

全国共同利用

2014 MATERIALS and STRUCTURES LABORATORY

2014 MATERIALS and STRUCTURES LABORATORY

SINCE 1934 TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

応用セラミックス研究所
セキュアマテリアル研究センター
建築物理研究センター
東京工業大学

2014
MATERIALS and
STRUCTURES LABORATORY

SINCE 1934 TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

C O N T E N T S

ごあいさつ	Address	2
組織・沿革	Organization and History	4
研究所職員	Directory of the Laboratory	6
概要・業績	Outline and Achievement	8

セラミックス機能部門 Division of Novel Functional Ceramics

微小領域でスピンを操る ―スピントロニクス	伊藤・谷山研究室	10
酸化物の新機能を探索する	伊藤・谷山研究室	11
これからのグリーンテクノロジーを支える材料の創生	原・鎌田研究室	12
高難度化学反応を可能とする触媒材料の設計と創出	原・鎌田研究室	13
ありふれた材料から最先端機能材料を創る	細野・神谷・平松研究室	14
酸化物新材料による最先端電子デバイス開発	細野・神谷・平松研究室	15
ナノ粒子・分子を組み上げてボトムアップデバイスを創る	真島研究室	16
セラミックスの超機能に迫る	笹川研究室	17

セラミックス機能客員研究部門 Visiting Faculty (Division of Novel Functional Ceramics)

固液界面の真空工学と革新的材料プロセスの創成	松本研究室	18
------------------------	-------	----

セラミックス解析部門 Division of Basic Researches

新しい機能性酸化物の開拓と機能発現機構の解明	東研究室	19
材料の機能性を相転移で制御する	川路研究室	20
放射光 X 線で電子・磁気状態をみる	佐々木研究室	21
凝縮系物質の超高速計測とコヒーレント制御	中村研究室	22
セラミックスのプロセス・構造・機能の相関を探る	松下研究室	23

材料融合システム部門 Division of Structural Engineering

制振・免震構造の研究	笠井研究室	24
安心で安全なコンクリート系構造物の提案	河野研究室	25
超高層建物の耐震・耐風設計	佐藤研究室	26
コンクリート造建物のひび割れ挙動	篠原研究室	27

セキュアマテリアル研究センター Secure Materials Center

セキュアマテリアルを目指すセラミックス構造設計	若井・赤津研究室	28
「安全」から「安心」へ ―セラミックスの破壊を科学する―	若井・赤津研究室	29
建築構造物の終局耐震性能を解明する	山田研究室	30
相転移を使った壊れ方機能	阿藤研究室	31
酸化物界面の物理：持続可能社会のためのナノ電子材料開発	須崎研究室	32

セキュアマテリアル協力講座 Collaborating Institutes

安全・安心そして快適のための材料力学	衝撃破壊力学協力研究部門	33
建設を化学する	セメント化学協力研究部門	34
多存元素を用いた電子材料の創出	元素戦略協力研究部門	35

セキュアマテリアル客員研究部門 Visiting Faculty (Secure Materials Center)

化学活性種を操る耐火セラミックス	林研究室	36
------------------	------	----

共同利用推進室 Office for Collaborative Research Projects

技術室 Section of Technical Staffs



ごあいさつ

応用セラミックス研究所は、「セラミックスに関する学理とその応用に関する研究」を目的として国立大学法人東京工業大学に附置された研究所で、1996年度よりセラミックス材料分野で唯一の全国共同利用研究所として活動しています。

本研究所の前身は、1934年に本学初めての附置研究所として設立された建築材料研究所と1943年に設立された窯業研究所であり、学術的な価値観の視点だけでなく、安全で安心な社会の構築という観点から見ても評価される材料研究を指向しています。

電子、光、磁性などの新しい機能を有する酸化物、新規な鉄系超伝導材料、炭素系環境触媒材料など、セラミックス材料分野で世界をリードする研究を展開し、原子や電子レベルの研究から、材料のミクロな構造とマクロな物性との関係を解明し、複合材料などのエンジニアリング材料はもとより、建築構造物とファインなセラミックス研究とを統一的に理解できる方法論の構築を目指しています。さらに、安全で安心な社会の構築に役立つ材料をセラミックスの未来概念として重視し、物質の変化を自在に制御するための物質ダイナミックスの研究にも力を入れるとともに、2006年4月から10年間の時限で附属セキュアマテリアル研究セン

ターを設置し、研究活動をより強化しています。

また、国内全ての都市圏で大きな地震リスクを抱える我が国において、建物の耐震性能、耐久性能、耐火性能の向上を目指し、安全・安心で、かつ高い持続性をもつ都市や社会の実現を目指した研究もすすめており、人と現象をつなぐ材料の科学と文化の発展を目指しています。

以上のような研究活動は、関東大震災の反省を受けて設立された建築材料研究所における「災害から人を護るための研究」の精神と、セラミックスの基礎科学の確立を求めて設立された窯業研究所における「複雑な無機物質の解明から材料へ」の研究姿勢を、工業材料研究所時代を経て現在に至るまで、80年に亘って受け継いでいるものです。大学の附置研究所の立場は法人化とともに大きく様変わりをしています。時代の変化に対して常に先端研究を進めていくよう研究所一丸となって努力していく所存です。「物質を創る」、「構造を作る」、「仕組みを識る」で世界をリードする研究所を目指します。

関係各位の一層のご理解とご支援をお願い申し上げます。

平成26年4月
所 長 伊藤 満

Director's address

Our Materials and Structures Laboratory (MSL) is a unique nationwide collaborative research laboratory established at the Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech) in 1996. It is open to researchers from outside the campus who wish to engage in multilateral collaboration and pursue fundamental and applied research on ceramic materials.

All the continuing MSL activities are developing from the research concept and ethos of the former Research Laboratory of Engineering Materials (RLEM). This institution includes two major laboratories. The Research Laboratory of Building Materials was established just after the 1923 Great Kanto Earthquake, and focused on the development of building materials for human safety. The Research Laboratory of Ceramic Industry pioneers the development of novel materials by careful and detailed study of complex inorganic materials.

MSL-affiliated researchers are engaged in world-class studies of advanced ceramics, including super-functional oxides for electronic, photonic and magnetic applications, new high-temperature superconductive iron-based on carbon. MSL is also aiming to create systematic methodologies, applicable to a wide range of materials from fine ceramics, through structural ceramics for giant architectural structures, to composite materials. We are pursuing these goals by studying the relationships between the

microstructures of materials at the atomic and electronic scale and the resulting macroscopic material properties. Furthermore, MSL proposes a new concept for future ceramics, namely self-organized materials for human beings. To realize this concept, we are studying “Materials Dynamics” to enable us to control materials and attempt to understand how to change their crystal structures.

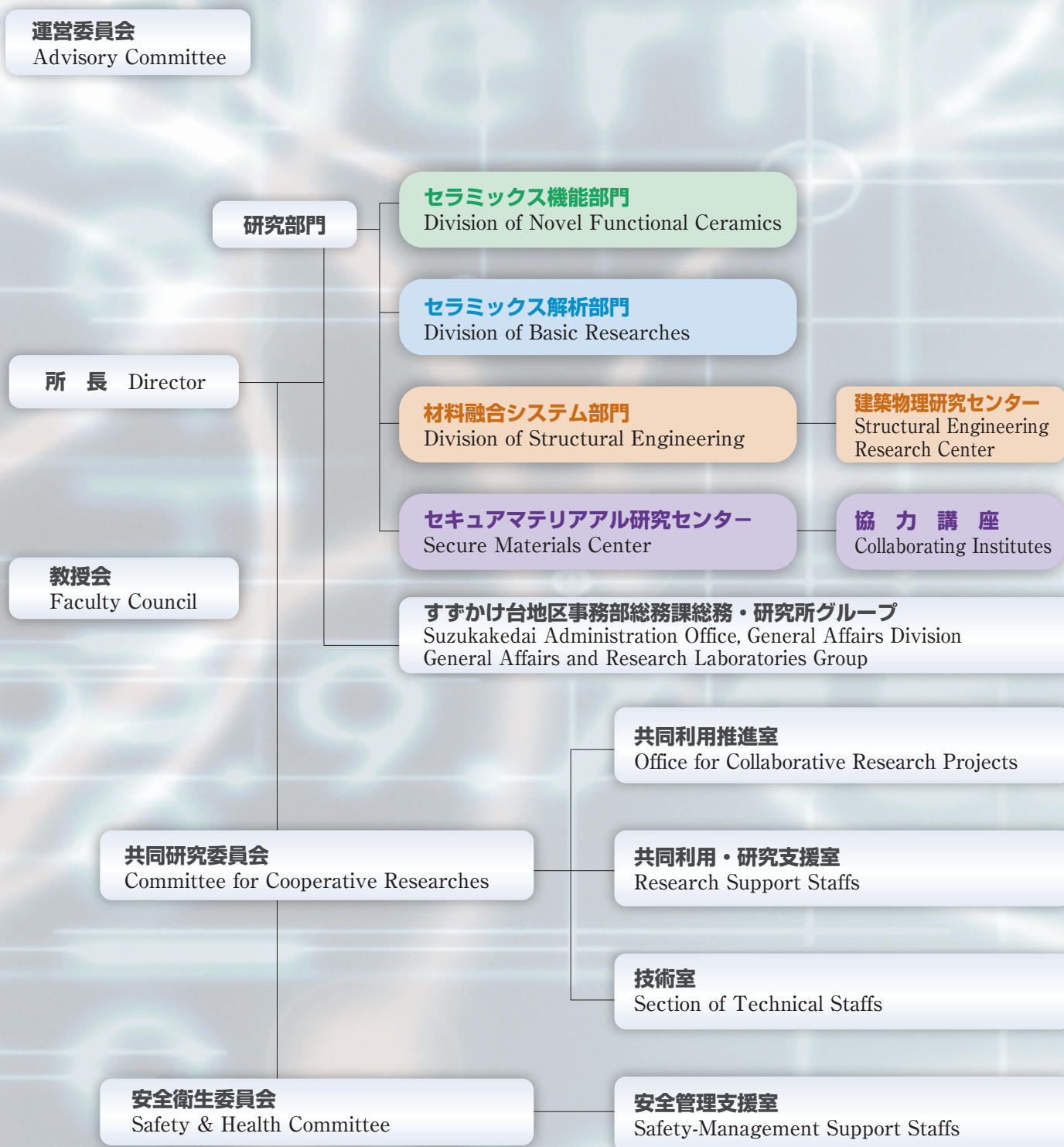
The Secure Materials Center (SMC) was established on April 1, 2006, as an affiliated research center with a lifespan of ten years. SMC promotes materials research from the point of view of its sociological effects, to promote the safety and security of human society as well as setting academic criteria. The Structural Engineering Research Center (SERC), which is an affiliated of Tokyo Tech, is supervised mainly by the members of the architectural research group within the MSL laboratory. Its purpose is to develop materials that are designed primarily to benefit the “Human Element” or the end-user.

All the members of the MSL have been able to maintain their cutting edge activities in materials research. It is therefore vital that our laboratory continues to receive strong support from all concerned parties to ensure its ongoing development.

April, 2014
Mitsuru ITOH

組 織

Organization



昭和9年3月

本学の附属研究所として「建築材料研究所」が発足

昭和18年1月

本学附属研究所として「窯業研究所」が発足

昭和24年5月

建築材料研究所及び窯業研究所がそれぞれ本学附置研究所へ変更

昭和33年3月

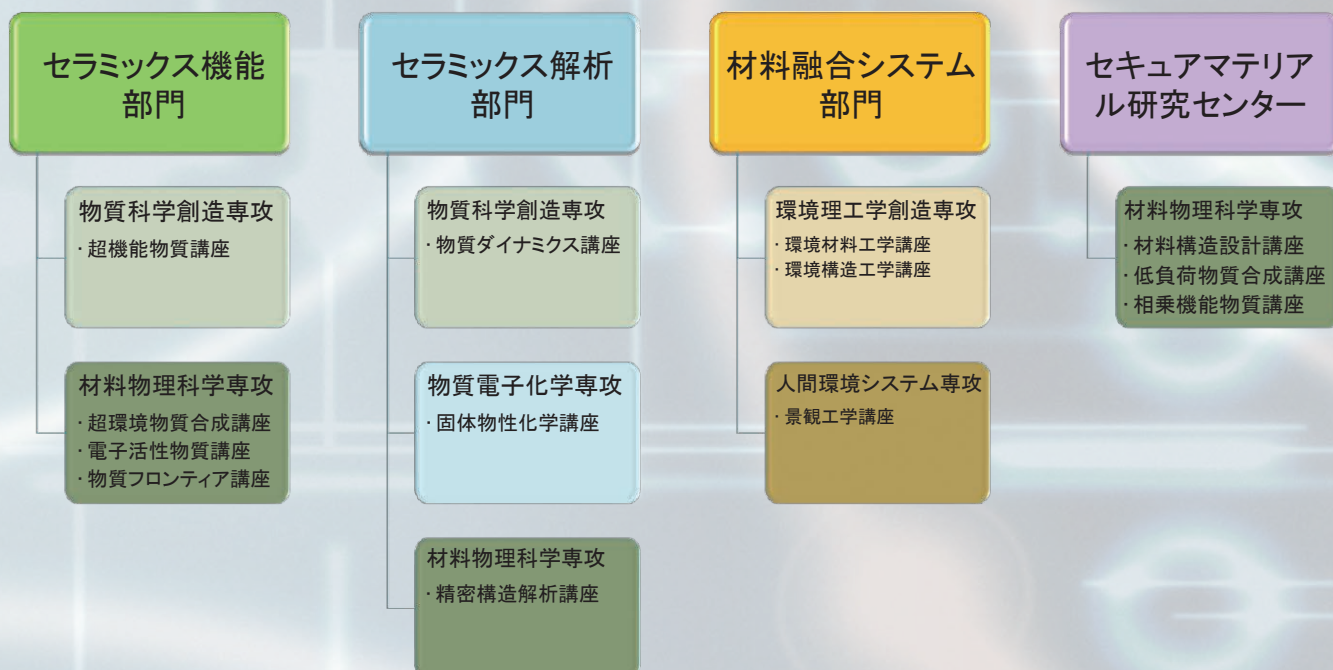
建築材料研究所及び窯業研究所とを整備統合して「工業材料研究所」が発足

平成8年5月

工業材料研究所が全国共同利用型の「応用セラミックス研究所」へ改組

大学院総理工学研究科への協力講座

Cooperation to Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering



研究所職員

Directory of Laboratory (2014年5月1日現在)

所 長 Director

教 授 伊 藤 満	Mitsuru ITOH	045-924-5301	osera.dir@jim.titech.ac.jp
-----------	--------------	--------------	----------------------------

所 員 Faculty Members

セラミックス機能部門

教 授	伊 藤 満
教 授	神 谷 利夫
教 授	原 亨和
教 授	細 野 秀雄
教 授	真 島 豊
准 教 授	鎌 田 慶吾
准 教 授	笹 川 崇男
准 教 授	谷 山 智康
准 教 授	平 松 秀典
助 教	東 康男
助 教	飯 村 壮史
助 教	中 島 清隆
助 教	安井伸太郎

Division of Novel Functional Ceramics

Mitsuru ITOH	045-924-5354	Mitsuru_Itoh@msl.titech.ac.jp
Toshio KAMIYA	045-924-5357	tkamiya@msl.titech.ac.jp
Michikazu HARA	045-924-5311	mhara@msl.titech.ac.jp
Hideo HOSONO	045-924-5359	hosono@msl.titech.ac.jp
Yutaka MAJIMA	045-924-5309	majima@msl.titech.ac.jp
Keigo KAMATA	045-924-5338	kamata.k.ac@m.titech.ac.jp
Takao SASAGAWA	045-924-5366	sasagawa@msl.titech.ac.jp
Tomoyasu TANIYAMA	045-924-5632	taniyama@msl.titech.ac.jp
Hidenori HIRAMATU	045-924-5855	h-hirama@lucid.msl.titech.ac.jp
Yasuo AZUMA	045-924-5376	azuma@msl.titech.ac.jp
Soshi IIMURA	045-924-5134	s-iimura@lucld.msl.titech.ac.jp
Kiyotaka NAKAJIMA	045-924-5381	k-nakajima@msl.titech.ac.jp
Shintaro YASUI	045-924-5626	yasui.s.aa@m.titech.ac.jp

セラミックス解析部門

教 授	東 正樹
教 授	川 路 均
教 授	佐々木 聡
准 教 授	中 村 一隆
准 教 授	松 下 伸広
特任講師	勝又 健一
助 教	奥 部 真樹
助 教	北 條 元
特任助教	内 田 敦子

Division of Basic Researches

Masaki AZUMA	045-924-5315	mazuma@msl.titech.ac.jp
Hitoshi KAWAJI	045-924-5313	kawaji@msl.titech.ac.jp
Satoshi SASAKI	045-924-5308	Satoshi_Sasaki@msl.titech.ac.jp
Kazutaka NAKAMURA	045-924-5397	nakamura.k.ai@m.titech.ac.jp
Nobuhiro MATSUSHITA	045-924-5310	matsushita@msl.titech.ac.jp
Ken-ichi KATSUMATA	045-924-5310	katsumata.k.ab@m.titech.ac.jp
Maki OKUBE	045-924-5383	makisan@lipro.msl.titech.ac.jp
Hajime HOJO	045-924-5380	hhojo@msl.titech.ac.jp
Atsuko UCHIDA	045-924-5370	uchida@msl.titech.ac.jp

材料融合システム部門

教 授	笠 井 和彦
教 授	河 野 進
准 教 授	佐 藤 大樹
准 教 授	篠 原 保二
助 教	松 田 和浩
助 教	渡 邊 秀和

Division of Structural Engineering

Kazuhiko KASAI	045-924-5512	kasai@serc.titech.ac.jp
Susumu KONO	045-924-5384	kono@serc.titech.ac.jp
Daiki SATO	045-924-5306	daiki-s@serc.titech.ac.jp
Yasuji SHINOHARA	045-924-5326	yshinoha@serc.titech.ac.jp
Kazuhiro MATSUDA	045-924-5512	matsuda@serc.titech.ac.jp
Hidekazu WATANABE	045-924-5329	watanabe@serc.titech.ac.jp

セキュアマテリアル研究センター

教 授 若井 史博
教 授 山田 哲
准 教 授 赤津 隆
准 教 授 阿藤 敏行
准 教 授 須崎 友文
助 教 篠田 豊

Secure Materials Center

Fumihiro WAKAI	045-924-5361	wakai@msl.titech.ac.jp
Satoshi YAMADA	045-924-5330	naniwa@serc.titech.ac.jp
Takashi AKATSU	045-924-5336	Takashi_Akatsu@msl.titech.ac.jp
Toshiyuki ATOU	045-924-5393	atou@msl.titech.ac.jp
Tomofumi SUSAKI	045-924-5360	susaki@msl.titech.ac.jp
Yutaka SHINODA	045-924-5335	shinoda@msl.titech.ac.jp

協 力 講 座

セメント化学協力研究部門 教 授
セメント化学協力研究部門 准教授
衝撃破壊力学協力研究部門 教 授
衝撃破壊力学協力研究部門 准教授
元素戦略研究協力研究部門 准教授
元素戦略研究協力研究部門 准教授
元素戦略研究協力研究部門 准教授

Adjunct Faculty Members (Dually Appointed)

坂井 悦郎	Etsuo SAKAI
宮内 雅浩	Masahiro MIYAUCHI
岸本喜久雄	Kikuo KISHIMOTO
因幡 和晃	Kazuaki INABA
北野 政明	Masaaki KITANO
多田 朋史	Tomofumi TADA
松石 聡	Satoru MATSUSHI

セラミックス機能客員研究部門

客員教授 松本 祐司

Visiting Faculty (Division of Novel Functional Ceramics)

Yuji MATSUMOTO

セキュアマテリアル客員研究部門

客員教授 林 克郎

Visiting Faculty (Secure Materials Center)

Katsuro HAYASHI

客 員 教 員

客員教授 小林 久芳
客員教授 玉井 宏章
客員教授 山中 昭司
客員教授 上田 渉
客員教授 片山 雅英
客員教授 勝俣 英雄
客員教授 中村 尚弘
客員教授 濱本 卓司
客員教授 水牧仁一郎

Visiting Faculty Members

Hisayoshi KOBAYASHI
Hiroyuki TAMAI
Shoji YAMANAKA
Wataru UEDA
Masahide KATAYAMA
Hideo KATSUMATA
Naohiro NAKAMURA
Takuji HAMAMOTO
Masaichiro MIZUMAKI

非常勤研究員

于 润泽

Research Fellows

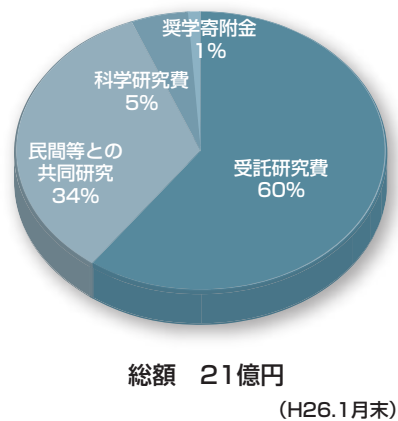
Runze YU yu.r.aa@m.titech.ac.jp

概要・業績

Outline and Achievement

予 算

平成25年度研究費の概要



主な受託・共同研究 委託者・機関等名	事業名
文部科学省	科学技術試験研究委託事業 東工大元素戦略拠点（TIES）
(独) 科学技術振興機構	戦略的創造研究推進事業（ACCEL）
(独) 科学技術振興機構	戦略的研究推進事業チーム型研究（CREST）
(独) 科学技術振興機構	戦略的研究推進事業個人型研究（さきがけ）
(独) 日本学術振興会	先端研究助成基金助成金
(独) 日本学術振興会	先端研究助成基金助成金 （最先端・次世代研究開発支援プログラム）
国土交通省	住宅市場整備推進等事業費補助金 （建設基準整備促進事業）

教員数・学生数

指導大学院生・学生 (人)

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
博 士	43	45	43	45	49
修 士	124	122	113	122	128
学部生	3	5	2	4	9
研究生	1	1	3	7	3
合 計	171	173	161	178	189

留学生受け入れ (人)

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
博 士	9	9	11	13	7
修 士	9	8	8	9	6
研究生	0	2	4	3	1
合 計	18	19	23	25	14

PD（ポスドク） (人)

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
人 数	22 (7)	20 (9)	22 (15)	20 (14)	14 (7)

() 内外国人数

【内訳】 (人)

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
学 振	4 (3)	3 (3)	6 (5)	3 (3)	2 (1)
科技振	8 (1)	4 (0)	0	0	0
GCOE	1 (1)	2 (2)	2 (2)	1 (1)	0
東工大	9 (2)	11 (4)	14 (8)	16 (9)	12 (6)
その他	0	0	0	0	0

() 内外国人数

論文

平成25年度

論文数（審査あり）	204
会議等論文（国内外）	77

（平成21年度～平成25年度）

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	計【過去5年】
論文数	304	357	378	323	282	1,644
研究者一人当たりの論文数	10 (30人)	9 (39人)	9 (42人)	7.3 (44人)	7.2 (39人)	8.5

特許

特許出願

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
特許出願（国内）	16	17	11	17	7
特許出願（国外）	4	5	4	14	19

特許登録

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
特許登録（国内）	3	7	6	13	16
特許登録（国外）	13	12	11	12	10

全国共同利用研究

共同利用予算

（平成21年度～平成25年度）

区 分	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
運営委員会経費	45	295	300	124	263
共同研究費	10,631	11,297	7,229	9,536	9,357
共同研究旅費	10,648	12,533	14,903	13,103	13,264
その他	735	3,999	4,989	3,287	3,166
計	22,059	28,124	27,421	26,050	26,050

採択数・種目別

（平成21年度～平成25年度）

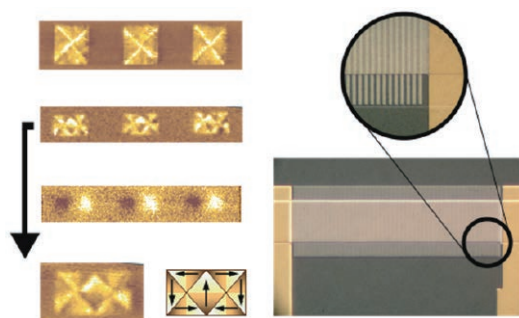
	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
研究種目	採択数	採択数	採択数	採択数	採択数
国際A	2	2	3	3	2
国際B	5	6	6	9	10
国際C	0	0	0	2	0
国際ワークショップ	2	1	1	1	1
ワークショップ	1	3	2	4	5
一般A	2	0	1	1	1
一般B	31	50	49	46	53
一般C	33	36	31	29	26
特定	5	5	5	5	5
機動的共同研究（一般B）			1	*3	
合計	81	103	99	100	103

微小領域でスピンを操る — スピントロニクス

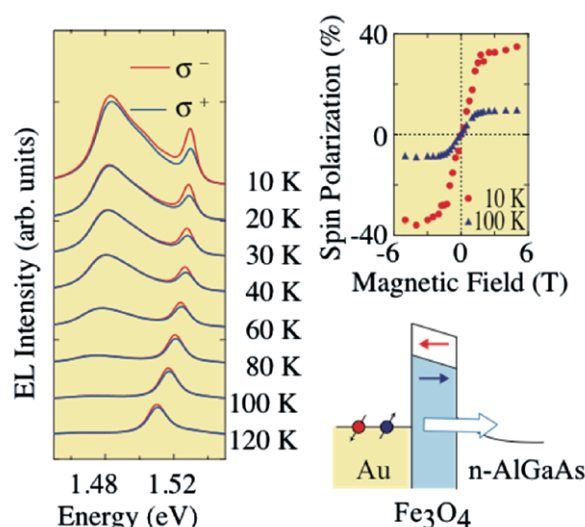
Spintronics in magnetic nanostructures

ナノメートルからマイクロメートル程度の微小な領域に潜むスピン物理現象の基礎的理解に基づき、スピン注入、スピン検出、スピン操作といったスピントロニクスにおける基本3要素技術の確立と新規スピンデバイスの提案を目指して研究を推進している。特に、磁性体／半導体ヘテロ構造における光学的スピン励起、円偏光発光等の光学的手法を用いたスピン注入、スピン検出の研究や磁性体／強誘電体ヘテロ界面を利用した電圧駆動磁区構造制御の研究に注力している。これらのスピントロニクス研究は、ナノ磁性物理が本質的に重要な役割を果たし、結果としてエレクトロニクスにおける広範な新規デバイスのデザインを可能にするとして多に期待されている。

Our current interest orients towards a full understanding of the basic physics underlying spin injection, detection, and manipulation, with a view to developing a major new direction in electronics – so called spintronics. In order to inject and detect electron spins, we employ a combined optical approach such as optical spin orientation and circular polarization analysis of electroluminescence in ferromagnet / semiconductor heterostructures. Electric manipulation of magnetic domain structures using a ferromagnet / ferroelectrics heterointerface also meets our target. We envisage that spintronics leads to the prospect of a vastly range of design possibilities for electronic devices where magnetic nanostructures has now entered in a very fundamental manner.



強磁性ドットの磁区構造とスピン注入マイクロデバイス
Magnetic domain structures and a typical spin injection micro device.



フェリ磁性体から半導体へのスピン注入と円偏光発光
Circularly polarized electroluminescence in a spin injection condition using a ferrimagnetic material/semiconductor heterostructure.



教授
伊藤 満

Prof. Mitsuru Itoh



准教授
谷山智康

Assoc. Prof. Tomoyasu Taniyama



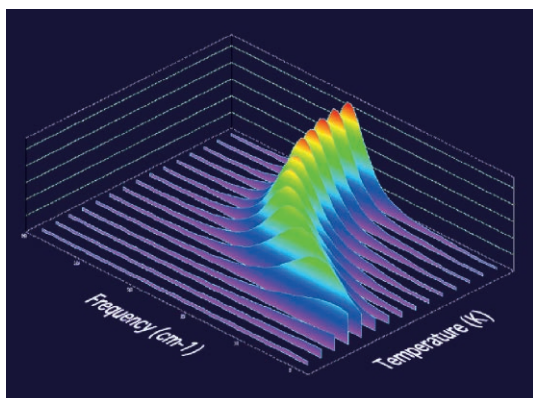
助教
安井伸太郎

Assist. Prof. Shintaro Yasui

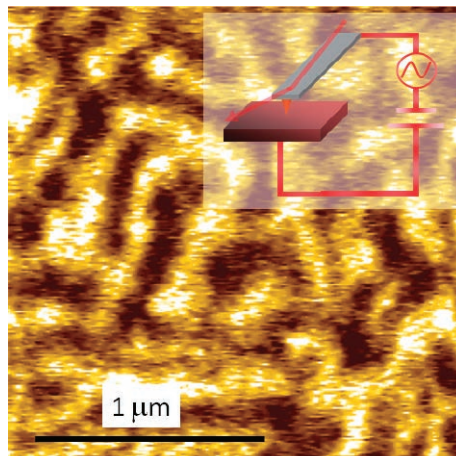
酸化物の新機能を探索する Oxide materials tailoring

本研究室では、物質科学の立場から広い範囲の材質に対する基礎研究「構成元素・組成・プロセス→構造（化合物）→物性（誘電性、イオン伝導性、電子伝導性、磁性）」を行っている。またこれを土台とする応用研究、つまり逆のプロセス「特定の機能（要求される物性）←化合物（構造）←構成元素・組成・プロセス」をたどって、マイクロ波帯用誘電材料、強誘電材料、圧電材料、磁性材料、金属伝導性酸化物、高イオン伝導性酸化物の設計と合成に取り組んでいる。この結果、酸化物リチウムイオン超伝導体、高温量子常誘電体、新規強誘電体、非鉛系圧電体、スピングラス、電子伝導体、擬1次元系磁性体等、100を超える新物質の合成に成功し、また、多くの新機能の解析を行っている。

Our major field is Inorganic Solid State Chemistry. The properties of the materials, dielectricity, magnetism, electronic and ionic conduction, optical property and others, depend on their electronic and crystal structures. That is, the design of the new materials with the desired property is a kind of methodologies, how to select the elements from the periodic table and to optimize the structures. So we are accumulating the knowledge of the material design through the deduction and induction for the known and new materials. As a result, we have succeeded in finding new materials more than 100 including superionic conductors, high temperature quantum paraelectrics, ferroelectrics, piezoelectric oxides, spin glasses, and electronic conductors for the past 10 years.



量子ゆらぎと拮抗するペロブスカイト型酸化物の強誘電振動モードの完全ソフト化の様子 (SrTi¹⁸O₃)
新物質合成を通して実験的に初めて確認することに成功 (2006)
Temperature dependence of ferroelectric soft mode frequency in ideal displacive type ferroelectric SrTi¹⁸O₃.



ピエゾ顕微鏡で観測した強誘電リラクサー表面の迷路状電気分極パターン
Maze pattern of relaxor ferroelectric surface observed by piezo-force microscope(PFM).

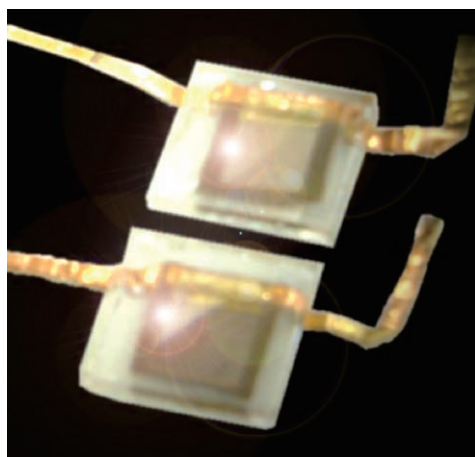
HARA KAMATA

これからのグリーンテクノロジーを支える材料の創生

Creation of novel catalysts and materials for the eco-friendly production of energy and chemicals

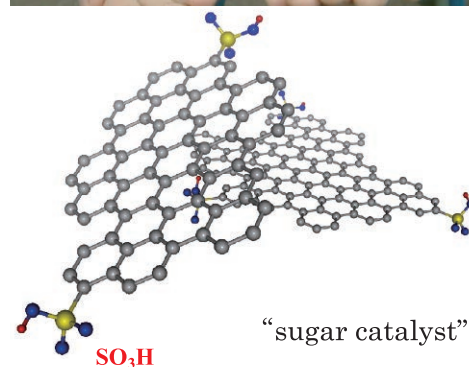
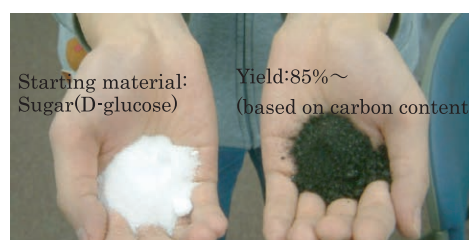
可能な限り環境に与える負荷を小さくして、エネルギーと化学資源を獲得することは、持続可能な社会の実現に必要不可欠です。しかし、既存の材料を使うグリーンテクノロジーでは環境負荷の大幅な低減は困難と言わざるを得ません。我々は従来の触媒を遥に凌駕する新しい概念の固体触媒—1nm未満のグラフェンシートからなるアモルファスカーボン—を設計・実現することによって、革新的なバイオフィューエル・化成品の高効率生産に取り組んでいます。また、簡単に入手できる安価な有機物の熱分解によって、新しいタイプのn型半導体の構築に成功しており、この材料をベースに大面積を安価にカバーできる高効率太陽電池を開発しています。

It is essential for our survival to produce chemicals and energy with small environmental load. We have been trying to create materials and catalysts for the eco-friendly production of chemicals and energy. Our “sugar catalyst” -which is composed of nanographene sheets- exhibits remarkable catalytic performance for the production of biofuels and various industrially important chemicals. We have also found that pyrolysis of abundant and inexpensive organic compounds results in a novel n-type semiconductor and have been constructing a new solar cell based on the material.



新型n型半導体をベースにした大面積を安価にカバーできる太陽電池

Novel solar cell system based on a n-type carbon semiconductor



高密度のスルホン酸基が結合した1~2nmのグラフェンシートからなるアモルファスカーボンの高性能触媒

An amorphous carbon consisting of nanosized graphene sheets (1-2 nm) with large amounts of SO_3H groups



教授
原 亨和
Prof. Michikazu Hara



准教授
鎌田慶吾
Assoc. Prof. Keigo Kamata

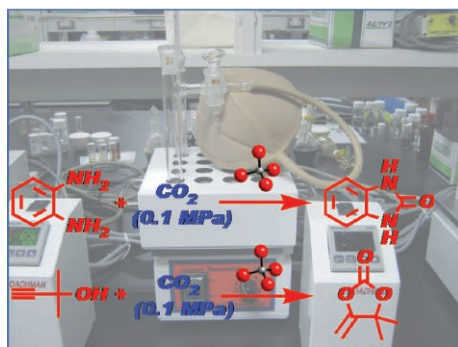


助教
中島清隆
Assist. Prof. Kiyotaka Nakajima

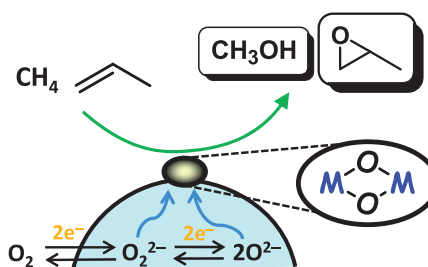
高難度化学反応を可能とする触媒材料の設計と創出 Design and creation of catalyst materials for difficult chemical reactions

化学産業を環境・資源利用効率的な観点からみると大いに改善の余地が残されており、優れた触媒技術の開発が社会にも切望されている。本研究室では、廃棄物を出さず、毒性の高い試薬を使わないプロセスを実現する革新的無機触媒材料を開発し、持続可能な社会の実現に貢献することを目的としている。例えば、二酸化炭素や過酸化水素などの不活性小分子を効率的に活性化できる触媒材料を設計し、これまでに例のない化学変換反応の創出を行っている。夢の触媒反応を達成すべく、水中や有機溶媒中での溶存種制御のノウハウを活かした厳密な活性サイトをもつ無機固体触媒の開発にも挑戦している。

Chemical industries leave much room for improvement from the standpoints of environmental conservation and efficiency of resource utilization. Developments of superior catalytic technologies are socially desirable. Our main goals are the development of innovative inorganic catalyst materials and their application to environmentally-conscious chemical processes. For example, we have designed catalysts which can activate inert small molecules such as CO_2 and H_2O_2 , leading to highly efficient catalytic systems. We are also developing inorganic solid catalysts with well-defined active sites by using the know-how about the control of solution-states of metal precursors not only in aqueous but also in organic media.



常圧 CO_2 の化学的固定化反応を可能とする触媒開発
Development of catalysts for CO_2 chemical fixation at atmospheric pressure



厳密な活性サイトをもつ無機固体触媒の創出
Creation of inorganic solid catalysts with well-defined active sites

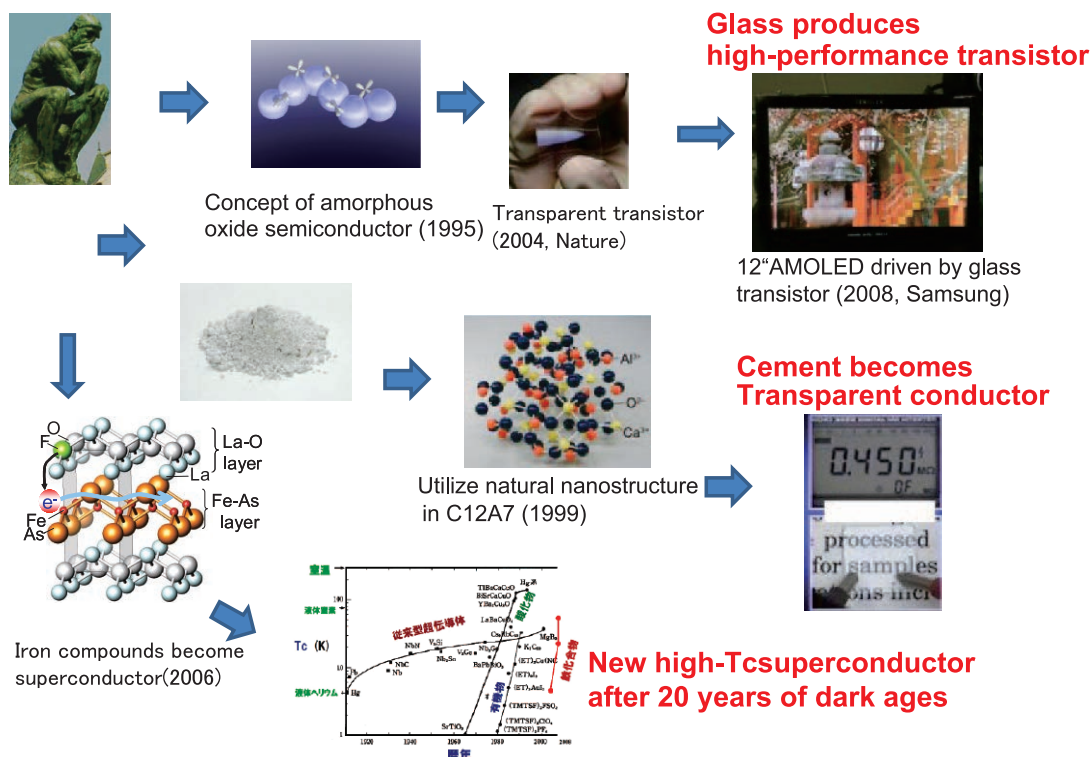
HOSONO KAMAYAMA HIRATAKE

ありふれた材料から最先端機能材料を創る

Creation of novel functional materials from ubiquitous elements and inorganic materials

画期的な材料は新しい未来を創ってきました。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物質を生み出すことを目指しています。セメントに電気を流した研究は「元素戦略」という国家施策に繋がり、透明な曲がるトランジスタは次世代薄型TVの駆動に使われ、鉄系超伝導体の発見は世界一引用された論文を生みました。

Revolution of materials has created new ages. Our aim is to create new materials that drastically improve our society and/or trigger a hot trend in worldwide research. The invention of electro-conductive cement has led to a national initiative “Element Strategy”, the realization of high-performance TFTs using amorphous oxide semiconductors facilitates to industrialize next generation flat-panel displays, and the discovery of iron pnictide superconductors rekindled the 2nd fever in superconducting material research.



伝統的な酸化物から最先端機能材料へ

‘True Nanotechnology’ converts traditional oxide materials to novel electronic materials



教授
細野秀雄
Prof. Hideo Hosono



教授
神谷利夫
Prof. Toshio Kamiya



准教授
平松秀典
Assoc. Prof. Hidenori Hiramatsu



助教
飯村壮史
Assist. Prof. Soshi Iimura

酸化物新材料による最先端電子デバイス開発 Development of practical electronic devices using novel inorganic materials

もっとも劇的で実用化に近い材料はアモルファス酸化物半導体であり、アモルファスシリコンの10倍の性能にもかかわらずフレキシブル有機ELディスプレイの作製もできる。

酸化物半導体の研究ではp型伝導体を作るのがもっとも難しいテーマであるが、電子構造を考慮した設計指針により多くの材料を見つけており、室温で青色発光する励起子LEDや発光効率の高い有機ELなどを作ってきた。

酸化物結晶のナノ構造を利用し、セメント鉱物の1つであるC12A7から室温・大気中でも安定な無機エレクトライドを実現した。アルカリ金属並みに仕事関数が低く、電子線蛍光体、電子銃、ReRAMなど、様々な用途に使えることを報告している。

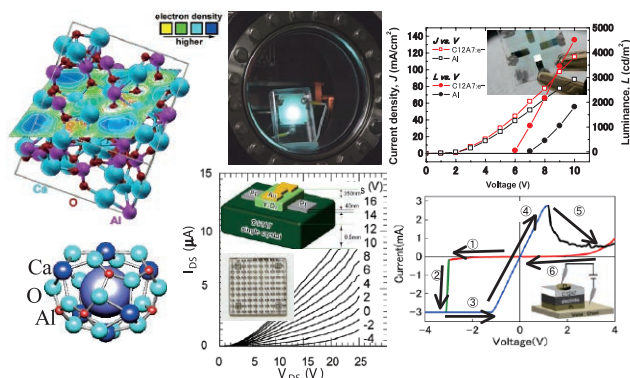
One prominent example is amorphous oxide semiconductor, which is superior to amorphous silicon and expected for next-generation FPDs and flexible electronic devices.

Search for wide bandgap p-type materials has developed room-temperature operation of blue excitonic LED and oxide p-channel TFTs.

Air-stable inorganic electride C12A7:e⁻ is a new exotic material that has a very low work function and high electron activity, which can be used for plasma fluorescent, electron emitter, ReRAM etc.



アモルファス酸化物トランジスタを使ったディスプレイ試作品の例
Prototype displays using amorphous oxide TFTs



無機エレクトライドC12A7:e⁻の結晶構造、電子構造とデバイス応用の例
Crystal / electronic structures and device applications of C12A7:e⁻



教授

真島 豊

Prof. Yutaka Majima



助教

東 康男

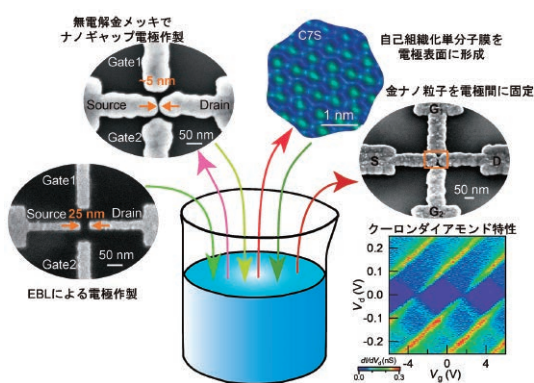
Assist. Prof. Yasuo Azuma

ナノ粒子・分子を組み上げてボトムアップデバイスを創る

Molecular devices and nanoparticle devices by utilizing bottom-up processes

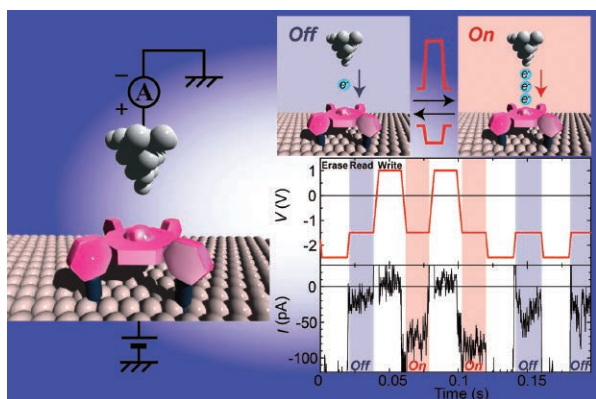
化学的に単電子デバイス・分子デバイスなどのナノスケールデバイスを組み上げる製造技術を研究しています。この技術はボトムアップ手法と呼ばれ、分子の構造と自己組織化現象を用いてサブナノメートルオーダーで構造を精密に制御できます。我々はこれまでに、分子分解能走査型トンネル顕微鏡の超高真空中でのトンネル過程を利用して、1つのナノ粒子あるいは分子を直接観察して、それらの電子機能を明らかにしてきました。また、5 nm以下のギャップ長を有しかつサブナノメートル単位でギャップ長が制御されたナノギャップ電極を作製する無電解メッキ法を確立し、このナノギャップ電極とナノ粒子を用いて、単電子トランジスタの論理回路動作の実証を行ないました。現在、分子・ナノ粒子とナノギャップ電極を用いて、室温で動作する単電子トランジスタ・分子デバイスを構築し、回路動作の実証に向けた研究を展開しています。

Bottom-up electronics enables us to fabricate chemically assembled single-electron devices and molecular devices with high sub-nm precision by dipping a sample into solutions. We have established the electroless plating process for nanogap electrodes with 5 nm or less gap separation at sub-nm scale precision. We have demonstrated the Coulomb blockade phenomena on a gold nanoparticle at room temperature by scanning tunneling microscopy (STM) and scanning tunneling spectroscopy (STS). By using these nanogap electrodes and the nanoparticle, we have demonstrated the exclusive or (XOR) operation on the double side-gate single-electron transistors. Our goal is to demonstrate the solid-state single-electron devices and molecular devices operations at room temperature by utilizing the chemical assembling of nanoparticles, functional molecules, and electroless plated nanogap electrodes.



ボトムアップ手法により組み上げた単電子トランジスタとクーロンダイヤモンド特性

Chemically assembled single-electron transistor and Coulomb diamond characteristic.



常温単分子メモリ

Room temperature single-molecule memory



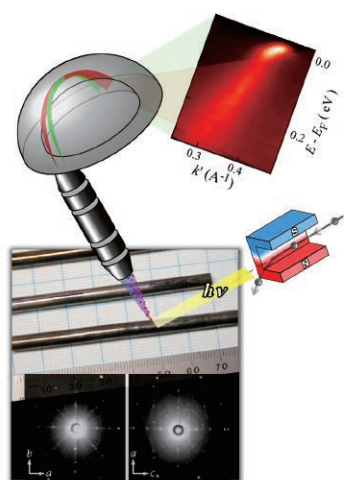
准教授
笹川 崇男

Assoc. Prof. Takao Sasagawa

セラミックスの超機能に迫る Explorations into Super-functions in Ceramic Materials

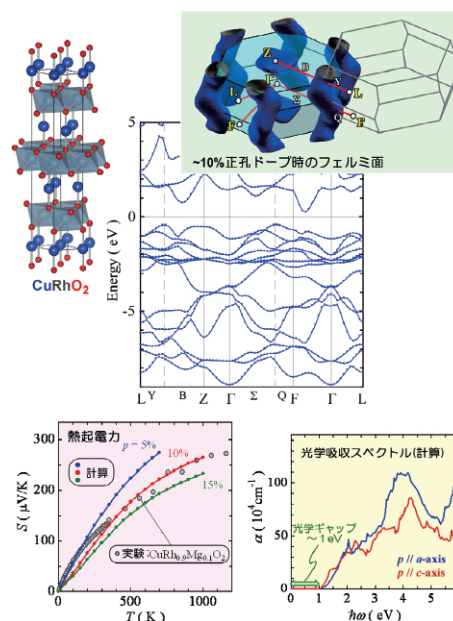
層状銅酸化物の高温超伝導体に代表されるようなセラミックスの持つ超機能を、理解すること、操ること、そして創成することを目指して研究を行っている。当研究室の誇る武器の第一は、精密組成制御した試料や高品質大型単結晶の合成技術である。研究テーマの提案、試料提供や実際の物性測定までと、幅広い形で国内外との共同研究を推進中である。武器の第二は、物性をミクロに支配するエレクトロンやフォノン、マグノンの運動状態を、角度分解光電子分光法や非弾性X線散乱法などの先端量子計測を利用して直接観察する技術である。そして、これら実験結果の理解や、新物質・新物性の探索・設計に、計算機を用いたナノシミュレーション（第一原理計算）を活用しているのが第三の武器である。作り、測り、考え・予測するという物質科学研究の醍醐味の全てに、これらの武器を駆使して挑戦している。

Our goal is to understand, to utilize, and to create “super functions” in ceramic materials (e.g., high- T_c superconductivity in layered copper oxides). For these ends, we are extending our expertise to full aspects of approaches in materials science; (1) syntheses: preparations of samples with precisely controlled compositions/non-stoichiometry, and growth of large high-quality single-crystals, (2) measurements: state-of-the-art techniques of quantum observations such as electronic states by angle-resolved photoemission spectroscopy and phonon states by inelastic x-ray scattering, and (3) theoretical analyses/predictions: nano-simulations based on first principles calculations.



フローティング・ゾーン法で単結晶を合成し、軌道放射光を利用した角度分解光電子分光実験により、電子の運動方向と運動エネルギーの関係を直接に観察。

Growth of high-quality large single crystals of ceramic materials by a FZ technique, followed by direct observations of their electronic structures using ARPES.



廃熱発電（熱電変換）材料候補であるCuRhO₂について、電子構造や熱起電力、光学吸収スペクトルを第一原理計算でナノシミュレーションした結果。

Nano-simulations of electronic properties (band dispersion, Fermi-surface, thermoelectric power, optical spectra, etc.) of ceramic materials by means of first principles calculations.

セラミックス機能客員研究部門

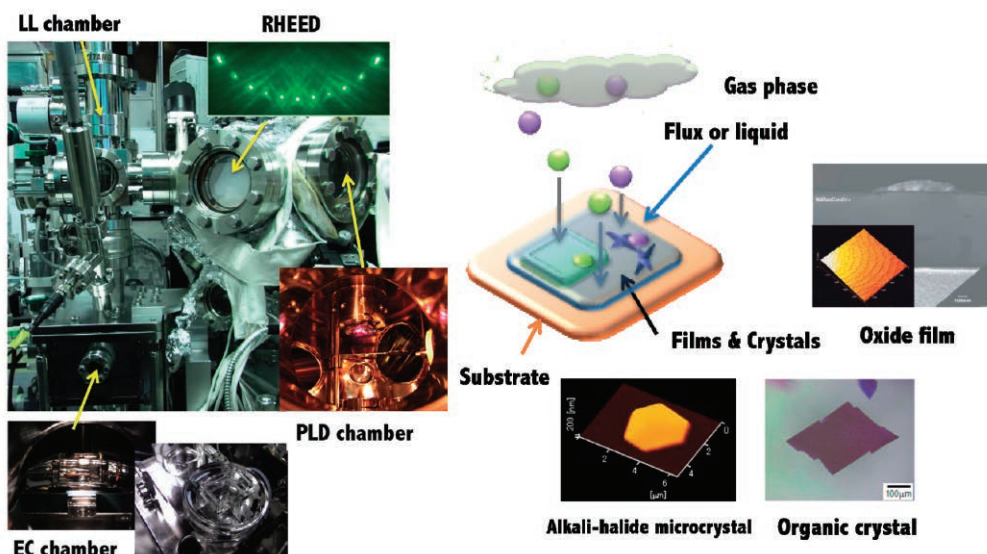


東北大学教授
松本祐司
Prof. Yuji Matsumoto

固液界面の真空工学と革新的材料プロセスの創成 Vacuum Science & Technology of Solid-Liquid Interfaces for Innovative Material Processing

超高真空をベースとする種々の薄膜堆積、表面界面評価技術を駆使し、固体の表面・界面だけでなく、固体と液体からなる固液界面をも研究対象とした“固液界面真空工学”という新たな研究分野を提唱し、革新的な材料プロセスの創成を目指している。これまでに、高温・真空下で安定化させた酸化物融液を介した酸化物単結晶薄膜のフラックスエピタキシー、赤外レーザを用いたイオン液体の真空蒸着法、およびイオン液体を介したアルカリハライド、有機単結晶の真空製膜法の開発などに成功している。また、電気化学と真空プロセスとを融合させた材料界面の新しいin situ評価技術の開発にも取り組んでいる。

We have proposed a new concept of “vacuum science & technology of solid-liquid interfaces”, based on ultra-high vacuum techniques for thin film deposition and surface/interface characterization, and thereby aiming at innovative material processing. The representative results are as follows: Flux-mediated epitaxy of perfect single crystal oxide thin films, Development of IR-laser deposition of ionic liquids and ionic liquid-assisted vacuum deposition of alkali-halide and organic thin films. A recent ongoing project is to develop vacuum electrochemistry for in situ interface characterization of oxide and organic thin films.



PLD-電気化学複合システム

In situ PLD-EC system for precise surface/interface characterizations of oxide semiconductors

液体を介した真空蒸着プロセス

Schematic of Liquid-assisted vacuum deposition for high-quality oxide, alkali-halide and organic crystal and thin films



教授

東 正樹

Prof. Masaki Azuma



助教

北條 元

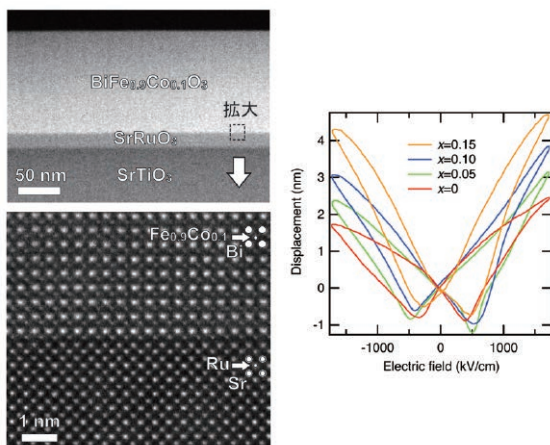
Assist. Prof. Hajime Hojo

新しい機能性酸化物の開拓と機能発現機構の解明

Discovery of new functional oxides and clarification of the origin of the function

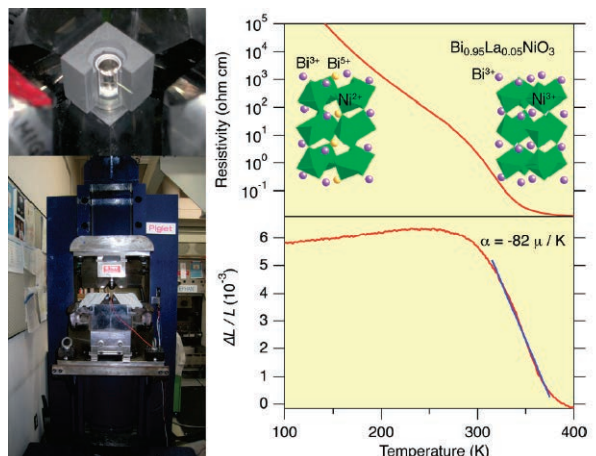
遷移金属酸化物は磁性、強誘電性、超伝導性など様々な有用な機能を示します。我々はダイヤモンド合成に使われる高圧合成法や、単結晶基盤をテンプレートとした薄膜法、水熱合成法などの手段を駆使して、強磁性と強誘電性が共存する材料、環境に有害な鉛を排した圧電体、加熱によって縮む負の熱膨張材料などの、新しい機能性酸化物を開拓しています。また、スピンの配列や蜂の巣状に並んだ低次元反強磁性体の基底状態にも興味を持っています。こうした性質は、結晶構造と深く結びついています。温度や圧力の変化によって機能が発現する際の、わずかな結晶構造変化を放射光X線や中性子線を用いて検知し、機能の発現メカニズムを解明します。こうして得られた情報からさらに新しい材料を設計、合成するというサイクルで研究を展開しています。

Transition metal oxides exhibit various useful functions such as magnetism, ferroelectricity and superconductivity. We realize new functional oxides such as ferromagnetic ferroelectrics, lead-free piezoelectrics and negative thermal expansion materials by means of state-of-art synthesis techniques like high-pressure synthesis used for diamond synthesis, thin-film fabrication on single crystalline substrates and hydrothermal synthesis. We are also interested in low dimensional antiferromagnets where spins form special lattices such as ladder and honeycomb. Above mentioned functions are closely related to their crystal structures. 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.



非鉛圧電材料BiFe_{1-x}Co_xO₃薄膜の走査透過電子顕微鏡像 (x=0.10)と圧電カーブ。Coの置換量を増やすに従い、圧電性が増大します。

Scanning transmission electron microscope image and displacement-electric field (d - E) curves of BiFe_{1-x}Co_xO₃ thin films. The piezoelectric constant d_{33} estimated from the slope of the d - E curve increases as the content of Co increases.



加熱によってBiとNiの間で電荷移動が起こるBi_{0.95}La_{0.05}NiO₃。Ni²⁺からNi³⁺への酸化に伴い、金属化と、既存材料の3倍もの負の熱膨張を示します。

Bi_{0.95}La_{0.05}NiO₃ which shows a charge transfer between Bi and Ni on heating.

Metallization and negative thermal expansion three times as large as the existing material takes place reflecting the oxidation from Ni²⁺ to Ni³⁺

KAWAJI LAB



教授
川路 均
Prof. Hitoshi Kawaji

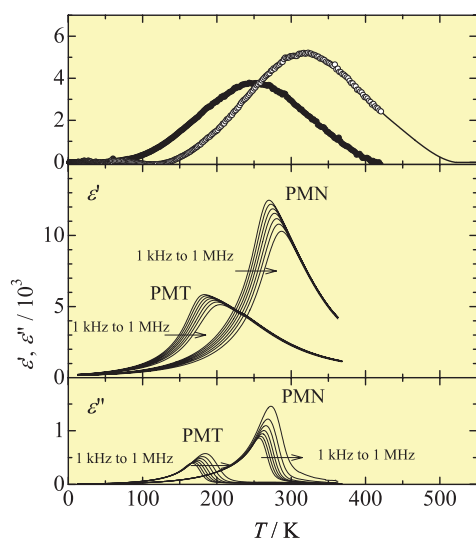


特任助教
内田敦子
Assist. Prof. Atsuko Uchida

材料の機能性を相転移で制御する Elucidation of phase transitions and function of materials

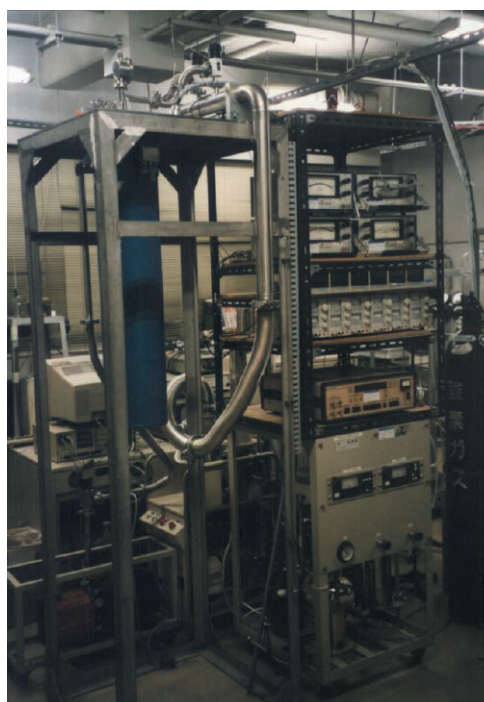
材料の機能性発現には相転移現象が深く関与することから、種類の物質における相転移機構の解明とその制御が必要である。本研究室では、種類の物質の相転移機構を個別に理解することに加えて、不純物、結晶粒界、有限の粒子サイズなどの結晶の不完全性やナノ構造が相転移挙動におよぼす影響について統一的に理解することを目的としている。具体的には、フラストレートした磁性体の磁気相転移あるいは磁性への不純物導入の効果、強誘電体の逐次相転移現象あるいは分子性結晶の誘解相転移への結晶粒子サイズ効果などについて調べている。この成果をもとにナノ構造制御による相転移の制御の可能性について検討している。

The elucidation of the mechanism of phase transitions in various kinds of materials is required as the phase transition affects the functionality of the material. We are especially trying to understand the effect of crystal imperfection to the phase transition behavior. The effects of impurities to the magnetic phase transition and the magnetism in frustrated spin systems, the limited particle size effects to ferroelectric substance and molecular crystals, and the pinning effects in incommensurate phase transitions are studied. The possibility to control the phase transition behavior by nano-structure controlling is examined.



リラクサーにおける強誘電ナノドメインの生成による過剰熱容量と誘電率

Excess heat capacity and dielectric constant anomaly due to the formation of polar nano region in relaxors



熱容量測定装置
High precision adiabatic calorimeter

SASAKI

放射光X線で電子・磁気状態をみる

Behavior of Electrons and Synchrotron X-Rays



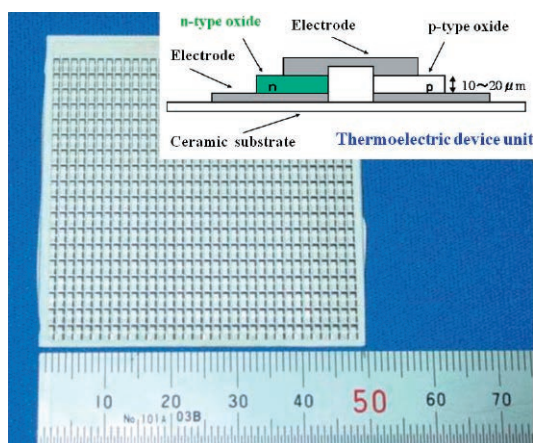
教授
佐々木聡
Prof. Satoshi Sasaki



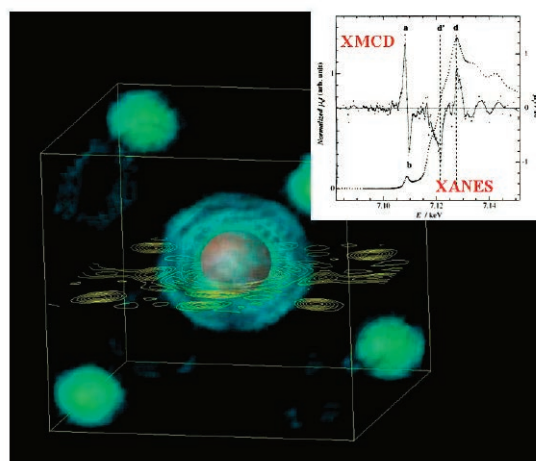
助教
奥部真樹
Assist. Prof. Maki Okube

物質の電氣的性質や磁氣的性質は、原子や分子の構造に左右される。半導体や超伝導体などのハイテク材料には、その機能がなぜ発現するのか不明なものも多く、結晶構造や電子状態との関係が盛んに研究されている。本研究室では、放射光や中性子を利用して、物質のミクロなレベルでの構造や電子状態を研究し、マクロな世界で起こっている物理化学現象や機能の発現を調べている。最近の研究には、共鳴散乱による磁性酸化物の価数揺動や電荷秩序型相転移の研究、メソスコピック領域での結晶物性の研究、フェライトや高温超伝導体での電子状態の研究、電子配列の第一原理分子動力学法や線形反応法によるシミュレーション、X線磁気吸収や共鳴磁気散乱による酸化物の磁性研究などがある。

Our study is central to understanding the behavior of electrons in the crystalline solid and examining the relationship between the crystal structure and physical property in materials. In addition to our laboratory's facilities, we have been instrumental in developing BL-6C beamline at the Photon Factory. Our approach is to study the electronic and magnetic states in oxide materials, magnetic structures through the magnetic resonant scattering, theoretical electronic structures through the first-principles calculations, crystal structures with charge ordering and fluctuation, new methodologies for utilizing synchrotron X-rays and neutrons, new materials for cutting-edge thermoelectric devices, and the earth and space materials under extreme conditions.



セラミックス熱電変換素子（612対）を印刷した熱電モジュール
Integrated-circuit module of oxide thermoelectric devices by imprinting on the ceramic substrate.



Niフェライト中のFeの磁気円二色性と理論電子分布
Theoretical electron-density distribution of Fe_3O_4 and X-ray magnetic circular dichroism of NiFe_2O_4 .

NAKAMURA

凝縮系物質の超高速計測とコヒーレント制御

Ultrafast Dynamics and Coherent Control in Condensed Matter

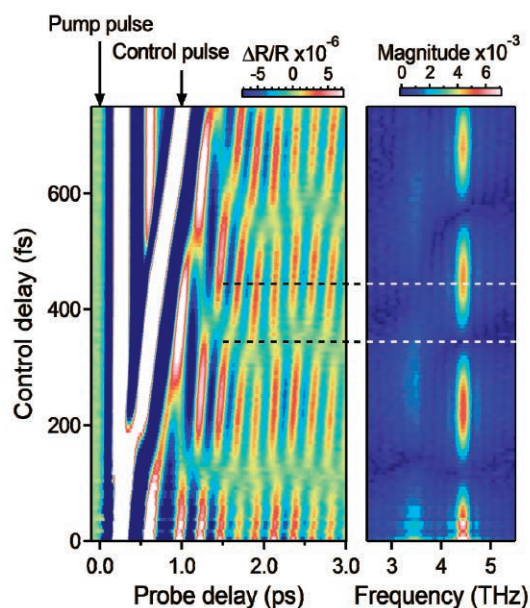


准教授
中村一隆

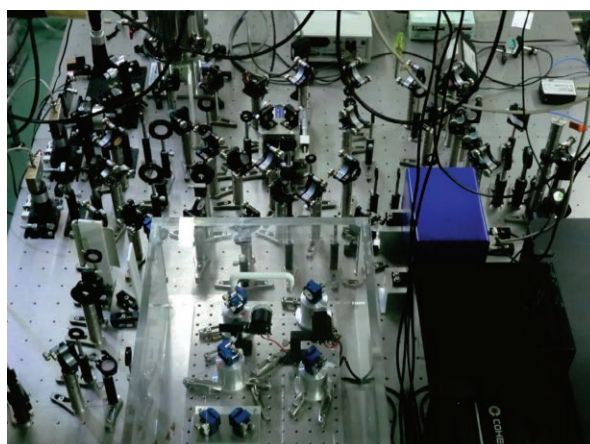
Assoc. Prof. Kazutaka Nakamura

物質の物理的性質を支配する電子、フォノンおよび素励起のダイナミクスはナノ秒以下の短い時間スケールの現象である。我々は超高速の時間分解分光やX線回折法を用いて、ピコ秒・フェムト秒時間スケールでのキャリア・スピン・フォノンおよび準粒子の超高速ダイナミクスの研究を行っている。特に、半導体・超伝導体・強誘電体におけるフォノンの巨視的量子状態（コヒーレント状態やスクイズド状態）の研究を行っている。さらに、精緻に制御したフェムト秒パルスを用いることで巨視的量子状態のコヒーレント制御を行うとともに、量子デコヒーレンスや量子古典境界に関する研究も行っている。

Dynamics of electrons, phonons, and elementary excitations, which dominate physical properties of materials, occur within a short time scale faster than nanoseconds. We have been investigating ultrafast dynamics of carriers, spins, phonons, and other quasi-particles in picosecond and femtosecond time scales using ultrafast time-resolved spectroscopy and X-ray diffraction. Macroscopic quantum states of phonons such as coherent and squeezed states have been extensively studied on semiconductors, superconductors, and ferroelectric materials. We also perform a coherent control of quantum states in condensed matter to optically control physical properties using precisely controlled femtosecond laser pulses and study the quantum decoherence.



YBa₂Cu₃O_{7-d}のコヒーレントフォノン制御
Optical control of coherent phonons in YBa₂Cu₃O_{7-d}



フェムト秒時間分解分光装置
Femtosecond time-resolved optical measurement system

MATSUSHITA



准教授
松下伸広
Assoc. Prof. Nobuhiro Matsushita



特任講師
勝又健一
Lecturer Ken-ichi Katsumata

セラミックスのプロセス・構造・機能の相関を探る

Advanced Solution Processes for Functional Ceramics

セラミックス材料には磁気特性、誘電特性、発光特性あるいは触媒活性などの優れた機能性を有するものが多くありますが、作製には1000℃以上の高温焼結など、エネルギー的に非効率で環境負荷の大きなプロセスが多く、これが原因で材料の応用展開にさまざまな制約が生じています。

本研究室ではソフト溶液プロセスと呼ぶ化学的方法により、機能性セラミックス微粒子・薄膜・パターンニングを低温形成し、それらのデバイス応用を進めています。

2014年現在、主な研究テーマとして次のものがあります。

- 1) インクジェット、スピンスプレー、高周波誘導加熱等の新規溶液成膜プロセスの開発 (図1 (a) (b))
- 2) 低環境負荷溶液プロセスによる透明導電性酸化薄膜、高周波用フェライト膜の形成 (図1 (c) (d))
- 3) 水熱電気化学法による金属ガラス表面の生体活性化とインプラント応用
- 4) 磁性／蛍光ナノ粒子の合成とバイオメディカル応用 (図2)

There are functional ceramics which can exhibit very attractive properties such as magnetic, dielectric, luminescent, and (photo)catalytic ones. Most of these functional ceramics are prepared by high temperature process causing a large environmental load and that restrict their chances for the applications. Our group is investigating a development of a novel low temperature process named "Soft Solution Process," to fabricate various functional ceramic films, powders and patterning, and to realize their practical applications.

The representative research topics are listed below;

- 1) Development of novel solution processes, such as ink-jet, spin-spray, and high-frequency induction heating. (Fig.1 (a)(b))
- 2) Solution-processed transparent conductive ZnO film and highly resistive ferrite film for high frequency application. (Fig.1 (c)(d))
- 3) Fabrication of bioactive ceramic layer on bulk metallic glass surface by Electrical- Hydrothermal method and application for implant materials.
- 4) Functional nano particles having magnetic and fluorescent properties and their biomedical applications.(Fig.2)

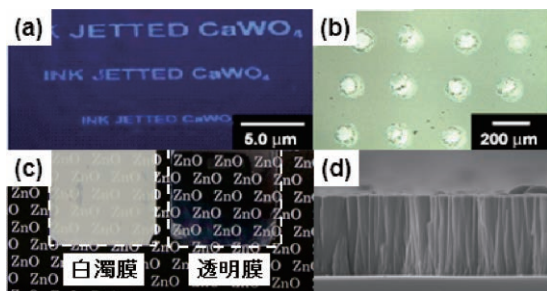


図1 溶液プロセスにより形成した各種機能性材料
(a) CaWO₄インクジェットパターン、(b) ZnOドットパターン、(c) 透明導電性ZnO膜、(d) フェライトめっき膜

Fig.1 Functional ceramics fabricated by solution process: (a) CaWO₄ Inkjet pattern, (b) ZnO dot pattern, (c) Transparent conductive ZnO film, (d) Ferrite film.

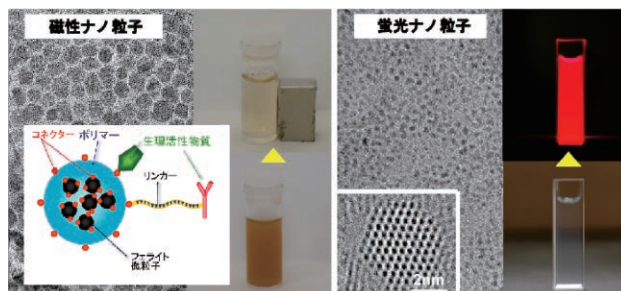


図2 バイオ磁性ビーズ用の磁性ナノ粒子と蛍光ナノ粒子

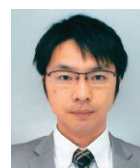
Fig.2 Nano-particles having magnetic and fluorescent properties applicable for bio beads.

KASAI LAB



教授
笠井和彦

Prof. Kazuhiko Kasai



助教
松田和浩

Assist. Prof. Kazuhiro Matsuda

制振・免震構造の研究

Study on Passively-controlled Building and Base-isolated Building

地震は建物に運動エネルギーを与え、そのため建物の振動・被害が生じる。制振構造は、このエネルギーをダンパーにより消散し、建物の揺れを極端に減らす。左下図は、この新技術の検証のため我々が担当した、世界最大のE-Defense 震動台による実物大5階制振建物の実験である。

また、全国に2,400万戸ある戸建て住宅の半数が地震に対し問題ありと言われており、超小型ダンパーでそれらを守ることも研究している。右下図は、2階建木造住宅の一部の非制振・制振の震動台実験、および我々が開発・特許化し、現在販売されている住宅制振ユニットを示す。

他の研究課題：免震構造、鉄骨構造、地震時の近接建物の衝突。

The use of various dampers that absorb seismic energy and reduce building sway/damage is addressed. The figure below shows the full-scale specimen of a 5-story building with dampers which we tested using the world's largest shake-table at E-Defense. The new technology is also applied to houses. There are 24 million houses in Japan, and half of them are recognized to be seismically deficient. The bottom right figure shows a portion of a 2-story wooden house, and house damper units which we have developed, patented, and commercialized. Other topics are: building base-isolation, steel structure, and pounding of adjacent buildings during an earthquake.



世界最大のE-Defense震動台を用いた実物大5階制振ビルの実験（神戸地震波を入力）

Full-scale Test of 5-story Building with Dampers Using World's Largest Shake-table at E-Defense



戸建て住宅制振構造の開発と実験（坂田研と共同）

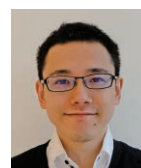
Development and Test for Wooden House with Passive Control System

KONO LAB



教授
河野 進

Prof. Susumu (Sam) Kono



助教
渡邊秀和

Assist. Prof. Hidekazu Watanabe

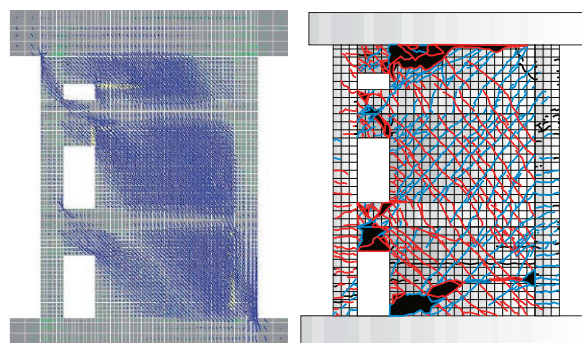
安いで安全なコンクリート系構造物の提案 Development of advanced seismic concrete structures

災害に強い建築構造物を提案し、安いで安全な良質の社会基盤を形成することを研究の目的とする。理論を構築することと実験で検証することを研究の両輪とし、材料特性のモデル化・新材料の開発・新構造システムの実用化など、基礎分野から実用分野まで幅広く研究活動を展開する。具体的な活動内容は、地震被害調査による設計法の問題点把握、関連する研究の文献調査、モデル試験体を用いた載荷実験、数値モデルを用いたコンピューター解析などである。建築材料として優れたコンクリート構造物の耐震性向上に重点を置きながら、社会基盤の防災性能向上に積極的に貢献する。

Prof. Kono tries to contribute to the society by making structures safe against various disturbances such as earthquakes, tsunamis and typhoons with emphasis on seismic performance of concrete buildings. His group studies the fundamental material properties, proposes advanced structural elements and components, and develops new structural systems. His research interests cover seismic assessment, seismic retrofit, performance based design, damage control system, precast and prestressed concrete, and high performance concrete. Anyone who are interested in both theory and lab works is welcome to join.



大型振動台を用いた高性能RC造建物の耐震性能確認
Shaking table test on real scale high performance RC buildings



耐震壁の耐震性能を評価するための構造実験とモデル化
Structural test and numerical modeling of walls

SATO LAB

超高層建物の耐震・耐風設計

Seismic and Wind-resistant Design of High-rise Building



准教授
佐藤大樹
Assoc. Prof. Daiki Sato

近年、南海トラフ地震に代表される海溝型や大都市直下での極大地震の発生が高い確率で予測されています。これらの地震はこれまでの設計レベルを大幅に上回るものです。さらに、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。

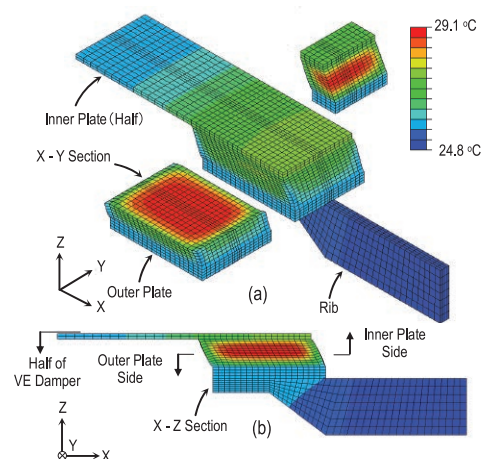
本研究室では巨大地震や台風などの強風に対して、制振構造や免震構造といった先端技術を用いた超高層建物の耐震・耐風設計手法を、実験や観測および解析的な研究を通して提案しています。さらに制振・免震用ダンパーの開発や性能評価手法の構築も行っています。

It had been pointed out that the inter-plate earthquakes cause long-period ground motions in large cities of Japan. They may have the large seismic energy which is exceeding the level of design assumptions into the high-rise buildings. In addition, we must consider not only the earthquake but also the wind-external force when the high-rise building is designed in Japan because the wind- external force increases by rising of the building height.

The design methods for the passively-controlled building and the isolated building against the huge-earthquake and the strong-wind are proposed through the experiment, observation and analytical research in this laboratory. The development of the damper for the vibration control and the performance evaluation are studied.



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



長時間加振時における粘弾性ダンパーの内部温度分布の解析結果
Temperature Distribution of Viscoelastic Damper under Long Duration Loading

SHINOHARA LAB



准教授
篠原保二

Assoc. Prof. Yasuji Shinohara

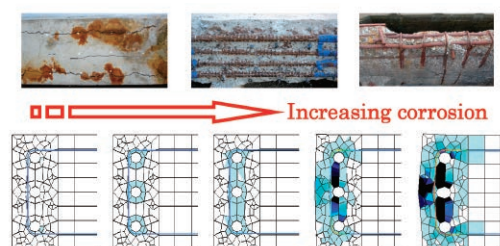
コンクリート造建物のひび割れ挙動 Crack behavior in concrete structures

鉄筋コンクリート（RC）造建物の耐震設計では、仕様設計から性能設計への移行に伴い、地震時に倒壊を防ぎ人命を保護する安全性能に関連する最大耐力の把握だけでなく、地震後の建物の損傷を把握し、その後の継続使用に対する使用性能および耐久性能に関しても定量的に評価することが必要になってきている。RC造建物では、ひび割れ幅が損傷評価の指標として扱われることが多く、損傷限界を検証する上で重要である。本研究室では、RC造建物におけるひび割れの力学的特性を詳細に検討し、使用性、耐久性および安全性の観点から、構造性能に及ぼすひび割れ挙動の影響に関する研究を実験および解析によって行っている。

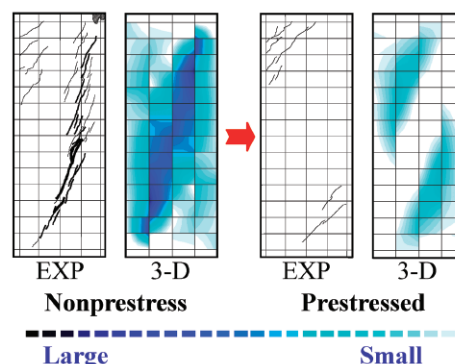
As earthquake-resistant design of reinforced concrete (RC) buildings is making the transition to performance-evaluation design from technical-specification design, it is necessary not only to gather information on maximum shear carrying capacity relevant to safe performance, but also to evaluate subsequent operating performance and durable performance for continuous use, based on the damage to a building after an earthquake. In RC buildings, crack width is treated as a measure of damage evaluation in many cases, and plays an important role in the verification of damage limits. In our laboratory, the mechanical properties of cracks in RC building have been examined in detail, and the effects of crack behaviors on the structural performance have been investigated experimentally and analytically from the viewpoint of serviceability, durability and safety.



湾岸コンクリート造建物の劣化
Deterioration of reinforced concrete buildings in bay area



鉄筋の腐食膨張によるひび割れ進展挙動
Crack behaviors caused by corrosion expansion



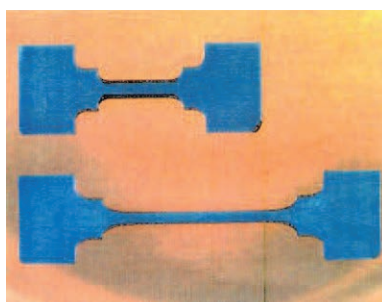
横方向プレストレスによるせん断ひび割れの抑制効果
Effect of active confinement on shear crack behaviors

セキュアマテリアル研究センター

セキュアマテリアルを目指すセラミックス構造設計 Towards an Architectural Design of Secure Materials

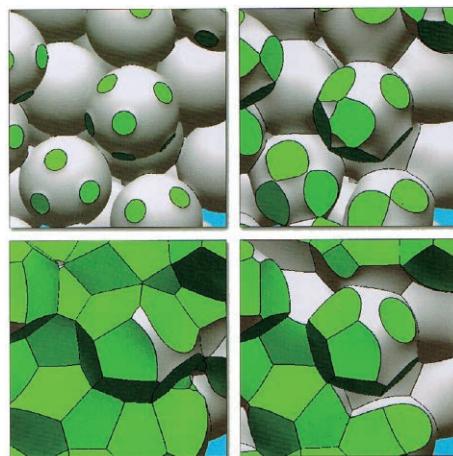
セラミックスは、硬い、化学的に安定、高温で使える、という特長があり、エネルギー、輸送、製造、建築システム等の要素技術として、多様な未来産業の基盤です。一方、本質的に脆く、巨視的強度はミクロ欠陥に支配されます。安全・安心なシステムの実現に向けた材料レベルからのアプローチとして、セラミック部材の信頼性の確保は、依然、挑戦すべき大きな課題です。脆いセラミックスに延性を付与することは未だ夢ですが、超塑性の発見はセラミックスを自由自在に変形する成形加工技術を可能にしました。セラミックスは焼結技術を原点として発展を遂げ、その特徴は部材産業であること、すなわち、部材化技術が国際競争力と付加価値の源泉です。私たちは超塑性・焼結鍛造等、力と変形を利用する高強度・高靱性部材の新たな創製技術を目指した基盤研究をしています。部材の信頼性・形状精度向上という課題に対する古典的な実験研究の限界を突き破るには、理論とシミュレーションが重要な役割を果たします。焼結プロセスをミクロ力学系という視点から解析し、不均質性制御による信頼性向上を実現するセキュア構造設計指針を示すことを目指しています。

Most ceramics are hard, chemically inert, and refractory, then, they are used for a multitude of applications, e.g., energy, transportation, production, and construction systems. On the other hand, they are brittle in nature, and their strength is limited by microscopic defects. We aim to develop technology for increased reliability of ceramics, which will be key components for realizing safe and secure systems. The ductile ceramics is still a dream, but, the finding of ceramics superplasticity brought about a unique net-shape manufacturing method for future ceramic industry. The main challenges are to provide basis for developing highly efficient superplastic forming of toughened ceramics. Furthermore, we are developing modeling and simulation technology to make more reliable ceramic components by controlling microstructural heterogeneity during sintering.



窒化ケイ素複合材料の超塑性の発見 (Nature 1990)

Finding of ceramics superplasticity in a silicon-nitride based composite (Nature 1990)



焼結プロセスの3次元シミュレーション (2006)

Sintering simulation in three dimensions (3D) (2006)



教授
若井史博
Prof. Fumihiro Wakai



准教授
赤津 隆
Assoc. Prof. Takashi Akatsu

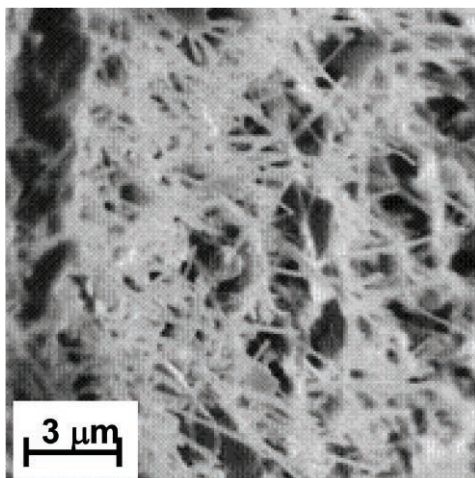


助教
篠田 豊
Assist. Prof. Yutaka Shinoda

「安全」から「安心」へ—セラミックスの破壊を科学する— Secure material innovation-Science on the fracture of ceramics-

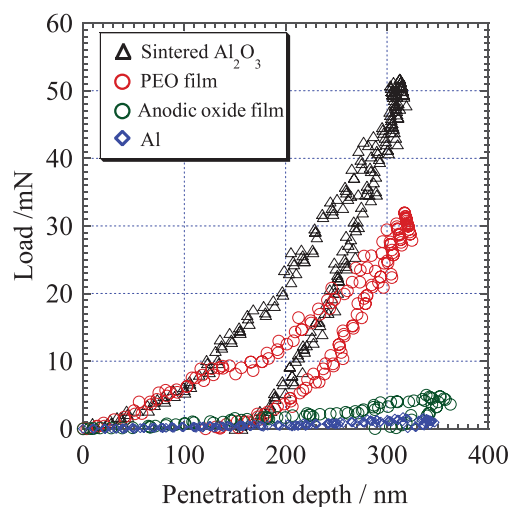
構造物セラミックスでは、単に力学特性向上を目指すような「安全」志向の研究ばかりでなく、壊れることまで視野に入れた「安心」志向の研究にも重点を置くべきである。本研究室では、不連続繊維強化複合セラミックスを研究・開発し、様々な応力環境下でのセラミックスの壊れ方制御を目指している。一方、プラズマ電解酸化法によるセラミックコーティングを研究し、セラミックスの長所（硬さ、耐摩耗性、耐腐食性、耐熱性）を活かしつつ、安心して使われるセラミックスの開発を目指している。また、ナノインデンテーション法の研究を行い、機械的特性を比較的容易に、かつ信頼性高く評価できる新しい手法の開発を目指している。

In the research and development of structural ceramics, we should take the fracture behavior and its control into consideration. In our laboratory, discontinuous fiber-reinforced ceramic composites are studied to develop secure ceramics whose fracture behavior is safely controlled under various stress conditions. On the other hand, ceramic coatings with the plasma electrolytic oxidation are also studied to develop secure ceramic coatings, by which the coated materials are safely used by taking advantage of ceramic characteristics (high hardness, high wear resistance, high corrosion resistance, high heat resistance and so on). We also study nanoindentation to develop new mechanical testing by which highly reliable mechanical properties are easily evaluated.



セラミック複合材料の破面で数多く観察されるカーボンナノファイバーの引抜け

Pulling-out of carbon nanofibers observed at the fracture surface of a ceramic composite.



ナノインデンテーション法で評価したプラズマ電解酸化アルミナ皮膜（PEO film）の硬さ（図中の赤）

Nanoindentation behavior of an alumina film fabricated with plasma electrolytic oxidation (PEO film)

YAMADA LAB



教授
山田 哲
Prof. Satoshi Yamada

建築構造物の終局耐震性能を解明する Estimation of Ultimate Earthquake Resistance of Steel Buildings

構造物の安全性を考える上で、建物がどのような性能を持っているか、そして設計で考えている被害レベルは建物の終局耐震性能の中でどの程度に位置しているのかということを正確に把握することは、極限地震下においても建物の倒壊を防ぎ人命や都市機能を守るために必要不可欠です。

山田研究室では、構成要素の現実的な履歴挙動に基づいた鋼構造多層骨組の断塑性応答解析、材料特性までを扱った鋼構造構成要素の動的破壊実験、過去の震害の評価、地盤条件を考慮した地震入力の評価といった、入力地震動から構成材料・全体システムとしての建築構造物を幅広く扱った研究を行い、極限地震下において建築構造物が発揮し得る終局耐震性能を解明すべく活動しています。

It is very important to evaluate the ultimate earthquake resistance of building structures to prevent the fatal damage on building and civil structures under earthquake. In our laboratory, to clarify the ultimate earthquake of resistance building structure, following theme is studied.

- 1) Inelastic response analysis of multi-story steel moment frames base on the realistic behavior of members.
- 2) Dynamic loading test on the full scale structural elements made by the material of the various performance.
- 3) Estimation of earthquake resistance of the moment resistant steel frames under the past fatal earthquake.



大型振動台を用いた部分架構の実大動的破壊実験
Full Scale Shaking Table Test of Beam-to-Column Connection



兵庫県南部地震における鋼構造建築の被害
(上は梁端の破断、下は厚肉柱の脆性破壊)
Brittle Fracture in steel members under Kobe Earthquake

ATOULAP

相転移を使った壊れ方機能

Functional fragmentation controlled by phase transitions



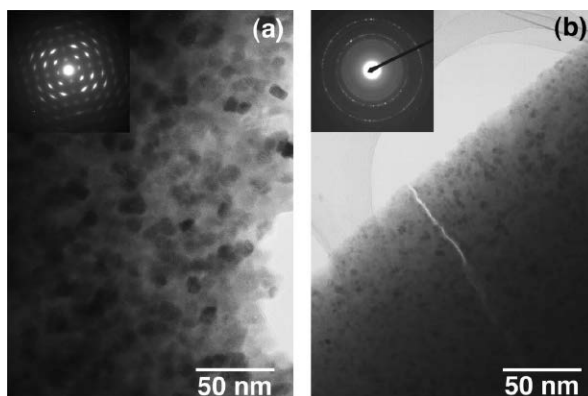
准教授
阿藤敏行
Assoc. Prof. Toshiyuki Atou

従来の構造材料開発では、より強い材料を指向してきたが、どのような材料であれ、得られる強さには限界がある。そこで、発想を転換して、材料自らが壊れることで生命を守る機能をもたせることが可能ではないか、と模索している。そのための切り口として、本分野では、“壊れ方”を新しい機能として捉え、温度や圧力によって引き起こされる相転移や化学反応を利用して、デザインされた壊れ方を持った新規構造材料を創成することを、将来的な目的としている。相転移という現象は、材料それ自身が内包するアクティブな特性であり、インテリジェントな機能を発現する可能性を秘めている。まず、基礎的な要素として、高速な衝突によって発生する衝撃波が引き起こす、構造相転移や化学反応を、ナノスケール以下の微視的な観点から研究し、これらの基礎的なデータを蓄積することにより、新しい安全な構造材料の開発へと展開させる。

Intrinsically, every material has limitation in strength even though materials researchers have devoted considerable effort to develop strong structural materials. By changing the way of thinking, we are proposing new concept, so called “functional fragmentation”, in which materials themselves fragment to save our lives. Development of new structural materials with designed fragmentation is our future goal. To realize such functionalities, phase transitions and/or chemical reactions induced by temperature or pressure should play an important role, because such phase changes can be regarded as intelligent active functionality against external conditions. As basic investigations, shock-induced phase transitions and chemical reactions are explored from microscopic level, and then application to new safe structural materials will be examined.



飛翔体を秒速4kmに加速できる二段式軽ガス銃
Two-stage light gas gun can generate a velocity up to 4 km/s.



衝撃圧縮したムライトセラミックス((a) 49 GPa(b) 65GPa)相転移に伴うムライトのナノ結晶化(a)や微細な γ -アルミナと SiO_2 ガラスへの分解反応(b)が見られる。

Shock compressed mullet ceramics indicate peculiar nano structure (a)and microscopic decomposition to alumina and silica (b).



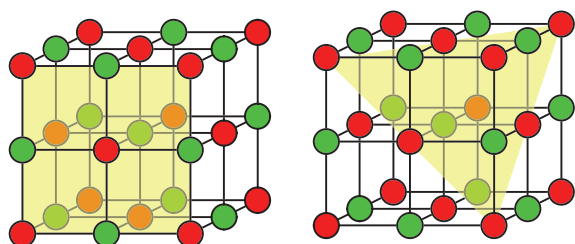
准教授
須崎友文

Assoc. Prof. Tomofumi Susaki

酸化物界面の物理: 持続可能社会のためのナノ電子材料開発 Functionalities at precisely controlled interface and surface of abundant element oxides

パルスレーザー堆積法を用いて金属酸化物の界面・表面をナノスケールで制御し、エレクトロニクス素子として、あるいは触媒としての新機能の探索を行うと同時に、新奇な人工電子状態を作り出すことを目指しています。特に、酸化マグネシウムなど、クラーク数上位元素酸化物を活用することで、資源枯渇、廃棄物による環境負荷といった社会的な制約を乗り越えてゆく材料開発を行っています。金属酸化物においては、表面・界面が劇的な効果を及ぼす例が次々と見つかり、そのような効果を能動的に利用することで、デバイス応用に有望な、あるいは基礎研究の対象として価値がある人工電子状態を探索していきます。

We are focusing on pulsed laser deposition of abundant element oxides controlled at a nanometer scale in order to (i) develop new functionalities for electronics device or catalysis application and (ii) to create novel artificial electronic states. Our recent achievements include the fabrication of atomically flat MgO(111) polar surface and tuning of the surface work function by depositing MgO(100) thin films, where the nanometer scale control in abundant element oxides plays a key role. Our dream is to induce the most striking functionality out of the materials whose bulk characteristics are the most boring.



岩塩型構造を持つ酸化マグネシウムの(100)面(左)と(111)面(右)の模式図。(111)面は同一種類の原子から形成される。
Schematic (100) (left) and (111) (right) plane in MgO. The (111) plane is either "all cation" or "all anion".



KrFエキシマレーザー1台と超高真空チャンバー2台を組み合わせた製膜システム。
Pulsed laser deposition system (one KrF excimer laser and two ultrahigh vacuum chambers)



教授
岸本喜久雄

Prof. Kikuo Kishimoto



准教授
因幡和晃

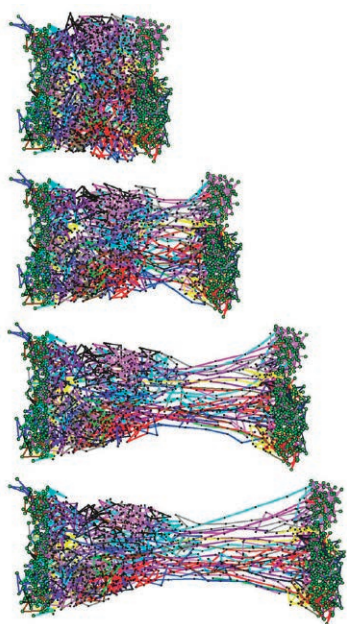
Assoc. Prof. Kazuaki Inaba

安全・安心そして快適のための材料力学

Mechanics of Materials for Safety and Security, and toward Comfort Life

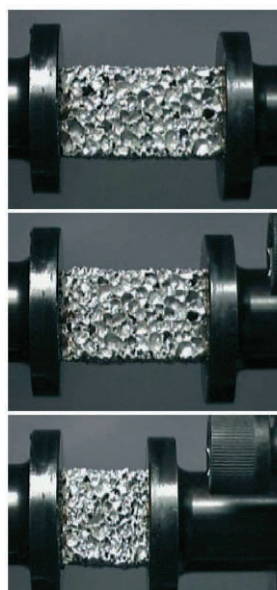
材料と構造の強度、耐久性、信頼性の確保と向上は、人類にとって永遠の課題であり、最近喧伝されている安全・安心というキーワードにも直結しています。我々の研究室では、安全・安心ひいては快適な人間生活の実現に寄与するべく、材料力学を中心とする分野で解析、シミュレーション、計測、評価の幅広い観点から研究に取り組んでいます。最近の研究テーマは、材料界面の力学的モデル化と接着・剥離強度評価法の開発、分子鎖ネットワークモデルによる高分子の変形挙動シミュレーション、弾性応力波のウェーブレット解析と超音波非破壊評価技術の高度化、逆問題解析による応力・ひずみ計測技術の高度化、電子材料・機器の信頼性の評価と向上など、極めて多岐にわたっています。

Realization and development of strong, sustainable and reliable materials and structures are everlasting subject for human beings. They are directly related to recent national issue: *anzen* and *anshin* (security and peace of mind). In order to achieve *anzen*, *anshin* and hence comfortable human life, we are working on analysis, simulation, measurement and evaluation in the fields around Mechanics of Materials. Recent research topics are widely spread as follows: mechanical modeling and evaluation of adhesion and debonding of material interfaces, simulation of polymer deformation with molecular chain model, wavelet analysis of elastic stress waves, development of ultrasonic non-destructive evaluation technique, advancement of stress/strain measurement techniques by inverse analysis, evaluation and improvement of mechanical reliabilities of electronic materials and products, and others.



分子鎖ネットワークモデルによる高分子の変形挙動シミュレーション

Deformation Behavior Simulation of Polymers with Molecular Chain Network Model



アルミニウム発泡材の圧縮変形挙動の観察

Observation of Deformation Behavior of Aluminum Foam under Compression



教授
坂井悦郎

Prof. Etsuo Sakai



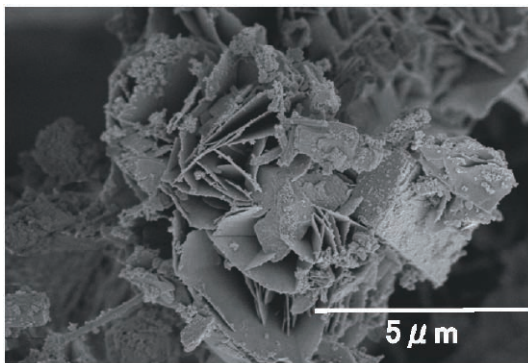
准教授
宮内雅浩

Assoc. Prof. Masahiro Miyauchi

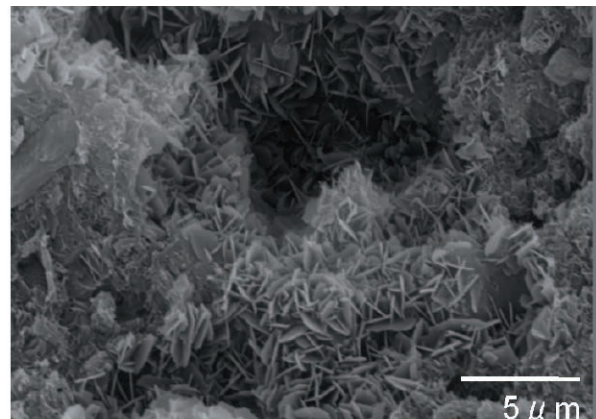
建設を化学する Construction Chemistry

セメントは水との反応によりミクロやナノサイズの生成物と空隙を生成し、機能を発揮する。反応や生成物を制御することで、高強度、急結・急硬性や膨張性など各種の機能を付与でき、流動特性の制御により合理的な施工法も可能となる。また、セメント産業には、循環型社会への貢献も要望されている。建設技術に関連した多くの問題を化学的側面から解決するため、循環型資源の有効利用、循環型資源を利用したセメントの材料設計、高機能セメントの材料設計、セメント系材料の超長期耐久性、高分子系分散剤による無機粒子の分散・凝集、濃厚系サスペンションの流動特性、無機-有機複合体、水熱反応による建材や調湿材の合成などに取り組んでいる。

We work on the following themes to solve a lot of problems related to the construction technology from a chemical side. We cover studies of basic research for developments of cement based new materials, new application methods of cement based materials, long-term durability of cement based materials, composite of polymer and inorganic materials, hydrothermal synthesis of building materials, rheology of concentrated suspensions, dispersion mechanisms of polymer dispersants. We also cover studies of fundamental research for the use of industrial waste products in cement raw materials and cement concrete mineral admixtures.



セメントを数秒で固化させる $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ガラス- CaSO_4 系の水和生成物
($2\{[\text{Ca}_2\text{Al}(\text{OH})_6](\text{SO}_4)_{1/2}(\text{H}_2\text{O})_3\}$)
Reaction products in $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ Glass- CaSO_4 systems



150°C の低温下での水熱合成に成功したバモライト
($[\text{Ca}_4(\text{Si}_3\text{O}_9\text{H})_2]\text{Ca} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
Low temperature hydrothermal synthesis of Tobermorite by using of g- Ca_2SiO_4



准教授
松石 聡

Assoc. Prof. Satoru Matsuishi



准教授
多田 朋史

Assoc. Prof. Tomofumi Tada



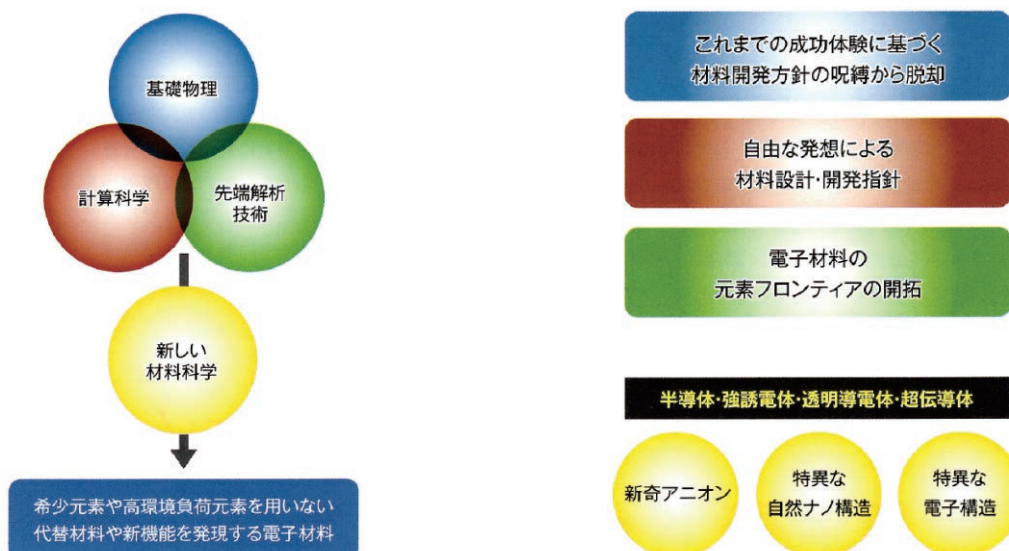
准教授
北野 政明

Assoc. Prof. Masaaki Kitano

多存元素を用いた電子材料の創出 Creation of novel electronic materials utilizing abundant elements

地球上に存在する限られた資源を有効活用し、持続可能な社会を構築することは、21世紀の人類の大きな課題の一つである。元素戦略研究センターでは、幅広い分野に新しい材料科学を構築することを目的としており、基礎物理・計算科学・先端解析技術の協働により新規な電子材料（半導体、透明電極、伝導体、誘電体、触媒等）を生みだし、希少元素や環境負荷の高い元素を用いない代替材料や新機能を発現する電子材料を開発します。

It is one of the most important subjects for human-beings in the 21th century to make an effective use of the limited resources of the Earth and build a sustainable society. Materials research center for element strategy (MCES) aims at establishing new design concept for materials science in a wide range of fields. For example, we are trying to create novel electronic materials (semiconductor, transparent electrode, conductor, dielectric materials, catalyst, and so on) through collaboration between fundamental physics, computational science, and leading-edge analysis technique and propose alternative and new technologies in which rare elements and non-ecofriendly elements are not used.



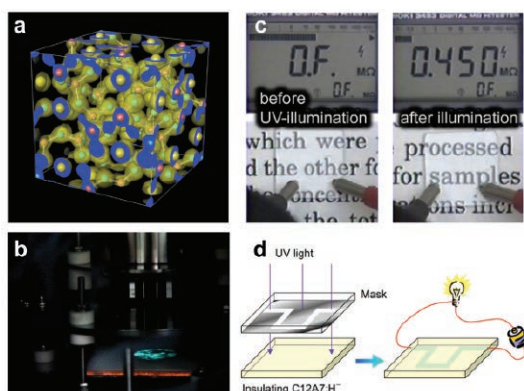
九州大学教授
林 克郎

Prof. Katsuro Hayashi

化学活性種を操る耐火セラミックス Refractory ceramics handling active chemical species

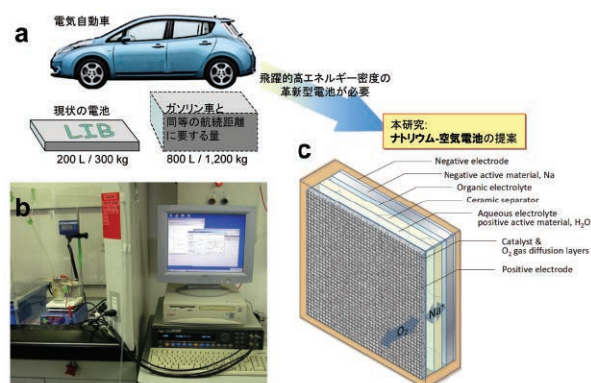
熱的・化学的耐久性というセラミックスが持つ本質的な特徴を、機能性発現に転化させる。例えば、ナノポーラス構造を持つ $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7)の籠状格子中に高温還元熱処理によって水素化物イオン(H^-)を安定化させ、光照射によって軽金属酸化物では初めとなる電子導電体に転化できることを見出した。また、真空中で自己加熱により白熱させたジルコニアセラミックスが、高い反応性を持つ原子状酸素を純粋かつ高密度に放出できて、効率的な酸素ラジカル源となる事を示した。さらに、高速 Na^+ イオン伝導体をセパレータとした高エネルギー密度を特徴とする新概念の金属-空気電池の開発を行っている。

Thermal and chemical disabilities, which are essential properties of ceramics, will be utilized to develop new materials functions and devices. For example, hydride (H^-) ion doping in $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7) crystal with a nanoporous structure is possible by high temperature hydrogen annealing. UV light illumination converts it to a transparent electronic conductor. We also found that incandescently-heated zirconia ceramics exclusively emits reactive atomic oxygen into vacuum. This serves as an efficient oxygen radical source. New-type metal-air batteries with high energy density is developing using fast Na^+ ion conducting ceramics as a separator component.



(a) 放射光測定によって得られたC12A7のケージ構造。(b) C12A7-Ti複合陰極からの電子放出 (c) H^- イオンドーブ C12A7薄膜の紫外線照射前後の変化 (d) 目に見えない電気回路パターンニングの概念

a) Cage structure of C12A7 measured by synchrotron radiation measurement. (b) Electron emission from C12A7-Ti composite cathode. (c) H^- ion-doped C12A7 thin films before and after UV-irradiation. (d) Concept of an invisible electronic circuit patterning.



(a) 電気自動車の航続距離の問題 (b) 電池試験 (c) Na-空気電池の概念

(a) Issue in driving range of electronic vehicles. (b) A cell test. (c) Concept of Na-air cell.

共同利用推進室

応用セラミックス研究所は、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。平成25年度は、103件の共同研究が採択され、約816名にも及ぶ研究者が来所し、活発な共同研究が行われている。なお、共同利用研究の申請は前年度の1月下旬に締め切られる。

電子メール：suishin@msl.titech.ac.jp

MSL is promoting collaborative researches with the researchers in the universities, governmental and/or industrial research organizations in Japan as well as overseas utilizing facilities and/or research data in MSL.

The collaborative researches are categorized in the following five types;「General Research」,「International Research」,「Workshop」,「International Workshop」, and「Topic-specified Research」. In 2013, 103 projects were promoted and 816 researchers participated in. The deadline of application for the collaborative researches is at the end of January, every year.



Section of Technical Staffs

技術室

研究支援と装置製作

技術室では東工大技術部精密工作技術センター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。



The section of technical staffs supports research activities conducted in MSL, technically in collaboration with Precision and Manufacturing Center of TIT. The section staffs mainly assist developing and manufacturing experimental and test equipment. Also they support collecting sample measured with equipment for collaborative researches as well as maintenance management of the equipment.



Five minutes walk from Suzukakedai Station of Tokyu Denentoshi-Line.



**東京工業大学
応用セラミックス研究所**

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

**Materials and Structures Laboratory
Tokyo Institute of Technology**

Nagatsuda 4259 R3-28, Midori, Yokohama 226-8503, Japan
Phone +81-45-924-5968, Fax +81-45-924-5978
<http://www.msl.titech.ac.jp>

