラフリン理論と等価であるが、最近になってこの理論は更に、弦理論の $D0$ プレーンを記述する行列模型に類似した行列模型と等価になることが、Susskind によって明らかにされた。

この時、擬ホール若しくは擬粒子の一方のみが存在する場合の、無限行列に対する古典解のみ求められ

ていたが、我々はこの理論を、擬ホールと擬粒子を同時に生成する Exciton 解を含むように拡張し定式化をすることに成功した。擬ホールと擬粒子は互いに異なる電荷を持つので系のラグランジアンにクーロン相互作用項をいれた行列模型を新たに考慮する事にした。摂動による処方を用いればクーロンポテンシャルが存在する場合にも対応できることから、我々はこの模型を用いて Exciton 解の分散関係を求める事に成功した。我々の求めた分散関係の大まかなグラフ（エネルギーを縦軸、Exciton の運動量を横軸）を描いてみたところ、エネルギーが安定つまりホールと電子間の距離が安定になる点が存在する事がわかった。この事は量子ホール系の、ウィグナー結晶の相転移と関連している事が示唆できた。

2 原子核パート

2.1 中村 聡：大阪大学 (D3)

重陽子におけるニュートリノ反応

現在、Sudbury Neutrino Observatory (SNO) において太陽ニュートリノ検出実験が進行中である。SNO ではニュートリノ-重陽子 ($\nu - d$) 反応を用いてニュートリノ検出が行われ、その解析には反応断面積の理論値が不可欠となる。

我々は $\nu - d$ 反応における荷電、中性電流による過程に対し、中間子交換模型を用いた交換電流を採り入れた研究を行った [1]。この研究結果は SNO の荷電電流反応の実験データ解析に用いられ、スーパーカミオカンデに続く世界で 2 例目のニュートリノ振動の証拠を得る上で重要な役割を果たした [2]。

最近我々は $\nu - d$ 反応の先の研究 [1] を、交換電流の改良とパラメータを最新の値に更新することで発展させた [3]。SNO はこの更新された理論値を用いて荷電・中性電流反応両方の実験データ解析を行い、前回より更に強いニュートリノ振動の証拠を得た [4]。また太陽ニュートリノのフレーバーの昼夜依存性からニュートリノの混合定数に制限が与えられる段階まで研究が進展している [5]。

現在我々は、最近重要性が指摘されている輻射補正を考慮した $\nu - d$ 反応の理論的取り扱いを研究している。

[1] S. Nakamura *et al.*, Phys. Rev. C **63** (2001) 034617

[2] Q. R. Ahmad *et al.*, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 071301

[3] S. Nakamura *et al.*, Nucl. Phys. **A707** (2002) 481

[4] Q. R. Ahmad *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89** (2002) 011301

[5] Q. R. Ahmad *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89** (2002) 011302

2.2 東山 幸司：埼玉大 (D2)

核子対模型によるカイラルバンドの研究

カイラルバンドは 3 軸非対称変形をした原子核のコア (陽子数、中性子数共に偶数) の角運動量と、陽子 1 個と中性子 1 個が持つ 2 つの角運動量を合成した時に、回轉變換不可能な 2 つの組み合わせのスピが生じることからきている。実験的には、それぞれに対応した、右手系と左手系に分けられるほぼ縮退した 2 つのバンドの対が現れると予言されていた。近年、それを示唆する実験結果が数多く得られている。

この現象について、我々は殻模型を簡約化した模型である $SD+1$ 粒子対模型を用いて研究を行っている。 SD 対模型は全殻模型空間を集団運動的な核子対 S 対 (角運動量 0) と D 対 (角運動量 2) で作られる空間に制限し、殻模型計算を行う模型であり、 $SD+1$ 粒子対模型は SD 対で作られる空間に 1 つの核子を加えたものと理解できる。

今回は、この模型を用い質量数 130 領域の現実的な核のエネルギーレベルを再現し、計算で得られた波動関数の解析を行ったので、その報告をする。

2.3 佐々木 潔：東大 (D2)

最大エントロピー法を用いた格子 QCD 数値実験による核子励起状態の研究

QCD からハドロン質量スペクトルを正確に再現する試みは、格子 QCD 数値実験において最重要な課題の一つとしてこれまで精力的に研究が行なわれ、クエンチ近似においてハドロン基底状態質量を 5-10% の精度で再現する事が報告されている [1]。

しかし、この基底状態に関する研究の多大な成功にもかかわらず、ハドロン励起状態に関する研究は未だ立ち後れている。これは、格子 QCD 数値実験において得られたハドロン伝搬関数のデータからハドロン質量スペクトルに関する情報を抽出する際、伝統的な解析では基底状態が優勢となる領域で exp 関数による当てはめを行なう事に起因する；

$$G(t) \propto \exp[-M_0 t] \quad (t \gg 1). \quad (2)$$

本研究は、最近の発展著しい最大エントロピー法 (MEM)[2] を用いて励起状態の情報まで含んだハドロンスペクトル関数を計算し、これによって、ハドロン励起状態の研究を行なう。

励起状態の研究を行なう動機の一つに、正負パリティの核子 ($J=1/2$) スペクトルにまつわるパズルがある。実験的に、 $J=(1/2)^-$ の基底状態 (以下、 N^*) のエネルギー準位 (1535) は $J=(1/2)^+$ の第一励起状態 (以下、 N') のエネルギー準位 (1440) より上回る事が知られている。カイラル対称性が正確に保たれているならば、正負パリティ核子の基底状態である N と N^* のエネルギー準位は縮退するので、実験的に知られているスペクトルはカイラル対称性の破れに起因しているものとも考えられる。しかし、明白にカイラル対称性を破る模型による計算では、この N 、 N^* 準位間に大きな質量差を作る事が出来るものの、 $N(939) < N'(1440) < N^*(1535)$ といったエネルギー準位の順序までは再現出来ない。この事情は、格子上 QCD の数値実験であっても、明白にカイラル対称性を破ったフェルミオンを用いている限りは変わらない。このようなパズルに対して、現状では以下のように研究が進められてきた。

1. N^* のスペクトル (1535) の再現

これまで述べてきた事から、 N^* の高いエネルギー準位を再現するためには、カイラル対称性は自発的に破れている必要がある。格子上でカイラル対称性を保ったフェルミオンの定式化として、近年、DWF(Domain Wall Fermion) による研究が盛んに行なわれているが、この DWF を用いた数値実験が N^* のエネルギー準位を再現する傾向にある事が報告されている [3]。

2. N' のスペクトル (1440) の再現

通常、粒子スペクトルは伝搬関数から exp 関数による当てはめを行なう事によって決定されるが、励起状態を決定するために exp の項数を増やすことは、数値計算を不安定にする。本研究は、MEM を用いる事でこの数値計算上の困難を回避し、 $J=(1/2)^+$ 核子の基底状態 (N)、および第一励起状態 (N') のスペクトルを計算した。その結果、基底状態に関しては、MEM の解析が伝統的な exp-fit による解析の結果と誤差の範囲内で一致し、第一励起状態に関して、 N' のエネルギー準位が N^* のエネルギー準位より低くなる可能性を示唆した。本研究は、初田・浅川・佐々木との共同研究によるものである。

[1] S.Aoki et al., Phys. Rev. Lett. **84** (2000) 238

[2] Y.Nakahara, M.Asakawa, T.Hatsuda, Phys. Rev. **D60** (1999) 091503,
M.Asakawa, T.Hatsuda, Y.Nakahara, Prog. Part. Nucl. Phys. **46** (2001) 459

[3] S.Sasaki, T.Blum, S.Ohta, Phys. Rev. **D65** (2002) 074503

2.4 石塚 知香子: 北大 (D1)

超新星爆発と核物質の液相・気相相転移

近年、重イオン衝突実験の発達により QGP 相やカラー超伝導相などの核物質の相の探索が活発に行なわれている。このような高密度核物質の相の性質が脚光を浴る一方、核物質の液相・気相相転移という現象が原子核の持つ Van der Waals 型の相互作用 (強い斥力芯と長距離クーロン引力) から示唆されている。最初に理論が液相・気相相転移の可能性を指摘してから 40 年ほど経過した現在でも、中間エネルギーでの重イオン衝突実験では重い原子核の多重核破碎現象を通して原子核の液相・気相相転移現象を測定しようと MSU や GSI の実験グループ (EOS Collab., ALADIN Collab. ISiS Collab. etc.) が競いあっている。今回の発表では、まず現在もホットな研究が続く核物質の液相・気相相転移についての簡単なレビューを行なう。さらに興味の対象が対称・非対称核物質に限られていた液相・気相相転移と超新星爆発との関わりを我々の研究成果を交えながら報告する。

2.5 黒河 千恵: 北大 (D1)

ヨスト関数法による非束縛状態の研究

近年の実験技術の進展による不安定核の発見は、原子核における非束縛状態が果たす役割の重要性を改めて認識させるものである。なぜなら、不安定核においては過剰核子が弱結合であるために、基底状態近傍に非束縛な状態が多数出現するためである。したがって、不安定核の研究には、束縛状態のみならず非束縛状態が与える物理量への影響も考慮しなければならない。

本報告では、束縛状態と非束縛状態を同時に記述可能な方法の一つである「ヨスト関数法」についてのレビューを行なう。この方法の特徴としては、1) 束縛・共鳴・連続状態に加え、仮想状態 (virtual state) も同様に扱えること、2) 曖昧さ無く部分崩壊幅が求まること、が挙げられる。特に今回は 1) の特徴に着目し、仮想状態の存在が示唆される ^{10}Li へのヨスト関数法の適用とその結果を報告する。 ^{10}Li はさらに中性子を加えた ^{11}Li のハロー構造の解析に重要な原子核である。

2.6 小林 将人: 京大 (D1)

大振幅集団運動の理論-変形共存現象の理解を目指して-

現在、Pb, Zn, Sm, Se といった転移領域における原子核では、同じエネルギー領域に複数の平衡変形が存在することが知られている。それら平衡変形同士は非常に低いポテンシャル障壁で隔てられているにも拘らず、奇妙なことに平衡変形に付随した状態同士はほとんど混ざることはない。実際、Se においては各平衡変形に付随した回転バンドが実験的に発見されている。このような奇妙な現象の理解には、各々の平衡変形を跨ぐような大振幅の運動を考えねばならず、RPA を越えた大振幅集団運動の理論を用いて系のダイナミクスを考察する必要がある。本研究では、そのような大振幅集団運動の理論である SCC (Selfconsistent Collective Coordinate) 法の簡単な紹介、及びその断熱近似による解法である Adiabatic SCC 法を Schematic なハミルトニアンに適用した結果を示す。

2.7 北沢 正清: 京大 (D1)

Effects of Vector Coupling on Chiral and Color-superconducting Phase Transitions — interplay among the scalar, pairing and vector interaction —

Although many works have been done for the problem of the so-called color superconductivity (CSC) in dense quark matter, one must say that the previous works are all incomplete because an important interaction in the vector channel $\mathcal{L}_V = -G_V(\bar{\psi}\gamma^\mu\psi)^2$ is missing, which is found to alter the nature of the transition from chiral-symmetry broken (χ SB) to color-superconducting phase drastically, as we shall show.

The significance to incorporate \mathcal{L}_V may be understood as follows: (1) First of all, the instanton-anti-instanton molecule model as well as the renormalization-group equation[1] show that \mathcal{L}_V appear as a part of the effective interactions together with the ones in the scalar and the pseudo-scalar channels $\mathcal{L}_S = G_S\{(\bar{\psi}\psi)^2 + (\bar{\psi}i\gamma_5\tau\psi)^2\}$ responsible for χ SB. (2) \mathcal{L}_V gives a repulsive contribution, hence tends to suppress the formation of high-density system, because $\langle\bar{\psi}\gamma^0\psi\rangle = \rho$ is the density. (3) The chiral restoration at finite density is necessarily accompanied with a density jump to higher density state with a large Fermi surface, which in turn favors the formation of Cooper instability leading to CSC. Thus one expects naturally that \mathcal{L}_V acts to postpone the chiral restoration and the formation of CSC to a higher density, which might be inaccessibly high.

To explore the effects of the vector interaction quantitatively, we take the following interaction Lagrangian of Nambu-Jona-Lasinio type with two flavors ($N_f = 2$) and determine the phase diagram in the mean-field approximation with the vector coupling G_V varied by hand: $\mathcal{L}_I = \mathcal{L}_S + \mathcal{L}_V + G_C\{(\bar{\psi}i\gamma_5\tau_2\lambda_A\psi^C)(\bar{\psi}^C i\gamma_5\tau_2\lambda_A\psi) + (\bar{\psi}\tau_2\lambda_2\psi^C)(\bar{\psi}^C\tau_2\lambda_2\psi)\}$. The last term is responsible for CSC. The parameters G_S and the cutoff Λ are determined so as to reproduce the pion mass m_π and the pion decay constant f_π with the current quark mass $m_u = m_d = 5.5$ MeV. The G_C is chosen so as to reproduce the results obtained with the instanton-induced interaction[2].

The numerical calculation shows the following: When G_V/G_S is increased, (i) the first order phase transition between χ SB and CSC is weaken and the transition point is postponed to larger chemical potential μ with a few tens MeV, and (ii) a 'coexisting phase', where massive quarks with dynamically generated quark mass is superconducting, appears in a wide range of μ . We notice that the appearance of such a coexistence phase is robust in contrast to the case encountered in [2].

We emphasize that the effects (i) and (ii) of \mathcal{L}_V are intuitively understandable and natural. Therefore all the previous works should be reexamined with \mathcal{L}_V incorporated. Furthermore, since the effects does not depend on the number of the flavors, the so called color-flavor locking phase (CFL) with $N_f = 3$ can be also largely affected with \mathcal{L}_V .

References

- [1] N. Evans et al., Nucl. Phys. **551**, 275 (1999); R. Rapp et al., Ann. Phys. **280**, 35 (2000); T.M. Schwarz, S.P. Klevansky, G. Papp, Phys. Rev. **C60**, 055205 (1999).
- [2] J. Berges, K. Rajagopal, Nucl. Phys. **B538**, 215 (1999).

2.8 兵藤 哲雄 : RCNP(M2)

SU(3) breaking effect in the Chiral Unitary model for Baryon resonances

我々はカイラル摂動論のラグランジアンを相互作用として使い、ユニタリー化された S 行列を作り出すカイラルユニタリーモデルを用いてバリオンの励起状態を研究する。カイラルユニタリーモデルは、低エネルギー領域で広くハドロンの研究に用いられ、散乱をよく記述し励起状態をダイナミカルに生成する。しかしメソンバリオン散乱では、ループ積分に生じる理論的に不定なパラメーターをうまく調整することで、物理的に適切な励起状態を作っていた。

従来の研究では低エネルギーでは次数の低い項が支配的となることからカイラル摂動論の最低次の項が相互作用として用いられてきたが、本研究ではラグランジアンでSU(3)対称性を破る項を取り入れ、各バリオンの質量が Gell-Mann - Okubo 質量公式を満たすような条件を係数に課し、同じ項から相互作用を引き出して最低次の相互作用に加えた。これにより、実際の計算に用いる質量と理論との間に一貫性が生まれる。散乱の断面積や閾値での分岐比から新しいラグランジアンの係数を決定し、共鳴状態としてあらわれる励起バリオンの性質を議論する。

2.9 高原 悠 (はるか) : 大阪市大 (M2)

微視的相互作用を用いた不安定核の非弾性励起反応の研究

近年、様々な安定核・不安定核の反応実験が行われている。特に、不安定核は、理化学研究所の新しい不安定核 (RI) ビームファクトリーの完成により、多くの新たな実験結果が得られると期待され、核構造に対する本格的な研究が行われる。それに伴い、反応実験から不安定核の構造の情報をより精密に引き出す理論が必要である。今後、盛んに行われると予測される不安定核に関する反応実験の解析において、この手法を確立する事は非常に重要である。

不安定核のような内部構造が未知の原子核に関わる反応は、信頼できる核 - 核相互作用に基づいて実験を分析する事により、変形度など核構造に関する情報が得られる。従来の方法では、核間相互作用ポテンシャルの変形度が得られるだけで、原子核そのものの変形度を得られない。そこで、我々は、集団運動模型の手法を用いて、入射核・標的核の遷移密度分布から遷移ポテンシャルを作り、核子レベルから核 - 核間相互作用を計算する微視的相互作用模型に基づく非弾性励起反応の分析法について考えた。微視的相互作用模型の有効性確認の為、性質の良く分かっている安定核について非弾性散乱の微分断面積を計算し、従来の模型や実験値と比較した。その結果、実験値と微視的相互作用模型は比較的良い一致をする事が分かった。今後、不安定核について計算する予定である。

2.10 大西 陽一 : 阪大理 (M2)

カイラル・クォーク・ソリトン模型に基づく核子のスピン構造関数

核子の構造関数におけるカイラル・クォーク・ソリトン・模型 (CQSM) の他の有効模型にはない優れた特徴は、クォーク分布だけでなく反クォーク分布に対しても信頼し得る予言を与えることができることである。その特徴は、真空偏極の効果を非摂動的に評価できるという模型の場の理論的性質によるものである。私は CQSM をもとに、twist-3 の非偏極分布関数 $e(x)$ を評価する研究を行っている。この量が面白いのはその一次のモーメントが、カイラル対称性の顕な破れの目安を与える N -term と関係しているからである。

2.11 一瀬 昌嗣 : 北大 (M2)

高エネルギー重イオン反応の微視的シミュレーション

重い原子核同士をぶつけて、クォークの閉じ込めが開放された状態であるクォーク・グルーオンプラズマ (QGP) をつくる試みが行われてきた。最近では高エネルギーの RHIC という実験が進んでいるが、これまでに、GSI-SIS、BNL-AGS、CERN-SPS 等の低から中間エネルギーの実験が既に行われた。

これらの重イオン衝突実験を理論的にシミュレートする枠組が多く開発されてきており、微視的なものは、その中の大きなカテゴリのひとつである。その枠組について概観した後、数値計算でどの程度の実験値を再現できているかを等を議論する予定である。

2.12 船木 靖郎 : 京大 (M2)

Description of ${}^8\text{Be}$ as Deformed Gas-like Two-Alpha-Particle States

In order to study non-zero spin excitations of the recently proposed α -cluster condensation in the self-conjugate $4n$ nuclei, spatial deformation is introduced into the model wave function of the α -cluster condensate. The rotational band states of ${}^8\text{Be}$ are investigated as a first step of a test case for the study of the deformation of the α -cluster condensate. Calculations reproduce well the binding energy of the 0^+ ground state and also the excitation energy of the 2^+ state. Our 0^+ wave function is found to be almost exactly equal to the 0^+ wave function obtained by the generator coordinate method using Brink's 2α wave function. The study shows that both the 0^+ ground and 2^+ excited states can be considered as having a gas-like (i.e. weakly bound) 2α -cluster structure. As for the 0^+ ground state, the change of the wave function, due to the introduction of the deformation, is found to be very small.

2.13 永田 桂太郎 : RCNP (M1)

核子の構造と核力に対するクォーク-ダイクォーク模型の経路積分によるハドロン化

核子の構造と、核力の性質及び起源は QCD に基づいた有効理論と経路積分を用いたハドロン化の方法によって調べられる。我々はグルーオンを消去したクォークとダイクォークのミクロな模型から始め、特に、クォークの力学を記述するためカイラル Nambu-Jona-Lasinio 模型を用い、核子はクォーク、ダイクォークの束縛状態であると仮定する。そのとき、ハドロン化の方法は問題を中間子、核子の自由度の物理によって書き換えるために使われる。次に、クォーク、ダイクォークのディターミナントをループ、微分展開することで有効カイラル中間子-核子ラグランジアンを得る。質量、結合定数、電磁半径、異常磁気モーメント、構造因子などの核子の性質は多くとも二つの理論のパラメータを用いて導かれる。我々はこのラグランジアンから導かれる核子-核子相互作用を計算する。