

東京大学大学院総合文化研究科 助教授

清水 明

「量子場操作」

1. 研究実施の概要

極微細構造を持つ系において、電子と光子の両方がその量子性を顕著に示すような現象を探索し、かつ、そのような現象が起こる極微細構造を明確な意図を持って設計し、人工的に創生することを目標にしている。具体的な研究テーマは、次の4つに大別される：A. 量子場レーザー・原子波レーザー、B. 少数光子光非線形、C. 微細発光ダイオードにおける光子場制御、D. 基礎理論の確立・新しい可能性の理論的検討。これを、いくつかのグループごとに担当したが、相互に協力しあいながら研究を進めたので、グループ分けは便宜的なものである。以下では、研究室別に、詳しく報告する。

清水研（清水明）：

- (1) 有限体積の開いた量子系の安定性と古典化に関する理論： まず、相互作用するボゾン系の基底状態として従来考えられてきた状態は、ほとんどが環境に対して脆弱(fragile)であり、環境に対して頑丈(robust)な唯一の純粋状態は、我々が発見してCSIBと名付けたものだけであることを示した。次に、このrobustであるか、fragileであるかということが、環境と切り離された閉じた系の波動関数の静的な性質である、マクロ変数の量子揺らぎの大小と対応していることを示した。さらに、この対応が、一般の物理系でも成立することを示した。この結果は、原理的な重要性はもとより、応用上も、量子計算機に使われる量子状態の安定性の評価などへも適用できる可能性がある。
- (2) 電子・正孔凝縮系に、電子をドープすることにより、電子・正孔相関と電子・電子（超伝導）相関が共存し、前者が後者を大幅に増強する、という新しい相を発見した。
- (3) メゾスコピック系の輸送現象を考察し、開いた系の非平衡統計物理学の問題点を明らかにし、それを克服する定式化を提出した。
- (4) 量子系の測定には、交換関係からくる限界以外にも、物理的相互作用が4つしかないことからくる原理的限界があることを明らかにし、それが、制御限界などをもたらすことを指摘した。
- (5) 物質中の光の量子効果について、動的カシミール効果、吸収性媒質中の原子の自然放出寿命、LEDの光子統計を解析し、従来の理論の誤りを指摘して、正しい結論を導き出した。
- (6) 電子溜りと結合した電子系の超放射現象には、特徴的な振動が現れることを指摘した。
- (7) 励起子の有効相互作用を導き出すのに、繰り込み効果が本質的であることを示した。
- (8) 強相関系の非線形光学応答について、ポンプ光の寄与を繰り込んで扱う方法を提案した。

久我研（久我隆弘）：

96年の発足当初の研究目的は、「原子気体のボーズ凝縮(BEC)」と「光原子相互作用における共振器効果(cavity QED)」の2本立てであった。

BECに関しては98年暮れにRb原子を用いて日本で初めてのBECを実現できた。米国での実現(95

年)から3年も遅れてしまったのは、当初は独自の方式を採用していたためである。諸般の状況から98年に方針転換してからは比較的速いテンポでBECの実現にこぎつけた。その後は、99年には原子波をコヒーレントに増幅することに世界で初めて成功し、物理学会の総合講演や海外の主要会議(複数)で招待講演を依頼されるなど、大きな話題を提供できた。

cavity QEDに関しては、99年暮れ、フィネスが 10^5 程度の高Q値微小光共振器内に1個の原子が入ったことを示す信号を数個の光子で観測することに成功した。2000年には共振器内にある数個の原子による光パルス(共振器内平均光子数は数個程度)伝播の遅延や先進効果の観測に成功している。また将来的には1個の原子で光パルス伝播の制御が可能であることも示し、これは量子ゲート(量子計算機)の作成にとっては基本的な技術となる。

清水富士夫研(清水富士夫):

1. 原子ホログラフィーの高度化 原子ホログラフィーは我々が開発した原子操作の最も汎用的な技術である。通常の光の計算機ホログラフィーと同じように二値化された窒化シリコン膜を通過した低速原子の回折・干渉により任意の原子のパターンを描くことが出来る。我々は、今回、より分解能が高く、かつグレートーンの原子像を作ることに成功した。
2. 実時間電場制御原子ホログラム 中性原子は2次のシュタルク効果を利用して電場によって原子の位相を変えることが出来る。我々は窒化シリコン薄膜ホログラム上に平行電極を蒸着し、膜の穴を通過する原子に電場をかけて位相を変調し、原理的に実時間でスクリーン上の原子パターンを制御する方法を開発した。
3. 電場による制御は精度を上げることが容易で汎用性のある粒子制御法であるが、空中に電場極大の点を作れないため、凸レンズを作れないと一般に信じられ、中性粒子光学に応用されることはまれであった。我々は光軸に垂直な2軸で曲率が等しく符号が反対の静電場レンズを3個組み合わせることで回転対称な凸レンズを作れることを初めて実証した。
4. 粒子波光学部品では安定性、波長依存性等で様々な問題を生じ、光学機器に匹敵する高精度なデバイスは開発されていない。しかし、光学部品と同様なことを中性原子波で行うことが全く不可能なわけではない。十数年前から、固体表面の量子反射の存在が議論されている。これは、ファンデルワールスポテンシャルの固体表面での急峻な変化によって原子波が表面から波長の数分の一離れた距離で反射される現象である。非常に低速の原子が必要であるため、今まで実証されたことはなかったが我々はレーザー冷却した準安定状態ネオンを使って初めて固体表面からの量子反射を観測し、かつ定量的な議論を行った。これは、より汎用性の高い高精度原子光学部品開発への道を開くものである。

山西・角屋研(山西正道・角屋豊):「微細発光ダイオードにおける光子場制御」

本研究項目では精密に設計した発光ダイオードにおける光子場制御の研究、特に光子数の少ない領域(微弱・広帯域)でのサブポアソン光発生および電子系・光子強結合系に関する研究を行った。得られた成果は以下の通りである。

- (1) 広帯域、微弱サブポアソン光発生：a) ショットノイズ抑制(サブポアソン化)の遮断周波数を理論および実験的に詳細に調べ、pn 接合の微視的・動的なキャリア移動を考慮した一般的な形で定式化した。b) 高ドープ分離ヘテロ接合(SCH)を活性層にもつ発光ダイオードを提案した。面積を低減した素子に適用し、検出光電流 40 μ A で遮断周波数 1GHz の微弱・広帯域サブポアソン光発生を実現した(従来の報告よりも 2 桁以上の少数光子化)。
- (2) 定電圧源駆動におけるサブポアソン光発生：a) 発光ダイオードを多重連結することによる定電圧源駆動下でのサブポアソン光発生を実験・理論的に調べるとともに、多重トンネル接合素子による電流雑音抑制を実証した。b) 従来の物理機構とは全く異なるバックワードポンプ過程を考慮することで、従来不可能と思われていた単一ダイオード・定電圧源駆動下でのサブポアソン光発生を初めて提案かつ実証した。c) 双子の光子対を制御されたタイミングで発生させ得るターンスタイル発光素子を提案した。
- (3) 励起子・光子強結合系からの THz 帯電磁波放射：a) 共鳴励起した励起子・光子強結合系における励起子数の脈動から THz 帯電磁波が放射されることを実証した。b) 励起子・光子強結合系を用いた量子ビット、制御 NOT 動作、位相シフトの実現方式を提案した。

平野研(平野琢也)：

(研究項目 A) [原子のボーズ凝縮]

低速原子線を発生する方法を考案し(特許出願)、ボーズ凝縮の生成に必要な時間を大幅に短縮することができた。また、全スピンの状態にあるルビジウム原子のボーズ凝縮体を光だけでトラップすることに初めて成功した。

(研究項目 C) [量子暗号通信]

微弱な光の検出に平衡型ホモダイン法を用いる量子暗号を考案し、特許の出願、実証実験、盗聴に対する安全性に関する理論的な評価を行った。実証実験では、長さが 1 km のファイバーを使って、ランダムなビット列(情報を暗号化する鍵として用いる)を実際に伝送することができた。実証実験、理論的な評価を通して、ホモダイン検出を用いる量子暗号が、高い検出効率を実現できること、盗聴に対して安全であることを示すことができた。

(研究項目 C) [面発光レーザーを用いた光子場操作]

外部共振器を用いることにより、面発光レーザーの雑音を低減できることを明らかにした。

五神(五神真)：

光を量子レベルで操作する方法を明らかにするために、次の三つの研究を進めた。1) 微小球共振器を用いた光波操作法 2) 半導体の励起子系の非線形光学応答の増強原理の解明、3) ボーズ縮退した励起子分子波の生成法とそれを用いた光子場操作法の検討。

1) では、まず高い非線形性を示す事で知られる、CuCl 結晶を溶融し、微小球共振器を形成する方法を見いだした。これにより、球形共振器におけるポラリトンモードでのレーザー発振を実

証した。次に、球径を厳密に選別した直径5ミクロン以下の微小球を連結させ、WGモードを共鳴的に結合させることを試みた。2つの球が連結してできる光の分子状態、一次元配列球によるフォトリックバンド形成を実証した。

2)では、半導体励起子系の共鳴非線形光学応答について実験と理論解析を系統的に行い、非線形光学応答を支配する要因を明らかにした。励起子を相互作用するボゾン系として扱くとボゾン間の2体の相互作用により、3次の非線形光学応答が記述できることを示した。これに基づき、励起子間の非調和エネルギーを定量的に評価するスキームを与え、実際に実験を行いその評価を行なった。

3)半導体の励起子や励起子分子は低密度の場合にはボゾンとして振る舞うが有限の寿命をもつために、冷却して縮退ボースガスを用意することは通常困難である。ここでは、フェムト秒パルスによる二光子共鳴励起法により、フェムト秒パルスの光子群の位相空間密度を3桁圧縮し、量子縮重度の高い励起子分子波を直接生成できることを実証した。この縮退励起子分子系はボース粒子集団を用いた量子もつれ状態の利用という観点から注目される系である。またこのコヒーレント励起子分子波は高効率の光パラメトリック増幅効果を示すことを見だし、光の量子場操作にも活用できることを示した。

上田研(上田正仁):

CREST研究発足当初は少数光子状態の人工制御に関する理論的研究を行い、その後、レーザー冷却された中性原子気体のボース・アインシュタイン凝縮(BEC)の研究に主力を注いだ。この他に、量子ドットの準位統計及び量子計算の誤り訂正に関する基礎的研究も行った。ここでは、BECの研究について述べる。我々は引力相互作用をするBECに関してどんなユニークな物理が現れるかを明らかにすることを目指して研究を進めてきた。引力相互作用をするボース粒子系は一般的な系ではBECを起こさない事が知られているが、最近、レーザー冷却技術を用いてこれを空間的に閉じ込めることにより気体相でBECを発生させる実験が成功した。これは、見かけ上、引力相互作用をするボース粒子も安定なBECを形成するかに思えるが、引力相互作用をするボース粒子系の真の基底状態は固体相にあるので、気体相のBECは準安定状態でしかなく、ついには崩壊する運命にある。我々はこの系が崩壊するメカニズムを研究し、臨界点近傍で原子集団が巨視的量子トンネリング(MQT)を起こして崩壊することを理論的に予言した。また、斥力系で確立されている循環の量子化が引力系では部分的にしか起こらないことを理論的に明らかにした。循環の量子化は超流動現象の極印として知られており、それが引力系においては部分的に破れていることを明らかにしたことは、超流動現象の本質の理解に新たな洞察を加えたと考えられる。さらに、斥力系で用意された大きなBECをフェッパツハ効果により相互作用を突然引力に変えると様々な非線形パターンが現れることを見出した。これらの研究の実験的検証は現在、ライス大学とJILAによってなされている。

2 . 主な研究成果

(1)論文発表 (国内7件、海外85件)

A. Shimizu and T. Miyadera, Robustness of Wave Functions of Interacting Many Bosons in a Leaky Box, *Phys. Rev. Lett.* 85 (2000) 688-691.

A. Shimizu and H. Kato, Nonequilibrium Mesoscopic Conductors Driven by Reservoirs, *Low-Dimensional Systems* (ed. T. Brandes, Springer, 2000) pp.3-22.

M. Shigemori, A. Shimizu, T. Brandes and J. Inoue, Strong enhancement of superconducting correlation in a two-component fermion gas, *J. Phys. Soc. Jpn.* 68, 2194-2197 (1999)

T. Brandes, J. Inoue, and A. Shimizu, Oscillatory behavior of a superradiating system coupled to electron reservoirs, *Phys. Rev. Lett.* 80 (1998) 3952-3955.

A. Shimizu, A Fundamental Limit of Measurement Imposed by the Elementary Interactions, *Statistical Physics* (eds. M. Tokuyama and H. E. Stanley, American Institute of Physics, 2000), 611-620.

J. Inoue, T. Brandes and A. Shimizu, Renormalized Bosonic Interaction of Excitons, *Phys. Rev. B* 61 (2000) 2863-2873.

J. Inoue and A. Shimizu, Pump Built-in Hamiltonian Method for Pump-Probe Spectroscopy, *J. Phys. Soc. Jpn.* 68 (1999) 2534-2537.

Akira Shimizu and Jun-ichi Inoue, Time evolution of condensed state of interacting bosons with reduced number fluctuation in a leaky box, *Phys. Rev. A* 60 (1999) 3204-3219.

Akira Shimizu, Jun-ichi Inoue and Takayuki Miyadera, Nonequilibrium Time Evolution of the Condensed State of a Fixed Number of Interacting Bosons, *Quantum Coherence and Decoherence -- Proc. 6th Int. Symp. Foundations of Quantum Mechanics, Tokyo 1998* [ed. Y.A. Ono and K. Fujikawa, North-Holland, 1999] 135-138.

清水 明, 「非平衡統計物理学の舞台としてのメソスコピック系」, *物性研究* 71} (1999) 716-725.

J. Inoue, T. Brandes and A. Shimizu, Effective Hamiltonian for Excitons with Spin Degrees of Freedom, *J. Phys. Soc. Jpn.* 67 (1998) 3384-3387.

A. Shimizu and J. Inoue, Condensation of interacting bosons with reduced number fluctuation, *J. Phys. Soc. Jpn.* 67 (1998) 2988-2991.

H. Fujisaki and A. Shimizu, Quantum Langevin equations for semiconductor light-emitting devices and the photon statistics at a low-injection level, *Phys. Rev. A* 57 (1998) 3074-3083.

A. Shimizu, Theory of Electron-Photon Interaction, T. Ando et al. eds., "Mesoscopic Physics and Electronics", Springer (1998), pp. 140-155.

A. Shimizu and T. Miyadera, Interacting One-Dimensional Electrons Driven by Two-Dimensional Reservoir Electrons, *Physica B* 249-251 (1998) 518-522 (Proc. 12th Int. Conf. Electronic Properties of Two-Dimensional Systems).

H. Fujisaki and A. Shimizu, Quantum noise of semiconductor light-emitting devices at a low-injection level, *J. Phys. Soc. Jpn.* 66 (1997) 34-37.

A. Shimizu, T. Okushima and K. Koshino, Quantum Optics in Dispersive and Absorptive Media, *Material Science and Engineering B* 48} (1997) 66-70.

A. Shimizu, Landauer Conductance and Nonequilibrium Noise of One-Dimensional Interacting Electron Systems, *J. Phys. Soc. Jpn.* 65 (1996) 1162-1165

久我隆弘、原子波レーザーと物質波増幅、*応用物理*、69(11)、1285-1291 (2000).

久我隆弘、原子気体のボース・アインシュタイン凝縮 実験の進展、*日本物理学会誌*、55(2)、90-98 (2000).

K. Sanaka, K. Kawahara, and T. Kuga, New High-Efficiency Source of Photon Pairs for Engineering Quantum Entanglement, *Phys. Rev. Lett.*, 86(24), 5620-5623 (2001).

J. Abe, T. Kuga, T. Hirano, M. Kobayashi, and M. Yamanishi, Wideband squeezing in photon number fluctuations from a

high-speed light-emitting diode, *Opt. Express*, **7**(6), 215-221 (2000).

Y. Torii, Y. Suzuki, M. Kozuma, T. Sugiura, T. Kuga, E. W. Hagley, and L. Deng, Mach-Zehnder Bragg interferometer for a Bose-Einstein condensate, *Phys. Rev. A*, **61**(4), 041602-1-4 (2000).

M. Kozuma, Y. Suzuki, Y. Torii, T. Sugiura, T. Kuga, E. W. Hagley, and L. Deng, Phase-coherent amplification of matter waves, *Science*, **286**, 2309-2312 (1999).

Y. Torii, N. Shiokawa, T. Hirano, T. Kuga, Y. Shimizu, and H. Sasada, Pulsed polarization gradient cooling in an optical dipole trap with a Laguerre-Gaussian laser beam, *Eur. Phys. J. D1* (3), 239-242 (1998).

Novel optical trap of atoms with a doughnut beam; Takahiro Kuga, Yoshio Torii, Noritsugu Shiokawa, Takuya Hirano, Yukiko Shimizu, and Hiroyuki Sasada, *Phys. Rev. Lett.*, **78** (25), 4713-4716 (1997).

Observation of collective Coulomb-blockade effect in a constant-current-driven high-speed light-emitting diode; Jun'ichi Abe, Gen Shinozaki, Takuya Hirano, Takahiro Kuga, and Masamichi Yamanishi, *J. Opt. Soc. Am. B*, **14** (6), 1295-1298 (1997).

F. Shimizu, Specular reflection of very slow metastable neon atoms from a solid surface, *Phys. Rev. Lett.* vol 86(no 6) 987-990 (5 Feb. 2001)

F. Shimizu, S. Mitake and J. Fujita, Real time interferometric manipulation of a neutral atomic beam by electric field, *Can. J. Phys.* vol 78, 529-535 (2000).

J. Fujita, S. Mitake, and F. Shimizu, Interferometric modulation of an atomic beam by an electric field: a phase hologram for atoms, *Phys. Rev. Lett.* vol 84(#18) 4027-4030 (2000).

H-R. Noh, K. Shimizu, and F. Shimizu, "Imaging of an Atomic Beam with Electrostatic Lenses", *Phys. Rev. A* vol 61(April), 041601-1 to 4 (2000).

F. Shimizu, "Atom holography" *Advances in Atomic, Molecular, and Optical Physics*, Eds. B. Bederson and H. Walther, vol 42, p73-93 (Academic Press, London 2000)

F. Shimizu, J. Fujita, M. Morinaga, T. Kishimoto, and S. Mitake, "Atom interferometers and atom holography", *Atomic Physics 16*, Eds. W. E. Baylis and G. W. F. Drake, p223-233 (AIP Conference Proceedings 477, American Institute of Physics, New York, 1999).

F. Shimizu, J. Fujita, T. Kishimoto, S. Mitake, "Gray scale atom holography", *Technical Digest. CLEO/Pacific Rim '99. Pacific Rim Conference on Lasers* (Cat. No.99TH8464) p1253-4 vol.4 (1999).

T. Kishimoto, J. Fujita, S. Mitake, and F. Shimizu, "Gray-scale atom holography" *Jpn. J. Appl. Phys. (Part 2)* vol 38 (#6), L683-L686 (1999).

J. Fujita, S. Mitake, and F. Shimizu, "Electric-field-modulated atomic beam holography" *.Vac.Sci.Technol.B*17,2953(1999).

F. Shimizu, J. Fujita, S. Mitake, and T. Kishimoto, "Holography with Cold Atoms", *Laser Spectroscopy XIV International Conference*, Eds. R. Blatt, J. Eschner, D. Leibfried, and F. Schmidt-Kaler, p227-236, (World Scientific, Singapore, 1999)

F. Shimizu, "Atom interferometry", *Quantum Coherence and Decoherence*, Eds. Y. A. Ono and K. Fujikawa, p109-114, (Elsevier, Amsterdam, 1999).

J. Fujita, T. Kishimoto, M. Morinaga, S. Matsui, F. Shimizu, " Atomic beam holography for nanofabrication", *J. Vac. Sci. Technol. B*, 16 (6), 3855-8 (1998).

G. Shinozaki, J. Abe, T. Hirano, T. Kuga, and M. Yamanishi, 3dB Wideband Squeezing in Photon Number Fluctuations from a Light Emitting Diode, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 36 , 6350-6352 (1997).

鳥井寿夫, ルビジウム原子気体のボース・アインシュタイン凝縮, *物性研究*, 7, 524-529 (1999 年).

鳥井寿夫, ルビジウム原子のボース・アインシュタイン凝縮発生のための実験手法, *レーザー研究*, 28, 147-153 (2000).

M. Kobayashi, Y. Kadoya, H. Yuji, R. Masuyama and M. Yamanishi: "Squeezing of photon-number fluctuations in the frequency range wider than 300MHz in light-emitting diodes at room temperature" *J. Opt. Soc. Am. B* Vol.17 No.7 pp.1257-1262 (2000).

- M. Kobayashi, M. Yamanishi, H. Sumitomo and Y. Kadoya: Influence of backward-pump process on photon-number squeezing in a constant-current-driven heterojunction LED: Transition from thermionic emission to diffusion limits, *Phys. Rev. B* 60, 16686-16700 (1999).
- Y. Hokomoto, Y. Kadoya and M. Yamanishi: "THz electromagnetic wave radiation from coherent oscillation of exciton population in high-Q semiconductor microcavities" *Appl. Phys. Lett.* Vol.74, No.25 pp.3839-3841 (1999).
- M. Kobayashi, M. Kohno, Y. Kadoya, M. Yamanishi, J. Abe and T. Hirano, Wide-band Suppression of photon-number-fluctuations in a high-speed light-emitting-diode driven by a constant-current source, *Appl. Phys. Lett.* Vol.72, No.3 (1998) pp.284-286.
- H. Sumitomo, Y. Kadoya and M. Yamanishi, Wideband deep penetration of photon-number fluctuations into the quantum regime in series-coupled light-emitting diodes, *Optics Lett.* Vol.24, No.1 (1999) pp.40-42.
- S. Yamashita, S. Nakamura, S. Kobayashi, T. Ueda, Y. Kadoya and M. Yamanishi, Controlled Spontaneous emissions from current-driven semiconductor microcavity triodes, *Appl. Phys. Lett.* Vol.74, No.9 (1999) pp.1278-1280.
- M. Kusuda, S. Tokai, Y. Hokomoto, Y. Kadoya and M. Yamanishi, THz electromagnetic wave radiation from semiconductor microcavities in nonperturbative regime, *Physica B* 272 (1999) pp.467-471.
- H. Sumitomo, M. Yamanishi and Y. Kadoya, Photon-Number Squeezing in a Light-Emitting Diode Driven by a Constant-Voltage Source: Pump Regulation by the Non-Coulombic Effect, *Japanese J. Appl. Phys. Pt.2*, vol.39, No.11B (2000) pp.L1167-L1170.
- H. Sumitomo, M. Yamanishi and Y. Kadoya, Generation of Heralded Twin-Photons in a Series-Coupled Mesoscopic Light-Emitting Diode System, *Japanese J. Appl. Phys. Express Letter* Vol.40 Pt.2, No.2A (2001) pp.L85-L88.
- 山西正道, 平野琢也, 角屋豊, サブポアソン光 - 光子数揺らぎへの挑戦, *日本物理学会誌*, Vol.55, No.3 (2000) P180-188.
- M. Kuwata-Gonokami, S. Inouye, H. Suzuura, M. Shirane, R. Shimano, T. Someya, and H. Sakaki, Parametric Scattering of Cavity Polaritons, *Phys. Rev. Lett.* 79, 1341 (1997)
- T. Mukaiyama, K. Takeda, H. Miyazaki, Y. Jimba, and M. Kuwata-Gonokami, Tight Binding Photonic Molecule Modes of Resonant Bispheres, *Phys. Rev. Lett.*, 82, 4623 (1999)
- 五神真, 微小球による輻射場の量子制御, *応用物理*, 1996 (Vol.23, No.4), 950-954
- M. Kuwata-Gonokami, S. Inouye, H. Suzuura, M. Shirane, R. Shimano, T. Someya, H., Sakaki, Parametric Scattering of Cavity Polaritons, *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 79, 1341-1344 (1997).
- R. Shimano and M. Kuwata-Gonokami, Nonlinear Optical Processes of Excitations in Semiconductor Microcavity Structures, *Material Science and Engineering B*.4859-65 (1997)
- G. Mohs, T. Aoki, M. Nagai, R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami, S. Nakamura, Failure of the Modal Gain Model in a GaN Based Laser Diode, *Solid State Commun.*, Vol. 104, 643-648 (1997).
- M. Nagai, F. Hoshino, S. Yamamoto, R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami, Spherical cavity-mode laser with self organized CuCl microspheres, *Opt. Lett.* 22, 1630-1632 (1997).
- G. Mohs, R. Shimano, T. Kise, M. Shirane, M. Kuwata-Gonokami, K. Ohkawa, S. Danjhal, T. Svirko and N. Zheludev, Optical Detection of Crystallographic Domains Zinc-Blende Crystal, *Appl. Phys. Lett.* 73, 1511-1513 (1998).
- M. Shirane, C. Ramkumar, Yu. P. Svirko, H. Suzuura, S. Inouye, R. Shimano, T. Someya, H. Sakaki and M. Kuwata-Gonokami, Degenerate Four-Wave Mixing Measurements from Exciton-Photon Coupled System in a Semiconductor Microcavity, *Phys. Rev. B* 79, 1341-1344 (1998).
- G. Mohs, T. Aoki, R. Shimano, and M. Kuwata-Gonokami, On the gain mechanism in GaN based laser diodes, *Solid State Commun.* 108, 105-109 (1998).
- H. Suzuura, Y. Svirko, and M. Kuwata-Gonokami, Four wave mixing theory in a cavity-polariton system, *Solid. State. Commun.* 108, 289-293 (1998).
- Y. P. Svirko, M. Shirane., H. Suzuura, M. Kuwata-Gonokami, Four-Wave Mixing Theory at the Excitonic Resonance: Weakly

Interacting Boson Model, *J. Phys. Soc. Jpn.* 68, 674-682 (1999)

Y. Kawabe, Ch. Spiegelberg, A. Schulzgen, M. F. Nabor, B. Kippelen, E.A. Mash, P.M. Allemand, M. Kuwata-Gonokami, K. Takeda, and N. Peyghambarian, Whispering-gallery-mode microring laser using a conjugated polymer, *Appl. Phys. Lett.*, 72,141-143 (1998)

M. Kuwata-Gonokami and K. Takeda, Polymer whispering gallery mode lasers, *Optical Materials*9, 12-17 (1998)

A. Schulzgen, C. Spiegelberg, M. M. Morrell, S. B. Mendes, P-M. Allemand, Y. Kawabe, M. Kuwata-Gonokami, S. Honkanen, M. Fallahi, B. Kippelen, N. Peyghambarian, Light Amplification and laser emission in conjugated polymers, *Optical Engineering*, 37, 1149-1156 (1998)

T. Aoki, G. Mohs, M. Kuwata-Gonokami, and A. A. Yamaguchi, Influence of Exciton-Exciton Interaction on Quantum Beats, *Phys. Rev. Lett.*, 82, 3108-3111 (1999)

T. Mukaiyama, K. Takeda, H. Miyazaki, Y. Jimba, and M. Kuwata-Gonokami, Tight Binding Photonic Molecule Modes of Resonant Bispheeres, *Phys. Rev. Lett.*, 82, 4623-4626 (1999)

H. Saito and M. Ueda, Quantum-controlled few-photon state generated by squeezed atoms, *Phys. Rev. Lett.* vol. 79, pp. 3869-3872 (1997).

M. Ueda and A. J. Leggett, Macroscopic quantum tunneling of Bose-Einstein condensate with attractive interaction, *Phys. Rev. Lett.* vol. 80, pp. 1576-1579 (1998).

M. Ueda and A. J. Leggett, Ground-State Properties of a Rotating Bose-Einstein Condensate with Attractive Interaction, *Phys. Rev. Lett.* vol. 83, pp. 1489-1493 (1999).

M. Ueda, T. Wakabayashi, and M. Kuwata-Gonokami:" Synchronous collapses and revivals of atomic dipole fluctuations and photon Fano factor beyond the standard quantum limit" *Phys. Rev. Lett.* Vol.76, pp. 2045-2048 (1996).

M. Yamanishi, K. Watanabe, N. Jikutani, and M. Ueda: "Sub-Poissonian photon-state generation by Stark-effect blockade of emissions in a semiconductor diode driven by a constant-voltage source *Phys. Rev. Lett.* Vol. 76, pp. 3432-3435 (1996).

H. Tamura and M. Ueda: "Effects of disorder and electron-electron interactions on orbital magnetism in quantum dots" *Physica B* vol. 227, (1996) pp. 21-23.

H. Tamura and M. Ueda: "Energy-level statistics and orbital magnetism of interacting electrons in disordered quantum dots" *Phys. Rev. Lett.* Vol. 79, pp. 1345-1348 (1997).

H. Saito and M. Ueda: "Quantum-controlled few-photon state generated by squeezed atoms" *Phys. Rev. Lett.* Vol. 79, pp. 3869-3872 (1997).

M. Ueda and A. J. Leggett: "Macroscopic quantum tunneling of Bose-Einstein condensate with attractive interaction" *Phys. Rev. Lett.* Vol.80, pp. 1576-1579 (1998).

M. Ueda and A. J. Leggett: "Ueda and Leggett Reply" *Phys. Rev. Lett.* Vol.81, p. 1342 (1998).

T. Tanamoto and M. Ueda: "Interplay between the Coulomb blockade and resonant tunneling studied by the Keldysh Green's-function method" *Phys. Rev. B* Vol.57, pp. 14638-14641 (1998).

M. Koashi and M. Ueda: "Matter-field theory of the Casimir force" *Phys. Rev. A* vol. 58, pp. 2699-2707 (1998).

M. Koashi and M. Ueda: "Reversing Measurement and Probabilistic Quantum Error Correction" *Phys. Rev. Lett.* Vol.82, pp. 2598-2601 (1999).

H. Saito and M. Ueda: "Squeezed Few-Photon State of the Field Generated from Squeezed Atoms" *Phys. Rev. A* Vol. 59, pp. 3959-3974 (1999).

T. Kimura, H. Saito, and M. Ueda: "A Variational Sum-Rule Approach to Collective Excitations of a Trapped Bose-Einstein Condensate" *J. Phys. Soc. Jpn. (Letter)* 68, pp. 1477-1480 (1999).

M. Ueda and A. J. Leggett: "Ground-State Properties of a Rotating Bose-Einstein Condensate with Attractive Interaction" *Phys. Rev. Lett.* 83, pp. 1489-1493 (1999).

M. Ueda and K. Huang: "Fate of a Bose-Einstein Condensate with Attractive Interaction" *Phys. Rev. A* Vol. 60, pp. 3317-

3320 (1999).

H. Saito and M. Ueda: "First- and second-order coherence of scattered laser light from a trapped Bose-Einstein Condensate" Phys. Rev. A Vol. 60, pp. 3990-3998 (1999).

M. Koashi and M. Ueda: "Exact Eigenstates and Magnetic Response of Spin-1 and Spin-2 Bose-Einstein Condensates" Phys. Rev. Lett. Vol. 84, pp. 1066-1069 (2000).

M. Ueda, "Many-Body Theory of Dilute Bose-Einstein Condensates with Internal Degrees of Freedom" Phys. Rev. A Vol. 63, pp. 013601-013604 (2001).

H. Saito and M. Ueda, "Intermittent Implosion and Pattern Formation of Trapped Bose-Einstein Condensates with Attractive Interaction" Phys. Rev. Lett. Vol. 86, pp.1406-1409 (2001).

H. Saito and M. Ueda, "Power laws and collapsing dynamics of trapped Bose-Einstein condensates with attractive interaction" Phys. Rev. A Vol. 63, 043601 (2001).

T. Nakajima and M. Ueda, "Low-lying excitations from the yrast line of weakly interacting trapped bosons" Phys. Rev. A Vol. 63, 044104 (2001).

(2)口頭発表

招待、口頭講演 (国内99件、海外66件)

主要なものを以下に掲げる。

Akira Shimizu, Condensed matter physics stimulated by quantum optics,
Mesoscopic physics --- between photonic and electronic systems (Wittenberg, Germany, July 17-29, 2000)

Akira Shimizu and Takayuki Miyadera, Robustness of wavefunctions of systems of many degrees of freedom under the influence of environment, APCTP International Workshop on Similarity in Diversity (Seoul, Korea, August 24-26, 2000)

Akira Shimizu, Fundamental Limits of Quantum Measurement Imposed by the Elementary Interactions, 3rd Tohwa University International Meeting on Statistical Physics (Fukuoka, Japan, November 8-12, 1999)

Akira Shimizu and H. Kato, Nonequilibrium Mesoscopic Conductors Driven by Reservoirs, Interactions and quantum transport properties of lower dimensional systems (Hamburg, Germany, July 27-28, 1999)

Akira Shimizu, Jun-ichi Inoue and Takayuki Miyadera, Nonequilibrium Time Evolution of the Condensed State of a Fixed Number of Interacting Bosons, The 6th International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics (Saitama, Japan 1998).

A. Shimizu and T. Miyadera, Interacting One-Dimensional Electrons Driven by Two-Dimensional Reservoir Electrons, 12th Int. Conf. Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (Tokyo, Japan 1997).

T. Kuga, Phase-coherent amplification of matter waves, DAMOP2000, invited talk, U. Connecticut, June 16, 2000.

J. Abe, T. Kuga, T. Hirano, M. Yamanishi, Wideband squeezing in photon number fluctuations from a high-speed light-emitting diode; Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics, Seoul, Korea, Aug. 30- Sep. 3, 1999.

Y. Torii, Y. Suzuki, M. Kozuma, T. Kuga, Realization of Bose-Einstein condensation in a rubidium vapor using a simple double magneto-optical trap, Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics, Seoul, Korea, Aug. 30- Sep. 3, 1999.

J. Abe, T. Hirano, T. Kuga, M. Yamanishi, Temperature dependence of the squeezing bandwidth of sub-Poissonian light from a light-emitting diode; International Conference on Quantum Electronics, San Francisco, CA, May 3-8, 1998.

T. Kuga, Y. Torii, N. Shiokawa, T. Hirano, Laser spectroscopy with cold atoms, International Workshop on Current Topics of Laser Technology, Kobe, Japan, Mar. 9-10, 1998.

F. Shimizu, (Univ. Electro-Communications) "Atom interferometers and atom holography", 16th International Conference on Atomic Physics, Windsor, Canada, August 1998

F. Shimizu, (Univ. Electro-Communications) "Gray scale atom holography", CLEO/Pacific Rim '99. Pacific Rim

Conference on Lasers , Seoul, Korea, August, 1999.

F. Shimizu, "Atom interferometry", Quantum Coherence and Decoherence, 6th International Symposium on Foundation of Quantum Mechanics, Hatoyama, Japan, August, 1999.

F. Shimizu(Univ. Electro-Communications) "Phase controlled atom holography" Euroconference Atom Optics and Interferometry, Cargese, France, July 2000

F. Shimizu (Univ. Electro-Communications) "Quantum reflection of metastable neon atoms on solid surfaces", QELS 2001, Baltimore, USA, May 2001

Y. Torii(学習院大学), Atom wave interferometer for a Bose-Einstein condensate with Bragg diffraction, Quantum Electronics and Laser Science Conference (Baltimore, MD, May 18-23, 1999), PD1.

Y. Torii(学習院大学), Realization of Bose-Einstein condensation in a rubidium vapor using a simple double magneto-optical trap, The Pacific Rim Conference on Laser and Electro-Optics (Seoul, Korea, August 30-September 3, 1999), ThC4.

Y. Torii(学習院大学), Mach-Zehnder Bragg interferometer for a Bose-Einstein condensate, The Second Workshop on Laser Cooling, 湘南国際村センター, 2000/2/4.

M. Yamanishi; "Sub-Poissonian Photon-States Generated by Light Emitting Diodes: Present Status of Experiments and a New Scheme for Emission Control" 6th NEC Symp. Fundamental Approaches to New Material Phases: Quantum Optical Phenomena in Spatially Confined Materials (Oct. 13-17, 1996) Karuizawa; published in Proc. the Symp., Materials Science and Engineering Vol.B48, (1997) pp.26-33.

M. Yamanishi: "Generation of Nonclassical Light by Semiconductor Light Emitters" Int. topical Workshop on Contemporary Photonic Technologies (Jan. 12-14, 1998) Program No. Wa2, Tokyo.

M. Yamanishi, M. Kuwata-Gonokami, R. Shimano and Y. Kadoya: "Ultrafast Optical Nonlinearity due to Virtual Excitations of Excitons in DC-Biased AlGaAs Microcavities" SPIE Conf. on Physics and Simulation of Optoelectronic Devices VI, Program No.3283-68 (Jan.24-30, 1998) San Jose, CA.

M. Yamanishi: "Wide-Band Penetration of Photon-Number-Fluctuations into Quantum Regime obtained with Light-Emitting Diodes" OSA Topical Meeting on Radiative Processes and Dephasing in Semiconductors, Program No.RWD-2 (Feb. 2-4, 1998) Coeur d' Alene, Idaho.

M. Yamanishi: "Squeezing of light from semiconductor light-emitting-diodes" 1998 CLEO/IQEC, Program No.QTuA5 (May 3-8, 1998) San Francisco, CA.

M. Yamanishi: "Generation of Nonclassical Light from Semiconductor Light Emitters" 1998 ASIAN SCIENCE SEMINAR, Program No.Fr-3 (Oct.18-23,1998) Cheju Island, Korea

M. Yamanishi and Y. Kadoya, "THz-electromagnetic wave radiation from high-Q Microcavities" 6th Int. Workshop on Femtosecond Technology, (July 13-15, 1999) Chiba, Japan, Program No.TB-1

M. Kusuda, S. Tokai, Y. Hokomoto, Y. Kadoya and M. Yamanishi: "THz Electromagnetic Wave Radiation from Semiconductor Microcavities in Nonperturbative Regime" 11th International Conference on Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductors (HCIS-11), (July 19-23,1999) Kyoto, Japan, 1999, Program No. ThA-1, Proc. Physica B Vol.272, pp.467-471 (1999).

M. Yamanishi: "Wideband squeezing of Photon-number fluctuations in semiconductor LEDs" ERATO Workshop on Cooperative Effects on Photo-Controlled Systems (Nov. 11-12, 1999) Tucson, Arizona

M. Yamanishi and Y. Kadoya: "THz-Electromagnetic Wave Radiation from Semiconductor Microcavities in Strong- and Weak- Coupling Regime" 13th Annual Meeting, IEEE Lasers and Electro-Optics Society (LEOS 2000), (Nov. 13-16, 2000) Rio Grande, Puerto Rico, Program No. TuM1.

M. Kobayashi, H. Sumitomo, Y. Kadoya, M. Yamanishi and M. Ueda: " Diode Structure for Generation of Sub-Poissonian Photon Fluxes by Stark-Effect Blockade of Emissions" 3rd Int. Conf. Quantum Communication, Computing and Measurement (Sept. 25-30, 1996) Hakone, Japan Session Sa.2(B). published in Proc. (Plenum Press) pp.503-512.

S. Yamashita, S. Nakamura, E. Ishii, Y. Kadoya and M. Yamanishi: "Controlled Spontaneous Emission from Semiconductor Microcavity Light Emitting Triodes" The Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO/Pacific Rim '97) (July 14-18, 1997) Chiba, Japan, program No. ThC5.

- M. Kobayashi, M. Kohno, Y. Kadoya, M. Yamanishi, J. Abe and T. Hirano: "Wide-Band Squeezing of Photon-Number-Fluctuations from a High-Speed Light-Emitting-Diode" The Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO/Pacific Rim '97) (July 14-18, 1997) Chiba, Japan, program No. PD1.10
- H. Sumitomo, Y. Kadoya, and M. Yamanishi: "Wideband and deep penetration of photon-number fluctuations into quantum regime in Series-connected light-emitting diode" Int. Quantum Electronics Conf. (IQEC '98) (May 3-8, 1998) San Francisco, California, Program No. QThE1
- H. Sumitomo, Y. Kadoya, J. Abe and M. Yamanishi: "Squeezing in photon-number fluctuations due to backward pump process without high impedance-noise-suppression in a light emitting diode" CLEO/QELS '99 (May 23-28, 1999) Baltimore, Maryland, Program No. QWE3.
- Y. Kadoya, Y. Hokomoto and M. Yamanishi: "Radiation of THz electromagnetic waves from oscillating exciton population in semiconductor microcavities" CLEO/QELS '99 (May 23-28, 1999) Baltimore, Maryland, Program No. JThC1.
- Y. Kadoya, Y. Hokomoto, M. Yamanishi, M. Kusuda and S. Tokai: "THz electromagnetic wave radiation from DC-biased high-Q semiconductor microcavities" CLEO/Pacific Rim '99 (Aug. 30- Sept. 3, 1999) Seoul, Korea, Program No. FA2.
- M. Kobayashi, R. Masuyama, Y. Kadoya and M. Yamanishi: "Photon-number squeezing in an integrated light-emitter / detector system" CLEO/Pacific Rim '99 (Aug. 30- Sept. 3, 1999) Seoul, Korea, Program No. FG6.
- M. Kusuda, Y. Kadoya, Y. Hokomoto, S. Tokai, T. Sakurada and M. Yamanishi: "Radiation of THz electromagnetic waves from the nutation of exciton population associated with cavity-polariton mode oscillation" 7th IEEE International Conference on Terahertz Electronics THz '99, (Nov. 25-26, 1999) Nara, Japan, Program No. ThC3
- K. Tanaka, Y. Kadoya, R. Masuyama, H. Yuji, and M. Yamanishi, Generation of Broadband(1GHz) Sub-Poissonian-lights in Light-Emitting Diodes at Low Photon-Flux Levels, CLEO/Pacific Rim 2001 (July 15-19, 2001) Chiba, Japan, Program No. WG2-6.
- M. Kuwata-Gonokami, Nonlinear Optical Processes in Semiconductor Microcavity Structures
The 6th NEC Symposium on Fundamental Approaches to New Material Phases, 1996/10/13
- M. Kuwata-Gonokami, "Cooperative emission from degenerate electron-hole plasma under exciton resonant excitation in CuCl.", CLEO/QELS'97, Baltimore, 1997-05.
- R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami, Y. Kadoya, M. Yamanishi, "Ultrafast virtual charge-induced optical nonlinearities in DC biased GaAs quantum well.", CLEO/QELS'97Baltimore, 1997-05.
- M. Shirane, H. Suzuura, S. Inouye, R. Shimno, M. Kuwata-Gonokami, T. Someya, H. Sakaki, "Polarization dependent nonlinear scattering of cavity polaritons.", CLEO/QELS'97Baltimore, 1997-05.
- G. Mohs, M. Shirane, R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami, Y. P. Svirko, N. I. Zheludev, "Giant Polarization Rotation by a Non Magnetic Cubic Crystal in Linear Reflection.", CLEO/QELS'97Baltimore, 1997-05.
- G. Mohs, T. Aoki, M. Nagai, R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami, S. Nakamura, "Modal-gain model break down in a GaN based laser diode.", CLEO/QELS'97Baltimore, 1997-05.
- M. Kuwata-Gonokami POLYMER WHISPERING GALLERY MODE LASER ICAM'97 International Conferences on Advanced Materials, 97/06/16
- R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami, Y. Kadoya, M. Yamanishi, "Ultrafast optical nonlinearity due to virtual excitations of excitones in dc-biased AlGaAs microcavities.", SPIE Optoelectronics '98, California, 1998-01.
- M. Kuwata-Gonokami, H. Suzuura, M. Shirane, S. Inouye, R. Shimano, Y. Svirko, C. Ramkumar, T. Someya, H. Sakaki, "Effects of exciton-exciton correlation on parametric scattering of cavity polaritons", IQEC'98, Baltimore (USA), May 7th 1998, QThF6
- T. Mukaiyama, Y. Li, M. Kuwata-Gonokami and K. Takeda, "Observation of intersphere coupling of optical whispering gallery modes", IQEC'98, San Francisco(USA), May 7th 1998, QThI2
- G. Mohs, M. Shirane, R. Shimano, and M. Kuwata-Gonokami, "Giant Polarization Rotation by a Non-Magnetic Cubic Crystal in Linear Reflection", IQEC'98, San Francisco (USA), May 8th 1998, QFC2

M. Nagai, S. Yamamoto, R. Shimano and M. Kuwata-Gonokami, "Creation of degenerate electron-hole pairs by exciton Mott transition in CuCl", IQEC'98, SanFrancisco (USA), May 6th 1998, QWF5

T. Aoki, G. Mohs, T. Ogasawara, R. Shimano, M. Kuwata-Gonokami and A. A. Yamaguchi, "Quantum beats of homogeneously broadened excitons in GaN", IQEC'98, SanFrancisco (USA), May 5th 1998, QTuG11, pp60-61

G. Mohs, T. Aoki, R. Shimano, and M. Kuwata-Gonokami, "On the gain mechanism in a Nichia laser diode", EMRS 1998 Spring Meeting, Strasburg (France), June 17

T. Hirano(学習院大学), Quantum cryptography using balanced homodyne detection, US-Japan Joint Seminar: Coherent Quantum Systems, Newport, RI, 2000/9/20.

T. Hirano(学習院大学), Experimental studies of Bose-Einstein condensation in dilute atomic gases, 科研費基盤研究(企画研究)研究会「ボース凝縮系の超流動と量子渦」, 大阪市立大学学術情報総合センター, 2000/12/9.

T. Hirano(学習院大学), Quick creation of BEC using a double MOT system with continuous loading and optical confinement of BEC, The Third Workshop on Laser Cooling, 湘南国際村センター, 2001/1/8.

M. Ueda: "Barrier Traversal Time and Charging Effects in Mesoscopic Tunnel Junctions" Inauguration Conference of Asia Pacific Center for Theoretical Physics (June 4-10, Seoul, Korea, 1996); Proceedings: { Current Topics in Physics}, edited by Y. M. Cho, J. B. Hong, and C. N. Yang (World Scientific, 1998) pp. 219-228.

M. Ueda: "Logical reversibility in quantum measurement" International Conference in Frontiers in Quantum Physics (July 9-11, Kuala Lumpur, Malaysia, 1997); Proceedings: { Frontiers in Quantum Physics}, edited by S. C. Lim, R. Abd-Shukor, and K. H. Kwek (Springer, Singapore, 1998) pp. 136-144.

M. Ueda: "Logical reversibility in quantum measurement" 7th Asia Pacific Physics Conference (August 19-23, Beijing, China, 1997).

M. Ueda: "Macroscopic quantum tunneling of a Bose-Einstein condensate with attractive interaction" U.S.-Japan seminar on Manipulation of Matter by Coherent Light (September 1-5, Kusatsu, Japan, 1997).

M. Ueda: "Bose-Einstein Condensation with Attractive Interaction: Fate of a False Vacuum" International Symposium on Quantum Optics and Mesoscopic Physics (July 13-14, Kanagawa, Japan, 1998).

M. Ueda: "New Physics of Bose-Einstein condensates with attractive interaction" ERATO workshop on { Cooperative Effects on Photo-Controlled Systems} (November 11-12, Arizona, USA, 1999).

M. Ueda: "Bose-Einstein condensation" International workshop on Anomalous Nuclear Fusion Reaction (March 17, Osaka, Japan, 2000).

M. Ueda: "Bose-Einstein condensation with attractive interaction: Fate of a False Vacuum" International workshop on Macroscopic Quantum Coherence and Computing (June 14-17, Naples, Italy, 2000). Proceedings: "Macroscopic Quantum Coherence and Quantum Computing" by Kluwer Academic Plenum Publishers.

M. Ueda: "Macroscopic quantum tunneling of a Bose-Einstein condensate with attractive interaction" U.S.-Japan seminar on Coherent Quantum Systems (September 17-21, Newport, USA, 2000).

清水明、非平衡系の電流揺らぎ、1997年秋の物理学会シンポジウム講演

清水明、多体量子状態のディコヒーレンス、2001年春の物理学会シンポジウム講演

清水明、相互作用と量子測定限界、「量子力学の新局面」(高エネルギー加速器研究機構、田無、2000年2月17日(木)、18日(金))

清水明、メソスコピック系の非平衡統計物理と量子多体系の非平衡時間発展、「非平衡統計物理の枠組みの拡張の可能性を探る」(統合研究大学院大学、葉山、1998年3月9日~3月11日)

清水明、相互作用するボゾン系の非平衡時間発展、第7回『非平衡系の統計物理シンポジウム』(1998年12月9日(水)---11日(金))

久我隆弘、高Q値光共振器を用いた単一原子操作、日本物理学会2000年年会 シンポジウム講演、新潟大学、2000

年9月25日。

久我隆弘、レーザー冷却を用いた原子気体のボーズ・アインシュタイン凝縮、日本物理学会 2000 年年会 総合講演、新潟大学、2000 年9月24日。

久我隆弘、気体原子のボーズアインシュタイン凝縮、原子衝突研究会第25回研究会 招待講演、岡崎コンファレンスセンター、2000 年8月30日。

久我隆弘、ボーズ・アインシュタイン凝縮の最前線、レーザーエキスポ 招待講演、横浜、2000 年4月20日。

久我隆弘、原子気体のボーズ・アインシュタイン凝縮、レーザー学会 1999 年年会 シンポジウム講演、福岡、2000 年1月20日。

上妻幹男、原子波レーザー、日本物理学会 1999 年分科会 シンポジウム講演、岩手大学、1999 年3月29日。

久我隆弘、ルビジウム原子気体のボーズ・アインシュタイン凝縮、日本物理学会 1999 年分科会 シンポジウム講演、岩手大学、1999 年3月29日。

平野琢也(学習院大学)、量子光学の基礎とスクイーズド光、第23回応用物理スクール、広島大学、1998/9/17。

平野琢也(学習院大学)、量子暗号の実験の現状と新しい検出法の提案、「量子計算と暗号の現状と今後の課題」研究会、広島大学理学部、1998/9/18。

平野琢也(学習院大学)、平衡型ホモダイン検出法を用いた量子暗号、日本物理学会、沖縄国際大学、27aYQ8、1998/9/27。

平野琢也(学習院大学)、平衡型ホモダイン検出を用いた量子暗号、戦略的基礎研究「量子効果等の物理現象」清水チーム研究会、沖縄サンコーストホテル、1998/9/30。

鳥井寿夫(学習院大学)、Rb原子のボーズ凝縮体を用いた原子波干渉計、日本物理学会、岩手大学、26pA-7、1999/9/26。

平野琢也(学習院大学)、学習院におけるBEC実験、特定領域B レーザー冷却第1回研究会、盛岡市民ホール、1999/9/27。

平野琢也(学習院大学)、ホモダイン型量子暗号の実証実験/面発光半導体レーザーの雑音特性、戦略的基礎研究「量子効果等の物理現象」清水チーム研究会、田沢湖サンライズホテル、1999/9/30。

平野琢也(学習院大学)、量子光学から見た量子暗号実験、JSTフォーラム「量子情報科学」、大磯プリンスホテル、2001/1/12。

平野琢也(学習院大学)、量子暗号の基礎と実験の現状、応用物理学会量子エレクトロニクス研究会「量子情報処理」、上智大学軽井沢セミナーハウス、2001/1/26。

平野琢也(学習院大学)、量子暗号の研究の現状と将来、NHK技研職場研修会、NHK技研、2001/2/7。

桑本剛(学習院大学)、中性原子気体BECをどのようにつくるのか、どのような操作ができるのか、量子渦戦略会議、京都大学、2001/2/23。

吉川豊(慶応大学)、ボーズ凝縮した中性原子気体の光双極子トラップ、量子渦戦略会議、京都大学、2001/2/23。

山西正道、半導体微細構造と日古典光の発生、日本物理学会 1997 年秋の分科会シンポジウム「メソスコピック系における電子と光の相互作用」、神戸大学、1997 年10月6日

角屋豊、楠田将之、渡海滋、桜田俊也、山西正道、量子エレクトロニクスとテラヘルツ波工学、2000 年秋季第61回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2000 年9月4日

角屋豊、共振器電気力学による自然放出光の制御 - 高性能半導体発光素子、1998 年秋季応用物理学会スクール「光と物質の量子状態の制御と応用 - 応用物理の新展開」、広島大学

角屋豊、山西正道、半導体微小共振器からの THz 帯電磁波発生、電子情報通信学会 2000 年ソサイエティ大会、チュートリアル講演、名古屋工業大学、2000 年10月1日
上田正仁 「ボーズ凝縮原子系の諸問題」(日本物理学会 1998 年春の年会特別講演、千葉)

上田正仁 「レーザー冷却された極低温原子集団の量子現象」(1998 年度日本物理学会科学セミナー「アインシュタインとボーア--20 世紀の物理学を作った相対論・量子論の新展開--」, 野口英世記念会館 7月 19-20 日)

上田正仁 「レーザー冷却された中性原子気体のボーズアインシュタイン凝縮」(1998 年秋季応用物理学会スクール「光と物質の量子状態の制御と応用--応用物理の新展開」, 広島)

上田正仁 「引力相互作用をするボーズ・アインシュタイン凝縮体の崩壊」(日本物理学会 1999 年春の年会シンポジウム「極低温原子気体の量子現象と応用」, 広島)

上田正仁 「極低温原子集団の量子現象」(茅コンファレンス「光科学の新しい展開とその応用」2000 年 8 月 27 日(日)~8月 30 日(水) 裏磐梯大和ロイヤルホテル)

上田正仁 「ボース凝縮体の Yrast line」(日本物理学会 2000 年秋の年会シンポジウム「レーザー冷却の物理と応用」, 新潟)

ポスター発表 (国内0件、海外5件)

K. Sanaka, T. Kuga, Multi-term two-photon entanglement, International Quantum Electronics Conference, Nice, France, Sep 10-15, 2000.

N. Shiokawa, Y. Shimizu, N. Yamamoto, T. Noguchi, M. Kozuma, T. Kuga, Real-time detection of single-atoms with transverse mode of high-finesse optical micro cavity, International Quantum Electronics Conference, Nice, France, Sep 10-15, 2000.

K. Ito (学習院大学), Improved double Magneto-Optical trap, Euroschool Bose-Einstein condensates and atom lasers, Corsica, France, 2000/7/26-29.

Y. Kadoya, T. Sakurada, M. Kusuda, and M. Yamanishi: "Microcavity-induced enhancement of THz-wave radiation from semiconductor surfaces excited by short laser pulses", International Terahertz Workshop (ITW 2000), Sandbjerg Estate, Denmark (Sept. 17-19, 2000), Abstract p.63.

K. Tanaka, Y. Kadoya, H. Yuji, R. Masuyama and M. Yamanishi: "Generation of broadband sub-Poissonian-lights in Light-emitting diodes", CLEO/QELS 2001 (May 6-11, 2001) Baltimore, Maryland, Program No. CtuM52

プレス発表

1999/12/17 「原子波レーザーの実現へ向けた原子波の増幅に成功」

(3)特許出願(国内3件、海外2件)

国内

[1] 平野琢也、量子暗号通信システム、特願平10-270149、1998年9月24日

[2] 平野琢也、鳥井寿夫、伊東健一、並木亮、原子ビーム発生方法および装置、特願2000-166768、2000年6月2日

[3] 藤田淳一、清水富士夫、原子反射光学素子、2001年3月30日

海外

[1] 平野琢也、量子暗号通信システム、第PCT/JP99/04328号、米国、1999年8月10日

[2] 平野琢也、鳥井寿夫、伊東健一、並木亮、原子ビーム発生方法および装置、第PCT/JP01/01820号、カナダ・米国、2001年3月8日

(4)受賞等

受賞

清水富士夫：仁科賞 1998年12月 原子ホログラフィー

清水富士夫：Fellow of the American Physical Society 1999年12月

山西正道：IEEE フェロー賞(1997)

山西正道：応用物理学会第2回光・量子エレクトロニクス業績賞(2001)

新聞報道

久我隆弘：「原子の波長そろった物質波 増幅器作成に成功」 毎日新聞1999年12月20日

久我隆弘：「原子の群れ、超低温で一つに」 朝日新聞 1999年1月11日 夕刊

山西正道：2001.4.20中国新聞, 「山西教授に業績賞 半導体関連研究を評価」

その他

清水富士夫：Physical Review Focus, 5 Feb. 2001 “Atom Reflections”