

東京工業大学 科学技術創成研究院  
フロンティア材料研究所

〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259 R3-27  
TEL. 045-924-5968 FAX. 045-924-5978

Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology  
Laboratory for Materials and Structures

R3-27, 4259 Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama, Kanagawa 226-8503 Japan  
Phone. +81-45-924-5968, Fax. +81-45-924-5978

<https://www.msl.titech.ac.jp/>

Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

# Laboratory for Materials & Structures 2021

# C O N T E N T S

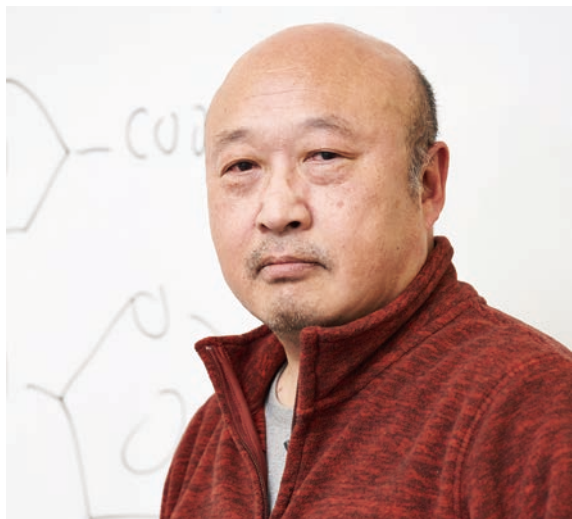
Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

## Laboratory for Materials & Structures 2021

|             |                                               |    |
|-------------|-----------------------------------------------|----|
| ご挨拶         | Message from Director                         | 2  |
| 沿革          | History                                       | 4  |
| 組織          | Organization                                  | 5  |
| 研究所職員       | Directory of the Laboratory                   | 6  |
| 概要          | Outline                                       | 8  |
| 共同利用・共同研究拠点 | Joint Usage/Research Center                   | 9  |
| 未踏材料開拓領域    | Division of Unexplored Materials Exploitation | 10 |
| 材料機能設計領域    | Division of Materials Design                  | 11 |
| 融合機能応用領域    | Division of Materials Integration             | 12 |
| 構造機能設計領域    | Division of Structural Engineering            | 13 |
| 研究室紹介       | Laboratories                                  | 14 |
| 業績          | Achievement                                   | 58 |
| 共同利用推進室     | Office for Collaborative Research Projects    | 59 |
| 技術室         | Section of Technical Staffs                   | 59 |
| 研究所紹介スペース   | Exhibition Space                              | 60 |
| アクセス        | Access                                        | 61 |



# ご挨拶



多様な元素から構成される無機材料を基軸に、広範な物質・材料との融合を通して革新的物性・機能を有する材料を創成し、これらの材料に関する新しい学理を探究するだけでなく、人と社会の諸問題の解決に寄与する。これが科学技術創成研究院フロンティア材料研究所のミッションです。私たちは「神」との対話と同様に、「人」、「社会」との対話も大切にします。

私たちのもう一つのミッションは、政府認定の共同利用・共同研究単独拠点「先端無機材料共同研究拠点」として、国内外の無機材料・建築構造関連分野の研究者コミュニティのハブとなり、ナノメートルサイズの原子・分子・デバイスからキロメートルサイズの建造物に新たな価値を生み出すことです。ここでの私たちの役割はユニークな装備群を介して世界の産官学の研究者に最新の結果を提供するだけではありません。三人寄れば文殊の知恵。得られた結果に研究者コミュニティの知恵を重ね合わせて新たな価値を生み出し、この難しい時代に貢献することが私たちの最も重要なミッションです。

本研究所は建築材料研究所（1918年）、窯業研究所（1943年）を始祖とし、工業材料研究所（1958年）、応用セラミックス研究所（1996年）を経て2016年に「フロンティア材料研究所」の名を与えられました。この間、私たちは世界を先導する数多の研究成果を生み出してきましたが、私たちの「神」、「人」、「社会」と対話する姿勢に変わりはありません。

今後も皆様のご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

2021年5月  
所長 原 亨和

# Message from Director

We create new materials with innovative physical properties and functionalities by the hybridization of a wide range of materials, on the basis of inorganic materials consisting of various elements. We do not only find new scientific principles for the materials, but also contribute to human and society by the materials and knowledges. This is a mission for our Laboratory for Materials and Structures (MSL); we have been esteeming dialog with human and society as well as dialog with god.

We also have another important mission. As a joint usage/research center for advanced inorganic materials, a hub of materials science and architecture, we have been supporting global researchers in the fields, creating new values from nm-scale devices to km-scale architectures. The joint usage/research center provides the newest results based on our unique apparatuses to them and gathers their and our knowledges, resulting in new values to contribute to human and society.

The predecessor of MSL was Materials and Structures Laboratory (1996-2015) that was the successor of Research Laboratory of Engineering Materials (RLEM), which was established in 1958 by merging two laboratories; Research Laboratory of Building Materials (1923) and Research Laboratory of Ceramic Industry. While we have made our efforts to bring breakthroughs in materials science and technology through such changes, it has inherited our split to esteem dialog with god, human and society.

We are making our best efforts to achieve innovation in this field. We appreciate your continued support for our research activities.

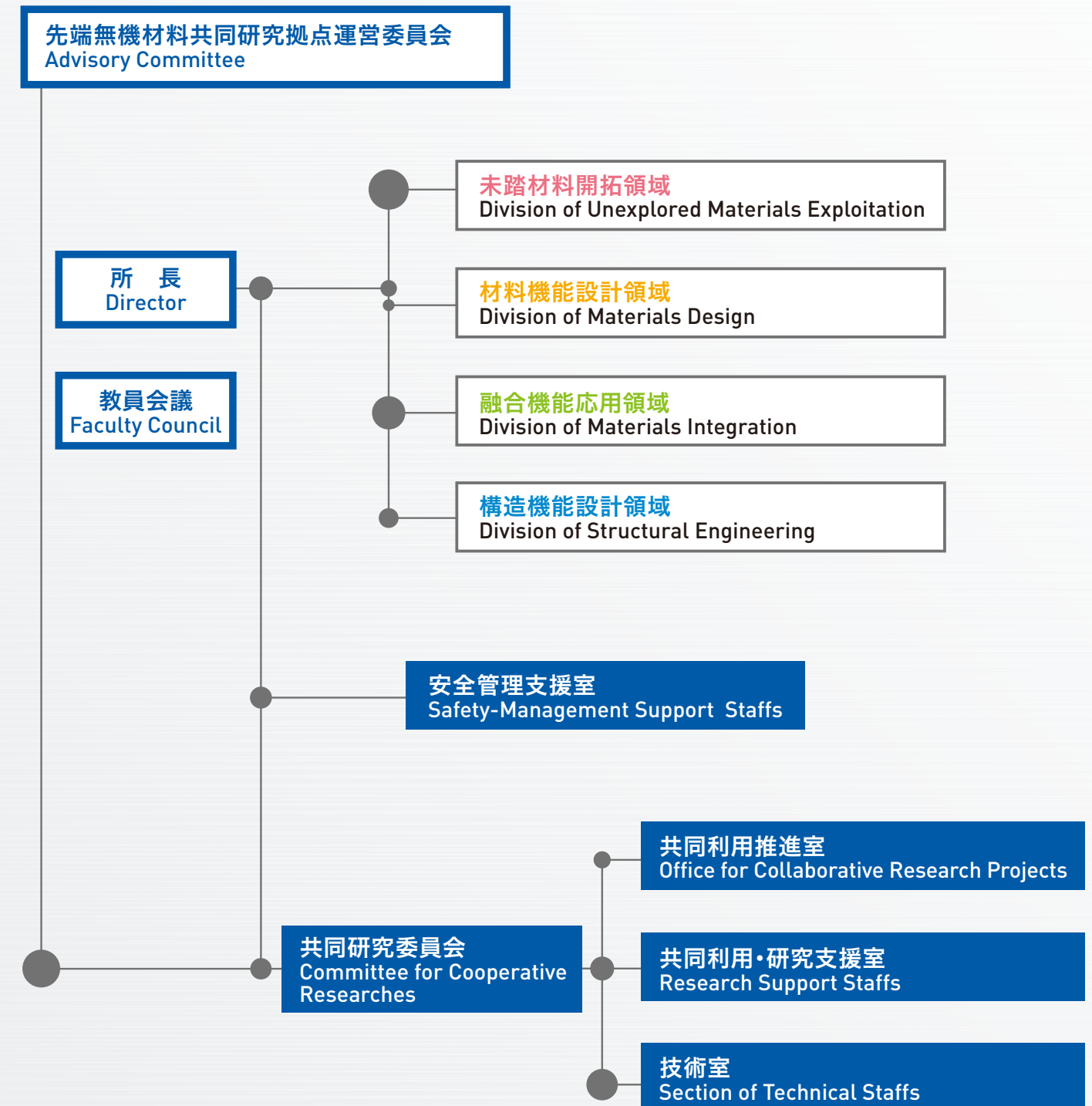
May, 2021  
Director Michikazu Hara

# 沿革

## History

# 組織

## Organization





研究所職員

|              |      |                |              |                        |
|--------------|------|----------------|--------------|------------------------|
| 所 長 Director |      |                |              |                        |
| 教 授          | 原 亨和 | Michikazu HARA | 045-924-5301 | mhara@msl.titech.ac.jp |

所 員 Faculty Members

未踏材料開拓領域 Division of Unexplored Materials Exploitation

|     |        |                    |              |                              |
|-----|--------|--------------------|--------------|------------------------------|
| 教 授 | 東 正樹   | Masaki AZUMA       | 045-924-5315 | mazuma@msl.titech.ac.jp      |
| 教 授 | 平松 秀典  | Hidenori HIRAMATSU | 045-924-5855 | h-hirama@mc.es.titech.ac.jp  |
| 准教授 | 山本 隆文  | Takafumi YAMAMOTO  | 045-924-5360 | yama@msl.titech.ac.jp        |
| 助 教 | 重松 圭   | Kei SHIGEMATSU     | 045-924-5380 | kshigematsu@msl.titech.ac.jp |
| 助 教 | 半沢 幸太  | Kota HANZAWA       | 045-924-5134 | K-hanzawa@mc.es.titech.ac.jp |
| 助 教 | 安井 伸太郎 | Shintaro YASUI     | 03-5734-2906 | yasui.s.aa@m.titech.ac.jp    |

材料機能設計領域 Division of Materials Design

|       |        |                      |              |                               |
|-------|--------|----------------------|--------------|-------------------------------|
| 教 授   | 大場 史康  | Fumiyasu OBA         | 045-924-5511 | oba@msl.titech.ac.jp          |
| 教 授   | 神谷 利夫  | Toshio KAMIYA        | 045-924-5357 | tkamiya@msl.titech.ac.jp      |
| 教 授   | 川路 均   | Hitoshi KAWAJI       | 045-924-5313 | kawaji@msl.titech.ac.jp       |
| 准教授   | 片瀬 貴義  | Takayoshi KATASE     | 045-924-5314 | katase@mc.es.titech.ac.jp     |
| 准教授   | 熊谷 悠   | Yu KUMAGAI           | 045-924-5345 | kumagai.y.ag@m.titech.ac.jp   |
| 准教授   | 笹川 崇男  | Takao SASAGAWA       | 045-924-5366 | sasagawa@msl.titech.ac.jp     |
| 准教授   | 中村 一隆  | Kazutaka NAKAMURA    | 045-924-5387 | nakamura@msl.titech.ac.jp     |
| 助 教   | 井手 啓介  | Keisuke IDE          | 045-924-5325 | keisuke@mc.es.titech.ac.jp    |
| 助 教   | 気谷 卓   | Suguru KITANI        | 045-924-5370 | kitani.s.aa@m.titech.ac.jp    |
| 助 教   | 高橋 亮   | Akira TAKAHASHI      | 045-924-5343 | takahashi.a.bb@m.titech.ac.jp |
| 特任准教授 | 松下 雄一郎 | Yu-ichiro MATSUSHITA | 03-5734-3306 | ymatsu@msl.titech.ac.jp       |

融合機能応用領域 Division of Materials Integration

|     |        |                  |              |                              |
|-----|--------|------------------|--------------|------------------------------|
| 教 授 | 稲邑 朋也  | Tomonari INAMURA | 045-924-5058 | inamura.t.aa@m.titech.ac.jp  |
| 教 授 | 曾根 正人  | Masato SONE      | 045-924-5043 | sone.m.aa@m.titech.ac.jp     |
| 教 授 | 原 亨和   | Michikazu HARA   | 045-924-5311 | mhara@msl.titech.ac.jp       |
| 教 授 | 細田 秀樹  | Hideki HOSODA    | 045-924-5057 | hosoda.h.aa@m.titech.ac.jp   |
| 教 授 | 真島 豊   | Yutaka MAJIMA    | 045-924-5309 | majima@msl.titech.ac.jp      |
| 教 授 | 宗片 比呂夫 | Hiro MUNEKATA    | 045-924-5185 | munekata.h.aa@m.titech.ac.jp |
| 准教授 | 東 康男   | Yasuo AZUMA      | 045-924-5341 | azuma@msl.titech.ac.jp       |
| 准教授 | 鎌田 慶吾  | Keigo KAMATA     | 045-924-5338 | kamata.k.ac@m.titech.ac.jp   |
| 准教授 | 田原 正樹  | Masaki TAHARA    | 045-924-5475 | tahara.m.aa@m.titech.ac.jp   |

Directory of Laboratory

|      |                   |                  |              |                               |
|------|-------------------|------------------|--------------|-------------------------------|
| 准教授  | Tso-Fu Mark CHANG |                  | 045-924-5044 | chang.m.aa@m.titech.ac.jp     |
| 助 教  | 喜多 祐介             | Yusuke KITA      | 045-924-5312 | kita.y.ad@m.titech.ac.jp      |
| 助 教  | 邱 琬婷              | Wan-ting CHIU    | 045-924-5061 | chiu.w.aa@m.titech.ac.jp      |
| 助 教  | 篠原 百合             | Yuri SHINOHARA   | 045-924-5597 | shinohara.y.aa@m.titech.ac.jp |
| 助 教  | 関口 悠              | Yu SEKIGUCHI     | 045-924-5012 | sekiguchi.y.aa@m.titech.ac.jp |
| 助 教  | 西沢 望              | Nozomi NISHIZAWA | 045-924-5178 | nishizawa.n.ab@m.titech.ac.jp |
| 助 教  | PHAN Trong Tue    |                  | 045-924-5376 | phan.t.ac@m.titech.ac.jp      |
| 特任助教 | 陳 君怡              | Chun-Yi CHEN     | 045-924-5631 | chen.c.ac@m.titech.ac.jp      |
| 特任助教 | 服部 真史             | Masashi HATTORI  | 045-924-5381 | hattori.m.aj@m.titech.ac.jp   |

構造機能設計領域 Division of Structural Engineering

|      |                        |                   |              |                               |
|------|------------------------|-------------------|--------------|-------------------------------|
| 教 授  | 吉敷 祥一                  | Shoichi KISHIKI   | 045-924-5332 | kishiki.s.aa@m.titech.ac.jp   |
| 教 授  | 河野 進                   | Susumu KONO       | 045-924-5384 | kono.s.ae@m.titech.ac.jp      |
| 准教授  | 佐藤 大樹                  | Daiki SATO        | 045-924-5306 | sato.d.aa@m.titech.ac.jp      |
| 准教授  | 西村 康志郎                 | Koshiro NISHIMURA | 045-924-5326 | nishimura.k.ac@m.titech.ac.jp |
| 助 教  | 小原 拓                   | Taku OBARA        | 045-924-5529 | obara.t.ac@m.titech.ac.jp     |
| 助 教  | 巽 信彦                   | Nobuhiko TATSUMI  | 045-924-5351 | tatsumi.n.aa@m.titech.ac.jp   |
| 助 教  | SHEGAY Alex Vadimovich |                   | 045-924-5306 | shegay.a.aa@m.titech.ac.jp    |
| 特任助教 | Xiang Yang             |                   | 045-924-5330 | xiang.y.aa@m.titech.ac.jp     |

WRHI

|       |                    |              |                              |
|-------|--------------------|--------------|------------------------------|
| 特任准教授 | Debraj CHANDRA     | 045-924-5164 | chandra.d.aa@m.titech.ac.jp  |
| 特任准教授 | Hena DAS           | 045-924-5081 | das.h.aa@m.titech.ac.jp      |
| 特任准教授 | Silvia HAINDL      | 045-924-6261 | haindl.s.aa@m.titech.ac.jp   |
| 特任助教  | 小畑 由紀子             | Yukiko OBATA | 045-924-6261                 |
|       |                    |              | yobata@mc.es.titech.ac.jp    |
| 特任助教  | Manas K. BHUNIA    | 045-924-5164 | bhuniam.m.aa@m.titech.ac.jp  |
| 特任助教  | Sergey A. NIKOLAEV | 045-924-5081 | nikolaev.s.aa@m.titech.ac.jp |

連携教員 Specially Appointed Professor

|       |        |                     |       |       |                   |
|-------|--------|---------------------|-------|-------|-------------------|
| 特任教授  | 上田 渉   | Wataru UEDA         | 特任准教授 | 奥部 真樹 | Maki OKUBE        |
| 特任教授  | 聲高 裕治  | Yuji KOETAKA        | 特任准教授 | 片山 尚幸 | Naoyuki KATAYAMA  |
| 特任教授  | 斎藤 全   | Keiichi SATSUKAWA   | 特任准教授 | 谷口 博基 | Hiroki TANIGUCHI  |
| 特任教授  | 薩川 恵一  | Keiichi SATSUKAWA   | 特任准教授 | 谷 昌典  | Masanori TANI     |
| 特任教授  | 竹中 康司  | Koshi TAKENAKA      | 特任准教授 | 寺西 貴志 | Takashi TERANISHI |
| 特任准教授 | 寺西 利治  | Toshiharu TERANISHI | 特任准教授 | 北條 元  | Hajime HOJO       |
| 特任准教授 | 赤松 寛文  | Hirofumi AKAMATSU   | 特任准教授 | 松田 和浩 | Kazuhiro MATSUDA  |
| 特任准教授 | 岡本 佳比古 | Yoshihiko OKAMOTO   | 特任助教  | 大熊 学  | Gaku OKUMA        |

# 概要

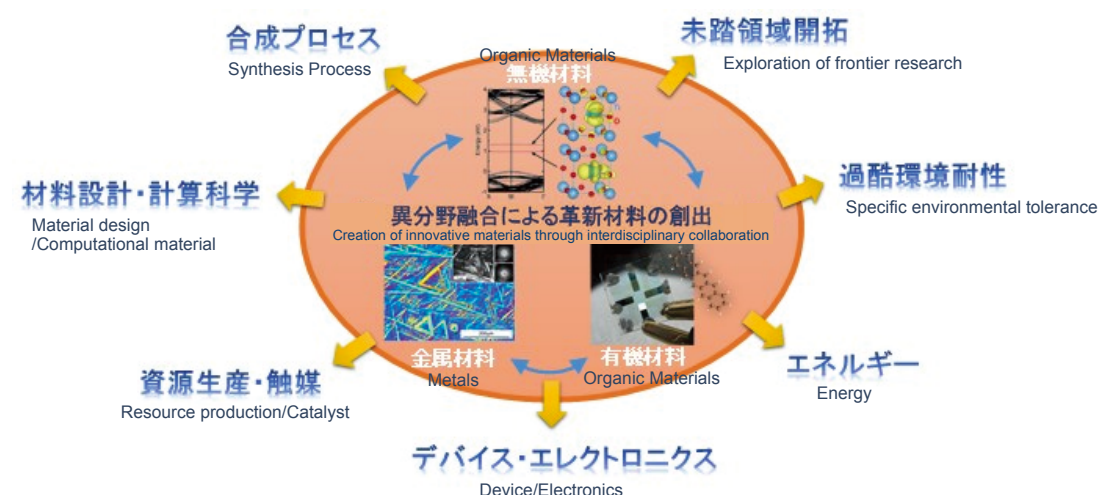
## Outline

# 共同利用・共同研究拠点 Joint Usage/Research Center

フロンティア材料研究所では、多様な元素から構成される無機材料を中心とし、金属材料・有機材料などの広範な物質・材料系との融合を通じて、革新的物性・機能を有する材料を創製します。多様な物質・材料など異分野の学理を融合することで革新材料に関する新しい学理を探究し、広範で新しい概念の材料を扱える材料科学を確立するとともに、それら材料の社会実装までをカバーすることで種々の社会問題の解決に寄与します。

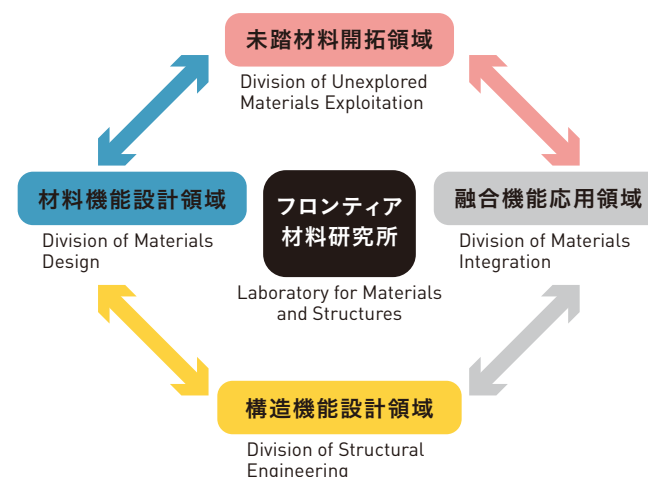
Laboratory for Materials and Structures (MSL) aims to create innovative materials with conspicuous properties and functions via interdisciplinary materials science and inorganic materials, metals, and organic materials.

The ultimate goals of MSL include the following: a) development of innovative materials based on novel concepts, b) design of innovative materials in pursuit of original guiding principles based on underlying theories in materials science and different scientific fields, and c) contributions to the solution of social problems, including safety and environmental problems, through the application of innovative structures and materials.



本研究所では、「未踏材料開拓領域」、「材料機能設計領域」、「融合機能応用領域」、「構造機能設計領域」の4研究領域による相互連携により研究を展開しています。

MSL is developing interdisciplinary researches based on four divisions: Division of Unexplored Materials Exploitation, Division of Materials Design, Division of Materials Integration, and Division of Structural Engineering.



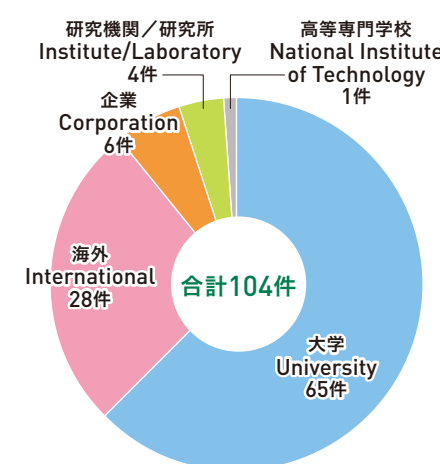
我が国の学術研究の発展には、個々の大学の枠を越えて研究設備等を全国の研究者が共同で利用したり、共同研究を行う「共同利用・共同研究」のシステムが大きく貢献してきました。フロンティア材料研究所の前身である応用セラミックス研究所は1996年に全国共同利用型附置研究所となり、2010年からは共同利用・共同研究拠点、先端無機材料研究拠点として先導的な共同研究を実施し、この分野の発展に貢献してきました。フロンティア材料研究所はこの共同利用・共同研究拠点、先端無機材料研究拠点を引き継ぎ、第3期中期計画期間においても大学の枠を超えた全国の関連分野の研究者コミュニティとの共同研究、さらには国際共同研究のハブとしての機能を果たし、この研究分野の学術発展を先導してまいります。

「先端無機材料共同研究拠点」として実施する共同研究は、おおきく以下の5種類のカテゴリーに分けられ、毎年100件程度が採択されています。

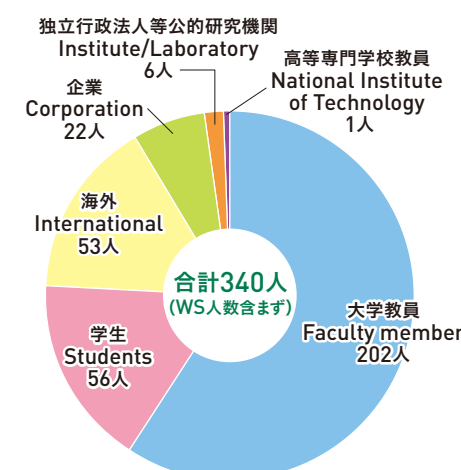
|           |                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|
| 国際共同利用研究  | 本研究所の教員と海外の研究組織に所属する研究者が、本研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究            |
| 一般共同利用研究  | 本研究所の教員と国内機関に所属する所外研究者が、本研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究             |
| 特定共同利用研究  | 本研究所の教員が代表となり、所外の研究者と共に、特定の研究課題について、本研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究 |
| 国際ワークショップ | 本研究所が主催する共同利用研究推進のための具体的課題による小規模な国際研究討論集会                       |
| ワークショップ   | 本研究所が主催する共同利用研究推進のための具体的課題に関する小規模な研究討論集会                        |

MSL has been designated as the Joint Usage / Research Center for Advanced Inorganic Materials by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) since 2010. The Collaborative Research Projects (hereafter, “CRP”) of MSL include the five different types of research and workshop.

- ・ International CRP: Research projects conducted by a team consisting of MSL faculties and researchers of foreign organizations using facilities, equipment, data, etc., available at MSL.
- ・ General CRP : Research projects conducted by a team of MSL faculties and researchers of other organizations.
- ・ Topic-Specified CRP: Research projects on specified topics coordinated by MSL faculties.
- ・ International Workshop
- ・ Workshop



2020年度採択件数内訳 (合計104件)  
The number of CRP 2020



2020年度共同利用研究者数内訳 (合計340人) (WS人数含まず)  
The number of CRP 2020 Researchers



# 未踏材料開拓領域

## Division of Unexplored Materials Exploitation

未踏材料開拓領域では、未踏領域の機能や現象を示す新材料群の開拓と、その学理解明による新しい固体科学の確立を目標とし、教科書を書き換えるような研究を行っています。

- ・既存物質の改良ではない、全く新しい概念に基づく電気伝導体、イオン伝導体、強誘電体、磁性体、蛍光体、触媒等の新物質の創出およびその物性・機能発現の解明
- ・ナノ構造磁性体の新規物理現象解明および原子スケール接合により創出される新規機能の探求
- ・ありふれた元素を使いナノ構造を工夫することで、希少な元素を使わずに有用な機能実現を狙う「ユビキタス元素戦略」
- ・物質固有の結晶構造を利用した新しい光・電子・磁気および化学機能をもつ材料探索

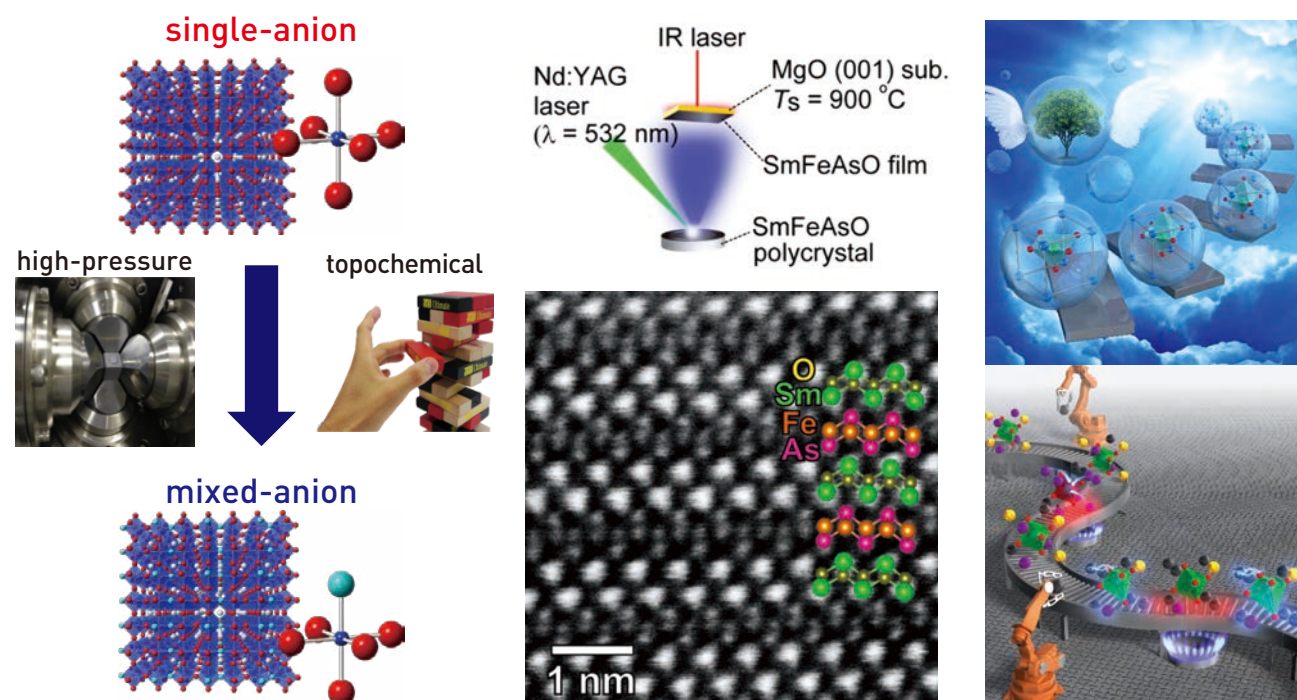
The Division of Unexplored Materials Exploitation aims to create a series of materials with unexplored functions/phenomena and their novel guiding principles based on underlying theories in materials science and different scientific fields.

Truly novel materials are created, such as electrical conductors, ion conductors, ferroelectric materials, magnetic materials, fluorescent materials, and catalysts for elucidation of mechanisms.

Elucidation of mechanisms for novel physical phenomena is based on nano-structured magnetic materials and the exploitation of novel functions via their atomic-scale junctions.

The realization of new functionalities occurs not by using noble elements but by using ubiquitous elements—i.e., “ubiquitous element strategy.”

The exploitation of materials with novel photonic, electrical, magnetic, and chemical functions is caused by unique crystal structures.



# 材料機能設計領域

## Division of Materials Design

材料機能設計領域では、研究者のセンスを頼りにした従来のアプローチではなく、高度な理論計算・計測・合成技術を駆使することで材料の微視的構造と物性の相関およびそれらのダイナミクスを明らかにし、新たな機能をもつ材料を自在に設計・予測・開発することを目標に研究を行っています。

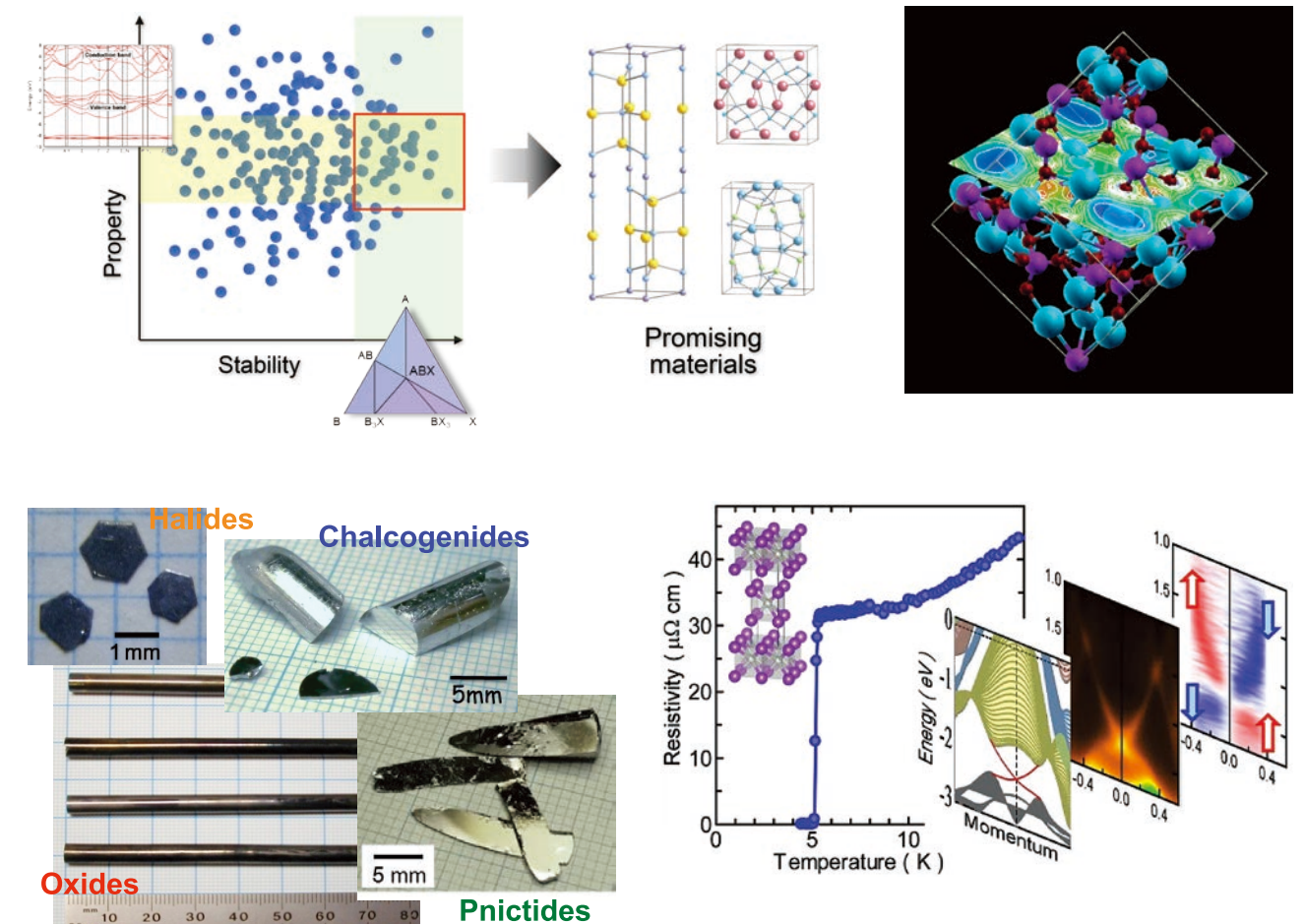
・理論・計算科学・情報科学—マテリアルズインフォマティクス—に基づいて、材料機能を設計・予測

・超高速時間分解計測、高精度熱測定技術、放射光測定技術などを駆使した先端構造解析・電子構造解析などを基盤に機能発現機構を解明し、新機能材料の設計・開発を支援

The Division of Materials Design aims to predict, design, and develop materials with novel functions through non-traditional approaches and elucidate mechanisms using high-level calculations, analyses, and syntheses.

・Materials design based on a combination of materials theory, calculations, and informatics, which is known as “Materials Informatics.”

・Design and development of novel functional materials based on advanced structure analyses including ultra high-speed time-resolved measurements, high-precision thermal measurements, and spectroscopic measurements.



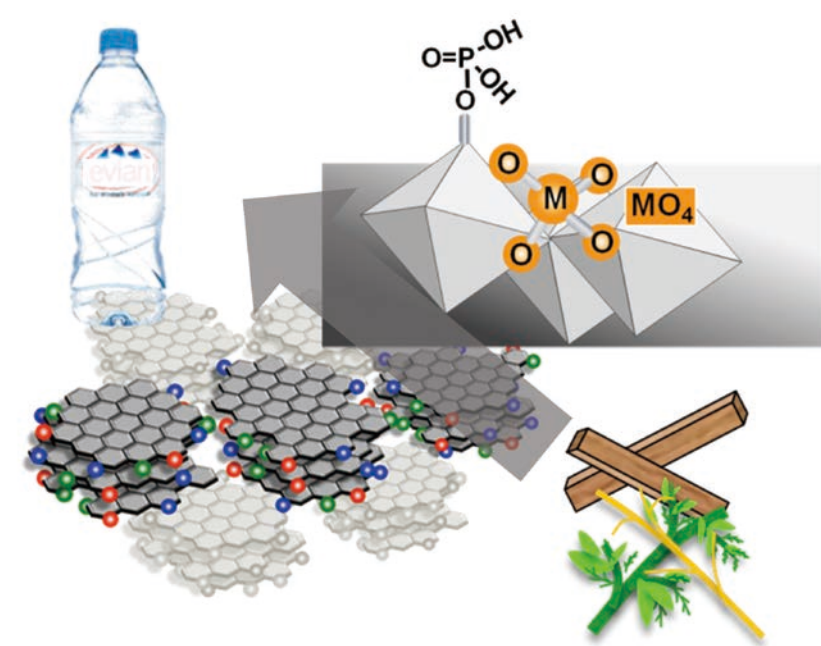


# 融合機能応用領域

## Division of Materials Integration

融合機能応用領域では、多様な物質・材料の概念や機能を融合することで、従来材料を凌駕する機能をもつ全く新しい材料開発を目標とし、研究を行っています。

- ・酸化物エレクトロニクス・ナノエレクトロニクス・液晶デバイスを中心とした新材料・プロセスに基づくデバイス開発
- ・無機・金属・有機高分子および複合材を基盤とした優れた過酷環境耐性構造材（形状記憶、超弾性、耐熱性、耐食性、耐磨耗性）の開発
- ・太陽電池材料・二次電池材料・省電力半導体・過電圧極小電極を中心とした革新的エネルギー材料開発
- ・スピンや磁性の物性研究に基づく新規なスピントロニクス・デバイス開発および電子・光・医療等のシステム技術への応用展開
- ・先端機械運動系のための極限材料機能の追求と極限設計システムの確立
- ・高機能触媒材料を中心とした革新的資源生産



The Division of Materials Integration aims to develop novel materials with superior functions via interdisciplinary materials science methods based on versatile inorganic, metal, and organic materials.

Devices are developed based on novel materials and processes, including oxide electronics, nanoelectronics, and liquid crystal devices.

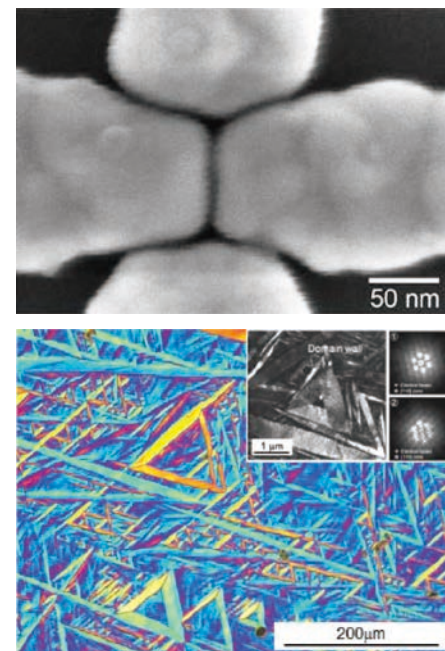
Superior structural materials that are resistant to harsh environments are developed. These include shape memory, superelastic, thermal resistant, corrosion resistant, and abrasion resistant materials. Their basis includes inorganic, metal, organic, and polymer materials, and/or their combinations.

Novel energy materials that are developed are based on solar cells, rechargeable batteries, low-power semiconductors, and electrodes with low overpotential.

Novel spintronic devices have their basis in solid-state physics; applications include electronic, optical, and medicinal system technologies.

Ultimate design systems are established and crucial material functions are investigated for advanced mechanical motion systems.

Innovative resource production is based on highly functional catalyst materials.



# 構造機能設計領域

## Division of Structural Engineering

構造機能設計領域では、建築物・構造物の耐震、耐風及び耐火に関して、材料の基本的性質から部材の力学的性質および構造物全体の性能までの総てに亘り、実験と解析の両面から複合的に研究を行っています。

様々な建築材料（コンクリート、鋼、木材等）やシステム（免震、制振、耐震）を研究対象とし、構造材料特性の解明とモデル化・新材料の開発・構造の基礎理論から実務への応用を行います。提案された理論を、モデル試験体を用いた実験で確認しながら研究を進めることも本領域の大きな特色です。研究成果は、既存建物に対する耐震診断、耐震補強方法の開発、損傷制御型の新構造システム提案、など幅広い分野で生かされます。

- ・主要構造材料の力学的特性および物理的性質の解明
- ・主要構造材料で構成される構造部材の力学的挙動の解明
- ・これらの部材要素を組み合わせて作られる建築構造物の耐震・耐火・耐風に関する基礎的研究



地震・風観測を行っている超高層免震建物（すずかけ台キャンパス）  
High-rise Isolated Building where Earthquake and Wind Observation are Carried out in Suzukakedai Campus

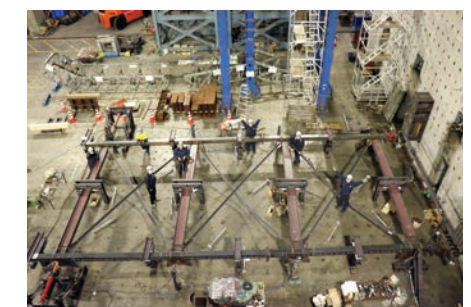
This division is specialized in earthquake, wind, and fire resistant engineering for structures of buildings and other constructions. The researchers perform extensive experimental and analytical studies addressing a wide range of subjects including material properties, members' behavior, and structural performance. We deal with various materials (concrete, steel, timber, etc) and systems (isolation, damping, etc) to study the basic material properties, develop new structural materials, apply theory to practical design. One of our interesting scheme and strength is the ability to verify theories with experimental procedures. The research results will be applied to seismic evaluation and retrofit of existing buildings, develop new seismic strength methods and resilient structural systems and materials for new buildings.

The topics of main interest are as follows:

- ・ Mechanical characteristics of steel, concrete, and all other materials used in structures and protective systems to resist earthquakes, winds, and fire.
- ・ Behavior of structural members such as beams, columns, walls, and braces, as well as protective devices including dampers and isolators.
- ・ Performance of structures against strong and/or long duration vibrations caused by earthquakes and winds, as well as strength loss caused by fire.



開口を有する鉄筋コンクリート梁の構造実験  
Loading Test on the Performance of Reinforced Concrete Beam with Opening



3層実大ブレース架構の破壊実験  
Experiment of 3-story Full Scale Braced Frames



# 未踏材料開拓領域

# Division of Unexplored Materials Exploitation

## 東・山本研究室 Azuma & Yamamoto Laboratory



教授 東 正樹  
Prof. Masaki AZUMA  
固体化学、固体物理、  
材料科学  
Solid State Chemistry,  
Solid State Physics,  
Materials Science



准教授 山本 隆文  
Assoc. Prof. Takafumi YAMAMOTO  
固体化学、固体物理、  
無機化学  
Solid State Chemistry, Sol-  
id State Physics, Inorganic  
Chemistry



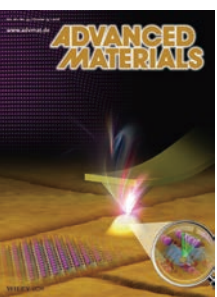
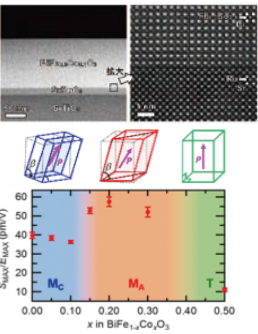
助教 重松 圭  
Assist. Prof. Kei SHIGEMATSU  
固体化学、薄膜成長  
Solid State Chemistry,  
Thin Film Growth

## 環境調和型機能性酸化物材料

<https://www.msl.titech.ac.jp/~azumalab/>

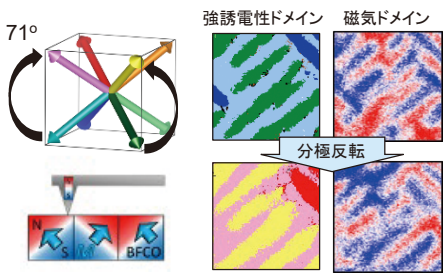
- ・強磁性強誘電体における電場印加磁化反転
- ・熱膨張抑制用負熱膨張材料
- ・アニオンに着目した新機能材料設計

遷移金属酸化物は磁性、強誘電性、超伝導性などの様々な有用な機能を示します。我々はダイヤモンド合成に使われる高圧合成法や、薄膜レーザー蒸着法・トポケミカル反応などの多彩な手段を駆使して、図に示すような多岐にわたる新しい機能性酸化物・複合アニオン化合物を開拓してきました。温度や圧力の変化によって機能が発現する際のわずかな結晶構造変化を放射光X線や中性子線を用いて検知し、機能の発現メカニズムを解明して材料の設計・合成に活かしています。



### 環境問題解決へ向けた非鉛圧電体

- ・現在主流の圧電材料PZTに代わるPbを含まない圧電材料を開発しています。
- ・電気分極の方向が変化できることが、圧電特性の増大につながる事を発見しました。

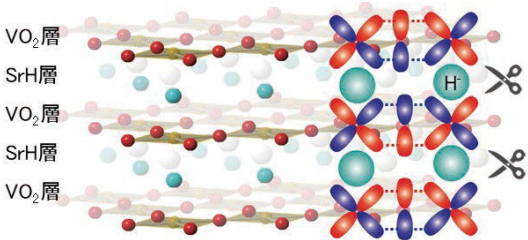


### 次世代メモリ材料強磁性強誘電体

- ・磁石（磁性）とコンデンサー（強誘電性）の性質を併せ持ちます。
- ・電力消費につながる電流を用いず、電場だけで磁化の反転を実現しました。超低消費電力磁気メモリへの応用を目指しています。

### ナノテクノロジーを支える負の熱膨張物質

- ・精密な位置決めが要求されるナノテクノロジーで問題となる熱膨張を抑制する事が出来ます。
- ・金属間電荷移動や強誘電転移に伴う巨大負熱膨張材料を開発しています。



### 新たな機能性材料複合アニオン化合物

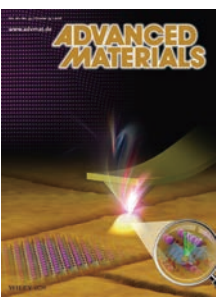
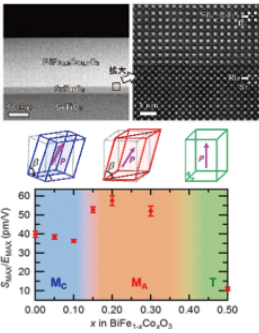
- ・酸化物に窒素やフッ素、ヒドリドなどを複合させた複合アニオン化合物を合成し、酸化物の機能を越える新規材料を開拓しています。
- ・高圧を使ったハードな反応やトポケミカル反応のようなソフトな反応を駆使して、新しい機能性材料を創り出しています。

## Environmentally compatible functional oxide materials

<https://www.msl.titech.ac.jp/~azumalab/>

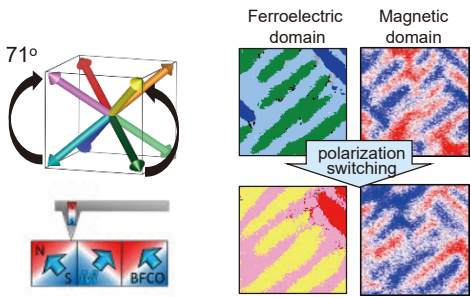
- Magnetization reversal by electric field in multiferroic materials
- Negative thermal expansion materials
- Designing novel functional mixed-anion materials

Transition metal oxides exhibit various useful functions such as magnetism, ferroelectricity and superconductivity. We realize new functional oxides as shown in the figures below by means of state-of-art synthesis techniques like high-pressure synthesis used for diamond synthesis, thin-film fabrication by laser ablation and topochemical reactions. We detect the tiny structural change accompanied with the occurrence of functions by using synchrotron X-ray and neutron beams. Such obtained information is applied to the design and the synthesis of further new materials.



### Lead-free piezoelectric material

- ・We develop new lead-free piezoelectric materials as an alternative of PZT.
- ・We discovered that polarization rotation plays a crucial role in improving piezoelectric responses.

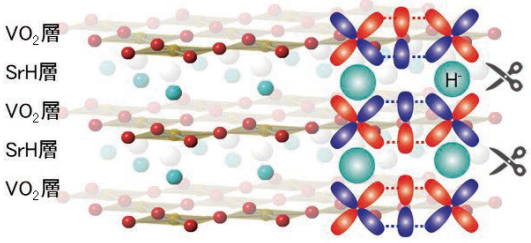


### Ferroelectric Ferromagnetism

- ・They exhibits combined nature of magnet and capacitor.
- ・We achieved magnetization reversal by only electric field, not by electric current where power loss is inevitable. We aim to develop a magnetic memory of ultra-low power consumption.

### Negative Thermal Expansion Materials

- ・They enable to suppress thermal expansion phenomena which is a problem on precise positioning in nanotechnology.
- ・We develop new materials exhibiting negative thermal expansion accompanied with charge-transfer or ferroelectric transition.



### Mixed-anion materials

- ・We explore new oxide-based mixed-anion compounds combined with nitrogen, fluorine or hydride to realize superior functionalities to conventional oxides.
- ・We create new functional materials by utilizing "hard" reaction such as high-pressure synthesis and/or "soft" reaction such as topochemical reaction.



# 未踏材料開拓領域

# Division of Unexplored Materials Exploitation

## 平松研究室 Hiramatsu Laboratory



教授 平松 秀典  
Prof. Hidenori HIRAMATSU  
固体化学、物質探索、薄膜成長  
Solid-state Chemistry, Exploration of new functional materials, Thin film growth



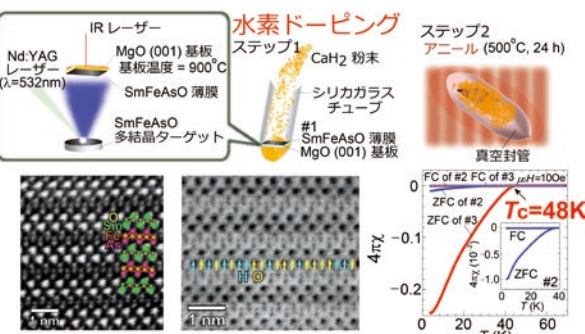
助教 半沢 幸太  
Assist. Prof. Kota HANZAWA  
固体化学、無機化学  
Solid-state Chemistry, Inorganic Chemistry, Crystal Growth

## ありふれた物質から最先端機能材料を創る

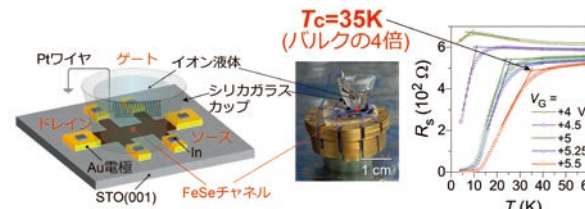
<https://www.msl.titech.ac.jp/~hiramatsu/index.html>

- 独自の指針による新材料の創成
- 鉄系超伝導体の起源解明と  $T_c$  の向上
- 新機能性半導体の設計と探索
- 化合物中の微量水素の検出と役割の解明

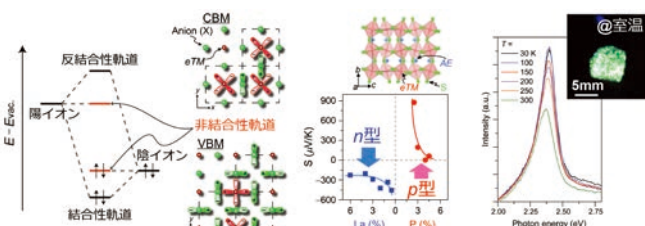
私たちの研究室では、独自のコンセプトとアプローチで、社会を変革する材料や世界の研究者を走らせる機能を生み出すことを目指しています。



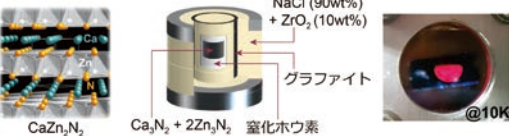
水素ドーピング鉄系超伝導体エピタキシャル薄膜の高温超伝導  
独自の手法で水素ドーピングに成功  
透過電子顕微鏡を用いた水素置換位置の特定



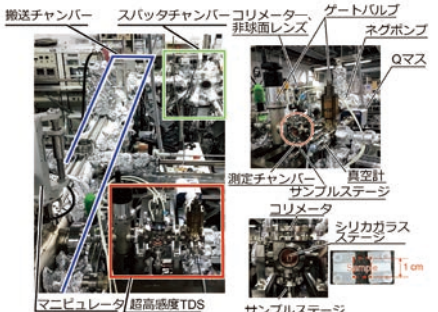
電気二重層トランジスタを用いた鉄系超伝導体の電界誘起高温超伝導  
イオン液体とトランジスタ構造を用いた高濃度キャリアドーピング  
超伝導体の  $T_c$  を4倍に上昇



新規発光半導体の材料設計  
独自の指針にもとづいた光電子機能設計  
第一原理計算と実験による検証



光電子デバイス用新規窒化物半導体  
マテリアルズ・インフォマティクスを駆使した新物質探索  
高圧合成法による試料合成 (大場研との共同研究)



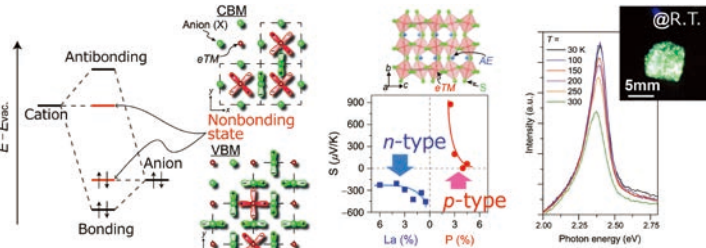
超高感度水素濃度分析装置  
世界最高感度の水素検出装置の開発 (特許出願済)  
物質中の水素の役割を調査

## Creation of novel functional materials from ubiquitous elements and inorganic materials

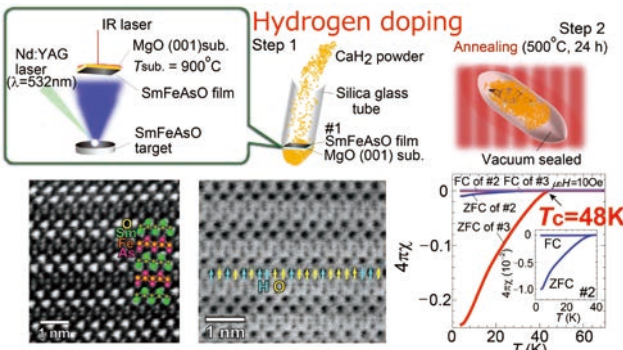
<https://www.msl.titech.ac.jp/~hiramatsu/index.html>

Creation of new materials based on original design concepts  
Origin and enhancement of  $T_c$  in Fe-based superconductors  
Materials design and exploration of functional semiconductors  
Detection and determination of role of hydrogen in solids

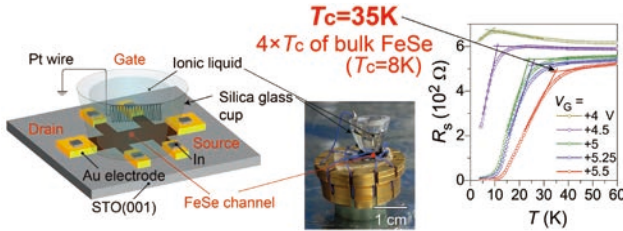
Our research target is to create new materials that drastically improve our society and/or trigger a hot trend in worldwide research.



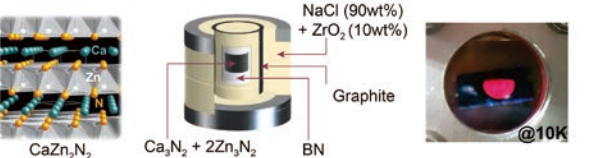
Materials design of new light-emitting semiconductors  
Chemical design based on original concepts  
Validation from first-principles calculation & experiments



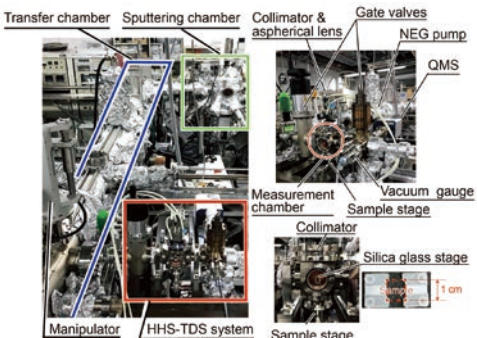
H-doped Fe-based high- $T_c$  superconductor epitaxial films  
Unique H-doping method  
Determination of H sites by STEM



Field-induced high- $T_c$  superconductivity using EDLT structure  
Extremely high-density carrier-doping with ionic liquid  
4 times higher  $T_c$  than that of the bulk



Novel nitride semiconductors for photovoltaic applications  
Exploration using materials informatics  
High-pressure synthesis (Collaboration with Oba Lab.)



Highly hydrogen sensitive TDS  
Development of analysis instrument with the highest H-detectable sensitivity (Patent submitted)  
Examination of role of H in solids



# 未踏材料開拓領域

# Division of Unexplored Materials Exploitation



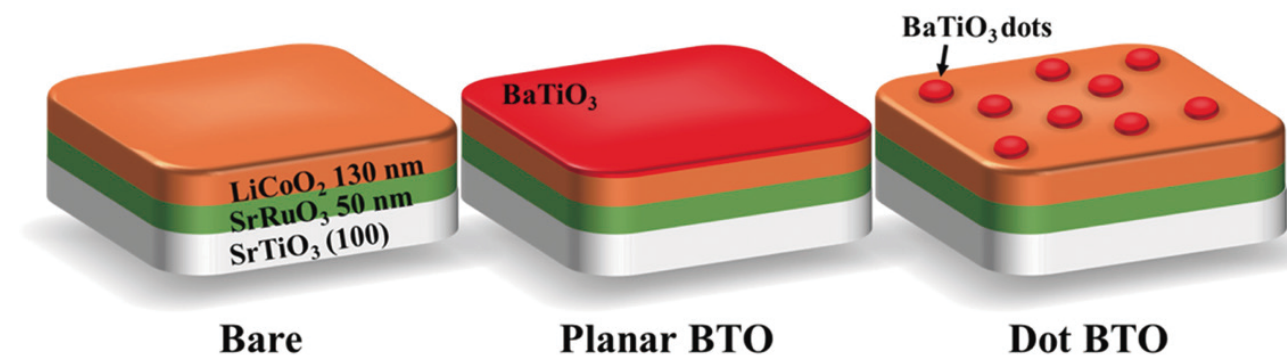
助教 安井 伸太郎  
Assist. Prof. Shintaro YASUI  
無機材料・物性  
Inorganic materials, Physical  
properties of materials

## 電子材料・エネルギー材料の新材料開拓

<http://shintaroyasui.com/>

- ・強誘電体/マルチフェロイック材料の開拓
- ・今までに無い新しいエネルギー材料の開拓
- ・薄膜を用いた界面科学のモデル研究

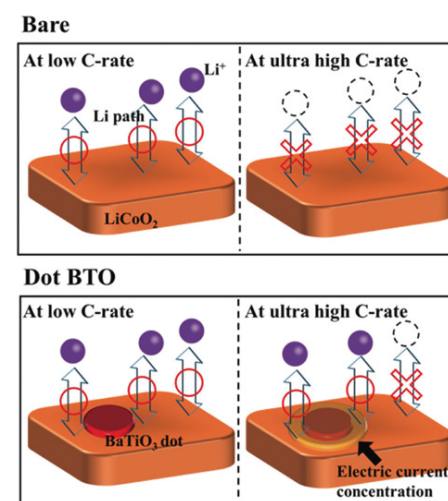
電子材料やエネルギー材料などの機能性材料は構成される結晶構造や電子構造で特性が決定されます。我々の生活の中で幅広く使用されているこれらの材料の新規開拓を行い、より一層豊かで快適で、環境に優しい生活を目指しています。



### Li イオンバッテリーにおけるLiCoO<sub>2</sub>正極のモデル構造

3種類のLiCoO<sub>2</sub>正極を作製：一般的な正極（左）、BaTiO<sub>3</sub>膜を表面に作製した正極（中）、BaTiO<sub>3</sub>ナノドットを表面に作製した正極（右）。ナノドットを作製した正極は今までに無い素晴らしい性能を示す。

現在、電子デバイスや電気自動車の普及により、安全に使用できる二次電池の開発が求められている。Liイオン電池はその中でも非常に優れた特性を有していることから様々な場面で使用されている。しかし、充電時間が長い、充電回数が限られているなどの問題点が挙げられる。我々のグループが提案する、担持物を電極界面に作製する技術を用いることで、これら両方の問題点を解決することに成功している。そもそも電池性能は電極周りの副反応にて低下するが、それを根本的に制御することに成功した。これは材料開発の視点より、界面における反応を紳士にとらえ、可視化することに成功した事による。今後の超高速充放電バッテリーの開発のキーポイントになると考えている。



### BaTiO<sub>3</sub>ナノドットの効果

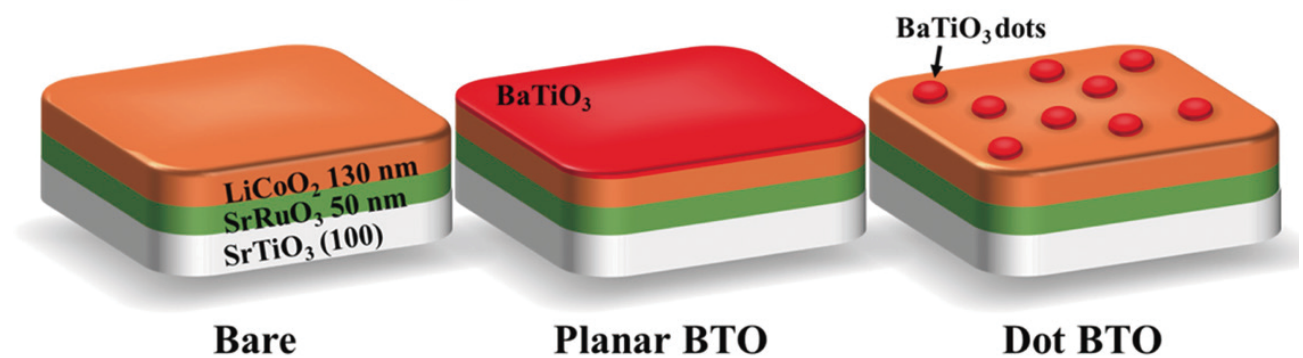
BaTiO<sub>3</sub>ナノドット周辺にて電界集中を起こし、Liイオンが可逆的に通ることの出来る道をつくることによって超高速な充放電を可能にする。

## Development of electronic and energy materials

<http://shintaroyasui.com/>

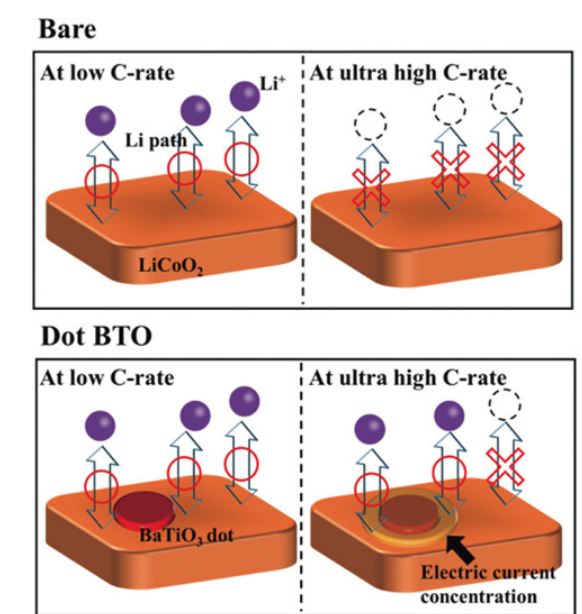
- Development of novel ferroelectric/multiferroic materials
- Development of novel energy materials
- Modeling of interfacial science by thin film technology

The characteristics of functional materials such as electronic materials and energy materials are generally depended on the crystal and electronic structure. We are developing novel materials that are widely used in our life, aiming for a more abundant, comfortable and environmentally friendly life.



**Modeled structures of LiCoO<sub>2</sub> cathode system in Li-ion battery**  
Three cathodes were fabricated: a standard bare one (left), one coated with a layer of BaTiO<sub>3</sub> (middle), and one coated with several BaTiO<sub>3</sub> nanodots (right). The one with the nanodots exhibited greatly enhanced performance.

Nowadays, modern advances in electrical devices and vehicles have created the need for even better batteries in terms of stability, rechargeability, and charging speeds. While Liion batteries (LIBs) have proven to be very useful, it is not possible to charge them quickly enough with high currents without running into problems such as sudden decreases in cyclability and output capacity owing to their intrinsic high resistance and unwanted side reactions. The formation of a solid electrolyte interface is greatly suppressed near the triple interface(LiCoO<sub>2</sub>-BaTiO<sub>3</sub>-electrolyte), which would otherwise result in poor chargeability and cyclability. This result realizes to very quick rechargeable and also very tough cycle battery.



### Effect of BaTiO<sub>3</sub> nanodots

The BaTiO<sub>3</sub> nanodots concentrate electric current in a ring around them and create paths through which Li ions can pass, even at really high charge/ discharge rates.



# 材料機能設計領域

# Division of Materials Design

## 大場・熊谷研究室 Oba & Kumagai Laboratory



教授 大場 史康  
Prof. Fumiyasu OBA  
計算材料科学、  
固体電子論  
Computational materials science, Electron theory of solids



准教授 熊谷 悠  
Assoc. Prof. Yu KUMAGAI  
理論材料科学  
Materials theory



助教 高橋 亮  
Assist. Prof. Akira TAKAHASHI  
計算材料科学、マテリアルズインフォマティクス  
Computational materials science, Materials informatics

## Computational Materials Design

<https://www.cms-mi.msl.titech.ac.jp/>

Design and exploration of electronic materials  
Computational materials science and materials informatics

## 計算科学とマテリアルズインフォマティクスに立脚した新材料開拓

<https://www.cms-mi.msl.titech.ac.jp/>

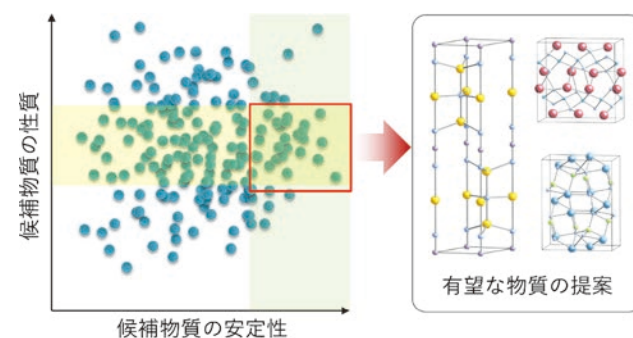
- ・スーパーコンピュータを用いた電子材料の設計と探索
- ・先進計算科学手法を駆使した材料の探究
- ・マテリアルズインフォマティクスによる新材料開拓の加速

昨今の計算科学の進展とスーパーコンピュータの演算能力の向上は目覚ましく、量子力学に基づく第一原理計算により既知の材料を深く理解するだけでなく、全く新しい材料の存在やその機能を高い信頼性で予測することも可能になってきました。当研究室の狙いは、このような「計算材料科学」に立脚して材料を探究すること、そして、これまでにない高機能材料を見出すことです。さらに、計算材料科学とデータ科学を密接に連携させた「マテリアルズインフォマティクス」により、新材料の開拓を加速することを目指しています。



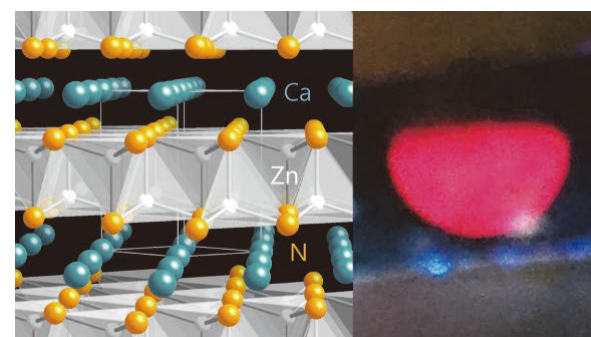
マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築

- ・膨大な計算データを生成し、蓄積するための手法開発と機械学習による物性予測モデルの構築
- ・有望な物質を効率的・自動的に選び出すハイスループットスクリーニング技術の開発



### コンピュータ中でのハイスループットスクリーニングによる新物質探索

- ・第一原理計算や機械学習による予測モデルを用いて候補物質の様々な特性と安定性を評価
- ・特性と安定性の両観点から有望物質を選出し、実験グループに提案することで、新物質探索を加速



### コンピュータシミュレーションによる新規半導体の開発の具体例

- ・希少元素を含まず、赤色発光を示す新しい窒化物半導体  $\text{CaZn}_2\text{N}_2$  が存在することを計算により予測
- ・高压合成・光学物性評価実験により実証（細野・平松研究室）

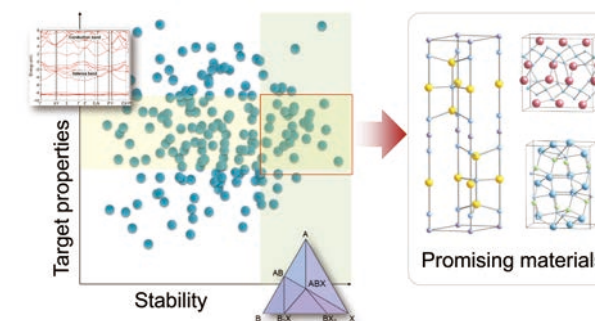
Hinuma et al., Nat. Commun. 7, 11962 (2016).

It is now feasible to predict a variety of structures and functionalities of materials using computer simulations at the practical level of accuracy required for detailed understanding and elaborate design of materials, thanks to the recent development of relevant theory and methodologies along with computer performance. Our aim is to design and explore novel inorganic materials, particularly semiconductors and dielectrics, using approaches based on computational and data science.



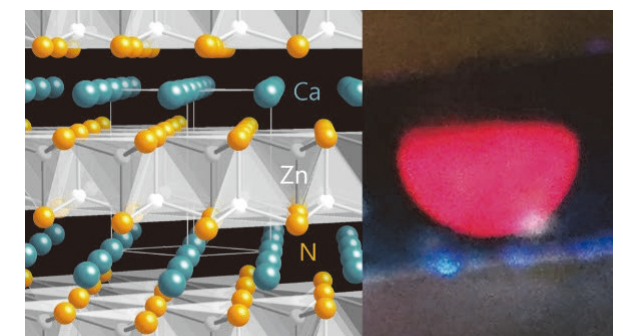
### Development of computational methods for materials exploration

- ・High-throughput first-principles calculations
- ・Machine learning of calculation data



### Materials exploration by high-throughput computational screening

- ・Prediction of material properties and stability using first-principles calculations and machine-learned prediction models
- ・Identification of promising materials in terms of target properties and stability by high-throughput computational screening



### Successful example of computational materials exploration: Discovery of a novel nitride semiconductor

- ・Prediction of  $\text{CaZn}_2\text{N}_2$  with a band structure suited for red light emission
- ・Experimental verification of the predicted crystal structure and optical properties (Hosono-Hiramatsu group)

Hinuma et al., Nat. Commun. 7, 11962 (2016).



# 材料機能設計領域

# Division of Materials Design

## 神谷・片瀬研究室 Kamiya & Katase Laboratory



教授 神谷 利夫  
Prof. Toshio KAMIYA  
無機材料科学、半導体物性、  
半導体デバイス、計算材料学  
Inorganic Materials Science,  
Semiconductor Science,  
Semiconductor Devices,  
Computer Simulation



准教授 片瀬 貴義  
Assoc. Prof. Takayoshi KATASE  
無機機能性薄膜材料  
Inorganic Functional  
Thinfilm Materials



助教 井手 啓介  
Assist. Prof. Keisuke IDE  
材料科学、半導体物性、  
半導体デバイス  
Material science,  
Semiconductor physics,  
Semiconductor device

## アモルファス酸化物を利用した新規機能材料の探索および新規機能デバイスの創出

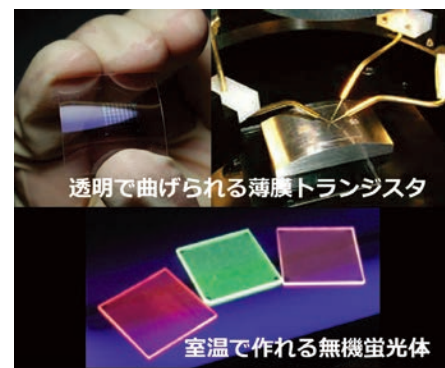
<https://www.msl.titech.ac.jp/~tkamiya>

- ・アモルファス酸化物半導体を利用した新規デバイスの創出
- ・コンピュータを利用した新規機能性材料の設計
- ・無機化合物のナノ構造を利用した新機能デバイスの開発

当研究室は、今まで使われてきた電子材料とは全く違った材料系を自ら見出し、今までは作れなかった光・電子・エネルギーデバイスに挑戦しています。

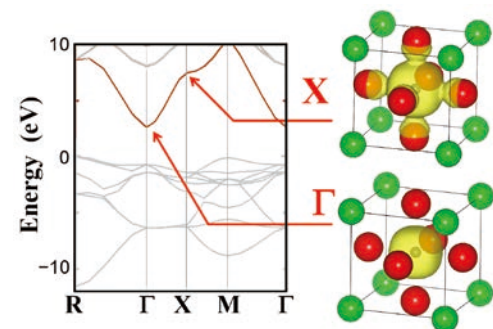
その一例として、25年以上使われてきたアモルファスシリコンに変わる高性能な材料である“IGZO”を開発し、いまでは大型有機ELや液晶ディスプレイとしての量産に至りました。IGZOに続き、実用化されて世界を変える新材料を更に我々の手で生み出すことを目指しています。

太陽電池・トランジスタ・熱電変換素子・発光素子&レーザーなどのありとあらゆる環境デバイスの劇的な能力向上に挑戦します。

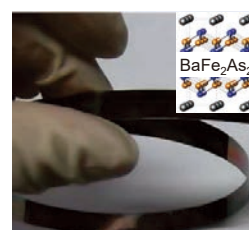


### アモルファス酸化物半導体を利用した新材料開発

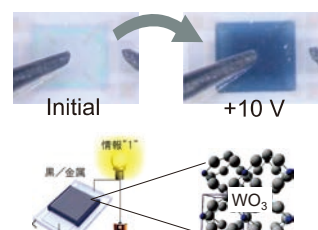
In-Ga-Znを成分とする酸化物IGZOが、アモルファスであるにもかかわらず、透明でフレキシブルな高性能トランジスタとして利用できることを見出しました。さらに最近では、世界で初めて無機の発光薄膜の室温形成に成功し、新規発光デバイスへの応用も視野に入ってきました。



第一原理計算を駆使し、絶縁体の材料を透明半導体に酸化ゲルマニウムは6eV以上の大きなバンドギャップを持ち、非常に良い絶縁体として知られています。量子計算によって電子構造を正しく理解すると、立方晶構造の $\text{SrGeO}_3$ はバンドギャップが2.7eVへと極端に小さくなり、良い透明半導体になることが分かりました。



抵抗ゼロで大電流を流せる超伝導線材



色が変わる抵抗変化メモリ

### 無機化合物のナノ構造を利用した新機能デバイス開発

絶縁層と伝導層が交互に積層した層状構造やナノ空壁を持つ無機化合物を用いて、従来の半導体材料を遥かに凌駕する機能を持つ新電子機能材料とエネルギー社会に役立つデバイスの研究を進めています。

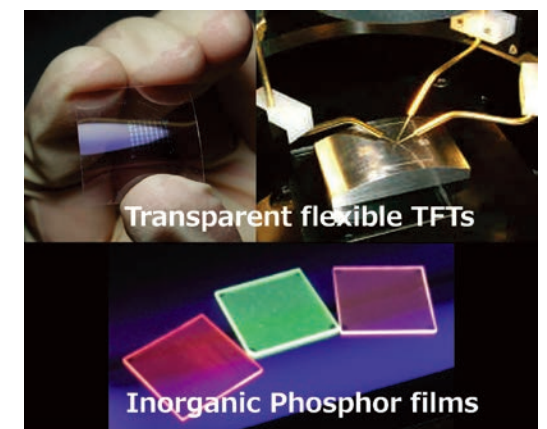
## Exploration of novel functional materials and electronic devices

<https://www.msl.titech.ac.jp/~tkamiya>

**Novel functional devices based on new inorganic semiconductors**  
**Computer-assisted materials science & materials design**  
**Innovative materials & devices by nanoscale-controlled thin-film growth**

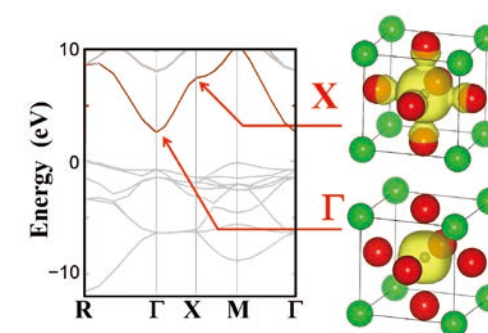
We have been challenging to explore really new functional materials to create novel optical, electronic, energy devices. A representative achievement is “IGZO”, which is already commercialized in high-resolution LCD and very large OLED displays. As such, our propose is to find next functional materials following IGZO, that will make our world better and much fascinating.

Based on our original “material design” concepts, we continue to challenge to dramatically enhance the performances of solar cells, transistors, thermoelectric devices, LEDs, lasers etc.



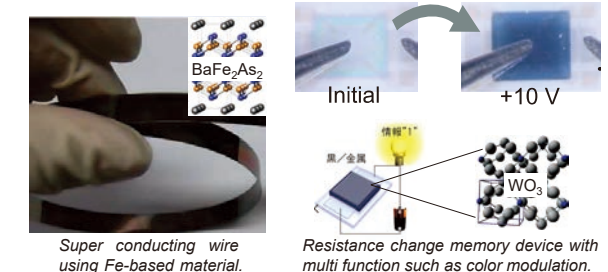
### Amorphous oxide for various applications

Before 2004, it had been believed “good semiconductor” can be realized only in crystalline materials such as Si, GaN, and ZnO. Notwithstanding that, we demonstrated the high-performance thin-film-transistor (TFT) can be realized by amorphous oxide “IGZO”. In addition, we recently succeeded to demonstrate room-temperature fabrication of inorganic light-emitting semiconductor films, which will be used for optical devices and displays, replacing OLED in the future.



### Transparent conductor using covalent bonds

Germanium oxide is known as a good electrical insulator with a wide band-gap over 6 eV. We demonstrated to convert  $\text{SrGeO}_3$  to a good transparent conductor. Quantum calculation explains its electronic structure and why it reduces the bandgap down to 2.7 eV by employing the cubic  $\text{SrGeO}_3$  structure. Like this, we are making continuous challenges to create new functional materials based on our original material design concept.



### Nanoscale controlled thin-film growth for novel functional devices

We aim to develop new functional thin-films and opto-electronic/electro-magnetic devices using nanoscale-controlled thin-film growth and high electric-field approach.



## 川路研究室 Kawaji Laboratory



教授 川路 均  
Prof. Hitoshi KAWAJI  
機能材料、無機材料物性、  
ナノサイエンス  
Functional Materials,  
Properties of Inorganic  
Materials, Nanoscience



助教 気谷 卓  
Assist. Prof. Suguru KITANI  
無機材料、熱物性  
Inorganic Materials,  
Thermodynamic prop-  
erties

## 熱測定による材料の機能性発現機構の解明

<https://www.msl.titech.ac.jp/~kawaji/>

- ・巨大粒度効果の機構解明とその制御および利用
- ・多孔性配位高分子中に吸蔵された物質の挙動
- ・金属-絶縁体転移を利用した熱伝導率スイッチング材料の開発

熱測定技術を駆使し、様々な機能性材料の物性と構造の相関や相転移現象を解明することで、新奇機能性材料の創成を目指しています。

世界最高精度の断熱型熱量計による精密熱容量（比熱）測定をはじめとする熱量測定や熱膨張測定などの熱物性測定を軸に、誘電率や磁化率測定、X線・中性子散乱実験などを行い、機能性材料の特性を理解し、物質の原子・分子運動の詳細や構造と物性の相関を明らかにすることを目指しています。

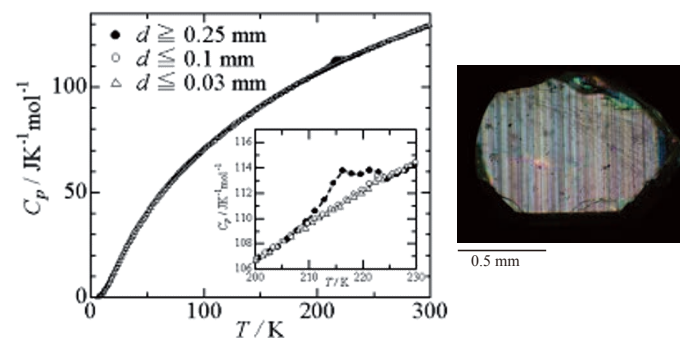
当研究室では世界最高精度を持つ断熱型熱量計や、十mg程度の試料でも測定可能なPPMS緩和型熱量計（カンタム・デザイン社製）を用いた熱容量測定、さらには希釈冷凍機を用いた数十mKの極低温・強磁場環境下での測定を行っています。また、キャパシタンス法を用いた超高精度熱膨張測定装置や、熱伝導率測定法を駆使して研究・開発を行っています。



断熱型熱量計

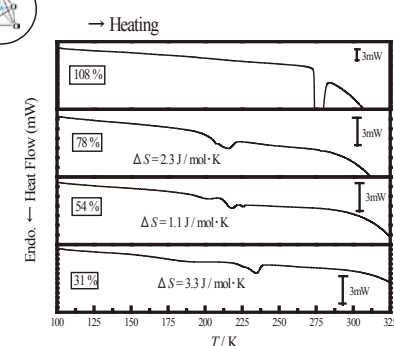
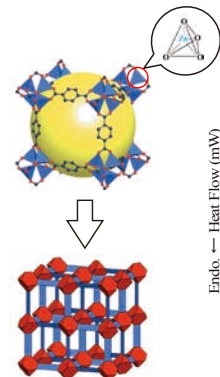
### 巨大粒度効果の機構解明とその制御および利用

- ・ミリスケールの粒径で現れるサイズ効果を発見
- ・サイズ効果を利用した誘電性の制御



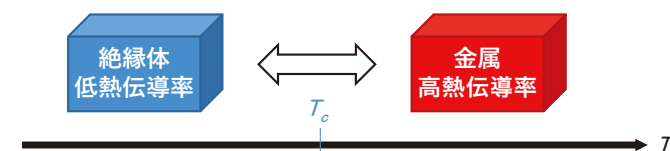
### 多孔性配位高分子中に吸蔵された物質の挙動

- ・多孔性配位高分子中に吸蔵された分子がバルクとは大きく異なる相転移挙動を示す。
- ・ガスの低温貯蔵時の吸蔵機構の解明などへと発展



### 金属-絶縁体転移を利用した熱伝導率スイッチング

- ・固相間の金属-絶縁体転移に伴う熱伝導率変化としてこれまでで最高性能を有する物質を発見
- ・温度変化に対して動的に機能する熱伝導率スイッチング材料としての応用を目指す



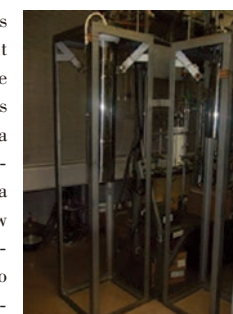
## Elucidation of Phase Transition and Function of Materials

<https://www.msl.titech.ac.jp/~kawaji/>

### Elucidation of giant particle size effect and its control and utilization Phase transition properties of molecules absorbed in Metal-Organic Frameworks Development of thermal conductivity switching materials

We aim to create novel functional materials by understanding the properties of various functional materials and by clarifying the details of the atomic/molecular motion of substances and the correlation between structure and physical properties by utilizing thermal measurement techniques. Our research method are focused on calorimetric measurements such as heat capacity measurements with the world's highest precision adiabatic calorimeter and other thermal property measurements such as thermal expansion measurements, besides dielectric constant, magnetic susceptibility, and X-ray/neutron scattering experiments, etc.

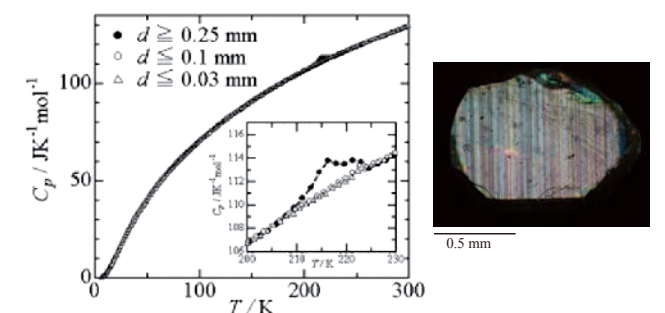
The strong point of our lab is that various thermal measurements can be carried out according to the purpose. For example, the heat capacity can be measured by the world's highest precision adiabatic calorimeter, a Quantum Design PPMS relaxation calorimeter for the low-mass sample (~10 mg), and a home-made calorimeter under a ultralow temperature and strong magnetic field environment using a dilution refrigerator. We also conduct and develop other thermal measurement system, such as the ultrahigh precision thermal expansion measurement device, thermal conductivity measurement system.



Adiabatic calorimeter

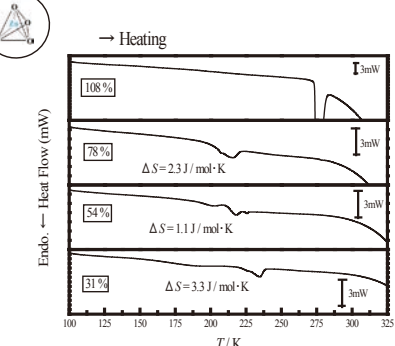
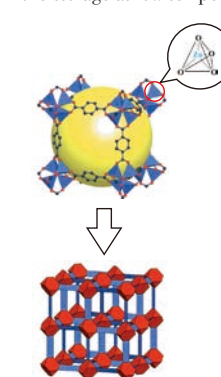
### Mechanism elucidation of giant particle size effect and its control and utilization

- ・We have discovered the giant particle size effect that appears with millimeter scale.
- ・Provide the new way for controlling the ferroelectricity by using the size effect.



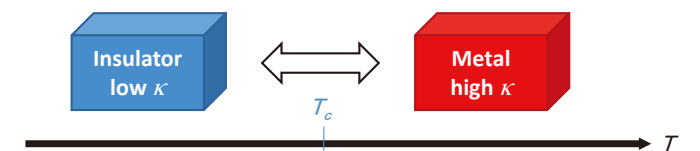
### Phase transition properties of molecules absorbed in Metal-Organic Frameworks (MOF)

- ・The molecules absorbed in the MOF exhibit a phase transition behavior which is significantly different from the bulk.
- ・Evolve the elucidation of the absorption mechanism of various gases in the storage at low temperature.



### Development of thermal conductivity switching materials utilizing metal-to-insulator transition (MIT)

- ・We have found the material with the highest thermal conductivity change among MIT materials.
- ・Aim for the application as the thermal conductivity switching material that dynamically functions against temperature change





## 笹川研究室 Sasagawa Laboratory



准教授 笹川 崇男  
Assoc. Prof. Takao SASAGAWA  
固体物理化学、単結晶工学、  
先端量子計測、ナノシミュレーション  
Solid State Physics / Chemistry,  
Crystal Engineering, Quantum  
Observation, Nano-simulation

## 固体物質がもつ超電子機能の追究 — 新奇超伝導体からトポロジカル絶縁体まで —

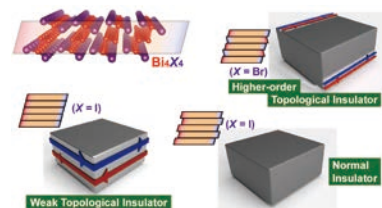
<https://www.msl.titech.ac.jp/~sasagawa/>

- ・第一原理計算を活用した物質探索・選定
- ・高品質大型単結晶化
- ・極限環境も利用した精密電子物性評価
- ・先端分光による電子状態の直接観察

エレクトロニクスの革命を目指して、  
固体中に隠れた電子の超機能を探索・発  
掘することに挑戦中です。表面や界面、  
電子同士の強い相互作用、電子状態への  
相対論・トポロジー効果などに着目して、  
従来の延長線上にはない新世代を担う電  
子材料の開発を行っています。

### トポロジカル絶縁体

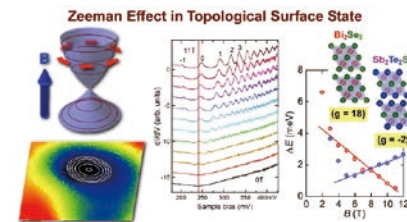
積層様式で多種の発見と学理へ



Nature 566, 518 [2019].  
Nature Materials 102, 473 [2021].

### トポロジカル絶縁体

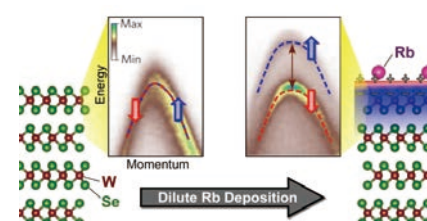
表面磁性の精密計測に成功



Nature Commun. 7, 10829 [2016].

### 表面状態・ナノエレ

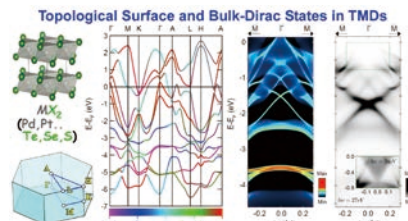
スピン状態の制御法を開発



Nature Nanotech. 10, 1043 [2015].

### トポロジカル半金属

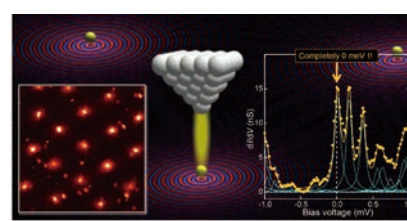
物質設計の一般原理を提唱



Nature Materials 17, 21 [2018].

### トポロジカル超伝導

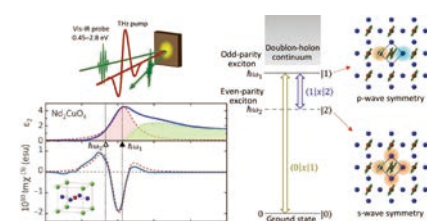
超伝導状態の詳細を解明



Nature Materials 18, 811 [2019].

### 強相関電子

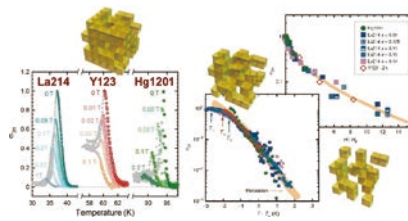
光応答を解明・光制御に成功



Nature Commun. 6, 8519 [2015].  
Science Adv. 3, e1600735 [2017].  
Science Adv. 5, eaav2187 [2019].

### 高温超伝導

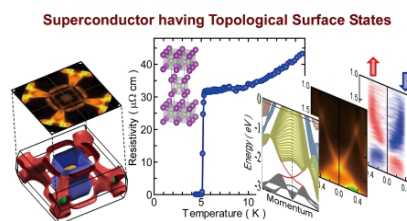
メカニズム解明に迫る



Nature Materials 14, 37 [2015].  
Nature Commun. 9, 4327 [2018].  
Nature Commun. 11, 3323 [2020].

### トポロジカル超伝導

有力候補物質の発見と実験検証



Nature Commun. 6, 8595 [2015].  
Nature Commun. 8, 976 [2017].

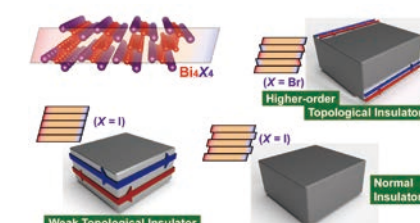
## Seeking for Electronic Super-functions in Solids — from Topological Insulators to Exotic Superconductors —

<https://www.msl.titech.ac.jp/~sasagawa/>

Computational Materials Explorations  
Growth of High-quality Crystals  
Physical Property Measurements under Extreme Conditions  
Direct Observation of Electronic States

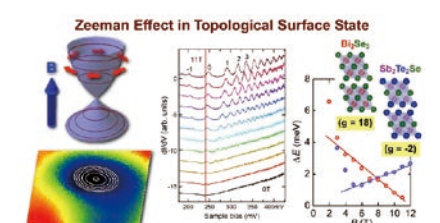


### Topological Insulators



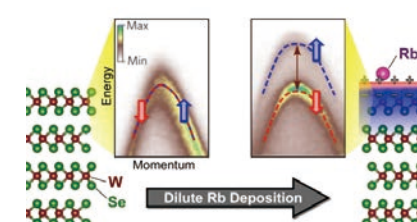
Nature 566, 518 [2019].  
Nature Materials 102, 473 [2021].

### Topological Insulators



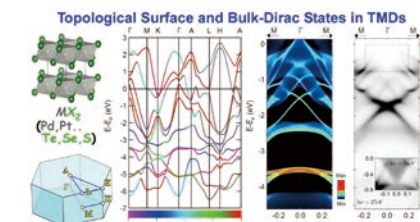
Nature Commun. 7, 10829 [2016].

### Surface・Nanoelectronics



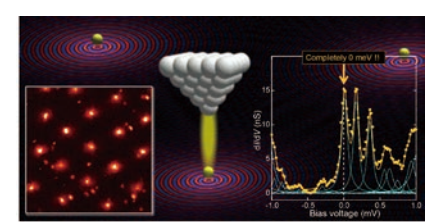
Nature Nanotech. 10, 1043 [2015].

### Topological Semimetals



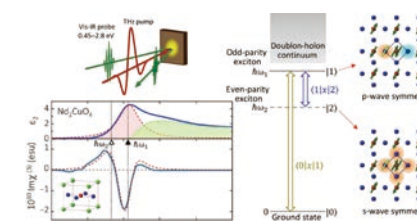
Nature Materials 17, 21 [2018].

### Topological Superconductor



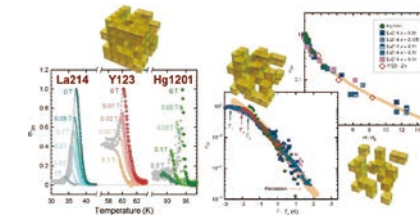
Nature Materials 18, 811 [2019].

### Strongly Correlated Electron Systems



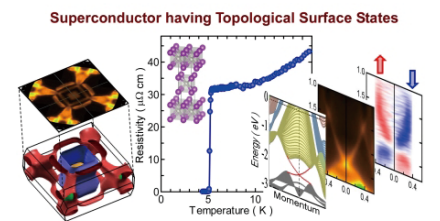
Nature Commun. 6, 8519 [2015].  
Science Adv. 3, e1600735 [2017].  
Science Adv. 5, eaav2187 [2019].

### High-Tc Superconductors



Nature Materials 14, 37 [2015].  
Nature Commun. 9, 4327 [2018].  
Nature Commun. 11, 3323 [2020].

### Topological Superconductors



Nature Commun. 6, 8595 [2015].  
Nature Commun. 8, 976 [2017].



## 中村研究室 Nakamura Laboratory



准教授 中村 一隆  
Assoc. Prof. Kazutaka NAKAMURA  
光物性、超高速分光、  
化学物理学、固体物理学  
Light matter interaction, Ultrafast  
spectroscopy, Chemical physics,  
Solid state physics

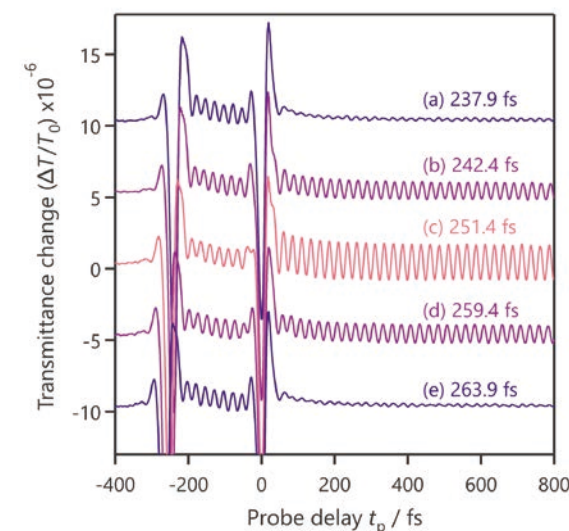
## 固体中の量子コヒーレンス計測と制御

<http://www.knlab.msl.titech.ac.jp>

- 電子フォノン結合量子系のコヒーレント制御
- 光学フォノンを使ったTHz量子メモリ
- 超高速現象のダイナミクス
- 量子古典境界とデコヒーレンス

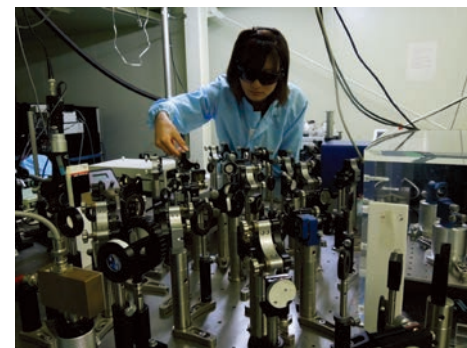
超短パルスレーザを用いることで、固体物質中の量子コヒーレンスの保持時間の計測とその制御を目指しています。

量子コヒーレンスは、量子情報通信や次世代量子デバイスの基本要因ですが、固体中では非常に短時間で失われてしまいます。原子振動周期よりも短いパルス幅の光パルスを用いて、生成した量子コヒーレンスがどの程度の時間保持されるのかを、干渉実験により研究しています。また、精緻に制御したパルス対を用いてコヒーレンスを制御する研究にも取り組んでいます。

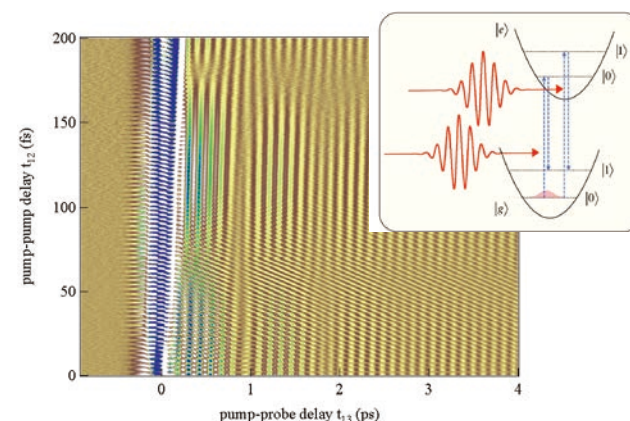


### ダイヤモンド光学フォノンを使ったTHz量子メモリ

- 振動周期25fsの光学フォノンの振動の発生と計測
- 光学フォノン量子状態の書き込みと読み出し
- 励起パルス間隔によってフォノン量子状態分布を制御



フェムト秒時間領域干渉測定装置  
•アト秒制御で位相制御したパルス列発生  
•フェムト秒時間分解の時間領域分光測定



### 半導体の干渉型時間分解反射率計測

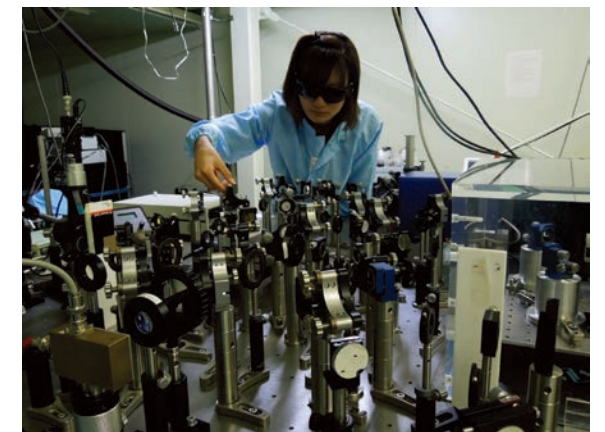
- 半導体GaAs単結晶における電子フォノン結合系のコヒーレント制御
- 電子フォノン結合系におけるコヒーレントフォノン生成に関する量子理論構築

## Quantum Coherence in Solid Materials

<http://www.knlab.msl.titech.ac.jp>

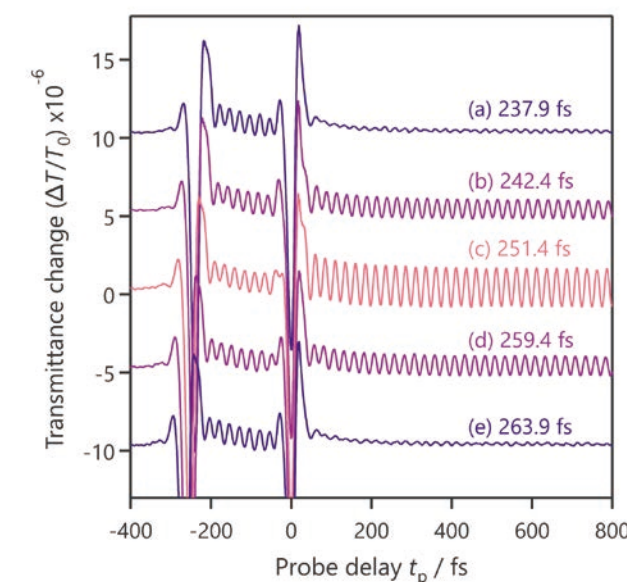
### Coherent control of electron-phonon coupled state THz quantum memory using optical phonons Ultrafast dynamics in solid materials Quantum-classical boundary and decoherence

Our objective is to measure and control of quantum coherence in bulk solid materials using ultrashort laser pulses. The coherence is a key issue for future quantum devices and quantum technologies and is easily lost in bulk materials. We are studying how long the quantum coherence is kept in solids using phase-locked femtosecond optical pulses via an interference technique.



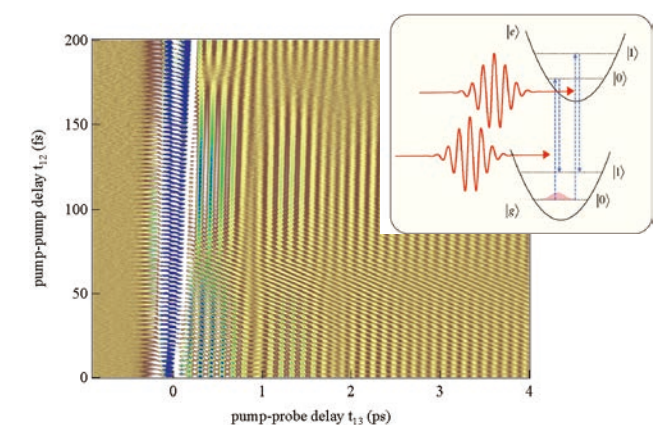
### Femtosecond time-domain interference measurement system

- Generation of phase-locked femtosecond pulses
- Femtosecond time-domain spectroscopy



### THz quantum memory using optical phonons in diamond

- Measuring coherent optical phonons with 40 THz
- Write and read of phonon quantum state
- Coherent control of phonon amplitudes by optical pulses



### Interferometric time resolved transient reflectivity measurement of semiconductors

- Coherent control of electron-phonon coupled states in GaAs single crystal
- Establishing quantum theory for coherent control of coherent optical phonons



## 松下研究室 Matsushita Laboratory



特任准教授 松下 雄一郎  
Specially Appointed Associate Prof.  
Yu-ichiro MATSUSHITA

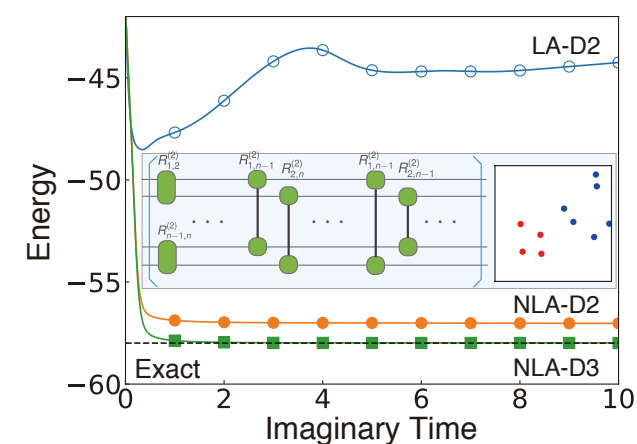
量子アルゴリズム開発、物性理論  
Development of quantum algo-  
rithms, Theoretical condensed  
matter physics

## 量子計算機が切り拓く新材料科学

<https://www.msl.titech.ac.jp/~matsushita/>

- 量子アルゴリズム開発と材料科学への展開
- スパコン「富岳」-量子混合計算機を駆使した新奇マテリアルデザイン
- 電子相関効果を取り込んだ先進材料計算手法の開発

最近、Googleによる量子超越性の実証のニュースが大きな話題となった。いよいよ量子計算機の実現が差し迫る中、量子計算機の動向には大きな関心が寄せられている。本研究室では、量子計算機の出現による新しい材料科学の探求を行う。量子計算機、さらには量子計算機と次世代のスパコンである「富岳」とを融合させた全く新しい計算機の上で、アルゴリズムの開発とマテリアルデザインを探究する。本研究室では、計算機の原理から理解することにより、量子計算機の性能を極限に引き出すアルゴリズムの開発を行い、情報化社会全体へのインパクトの大きい基幹技術の確立を目指しています。



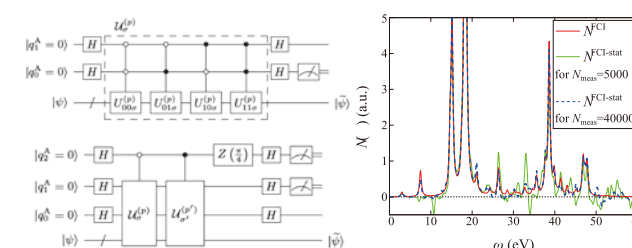
### NISQ (Noisy-Intermediate-Scale Quantum) 量子計算機による機械学習への適用

- 中規模量子計算機に向けた、機械学習問題へのアルゴリズム開発とシミュレーション上での実施
- ゲート深さを、従来法 (LA) 法から大幅に削減する非局所近似 (NLA) 法の開発に成功



### 新材料科学のための先進計算機プラットフォーム

- 量子計算機と古典スパコンとの混合コンピュータを駆使することにより、膨大で、かつ高精度な計算データを生成し、機械学習による新規量子マテリアルのデザインを行う。



### 量子計算機シミュレーションによる、電子相関効果を取り入れた材料物性計算の具体例

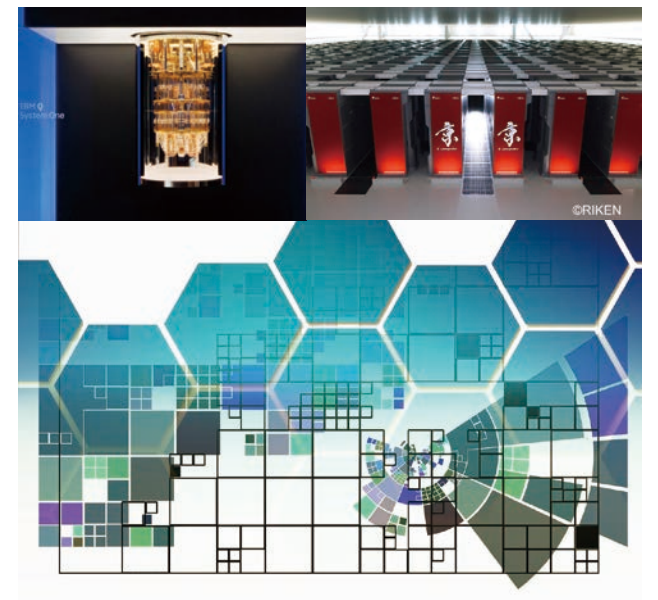
- 線形応答関数・グリーン関数を量子計算機上で計算するアルゴリズムを開発
- 電子相関効果を取り入れた材料シミュレーションを行い、光吸収スペクトルの計算を実施

## Materials Science at the Cutting Edge with Quantum Computers

<https://www.msl.titech.ac.jp/~matsushita/>

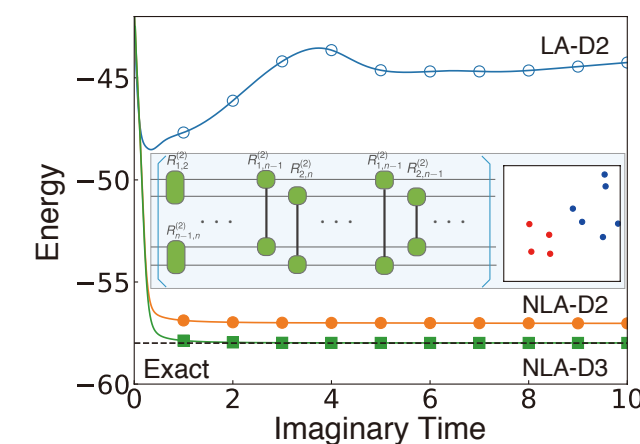
- Quantum-algorithm developments and their applications to materials science
- Materials design using advanced computers, quantum-classical hybrid computers
- Development of materials-simulation methodologies incorporating electron correlations

Recently, news of quantum supremacy from Google spread throughout the world. In our group, we explore novel materials science using quantum computers. We develop quantum algorithms and methodologies for materials design by making full use of new computers that combines a quantum computer and a supercomputer. By understanding the computers from the principles, we realize quantum algorithms to fully derive the great potential of quantum computers. We aim at key technologies of great impact on the whole society.



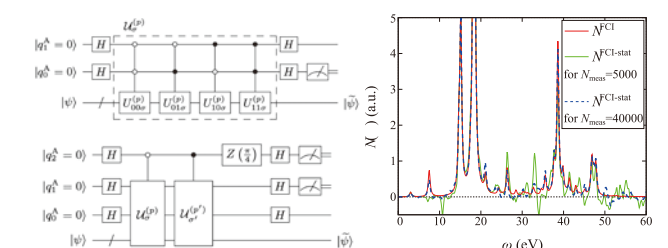
### Advanced computational platform for novel materials science

- By using quantum and classical hybrid computers, we aim at materials design combining huge data and highly accurate materials simulations.



### Algorithm development for NISQ (Noisy- Intermediate-Scale Quantum) devices and its applications

- Achieve an algorithm development for machine learning on NISQ devices
- Achieve a substantial reduction in gate depth compared with conventional methods



### Applications to correlated electron systems based on a quantum-computer simulation

- Achieve quantum circuits for the Green's function and linear-response functions calculations
- Practical applications to correlated electron systems and successful calculations of optical absorption



稲邑研究室 Inamura Laboratory



教授 稲邑 朋也  
Prof. Tomonari INAMURA  
金属物性、  
構造・機能材料  
Physical Metallurgy,  
Structural and Func-  
tional Materials



助教 篠原 百合  
Assist. Prof. Yuri SHINOHARA  
金属物性、機能材料、  
鉄鋼材料  
Physical Metallurgy,  
Functional Materials,  
Steels

材料組織の幾何で力学特性を制御する

[http://www.mrst.first.iir.titech.ac.jp/inamura\\_tit/](http://www.mrst.first.iir.titech.ac.jp/inamura_tit/)

研究分野

稲邑研究室は、金属材料において工業上極めて重要な、無拡散変態に関する基礎研究と、それに基づいた革新的な医療・エネルギー材料の設計を行っています。これらの分野における研究の歴史は長く、新しいことをするためには、これまでに積み上げられてきた学理に加えて、斬新な切り口や新しいアプローチ、そして時には運が必要です。

稲邑研究室では、金属物理学を基本としながら、数学に裏打ちされた原理的な視点や理論解析と、電子顕微鏡法、回折実験等をはじめとした最先端の実験手法を縦横無尽に駆使し、無拡散変態の深奥に迫ります。こういった基礎研究の方向性は、得られる成果を革新的な材料設計へとスムーズに応用展開できるように設定し、企業との共同研究や応用研究の特許化も積極的に進めています。

最近の主な研究

**超長寿命形状記憶合金の設計**  
ドメイン組織の制御原理を解明し、耐久性を向上

**鉄鋼のマルテンサイトバリエーション選択則**  
高度な組織予測・制御のための指針

**キンク変形の運動学的理論の構築** 長周期積層構造 Mg 合金のキンクによる強化機構の解明をめざして

**キンク組織**

Research on the basic principles of microstructure and discovering new approach for material design

[http://www.mrst.first.iir.titech.ac.jp/inamura\\_tit/](http://www.mrst.first.iir.titech.ac.jp/inamura_tit/)

Research interest

The main focus areas of our research group are (1) microstructure of diffusionless transformation, (2) kink deformation in layered material, (3) shape memory alloys, and (4) steels.

Research Topics

**Long-life shape memory alloys(SMAs)**  
Martensite microstructure analysis based on crystallographic theory

**Analysis of variant-pairing tendencies (steel)**  
Microstructure analysis of martensite with characteristic morphologies

**Kinematical theory of kink microstructure (Mg-Zn-Y alloys)**



# 融合機能応用領域

## 曾根・Chang 研究室 Sone-Chang Laboratory



教授 曾根 正人  
Prof. Masato SONE  
マイクロ・ナノデバイス、生体医  
エデバイス材料、材料加工・処理  
Micro / Nanodevice,  
Bio-Medical Engineering  
Device Materials, Material  
Processing / Treatment



准教授 CHANG, Tso-Fu Mark  
Assoc. Prof. CHANG, Tso-Fu Mark  
薄膜プロセス、めっきプロセス、ナ  
ノプロセス、結晶・組織制御、電極触媒  
Thin film process, Plating  
process, Nano process,  
Crystal / Microstructure  
control, Electrocatalysis



特任助教 陳 君怡(兼任)  
Specially Appointed Assis-  
tant Professor  
CHEN, Chun-Yi  
触媒化学、有機合成化学  
Catalytic Chemistry,  
Synthetic Organic  
Chemistry

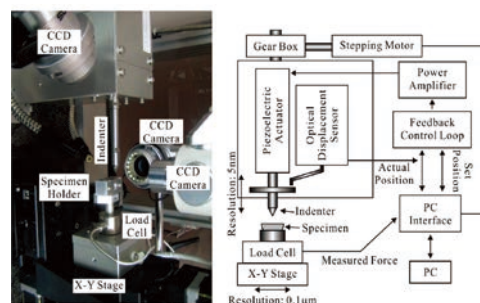
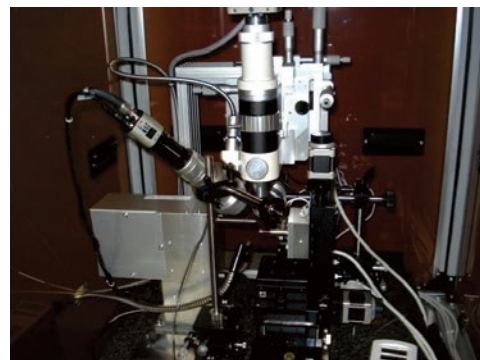
## 医用デバイス材料の設計および機能評価

<http://www.ames.pi.titech.ac.jp/index.html>

- ・非侵襲性高感度医用デバイス用貴金属材料
- ・ウェアラブルセンサ用貴金属ポリマーハイブリッド繊維
- ・貴金属単原子金属電析法

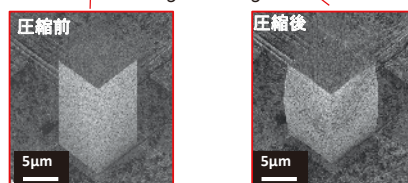
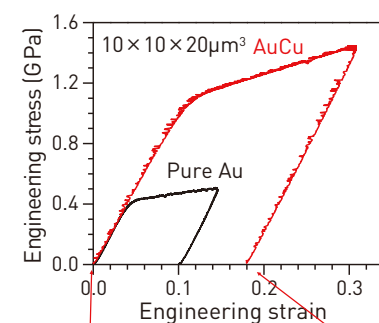
次世代医用デバイス材料への応用を可能とする生体適合性・高強度・高耐食性・高靱性を併せ持つ金属材料を開発し、更にその諸物性を精密測定する技術を開発しています。

医用MEMSデバイスに利用可能な高強度貴金属めっき材料、ウェアラブルデバイスに利用可能な高機能セラミックス／貴金属／生体適合性繊維、原子レベルの貴金属めっき技術などを開発し、同時にその物性を定量的に解析可能な評価技術の研究に取り組んでいます。



マイクロサイズ試験片用万能試験機

- ・マイクロメートルレベルの機械的強度を測定可能
- ・引張・圧縮試験、破壊靱性試験、疲労試験が可能



医用デバイス用合金めっき材料の微小圧縮試験

- ・金属組織制御による合金めっきの強度化
- ・デバイスに用いるサイズでの機械的強度試験



ウェアラブルセンサ用プラチナ／シルクハイブリッド材料

- ・高い生体適合性を有するプラチナとシルクの複合化
- ・貴金属／繊維の高い接着性と多機能化可能な繊維基板

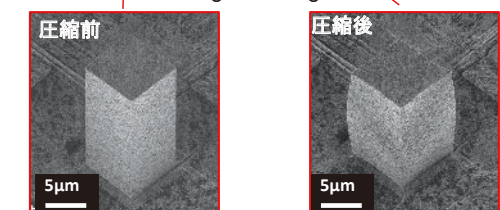
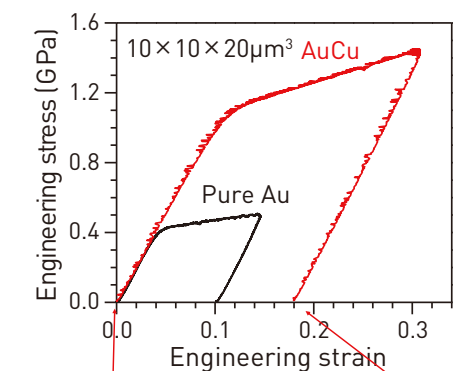
# Division of Materials Integration

## Design & Evaluation of Materials for Medical Device

<http://www.ames.pi.titech.ac.jp/index.html>

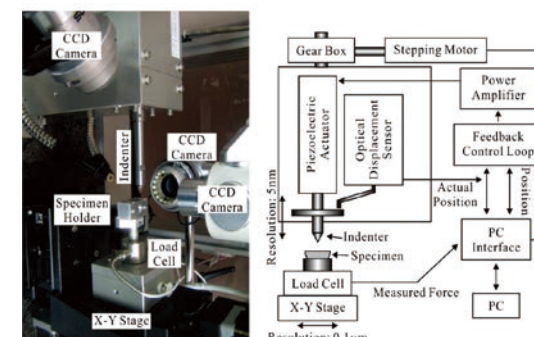
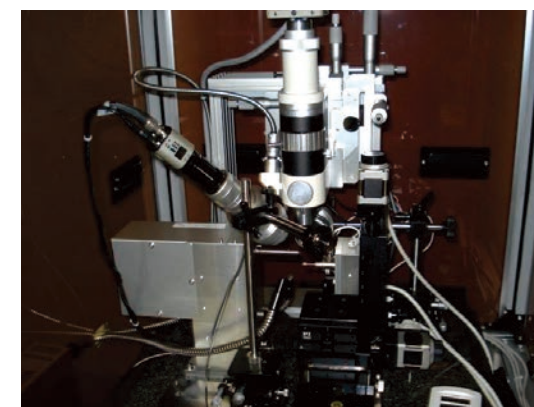
### Noble Metallic Materials for Non-Invasive High-Sensitive Medical Device Hybridized Fiber with Noble Metal & Ceramics for Wearable Sensor Single Noble Metallic Atom Deposition for High-Sensitive Sensor

We have developed metallic materials with enhanced properties including biocompatible, anti-corrosion, mechanical strength and toughness toward next medical devices and the evaluation methodology. We now focus the development and characterization of (1) Au alloy electroplated for non-invasive high-sensitive inert sensor, (2) hybrid materials of ceramics/metal/polymer for wearable devices and (3) single Au atom deposited conducting polymer for high sensitive sensor.



Micro-testing of Electroplated Au alloy for medical devices

- ・Strengthening of Au alloy by controlling nano structure
- ・Mechanical testing of micro-specimens



The testing machine specially designed for micro specimens

- ・Mechanical strength measurement of micro-size specimens
- ・Testing of tensile, compression & bending deformations and the fatigue.



Pt/Silk hybrid fibers for wearable sensors

- ・Hybridization of biocompatible metal & polymer
- ・High adhesion between metal & polymer and the functions



# 融合機能応用領域

## 原・鎌田研究室 Hara & Kamata Laboratory



教授 原 亨和  
Prof. Michikazu HARA  
材料科学、触媒化学、  
表面化学  
Materials science, Ca-  
talysis, Surface science



准教授 鎌田 慶吾  
Assoc. Prof. Keigo KAMATA  
触媒化学、無機合成化学、  
物理有機化学  
Catalytic chemistry, inorganic  
synthetic chemistry, physical  
organic chemistry



助教 喜多 祐介  
Assist. Prof. Yusuke KITA  
触媒化学、有機合成化学  
Catalytic Chemistry,  
Synthetic Organic  
Chemistry



特任准教授 Debraj CHANDRA  
Specially Appointed As-  
sociate Professor Debraj  
CHANDRA  
Materials Chemistry,  
Nanostructure En-  
gineering, Surface  
Science, Catalysis



特任助教 服部 真史  
Specially Appointed As-  
sistant Professor Masashi  
HATTORI  
無機材料合成、触媒化学  
Synthesize inorganic  
materials, Catalytic  
chemis



特任助教 Manas K. BHUNIA  
Specially Appointed Assis-  
tant Prof. Manas K. BHUNIA  
Inorganic Chemistry,  
Nanomaterials and  
Catalysis

## Creation of Advanced Inorganic Catalyst Materials Construction of Envriomnet-Friendly Chemical Processes

<https://www.msl.titech.ac.jp/~hara/index.html>

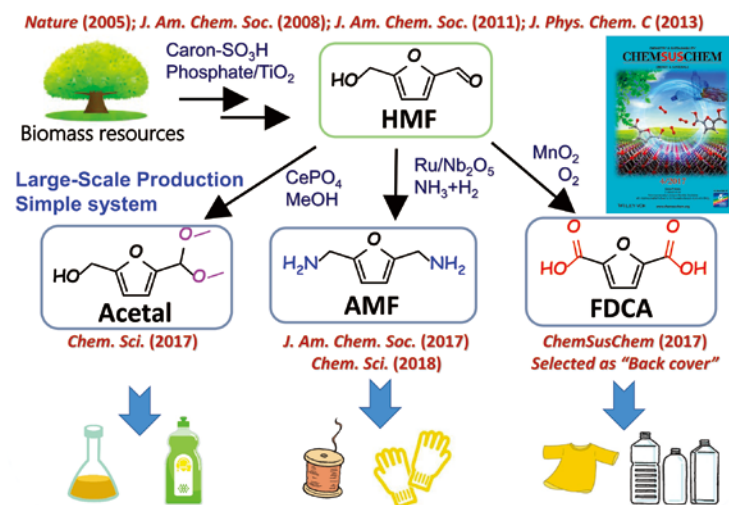
Efficient Utilization of Biomass Resources  
Low-energy Ammonia Synthesis  
Development of Difficult Selective Oxidation

Hara-Kamata Lab is investigating catalysis and material science.

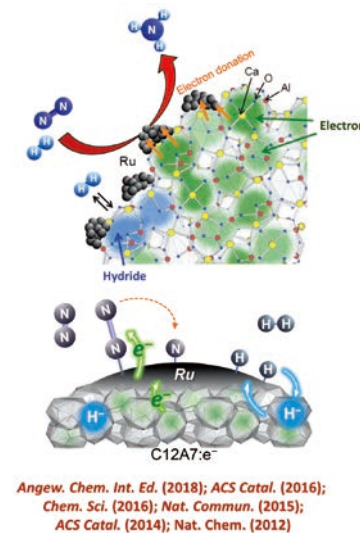
Our aims are creation of innovative catalyst materials to produce chemical resources and energy without environmental burden. Our ongoing projects are as follows.

原・鎌田研究室は触媒と材料科学の研究室です。  
私たちは環境に負荷を与えずに、化学資源とエネルギーを生み出す革新的触媒と材料を創生するグループです。我々のグループでは、主に以下のプロジェクトが進行中です。

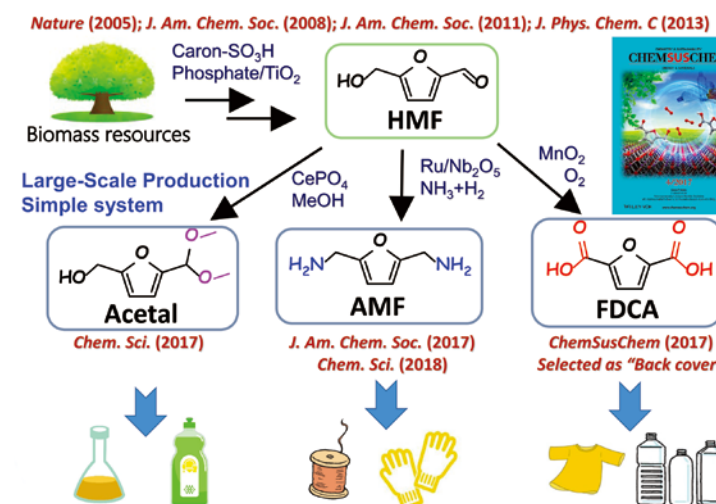
### バイオマス資源の有効利用



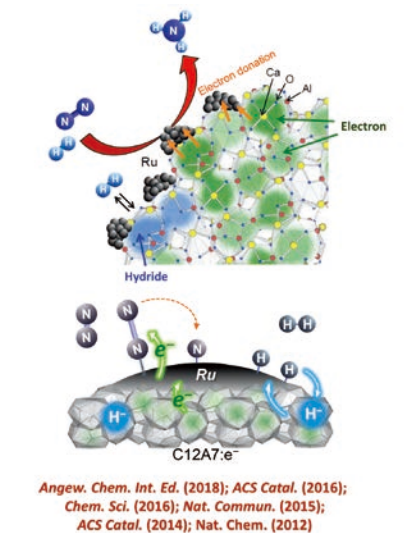
### 低エネルギーアンモニア合成



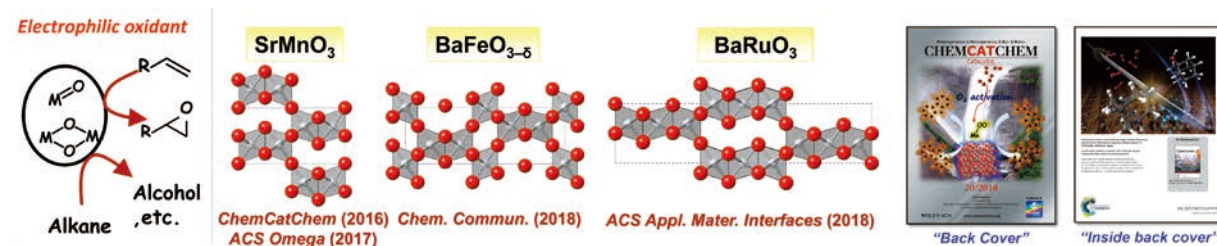
### Utilization of Biomass Resources



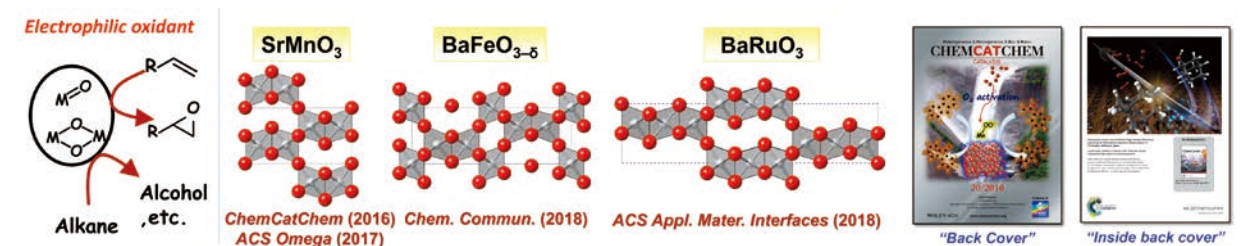
### Low-energy Ammonia Synthesis



### 高難度選択酸化反応の開発



### Development of Difficult Selective Oxidation





# 融合機能応用領域

## 細田・田原研究室 Hosoda & Tahara Laboratory



教授 細田 秀樹  
Prof. Hideki HOSODA  
金属物性、構造・機能材料、  
医用生体工学・生体材料学  
Physical Metallurgy, Structural and Functional  
Materials, Medical Organism Engineering and  
Material Science of Organism



准教授 田原 正樹  
Assoc. Prof. Masaki TAHARA  
金属物性、機能材料、  
バイオマテリアル  
Physical Metallurgy,  
Functional Materials,  
Biomaterials



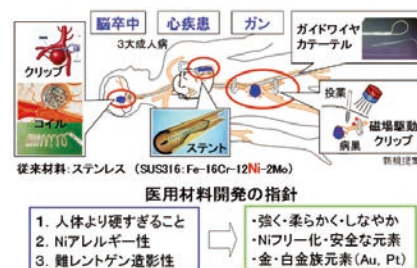
助教 邱 琬婷  
Assist. Prof. Wan-ting CHIU  
金属物性、電気化学、  
材料科学  
Physical Metallurgy,  
Electrochemistry, Ma-  
terial science

## 新機能性形状可変材料の合金設計・ 開発・高機能化

<http://www.mater.pi.titech.ac.jp>

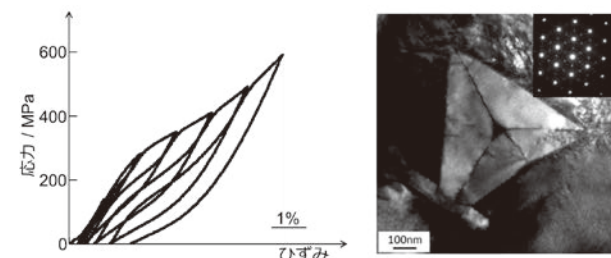
- ・生体用形状記憶・超弾性合金の開発
- ・高温用形状記憶合金の開発
- ・磁性形状記憶合金およびその複合材料
- ・金属間化合物、状態図
- ・相安定性、相変態、組織制御

原子・ナノ・マイクロレベルでの材料設計による新・高・多機能材料の創造を目的とし、研究を行っています。異方性制御、原子配列・結晶構造制御などの技術を用い、生体用形状記憶・超弾性チタン合金、高速駆動と大歪みを兼ね備えた磁性形状記憶合金スマートコンポジットなどを開発しています。



### 低侵襲性血管治療機材とその材料指針

- ・内視鏡やカテーテル、ステントなど、血管内で治療する機器のため、Ti-Ni合金より生体安全性の高い形状記憶合金を開発
- ・Ti-Nb-AlやTi-Cr-Sn系など新生体用チタン合金を創造し、実用に耐える優れた形状記憶・超弾性特性の発現に成功

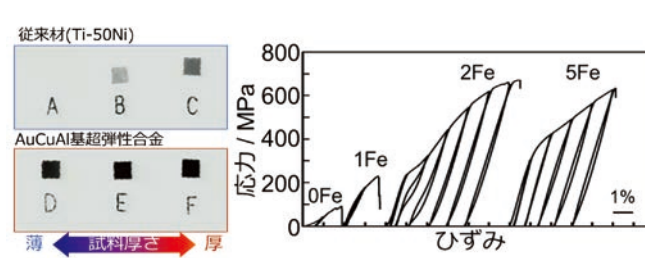


### TiMoSnZr合金の超弾性挙動と内部組織

- ・TiMoSn基合金の超弾性特性の改善のため、第4添加元素としてZrに着目
- ・時効中に析出する三角錐状の特異な形状の $\alpha$ 相と、超弾性特性の向上が強い相関

### 磁性形状記憶合金/ポリマーコンポジット

- ・NiMnGa合金とシリコンとの複合材料
- ・マイクロCTによる3次元内部分散状態測定
- ・動作速度の高速化(>100Hz)を目指し、磁場駆動形状記憶スマートコンポジットを開発中



### AuCuAl基超弾性合金のX線視認性と機械的性質

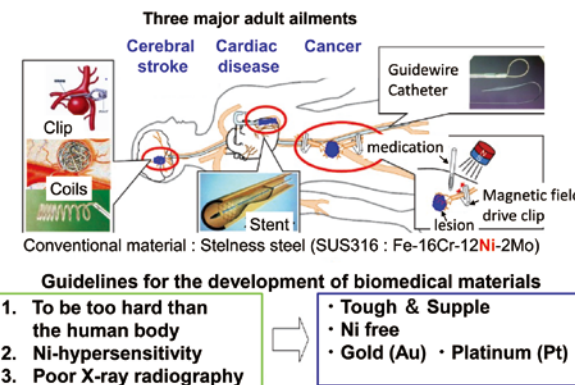
- ・高い生体適合性を持つAuCuAl基超弾性合金は、X線視認性も良好
- ・AuCuAl基合金の機械的性質の改善のため、第4添加元素としてFeに着目

# Division of Materials Integration

## Alloy design, development and high functionality of new functional shape variable materials

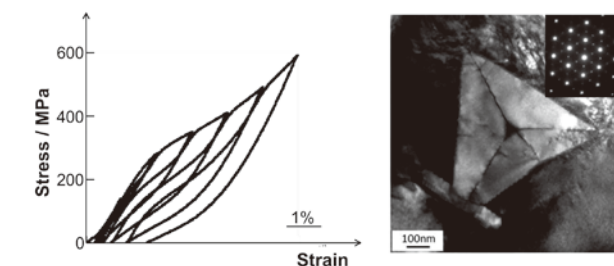
<http://www.mater.pi.titech.ac.jp>

- Development of biomedical shape memory / superelastic alloys
- Development of high temperature shape memory alloys
- Ferromagnetic shape memory alloys and their composites
- Intermetallic compounds and phase diagram
- Phase stability, phase transformation and microstructural control



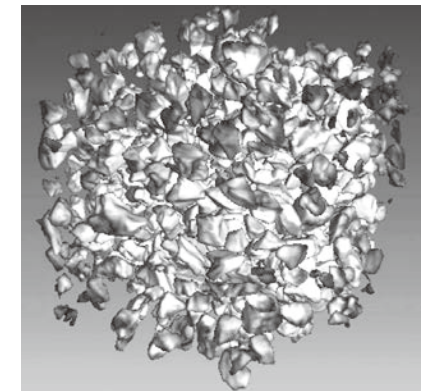
### low invasiveness medical devices for vessel treatment and their material design

- ・We have been developing new functional and biocompatible shape memory / superelastic alloys such as Ti-Nb-Al and Ti-Cr-Sn alloys for Endovascular devices to replace NiTi alloys.



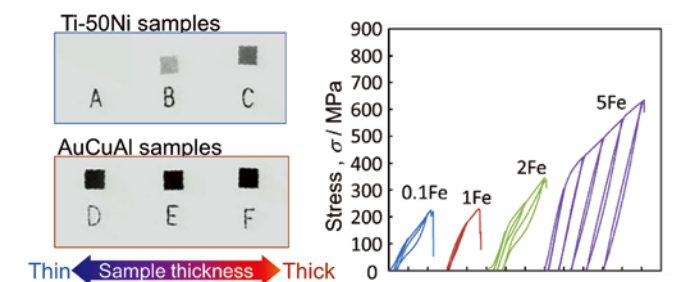
### Superelastic Behavior and Internal Structure of TiMoSnZr Alloy

- ・Large superelastic strain around 5% appeared in TiMoSnZr-based alloy by controlling chemical composition and morphology of  $\alpha$  (hcp phase) precipitates through thermo-mechanical treatment.



### Ferromagnetic Shape Memory Alloys / Polymer composites

- ・Giant magnetostrain of 4% was achieved in NiMnGa ferromagnetic shape memory alloy particles distributed silicone matrix composite by applying magnetic field.



### X-ray Radiography and Mechanical Properties of AuCuAl Biomedical Shape Memory Alloys

- ・Good X-ray imaging character was confirmed in AuCuAl, and Fe microalloying dramatically improved room temperature tensile ductility to suppresses intergranular brittleness.



## 真島研究室 Majima Laboratory



教授 真島 豊  
Prof. Yutaka MAJIMA

ナノ材料造形プロセス、量子ドットトランジスタ、スピントロニクス、ガスセンサー、バイオデバイス  
Sub10nm Scale Fabrication Process, Quantum Dot Transistor, Spintronics, Gas Sensor, Nanoscale Induced L10 Ordered Ferro-magnetic Materials, Next Generation DNA Sequencer



助教 PHAN Trong Tue  
Assist. Prof. PHAN Trong Tue

半導体デバイス、マイクロ/ナノ液体プロセス  
MEMS/Semiconductor devices, Micro/Nano Liquid Process, MEMS/Semiconductor devices, Micro/Nano Liquid Process, MEMS

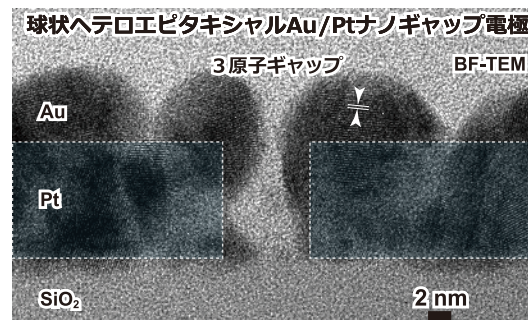
## 極限ナノ材料造形と機能開拓

<https://www.msl.titech.ac.jp/~majima/>

- 電子線リソグラフィ(EBL)によるナノギャップ電極構造作製
- ヘテロエピタキシャル無電解めっき(ELGP)によるAu/Ptナノギャップ電極
- 2nmスケール超高速トランジスタ
- ナノギャップ電極を用いた高性能ガスセンサ
- ナノ構造誘起L1<sub>0</sub>規則化強磁性体の実現
- ELGPナノポアDNAシーケンサー

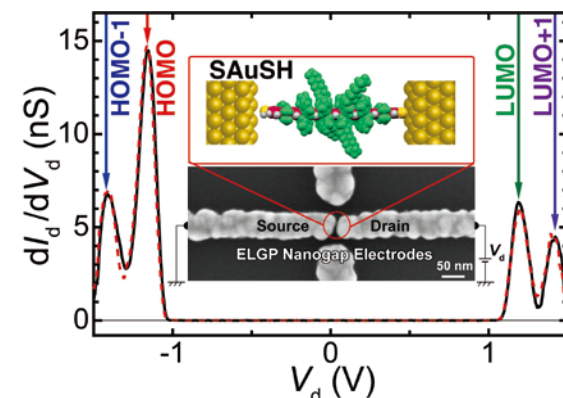
材料のスケールが10nm以下となると、量子力学的効果、融点降下など、バルクとは異なる物性が発現します。

真島研では、オリジナルなアイディア・実行力・世の中の役立つをモットーとし、EBLとELGPを用いて、極限ナノ電子材料を造形し、それらの機能を開拓し、超高速トランジスタ、ナノスケールガスセンサ、ナノ構造誘起強磁性体、ナノポアDNAシーケンサーを研究し、現代の諸問題を解決するデバイスを開発しています。



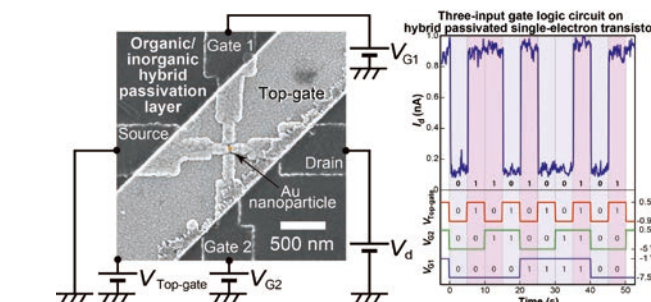
ヘテロエピタキシャル球状金/白金ナノギャップ電極

- ギャップ長 0.7nm
- 白金上に金をELGPによりヘテロエピタキシャル成長
- 耐熱性 300℃



分子ワイヤの長距離共鳴トンネル現象

- 剛直分子ワイヤの分子軌道のエネルギー準位に着目
- 分子軌道のエネルギー準位を介した共鳴トンネル現象
- 4.3nmの長距離をコヒーレントトンネル
- 次世代分子トランジスタの創製をめざす



単電子トランジスタを用いた多入力論理演算回路

- 金ナノ粒子クーロン島として用いた単電子トランジスタ
- 有機/無機ハイブリッドパッシベーション層
- 1つの単電子トランジスタで3入力XOR回路動作
- 単電子トランジスタ論理回路の実用化をめざす

## Fabrication of Single Nanoscale Materials and Their Devices

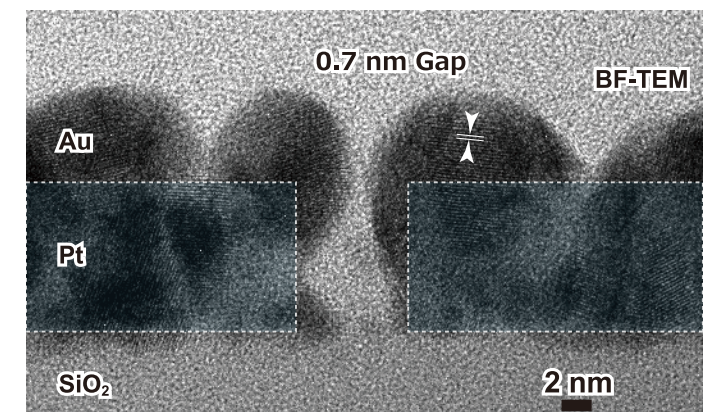
<https://www.msl.titech.ac.jp/~majima/>

Single Nanoscale Material Fabrication by Electron-Beam Lithography (EBL)  
Heteroepitaxial Electroless Au Plating (ELGP) on Pt and Pd  
2nm Scale Quantum Dot Transistor  
Nanogap Gas Sensor  
Nanoscale Structure Induced L1<sub>0</sub> Ordered Ferromagnetic Materials  
ELGP Nanopore DNA Sequencer

Single nanoscale materials exhibit exotic properties such as quantum mechanics, depression of melting point, and so on.

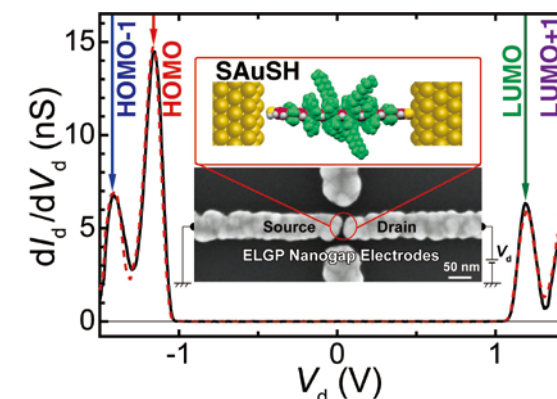
Majima lab. has developed single nanoscale materials fabrication methods of EBL and ELGP. By utilizing our unique methods, we develop quantum dot transistor, nanoscale gas sensor, nanoscale structure induced L10 ordered ferromagnetic material, and ELGP nanopore sequencer.

Motto: Originality, Execution, and Realization



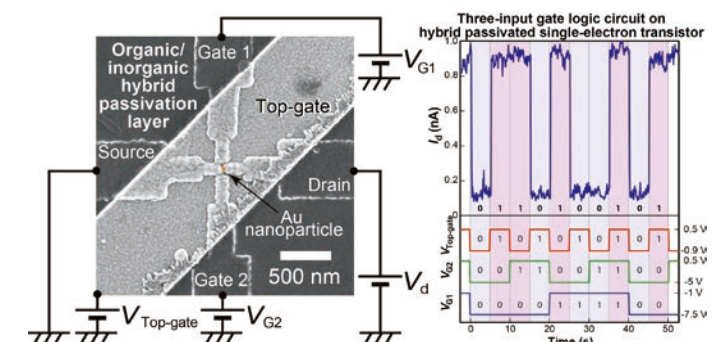
Heteroepitaxial spherical Au/Pt nanogap electrodes

- Gap separation 0.7 nm
- Heteroepitaxial Au growth on Pt or Pd by ELGP
- Robust for annealing at 300 °C



Resonant tunneling (RT) through long molecular wire

- RT through molecular orbital
- Long RT of 4.3nm
- Candidates of molecular transistor



3-input gates single-electron transistor (SET) logic circuit

- Au nanoparticle SET
- Organic/inorganic hybrid passivation
- 3-input XOR logic operation on a SET



## 融合機能応用領域

宗片研究室 Munekata Laboratory



教授 宗片 比呂夫  
Prof. Hiro MUNEKATA  
スピノフットニクス、光スピントロニクス、  
応用物性・結晶工学  
Spin-photonics, Opto-spintronics, Con-  
densed matter physics and its applica-  
tion, crystal growth



**助教 西沢 望**  
Assist Prof. Nozomi NISHIZAWA  
**結晶工学、スピントロニクス、  
光工学、生体医工学**  
Crystal engineering, Spintronics,  
Opto-engineering, Bio-engineering

# スピンフォトニクス

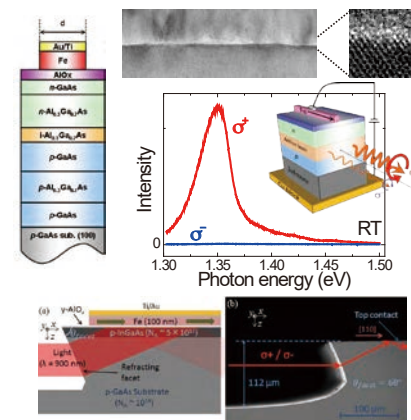
<http://www.munelab.first.iir.titech.ac.jp/>

- ・磁性体／半導体構造を用いた円偏光発光・受光デバイス Spin-LED, Spin-PD の開発
- ・円偏光を用いた無染色・非侵襲がん検出技術の開発
- ・磁化の光励起高速変調を基礎とする全光3端子素子

電子の電荷に代わって電子のスピンと光の相互作用を材料研究の観点から解明し、それを活用したデバイス開発を行っています。

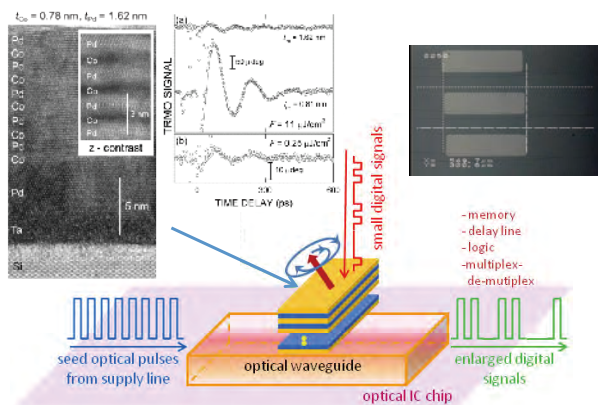
磁性体と半導体の複合構造を用いて電子スピンと光スピンを変換する発光・受光素子（Spin-LED/Spin-PD）の実用化に取り組んでいます。近年、室温における純粋な円偏光発光を実証しました。また、これに基づいて円偏光を用いた無染色・非侵襲ながん組織検出の応用にも取り組んでいます。

光励起で磁化が高効率に変調できる光磁石材料を開発し、光導波路と融合することによる不揮発な光デバイスを研究しています。



磁性体／半導体構造を用いた円偏光発光・受光デバイス Spin-LED,  
Spin-PD の開発

- 高効率スピン注入を可能とする結晶性トンネルバリアを開発
- 端面発光型Spin-LEDによる室温100%円偏光発光を実証
- 屈折入射型Spin-PDによる高効率円偏光検出の実証

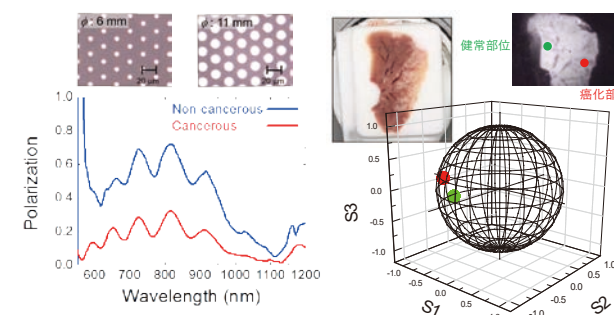


## 磁化の光誘起歳差運動を用いた全光3端子素子

- 低励起での光誘起歳差運動を可能とする光磁石材料 (Co/Pd 多層膜) の開発
- 光導波路上に積層した Co/Pd 多層膜による伝搬光シグナルの変調

円偏光を用いた無染色・非侵襲がん検出技術の開発

- 生体模型を用いた円偏光の偏光変化メカニズムの解明
- マウスのがん組織に対する散乱光の偏光変化の検出

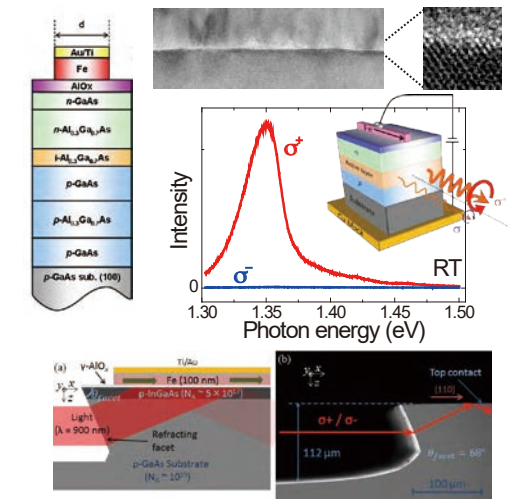


## Spin-Photonics

<http://www.munelab.first.iir.titech.ac.jp/>

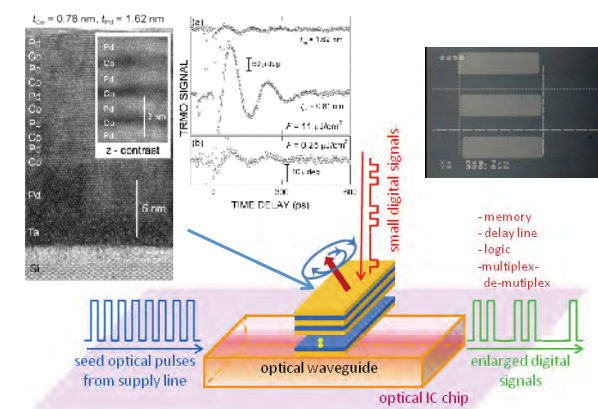
**Circular polarization (CP) light emission and detection with semiconductor-based spintronics devices**  
**Unstained and non-invasive cancer detection with CP light**  
**Imparting memory functionality in optical circuits with photo-magnetic effects**

At the present stage, it is very important to pave the way toward establishing fundamental concepts of optical manipulation of spins and vice versa; namely mutual conversion between light and spins. Thanks to the recent breakthrough of room-temperature, CP electroluminescence from semiconductor based spintronic devices originally developed in our laboratory, we have been concentrating our research on the development of long-lifetime spin-LED, spin-LD, and spin-PD, along with long standing research target concerning manipulating of ordered spins with photonic excitation. Applications of CP light are another interesting research target, which makes us unique worldwide.



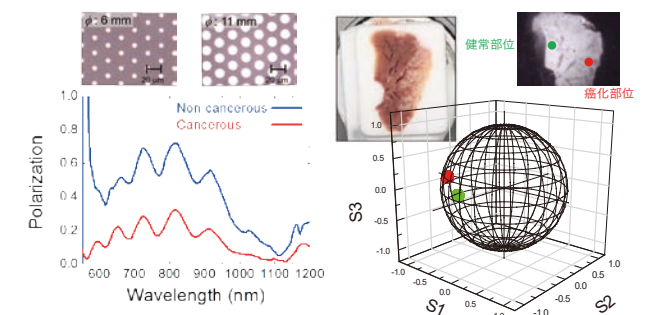
## Semiconductor spintronics: spin-LED and -PD

- Newly developed spin tunnel oxide barrier
- Lateral-type spin-LED exhibiting RT pure CP emission
- CP detection with spin-PD having refractive facet window



## All-optical memory for optical chips

- Non-thermal aspect of photonic excitation and photoexcited precession of magnetization with low power, at low temp. with (Ga, Mn) As and room temp. with Co/Pd.
- Study on magneto-optical coupling in planar waveguides.



### Unstaining and non-invasive detection of cancerous tissues with CP light

- Phantom for CP diagnosis with simulation and experiments
- Demonstration of cancer detection with CP light



# 融合機能応用領域

## 東康男研究室 Azuma Laboratory



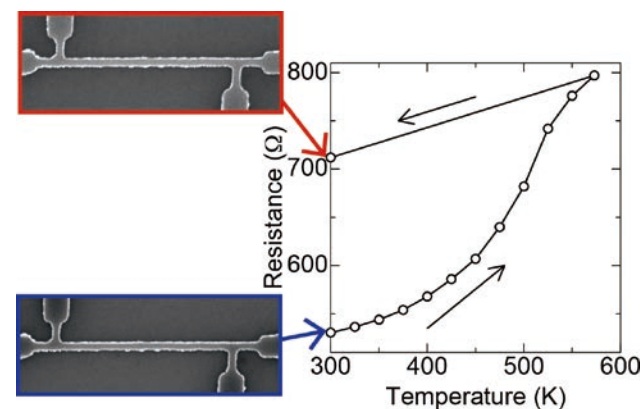
准教授 東 康男  
Assist Prof. Yasuo AZUMA  
応用物性、  
有機・分子エレクトロニクス  
Applied physics, Organic  
electronics and molecular  
electronics

### 微細加工構造体の物性評価

- ・微細加工された強磁性体の物性評価
- ・微細加工合金の電気物性評価
- ・ナノ構造体における量子現象の観察

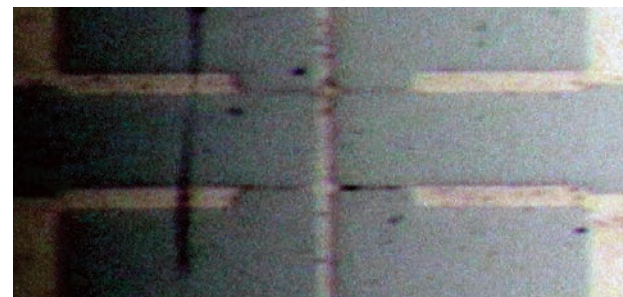
微細加工された構造体が示す興味深い物性についての研究を行っています。

これまでに金のナノギャップ電極と金ナノ粒子を組み合わせた単電子トランジスタの作製やこれを応用したフローティングゲートメモリ素子の作製などを行ってきました。これらで培われてきた微細加工の技術を基にして、現在は強磁性体や金属合金に微細加工を適用した際の物性の評価に関する研究を始めています。



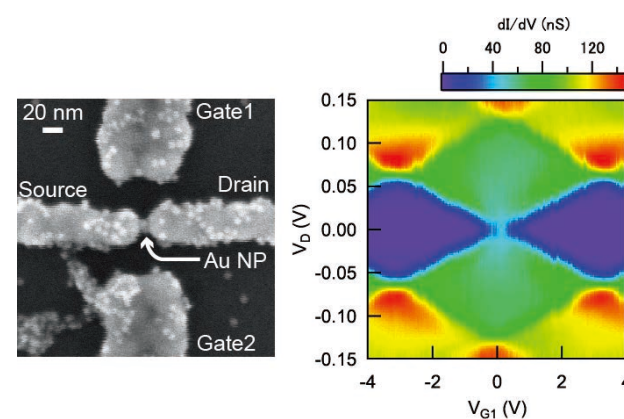
#### 銅-ニッケル二層細線の熱履歴メモリ

- ・銅-ニッケル二層細線の作製手法の確立
- ・熱履歴に伴う抵抗変化の実証（バルクよりもより低温での合金化現象）



#### 強磁性体材料の微細加工技術の確立

- ・強磁性体 LSMO の微細加工手法
- ・相変化に伴う抵抗変化の測定



#### 金ナノギャップ電極と金ナノ粒子を用いた単電子トランジスタ

- ・ナノギャップ電極中に金ナノ粒子を導入することで超低消費電力で動作する単電子トランジスタを作製
- ・理想的なひし形構造を有するクーロンダイヤモンド特性を実証

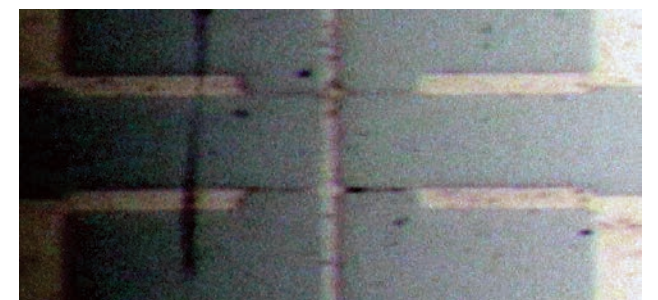
# Division of Materials Integration

## Physical and Electrical Property in Mesoscopic Materials

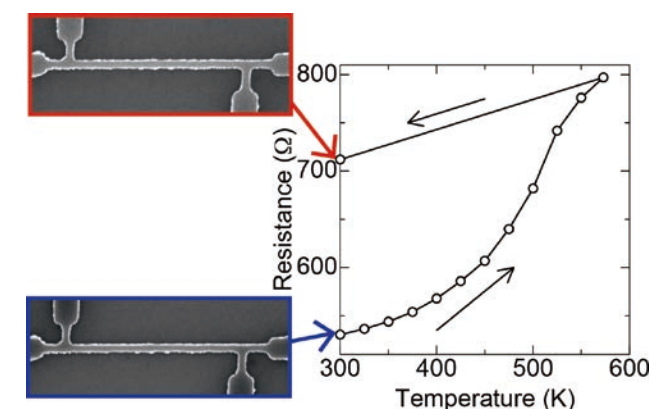
### Electrical Property in Mesoscopic Alloy Physical Property in Microfabricated Magnetic Materials Quantum Physics in Micro/Nano Scale Materials

We are interested in electrical and physical Property in micro/nano scale materials fabricated by lithographic techniques.

We have demonstrated single-electron transistors and floating-gate memory operations as their application by using microfabrication techniques. Based on these microfabrication techniques, we promote a study about physical and electrical characteristics in mesoscopic alloy and magnetic materials.

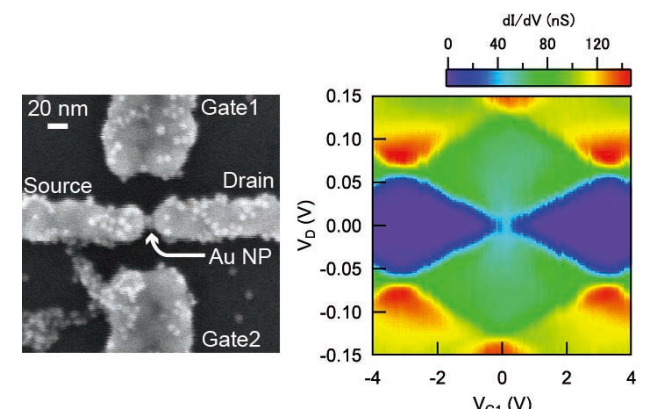


Microfabrication of ferromagnetic materials



#### Thermal hysteresis memory in Cu/Ni double layer ribbon

- ・Microfabrication of Cu/Ni double layer ribbon
- ・Resistance change by thermal hysteresis



#### Single-electron transistor with Au nanoparticle and nanogap

- ・Ideal rhombic Coulomb diamonds are demonstrated



# 融合機能応用領域

## 佐藤千明研究室 Sato Laboratory



助教 関口 悠  
Assist Prof. Yu SEKIGUCHI  
材料力学、破壊力学、  
接着結合、生体模倣  
Material mechanics, Fracture  
mechanics, Adhesive joints,  
Biomimetics

## 異材接合もへっちゃらな接着結合技術

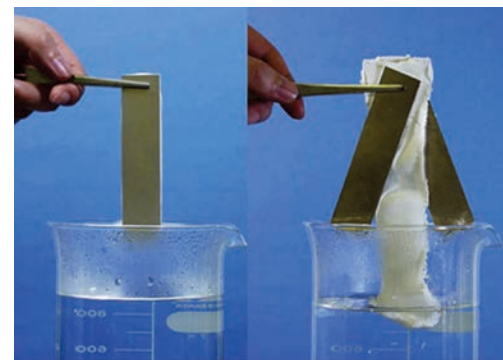
<http://www.csato.pi.titech.ac.jp>

- ・接着接合部の強度評価
- ・リサイクルのための解体性接着
- ・難接着材料をくっつける表面処理
- ・異方性付与による生体模倣型可逆接合

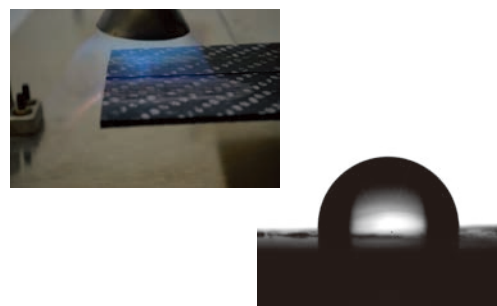
物を組み立てるときに必ずと言っていいほど存在する接合部。接着や溶着などの接合技術に関する基礎技術開発や評価技術の確立を目指しています。



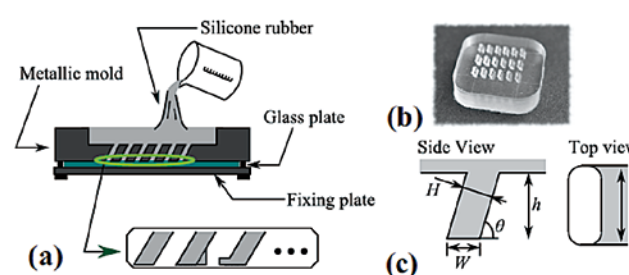
応力発光を用いた接合部の応力可視化  
接着接合部に応力発光材料を混ぜ込むことで接合部の応力状態を可視化することに成功。



温度をトリガーにした解体性接着剤の開発  
接着接合の最大の難点であるリサイクル性の低さを解消するため、お湯に漬けるだけで剥がせる接着剤の作製に成功。



表面処理技術の開発  
材料には表面自由エネルギーの低さから非常に接着剤と相性の悪い素材がある。そのような素材に対して表面改質をすることで接着性を向上する技術を開発。



生体模倣型可逆接合デバイスの開発  
ヤモリの足裏構造に見られる凝着メカニズムを取り入れた凝着デバイスを作成し、接着力の異方性発現に成功。

# Division of Materials Integration

## Adhesive bonding technology, for next generation

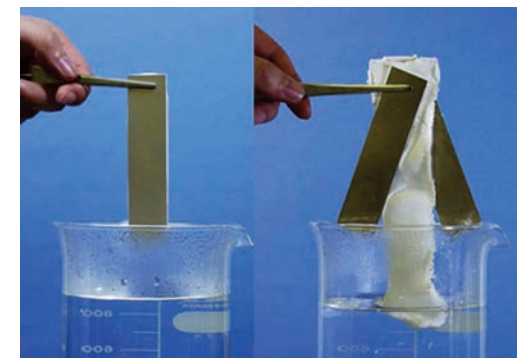
<http://www.csato.pi.titech.ac.jp>

- Strength evaluation of adhesively bonded joints
- Dismantlable adhesive for recycles
- Surface treatment for hard-to-bond-materials
- Biomimetic reversible adhesion

Joining technology is necessary for manufacturing processes. Development of fundamental technology of adhesive bonding and establishment of evaluation methods have been investigated.



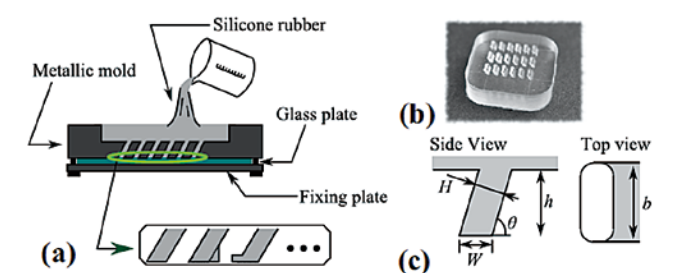
Visualization of stress distribution at adhesively bonded joints using stress light-emitting materials



Development of dismantlable adhesives using thermally expandable particles



Development of surface treatment methods for low surface-energy surfaces to improve adhesive strength



Development of reversible adhesive devices mimicking gecko



# 構造機能設計領域

# Division of Structural Engineering

## 河野研究室 Kono Laboratory



教授 河野 進  
Prof. Susumu KONO  
建築構造・材料、耐震工学、  
鉄筋コンクリート構造  
Building Structures and Materials,  
Earthquake Engineering, Rein-  
forced Concrete Structures



助教 小原 拓  
Assist. Prof. Taku OBARA  
建築構造・材料  
Building Structures and Materials

## 鉄筋コンクリート造建物の耐震安全性について

<http://www.udprc.first.iir.titech.ac.jp/kono/>

- 鉄筋コンクリート造建物の耐震性能
- 鉄筋コンクリート造建物の高性能化
- 建物を支える杭の耐震安全性

## Resiliency and safety of building structures

<http://www.udprc.first.iir.titech.ac.jp/kono/>

### Performance design of reinforced concrete structures Development of advanced seismic concrete structures

The ultimate goal of our research group is to contribute to the society by making structures resilient against various disturbances such as earthquakes, tsunamis, and wind. Research topics cover seismic assessment, seismic retrofit, performance based design, damage controlling system using reinforced, precast and prestressed concrete structures. Our current research topics include the following; (1) damage evaluation/control of RC structures to improve the performance based design, (2) develop damage controlling system using precast/prestressed concrete technology, and (3) study on shear transfer mechanism of reinforced concrete members. We look forward to working with people interested in concrete structures.

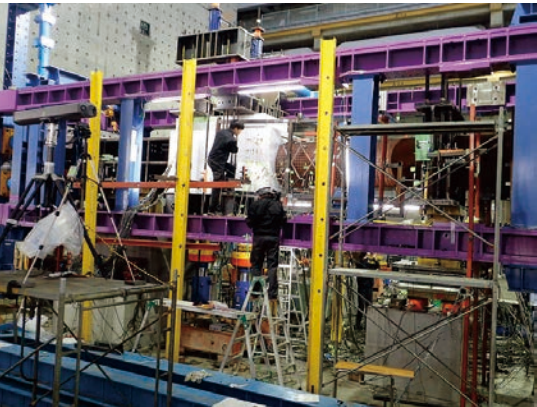


Resiliency of five story buildings tested at Building Research Institute (Tsukuba)  
•Resiliency of reinforced concrete residential buildings were studied



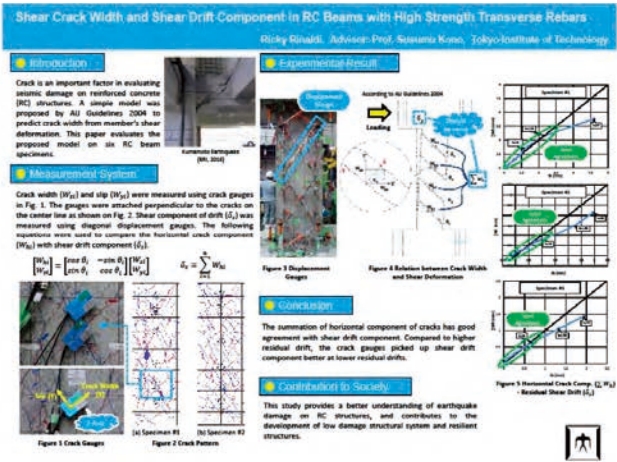
Seismic performance of RC beams with high strength transverse reinforcement

- Seismic performance of reinforced concrete beams with 1300MPa class shear reinforcement was studied.
- Bond performance of longitudinal reinforcement was compared to code prediction.



Seismic performance of pile and pile caps under large scale earthquake

- Large scale pile-pile cap-foundation beam-column assemblages were loaded to see their ultimate condition under severe earthquakes.





# 構造機能設計領域

## 吉敷研究室 Kishiki Laboratory



教授 吉敷 祥一  
Prof. Shoichi KISHIKI  
建築構造・材料、耐震工学  
Building Structures and  
Materials, Earthquake  
Engineering



助教 巽 信彦  
Assist. Prof. Nobuhiko TATSUMI  
建築構造  
Building Structures



特任助教 Xiang Yang  
Specially Appointed Assist.  
Prof. Xiang Yang  
建築構造、耐震工学  
Building Engineering,  
Earthquake Engineer-  
ing

## 地震直後の建築物に現れる様々な損傷状況から継続使用の可否を判断する技術

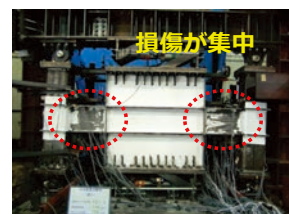
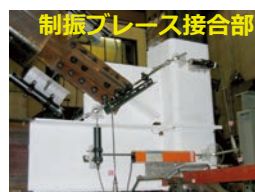
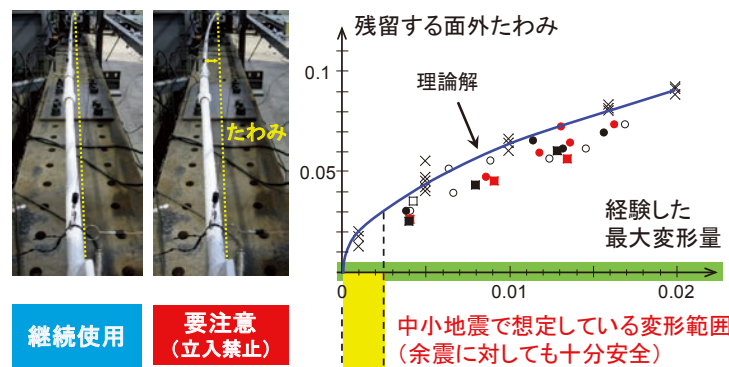
<http://www.udprc.first.iir.titech.ac.jp/~kishikilab/>

- ・地震直後の継続使用の可否を判断する手法の開発
- ・建築物の継続使用を可能とする非構造材の耐震化研究
- ・免震技術、制振技術、耐震補強技術、応急復旧技術の開発
- ・ヒトの感性に基づく耐震設計指標の構築

地震時に防災拠点としての機能が期待されている屋内運動場を中心に、地震直後にどのような状況であれば継続的に使用できるのかを判断するための手法の構築を目指しています。

例えば、右の図はブレース（筋かい）の残留たわみから揺れの大きさを推定できる方法です。写真に示すように残留するたわみの大きさで継続使用の可否を判断します。

### 研究成果の社会実装：「被災度区分判定基準」（2016年版、国交省監修）



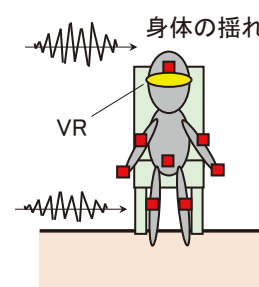
- 免震・制振ダンパーの接合部分における設計
- ・制振壁の拘束による周辺部材への損傷集中
  - ・制振ブレースの取付部による周辺部材への損傷集中
  - ・上記を考慮できる解析モデルと設計の考え方



2016年 熊本地震 被災度調査 (文科省 委託研究)



研究室における構造実験での観察



- ヒトの感性に基づく新しい耐震設計指標の構築
- ・地震の揺れに対する不安を感じるメカニズムを解明する
  - ・建物の耐震設計の目標（加速度・速度・変位）を、建物内にいるヒトの感じ方に変換する方法
  - ・継続使用を確保するための手段

# Division of Structural Engineering

## Quick Inspection Method for the damaged steel structures based on the visible damage

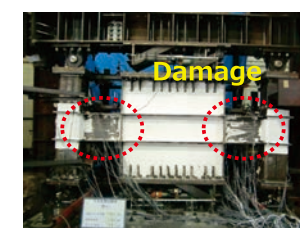
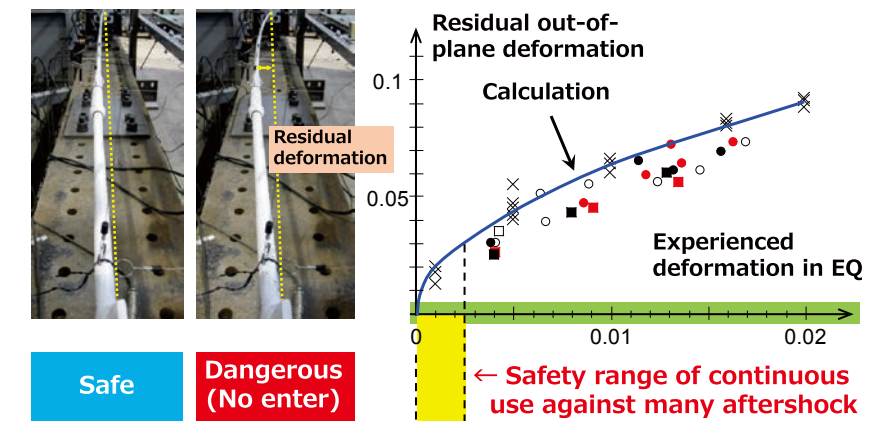
<http://www.udprc.first.iir.titech.ac.jp/~kishikilab/>

- Quick Inspection Method based on the visible damage
- Damage reduction for LGS partition walls in earthquake
- Seismic dampers and retrofit, seismic repair
- Seismic design index based on human behavior

In order to judge the continuous use of gymnasium which is expected to be used for emergency filter in time of a natural disaster, we research on establishment of Quick Inspection Method for steel structures based on the visible damage.

It is an example for damage index of tension-only braces, which enables to judge the experienced deformation during earthquake.

### Social implementation of research results: 「Post-earthquake Damage Evaluation」 (2016, MLIT)



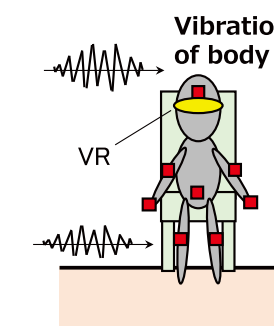
- Seismic design for damper connections
- ・Deformation restriction caused by wall damper
  - ・Deformation restriction by gusset plate of brace damper
  - ・Analysis model and design considering above effects



Damage reconnaissance of the 2016 Kumamoto EQ



Damage observation in structural tests



- A new seismic design index based on human behavior
- ・To understand the human behavior under the earthquake excitation
  - ・To translate the recent design target (acceleration, velocity, displacement) to the human behavior
  - ・To realize the continuous use from a view point of the human behavior



# 構造機能設計領域

## 佐藤大樹研究室 Sato Laboratory



准教授 佐藤 大樹  
Assoc. Prof. Daiki SATO  
建築構造、耐震工学、  
耐風工学  
Building Structures,  
Earthquake Engineering,  
Wind Engineering



助教 SHEGAY Alex Vadimovich  
Assist. Professor SHEGAY Alex Vadimovich  
鉄筋コンクリート造、耐震工学  
Reinforced Concrete Structures,  
Earthquake Engineering

## 地震・風に対する安全・安心な建物の構築

<https://sites.google.com/site/daikisatotokyotech/>

- ・制振・免震建物の応答評価および設計手法の開発
- ・長周期時振動に対する超高層建物の耐震安全評価
- ・超高層制振・免震建物の耐風設計に関する研究
- ・観測記録を用いた建物の挙動解明に関する研究

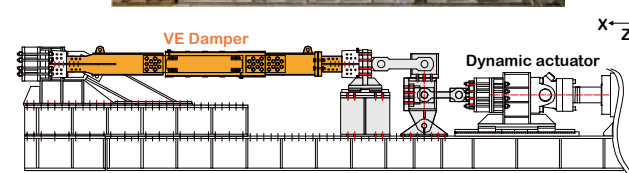
日本は地震大国であると同時に、毎年数多くの台風が発生し、大きな被害をもたらしています。建物は高層になるほど地震力は低下しますが建物に作用する風力は増大するため、超高層建物を設計する際には、耐震設計だけでなく耐風設計も十分に注意して行う必要があります。

本件吸湿では巨大地震や台風などの強風に対して、制振構造や免震構造といった先端技術を用いた超高層建物の耐震・耐風設計手法を実験や観測および解析的な研究を通して提案しています。さらに制振・免震用ダンパーの開発や性能評価手法の構築も行っています。



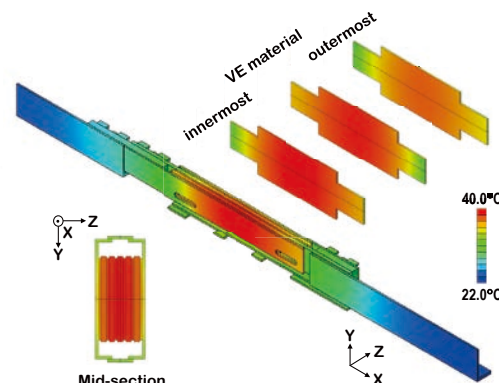
超萬層免震建物の風応答解析

- ・複数の地震応答観測記録から解析モデルの同定
- ・解析結果と風応答観測記録との比較



長時間加振による実大層粘弾性ダンパーの実験・解析

- ・風および長周期地震動を受ける粘弾性ダンパーの挙動に関する研究
- ・粘性材料の温度感度・周期感度のモデル化



## Construction of safe and secure buildings against earthquake and wind

<https://sites.google.com/site/daikisatotokyotech/>

Seismic Resistant Design for Passive-control / base-isolation buildings  
Safety Verification for High-rise buildings under Long-period Ground Motion  
Wind Resistant Design for Passive-control / base-isolation high-rise buildings  
Clarification of the actual behavior of buildings using observation record

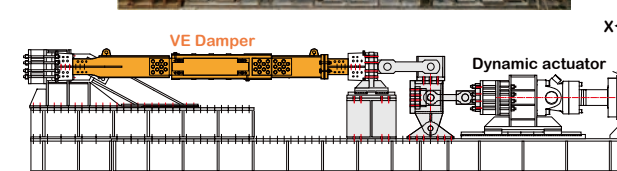
As an earthquake-prone country, Japan also experiences many typhoons every year. These natural disasters cause huge economic losses in Japan. Although increasing the height of a building reduces the damage from seismic load, the wind load becomes very large. Therefore, both the wind and seismic loads should be considered in designing a high-rise building.

The objective of this laboratory is to develop a design method that considers both seismic load and wind load for buildings by applied advanced vibration technology such as passive control and base isolation. Building performance is considered through experiments, earthquake observation, and simulations. Moreover, a method for estimating performance of dampers, which used in passive control and base-isolation, is also being considered.



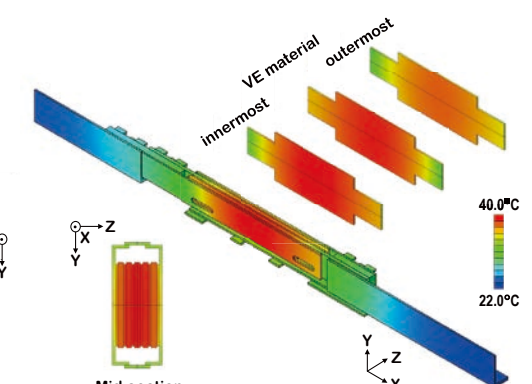
Response analysis for high-rise base isolation building under wind load

- System identification using response from earthquake records
- Responses: simulation results vs. response observation records under wind



Experimental and analytical investigations of full-scale multi-layered viscoelastic damper under long-duration excitations

- Study on the behavior of viscoelastic dampers when subjected to wind loading and long-period ground motions
- Modeling of the temperature- and frequency-sensitivity of viscoelastic material





# 構造機能設計領域

## 西村研究室 Nishimura Laboratory



准教授 西村 康志郎

Assoc. Prof. Koshiro NISHIMURA

鉄筋コンクリート構造物の耐震性・耐衝撃性に関する研究

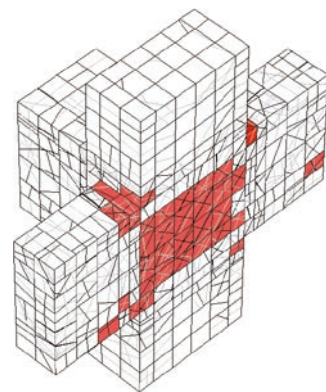
Seismic design and behavior of reinforced concrete building structures, earthquake engineering, impact loading on structures

## コンクリート系建築物の機能と安全性の向上

<http://www.udprc.first.iir.titech.ac.jp/~nishimura/>

- ・鉄筋コンクリート構造の耐震性能評価
- ・高強度材料の適用と設計法の開発
- ・構造実験と数値解析による応力伝達機構の解明

建築物では、地震後の継続使用が要求されることも増えてきました。多様化する要求に応えるには、構造システムや構造設計法の幅を広げることが重要です。これらを目指して、主に鉄筋コンクリートに代表されるコンクリート系構造の実験および解析を行っています。例えば、高強度鉄筋など、比較的新しい材料を有効に活用するには、建物を構成する部材や架構の挙動の把握だけでなく、継手や定着といったディテールも解決する必要があります。実験研究や解析研究により、新しい構造システムや、より高い精度の構造性能評価法を研究しています。



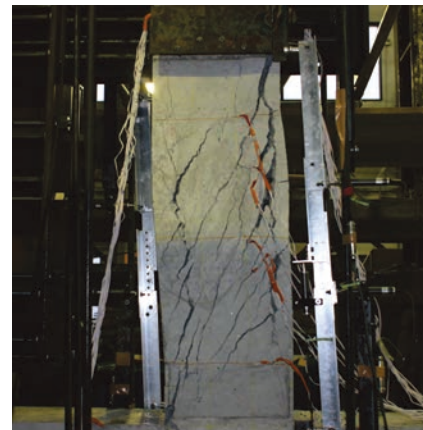
鉄筋コンクリート接合部材のFEM解析

有限要素法（FEM）による数値解析で、損傷や応力伝達機構を分析しています。



RC造の隅柱―梁立体接合部材の加力実験

隅柱に幅広梁（扁平梁）が2方向から取りつく部分架構を斜め方向に加力する構造実験です。パラメータは、接合部での配筋で、塑性ヒンジを柱面から離すヒンジロケーションの効果を検証しています。



高強度鉄筋を用いたRC柱の構造性能

降伏強度が785MPa級の鉄筋をせん断補強筋と主筋に用いた柱の加力実験です。コンクリート強度は21MPaです。写真では脆性的とされるせん断破壊の様相ですが、この状態でも耐力を維持しています。高強度鉄筋の可能性を探求しています。

# Division of Structural Engineering

## Improvement in Performance and Safety of Concrete Structures

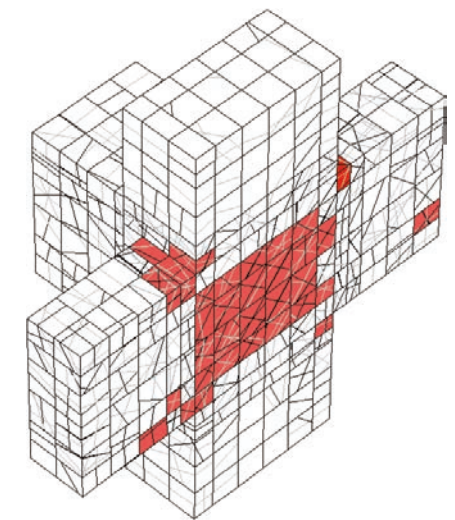
<http://www.udprc.first.iir.titech.ac.jp/~nishimura/>

Seismic performance of RC structures

Structural design of concrete structures made of high strength materials

Stress transfer mechanism in building structures

Reliable structures can provide people with comfortable urban life. It is required not only safe of occupants in the buildings but also use of the buildings after earthquake disaster in some cases. To answer those requirements, it is important to expand choices for structural systems and design methods. Our group conducts experimental and numerical studies of mainly concrete structures aiming for these goals. Accumulating these works, we propose new structural systems and evaluation methods of structural performance.



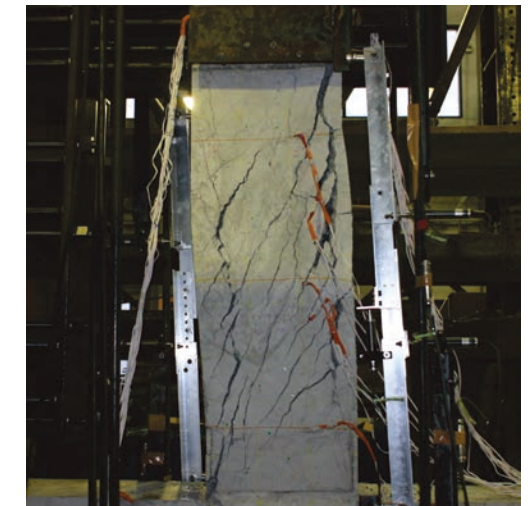
FEM analysis on RC beam-column joint

Numerical study on damage, stress and strain behaviors in RC structures.



Cyclic loading test on RC corner column and beam joint

A corner column with two wide width beam is loaded to investigate effects of arrangements of steel bars in the joint and yield hinge relocation in the beams.



Performance of high strength RC column

This is a cyclic loading test on RC column made of high strength deformed bars (785 MPa) and normal strength concrete (21MPa). We study a new practical use of high strength materials.



# World Research Hub Initiative (WRHI)

## DAS 研究室 Das Laboratory



特任准教授 Hena DAS  
Specially Appointed Associate Professor Hena DAS  
Condensed Matter Physics, Materials Science



特任助教 Sergey A. NIKOLAEV  
Specially Appointed Assistant Professor Sergey A. NIKOLAEV  
理論物性物理学、計算材料科学、スピントロニクス  
Theoretical Condensed Matter Physics, Computational Material Science, Spintronics

## Study of Properties of Materials through Quantum Mechanical Modeling

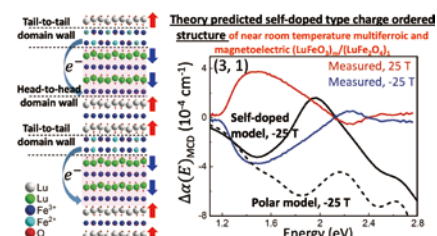
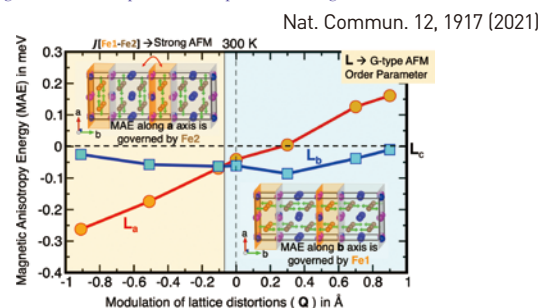
Theory of magnetic and spin-dependent phenomena  
Theory of Topological phases of materials  
Computational design of new materials

DAS group employs various models and first-principles materials-specific approaches to understand and predict the quantum phenomena in materials, that are fundamentally interesting on one hand and have diverse commercial applications on the other, at the level of atoms and electrons. The group aims to elucidate Composition-Structure-Property relationships in various structurally and chemically complex transition metal oxides, including single crystals, thin films, artificial heterostructures and nanostructures, in order to design new materials with desired properties.

### Theory of Magnetic and Spin-Dependent Phenomena

- Theory of magnetic phase transitions, • Electric field control over magnetism, • Low-dimensional spin system, • Frustrated magnets, • Magnetic polar metals

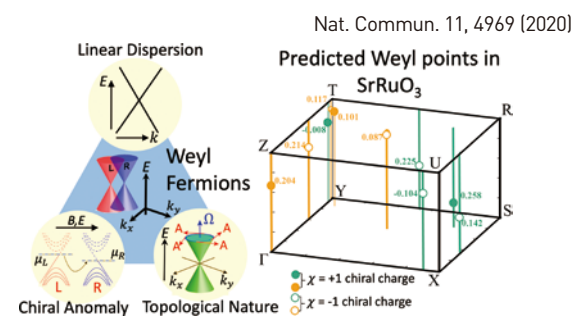
"Our work provides a new avenue for studying the charge ordering phase and distinctive Spin-Reorientation transitions with potential applications in spintronic devices due to the high transition temperature and possible tuning."



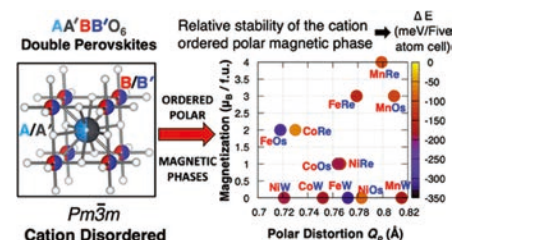
Computationally assisted determination of the charge-ordering pattern and the origin of high-temperature magnetic properties of  $(\text{LuFeO}_3)_x/(\text{LuFe}_2\text{O}_3)_y$  multiferroic superlattices.

### Theory of Topological Phases of Materials

- Magnetic Weyl semimetals, • Dirac semimetals, • Topological insulators



### Computational Design of New Materials with desired properties



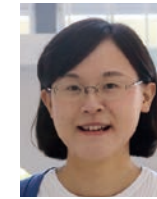
Supported by



## HAINDL 研究室 Haindl Laboratory



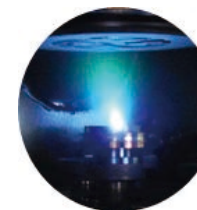
特任准教授 Silvia HAINDL  
Specially Appointed Associate Professor Silvia HAINDL  
Superconductivity, Thin Films, Pulsed Laser Deposition



特任助教 小畑 由紀子  
Specially Appointed Assistant Professor Yukiko OBATA  
無機材料、固体物理  
Inorganic Materials, Solid State Physics

## Thin films of new superconducting materials

Superconducting thin films (grown by physical vapor deposition)  
New heterostructures with Fe-pnictides and Fe-chalcogenides  
Synthesis & characterization of functional interfaces



Thin film growth:  
physical vapor deposition  
UHV PLD, MBE  
image: plasma plume in UHV-PLD

Thin film characterization:  
growth modes, surface roughness,  
interface microstructure, defects,  
electronic transport and magnetic  
properties at low temperatures and  
high magnetic fields

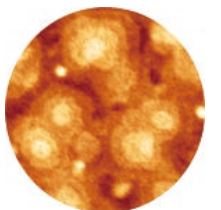
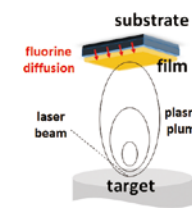


image: thin film surface morphology (AFM)

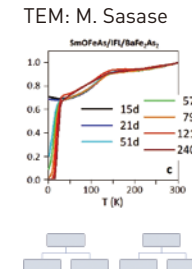
### Highlights in Fe-based superconductor thin film research



Development of an *in-situ* PLD process for fluorine-substituted iron-oxypnictide thin films ( $\text{SmO}_{1-x}\text{F}_x$ , FeAs) thin films on  $\text{CaF}_2$  substrates  
*Sci. Rep.* 6, 35797 (2016)  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* 49, 345301 (2016)

Microstructural investigations confirmed hybrid structure of F-doped  $\text{SmOFeAs}$  films  
*Supercond. Sci. Technol.* 32, 044003 (2019)

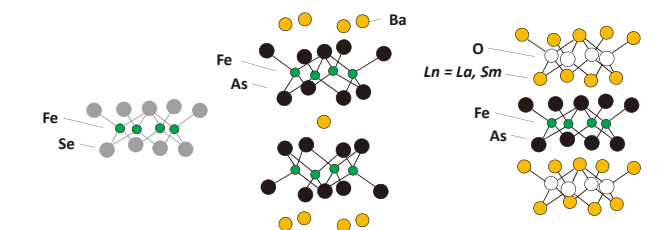
First PLD and characterization of  $\text{LaOFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{As}$  and  $\text{SmOFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{As}$  thin films  
*Supercond. Sci. Technol.* 33, 105004 (2020)



Induced normal-to-superconductor transition with  $T_c \sim 30$  K in Fe-pnictide heterostructures  
*arXiv:2009.04799*

New classification of Fe-pnictide heterointerfaces allows the prediction of interfacial layer formation  
*arXiv:2009.04799*

Interface study and proof of domain matching epitaxy for  $\text{FeSe}/\text{MgO}$   
*arXiv:2012.08039*



We currently grow and study  $\text{FeSe}$ ,  $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  and Fe-oxypnictide thin films and heterostructures.

### Unconventional superconductors

Unconventional superconductivity (beyond BCS theory) can be found in many compounds and at interfaces. Fe-pnictides and Fe-chalcogenides are one prominent and recent example of unconventional superconductors with high critical temperatures ( $\sim 60$  K for bulk samples). Spin fluctuations are dealt as main candidate responsible for Cooper pairing and for the superconducting order parameter the  $s \pm$  symmetry was proposed, which includes a sign change between different Fermi surface sheets. The extreme 2D limit (monolayers) and interface physics have, however, challenged a unified description. We engineer thin films and heterointerfaces of new superconductors and explore their physical properties and their future application potential.



# 業績

# Achievement

## 共同利用推進室

### Office for Collaborative Research Projects

フロンティア材料研究所は、全国共同利用研究所として、国内外の大学、研究所ならびに民間等の研究者との共同利用研究を進めている。共同利用推進室はこの共同利用研究の事務処理を支援する。共同研究は大きく5種類のカテゴリーに分けられ、本研究所の教員が代表となり所外の研究者と共に、特定の研究課題について本研究所の施設、設備、データ等を共同で利用する「特定共同研究」、本研究所の教員と国内機関に所属する所外研究者が本研究所の施設、設備、データ等を共同で利用する「一般共同研究」、海外の研究組織に所属する研究者を含めて実施する「国際共同研究」、本研究所において開催する研究集会のための「ワークショップ」「国際ワークショップ」がある。

電子メール：suishin@msl.titech.ac.jp

MSL is promoting collaborative researches with researchers in universities and governmental and/or industrial research organizations in Japan and overseas. Accordingly, researchers utilize MSL's facilities and/or research data.

Collaborative researches are categorized as follows: General Research, International Research, Workshops, International Workshops, and Topic-specified Research.



## 技術室

### Technical Staff

#### 研究支援と装置製作

技術室では東工大オープンファシリティーセンター設計製作部門と協調して研究活動を技術面から支援し、主として実験装置、試験装置類の設計と製作を担当している。また共同利用機器等での試料測定や実験装置、機器類の保守・管理補助を行い、研究活動を幅広く支援している。

Members of the technical staff support MSL's research activities in collaboration with Open Facility Center, Tokyo Institute of Technology. Staff members mainly assist with development and manufacturing of experimental and test equipment. Additionally, they support collecting samples measured with equipment for collaborative researches as well as maintenance management of the equipment.



### 論文 Research Papers

|      |                      | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 査読論文 | Peer Reviewed Papers | 224  | 224  | 183  | 212  | 193  | 206  | 174  | 306  |

### 特許 Patents

#### 特許出願 Patent Applications

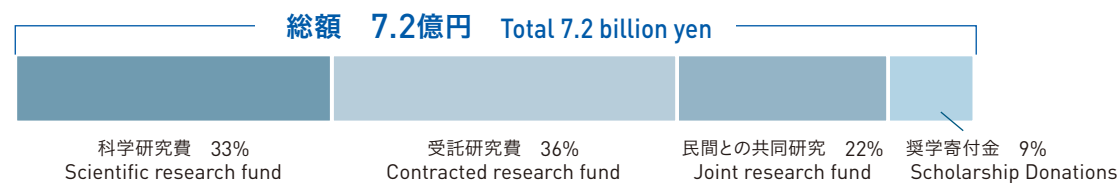
|    |          | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 国内 | Domestic | 10   | 9    | 13   | 13   | 10   | 5    | 7    | 6    |
| 国外 | Overseas | 19   | 27   | 7    | 32   | 39   | 17   | 6    | 3    |

#### 特許登録 Registered Patents

|    |          | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 国内 | Domestic | 21   | 12   | 6    | 6    | 5    | 4    | 4    | 3    |
| 国外 | Overseas | 9    | 10   | 18   | 9    | 7    | 11   | 3    | 2    |

### 予算 Research Budget

#### 2020年度の研究費の概要 Research funds



#### 主な受託研究 委託機関名/事業名 (独) 科学技術振興機構

- 戦略的創造研究推進事業チーム型研究 (CREST)
- 研究成果展開事業産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA)
- 戦略的創造研究推進事業先端的低炭素化技術開発 (ALCA)
- 戦略的創造研究推進事業個人型研究 (さきがけ)
- 知財活用支援事業スーパーハイウェイ

#### Organizations/Commissioned projects

- Japan Science and Technology Agency (JST)
- Strategic Basic Research Programs (CREST)
  - Program on Open Innovation Platform with Enterprises, Research Institute and Academia (OPERA)
  - Strategic Basic Research Programs (ALCA)
  - Strategic Basic Research Programs (PRESTO)
  - Intellectual Property Utilization Support Program

### 学生数 Student Numbers

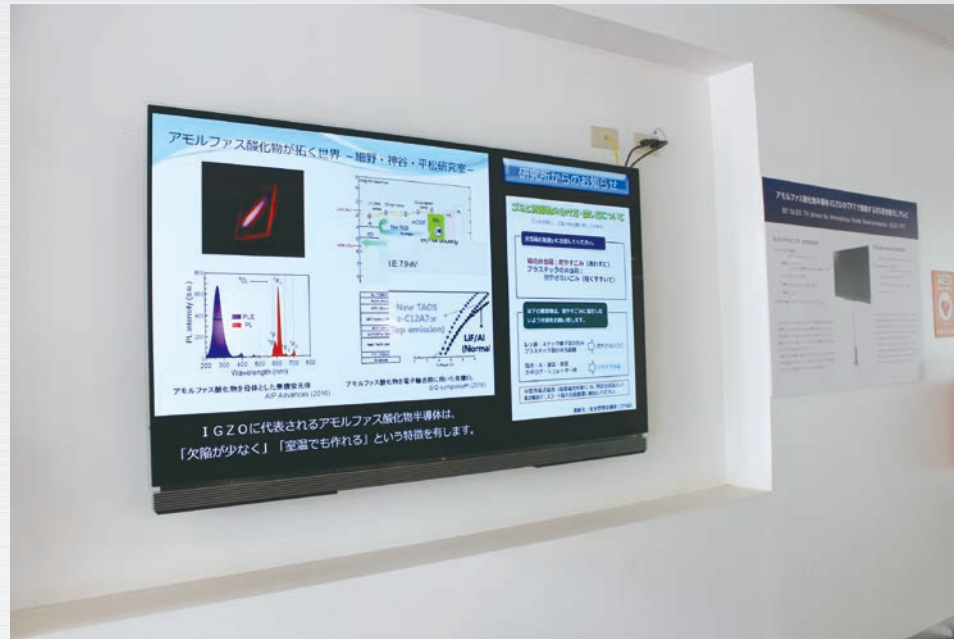
#### 大学院学生および研究所等研究生 Graduate Students, etc.

|     |                  | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 博士  | Doctor           | 49   | 36   | 31   | 40   | 46   | 34   | 45   | 39   |
| 修士  | Master           | 128  | 112  | 101  | 135  | 142  | 144  | 156  | 158  |
| 学部生 | Bachelor         | 9    | 4    | 7    | 13   | 12   | 15   | 16   | 21   |
| 研究生 | Research Student | 3    | 2    | 0    | 2    | 4    | 2    | 1    | 4    |
| 合計  | Total            | 189  | 154  | 139  | 190  | 204  | 195  | 218  | 22   |



## 研究所紹介スペース

### Exhibition Space



応用セラミックス研究所（フロンティア材料研究所前身）が2004年に開発した a-IGZO TFT（Nature 誌掲載）を使うことにより実用化された大型有機 ELTV。（65型 解像度 4K）  
研究所の紹介や研究成果、また一年の活動の映像を常時流しています。

a-IGZO TFT, developed by MSL, TokyoTech in 2004 (published in Nature), enabled to develop the world -first large-size OLED TV. This 65" OLED TV has 4K resolution with 3D function.  
Latest information of MSL is provided on this large OLED display.



展示ケース

Exhibition cases



ミーティングルーム

Meeting room

## アクセス

### Access

