

表面界面工学研究室

Surface and Interface Laboratory

主任研究員 青野正和

AONO, Masakazu

今世紀の科学と技術においては、物質の構造をナノメートルスケールで任意に制御して様々な新しい機能を持つ材料を実現して行くナノテクノロジー、およびその基礎となるナノサイエンスが重要なイニシアティブを握ることになる。当研究室では、将来のナノテクノロジーとナノサイエンスにブレークスルーをもたらすことを目指して、次の2つの研究を展開している。(1) 原子スケールでよく制御されたナノ構造を任意の場所に構築しうる新技術の開発(2) 構築したナノ構造の電氣的、光学的、磁氣的、力学的な機能や物性を計測する新手法の開発。具体的には、(1)に関して、室温で安定な原子を走査トンネル顕微鏡(STM)の探針によって除去・付与・移動する技術、分子膜の1点をSTMの探針によって刺激して連鎖的な重合反応を誘起して任意の位置に電導性共役重合分子鎖をする技術、金属イオン伝導体をSTM探針として用いてその探針から金属イオンを基板上に次々と供給する技術、等々の挑戦的な技術開発を行っている。(2)に関しては、独立に駆動する2, 3, 4本の探針を持つ新しいSTMの開発と、それを用いたナノスケールでの電気伝導の計測、トンネルギャップから放出される光のスペクトルと直線偏光を計測しうるSTMの開発と、それによるナノ構造のオプトエレクトロニクス特性の計測、新しいタイプのスピン偏極STMの開発と、それを用いたナノスケールでの磁性の計測、等々の新しい計測法の開発を行っている。一方、材料の科学と技術の広範な分野において、表面や界面の特異性を利用することが本質的に重要となってくる。当研究室では、表面や界面の構造を解析し、かつ制御する新しい方法の開発とそれらの利用に関する研究も展開している。例として、中エネルギー同軸型直衝突イオン散乱分光法(ME-CAICISS)の開発とそれを用いた埋もれた界面の構造解析を挙げることができる。材料表面のミクロ構造とマクロ特性を結び摩擦の研究も行っている。

1. STMを基礎にした新手法による原子スケールからナノスケールの設計された構造の構築(青野, 中山, 長谷川, 小林(峰), 櫻井, 大川, 新ヶ谷, 加藤^{*1}, 寺部^{*1}, 曾根^{*2}, 田中^{*2}, 小林(伸)^{*2}, 中村^{*2}, 門平^{*3}, Dorenbos^{*4}, 塚本^{*3}, 高見^{*3}; 武内, 尾上(レーザー反応工学研); 岩木(工学基盤研究部))

原子スケールからナノスケールの設計された構造をSTMに基礎を置いた新手法によって構築する次の研究を行った。これらは今後のナノテクノロジーとナノサイエンスの進展に多大の波及効果を及ぼすものである。

(1) C₆₀の単分子膜をあらかじめ定めた線に沿ってSTMによって重合させて、その部分を導電体化する研究を行った。研究はまだ途中であるが、実現すれば分子ナノエレクトロニクスの世界に著しいブレークスルーをもたらすであろう。

(2) ジアセチレン化合物の単分子膜のあらかじめ定めた点にSTMによって刺激を与えると、そこから連鎖重合反応が誘起されてポリジアセチレン鎖(下地との電荷交換によって導電体化)が形成されることが分かった。この極めて興味深い研究成果を発展させて、将来の分子ナノエレクトロニクスを見据えた様々な応用研究を進めている。

(3) 水素で終端したシリコンの表面からあらかじめ定めたパターンに沿ってSTMによって水素原子を除去し(除去した部分は導電体化)、興味深いナノ電子デバイスのプロトタイプを構築する研究を続けている。

(4) 固体電解質であるAg₂SをSTM探針として用いて

その先端から金属原子を次々と試料表面に供給して任意の金属原子線を描くことが可能であることが分かった。この方法を用いて、様々なナノ電子デバイスの構築を試みる。

(5) 固体電解質であるAg₂Sと通常金属であるPtとをナノスケールのトンネル間隙を介して対置させると、両電極の間に印加する電圧の極性によってAg原子のクラスターがAg₂S電極から析出したり再びAg₂S電極に溶解したりし、それによって両電極のON-OFFスイッチングが可能であることが分かった。さらに驚くべきことには、ONの接触状態における電気伝導度は任意の量子化伝導度に制御できることも分かった。我々が量子電導原子スイッチ(Quantized Conductance Atomic Switch)と名付けたこの新しい驚くべきスイッチの応用に関する研究を展開している。

我々が以前に開発した表面下の組成分析と構造解析に有効な中エネルギー直衝突イオン散乱分光法(ME-CAICISS)を用いて、次のような超格子構造の構築の研究を進めている。

(6) シリコン(Si)とゲルマニウム-シリコン合金(Ge-Si)とのナノスケール多層膜の形成を構造を詳細にモニターしながら行っている。

(7) シリコン(Si)にエルビウム(Er)をデルタドーピングした(単原子層だけ挟み込んだ)試料を適切にアニーリングすると、通常は“光らない”(光を放出しない)シリコンが“光るようになる”ことが分かった。その原因の解明と応用の研究を進めている。

^{*1} 共同研究員, ^{*2} 基礎科学特別研究員, ^{*3} ジュニア・リ

2. STM を基礎にした新手法によるナノスケール構造の物性と機能の直接計測 (青野, 鈴木, 中山, 長谷川, 櫻井, 大川, 新ヶ谷, Lee^{*1}, 加藤^{*2}, 曾根^{*3}, 田中^{*3}, Wu^{*4}, Venkataraghavan^{*4}, Ma^{*4}, Venkataramanan^{*4}, 野口^{*5}, 三須^{*2}, 塚越^{*2}, 上原^{*2}, 築山^{*2}, 高見^{*6})

原子スケールからナノスケールの構造の機能や物性を直接計測するための次のような新しい手法の開発を行っている。このような研究なくしてはナノテクノロジーやナノサイエンスの本格的な発展はあり得ないというのが我々の立場である。

(1) 独立に駆動する 2, 3, 4 探針を持つ STM を世界に先駆けて開発してきた。その主要目的は, それらの探針を原子スケールからナノスケールの構造への接触電極として用いて, その構造の電気的な機能や物性を測定することである。幾つかの測定をすでに行きつて興味深い結果を得ている。

(2) STM のトンネル間隙から放出される光の (i) スペクトル (ii) 直線偏光 (iii) 円偏光を測定する装置をこれまでに開発してきた。その目的は, ナノスケールで局所の電子状態の (i) 状態密度 (ii) 軌道対称性 (量子閉塞の幾何形状を含む) (iii) スピン偏極の情報を得ることである。それらを用いて幾つかの興味深い結果を得ている。一例を上げると, シリコン (111) 表面の表面層は強磁性体であることが分かった。

(3) 表面第 2 高調波発生 (SHG) の計測によって表面の磁性に関する情報を得る研究を進めてきた。この方法によってもシリコン (111) 表面の表面層は磁性体であることが分かった。

*¹ 協力研究員, *² 共同研究員, *³ 基礎科学特別研究員, *⁴ 訪問研究員, *⁵ 研修生, *⁶ ジュニア・リサーチ・アソシエイト

3. 新しい技術開発および理論研究による上記研究の支援 (青野, 中山, 河野, 塚田^{*1}, 小林 (伸)^{*2}, 中村^{*2}, 門平^{*3}, 三科^{*1}, 森^{*4}, 平山^{*5})

STM をはじめとする種々の走査プローブ法 (SPM) において, 特に複数のプローブを用いる新しい方法において, 共通に有効な新しい技術開発を行っている。それにはハードとソフトの両面での技術開発が含まれている。

また, 原子スケールからナノスケールの構造の電子状態を電界や電流の存在下で第一原理的に計算する手法の開発と応用に関する研究も進めている。

原子間力顕微鏡 (AFM) を導入して, 分子レベルでの摩擦と磨耗の解明プロジェクトを前年度に発足させた。そして摩擦力の源になると思われるマイクロ凝着力の材料および測定環境依存性を中心に研究を進めている。マイクロ凝着力は, 同じ材料でも天候などに依存した湿度変化の影響を受けて微妙に変化することが見いだされた。それを安定化させるための表面処理法の検討も行っている。また, 通電接触の素過程の観察から, トムソン効果によると思われる極性に対して非対称な表面損傷が観察された。これらの詳細な研究を続行する。

*¹ 共同研究員, *² 基礎科学特別研究員, *³ ジュニア・リサーチ・アソシエイト, *⁴ 研究嘱託, *⁵ 研修生

誌 上 発 表 Publications

(原著論文) *印は査読制度がある論文誌

Thirstrup C., Sakurai M., Stokbro K., and Aono M.: "Visible light emission from atomic scale patterns fabricated by the scanning tunneling microscope", *Phys. Rev. Lett.* **82**, 1241–1244 (1999). *

Suzuki T., Venkataramanan V., and Aono M.: "Electronic structures of Si(111) in the $7 \times 7 \rightarrow "1 \times 1"$ phase transition studied by surface second-harmonic generation", *Appl. Surf. Sci.* **169**, 205–210 (2001). *

Kobayashi T., McConville C. F., Nakamura J., Dorenbos G., Sone H., Katayama T., and Aono M.: "Study of diffusion and defects by medium-energy coaxial impact-collision ion scattering spectroscopy", *Defect Diffus. Forum* **183**, 207–214 (2000). *

Sone H., Kaneko T., and Miyakawa N.: "In situ measurements and growth kinetics of silicon carbide chemical vapor deposition from methyltrichlorosilane", *J. Cryst. Growth* **219**, 245–252 (2000). *

Onoe J., Nakayama T., Nakao A., Hashi Y., Esfarjani K., Kawazoe Y., Aono M., and Takeuchi K.: "In situ FTIR, XPS, and STM studies of the nano-structure of a photopolymerized C₆₀ film", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **340**, 689–694 (2000). *

Okawa Y. and Aono M.: "Nanoscale control of chain polymerization", *Nature* **409**, 683–684 (2001). *

Tanaka H., Harima H., Yamamoto T., Katayama-Yoshida H., Nakata Y., and Hirotsu Y.: "Electronic band structure and magnetism of Fe₁₆N₂ calculated by the FLAPW method", *Phys. Rev. B* **62**, 15042–15046 (2000). *

Sakurai M., Thirstrup C., and Aono M.: "Nanoscale growth of silver on prepatterned hydrogen-terminated Si(001) surfaces", *Phys. Rev. B* **62**, 16167–16174 (2000). *

Ohtake A., Ozeki M., and Nakamura J.: "Strain relaxation in InAs/GaAs(111)A heteroepitaxy", *Phys. Rev. Lett.* **84**, 4665–4668 (2000). *

Watanabe S., Kondo Y., Nakamura Y., and Nakamura J.: "Atomic and electronic structure of the Si(111)- $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Ag surface reexamined using first-principles calculations", *Sci. Technol. Adv. Mater.* **1**, 167–172 (2000). *

Uchida H., Watanabe S., Mase M., Kuramochi H., and Aono M.: "Analysis of single Si atoms deposited on the Si(111) 7×7 surface", *Thin Solid Films* **369**, 73–78 (2000). *

(総 説)

中山知信, 黄徳歆, 青野正和: "STM 超微細加工技術: 原子を任意の場所で「除去」「付与」「移動」する方法", 材料の微細構造と機能性: 21 世紀に向けて, 井形直弘他 (編),

日本学術振興会材料の微細構造と機能性第 133 委員会 ,
東京 , pp. 209–217 (2001).

(単行本)

Aono M.: “Structure fabrication and property measurement on the nanoscale by STM-based new methods”, Precision Science and Technology for Perfect Surfaces, edited by Y. Furukawa, Y. Mori, and T. Kataoka, The Japan Society for Precision Engineering, Tokyo, pp. 665–670 (1999).

Kuramochi H., Takami K., Otani S., Saito A., Kuwahara Y., Aono M., and Mori Y.: “Control of atomic defects of TiC by its chemical activity”, Precision Science and Technology for Perfect Surfaces, edited by Y. Furukawa, Y. Mori, and T. Kataoka, The Japan Society for Precision Engineering, Tokyo, pp. 699–704 (1999).

Terabe K., Nakayama T., Iyi N., and Aono M.: “A scanning tunneling microscope tip made of an ionic conductor as a metal atom source to fabricate nanostructures”, Precision Science and Technology for Perfect Surfaces, edited by Y. Furukawa, Y. Mori, and T. Kataoka, The Japan Society for Precision Engineering, Tokyo, pp. 711–716 (1999).

Sakurai M., Thirstrup C., Qiao S., and Aono M.: “Visible light emission from silver atom clusters formed on a deuterium-terminated Si(001) surface”, Precision Science and Technology for Perfect Surfaces, edited by Y. Furukawa, Y. Mori, and T. Kataoka, The Japan Society for Precision Engineering, Tokyo, pp. 837–842 (1999).

(その他)

Onoe J., Nakayama T., Aono M., and Takeuchi K.: “*In-situ* X-ray photoelectron spectroscopic and scanning tunneling microscopic studies on the structure of C₆₀ photopolymers”, RIKEN Rev., No. 33, pp. 39–40 (2001).

口 頭 発 表 Oral Presentations

(国際会議等)

Nakayama T., Onoe J., Nakatsuji K., Nakamura J., Takeuchi K., and Aono M.: “Photo-induced products in a C₆₀ monolayer on Si(111) $\sqrt{3}$ -Ag: An STM study”, 6th Int. Conf. on the Structure of Surfaces, Vancouver, Canada, July (1999).

Terabe K., Nakayama T., Iyi N., and Aono M.: “A scanning tunneling microscope tip made of an ionic conductor as a metal atom source to fabricate nanostructures”, 9th Int. Conf. on Production Engineering (9th ICPE): Precision Science and Technology for Perfect Surfaces, Osaka, Aug.-Sept. (1999).

Kobayashi T., McConville C. F., Dorenbos G., Sone H., Katayama T., and Aono M.: “Medium-energy coaxial impact-collision ion scattering spectroscopy”, 28th IU-VSTA Workshop on Ion Beam Techniques for the Analysis of Composition and Structure with Atomic Layer Resolution, (IU-VSTA (International Union for Vacuum Science, Technique and Applications), CLRC Daresbury Laboratory), Abingdon, UK, June (2000).

Aono M.: “New methods for nanoscale structure fabrication and property measurement”, 2nd UK-Japan Int. Seminar on Application of Synchrotron Radiation to Studies of Nano-Structured Materials, Harima, July (2000).

Aono M.: “New methods for nanoscale structure fabrication and property measurement”, 8th Asia Pacific Physics Conf. (APPC 2000), Taipei, Taiwan, Aug. (2000).

Ohtake A., Nakamura J., Terauchi M., Sato F., Tanaka M., and Ozeki M.: “*In-situ* measurements of strain in the surface-normal direction: InAs on GaAs(111)A”, 19th Eur. Conf. on Surface Science (ECOSS19), Madrid, Spain, Sept. (2000).

Sakurai M., Thirstrup C., and Aono M.: “STM-induced light emission from nano structures on a deuterium terminated Si(001) surface”, 19th Eur. Conf. on Surface Science (ECOSS19), Madrid, Spain, Sept. (2000).

Nakamura J., Kobayashi N., Watanabe S., and Aono M.: “Structural stability and electronic states of gold nanowires”, 19th Eur. Conf. on Surface Science (ECOSS19), Madrid, Spain, Sept. (2000).

Aono M.: “Nanoscale fabrication and characterization”, Asia-Pacific Surface & Interface Analysis Conf., (Chinese Academy of Science), Beijing, China, Oct. (2000).

Aono M.: “Nanoprobe-based fabrication and characterization”, Int. RIKEN Symp. on First Japan-Switzerland Bilateral Symp. on Science & Technology in Micro/Nano Scale, Wako, Oct. (2000).

Nakamura J., Watanabe S., and Aono M.: “Electronic structure of the Si(111)-(4×1) In surface”, Int. Symp. on Surface and Interface: Properties of Different Symmetry Crossing (ISSI PDSC-2000), Nagoya, Oct. (2000).

Okawa Y. and Aono M.: “Linear chain polymerization triggered by a scanning tunneling microscope tip”, Int. Symp. on Surface and Interface: Properties of Different Symmetry Crossing (ISSI PDSC-2000), Nagoya, Oct. (2000).

Nakamura Y., Kondo Y., Nakamura J., and Watanabe S.: “Theoretical study on the structural phase transition of Si(111) $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Ag surface”, Int. Symp. on Surface and Interface: Properties of Different Symmetry Crossing (ISSI PDSC-2000), Nagoya, Oct. (2000).

Suzuki T., Venkataramanan V., and Aono M.: “Experimental identification of surface electronic spins on Si(111)-7×7”, OSA Ann. Meet. and Exhibit 2000 and ILS-XVI: 16th Interdisciplinary Laser Science Conf., (Optical Society of America), Providence, USA, Oct. (2000).

Suzuki T.: “Surface-state transitions of Si(111)-7×7 revealed by nonlinear optical spectroscopy”, OSA Ann. Meet. and Exhibit 2000 and ILS-XVI: 16th Interdisciplinary Laser Science Conf., (Optical Society of America), Providence, USA, Oct. (2000).

Aono M.: “New methods for nanoscale fabrication

- and characterization”, Trends in Nanotechnology 2000 (TNT2k), Toledo, Spain, Oct. (2000).
- Sone H., Kobayashi T., Dorenbos G., Nakamura J., Aono M., and McConville C. F.: “Interface structural analysis using medium-energy coaxial impact-collision ion scattering spectroscopy”, 16th Int. Conf. on the Application of Accelerators in Research and Industry (CAARI 2000), Denton, USA, Nov. (2000).
- Aono M.: “Local and non-local photo- and electrochemical reactions”, 1st Int. Symp. on Nanoarchitectonics Using Suprainteractions (NASI 1), Tsukuba, Nov. (2000).
- Suzuki T., Venkataramanan V., and Aono M.: “Paramagnetism of Si(111)- 7×7 studied by surface second-harmonic generation”, 1st Int. Symp. on Nanoarchitectonics Using Suprainteractions (NASI 1), Tsukuba, Nov. (2000).
- Nakamura J., Nakayama T., Watanabe S., and Aono M.: “Structural and electronic properties of two-dimensional C_{60} ”, 1st Int. Symp. on Nanoarchitectonics Using Suprainteractions (NASI 1), Tsukuba, Nov. (2000).
- Okawa Y. and Aono M.: “Chain polymerization initiated and terminated by a tip of scanning tunneling microscope”, 1st Int. Symp. on Nanoarchitectonics Using Suprainteractions (NASI 1), Tsukuba, Nov. (2000).
- Aono M.: “Exploring new methods for nanofabrication and nanocharacterization”, Strategies in Nanotechnology Japanese German Symp., Berlin, Germany, Nov. (2000).
- Okawa Y. and Aono M.: “Chain polymerization of diacetylene compounds triggered by a scanning tunneling microscope tip”, Int. Chemical Congr. of Pacific Basin Soc. (PACIFICHEM 2000), Honolulu, USA, Dec. (2000).
- Onoe J., Nakayama T., Hara T., Takeuchi K., and Aono M.: “Structure and electronic properties of photopolymerized C_{60} films”, Int. Chemical Congr. of Pacific Basin Soc. (PACIFICHEM 2000), Honolulu, USA, Dec. (2000).
- Nakamura Y., Kondo Y., Nakamura J., and Watanabe S.: “STM images and fluctuation of surface atoms: A theoretical study on Si(111) $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Ag surface”, 8th Int. Colloq. on Scanning Probe Microscopy and Asian SPM(3), (The Japan Society of Applied Physics), Atagawa, Dec. (2000).
- Aono M.: “Nanoscale fabrication and quantized conductivity”, Symp. on Surface Science 2001 (3S '01), Hurano, Jan. (2001).
- Aono M.: “Chain-polymerization nanoscale wiring and solid-electrochemical quantum-point-contact switching”, Gordon Research Conf. on Chemical Reactions at Surfaces, Ventura, USA, Feb. (2001).
- Okawa Y. and Aono M.: “Creation of a conjugated polymer nanowire at designated positions by a STM”, 1st Int. Conf. on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE1), Hyogo, Mar. (2001).
- Nakayama T. and Aono M.: “Classical and quantized electrical conductance measured by multitip STM and related methods”, Workshop on 2D Conductivity in Surface States and Monolayers, Hannover, Germany, Mar. (2001).
- (国内会議)
- 櫻井亮, Thirstrup C., 青野正和: “Si 表面上の原子スケール構造からの STM による発光”, 日本物理学会第 54 回年会, 東広島, 3 月 (1999).
- 渡邊聡, 中村美道, 近藤優樹, 中村淳: “Si(111)-($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)-Ag 表面の相転移と STM 像のシミュレーション”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2000).
- 池浩, 河野彰夫, 辻邦夫: “トライボ塑性変形の研究: 楔型工具の押込みと摺動による加工面”, 平成 12 年度塑性加工春季講演会, (日本塑性加工学会, 日本機械学会), 東京, 5 月 (2000).
- 中山知信: “ナノスケール表面物性の評価に向けた走査トンネル顕微鏡の新展開”, 表面分析学術講演会, (ドイツオミクロン社, 日本シンク), 大阪, 6 月 (2000).
- 中山知信: “ナノスケール表面物性の評価に向けた走査トンネル顕微鏡の新展開”, 表面分析学術講演会, (ドイツオミクロン社, 日本シンク), 東京, 6 月 (2000).
- 鈴木隆則, Venkataramanan V., 青野正和: “Si(111)- 7×7 における表面磁化の表面 SHG 法による測定”, 第 1 回表面エレクトロニクス研究会, 和光, 7 月 (2000).
- 堤優子, 河野彰夫: “マイクロ凝着における測定環境の影響 (2): ガラスのマイクロ凝着”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 堤優子, 河野彰夫: “マイクロ凝着における測定環境の影響”, 第 61 回応用物理学会学術講演会シンポジウム: 環境とトライボロジー, 札幌, 9 月 (2000).
- 河野彰夫: “環境とトライボロジー”, 第 61 回応用物理学会学術講演会シンポジウム: 環境とトライボロジー, 札幌, 9 月 (2000).
- Venkataramanan V., 青野正和, 鈴木隆則: “Enhancement of surface magnetization in Si(111)- 7×7 on cooling observed by surface SHG”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 中村美道, 近藤優樹, 中村淳, 渡邊聡: “Si(111) $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Ag 表面の構造秩序化: 第一原理計算結果に基づくモンテカルロシミュレーション”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 中村淳, 小林伸彦, 渡邊聡, 青野正和: “ジグザグ金原子鎖の双安定性”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- Ma S., 野口一能, 井上春恵, 塚越幹郎, 鈴木隆則: “光照射に伴うシリコン表面第二高調波発生の変化”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 小林峰, 曾根逸人, McConville C. F., 青野正和: “MECAICISS を用いた表面・界面解析”, イオンビームによる固体表面分析の新展開, (応用物理学会薄膜表面物理分科会, 日本物理学会), 大阪, 11 月 (2000).
- 中村淳, 中山知信, 渡邊聡, 青野正和: “Structural and electronic properties of two-dimensional C_{60} ”, 第 12 回日本 MRS 学術シンポジウム「先進材料研究・21 世紀へ向けて」, 川崎, 12 月 (2000).

青野正和: “ナノ量子デバイスの創製と量子物性”, 大阪大学
第2回ナノサイエンス・ナノテクノロジー・フォーラム,
吹田, 3月(2001).

内田裕久, 梅田隆司, 渡邊聡, 倉持宏美, 青野正和: “STM
によって Si(111) 7×7 表面へ供給された Si 吸着原子の
構造”, 第48回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3月
(2001).

曽根逸人, 小室修二, 霜田進, 小林峰, 一色秀夫, 青野正和:
“固相エピタキシー法により作成した Er ドープ Si 膜の
フォトルミネッセンス及び ME-CAICISS による評価”, 第
48回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3月(2001).

Venkataramanan V., 青野正和, 鈴木隆則: “Si(111)- 7×7
表面における磁化誘起表面第二高調波発生 II”, 日本物理
学会第56回年次大会, 八王子, 3月(2001).

長谷川剛, 寺部一弥, 中山知信, 青野正和: “固体電気化学
反応を用いた量子ポイントコンタクトスイッチ”, 日本物
理学会第56回年次大会, 八王子, 3月(2001).

Research Subjects and Members of Surface and Interface Laboratory

1. Fabrication of Designed Atomic and Nanoscale Structures by Novel Methods
2. Measurement of Nanoscale Electrical Optical and Magnetic Properties
3. Technological and Theoretical Support of the Above Investigations

Head

Dr. Masakazu AONO

Members

Dr. Tomonobu NAKAYAMA
Dr. Takanori SUZUKI
Dr. Akio KOHNO
Mr. Takane KOBAYASHI
Mr. Shu WATANABE
Dr. Tsuyoshi HASEGAWA
Dr. Makoto SAKURAI
Dr. Yuji OKAWA
Dr. Yoshitaka SHINGAYA
Dr. Nobuhiko KOBAYASHI^{*1}
Dr. Yeon-Suk LEE^{*2}
Dr. Jun NAKAMURA^{*1}
Dr. Hayato SONE^{*1}

Dr. Hirohumi TANAKA^{*1}

^{*1} Special Postdoctoral Researcher

^{*2} Contract Researcher

in collaboration with

Dr. Masaya IWAKI (Surface Characterization Div.)

Dr. Jun ONOE (Applied Laser Chemistry Lab.)

Dr. Kazuo TAKEUCHI (Applied Laser Chemistry Lab.)

Visiting Members

Dr. Gert DORENBOS (CREST, JST)

Mr. Takuya HIRAYAMA (Fac. Eng., Chiba Univ.)

Mr. Takuya KADOHIRA (Sch. Sci. Eng., Waseda Univ.)

Dr. Shigeki KATO (Fac. Eng., Nagoya Univ.)

Dr. Yuji KUWAHARA (Dept. Prec. Sci. & Technol.,
Osaka Univ.)

Dr. Shihong MA (Dept. Phys., Fudan Univ., China)

Dr. Hiroshi MISHINA (Fac. Eng., Chiba Univ.)

Prof. Akira MISU (Fac. Sci., Sci. Univ. Tokyo)

Dr. Masami MORI (Nippon Inst. Technol.)

Dr. Hiroshi OHTA (Commun. Res. Lab.)

Dr. Taichi OKUDA (Inst. Solid State Phys., Univ.
Tokyo)

Dr. Sun QUIO (Hiroshima Synchrotron. Radiat. Cen.,
Hiroshima Univ.)

Dr. Akira SAITO (Grad. Sch. Prec. Sci. Technol., Osaka
Univ.)

Mr. Kazuhiro TAKAMI (Grad. Sch. Prec. Sci. Technol.,
Osaka Univ.)

Dr. Kazuya TERABE (Natl. Inst. Res. Inorg. Mater.)

Prof. Motowo TSUKAKOSHI (Fac. Sci., Sci. Univ.
Tokyo)

Prof. Masaru TSUKADA (Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)

Prof. Koichi TSUKIYAMA (Fac. Sci., Sci., Univ. Tokyo)

Mr. Shigeru TSUKAMOTO (Grad. Sch. Prec. Sci. Tech-
nol., Osaka Univ.)

Mr. Yuko TSUTSUMI (Fac. Eng. Chiba Univ.)

Prof. Kiyoji UEHARA (Fac. Sci. Technol., Keio Univ.)

Dr. Vedanarayanan VENKATARAMANAN (Laser
R&D'A' Block Cen. Adv. Technol., India)

Dr. R. VENKATARAGHAVAN (Tata Inst. Fund. Res.,
India)

Dr. Zhanghua WU (CREST, JST)

Trainees

Mr. Kazutaka NOGUCHI (Fac. Sci., Sci. Univ. Tokyo)