



山本和広氏の紹介

東京工業大学大学院総合理工学研究科 伊藤 治彦

山本和広氏は、平成 13 年に東京工業大学総合理工学研究科修士課程に入学後、博士課程修了まで一貫して近接場光を用いた原子制御に関する研究に取り組まれました。現在は、情報通信研究機構未来 ICT 研究センターのナノ ICT グループの一員として活躍されています。今回の受賞対象となった論文は、博士論文の核である実験について報告したものです。およそ近接場光を使って原子をコントロールしようというテーマは世界でどこも手がけてはなくて、山本氏は試行錯誤を重ねながら非常に苦労して研究を進められました。実証実験にあたって、超高真空装置の設計・製作から複数台の周波数制御半導体レーザーシステムの整備、さらには近接場光を発生させるナノデバイスの作製までありとあらゆることを行う必要がありました。このような過程で積み重ねてきた山本氏の努力が賞という形で報われて、協同で研究を行ってきた者として非常に嬉しく思う次第です。

光学の分野で近接場光が脚光を浴びはじめたのは比較的最近のことですが、顕微システムの開発や超高分解能分光への応用にはじまり、高精度光リソグラフィーや高密度光メモリーといった最先端のナノ光技術を担うまでに利用範囲は急速に拡大しています。その極限的な応用の可能性を考えたときに、物質の基本構成単位である原子を意のままに操ろうというアイデアが生まれました。近接場光は回折限界をもたず、発生部位の曲率半径程度の範囲に局在します。したがって 1 ナノメートルの構造には 1 ナノメートルの距離で減衰する近接場光を発生させることができます。これは原子の波動性に起因するド・ブロイ波長と同程度の寸法となっています。一方、光と原子の間には共鳴的な相互作用が起こることが知られていて、その力を利用すると熱運動している気体原子をマイクロケルビンあるいはそれ以下の超低温にまで冷やせます。こうして生成された冷却原子群は重力で落下するぐらいに運動エネルギーを失って

いて、近接場光が及ぼす局所選択的な力によって、狙ったところに原子をはねたり、さらには捕まえたりすることができそうです¹⁾。山本氏の研究はまさに原子の極限操作の端緒となるものです。

ナノ寸法に局在した近接場光で原子を個別的に制御することが目標ですが、真空装置の中とはいえナノ領域での光と原子の相互作用を、理論的に予測しても観測するのはすぐにはできそうにありませんでした。そこで一計を案じて、非常に狭い幅をもったスリットに近接場光を発生させ、そこに原子を入射しある程度数を一斉にはねて近接場相互作用を検証しようと企てました²⁾。山本氏はシリコン微細加工技術を駆使してナノスリットデバイスを作製し、二段階光イオン化検出により見事原子偏向の兆候を捉えるのに成功しました^{3,4)}。プロポーザルから理論解析、ナノ微細加工、そして実証実験にいたるまですべて自前でやるのは昨今容易ではありませんが、山本氏のような強力な助っ人に恵まれたのは幸運でした。今後の彼の活躍が非常に楽しみです。なお、大津元一東京大学教授とその研究スタッフから多大なる援助を受けました。この場をお借りして感謝の意を表します。

文 献

- 1) H. Ito, K. Yamamoto, A. Takamizawa, H. Kashiwagi and T. Yatsui: "Deflecting, focusing, and funneling atoms by near-field light," *J. Optics A*, **8** (2006) S153-S160.
- 2) K. Totsuka, H. Ito, K. Suzuki, K. Yamamoto, T. Yatsui and M. Ohtsu: "A slit-type atom deflector with near-field light," *Appl. Phys. Lett.*, **82** (2003) 1616-1618.
- 3) K. Yamamoto, K. Totsuka and H. Ito: "Deflecting atoms through a submicron-sized slit with near-field light" *Opt. Rev.*, **13** (2006) 357-360.
- 4) K. Yamamoto, K. Totsuka and H. Ito: "Two-step photoionization of cold atoms by two-color evanescent-light waves and application to atom detection with high spatial resolution," *Opt. Commun.*, **265** (2006) 692-695.



山口堅三氏の紹介

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 福井 萬壽夫

山口堅三氏は、平成 14 年 3 月に岡山理科大学理学部化学科を卒業後、徳島大学大学院工学研究科博士前期課程（光応用工学専攻）に進学し、非線形光学特性を有する誘電体微小共振器の作製とその非線形光学応答観測に関する研究に取り組み、光によって誘起された屈折率変化に基づく光散乱特性の変化を観測することに成功した^{1,2)}。さらに平成 17 年 4 月に、同後期課程（物質材料工学専攻）に進学し、進学前からかかわりがあつたナノスケールの金属構造における表面プラズモンポラリトンの特性の解明とその応用に関する研究に取り組み成果を積み重ねている³⁻⁵⁾。

筆者の研究室に入った当初、光学実験に対するセンスはさほど良いものではなかった。しかし、研究を進めるうちに高い技術を身につけ、博士前期課程修了前には、光学実験について研究室内の誰からも一目置かれる存在となった。博士後期課程進学後は、積極的に他大学や他研究機関に出かけ、さまざまな装置を駆使し、試料作製や光学実験を行うようになり、実験のセンスは飛躍的に向上した。また、彼は、学会や国際会議に参加したときには国籍を問わず積極的にさまざまな人に声をかけ、すぐにたくさんの知人や友人を作ることができる才能をもっている。これにより多くの人からヒントやアドバイスを得ており、研究を進める上で優れた才能の持ち主であるといえる。

受賞論文は、博士前期課程在学中の研究成果をまとめたものである。彼が取り組む前、筆者らの研究グループでは数値シミュレーションによりある微小球構造において非線形な光学応答が現れることを予測していたが、実験実証ができずにいた。彼は他の学生をリードして、(1) 直径数 μm 程度の誘電体微小球に均一な非線形光学材料の薄膜をコートする、(2) 1 つの微小球の共鳴モードに由来する散乱光ピークを波長可変パルスレーザーを用いて確実に捉え

る、(3) 実験的に得られた散乱光強度の入射光強度依存性の結果を数値シミュレーション結果と比較検討する、等のポイントを次々とクリアし、実証実験に成功し、受賞論文をまとめた。彼が示した結果は、誘電体微小球や円盤状の構造体の光学モードを用いて、これまでの非線形光学素子に比べ面積で 2 桁以上小さな素子実現への道を開くものである。

今回の奨励賞は、研究室のスタッフや所属学生、岡山理科大学の恩師の先生をはじめ、彼にかかわっている多くの方々よりご指導、ご鞭撻をいただいた賜物である。今後も充実した日々を重ねて力をつけ、国際的に活躍することを期待している。

文 献

- 1) K. Yamaguchi, M. Fujii, T. Niimi, M. Haraguchi, T. Okamoto and M. Fukui: "Self-modulation of scattering intensity from a silica sphere coated with a sol-gel film doped with J-aggregates," *Opt. Rev.*, **13** (2006) 292-296.
- 2) K. Yamaguchi, T. Niimi, M. Haraguchi, T. Okamoto and M. Fukui: "Fabrication and optical evaluation of silica microsphere coated with J-aggregates," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **45** (2006) 6750-6753.
- 3) D. F. P. Pile, T. Ogawa, D. K. Gramotnev, Y. Matsuzaki, K. C. Vernon, K. Yamaguchi, T. Okamoto, M. Haraguchi and M. Fukui: "Two-dimensionally localized modes of a nanoscale gap plasmon waveguide," *Appl. Phys. Lett.*, **87** (2005) 261114-1-261114-3.
- 4) K. Yamaguchi, T. Inoue, M. Fujii, M. Haraguchi, T. Okamoto, M. Fukui, S. Seki and S. Tagawa: "Electric field enhancement effect of nano gap of silver prism," *Chin. Phys. Lett.*, **24** (2007) 2934-2937.
- 5) K. Yamaguchi, T. Inoue, M. Fujii, T. Ogawa, Y. Matsuzaki, T. Okamoto, M. Haraguchi and M. Fukui: "Characteristics of light intensity enhancement of a silver nano prism with rounded corner," *J. Micros.* (accepted).