

VI. 物性理論グループ

教授	高田 慧、久保 健、押山 淳
助教授	有光 敏彦、平島 大
講師	田上 由紀子
助手	大橋 洋士、郡司 茂樹
準研究員	斎藤 健
学振特別研究員	桃井 勉
大学院生	12名

- 【1】非平衡散逸系の統計物理 (有光敏彦, 斎藤 健) [論文 1-6, 修士論文 1, 紀要 1, 3, 4, 7, 講演 1-5, 7-19]

「量子コヒーレンスと散逸」に関わる問題は、量子光学、巨視的量子現象の関わる固体物理、化学物理、量子情報理論など幅広い分野でその重要性が認識され、近年その研究が急速に盛んとなりつつある。その多くの現象が「非平衡状態の量子性と散逸」にかかわる問題である。しかし、これらの現象を一貫して扱う理論体系（とくに、演算子形式の場の量子論）は今まで存在しなかった。

ここ 15 年近くを費やし私のグループで開発した新しい独自の理論体系 Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics (NETFD) は、非平衡開放系を扱う正準演算子形式の場の量子論である。この体系では、「量子揺らぎ」と「熱揺らぎ」を「演算子代数とその表現空間の設定」という場の量子論における基本的立場によって扱うことが可能である。例えば、動的な散逸過程を真空の属性の時間的変化として捕らえることができ、系の熱平衡状態への時間発展も「ある種の粒子対の真空への凝縮」として記述することができる。

今年度は、NETFD により実現した量子系確率微分方程式の一貫した体系の吟味・拡充を行い、そこから読み取れる新しい観点を調べた。まず、数学者によって進められている非可換伊藤公式の体系との関連やその問題点を吟味し、マルチンゲール演算子の特徴付けに、物理的に興味のある少なくとも二種類の異なる方法があることを発見した。一つは、「注目している系と遥動力系を記述する確率的波動関数とそのノルムを保存する」という要請によるもの、今一つは、「注目している系がそれ自身で確率を保存する」という要請によるものである [論文 2, 3, 5, 6, 紀要 1, 7, 講演 1, 9, 15]。これと関連して、量子系における連続測定の問題（霧箱中に宇宙線粒子がつくる飛跡の問題）を NETFD における確率過程の手法により扱い、マルチンゲール項と非破壊測定の間に関連を探求している [講演 12]。次に、微視的立場からの確率微分方程式（とくに、Langevin 方程式）導出を、NETFD におけるダイナミカルマップの立場（微視的な演算子を確率的演算子にダイナミカルマッ

ブするという立場。これは、従来の場の量子論における、Heisenberg 演算子を漸近場で展開するという手法を拡張したものから考察した[論文 1, 講演 11, 13, 19]。注目している系内の相互作用がその系の緩和に与える影響を、同じ立場で扱い、NETFD における確率微分方程式の一貫した体系の下で調べた[講演 3, 10, 14, 18]。また、正準演算子法である NETFD の体系で電荷移動の伴う局在電子・格子系を扱い、演算子代数による見通しの良い計算法を示し、さらに化学物理における散逸を伴う電荷移動の問題へのアプローチ（とくに、散逸系の経路積分の方法との関連）を試みた[論文 2, 講演 4, 7, 8, 17]。一粒子状態ばかりでなく真空も不安定な非平衡散逸系では、互いに非同値な表現空間を渡り歩くものとして、系の時間発展を捕らえる必要がある。この辺の事情を、運動学的領域と流体力学的領域におけるダイナミカルマップの概念を導入することにより調べている[論文 4, 紀要 1, 7, 講演 2, 5, 9, 16]。

【2】 散逸系のカオス（有光敏彦）[紀要 2, 5, 6, 講演 6, 20]

周期倍分岐軌道のトポロジカルな性質（各軌道の捻じれを表わす「局所交差数」、軌道間の絡みを表わす「絡み数」など）を用いて周期倍分岐を特徴付けるのに成功し、さらにストレンジ・アトラクターを構成している不安定周期軌道の「シリーズ」を特定することによるカオス軌道の特徴づけを進めている。それは「テンプレート」を特定することにより可能となる。テンプレートとは、ストレンジ・アトラクターを構成しているあらゆる不安定周期軌道やそれらの間のトポロジカルな性質（ひねり具合や絡み方など）を表現するものである。

今年度の主な成果は、『周期倍分岐の集積点の先にあらわれるカオス領域のトポロジカルな構造が、周期倍分岐軌道やそれらの間のトポロジカルな性質で既に決定されている』という興味深い発見をした[紀要 2, 5, 6, 講演 6]。流れ場の局所的情報により作られたテンプレート模型の非局所的有効性を探るため区分線形系を解析的に扱い、実際の流れ図を調べた。また、二文字の記号力学では記述できない周期倍分岐軌道の解析も進めている[講演 20]。

【3】 非線形方程式の研究（田上）[講演 21]

非線形常微分方程式系の中でも最も重要なものに 6 種のパンルヴェ方程式があり、最近はその離散化された場合が発見されるようになって、可積分方程式の理論の中でも興味ある話題を提供している。今回は、離散化パンルヴェ方程式を 2 次元の位相的場の理論の方程式と関係づけて議論を行った。

【4】 日本の物理学の重要な潮流の紹介 (田上) [論文 7 (翻訳)]

1996年は日本物理学会が創立50周年を迎え、物理学各分野の主な学者による日本の物理学50年間の概観が行われた。長年私の関係してきた分野の戸田盛和氏の論文(日本物理学会誌)は研究者にとっても若い学生にとってもすぐれた論文であるので、英文にして広く外国へ紹介した。

【5】 量子スピン系の理論的研究

(1) Δ -chain の研究 (高田) [論文 8, 9, 講演 22]

フラストレーションのために古典的な基底状態が局所的な連続縮退をもつ系の典型的な例として Δ -chain は興味を集めてきた。この系の低励起状態は2種の domain wall (kink と antikink)から成っており、kink は excitation energy を持たずに局在していること、理論的に解明されている。然し乍ら、また Δ -chain が適用されると考えられる $YCuO_2 \cdot 5$ について、高温展開で決定された交換相互作用 J の値を用い energy gap を評価すると、NMRで定めた値の1/2程度しか与えられないことも示されている。我々は、小数系の対角化と変分計算を用いてフラストレーションを解消するようなダイマー型の格子変形に対する系の不安定性を明らかにした。また、上記の kink-antikink の励起が任意の変形に対して、常に bound state を形成し、変形と共に kink-antikink の平均距離が劇的に減少すると共に、その energy gap が急激に増加し、ダイマー型格子変形による相互作用(λ)の6%の非対称変化で、gap が約2倍となることを示し $YCuO_2 \cdot 5$ の NMR の実験を説明できることを明らかにした。又、変形のない場合 ($\lambda = 1$) から変形のある場合の gap の変化は $\lambda = 1$ 近傍で $1.44 \times |\lambda - 1|^{2/3}$ であり、これはある連続模型の厳密解から導かれることを明らかにした。また、kink-antikink bound state のエネルギーについて $-\infty < \lambda < \infty$ の領域で変分を用いた解析的表式を得、これが広い領域で、数値計算を再現することを示し、また、 λ が1より離れると急速に local triplet になることを明らかにした。(東北大学工学部助手 中村統太氏との共同研究)

(2) 一般的 $S=1/2$ 2重スピン鎖の Haldane Gap と Dimer Gap (高田) [論文投稿中、講演 23]

近年、1次元 $S = 1/2$ 量子スピン系の中で、その基底状態が励起エネルギーギャップを持ちスピンの長距離秩序を持たない系が関心を持たれている。我々は、こうした模型として一般的な2重スピン鎖のハイゼンベルグ模型の基底状態とそのギャップを有する励起状態の性質、帯磁率を変分法と少数系の対角化の方法で調べた。この系は高温超伝導に関連する梯子模型、Majumdar-Ghosh 模型、ボンド交代模型(スピンパイエルス系)を含み、

二つの極限で $S=1$ ハイゼンベルグ模型とダイマー模型となる。基底状態にかんしては、二つのストウリング秩序変数（ダイマー変数、Den Nijs-Rommels 変数）の計算を行い、ダイマー相とハルデン相に区別をおこない、fully-frustrated な対象点でボンド交代模型と同様に、ダイマー不安定性が存在することを示した。また、広い領域でスピギャップを与える最低励起状態が kink-antikink bound state であることを明らかにし、その変分による解析的表式を得た。更に、ダイマー的状态かハルデン的状态かで帯磁率の温度変化が特徴的な振る舞いをすることを示し、このようなモデルで表されると考えられている KCuCl_3 の帯磁率の解析を行い、ダイマー的であることを明らかにした。（東北大学工学部助手中村統太氏、東京工業大学理学部講師岡本清美氏との共同研究）

(3) He_3 薄膜の磁性に関する理論的研究（久保、桃井） [論文 13, 修士論文 2, 講演 28, 29, 31, 32, 33]

グラファイト上に吸着したヘリウム3薄膜は、適当な密度において、3角格子の結晶を組む。吸着第2層はmK領域の相互作用を持つ理想的な2次元磁性体である。この系の比熱の精密な測定が当学系の福山グループにより行われ、その測定結果からこの系は従来提案されてきた理論的模型では説明できない事が明らかになった。我々は、2体、3体および4体の交換相互作用を含む模型をこの系の磁性を記述する模型として提案した。この系では密度の変化により反強磁性的な2体交換相互作用と強磁性的な3体相互作用の相対的な大きさが変化し、磁性が変化する事が知られている。我々はすべてのパラメタ領域でこの模型の磁性を分子場近似を用いて調べ、パラメタに応じて4種類の基底状態が現れる事を示した。また磁場の影響下ではさらに多彩な振る舞いが見られる事が分かった。特に、4体相互作用が支配的な場合には四面体構造というスピン構造が実現するが、この構造ではスカラーカイラル秩序が存在する。それゆえスピン空間における回転対称性をもつ系であるにもかかわらず、有限温度で明確な相転移を起こすという著しい性質をもつ。この事は古典系のモンテカルロ計算により確かめられた。また現実の He_3 は $S=1/2$ の系であるが、量子揺らぎの効果をスピン波近似で評価した結果、四面体構造を持つ基底状態は量子揺らぎに対し安定であることがわかった。さらに、他のパラメタ領域についての詳しい解析、量子効果をとり入れた有限温度の計算を実行中である。（大学院生坂本晴美、仁木浩二との共同研究）

【6】 遍歴強磁性の理論

(1) 金属強磁性の研究（久保、桃井） [論文 12, 講演 24, 25, 27]

前年度に引き続き我々は2個のバンドを持つ一次元のハバード模型について、電子数密度を変化させながら強磁性基底状態の出現条件を調べた。密度行列繰り込みの方法とよば

れる数値的手法を用いて得られた結果は、絶縁体から電子数を減らして金属状態にした場合、むしろ強磁性が出現しやすくなる事を示している。(大学院生坂本晴美との共同研究) また、軌道の縮重に伴うフント結合が金属強磁性におよぼす影響を調べるために、2重に縮重した軌道をもつハバード模型を空間次元無限大の極限で取り扱い、その帯磁率の温度依存性を調べた。

(2) 二重交換相互作用の研究 (久保、桃井) [修士論文 3, 講演 30]

最近ペロブスカイト型 Mn 酸化物の巨大磁気抵抗の研究が爆発的に盛んになっているが、この系は強相関電子系における磁性と伝導の絡み合いの一つの典型例として理論的にも非常に興味深い。この系を記述するもっとも簡単な理論的模型が二重交換模型とよばれている模型である。我々はこの系におけるスピン揺らぎの効果を調べるために、 $S=1/2$ 二重交換模型を空間次元無限大の極限で考察した。まだ予備的な研究の段階であるが、スピン揺らぎの効果により、強磁性の出現が抑えられる結果が得られた。(大学院生長井健太郎との共同研究)

(3) 2次元バナジウム酸化物系の研究 (久保) [講演 26, 34]

当学系小野田グループと協力して、フラストレーションのある2次元 $S=1/2$ スピン系として最近注目を集めているバナジウム酸化物系 MV205 系および MV307 系(Mは2価の金属イオン)の実験の理論的解析を行った。(物理学系小野田雅重助教授、大学院生西口典明、大山哲との共同研究)

(4) 金属絶縁体転移の研究 (平島) [論文 14, 講演 35, 36, 38]

動的平均場理論を用いて、相関効果による金属絶縁体転移点近傍の電子状態を、特に電子数依存性に注目して研究した。いわゆる電荷移動型絶縁体の転移点近傍の1電子スペクトルを、量子モンテカルロ法、(動的平均場理論の枠組み内での)少数クラスター対角化法などを併用して調べた。その結果、絶縁体状態での局所単重項状態の存在、金属状態での遍歴成分の性格が明確になった。すなわち、局所的単重項状態が、キャリアのドーピングにともなって重なりあい金属状態に移行することが明確になった。この研究は、武藤哲也の博士論文の一部となっている。

また、近藤半導体に関連して、伝導電子間にも斥力が働く系(周期アンダーソンモデル)におけるギャップ形成の問題を研究した。その結果、伝導電子間斥力には、局在電子との混成を増大させ、その結果、ギャップの大きさを増大させる効果があることがわかった。

【7】 2次元フェルミオン系の研究 (平島) [修士論文 4, 講演 37, 38]

2次元フェルミオン系、特に、2次元液体³Heにおける、帯磁率に対する相関効果およびスピンゆらぎを媒介とする有効引力について考察した。2次元自由フェルミオン系の帯磁率 $\chi(q)$ は、 $0 < q < 2k_F$ において一定である。一方、2次元液体³Heにおいては、強い短距離斥力によって帯磁率は大きく増大している。したがって、3次元の場合と同じく、スピンゆらぎを媒介として超流動転移を起こす可能性がある。このとき、どのような対称性のクーパー対が形成されるかを知るために、帯磁率の波数依存性を調べるのがきわめて重要である。そこで、希薄なハバードモデルを用いて、帯磁率に対する相関効果を摂動論的に調べた。その結果、相関効果によって、帯磁率は強磁性的、すなわち、 $q=0$ で最大となることがわかった。このことは、 p 波(3重項)クーパー対の形成に有利である。この研究は、高橋英昭の修士論文となっている。

【8】 2層電子系における分数量子ホール効果 (平島) [論文 15]

2層2次元電子系における分数量子ホール効果は、内部自由度をもった系の分数量子ホール効果として興味深い。従来、研究が行われてきたのは主に対称な、すなわち各層の電子数が等しい場合であったが、この研究では、非対称な場合の非圧縮性液体状態の実現可能性を調べた。対称な場合と同じく、特定のフィリングのときに、層間の間隔が適当な大ききさであれば、系の基底状態は、拡張されたラフリン変分関数できわめてよく近似され、非圧縮性液体状態が実現している可能性が高い。実験による確認が待たれる。

【9】 超伝導状態の理論研究

(1) 超伝導体中における Goldstone モード (Carlson-Goldman モード) の研究 (大橋、高田) [論文投稿中、講演 40, 41, 42]

超伝導転移温度直下に見られる Goldstone モード (Carlson-Goldman モード) を研究、従来無視されてきた準粒子成分の重要性を明らかにした。すなわち、クリーンな系では、Carlson-Goldman モードは準粒子によるランダウ減衰の為、位相揺らぎのスペクトル中でぼやけてしまい事実上観測できないこと、そして、このぼやけの効果は非磁性不純物の導入で除去でき、ダーティな系では観測可能となることを示した(この結論は準粒子の効果を無視した従来の理論的予想とは異なるものである。)。また、転移温度近傍におけるモードの速度の温度依存性も、準粒子の存在を考慮すると従来の結論とは定性的、定量的に異なることを明らかにした。

(2) 超伝導状態におけるプラズマモードの不変性に関する研究 (大橋、高田) [論文準備中]

これまで、波数0のプラズマモードが超伝導の影響を受けないのは、プラズマエネルギー (ω_p) が超伝導ギャップ (Δ) に比べはるかに大きい為とされ、その証明も絶対零度、 $\omega_p \gg \Delta$ の場合に限定されていたが、今回、両者のエネルギーの大小に関係なく、上記性質が成り立つことを有限温度の場合について証明した。この結論はプラズマモードが超伝導、常伝導成分の in-phase motion であることに起因するものである。また、2次元系の場合プラズマモードは波数の小さいところで波数の 1/2 乗に比例するが、その係数も超伝導の影響を受けないことを明らかにした。

(3) 異方的超伝導界面における自発表面電流の存在可能性に関する研究 (大橋) [論文 16, 講演 43]

酸化物高温超伝導、及び異方的超伝導界面においてその存在が理論的に予想されている自発表面電流を研究、Bloch の定理を援用することで、このような表面電流の可能性がないことを明らかにした。また、この Bloch の定理を電子の電荷を考慮した場合にも拡張できる事を示した。(日本学術振興会特別研究員、桃井勉氏との共同研究)

(4) 超伝導体中における異方的近藤効果の研究 (大橋、高田) [論文準備中、修士論文 5, 講演 44]

超伝導状態下における近藤効果を異方的な s d 相互作用の場合について研究した。数値繰り込み群法を利用することで、s d 相互作用に関し、弱結合から強結合までを統一的に扱い、異方性 (J_1 , J_2) に対する基底状態、局在励起状態の相図を決定した。結果、s d 相互作用のある異方性領域では、等方的な系とは質的に異なる状態 (局在励起状態が複数存在) が現れることを明らかにした。(院生、吉岡智樹氏との共同研究)

(5) 超伝導体中におけるミューオンの量子拡散の研究 (大橋) [論文投稿中]

超伝導タンタル (Ta) 中におけるミューオンの量子拡散を研究、理研門野グループによって得られた実験データを静岡大松本氏と共に理論的に解析した。この実験により、量子拡散に対する超伝導の影響が転移温度直下から現れることが明らかとなり、またその振る舞いは、ミューオンが感じるポテンシャルの分布を考慮することで理論的に説明できることを示した。(理研、門野良典氏、静岡大学、松本正茂氏との共同研究)

【10】 地質媒体中での物質移行の解析モデル開発に関する研究 (大橋)

高レベル放射性廃棄物地下埋設処分の安全性を明らかにするため、地層中における放射性核種移行を研究した。特に、核種拡散に対するコロイド形成の影響評価を、現在提案されているモデルについてシミュレーションし、コロイドの大きさ(及びその分布)、地下水の流速、また、コロイドが途中でトラップされることが、拡散に如何なる影響を及ぼすか検討した。(三菱マテリアル環境リサイクル事業センター原子力環境部との共同研究(委託研究))

【11】 第一原理からの全エネルギー電子構造理論 (押山、郡司)

電子同士の相互作用を密度汎関数法の局所密度近似ないしは一般化密度勾配近似で扱い、実際の物質の原子構造とそれに伴う電子的性質を調べる研究が今年度も進められた。

(1) 半導体エピタキシャル成長の機構 [講演 45, 46]

物質の成長という現象は太古の昔から人類を魅了し、現在はその成長現象をミクロなスケールから理解・制御しようという試みが盛んである。当グループでは局所密度近似計算に基づき、(i)半導体エピタキシャル成長におけるファセットの成因は表面での原子スケールのステップのミクロな構造と関連していること、(ii)半導体ヘテロエピタキシーでのサーファクタント効果はサーファクタント原子の初期吸着位置が重要であることなどを提唱してきた。本年度はその成果を招待講演として発表した。

(2) 半導体表面は強相関電子系か? [論文 17, 講演 47]

一般的に波動関数が局在すれば電子相関の効果は大きくなる。通常の共有結合物質でも表面状態はバルク状態に比べて局在し、電子相関の効果が出てくる可能性もある。最近ダイヤモンド(111)表面での 2×1 π ボンド構造に対し、Van der VeenのグループがX線回折により、局所密度近似の与える構造と異なる構造を見出したと主張し、論争となっている。押山はNEC基礎研究所の斎藤峯雄と協同で、この系に対する一般化勾配近似による構造計算を行った。結果は局所密度近似による結果と本質的に同じであった。これが何を意味するのか検討中である。

(3) 新物質の電子構造 [論文 18, 19 講演 48]

ケージ状のクラスターが凝集した固体としては、カーボン60があまりにも有名であるが、正20面体ボロンクラスター固体 B_{12} も類似のクラスター固体である。郡司は東京理

科大学 上村洸との協同でこのボロン固体へのドーピングの可能性を調べ、Li 原子がドープメントとして有力であることを予言した。

また押山は三菱化学の三上昌義と協同で、蛍光物質として重要視されている Y_2O_2S 結晶のエネルギー帯構造を計算した。さらに原子空孔が生じたときの禁制帯中の準位構造を調べた。これらは希土類蛍光材料の物性理解のための第一ステップといえる。

<論文>

1. T. Arimitsu : (Invited paper) "A Microscopic Derivation of Stochastic Differential Equations", Int. J. Mod. Phys. 10 (1995) 1585-1597.
2. T. Arimitsu: (Invited paper) "Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics ---Quantum Stochastic Calculus---", Thermal Field Theories and Their Applications ed. Y. X. Gui, F.C. Khanna and Z.B. Su (World Scientific, Singapore 1996) 57-69.
3. T. Arimitsu and T. Saito: "A Unified Framework of Quantum Stochastic Differential Equations", Field Theory and Collective Phenomena (World Scientific, Singapore 1995) 250-269.
4. T. Arimitsu: (Invited paper) "An Extension of the Dynamical Mapping to Non-Equilibrium Dissipative Systems", Physics Essays 9 (1996) no. 4.
5. T. Arimitsu, T. Saito and T. Imagire: "Quantum Stochastic Systems in terms of Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics", Third International Conference on Quantum Communication, Measurement & Calculation (Plenum Press 1996) in press.
6. T. Saito and T. Arimitsu: "A System of Quantum Stochastic Differential Equations in terms of Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics", J. Phys. A: Math. and Gen. (1997) submitted.
7. Y. Tagami: (Translation) "Discovery of Lattice Solutions by M. Toda", Bull. AAPPS [Bulletin of the Association of Asia Pacific Physical Societies] vol. 6 (No. 1), 14-18 (1996).

8. Tota Nakamura and Satoshi Takada : “Relaxation of frustration and gap enhancement by the lattice distortion in the Δ chain” , Physics Letters A, 225 315-320 (1997).
9. Tota Nakamura and Satoshi Takada : “Behavior of a frustrated quantum spin chain with bond dimerization” to appear in Physical Review 55 (1997).
10. T. A. Kaplan, S. D. Mahanti, Yen-Sheng Su and K. Kubo: “On Perturbation Theory for the 3-Band Model of Cuprates” , J. Appl. Phys. 79 (1996) 6433.
11. K. Takano, K. Kubo and H. Sakamoto: “Ground states with cluster structures in a frustrated Heisenberg chain” , J. Phys. Condens. Matter 8 (1996) 6405.
12. H. Sakamoto and K. Kubo: “Metallic Ferromagnetism in One-Dimensional Hubbard Model; Study by the Density-Matrix Renormalization-Group Method” , J. Phys. Soc. Jpn. 65 (1996) 3732.
13. K. Kubo and T. Momoi: “Ground State of a Spin System with Two- and Four-spin Exchange Interactions on the Triangular Lattice” , Z. Phys. B 印刷中
14. T. Mutou and D. S. Hirashima: “Spectral weight transfer in a doped strongly correlated insulator” , Phys. Rev. B 54 9058-9061 (1996).
15. D. S. Hirashima: “Incompressible liquid states in asymmetric double-layer electron systems” , Phys. Rev. B 55 1345-1348 (1997).
16. Y. Ohashi and T. Momoi: “On the Bloch Theorem Concerning Spontaneous Electric Current. ” , J. Phys. Soc. Jpn. 65 (1996) 3254-3259.
17. M. Saito, Y. Miyamoto, and A. Oshiyama: “LDA and GGA Calculations for Diamond (111) 2x1 Reconstructed Surfaces” , Physical Review B, submitted.
18. S. Gunji and H. Kamimura, Physical Review B 54, 13665 (1996).
19. M. Mikami, A. Oshiyama: “Atomic and Electronic Structures of Y_2O_3 ” , Physical Review B, submitted.

<学位論文>

博士論文

1. 武藤哲也 : Study of the Two-band Hubbard model by the Dynamical Mean Field Theory

修士論文

1. 今給黎 隆 : Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics (NETFD) のリーマン幾何学的考察
2. 仁木浩二 : 4体交換相互作用のある三角格子上のスピンの波
3. 長井健太郎 : 無限大次元における二重交換模型のモンテカルロシミュレーション
4. 高橋英昭 : 2次元フェルミオン系の帯磁率に対する相関効果
5. 吉岡智樹 : 超伝導体中における異方的近藤効果の研究

<講演>

1. T. Arimitsu, T. Saito and T. Imagire: "Quantum Stochastic Systems in terms of Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics", 1996年9月, Third International Conference on Quantum Communication & Measurement, Hakone, Japan
2. 有光敏彦: "ダイナミカルマップの非平衡系への拡張", 日本物理学会秋の分科会, 1996年10月, 山口大学
3. 斎藤 健, 有光敏彦: "注目系の非線型性が量子 Wiener 過程に与える影響", 日本物理学会秋の分科会, 1996年10月, 山口大学
4. 有光直子, 有光敏彦: "局在電子・フォノン系における光吸収 - Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics による取り扱い", 日本物理学会秋の分科会, 1996年10月, 山口大学
5. 有光敏彦: "量子確率過程と表現空間", 研究会「量子確率解析とその周辺」, 1996年10月, 京都大学数理解析研究所

6. T. Motile and T. Arimitsu: (Invited Talk) "A Topological Investigation of Chaotic Orbits", The Fourth International Workshop on Chaos/Turbulence --- Alan Bishop Seminar ---, November 1996, University of Tsukuba
7. 有光敏彦: "Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics の方法", 理論談話会, 1996年11月, 分子科学研究所
8. 有光敏彦: "緩和励起状態の物理 ---量子性と散逸の狭間---", 講演会, 1997年2月, 日本電気 (NEC) 基礎研究所
9. 有光敏彦: "量子確率微分方程式の体系と新しい視点", 第5回「非平衡系の統計物理」シンポジウム, 1997年3月, 筑波大学
10. 斎藤 健, 有光敏彦: "非線形減衰振動子に対する量子確率微分方程式の微視的導出", 第5回「非平衡系の統計物理」シンポジウム, 1997年3月, 筑波大学
11. 今給黎 隆, 斎藤 健, 根本香枝, 有光敏彦: "柴田・橋爪の Langevin 方程式は Stratonovich 型か Ito 型か?", 第5回「非平衡系の統計物理」シンポジウム, 1997年3月, 筑波大学
12. 印出井 努, 有光敏彦: "泡箱内粒子軌跡の番犬効果 ---量子確率過程によるアプローチ---", 第5回「非平衡系の統計物理」シンポジウム, 1997年3月, 筑波大学
13. 有光敏彦: "Langevin 方程式の微視的導出とその問題点 --- Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics による量子確率微分方程式の一貫した体系の観点から ---", 「量子確率論とエントロピー解析」研究会, 1997年3月, 京都大学数理解析研究所
14. 斎藤 健, 有光敏彦: "非線形減衰振動子に対する量子確率微分方程式の微視的導出", 「量子確率論とエントロピー解析」研究会, 1997年3月, 京都大学数理解析研究所
15. T. Arimitsu: (Invited Talk) "Toward the Construction of a Unified System of Quantum Stochastic Differential Equations", International Workshop "New Developments in Statistical Physics", March 1997, University of Tokyo
16. 有光敏彦: "ダイナミカルマップの非平衡散逸系への拡張II", 日本物理学会春の総会, 1997年3月, 名城大学

17. 有光直子, 有光敏彦: “Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics における経路積分法”, 日本物理学会春の総会, 1997年3月, 名城大学
18. 斎藤 健, 有光敏彦: “注目する系の非線型性が量子 Wiener 過程に与える影響II”, 日本物理学会春の総会, 1997年3月, 名城大学
19. 今給黎 隆, 斎藤 健, 根本香絵, 有光敏彦: “柴田・橋爪の Langevin 方程式は Stratonovich 型か Ito 型か?”, 日本物理学会春の総会, 1997年3月, 名城大学
20. 本池 巧, 有光敏彦: “2文字の記号力学で記述できない周期倍分岐軌道の解析I”, 日本物理学会春の総会, 1997年3月, 名城大学
21. Y.Tagami: “Discrete Painleve Equations and Topological Field Theory”, 1997年7月, XXI International Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics, Arnold Sommerfeld Institut, Germany
22. 中村統太, 高田慧: dimer 相、ハルデン相をつなぐ fully-frustrated chain の格子歪みとギャップの増大, 日本物理学会秋の分科, 1996年10月2日, 山口大学
23. 中村統太, 岡本清美, 高田慧: $KCuCl_3$ のモデルハミルトニアン の解析, 日本物理学会秋の分科会, 1996年10月1日, 山口大学
24. 坂本晴美, 久保健: 「Flat に近いバンドをもつ一次元ハバードモデルの密度行列繰り込み群による解析 II」 日本物理学会, 第51回年会(統計力学・物性基礎論), 4月1日, 金沢大学
25. 坂本晴美, 久保健: 「一次元 Hubbard 模型における金属強磁性」物性研短期研究会「物性研究における計算物理学の現状と今後の展望」, 5月27日, 物性研
26. 西口典明, 大山哲, 小野田雅重, 久保健: 「 MV_2O_5 および関連物質の磁性 IV」日本物理学会、分科会(磁性), 10月1日, 山口大学
27. 桃井勉, 久保健: 「無限大次元の2バンド・ハバード模型の金属強磁性」日本物理学会、分科会(統計力学・物性基礎論), 10月3日, 山口大学

28. 桃井勉、久保健：「4体交換相互作用のある三角格子上 $S=1/2$ スピン系の磁性」科研費研究会「マイクロ・ケルヴィン温度領域の物性—電子および核—」，11月15日，和倉温泉
29. 桃井勉、坂本晴美、久保健：「固体He 3 薄膜におけるカイラル相転移の可能性」物性研短期研究会「低次元フェルミ流体系の物理」，12月4日，物性研
30. 長井健太郎、桃井勉、久保健：「無限大次元における二重交換模型のモンテカルロシミュレーション」日本物理学会、第52回年会（磁性），3月28日，名城大学
31. 仁木浩二、久保健：「He 3 薄膜の磁性における量子効果」日本物理学会、第52回年会（低温），3月29日，名城大学
32. 坂本晴美、久保健：「四体交換相互作用のある二次元系での量子モンテカルロ計算」日本物理学会、第52回年会（統計力学・物性基礎論），3月29日，名城大学
33. 桃井勉、久保健：「四体交換相互作用を持つ2次元ハイゼンベルク模型のカイラル相転移」日本物理学会、第52回年会（統計力学・物性基礎論），3月31日，名城大学
34. 西口典明、大山哲、小野田雅重、久保健：「 MV_2O_5 および関連物質の磁性 V」日本物理学会、第52回年会（磁性），3月31日，名城大学
35. 武藤哲也，平島大：“2バンドモデルにおける伝導電子間斥力の効果”，日本物理学会秋の分科会，1996年10月，山口大学
36. 武藤哲也，平島大：“遷移金属酸化物の光電子スペクトル”，科研費重点領域研究「モット転移近傍の異常金属相」研究会，1996年10月，名古屋
37. 高橋英昭，平島大：“2次元フェルミオン系の帯磁率に対する相関効果”，研究会「スピン三重項超伝導をめぐって」，1997年3月，京都大学基研
38. 武藤哲也，平島大：“2バンドモデルにおける伝導電子間斥力の効果II”，日本物理学会年会，1997年3月，名城大学
39. 高橋英昭，平島大：“2次元フェルミオン系の帯磁率に対する相関効果”，日本物理学会年会，1997年3月，名城大学

40. 大橋 洋士：「超伝導状態における集団励起、特に Carlson-Goldman モードの研究」, 超伝導若手春の学校, 1996年6月, 浜松市商工会議所福利研修センター カリアック
41. 大橋 洋士、高田 慧：「超伝導状態における集団励起、特に Carlson-Goldman モードの研究」, 日本物理学会, 1996年10月, 山口大学
42. 大橋 洋士：「Goldstone Mode in Superconductivity: Theoretical Study of the Carlson-Goldman Mode」 研究会：The Recent Problems of Josephson Plasma and Phase Diagram in High T_c Superconductors, 1995年10月, 金属材料技術研究所
43. 大橋 洋士、桃井 勉：「自発電流に対する Bloch の定理：異方的超伝導界面における自発表面電流の可能性の研究」, 日本物理学会, 1996年10月, 山口大学
44. 吉岡 智樹、大橋 洋士、高田 慧：「超伝導状態における異方的近藤効果」, 日本物理学会, 1996年10月, 山口大学
45. A. Oshiyama: "Microscopic Surface Structures and Macroscopic Thin Film Morphology in Semiconductor Epitaxial Growth", 8-th Int. Conf. on Solid Films and Surfaces (July 1996, Osaka).
46. A. Oshiyama: "LDA Approach to Understanding of Mechanisms of Semiconductor Epitaxial Growth", 2nd Int. Workshop on Control of Semiconductor Interfaces (October 1996, Karuizawa).
47. 斎藤、宮本、押山： "LDA and GGA Calculations on Clean Diamond (111) Surface", 日本物理学会年会, 1997年3月, 名城大学
48. 三上、押山： "希土類系硫酸化物の点欠陥の電子構造計算", 日本物理学会年会、1997年3月, 名城大学

< 紀要等 >

1. 斎藤 健, 有光敏彦： "量子確率微分方程式の体系 --- 物理と数学の狭間 ---" 数理研講究録 957 (1996) 225--255.

2. H. Yamazaki, T. Motile and T. Arimitsu: "A Topological Characterization of Strange Attractors", 物性研究 66 (1996) 460-461.
3. 有光敏彦: "量子系の確率過程", 数理科学 (サイエンス社) 12 (1996) 14-21.
4. 有光敏彦: "量子確率微分方程式の体系 -- Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics による" 量子情報理論と開放系, 数理解析研究所講究録 (京都大学) 982 (1997) 90-102.
5. 本池 巧, 有光敏彦: "幾何学的に見た周期倍分岐", 物性研究 (1997) in press.
6. 山崎仁士, 有光敏彦: "レーザー系におけるカオス軌道の幾何学的解析", 物性研究 (1997) in press.
7. 有光敏彦: "量子性と散逸 --いくつかの新しい視点?", 物性研究 (1997) in press.