

VI. 物性理論グループ

教授 高田 慧、高山 一、宗田 敏雄、久保 健
助教授 有光 敏彦
講師 田上 由紀子、平島 大
準研究員 中村 統太
大学院生 (10人)

【1】量子スピン系の理論的研究

(1) フラストレーションのある量子スピン系の研究 (久保) [論文準備中]

我々は、正方格子上でフラストレーションのある XXZ 模型において基底状態の Neel 長距離秩序(LRO)存在範囲を調べた。方法は **Infrared bounds** の方法を用い、得られた結果は厳密なものである。この間は既に、Kishi-Kubo, Saika-Nishimori によって調べられているが、**XY model** 近傍の結果は不十分なものがあった。我々は方法を改良し LRO の存在範囲を拡張した。特に、 $S=1/2$ **XY model** の近傍でもフラストレーションが弱い範囲では Neel LRO が存在することをはじめて証明した。(院生大井健一との共同研究)

(2) Δ -chain の研究 (久保、中村) [論文3]

我々は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に興味を持って従来から研究を進めてきたが、 Δ -chain はその様な系の典型的な例である。以前の研究で我々はこの系の比熱が低温で異常な **peak** を持つこと、低励起状態は **dispersionless** であることを示したが、その性格は十分に理解できていなかった。今回、我々はこの系の低励起状態が二種類の **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、また **antikink** は有限の **energy gap** と **mass** を持つ **excitation** であること、そして低励起状態の **size** 依存性、比熱の **peak** 等がこの描像によって完全に理解出来ることを示した。方法は主に少数系の数値的対角化と変分法である。

(3) **Diamond chain** の基底状態 (久保) [論文準備中]

古典的な基底状態が局所的な連続縮退を持つ系の一つの例として **Diamond** 型の **cluster** が一点でつながった一次元鎖上の **Heisenberg** 模型がある。この様な構造は最近有機ラジカル分子の結晶において実現されている。実現された系のパラメータは残念ながらフラストレーションを含まないが、将来異なるパラメータを持つ系が合成される可能性が高く、非常に興味深い。我々はこの様な系の基底状態がパラメータの変化によりどの様に変化するかを詳しく調べ、フラストレーションの効果により、この系の基底状態が非常に多彩な様相を示すことを明らかにした。特に任意の S に対して有限の領域で4個のスピンのクラスターを作る **tetramer-dimer** 相が存在する事が厳密に示された。特に $S=1/2$ の系ではこのクラスターは一重項状態であり非磁性的な基底状態が実現する。数値的対角化を用いて相図が決定された。 $S=1$ では少なくとも6個の異なる相がある事が示された。(高野健一豊田工業大学教授、院生坂本晴美との共同研究)

(4) フラストレーションのある量子スピン系の数値的研究 (中村)

(a) Δ -chain の熱力学的舞い [論文18]

Δ -chain と呼ばれるフラストレーション効果の強い一次元量子スピン系の低温での比熱の二つのピークの存在を量子モンテカルロ法による計算で明らかにした。通常この様なフラストレーションのある系ではモンテカルロ法を適用しようとした時負符号問題が現れ、實際上計算が不可能となる事態が生ずる。本研究ではこの量子系に relevant な良い表現基底をとって計算を行なうことにより負符号問題がかなり改善されることを見出し、これを用いて計算を行なった。

(b)カゴメ反強磁性体の熱力学的振舞い [論文 19、講演 24]

グラファイト上に吸着された³He 原子の薄膜の磁性及び熱力学的振舞いが最近特に注目されている。実験によれば吸着原子が2層目で詰まった時、低温で比熱のピークが観測されまたさらに、こ比熱から計算したエントロピーが不足していることから更に低温でもう一つ比熱にピークがあるだろうということが予想されていた。この系の良いモデルとして提案されたカゴメ反強磁性体について、我々は数値計算を行ない低温側での二つ目の比熱のピークが存在することの確証を得た。また、磁気的な性質に関する測定から、従来から予想されていた磁気的秩序の成長は温度を下げてても全く見られなかった。これらの結果より、基底状態が disorder である可能性が高く、比熱の二つのピークが安定で存在することを結論した。(宮下精二大阪大学教授との共同研究)

(5) $S = 1/2$ 梯子型反強磁性 XXZ 模型の理論的研究 (中村、高田) [論文 2、講演 6]

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、こうした模型の一つである XXZ 梯子模型の基底状態の相図とそのギャップを有する状態の性質を計算機を用いて密度行列繰り込み群の方法で調べた。相図について従来数値計算とボソン化による繰り込み群の結果と一致していなかったが、この研究により、ボソン化の方法による結果が定性的には正しいことを示した。またギャップを有する状態が $S=1$ のハルディン状態の特徴である $S=1/2$ edge 状態による基底状態の4重縮退が存在することを具体的に示した。この研究は成島毅の修士論文となっている。(院生成島毅との共同研究)

【2】強相関電子系の理論的研究 (平島)

(1) 無限大次元周期アンダーソンモデルによる研究 [論文 17]

重い電子系のうち、最近近藤半導体といわれる一群の物質が関心を集めているが、これに関して周期アンダーソンモデルを無限大次元に拡張したモデルに対して摂動計算を行い、一電子状態密度、電荷及びスピン励起スペクトル、動的電気伝導度の相互作用依存性、温度依存性等を明らかにした。得られた結果は実験によって得られている結果と定性的に一致する。(院生武藤哲也との共同研究)

(2) 金属絶縁体転移近傍の電子状態の研究 [講演 23]

高温超伝導は金属絶縁体転移点のごく近傍で実現する。従って、金属絶縁体転移点近傍の電子状態をよく理解する事が高温超伝導を理解する上で必須である。このために、高温超伝導体 CuO_2 面の特徴をよく表す2バンドハバードモデルを無限大次元に拡張したモデルを量子モンテカルロ法を用いて厳密に取り扱った。相互作用によって絶縁体状態が実現すること、及び転移点の近傍では電子数の変化にもなって電子状態が大きく変化することが確かめられた。(院生武藤哲也との共同研究)

【3】高温超伝導体の研究

(1) 超伝導状態に対する不純物効果の研究 (平島) [論文 16]

高温超伝導体のペ어링対称性の同定に関連して、異方的な超伝導状態に対する不純物の効果を調べた。その結果、(拡張された) s 波超伝導状態では、クリーンな場合にギャップにゼロ点があっても、不純物によってギャップが開くことを見いだした。また、動的スピン帯磁率に対する不純物効果を調べた。

(2) Majorana Fermion による正方格子反強磁性と高温超伝導の研究 (宗田) [論文 1]

正方格子反強磁性体上のスピン $1/2$ と電子空孔の演算子に対する Majorana フェルミオン表示を用いて Neel 基底状態のエネルギーを変分法で計算した。格子上に空孔が dope (添加) されると、スピンと伝導電子空孔との凝縮体としてスピングャップが形成され、素励起となる。より多くの空孔が添加されると、それらの間にスピン Majorana フェルミオンの交換が行なわれ、スピングャップは不安定になる。このスピングャップの不安定性が高温超伝導へ導き、スピングャップの代りに超伝導ギャップが現れる。ここでは超伝導空孔は質量を持った Dirac フェルミオンの南部表示で記述される。

【4】低温物理学の多体問題的研究 (宗田)

(1) 2次元 $^3\text{He}-^4\text{He}$ 混合液の相分離曲線 [講演 36]

2次元混合液 $^3\text{He}-^4\text{He}$ の成分比 x と温度 T との相図を、boson と fermion の合成系の素励起の安定性と密度の揺らぎの満足する圧縮率の和則を用いて求める。2次元の Landau パラメータの値は、0.28 気圧での3次元でのそれらの値より2次元と3次元での前方散乱断面積が等しい事と、散乱行列と Landau パラメータとの関係を用いて求めた。相図は x を横軸、 T を縦軸にとると、上に凸でその内部は相分離状態を示す相分離曲線が得られ、 ^3He の濃度が 80 パーセントで温度 T が 0.85K の付近に最大値を持ち、0K では3次元と異なり ^3He が有限の溶解度を持たない事が示された。

(2) 2次元固体 ^3He の三角格子での反強磁性基底状態と低温での磁化の振舞い [講演 8]

グラフオイルに吸着した固体 ^3He の第2層に形成される ^3He のスピンの正三角格子での基底状態を多体スピン交換モデルの相互作用を採用して平均場理論を用いて計算すると、120度構造の反強磁性状態が得られる。外部磁場を掛けると、基底状態のスピンはその磁場の方向に向いたより安定な状態を取る。低温での磁化の振舞いをスピン波理論を用いて計算すると、 $T=0$ に向って飽和磁化の値に指数関数的に近づく事がしめされる。

(3) ^4He 薄膜中への ^3He の溶解について [講演 18]

^3He が2次元 ^4He 液体中に入り込む為の ^3He の、個別エネルギーの損得を絶対零度でと混合相と相分離相に於ける化学ポテンシャルを有限温度で計算により求めた。2次元での特殊性の為、 ^3He のフェルミ温度や ^3He 間のフォノンを媒介とした相互作用エネルギーが ^3He の2次元密度に比例する事から、 ^3He が ^4He 薄膜中に溶解出来ないと言う結論を得た。但し、substate の ^4He の濃度をかなり大きくするとか、有限温度では溶解し易くなる事も示せる。これは (1) の講演の仕事の結果と consistent である。

【5】コンプレックス系（特にスピングラス、および、高分子）の統計物理学的研究

(1) 二次元±Jスピングラス模型における緩和過程（高山）[講演3,論文投稿中]

これまでのスピングラスの数値解析的研究ではもっぱら自己相関関数 $q(t)$ のような巨視的な物理量の解析に基づいていたが、我々は各サンプルの個々のスピンに関する情報を最大限シミュレートし、スピングラスの本質に迫る、というアプローチを採用した。具体的には、各サンプル内の個々のスピンの自己相関関数（その全スピンに関する平均が $q(t)$ ）をモンテカルロ法でシミュレートし、結果を数個の指数関数の和にフィットさせることで各スピンの緩和時間を評価し、緩和時間分布を求める。その結果として、対応する強磁性体のキュリー温度以下かつスピングラス転移温度 $T_c(=0)$ 以上の温度領域（'グリフィス相'とよばれる）における緩和時間分布は、 T_c へ向けてのスピングラス短距離秩序の発達に伴う臨界緩和によるブランチとそれより遅いクラスター緩和からの寄与と考えられるブランチとからなる点が明らかに示された。昨年度の研究で同じ結果が三次元±Jハイゼンベルグ模型について得られていたが、本年度は二次元±Jスピングラス模型について、クラスター緩和に関するより詳細な知見が得られた。標記模型におけるエイジング現象についても同様なシミュレーションを行い、緩和時間分布へのエイジング効果を解析した。（院生小森達雄、福島孝治との共同研究）

(2) 交換モンテカルロ法の開発とスピングラスへの適用（根本幸児（北大））[講演7,17]

モンテカルロ法でスピングラスの静的な諸性質を調べる際には、固有の遅い緩和現象をいかに避けることができるかが重要な問題になる。それに対して、複数の温度の異なる系を同時にシミュレートし、そこに温度を動的に交換させる過程を付け加えた方法を提案した。もちろん詳細釣合の条件を満たすように加えるため、平衡状態は崩さない。温度の交換を導入することにより、低温で凍結している状態も温度が高温に移ることで、そこから抜け出すことができる、という仕組みである。今回は3次元エイジングスピングラス模型に上記の「交換モンテカルロ法」を用いることで、これまでに平衡状態に達することができなかったパラメータ領域（温度、サイズ）、特に注目する低温相の様子をみることができた。具体的には、低温相における秩序変数の分布関数の振舞いをみることができた。（院生福島孝治との共同研究）

(3) Directed Polymer のピン止め相におけるエイジング効果（高山）[講演4,15,論文準備中]

Directed polymer はランダム媒質中に置かれた弾性鎖の統計力学的モデルで、弱いランダムネスの入った強磁性体の domain wall や超伝導体中の不純物によるピン止め効果を受けた磁束の良いモデルになっている。低温では polymer がランダムなコンフィギュレーションに凍結する「ピン止め相」が存在する。このピン止め相で特徴的な事は、ほとんど縮退した状態が多数存在し、それらの間を飛び移るマクロな熟揺らぎが存在することである。これはスピングラス相での液滴励起に類似したものである。我々はこの遅い励起に伴うスローダイナミクスによってこの系でもスピングラスと同様なエイジング効果が存在することを予想し実際に 1+1 次元格子模型でモンテカルロシミュレーションを行って確かめた。特に待ち時間に対応して揺動散逸定理の破れが起こって準平衡緩和から非平衡緩和へのクロスオーバーが起こり、動的相関関数に待ち時間依存性が現れる事を見いだした。また動的重なり関数については待ち時間による簡単なスケールング則が成立し、指数が温度に依存したべき緩和を示すなどの著しい特徴を明らかにした。（院生吉野元との共同研究）

(4) Bond Fluctuation Model による Polymer の電気泳動の数値的解析 (高山) [講演 5]

高分子の質量分別法の一つである、高分子のゲル中電気泳動法をモデル化した、固定障害物が置かれた二次元空間における高分子の運動をモンテカルロ法によるシミュレーションを用いて解析した。高分子の記述には、モノマー間のボンド長を可変とし、排除体積効果を取り込んだ Bond Fluctuation Model を用いた。高分子の易動度の、モノマー数と電場への依存性に関して、bias reptation model から導かれる理論結果とほぼ一致する結果を得た。(院生相川明との共同研究)

【6】非平衡系の統計物理 (有光) [論文 4,5,7,8,9,12,25,26,27 講演 10,11,19,20, 26,27,30,33,35]

「量子性と散逸」のかかわる問題は、レーザー理論や量子光学理論の発展とともにその重要性が認識された。現在では技術の発展により、メソスコピックやナノ・スケールの物理現象が注目を集めており、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。

我々のグループで開発された 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。「量子揺らぎ」に加えて「熱揺らぎ」を場の量子論的に扱うもので、この体系により散逸過程を含む非平衡系の問題も、「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えるようになった。例えば、動的な散逸過程が真空の属性の時間的変化として捕らえられ、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表現できるのである。

我々は、NETFD による量子系の確率微分方程式の一貫した体系の建設に成功し[論文 4,5,7,12 講演 20,26,30,33]、数学者によって進められている非可換伊藤公式の導出との関連やその問題点を吟味した[論文 12 講演 10,11,27,35]。また、正準演算子法である NETFD の体系で過渡的共鳴光散乱を扱い、量子散逸系の問題が演算子代数で系統的に計算できることを示した[論文 8,9]。さらに、最近、理論と実験で興味を持たれている量子ジャンプを NETFD の体系で議論した[論文 12: 講演 19]。これは量子光学系をシミュレーションするときのアルゴリズムとも絡んだ問題で、NETFD にうってつけの題材である。(院生斎藤健との共同研究)

【7】散逸系のカオス (有光) [論文 6,10,11 講演 2,12,13, 21,22,28,29,31,32,34]

微分方程式で記述される力学系がカオスの挙動を示すとき、位相空間の流れ場は、流れがその法線方向に引き伸ばされ折り畳まれるような構造をもつ。この「引き伸ばし」と「折り畳み」がカオスの本質である。「引き伸ばし」はカオス軌道のもつ不安定性のあらわれであり、「折り畳み」はその安定性のあらわれである。この不安定性と安定性の微妙なバランスによって形成される、無数の不安定周期軌道の織り成す複雑な構造が、カオス軌道の示す特異な軌跡を演出している。

我々は、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た。さらに、周期軌道のスペクトルより「局所交差数」を読み取る方法を発見し、今後のカオス軌道の実験(数値実験)解析に大いに貢献することができた[論文 6,10,11: 講演 2,12, 21,28]。(本池巧湖北短期

さらに我々は、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り、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。『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。[講演 13,22,29,31,32,34] (院生山崎仁士との共同研究)

< 論文 >

1. T.Soda: "Ground State Energy, Spin Gap and Hole Superconductivity on Square Lattice Heisenberg Antiferromagnet by Majorana Fermion.", Prog. Theor.Phys. 93(1995)671-683
2. T.Narushima, T. Nakamura and S. Takada: Numerical Study on the Ground-State Phase Diagram of the $S=1/2$ XXZ Ladder Model.", submitted to J. Phys. Soc. Jpn.
3. K.Kubo and T. Nakamura: "The strongly frustrated quantum spin systems." to be published in "Computational Physics as a New Frontier in Condensed Matter Research", ed. H.Takayama et al, Physical Society of Japan, Tokyo, 1995.
4. T. Saito and T. Arimitsu: "Quantum Stochastic Liouville Equation of Ito Type.", Mod. Phys. Lett. B 7 (1994) 1951-1959.
5. T. Arimitsu and T. Saito: "Quantum Stochastic Differential Equations in Phase Space Methods.", Mod. Phys. Lett. B (1994) submitted.
6. T. Arimitsu and T. Motoike: "Generalized Template for Period Doublings." Mod. Phys. Lett. B (1994) submitted.
7. T. Arimitsu: "Quantum Brownian Motion in Non-Equilibrium TFD." Banff/CAP Workshop on Thermal Field Theory (World Scientific, Singapore 1994) 136-145.
8. N. Arimitsu and T. Arimitsu: "A Formulation of Time-Resolved Optical Spectrum for Transient Resonant Light Scattering.", Banff/CAP Workshop on Thermal Field Theory (World Scientific, Singapore 1994) 174-179.
9. T. Arimitsu and N. Arimitsu: "Time-Resolved Optical Spectrum for Transient Resonant Light Scattering.", Phys. Rev. E 50 (1994) 121-137
10. T. Motoike and T. Arimitsu: "A Topological Investigation of Period-Doubling Bifurcations.", Proceedings of International Conference on Dynamical Systems and Chaos (1995) in press
11. T. Arimitsu and T. Motoike: "A Universality of Period Doubling Bifurcations.", (Invited paper) Physica D (1994) in press.
12. T. Arimitsu: "A Canonical Formulation of Dissipative Quantum Systems -- Non-Equilibrium Thermo Field Dynamics --". (Invited paper), Condensed Matter Physics (Ukraine) (1995) in press.
13. D.S. Hirashima: "NMR relaxation rate in the Hubbard model in high dimensions.", Phys. Rev. B49 (1994) 3612.
14. D.S. Hirashima: "Weak coupling theory of the Hubbard model in high dimensions.", Physica B 194-196 (1994) 1071.

15. D.S. Hirashima and T. Mutou: "Weak coupling theory of the periodic Anderson model in infinite dimensions.", *Physica B* 199 & 200 (1994) 206.
16. D.S. Hirashima: "Impurity effects on the spin excitation spectrum in anisotropic superconductors.", *Phys. Rev. B* 50 (1994) 10142.
17. T. Mutou and D.S. Hirashima: "Gap Formation in the Symmetric Periodic Anderson Model in Infinite Dimensions.", *J. Phys. Soc. Jpn.* 63 (1994) 4475.
18. T. Nakamura and Y. Saika: "Thermodynamic Property of the Delta-chain.", *J. Phys. Soc. Jpn.* 64 (1995) 695.
19. T. Nakamura and S. Miyashita: "Thermodynamic Properties of the Quantum Heisenberg Antiferromagnet on the Kagome Lattice.", submitted to *Phys. Rev. Lett.*
20. T. Yamamoto: "Spectrum of BN-Type Calogero-Sutherland-Moser Model.", *J. Phys. Soc. Jpn.* 63 (1994) 1223.
21. K. Hukushima and K. Nemoto: "The Spin Dynamics of the 3D $\pm J$ Ising Spin Glass Model in High Temperature Region.", *J. Phys. Soc. Jpn.* 64 (1995) No6, in press.
22. K. Hukushima and K. Nemoto: "On the Forced Oscillator Method for the Eigenvalue Spectrum Edge of $\pm J$ Random Matrix.", submitted to *J. Phys. Soc. Jpn.*
23. 高山 一: "スピングラス", *固体物理* 30 (1995) 93--101.
24. 高山 一: "スピングラスにおける緩和現象", *物性研究* 63 (1995) 453--458
25. 有光敏彦: "量子確率微分方程式の体系", *物性研究* 62-1 (1994) 31-61.
26. 斎藤 健, 有光敏彦: "量子確率 Liouville 方程式の時間発展演算子 -- その一般的構造 --", *物性研究* 62-1 (1994) 215-224.
27. 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* (1995) in press.
28. 本池 巧, 有光敏彦: "幾何学的に見た周期倍分岐", *物性研究* (1995) in press.
29. 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* (1995) in press.

<学位論文>

博士論文

1. 山本 尚: *Studies in One -dimensional Inverse-square Interacting Systems and Two-dimensional Anyon Systems.*

修士論文

1. 相川 明: 障害物中を泳動する高分子のシミュレーション
2. 成島 毅: $S=1/2$ Heisenberg 梯子模型の密度行列繰り込み群による研究

<講演>

1. Takayama: "Cluster and critical relaxations in spin glasses" International Workshop "Transition and Dynamics in Complex Systems", 1994年-10月、筑波大学
2. Motoike and T. Arimitsu: "A Topological Investigation of Period-Doubling Bifurcations", International

Conference on Dynamical Systems and Chaos -- Tokyo 1994 May 23-27 1994, Tokyo Metropolitan University

3. 小森達雄、福島孝治、高山 一：「2次元±Jイジングスピングラスの緩和時間分布」 日本物理学会分科会 1994年9月 静岡大学
4. 吉野 元、高山 一：「directed polymer のピン止め相におけるエイジング効果」 同上
5. 相川 明、高山 一：「polymer の電気泳動に対する Bond Fluctuation Model のシミュレーション」 同上
6. 成島 毅、中村 統太、高田 慧：「 $S = 1/2$ 量子梯子模型のギャップと低励起状態」 同上
7. 福島孝治、根本幸児：「レプリカ交換モンテカルロ法」 同上
8. 宗田敏雄：「2次元固体 3He の三角格子での反強磁性基底状態と低温での磁化の振舞いの理論」 同上
9. 大井健一、久保 健：「正方格子上のフラストレーションのあるXY模型の基底状態における長距離秩序の存在」 同上
10. 有光敏彦：「量子確率過程の数学的基礎 I」 同上
11. 有光敏彦、斎藤 健：「量子確率過程の数学的基礎 II」 同上
12. 本池 巧、有光敏彦：「区分線形力学系上の $2n$ 分岐のトポロジカルな解析」 同上
13. 山崎仁士、有光敏彦：「散逸系カオス軌道のトポロジー」 同上
14. 小森達雄、高山 一：「2次元イジングスピングラスのエイジング現象と緩和時間分布」 日本物理学会 1995年3月 神奈川大学
15. 吉野 元、高山 一：「directed polymer のピン止め相におけるエイジング効果II」 同上
16. 相川 明、高山 一：「Polymer の電気泳動に対する Bond Fluctuation Model のシミュレーションII」 同上
17. 福島孝治、根本幸児：「拡張アンサンブル方法のスピングラスへの応用」
18. 宗田敏雄：「 4He 薄膜中への 3He の溶解について」 同上
19. 有光敏彦：「モンテカルロ波動関数法と非平衡 Thermo Field Dynamics」 同上
20. 斎藤 健、有光敏彦：「量子確率的時間発展演算子の分類」 同上
21. 本池 巧、有光敏彦：「区分線形系での Horseshoe Template 理論の検証」 同上
22. 山崎仁士、有光敏彦：「散逸系カオス軌道のトポロジーII」 同上
23. 武藤哲也、平島 大：「無限大次元2バンドハバードモデルの電子状態」
24. 中村統太、宮下精二：「カゴメ反強磁性体の熱力学的振舞い」 同上
25. 高山一：「スピングラスにおける緩和現象」 基研研究会「秩序化における乱れと非線型」 1994年6月 京都大学
26. 有光敏彦：「量子散逸系の正準理論」 数理物理 94, 1994年9月 学習院大学
27. 有光敏彦：「量子確率微分方程式」 量子情報理論と開放系, 1994年11月 東京理科大学 理工
28. 本池 巧、有光敏彦：「幾何学的に見た周期倍分岐」 多自由度の力学系と幾何学, 1994年12月 京都大学基研 (モレキュール)
29. 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」 多自由度の力学系と幾何学, 1994年12月 京都大学基研 (モレキュール)
30. 斎藤 健、有光敏彦：「スピン系に対する量子確率微分方程式」 化学物理の諸問題とその発展, 1994年12月 分子科学研究所
31. 山崎仁士、有光敏彦：「散逸系カオス軌道のトポロジー」 化学物理の諸問題とその発展,

1994年12月 分子科学研究所

32. 山崎仁士, 有光敏彦: 「レーザー系におけるカオス軌道の位相幾何学的解析」 非線形反応と共同現象シンポジウム, 1994年12月 基礎化学研究所
33. 有光敏彦: 「量子性と散逸 --いくつかの新しい視点--」 第3回非平衡系の統計物理シンポジウム, 1995年3月 筑波大学
34. 山崎仁士, 有光敏彦: 「カオス軌道の位相幾何学的解析 --レーザー系を例に--」 第3回非平衡の統計物理シンポジウム, 1995年3月 筑波大学
35. 有光敏彦: 「Quantum Stochastic Calculus と物理」 ガウス空間上の作用素解析と量子確率論, 1995年3月 京都大学数理研
36. 宗田敏雄: 「2次元³He-⁴He 混合液の相分離曲線」 1994年8月