

第15回ナノテクノロジー 総合シンポジウム

JAPAN NANO 2017

“Nanotechnology for Realizing Super Smart Society”

Proceedings

Date: February 17th (Fri), 2017

Venue: Tokyo Big Sight, Conference Tower (Tokyo)

Sponsored by

Center for Nanotechnology Platform (National Institute for Materials Science (NIMS) / Japan Science and Technology Agency (JST)) by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

Co-sponsored by

The Institutions, participating in the Nanotechnology Platform:

Hokkaido University, Chitose Institute of Science and Technology, Tohoku University, University of Tsukuba, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, The University of Tokyo, Tokyo Institute of Technology, Waseda University, Shinshu University, National Institutes of Natural Sciences Institute for Molecular Science, Nagoya University, Nagoya Institute of Technology, Toyota Technological Institute, Kyoto University, Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology, Osaka University, Japan Atomic Energy Agency, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, Hiroshima University, Yamaguchi University, Kagawa University, Kyushu University, Kitakyushu Foundation for the Advancement of Industry Science and Technology

第15回ナノテクノロジー 総合シンポジウム

JAPAN NANO 2017

“Nanotechnology for Realizing Super Smart Society”

Proceedings

Date: February 17th (Fri), 2017

Venue: Tokyo Big Sight, Conference Tower (Tokyo)

Sponsored by

Center for Nanotechnology Platform (National Institute for Materials Science (NIMS) / Japan Science and Technology Agency (JST)) by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

Co-sponsored by

The Institutions, participating in the Nanotechnology Platform:

Hokkaido University, Chitose Institute of Science and Technology, Tohoku University, University of Tsukuba, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, The University of Tokyo, Tokyo Institute of Technology, Waseda University, Shinshu University, National Institutes of Natural Sciences Institute for Molecular Science, Nagoya University, Nagoya Institute of Technology, Toyota Technological Institute, Kyoto University, Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology, Osaka University, Japan Atomic Energy Agency, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, Hiroshima University, Yamaguchi University, Kagawa University, Kyushu University, Kitakyushu Foundation for the Advancement of Industry Science and Technology

February 17th, 2017, Reception Hall

2017年2月17日(金) 会議棟1階レセプションホール

10:00-10:05 [Opening Remarks / 開会挨拶]

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology/ 文部科学省

10:05-10:35 [Plenary Lecture / 基調講演]

Kazuhito Hashimoto (Council for Science, Technology and Innovation / National Institute for Materials Science, Japan)

橋本 和仁 (総合科学技術・イノベーション会議/物質・材料研究機構)

“Toward Super Smart Society (Society 5.0)”

「超スマート社会 (Society 5.0) に向けて」

10:35-11:25 [Session 1]

IoT / Materials Informatics / IoT システム構築・マテリアルズインフォマティクス

10:35 - **Shinji Nishimura** (Hitachi, Ltd. Japan)

西村 信治 (株式会社日立製作所)

“Social Innovation created by IoT”

「IoT が拓く社会イノベーション」

11:00 - **Fumiyasu Oba / Hidenori Hiramatsu** (Tokyo Institute of Technology, Japan)

大場 史康 / 平松 秀典 (東京工業大学)

“Discovery of Novel Nitride Semiconductors: Predictions via *in silico* Screening and Experimental Verification”

「新しい窒化物半導体の発見 - *in silico* スクリーニングによる予測と実験による実証」

11:25-12:20 [Session 2]

Nano Diagnostics & Nano Therapy / ナノ診断とナノ治療

11:25 - **Yoshinobu Baba** (Nagoya University, Japan)

馬場 嘉信 (名古屋大学)

“Nanobiodevices for Society 5.0”

「ナノバイオデバイスが拓く超スマート社会」

11:50 - **Hisataka Kobayashi** (National Institutes of Health U.S.A.)

“Near Infrared Photoimmunotherapy (NIR-PIT) for Cancer; Crashing Cancer Cells in the Body by Exposing Harmless Near Infrared Light”

「人体に無害な光 (近赤外線) を照射して癌細胞を壊す新がん治療法; 近赤外光線免疫療法」

12:20 - 13:20

Lunch / 昼食

13:20-15:25 [Session 3]

Activities of Nanotechnology Platform / ナノテクノロジープラットフォーム活動概要

- 13:20 - 13:35 Award Ceremony / 表彰式
Research Achievements and others
平成 28 年度の秀でた利用成果及び技術支援表彰
- 13:35 - 14:35 Research Topics of Nanotechnology Platform
平成 28 年度の秀でた利用成果
- 14:35 - 15:25 Poster Presentation on Activities of Nanotechnology Platform
ポスター発表：ナノテクノロジープラットフォームの実施概要

15:05 - 15:25 Break and Poster Presentation / 休憩・ポスター発表

15:25-16:15 [Session 4]

Human Sensing / ヒューマンセンシング

- 15:25 - **Isao Shimoyama** (The University of Tokyo, Japan)
下山 勲 (東京大学)
“Sensor Technology for Monitoring What We Need”
「人やあらゆるものからの情報を収集するセンサー技術」
- 15:50 - **Makoto Takamiya** (The University of Tokyo, Japan)
高宮 真 (東京大学)
“Future Directions of Wearable Organic Devices Closely Attached on Skin”
「有機エレクトロニクスを核とした皮膚密着型ウェアラブルデバイスの新展開」

16:15-17:05 [Session 5]

Safe & Secure Society / 安全・安心な社会

- 16:15 - **Takahiro Sawaguchi** (National Institute for Materials Science, Japan)
澤口 孝宏 (物質・材料研究機構)
“A Novel Long-lived Seismic Damping Alloy for Safe and Secure Social Infrastructures”
「社会インフラの安全・安心のための新しい長寿命制振ダンパー合金」
- 16:40 - **Tsuneo Komatsuzaki** (SECOM CO., LTD. Japan)
小松崎 常夫 (セコム株式会社)
“Services Innovation for Social System Industry”
「安全・安心で豊かな社会のためのサービスイノベーション」

17:05-17:10 [Closing Remarks / 閉会挨拶]

Dr. Tetsuji Noda (Chairperson of the Organizing Committee of JAPAN NANO 2017 / Director, Center for Nanotechnology Platform, National Institute for Materials Science, Japan)

野田 哲二 (JAPAN NANO 2017 組織委員長、物質・材料研究機構ナノテクノロジープラットフォームセンター長)

【Plenary Lecture / 基調講演】

“Toward Super Smart Society (Society 5.0)”

「超スマート社会（Society 5.0）に向けて」

Kazuhito Hashimoto (Council for Science, Technology and Innovation /
National Institute for Materials Science, Japan)

橋本 和仁（総合科学技術・イノベーション会議 / 物質・材料研究機構）

Toward Super Smart Society (Society 5.0)

Kazuhito Hashimoto

Council for Science, Technology and Innovation /
National Institute for Materials Science, Japan



Kazuhito Hashimoto

President, National Institute for Materials Science

< CV >

Education

1978: B. Science, Chemistry. The University of Tokyo

1980: M. Science, Chemistry. The University of Tokyo

1985: Doc. Science, Chemistry. The University of Tokyo

Career History

1980 – 1984: Technical Associate, Institute for Molecular Science

1984 – 1989: Research Associate, Institute for Molecular Science

1989 – 1991: Assistant Professor, Department of Applied Chemistry, The University of Tokyo

1991 – 1997: Associate Professor, Department of Applied Chemistry, The University of Tokyo

1997 – 2007: Professor, Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

2004 – 2007: Director, Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

2007 – 2016: Professor, Department of Applied Chemistry, The University of Tokyo

2015 – Present: Professor of Policy Alternative Research Institute, The University of Tokyo

2016 – Present: President, National Institute for Materials Science

Present Public Appointments

- Member, Science Council of Japan
- Executive Member, Council for Science, Technology and Innovation
(Cabinet Office of Japan)

Session 1
【IoT / Materials Informatics /
IoT システム構築・
マテリアルズインフォマティクス】

“Social Innovation created by IoT”

「IoT が拓く社会イノベーション」

Shinji Nishimura (Hitachi, Ltd. Japan)

西村 信治 (株式会社日立製作所)

“Discovery of Novel Nitride Semiconductors: Predictions via *in silico* Screening and Experimental Verification”

「新しい窒化物半導体の発見 - *in silico* スクリーニングによる予測と実験による実証」

Fumiyasu Oba / Hidenori Hiramatsu (Tokyo Institute of Technology, Japan)

大場 史康 / 平松 秀典 (東京工業大学)

Social Innovation created by IoT

S. Nishimura

Hitachi Ltd., Center for Technology Innovation,
1-280 Higashi-Koigakubo, Kokubunji, Tokyo 185-8601, Japan

Abstract

IoT (Internet of Things), which refers to the connection of various devices through a network, is expected to be a novel economic value in resolving social problems such as reducing competitiveness in industry, the aging of social infrastructure, and the lack of energy resources.

In order to use IoT for innovation successfully, it is important to improve the following technologies: (i) sensing technology to understand the events in real space quantitatively, (ii) artificial intelligence to extract and analyze characteristic data from the measurement results, and (iii) actuator technology to control events in real space on the basis of the analysis results.

Data processing systems that support IoT have advanced from conventional centralized processing on a cloud system to distributed processing using edge and fog computing on a measuring site. As a result, systems can operate with more diverse and larger amounts of data. Sensors and measuring instruments that collect sensing data can be further diversified by using new nanotechnology. In particular, we believe that nanotechnologies that support sensors and actuators as interfaces between real space and cyber space are important.

In this presentation, we will introduce solutions that use IoT to resolve social problems, such as smart operations in manufacturing, efficient material development, and monitoring social infrastructures. Furthermore, we will report on our nanotechnology developments, such as our short TAT (Turn Around Time) development system for IoT devices, integrated circuit learning systems and nano-imaging for materials.



Dr. Shinji Nishimura

General Manager

Center for Technology Innovation – Electronics

Hitachi, Ltd. Research & Development Group

< CV >

Education

Master of Electronic Engineering, March, 1991

University of Tokyo, Japan

Work Experience

He joined the Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd., in 1991. He worked on optical device, network interface, network equipment, parallel processing system and sensing system for IoT. He is a senior member of IEEE, Communication Society, and IEICE. His research interests are technologies in electronics for communication, computer systems and IoT. Ph.D for Engineering.

DISCOVERY OF NOVEL NITRIDE SEMICONDUCTORS: PREDICTIONS VIA *IN SILICO* SCREENING AND EXPERIMENTAL VERIFICATION

F. Oba^{1,2,3} and H. Hiramatsu^{1,2}

¹ Laboratory for Materials and Structures, Institute of Innovative Research,
Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 226-8503, Japan

² Materials Research Center for Element Strategy, Tokyo Institute of Technology,
4259 Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 226-8503, Japan

³ Center for Materials Research by Information Integration,
National Institute for Materials Science, 1-2-1 Sengen, Tsukuba 305-0047, Japan

Abstract

Nitride semiconductors are attractive as they can be environmentally benign and possess favorable electronic properties; however, those currently commercialized are mostly limited to GaN and its alloys. In this talk, we report the *in silico* screening of ternary zinc nitride semiconductors using state-of-the-art first-principles calculations. This approach identifies as-yet-unreported CaZn_2N_2 that has abundant components, small carrier effective masses, and a direct band gap suited for light emission and harvesting. This novel phase is realized by high-pressure synthesis and the predicted band-edge red photoluminescence is experimentally verified. The present study demonstrates accelerated materials discovery via cutting-edge *in silico* screening followed by targeted experiments.

I. INTRODUCTION

The search for novel semiconductors is increasingly important as the applications of semiconductors become more prevalent. Among the compound semiconductors, nitrides are attractive due to the abundant and environmentally-benign nitrogen constituent. Currently commercialized nitride semiconductors are, however, mostly limited to GaN and its based alloys. This situation stimulates not only experimental but also computational, or *in silico*, exploration of novel nitrides. In this talk, we report the discovery of a novel nitride semiconductor CaZn_2N_2 by the state-of-the-art *in silico* screening and high-pressure synthesis [1].

II. METHODS

The screening was performed using first-principles calculations from various aspects, as schematically shown in Fig. 1: the electronic structure, dynamic stability against lattice vibration, and thermodynamic stability against competing phases in the phase diagram. Furthermore, the energetics of relevant native point defects and dopants was assessed to identify the dopability into *p*-type, *n*-type, or both for promising compounds. The projector augmented-wave method [2] as implemented in the VASP code [3] was used in conjunction with semilocal and hybrid functionals. The finite-size effects of charged defect supercells were corrected using the scheme reported in Ref. 4. The high-pressure synthesis of CaZn_2N_2 was made at 1200 °C and 5.0 GPa for 1 hour.

III. RESULTS AND DISCUSSION

The *in silico* screening identified 11 as-yet-unreported nitrides that are thermodynamically stable or slightly metastable and have favorable electronic properties [1]. Among them, the most promising system is CaZn_2N_2 that is composed of abundant elements only and has a direct-type band structure with a gap of 1.8 eV and carrier effective masses smaller than GaN. The native defect and dopant calculations indicate that this compound is dopable into both *p*- and *n*-types. We therefore chose CaZn_2N_2 as a target of experiment. Using high-pressure synthesis, this novel phase is obtained with a predicted trigonal crystal structure. The experimental band gap of 1.9 eV is close to the theoretically

predicted value. Moreover, band-edge red photoluminescence is observed as shown in Fig. 1, indicating its direct-type band structure. These results demonstrate accelerated materials discovery via cutting-edge *in silico* screening followed by targeted experiments.

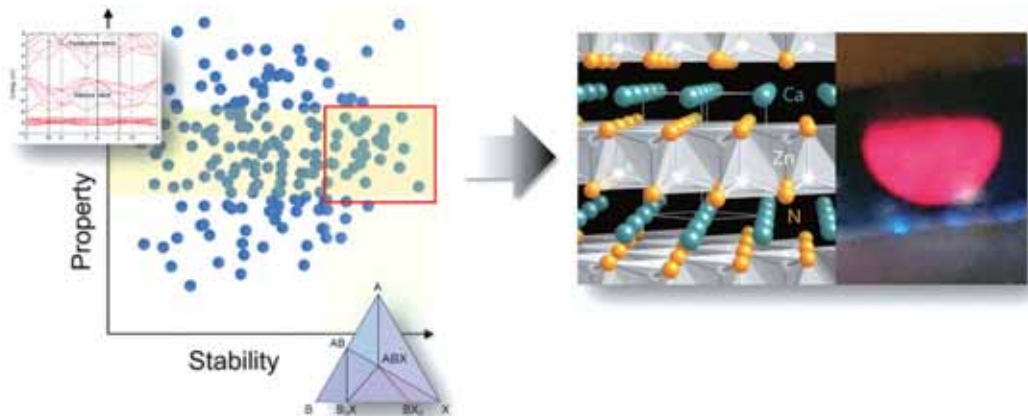


Fig. 1 Theoretical identification of as-yet-unreported CaZn_2N_2 via *in silico* screening and the experimental verification of band-edge red photoluminescence from a polycrystalline CaZn_2N_2 specimen obtained by high-pressure synthesis.

Acknowledgments

This work was performed in collaboration with Y. Hinuma and I. Tanaka at Kyoto University and T. Hatakeyama, Y. Kumagai, L. A. Burton, H. Sato, Y. Muraba, S. Iimura, and H. Hosono at Tokyo Institute of Technology under the support by the MEXT Elements Strategy Initiative to Form Core Research Center, Scientific Research on Innovative Areas from JSPS, and Support Program for Starting Up Innovation Hub MI2I from JST, Japan.

References

- [1] Y. Hinuma, T. Hatakeyama, Y. Kumagai, L. A. Burton, H. Sato, Y. Muraba, S. Iimura, H. Hiramatsu, I. Tanaka, H. Hosono, and F. Oba, *Nat. Commun.* 7 (2016), 11962.
- [2] P. E. Blöchl, *Phys. Rev. B* 50 (1994), 17953.
- [3] G. Kresse and J. Furthmüller, *Phys. Rev. B* 54 (1996), 11169; G. Kresse and D. Joubert, *Phys. Rev. B* 59 (1999), 1758.
- [4] Y. Kumagai and F. Oba, *Phys. Rev. B* 89 (2014), 195205.

< CV >



Fumiyasu Oba is a Professor at Tokyo Institute of Technology and an Invited Researcher at National Institute for Materials Science. His research interest includes computational design and discovery of electronic and energy materials.



Hidenori Hiramatsu is an Associate Professor at Tokyo Institute of Technology. His research interest includes electronic/optical/magnetic properties of functional materials, epitaxial growth, and device fabrication.

Session 2
**【Nano Diagnostics & Nano Therapy/
ナノ診断とナノ治療】**

“Nanobiodevices for Society 5.0”

「ナノバイオデバイスが拓く超スマート社会」

Yoshinobu Baba (Nagoya University, Japan)

馬場 嘉信 (名古屋大学)

“Near Infrared Photoimmunotherapy (NIR-PIT) for Cancer; Crashing Cancer Cells in the Body by Exposing Harmless Near Infrared Light”

「人体に無害な光（近赤外線）を照射して癌細胞を壊す新がん治療法；近赤外光線免疫療法」

Hisataka Kobayashi (National Institutes of Health, U.S.A.)

NANOBIODEVICES FOR SOCIETY 5.0

Yoshinobu Baba

Department of Applied Chemistry, School of Engineering, ImPACT Research Center for Advanced Nanobiodevices, Department of Advanced Medical Science, School of Medicine, Nagoya University, Nagoya, 464-8603, Japan

Nanobiodevice is a piece of contrivance, equipment, machine, or component, which is created by the overlapping multidisciplinary activities associated with nanotechnology and biotechnology. In this lecture, I will describe the development of nanobiodevices for society 5.0 [1-20], including immuno-wall devices for healthcare and point-of-care testing, nanopillar-nanopore devices for single DNA and microRNA sequencing, nanowire devices for exosome analysis, AI-powered IoT nanosensors, and quantum switching *in vivo* imaging of iPS cells. Immuno-wall devices realized the fast and low invasive “from blood to analysis” type biomarker detection of cancer with fM detection sensitivity within 2 min. Additionally, nanopillar devices give us ultrafast electrophoretic separation of DNA and microRNA within 60 μ s and nanopillar-nanopore integrated nanobiodevice enables us ultrafast single molecular DNA sequencing. Nanowire devices coupled with super-resolution optical microscopy are extremely useful to analyze exosomes from cancer cells and exosomal microRNA analysis. Nanowire-nanopore devices combined with machine learning technique enable us to develop mobile sensors for PM2.5, bacteria, and virus in the environment. Quantum dots are applied to develop quantum-biodevices for single cancer cell diagnosis, single molecular epigenetic analysis, quantum switching *in vivo* imaging for iPS cell (induced pluripotent stem cells) based regenerative medicine, and theranostic devices for cancer diagnosis/therapy.

References

- [1] N. Kaji, Y. Baba, et al., *Chem. Soc. Rev.*, 39, 948 (2010).
- [2] D. Onoshima, H. Yukawa, Y. Baba, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 95, 2-14(2015).
- [3] S. Rahong, T. Yasui, N. Kaji, Y. Baba, *Lab on a Chip*, 16, 1126-1138 (2016).
- [4] N. Kaji, Y. Baba, et al., Nanopillars, Nanowires and Nanoballs for DNA and Protein Analysis, *Nanofluidics*, 2nd Edition, J. Edel, et al. (Ed.), RSC, 2017, Chap. 3
- [5] M. Tabuchi, Y. Baba, et al., *Nature Biotech.*, 22, 337 (2004).
- [6] R. Bakalova, Y. Baba, et al., *Nature Biotech.*, 22, 1360 (2004).
- [7] M. F. Serag, Y. Baba, et al., *ACS Nano.*, 5, 493, (2011).
- [8] T. Yasui, Y. Baba, et al., *ACS Nano*, 5, 7775 (2011).
- [9] M.F. Serag, Y. Baba, et al., *ACS Nano*, 5, 9264 (2011).
- [10] M.F. Serag, Y. Baba, et al., *Nano Lett.*, 12, 6145 (2012).
- [11] T. Yasui, Y. Baba, et al., *ACS Nano*, 7, 3029 (2013).
- [12] K. Hirano, Y. Baba, et al., *Nano Lett.*, 13, 1877 (2013).
- [13] S. Rahong, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 4, 5252 (2014).
- [14] S. Rahong, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 5, 10584(2015).
- [15] T. Yasui, Y. Baba, et al., *Nano Lett.*, 15, 3445 (2015).
- [16] T. Kameyama, Y. Baba, et al., *Nanoscale*, 8, 5435 (2016).
- [17] S. Fukushima, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 6, 25950(2016).
- [18] T. Yamamoto, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 6, 30136(2016).
- [19] T. Yasui, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 6, 31642(2016).
- [20] Y. Ogiwara, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 7, in press (2017).



Yoshinobu Baba

Professor, Department of Applied Chemistry, School of Engineering
Director, ImPACT Research Center for Advanced Nanobiodevices
Professor, Department of Advanced Medical Science, School of Medicine
Nagoya University
Research Advisor, Health Research Institute,
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

< CV >

Biography

Dr. Yoshinobu Baba is Professor of Department of Applied Chemistry, School of Engineering and a Director of ImPACT Research Center for Advanced Nanobiodevices, Nagoya University. He is an Associate Editor of *Anal. Chem.* of ACS and serving to over 15 scientific journals as an editorial/advisory board member. He has been admitted as a Fellow of the Royal Society of Chemistry and received over 85 awards for his contributions in nanobiotechnology: MERCK Award in 2004, The CSJ (Chemical Society of Japan) award for creative work in 2008, The Japan Society for Analytical Chemistry Award in 2015, and The Commendation for Science and Technology by the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology in 2016. Dr. Baba's research studies are directed at the development of nanobiodevices for omics, systems biology, medical diagnosis, tissue engineering, and molecular imaging. He is the author or co-author of 938 publications, including research papers, proceedings, reviews, and books and is also an inventor of over 90 patents. He has delivered more than 879 plenary and invited lectures at conferences. His work has been cited on 356 occasions by newspapers and television.

Recent Publication:

- 1) 馬場嘉信、ナノバイオデバイス創製と未来医療への展開、化学と工業, 2015, 3, 274-276
- 2) 安井隆雄、湯川博、加地範匡、馬場嘉信、ナノワイヤ 3 次元構造による DNA 解析技術の開発、バイオチップの基礎と応用, CMC, 2015, 37-44.
- 3) 馬場嘉信、谷口正輝、川合知二、次世代 DNA シークエンサーの開発、CSJ カレントレビュー 23, 化学同人, 2016, 125-131.
- 4) 湯川博、馬場嘉信、移植幹細胞 *in vivo* 蛍光イメージングが再生医療創薬に果たす役割、DDS, 2016, 31, 135-145.
- 5) 馬場嘉信、DDS とナノテクノロジーがもたらす超スマート社会、DDS, 2017, in press.
- 6) 小野島大介、笠間敏博、馬場嘉信、ラブオンチップの最前線、CSJ カレントレビュー 24, 化学同人、2017
- 7) N. Kaji, Y. Baba, et al., *Chem. Soc. Rev.*, 39, 948 (2010).
- 8) D. Onoshima, H. Yukawa, Y. Baba, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 95, 2-14(2015).
- 9) S. Rahong, T. Yasui, N. Kaji, Y. Baba, *Lab on a Chip*, 16, 1126-1138 (2016).
- 10) N. Kaji, Y. Baba, et al., Nanopillars, Nanowires and Nanoballs for DNA and Protein Analysis, *Nanofluidics, 2nd Edition*, J. Edel, et al. (Ed.), RSC, 2017, Chap. 3
- 11) M. Tabuchi, Y. Baba, et al., *Nature Biotech.*, 22, 337 (2004).
- 12) R. Bakalova, Y. Baba, et al., *Nature Biotech.*, 22, 1360 (2004).
- 13) M. F. Serag, Y. Baba, et al., *ACS Nano.*, 5, 493, (2011).
- 14) T. Yasui, Y. Baba, et al., *ACS Nano*, 5, 7775 (2011).
- 15) M.F. Serag, Y. Baba, et al., *ACS Nano*, 5, 9264 (2011).
- 16) M.F. Serag, Y. Baba, et al., *Nano Lett.*, 12, 6145 (2012).
- 17) T. Yasui, Y. Baba, et al., *ACS Nano*, 7, 3029 (2013).
- 18) K. Hirano, Y. Baba, et al., *Nano Lett.*, 13, 1877 (2013).
- 19) S. Rahong, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 4, 5252 (2014).
- 20) S. Rahong, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 5, 10584(2015).
- 21) T. Yasui, Y. Baba, et al., *Nano Lett.*, 15, 3445 (2015).
- 22) S. Fukushima, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 6, 25950(2016).
- 23) T. Yamamoto, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 6, 30136(2016).
- 24) T. Yasui, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 6, 31642(2016).
- 25) Y. Ogihara, Y. Baba, et al., *Sci. Rep.* (Nature Pub. Group), 7, in press (2017).

NEAR INFRARED PHOTOIMMUNOTHERAPY (NIR-PIT) FOR CANCER; CRASHING CANCER CELLS IN THE BODY BY EXPOSING HARMLESS NEAR INFRARED LIGHT

H. Kobayashi

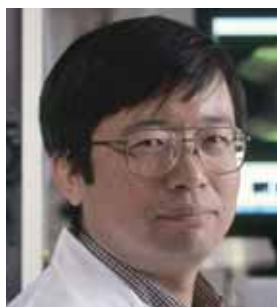
Molecular Imaging Program, National Cancer Institute/ NIH
10 Center Dr. Bethesda, MD 20892, USA

Abstract

Near infrared (NIR) photoimmunotherapy (PIT) is a newly developed, molecularly-targeted cancer photo-therapy based on conjugating a near infrared silica-phthalocyanine dye, IRdye700DX (IR700) to a monoclonal antibody (MAb) thereby targeting specific cell-surface molecules [1]. A first-in-human Phase 1 clinical trial of NIR-PIT with the cetuximab-IR700 (RM1929) targeting EGFR in patients with inoperable head and neck cancer was approved by the US FDA in April 2015, and is now in transition to a Phase 2 trial (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02422979>). When exposed to NIR light, the conjugate rapidly induces a highly-selective, necrotic/immunogenic cell death (ICD) only in antigen-positive MAb-IR700-bound cancer cells. Immunogenic cell death occurs as early as 1 minute after exposure to NIR light and results in irreversible morphologic changes on target-expressing cells including cellular swelling, bleb formation, and rupture of vesicles due to membrane damage. Meanwhile, immediately adjacent receptor-negative cells are totally unharmed. Dynamic 3D observation of tumor cells undergoing NIR-PIT along with novel live cell microscopies showed rapidly swelling in treated cells immediately after light exposure suggesting rapid water influx into cells. Cell biological analysis showed that ICD induced by NIR-PIT rapidly maturate immature dendritic cells adjacent to dying cancer cells initiating a host anti-cancer immune response [2]. Additionally, NIR-PIT can enhance nano-drug delivery into the treated tumor bed up to 24-fold compared with untreated tumors, a phenomenon that we have termed the “super-enhanced permeability and retention” (SUPR) effect [3]. Furthermore, NIR-PIT targeting immuno-suppressor cells, such as Treg, in a local tumor, can enhance tumor cell-selective systemic host-immunity leading to significant responses in distant metastatic tumors [4]. In conclusion, due to its highly targeted cancer cell-selective cytotoxicity, NIR-PIT carries few side effects and healing is rapid. NIR-PIT induces ICD on cancer cells that initiates host immunity. Moreover, NIR-PIT can locally deplete Tregs and other immune suppressor cells infiltrating in tumor beds, thus, activating systemic anti-cancer cellular immunity without potential autoimmune adverse effects.

References

- [1] M. Mitsunaga, et al., *Nature medicine* 17 (2011) pp. 1685-1691.
- [2] M. Ogawa, et al., *Oncotarget* (2017) on Web.
- [3] K. Sano, et al., *ACS nano* 7 (2013) pp. 717-724.
- [4] K. Sato, et al., *Science translational medicine* 8 (2016) pp. 352ra110.



Hisataka Kobayashi, MD, PhD,

Senior Investigator, Molecular Imaging Program,
National Cancer Institute/NIH

< CV >

(Carrier)

1987 – 1988	Radiology Junior Resident, Kyoto University School of Medicine, Kyoto, Japan
1988 – 1991	Radiology Senior Resident, Kyoto National Hospital, Kyoto, Japan
1991 – 1995	Post-graduate Student, Kyoto University Graduate School of Medicine, Kyoto, Japan
1995	Staff clinician, Kyoto University Hospital, Kyoto, Japan
1995 – 1998	Post-doctoral Fellow, Nuclear Medicine Department, NIH Clinical Center,
1999 – 2001	Assistant Professor, Diagnostic Imageology Kyoto University, Kyoto, Japan
2001 – 2004	Senior Fellow (FTE), Metabolism Branch, National Cancer Institute, NIH
2005 – Present	Chief scientist, Molecular Imaging Program, National Cancer Institute, NIH
2015 – Present	Tenured Senior Investigator, Molecular Imaging Program, NCI/NIH

(Awards)

2016, 2015, 2013, 2004, Federal Technology Transfer Award
2016 CCR FLEX Award
2015 Elliot Lasser Award, from CMR2015
2014 NIH Director Award (Merit Award)
2012, 2007, 2004, Certificate of Merit, Radiological Society of North America
2007 Scientific Advances in the CCR
2004 Selected best abstract in 2004 AACR
2004 Fellow award of research excellence in NIH
2000 The 38th Award of Japanese Society of Nuclear Medicine
2000 The “Alavi-Mandell” award from the Society of Nuclear Medicine

Session 3

[Activities of Nanotechnology Platform / ナノテクノロジープラットフォーム活動概要]

Award Ceremony / 表彰式
Research Achievements and others
H28 年度の秀でた利用成果及び技術支援表彰

Research Topics of Nanotechnology Platform
H28 年度の秀でた利用成果

Poster Presentation on Activities of Nanotechnology Platform
ポスター発表：ナノテクノロジープラットフォームの実施概要

Session 4

【Human Sensing/ ヒューマンセンシング】

“Sensor Technology for Monitoring What We Need”

「人やあらゆるものからの情報を収集するセンサー技術」

Isao Shimoyama (The University of Tokyo, Japan)

下山 勲 (東京大学)

“Future Directions of Wearable Organic Devices Closely Attached on Skin”

「有機エレクトロニクスを核とした皮膚密着型ウェアラブルデバイスの新展開」

Makoto Takamiya (The University of Tokyo, Japan)

高宮 真 (東京大学)

Sensor Technology for Monitoring What We Need

Isao Shimoyama

The University of Tokyo, Japan
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, Japan

Abstract

Japan has experienced aged society with a low birth rate. The birth rate decreases, the life time extends, and the family structure changes largely. Ministry of Health, Labour and Welfare reported in 2015 on the abridged life table, where the medians of male and female life durations are 83.76, 89.79 years old, respectively. The statistical data means the long life is usual from now on. To keep quality of life and improve the healthy life expectancy, science and technology as well as social reform and understanding can contribute to the solution with less interfering.

Smart wearable rings and wristbands become available to monitor heartbeats and physical activities. The devices transmit the data through a smartphone to a computer. The data in the computer is used for health care by a specialist, sending comments to the users. The key technologies used in wearable activity trackers are based on conventional sensors with low power consumption and wireless communication and so on. The sensors determine what vital sign can be obtained. At the present, the sensors inside the trackers are accelerometer for physical activity measurement, pressure sensor for height measurement, and light emitter and photodetector for heartbeat measurement. More sophisticated sensors are necessary to detect more vital signs such as blood velocity, blood pressure, blood glucose, and so on.

For this purpose, we have investigated MEMS strain sensors using piezo-resistive effect. The strain sensors based on the effect have gauge factor of 100, so that less than 0.1 ppm strain can be detected when we use an amplifier with gain of 1000. The piezo-resistive effect is size-independent because the effect is caused by lattice strain, so that the sensor structure can be made small enough to measure tiny forces. This feature is distinctive compared to capacitive type sensors. The piezo-resistive strain gauge is applicable to a force sensor, a pressure sensor and an acoustic sensor. Our sensor structure is based on a Si cantilever 300 nm thick shown in Fig.1 or a double-supported Si beam on which a piezo-resistor is formed thinly. We fabricate the structure out of an SOI (Silicon on Insulator) wafer with MEMS fabrication. Deformation at the tip of a cantilever generates the maximum tensile strain on the top surface and the maximum compressive strain on the bottom surface at the fixed end, where the piezo-resistor is formed. By attaching the chip on skin, we measured blood velocity in Fig.2, and hope to measure blood pressure and glucose, and so on.

Monitoring technology of a person can be utilized in health monitoring technology of social infrastructure. Because the infrastructure is aging and the number of experts on inspection decreases, infrastructure monitoring is crucial issue to keep the infrastructure healthy. "System Development Project for Maintenance, Management, and Renewal of Infrastructure" by NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) adopted our proposal on "Road Infra Monitoring System" which employs displacement, strain, vibration sensors and so on, with solar cells and wireless communication to be components of wireless network.

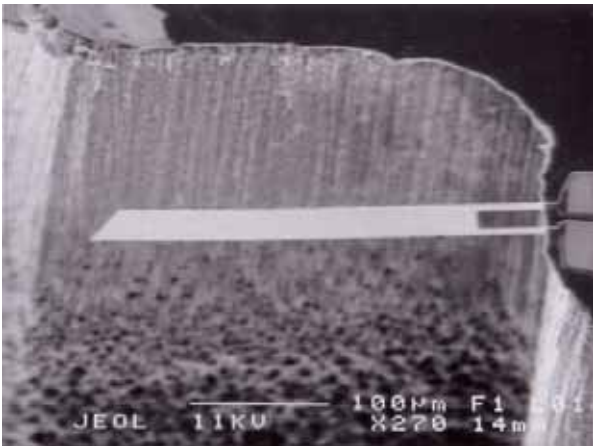


Fig. 1 Piezo-resistive strain gauge formed at the fixed end of cantilever [1].

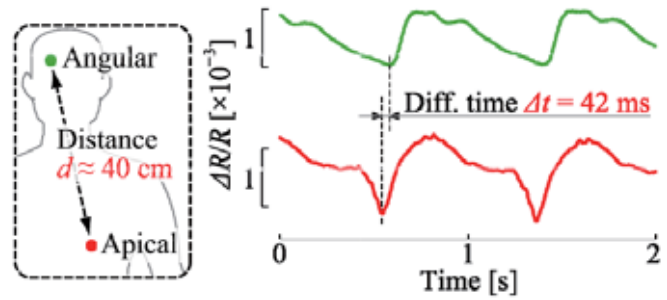


Fig. 2 Pulse wave travelling through arteries can be monitored by the piezo-resistive acoustic sensor [2].

[1] M. Gel, I. Shimoyama, JMME, vol.14, no.3, pp.423-428, 2004.

[2] T. Kaneko, N. Minh-Dung, P. Quang-Khang, Y. Takei, T. Takahata, K. Matsumoto, I. Shimoyama, Proc. MEMS2015, pp.670-673, 2015



Isao Shimoyama

Professor

Director of Information and Robot Technology (IRT) Research Initiative/
Department of Mechano-Informatics,
Graduate School of Information Science and Technology
University of Tokyo

Isao Shimoyama was born in Japan in 1955. He received the B.E., M.E., and Dr. of Engineering degrees in mechanical engineering from The University of Tokyo in 1977, 1979, and 1982, respectively. He has joined The University of Tokyo since 1982. He was Dean of Graduate School of Information Science and Technology from April 2007 to March 2010. He is presently Director of Information and Robot Technology (IRT) Research Initiative, and Professor of Graduate School of Information Science and Technology. He is also a Senior Technical Advisor of Touchence Inc, which is a start-up company based on the research of University of Tokyo. His current research interest is in useful IRT robots and sensors and sensor systems based on MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems).

Future Directions of Wearable Organic Devices Closely Attached on Skin

Makoto Takamiya

University of Tokyo, Tokyo, Japan
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo, Japan, 153-8505

Abstract

In the wearable healthcare devices, both the energy autonomy for the maintenance-free operation and the mechanical flexibility for the wearing-unconsciousness are required. The organic electronics enables flexible, large-area, and distributed sensor and/or actuator array and is suitable for the wearing-unconscious devices. In this presentation, new applications using the organic electronics including a 1- μm thickness surface electromyogram measurement sheet for prosthetic hand control [1], a flexible pressure sensor sheet for bedsores prevention [2], and a fever alarm armband integrating fully flexible solar cells [3] are shown.

I. Introduction

Key requirements for a large area sensor array using organic transistors [1,4] or amorphous silicon TFTs [5] are the reduction of the number of wiring for sensor outputs and the avoidance of the signal integrity degradation due to the long wiring. Therefore, local processing of the sensor outputs at the front-end [5] is very important. In this presentation, the world's first artificial neurons using organic FETs is proposed for the local processing. A flexible bedsores prevention sheet (FBPS) integrating 2×2 artificial neurons using organic CMOS circuits with floating gate PFETs is developed.

II. Flexible Bedsores Prevention Sheet

Fig. 1 shows a photo of the developed FBPS. Bedsores are injuries to skin and underlying tissue resulting from prolonged pressure on the skin. Non-uniform pressure distribution and local high pressure due to the wrinkles of clothes or bed sheet increase the rate of bedsores, therefore early detection of the pressure non-uniformity is helpful. FBPS is placed under the bed sheet and measures the pressure distribution. In FBPS, three sheets including a flexible PCB for wiring, a pressure sensitive rubber for the sensor [4], and organic circuits integrating 2×2 artificial neurons are stacked. The organic semiconductors for p-type and n-type transistors are DNTT and PDI-8CN2, respectively. The gate length is 50 μm .

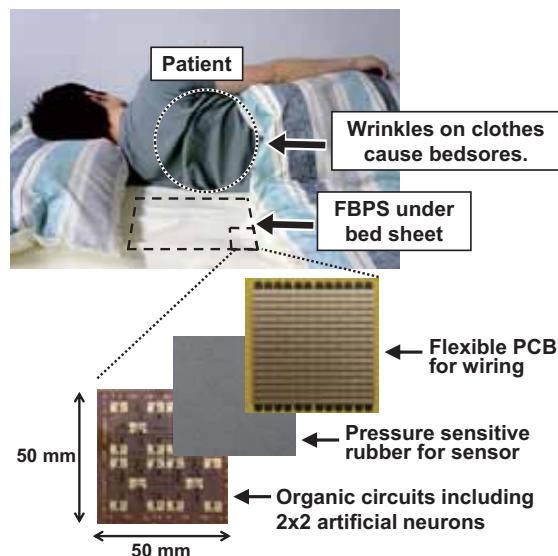


Fig. 1 Flexible bedsores prevention sheet (FBPS).

Acknowledgment

This work was partly supported by JST ERATO.

References

- [1] H. Fuketa, K. Yoshioka, Y. Shinozuka, K. Ishida, T. Yokota, N. Matsuhisa, Y. Inoue, M. Sekino, T. Sekitani, M. Takamiya, T. Someya, and T. Sakurai, "1 μ m-Thickness Ultra-Flexible and High Electrode-Density Surface Electromyogram Measurement Sheet With 2 V Organic Transistors for Prosthetic Hand Control," *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, Vol. 8, No. 6, pp. 824 - 833, Dec. 2014.
- [2] A.K.M. M. Islam, M. Hamamatsu, T. Yokota, S. Lee, W. Yukita, M. Takamiya, T. Someya, and T. Sakurai, "Programmable Neuron Array Based on a 2-Transistor Multiplier Using Organic Floating-Gate for Intelligent Sensors," *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems*, to be published.
- [3] H. Fuketa, M. Hamamatsu, T. Yokota, W. Yukita, T. Someya, T. Sekitani, M. Takamiya, T. Someya, and T. Sakurai, "Energy-Autonomous Fever Alarm Armband Integrating Fully Flexible Solar Cells, Piezoelectric Speaker, Temperature Detector, and 12V Organic Complementary FET Circuits," *IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)*, pp. 296-297, Feb. 2015.
- [4] T. Sekitani, T. Yokota, U. Zschieschang, H. Klauk, S. Bauer, K. Takeuchi, M. Takamiya, T. Sakurai, and T. Someya, "OrganicNonvolatile Memory Transistors for Flexible Sensor Arrays," *Science*, Vol. 326, pp. 1516 - 1519, Dec. 2009.
- [5] W. Rieutort-Louis, T. Moy, Z. Wang, S. Wagner, J. C. Sturm, and N. Verma, "A Large-Area Image Sensing and Detection SystemBased on Embedded Thin-Film Classifiers," *IEEE J. Solid-State Circuits*, Vol. 51, No. 1, pp. 281-290, Jan. 2016.



< CV >

Makoto Takamiya received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in electronic engineering from the University of Tokyo, Japan, in 1995, 1997, and 2000, respectively. In 2000, he joined NEC Corporation, Japan, where he was engaged in the circuit design of high-speed digital LSI's. In 2005, he joined University of Tokyo, Japan, where he is an associate professor of VLSI Design and Education Center. From 2013 to 2014, he stayed at University of California, Berkeley as a visiting scholar. His research interests include the design of low-power RF circuits, ultra low-voltage logic circuits, low-voltage power management circuits, and large-area and flexible electronics with organic transistors. He is a member of the technical program committee of IEEE International Solid-State Circuits Conference and IEEE Symposium on VLSI Circuits. He received 2009 and 2010 IEEE Paul Rappaport Awards and the best paper award in 2013 IEEE Wireless Power Transfer Conference.

Session 5

【Safe & Secure Society/ 安全・安心な社会】

“A Novel Long-lived Seismic Damping Alloy for Safe and Secure Social Infrastructures”

「社会インフラの安全・安心のための新しい長寿命制振ダンパー合金」

Takahiro Sawaguchi (National Institute for Materials Science, Japan)

澤口 孝宏 (物質・材料研究機構)

“Services Innovation for Social System Industry”

「安全・安心で豊かな社会のためのサービスイノベーション」

Tsuneo Komatsuzaki (SECOM CO., LTD. Japan)

小松崎 常夫 (セコム株式会社)

A NOVEL LONG-LIVED SEISMIC DAMPING ALLOY FOR SAFE AND SECURE SOCIAL INFRASTRUCTURES

Takahiro Sawaguchi

National Institutes for Materials Science,
1-2-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki305-0003, Japan

Abstract

Metal fatigue is a serious problem in aging metallic and steel components in constructions and machines. It proceeds through accumulation of irreversible atomic rearrangement under repeated loading. Based on a ferrous shape memory alloy, a new fatigue-resistant alloy with 10-times longer life was developed. The former exhibits a reversible atomic movement on loading and subsequent heating, while the latter does on loading and subsequent counter-directional loading. The new fatigue-resistant alloy has been used as seismic dampers in a 40-story skyscraper.

I. NANO SCIENCE AND STRUCTURAL MATERIALS

Development of nano science and technology has enabled us not only to fabricate a lot of novel nano materials but also to investigate the origin of physical properties of various materials based on understanding of nano scale mechanisms. Sophisticated microstructural analyses with advanced microscopes, large scale facilities of synchrotron or neutron radiation, computer aided data processing system, and simulations, etc. have revealed atomic/electronic structures underlying the physical phenomena even in classical materials.

II. FE-HIGH MN SEISMIC DAMPING ALLOYS

Fe-high Mn austenitic steels have been a class of actual steels for more than a century, since R. Hadfield invented wear-resistant Fe-Mn-C steels in 1880's. In spite of the long history, the Fe-high Mn austenitic steels are still of scientific interest, because of a wide variety of their functional and mechanical properties, such as shape memory, damping, non-magnetism, invar/elinvar characteristics, strength, ductility, toughness, wear resistance, which are associated with the characteristic multiple plastic deformation modes and peculiar physical natures of the alloys.

We discovered that a reversible atomic movement under cyclic loading enhanced low-cycle fatigue life of a Fe-Mn-Si-based alloy, that is a kind of the Fe-high Mn austenitic steels, and proposed in 2006 to use the Fe-Mn-Si-based alloys as a damping source in architectural seismic dampers [1].

Steel dampers are designed to have lower strengths than columns and beams by reducing their yield stress and/or cross-sectional area, to absorb seismic energy with their elasto-plastic deformation hysteresis. The superior fatigue resistance of the Fe-Mn-Si-based alloys can increase the durability of the seismic dampers against accumulated damage from earthquakes. Recently, we developed a new Fe-15Mn-10Cr-8Ni-4Si (wt%) alloy with 10-times longer low-cycle fatigue life than the conventional seismic damping steels, and installed it in a 40-story skyscraper as fatigue-resistant seismic dampers [2].



Fig. 1 Fe-15Mn-4Si-10Cr-8Ni alloy seismic damper [1].

III. DESIGNING ATOMIC MOVEMENT UNDER DEFORMATION

The chemical composition of the alloy was optimized to increase the low-cycle fatigue life, investigating the relationship between the microstructures developed in various Fe-Mn-Si-based alloys under cyclic deformation and the low-cycle fatigue properties. There are three necessary conditions to enhance the low-cycle fatigue lives [3]. Firstly, thermodynamic stability should be balanced between a face-centered cubic and a hexagonal close-packed structures. Both are the most closely packed structures and the transition between the two phases occurs with reversible atomic rearrangement on common close packed planes. Secondly, to realize the reversible atomic rearrangement during the two-way phase transformation, the formation of the body-centered cubic structure should be suppressed. Finally, addition of a small amount of Si appeared to be effective for further improvement in the reversibility of the atomic movement.

These designing criteria of the fatigue-resistant alloys are based on the concept that the reversible atomic movement can suppress the accumulation of the lattice defects under repeated deformation and decelerate the metal fatigue. Intensive microstructural observations clarified that various plastic deformation modes of Fe-high Mn steels, i.e., $\gamma \rightarrow \epsilon$ martensitic transformation, deformation twinning, extended γ -dislocation glide, and ϵ -dislocation glide commonly exhibit a back-and-forth movement on an identical crystallographic plane. The fact suggests that extraordinary low-cycle fatigue lives are available in a sufficiently wide range of alloy compositions.

We believe that the designing concept based on such atomic deformation mechanisms is applicable to the other austenitic steels and alloys undergoing the FCC to HCP transformation. It can contribute not only to increase the safety and security of social infrastructure but also to provide a new tool for designing structural steels and alloys.

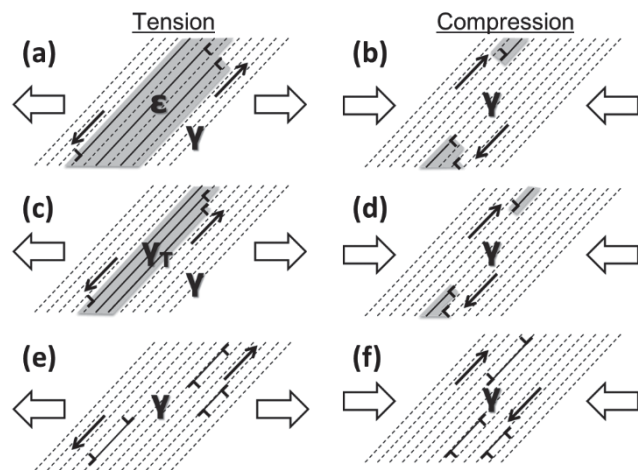


Fig. 2 Schematic diagrams of the reversible group motion of the dislocations in (a, c, e) tension and (b, d, f) compression. (a, b) deformation-induced γ -martensitic transformation, (c, d) mechanical γ -twinning, (e, f) extended dislocation gliding. The dashed and solid lines represent $\{111\}$ planes of the γ -crystal and stacking faults, respectively. [3]

References

- [1] T. Sawaguchi, P. Sahu, T. Kikuchi, K. Ogawa, S. Kajiwara, A. Kushibe, M. Higashino, T. Ogawa, *Scripta Mater*, 54 (2006) 1885.
- [2] T. Sawaguchi, T. Maruyama, H. Otsuka, A. Kushibe, Y. Inoue, K. Tsuzaki, *Mater. Trans.*, 57 (2016) 283.
- [3] T. Sawaguchi, I. Nikulin, K. Ogawa, K. Sekido, S. Takamori, T. Maruyama, Y. Chiba, A. Kushibe, Y. Inoue, K. Tsuzaki, *Scripta Mater*, 99 (2015) 49.



<CV>

Takahiro Sawaguchi, Dr.-Eng.

Group Leader of Vibration Control Materials Group, National Institute for Materials Science.

Sawaguchi received PhD from Tohoku University in 1999. He was awarded by Commendation for Science and Technology by the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology (2015) etc.

Services Innovation for Social System Industry

T. Komatsuzaki

Intelligent Systems Laboratory SECOM CO., LTD
8-10-16, Shimorenjaku, Mitaka, Tokyo 181-8528, JAPAN

Since foundation in 1962 as the first private security firm in Japan, SECOM has strived to create “Social System Industry” which is to build safe, secure, convenient and comfortable society through fusion of seven services, physical security, disaster prevention, medical services, insurance, geographical information, ICT, and housing development.

SECOM’s energy source is “OMOI” for society. “OMOI” is a will to act for people and their happiness. To realize “OMOI” under the concept of “Social-Design”, Human, Organization, Schemes and Innovative R&D capability are essential resources.

It is SECOM’s most important mission to contribute for sustaining affluent and secure society under drastic changes of population, namely total number decrease, super-aging and declining birth rate. We put 2 principles for our mission. One is “Amplifying Human Power (AHP)”, where we succeeded to amplify human power by 500 times in security services. The other one is realizing “Fundamental Operation Processes (FOP)” for all services. FOP consist of 3 steps, 1) Finding “small change” accurately, 2) Understanding the “meaning of the change”, and 3) responding effectively based on the meaning of change. For the innovation in FOP, we believe SECOM should utilize every cutting-edge technology. Some of them have already been applied to our various services. But, for the future, we must accelerate innovation for our services by new collaboration with various fields that we have not had enough relationships. The most important one is Nanotechnology.

Nanotechnology has a high possibility of great technological innovation. The fruits of nanotechnology, such as new materials, new physical properties, miniaturization and energy-saving of various devices can be the technological basis of IoT, Bigdata, AI and highly reliable information systems, which greatly accelerates FOP innovation. Also, sensing the movement of people and things in service processes, for example by wearable sensors, can amplify human power truly not only in security services but also in medical, healthcare and disaster prevention.

On the other hand, these technologies can also make a huge negative impact when used by wrong people in a wrong way. Also it will be possible that the technologies might cause bad influences in the distant future, even if we think it’s good at the present time. To find negative aspects in long-term and extensive vision and take measures against them, we have to have a viewpoint of “Social-Design.”

The more the society grows complicated, the more difficult it becomes to understand the whole aspects. It is impossible now for experts in particular fields alone to develop innovative technology that has a big influence on the entire society. Therefore, true “Open-Innovation” is essential, the collaboration of various experts and companies who shares “OMOI” under the concept of “Social-Design.” SECOM, as a reliable member of the collaboration, will challenge with all efforts for affluent future.

< CV >



Tsuneo Komatsuzaki received his B.A. in Science and Engineering from Waseda University, Tokyo, Japan, in 1978. After joining SECOM, as a corporate staff of founder, he has held diverse positions such as a local general manager, a director of technical and marketing sections. In addition, he has been in charge of planning and promoting new businesses such as medical services, disaster prevention and geography information. He was appointed as an Executive Officer in 2005 and is currently a Managing Executive Officer and a Director of Intelligent Systems Laboratory.

Poster Presentation / ポスター発表

【文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム】

《H28 年度「秀でた利用成果」》

微細構造解析 PF：東京大学

「黒色酸化チタンのナノ微粒子化に関する研究 ―熱エネルギーを保持する蓄熱セラミックスの開発―」

微細構造解析 PF：名古屋大学

「超高効率水素製造光触媒を実現した新奇薄膜構造の発見とその構造解析」

微細加工 PF：京都大学

「創薬スクリーニングを目的としたマイクロ流体デバイス」

分子・物質合成 PF：自然科学研究機構 分子科学研究所

「神経変性疾患の発症に関わるタンパク質ミスフォールディング」

分子・物質合成 PF：名古屋大学

「高温でも使える、光で剥がせる液晶接着材料の開発」

《平成 28 年度技術トピックス》

トピックス-1 微細構造解析 PF：名古屋大学

トピックス-2 微細構造解析 PF：東京大学

トピックス-3 微細構造解析 PF：名古屋大学

《ナノテクノロジープラットフォームプロジェクトの全体概要》

事業 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業概要

《ナノテクノロジープラットフォームセンター》

センター ナノテクノロジープラットフォームセンター事業概要 (1)、(2)

《微細構造解析プラットフォーム》

解析 PF- 代表機関 微細構造解析 PF 実施概要 (1)、(2)

解析 PF-1 北海道大学 実施概要

解析 PF-2 東北大学 実施概要

解析 PF-3 物質・材料研究機構 実施概要

解析 PF-4 産業技術総合研究所 実施概要

解析 PF-5 東京大学 実施概要

解析 PF-6 名古屋大学 実施概要

解析 PF-7 京都大学 実施概要

解析 PF-8 大阪大学 実施概要

解析 PF-9 日本原子力研究開発機構 実施概要

解析 PF-10 量子科学技術研究開発機構 実施概要

解析 PF-11 九州大学 実施概要

《微細加工プラットフォーム》

加工 PF- 代表機関 微細加工 PF 実施概要 (1)、(2)

加工 PF-1 北海道大学 実施概要

加工 PF-2 東北大学 実施概要

加工 PF-3 物質・材料研究機構 実施概要

加工 PF-4 産業技術総合研究所 実施概要

加工 PF-5 筑波大学 実施概要

加工 PF-6 東京大学 実施概要

加工 PF-7 早稲田大学 実施概要

加工 PF-8 東京工業大学 実施概要

加工 PF-9 名古屋大学 実施概要

加工 PF-10 豊田工業大学 実施概要

加工 PF-11 京都大学 実施概要

加工 PF-12 大阪大学 実施概要

加工 PF-13 香川大学 実施概要

加工 PF-14 広島大学 実施概要

加工 PF-15 山口大学 実施概要

加工 PF-16 北九州産業学術推進機構 実施概要

《分子・物質合成プラットフォーム》

合成 PF- 代表機関 分子・物質合成 PF 実施概要

合成 PF-1 千歳科学技術大学 実施概要

合成 PF-2 東北大学 実施概要

合成 PF-3 物質・材料研究機構 実施概要

合成 PF-4 信州大学 実施概要

合成 PF-5 北陸先端科学技術大学院大学 実施概要

合成 PF-6 自然科学研究機構分子科学研究所 実施概要

合成 PF-7 名古屋大学 実施概要

合成 PF-8 名古屋工業大学 実施概要

合成 PF-9 奈良先端科学技術大学院大学 実施概要

合成 PF-10 大阪大学 実施概要

合成 PF-11 九州大学 実施概要

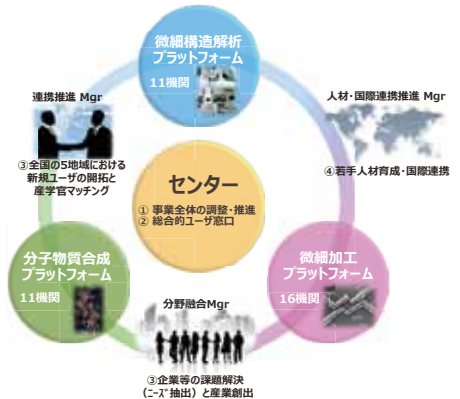
文部科学省蓄電池基盤プラットフォーム

蓄電池 蓄電池基盤プラットフォーム実施概要 (1)、(2)

Outline of Nanotechnology Platform ナノテクノロジープラットフォーム事業概要

ナノテクノロジー施設利用による課題解決の加速

- 最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する26機関が全国的な設備の共用体制を構築
- 「**微細構造解析**」「**微細加工**」「**分子・物質合成**」の研究領域において広く一般の研究者・技術者に対し、施設利用機会と高度な技術支援を提供



ナノテクノロジープラットフォーム推進体制 (全26機関)



微細構造解析プラットフォーム

主要研究設備

マルチビーム超高圧電子顕微鏡、
収差補正分析電子顕微鏡、
単原子分析電子顕微鏡、
陽電子プローブマイクロアナライザー装置、
軽元素対応型超高分解能走査透過型電子顕微鏡、
反応科学走査透過電子顕微鏡、
極低温高分解能透過電子顕微鏡、
超高圧電子顕微鏡、
Spring-8放射光源ビームライン、
電子分光型超高圧電子顕微鏡



微細加工プラットフォーム

主要研究設備

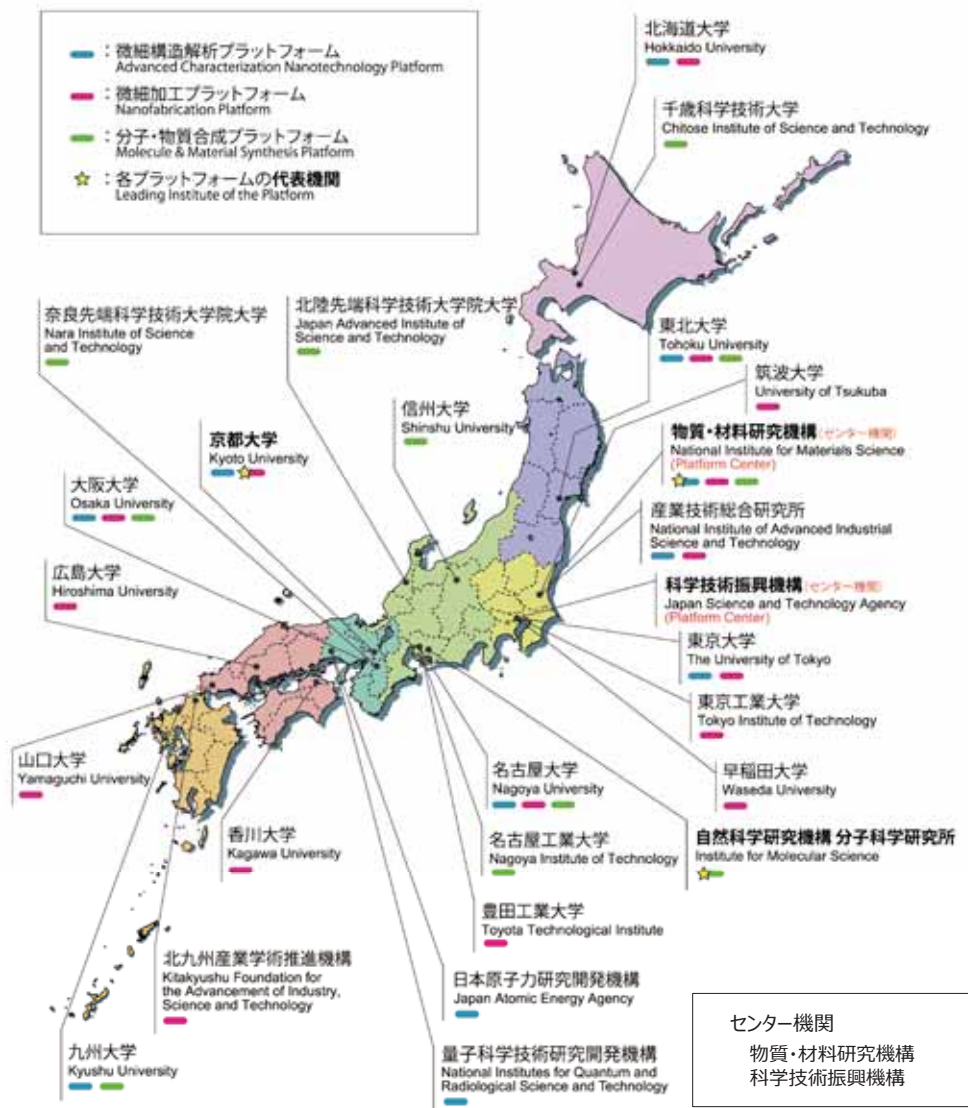
電子ビーム露光装置、ステッパー、
RIE (Reactive Ion Etching) 装置、
スパッタ装置、CVD装置、
収束イオンビーム装置、レーザー加工装置、
膜特性計測・分析装置、形状計測装置、
表面計測装置 (SEM等)



分子・物質合成プラットフォーム

主要研究設備

核磁気共鳴装置、光分析装置、
質量分析・その他材料評価、バイオ用光学顕微鏡、
バイオ評価、真空成膜装置や薄膜/ナノ調製加工、
化学材料合成・素子作成、バイオ調製、
透過型電子顕微鏡 (TEM)、
表面分析 (走査電子顕微鏡(SEM)/EDX/EPMA、
電子分光 (XPS/UPS/AES))、X線回折装置、
走査型トンネル顕微鏡(STM)/原子間力顕微鏡(AFM)



センター機関

物質・材料研究機構
科学技術振興機構

問い合わせ：ナノテクノロジープラットフォームセンター (運営：物質・材料研究機構、科学技術振興機構)

E-mail: NTJ_info@nanonet.go.jp Phone: 029-859-2777

ホームページ <http://nanonet.mext.go.jp>

ナノテクノロジープラットフォームセンター

総合利用案内

Nanotech Japan WEBサイト <http://nanonet.mext.go.jp/>



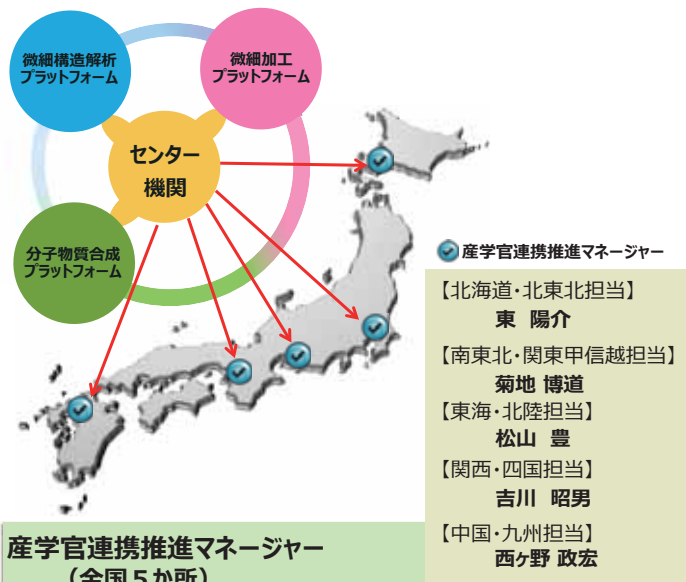
コンテンツ

- ・事業のご案内
- ・利用方法
- ・共用設備
- ・参画機関
- ・成果事例
- ・ニュース
- ・イベント
- ・Webマガジン

Webマガジンで成果を紹介

センター機関の役割

センター機関は、①事業全体の調整・推進、②総合的な窓口・交流促進、③産学官連携・分野融合、④人材育成・国際連携等の実施により、各プラットフォームとの有機的連携を図り、ナノテクノロジープラットフォームの総合的な推進を行う。



産学官連携推進マネージャー (全国5カ所)

- JSTのネットワークを活用、企業、大学、公設試を訪問し、新規ユーザを開拓、産学官連携を推進
- 試行的利用案件を基に各プラットフォーム／実施機関との連携

利用手順

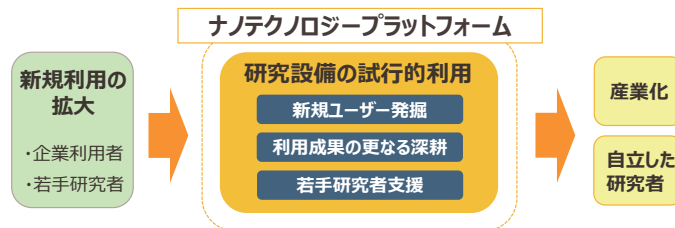


- 新規利用者などには、事前にJST産学官連携推進マネージャーが利用方法、機器の選択などご相談に応じます。
- 利用した結果(成果)は公開が原則ですが、特許出願などの理由により、2年程度延期が可能です。

利用形態

技術相談	技術的な問題について、各機関の担当がご相談に応じます。
機器利用	利用者ご自身で機器を操作し、実験を行います。
技術補助	技術支援者の指導・補助のもと、機器を使用します。
技術代行	利用者の依頼に基づいて、技術の実施を代行します。
共同研究	実施機関との合意に基づいて、共同で研究を行います。

研究設備の試行的利用



支援内容

採択課題に対し、ナノテクノロジープラットフォームに登録されている共用設備の試行的利用に伴い必要となる経費（**利用料、旅費等**）について支援。

応募・採択件数実績

	採択件数 (件)	新規 (%)	若手・女性 (%)	企業 (%)
平成 24 年度	52	60	52	19
平成 25 年度	95	59	61	22
平成 26 年度	95	63	63	22
平成 27 年度	80	63	71	29
平成 28 年度	77	66	62	25

☆平成24年度は、11月下旬以降の募集実績。 ☆「若手」は39歳以下。
☆平成28年度は暫定値。

成果普及・交流促進

ナノテック総合シンポジウム/
nanotech 2016 展示会

ナノテクノロジー総合シンポジウム
2016年1月28日 (金)
会場：東京ビッグサイト (会議棟 1F)



平成27年度の実績

総件数：2,921件

利用形態別



利用者所属別



人材育成

学生研修プログラム

プラットフォームの施設を利用した研修に、全国の大学生・大学院生・高専生が夏休みを利用して参加

実施期間：5月に公募し、現地研修は7～9月中旬の3～7日間
9月末に、研修参加者が一同に会しての成果発表会を開催

参加人数：

H24年度：12名
H25年度：33名
H26年度：39名
H27年度：41名
H28年度：54名



<プログラム例>

「FIBによる試料作製とTEMによる観察・分析」
「時間分解分光」
「半導体デバイスの電極、金属・半導体のオーム性電極形成」
「MEMS技術を用いたマイクロ流路の作製」
「新奇ナノカーボンの合成と評価」
「ナノバイオデバイスによる分子・細胞計測の基礎」

ほか多数

国際交流プログラム

大学院生を、米国NNCI**での夏期研修に派遣

研修期間：6～8月の約2ヶ月間

H24年度：日本→NNIN 2名
NNIN→日本(NIMS) 8名
H25年度：日本→NNIN 9名
NNIN→日本(NIMS) 10名
H26年度：日本→NNIN 5名
NNIN→日本(NIMS) 9名
H27年度：日本→NNIN 4名
NNIN→日本(NIMS) 10名
H28年度：日本→NNCI 3名
NNCI→日本(NIMS) 6名

* National Nanotechnology Infrastructure Network



** National Nanotechnology Coordinated Infrastructure

技術スタッフ交流プログラム

技術スタッフが、異なる実施機関での研修に参加

研修期間：2～5日間

H24年度：5名 H25年度：21名 H26年度：12名 H27年度：23名 H28：34名

技術スタッフの表彰

技術スタッフの優れた技術支援、事業への貢献を表彰

H26年度「技術支援賞」：森山 雅昭氏 (東北大学)
H27年度「優秀技術賞・技術支援賞」：渡辺 英一郎氏 (物質・材料研究機構)
H27年度「技術支援賞」：佐藤 政司氏 (京都大学)
H27年度「若手技術奨励賞」：山崎 将嗣氏 (産業技術総合研究所)
H27年度「若手技術奨励賞」：藤田 咲子氏 (奈良先端科学技術大学院大学)

問い合わせ：ナノテクノロジープラットフォームセンター (運営：物質・材料研究機構、科学技術振興機構)

E-mail: NTJ_info@nanonet.go.jp Phone: 029-859-2777

ホームページ http://nanonet.mext.go.jp

微細構造解析プラットフォーム

世界トップ水準の最先端計測を提供

最先端計測技術と高度専門技術スタッフ・研究者のノウハウにより
最適なサンプル準備から計測・解析まで対応します

全国11機関がTEMを中心とした最先端計測機器ネットワークを構築
解析技術の共用によりオープンイノベーションを目指します

産官学の利用件数・利用形態

成果公開														成果非公開									
利用者所属別								利用件数						利用者所属別								利用件数	
合計								合計						合計									
	企業			大学	公的研究機関	その他	技術相談		技術代行	技術補助	機器利用	共同研究	企業			大学	公的研究機関	その他					
	大企業	中小企業	その他	学外									学内	大企業	中小企業	その他			学外	学内			
968	233	50	5	617	400	63	0	968	15	258	125	420	150	245	15	53	4	1	177	12	7	3	

外部公表等の成果

学会等における口頭・ポスター発表			学会誌・雑誌等における論文掲載			特許出願等			プレス発表・解説記事等			受賞等		
国内	海外	計	和誌	洋誌	計	国内	海外	計	国内	海外	計	国内	海外	計
841	481	1322	40	410	450	31	19	50	129	26	155	76	17	93

主な利用事例概要

ナノ電子デバイスの微細構造と
電磁気特性の相関 (北海道大学)

M. Arita et al., Scientific Reports, 5 (2015) 17103

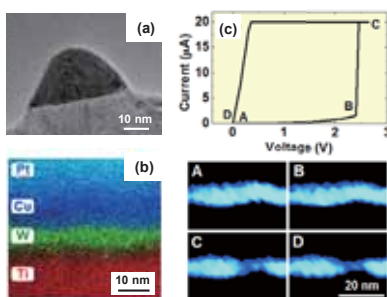


Fig. 1
(a) ReRAM device of Pt/Cu/WOx/TiN fabricated using FIB
(b) EDX mapping of the device
(c) I-V curve of SET-pristine stage (upper) and the correlated TEM images showing the formation of nano-filament at each bias step (lower)



高分解能3次元構造
評価装置収差補正型



複合ビーム
加工観察装置

利用料(円/時間)	機器利用 (大学・公的研究機関)	機器利用 (一般)
収差補正型TEM・STEM	7,500	要問い合わせ
複合ビーム加工観察装置 FIB-SEM	2,300	4,600

微粒子 (30nmクラス) のシリコン基板への
剥離力 (接着力) 評価 (産業技術総合研究所)

粒子を移動させる前後の摩擦信号の変化を
記録してナノ粒子の剥離力(接着力)を計測

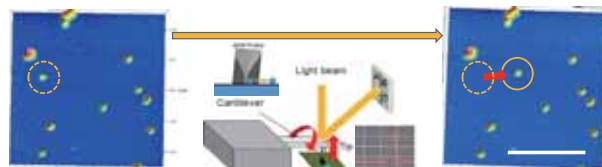
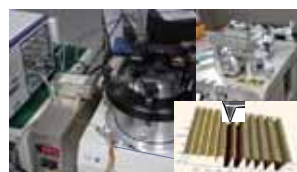


図1 AFM探針を利用した粒子の剥離力(水平方向の力)の精密測定

半導体作製プロセス後の合理的な洗浄工程を実現するため、ナノサイズの粒子の剥離力、パターンの倒壊させる力等を計測するシステムを構築し、パターンを倒壊せずに微粒子を除去する洗浄工程が構築可能であるとの知見を得た。

時間利用単価表(円/時間) ※	機器利用	技術代行 技術補助
リアル表面ブローブ顕微鏡群1(RSPM) (JSPM5400他、改造)	12,800	17,800
リアル表面ブローブ顕微鏡群2(RSPM) (SII, RIBM他、改造、付帯装置)	16,500	21,500

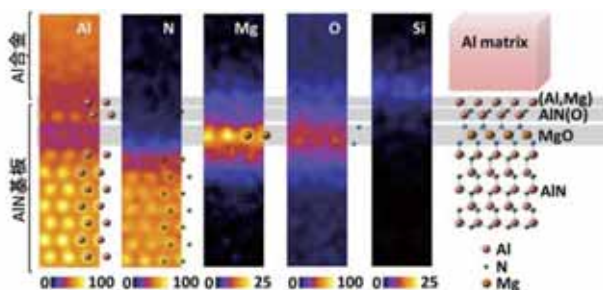


※標準的な測定が可能な場合は「1試料または1回の測定単価表」も
ございます。

図2 リアル表面ブローブ顕微鏡装置

世界トップ水準の最先端計測を提供

溶融接合金属セラミックス基板界面における原子分解能構造解析 (東京大学)

A. Kumamoto, et al., *Sci. Rep.* 6, 22936 (2016).

Al合金/AlN界面の原子分解能STEM-EDSマップと構造モデル

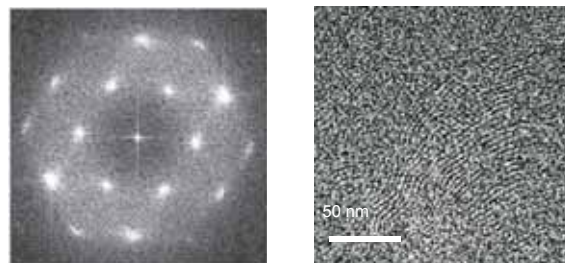
パワーモジュール用絶縁回路基板における溶融接合技術において、アルミニウム合金と窒化アルミニウムの接合界面で単原子層のマグネシウムが偏析されていることが確認され、界面接合を強化できることが明らかとなった。



利用料(円/日)	
機器利用	50,000円/日
技術補助	100,000円/日
技術代行	250,000円/日

環境対応型超高分解能電子顕微鏡

高性能および高機能性を有する新規界面活性剤が形成する会合体のナノ構造に関する研究 (京都大学)

(左) 500 mmol dm⁻³のC₁₂EO₈のクライオTEM像のFFTパターン(右) 29.9 mmol dm⁻³の3C₁₂lin-3-QのクライオTEM像

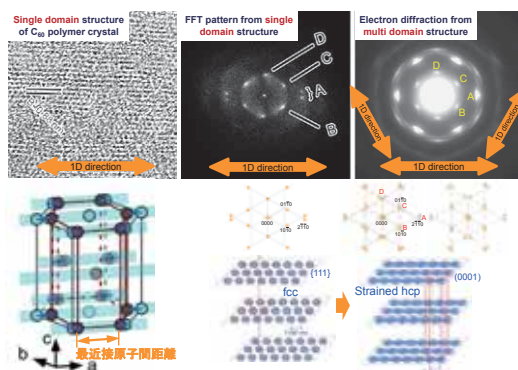
2種の界面活性剤(C_nEO_x, C_nEO_xPO_y)の水溶液中のナノ構造をクライオTEMで観察し、分子構造と集合体のナノ構造の関係を明らかにした。

極低温高分解能透過電子顕微鏡

技術補助・技術代行単価 (円/時間)

	企業	大学・公的研究機関
極低温TEM	6,230	3,115

1次元凹凸周期曲面構造エキゾチックナノカーボンの高分解能STEM観察 (大阪大学)



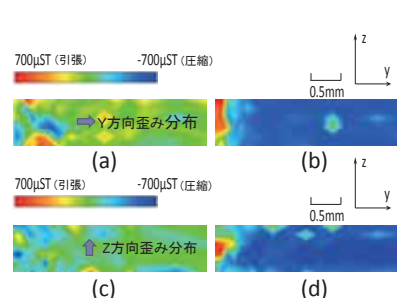
クライオTEMによるC₆₀ポリマー結晶の高分解能像とそのFFTパターンおよび制限視野電子回折。下図は電子回折から解析したポリマー結晶の単位格子と構造モデルを示す模式図。

Titan Krios
透過型電子顕微鏡

C₆₀分子結晶を電子照射して生成したC₆₀ポリマー結晶が、1次元のC₆₀分子からなる周期構造を有し、単位格子は歪んだhcp構造を基本とすることが観察された。

機器利用・技術補助・技術代行	利用料(円)	
	企業	大学・公的研究機関
1件/日	30,000	10,000
1件/年	1,000,000	300,000

加工に伴う電磁鋼板の歪み分布測定 (量子科学技術研究開発機構)



放射光X線を用いた角度分散法によって残留歪み分布を評価した。

長手(y軸)方向の分布図(左図(a) y方向残留歪み分布、(b)回折X線プロファイルの半値幅分布)から、ダレ面の端部にて引張歪み、バリ面の端部で圧縮歪み、内部で引張歪みが確認された。

一方、板厚方向の残留歪み分布(左図(c)z方向残留歪み分布、(d)回折X線プロファイルの半値幅分布)では、切断部近傍のダレ側上面で圧縮歪みが確認された。



大型X線回折計

利用料金=取扱手数料10,700円/件+施設の運転に係る経費+追加経費競争的資金利用の場合、申請前に要打合せ。成果非公開と研究開発以外の利用の場合、JASRIへのビーム使用料支払分を代行徴収(312,000円/シフト)。

利用料 (円)					
区分	研究開発		研究開発以外		備考
	成果公開(ナノテクノロジープラットフォーム課題)	成果非公開	商業利用等		
	一般課題	競争的資金利用	一般課題		
施設の運転に関する経費	9,580	22,700	68,110 (基本料金)	115,440	1シフト(8時間)当たり
取り扱い手数料	10,700	10,700	10,700	10,700	1課題当たり

北海道大学 微細構造解析プラットフォーム —先進ナノ構造・状態解析共用拠点—

国立大学法人北海道大学では、(1)表面構造、(2)内部構造・3D構造、(3)電子状態分析の観点からナノ～マイクロメートルオーダーにわたる材料・デバイスの分析・評価に関する研究支援を行います。

最新のX線光電子分光装置、オージェ電子分光装置、電子プローブマイクロアナライザーといった表面分析装置による表面構造解析支援、2台の高エネルギーイオン加速器を持つ世界に唯一の超高压電子顕微鏡を含めた多種多様な電子顕微鏡群とSEM-FIBなどの試料加工装置の組み合わせによる内部構造・3次元構造解析支援、環境セルホルダーを用いたその場観察TEMや超高真空・極低温・強磁場SPMを用いた環境制御下での分析支援、超高速時間分解光電子顕微鏡や高速スペクトルイメージング対応レーザー共焦点顕微鏡などを用いた電子状態やナノ材料のリアルタイム動態の解析が可能なシステムを提供し、新機能ナノ物質創出や新規デバイス創製への研究、技術、製品開発の支援を行います。

- 各種ナノ計測設備群と計測技術に応用した多種多様な解析技術の提供
- 無機材料から生体材料にいたる多様なマテリアルのナノ構造・状態解析
- 材料の表面・表層から内部に至る一貫した包括的な先進微細構造解析
- ナノテクノロジーを活用した材料研究分野における学問的課題を解決
- 産業界の研究者が有する技術的課題を解決し、イノベーションを加速
- 知の集約による産学官連携による異分野融合と最先端計測人材の育成



研究設備



計測・解析技術	装置名(型式)
走査型電子顕微鏡 (SEM)	3D環境マテリアル分析システム (FE-EPMA: JXA-8530F, FIB-SEM: JIB-4800F/HKD) 電界放射型走査電子顕微鏡 (JSM-8500FA) スピニングSEM
走査型プローブ顕微鏡 (SPM)	超高真空・極低温・高磁場SPM (JAFM4500LT) 超高真空STM・スピニング層STM装置 (オミクロン STM/AFM, VT-STM)
超高压電子顕微鏡 (HVEM)	マルチビーム超高压電子顕微鏡 (JEM-ARM-1300)
透過型電子顕微鏡 (TEM)	収差補正走査・透過電子顕微鏡 (JEM-ARM-200F) 収差補正走査・透過電子顕微鏡 (Titan 3G 80-300) 電界放射型分析電子顕微鏡 (JEM-2010F) 環境セル対応電子顕微鏡システム (JEM-2010)
走査・透過電子顕微鏡 (STEM)	超薄膜評価装置 (Hitachi HD-2000)
集束イオンビーム加工装置 (FIB)	超薄膜評価装置 (Hitachi FB-2100)
共焦点顕微鏡 (CLSM)	試料作製装置群 (電解研磨、イオン研磨)
光電子顕微鏡 (PEEM)	スペクトルイメージング対応高速レーザー共焦点顕微鏡 (Nikon A1)
表面分析	時間分解光電子顕微鏡システム オージェ電子分光装置 (JAMP-8500F) X線光電子分光装置 (JPS-9200)

利用事例

超薄膜評価装置 STEM HD-2000

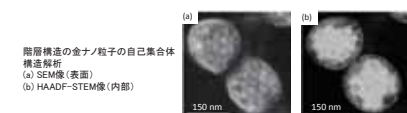
微細構造評価に最適な走査・透過電子顕微鏡
～ハードからソフトマテリアルまで～

装置の外観と概要 (日立ハイテク STEM HD-2000)



観察用として明・暗視野透過電子検出器と二次電子検出器、分析用としてエネルギー分散型特性X線検出器を備え、原子レベルの微細構造観察と、サブナノメートル領域の元素分布観察が可能な装置

- 加速電圧: 200kV
- 電子束径: 0.24nm
- 倍率: x 100～5,000,000
- 分析機能: EDS, EELS
- SEM観察後
- STEM観察後
- 明視野暗視野像 (Z-contrast)



超高真空STM・スピニング層STM装置 VT-STM

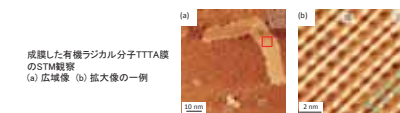
表面原子構造解析・表面スピニング構造計測装置
～薄膜成膜、表面清浄化、組成分析、STM・スピニング層STM観察～

装置の外観と仕様 (Omicron VT-STM)



薄膜成膜装置、表面清浄化装置、組成分析装置などを備えている温度可変STM観察が可能な表面原子構造解析装置。さらに、スピニング可能な試料作製機構を備え、表面スピニング構造観察も可能

- 金属成膜装置: Fe, Co, Cr, Au
- 表面清浄化装置: Ar/スリット装置
- 表面構造解析装置: REED, LEED
- 組成分析装置: XPS
- 試料加熱: ～600℃
- STM観察: 20 K～室温



利用形態と利用料金

機器利用

利用者自らが機器を操作するものであり、支援者は研究の内容にタッチしない、独立性の高い形態です。

技術補助

装置管理者・支援者が補助をしながら利用者が装置を操作する支援

技術代行

装置管理者・支援者が装置の操作・解析を代行

共同研究

支援事業参加教員と利用者による成果公開型共同研究

技術相談

技術的な問題解決などについて、各機関の相談スタッフが、さまざまな相談に対応いたします。

利用料金

本学規程の機器利用料金を装置の使用時間に応じて課金

装置利用形態、技術相談、利用料金など、下記にお問い合わせ下さい。

問い合わせ：北海道大学 ナノテクノロジー連携研究推進室
E-mail: nanoplatform@cris.hokudai.ac.jp, Phone: 011-706-9340
ホームページ <http://www.cris.hokudai.ac.jp/cris/nanoplatform/>

東北大学 ナノテク融合技術支援センター

「ナノ析出／クラスター生成による表面硬化」(A-15-TU-0010)

【目的】

歯車やシャフト等に用いられる鉄鋼材料の表面硬化処理の基礎研究であり、Fe-Al-V合金の表面窒化処理によりV無添加合金に比べ大きく表面硬度が上昇した。高分解TEMにより、表面窒化物析出挙動を調査することが本課題の目的である。

【成果】

Fig. 1に823Kで57.6ks窒化したFe-Al-V合金の表面硬度をV濃度に対してまとめる。Fe-2Al合金では窒化処理しても硬度上昇はほとんど見られないのに対して、Fe-1.9Al-0.1V合金では表面硬度が大きく上昇し、0.5V添加材でほぼ最大値に達する。Fe-2Al合金では、窒化物が生成しないが、Vをごく少量添加することで、Fig. 2に示す板状のナノ窒化物が析出する。V添加量が低い場合には(V, Al) N窒化物(B1型構造)、Fe-2V合金ではV-Nクラスターが形成される。ごく微量のV添加により、V窒化物析出にAl窒化物の析出が誘起されて大きな表面硬化が現れることが明らかとなった。

【実施機関からのコメント】

材料表面での現象でありFIB試料を作製し、微細な窒化物析出物の高分解能観察を行う事がうまく出来た。実用材料での複雑な表面窒化処理の制御に期待したい。

(支援実施者：早坂祐一郎, 兒玉裕美子, 今野豊彦)

東北大学大学院工学研究科, 東北大学金属材料研究所
 建山恭寛^a, 宮本吾郎^b

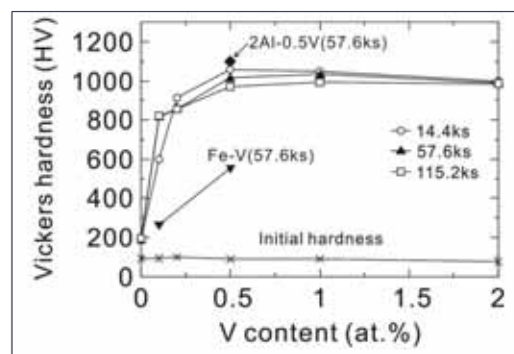


Fig. 1 Surface hardness of Fe-Al-V alloys nitrided at 823K as a function of V content.

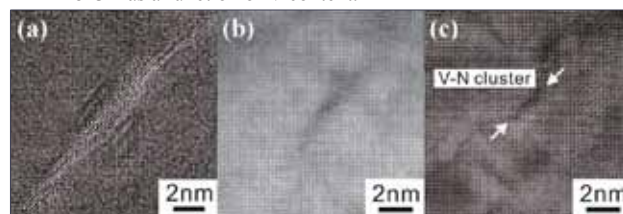


Fig.2 Al-V nitride/cluster formed in (a)Fe-1.9Al-0.1V, (b)Fe-1.5Al-0.5V, (c)Fe-2V alloys nitrided at 823K for 57.6ks.

「正方晶FeCo薄膜の結晶構造と磁気異方性」(A-15-TU-0015)

【目的】

新規な永久磁石、超高密度磁気記録媒体への応用が期待できるFeCo薄膜の基礎研究である。FeCoに正方歪が導入される事により、大きな一軸磁気異方性が誘導される可能性がある。(第1原理計算による結果) 高分解TEMによりFeCo薄膜の正方歪等を精確に調査することが本課題の目的である。

【成果】

作製したFeCo薄膜(FeCo(3nm)/Rh(20nm)/MgO(001))において、バッファ層RhとFeCo層の界面は平滑で、エピタキシャル膜が形成されている。(Fig. 1(a)) 電子回折パターン(Fig. 1(b))にFeCo層からの弱いスポットからFeCoが正方歪を有している事が確認され軸比約1.1が得られた。またbcc (or bct) FeCo (001)[110] // Rh(001)[100] // MgO(001)[100]の格子関係が成立している。磁気異方性は約2nmの膜厚で最大値 1.6×10^7 erg/cm³を示した。(Fig. 2) この結果は定量的に第1原理計算の結果とほぼ一致し、正方晶歪を有するFe_{100-x}Co_xは大きな磁気異方性を有することが明らかになった。

【実施機関からのコメント】

高分解能TEM観察と電子回折により、極薄膜の精確な評価を行う事が出来、磁気特性の定量評価に繋がった。バルク化含め今後のデバイスへの応用に期待したい。

(支援実施者：早坂浩二, 兒玉裕美子, 今野豊彦)

秋田大学大学院工学資源学研究科
 石尾俊二

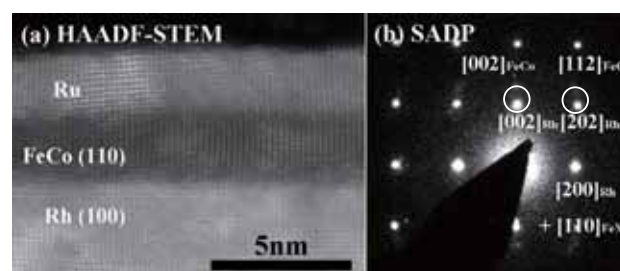


Fig. 1 (a) HAADF-STEM and (b) SAD images for the FeCo/Rh layer in the FeCo(3nm)/Rh (20 nm) film prepared on MgO substrate.

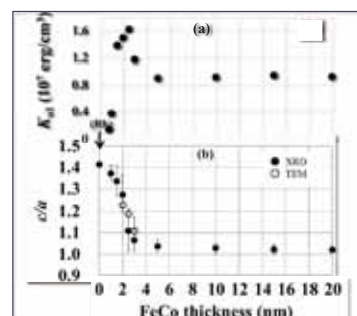


Fig.2 Dependence of (a) K_{u1} and (b) c/a ratio as function of FeCo film thickness.

物質・材料研究機構 NIMS微細構造解析プラットフォーム ー最先端ナノマテリアル計測共用拠点ー

GaAsBiナノワイヤの分析

^a愛媛大院理工, ^b物材機構, ^c日本電子, ^dPaul Drude Institut

石川史太郎^a, 赤松良彦^a, 渡辺健太郎^a, 上杉文彦^b, 朝比奈俊輔^c,
 Uwe Jahn^d, 下村哲^a

【目 的】

半導体ナノワイヤは、自己形成可能な一次元量子構造として次世代の光、電気デバイス応用が期待されている。代表的な化合物半導体であるGaAsは、従来高速トランジスタや赤外発光素子、レーザーとして応用されてきた。GaAsへBiを導入すると、特徴的なバンドギャップの減少により、従来到達不可能であった深赤外領域応用が可能となることが期待される。本研究では、Si基板上に分子線エピタキシャル結晶成長したGaAsBiナノワイヤの構造および組成を明らかにする。

【成 果】

サンプルはSi(111)基板上にMBE法を用いて作製した。GaAs成長時のGa自己触媒作用を用いてナノワイヤコアを形成し、その後GaAs/GaAsBi/GaAsの順で成長が行われるよう分子線を供給することでコア-マルチシェル構造を形成した。

図1は成長後のナノワイヤ結晶の透過型電子顕微鏡観察(TEM)による明視野像と、環状暗視野走査TEM(ADF-STEM)像とエネルギー分散型X線(EDS)解析によって得られたBi元素分布である。この結果から特徴的な表面構造の乱れと、明瞭なBiを含むコア-マルチシェル構造(赤矢印部分)の形成を確認した。

図2は、同じナノワイヤ結晶のTEM明視野像と各部位の回折パターンである。この結果から、ナノワイヤは成長初期は主に閃亜鉛鉱型構造で結晶成長が行われ、ワイヤ先端に行くにしたがって双晶型の欠陥を多く含む六方晶型構造結晶との混合が進むことがわかった。またこの結果から、コア-シェル構造内部コアGaAsの結晶構造および欠陥がシェル層でも伝搬、保持されることが考えられた。

これらの結果は、カソードルミネッセンス測定の結果も併せてNano Lettersに掲載。2016年春季学術講演会Poster Awardを受賞。

[1] F. Ishikawa et al., Nano Letters 15, 7265 (2015).

【実施機関からのコメント】

高感度のDualSDEDSを用いて微量なBiの濃度分布を取得することができた。また各部分からのDiffraction patternから従来より考えられていたナノロッドの構造変化を決定することができた。これらの結果がNano letters掲載やPoster awardの受賞に一助となったことは実施機関としても非常にうれしい。
 (支援実施者：上杉 文彦)

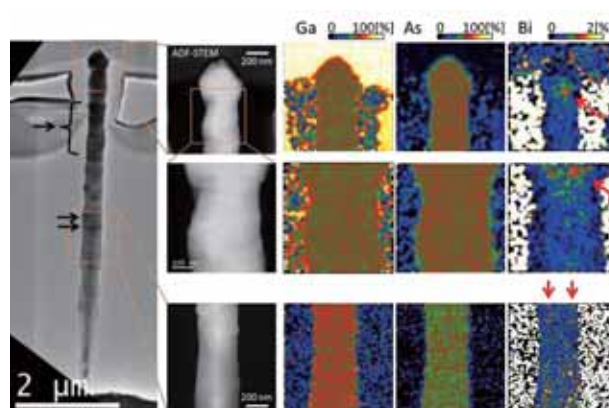


図1. TEM明視野像と四角の領域からのADF STEM像とEDSマッピングの結果

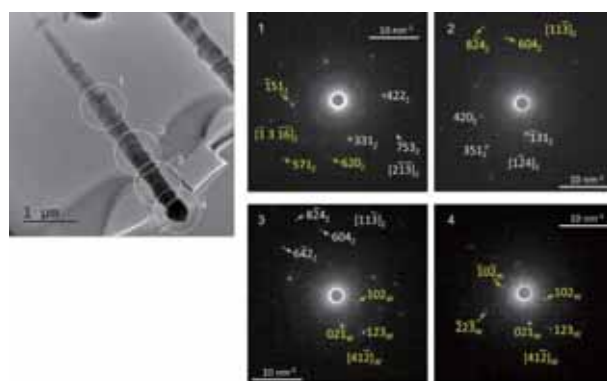


図2. 明視野TEM像と円で示された領域からの電子回折図形。添え字のZとWはそれぞれ閃亜鉛鉱型構造と六方晶型構造を示す

産業技術総合研究所 AIST微細構造解析プラットフォーム -先端ナノ計測施設(ANCF)-

マイクロ波照射下における光触媒内の電子移動速度の計測

上智大学理工学部物質生命理工学科

堀越 智

【目 的】

二酸化チタンを用いた光触媒反応は、環境汚染物質の分解除去の観点から盛んに研究されてきた。光触媒反応による大面積な水浄化システムは有望な応用技術であるが、反応速度の観点で実用性が低いとされてきた。この点を解決する方法として、紫外光とマイクロ波の同時照射によって、二酸化チタンの光触媒活性を向上させ、処理速度を促進する方法を提案してきた。しかし、長年マイクロ波が光触媒反応に与える効果は未解明であった。本研究では、光触媒反応に対するマイクロ波の効果を、二酸化チタンの酸素欠損量に関係していると考え、過渡分光測定から検討し、キャリアダイナミクスの観点から考察した。

【成 果】

新規開発した半導体式マイクロ波照射装置を過渡吸収分光装置へ設置し、マイクロ波照射下でその場測定を行った(図1)。酸素欠損を導入した二酸化チタン粉末の懸濁水溶液の過渡拡散反射信号の時間変化を図2に示す。マイクロ波非照射と照射下で共に、速い減衰成分(時定数: ~ 6 ns)と遅い減衰成分(時定数: 100 ns $\sim$ 1 μ s)が観測されており、それぞれ、浅いトラップ準位(もしくは伝導帯)にある電子、または深いトラップ準位にある電子と価電子帯の正孔との再結合による成分に帰属できる。特にマイクロ波照射下では、非照射下に比べて遅い減衰成分の時定数が顕著に増加している(140 ns $\rightarrow$ 1 μ s)。この結果は、有機物質(2,4-ジクロロフェノキシ酢酸除草剤)の分解実験の結果と良く一致した。マイクロ波による非熱的な効果によって、二酸化チタンの電子状態に変化(トラップ準位エネルギーの変化等)が生じ、光触媒活性が増大したものと解釈できる。本研究により、二酸化チタンのキャリアダイナミクスに対するマイクロ波照射効果が明らかとなり、光触媒活性の増大に向けた重要な知見が得られた。

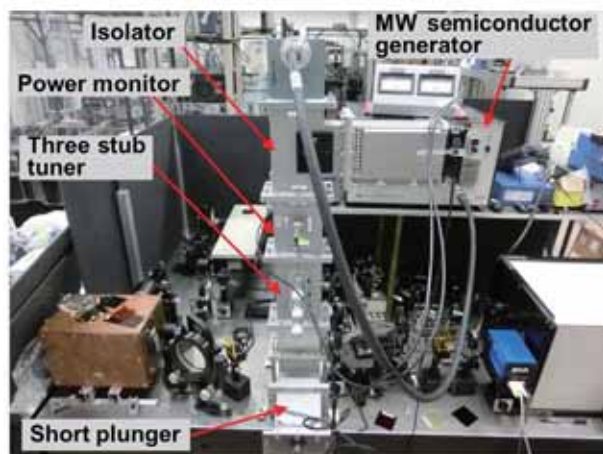


図1 測定装置の外観

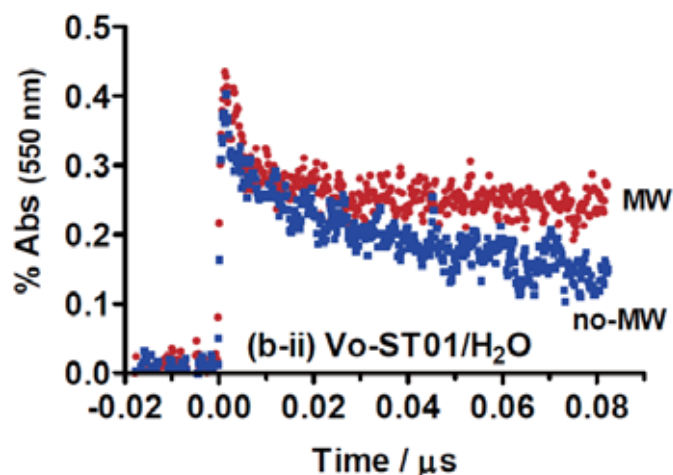


図2 酸素欠損を導入した二酸化チタン粉末の懸濁水溶液のキャリアダイナミクスのマイクロ波照射効果

【実施機関からのコメント】

申請者側で新規開発した半導体式マイクロ波照射装置を過渡吸収分光装置に導入し、これに対応して分光装置側にも改良を加えて、支援を実施した。申請者との綿密なやり取りの下、独自開発装置であることを生かして、フレキシブルな装置改良を行い、特殊環境下での測定に成功した成果事例である。

(支援実施者：松崎 弘幸)

問い合わせ：産業技術総合研究所 先端ナノ計測施設(ANCF)事務局
E-mail: ancf-contact-ml@aist.go.jp, Phone: 029-861-5300
ホームページ <https://unit.aist.go.jp/rima/nanotech/index.html>

東京大学 微細構造解析プラットフォーム

事例-1: 異種材料接合基板における界面構造解析

【目的】 AlとAlNの強固な接合を実現しているアルミ回路付きセラミック絶縁基板において、新奇な接合技術の創出に資する接合のメカニズムを原子レベルでの界面構造の直接観察によって解明する。

【成果】 STEM法と超高感度X線分析法を用いてAl合金とAlN基板の界面の組成分布解析を行ったところ、Al合金中のMg原子が界面に偏析し、単原子層構造を形成していることがわかった。また、この周囲では酸素(O)原子も層状構造を形成しており、数原子層レベルで複雑な界面層状構造が自己組織的に形成されることにより、**極めて強固な接合を実現**できることが明らかとなった。

【実施機関からのコメント】 原子スケールX線マッピング法を開発・駆使しながら、世界で初めて単原子層Mgの検出に成功した。

参考文献: *Sci. Rep.* **6**, 22936 (2016).

^a東京大学, ^b三菱マテリアル株式会社

熊本明仁^a, 柴田直哉^a, 名雪桂一郎^a, 藤平哲也^a, 寺崎伸幸^b, 長友義幸^b, 長瀬敏之^b, 秋山和裕^b, 黒光祥郎^b, 幾原雄一^a

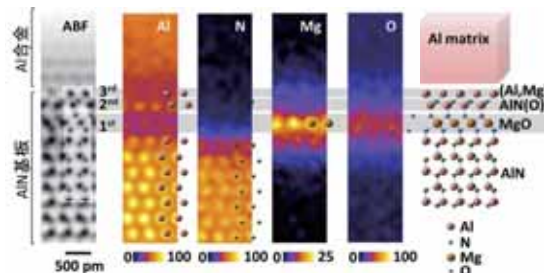


図1. 金属・セラミック接合界面の元素マッピングと構造モデル。界面付近ではバルク構造とは異なる層状の遷移構造を形成している。

事例-2: 光触媒の構造評価

【目的】 水素生成用光触媒としてLa, Rhを添加したSrTiO₃と、酸素生成用光触媒であるMo添加BiVO₄との2種の光触媒をAu層で接合した光触媒シートを作製し、SEMにより分散状態を確認し、水分解活性の評価を行った。

【成果】 光触媒シートのSEM像およびEDX元素マッピング像を図1に示す。SrTiO₃:La, Rh粒子およびBiVO₄:Mo粒子が混合してAu層上に堆積していることが確認された。光触媒シート作製後に適切な加熱処理を行うことで、水分解活性が向上し、さらに光触媒シート表面への修飾を検討することによって、図2に示すように**太陽エネルギー変換効率が1.1%**に達することが確認された。

【実施機関からのコメント】 断面ダメージを最小限にするため、包埋と研磨条件を検討し、目的のマッピング画像が得られた。

参考文献: *Nat. Mater.* **15**, 611 (2015).

^a東京大学, ^b人工光合成化学プロセス技術研究組合, ^cTOTO

片山正士^a, Qian Wang^a, 久富隆史^a, 中林麻美子^a, 徳留弘優^{b,c}, 堂免一成^a

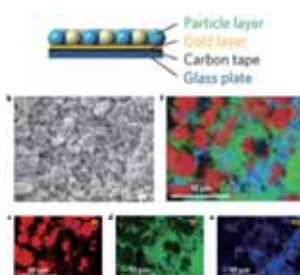


図1 光触媒シートの断面図(上)、SEM像およびEDXマッピング像(下)。

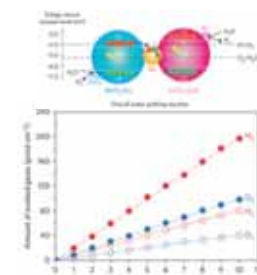


図2 光触媒シートを用いた水分解反応の経時変化。○の反応条件は288 K, 5 kPa, ●の反応条件は331 K, 10 kPa。

事例-3: 黒色酸化チタンのナノ微粒子化に関する研究

【目的】 “蓄熱セラミックス”という新概念の物質・ストライプ型-λ-Ti₃O₅を開発した。電子顕微鏡によるモルフォロジー観察やX線構造解析により、高い蓄熱性能の原因や圧力による放熱機構を調べた。

【成果】 ストライプ型-λ-Ti₃O₅は加圧によりβ-Ti₃O₅へと固体-固体相転移を示す。転移に必要な圧力は極めて小さく(60 MPa)、蓄積される熱エネルギーは大きい(約230 kJ L⁻¹)。加圧によって生成したβ-Ti₃O₅は、熱、光または電流によって再びλ-Ti₃O₅に転移でき、可逆的な相転移を示す。この材料は、蓄熱のほかに、センサーやスイッチングメモリーデバイスへの応用の可能性を秘めている。

【実施機関からのコメント】 支持膜の親水化処理や分散方法を工夫し、良好な観察試料を得ることができた。

参考文献: *Nat. Commun.* **6**, 7037 (2015).

^a東京大学, ^b筑波大学, ^c株式会社菱化システム

所裕子^{a,b}, 吉清まりえ^a, 井元健太^a, 生井飛鳥^a, 奈須義経^a, 中川幸祐^a, 千葉貢治^c, 大越慎一^a

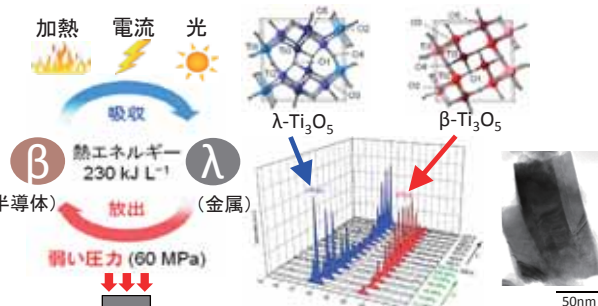


図1 蓄熱セラミックスの熱吸収と圧力による放出

図2 圧力による結晶構造の変化

図3 結晶のTEM像

名古屋大学 超高压電子顕微鏡施設 微細構造解析プラットフォーム -高性能電子顕微鏡による反応科学・ナノ材料科学研究支援拠点-

事例-1: 超高効率水素製造光触媒を実現した新奇薄膜構造の 発見とその構造解析

【目的】 水から水素を取り出すための新奇光触媒薄膜材料として、従来比4倍の能力を有するIr-Doped SrTiO₃薄膜の開発に成功した。当初、AFM測定から、薄膜表面に数nm程度のドット状構造が確認されていたが、この表面ドットでは、高い触媒効率を説明することができなかった。

そこで、TEM、STEMを用いたナノ構造解析を実施し、薄膜ナノ構造解析から高い触媒効率の機構を明らかにすることとなった。

【成果】 二方向からHAADF-STEM観察することで、新奇光触媒薄膜構造体の立体構造を明らかにした。その結果、**金属Irナノピラーが薄膜中に自律成長**している独特の構造であることが分かった。この構造決定が決め手となり、高い触媒効率の機構が明らかとなった。

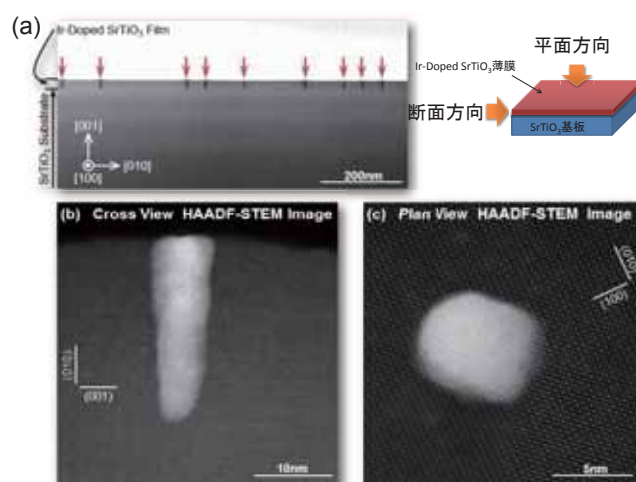
・NATURE COMMUNICATIONS, DOI:10.1038/ncomms11818(2016)

・日経テクノロジー他6紙

【実施機関からのコメント】 この構造は当初行っていたAFM観察からは想像もできなかった構造であり、ナノ構造解析の重要性を改めて認識した。(支援実施者：山本剛久、中尾知代、榎本早希子、荒井重勇)

東京大学 物性研究所

川崎 聖治、高橋 竜太、Lippmaa Mikk



(a) 薄膜断面TEM像 (右図は模式図)

(b) Irピラーの (b) 断面、(c) 平面のHAADF-STEM像

事例-2: 金属 - プラスチックの接合界面評価

【目的】 ビスや接着剤を用いずに金属と樹脂などの異種材料を直接融合接着させる方法があるが、表面だけではなく深部まで密着できる技術開発が重要である。本課題ではFIB-SEMを用い接合界面の内部構造を詳細に観察する。

輝創株式会社

前田知宏

【成果】 FIB-SEMで接合界面の内部の連続断面を観察した結果、従来の接合方法では、界面に多数のボイドが残り、十分に熔融プラスチックが浸透していなかった(図1)。

新しく開発したポジティブアンカー(金属の基材表面に金属混合粉体(PMS)を用いて微細構造形成させ、その後に樹脂を溶着)処理した接合界面を、同様にFIB-SEMで観察したところ、界面間には空乏層がなく緻密に接合していることが判明し、有効性を証明できた(図2)。観察結果を受け特許を取得し、2016年9月にはPMS剤の商品化も行うことができた。

特許第5953559号

【実施機関からのコメント】 X線や超音波を使った検査機器では、異種材料界面の内部に存在する微細なボイドの存在を捉えることは困難である。FIB-SEMは連続的に試料を切削しながらSEM観察するため、試料内部に存在する数nmの空乏層も捉えることが出来る。本支援では新旧手法でのプラスチックと金属の接合の違いを明瞭に示すことが出来た。

(支援実施者：榎本早希子、中尾知代、中野美恵子、荒井重勇、山本剛久)

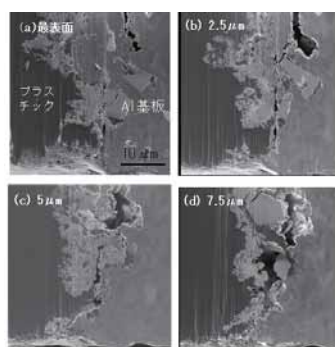


図1：従来の接合方法によるアルミニウムとプラスチック板の接合界面のSEM像

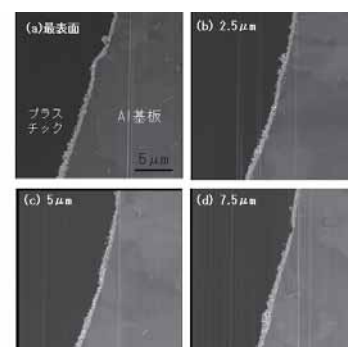


図2：ポジティブアンカーにより接合させたアルミニウムとプラスチック板の接合界面のSEM像

問い合わせ：名古屋大学 微細構造解析プラットフォーム 超高压電子顕微鏡施設 (荒井重勇)

E-mail: innovation@esi.nagoya-u.ac.jp, Phone: 052-789-3632

ホームページ <http://nanoplat.nagoya-microscopy.jp/>

京都大学 京大微細構造解析プラットフォーム
 —最先端構造観察・計測共用拠点—

合成クロロフィル自己集積体の超分子ナノ構造

A立命館大学大学院 生命科学研究科

【目 的】

 庄司 淳^A, 民秋 均^A

緑色光合成細菌の膜外アンテナ部(クロロゾーム)で光捕集機能を有するバクテリオクロロフィル-*c/d/e/f* 分子の自己会合体を模倣するため、クロロフィル-*a*分子から自己集積体を形成しうるモデル分子[クロロフィル金属(Zn、Mg、Cd)錯体]を合成し、様々な環境下でその巨大J会合体を構築する。合成クロロフィルによる自己会合体をクライオ電子顕微鏡観察や分光測定により、超分子ナノ構造を明らかにすることを目的とした。

【成 果】

今回合成したクロロフィルCd錯体の自己集積体は、原子間力顕微鏡(AFM)による観察で、直径5 nmと3 nmのロッド構造を形成することが明らかとなった。また、クロロフィルMg錯体の自己会合体は、AFM観察から直径5 nmのロッド構造と高さが2 nm以下や7~10 nmの繊維状の構造が確認された。一方、cryo-TEMで観察した結果、Cdクロロフィル自己集積体で形成された直径5 nmのロッドは、内部が空洞となったチューブ状構造であることが明らかとなった。その外径は5 nm、内径が3 nmとなり、過去に観察したZnクロロフィル自己集積体のものと一致した。また、直径3 nmのロッド状Cdクロロフィル自己集積体は、外径3 nm、内径1 nmのチューブ構造であることも明らかとなった。Mgクロロフィル自己集積体については、チューブ構造がCryo-TEM像で確認されなかったが、Mgが軽元素であるために観察が困難となったのが一因であると考えられる。しかしながら、直径5 nmのロッド状Mgクロロフィル自己集積体もZnやCdクロロフィル自己集積体と同様のチューブ構造であると考えられる。本研究により、3種類のクロロフィル金属錯体(Zn, Mg, Cd)を用いて、直径5 nmのナノチューブに調製に成功した。本成果は、*Nano Lett.* **16**, (2016) 3650-3654に公表された。

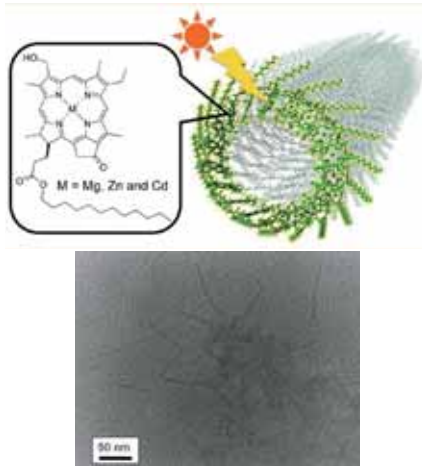


Figure 1 クロロフィル自己集積体ナノチューブの構造 (上)
Cdクロロフィル自己集積体のTEM像 (室温) (下)

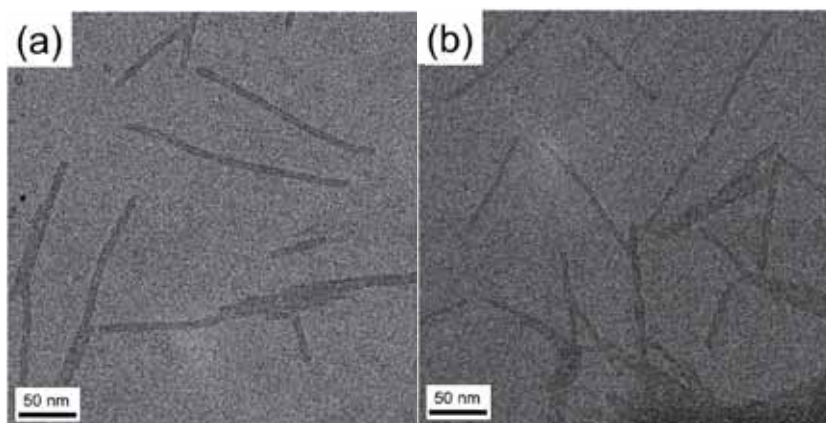


Figure 2 Znクロロフィル自己集積体(a)とCdクロロフィル自己集積体(b)のクライオ電子顕微鏡像

【実施機関からのコメント】

課題申請者は、光捕集機能を有するバクテリオクロロフィル分子の自己集積体を模倣するため、クロロフィル金属錯体を合成し、その巨大J会合体の超分子ナノ構造を明らかにすることを目的として、クライオ電子顕微鏡観察を行った。その結果、超分子はナノチューブ構造であることを明らかにした。クライオ電顕による電子線損傷低減観察により初めて可能になった成果で、極めて有効な支援が実施できた。

(支援実施者：小川哲也)

大阪大学 -ナノテクノロジー設備供用拠点-

世界最高加速電圧300万ボルト超高压電子顕微鏡を中心とする透過型電子顕微鏡による研究支援を提供いたします。

グリーンおよびライフイノベーションに関連する物質・材料や生物・生体の透過型電子顕微鏡用試料の作製ならびに透過型電子顕微鏡によるナノメートルからマイクロメートルスケールの微細組織の構造観察、元素分析に関連する研究領域を支援いたします。

個々の利用者に対して問題解決への最短アプローチを提供いたします。



- ✓材料における微細構造解析手法の構築
- ✓ソフト～ハード材料の局所領域解析
- ✓デバイス開発に資するプロセス評価に直結する微細構造解析



研究設備

世界最高加速電圧
3000kV の
超高压電子顕微鏡



超高压電子顕微鏡
(H-3000)

各種の電子顕微鏡 と 試料作製装置



透過型電子顕微鏡
(Titan Krios)

走査透過型電子顕微鏡
(JEM-ARM200F)



FEG付透過型電子顕微鏡(HF-2000)

透過型電子顕微鏡
(H-7500)

透過型電子顕微鏡
(H-800)



マイクローム

ディンプルグラインダー

トライボッド・ポリッシャー



包埋樹脂重合装置



イオンミリング装置 (PIPS)



機械研磨装置



カーボン蒸着装置

分類	装置名(型式)
超高压電子顕微鏡	日立製超高压電子顕微鏡(H-3000) 加速電圧: 3000 kV
透過型電子顕微鏡	FET製透過型電子顕微鏡(Titan Krios) 加速電圧: 300kV, 試料冷却機能
	日本電子製走査透過型電子顕微鏡 (JEM-ARM200F) 加速電圧: 200kV, 分析機能: EDS, EELS
	日立製FEG付透過型電子顕微鏡(HF-2000) 加速電圧: 200 kV, 分析機能: nanobeam EDS
ミクローム	日立製透過型電子顕微鏡(H-800) 加速電圧: 200 kV, 分析機能: EDS
	日立製透過型電子顕微鏡(H-7500) 加速電圧: 120 kV
イオンミリング装置	Reichert-Jung Ultracut E
高分子・生物系電子顕微鏡用 試料作製装置群	Gatan PIPS Model651
材料系電子顕微鏡用 試料作製装置群	包埋樹脂重合装置 カーボン蒸着装置
	機械研磨装置 Tripod ディンプルグラインダー

利用形態

機器利用	利用者自らが機器を操作する技術支援
技術補助	支援者が補助、操作方法を指導しながら利用者が機器を操作する技術支援
技術代行	支援者が利用者にて代わって設備を操作する技術支援
共同研究	契約に基づき登録設備を用いて利用者と支援者が共同で実施する成果公開型共同研究
技術相談	利用者相談に専門家として応じます

利用料金*

利用形態	利用者機関	利用負担金 (申請課金)
機器利用 技術補助 技術代行 共同研究 技術相談	大学・公的研究機関	1 件/日 10,000円 300,000円
	民間企業等	30,000円 1,000,000円

* プラットフォームによる委託事業は支援内容や成果の公開が条件です。
 ** 利用開始月が年度途中の場合、利用負担金の月割りもできます。

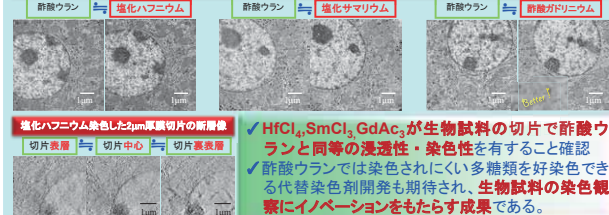
利用事例

電子顕微鏡生物組織の切片に対する酢酸ウランに代わる新規重金属剤の染色効果の検証
 神戸大学 Pyoyun Park (阪大: 井上加奈子)

生物試料の透過型電子顕微鏡観察
 組織切片を放射活性のある酢酸ウランで染色するが管理と使用が制限
 新規代替非放射性重金属染色剤開発が細胞学的研究の重要な課題

アクチノイド系重金属溶液による組織染色性と樹脂浸透性の評価
 HfCl₄, SmCl₃, GdAc₃によるラット肝細胞の隣接超薄切片染色 → 浸透性・染色性評価

ラット肝細胞超薄切片に対する塩化ハフニウムと塩化サマリウムと酢酸ガドリニウムの染色性評価

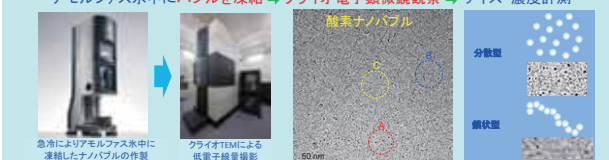


微細気泡の気泡径および気泡数の解析
 株式会社P.D.C.A. シンガマテクノロジー(有) 永田 正己, 橋 良昭 (阪大: 保田英洋, 秦原隆光)

ナノバブル水
 酸化促進、生理活性、表面・界面活性等を応用する分野への利用

植物の生育促進、材料表面の洗浄、切削時の潤滑等の画期的な技術改善

ナノバブル水中のバブルサイズの評価技術の確立
 アモルファス水中にバブルを凍結 → クライオ電子顕微鏡観察 → サイズ・濃度計測



✓ナノバブルの分布形態をはじめて可視化
 ✓従来の光散乱等による間接的な計測方法と比較・対応させることで、今後、計測手法を新たに開拓するために大きく貢献する成果として、極めて貴重である。

電子顕微鏡による金属酸化物メソ結晶の構造解析
 神戸大学 立川 貴士 (阪大: 坂田孝夫)

メソ結晶
 多孔性と構造規則性を備えたナノ粒子の集合体

光触媒などの光エネルギー変換系への応用

構造と機能との相関のTEM解析
 可視光応答型光触媒: BiVO₄ 結晶 → 光触媒反応と構造的特徴の相関



✓BiVO₄ 結晶は10面体構造であると特定
 ✓光触媒活性が結晶面方位に依存するため、触媒結晶表面積の計測により還元活性と酸化活性の比率等を議論する上で微細構造解析が極めて重要

日本原子力研究開発機構 JAEA微細構造解析プラットフォーム

事例-1: トポロジカル絶縁体が磁石になるメカニズムを解明

【目 的】

近年、トポロジカル絶縁体が世界中で注目され、ごく最近、この一種 $(\text{Sb,Bi})_2\text{Te}_3$ に磁性元素Crを微量添加することにより、量子異常ホール効果が観測された。本現象は、極低温でしか起こらないため、室温以上の強磁性転移温度を持つトポロジカル絶縁体の開発が切望されている。本研究では、同系の強磁性発現機構を元素選択的に探るべく、大型放射光施設SPRING-8のBL23SUにおいて、軟X線内殻吸収磁気円二色性(XMCD)実験を行った。

【成 果】

- Cr $2p \rightarrow 3d$ 吸収端だけでなく、Te およびSb $3d \rightarrow 5p$ 吸収端においても微小ながら明確なXMCDを観測。
- 観測されたXMCDの符号の関係から、Te $5p$ 、Sb $5p$ 電子の磁気モーメントはCr $3d$ のそれに対しそれぞれ反平行、平行に結合していることを解明。

本研究で、TeやSbの $5p$ 電子がCrのスピントムをつなげる「のり」の役割をし、磁性トポロジカル絶縁体 $\text{Cr}_x(\text{Sb}_{1-x}\text{Bi}_x)_2\text{Te}_3$ の磁石になる原因となっていることを初めて明らかにした。本研究は、外部磁場を必要としない、室温における異常量子ホール効果の発現に向けた新しい物質設計への明確な指針を与えると共に、トポロジカル絶縁体を利用した次世代の超低消費電力スピン・デバイスや、超高速の電子を利用した次世代型のスーパーコンピュータの開発につながっていくものと期待される。

【実施機関からのコメント】

本研究は、世界最高レベルの精度を有するXMCD測定システムを活用し、世界的に注目されている磁性トポロジカル絶縁体の強磁性発現機構を明らかにした。学術面、並びに応用面においても大きな意義が有り、Nature Communications誌に掲載された。継続的な支援を必要とする。

(支援実施者：斎藤祐児，竹田幸治)

^a広島大学, ^b中国科学院上海微系統研究所

木村昭夫^a，叶茂^b，喬山^b

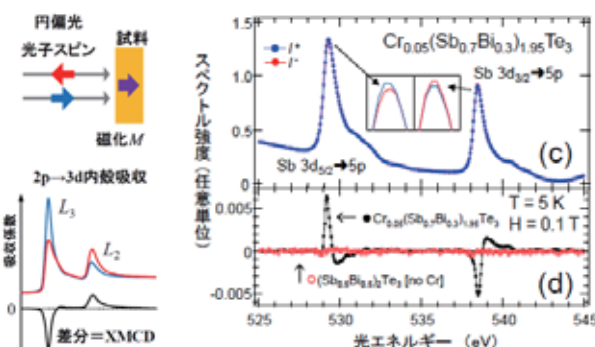


Fig.1 XMCDの概念図

Fig.2 $\text{Cr}_x(\text{Sb}_{1-x}\text{Bi}_x)_2\text{Te}_3$ の Te $3d \rightarrow 5p$ 吸収端での (a) XAS, (b) XMCD スペクトル

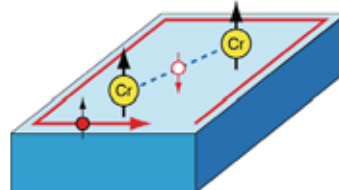


Fig.3 TeやSb $5p$ 電子が遠く離れたCrのスピントムをつなげる「のり」の役割を担う。

事例-2: Nb系酸化物の非磁性の謎にせまる

【目 的】

原子変位による、ダイポールアイス状態やこれに類似した状態(Fig.1(b)-(d))を探索している。パイロクロア型酸化物ではNb原子が四面体の中心方向に内側か外側へ変位する事(Fig.1(a))が指摘されていた。局所・平均構造を解析できる実験を複数活用して、原子の変位状態を決定し、非磁性状態と原子変位の関係を精査した。

【成 果】

中性子PDF(J-PARC BL21, Fig.2(a))とX線吸収スペクトルのEXAFS(SP-8 BL14B1, Fig.2(b))を測定して、Nb原子の局所的な変位構造が主にall-in型であることを発見した(Fig.2(c)の赤丸)。得られたall-in型変位は軌道混成によるエネルギー安定化に由来し、“分子”形成により非磁性状態になったと考えられる。

(S. Torigoe, *et al.*, Phys. Rev. B, **93**, 085109 (2016).)

【実施機関からのコメント】

放射光X線を利用したX線吸収微細構造測定と中性子を利用した原子2体相関分布関数を併用し原子力機構のリソースを十分に利用することで、結晶構造には反映されにくい分子内の局所構造を解き明かした研究である。

(支援実施者：吉井賢資，米田安宏，樹神克明)

^a岡山大学, ^b大阪大学, ^c原子力機構

花咲徳亮^{a, b}，鳥越秀平^{a, b}，野上由夫^a，米田安宏^c，

吉井賢次^c，樹神克明^c

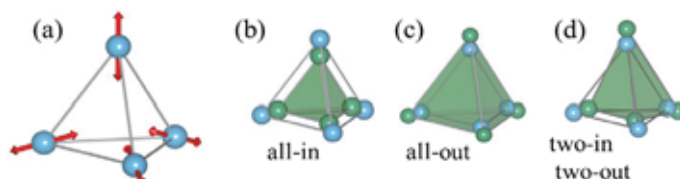


Fig.1 (a) 先行研究が指摘したNb原子の変位方向(赤矢印). (b), (c), (d) 考えられる原子変位タイプと四面体. 青丸は変位前、緑丸は変位後。

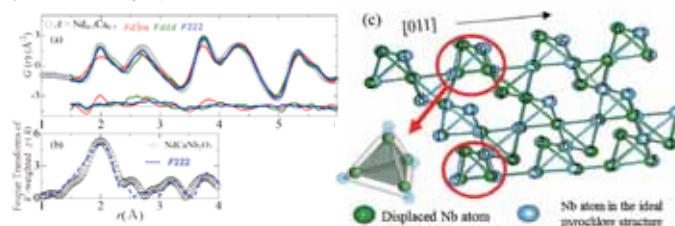


Fig.2 (a) パイロクロア型ニオブ酸化物の二体相関関数(PDF)の実験結果(白丸)と各空間群でのシミュレーション結果(赤, 緑, 青). (b) EXAFSの実験結果(白丸)とシミュレーション結果(青). (c) 決定されたNbの構造、赤丸内はall-in型で変位したNb四面体。

量子科学技術研究開発機構 QST微細構造解析プラットフォーム

クロム酸鉛で「電荷ガラス」を発見 - 50年来の謎を解明 -

東京工業大学フロンティア材料研究所

東 正樹, 于 潤澤

【目 的】

鉛系ペロブスカイト酸化物のクロム酸鉛(PbCrO_3)は昔から知られている卑近な物質である。しかし、その一方で、結晶の格子体積が何故か大きいという50年来の謎があった。最近、クロム酸鉛が負の熱膨張材料の母物質候補となり、材料開発のうえでも謎の解明が急務となった。そこで、我々は、従来の結晶解析では知り得ない特異な構造がナノスケール領域で発生していると考えた。そのため、局所構造の解明を目的として、放射光X線を用いた原子2体分布関数解析を行った。

【成 果】

クロム酸鉛において「電荷ガラス」という特異な状態が形成されていることを見出した。鉛イオンは2価と4価とに電荷分離を起こしており、価数の異なる2種類の鉛イオンが乱れた配列をとることにより、電荷配列の乱れた「電荷ガラス」状態が形成されていた。これまで、クロム酸鉛の原子配列構造は結晶解析によって調べられており、ペロブスカイト化合物として最もシンプルな単純立方晶であるとされていた。しかし、原子2体分布関数解析によって、ナノスケール領域の構造観察を行ったところ、2価と4価の鉛イオンが局所的には交互配列しており、それぞれが縦波変調型の位置シフトを起こしていることが明らかとなった。このような構造は20 Å程度以下の領域において短距離秩序を形成していた。しかしながら、大域的には秩序を持つことがなく電荷ガラスが形成されていた。大きな格子体積の構造は、鉛イオンの複雑な位置シフトによって支えられていることも理解され、50年来の謎は「電荷ガラス」という意外な事実によって解明された。

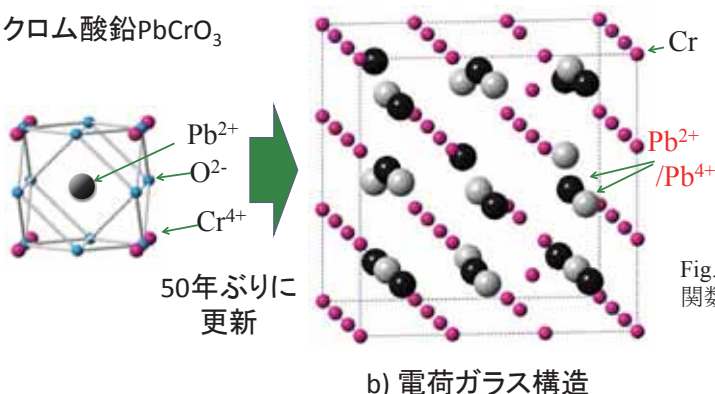
 クロム酸鉛 PbCrO_3


Fig. 1 従来の構造モデルa)と新規解明された電荷ガラス構造b)。b)では、20 Å程度の領域で異なる価数の鉛イオンが短距離秩序構造を形成している。

R. Yu, H. Hojo, T. Watanuki, M. Mizumaki, M. Azuma, et al.,
 J. Am. Chem. Soc. 137, 12719 (2015).

【実施機関からのコメント】

ナノスケール領域の局所構造を観察することによって、50年来の謎を解決した成果であり、微細構造解析プラットフォームに相応しい研究課題であるとともに、ナノスケール領域の観察の重要性を再認識させるものである。今回の発見は基礎科学的内容であるが、局所構造の知見は今後の負の熱膨張材料の開発にすぐに役立つものであり、同様の研究を引き続き支援したい。

(支援実施者：綿貫 徹, 町田晃彦)

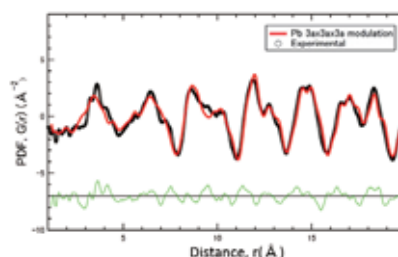


Fig. 2 電荷ガラス構造モデル(赤線)での原子2体分布関数解析結果。黒線は原子2体分布関数の測定結果。

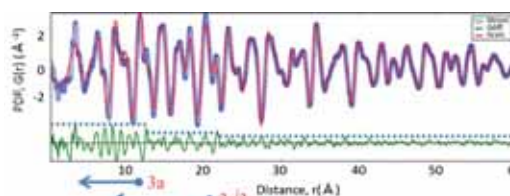


Fig. 3 通常の結晶解析結果である従来の構造モデル(赤線)と実際の原子2体分布関数(青線)との比較。短距離秩序を形成する20 Å程度以下で不一致が顕著になっている。

問い合わせ：QST微細構造解析プラットフォーム事務局(宮本 依理子)
 E-mail: ml-qst-nanoinfo@qst.go.jp, Phone: 0791-58-2640
 ホームページ <http://www.kansai.qst.go.jp/nano/>

九州大学 微細構造解析プラットフォーム

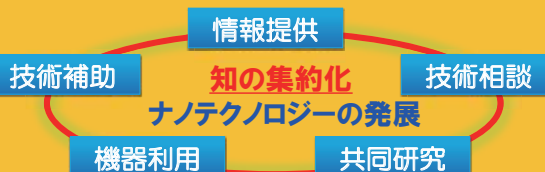
～ ナノマテリアル開発のための超顕微解析共用拠点 ～

＜目的＞

ナノテクノロジーを活用した先進材料・デバイス分野における学問的・技術的課題解決によるマテリアルイノベーションに寄与するとともに、我が国のナノテクノロジーの更なる発展、競争力向上、人材育成に貢献

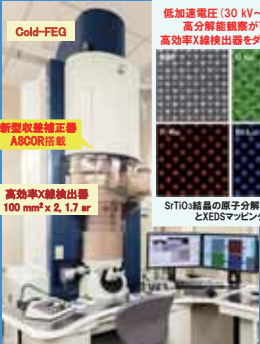
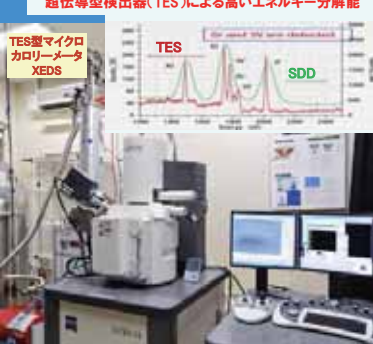
＜研究支援内容＞

- 最新鋭の各種電子顕微鏡、試料作製装置などを開放します。
- 多様な物質・材料のナノ構造解析・状態解析について研究の計画と実施を、積極的かつ創造的に支援します。
- 第一線で活躍している学内研究者が相談に応じます。



＜主要な研究設備と特徴＞

●世界唯一あるいは世界最高性能を誇る開放設備群

オメガ型電子分光装置付き 超高圧電子顕微鏡(1300 kV)	収差補正走査/透過 電子顕微鏡	広電圧超高感度原子分解能 電子顕微鏡	マイクロカロリメータ高エネルギー 分解能X線元素分析装置SEM
JEM-1300NEF	JEM-ARM200F	JEM-ARM200F ACCELARM	TES/XEDS+SEM(ULTRA55)
 Si結晶 厚み2.85 μm クラック先端の転位網 TEM-BF Crack 2 μm 厚みのある試料状態で 明瞭に観察可能!	 DRAMデバイスのX線マッピング 0.5 μm 1 frame (1 min) 検出感度の飛躍的向上! +収差補正STEM 高分解能 GaAs半導体の原子カラムマップ	 Cold-FEG 低加速電圧(30 kV-)からの 高分解能観察が可能 高効率X線検出器をダブル搭載 新鋭収差補正器 ABSOR搭載 高効率X線検出器 100 mm² x 2, 1.7 eV SiTiO₂結晶の原子分解能ADF像 とXEDSマッピング	 超伝導型検出器(TES)による高いエネルギー分解能 TES型マイクロ カロリメータ XEDS TES SDD

	開放する装置	使用料 (1枠:4時間)
1	1300kV超高圧電子顕微鏡 (JEM-1300NEF) 1300 kV High Voltage Electron Microscope	with an omega-type EELS 11,300 円
2	収差補正走査/透過電子顕微鏡 (JEM-ARM200F) Cs corrected atomic resolution electron microscope	with dual Cs correctors and highly-efficient XEDS 9,100 円
3	広電圧超高感度原子分解能電子顕微鏡 (JEM-ARM200F ACCELARM) 30-200 kV Atomic resolution analytical electron microscope	with cold-FEG, dual Cs correctors and dual highly-efficient XEDS 9,400 円
4	3次元観察電子分光型電子顕微鏡 (JEM-3200FSK) 300 kV analytical electron microscope	10,000 円
5	ローレンツ電子顕微鏡:Analytical Lorentz electron microscope (TECNAI G2-F20)	8,800 円
6	デジタル分析電子顕微鏡:Versatile analytical electron microscope (TECNAI G2-20)	8,300 円
7	マイクロカロリメータ分析SEM (Zeiss-ULTRA55 + Hitachi-TES) High resolution SEM with high-energy-resolution TES XEDS	with a Transition Edge Sensor XEDS 8,800 円 +液体He実費
8	試料作製装置:Sample preparation facilities ・Focused Ga ion beam milling with SEM (FEI Quanta 3D 200i) ・Ar ion beam milling (Gatan PIPS II M 695) ・Ar ion beam milling TEM-Mill (Fischione M 1050) / Nano-Mill (Fischione M 1040)	FIB ... 6,200 円

＜利用例＞

● 固溶型ナノ合金及びその担持触媒の状態分析評価

目的 < 共同研究利用: 京都大学(北川、草田)、大分大学(永岡、佐藤)、JST-CREST >

貴金属の一種であるロジウム(Rh)は、自動車の排ガス浄化触媒にその生産量の80%以上が使用されており埋蔵量が希少なRhを置き換えることのできる新物質の開発が求められている。パラジウム(Pd)とルテチウム(Lu)はRhより資源量が豊富であるが結晶構造が異なるルテチウム状態では互いに固溶しない。本研究グループはナノサイズ化と化学的還元手法によりPdとRuを原子レベルで混合したPdRu固溶型合金ナノ粒子(PdRu-NPs)の合成に成功した。このPdRu-NPsによる担持型触媒を開発し、排ガス浄化触媒としての可能性を検討する。

観察・分析

原子分解能分析電子顕微鏡(UEM-ARM200F ACCELARM)を用いて、試料内の粒子状態を観察・分析する。
・試料: g-Al₂O₃粉体にPdRu-NPsを担持した触媒
・観察/分析: HAADF-STEMによる粒子の分散状態観察、XEDS分析による元素マッピングを実施

結果

観察・分析の結果
・図1はg-Al₂O₃粉体にPdRu-NPsを担持した触媒をHAADF-STEM観察した結果(a),(b)で、直径10 nm程度のナノ粒子が担体上に分散している。
・各ナノ粒子の元素マッピング(c),(d),(e)では粒子中にRhとRuがほぼ均一に含まれており2つの元素が原子レベルで混ざり合った固溶状態にある。
・さらに粒子内部を詳細に観察すると、個々の粒子は結晶構造がfccとhcpの小さな領域の集合体となっていることが明らかとなった。

浄化性能評価の結果

図2はこの触媒を用いた自動車排ガス触媒の浄化性能の評価結果である。PdRu-NPsの窒素酸化物(NO_x)の還元反応率が温度上昇とともにいち早く上昇しており、Rhと同等かそれ以上の高い触媒性能を示すを見出した。これらの結果はPdRu合金は単純なPdとRuの足し合せではなく、それらが原子レベルで混合した固溶体を作ることによってRhと類似した電子構造を備えることとなり、優れたNO_x浄化触媒機能を発現していることを示している。

論文発表: K. Sato, et al., Scientific Reports, 6, #28265, (2016). doi:10.1038/srep28265.

図2: 様々なナノ粒子を担持した触媒のNO_x還元反応率の温度依存性

＜研究・支援内容の特徴＞

●行き届いた技術研修制度



入門・初級コース
中級コース(7種類)
上級コース
ナノプラ学生研修
ナノプラ技術者交流

●第一線で活躍する教授、

准教授、助教がサポート
実行委員16人
課題に分担者として協力

●自主事業との連携

< 超高圧電子顕微鏡フォーラム >

会員制の
支援サービス

- ・情報サービス
- ・コンサルティング
- ・教育/研修支援
- ・研究/技術支援



＜九州大学 伊都キャンパス＞



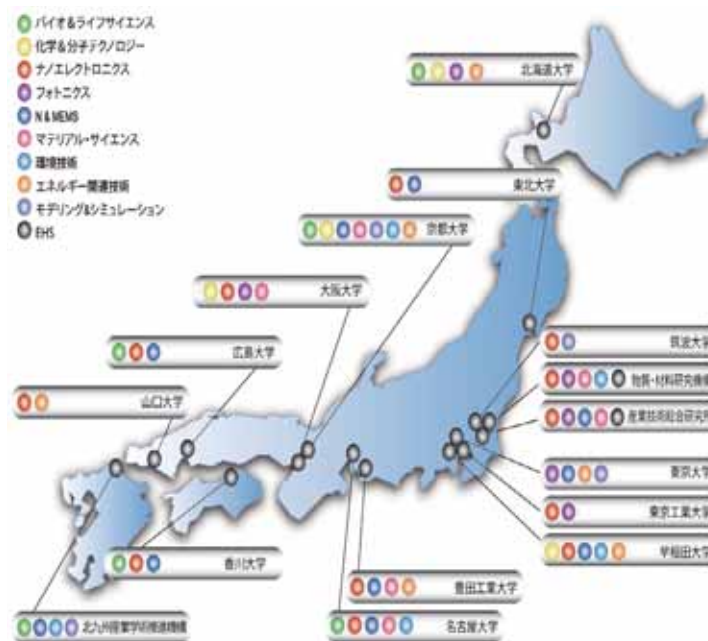
問い合わせ: 九州大学 超顕微解析研究センター 微細構造解析プラットフォーム事務局
E-mail: nano_hvem@hvem.kyushu-u.ac.jp, Phone: 092-802-3489
ホームページ: <http://nanoplat.hvem.kyushu-u.ac.jp/>

微細加工プラットフォーム

大学や研究機関の最先端微細加工設備 & 保有技術が活用できます

- 装置を持たない研究者や企業が、最先端の加工プロセス、評価装置を使ってアイデアを具現化

支援体制



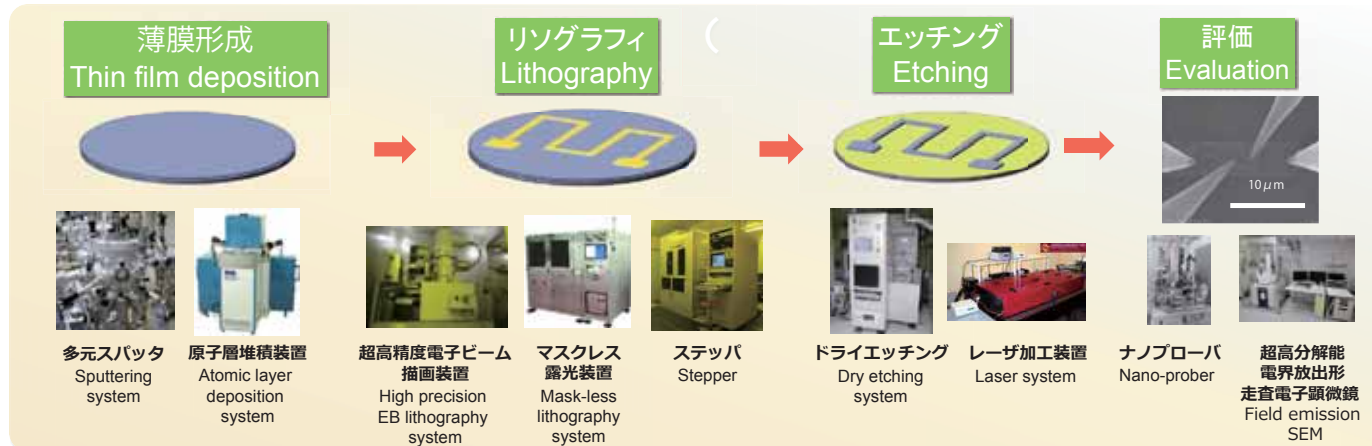
- 全国 13大学 + 3研究機関が、**補完的、融合的な取り組みで、**主要技術領域をカバー
- **コーディネータ**が最適な支援機関を紹介 (ワンストップサービス)



ご利用できる装置

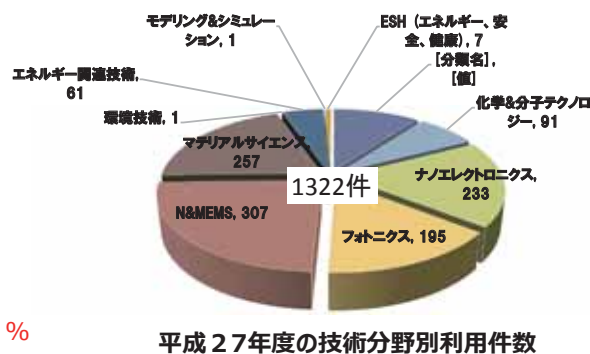
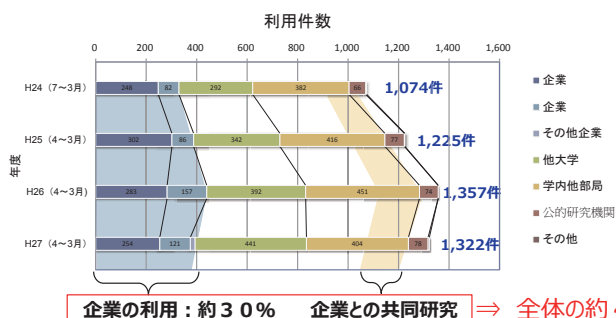
- 500台以上の装置が利用できます
- 各大学、研究機関の専門スタッフがサポートします
- 複数の機関との連携で、最適な装置をご提供します

一連の微細加工プロセスの実行 & 評価解析が可能です



利用状況（実績）

- 年間 1,000件を超える研究開発課題を支援
- 企業の利用は30%（共同研究を含めると40%）
- R&Dの広い領域を支援



技術と情報の発信

● スクール（講習会や実習）

設備を利用したことのないユーザー様も微細加工技術を修得できます



『センサ・MEMS実践セミナー』
センサ応用やMEMSプロセスの最新動向を紹介（2016.9 @東大&6拠点ネット接続にて講座開催）



『3次元造形 & 薄膜実践セミナー』
マスクレス露光装置、原子層堆積装置、その他薄膜形成装置を紹介（2014.9 @東工大）

● シンポジウム等 交流活動

プラットフォームの利用によりユーザー様の技術課題がどのように解決されたか、などの情報を発信します（毎年3月）



シンポジウム『共用施設から生まれるイノベーション』
～ナノテックが拓く未来～
（2016.3 @東大）

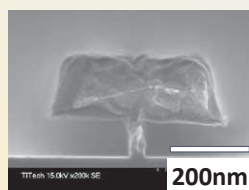
**2017年3月8日（水）に
シンポジウムを開催します
@ 東大 武田先端知ビル**

微細加工事例

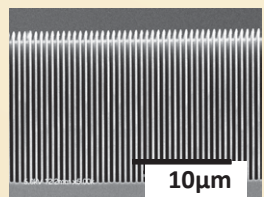
● ナノ加工からマイクロ加工まで



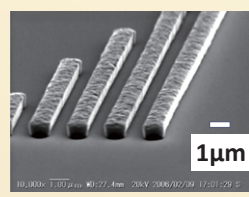
5nmギャップ白金(Pt)電極
(大阪大学)



超高周波トランジスタ用T型ゲート
(東京工業大学)

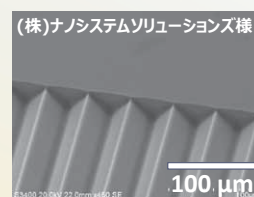


Si 深掘りトレンチ構造
(東京大学)

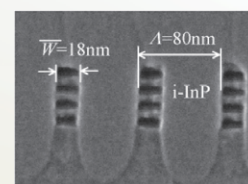


メッキによる微細Niパターン
(早稲田大学)

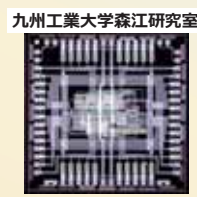
● シリコンからカーボンナノ材料まで



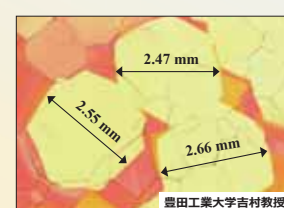
グレースケール露光
(物質・材料研究機構)



MOVPE成長とエッチング
による量子細線
(東京工業大学)



パルス駆動位相振動子回路
(北九州産業学術推進機構)



大面積グラフェン成膜(豊田工業大学)

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業
微細加工プラットフォーム

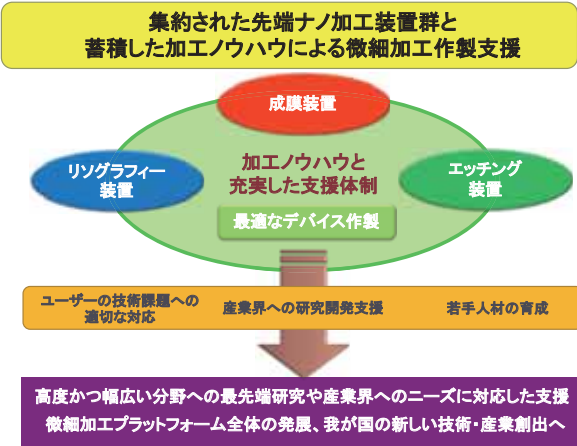
北海道大学 微細加工プラットフォーム

国立大学法人北海道大学では、学内2カ所のクリーンルームを開放して幅広いユーザーへの研究開発支援を行います。

支援装置としては、加速電圧130kVの超高速スキャン電子線描画装置を含む5台のEB描画装置、レーザー直接描画装置、FIB加工装置、両面マスクアライナーといった微細パターン形成装置群、金属、磁性体、酸化物までを高精度に成膜可能なスパッタ・蒸着装置群、加工素材と精度に合わせて選択できるドライエッチング・イオンミリング装置、作製したデバイス評価のためのFE-SEMや太陽光シミュレーター等を整備しています。

これらの装置群に加え、多くの研究者がもつ最先端の加工ノウハウと技術職員が積み上げたデータを有効に活用し、ユーザーの研究、技術・製品開発が加速されるようなデバイス創出への積極的なサポートを推進します。

- ・北海道大学が持つ特徴的な技術であるフォトニック結晶デバイス、プラズモニクデバイス、メタマテリアルなどのフォトニクスナノデバイス開発の支援
- ・バイオ・ライフサイエンスデバイスの作製支援
- ・豊富な加工ノウハウを活かし、スピーディーな支援で技術的課題解決へ
- ・産業界の研究者が有する技術的課題を解決し、イノベーション創出を加速
- ・産学官連携による異分野融合と若手人材の積極的な育成



研究設備



加工領域	装置名(型式)
リソグラフィー技術	超高速スキャン電子線描画装置(エリオニクス:ELS-F130)
	超高精度電子線描画装置(エリオニクス:ELS-F125)
	超高精度電子線描画装置(エリオニクス:ELS-7000HM)
	電子線描画装置(エリオニクス:ELS-3700)
	電子線描画装置(エリオニクス:ELS-7300)
	レーザー直接描画装置(ネオアーク:DOB-201)
成膜技術	両面マスクアライナー(ズースマイクロテック:MA-6)
	マスクアライナー(ミカサ:MA-20)
	真空蒸着装置(サンパック:ED-1500R)
	プラズマCVD装置(サムコ:PD-220ESN)
	液体ソースプラズマCVD装置(サムコ:PD-10C1)
	ヘリコンスパッタリング装置(アルバック:MPS-4000C1/HC1)
	イオンビームスパッタ装置(アルバック:IBS-6000)
	原子層堆積装置(ピコサン社製:SUNALE-R)
	ALD製膜装置(Cambridge NanoTech:Savannah 100)
	超高真空5源ヘリコンスパッタ(管製作所:Av028)
エッチング技術	パルスレーザー堆積装置(バスケル:PAC-LMBE)
	EB加熱・抵抗加熱蒸着装置(アルバック:EBX-8C)
	ICP高密度プラズマエッチング装置(サムコ:RIE-101IPH)
	ICPドライエッチング装置(住友精密:SPM-200)
	ICP加工装置(エリオニクス:EIS-700)
	ドライエッチング装置(アルバック:NLD-500)
評価技術	反応性イオンエッチング装置(サムコ:RIE-100NRV)
	イオンミリング装置(アルバック:IBE-6000S)
	ECR加工装置(エリオニクス:EIS-200ER)
	高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡(日本電子社製:JSM-6700FT)
	環境試験器(エスベック:SH-221)
その他加工技術	デジタル顕微鏡(ハイロックス:KH-7700)
	太陽電池評価システム(ワコム電創:WXS-156S-L2,AM1.5GMM)
	FIB加工装置(エリオニクス:EIP-3300F)
	真空紫外露光装置(エヌ工房:フォトリエーターPC-01-H)

上記装置を学内2ヶ所のクリーンルーム(クラス100、クラス10000)に設置。
ドラフト設備なども完備。

利用事例

単一浮遊細胞のハンドリング、固定可能なマイクロ流路デバイスの作製

北海道大学大学院工学部 環境工学専攻 佐藤 寛 先生

■ 利用課題の目的: 細胞から脂質滴を取り出し、分析すること、脂質滴などの早期発見につながる。浮遊している細胞から脂質滴を抽出するためにマイクロ流路と微細孔をもつ単一浮遊細胞の固定化デバイスを開発を行った。

■ 支援した内容: 微細加工の経験があったことから、本学のフォトリソ、エッチングに関する講習を実施。

■ 得られた成果: 目的とする浮遊細胞を固定化するデバイス作製に到達し、新しい研究活動への足がかりができた。

浮遊細胞固定化デバイスの模式図。
細胞固定化後に脂質滴を取り出す。

浮遊細胞の固定化に成功

グラフェンナノディスク作製プロセスの開発と光学評価

北海道大学 工学部 工学系 中村 龍介 先生、佐藤 寛 先生、竹内 淳 先生

■ 利用課題の目的: 形状、配置、厚さを制御したグラフェンナノディスク作製プロセスを開発し、作製したグラフェンナノディスクの形状評価手法の確立と共に光学特性の評価を行う。

■ 支援した内容: 電子線リソグラフィー技術に関する支援。

■ 得られた成果: グラフェンの欠陥由来の6バンドと欠陥構造由来の6バンドの信号強度比とデバイスサイズとの相関評価に成功。

QCMを利用した微細加工後のグラフェンナノディスクのラマン測定

設計サイズに応じたラマンシフトが観測された

試行錯誤で高効率へ

80nm角でグラフェンを作製可能な
最先端のサイズ保持性が実現した！

超高速スキャン電子線描画装置によるレンズデバイス作製

～曲面描画や大面積描画への取り組み～

仕様装置:超高速スキャン電子線描画装置(エリオニクス製 ELS-F130HM)

加速電圧:130kV
照射サイズ:50mm角対応
高クロック化、曲面描画機能

1mm角の200nm円形描画
が20分で完了

加工速度で半分です

電子線描画装置でこのような複雑な形状の加工も可能です！

EBリソグラフィー
+ WSエッチング

このサイズの線幅
14 nm

この他にも合計4台の電子線描画装置が利用可能

多様な薄膜形成支援

～高機能・高精度超薄膜作製～

原子層堆積装置(ピコサン社製 SUNALE)

成膜可能材料:TiO₂, Al₂O₃, SiO₂など
照射サイズ:50mm角対応
照射強度(400W)あり、オプション利用可能

複雑な形状へも均一な成膜が可能

成膜材料については要相談

異なる種類の膜を同一の装置でも作製できます。
ナノメートルオーダーの高品質酸化膜の形成が可能

パルスレーザー堆積装置
(バスケル製)

20mm角基板への高品質薄膜作製
RHEED観測
800度までの基板加熱機構有り

利用形態と利用料金

機器利用	利用者自らが機器を操作する支援
技術代行	装置管理者・支援者が装置の操作・解析を代行
共同研究	支援事業参画教員と利用者による成果公開型共同
技術相談	加工技術全般へのコンサルタントとしての支援

利用料金

本学規程の機器利用料金を装置の使用時間に応じて課金

装置利用形態、技術相談、利用料金など、下記にお問い合わせ下さい。

問い合わせ：北海道大学創成科学研究機構 ナノテクノロジー連携研究推進室（松尾保孝）
E-mail: nanoplat@cris.hokudai.ac.jp, Phone: 011-706-9340
ホームページ http://www.cris.hokudai.ac.jp/cris/nanoplat/



東北大学ナノテク融合技術支援センター 微細加工プラットフォーム



1,800m²のクリーンルームにおいて、MEMSを中心とした半導体試作開発ラインを開放しています。

小片から6インチ(一部8インチ)まで対応する100台を超える共用の設備で、必要な装置が必要な時に利用可能です。

東北大学に蓄積されたノウハウをもとに、デバイス／プロセス設計、測定、装置操作指導など経験豊富なスタッフが最大限支援します。人材の育成にも役立ちます。



実施場所：東北大学西澤潤一記念研究センター 試作コインランドリ



主な設備



レーザ描画装置



EB描画装置



ステッパ



両面アライナ



酸化拡散炉(7チューブ)



中電流イオン注入装置



LPCVD (SiN, Poly-Si, SiO₂, SiON)



PECVD 4台 (SiN, SiO₂, TEOS-SiO₂, a-Si, W)



Si, Poly-Si EB炉



スパッタ装置(5台)



めっき装置



多用途RIE



Deep RIE (4台)



多用途RIE・NE-550(新規)



ケミカルドライエッチャー(新規)



イオンミリング



UVインプリント



ウェハ接合装置(2台)



マイクロフォーカスX線CT



超音波顕微鏡



大口径対応AFM



レーザ/白色共焦点顕微鏡



SEM (2台)



TOF-SIMS

利用事例

試作デバイスの例

加速度センサ、角速度センサ、圧センサ、磁気センサ、フォトダイオード、放射線センサ、ガスセンサ、振動発電デバイス、太陽電池、圧電デバイス、水晶デバイス、Siめっき型、マイクロホンなど

単工程(成膜、エッチングなど)のみのご利用也大歓迎です。



シリコンの微細加工(科学技術振興機構)

利用のご案内

利用者の方に直接装置を操作していただきますが、スタッフが喜んで支援します。この分野の仕事が初めての方も多く利用されています。

ご相談、見学等、大歓迎ですので、下記まで気軽にお問合せください。



利用料金

設備、技術支援について、利用時間に応じて課金いたします。

- ・施設使用料：¥610/h(学内¥420/h)
- ・技術支援料：¥5,565/h
(ナノテクプラットフォーム利用の場合、¥3,150/h)
- ・装置使用料：¥300～14,000/h(装置毎に設定)
- ・材料費：実費(薬品、貴金属ターゲット材など使われた場合)

費用と所要時間の例

MEMS圧力センサ：最短で3週間、費用約30万円

シリコンウェハの微小穴作成：最短で3日間、費用約5万円

金属薄膜成膜：最短で半日、費用約1万円

ご利用をお待ちしております！

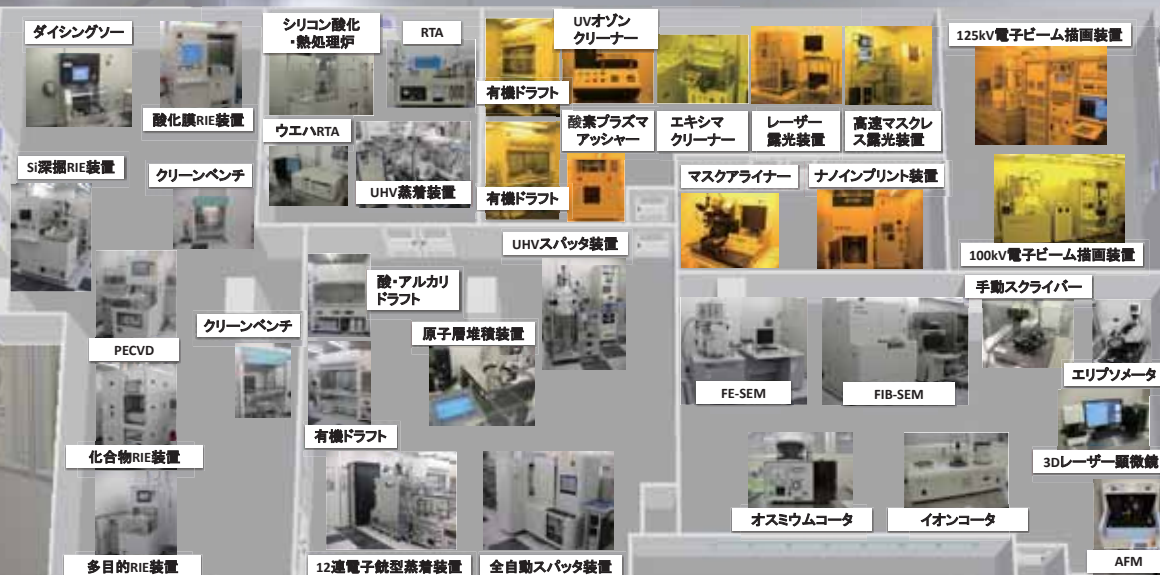
問い合わせ：東北大学試作コインランドリ (東北大学西澤潤一記念研究センター内) 戸津 健太郎
 E-mail: totsu@mems.mech.tohoku.ac.jp, Phone: 022-229-4113
 ホームページ <http://cints-tohoku.jp/>

物質・材料研究機構 (NIMS) 微細加工プラットフォーム

- 450m²のクリーンルームに40台以上の装置群を集約
- ナノ～ミリスケールにわたる微細加工・素子作製を支援
- 多種多様な材料加工に対応可能
- 機器利用・技術補助・技術代行での利用が可能
- 微細加工スペシャリストによる充実したサポート環境
- 大学から民間企業まで幅広い支援・人材育成を積極的に推進
- 他機関、他プラットフォームとの連携利用もサポート



NIMS微細加工プラットフォーム 提供施設・装置

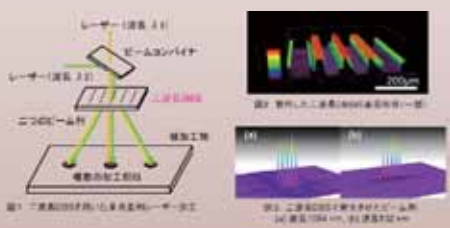


NIMS微細加工PF 利用事例

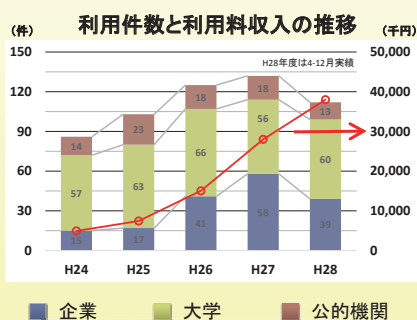
二波長で機能する回折ビームスプリッターの研究

東洋大学 篠崎 優、尼子 淳

高速マスキング露光装置を用いて、石英基板上に塗布したレジストにグレースケール露光を行い、回折ビームスプリッター (DBS: Diffractive Beam Splitter) パターンを作製した。図2は現像後のレジストパターンの3次元レーザー顕微鏡である。凹凸の最大深さは6.2μmである。波長の異なるCWレーザーを用いてDBSのビーム分岐性能を図3に示している。波長1064nmでは0, ±1, ±2次へ、波長532nmでは0, ±2, ±4次へ光エネルギーが集中しており、本素子によって二波長DBSの原理を検証できた。



NIMS微細加工PF 利用実績



所属を問わず、利用を受け入れています

利用の流れ／利用料金



利用料金単価 (時間課金従量制)	※税抜		
	機器利用	技術補助	技術代行
125kV電子ビーム描画装置	6,300円/時		
100kV電子ビーム描画装置	4,300円/時		
FIB-SEMダブルビーム装置	3,300円/時	機器利用 +1,500円/時	機器利用 +2,250円/時
高速マスキング露光装置	3,300円/時		4,500円/時
酸化膜ドライエッチング装置	2,300円/時		
上記以外の装置	2,300円/時		

 ※上記金額は大学・公的研究機関所属利用者の単価
 中小企業利用者は上記×2、大企業利用者は上記×3

問い合わせ：NIMS微細加工プラットフォーム (津谷 大樹)
 E-mail: TSUYA.Daiju@nims.go.jp, Phone: 029-859-2349
 ホームページ <http://www.nims.go.jp/nfp/>

微細加工プラットフォーム

国立研究開発法人産業技術総合研究所 ナノプロセッシング施設

産業技術総合研究所では様々な分野において、基礎から応用まで幅広い研究開発が行われており、これまで培ってきたノウハウとともに共用施設を広く社会に公開することにより、イノベーションの創出を推進しています。

ナノプロセッシング共用施設(NPF)では、小片から3~8インチ基板までの様々な材料の微細加工、計測・評価、デバイス試作を可能にする先端機器装置群を整備しており、専門家による技術相談、装置利用トレーニング、技術支援サービスを提供するとともに、若手研究者や高度技術者の人材育成を行っています。産総研の共用施設をご自身の研究・開発に是非ご活用下さい。

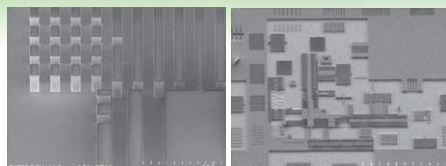


実習風景

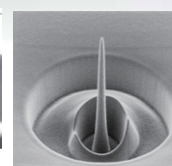
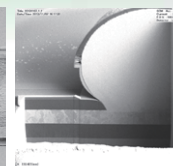


FIB実践セミナー

研究設備、及び利用事例



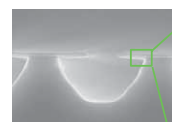
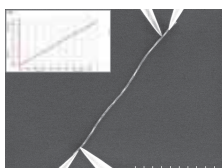
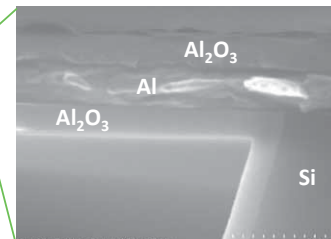
i線ステッパーによる回路パターン形成



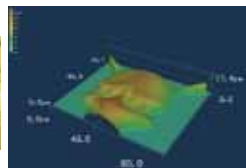
FIBによるナノ加工



電子線描画装置による11nm 微細パターン


 乳酸菌
走査プローブ顕微鏡

 Al_2O_3 , SiO_2 , AlN , SiN , TiO_2 ,
 Ta_2O_5 , ZnO , HfO_2 , Ru
 原子層堆積装置(ALD)


ナノプローバーによるCNTの電気測定



マスクレス露光装置による3次元立体露光



二次イオン質量分析装置(SIMS)

共用施設等利用制度

約款に基づいた共用施設利用契約によるご利用方法をご用意しております。詳細については、インターネット検索サイトで『共用施設等利用約款』で検索ください。約款制度には次のような特長がございます。

1. 利用約款に基づいた申請・回答ベースで進めますので、利用手続きが簡単です。
2. 利用により発生した知的財産権は原則として利用者に帰属します。
3. 明瞭な秘密情報管理のルールを有しています。
4. 単価表ベースによる利用料金で、利用コストの見通しが立てやすい制度となっています。

詳細につきましては下記の共用ステーションにお問い合わせください。

問い合わせ: T I A 推進センター 共用施設ステーション
 E-mail: tia-kyoyo-ml@aist.go.jp, Phone: 029-861-3210
 ホームページ <https://ssl.open-innovation.jp/npf/>

概要 Outline

筑波大学微細加工プラットフォームは、ナノエレクトロニクス分野におけるデバイス・材料の設計から作成、評価までの総合的な技術支援を提供します。特に、デバイスシミュレータによる素子構造の設計、パターン投影リソグラフィ技術、FIBによる高精度超微細加工技術等を用いながら高度なデバイス作成技術を支援します。また、北関東地域の公的研究機関や民間企業への技術支援を積極的に行っています。

We provide total technical support in the nano-electronics field through device design, fabrication, testing, and analysis. We support advanced device research and development through fundamental technology components, such as device structure design and simulation using the SILVACO CAD tools, pattern projection lithography system using digital mirror, and nanomachining and/or deposition with our FIB-SEM system. We also promote technical support for industries and research institutes around the northern Kanto area.

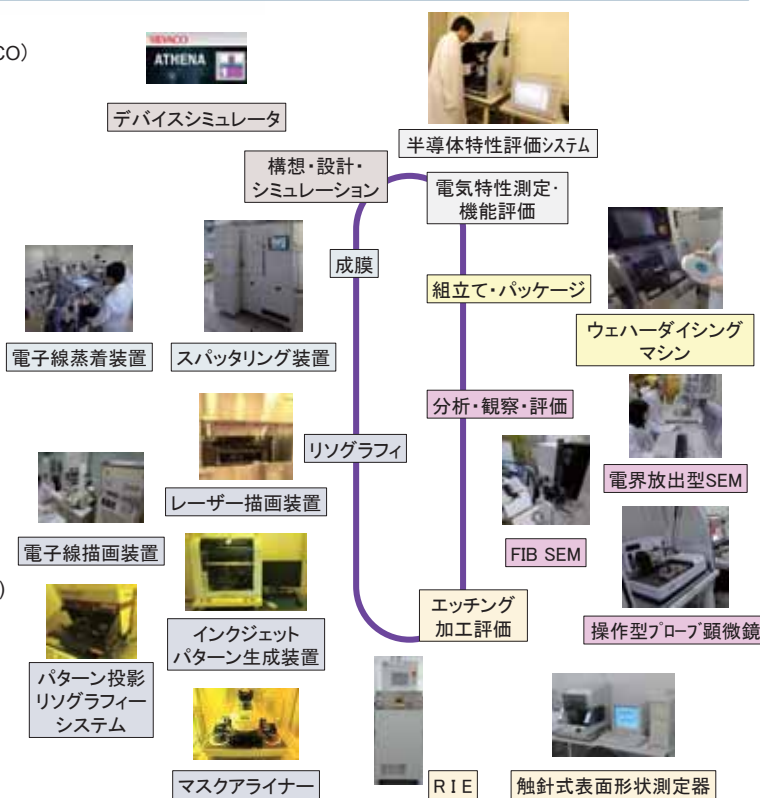
 一貫した研究支援を可能とする微細加工装置群
 Fine processing facilities for total research assistance

本事業の共用設備

- ・プロセス／デバイスシミュレータ（ATHENA/ATLAS その他, SILVACO）
- ・スパッタリング装置（CFS-4EP-LL/i-miller, 芝浦メカトロニクス）
- ・多元電子ビーム蒸着装置（EB-350T, エイコー）
- ・レーザー描画装置（DWL 66, Heidelberg instruments）
- ・電子線描画装置（ELS-7500EX, ELIONIX社）
- ・パターン投影リソグラフィシステム（μPG501, Heidelberg instruments）
- ・インクジェットパターン生成装置（SDO50, SIJテクノロジー社）
- ・マスクアライナー（Q2001CT, Neutronix-Quintel）
- ・ウェーハダイシングマシン（DAD322, DISCO）
- ・反応性イオンエッチング装置（RIE-10NR, サムコ）
- ・接触型形状測定器（Dektak³ST, Ulvac）
- ・FIB-SEM（Helios NanoLab600i, FEI）
- ・FE-SEM（SU-8020, 日立ハイテク）
- ・AFM（Multimode8/Dimension Icon, Bruker）
- ・半導体特性評価装置（B1500A, Agilent）

Shared facilities

- ・Process / device simulator (ATHENA, ATLAS, and others, SILVACO)
- ・Sputtering equipment (CFS-4EP-LL/i-Miller, Shibaura Mechatronics)
- ・Multiple electron beam evaporation equipment (EB-350T, Eiko)
- ・Laser patterning equipment (DWL 66, Heidelberg instruments)
- ・Electron beam lithography equipment (ELS-7500EX, ELIONIX)
- ・Pattern projection lithography system (μPG501, Heidelberg instruments)
- ・Inkjet pattern generation equipment (SDO50, SIJ Technology)
- ・Mask aligner (Q2001CT, Neutronix-Quintel)
- ・Wafer dicing machine (DAD322, DISCO)
- ・Reactive Ion Etching System (RIE-10NR, Samco)
- ・Stylus Profile meter (Dektak³ST, Ulvac)
- ・FIB-SEM (Helios NanoLab600i, FEI)
- ・FE-SEM (SU-8020, Hitachi High-Tech)
- ・AFM (Multimode 8 and Dimension Icon, Bruker)
- ・Semiconductor Measurement System (B1500A, Agilent)

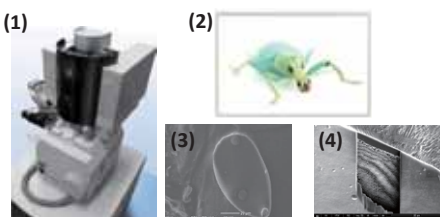


支援事例 Case: FIB-SEMIによる甲虫の微細構造観察

FIB-SEM observation of beetles' microstructures

【研究目的】タマシを始めとして多くの昆虫は光の波長サイズの微細構造を利用して、鮮やかな色を生み出している。本研究では構造色を持つ甲虫に注目し、色の原因となる微細構造をFIB-SEM (Fig. 1)を利用して観察することを試みた。

【成果】対象とした甲虫はゾウムシの一種である。このゾウムシ (Fig. 2)の体表には鱗片と呼ばれる大きさ数十マイクロメートル程度の丸くて薄い板がびっしりと並んでおり、その一枚一枚が鮮やかな色を持っている (Fig. 3)。まず、鱗片表面にあるクチクラ層をFIB-SEMのガリウムイオンビームによって取り除き、SEM観察により微細構造を観察した。観察の結果、Fig. 4に示すような複雑な網の目構造が鱗片の内部に観察された。網の目の間隔は100nmのオーダーで光の波長で干渉を起こすにはちょうどよいサイズである。この網の目構造がフォトニック結晶として働き、構造色の原因であると考えられる。網の目の具体的な構造モデルや結晶配向に関して現在詳しい解析を行っている。



(1) FIB-SEM (FEI社製)の写真 (2) 一般的なゾウムシの写真
 (3) 鱗片のSEM像 (4) FIBによるクチクラ層（鱗片表面）除去後の鱗片内部のSEM像

利用料金(30分間単位)

装置名	利用料金(学外)
デバイスシミュレータ	680円 (技術代行・技術補助込 2,660円)
スパッタリング装置	940円 (技術代行・技術補助込 3,520円)
レーザー描画装置	1,240円 (技術代行・技術補助込 3,810円)
FIB-SEM	5,680円 (技術代行・技術補助込 10,190円)
電子線蒸着装置	960円 (技術代行・技術補助込 3,540円)
電子線描画装置	2,680円 (技術代行・技術補助込 5,260円)
走査型プローブ顕微鏡	1,520円 (技術代行・技術補助込 4,090円)
インクジェットパターン形成装置	1,420円 (技術代行・技術補助込 3,990円)
反応性イオンエッチング	840円 (技術代行・技術補助込 3,420円)
マスクアライナー	200円 (技術代行・技術補助込 2,780円)
触針式表面形状測定器	160円 (技術代行・技術補助込 2,140円)
半導体特性評価システム	190円 (技術代行・技術補助込 4,150円)

問い合わせ：筑波大学微細加工プラットフォーム事務局

E-mail: staff@u-tsukuba-nanotech.jp, Phone: 029-853-5804ホームページ <http://www.u-tsukuba-nanotech.jp>

クラス1スーパークリーンルームと一流の装置群が今スグあなたのものに！

東京大学 超微細リソグラフィー・ナノ計測拠点（大規模集積システム設計教育研究センター）

Nano Lithography and Measurement Platform/VLSI Design and Education Center, the University of Tokyo

ポイント

ナノテク研究にたちはかかる3つの壁



- ①場所と装置の取得(超大型予算)
- ②環境の立ち上げ調整
- ③維持管理(教育・ランニングコスト)

大型予算が付いたとしても、軌道に乗るには軽く4, 5年かかる。維持には毎年億を超える費用が必要。

ナノテクプラットフォームにより



- ①最新の装置を使える場所が公開され
- ②装置は良く維持管理調整され
- ③廉価に利用できる

研究開発の迅速な立ち上げが可能となっています

3タイプの利用形態



- 機器利用**
 自分で操作してゴールを直達する
 利点: 自分でやる・時間の自由・安い単価
 欠点: 習いが当たるまでにはそれなりに経験(と失敗回数)が必要
- 技術代行**
 支援員が代理でゴールを狙う
 利点: 習いがより正確
 欠点: 費用が上乗せ
 自分自身のスキルアップにつながりにくい
- 技術補助**
 支援員のアシストでゴールを狙う
 利点: 機器利用+技術代行的のベストマッチ
 欠点: 費用が上乗せ
 支援員との日程合わせ
 支援員の継続雇用

利用例

ナノリソグラフィによる高感度Piezoelectric MUTの開発

コニカミノルタ株式会社

【研究目的】

医療画像診断用超音波プローブにナノリソグラフ技術を用いたMUT(Micro-machined Ultrasonic Transducers)を使う事で、パルク圧電材を用いた従来技術と比べ、高感度・高分解能化が実現可能かどうかを検討する。本年度は加工上の課題抽出および水中負荷下での原理動作の検証を行った。

【成果】

東大ナノテクプラットフォーム提供の機材を使用し、フォトリソグラフを使用した電極蒸着とエッチングによるダイアフラムの形成し、基本動作を確認、社で水中音響性能を測定、トランデュサとして動作可能かどうか確認した。表面電極の作成について、SOI基板上にPiezo膜を形成したサンプルを用意し、レジスト塗布後電子線描画装置(EB)にてパターンを描画、表面電極を蒸着リフトオフにより形成した。裏面はEB描画によりガラスマスクを作成、表面電極パターンと、バックサイドアライメントによる合わせ露光を裏面に行い、フォトレジストをマスクにICP-DRIEでサブストレートを深堀し、ダイアフラムを持った試作トランデュサを作成した。評価用にトランデュサをワイヤーボンディングで配線後、防水用のバリレン膜を成膜、水中においた試作トランデュサ表面をレーザー干渉計で測定した。ダイアフラムが水負荷下において励振し、MHz帯での変位を観測した。また同サンプルを用いて、基準音源とハイドロフォンにより水中下での送受信感度を定量評価した。

SEM切断像により、ダイアフラム厚 $2\mu\text{m}$ 径 $100\mu\text{m}$ のダイアフラムが形成できている事を確認。(Fig. 1)ダイアフラムの振動状況を表面レーザー干渉計により、確認、850 KHzで振動することを確認した。(Fig. 2)送波音響波を確認する為、試作トランスデューサを外部信号源で駆動し、発生した音波をハイドロフォンで受信、音響波が出ていることを確認した。(Fig. 3)音響波受信確認に、ハイドロスピーカが発した音波を試作トランスデューサで受信し、受信信号を確認した(Fig. 4)以上から、今回試作したトランスデューサの構造、および加工方法によって音響トランスデューサを形成することが可能であり、水中負荷において動作可能なことを確認した。

【支援実施機関からのコメント】

探索的研究をされていた企業の研究チームが、東京大学の持つ短TAT試作環境と、深掘りシリコンエッチングに関する深い学術知を利用することにより、短期間に大きな成果を得た好例です。



Fig.1 Diaphragm Cross-section



Fig.2 Displacement Measurement

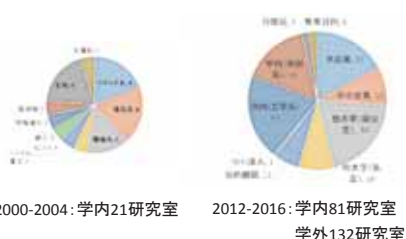


Fig.3 Transmit sound waveform

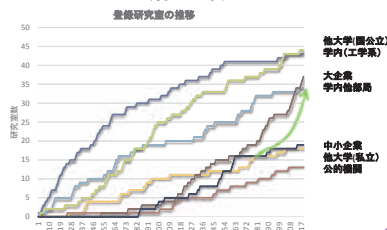


Fig.4 Receive sound waveform

共用事業17年の成果: 研究室×10倍



最近の傾向: 他部局・学外・企業の登録が増加(特に企業)



一流の装置群と優秀なスタッフがお相手します



利用の流れ:「船長免許制」コンセプトにより、アテンドがあれば当日から利用も可能

- ①まずはコンタクト
※WEB・メールなど
ClassA:○○の装置を使いたい
ClassB:○○の構造・素子を作りたい
ClassC:○○な実験をしたい
どのような相談にも乗ります
- ②打合せ
※支援形態説明・決心
- ③支援申し込み
※責任者・請求先の確認
- ④CR利用講習
※月1回程度開催
※全体会: 年1回
※薬品利用の場合、専用講習追加
- ⑤利用開始
※技術補助有
- ⑥請求・報告書
※定期または随時
※年度末報告

当拠点では、(自らも利用者である)プラットフォームマネージャが親身になって相談に乗り、ベストな利用方法を探します。

問い合わせ: 東京大学超微細リソグラフィー・ナノ計測拠点 ナノテクノロジー・プラットフォーム事務局

(受付 渡邊かをる 拠点マネージャ: 三田吉郎)

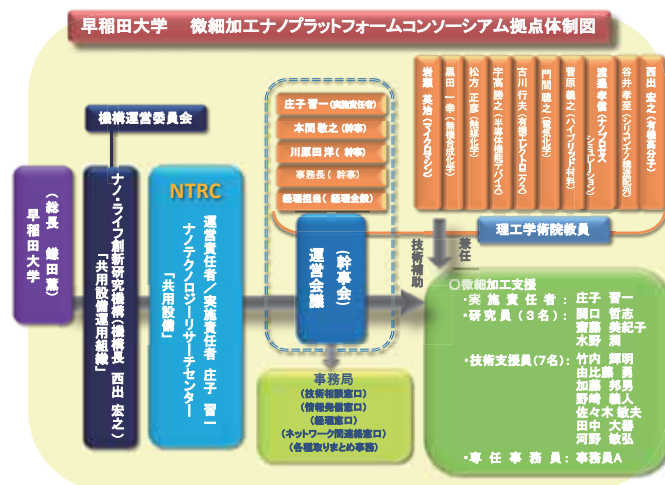
E-mail: nanotech@sogo.t.u-tokyo.ac.jp, Phone: 03-5841-1506

ホームページ <http://nanotechnet.t.u-tokyo.ac.jp/>

早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構 微細加工ナノプラットフォームコンソーシアム

-- 多様な基板素材と基板サイズに対応可能な微細加工拠点 --

早稲田大学では平成13年以来 各種公的資金等を用いて微細加工のための施設・設備を整備し、ナノテクノロジー研究・教育の拠点化を進めてきました。また、ナノテクノロジー分野における共用研究拠点として学内はもとより外部企業・公的機関等に対して設備を解放し、技術支援を行ってきました。これらの運用実績で培われたノウハウを「微細加工ナノプラットフォームコンソーシアム」でフルに活用し、「多様な素材に対応可能かつ基板サイズを選ばないナノマイクロ三次元加工技術」を基軸として「電気化学反応を利用した加工支援」および「グリーンプロセスを利用した加工とそれを応用したデバイス機能計測支援」を行います。



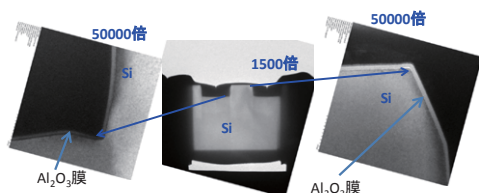
研究設備



装置分野	装置名(型式)
高品質製膜装置	アルパカ社製スパッタ装置SPF-430H アルパカ社製電子ビーム蒸着装置EBX-6D 柏東社製デュアルイオンビームスパッタ装置
電子顕微鏡	日立ハイテック社製NB-5000 日立ハイテック社製SU8240 日立ハイテック社製S-4800 キーエンス社製VE-7800
微細パターン露光描画装置	エリオニクス社製7700 ズースマイクロテック社製MA6
ドライエッチング装置	SAMCO社製ICP-RIE装置 RIE-101PH SAMCO社製CCP-RIE装置 RIE-10NR SAMCO社製デープエッチング装置RIE-400IFB
表面観察・分析装置	東京インスツルメンツ社製 顕微分光装置nanofinder 30 テンコール社製表面微細構造測定装置プロファイラP-15
元素分析装置	日立ハイテック社製 グロー放電分光分析装置GDOES
表面処理・接合装置	ズースマイクロテック社製SB6E ズースマイクロテック社製PL8 ズースマイクロテック社製BAGGen3 デイスコ社製ダイシングソーDAD321
デバイス電気特性測定装置	長瀬産業社製高圧プローバ(特注品) アジレント社製高周波デバイス測定装置1501B
めっき装置	精密めっき装置(特注品)×3台
環境維持装置	東横化学社製環境維持・制御装置(特注品) 日立プラント建設社製クリーンルーム×2(特注品)
ダイヤモンド基板専用特殊成膜装置	アリオス社製ダイヤモンド成膜装置(特注品) Picosun社製アトミックレイヤデポジション(ALD)装置

利用事例

アトミックレイヤーデポジション装置(ALD)

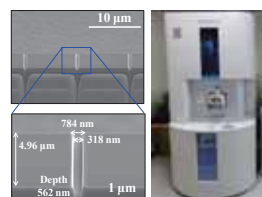


ALDは、単一原子層または準単一原子層の膜成長のコントロールを行うためシークエンシャルな自己制御表面反応を用いています。また、ナノメートルまたはサブナノメートルスケールの構造に対して均一な成膜コントロールが可能であるという点でも関心を集めています。ALDは、高度な高誘電率ゲート酸化膜、キャパシタ誘電体、銅拡散バリア等の電子機器用先進的電子部品への応用で期待されています。当拠点ではオゾン又は水蒸気を利用したAl₂O₃膜の成膜が可能です。



収束イオンビーム装置(FIB)

FIBは、収束したGaのイオンビームを走査して試料表面を加工・観察する装置です。加工は、Gaイオンが照射された部分だけをエッチングするマスキング的なものであるため、少量の加工に適しています。下図は、微小油滴形成チップのチャネルを加工した例で、下部から入ってきたシリコンオイルが上部でせん断され、直径3μmの油滴が形成されます。



利用形態と利用料金例

利用方式	定義	利用料	成果報告書
1 利用相談	利用に関する問い合わせや相談	無料	なし
2 技術相談	利用者からの相談に専門家として応える技術コンサルタントとしての支援	無料	あり
3 技術代行	支援者が利用者に代行って設備を操作する技術支援	有料	あり
4 技術補助	支援者が補助し、操作方法を指導しながら、利用者が機器を操作する技術支援	有料	あり
5 機器利用	利用者が自立して、自ら機器を操作する技術支援	有料	あり
6 共同研究	利用者と支援者が共同で実施する成果公開型研究(民間企業等との成果非公開型共同研究へ移行した場合、自主事業とする)	有料	あり

利用料金の一例

アトミックレイヤーデポジション装置(ALD)	19,800 円/hr
収束イオンビーム装置(FIB)	24,600 円/hr

問い合わせ: 早稲田大学ナノテクノロジープラットフォーム事務局
E-mail: ntrc-office@list.waseda.jp Phone: 03-5286-9067

ホームページ <https://www.waseda.jp/inst/nanolife/project/nanotechnologyplatform/>

-電子ビーム露光を中心とした微細構造技術支援-

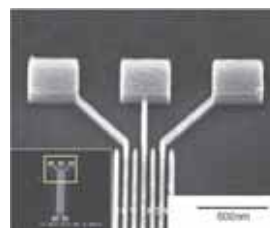
東京工業大学未来産業技術研究所

東京工業大学において支援する研究領域は、トップダウン式のナノ構造構築の基盤装置である電子ビーム露光を中心とした微細構造構築技術です。

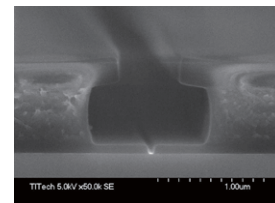
20nmクラスの微細パターン形成技術を基盤として、利用者の必要に応じて半導体/金属/絶縁体などのデバイス構造に重要な薄膜への転写までを含む3次元ナノ構造を構築する総合的な技術を提供します。電子ビーム露光に重ね合わせ露光等を行った場合には、構築可能な構造は非常に幅広くなります。化合物半導体を中心として光・電子デバイス作製の為の広いノウハウを持ち、デバイス物理まで踏み込んだアドバイスが可能です。

利用申請者のアイデアに基づいた研究を行う為に、知的財産権が申込者に帰属できる技術代行を主とした利用形態としています。

また、重ね合わせ露光を含む高度な電子ビーム露光技術を中心にして、電子ビーム露光装置を持った主要大学、研究機関等のそれぞれの露光装置を高い活用度にする体制構築を目指した支援として、関東地区での産総研と共同開催でのEBLスクール、および首都圏外での出張技術指導・出張スクール等も開催します。(2012-2016年度での開催実績は名大、北大、香川大、北九州産業学術推進機構(FAIS)、京大です。)



周期80nmの微細電極例



EBLスクールで実習する
重ね合わせを含んだ
Tゲート用三層レジストパターンの
断面図

装置紹介

電子ビーム露光装置 日本電子製 JBX-6300 ナノプラットでの利用料 ¥11,900/1露光
 マスクレス露光装置 大日本科研製 MX-1204 ナノプラットでの利用料 ¥3,900/1露光 (H25年度購入)
 コンタクト光学露光装置(Suss MA-8) ナノプラットでの利用料 ¥4,900/1露光
 ロードロックチャンバ付き6連子銃蒸着器 エイコーエンジニアリング製 ナノプラットでの利用料 ¥10,400/1蒸着
 有機金属気相成長装置 日本酸素製 HR3246 ナノプラットでの利用料 ¥33,300/1成膜
 リアクティブイオンエッチング装置 サムコインターナショナルRIE-10NR 3台 ナノプラットでの利用料 ¥7,200/1エッチング
 ICR-101RF ナノプラットでの利用料 ¥7,300/1エッチング
 走査型電子顕微鏡 日立製作所製 S-5200 ナノプラットでの利用料 ¥4,100/1観察
 FIB/SEM デュアルビーム加工装置 日本電子製 JIB-4501 (H25年度購入) ナノプラットでの利用料 ¥2,600/時間
 プラズマ原子層堆積装置 Ultratech製 Fiji F200 ナノプラットでの利用料 (H25年度購入) ¥5,700/1成膜 等があります。



利用形態

ナノテクノロジープラットフォームにおける
公開の原則による場合

技術代行
装置利用
共同研究
技術相談

などの利用形態があります。
 覚書の交換により知財の保護が可能です。
 (共同研究は、別の契約書が必要です。)
 利用料は「装置紹介」で示した通りです。

自主事業(公開義務なし)

電子ビーム露光を含む一連のプロセスでは
 1露光あたり 110,000円
 マスクレス露光装置1露光41,800円
 等
 他詳細はwebページにて公開中です。

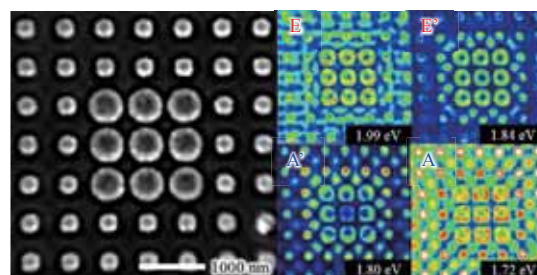
支援事例

2種類の直径をもつ金属円柱のプラズモニック結晶

九州大学 中央分析センター 齊藤 光

プラズモニック結晶のバンドギャップの利用は平面型デバイスにおける表面プラズモンポラリトン(SPP)の発光・伝播・閉じ込めの制御を可能にする。既にキャビティ構造による光学特性の制御については報告されているが、2種類の円柱直径を用いたヘテロ構造はより高い自由度のデバイス設計を可能にする。そこで、東京工業大学の電子ビーム露光装置を利用し、上記ヘテロ構造を作製し、カソードルミネッセンス装置による局所励起発光検出でSPP状態を分析した。

周期600nm、円柱直径250nmのマトリックスの一部が直径500nmの円柱で置換されたヘテロ構造を作製した。カソードルミネッセンス(CL)を搭載した走査型透過電子顕微鏡(STEM)によりSPPを局所励起しながらバンド構造測定を行ったところ、ヘテロ構造近傍からはマトリックスには見られない新たなエネルギー準位がバンドギャップ中に形成されることが確認された。ヘテロ構造に局在したプラズモンモードの発光角度分布と空間分布の分析結果から、マトリックスのバンド端モード(AモードとEモード: N. Yamamoto et al, Opt. Express 22, 5155-5165 (2014).)が円柱サイズ変化による変調を受けてヘテロ構造近傍の局在モード(A'モードとE'モード)が形成されることが明らかになった。ヘテロ構造を利用することで、プラズモニック結晶中の任意の箇所に、格子を乱すことなく容易に局在モードを形成できることが本研究により示された。



SPPの2次元閉じ込めが実証された

H. Saito et al. *Nano Lett.* 15, 6789-6793 (2015).

問い合わせ：事業責任者 宮本恭幸

E-mail: miya@ee.e.titech.ac.jp, Phone: 03-5734-2572

ホームページ http://www.pe.titech.ac.jp/qnrc/nano_support/index-j.html

微細加工プラットフォーム 名古屋大学

薄膜形成からMEMSデバイスまで幅広い支援

名古屋大学は、ナノテクノロジーに関連する広範な技術領域およびそれらに必要な各種材料群に対して、最先端の薄膜形成技術、リソグラフィ技術、プラズマエッチング技術を保有しており、ナノ材料形成、ナノデバイス形成などさまざまな支援を行うことができます。

本事業では、下記の技術および支援を行います。

- ナノスケール／マイクロスケール微細パターン形成技術
- ナノ配線・ナノ電極形成技術
- ナノドット・ナノ構造等の配列技術
- プラズマを用いた各種材料のエッチングおよび表面処理技術
- 各種電子・光デバイス構造作成技術
- MEMS・NEMS構造作成技術
- 各種材料（半導体材料、磁性体材料、金属材料、有機材料、無機材料など）の薄膜形成技術



研究設備



装置分野	装置名
成膜装置	8元マグネトロンスパッタ装置 3元マグネトロンスパッタ装置 8元MBE装置 電子ビーム蒸着装置 スパッタ絶縁膜作製装置
露光・描画装置	電子線描画装置 マスクアライナ レーザー描画装置
プラズマプロセス・エッチング装置など	反応性イオンエッチング装置 ECR-SIMSエッチング装置 ICPエッチング装置 超高密度大気圧プラズマ装置 大気圧(AMS) (イオン付着質量分析器) 真空紫外吸収分光計 (原子状ラジカルモニター) 二周波励起プラズマエッチング装置 60 MHz 励起プラズマCVD装置 ラジカル計測付多目的プラズマプロセス装置 イオン注入装置 急速加熱処理装置 ナノインプリント装置 フェムト秒レーザ加工分析システム
計測・分析装置	X線光電子分光装置 走査型電子顕微鏡 透過型電子顕微鏡 薄膜X線回折装置 原子間力顕微鏡 段差計 電子スピン共鳴装置 磁性特性評価装置

利用事例

がん細胞分離・濃縮バイオデバイスの技術開発
支援先: 名古屋大学

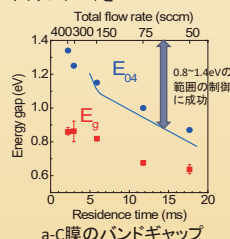
ICPエッチング装置を利用してアスペクト比の高いマイクロピラー群を作成し、これをモールドとして作成したマイクロ流体チップにより、90%の血中循環がん細胞をダメージレスに分離・回収することに成功。



がん細胞分離用
マイクロ流体チップ

アモルファスカーボン薄膜中の水素含有量の評価
支援先: 名城大学

ラジカル注入型プラズマ励起CVD装置(名大オリジナル)でアモルファスカーボン(a-C)膜を作製し、膜中水素含有量を一定に保つことに成功し、a-C膜の光学バンドギャップ(E₀₄)を1.4eV~0.8eVの間で制御することに成功。



利用形態と利用料金例

機器利用	利用者自らが機器を操作する技術支援
技術代行	支援者が機器の操作を代行する技術支援
共同研究	名古屋大学との契約に基づき登録機器を利用して利用者と支援者が共同で実施する成果公開型研究(民間企業等との成果非公開型共同研究に移行した場合は、自主事業)
技術相談	利用者の相談に専門家として応える計測技術コンサルタントとしての支援

利用料金について

大学などの公的機関と民間企業で利用料金は異なります。各装置の料金については、下記のURLをご覧ください。
<http://nanofab.engg.nagoya-u.ac.jp/equipment.html>
 *まずは電話、メールにてご相談下さい。利用相談は無料です。

問い合わせ：ナノテクノロジープラットフォーム 名古屋大学 微細加工プラットフォーム事務局 (岩田 聡)
 E-mail: info@nanofab.engg.nagoya-u.ac.jp, Phone: 052-789-3639
 ホームページ <http://nanofab.engg.nagoya-u.ac.jp/>

シリコンと各種物質のナノ微細加工によるハイブリッド化ものづくり

豊田工業大学

クリーンルームを備え、電子線描画や酸化・拡散炉など、微細加工に必要な標準設備とシリコン系(3~4インチ対応)素子の半導体プロセス設備を備えており、企業で実務経験のある技術職員が技術指導・委託加工に対応する。また、マスクレス露光装置を導入し、最新設備等の充実も図りつつある。

一方、多種多様なナノテクノロジーを持つ研究室群も連携して支援活動を実施する。研究室群では、Ⅲ-V族、カーボン、磁気材料等を用いたナノ構造の加工・形成・評価用の特異的な設備・装置群を有しており、先端研究を推進する研究者が支援協力する。プローブ顕微鏡やX線計測等による構造評価も迅速に行える。

シリコン微細加工技術と様々な材料のナノ構造体とのハイブリッド化が可能で、加工・形成・評価等の一連の支援活動が一か所で行えることを特徴とする。



研究設備

(支援登録装置32台。その他の大学保有装置も利用可能。)



電子線描画装置
クレステックCABL-8200TTE CABL-2000
・Si、ガラス等各種基板



Deep Reactive Ion Etching装置
住友精密工業MultiPlex-ASE-SRE-SE
・φ3インチ シリコン用(金属剥出しサンプルは禁止)



非接触3次元表面形状・粗さ測定機
Zygo NewView 7300 システム(食:フィルム、動的オブ
ジェクション) 白色干渉計。
・材料は不同 ・サイズはステージに載れば可能



多目的X線回折装置一式
リガク RINT TTR-3, R-Axis, Nanoviewer, R-Axis VII,
マックスインス DIP1000
・材料制限は少ない(要相談)・mmサイズから計測可能



スパッタ(金属、絶縁体)
蒸着装置
芝浦エレクトロニクス-4ES(平行平板型)
・所有ターゲット(Ti, Al, Ag, Pd, SiO₂,
Al₂O₃, SiN, Au)



マスクレス露光装置大日本研MOX-1204
・5mm角~150mm角基板対応
・φ4インチ内の2μm L&S 全面描画時間30分程度

講習会の様子

支援登録装置

【成膜】

- ・スパッタ(金属、絶縁体)蒸着装置
- ・電子ビーム(金属)蒸着装置
- ・分子線エビタキシー装置
- ・カーボン用プラズマ成膜装置
- ・原子層堆積装置

【リソグラフィ】

- ・電子ビーム描画装置
- ・マスクアライナ装置
- ・レジスト処理装置(UVキュア、アッシング)
- ・マスクレス露光装置

【洗浄】

- ・洗浄ドラフト一式

【熱処理・不純物処理】

- ・シリコン専用の各種熱処理(酸化、拡散)装置一式
- ・イオン打ち込み装置

【エッチング】

- ・Reactive Ion Etching 装置(非Boschプロセス)
- ・Deep Reactive Ion Etching装置(Boschプロセス)
- ・気相フッ酸エッチング装置

【その他、後工程】

- ・ダイシング装置

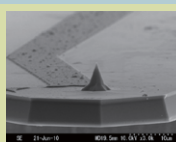
【計測・分析】

- ・電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)
(電子線後方散乱回折(EBSD)付属)
- ・デジタルマイクロスコブ
- ・エリプソメーター
- ・表面形状測定器(段差計)
- ・非接触3次元表面形状・粗さ測定機
- ・シート抵抗測定器
- ・ライフタイム測定装置
- ・走査型プローブ顕微鏡
- ・多目的X線回折装置一式
- ・フーリエ変換型赤外分光光度計一式
- ・ラマン分光装置一式
- ・青色レーザ偏光顕微鏡

利用事例



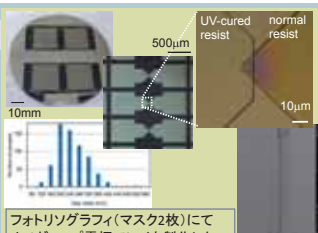
ピエゾ抵抗センサ付きプローブの先端にCNTを成長した。



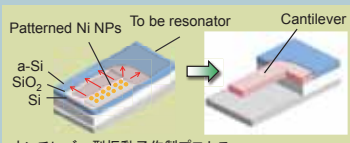
AFM / STM probe



CNT on tip



フォトリソグラフィ(マスク2枚)にて
ナノギャップ電極アレイを製作した。



Patterned Ni NPs To be resonator Cantilever

カンチレバー型振動子製作プロセス

SEM像 EBSD像

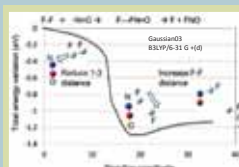
Bドーパ Si 薄膜

Pドーパ Si 薄膜

MEMS振動子の結晶化状態

振動子の共振特性

アモルファスSi薄膜堆積後、結晶化促進処理を行い、
カンチレバー型MEMS振動子を試作した。その結晶化
構造と振動子の共振特性との相関を評価した。



平成24年度『秀いでた
利用6大成果』受賞
田嶋聡美、林俊雄
(名古屋大学)

基板温度により
エッチレート、
形状、表面化学
組成が大幅に変
化する性質があ
る。

MEMSのSi犠牲層エッチング用に従来は、輸入に頼り高価な
XeF₄を使っている。国内生産可能なNOとF₂を用い、F₂ + NO
→ F + FNOのプラズマを使用しない発熱反応により、省エネ
ルギーかつ低コストのエッチングを実現する。

利用形態と利用料金

(詳細については問合せ下さい。)

・利用形態:

1. 技術相談、2. 技術代行、3. 技術補助、4. 機器利用、5. 共同研究

・料金表(目安):

表1の対象費目に対し、表2の算出方法で定まる額をご負担頂きます。

表1

対象費目	利用者	大学・公的機関	企業
① 装置利用料	クリーンルーム、研究室所有 装置等の利用	実費	
② 代行費	作業請負	500 ~ 5000 円/時間	1000 ~ 5000 円/時間
・その他、出張旅費、宿泊費、食費等は、利用者の負担とする。			

表2

総費用額	利用者	大学・公的機関	企業
①+②が0~60万円以下	(①+②) × 0.5 + ③	(①+②) × 0.75 + ③	(①+②) × 0.75 + ③
①+②が60万円以上	(①+②) - 30万円 + ③	(①+②) - 15万円 + ③	(①+②) - 15万円 + ③

その他: 2~10万円の定額伝票払い方式(2万円の整数倍。利用者負担額が定額を超える場合は追加費用が発生)もあります。支払方法と費用認定は相談に応じ、柔軟に対応します。

問い合わせ: ナノテクノロジープラットフォーム 研究支援室 (安田美智枝)
E-mail: nanoplatfrom_office@toyota-ti.ac.jp, Phone: 052-809-1723
ホームページ <http://www.toyota-ti.ac.jp/kenkyu/nanoplatfrom/index.html>

京都大学 ナノテクノロジーハブ拠点

多種多様な加工装置、評価装置からご希望の加工に合う装置を選択できます

共用する装置群

ナノリソグラフィー



大面積超高速電子線描画装置



ステッパー



レーザー直接描画装置

高速マスクレス露光装置
両面マスクアライナー
厚膜レジストコート 等
計19装置



ナノ材料加工・創製



深堀りドライエッチング装置



ECRイオンビーム加工装置



多元スパッタ装置

磁気中性線放電ドライエッチング装置
犠牲層ドライエッチング装置
プラズマCVD装置
電子線蒸着装置
レーザーダイシング装置 等
計33装置



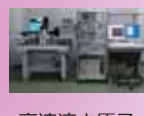
ナノ材料分析・評価



集束イオンビーム/走査電子顕微鏡



分析走査電子顕微鏡



高速液中原子間力顕微鏡

全反射励起蛍光イメージングシステム
分光エリプソメーター
X線回折装置
真空プローバー 等
計29装置

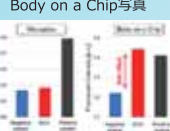


利用事例

創薬スクリーニングを目的としたマイクロ流路デバイス

高速マスクレス露光装置等を利用しPDMS製マイクロ流体デバイス(Body on a Chip)を作製した。

流路に心筋、肝臓細胞を導入し、マイクロポンプによる閉ループ循環灌流系で抗がん剤DXRの副作用を評価した。通常のマイクロプレートでは評価できない抗がん剤DXRの副作用を世界で初めて明瞭に評価できた。



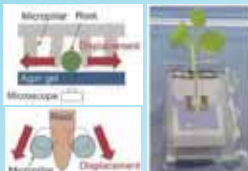
抗がん剤DXRの評価結果 (マイカプレートとBody on a Chip)

植物の成長モニタリング用MEMSセンサの開発

植物根の成長メカニズム解明のため、Siウェハ上にPDMS製マイクロピラーアレイデバイスから構成される微小フォースセンサー一体型マイクロ流路デバイスを作製し、根の成長挙動を計測した。

(ピラー高さ: 150μm
直径: 100μm
ピラー間隔: 50μm)

ナズナの主根の推進力は数mNオーダーであることが判明した。



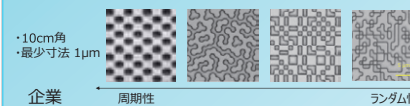
デバイス内での根の成長の模式図
根が成長した試作デバイス写真

光波制御構造による発光デバイスの性能向上

光波制御構造により光回折現象をコントロールすることで発光デバイスの性能向上が可能となった。

(1) 構造パターンにより、全反射で閉じ込められた光を低減し、かつランダム性を付与
有機EL照明
光取出し効率改善、ムラの低減を達成

(2) 石英基板上にバイナリーパターンを形成



成果公開、非公開の2種の利用コースを用意しています

成果公開……簡単な**利用報告書**を提出いただきます
利用報告書は公開されますが、**利用料金が優遇**されます

成果非公開……利用目的、内容を含め一切**公開する必要はありません**

利用料金は1日あたり、1時間あたりで決まっています

代表例 (詳しくはホームページをご覧ください)

機器名	メーカー	1時間料金	1日料金
レーザー直接描画装置	Heidelberg Instruments	5,562円	44,172円
深堀りドライエッチング装置	サムコ(株)	4,104円	32,454円
ダイシングソー	(株)ディスコ	486円	3,780円
触針式段差計	(株)アルバック	378円	2,862円

ビギナーから専門家まで、中小企業から大学まで支援します

3つの利用形態があります

技術相談：専任の技術職員が、利用者の希望する微細加工、評価について相談を承り、その実現方法をご一緒に考えます。

機器利用/技術補助：専任の技術職員が、装置の操作トレーニングを行います。トレーニング後は利用者自らが装置を操作いただき、技術職員が適宜技術支援を行います。

技術代行：装置の使用経験が乏しくご自身での加工や評価に自信のないご利用者、遠方のご利用者のために、技術職員が加工や評価の代行をいたします。(技術代行は成果公開型利用に限ります)

・問い合わせ：京都大学 ナノテクノロジーハブ拠点

・E-mail: kyodai-hub@saci.kyoto-u.ac.jp, Phone: 075-753-5231

・ホームページ <http://www.nanoplatform.cipier.kyoto-u.ac.jp/>

大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点 微細加工プラットフォーム

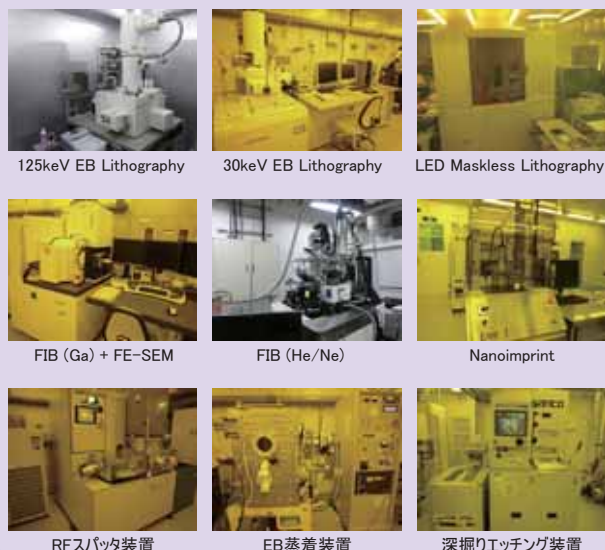
大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点では、産業／研究イノベーションの基盤技術となる各種量子ビームを用いたナノファブリケーション技術の開発や次世代の露光技術であるEUVリソグラフィー実現の鍵となるレジスト開発と評価、有機／無機／酸化物等の各種素材からなる極微デバイス作成・評価や特異的なナノ構造体の作成等に貢献します。

さらに、当拠点内設置する微細構造解析／分子・物質合成プラットフォームや学内の産学連携本部と連携・協力することで企業や研究機関との有機的な連携等を深めつつ、基礎基盤技術を確立し、新産業創出の礎を築きます。本学がもつ“智”と当拠点利用者の融合をはかるだけでなく、3つのプラットフォームを通して外に開かれたオールジャパン体制のゲートウェイとなることで、人材育成やイノベーションの核となる知見・技術を創出する併用拠点として総合的な研究支援を行います。



研究設備

Class 1000 クリーンルーム



- 加速電圧の異なる3台のEBリソグラフィー装置
- 3台のFIB装置
- 各種ドライエッチング装置
- 各種成膜装置

	共用設備名	メーカー・型番	装置群
EB描画	超高精細電子ビームリソグラフィー装置	エリオニクス ELS-100T	B
	高精細電子線リソグラフィー装置	エリオニクス ELS-7700T	C
	電子ビームリソグラフィー装置	日本電子 JSM6500F with Beam Draw	C
FIB	集束イオンビーム装置	日立ハイテクサイエンス SMI2050	C
	収束イオンビーム誘起化学蒸着装置	Zeiss Nvision 40D with NPVE	B
	高精細集束イオンビーム装置	Zeiss ORION NanoFab	A
光描画	LED描画システム	ピーエムティー PLS-1010	C
	マスクアライナー	ミカサ MA-10	C
エッチング	深掘りエッチング装置	サムコ RIE-400iPB	B
	リアクティブイオンエッチング装置	サムコ RIE-10NR	B
	リアクティブイオンエッチング装置	サムコ RIE-10NOU	C
成膜	イオンシャワーエッチング装置	エリオニクス EIS-200ER	C
	RFスパッタ成膜装置	サンヨー電子 SVC-700LRF	B
	多元DC/RFスパッタ装置	キャノンアルバ EB1100	A
	ナノ薄膜形成システム	アルバック UEP-2000 OT-H/C	C
インプリント	ナノインプリント装置	Obducat Eitre 3	C

平成27年度 成果事例

高Q値ナノ光ファイバ共振器の作製

高島秀聡^a, 大江康子^a, 福田純^a, 丸谷浩永^a, 竹内繁樹^a
 京都大学大学院工学研究科

ナノファイバブラッグ共振器(NFBC)の加工には集束イオンビーム(FIB)装置(日立ハイテクサイエンス、SMI2050)を用いた。

高さ100 nm、幅5 μmの長方形を、300 nm間隔で80個作図した。そして、450 nmの間隔をあけて同様の構造を作図し加工領域として設定した(図1)。



図1: NFBCのSIM像

作製したNFBCのQ値を評価するため、光源に白色光源を用い、分光器を用いて透過スペクトルを測定した(図2)。

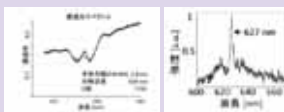


図2: NFBCの透過スペクトル

NFBCの欠陥領域に付着させた量子ドット(CdSe/ZnS)を、対物レンズを用いファイバの外側から励起し、NFBCを経由して量子ドットからの発光を、分光器を用いて測定した(図3)。

共振器の共振波長に一致する波長で増強された発光ピークが観測された。

図3: PLスペクトル

利用形態と利用料金

機器利用	利用者自らが機器を操作する技術支援(初心者への機器操作指導を含む)
技術補助	拠点スタッフが補助、操作方法を指導しながら利用者が機器を操作する技術支援
技術代行	拠点スタッフが利用者に代わって機器を操作する技術支援
共同研究	拠点スタッフと利用者が研究を共同で実施
技術相談	拠点スタッフと技術的内容について相談

利用料金

装置群	料金制	大学・公的研究機関	民間企業等
A	従量制(円/4時間)	12,000	18,000
	月額(円/月)	120,000	180,000
	年額(円/年)	1,200,000	1,800,000
B	従量制(円/4時間)	8,000	12,000
	月額(円/月)	80,000	120,000
	年額(円/年)	800,000	1,200,000
C	従量制(円/4時間)	6,000	9,000
	月額(円/月)	60,000	90,000
	年額(円/年)	600,000	900,000

まずは下記の事務局へ連絡し、利用相談(無料)からスタートして下さい。

問い合わせ：大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点 微細加工プラットフォーム（法澤公寛）
 e-mail: info-nanoplat@sanken.osaka-u.ac.jp, Phone: 06-6879-4654
 ホームページ <http://nanoplat.osaka-u.ac.jp/>

香川大学 社会連携・知的財産センター ナノテクノロジー支援室

事業概要

四国唯一のナノテクノロジープラットフォーム拠点として、MEMS、NEMSを核とした支援を行っています。
 様々な材料を不定形～4インチに対応する試作ラインを提供致します。

- ・ナノマイクロソグラフィ装置
- ・ナノマイクロ成膜/エッチング装置
- ・ナノマイクロ材料分析/評価装置

単一装置のみの利用から、複数装置の組み合わせ利用まで、幅広くご対応致します。



微細加工設備

	装置名(型式)
描画装置	電子線描画装置(エリオニクス社製 ELS-7500EX) マスクレス露光装置 (大日本科研社製 MX-1204)
加工装置	片面マスクアライナ(ミカサ社製 MA-10型) スピコータ(ミカサ社製 1H-DX2) 真空蒸着装置(ULVAC社製 VPC-1100) イオンシャワー(エリオニクス社製 EIS-200ER) デュアルイオンビームスパッタ装置(ハシノテック社製 10W-IBS) ダイシングマシン(DISCO社製 DAD3220)
評価装置	白色干渉式三次元形状測定器 (ブルカー・エイエックスエス社製 NT91001A-in motion) ウエハブローバ(カール・ズース社製 PM5) 高倍率デジタルマイクロスコプ(ハイロックス社製 KH-7700) レーザー式三次元形状測定器(三鷹光器社製 NH-3N) エリプソメータ(溝尻光学社製 DHA-XA/M8) 4探針型薄膜抵抗率計(エスビエス社製 KS-TC-40-SB-VR) 走査電子顕微鏡(EDS付き)(JEOL社製 JSM-6060-EDS) イオンコータ(JEOL社製 JFC-1600) 触針式表面形状測定器(アルパック社製 DekTak8)



利用事例



◆デバイス作製事例
平成27年度
F-15-GA-0004
香川大学工学部
材料創造工学科

<主な利用装置>

- ・デュアルイオンビームスパッタ
- ・触針式表面形状測定器

多層膜メタ材料の断面SEM像

上記装置を利用し、金属 (Au) - 誘電体 (SiO_2) 多層膜構造をSi基板上に作製し、試料の断面像をFESEMにより撮影した。
 Au層、 SiO_2 層の平均膜厚が16nm、23nmと得られ、膜厚比が0.7であることが分かった。これにより論理計算との比較が可能となり、定量的な議論が出来た。

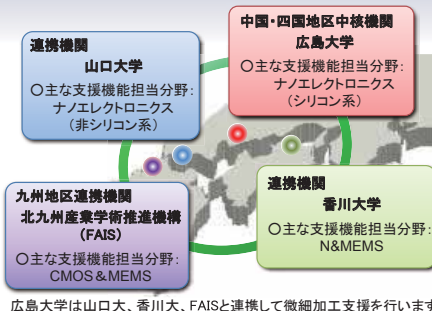
利用形態

共同研究	利用者と支援者が共同で実施する成果公開型研究
機器利用	利用者が自立して、自ら機器を操作する
技術代行	支援者が利用者に代行して設備を操作する
技術相談	利用者からの相談に専門家として応える技術コンサルタントとしての支援
技術補助	操作方法を自ら機器を操作することができるよう使用法を指導する

お問い合わせは、下記のメールアドレス or 電話にてお受け致します。
 ホームページに今までの活動実績などを掲載していますので、是非一度ご覧ください。

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 微細加工支援室

広島大学では、ナノデバイス・バイオ融合科学研究所のスーパークリーンルームに設置された電子線描画装置を始めとするデバイス試作ラインを用いて、シリコンベースの微細加工および微細デバイス作製支援を実施します。シリコン以外の材料に対しても可能な限り対応します。さらにN&MEMS技術、バイオ関連デバイスに関しても異分野融合を推進し、高度で多様な支援を提供します。



研究設備

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所はクラス10のスーパークリーンルーム、及び電子線描画装置、薄膜堆積装置、ドライエッチング装置等のナノデバイス試作ラインを有しており、半導体デバイスを設計から開始してシリコンウェハ上へ試作するまで一貫して行えることが特徴です。



利用形態

共同研究	利用者と支援者が共同で実施する研究
機器利用	利用者が自立して、自ら機器を操作する技術支援
技術代行	支援者が利用者に代行して設備を操作する技術支援（技術代行業が生じます）
技術相談	利用者からの相談に専門家として応える技術コンサルタントとしての支援
技術補助	支援者が補助し、操作方法を指導しながら、利用者が機器を操作する技術支援

利用料金例（平成28年12月現在）

装置名	対応可能な試料サイズ	支援負担金（円/時間）
超高精度電子ビーム描画装置（エリオニクス, ELS-G100）	2～6インチ, カットウェハ	20,000
マスクレス露光装置（ナノシステムソリューションズ D-light DL-1000）	2, 4インチ, カットウェハ	5,500
減圧CVD装置（poly-Si, SiO ₂ , SiN堆積用）	2インチ, カットウェハ	1,600
エッチング装置（Si深掘り用）	4インチ（他のサイズは4インチに貼り付けて対応可）	12,100
イオン注入装置	2インチ, カットウェハ	9,000
ラザフォード後方散乱測定装置	-	5,100

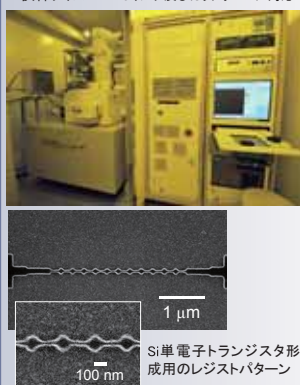
■クリーンルーム利用料は別途900円/時間です。■技術代行の場合は代行業料2700円/時間が生じます。

利用事例

超高精度電子ビーム描画装置（エリオニクスELS-G100）

最小線幅6nmの極微細パターンが描画可能なポイントビーム方式の電子ビーム露光装置です。

- ・加速電圧：25, 50, 75, 100 kV
- ・試料サイズ：2～6インチ及びカットウェハに対応



減圧式化学的気相成長装置（LPCVD）

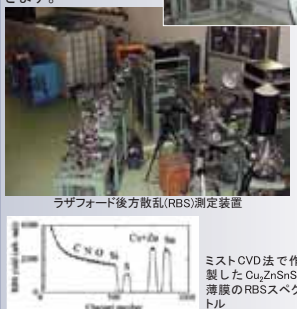
減圧された反応炉でシリコン窒化膜、ポリシリコン膜、又はSiO₂膜を基板上に形成します。

- Poly-Si用：SiH₄の熱分解、635℃
- Si₃N₄用：ジクロロシランとアンモニアの反応、750℃
- SiO₂用：SiH₄とN₂O混合モード、TEOS+オゾンとの2つのモード可能。最高温度850℃



ラザフォード後方散乱(RBS)測定装置

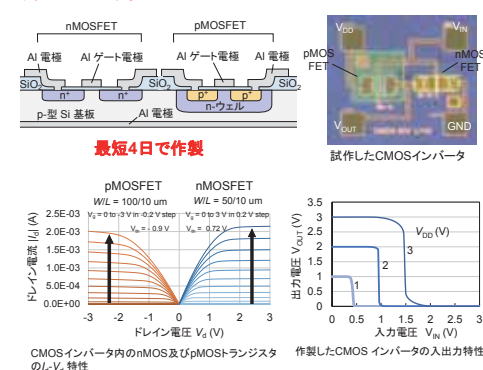
ラザフォード後方散乱分析法(RBS)は、イオンを高速に加速して固体表面に照射し、試料中の原子核との弾性散乱によって後方に跳ね返されたイオンのエネルギーと強度を測定する分析手法です。非破壊で、表面近傍の組成とその深さ方向の変化を調べることが出来ます。



支援技術例

■ 微細加工PF支援のための短納CMOS作製技術

広島大学ではさらなる支援力強化に向けて、CMOSを含むデバイス開発支援を目的とした、短納期CMOS作製技術の開発に取り組んでいます。



ご利用・ご相談については下記のEメールアドレスへお問い合わせ下さい。

問い合わせ：広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 ナノテクノロジープラットフォーム微細加工支援室（田部井 哲夫）
 E-mail: nanotech@hiroshima-u.ac.jp, Phone: 082-424-6265
 ホームページ <http://www.nanofab.hiroshima-u.ac.jp>

山口大学 微細加工プラットフォーム

Support Laboratory of Nanofabrication, Yamaguchi University

■ 紹介

山口大学の支援の特徴

- 10元超高真空スパッタ装置、電子線描画装置など、高品質薄膜製造や微細加工用の特徴ある装置群を保有
- 薄膜形成や微細加工の基盤として極高真空環境での極微量ガス分析装置群を保有
- 誘電体・磁性体・超伝導体など、半導体以外の材料を対象とした支援の実施
- 産業人の人材育成（山口大学公開講座「真空技術の基礎と応用」）と連携
- 日本真空工業会など、産業団体との協力
- **中四国九州連携による支援内容の充実**

PickUp!

合同シンポジウム



第1回：平成25年11月20日
会場 広島大学
参加者 101名

第2回：平成28年11月22日
会場 山口大学
参加者 89名

遠隔講義



第1回：平成27年5月26日
「真空の基礎・真空ポンプの取扱い」
講師：栗巣普揮(山口大)
受講者：48名

第2回：平成28年9月26日
「真空の世界」
講師：栗巣普揮(山口大)
受講者：48名(学外：14名)

その他年数回、4機関Skype会議、ナノ女子会（女性支援者連絡会）を行い、支援の幅の拡大・技術力の向上を目指している

支援装置一覧

微細加工装置

電子線描画装置（加速電圧50kV） PickUp!
電子線描画装置（加速電圧30kV）
マスクアライナー
深掘りエッチング装置
ECRエッチング装置

薄膜形成装置

UHV10元スパッタ装置
3元マグネトロンRFスパッタ装置
クリーンルーム（クラス1000）

超高・極高真空ガス分析装置

ガス放出速度測定装置
昇温脱離ガス分析装置（高感度型） PickUp!
昇温脱離ガス分析装置（ダイナミック型）

微小観察測定装置

触針式表面形状測定装置
走査型電子顕微鏡（SEM）
エリブソメータ（分光型）
試料振動型磁力計（VSM）

電子線描画装置（ELS-7500EX）

ZrO/W熱電界放射型電子銃と最高50kVの加速電圧の採用により最小ビーム径2nmφの極細線用ビームを長時間安定して使用できる。レーザー干渉器搭載ステージ付き。

昇温脱離ガス分析装置（ダイナミック型）



平成26年度稼働開始。電子部品・電子デバイス・封止部品などからの発生ガスを、通電・駆動状態で測定が可能。

ご利用ガイド(詳しくはお問合ください)

- (a) 共同研究 ユーザーと山口大学とが共同で研究を行います。
(b) 機器利用 ユーザー自ら機器を操作することができます。
(c) 技術補助 支援員が補助を行いながら、ユーザーが機器を利用することができます。
(d) 技術代行 ユーザーのご依頼により、代行で支援いたします。
(e) 技術相談 微細加工技術・真空技術の相談に専門家としてお応えいたします。
(f) 人材育成 社会人向けの公開講座や出前講座を開催しています。

■ 利用事例

利用事例① F-15-YA-0015

液体による微量漏れ検出技術の開発

【目的】
液体でも気体と同様に微量漏れが再現でき、漏れ検出が可能なことを実証。

【成果】

Fig.1に液体-気体漏れ流量比較検証装置の模式図を示す。Fig.2にΦ10 μm×2 mの合成石英細管を漏れ孔とした場合の、エタノール（●）とHeガス（□）の漏れ流量の導入圧力依存性の実験結果を示す。液体の漏れ流量は導入圧力の1乗に従い、気体の漏れ流量は導入圧力の2乗に従うという解析結果と一致した。

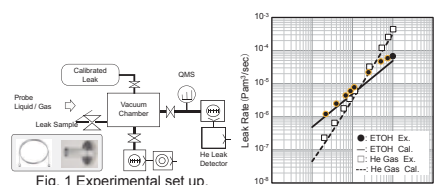


Fig. 2 Pressure changes of leak rates for ethanol and He gas through the leak path made of fused silica tube (φ10mm×2 m).

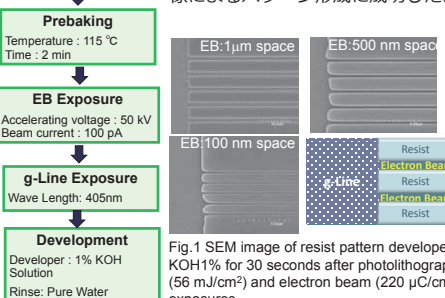
利用事例② F-15-YA-0035

大小混在パターンに対応可能なMEMS向けレジストとプロセスの開発

【目的】
電子線リソグラフィの高分解性と光リソグラフィの高スループット性を活かしたレジストとその現像プロセスの開発。

【成果】

Fig. 1にEB露光後、g線アライナーで露光を行い、現像したラインの形状を示す。EB露光と光露光の接合部が丸まるなど形状に課題は多いが、一括現像によるパターン形成に成功した。



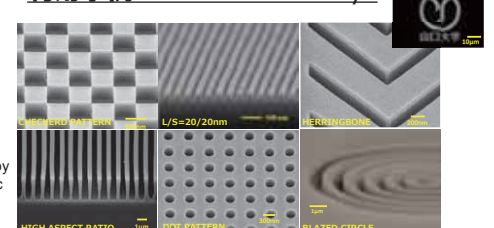
利用事例③微細構造による濡れ性評価



利用事例④種々のフォトマスク作製

高速描画が可能な30kVのEBで2.5インチマスクの作製が可能。

利用事例<EB Photo Gallery>



お問い合わせ先： 山口大学 大学研究推進機構 微細加工支援室（窓口担当：木村 隆幸）
E-mail： nanotech@yamaguchi-u.ac.jp Phone： 0836-85-9993
URL： http://www.nanotech.sangaku.yamaguchi-u.ac.jp/

公益財団法人北九州産業学術推進機構【FAIS】共同研究開発センター
 -九州地区微細加工プラットフォーム拠点-

 北九州学術研究都市
 (北九州市若松区ひびきの)

拠点紹介【FAIS】共同研究開発センター



【FAIS】共同研究開発センター

【FAIS】共同研究開発センターには1階にIC・MEMS関連デバイス研究開発向けのクリーンルームを設置しており、専任の技術スタッフが日々装置メンテナンスや消耗品管理等を実施しています。

2階には貸研究室が7部屋あり、クリーンルームを利用する研究者の居室として活用することが可能です。

 貸研究室
 (面積:42.21m²)


ケミカルプロセス室 イエロールーム レイアウト設計室 組立測定室 マイクロプロセス室



= 利用までの流れ =



= 利用料金表 =

利用種別	利用時間	利用料金
利用種別A	利用時間A	利用料金A
利用種別B	利用時間B	利用料金B
利用種別C	利用時間C	利用料金C
利用種別D	利用時間D	利用料金D
利用種別E	利用時間E	利用料金E
利用種別F	利用時間F	利用料金F
利用種別G	利用時間G	利用料金G
利用種別H	利用時間H	利用料金H
利用種別I	利用時間I	利用料金I
利用種別J	利用時間J	利用料金J
利用種別K	利用時間K	利用料金K
利用種別L	利用時間L	利用料金L
利用種別M	利用時間M	利用料金M
利用種別N	利用時間N	利用料金N
利用種別O	利用時間O	利用料金O
利用種別P	利用時間P	利用料金P
利用種別Q	利用時間Q	利用料金Q
利用種別R	利用時間R	利用料金R
利用種別S	利用時間S	利用料金S
利用種別T	利用時間T	利用料金T
利用種別U	利用時間U	利用料金U
利用種別V	利用時間V	利用料金V
利用種別W	利用時間W	利用料金W
利用種別X	利用時間X	利用料金X
利用種別Y	利用時間Y	利用料金Y
利用種別Z	利用時間Z	利用料金Z

活用例その1【CMOSプロセス品一貫開発支援】

共同研究開発センター独自のCMOS1umプロセスに基いた設計ルールを用いて、回路設計からフォトマスク作製、前工程、後工程、特性評価及び不良解析まで一貫通貫の研究開発を支援します。



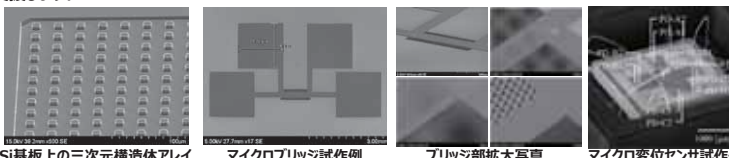
設計から試作・評価までの一貫した研究開発支援



CMOS IC試作例 (6Chipに10ユーザーが相乗りした例)

活用例その2【MEMS微細加工技術支援】

Si系材料を主体とした三次元構造体(マイクロブリッジ・カンチレバー・SiN自立膜等)や、マイクロ変位センサの製作など、数々のSiプロセスの他、水晶、石英、サファイア基板などを使った様々なMEMSデバイスの研究開発を支援します。



Si基板上の三次元構造体アレイ マイクロブリッジ試作例 ブリッジ部拡大写真 マイクロ変位センサ試作例

活用例その3【人材育成】

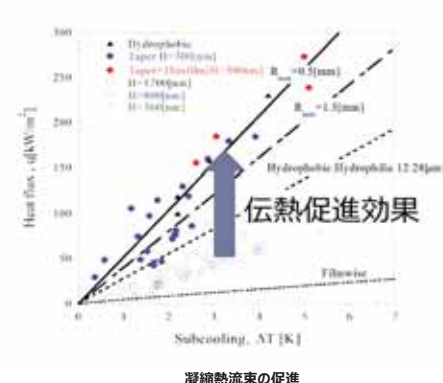
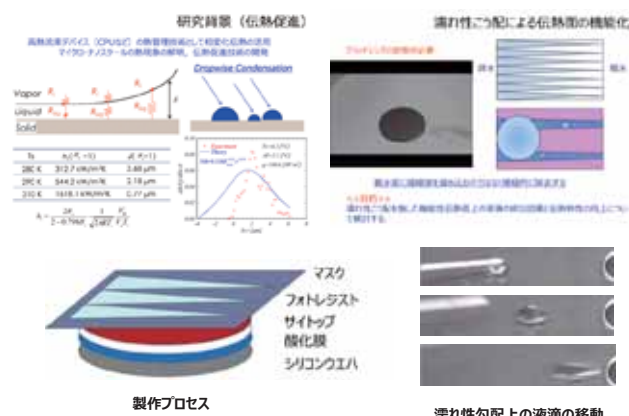
安全教育やオペレーショントレーニングなど、施設を安全に利用するための基礎教育を行うと共に、微細加工技術に応用した実用性の高いアプリケーション創出が可能な人材を育成することを目的とした教育を、IC・MEMS関連の実習型セミナーを通して実施します。



要素技術セミナー IC試作セミナー フォトリソグラフィ実習

支援成果例【伝熱面の機能化による伝熱促進に関する研究】

近年のMEMS技術の発展によって、いわゆる高熱流束デバイスの熱管理問題解決が望まれています。高熱輸送能力を実現するためには相変化伝熱を活用する事が必要であり、ここではコンデンサーに着目し、その凝縮伝熱促進を目的としています。凝縮伝熱促進のためには、微小液滴を活用することが重要であり、成長した液滴を積極的に排除する必要があります。そこで、マイクロスケールの液面上の液滴による伝熱促進を実現する濡れ性こう配を有した機能性伝熱面を製作します。濡れ性こう配とは液滴面積から親水面へと面積比が徐々に変化する形状であり、それによって液滴前後に接触角度差が生まれ、液滴が親水面へと輸送されるものです。マイクロ・ナノスケールにおいては重力や蒸気のせん断力による液滴の排除は期待できず、成長した液滴による流路閉塞の可能性も考えられます。そこで、この濡れ性こう配によって液滴排除効果を高めるとともに、微小液滴による伝熱促進を実現します。



問い合わせ：公益財団法人北九州産業学術推進機構 共同研究開発センター (上野・安藤・竹内)
 E-mail: nano01@hibikino.ne.jp Phone: 093-695-3007
 ホームページ <http://www.ksrp.or.jp/faiss/sec/nano/index.html>

分子・物質合成プラットフォーム

- 機能性有機・無機材料・ナノ材料・生体分子等の合成、分子物質設計を支援します。
- 先端機器を用いた構造・機能特性の評価等を支援します。
- 初心者でも、材料合成～装置の操作方法まで、丁寧に教えます

幅広い分野の支援

合成・ものづくりから、評価・分析までを総合的にサポートし、新規材料の研究開発を応援します。それぞれの実施機関の特徴を生かした研究設備も充実しており、最先端の大型設備から、オリジナルな特殊装置、一般的な装置まで多種多様に揃えています。



最先端の装置の利用



超高磁場NMRや極端紫外光施設、各種電子顕微鏡、バイオイメージング、各種分光装置など、安価に利用出来ます。

ものづくり・合成も支援します



新規化合物の有機合成、新奇カーボン材料の合成、ナノ粒子、生体分子調製など、ものづくり・合成も支援しています。

カーボンナノチューブ(CNT)複合材の開発を行っています。



ナノフロンティアテクノロジー株式会社 (津田薫 様)

(利用機関: 九州大学)

CNTを用いた太陽熱吸収体や燃料電池のセパレーター等の研究を進めています。集熱体は太陽熱発電の材料としての利用が期待されています。九大には、CNTに特化した装置が沢山あることも魅力ですが、何よりデータの考察などアドバイス頂ける事が一番の魅力だと思います。また利用料も安価ですので、何サンプルも測定しないといけない事が多いので、思う存分データが取れるのは本当に助かっています。



タバコ培養細胞を用いて、今までできなかったタンパク質を作ることができます。



石川県立大学 (森正之准教授)

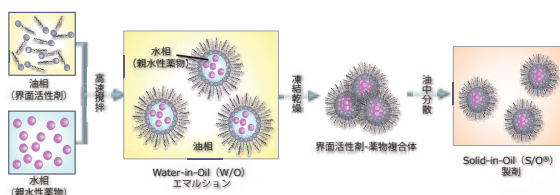
(利用機関: JAIST)

タバコ培養細胞を用いれば、今まで作ることができなかったタンパク質をつくることができます。これは非常に画期的なことです。どんなタンパク質も作れるというのは高い需要があり、しかも大量に作ることができます。医薬やバイオの研究者は何をするにも必ずタンパク質が必要となります。我々のような小さな地方大で大型のNMRが買えるはずがありません。ですが、ナノプラは非常に安価に、そして技術職員のサポート付で装置が使えます。正直あまり周りに教えたくないですね。



S/O化技術を利用した化粧品の開発

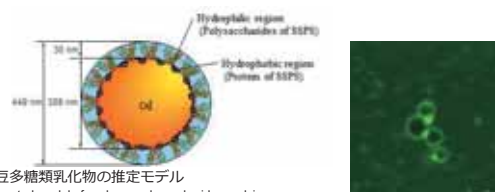
Solid-in-oil (S/O®) 調製方法



有効成分を界面活性剤のコアで包み、油相にナノ分散化させるS/O技術を用い、新たな化粧品の開発に成功した。


 マルバーン社製
 ゼータサイザー
 ナノ ZS

食品に重要な乳化物の構造を直接確認

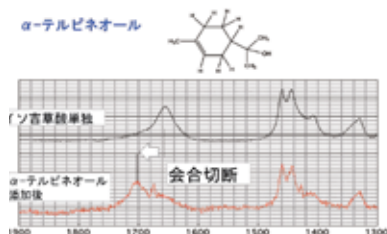

 大豆多糖類乳化物の推定モデル
 Estimated model of soybean polysaccharide emulsion

蛍光標識した大豆多糖類でモデルを確認

・大豆多糖類の乳化物を共焦点顕微鏡で直接観察し、推定モデルが現実のものに近いことを確認した。



自然の消臭力を科学で解明 檜をラマンで、ラタンをSEMで観察



ひのき精油成分に多様な分子が含まれることをNMRで確認。次にラマン分光分析で、悪臭であるイソ吉草酸が、ひのき精油成分によって会合切断されていることがわかった。



籐内部の微細構造とタバコの煙が吸着される様子を走査型電子顕微鏡を用いて観察し、籐の高通気性構造が煙の吸着に有効に働いていることも分かった。



漆喰の成分、構造の分析にSEMを利用しました。

株式会社漆喰九一
(福田正伸 様)

(利用機関: 名古屋工業大学)

漆喰の施工～開発を行っています。

実際にSEMや成分分析をされた結果を見てとても驚きました。杉の粉を混合した漆喰は構造に違いが見られて、漆喰の性質とも相関があったので、お客さんに説明するときにもとても役立っています。

大学との共同研究で素材を提供するなど、科学的な研究とも繋がりが出来はじめています。名工大での最先端の装置利用を通じて、古きよきものを科学の視点で解明して、普及したいというのと、作り手とお客さんが心を通わせられるような仕事がしたいと思っています。



芝の葉の表面を共焦点レーザー顕微鏡や卓上型SEMを用いて観察しました。

株式会社アクションコーポレーション
アクション植物科学研究所
(宇城正和 様)

(利用機関: NIMS)

NIMSにて、最先端の様々な装置を利用する機会を頂きました。

小さな会社でも世界と戦いたい。それを支えてくれるのはNIMSの皆様や装置を使える環境のお蔭です。国際芝草学会でデータとして共焦点レーザー顕微鏡像による観察結果を発表したところ、発表後すぐに海外の大学から直接質問を受けるなど、高い興味を持って頂きました。学会発表や論文投稿もコンスタントにできるようになり、会社本体の取引にも良い影響が出ています。他の代理店からも、さらなる研究成果の期待を実感しています。



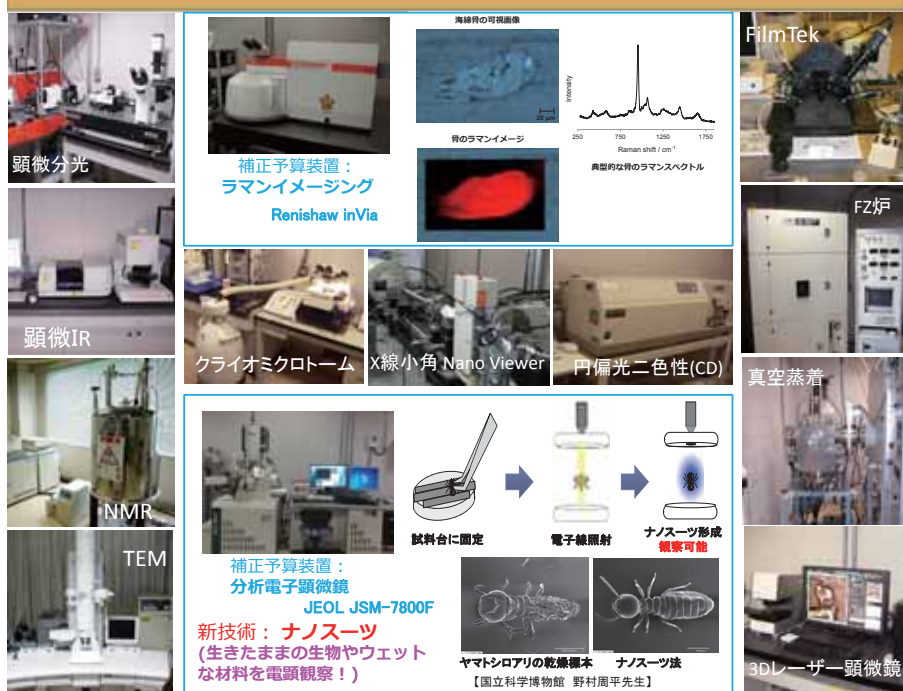
千歳科学技術大学 分子・物質合成プラットフォーム - 北海道バイオ・材料イノベーション -

千歳科学技術大学では、光ナノテクノロジーに関する研究を活かし、電子・光を制御する新規ナノデバイスの創製・評価、有機分子・無機セラミックスの合成・分析への研究支援を行います。

バイオ分野の食品・環境分析・材料の活用などを通し、産業が活性化することを目的とした「バイオ・材料イノベーション」を支援します。

具体的な支援内容としては、分子・物質合成に必要なNMRや化学系分光器を用いた合成過程の測定、TEMやEDX、高分子計測装置や表面物性測定装置を用いた材料の評価、FZ炉や薄膜形成支援装置を用いた構造体作製などを行います。これらを有機的に連携させることで、材料の合成研究や利用者のナノテクノロジー知識の育成から最終製品の評価までの一貫したサポートを行うことを目指しています。

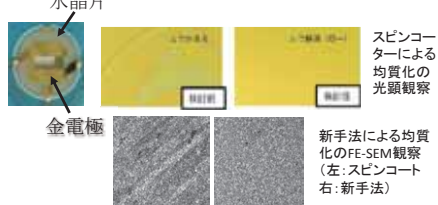
研究設備



装置群	装置名(製造業者、型番)
化学系分光測定装置群	元素分析装置(Perkin Elmer II 2400) 紫外近赤外分光装置(日本分光 V-670) 顕微分光システム(Photon Design社 PDP-353) 赤外分光装置(島津製作所 FTIR-8700) 顕微IR(島津製作所 AIM-8800) 顕微ラマン分光(Photon Design社 RSM-310) ラマンイメージング(Renishaw社 inVia) 蛍光分光装置(島津製作所 RF-5300PC) NMR(日本電子 JNM-ECP400)
顕微鏡群	3D測定レーザー顕微鏡(オリンパス LEXT OLS4000) 蛍光顕微鏡(オリンパス BX51) 走査型プローブ顕微鏡(日本電子 JSPM-5200, JSPM-4200) 走査型電子顕微鏡(キーエンス VE-8800) 電界放出形走査電子顕微鏡(日本電子 JSM-7800F) 透過型電子顕微鏡(日立 H-7600) クライオミクローム(ライカ ULTRACUT UCT) クロスセクションポリッシャー(日本電子 IB-09010CP)
表面物性測定装置群	走査型近接場光学顕微分光システム【SNOM】(日本分光 NFS-230) 分光エリプソメーター(日本分光 M-150) X線解析装置(リガク RINT2000) X線小角散乱装置(リガク Nano Viewer) 表面分析装置(理研計器 AC-1) 触針式表面形状測定器(アルバック Dektak 6M) 非接触光学式薄膜計測システム(Film Tek 4000) 接触角計(協和界面科学 DM-501)
薄膜形成支援装置群	自己組織化構造作成装置(ESD-23改) スパッタ装置(ALS E-100; アルバック VPC-260; アネルバ L-043E-TN; アルバック MUE-ECO-C2) 液晶配向膜ラビング装置(日本文化精工) リアクティブエッチング装置(サムコ FA-1) スピニング装置(ミカサ 1HD7, 共和理研 RIE-10NR)
高分子計測装置群	オートグラフ(島津製作所 AGS-H) 熱量測定装置(島津製作所 TGA-50) 示差走査熱量計(島津製作所 DSC-60)
機能性分子・高分子合成	有機合成(蛍光性分子、液晶分子)、高分子合成 ドラフト(島津製作所 CBI-ZC18S) グロブボックス(美和製作所 SDB-1T) サイズ排除クロマトグラフィー(島津製作所 CLASS-VP) キャピラリーガスクロマトグラフ(島津製作所 GC14B) 真空ミキサー(泡とり練太郎、シンキー社 ARV200) FZ炉(キャノンマシナリー SC-M50XS) 湿式微粒化装置(ジェットミル、常光 JN20)

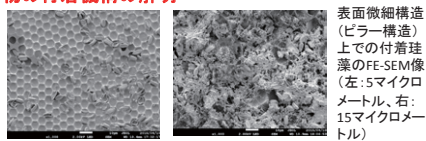
利用事例

ビールのコク定量に用いるQCMセンサに塗布した脂質膜高度均質化



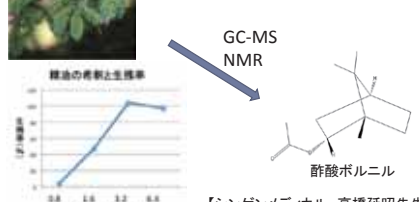
【日本電波工業 忍和歌子、柳澤祐希様】

防汚性表面微細構造開発に向けた海洋付着生物の付着機構の解明

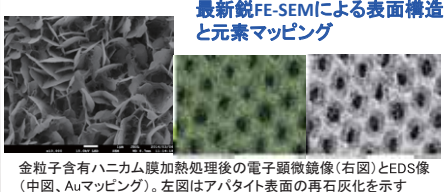


【旭川医大 室崎喬之先生】

アカエゾマツ新芽芳香香・精油の抗腫瘍活性物質同定



最新鋭FE-SEMによる表面構造と元素マッピング



【北海道医療大学歯学部 倉重圭史先生】

利用形態と利用料金

- 1.「利用相談」* 2.「技術相談」
- 3.「技術代行」 4.「技術補助」
- 5.「機器利用」 6.「共同研究」

* 1.「利用相談」に限り無料

従量制

成果公開型 学5,000円/日、企5,000円/日¹

成果非公開型 10,000円/日²

定額制(成果公開型のみ)

50,000円/年 30,000円/6ヶ月 15,000円/1ヶ月

¹4月から企10,000円/日 ²15,000円/日 (予定)

東北大学 分子・物質合成プラットフォーム — 東北大学融合技術支援センター —

機能性分子や生理活性有機化合物などナノテクノロジー研究に必要な様々な化合物の合成、構造解析や物性評価を主な支援内容とします。また、半導体研究用の薄膜・単結晶・電極作製装置や機能性評価用装置により、化合物のデバイス化の支援を行います。

有機合成

薄膜・結晶
・電極作製

構造解析

物性評価

 ナノテクノロジー
材料開発の総合
支援

設備

■分子合成装置群



■半導体デバイス作製システム (グローブボックス、管状炉、蒸着装置)



■核磁気共鳴装置



■ICP発光分析装置



■絶対PL量子収率測定装置



■光励起キャリア易動度測定装置



■プローブステーション



■膜厚測定装置



■多目的X線回折装置



■大気中光電子分光装置



■熱分析装置

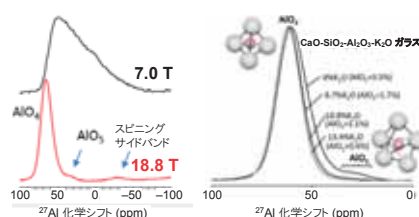

 ■半導体
デバイス
アナライザ


利用事例

■核磁気共鳴装置

JNM-ECA 800 MHz NMR

世界最高速の80 kHzでマジック角回転が可能な試料管外径1ミリの測定システムを搭載したNMRで、極微量の固体(0.8 μL)および溶液(0.07 mL)サンプルの超高感度測定が可能です。



CASガラスの²⁷Al固体NMRスペクトル

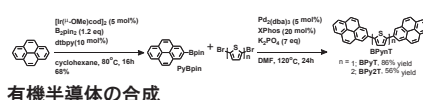
²⁷Alのような四極子核でも18.8 Tの高磁場により、高い分離能が得られます。

■分子合成装置群

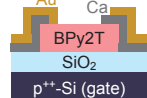
■半導体デバイス作製システム

■プローブステーション

■半導体デバイスアナライザ



有機半導体の合成



有機単結晶トランジスタの作製



トランジスタの両極性動作と再結合発光

グローブボックス直結の蒸着装置と測定装置により、大気にさらさずに素子作製から測定までが可能です。

利用形態と利用料金

機器利用 利用者が来所し、自ら測定・解析を行います。

技術補助 支援者の補助・指導の下、利用者が測定・解析を行います。

技術代行 支援員が測定・解析を行い、結果を利用者に提供します。

利用料金例

核磁気共鳴装置【成果公開】6,300円/時間、【成果非公開】35,296円/時間

絶対PL量子収率測定装置【成果公開】機器利用334円/時間、技術補助1,327円/時間、技術代行1,824円/時間、【成果非公開】機器利用1,079円/時間、技術補助1,576円/時間、技術代行2,818円/時間

問い合わせ：東北大学 原子分子材料科学高等研究機構（谷垣勝己）
E-mail: tanigaki@m.tohoku.ac.jp, Phone: 022-217-6166
ホームページ <http://cints-tohoku.jp/>



文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業
分子・物質合成プラットフォーム



物質・材料研究機構 NIMS分子・物質合成プラットフォーム
ナノテクノロジー融合ステーション ナノバイオグループ

設備の共同利用
技術的課題の解決
産学官連携・異分野融合

主な研究設備



利用例

ラマン分光による脂肪の結晶状態イメージング技術の開発
(独)農研機構畜産草地研究所 本山三知代 様

Refrigeration duration: 0 hours, 4 hours, 10 hours, 2 months

Optical image

Crystallinity

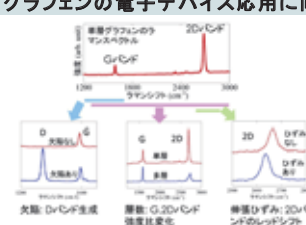
α/β ratio

図1: 大豆多糖類乳化物の推定モデル

図2: 蛍光標識した大豆多糖類が油滴表面を覆っている

図3: エマルジョンの断面像

グラフェンの電子デバイス応用に向けた基礎伝導特性の解明と制御
筑波大学 神田 晶申 様



グラフェンのラマン分光



グラフェンを用いた電子デバイス

図1: 大豆多糖類乳化物の推定モデル

図2: 蛍光標識した大豆多糖類が油滴表面を覆っている

図3: エマルジョンの断面像

食品の微細構造の観察～大豆由来水溶性多糖類の乳化作用に関して～
不二製油株式会社 中村 彰宏 様

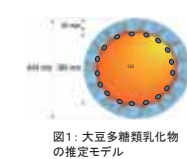


図1: 大豆多糖類乳化物の推定モデル

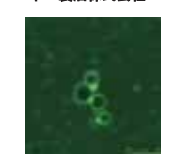


図2: 蛍光標識した大豆多糖類が油滴表面を覆っている

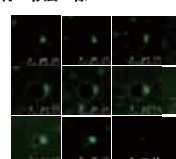
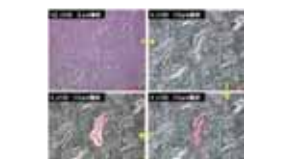
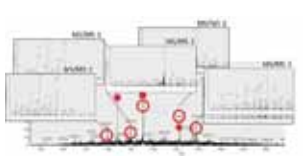


図3: エマルジョンの断面像

臨床プロテオミクスによる新規バイオマーカー探索
東北大学医学部 高館 達之 様



LMDによる癌組織のダイセクション



LC-MS/MSによるプロテオーム解析

利用形態

機器利用
利用者が施設を訪れ自分で機器を操作する。

技術補助
利用者が施設を訪れ自分で機器を操作する際に支援スタッフが技術指導、補助を行う。

技術代行
利用者とスタッフが打ち合わせを重ねながらすすめる。
例) マイクロアレイ解析
プロテオーム解析

利用料金

装置	大学・公的研究機関所属ユーザー		装置	中小企業所属ユーザー		装置	大企業所属ユーザー	
	機器利用	技術補助		機器利用	技術補助		機器利用	技術補助
LC/MS/MSおよびSP5	¥1,000	¥1,750	LC/MS/MSおよびSP5	¥2,000	¥3,500	LC/MS/MSおよびSP5	¥3,000	¥5,250
上記以外の装置	¥500	¥1,250	上記以外の装置	¥1,000	¥2,500	上記以外の装置	¥1,500	¥3,750

* 料金はすべて1時間当たり、消費税別

施設見学は随時に受け付けます。事前にご連絡下さい。

問い合わせ：物質・材料研究機構 分子・物質合成プラットフォーム
E-mail: SML-office@nims.go.jp Phone: 029-859-2399
ホームページ <http://www.nims.go.jp/mmmp/>

信州大学・カーボン科学研究所 分子・物質合成プラットフォーム
 ー新奇ナノカーボン材料・合成と評価拠点ー

カーボンナノチューブ発祥の地: 信州大学ではナノカーボンの多様化を目指して命名した新奇ナノカーボンの合成から構造評価・特性評価さらにはナノ複合化によって得られる新規機能創出までを一貫して支援できる態勢を準備しております。異種元素添加ナノカーボン、金属内包Peapodsなど新奇ナノカーボンを通じて今までに経験されたことのない新規機能・特性発現を支援いたします。

共用研究設備

①ナノカーボン合成



横型CVD装置



縦型CVD装置

②高倍率観察



CsTEM



STEM



FE-SEM

③合成・その場観察



環境TEM



触媒制御ナノカーボン合成解析装置



ダイヤモンド電極合成装置

④特性評価



PPMS



TriMan

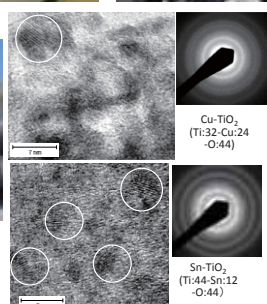


XPS

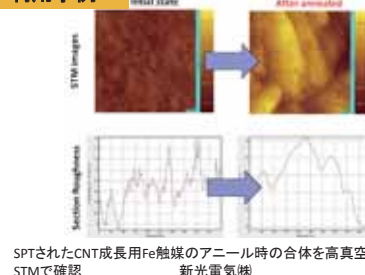
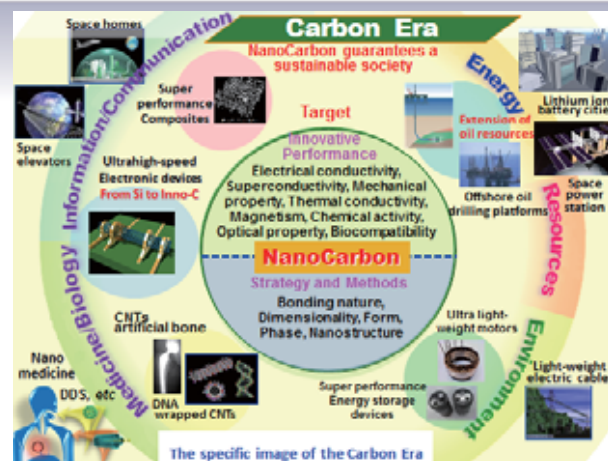
利用事例1



JR茨木駅に施工されたチタニア基防汚膜
チタニア基膜のTEM明視野像と
電子線回折像
サステナブルテクノロジー株式会社

Cu-TiO₂
(Ti:32-Cu:24
-O:44)Sn-TiO₂
(Ti:44-Sn:12
-O:44)

利用事例2

SPTされたCNT成長用Fe触媒のアニール時の合体を高真空STMで確認
新光電気株

⑤その他共用機器

熱処理装置
高温熱処理装置
Hydroshot
2軸押し出し混練装置
ラボプラストミル

特性等評価用前処理は
ご相談ください。

利用について

拠点利用をご希望の場合は以下の手順で進めますのでご相談ください

利用手順

- ①事前確認 ご利用の可能性確認
- ②申請 可能性ありの場合、申請書提出
- ③審査 申請内容を審査、可否報告
- ④設備利用 可の時、担当研究者と利用協議
- ⑤報告 利用後成果報告書作成
- ⑥成果公開 原則公開(猶予規定あり)

利用形態

(共同研究型推奨)

- ①共同研究型 担当研究者と協議・実験・解析
- ②機器利用型 利用者に実験・解析

利用料・課金 (平成28年度より)

共同研究型利用 6か月の利用料: 50,000円
機器利用 1日当たり10,000円~20,000円
(日数加算等あり、詳細はご相談願います)

お問い合わせ

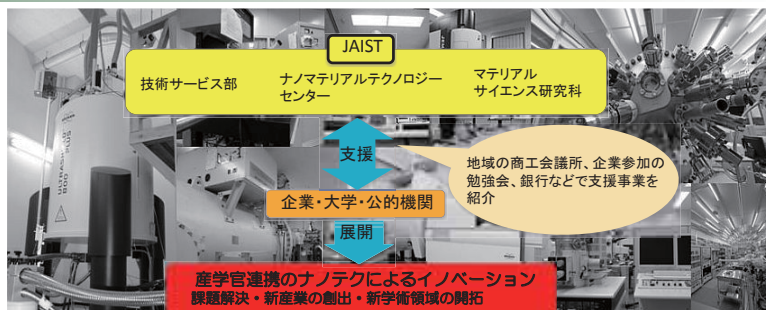
信州大学 カーボン科学研究所

E-mail: icst@shinshu-u.ac.jp, Phone: 026-269-5230(橋本), 026-269-5670(事務 倉田)

 ホームページ: <http://www.shinshu-u.ac.jp/institution/icst/nano/>

北陸先端科学技術大学院大学 —全学体制で組織的に分子物質合成を支援—

本州日本海側唯一のプラットフォーム参画機関として、地域を中心に全国からの依頼を広く受け付けます。共通利用機器・設備を一元管理しているナノマテリアルテクノロジーセンター、全ての技術職員が所属する全学組織の技術サービス部、専門知識を持つ教員が所属するマテリアルサイエンス研究科が協力して、本事業を推進します。学外の研究者・技術者からの依頼に応じて、新産業創出や新学術領域開拓につながる新しい分子・物質の合成とその性状評価を支援します。



研究設備

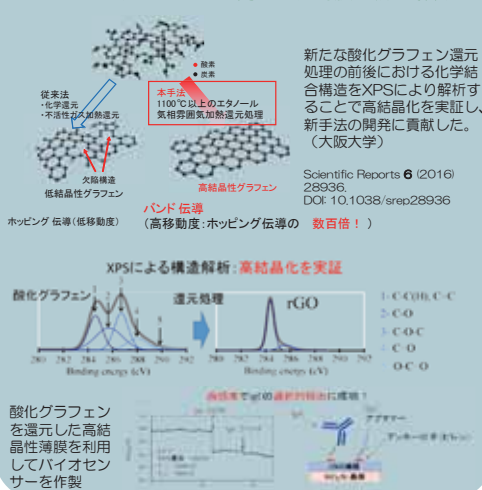


設備名	装置名、仕様
核磁気共鳴装置群	Bruker Biospin AVANCE III 800MHz (超高感度検出器付き)、400MHz (自動サンプリングチェンジャー付き)
質量分析装置	Bruker Daltonics FT-ICR MS Solarix Bruker Daltonics MALDI-TOF/TOF MS UltrafleXtreme
極低温物性評価装置	Quantum design MPMS-XL7SK (超伝導量子干渉観測磁束計 SQUID)
透過型電子顕微鏡群	日立ハイテクノロジーズ TEM H-7650, H-9000 日本電子 STEM ARM-200F
多機能顕微鏡群	日立ハイテクノロジーズ SEM S-5200 日本電子 EPMA JXA-8900 アルバックファイ SAM 670 SII SPI-3800N/SPA-400 (AFM) ホリバ JY T64000 (ラマン)
電子顕微鏡観察試料作製装置	SII FIB SMI 3050
X線・イオン解析装置群	パナリテカル X'Pert PRO MRD Epi 理学 XRD SmartLab 島津クレートス XPS AXIS-ULTRA DLD 理研計器 UPS AC-2

装置・設備の詳しい紹介(動画あり)を下記のサイトで公開しています。
<http://www.jaist.ac.jp/ms/equipments/index.html>

利用事例

還元した酸化グラフェン高結晶性薄膜の構造解析

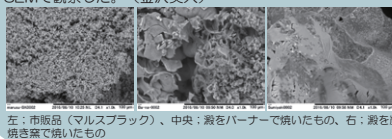


昨年度(H27年度)の支援実績は、企業13件、大学・公的機関45件。

研究の成果を成果報告書(A4で2ページ程度)としてご提出頂き、それをWEB公開します(公開猶予(最大2年)制度あり)。

再現された幻の黒色顔料の観察

19世紀まで存在していたといわれているワインの澱を炭化させて作った『ドイツの黒』または『フランクフルトブラック』は、17世紀に書かれたアブラム・ボスの『腐蝕銅板画技法』に記されている。この幻の黒色顔料を再現した試料をSEMで観察した。(金沢美大)



利用形態

技術代行: JAISTスタッフが機器を使用して依頼試料を測定

装置利用: 利用者が自分で機器を操作

利用料金

	大学・公的研究機関	企業
1日(1装置)利用	10,000	20,000
半年パス(最大20日利用)	100,000	200,000
年間パス(最大40日利用)	200,000	400,000

* どちらの利用形態でも同一料金です。

秘密保持契約・包括契約を結べる自主事業も行っています。お気軽に下記までご相談ください。

問い合わせ: 北陸先端科学技術大学院大学 分子物質合成プラットフォーム 運営委員会
E-mail: nano-net@jaist.ac.jp Phone: 0761-51-1449
ホームページ: <http://www.jaist.ac.jp/NanoPlat/index.html>





分子科学研究所

最先端の設備から、有機・無機合成のものづくりまで幅広く支援



走査型電子顕微鏡



ESR



3次元プロファイラー



有機太陽電池・デバイス作製



有機合成、無機合成



レーザー装置



NMR



UVSOR



大型計算機、分子シミュレーション

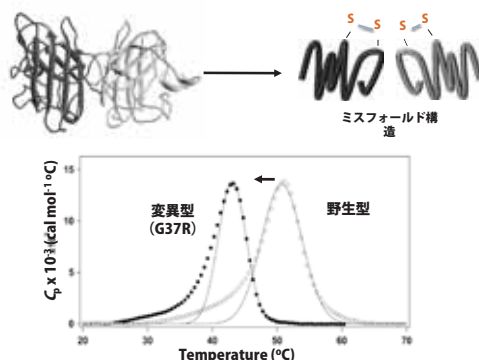
利用事例

神経変性疾患の発症に関わるタンパク質ミスフォールディング

^a慶應義塾大学理工学部, ^b分子科学研究所協奏分子システム研究センター
 古川 良明^a, 安齋 樹^a, 向山 厚^b, 秋山 修志^b



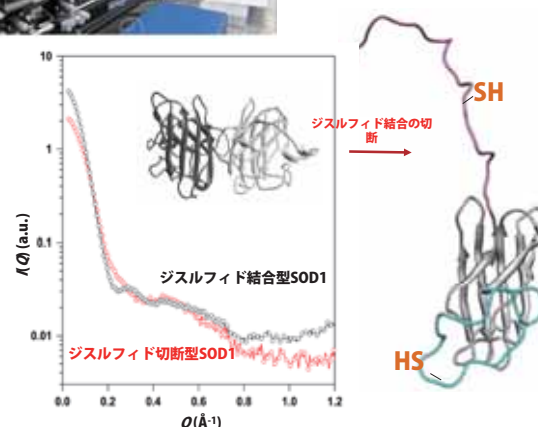
示差走査熱量計
 MicroCal製
 型式: VP-DSC
 セル容量: 500 μ l
 スキャン速度
 Upscan mode: 0~90°C/h r
 Downscan mode: 0~60°C/h r



スーパーオキシディスムターゼ 1 (SOD1) の構造の熱安定性が低下し、体温付近では二次構造を失ったミスフォールド状態となるのではないかと推測された。



X線溶液散乱計測システム
 リガク社製
 型式: NANO-Viewer
 検出器: PILATUS 200K
 (DECTRIS社製)



SOD1のジスルフィド結合が切断され、ループ構造が大幅に揺らぐ姿を捉えることに成功し、SOD1が凝集する機構を明らかにできた。

名古屋大学 分子・物質合成プラットフォーム

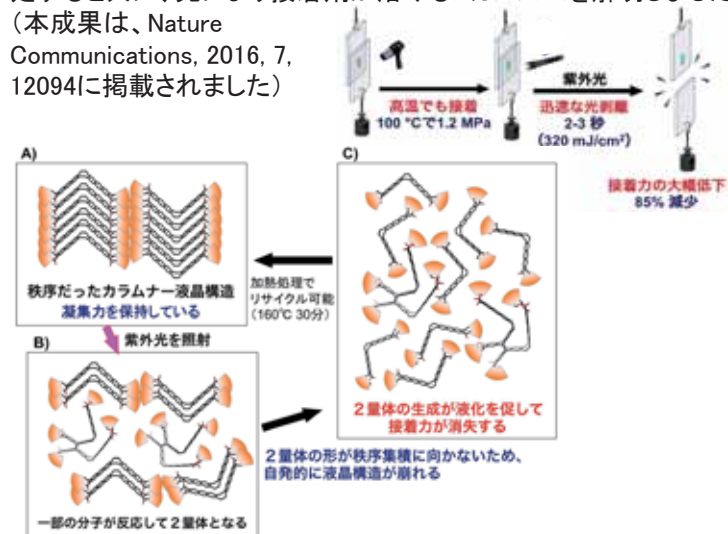
名古屋大学「分子物質合成プラットフォーム」事業では、ナノテクノロジーに関わる最先端の研究設備とその活用のノウハウを提供することにより、産学官の多様な利用者による共同利用を促進し、個々の利用者に対して問題解決への最短アプローチを提供するとともに、産学官連携や異分野融合を推進することを目的としています。

当事業では、がんや生活習慣病診断・治療・予防・創薬のための次世代ナノバイオ分子物質合成や前臨床研究支援に加え、機能性キラル分子、高分子ナノ薄膜等の有機・高分子分子物質合成支援など、化学～生体まで多岐にわたる合成・分析機器を提供します。



☆高温でも使える、光で剥がせる接着材料の開発に成功(京都大、名古屋大)

光を当てて剥がすことができる仮固定用接着剤として、光応答性液晶化合物の開発に成功しました。この接着剤は、①高温環境下でも高接着力を維持、②紫外光照射で迅速な剥離が可能という新しい機能を持っています。In-Situ X線回折により、この液晶構造を同定すると共に、光により接着剤が溶けるメカニズムを解明しました。(本成果は、Nature Communications, 2016, 7, 12094に掲載されました)



☆遷移金属水酸化物-プルシアンブルーナノ粒子複合体の構造とセシウム吸着特性の解明(三重中央開発(株))

放射性セシウム汚染水の処理剤として、プルシアンブルー(PB)の溶出を抑制し、セシウム吸着能力も高い遷移金属水酸化物との複合体(PB-X)を開発しました。PB-XのX線回折、SEM観察により、遷移金属(例: Cu)がPBIに強固に結合すると共に二次粒子を大きくすることで溶出を抑制すること、微細な一次粒子によりセシウム吸着性能が高いことを明らかにしました。

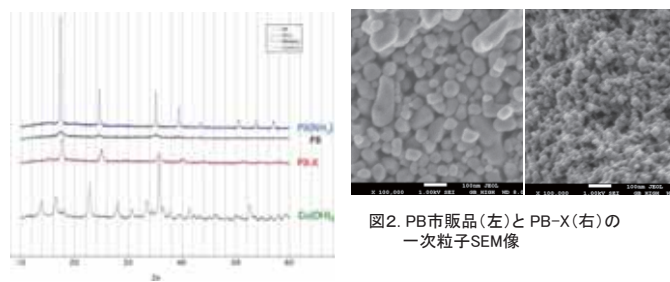


図1. PB-XとPB市販品、合成品のX線回折

図2. PB市販品(左)とPB-X(右)の一次粒子SEM像

公的機関ならではの低料金設定

料金表の詳細は、下記Webページをご覧ください。

問い合わせ：名古屋大学分子・物質合成プラットフォーム事務局
E-mail: nano-platform@apchem.nagoya-u.ac.jp, Phone: 052-789-4609
ホームページ <http://nano-platform.apchem.nagoya-u.ac.jp>

名古屋工業大学 スマートマテリアル創成支援

ナノ粒子、カーボンナノファイバー、グラフェン、生体関連の機能性分子の合成と、メスバウアー分光、電子顕微鏡などの試料評価を実施してます

● 複合ナノ粒子の気相合成支援

気相合成法をベースとした、ナノサイズの高純度金属および酸化物粒子の合成、表面を被覆した「コアシェル粒子」や異種元素のナノ粒子が接合した「バイメタル粒子」の試料作製を支援します。



● ナノカーボンの環境に優しい合成と評価支援

種々の基板表面へのカーボンナノファイバー(CNF)の室温形成、グラフェンの化学気相合成、有機半導体との融合デバイスの開発と評価、および電子顕微鏡(TEM, SEM)とプローブ技術を組み合わせたナノ材料の精密評価等の各種支援を行います。



中規模CNF室温合成装置

TEM中電気特性評価例
SEM中機械特性評価例



● 生物分子関連の新規化合物合成支援

シデロフォアの鉄捕捉機能を利用し、微生物等の細胞の認識・識別・構造解析が可能なナノ構造解析装置により、新規化合物の合成と生物分子との相互作用等をはじめ、化合物の詳細な解析について支援します。



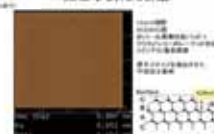
微生物検出システム

● 分子合成テンプレート創成と評価支援

ガラス、セラミクス、金属等の各種基板材料上に超平滑面を形成し、分子合成用溝構造(マイクロラボ)を創成します。また、溝構造中での分子合成挙動評価支援を行います。

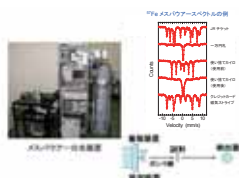


加工事例: SiC研削

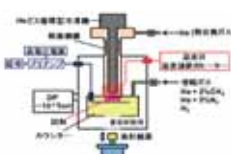


● メスバウアー分光支援

原子核によるガンマ線の共鳴吸収スペクトルから局所的な価数状態や結晶構造や磁性を評価することができるメスバウアー分光法を通じて、ナノスケールの微粒子、析出物、薄膜などの局所物性評価を行い、ユーザーの分子物質合成を支援します。



低温動作散乱法測定装置



利用形態と利用実績

・受託試験

外部研究者・技術者からの依頼を受けて、材料の試験や試料作製を行います。事前打ち合わせ後、依頼者立ち会いで行います。試料をお預かりし、測定結果を郵送することも可能です。

備前利用: 利用者自ら機器を操作する
技術代行: 支援者が利用者に代行して機器を操作する

・共同研究

外部研究者が本支援で行う研究分野の技術・知識を有していない場合、あるいは試料が多数あり、一連の試験を希望される場合は、共同研究の形態が便利です。支援内容・利用形態の詳細や申請書類については、「お問い合わせ」先までご連絡下さい。

利用設備の例

- ・高分解能透過電子顕微鏡
- ・振動試料型磁力計(VSM)
- ・メスバウアー分光装置(線源Fe, Sn)
- ・単結晶X線構造解析装置
- ・質量分析装置(ESI-MS)

- ・PLSスペクトル・PL寿命測定装置
- ・UV/VIS/NIR分光光度計
- ・グラフェン・カーボンナノチューブ合成装置
- ・特型表面ナノ構造形成装置
- ・超精密電子材料基板平坦化装置
- ・原子分解能分析電子顕微鏡(ARM200F)

平成27年度実績

民間企業	9件
大学(外部)	19件
(内部)	16件
公的研究機関	5件
その他	0件
合計	49件

主な利用形態内訳
共同研究 53%、機器利用 22%

利用事例

単結晶炭化ケ素を刃先とする精密加工用刃物開発

ユーザー:ピーティーティー(株) 青木 孝
実施担当者:江藤敬徳



図1. 切削後の被削材に変形が見られない事で残留応力が発生していないことが確認できた。(金属・半導体の微細加工)
切削現場で大きな問題となっていた切り屑の飛散による被害を抑制でき、大幅な環境改善が望める。

残留応力の少ない切り屑を目指した鋭利なSiC切削工具の開発、最終的には、医療分野における人体細胞の薄層化に対応できるSiC単結晶の医療用ナイフ及びプラスチックレンズの超精密加工用SiC単結晶工具の開発を目指し実施した。

新規に開発したSiCドリルは、CFRP材の穿孔実験で、切削性と加工精度が飛躍的に改善され、CFRP内部の加工変質を抑制できた。右図は純チタン加工の事例である。切削現場で大きな問題となっていた切り屑の飛散による被害を抑制でき、大幅な環境改善が望める。また、新ドーピングSiC単結晶のCMP加工により、刃先丸みを20nm以下に鋭利化した切削工具の開発に成功した。現在、SiC単結晶の医療用ナイフ及びプラスチックレンズの超精密加工用工具を開発中である。

バイオフィームに対する高分子ナノ粒子の抗菌作用の微視的評価

ユーザー:慶知学院大学 高橋知里
実施担当者:種村敬徳

カテーテルやペースメーカー、人工関節などが治療に大きく貢献しているが、バイオフィーム形成の温床となるなど、院内感染症の感染源の一つとして問題となっている。そこで、バイオフィームに対する高分子ナノキャリアの抗菌作用を可視化し、その情報を基にバイオフィームの形成を阻害可能なドラッグデリバリーシステム製剤の開発を試みる。

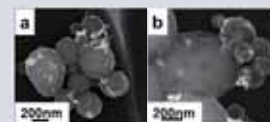


図1. (a)銀ナノ粒子を封入したPLGAナノ粒子と(b)銀ナノ粒子を封入したPLGAナノ粒子を投与したバイオフィームのSTEM像

高分子基剤や表面修飾物質、封入薬剤の異なる高分子ナノ粒子を調製し、バイオフィームに対する付着・侵入挙動の違いを捉えることができた(図1, 2)。今回の実験で、試料作製の際のイオン液体処理と試料冷却による走査透過電子顕微鏡(STEM)観察の組み合わせにより、ダメージを受けやすい有機材料の観察が可能であることがわかった。従来の定量的評価とこれらの形態学的評価を基に、バイオフィームの形成および菌の増殖を直接阻害するナノ粒子キャリアの設計をすることができた。



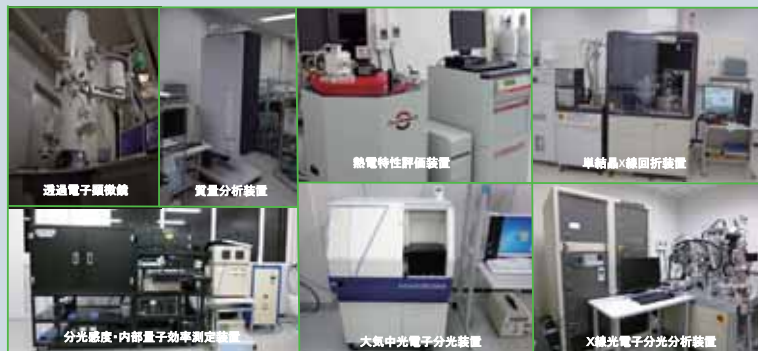
図2. (a)クラリスロマイシンを封入したPLGAナノ粒子と(b)クラリスロマイシンを封入したPLGAナノ粒子を投与したバイオフィームのSTEM像

奈良先端科学技術大学院大学 分子・物質合成プラットフォーム 最先端ナノテクノロジー研究施設の共用化と高度技術支援

全教員参加による協力研究制度、高度な専門技術を持つ技術職員・技術補佐員、連携・技術調査を専門とする連携マネージャー、およびリーズナブルな利用料金により、**新材料創成**と**ものづくり**に貢献し、**アカデミア**だけではなく、**産業界**、特に、中小・ベンチャー企業にご活用いただいています。

主な支援機器

透過型電子顕微鏡 日本電子, JEM-3100FEF
粉末X線回折装置 リガク, RINT-TTRIII/NM
単結晶X線回折装置 リガク, VariMax RAPID RA-Micro7
X線散乱測定装置 リガク, Micro/Max-007HF
MALDI-TOF質量分析装置 Bruker Daltonics, Autoflex II
多機能走査型X線光電子分光分析装置 アルバック・ファイ, PHI5000Versa Probe II
分光感度・内部量子効率測定装置 分光計器, CEP-2000RP
大気中光電子分光装置 理研計器, AC-3
熱電特性評価装置 カンタム・デザイン, PPMS EverCool II



支援試行機器（下記の機器も適宜ご利用いただけます、詳細は連携マネージャーにご相談ください。）

電子線マクロアナライザ(EPMA) 島津, EPMA1610
二次イオン質量分析(SIMS)装置 ULVAC-PHI, ADEPT-1010
600MHz超伝導NMR JEOL, JNM-ECA600
400MHz固体超伝導NMR JEOL, JNM-ECX400
全自動元素分析装置 Perkin Elmer, 2400 II CHNS/O
二重収束型質量分析計(EI, CI, FAB) JEOL, JMS-700
ESI専用飛行時間型質量分析計(TOF-MS) JEOL, JMS-T100LC
MALDI-Spiral-TOF質量分析装置 JEOL, JMS-S3000
示差走査熱量計・示差熱重量同時測定装置
日立ハイテックス DSC/TG-DTA 6200
複合型表面組成分析装置(XPS/AES) 島津, KRATOS AXIS-165

電界放射型走査電子顕微鏡(FE-SEM) JEOL, JMS-7400F, JED-2200
走査型プローブ顕微鏡(SPM) 日立ハイテックスサイエンス, SPA400, SPI-3800N
微細形状測定機 小坂研究所, ET200
分光エリプソメーター HORIBA JOBIN YVON, UVISEL ER AGMS-NSD
顕微レーザーラマン分光光度計 日本分光, NRS-4100-30
円二色性分散計(CD) 日本分光, J-725
フェムト秒, サブナノ秒パルスレーザ・蛍光寿命測定装置
Coherent Mira, 宇翔KEC-160, 浜松ホトニクスC4780
ダイナミック光散乱光度計 大塚電子, DLS-6000
電子スピン共鳴(ESR)装置 JEOL, JES-FA100

支援件数と利用料金

機関	年度別件数				
	24	25	26	27	28
大学	23	22	22	36	34
企業	11	15	25	21	26
合計	34	37	47	57	60

利用形態	利用区分	大学利用料	企業利用料
技術相談	一般利用	無料	無料
協力研究	四半期	27,000 円	54,000 円
技術代行/機器利用	1日利用	5,400 円	10,800 円

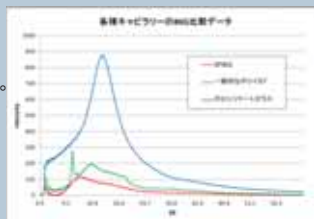
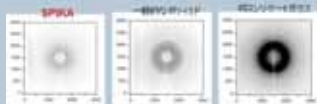
支援期間: 4-12月、
協力研究: 四半期単位、
4-6、7-9、10-12月
来年度料金改訂予定

利用事例(企業)

「X線回折用ポリイミドキャピラリーの開発」 ケイネックス株式会社

ナノテクノロジープラットフォームを通じ、奈良先端科学技術大学院大学と共同研究を行う事でポリイミド材料の最適化を進め、結晶構造解析時に問題となるBKGをほぼ0にする事に成功した。

国内外へのユーザーへサンプル提供を始め、ユーザーから高い評価を得ている。様々な用途に合わせた形状、膜厚でのサンプルを作製していく準備を進めており、量産に向けての生産設備を準備中である。



利用事例(大学)

「革新的塗布型材料による有機薄膜太陽電池の構築」 中山健一(大阪大学), 矢貝史樹(千葉大学), 増尾貞弘(関西学院大学), 山田容子(奈良先端科学技術大学院大学)

光変換前駆体法は、1. 可溶性前駆体から難溶性機能性材料へ、溶液、薄膜、固体中で定量的に変換、2. 溶液法により、多結晶膜の作製や薄膜構造制御が可能。3. 溶液法によるp-i-n構造に適した多層膜の作製、4. 低温での変換や光照射条件による薄膜構造制御が可能、というすぐれた特徴を持つ。

本研究では、ナノテクノロジープラットフォームを利用して、大気中光電子分光装置、分光感度・内部量子効率測定装置、単結晶X線解析装置、粉末X線解析装置、質量分析装置など、多くの装置を用いた支援を受け、革新的塗布型材料による有機薄膜太陽電池の効率的な研究・開発を進めることができた。



大阪大学 分子・物質合成プラットフォーム
ナノテクノロジー設備供用拠点

大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点分子・物質合成プラットフォームは、最先端のナノテクノロジー研究設備を産学官の利用者に対して、高度な技術支援とともに提供します。また、微細構造解析プラットフォームや微細加工プラットフォームとも連携することで、産業・研究イノベーションの基盤技術となるナノ材料・薄膜物質の開発やナノ空間制御による新奇な超格子素子の創製、有機・酸化物ナノワイヤの合成・解析等の支援を行います。



ナノ材料の合成支援と評価支援とを併用して、プロトタイプナノデバイスの作成支援を行います。



共用設備



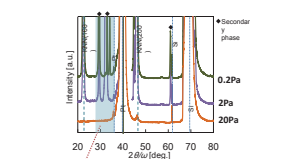
設備(設備群)名	メーカー・型番
人工超格子薄膜形成システム(PLD)	都市工業株式会社 PLO-020R
有機薄膜形成装置	都市工業株式会社 VCH-020R
高周波プラズマスパッタリング薄膜形成装置	株式会社アルバック MBQ-5002
RFスパッタ装置	サンヨー電子株式会社 SVC-700LRF
走査型電子顕微鏡	株式会社日立ハイテクノロジーズ S9000
接触式膜厚計	BURKERT DekTakXT
レーザーラマン顕微鏡	ナノフォトン株式会社 RAMAN-touch
ナノ粒子解析装置(ゼータサイザー)	シスメックス株式会社 NANO-ZS
位相変調型分光エリプソメーター	株式会社堀場製作所 UVISSEL LT NIR-WING
紫外可視分光光度計	日本分光株式会社 V-550
薄膜X線回折装置	株式会社リガク UltimaIV
赤外・テラヘルツ時間分解分光装置	日研プレジジョン株式会社 Pulse IRS 2000-os
高温熱処理装置(セラミックス電気管状炉)	都市工業株式会社 ARF-30K
反応性イオンエッチング装置	サムコ株式会社 RIE-10MR
二次イオン質量分析ナノデバイス加工システム	伯東株式会社 ISE-KOC75-EPD-0U-1A
環境制御型走査型プローブ顕微鏡システム	株式会社日立ハイテクサイエンス Nanosavi 11/SPA-300HV
走査型プローブ顕微鏡	株式会社日立ハイテクサイエンス Nanosavi Real/E-sweep
イオン化ポテンシャル測定装置	分光計器株式会社 BIP-KV202D
電流密度分布評価測定装置	分光計器株式会社 BIP-KV202K

支援事例

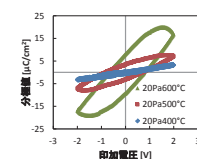
PLDによるPbフリー強誘電体((K,Na)NbO₃)膜の作製

大阪府立大学工学研究科 齊藤文靖、高田瑠子

従来の材料PLZT(有害)に代わる非鉛系材料(K,Na)NbO₃。★良好な結晶性が得られるPLDを用いてPb下部電極の配向性の影響を調査。★基板温度・酸素圧の影響を調査。PLD:強誘電体の組成を制御しやすい特徴を有する。

基板温度500°CにおけるXRDの成膜O₂圧力依存

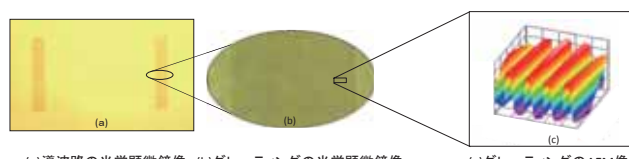
酸素圧を上げるとKNNの不純物相のピークが減少

O₂圧力20Paにおける強誘電体特性の基板温度依存★600°Cでヒステリシスを確認
(2P_r = 37.4 μC/cm²)

光学式バイオセンサの研究

古野電気株式会社 多田啓二、山林潤

低コスト・高性能なバイオセンサの実現を目指して、表面に高密度で均一に蛋白質の固定化できる光導波路を作成



(a)導波路の光学顕微鏡像 (b)グレーティングの光学顕微鏡像 (c)グレーティングのAFM像



(a)蛋白質固定化後表面粗度 (b)AFM像のヒストグラム

利用案内

利用形態(成果公開事業)

機器利用	利用者自らが機器を操作する支援(初心者への機器操作指導を含む)
技術補助	拠点スタッフが操作方法を補助・指導しながら利用者自らが機器を操作する支援
技術代行	拠点スタッフが利用者にとって機器を操作する支援
共同研究	拠点スタッフと利用者が研究を共同で実施
技術相談	拠点スタッフが技術的内容について相談

このほか、成果非公開で利用することもできます。
支援希望の方は課題申請前に利用相談(無料)をご利用ください。

利用料金(平成28年度 成果公開事業)

機器利用料	大学・公的機関	民間企業
従量制	4,500 円/4h	6,000 円/4h
月極	27,000 円/月	36,000 円/月
年極	270,000 円/年	360,000 円/年

- ・クリーンルーム使用時はクリーンルーム入室料(1,000円/人・月)が必要です。
- ・従量制の場合、月極額を上限とします。従量制、月極の場合、年極額を上限とします。
- ・技術代行料は大学・公的機関2,000円/人・月、民間企業3,000円/人・月(何れも上限無し)です。
- ・成果非公開事業区分での利用料金は成果公開事業の3倍額です。

お問い合わせ：大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点 分子・物質合成プラットフォーム 拠点事務局

E-mail: kitajima@sanken.osaka-u.ac.jp, Phone: 06-6879-4309

ホームページ <http://nanoplatform.osaka-u.ac.jp/syn/>

九州大学 分子・物質合成プラットフォーム

最先端ナノテクノロジー研究施設等の共用化と高度技術支援

支援内容

●産官学の研究者・技術者の要請に応じて、九州大学が所有する最先端施設・設備および解析技術を活用して、利用者の幅広いニーズに応えるきめの細かい支援を展開し、我が国のナノテクノロジーの発展を支えるための研究基盤構築を目的としています。また、プラットフォーム間の協力・相互補完により利用者に対して問題解決への最短アプローチを提供します。(登録装置31台 H28.12.現在)

分子・物質合成解析支援

●ナノ分子材料及びそれらを用いたナノ分子デバイス構築のための合成、構造・機能解析と評価に関して総合的な技術支援を行い、イノベーションにつながる研究成果の創出を目指します。

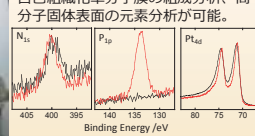


主な支援装置・利用サンプル

■表面物性分析装置

★X線光電子分光分析装置

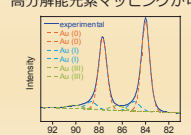
金属ナノ粒子の金属錯体の組成分析、自己組織化単分子膜の組成分析、高分子固体表面の元素分析が可能。



1.5 nm含有高分子膜前後のX線光電子分光スペクトル

★電子状態測定システム

高感度光電子分光測定。高分解能元素マッピングが可能。



金属ナノ粒子の電子状態解析

■表面ナノ形状分析装置

★走査型プローブ顕微鏡システム

原子間力顕微鏡・走査型トンネル顕微鏡。表面の微細構造・微細電子構造観察が可能。



CNTのAFM写真

★3次元SEM画像測定解析システム

低加速電圧観察対応で、非導電性試料でも非蒸着で観察可能。また電子ビームのエネルギーが低いため、試料最表面の微細な構造まで鮮明に観察可能。

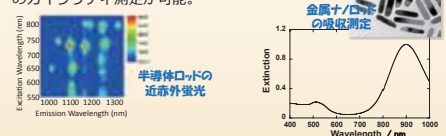


ポリジメチルシロキサン型モールドの3次元SEM写真

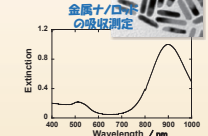
■分光測定装置

★近赤外蛍光分光装置

励起波長500-850nm, 蛍光900-1600nm, 近赤外領域の蛍光分光特性評価。カーボンナノチューブのカイラリティ測定が可能。

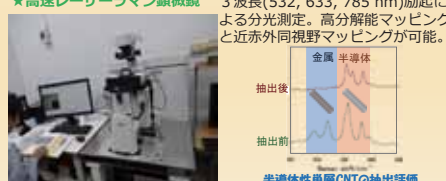


金属ナノ粒子の吸収測定



★高速レーザーラマン顕微鏡

3波長(532, 633, 785 nm)励起による分光測定。高分解能マッピングと近赤外同視野マッピングが可能。



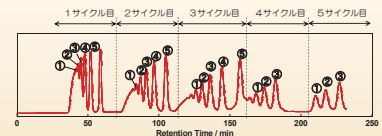
抽出後 抽出前

半導体性単層CNTの抽出評価

■ナノ物質合成・精製支援装置

★分取HPLCシステム

分子をサイズでふるい分け。グラムオーダーの分取が可能



★分離用小型超遠心機

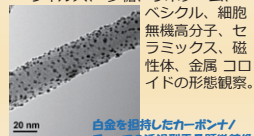
最高回転数100,000 rpm, 最大遠心加速度604,000xg



■ナノ構造解析装置

★透過型電子顕微鏡システム

ラテックス、エマルジョン、ミセル、ゲル、ゾル、タンパク、核酸、ウイルス、多糖、リポソーム、ベシクル、細胞無機高分子、セラミックス、磁性体、金属コロイドの形態観察。



白金を担持したカーボンナノチューブの透過型電子顕微鏡像

★超高速HPLC分離・分子構造分析システム

HPLCとESIの連動によりオンライン分離分析が可能。2次元検出器でオンラインスペクトル測定も可能。コールドスプレーにより低温でのESI測定が可能で、壊れやすい錯体の同定に最適。



島津製作所NexeraX2 Bruker micrOTOF-QIII

大塚電子DLS-8000DL 日本分光J-1500

使用事例 「金属ナノ粒子の表面修飾とバイオ機能化」

【目的】金ナノロッドはカチオン性界面活性剤Hexadecyltrimethylammonium Bromide(CTAB) 溶液中で調製される。その表面にはCTA⁺カチオンが吸着し、金ナノロッドはプラスのゼータ電位を示す。本研究では、金ナノロッドと同じ表面状態を有する球状金ナノ粒子を調製した。本研究で得られるCTA⁺カチオン修飾球状粒子は金ナノロッドの異方的な性質が機能発現にどのように寄与しているかを明確にできる参照試料であり、金ナノロッドを用いた各種研究開発に必須のものである。

【成果】界面活性剤であるHexadecyltrimethylammonium (CTA⁺) bromide (CTAB) に加えて、CTA⁺ Chloride (CTAC) をナノ粒子の分散安定剤として用いた。調製は多段階のシーディング法(図1)である。1段階目は0.05 mMの金イオンを含む80 mM CTAC(CTAB)溶液中でSodium Borohydrideによって金を還元した。2段階目以降では、前段のナノ粒子を種粒子溶液(300 μL)として、0.1 mM金イオン溶液1 mLと80 mM CTAB溶液10 mLの混合溶液中でアスコルビン酸を還元剤とする成長反応を行った。

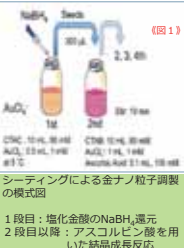
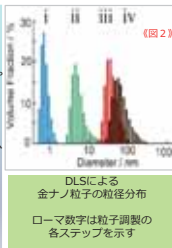
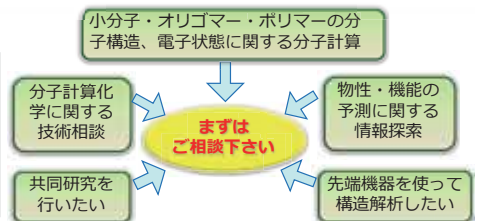


図2に各調製段階での動的散光(DLS)測定による粒径分布を示す。1段階目の粒子は平均粒径が1 nm程度であり、段階が増えるに従って、平均粒径の大きい粒子が生成したことがわかる。比較的小さい粒径分布が狭く、単一のピークを有することから均一性に優れた金ナノ粒子を得ることに成功した。金ナノ粒子の表面プラズモン(SP)バンドは第1段階にはほとんど観察されず、2段階目以降は順着に長波長側にシフトした。分光特性も粒子の成長制御を実現できたことを示した。本手法がカチオン性球状金ナノ粒子を再現性よく作成するために有用な方法であることがわかった。



利用ガイド

機器利用・共同研究・技術代行を受け付けます



※詳細はホームページをご覧ください
<http://nano.kyushu-u.ac.jp>

Battery Reserch Platforme
文部科学省蓄電池基盤プラットフォーム



JST先端的低炭素化技術開発（ALCA）
特別重点技術領域 次世代蓄電池研究加速プロジェクト（SPRING）

蓄電池基盤プラットフォーム



H24年度補正予算で設備導入された、「次世代蓄電池」研究のためのプラットフォームです。

- 物質・材料研究機構を中核とするアンダーワンループによる研究推進を旨とします。
- 「先端的低炭素化技術開発（ALCA）」における「次世代蓄電池研究加速プロジェクト」と連携し、同プロジェクトで実施される次世代蓄電池の研究開発に対して優先的に支援していきます。そのため、以下の点に対応します。

（参考）次世代蓄電池研究加速プロジェクト組織図

蓄電池基盤 プラットフォーム

実施責任者： 崎崎浩平（NIMSフェロー）

物質・材料研究機構

NIMS蓄電池基盤プラットフォーム

電池試作から最先端材料評価まで

産総研（関西）

中型電池の評価解析

早稲田大学

インピーダンス解析



産業技術総合研究所（関西）

－ 中型電池の評価解析 －



次世代蓄電池について、中型の電池パック、モジュールをそのままの状態、内部の構造を観察し、電池材料及構造評価手法を開発します。また、革新型蓄電池の電極材料、電解質材料の機能向上のための添加材料等の光学的、熱的物性を計測評価します。

中型電池非破壊観察装置



大型X線CT装置（TOSCANER-34500FD）

- ・X線出力：最大450kV
- ・試料：φ600mm×H600mm, 60kg
- ・最小焦点寸法：1mmおよび0.4mm
- ・フラットパネル検出器を採用
1回のスキャンで最大1024スライスの撮影可能

中型電池物性解析装置



- レーザーラマン顕微鏡
(RAMAntouch VIS-NIR-LT)
- ・レーザー：532nmおよび785nm
 - ・空間分解能：
(X) 0.5μm (Y) 0.35μm (Z) 1μm
 - ・ライン照明による高速イメージング



- 熱分析装置
- ・DSC-60plus：室温～600℃
 - ・DTG-60：室温～1100℃
 - ・TMA-60：室温～1000℃



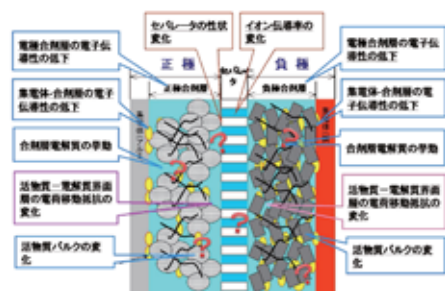
- カルベ式熱量計
(SETARAM C600)
- ・室温～600℃
 - ・等温、昇温モード
 - ・0.01～2℃/min
 - ・試作電池（体積約2ml程度）をそのまま測定することが可能

早稲田大学

－ インピーダンス解析 －



電池を解体することなく劣化解析が可能な「交流インピーダンス測定」を用いて、次世代蓄電池の解析を行います。



蓄電池の考えられる劣化要因

電池解析ゾーン

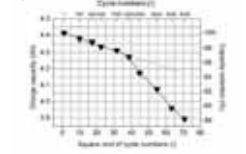
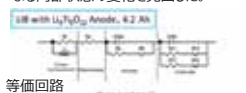


電極解析ゾーン

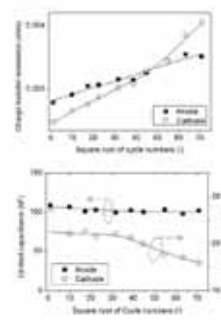


インピーダンス解析装置群

グラファイト負極系のLIBだけでなく電池構成材料（LTO系）の異なるとして市販セルにおいても、インピーダンス解析が可能である。主に正極に起因する劣化による内部状態の変化を見出した。



市販LIBのインピーダンス解析例



問い合わせ：物質材料研究機構 蓄電池基盤プラットフォーム事務局（杉山 直之）
E-mail: Battery-PF@nims.go.jp, Phone:029-860-4760
ホームページ <http://www.nims.go.jp/brp/nims>



JST先端的低炭素化技術開発 (ALCA)
特別重点技術領域 次世代蓄電池研究加速プロジェクト (SPRING)

蓄電池基盤プラットフォーム



物質・材料研究機構 – 電池試作から大型分析装置による分析までを網羅 –



NIMS蓄電池基盤プラットフォーム (PF) は、

我が国の次世代蓄電池の研究開発の加速を目的に、NIMS、産総研 (関西)、早稲田大学に設置された蓄電池基盤プラットフォームにおける中核機関です。

◆次世代蓄電池材料解析向けに特化して整備された、特徴ある最新装置群を、**ご自身で操作して頂くことが可能です。**

→例：軟X線分光装置 (SXES) を備えるFE-SEM ・ 実験室型硬X線光電子分光装置など

◆全ての装置が、蓄電池材料解析に必須の**大気非暴露対応**となっています。また、電子ビーム・イオンビームを用いる解析装置については、照射ダメージを低減するために**低温**での測定も対応可能となっています。

◆厳格に露点管理されたスーパードライルームでの小型蓄電池の試作～解析まで、**ワンストップで実施**することが可能です。

◆分析手法に関するコンサルタントから測定操作補助まで、経験豊富なスタッフがお手伝いいたします。

研究設備



利用事例

直交配置型 FIB-SEM

直交配置型FIB-SEMによる高精度SEMトモグラフィ解析

電子線とイオンビームを直交配置→WDを小さくして、高分解能SEM像取得

Sample Pitch: 1nm (Min)

連続SEM像

3次元再構成レンダリング

3次元SEM像

透過型電子顕微鏡

チタン酸化物負極材料の高分解能HAADF-STEM像

$\text{Li}_{0.33}\text{La}_{0.56}\text{TiO}_3$

逆位相境界

NdGaO₃ (110) substrate

La rich layer

La poor layer

1 nm

Laがオーダーした構造を持つ、 $\text{Li}_{0.33}\text{La}_{0.56}\text{TiO}_3$ において、球面収差補正装置を用いた高分解能観察より、直接そのドメイン構造や、逆位相境界 (APB) の様子を知ることが出来る。

硬X線光電子分光装置

SEIに埋もれたSi負極のHAXPES解析

SEI (固体-電解質界面) 層に埋もれたSi負極のAl KaおよびCr Ka励起XPSスペクトル。Cr Ka励起スペクトルではArイオンエッチングをせずとも、55 eVおよび530 eVの深い領域の成分が観察された。

飛行時間型二次イオン質量分析

Li空気電池負極の表面分析

放電後および充電後負極の2次イオン像 (200μm)

As prepared After GCIB sputtering

放電後 充電後

Red: $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_3)\text{N}$ Green: Li^+ Blue: CO_2

ガラスクラスターイオンビーム (GCIB) を用いることで、有機物に対する深さ方向分析が可能になる。表面に付着したは電解液成分を、GCIBにより徐々にスパッタリングすることで、電解質/負極界面 (SEI) の成分分布評価が可能になる。

軟X線分光器付き 走査型電子顕微鏡

Si単結晶基板上に電気化学的にLiを挿入したSi-Li合金の断面SEMおよびSXESスペクトル

断面SEM像 (FE-SEM)

各層から得られた軟X線スペクトル

軟X線 (40~2000eV) は、そのエネルギーが軽元素の吸収端に相当することから、これを利用して、Liの検出が可能になる。また、フェルミ準位近傍で感度が高いことから、電子状態の解析が可能になる。左図では、合金の組成 (結晶構造) の差異に起因した電子状態の差異を検出している。

クロスセクションポリッシャ

Li箔のCP加工後断面SEM

室温加工

Li箔 100μm

冷却加工 (-150℃)

Li箔 100μm

低温で加工することで、クラックや膜の膨潤を抑制し、材料本来の形態が保持したまま、観察できることが分かる。

問い合わせ：物質材料研究機構 蓄電池基盤プラットフォーム事務局 (長瀬 篤子)
E-mail: Battery-PF@nims.go.jp, Phone:029-860-4975
ホームページ <http://www.nims.go.jp/brp/nims>

Organazing Committee

Tetsuji Noda (Chair)	National Institute for Materials Science
Hidetoshi Kotera	Kyoto University
Hitoshi Saito	Japan Science and Technology Agency
Daisuke Fujita	National Institute for Materials Science
Toshihiko Yokoyama	National Institutes of Natural Science

Program Committee

Tetsuji Noda (Chair)	National Institute for Materials Science
Yoshinori Katayama	National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology
Yasuo Koide	National Institute for Materials Science
Naotoshi Nakashima	Kyushu University
Yoshinobu Baba	Nagoya University
Kazuo Furuya	National Institute for Materials Science
Yasuhiro Horiike	National Institute for Materials Science
Hiroaki Misawa	Hokkaido University
Takahisa Yamamoto	Nagoya University

Cooperating Organizations

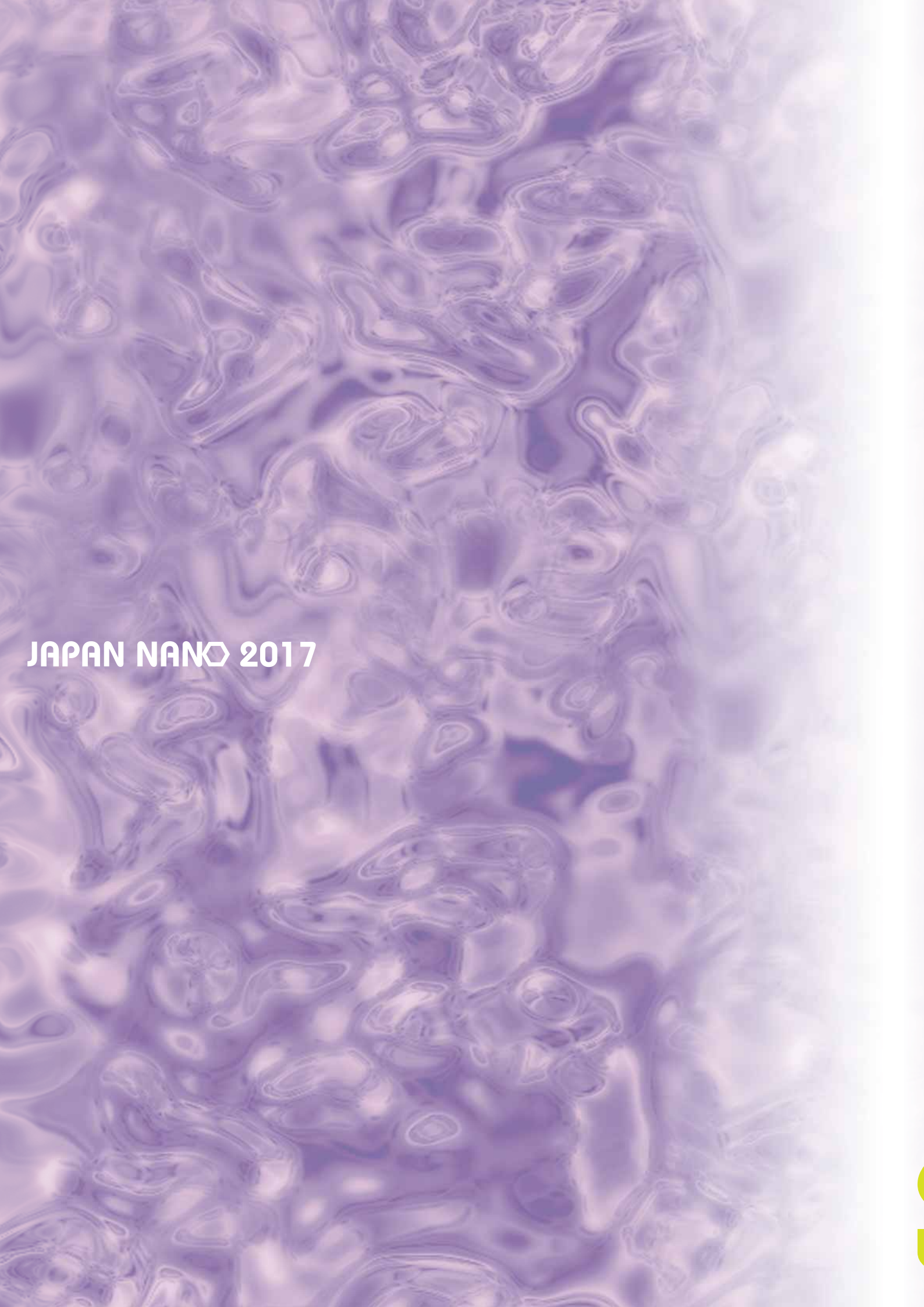
IEEE Tokyo Section,
The Japan Society of Applied Physics
The Society of Polymer Science, Japan,
The Institute of Electrical Engineers of Japan,
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers,
The Society of Nano Science and Technology,
Nanotechnology Business Creation Initiative,
The Materials Research Society of Japan,
The Chemical Society of Japan,
The Japan Institute of Metals and Materials,
The Japanese Society of Microscopy,
The Society of Materials Science, Japan,
Japanese Society for Artificial Organs,
Japanese Society for Medical and Biological Engineering,
The Ceramic Society of japan,
The Japan Society of Drug Delivery System,
Japanese Society for Biomaterials,
The Surface Science Society of Japan,
The Physical Society of Japan

— 禁無断掲載 —

Copyright (c)

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム
第 15 回ナノテクノロジー総合シンポジウム
JAPAN NANO 2017

発 行 2017年(平成29年)2月
編集・発行 国立研究開発法人 物質・材料研究機構
ナノテクノロジープラットフォームセンター
〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1
電話：029-859-2777



JAPAN NANO 2017