

Materials & Structures Laboratory 2025

Institute of Integrated Research, Institute of Science Tokyo

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	66
共同利用推進室	Office for Collaborative Research Projects	67
技術室	Section of Technical Staffs	67
研究所紹介スペース	Exhibition Space	68
アクセス	Access	69

ご挨拶

2024年10月1日、東京工業大学と東京医科歯科大学が統合し東京科学大学となり、フロンティア材料研究所が所属する研究院に、難治疾患研究所、生体材料工学研究所が加わり、総合研究院となりました。この機にフロンティア材料研究所の英語名称は、Laboratory for Materials and Structures から、旧応用セラミックス研究所の英語名称であった Materials and Structures Laboratory (MSL) に戻りました。原亨和前所長の後任として、私は昨年10月に東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所長を仰せつかりました。

フロンティア材料研究所は、建築材料研究所（1934年2月附置）、窯業研究所（1943年1月附置）の2つの研究所に端を発し、これらを工業材料研究所（1958年4月附置）として統合し、応用セラミックス研究所（1996年5月改組）を経て、2016年4月の東京工業大学大学改革に伴い、科学技術創成研究院の設置に伴いフロンティア材料研究所に名称を変更し、2024年10月より現在の東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所に至っています。2016年の大学改革に伴い、建築系の教員は未来産業技術研究所の所属となり、現在、多元レジリエンス研究センター（2023年4月設置）に所属しており、金属系の教員はフロンティア材料研究所の所属となりました。

フロンティア材料研究所は、「多様な元素から構成される無機材料を中心として、金属・有機・生体材料などの広範な物質・材料系との融合を通して革新的な物性・機能を有する材料を創製し、これらの材料に関する新しい学理を探求し、人類と社会の諸問題の解決に貢献する」ことをミッションとしています。設立当初は、無機材料・建築構造分野が中心でしたが、現在では金属・有機・生体材料分野を含み、これらを融合した広範な学問分野をカバーし、基礎研究から実用化までをも網羅する物質・材料を扱う拠点として発展してきました。

フロンティア材料研究所は、文部科学省国立大学共同利用・共同研究拠点「先端無機材料共同研究拠点」に単独拠点として2009年に認定され、以来、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拠点として、ナノメータサイズの原子・分子・デバイスからキロメータサイズの建造物にわたる12桁サイズの異なるそれぞれの先端無機材料において、新たな価値を生み出す研究を推進し、次世代の人材を育成しています。

フロンティア材料研究所は、5大学6研究機関連携「国際・産学インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト-DEJI²MA: Design and Engineering by Joint Inverse Innovation for Material Architecture-」を、大阪大学接合科学研究所（幹事校）、東北大学金属材料研究所、東京科学大学生体材料工学研究所、名古屋大学未来材料・システム研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構と共に進めています。6研究所の金属・無機・生体材料における学術を基盤として、社会のニーズを汲み上げつつ、学際分野としての基礎的研究を、参画機関との融合研究を展開することにより課題解決に結びつけ、社会貢献につなげることを目指しており、融合研究を通じた若手研究者の育成を進めています。

フロンティア材料研究所は、ユニークな人材と、広範かつ高性能な施設・設備を擁しており、自由闊達な雰囲気のもとで研究を推進するという伝統があります。ヒト・モノ・カネ・情報の状況が急速に変化する世界・我が国・学内において、フロンティア材料研究所はプレゼンスを高めていくことが求められています。それを実現するには、フロンティア材料研究所のミッションをそれぞれの構成員が自らの考えで達成することを目指し、「突き抜けたフロンティア研」に変革していく必要があります。

引き続き、関係各位の御支援・御協力ならびにご理解・御指導・御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

フロンティア材料研究所
所長 真島 豊



Message from Director

On October 1, 2024, Institute of Science Tokyo was established by merging Tokyo Institute of Technology and Tokyo Medical and Dental University. Our laboratory, Materials and Structures Laboratory (MSL), was renamed from Laboratory for Materials and Structures. On the same day, I was appointed as the Director of MSL at Institute of Integrated Research, Institute of Science Tokyo.

MSL originated from two research institutes: Research Laboratory of Building Materials (established in February 1934) and Research Laboratory of Ceramics Industry (established in January 1943). These institutes were integrated into the Research Laboratory of Engineering Research (established in April 1958). This integration was followed by the reorganization of the Materials and Structures Laboratory in May 1996. In April 2016, as part of the reform of Tokyo Institute of Technology, the name was changed to the Laboratory for Materials and Structures with the establishment of Institute of Innovative Research, leading to the current MSL, Institute of Integrated Research, Institute of Science Tokyo since October 2024. Following the university reform in 2016, the architecture faculty became affiliated with Laboratory for Future Interdisciplinary Research and Technology and was later affiliated with the Multidisciplinary Resilience Research Center in April 2023, while the metallurgical faculty became affiliated with the MSL in 2016.

The mission of MSL is to create materials with innovative properties and functions, primarily using inorganic materials as well as metallic, organic, and biomaterials through material fusion. MSL aims to explore new scientific principles related to these materials and contribute to addressing challenges faced by humanity and society.

In 2009, our MSL was appointed by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) as an individual center for the “Joint Research Center for Advanced Inorganic Materials.” Since then, MSL has served as a hub for the research community in inorganic materials and building structure-related fields, both in Japan and abroad. MSL has developed into a large-scale research center for materials, ranging from nanometer-sized atoms, molecules, and devices to kilometer-sized buildings.

MSL boasts unique and energetic faculties, extensive high-performance facilities and equipment, and a tradition of fostering basic and practical research in a free and open atmosphere. In a world characterized by rapid changes in faculties, facilities, grants, and information within our country and university, MSL must enhance its presence. To achieve this, it is essential for each MSL member to pursue our mission with their own ideas and to transform MSL into an “extraordinary research hub”.

I would like to request your continued support and cooperation in achieving our mission.

Prof. Yutaka Majima
Director, Materials and Structures Laboratory

昭和9年3月
March, 1934

本学の附属研究所として「建築材料研究所」附置
"Laboratory for Building Materials" was established as an affiliated laboratory of Tokyo Institute of Technology.

昭和18年1月
January, 1943

本学の附属研究所として「窯業研究所」附置
"Laboratory of Ceramics" was established as an affiliated laboratory of Tokyo Institute of Technology.

昭和33年4月
April, 1958

建築材料研究所と窯業研究所を統合し、
「工業材料研究所」附置

"Research Laboratory of Building Materials" and "Research Laboratory of Ceramic Industry" were integrated into "Research Laboratory of Engineering Materials" (RLEM).

平成8年5月
May, 1996

「工業材料研究所」を改組し「応用セラミックス研究所」附置、
文部省全国共同利用型研究所となる

RLEM was reorganized to "Materials and Structures Laboratory" (MSL) as a nation-wide collaborative research laboratory.

平成18年4月
April, 2006

「附属セキュアマテリアル研究センター」設置（時限10年）

"Center for Materials Design," affiliated with MSL, was reorganized into the Secure Materials Center (SMC) affiliated to MSL (10 year-limit)

平成22年4月
April, 2010

応用セラミックス研究所が文部科学省国立大学共同利用・
共同研究拠点「先端無機材料研究拠点」に認定

MSL was designated as the Joint Usage / Research Center for Advanced Inorganic Materials, Ministry of Education Culture Sports Science and Technology (MEXT).

平成28年4月
April, 2016

「科学技術創成研究院 フロンティア材料研究所」に改組

MSL was reorganized as Laboratory for Materials and Structures, Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology.

令和6年10月
October, 2024

「東京工業大学」と「東京医科歯科大学」は統合し、
「東京科学大学」が創設

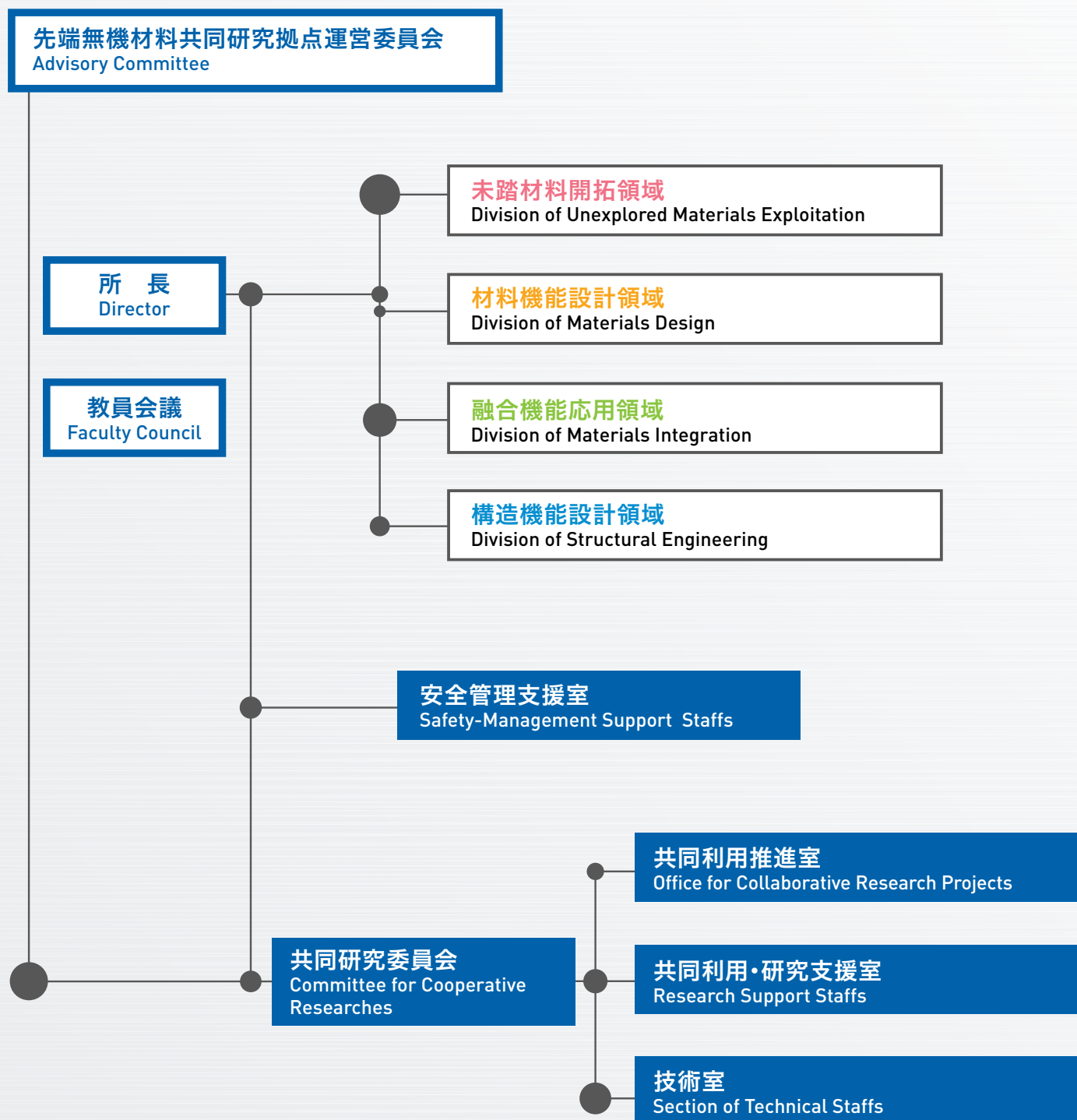
科学技術創成研究院 フロンティア材料研究所は
「総合研究院 フロンティア材料研究所」に改組

Tokyo Institute of Technology and Tokyo Medical and Dental University merged to form Institute of Science Tokyo.

Laboratory for Materials and Structures at Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology, has been reorganized into "Materials and Structures Laboratory (MSL) at Institute of Integrated Research, Institute of Science Tokyo."

組織

Organization



研究所職員

所 長 Director

教 授	真島 豊	Yutaka MAJIMA	045-924-5301	majima@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	hiramatsu.h.aa@m.titech.ac.jp
准教授	陳 君怡	Chun-Yi CHEN	045-924-5238	chen.c.ac@m.titech.ac.jp
准教授	安井 伸太郎	Shintaro YASUI	03-5734-3060	yasui.s.aa@m.titech.ac.jp
准教授	谷中 冴子	Saeko YANAKA	045-924-5337	yanaka.s.ab@m.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	hanzawa.k.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	川路 均	Hitoshi KAWAJI	045-924-5313	kawaji@msl.titech.ac.jp
教 授	神谷 利夫	Toshio KAMIYA	045-924-5357	kamiya.t.aa@m.titech.ac.jp
准教授	片瀬 貴義	Takayoshi KATASE	045-924-5855	katase.t.aa@m.titech.ac.jp
准教授	笹川 崇男	Takao SASAGAWA	045-924-5366	sasagawa@msl.titech.ac.jp
助 教	井手 啓介	Keisuke IDE	045-924-5855	ide.k.ab@m.titech.ac.jp
助 教	高橋 亮	Akira TAKAHASHI	045-924-5343	takahashi.a.bb@m.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	鎌田 慶吾	Keigo KAMATA	045-924-5338	kamata.k.ac@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
准教授	伊澤 誠一郎	Seiichiro IZAWA	045-924-5341	izawa.s.ac@m.titech.ac.jp
准教授	石川 理史	Satoshi ISHIKAWA	045-924-5381	ishikawa.s.am@m.titech.ac.jp
准教授	大井 梓	Azusa OOI	045-924-5218	ohi.a.aa@m.titech.ac.jp
准教授	田原 正樹	Masaki TAHARA	045-924-5475	tahara.m.aa@m.titech.ac.jp
准教授	Tso-Fu Mark CHANG		045-924-5044	chang.m.aa@m.titech.ac.jp
助 教	相原 健司	Takeshi AIHARA	045-924-5344	aihara.t.ab@m.titech.ac.jp
助 教	可児 龍之介	Ryunosuke KANI	045-924-5376	kani.r.aa@m.titech.ac.jp

Directory of Laboratory

助 教	栗岡 智行	Tomoyuki KURIOKA	045-924-5631	kurioka.t.aa@m.titech.ac.jp
助 教	野平 直希	Naoki NOHIRA	045-924-5061	nohira.n.aa@m.titech.ac.jp
助 教	服部 真史	Masashi HATTORI	045-924-5312	hattori.m.aj@m.titech.ac.jp
助 教	原島 亜弥	Aya HARASHIMA	045-924-5200	harashima.a.7d36@m.isct.ac.jp
助 教	松村 隆太郎	Ryutaro MATSUMURA	045-924-5597	matsumura.r.aa@m.titech.ac.jp
特任教授	岡本 敏	Satoshi OKAMOTO	045-924-5340	okamoto.s.aj@m.titech.ac.jp
特任教授	徐 雍瑩	Yung Jung HSU	045-924-5631	yhsu@ames.pi.titech.ac.jp
特任助教	和知 慶樹	Keiju WACHI	045-924-5344	wachi.k.aa@m.titech.ac.jp

構造機能設計領域 Division of Structural Engineering

教 授	石原 直	Tadashi ISHIHARA	045-924-5484	ishihara.t.ai@m.titech.ac.jp
教 授	吉敷 祥一	Shoichi KISHIKI	045-924-5332	kishiki.s.02d9@m.isct.ac.jp
教 授	河野 進	Susumu KONO	045-924-5384	s.kono@first.iir.isct.ac.jp
教 授	野上 健治	Kenji NOGAMI	0279-88-7715	knogami@ksvo.titech.ac.jp
教 授	樋本 圭佑	Keisuke HIMOTO	045-924-5892	himoto.k.49de@m.isct.ac.jp
准教授	神田 径	Wataru KANDA	0279-88-7715	kanda@ksvo.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	寺田 暁彦	Akihiko TERADA	0279-88-7715	terada@ksvo.titech.ac.jp
准教授	中野 尊治	Takaharu NAKANO	045-924-5957	nakano.t.aq@m.titech.ac.jp
准教授	山崎 義弘	Yoshihiro YAMAZAKI	045-924-5298	yamazaki.y.517e@m.isct.ac.jp
助 教	黒澤 未来	Miku KUROSAWA	045-924-5351	kurosawa.m.776a@m.isct.ac.jp
助 教	Sujan PRADHAN		045-924-5298	pradhan.s.aa@m.titech.ac.jp
助 教	陳 引力	Yinli CHEN	045-924-5306	chen.y.at@m.titech.ac.jp
助 教	成田 翔平	Shohei NARITA	0279-88-7715	narita.s.sh@m.titech.ac.jp
特任助教	平野 一郎	Ichiro HIRANO	045-924-5351	hirano.i.219e@m.isct.ac.jp
特任助教	Trevor Zhiqing YEOW		045-924-5329	yeow.z.35dc@m.isct.ac.jp

連携教員 Specially Appointed Faculty Members

特任教授	聲高 裕治	Yuji KOETAKA	特任准教授	谷口 博基	Hiroki TANIGUCHI
特任教授	斎藤 全	Akira SAITO	特任准教授	谷 昌典	Masanori TANI
特任教授	薩川 恵一	Keiichi SATSUKAWA	特任准教授	寺西 貴志	Takashi TERANISHI
特任教授	寺西 利治	Toshiharu TERANISHI	特任准教授	松下 雄一郎	Yu-ichiro MATSUSHITA
特任教授	平本 昌宏	Masahiro HIRAMOTO	特任准教授	松田 和浩	Kazuhiro MATSUDA
特任准教授	赤松 寛文	Hirofumi AKAMATSU	特任准教授	Hena DAS	
特任准教授	奥部 真樹	Maki OKUBE	特任講師	大熊 学	Gaku OKUMA
特任准教授	片山 尚幸	Naoyuki KATAYAMA			

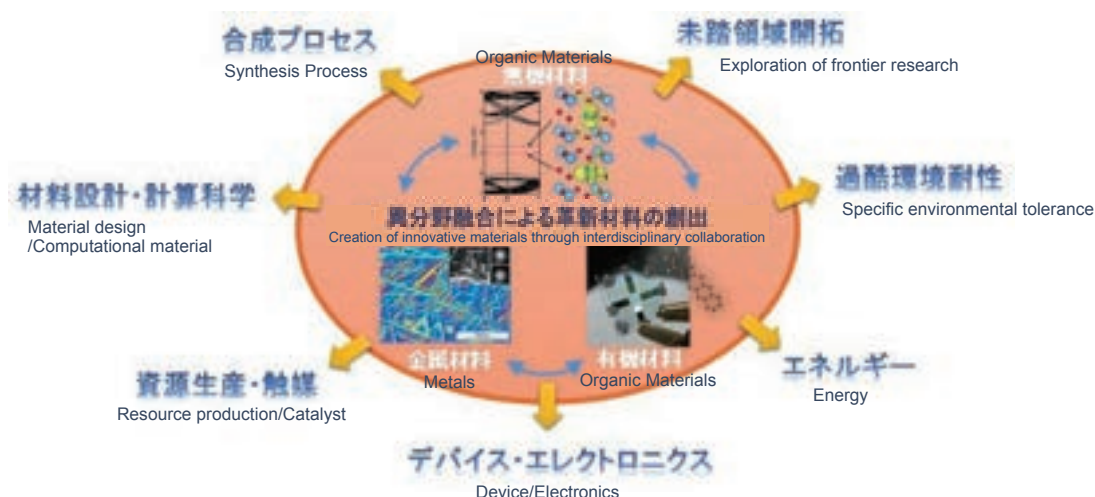
概要

Outline

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索し、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。

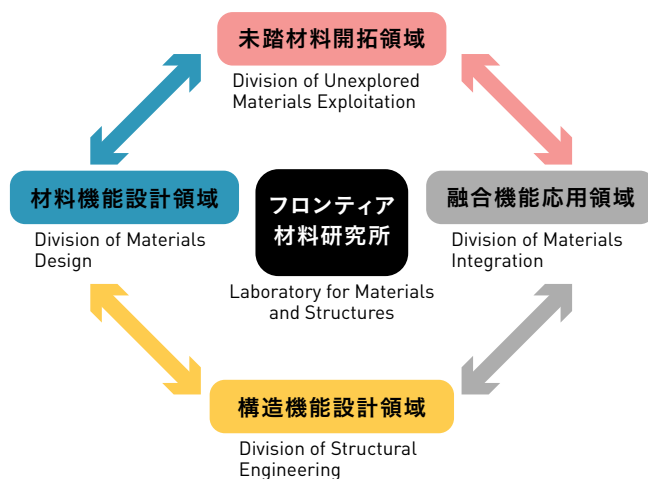
Laboratory for Materials and Structures (MSL) aims to create innovative materials with conspicuous properties and functions via interdisciplinary materials science and inorganic materials, metals, and organic materials.

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.

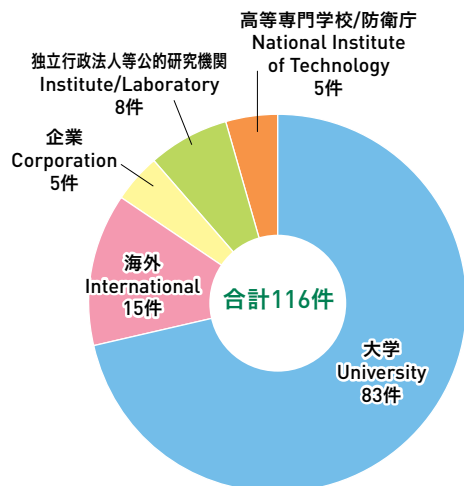


共同利用・共同研究拠点 Joint Usage/Research Center

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。

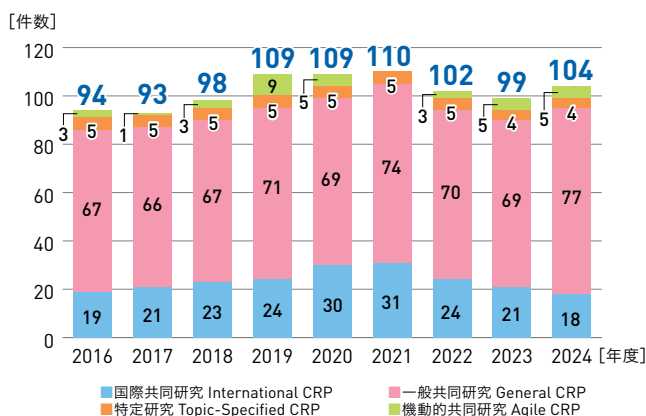
国際共同利用研究	本研究所の教員と海外の研究組織に所属する研究者が、本研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究
一般共同利用研究	本研究所の教員と国内機関に所属する所外研究者が、本研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究
特定共同利用研究	本研究所の教員が代表となり、所外の研究者と共に、特定の研究課題について、本研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究
国際ワークショップ	本研究所が主催する共同利用研究推進のための具体的課題による小規模な国際研究討論集会
ワークショップ	本研究所が主催する共同利用研究推進のための具体的課題に関する小規模な研究討論集会



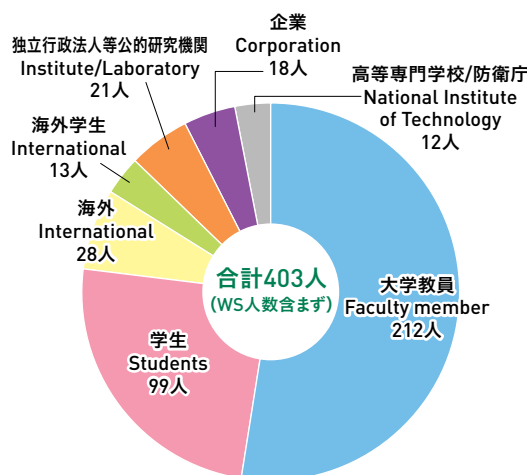
2024年度採択件数内訳 (合計116件、機動的共同利用研究6件を含む)
The number of CRP 2024

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



共同利用研究 採択数
The number of CRP



2024年度共同利用研究者数内訳 (合計403人) (WS人数含まず)
The number of CRP 2024 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、負熱膨張材料等の新物質の創出およびその物性・機能発現機構の解明
- ・ 元素の特性を活かした結晶構造制御による材料開拓
- ・ エピタキシャル薄膜化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」
- ・ 実験的手法と理論的手法を組み合わせた生体分子の機能解明と機能創発研究
- ・ 非化学量論半導体ナノクリスタルの局所表面プラズモン共鳴特性を利用した光触媒の開発

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.

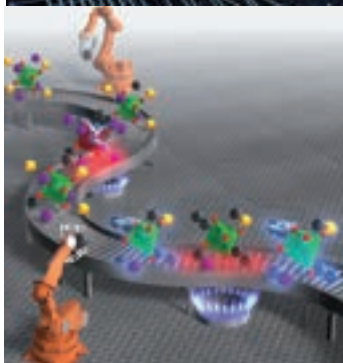
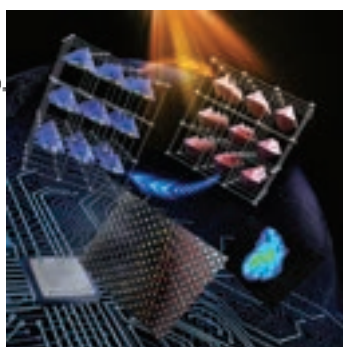
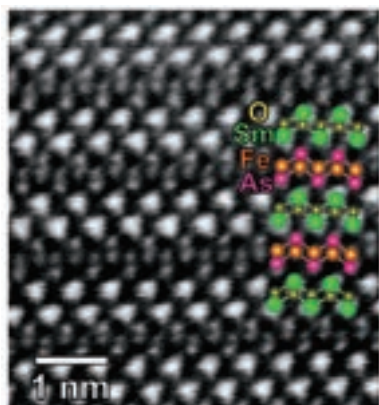
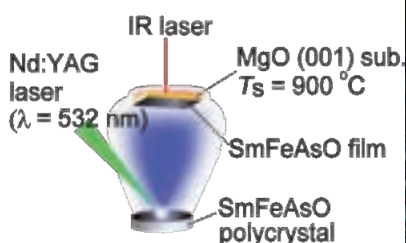
Truly novel materials are created, such as electrical conductors, ion conductors, ferroelectric materials, magnetic materials, fluorescent materials, and catalysts for elucidation of mechanisms.

Materials development through crystal structure control by taking advantage of elemental properties
Exploration of novel functions created by epitaxial thin-film fabrication and atomic-scale junctions

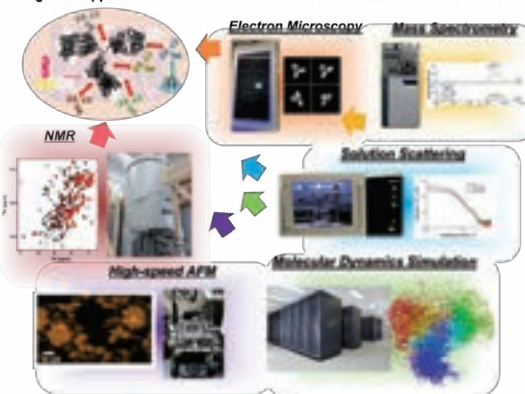
The realization of new functionalities occurs not by using noble elements but by using ubiquitous elements—i.e., “ubiquitous element strategy.”

Integration of experimental and theoretical methods for elucidation and emergence of the biomolecular functions.

Cutting-edge solar fuel generation technologies



Integrative approach for elucidation/creation of the function of biomolecules



材料機能設計領域

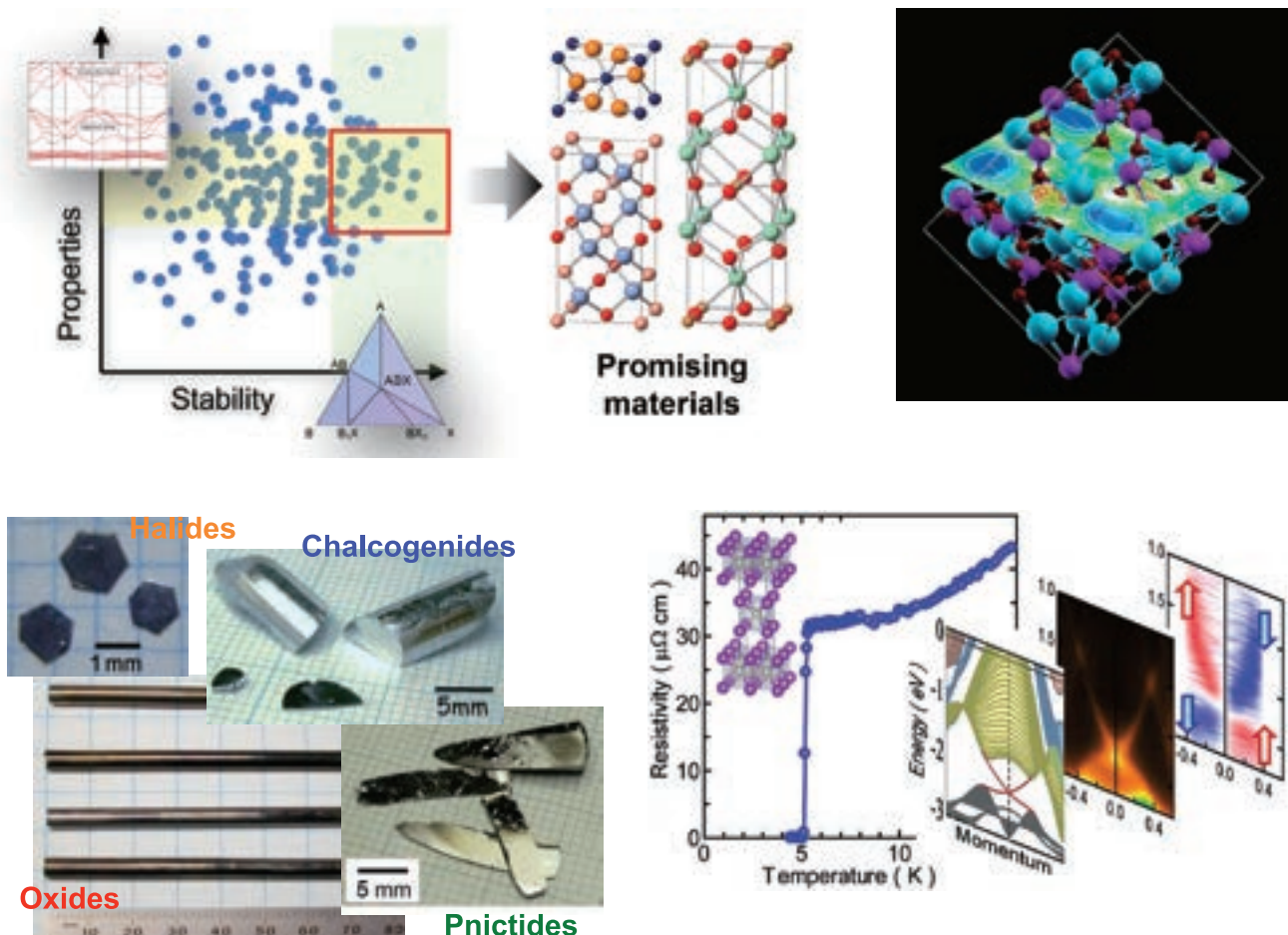
Division of Materials Design

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
- ・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 machine learning, which is known as “Materials Informatics.”
- ・ Design and development of novel functional materials based on advanced experimental analyses including high-precision thermal measurements and spectroscopic measurements.



融合機能応用領域

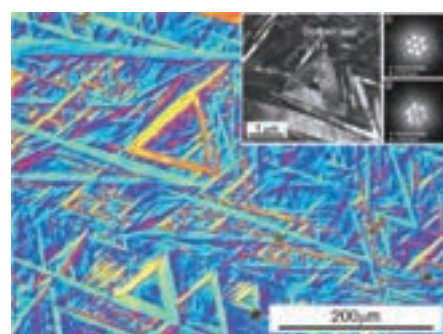
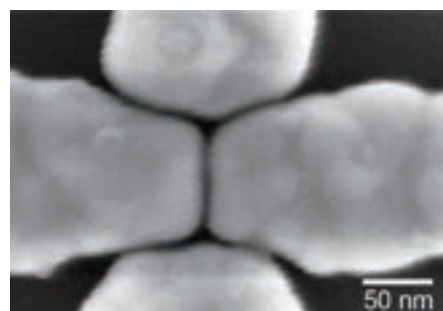
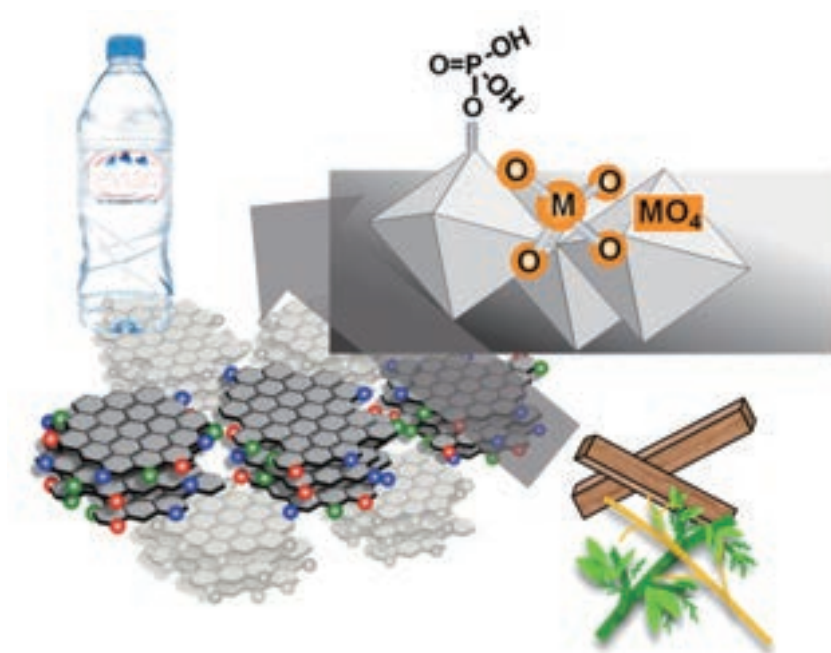
Division of Materials Integration

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 approaches based on versatile inorganic, metal, and organic materials.

- Device development based on novel materials and processes, including oxide electronics, nanoelectronics, and liquid crystal devices
- Development of superior structural materials (shape memory, superelasticity, heat resistance, corrosion resistance, abrasion resistance) that are resistant to harsh environments based on inorganic, metal, organic, and polymer materials, and/or their combinations
- Development of novel energy materials based on solar cells, rechargeable batteries, low-power semiconductors, and electrodes with low overpotential
- Novel spintronic devices based on solid-state physics and their applications to electronic, optical, and medicinal systems
- Investigation on advanced mechanical motion systems with crucial material functions and the establishment of ultimate design systems
- Innovative resource production is based on highly functional catalyst materials



先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域 Division of Structural Engineering

構造機能設計領域では、基礎を含む建物の耐震、耐風、耐火性能に関して、材料の基本特性から部材の力学的性質、さらには建物全体の性能に至るまで、実験と解析の両面から複合的に研究を行っています。コンクリート、鋼材、木材などの各種建築材料や、免震・制振・耐震といった構造システムを対象とし、構造材料の特性解明とそのモデル化、新材料の開発、さらには基礎理論から実務への応用に至るまで幅広く取り組んでいます。提案された理論は、モデル試験体を用いた実験を通して検証しながら研究を進める点も、本領域の大きな特色です。これらの研究成果は、既存建築物の耐震診断や耐震補強技術の開発、損傷制御型の新構造システムの提案など、幅広い分野で活用されています。

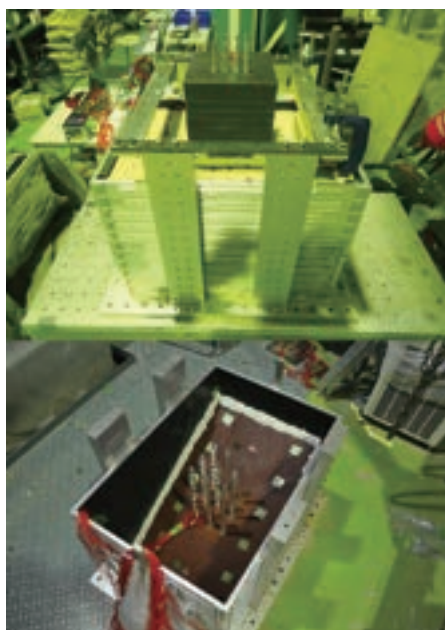
主な研究テーマ：

- ・ 各種材料の力学および物理的特性の解明
- ・ 多様な材料で構成される構造部材・非構造部材の力学的挙動の解明
- ・ 基礎を含む建物における耐震・耐火・耐風性能に関する基礎的研究

This division specializes in earthquake-, wind-, and fire-resistant engineering for buildings and other structures. We conduct extensive experimental and analytical studies across a wide range of topics, including material properties, structural member behavior, and overall structural performance. We work with various materials—such as concrete, steel, and timber—and systems like seismic isolation and damping to investigate fundamental material characteristics, develop new structural materials, and bridge theory with practical design applications. A distinctive strength of our division lies in our ability to verify theoretical models through experimental procedures. Our research outcomes contribute to seismic evaluation and retrofitting of existing buildings, as well as the development of innovative seismic strengthening techniques and resilient structural systems and materials for new constructions.

Key research topics include:

- Mechanical characteristics of steel, concrete, timber, soil, and the other materials used to resist earthquakes, wind, and fire
- Behavior of structural and nonstructural members as well as devices including dampers and isolators
- Performance under strong or long-duration vibrations caused by earthquakes and wind, and strength degradation due to fire



杭基礎構造物の振動台実験
Shaking Table Test on Pile-supported Structure



天井の載荷実験
Static Loading Test of Ceiling



Gapブレースシステムの静的実験
Static Loading Test of Gap-brace System

未踏材料開拓領域

東研究室 Azuma 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



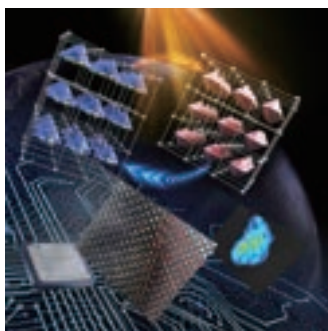
助教 重松 圭
Assist. Prof. Kei SHIGEMATSU
固体化学、薄膜成長
Solid State Chemistry, Thin Film Growth

環境調和型機能性酸化物材料

<https://www.ssc.msl.iir.isct.ac.jp/>

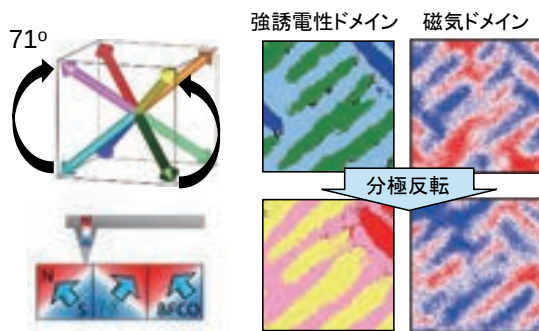
- ・強磁性強誘電体における電場印加磁化反転
- ・熱膨張抑制用負熱膨張材料
- ・アニオンに着目した新機能材料設計

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压合成法や、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・有機無機ハイブリッド化合物など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。



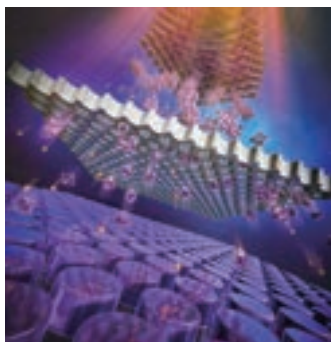
ナノテクノロジーを支える負の熱膨張物質

- ・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。



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。



微細加工による機能開拓

- ・酸数100nmのサイズに加工することで、未開拓の材料機能を引き出します。



先端計測による圧力下の相転移解明

- ・放射光X線回折・分光や中性子回折で圧力下の化学反応と相転移を解明し、機能性材料の設計に繋がります。

Division of Unexplored Materials Exploitation

Environmentally compatible functional oxide materials

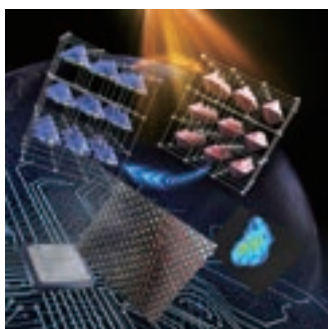
<https://www.ssc.msl.iir.isct.ac.jp/>

Magnetization reversal by electric field in multiferroic materials

Negative thermal expansion materials

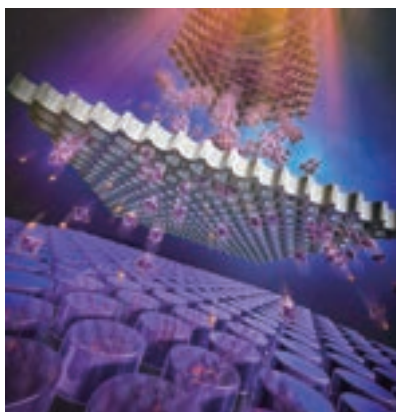
Designing novel functional mixed-anion materials

Transition metal oxides exhibit various useful functions such as magnetism, ferroelectricity and superconductivity. We realize new functional ceramics 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 ablating 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.



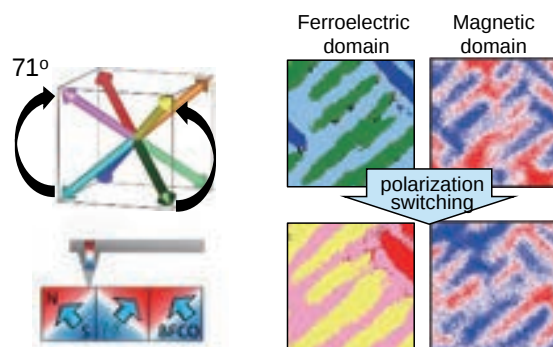
Negative Thermal Expansion Materials

- 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.



Exploiting functions by microfabrication

Unexplored material functions are brought out by processing to a size of several hundred nanometers.



Ferroelectric Ferromagnetism

- They exhibit 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.



Phase Transitions under Pressure by Advanced Measurements

Synchrotron X-ray diffraction/spectroscopy and neutron diffraction are used to elucidate chemical reactions and phase transitions under pressure, leading to the design of functional materials.

未踏材料開拓領域

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

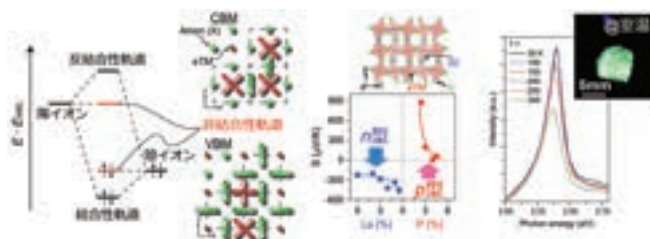
Solid-state Chemistry, Inorganic Chemistry, Crystal Growth

ありふれた物質から最先端機能材料を創る

<https://www.hiramatsu.msl.iir.isct.ac.jp/>

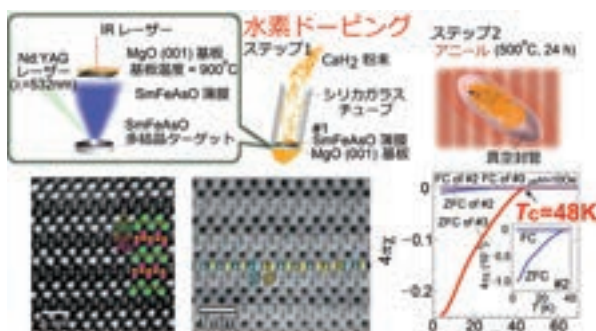
- ・独自の指針による新材料の創成
- ・鉄系超伝導体の起源解明と T_c の向上
- ・新機能性半導体の設計と探索
- ・化合物中の微量水素の検出と役割の解明

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。



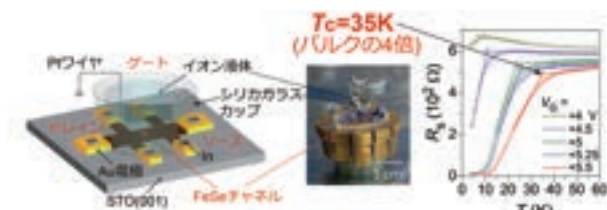
新規発光半導体の材料設計

- ・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



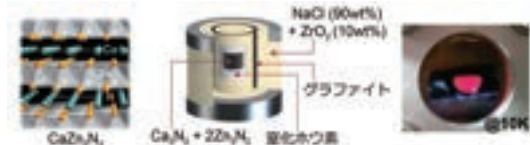
水素ドーピング鉄系超伝導体エピタキシャル薄膜の高温超伝導

- ・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



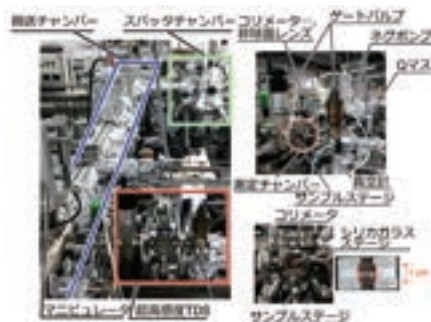
電気二重層トランジスタを用いた鉄系超伝導体の電界誘起高温超伝導

- ・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



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
- ・高压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

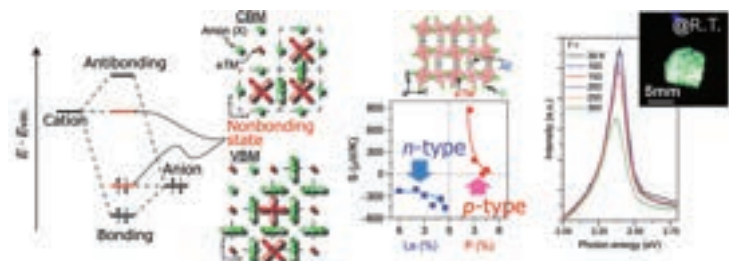
Division of Unexplored Materials Exploitation

Creation of novel functional materials from ubiquitous elements and inorganic materials

<https://www.hiramatsu.msl.iir.isct.ac.jp/>

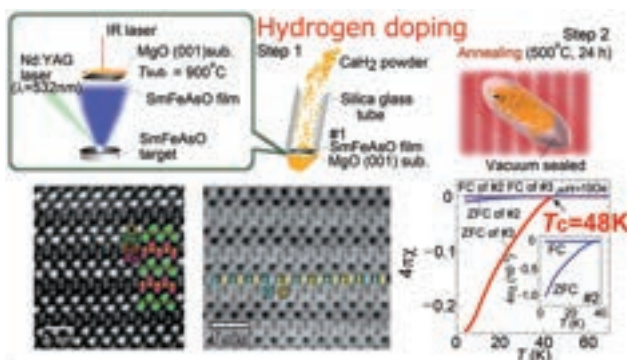
Creation of new materials based on original design concepts
 Origin and enhancement of T_c in Fe-based superconductors
 Materials design and exploration of functional semiconductors
 Detection and determination of role of hydrogen in solids

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



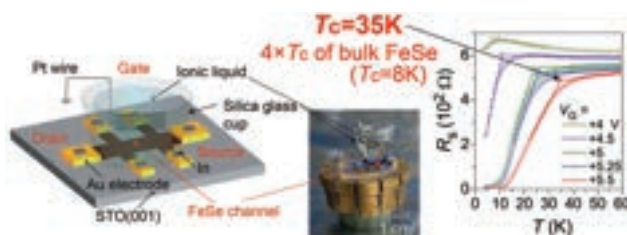
Materials design of new light-emitting semiconductors

- Chemical design based on original concepts
- Validation from first-principles calculation & experiments



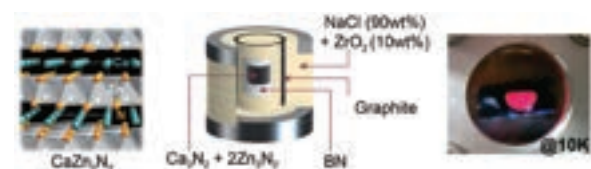
H-doped Fe-based high- T_c superconductor epitaxial films

- Unique H-doping method
- Determination of H sites by STEM



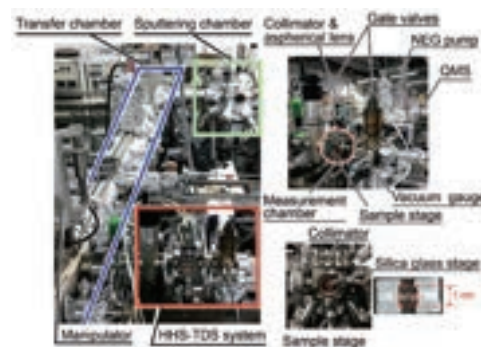
Field-induced high- T_c superconductivity using EDLT structure

- 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

陳研究室 Chen Laboratory



准教授 陳君怡

Assoc. Prof. Chun-Yi Chen

材料電気化学、エネルギー機能変換材料、ナノヘテロ構造

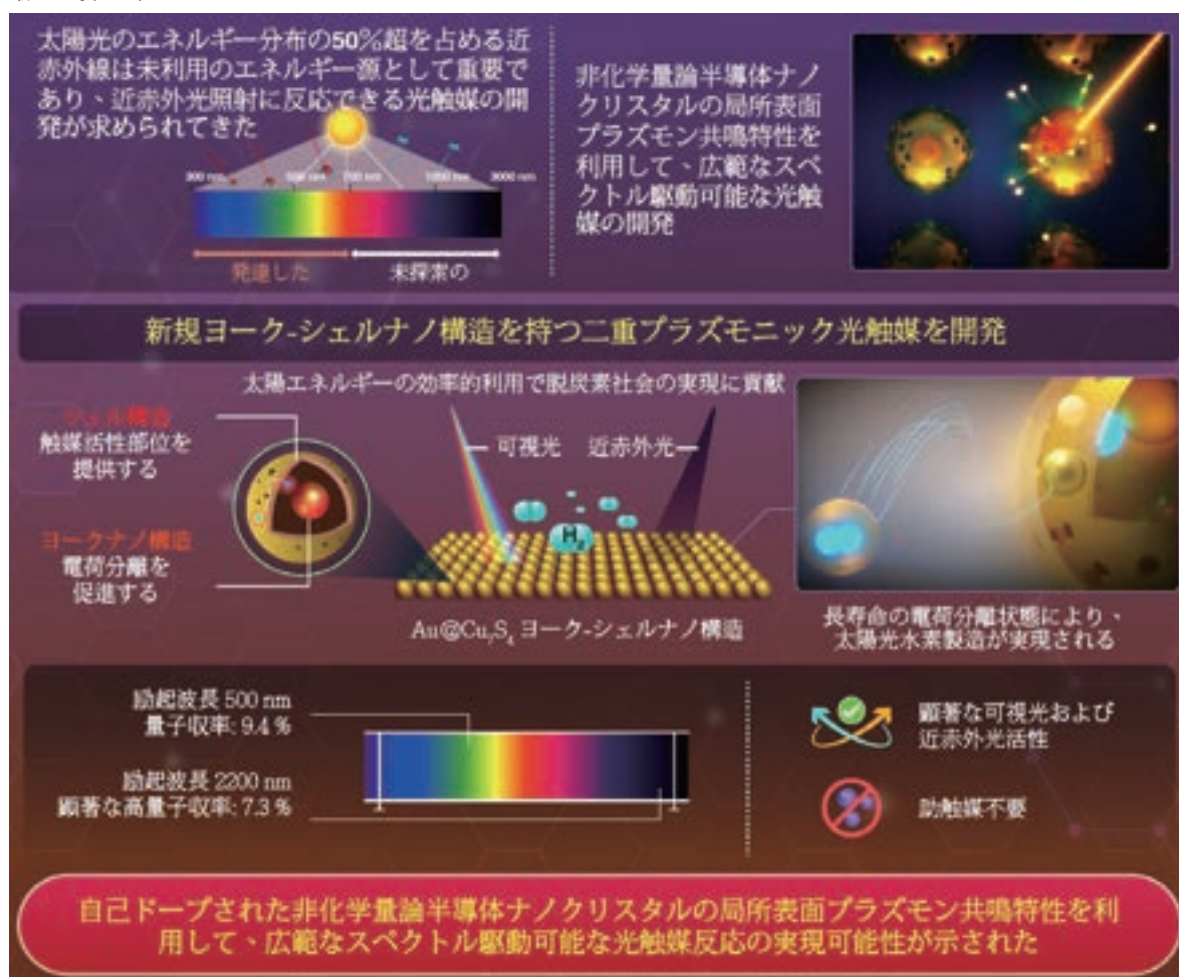
Materials Electrochemistry, Functional Energy Conversion
Materials, Hetero-Nanostructures

電気化学に基づく エネルギー機能変換材料の創製

<http://researchmap.jp/chunyichen>

- ・可視-近赤外光に反応する高量子収率の新規光触媒を開発
- ・陽極酸化法によるナノチューブの構造制御
- ・リチウムイオン電池のナノヘテロ構造電極材料を開発

最近主要な研究トピック



Nature Communications 15, 413 (2024)

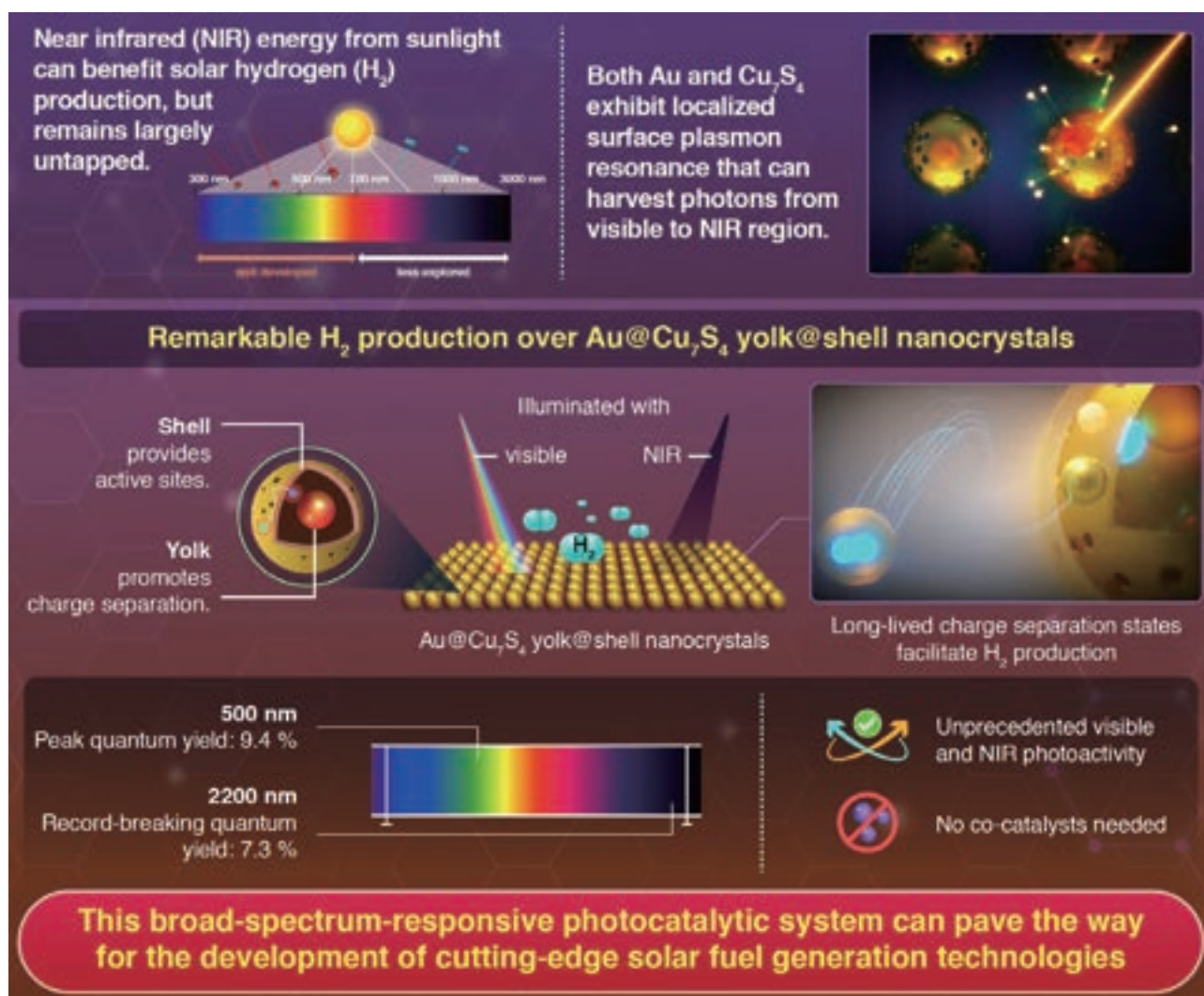
Division of Unexplored Materials Exploitation

Design and Synthesis of Green Energy Materials with Hierarchical Nanostructures

Laboratory for Materials and Structures

<http://researchmap.jp/chunyichen>

- Dual-Plasmonic photocatalysts for hydrogen production across visible to near infrared region
- Hydrothermal synthesis of hierarchical heterostructures for Li-ion batteries materials
- Structural and compositional control of nanotubes by anodization



Nature Communications 15, 413 (2024)

未踏材料開拓領域

安井研究室 Yasui Laboratory



准教授 安井 伸太郎

Assoc. Prof. Shintaro YASUI

無機材料・物性

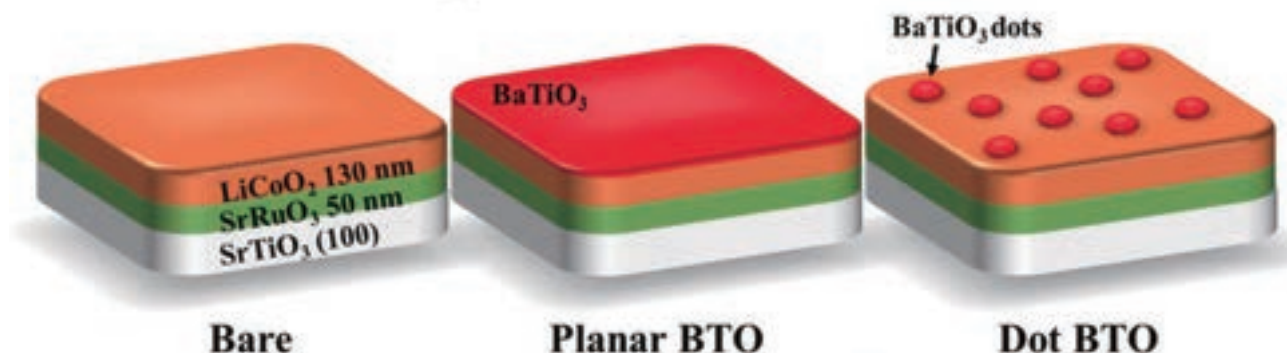
Inorganic materials, Physical properties of materials

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

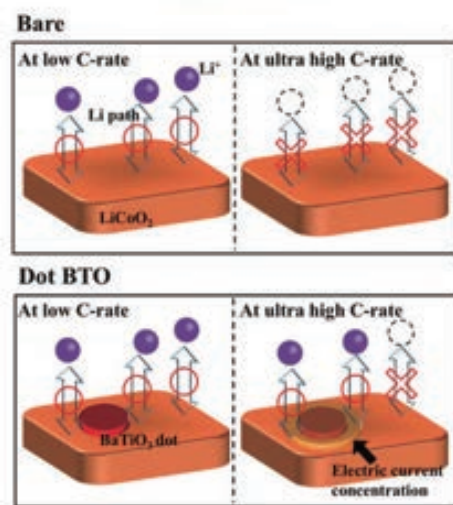
電子材料やエネルギー材料などの機能性材料は構成される結晶構造や電子構造で特性が決定されます。我々の生活の中で幅広く使用されているこれらの材料の新規開拓を行い、より一層豊かで快適で、環境に優しい生活を目指しています。



Li イオンバッテリーにおける LiCoO₂ 正極のモデル構造

3 種類の LiCoO₂ 正極を作製：一般的な正極（左）、BaTiO₃ 膜を表面に一样に作製した正極（中）、BaTiO₃ 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すばらしい性能を示す。

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。



BaTiO₃ ナノドットの効果

BaTiO₃ 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。

Division of Unexplored Materials Exploitation

Development of electronic and energy materials

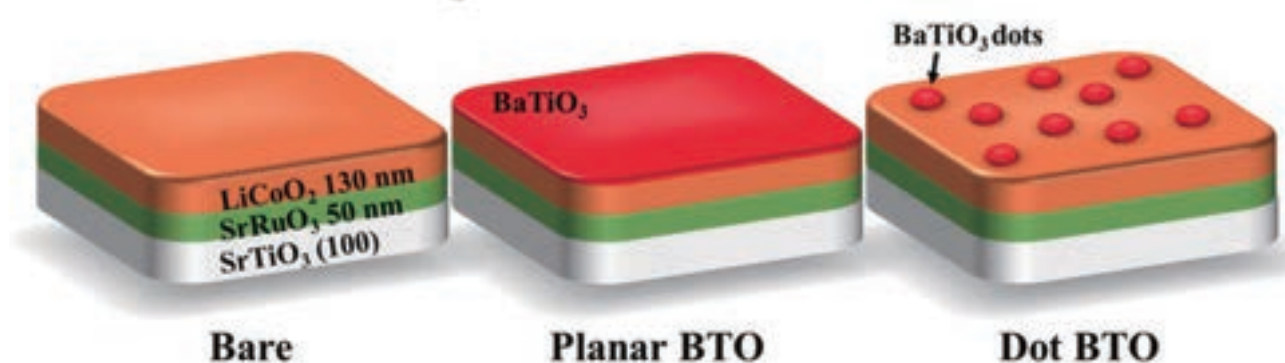
<http://shintaroyasui.com/>

Development of novel ferroelectric/multiferroic materials

Development of novel energy materials

Modeling of interfacial science by thin film technology

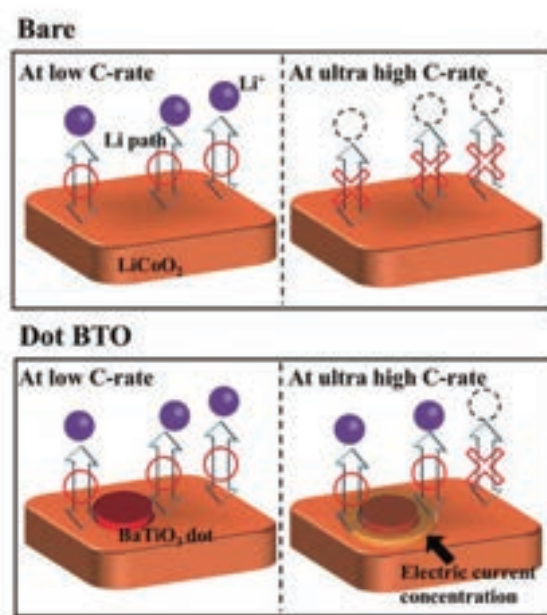
The characteristics of functional materials such as electronic materials and energy materials are generally depended on the crystal and electronic structure. We are developing novel materials that are widely used in our life, aiming for a more abundant, comfortable and environmentally friendly life.



Modeled structures of LiCoO₂ cathode system in Li-ion battery

Three cathodes were fabricated: a standard bare one (left), one coated with a layer of BaTiO₃ (middle), and one coated with several BaTiO₃ 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 Li-ion 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 (LiCoO₂-BaTiO₃-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 BaTiO₃ nanodots

The BaTiO₃ 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.

未踏材料開拓領域

谷中研究室 Yanaka Laboratory



准教授 谷中 冴子

Assoc. Prof. Saeko YANAKA

生体分子工学、核磁気共鳴法

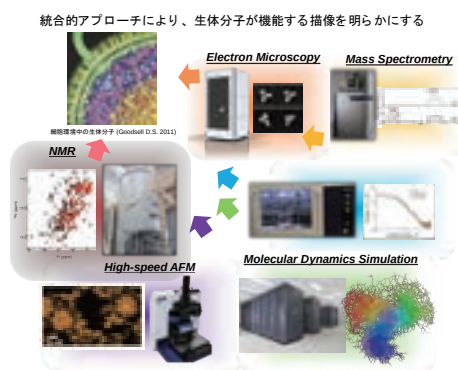
biomolecular engineering, nuclear magnetic resonance

生体分子科学に基づく機能解明・機能創発

<https://researchmap.jp/yanaka>

当研究室の研究分野

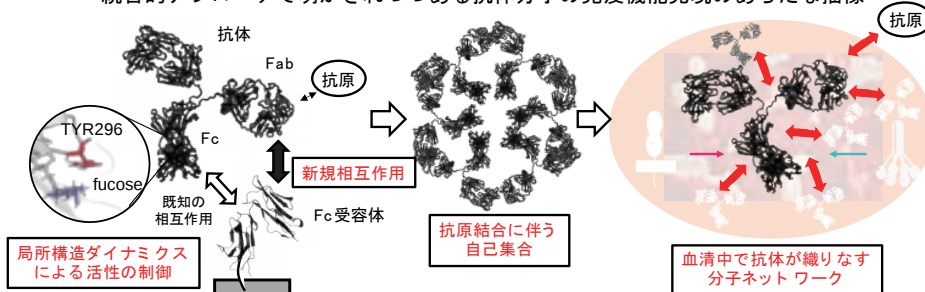
私たちの体は核酸・タンパク質・糖鎖・脂質など、様々な生体高分子によって構成されています。これらの生体分子がそれぞれに固有の機能を発揮し、協同的に働くことで、私たち生命体は恒常性を維持しています。生体分子の中に隠された機能の作動原理を解読することで、生命や病気の理解が進みます。それだけでなく、生体分子やその機能改変体を活用することで、医薬や工業に役立てることが可能です。当研究室では、**実験的手法と理論的手法を組み合わせ、生体分子の機能解明と機能創発に取り組んでいます。**



・分子中に秘められた新規相互作用部位の探索と改変を通じた次世代抗体創成の基盤構築

免疫系において、感染防御に主要な役割を担っている抗体は、異物を認識する領域と免疫系の活性化を担う領域の2つの機能領域がそれぞれ働くことで免疫系を活性化すると考えられてきています。しかしながら、当研究室により、近年続々と新しい機能部位が見つかりつつあり、異物認識から免疫系の発動に至る新たな分子メカニズムが明らかとなってきています。こうした**新しく発見された機能発動の分子機構を生かした創薬研究**を進めています。

統合的アプローチで明かされつつある抗体分子の免疫機能発現のあらたな描像



・実験科学と情報科学の融合によるバイオ医薬品設計の技術開発

抗体は代表的なバイオ医薬品です。バイオ医薬品としての抗体の設計においても、情報科学は欠かせないツールの一つとなってきました。抗体の特性に関する良質な実験科学的データが膨大にあれば、情報科学的アプローチによって、抗体の設計に関する法則性を見出し、有用な抗体医薬を計算機の中だけで設計できるようになることでしょう。当研究室では、そうした**情報科学的アプローチに資する実験科学データの取得および、新たなアプローチによるバイオ医薬品設計法の開発**を行っております。

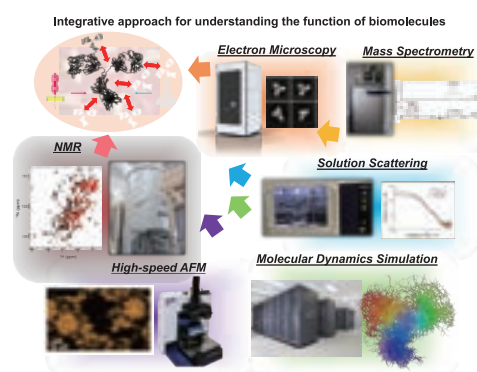
Division of Unexplored Materials Exploitation

Elucidation and creation of function based on biomolecular science Laboratory for Materials and Sciences

Areas of research in our laboratory

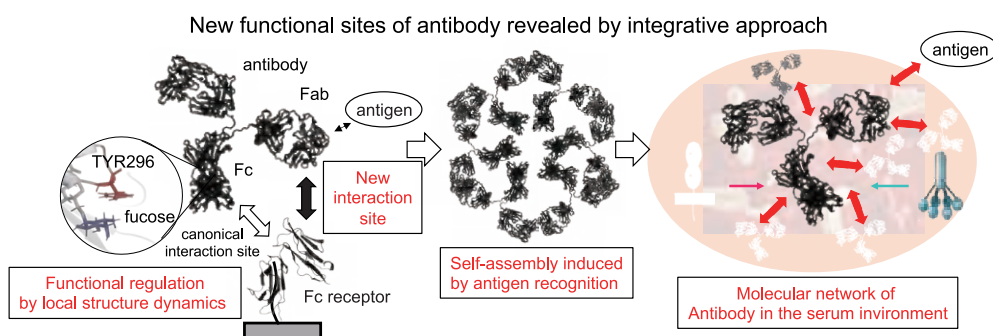
Our bodies are composed of various biopolymers such as nucleic acids, proteins, sugar chains and lipids. These biomolecules perform their own specific functions and work cooperatively to maintain homeostasis in our organisms. Deciphering the operating principles of the functions hidden in biomolecules will advance our understanding of life and disease. Not only that, but biomolecules and their functional modifications can be utilised for pharmaceutical and industrial purposes. **In our laboratory, we combine experimental and theoretical methods to elucidate the functions of biomolecules and create new functions.**

<https://researchmap.jp/yanaka>



- creation of next-generation antibodies through the exploration and modification of novel interaction sites hidden in molecules.

Antibodies, which play a major role in infection defence in the immune system, activate the immune system through the action of two functional regions: the region that recognises foreign substances and the region that activates the immune system. However, new functional regions have been discovered one after another in recent years in our laboratory, and new molecular mechanisms from antigen recognition to the activation of the immune system have been revealed. **We conduct drug discovery research utilising the newly discovered molecular mechanisms of functional activation.**



- Developing technologies for biopharmaceutical design by integrating experimental and informatics science.

Antibodies are typical biopharmaceuticals. Information science has become one of the indispensable tools in the design of antibodies as biopharmaceuticals. If there is a large amount of high-quality experimental data on the properties of antibodies, the informatics approach will be able to find rules for antibody design and design useful antibody drugs only in the computer. **In our laboratory, we are acquiring experimental data that contribute to such informatics approach and developing new approaches to biopharmaceutical design.**

材料機能設計領域

大場研究室 Oba 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



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

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/>

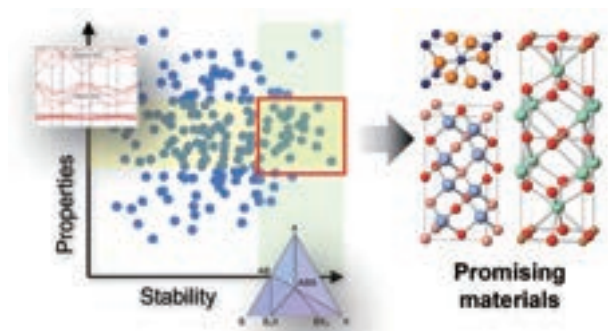
- ・スーパーコンピュータを用いた電子材料の設計と探索
- ・先進計算科学手法を駆使した材料の探究
- ・マテリアルズインフォマティクスによる新材料開拓の加速

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。



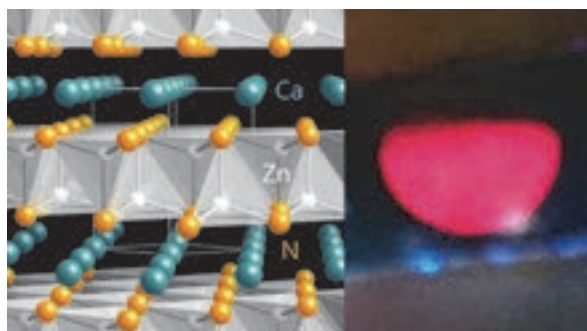
マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築

- ・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 CaZn_2N_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).

Division of Materials Design

Computational Materials Design

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

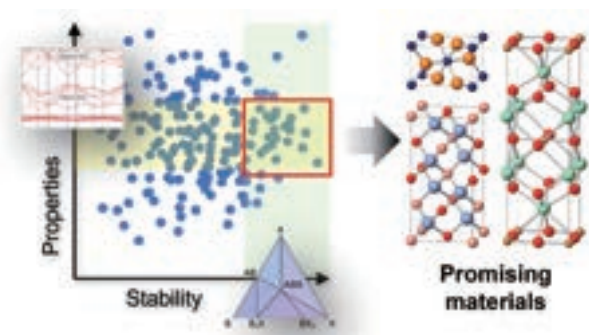
Design and exploration of electronic materials
Computational materials science and materials informatics

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.



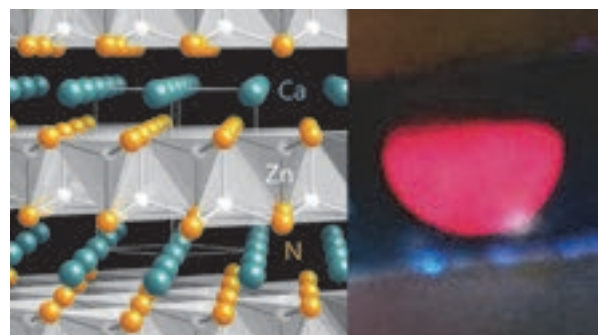
Development of computational methods for materials exploration

- 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 CaZn_2N_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

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, Semi-
conductor 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
Thin Film 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, Semi-
conductor 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

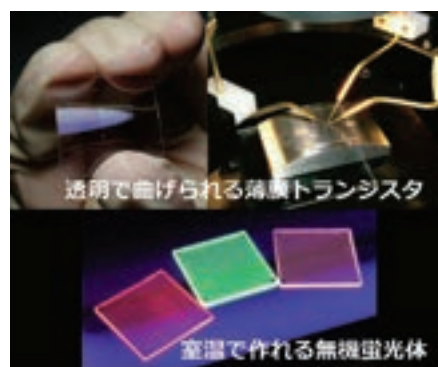
<https://www.mces.titech.ac.jp/kklab/>

- ・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。

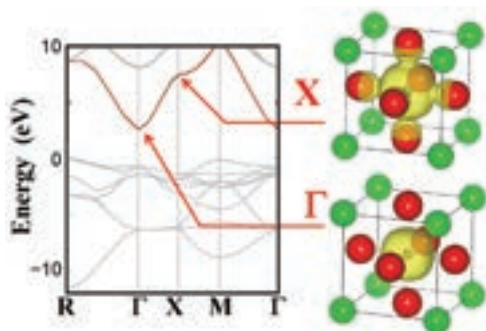
その一例として、25年以上使われてきたアモルファスシリコンに変わる高性能な材料である“IGZO”を開発し、いまでは大型有機ELや液晶ディスプレイとしての量産に至りました。IGZOに続き、実用化されて世界を変える新材料を更に我々の手で生み出すことを目指しています。

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

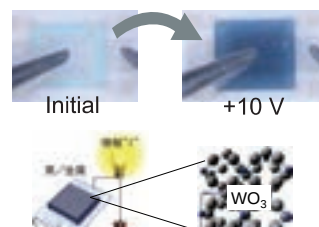
In-Ga-Znを成分とする酸化物IGZOが、アモルファスであるにもかかわらず、透明でフレキシブルな高性能トランジスタとして利用できることを見出しました。さらに最近では、世界で初めて無機の発光薄膜の室温形成に成功し、新規発光デバイスへの応用も視野に入ってきました。



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SrGeO₃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間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。

Division of Materials Design

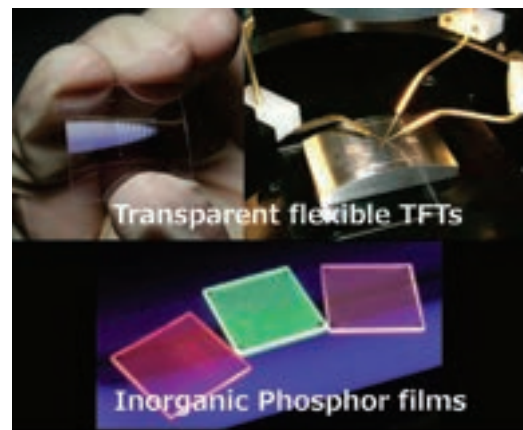
Exploration of novel functional materials and electronic devices

<https://www.mces.titech.ac.jp/kklab/>

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

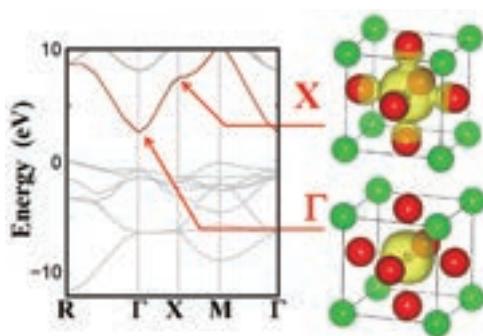
We have been challenging to explore really new functional materials to create novel optical, electronic, energy devices. A representative achievement is "IGZO", which is already commercialized in high-resolution LCD and very large OLED displays. As such, our propose is to find next functional materials 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.



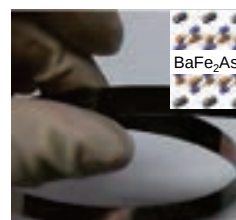
Amorphous oxide for various applications

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.

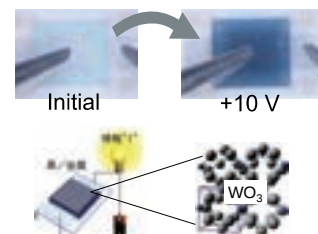


Transparent conductor using covalent bonds

Germanium oxide is known as a good electrical insulator with a wide bandgap over 6 eV. We demonstrated to convert 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 SrGeO_3 structure. Like this, we are making continuous challenges to create new functional materials based on our original material design concept.



Super conducting wire using Fe-based material.



Resistance change memory device with multi function such as color modulation.

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.

材料機能設計領域

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

熱測定による材料の機能性発現機構の解明

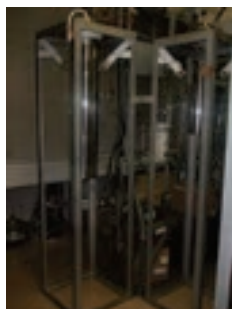
<https://www.msl.titech.ac.jp/~kawaji/>

- ・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。

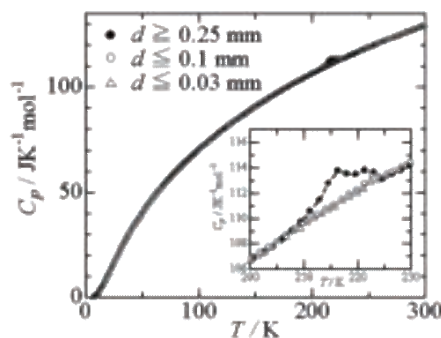
当研究室では世界最高精度を持つ断熱型熱量計や、十mg程度の試料でも測定可能なPPMS緩和型熱量計（カンタム・デザイン社製）を用いた熱容量測定、さらには希釈冷凍機を用いた数十mKの極低温・強磁場環境下での測定を行っています。また、キャパシタンス法を用いた超高精度熱膨張測定装置や、熱伝導率測定法を駆使して研究・開発を行っています。



断熱型熱量計

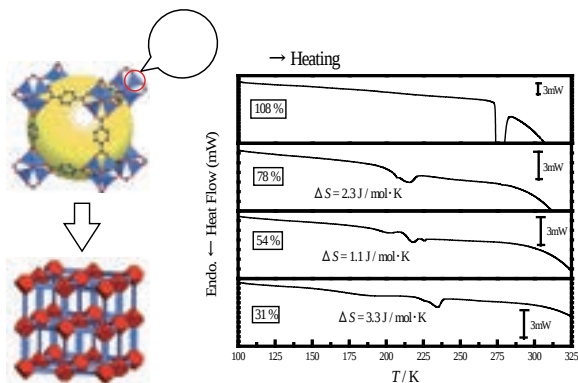
巨大粒度効果の機構解明とその制御および利用

- ・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



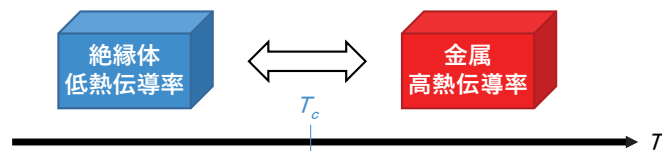
多孔性配位高分子中に吸蔵された物質の挙動

- ・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



Division of Materials Design

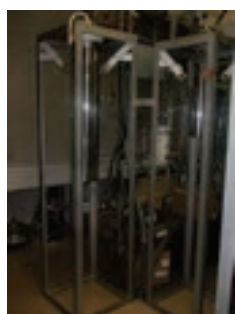
Elucidation of Phase Transition and Function of Materials

<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.

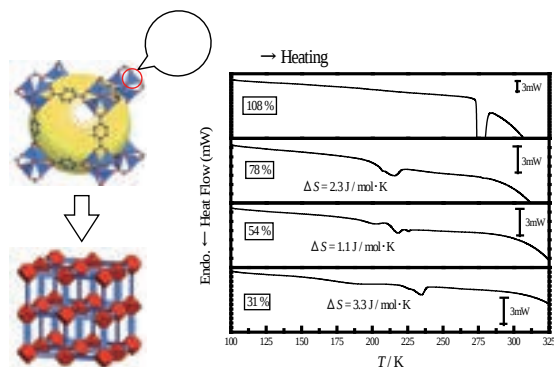
The strong point of our lab is that various thermal measurements can be carried out according to the purpose. For example, the heat capacity can be measured by the world's highest precision adiabatic calorimeter, a Quantum Design PPMS relaxation calorimeter for the low-mass sample (~10 mg), and a home-made 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

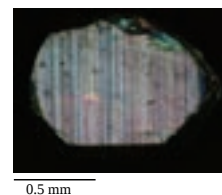
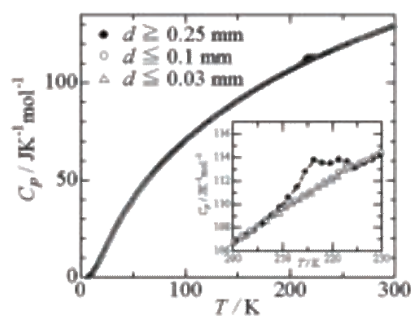
Phase transition properties of molecules absorbed in Metal-Organic Frameworks (MOF)

- 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.



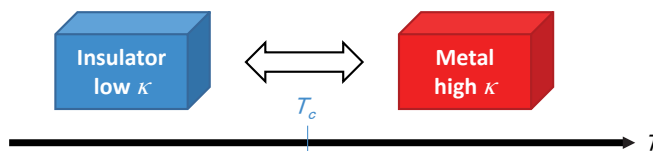
Mechanism elucidation of giant particle size effect and its control and utilization

- 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.



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



材料機能設計領域

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 ー新奇超伝導体からトポロジカル絶縁体までー

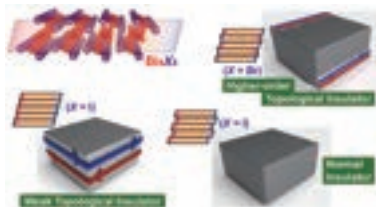
<https://www.msl.titech.ac.jp/~sasagawa/>

- ・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

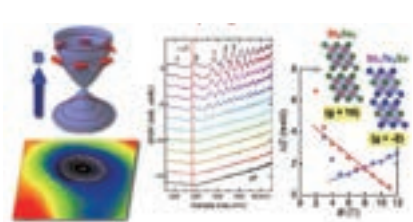
積層様式で多量の発見と学理へ



Nature 566, 518 (2019).
Nature Materials, 102, 473 (2021).

トポロジカル絶縁体

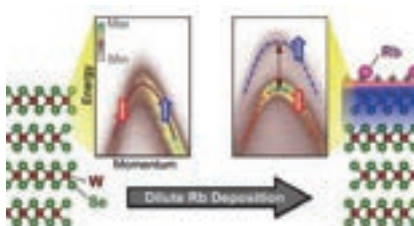
表面磁性の精密計測に成功



Nature Commun. 7, 10829 (2016).

表面状態・ナノエレ

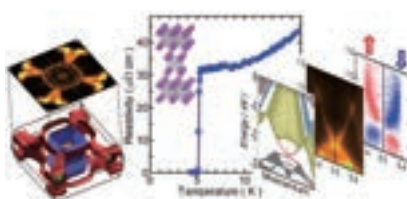
スピン状態の制御法を開発



Nature Nanotech. 10, 1043 (2015).

トポノ非従来超伝導

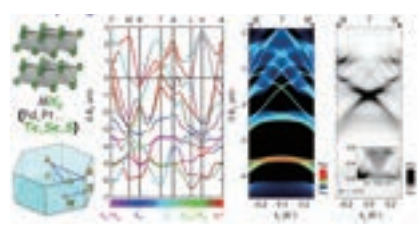
有力候補物質の発見と実験検証



Nature Commun. 6, 8595 (2015).
Nature Commun. 8, 976 (2017).
Nature Commun. 13, 1659 (2022).

トポロジカル半金属

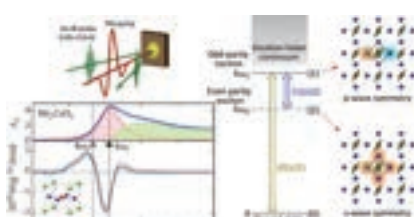
物質設計の一般原理を提唱



Nature Materials 17, 21 (2018).

強相関電子

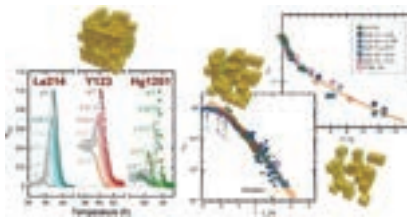
光応答を解明・光制御に成功



Nature Commun. 6, 8519 (2015).
Science Adv. 3, e1600735 (2017).
Science Adv. 5, eaav2187 (2019).

高温超伝導

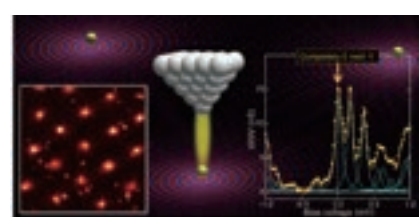
メカニズム解明に迫る



Nature Materials 14, 37 (2015).
Nature Commun. 11, 3323 (2020).
Nature Commun. 12, 3724 (2021).

トポロジカル超伝導

マヨナラ準粒子の検証



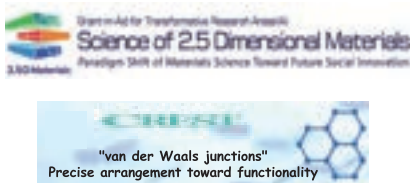
Nature Materials 18, 811 (2019).

Division of Materials Design

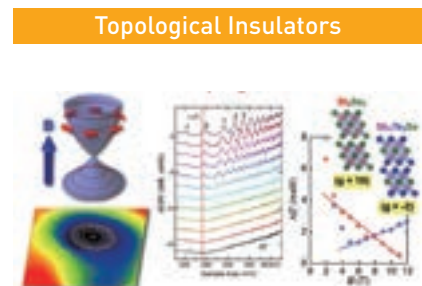
Seeking for Electronic Super-functions in Solids – from Topological Insulators to Exotic Superconductors –

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

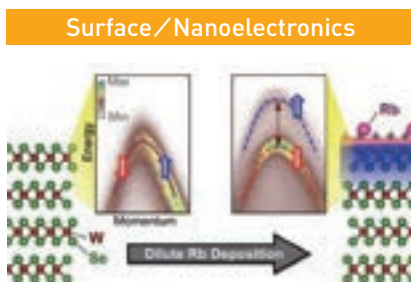
Computational Materials Explorations
Growth of High-quality Crystals
Physical Property Measurements under Extreme Conditions
Direct Observation of Electronic States



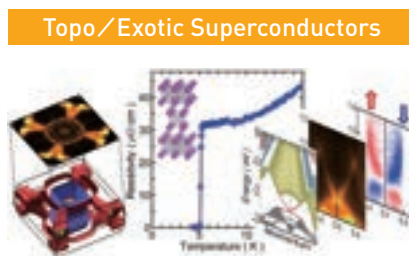
Nature 566, 518 (2019).
Nature Materials, 102, 473 (2021).



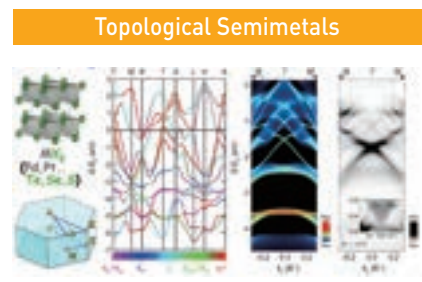
Nature Commun. 7, 10829 (2016).



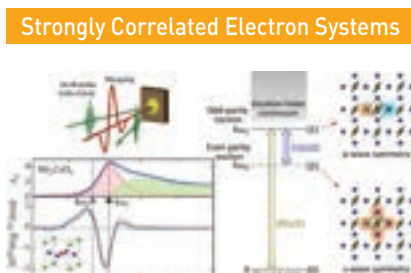
Nature Nanotech. 10, 1043 (2015).



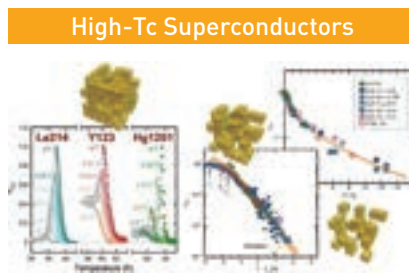
Nature Commun. 6, 8595 (2015).
Nature Commun. 8, 976 (2017).
Nature Commun. 13, 1659 (2022).



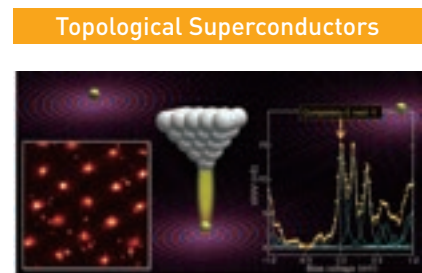
Nature Materials 17, 21 (2018).



Nature Commun. 6, 8519 (2015).
Science Adv. 3, e1600735 (2017).
Science Adv. 5, eaav2187 (2019).



Nature Materials 14, 37 (2015).
Nature Commun. 11, 3323 (2020).
Nature Commun. 12, 3724 (2021).



Nature Materials 18, 811 (2019).

融合機能応用領域

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 Functional Materials



助教 松村 隆太郎
Assist. Prof. Ryutaro MATSUMURA
金属物性・構造・機能材料
Physical Metallurgy, Structural and Functional Materials

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/

研究分野

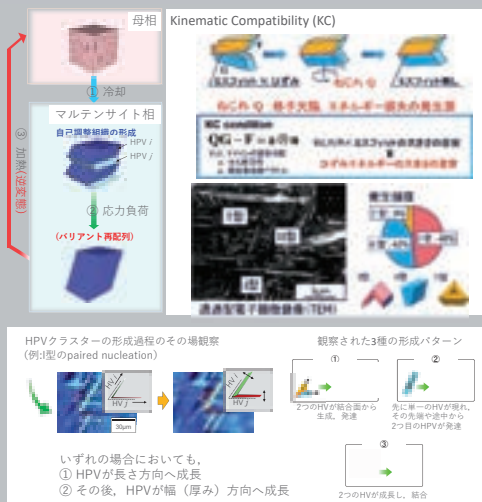
稲邑研究室は、金属材料において工業上極めて重要な、無拡散変態に関する基礎研究と、それに基づいた革新的な医療・エネルギー材料の設計を行っています。これらの分野における研究の歴史は長く、新しいことをするためには、これまでに積み上げられてきた学理に加えて、斬新な切り口や新しいアプローチ、そして時には運が必要です。

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

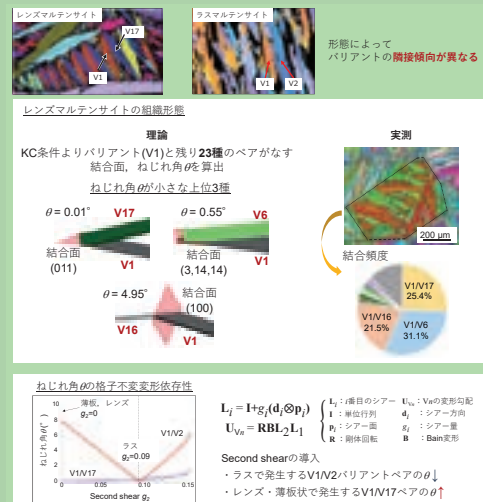
超長寿命形状記憶合金の設計

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



Division of Materials Integration

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

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)

Kink microstructure

融合機能応用領域

鎌田研究室 Kamata Laboratory



教授 鎌田 慶吾
Prof. Keigo KAMATA
触媒化学、無機合成化学、物理化学
Catalytic chemistry,
inorganic synthetic chemistry,
physical chemistry



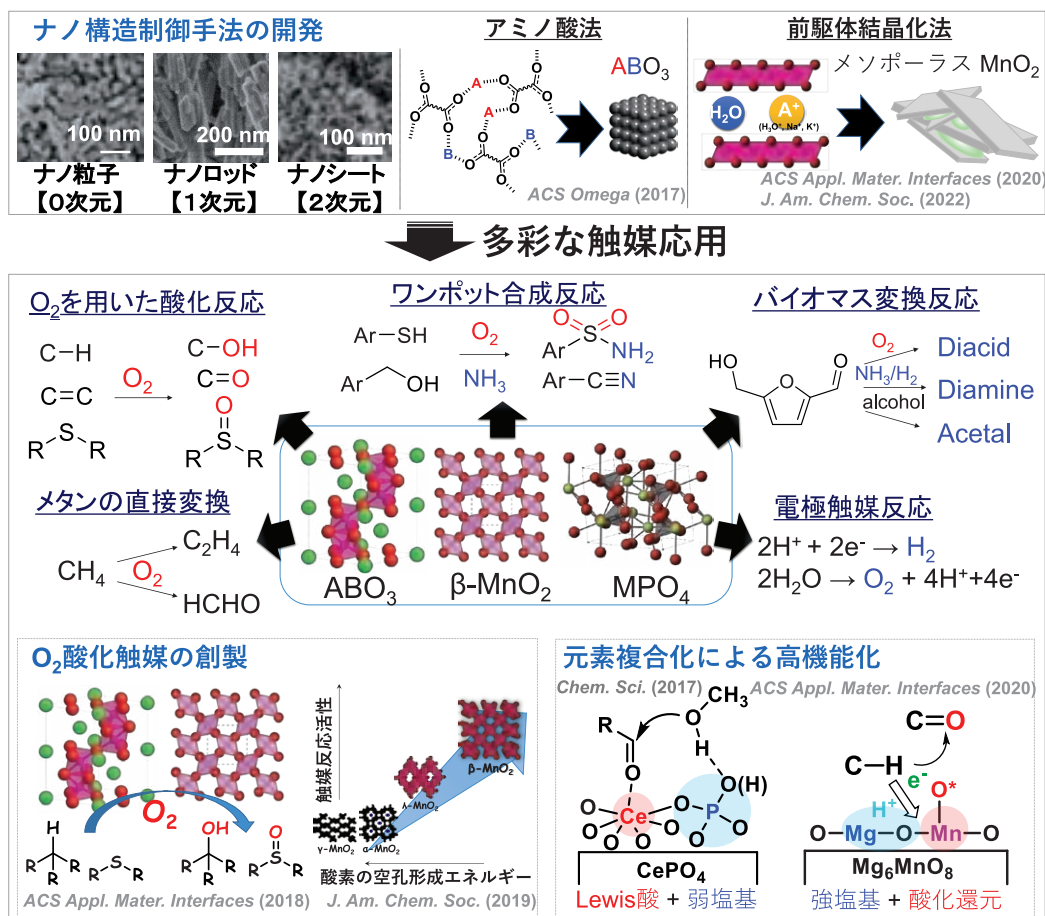
助教 相原 健司
Assist. Prof. Takeshi AIHARA
触媒化学
Catalytic chemistry

合成化学を基盤とした新しい固体触媒科学の開拓

<https://www.kamata.msl.iir.isct.ac.jp/>

- ・新しい金属酸化物のナノ構造制御手法の開発
- ・分子状酸素を酸化剤とした酸化触媒の創製
- ・元素複合化による触媒の高機能化

鎌田研究室は、独自の無機合成技術を生かし、結晶性金属酸化物を基軸とした新しい固体触媒の科学に挑戦しています。特に、石油などの化石資源に大きく依存した現在の化学プロセスから、天然ガスやバイオマスなどの多様な天然炭素資源から様々な化学品（モノマー・燃料など）を低エネルギーで作るCO₂排出を大幅に削減できる触媒技術の開発を目指し、以下のような研究に取り組んでいます。



Division of Materials Integration



特任助教 和知 慶樹

Sp. Appointed Assist. Prof. Keiju WACHI

触媒化学

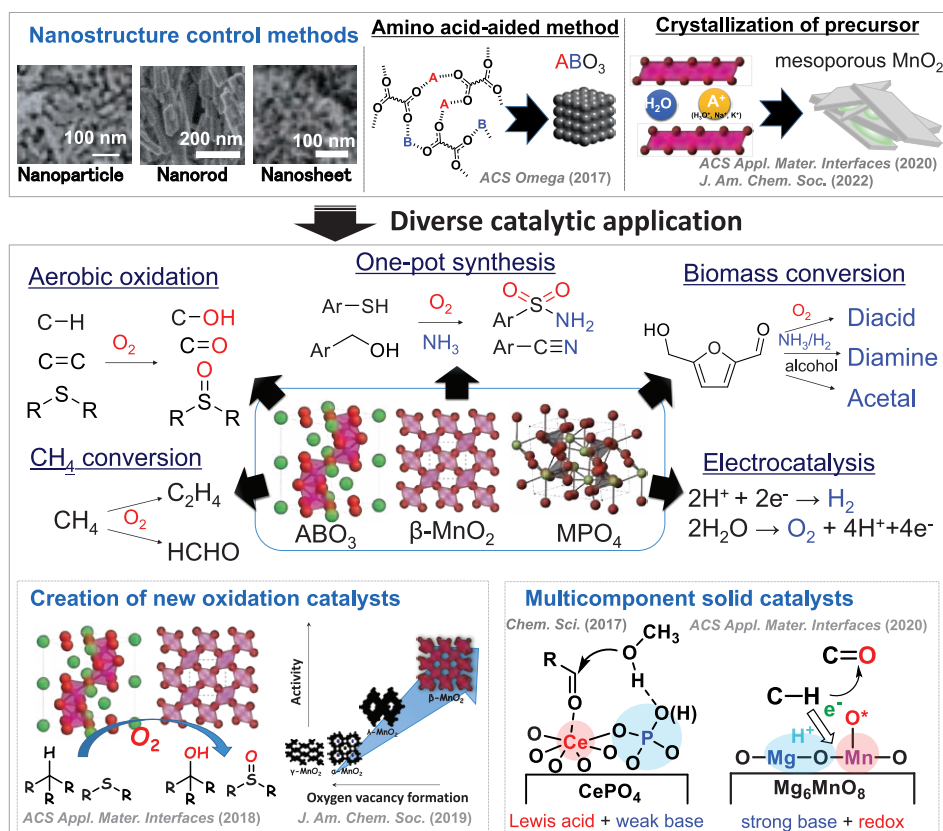
Catalytic Chemistry

Development of new solid catalyst science based on synthetic chemistry

<https://www.kamata.msl.iir.isct.ac.jp/>

- Development of new nanostructure control methods
- Creation of new oxidation catalysts using molecular oxygen
- High functionalization of multicomponent solid catalysts

Based on our original inorganic synthesis methods, Kamata group is challenging the science of new solid catalysts based on crystalline metal oxides. In particular, we aim to develop catalyst technology to produce useful chemicals (monomers, fuels, etc.) from various natural carbon resources such as natural gas and biomass with low energy and CO₂ emissions, in sharp contrast to the current chemical processes which are mainly dependent on fossil resources such as petroleum. Our ongoing projects are as follows.



融合機能応用領域

曽根・Chang 研究室 Sone-Chang Laboratory



教授 曽根 正人
Prof. Masato SONE
マイクロ・ナノデバイス、
生体医工デバイス材料、材料加工・処理
Micro / Nanodevice, Bio-Medical
Engineering Device Materials, Ma-
terial 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, Electro-
catalysis

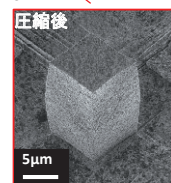
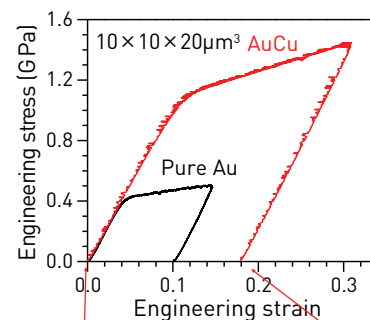
医用デバイス材料の設計および機能評価

<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

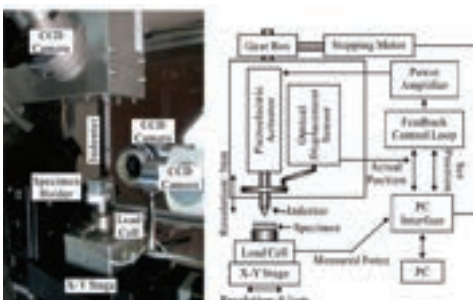
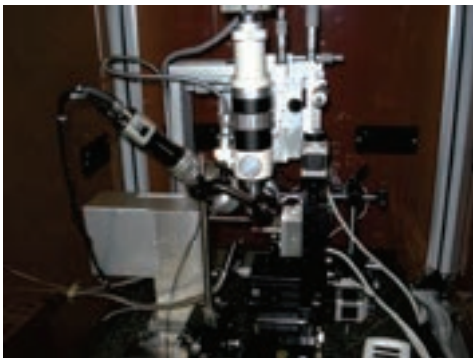
次世代医用デバイス材料への応用を可能とする生体適合性・高強度・高耐食性・高靱性を併せ持つ金属材料を開発し、更にその諸物性を精密測定する技術を開発しています。

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。



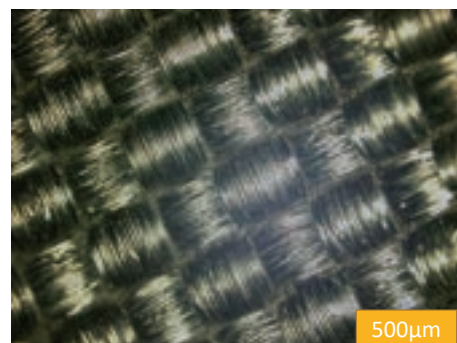
医用デバイス用合金めっき材料の微小圧縮試験

- ・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



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



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



助教 栗岡 智行
Assis Prof. Tomoyuki KURIOKA
電気化学、高分子化学
Electrochemistry, Polymer Chemistry



特任教授 岡本 敏
Sp.Appointed Prof. Satoshi OKAMOTO
高分子科学、成形加工、材料工学、化学工学
Polymer Science, Mold Fabrication, Material Engineering, Chemical Engineering



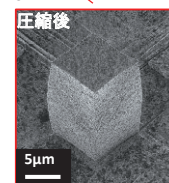
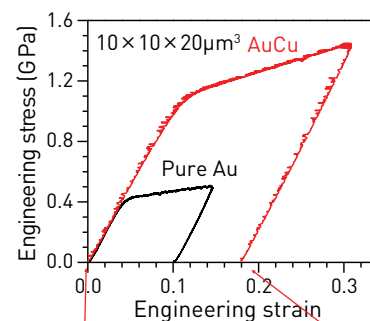
特任教授 徐 雍鏗
Sp. Appointed Prof. Yung-Jung Hsu
光触媒、光電気化学、水素製造
Photocatalyst, Photoelectrochemistry, Hydrogen production

Design & Evaluation of Materials for Medical Device

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

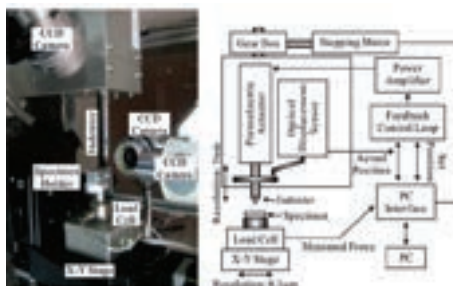
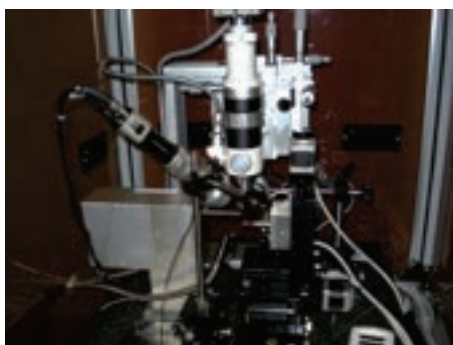
Noble Metallic Materials for Non-Invasive High-Sensitive Medical Device Hybridized Fiber with Noble Metal & Ceramics for Wearable Sensor Single Noble Metallic Atom Deposition for High-Sensitive Sensor

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.



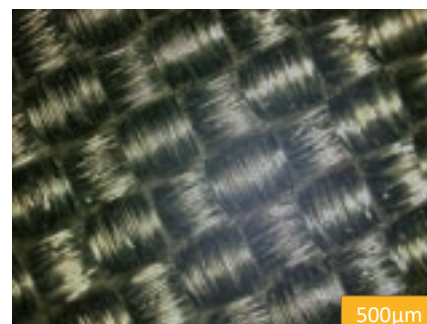
Micro-testing of Electroplated Au alloy for medical devices

- 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・石川研究室 Hara & Ishikawa Laboratory



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



准教授 石川 理史
Assoc. Prof. Satoshi ISHIKAWA
材料科学、触媒化学
Materials science, Catalysis

先端無機触媒材料の創製・ 環境にやさしい化学プロセスの創出

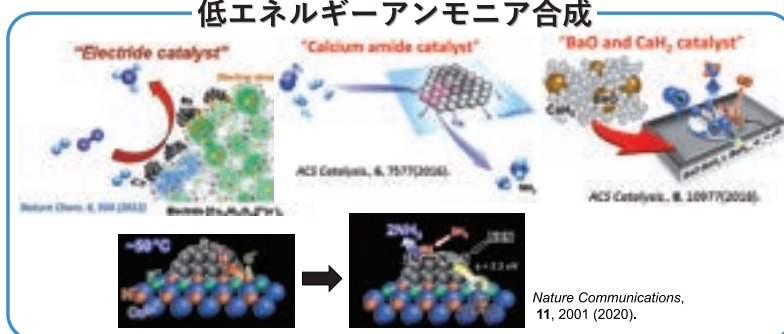
<http://www.msl.titech.ac.jp/~hara/index.html>

- ・ 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

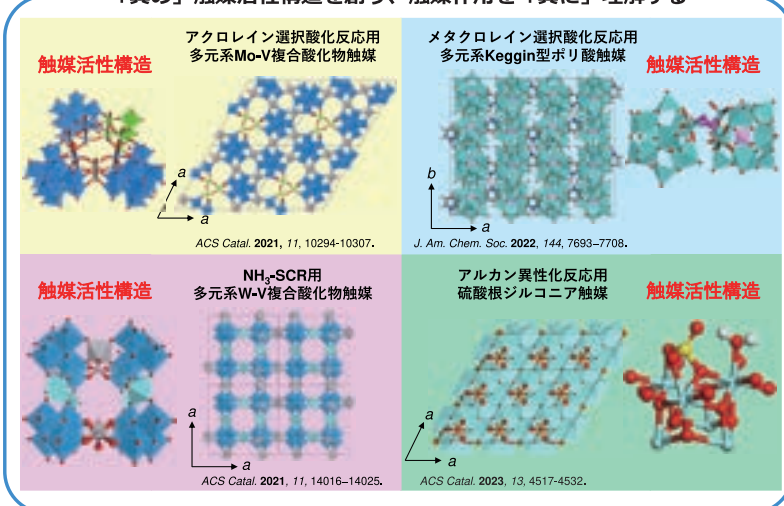
原研究室は触媒と材料科学の研究室です。

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。

低エネルギーアンモニア合成



「真の」触媒活性構造を創り、触媒作用を「真に」理解する



Division of Materials Integration



助教 服部 真史

Assist. Prof.
Masashi HATTORI

無機材料合成、触媒化学

Synthesize inorganic materials,
Catalytic chemis

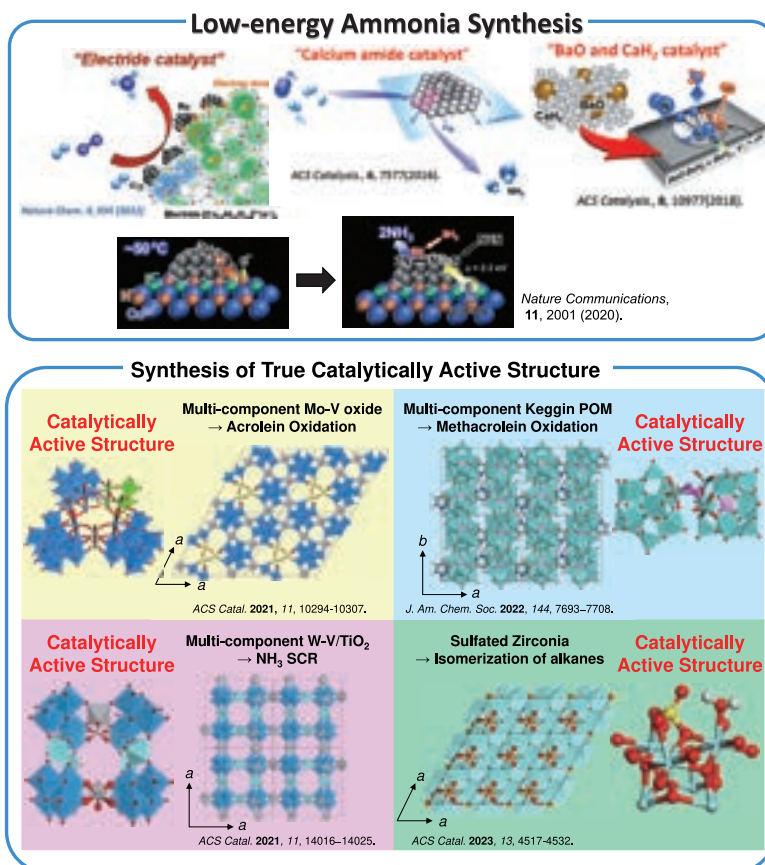
Creation of Advanced Inorganic Catalyst Materials Construction of Envriomnmetal-Friendly Chemical Processes

<http://www.msl.titech.ac.jp/~hara/index-e.html>

- Efficient Utilization of Biomass Resources
- Low-energy Ammonia Synthesis

Hara 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.



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

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>

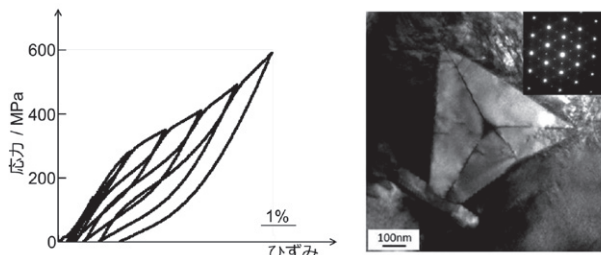
- ・生体用形状記憶・超弾性合金の開発
- ・高温用形状記憶合金の開発
- ・磁性形状記憶合金およびその複合材料
- ・金属間化合物、状態図
- ・相安定性、相変態、組織制御

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。



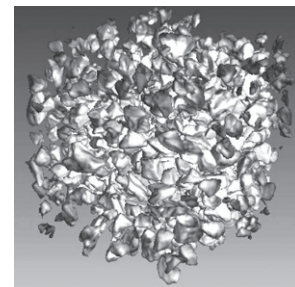
低侵襲性血管治療機材とその材料指針

- ・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



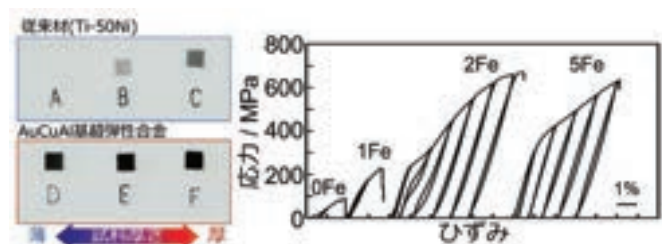
TiMoSnZr合金の超弾性挙動と内部組織

- ・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 α 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



助教 野平 直希

Assist. Prof. Naoki NOHIRA

金属材料物性・構造材料・機能材料、
生体材料学

Metallic material properties, Structural and Functional Materials, Biomaterials



助教 原島 亜弥

Assist. Prof. Aya HARASHIMA

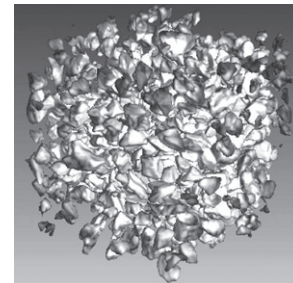
金属物性・構造・機能材料、生体材料学

Physical metallurgy, Structural and functional materials, Biomaterials

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

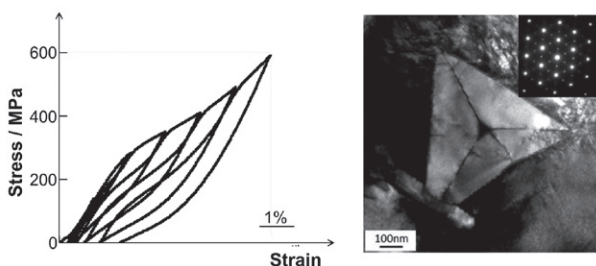
<http://www.mater.pi.titech.ac.jp>

- 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.

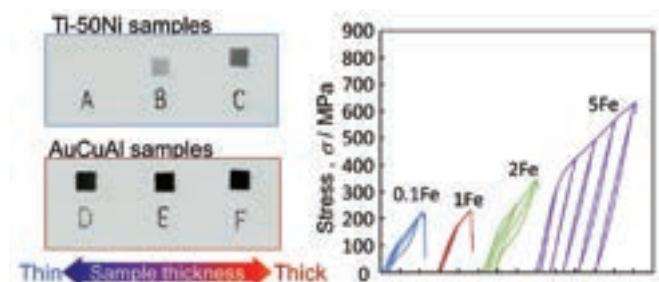


Superelastic Behavior and Internal Structure of TiMoSnZr Alloy

- 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.

融合機能応用領域

真島・伊澤研究室 Majima & Izawa 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



准教授 伊澤 誠一郎

Assoc. Prof. Seiichiro IZAWA

材料化学、デバイス物理

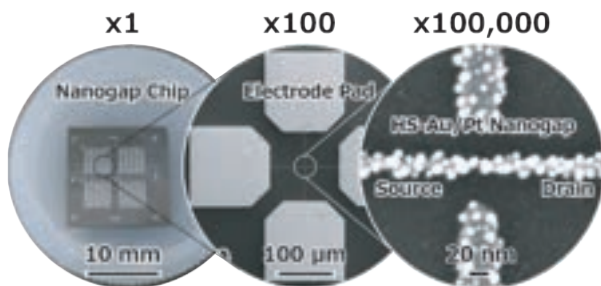
Materials chemistry, Device physics

極限ナノ材料造形と光電子機能デバイスの創成

<https://majima-tokyotech.material.jp/>

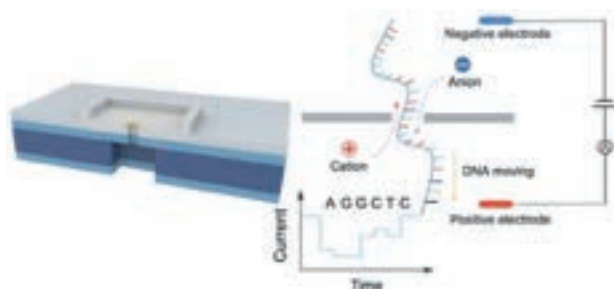
- ・電子線リソグラフィと無電解金めっきを組み合わせた極限ナノ造形
- ・光配向単分子架橋共鳴トンネルトランジスタ
- ・ELGPナノポアDNAシーケンサ、ナノスケールガスセンサ
- ・革新的有機光エレクトロニクス（有機EL、有機太陽電池）

真島・伊澤研では、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、サブ10nmスケールの次世代光電子デバイスを開発しています。デバイス設計から作製、解析まで一貫通で行い、現代の諸問題を解決することを目指しています。



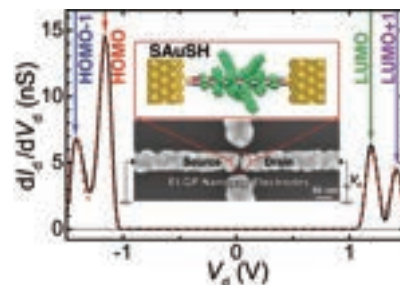
コア技術：電子線リソグラフィ(EBL)で作製した
ギャップ長6nmの白金ナノギャップ電極

- ・ギャップ長を自在に制御した白金ナノギャップ電極（耐熱性500℃）
- ・自己停止無電解金めっき（ELGP）によりギャップ長を制御
- ・ナノギャップ電極を用いた高性能ガスセンサを実現



ELGPナノポアDNAシーケンサ

- ・孔径数nmの金属ナノポアを使ったDNAシーケンサ
- ・EBL、ELGPを用いてロバストな金ナノポアを作製
- ・DNAを切断すること無くロングリードが可能
- ・ELGPナノポアでベースコールを実現



光配向単分子架橋共鳴トンネルトランジスタ

- ・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
- ・光配向単分子架橋共鳴トランジスタを創製



世界最小電圧の乾電池！本で光る有機EL

- ・2種類の有機半導体材料の界面で起こる発光原理を発明
- ・乾電池1本（1.5V）で高輝度に発光
- ・有機太陽電池や新たな光機能の開発にもつながる新原理

Division of Materials Integration



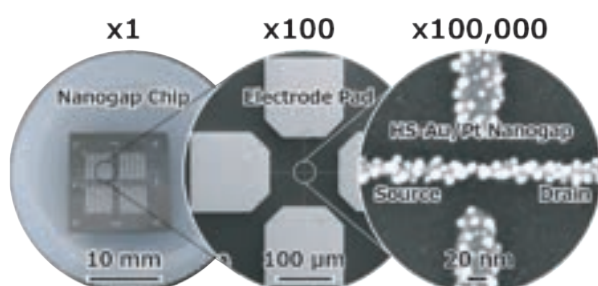
助教 可児 龍之介
Assist.Prof. Ryunosuke KANI
有機化学、材料化学
Organic chemistry,
Materials chemistry

Single-Nanoscale Material Fabrication and Their Optoelectronic Nanodevices

<https://majima-tokyotech.material.jp/>

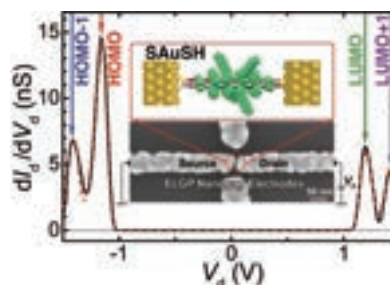
- **Single-Nanoscale Device Fabrication by Electron-Beam Lithography (EBL) and Electroless Au-Plating (ELGP)**
- **Single-Molecule Bridged Resonant Tunnel Transistor**
- **ELGP Nanopore DNA Sequencer, Nano-Scale Gas Sensor**
- **Organic Optoelectronic Device such as OLED, OPV**

Majima & Izawa lab. develops single-nanoscale optoelectronic devices with mottos of originality, execution and realization.



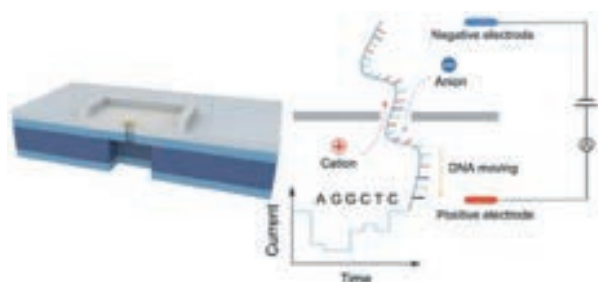
Ultrafine Pt nanogap electrodes by EBL

- Robust Pt nanogap electrodes up to 773 K
- 0.7 nm gap separation by ELGP
- Ultra-high-performance nanogap gas sensor



Single-molecule bridged resonant tunnel transistor

- Resonant tunneling through molecular orbital
- Long resonant tunnel distance of 4.3 nm
- Single-molecule bridged resonant tunnel transistor



ELGP Nanopore DNA Sequencer

- ELGP nanopore DNA sequencer with 2 nm pore
- Au nanopore by EBL and ELGP
- Long reads without cutting DNA
- Base calling by ELGP nanopore sequencer



Organic light emitting diode (OLED) operated by a 1.5 V battery

- Novel emission mechanism using upconversion
- The mechanism is related to organic photovoltaic (OPV) and photon upconversion

融合機能応用領域

大井研究室 Ooi Laboratory



准教授 大井 梓

Assoc. Prof. Azusa OOI

電気化学、腐食科学、燃料電池、金属工学

Electrochemistry, Corrosion science,
Fuel cell, Metallurgy

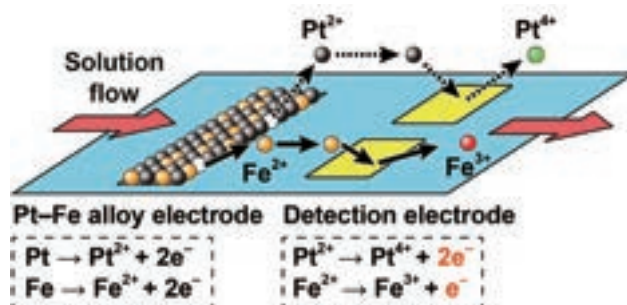
金属材料の溶解劣化機構に基づく 高耐久性材料の開発

<http://www.ooi-mat.mac.titech.ac.jp/>

- ・ 固体高分子形燃料電池用電極触媒の耐久性評価
- ・ ナノスケールでの金属材料の溶解機構
- ・ 鉄鋼材料の土壌腐食機構
- ・ 超臨界CO₂環境下における鉄鋼材料の腐食機構
- ・ 鉄鋼材料の水素吸着および侵入機構

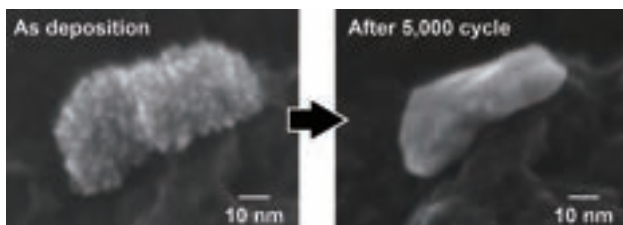
大井研究室では、金属材料の種類・材料の規模・使用される環境を問わず研究対象としています。対象は様々ですが、溶解劣化機構の解明をキーワードに、金属材料が抱える様々な社会課題の解決に取り組んでいます。

電気化学測定法・溶液分析法・電子顕微鏡法・数値シミュレーション技術を活用して、材料の使用環境下におけるナノスケールでの溶解劣化過程のモニタリング技術開発に取り組んでいます。



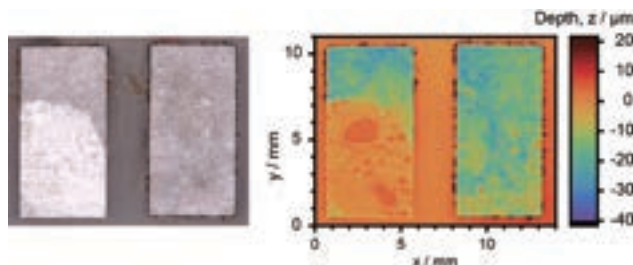
チャンネルフローマルチ電極法の開発

- ・ 溶解した金属イオンをin-situで価数も含めて検出可能
- ・ 定量検出下限が極めて低い（約10 pg cm⁻² s⁻¹）



ナノスケールでの金属材料の溶解劣化評価

- ・ ナノメートルレベルの表面形態変化を評価可能
- ・ 同一視野観察により溶解機構を評価可能



鉄鋼材料の土壌腐食に関する研究

- ・ 電気化学測定を用いた非破壊での腐食速度モニタリング
- ・ 3D形状測定機による腐食形態の評価

Division of Materials Integration

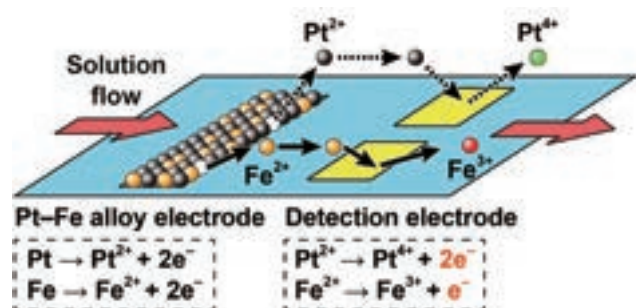
Development of corrosion-resistant materials based on the dissolution mechanism of metal

<http://www.ooi-mat.mac.titech.ac.jp/>

- Durability evaluation of electrocatalysts for PEFCs
- Dissolution mechanism of metal at nanoscale
- Soil corrosion mechanism of steel
- Corrosion mechanism of steel under supercritical CO₂ environment
- Hydrogen adsorption and absorption behavior of steel

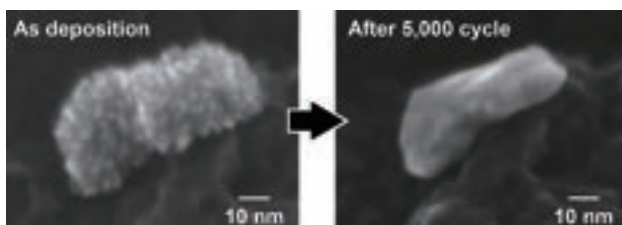
Our research spans various metal materials, encompassing various types, sizes, and application environments. Although our targets are diverse, our key focus is on elucidating the dissolution mechanisms of metal materials to solve the various societal challenges that arise from such degradation.

To this end, we are refining techniques that enable us to monitor the dissolution mechanism at the nanoscale within the materials' actual service environments. Our approach integrates electrochemical measurement, solution analysis, electron microscopy, and numerical simulations.



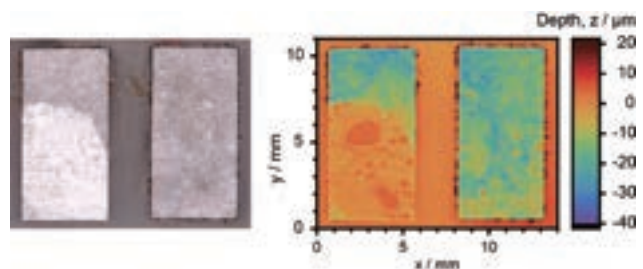
Development of a Channel Flow Multi-Electrode Technique

- In-situ detection of dissolved ions including their valence
- The extremely low detection limit of quantitation (approx. 10 pg cm⁻² s⁻¹)



Evaluation of dissolution and degradation of metallic materials at the nanoscale

- Evaluation of surface morphological changes at the nanometer level
- Evaluation of the dissolution mechanism by identical-location observation



Research on Soil Corrosion of Steel Materials

- Nondestructive monitoring of corrosion rate using electrochemical measurement
- Evaluation of corrosion morphology using 3D profilometers

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

石原研究室 Ishihara Laboratory



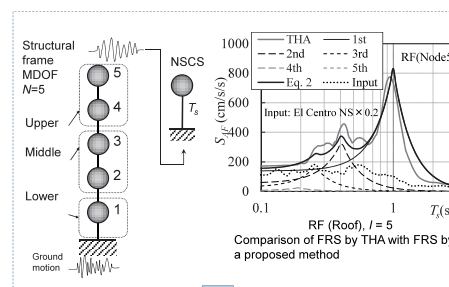
教授 石原 直
Prof. Tadashi ISHIHARA
建築構造・材料、地震工学
Building Structures and Materials, Earthquake Engineering

マルチハザードに対して持続可能な 建築物・都市

<https://www.tishihar.net>

- ・非構造部材の耐震性・地震力
- ・浮き上がり挙動による地震時の損傷低減効果
- ・建築物の積雪後降雨荷重、洪水荷重、等

建築構造、地震工学を主な対象として、非構造部材の耐震性と設計用地震力に関する研究、免震・制振構造の1つとして特に浮き上がり挙動に関する研究（高次振動発生メカニズム、損傷低減効果、等）などを実施しています。また、積雪後降雨荷重、津波・洪水荷重などを含め、マルチハザードに対して持続可能な建築物・都市を目指した研究に取り組んでいます。



Seismic force (acceleration) for design of nonstructural components

Layer	Classified by the level of resonance		
	$T_f/3 < T_f$ or T_f is unknown	$0.1(s) < T_f \leq T_f/3$	$T_f \leq 0.1(s)$
Upper	2.2 g	1.1 g	0.5 g
Middle	1.3 g	0.66 g	0.5 g
Lower	0.5 g	0.5 g	0.5 g

非構造部材の設計用地震力

- ・床応答スペクトルの略算法の提案（上）
- ・提案法に基づく天井の設計用地震力（下）



浮き上がり挙動



(a) 浮き あり



(b) 浮き なし
実験後の残留変形

浮き上がり挙動による地震時の損傷低減効果

- ・建物の浮き上がり挙動に関する数値解析（左）
- ・弾塑性1層模型による振動台実験（右）



吊り天井の載荷実験

- ・ブレース、吊りボルトの座屈（上）
- ・天井面内での野縁の変形（下）

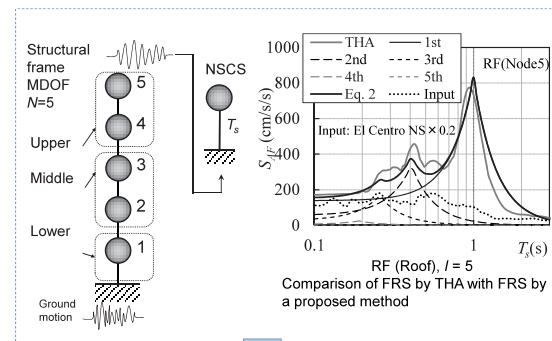
Division of Structural Engineering

Sustainable and resilient buildings / urban areas against multi-hazard

<https://www.tishihar.net>

- Seismic capacity and design load for nonstructural components
- Damage reduction effect due to uplift motions during earthquakes
- Rain-on-snow load, flood load, etc. for buildings

Mainly for building structures and seismic engineering, we conduct researches on seismic resistance and design forces for nonstructural components of buildings, researches on uplift motions during earthquakes as one of seismic isolation structures (mechanism of higher-mode vibration, damage reduction effect, etc.). In addition, we also study rain-on-snow load, tsunami and flood load, and so on. We work on research aiming at resilient and sustainable buildings / cities against multi-hazard.

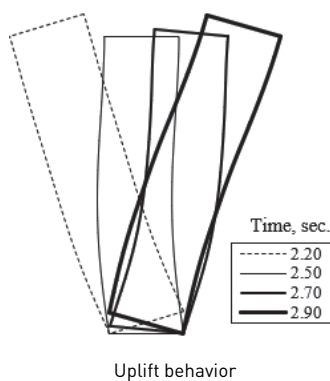


Seismic force (acceleration) for design of nonstructural components

Layer	Classified by the level of resonance		
	$T_1/3 < T_s$ or T_s is unknown	$0.1(s) < T_s \leq T_1/3$	$T_s \leq 0.1(s)$
Upper	2.2 g	1.1 g	0.5 g
Middle	1.3 g	0.66 g	0.5 g
Lower	0.5 g	0.5 g	0.5 g

Design load for nonstructural components

- An method to evaluate floor response spectrum (Top)
- Design load for ceilings based on the method (Bottom)



Residual deformation after tests

Damage reduction effect due to uplift motions of buildings during earthquakes

- Numerical analysis of uplift behavior of a building (Left)
- Shaking table tests with elasto-plastic frame models (Right)



Loading test of suspended ceiling

- Buckling of braces and hanging bolts (Top)
- Deformation of steel furring (Bottom)

先端無機材料共同研究拠点 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 黒澤 未来
Assist. Prof. Miku KUROSAWA
建築構造・材料
Building Structures and Materials

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

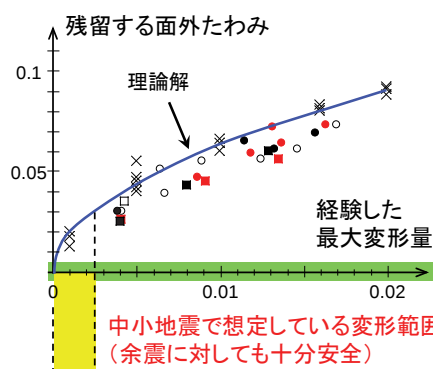
<https://www.kishiki.mrrc.iir.titech.ac.jp/>

- ・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）



継続使用

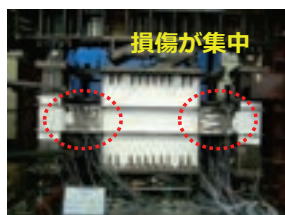
要注意
(立入禁止)



制振壁の接合部



制振ブレース接合部



損傷が集中



損傷が集中

免震・制振ダンパーの接合部分における設計

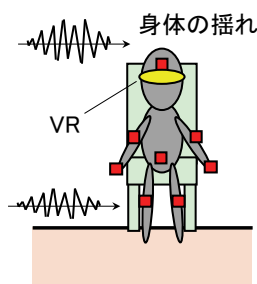
- ・制振壁の拘束による周辺部材への損傷集中
- ・制振ブレースの取付部による周辺部材への損傷集中
- ・上記を考慮できる解析モデルと設計の考え方



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



特任助教 平野 一郎
Sp. Appointed Assist. Prof. Ichiro HIRANO
建築構造・材料
Building Structures and Materials

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

<https://www.kishiki.mrrc.iir.titech.ac.jp/>

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.

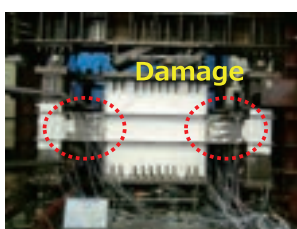
It is an example for damage index of tension-only braces, which enables to judge the experienced deformation during earthquake.



Connections for wall damper



Connections for brace damper



Damage

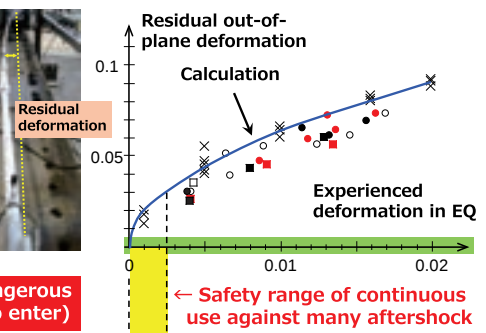
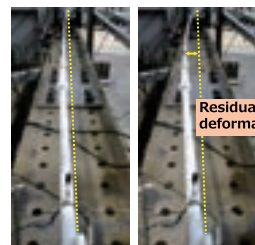


Damage

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

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



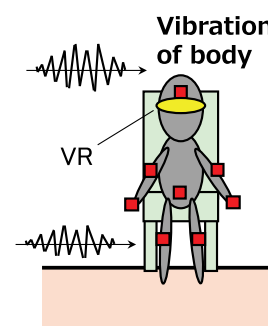
Safe Dangerous (No enter)



Crack width



Damage reconnaissance of the 2016 Kumamoto EQ



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

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

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, Reinforced
Concrete Structures



特任助教 Trevor Zhiqing YEOW

Sp. Appointed Assist. Prof. Trevor Zhiqing YEOW

構造ヘルスマonitoring、耐震工学、
鉄筋コンクリート構造

Structural Health Monitoring, Earthquake
Engineering, Reinforced Concrete Structures

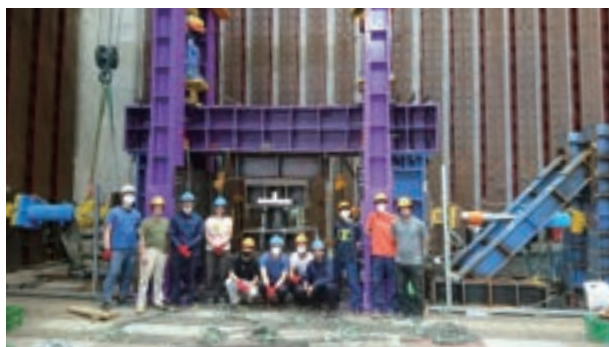
鉄筋コンクリート造建物の耐震安全性 について

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

- ・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

私たちの研究グループは、安心・安全なコンクリート系建築物の実現を目指しています。主な研究対象は、鉄筋コンクリート（RC造）、プレキャストコンクリート（PCa造）、プレストレストコンクリート（PC造）などの各種コンクリート系構造物です。構造材料の特性解明やそのモデル化、新材料の開発、構造に関する基礎理論から実務への応用まで幅広く取り組んでいます。理論解析と実験の両面からアプローチすることが当グループの特徴です。

最近では、RC部材の損傷評価、アンボンドPCaPC部材を用いた高性能構造システムの提案、さらに大地震時における杭および杭頭接合部の性能評価などの分野で、実験や解析を通じた研究を進めています。



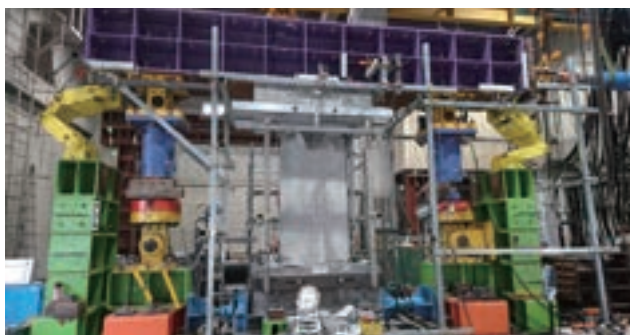
杭の終局時せん断強度を確認するための実験

Experiment on piles to study the ultimate shear capacity



RC試験体のコンクリート打設を前に、配筋検査を行っている様子

Inspecting the reinforcement arrangement before concrete casting



RC壁の載荷実験状況と、変形を測定するための変位計設置状況

Experiment on reinforced concrete wall specimen and displacement gages to measure deformation

Division of Structural Engineering

Resiliency and safety of reinforced concrete building structures

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

- Performance design of reinforced concrete building structures
- Development of advanced seismic reinforced concrete building structures

The ultimate goal of our research group is to contribute to society by enhancing the resilience of reinforced concrete structures against various disturbances, such as earthquakes. Our research encompasses topics such as seismic assessment, seismic retrofitting, performance-based design, and damage control systems using reinforced, precast, and prestressed concrete structures. Current research areas include:

1. Damage assessment (through visual inspections and structural health monitoring) of RC structures to improve performance-based design.
2. Development of damage control systems using precast and pre-stressed concrete technologies.
3. Investigation of foundation structures such as piles and pile caps.

We welcome collaboration with those interested in concrete structures.



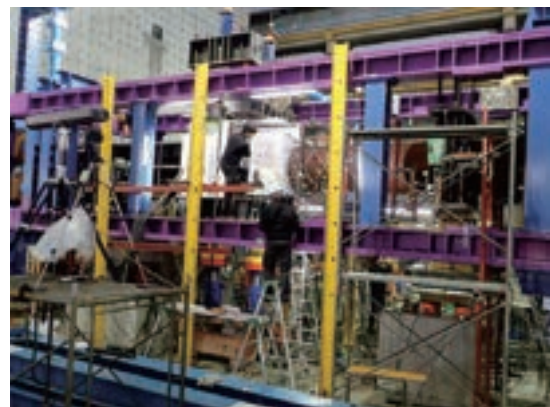
Resilience of five story buildings tested at Building Research Institute (Tsukuba)

- Resiliency of reinforced concrete residential buildings were studied



Seismic performance of RC beams with high strength 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.

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

野上研究室 Nogami Laboratory



教授 野上 健治

Prof. Kenji NOGAMI

火山学・地球化学・災害科学

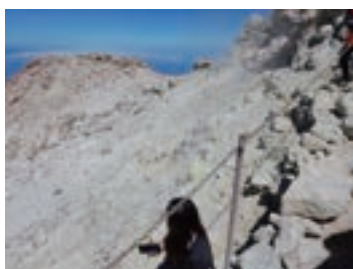
Volcanology・Geochemistry, Disaster science

地球化学的手法による火山活動の研究

<http://www.ksvo.titech.ac.jp/jpn/index.html>

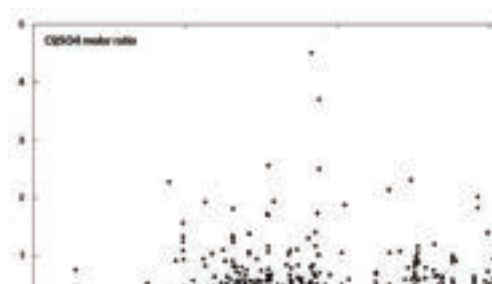
- ・マグマから放出される揮発性成分の挙動
- ・海域火山活動の観測研究

マグマは H_2O 、 CO_2 、S、Cl、F等の揮発性成分を含む珪酸塩熔融体である。マグマの上昇に伴って圧力が減少すると、飽和に達した揮発性成分がマグマから脱ガスし、噴煙や噴気として大気中に放出される。脱ガスした揮発性成分は噴火現象の原動力となるだけでなく、脱ガスによってマグマの密度や粘性が変化するため、噴火様式が多様化する。火山活動は物質とエネルギーの持続的放出現象であり、火山活動に関する情報が火山ガスの温度や化学組成、放出量に反映されるため、噴火準備過程及び噴火過程においてこれらの変化を捉えることは噴火メカニズムの解明と理解に重要な役割を果たす。



海外の活火山での火山ガス観測

- ・ホットスポットの火山島であるスペイン・カナリア諸島テネリフェ島のテイデ山(3718m)の山頂で現地の研究者と協力して火山ガス観測を行っている。
- ・カナリア諸島は毎年1500万人の観光客が訪れる世界屈指の観光地であり、火山観測研究とそれに基づく防災は極めて重要なミッションである。



火山灰水溶性成分から推定する桜島の活動

噴煙の中では火山ガス中のHCl、 SO_2 が火山灰粒子表面に水溶性塩を形成する。水溶性のCl/ SO_4 モル比は、噴火時に放出されるHCl/ SO_2 モル比に等しく、水溶性成分の分析によって火山活動のモニタリングが可能である。Cl/ SO_4 モル比の上昇はマグマの上昇を示唆する。



海域火山観測

- ・海底火山活動に伴って海面が乳白色～黄褐色を呈する現象を変色海水という。陸地から遠く離れた海域では、地震や地盤変動などの観測自体が困難で、海底火山の噴火の予兆をつかむのは困難であるが、変色海水の観測は海底の火山活動を読み解く有力な方法の一つである。

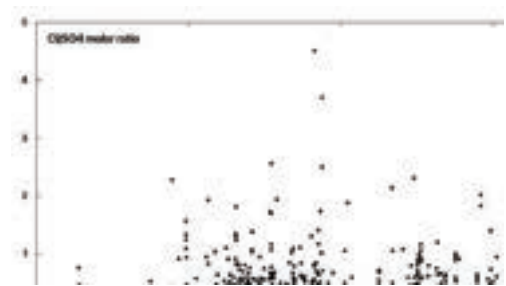
Division of Structural Engineering

Investigation of active volcano by geochemical method

<http://www.ksvo.titech.ac.jp/jpn/index.html>

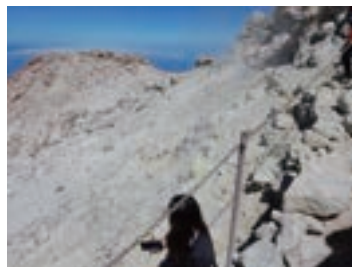
- Research on the degassing of volatiles from magma
- Monitoring of insular and submarine volcanoes

Magma is a silicate melt containing volatile components such as H_2O , CO_2 , S, Cl, F, etc. When the pressure decreases as the magma rises, the volatile components that have reached saturation degas from the magma and are released into the atmosphere as fumes and fumaroles. Degassed volatile components are not only the driving force behind eruptive phenomena, but also change the density and viscosity of the magma, resulting in a variety of eruptive styles. Volcanic activity is a continuous release of material and energy, and information on volcanic activity is reflected in the temperature, chemical composition and emitted amount of volcanic gases, so capturing these changes during the eruption preparation and eruption process plays an important role in understanding the eruption mechanism.



Activity on Sakurajima estimated from analysis of volcanic ash leachates

In the volcanic plume, HCl and SO_2 in the volcanic gases form water-soluble salts on the surface of volcanic ash particles. The water-soluble Cl/ SO_4 molar ratio is equal to the HCl/ SO_2 molar ratio released during eruptions, and analysis of the water-soluble components can be used to monitor volcanic activity. An increase in the Cl/ SO_4 molar ratio suggests an ascent of magma.



Volcanic gas observations at active volcanoes abroad.

- Observation of volcanic gases are performed at the summit of Mount Teide (3718 m) on Tenerife in the Canary Islands, Spain, a hotspot volcanic island, in cooperation with colleagues.
- The Canary Islands are one of the world's leading tourist destinations, visited by 15 million tourists every year, so observation research and disaster prevention based on this research is an extremely important mission.



Marine volcanic observation

- The phenomenon in which the sea surface turns milky white to yellowish brown in association with submarine volcanic activity is called discoloured seawater. In ocean areas far from land, it is difficult to observe earthquakes and ground deformation, and it is difficult to detect signs of submarine volcanic eruptions, but observation of discoloured seawater is a powerful method for deciphering submarine volcanic activity.

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

樋本研究室 HIMOTO Laboratory



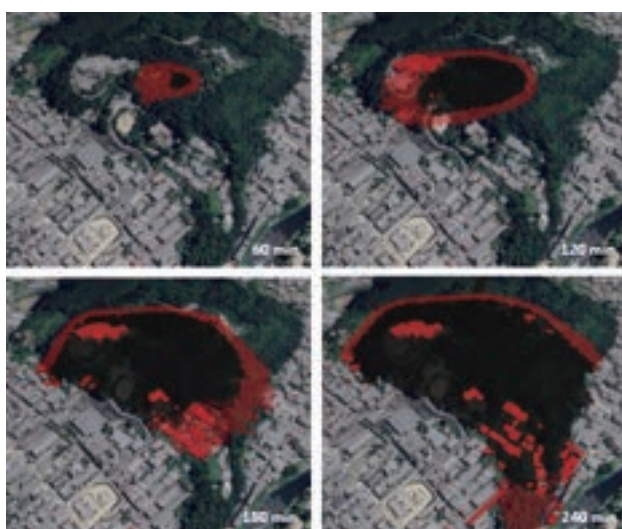
教授 樋本 圭佑
Prof. Keisuke HIMOTO
防災・減災計画、リスクベース工学、火災安全工学
Disaster Preparedness and Mitigation Planning,
Risk-based Engineering, Fire Safety Engineering

火災などの災害に対してレジリエントな 建築物・都市を実現するための 方法論に関する研究

<http://sites.google.com/view/himoto-isct>

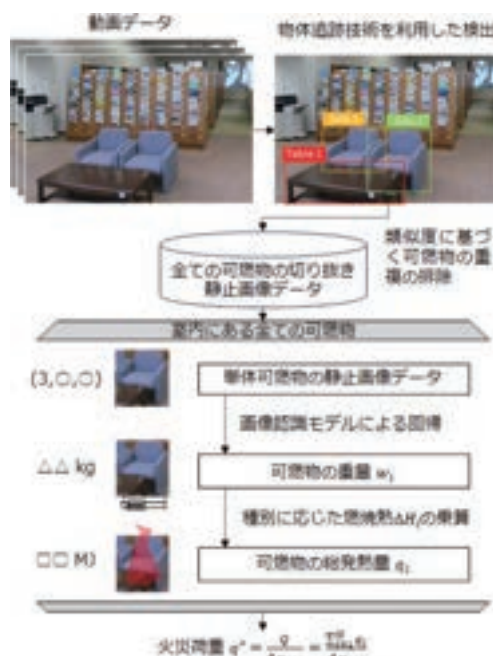
- ・大規模屋外火災の物理的延焼シミュレーションモデルの開発
- ・火災被害を受けた建築物の機能維持性能評価手法の開発
- ・画像解析技術を活用した効率的な火災荷重調査法の開発
- ・火災シナリオに基づく文化財建造物の防火管理体制検証法の開発

火災安全工学に関する知見を軸に、新たに開発が進められつつある技術を融合しながら、火災などの災害に対してレジリエントな建築物・都市を実現するための方法論に関する研究に取り組んでいます。



市街地と林野部の境界における火災延焼予測の例

2025年3月に大船渡市の山林で発生した火災は、多数の建物を巻き込み、過去に例を見ない大きな被害を出しました。こうした大規模屋外火災のリスクを定量的に評価することは、今後の対策を考える上で不可欠です。本研究では、市街地火災と林野火災を対象としてそれぞれ独自に開発されたモデルを統合することで、境界で発生する火災の延焼を物理的に予測するための開発を行っています。



動画データを利用した火災荷重推定の流れ

建築物の耐火火設計では、火災荷重（単位面積あたりの可燃物の重量または総発熱量）に基づいて火災が発生した場合の危険性を評価しています。火災荷重は、過去の実態調査の結果に基づいて設定されていますが、その実態は社会状況に応じて変化を続けているものと考えられます。このため、耐火火設計の枠組みの信頼性を維持・向上させるには、情報の拡充と定期的な更新が必要です。そこで本研究では、深層学習に基づく画像解析技術を活用することで、効率的な火災荷重調査法の開発を行っています。

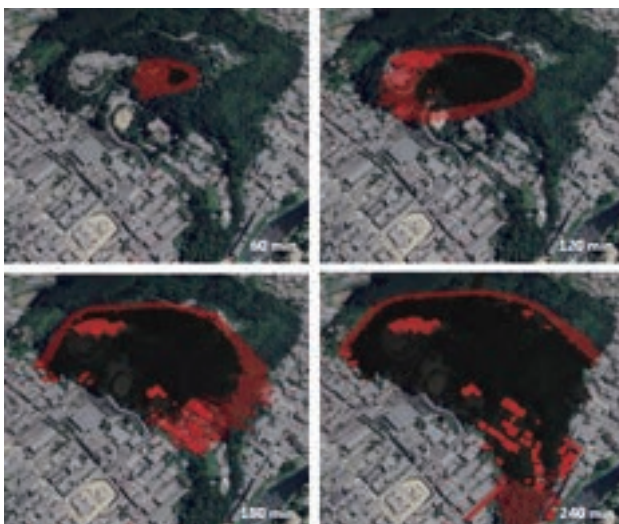
Division of Structural Engineering

Methodologies for designing the built environment resilient to fires and other disasters

<http://sites.google.com/view/himoto-isct>

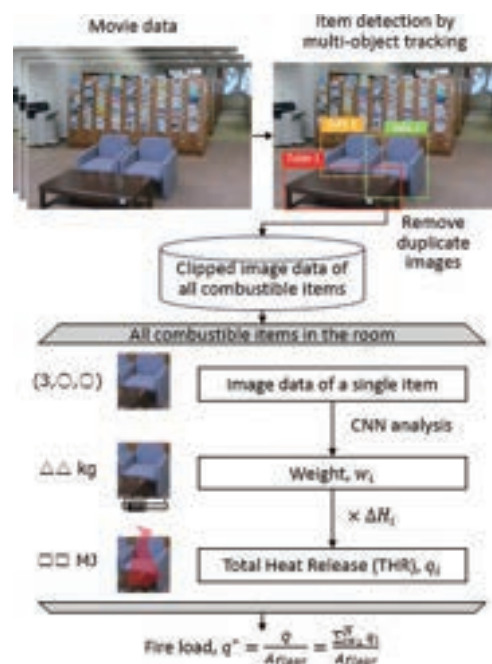
- Physics-based fire spread simulation models for large outdoor fires
- Performance evaluation methods for functional continuity of buildings damaged by fire
- Efficient fire load survey methods using image analysis techniques
- Verification methods for fire protection management systems of historic buildings

Methodologies to design resilient built environment by integrating new analytical technologies with our core knowledge of fire safety engineering



Example of fire spread simulation at WUI

The fire that occurred in the forest of Ofunato City in March 2025 involved many buildings and caused unprecedented damage. Quantitative assessment of the risks posed by such large outdoor fires is essential for designing countermeasures. We are developing physics-based models to predict fire spread at wildland-urban interface (WUI) .



A procedure for efficient fire load survey

In fire safety design of buildings, fire risk is assessed based on fire load of individual rooms (the weight of combustibles or total heat release per unit area) . Design fire loads are established based on the results of past field surveys, but their actual conditions continue changing. To maintain and improve the reliability of the fire safety design framework, fire load database needs to be updated regularly. We are developing efficient fire load survey methods by using image analysis techniques based on deep learning.

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

神田研究室 Kanda Laboratory



准教授 神田 径
Assoc. Prof. Wataru KANDA
火山学、地球電磁気学
Volcanology, Geomagnetism



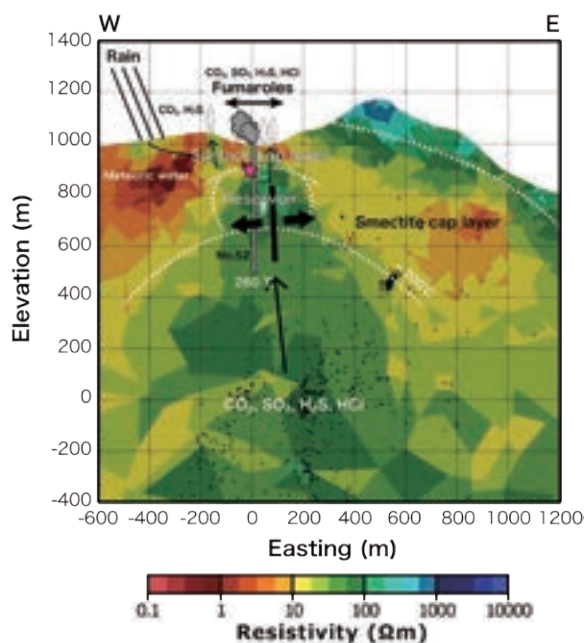
助教 成田 翔平
Assist. Prof. Shohei NARITA
火山学、測地学
Volcanology, Geodesy

火山体内部の構造・状態把握

<http://www.ksvo.titech.ac.jp/kanda/>

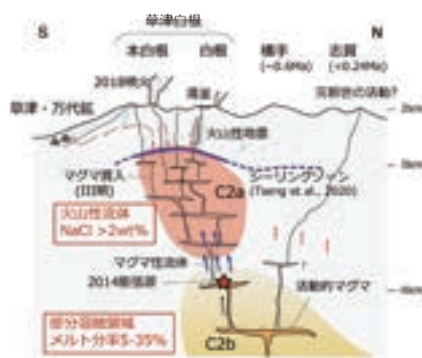
- ・MT法による地下構造の解明
- ・地磁気観測による熱的状态の推定
- ・熱水流動シミュレーション

水蒸気噴火が発生する場である「火山熱水系」を主な研究対象としています。研究手法としては、比抵抗という物理量を野外で測定する手法（MT法）による地下構造推定を主に用いています。ほかにも、地磁気全磁力観測から、火山体内部の熱的状态を推定したり、推定した地下構造を基にした熱水の流動シミュレーションにより、火山体内部の物理プロセスの解明に取り組んでいます。



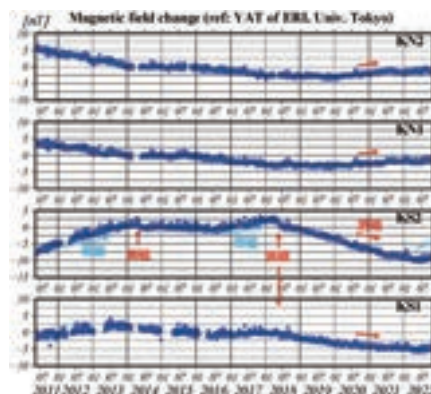
箱根山大涌谷の熱水系のイメージ

- ・2015年に小規模な噴火が発生した大涌谷の地下構造がMT法を用いた比抵抗構造調査により明らかに



草津白根山のマグマ熱水系のイメージ

- ・MT法を用いた比抵抗構造調査により、草津白根山のマグマ熱水系をイメージング
- ・マグマ溜りの位置が初めて明らかになった



草津白根山で観測された地磁気変化

- ・2014年、2018年の火山活動活性化に伴い、火山体浅部での蓄熱を示す地磁気変化を観測

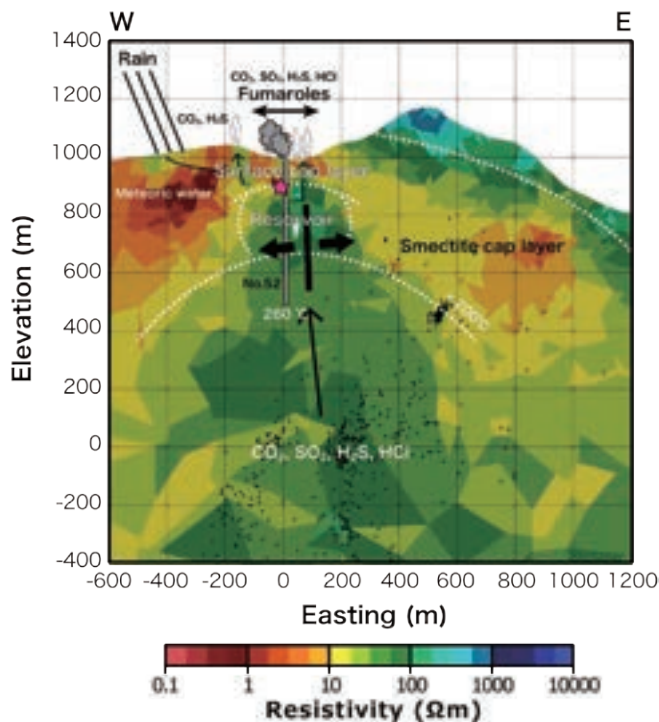
Division of Structural Engineering

Understanding the structure and state inside the volcano

<http://www.ksvo.titech.ac.jp/kanda/>

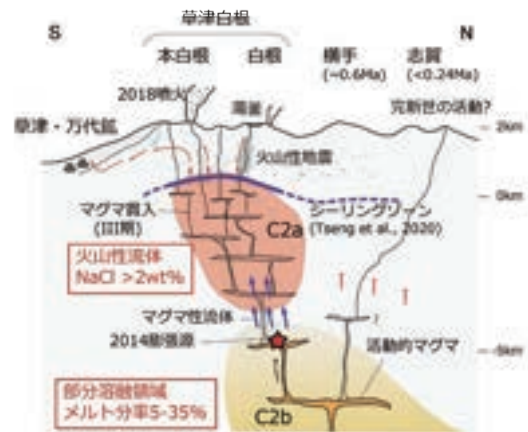
- **Revealing underground structures using the magnetotellurics**
- **Understanding thermal states from geomagnetic observations**
- **Hydrothermal fluid flow simulations**

The main research subject is the volcanic hydrothermal system, which is the place where phreatic eruptions occur. As a research method, we mainly use the magnetotelluric method that can estimate the subsurface distribution of the resistivity. In addition, we evaluate the thermal states inside the volcanic edifice from the geomagnetic field observations and speculate the physical process by conducting hydrothermal fluid flow simulations based on the estimated subsurface structure.



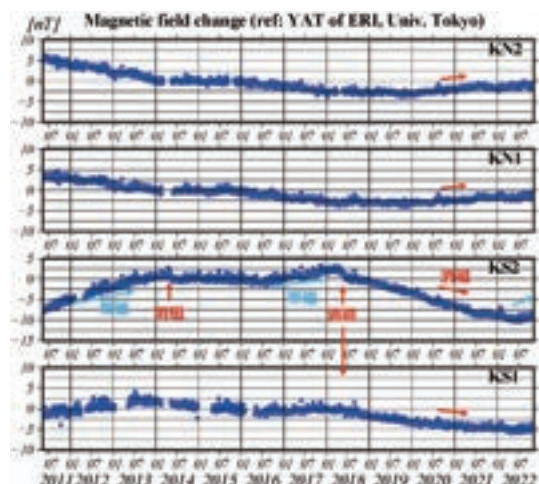
Imaging the hydrothermal system of Owakudani, Hakone Volcano

- The subsurface resistivity structure of Owakudani, where a small phreatic eruption occurred in 2015, was clarified by magnetotellurics



Magmatic hydrothermal system image of Kusatsu-Shirane Volcano

- Imaging of the magmatic-hydrothermal system using magnetotellurics reveals the location of the magma reservoir for the first time.



Observation of the total geomagnetic field at Kusatsu-Shirane Volcano

- Geomagnetic field changes associated with the increased volcanic activity in 2014 and 2018 were observed.

先端無機材料共同研究拠点 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 陳 引力
Assist. Prof. Yinli CHEN
建築構造、耐震工学、耐風工学
Structural Engineering, Earthquake Engineering, Wind 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

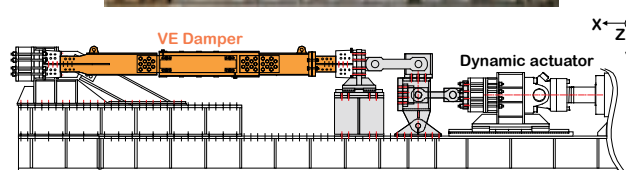
日本は地震大国であると同時に、毎年数多くの台風が発生し、大きな被害をもたらしています。建物は高層になるほど地震力は低下しますが建物に作用する風力は増大するため、超高層建物を設計する際には、耐震設計だけでなく耐風設計も十分に注意して行う必要があります。

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。



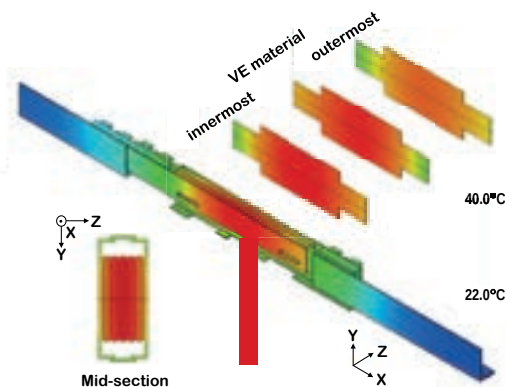
超萬層免震建物の風応答解析

- ・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多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



Division of Structural Engineering

Construction of safe and secure buildings against earthquake and wind

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

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

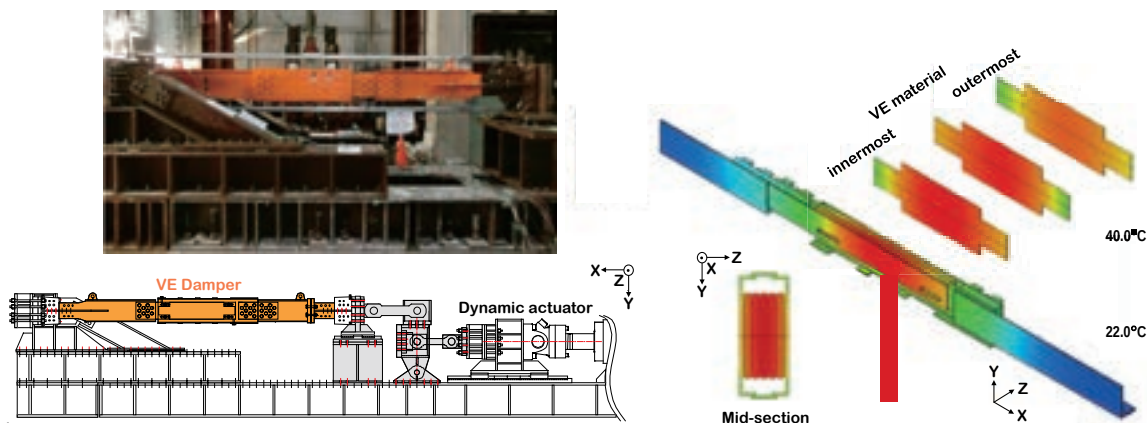
As an earthquake-prone country, Japan also experiences many typhoons every year. These natural disasters cause huge economic losses in Japan. Although increasing the height of a building reduces the damage from seismic load, the wind load becomes very large. Therefore, both the wind and seismic loads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

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

寺田研究室 Terada Laboratory



准教授 寺田 暁彦
Assoc. Prof. Akihiko TERADA
火山学
Volcanology

火山現象の熱学的研究に基づく 火山防災の高度化

<https://sites.google.com/view/terada/home>

- ・草津白根火山での多項目観測に基づく浅部熱水系モデリング
- ・土壌ガスをを用いた噴火の危険度評価手法の開発
- ・ドローンを用いた多項目火山観測手法の開発

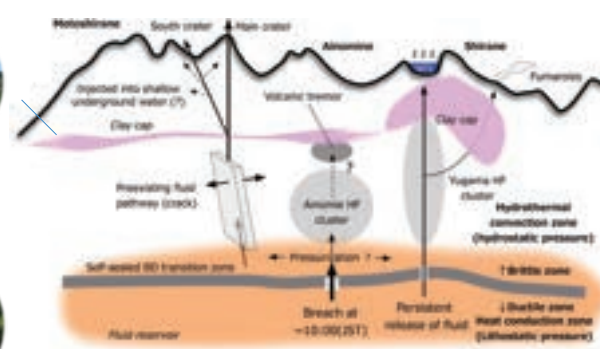
本学の草津白根火山観測所にて稠密火山観測網を設計・運用し、水蒸気噴火を引き起こす地下浅部構造のモデリングと、そのモニタリング手法の開発を目指します。火山から恵みを受けつつ被災リスクを負う人々が、火山とよりよく付き合う方法（レジリエンス）を考えます。



ボアホール型観測点



地震・地殻変動観測点



草津白根山2018年噴火に関する流体輸送の概念図。
(Terada et al. 2021, doi.org/10.1186/s40623-021-01475-4)



草津白根火山



噴気活動

新しい取り組み



ドローンを用いた多項目火山観測実験
ガス分析や試料採取、遠隔温度測定などをこなします。
噴火時でも、安全かつ確実に火山観測を継続します。

観測技術の開発
解析手法の考案



実際の火山への適用
(草津白根火山)



土壌ガス調査（本白根山2018年噴火の新火口）
地中からごく微量の火山ガスを採取し、マグマ活動や
流体流動経路を明らかにすることを目指しています。

Division of Structural Engineering

Advancement of volcano disaster prevention based on studies of thermal activity on volcanoes

<https://sites.google.com/view/terada/home>

- Modeling of shallow hydrothermal system based on multi-parametric observations at Kusatsu-Shirane volcano
- Risk assessment of lateral eruptions using soil gas
- Development of aerial multi-parametric observation methods using drones

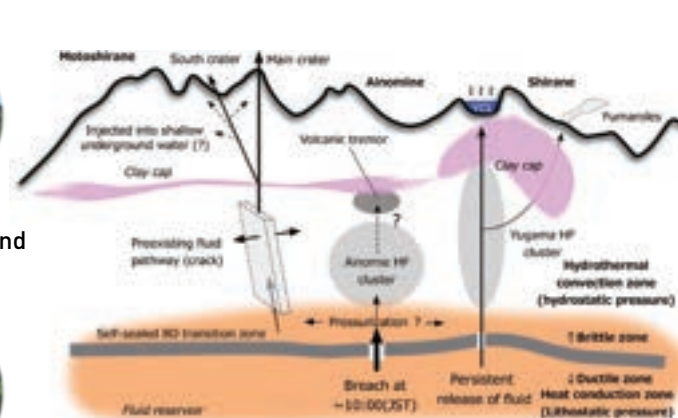
We design and operate a dense volcano observation network of the Kusatsu-Shirane Volcano Observatory to model shallow subsurface structures that cause phreatic eruptions. In addition, we develop methods for monitoring the hydrothermal system (see the schematic diagram below). We discuss how people who benefit from volcanoes but face threats from volcanoes can deal with volcanoes, in other words, how to increase their resilience.



Borehole-type tiltmeter and seismometer station



Temporary seismic and geodetic station



Schematic diagram of the hydrothermal system associated with the 2018 eruption at Kusatsu-Shirane volcano

(Terada et al., 2021). <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01475-4>



Kusatsu-Shirane volcano



Fumaroles

New Initiatives



An experiment of multi-parametric measurements using drones.

Perform gas analysis, sample collection, and remote temperature measurement.
Continue safe and reliable volcano observations even during eruptions.

- Developing observation techniques
- Devising analytical methods

Application to actual volcanoes including Kusatsu-Shirane volcano



Soil gas sampling at a new vent formed during the 2018 eruption

Sample small amounts of volcanic gas to assess magmatic activity at depth and model a hydrothermal system of volcanoes.

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

中野研究室 NAKANO Laboratory



准教授 中野 尊治

Assoc.Prof. Takaharu NAKANO

建築構造、耐震工学

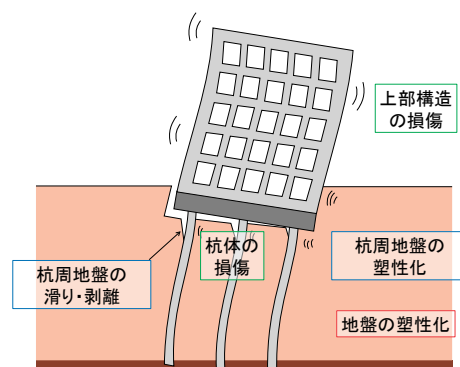
Building Structure, Earthquake Engineering

地盤 - 構造物連成系の地震時挙動のモデル化 多元レジリエンス研究センター

https://researchmap.jp/nakano_takaharu

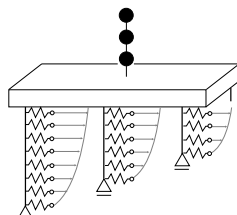
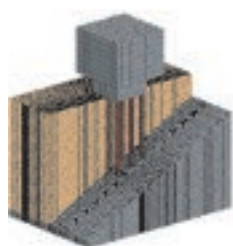
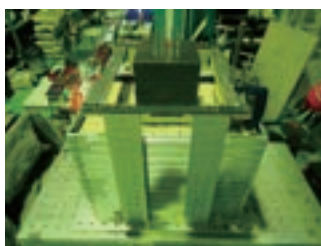
- ・ 地盤-構造物の非線形相互作用 (SSI) 効果の解明
- ・ 杭基礎の数値解析モデルの構築
- ・ 磁石を利用した応答低減システムの開発

建物を足元から支え、地盤から建物への地震動の伝達経路にもなる基礎に着目し、地震時挙動の解明に取り組んでいます。支持層が傾斜した地盤、固化改良を施した地盤、および月面レゴリス地盤などを対象に、実験と数値解析の両方を実施しています。また、建物の揺れを低減する方法として、磁石を利用した制振デバイスの開発にも取り組んでいます。



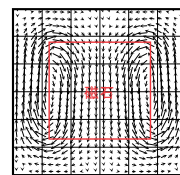
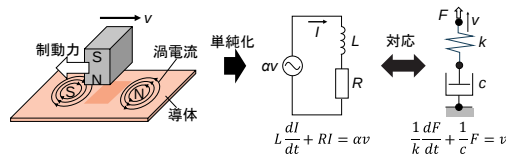
地盤 - 構造物の非線形相互作用のイメージ

- ・ 建物の揺れは、地盤の柔らかさによる長周期化や、地盤へのエネルギーの逸散による影響を受ける。
- ・ 大地震時には敷地地盤、基礎近傍地盤、構造物が非線形化し、建物の地震応答特性が変化する。



傾斜基盤上の群杭のモデル化

- ・ 1G 重力場での模型振動台実験 (左)
- ・ 三次元有限要素モデル (右上)
- ・ 簡便モデルとしてのフレームモデル (右下)



磁石を利用した応答低減システムの開発

- ・ 渦電流ダンパーの模式図 (上)
- ・ 渦電流ダンパーを装着した構造物の振動台実験 (左下)
- ・ 数値計算で求めた渦電流の分布 (右下)

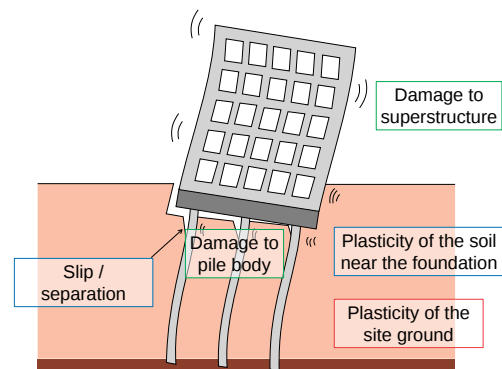
Division of Structural Engineering

Modeling of earthquake behavior of soil-structure interaction systems Multidisciplinary Resilience Research Center

https://researchmap.jp/nakano_takaharu

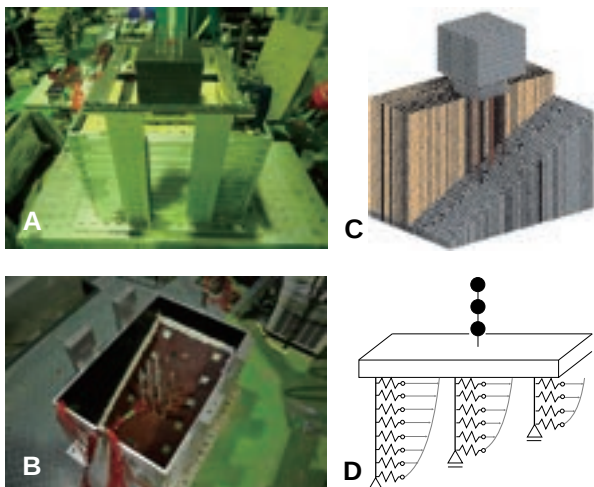
- Nonlinear soil-structure interaction (SSI)
- Numerical models for pile foundation
- Response reduction system using magnets

We are focusing on the dynamic behavior of foundations during earthquakes, which support buildings and act as paths for earthquake motion. We are conducting both experiments and numerical analyses on ground with a sloping bedrock, improved ground, and lunar regolith ground, etc. We are also working on the development of a response reduction device that uses magnets.



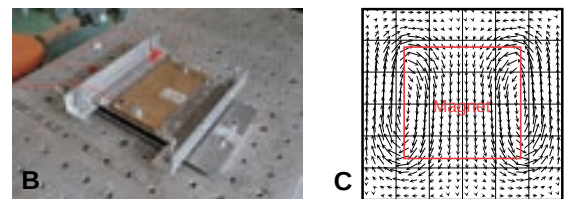
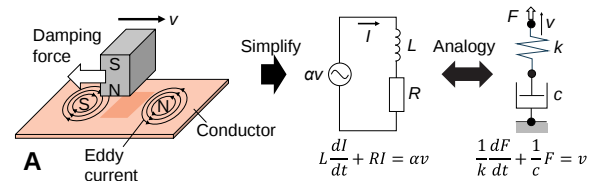
Schematic of nonlinear SSI

- The vibration of a building is influenced by the softness of the ground and the dissipation of energy into the ground.
- During a large earthquake, the site ground, the ground near the foundation, and the structure become nonlinear, which influences the seismic response of the building.



Pile group with a sloping bedrock

- Model shaking table experiment in a gravity field (A, B)
- 3D finite element model (C)
- Frame model representing ground resistance with springs (D)



Response reduction device using magnets

- Schematic of an eddy current damper (A)
- Shaking table experiment of a structure equipped with an eddy current damper (B)
- Calculated eddy current distribution (C)

先端無機材料共同研究拠点 構造機能設計領域

山崎研究室 Yamazaki Laboratory



准教授 山崎 義弘
Assoc. Prof. Yoshihiro YAMAZAKI
耐震設計、木質構造
Earthquake resistant design, Timber structure



助教 Sujan Pradhan
Assist. Prof. Sujan Pradhan
建築構造、鉄筋コンクリート工学
Building Structures, Reinforced Concrete Structures

地震を中心とした災害に負けない 強い木造建築物をつくる

<http://yamazaki.mrrc.iir.titech.ac.jp/>

- ・複数回の地震動を受ける木造建築物のシミュレーション
- ・レジリエントな木造建築物を支える構造要素の性能評価と設計



2016年熊本地震のように震度7の大地震が複数回にわたって襲ってくることがあります。そのような過酷な条件下での地震応答をシミュレートする方法、さらにはパッシブ制振デバイスの適用により安全性を高める技術の研究を行なっています。

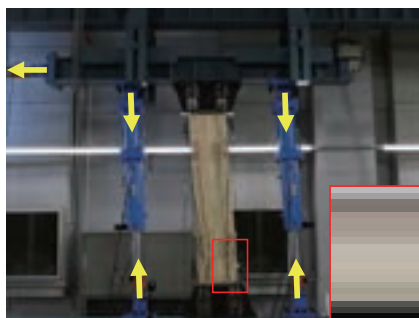
戸建住宅の壁・床・屋根や、中大規模建築物の柱・壁など、木造建築物の構造安全性を支える様々な要素について、破壊に至るまでの挙動を実験により検証し、その性能評価と設計法の開発を行なっています。



大型振動台を用いた実大木質架構の実験とシミュレーション

複数回の地震動を受ける木造建築物の挙動

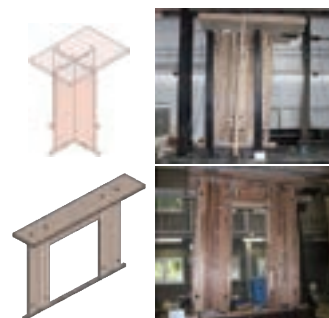
- ・繰返し変形による性能劣化を考慮した復元力特性モデルの開発
- ・実大木質架構振動台の振動台実験



軸力と曲げを受ける引きボルト式
集成材柱脚接合部の実験



伝統的工法による小屋ばり組の
実大水平加力実験



CLT パネル工法による耐力壁の
実大水平加力実験

レジリエントな木造建築物を支える構造要素の性能評価と設計

- ・柱、壁、床、屋根など様々な構造要素の実大実験による性能評価と設計法の開発
- ・パッシブ制振技術を用いた応答制御構造とその設計法の開発
- ・CLT (Cross Laminated Timber, 直交集成板) を用いた建築構造の研究開発。

Division of Structural Engineering

Create strong wooden buildings that are resilient to earthquakes and other disasters

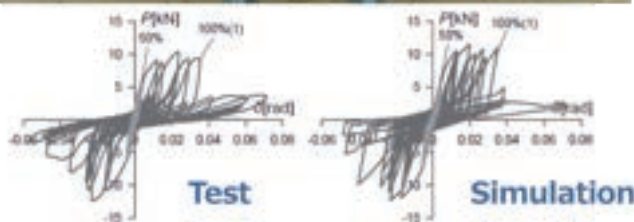
<http://yamazaki.mrrc.iir.titech.ac.jp/>

- Simulation of seismic response of wooden buildings subjected to multiple earthquake motions
- Performance evaluation and design of structural elements consisting of resilient wooden buildings



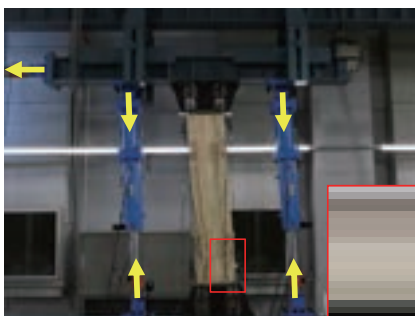
In the 2016 Kumamoto earthquake, major earthquakes attacked multiple times. We research on methods to simulate earthquake response under such severe conditions, as well as technologies to enhance safety level through the application of passive control devices.

We conduct experiments to verify the behavior of various elements that support the structural safety of wooden buildings (e.g., columns, walls, floors, roofs) to evaluate their performance, and to develop design methods. Evaluation methods of structural performance, and monitoring method for measuring deformation of structures.

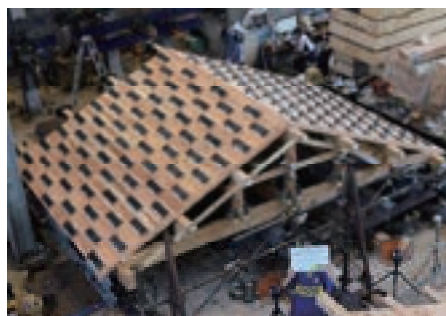


Behavior of wooden buildings subjected to multiple earthquake motions

- Development of a hysteresis model considering performance deterioration due to repeated cyclic deformation
- Shaking table test of full-scale wooden frame



Experiments on tensile bolted glulam column-leg joints subjected to axial force and moment



Full-scale lateral force test of a traditional gable roof frame



Full-scale lateral force test of shear walls by CLT panel construction

Performance evaluation of structural elements consisting of resilient wooden buildings

- Performance evaluation of various structural elements through full-scale experiments and development of design methods
- Development of response control structures and design methods using passive control technology
- Research and development of building structures using cross laminated timber (CLT)

業績

Achievement

論文 Research Papers

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
査読論文	Peer Reviewed Papers	212	193	206	174	170	148	164	178	181

特許 Patents

特許出願 Patent Applications

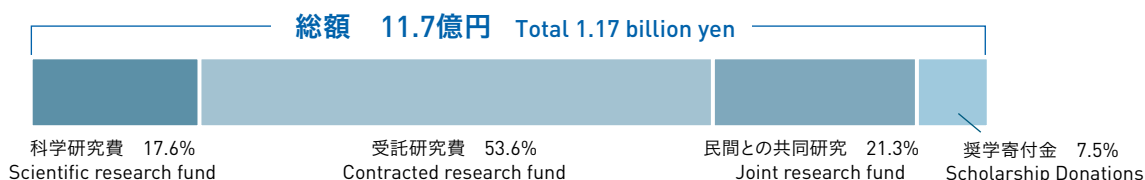
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
国内	Domestic	13	10	5	7	9	7	16	5	10
国外	Overseas	32	39	17	6	7	7	7	19	29

特許登録 Registered Patents

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
国内	Domestic	6	5	4	4	1	3	4	5	2
国外	Overseas	9	7	11	3	1	6	3	3	5

予算 Research Budget

2024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)
- 戦略的創造研究推進事業個人型研究 (さきがけ)
- 経済安全保障重要技術育成プログラム
- 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト

Organizations/Commissioned projects

Japan Science and Technology Agency (JST)

- Strategic Basic Research Programs (CREST)
- Strategic Basic Research Programs (PRESTO)
- Key and Advanced Technology R&D through Cross Community Collaboration Program
- Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development

学生数 Student Numbers

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

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
博士	Doctor	40	46	34	45	39	55	58	51	59
修士	Master	135	142	144	156	158	159	148	142	150
学部生	Bachelor	13	12	15	16	21	35	25	26	20
研究生	Research Student	2	4	2	1	4	5	1	0	3
合計	Total	190	204	195	218	220	254	232	219	232

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

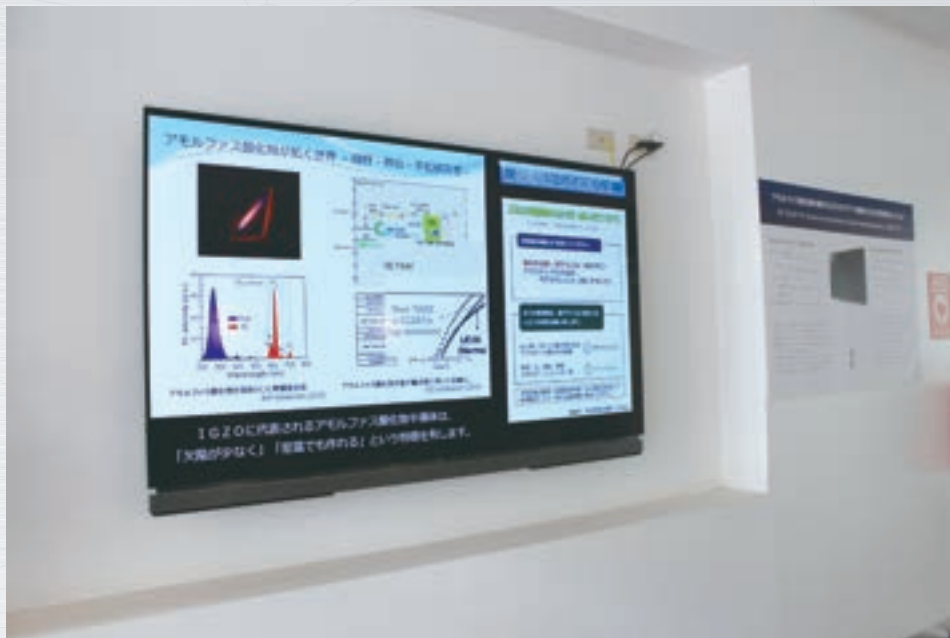
技術室では東京科学大学コアファシリティセンター設計製作部門と協調して研究活動を技術面から支援し、主として実験装置、試験装置類の設計と製作を担当している。また共同利用機器等での試料測定や実験装置、機器類の保守・管理補助を行い、研究活動を幅広く支援している。

Members of the technical staff support MSL's research activities in collaboration with Core Facility Center, Institute of Science Tokyo. 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.



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



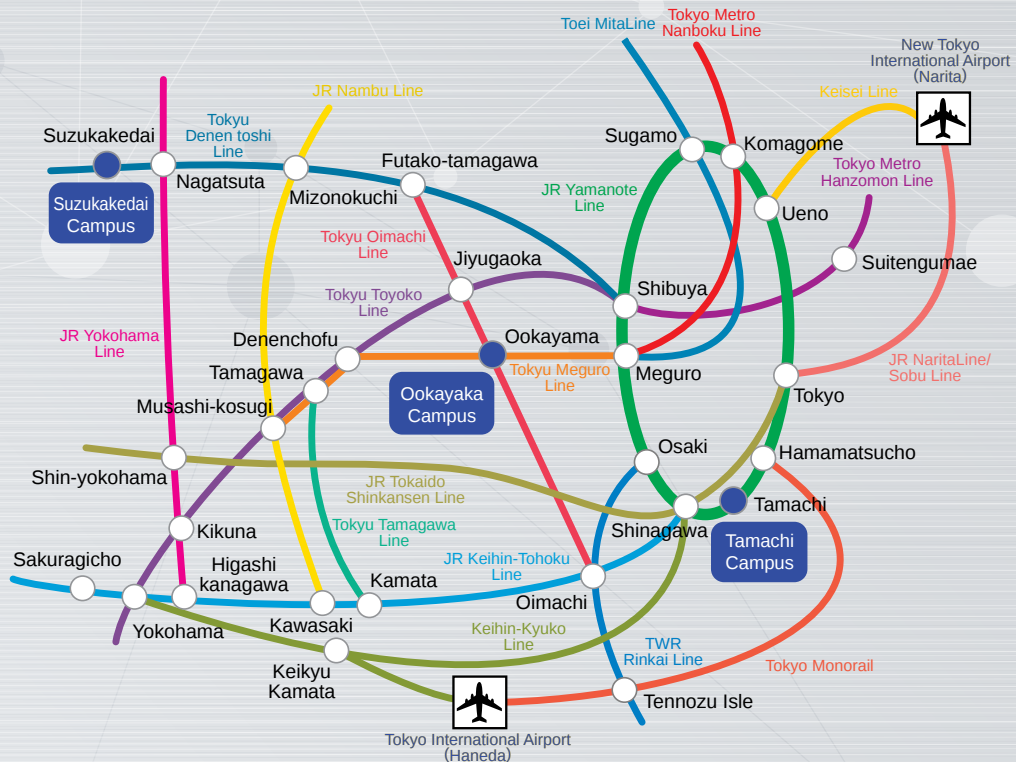
ミーティングルーム

Meeting room

アクセス

Access

- R Area**
- ① R3 Main Bldg. Director's Office, Administrative Office, Collaborative Researches • Research Promotion Office
 - ② R3 Annex
 - ③ R3 Annex A
 - ④ R3 Annex B
 - ⑤ R3 Annex C
 - ⑥ R3 Annex D (COE Bldg.)
 - ⑦ R2 Bldg.
- J Area**
- ⑧ J1 Bldg.
 - ⑨ J2 Bldg. J3 Bldg.
- G Area**
- ⑩ G2 Bldg.
 - ⑪ G5 Bldg.
- S Area**
- ⑫ S8 Bldg. (Genso-Cube)
 - ⑬ S1 Bldg.
 - ⑭ S2 Bldg.
- H Area**
- ⑮ H1 Bldg. (Suzukake Hall H1) Lounge, Restaurant, Cafeteria
 - ⑯ H2 Bldg. (Suzukake Hall H2) Suzukake Hall Seminar Room 1,2 Shops



東京科学大学 総合研究院
フロンティア材料研究所

〒226-8501 横浜市緑区長津田町4259 R3-27
TEL. 045-924-5968 FAX. 045-924-5978

Materials and Structures Laboratory
Institute of Integrated Research, Institute of Science Tokyo

R3-27, 4259 Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama, Kanagawa 226-8501 Japan
Phone. +81-45-924-5968, Fax. +81-45-924-5978

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