



全国共同利用

2010

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

Kiyoshi Okada



応用セラミックス研究所は セラミックス及び建築材料研究で世界をリードし 全国共同利用機関として学産官の連携を 強力に推進します

As a core research institute for materials in focused on advanced Ceramics and architectures, Materials and Structures Laboratory Promotes tight collaboration with academics, industries, and public Research sectors worldwide.



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。

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ています。原子・電子のレベルの研究から、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。また、人間社会の安全・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ています。

研究者による学術的な価値観の視点だけでなく、安全・安心な社会構築の視点に立った価値観から見ても評価され得る材料研究を指向するために、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、2006年4月から活動を開始しています。この他、建築材料や免震・制振構造などの大型構造物について研究する学内共通施設の建築物理研究センターを研究所の教員が中心となって運営しています。ここでは、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、関東大震災直後に創設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、素業研究所における「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70年以上の歴史とともに強固に受け継いでいるものです。本年度は国立大学が法人化され、その第2期6年の中期目標・計画および新制度による共同利用・共同研究拠点活動の初年度にあたります。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が、時代の変化に対して常に先端研究を進めて行くよう研究所一丸となって努力していく所存ですので、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22年4月

所長 岡田 清

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.

MSL-affiliated researchers are engaged in world-class studies of advanced ceramics, including superfunctional oxides for electronic, photonic and magnetic applications, new high-temperature superconductive iron-based materials and sustainable environmental catalysts 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.

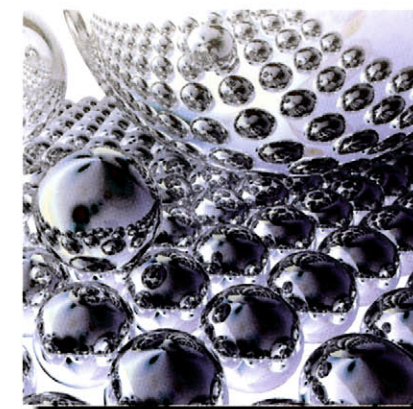
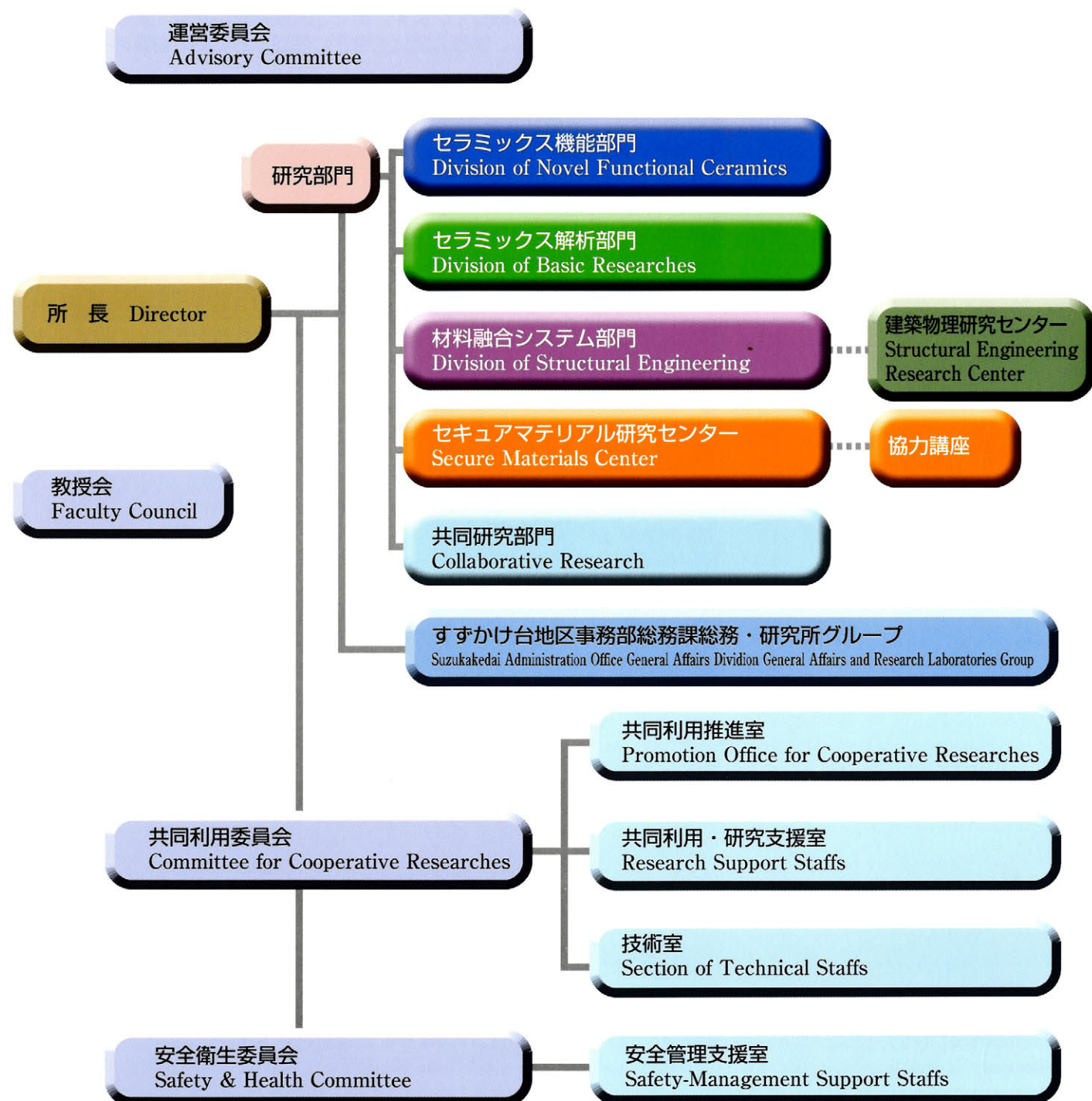
The Secure Materials Center (SMC) was established on April 1, 2006, as an affiliated research center with a lifespan of ten years. SMC promotes materials research from the point of view of its sociological effects, to promote the safety and security of human society as well as setting academic criteria. The Structural Engineering Research Center (SERC), which is an affiliate 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 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. This year marks the starting of the six years of the 2nd Mid-Term Objectives and Plan, set up after the change from a national university to a national university corporation. This brought about great changes in the circumstances of the research laboratories attached to the various national universities. However, 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 2010
Director Kiyoshi Okada

組織

Organization



沿革

History

- 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

研究所職員

Directory of the Laboratory(2010年4月1日現在)

所 長				Director
教 授	岡田 清	Kiyoshi OKADA	045-924-5301	okada@msl.titech.ac.jp
所 員				Faculty Members
セラミックス機能部門				Division of Novel Functional Ceramics
教 授	細野 秀雄	Hideo HOSONO	045-924-5359	hosono@msl.titech.ac.jp
教 授	伊藤 満	Mitsuru ITOH	045-924-5354	Mitsuru_Itoh@msl.titech.ac.jp
教 授	原 亨和	Michikazu HARA	045-924-5311	mhara@msl.titech.ac.jp
教 授	真島 豊	Yutaka MAJIMA	045-924-5309	majima@msl.titech.ac.jp
准教授	神谷 利夫	Toshio KAMIYA	045-924-5357	tkamiya@msl.titech.ac.jp
准教授	笹川 崇男	Takao SASAGAWA	045-924-5366	sasagawa@msl.titech.ac.jp
准教授	谷山 智康	Tomoyasu TANIYAMA	045-924-5632	taniyama@msl.titech.ac.jp
准教授	松本 祐司	Yuji MATSUMOTO	045-924-5314	matsumoto@oxide.msl.titech.ac.jp
助 教	松石 聡	Satoru MATSUISHI	045-924-5128	satoru@lucid.msl.titech.ac.jp
助 教	谷口 博基	Hiroki TANIGUCHI	045-924-5626	mmb@msl.titech.ac.jp
助 教	中島 清隆	Kiyotaka NAKAJIMA	045-924-5381	k-nakajima@msl.titech.ac.jp
助 教	東 康男	Yasuo AZUMA	045-924-5376	azuma@msl.titech.ac.jp
特任助教	北野 政明	Masaaki KITANO	045-924-5381	kitano@msl.titech.ac.jp
特任助教	岡林 則夫	Norio OKABAYASHI	045-924-5376	norio@msl.titech.ac.jp
セラミックス解析部門				Division of Basic Researches
教 授	佐々木 聡	Satoshi SASAKI	045-924-5308	Satoshi_Sasaki@msl.titech.ac.jp
准教授	中村 一隆	Kazutaka NAKAMURA	045-924-5397	nakamura.k.ai@m.titech.ac.jp
准教授	川路 均	Hitoshi KAWAJI	045-924-5313	kawaji@msl.titech.ac.jp
准教授	松下 伸広	Nobuhiro MATSUSHITA	045-924-5310	matsushita@msl.titech.ac.jp
助 教	奥部 真樹	Maki OKUBE	045-924-5383	makisan@lipro.msl.titech.ac.jp
材料融合システム部門				Division of Structural Engineering
教 授	和田 章	Akira WADA	045-924-5352	wada@serc.titech.ac.jp
教 授	田中 享二	Kyoji TANAKA	045-924-5329	tanaka@serc.titech.ac.jp
教 授	笠井 和彦	Kazuhiko KASAI	045-924-5512	kasai@serc.titech.ac.jp
教 授	岡田 清	Kiyoshi OKADA	045-924-5323	okada@msl.titech.ac.jp
准教授	安部 武雄	Takeo ABE	045-924-5305	abe@serc.titech.ac.jp
准教授	篠原 保二	Yasuji SHINOHARA	045-924-5326	yshinoha@serc.titech.ac.jp
准教授	坂田 弘安	Hiroyasu SAKATA	045-924-5395	hsakata@serc.titech.ac.jp
准教授	山田 哲	Satoshi YAMADA	045-924-5330	naniwa@serc.titech.ac.jp
助 教	吉敷 祥一	Shoichi KISHIKI	045-924-5352	kishiki@serc.titech.ac.jp
助 教	松田 和浩	Kazuhiro MATSUDA	045-924-5512	matsuda@serc.titech.ac.jp
特任助教	勝又 健一	Kenichi KATUMATA	045-924-5369	katsumata.k.ab@m.titech.ac.jp
セキュアマテリアル研究センター				Secure materials Center
教 授	林 静雄	Shizuo HAYASHI	045-924-5338	hayashi@serc.titech.ac.jp
教 授	若井 史博	Fumihiko WAKAI	045-924-5361	wakai@msl.titech.ac.jp
准教授	赤津 隆	Takashi AKATSU	045-924-5336	Takashi_Akatsu@msl.titech.ac.jp
准教授	阿藤 敏行	Toshiyuki ATOU	045-924-5393	atou@msl.titech.ac.jp
准教授	須崎 友文	Tomofumi SUSAKI	045-924-5360	susaki@msl.titech.ac.jp
准教授	林 克郎	Katsuro HAYASHI	045-924-5337	k-hayashi@lucid.msl.titech.ac.jp
助 教	篠田 豊	Yutaka SHINODA	045-924-5335	shinoda@msl.titech.ac.jp
助 教	日比野 陽	Yo HIBINO	045-924-5338	hibino.y.ab@m.titech.ac.jp

協力講座		Adjunct Faculty Members (Dually Appointed)			
セメント化学協力研究部門	教 授	坂井 悦郎	Etsuo SAKAI		
衝撃破壊力学協力研究部門	教 授	岸本喜久雄	Kikuo KISHIMOTO		
共同研究部門		Collaborative Research			
特任教授	伊藤 節郎	Seturo ITOU	045-924-5343	sitol@msl.titech.ac.jp	
特任助教	李 江	Jiang Li	045-924-5368	j-li@lucid.msl.titech.ac.jp	
客員教員		Visiting Faculty Members			
客 員 教 授	黒木 和彦	Kazuhiko KUROKI			
客 員 教 授	瀬戸山 亨	Tooru SETOYAMA			
客員准教授	松本 由香	Yuka MASTUMOTO			
客 員 教 授	高見 則雄	Norio TAKAMI			
客 員 教 授	平岡 俊郎	Toshiro HIRAOKA			
客 員 教 授	橋田 浩	Hiroshi HASHIDA			
客 員 教 授	木林 長仁	Masahito KIBAYASHI			
客 員 教 授	片山 雅英	Masahide KATAYAMA			
客 員 教 授	濱本 卓司	Takuji HAMAMOTO			
事務室		Administrative Office Staffs		代表suzu.osera@jim.titech.ac.jp	
研究所グループ長	浅見 清	Kiyoshi ASAMI	045-924-5966	kasami@jim.titech.ac.jp	
研究所グループ	森 るり子	Ruriko MORI	045-924-5966	rurmori@jim.titech.ac.jp	
研究所グループ	柴山 直子	Naoko SHIBAYAMA	045-924-5967	nshibayama@jim.titech.ac.jp	
非常勤研究員		Research Fellows			
劉 靈芝	Liu Lingzhi				
松崎 功佑	Yusuke MASTUZAKI				
庄 将志	Masahi SHOU				
戸田 喜丈	Yoshitake TODA				
谷口 貴章	Takaaki TANISHIGE				
崔 瑶	Cui Yao				
蒲 武川	Pu Wuchuan				
Thathan Sivakumar					
BUN, Kimngun					
KADIROVA, Zhukra C.					
Luis De Los SantosValladares					

セラミックス機能部門

Division of Novel Functional Ceramics

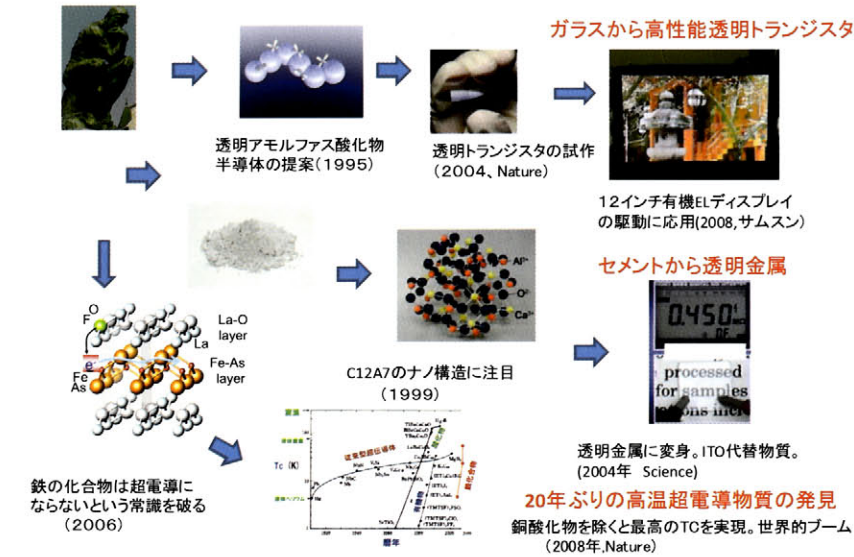
ありふれた材料から最先端機能材料を創る

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しました。

教授：細野秀雄
准教授：神谷利夫
助教：松石 聡

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 electroconductive 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.

Professor: Hideo Hosono
Assoc. Prof.: Toshio Kamiya
Assist. Prof.: Satoru Matsuishi



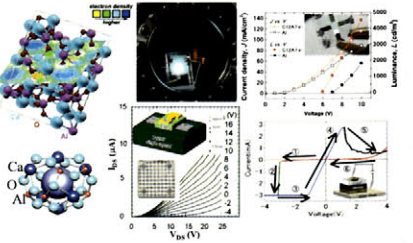
伝統的な酸化物から最先端機能材料へ

細野・神谷研究室

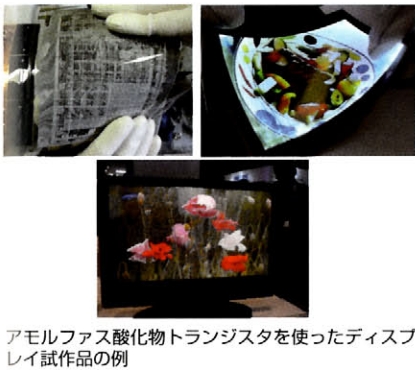
酸化物新材料による最先端電子デバイス開発

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。

教授：細野秀雄
准教授：神谷利夫
助教：松石 聡



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



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

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.

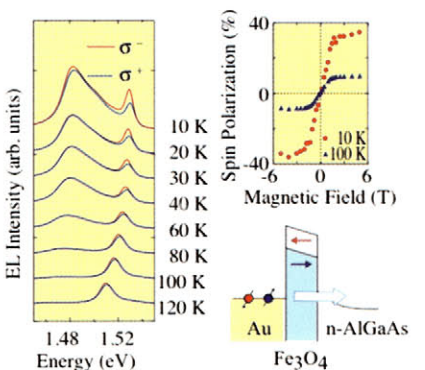
Professor: Hideo Hosono
Assoc. Prof.: Toshio Kamiya
Assist. Prof.: Satoru Matsuishi

細野・神谷研究室

微小領域でスピンを操る - スピントロニクス

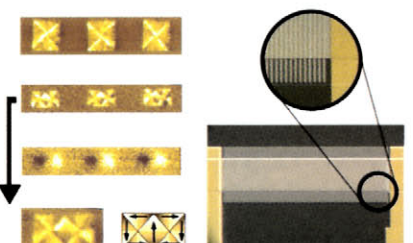
ナノメートルからマイクロメートル程度の微小な領域に潜むスピン物理現象の基礎的理解に基づき、スピン注入、スピン検出、スピン操作といったスピントロニクスにおける基本3要素技術の確立と新規スピンデバイスの提案を目指して研究を推進している。特に、磁性体/半導体ヘテロ構造における光学的スピン励起、円偏光発光等の光学的手法を用いたスピン注入、スピン検出の研究や磁性体/強誘電体ヘテロ界面を利用した電圧駆動磁区構造制御の研究に注力している。これらのスピントロニクス研究は、ナノ磁性物理が本質的に重要な役割を果たし、結果としてエレクトロニクスにおける広範な新規デバイスのデザインを可能にするとして多に期待されている。

教授：伊藤 満
准教授：谷山智康
助教：谷口博基



フェリ磁性体から半導体へのスピン注入と円偏光発光

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

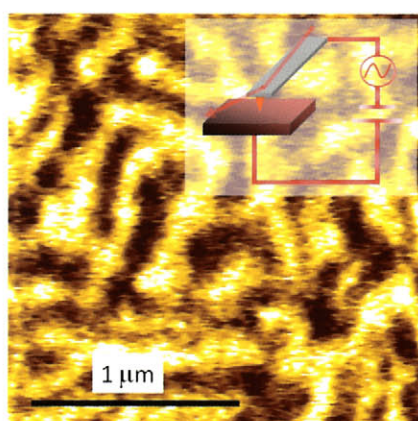
Professor: Mitsuru Itoh
Assist. Prof.: Tomoyasu Taniyama
Assist. Prof.: Hiroki Taniguchi

伊藤(満)・谷山研究室

酸化物の新機能を探索する

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。

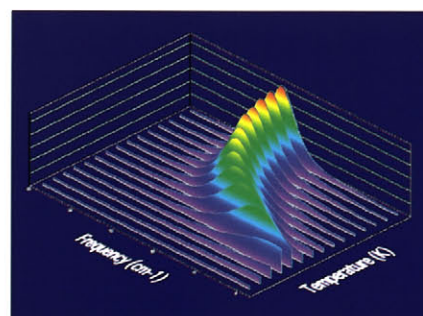
教授：伊藤 満
准教授：谷山智康
助教：谷口博基



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

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.

Professor: Mitsuru Itoh
Assoc. Prof.: Tomoyasu Taniyama
Assist. Prof.: Hiroki Taniguchi



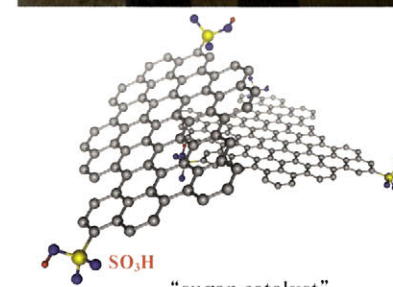
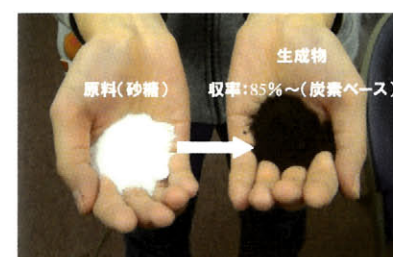
量子ゆらぎと拮抗するペロブスカイト型酸化物の強誘電振動モードの完全ソフト化の様子 ($\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$)
新物質合成を通して実験的に初めて確認することに成功 (2006)

伊藤(満)・谷山研究室

これからのグリーンテクノロジーを支える材料の創生

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な不可欠です。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—1 nm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。

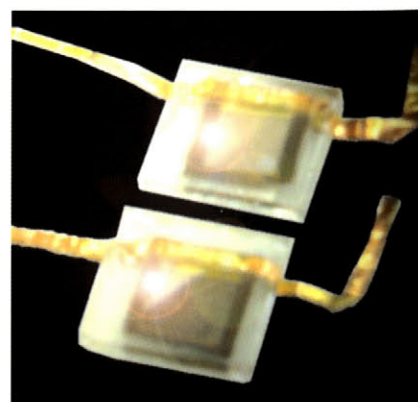
教授：原 亨和
助教：中島清隆
特任助教：北野政明



“sugar catalyst”
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

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.

Professor: Michikazu Hara
Assist. Prof.: Kiyotaka Nakajima
Assist. Prof.: Masaaki Kitano

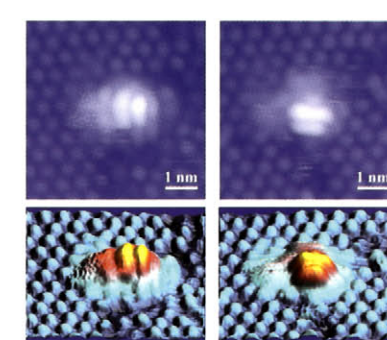


新型n型半導体をベースにした大面積を安価にカバーできる太陽電池

ナノ粒子・分子を組み上げてボトムアップエレクトロニクスを実現する

ビーカーに浸すだけでナノスケールの構造を精密に制御し単電子デバイスや分子デバイスを構築するボトムアップエレクトロニクスが注目されています。単電子・分子デバイスをボトムアップ手法で構築すると、トンネル過程を分子構造で制御することができます。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。真島研では、溶液系におけるボトムアップ手法と超高真空における走査型トンネル顕微鏡という全く異なる素子構造における研究をトンネル過程によりつなげ、ボトムアップエレクトロニクスを実現します。

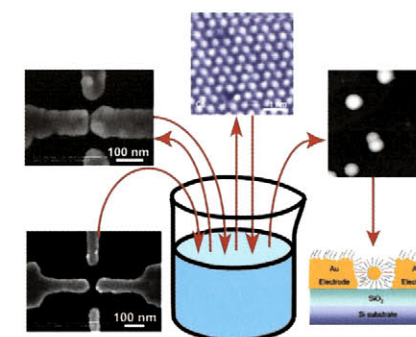
教授：真島 豊
助教：東 康男
特任助教：岡林則夫



金属内包フラーレンの分子スイッチ機能（分子分解能STM像）

Bottom-up electronics enables us to fabricate single-electron devices and molecular devices with high sub-nm precision by simply dipping a sample into a beaker. To establish these devices, we control the tunneling probability between nanogap electrodes and the Coulomb island of a nanoparticle or a functional molecule by selecting a suitable molecular structure. Both molecular-resolution images and the electrical properties of the Coulomb island have been obtained by scanning tunneling microscopy (STM) and scanning tunneling spectroscopy (STS), respectively. We have also demonstrated Coulomb blockade phenomena of a Au nanoparticle and a functional molecule by molecular-resolution STM and STS, and introduce established the bottom-up processes toward the realization of solid-state single-electron devices and molecular devices by utilizing the results obtained by STM and STS.

Professor: Yutaka Majima
Assist. Prof.: Yasuo Azuma
Assist. Prof.: Norio Okabayashi



“Bottom-up electronics”
ビーカーに浸すだけでナノスケールデバイスを構築する

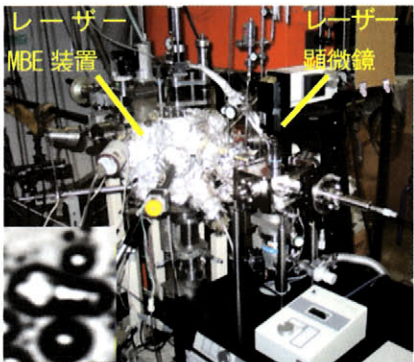
原研究室

真島研究室

セラミックス表面・界面のナノエンジニアリング

今や半導体薄膜技術にも匹敵するレーザー分子線エビタキシー法（Laser MBE法）に新薬開発ですでに市民権を得ているコンビナトリアル薄膜合成、真空下で液相プロセスを融合させたフラックスエビタキシー、超平坦酸化基板など最先端のもの作り技術と走査型トンネル顕微鏡、放射光光電子分光、レーザー顕微鏡などの表面・界面分析技術を駆使し、様々な酸化物薄膜の表面・界面、ナノ構造、およびそれらの物性機能を探索している。これにより、酸化物をベースとした薄膜成長や触媒作用などの薄膜／表面・界面現象を原子レベルで明らかにするとともに、電子・情報・環境技術のための、新機能・材料開発を目指す。

准教授：松本祐司



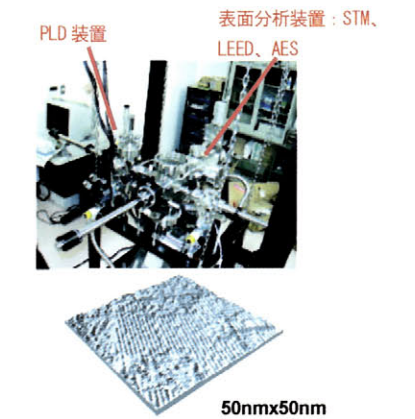
10 μm
フラックスエビタキシー-レーザー顕微鏡複合装置：セラミックスの固液界面を利用した真空薄膜製造装置挿入図：BiOxの液滴のその場レーザー顕微鏡観察

Studies on super functional oxide nano materials and devices as well as new material processing in vacuum utilizing ceramics solid-liquid interface are going on in this laboratory. Laser molecular beam epitaxy (MBE) for high-quality oxide thin films and surface analyses with STM/AFM, LEED/AES and XPS for their characterizations are the key technologies in our laboratory. Currently, our effort is focused on such topics as follows.

- 1) Laser MBE growth of oxide films: Flux-mediated epitaxy for real oxide single crystal films
- 2) Field effect chemical devices: oxide electronics and photocatalysis in TiO₂-based wide-gap oxides.
- 3) Surface chemistry of transition metal oxides: exploration of new low dimensional nano structures and properties of ceramics.

Assoc. Prof.: Yuji Matsumoto

松本研究室

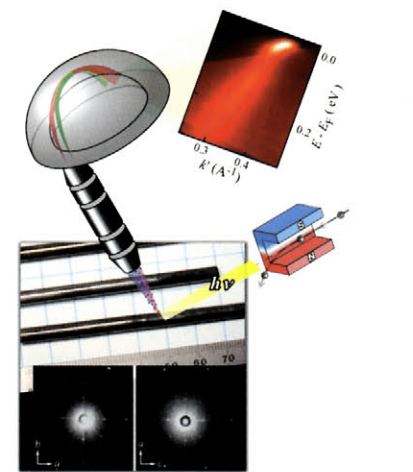


コンビナトリアルPLD表面解析複合装置：パルスレーザー堆積とSTMやLEED、AES分光装置とのin situシステムと二酸化チタンアナターゼ薄膜表面の原子分解能STM像

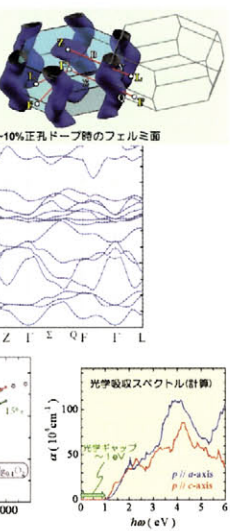
セラミックスの超機能に迫る

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。

准教授：笹川崇男



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



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

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.

Assoc. Prof.: Takao Sasagawa

笹川研究室

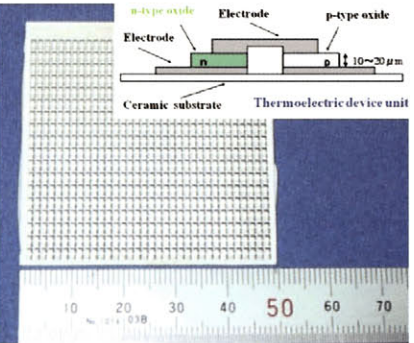
セラミックス解析部門

Division of Basic Researches

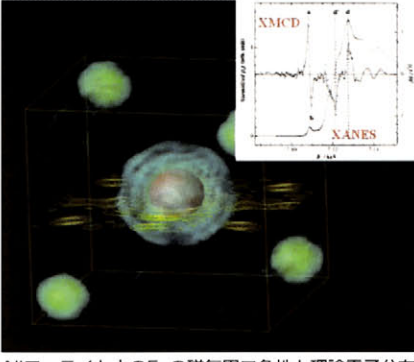
放射光X線で電子・磁気状態をみる

物質の電気的性質や磁気的性質は、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動揺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。

教授：佐々木聡
助教：奥田真樹



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



Niフェライト中のFeの磁気円二色性と理論電子分布

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.

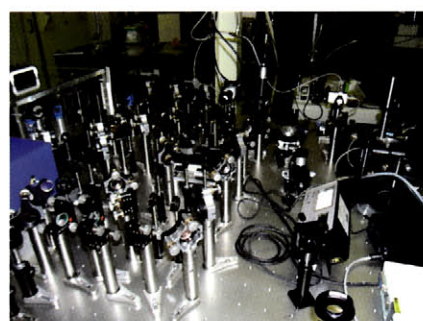
Professor: Satoshi Sasaki
Assist. Prof.: Maki Okube

佐々木研究室

凝縮系物質の超高速計測とコヒーレント制御

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なっている。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ーズド状態）の研究を行なっている。さらに、精緻に制御したフェムト秒レーザー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なうとともに、量子デコヒーレンスや古典量子境界に関する研究も行なっている。

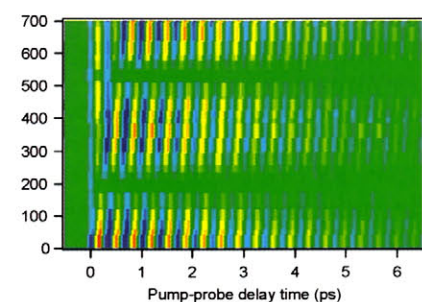
准教授：中村一隆



フェムト秒時間分解光学計測装置

Dynamics of electrons, phonons and elementary excitations, which dominate physical properties of materials, occurs within a short time scale faster than nanoseconds. We investigate ultrafast dynamics of carriers, spins, phonons and other quasi-particles in picosecond and femtosecond time scales using ultrafast time-resolved optical 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 a condensed matter to optically control physical properties using precisely controlled femtosecond laser pulses and study the quantum decoherence.

Assoc. Prof.: Kazutaka Nakamura



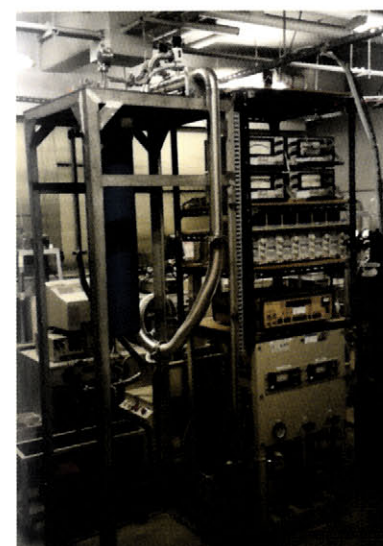
ビスマスのコヒーレントフォノンの制御

中村研究室

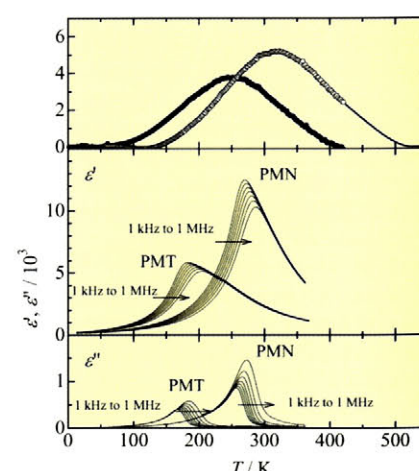
材料の機能性を相転移で制御する

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、種々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、種々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。

准教授：川路 均



熱容量測定装置



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

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.

Assoc. Prof.: Hitoshi Kawaji

川路研究室

磁性セラミックスのプロセス・構造・物性の相関を探る

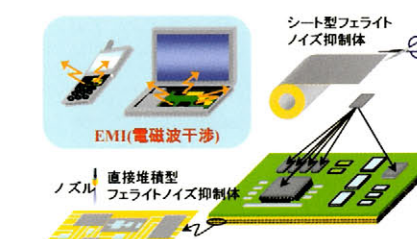
セラミックス材料には磁気特性、誘電特性、発光特性あるいは触媒活性などの優れた機能性を有するものが多くありますが、作製には1000℃以上の高温焼結などの、エネルギー的に非効率で環境負荷の大きなプロセスが多く、これが原因で材料の応用展開にさまざまな制約が生じています。

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・パターンニングの低温形成し、それらのデバイス応用を進めています。

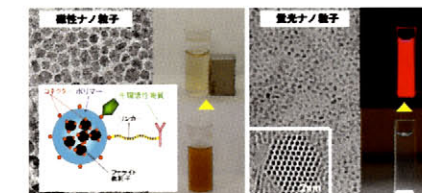
2010年現在、主な研究テーマとして次のものがあります。

- 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拓
- 2) フェライト膜・パターンニングの低温形成と高周波磁気応用 (図1)
- 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/発光ナノ粒子の合成とバイオメディカル応用 (図2)

准教授：松下伸広



フェライト膜のノイズ抑制体への応用



バイオ磁性ビーズ用の磁性ナノ粒子と蛍光ナノ粒子

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.
- 2) Ferrite films and patterning applicable for conducted noise suppressors in GHz range.
- 3) Fabrication of bioactive ceramic layer on bulk metallic glass surface by Electrochemical Hydrothermal method and application for implant materials.
- 4) Functional nano particles having magnetic and fluorescent properties and their biomedical applications.

Assoc. Prof.: Nobuhiro Matsushita

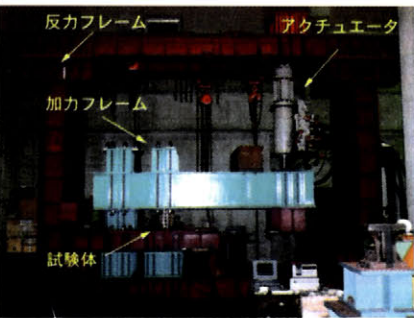
松下研究室

損傷制御による耐震構造

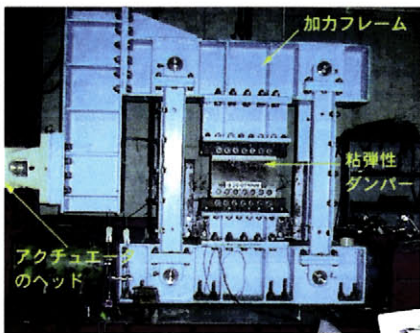
大きな地震災害が都市を襲うことの怖さがはっきりしてきた。

ノースリッジ地震、兵庫県南部地震を受けて、これらの地震時の現象がはっきりしてきたため、損傷制御による建物の設計が非常に増えてきている。過去を振り返って反省すると、新しい技術、構造法が定着していく時、例えば鉄筋コンクリート構造は剛的であるからS耐震的であり、鉄骨構造は靱性が高く耐震的であると言うように過信が生じ、その後の大きな被害を呼んでいることがある。耐震構造についても、同じことがあってはならない。ここでは、過大な地震動入力を受ける耐震構造の主体構造は、限定される塑性変形までに止め、地震により生じる主な損傷を特殊な部材に集中させる耐震設計法に関する研究を行っている。

教授：和田 章
助 教：吉敷祥一



梁端部の動的繰返し載荷実験



粘弾性ダンパーの動的繰返し載荷実験

Lessons learned from the Northridge earthquake in the US 1994 and Hyogoken-Nanbu earthquake in Japan 1995 told us the great importance of damage controlled seismic design for the civil and building structures. The objectives of our research are that, 1) to develop the methodology of damage controlled seismic design for building structures; 2) to develop various effective devices of passive energy dissipation systems, such as hysteretic dampers, viscoelastic dampers, etc.; 3) to develop intelligent dynamic analysis systems for damage controlled seismic structures. Our researchers are based on the theory derivation, computer analysis, and experiments.

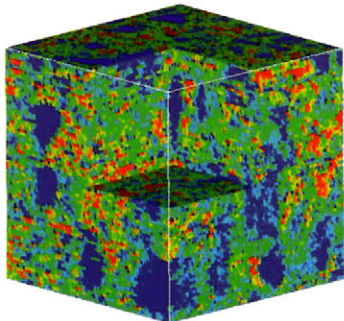
Professor: Akira Wada
Assist. Prof.: Shoichi Kishiki

和田研究室

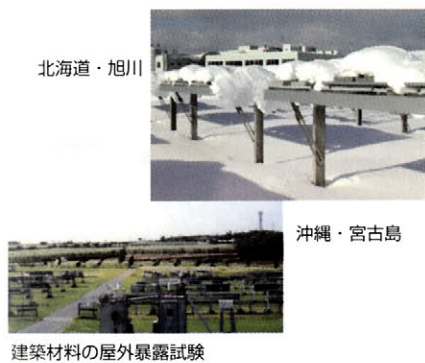
耐久的な建物を考える

建設物は長い間に劣化し、性能が低下する。これには気象が強く関与する。そのため建設物の耐久性を評価するには、気象負荷と劣化の関係を正しく理解する必要がある。当研究室では、その劣化機構の解明と評価方法の開発に取り組んでいる。また、我が国は、高温多湿で降水量の多い風土であり、建設物や部材に水分を入れないことが耐久性向上の要諦である。そのための防雨、防水工法についても研究課題としている。さらに建設材料としてコンクリートが多用されるが、その物性の解明は耐久的建設物を作り上げるために不可欠であり、その観点からのセメントペーストの細孔構造、コンクリートの透過性、中性化問題に取り組んでいる。

教授：田中享二



ガリウム圧入法による
コンクリートの次元空隙分布像



建築材料の屋外暴露試験

The properties and long-term performance of materials and components for building structures and envelopes are mainly investigated here. As they are closely related to weather, we focus, in particular, on deterioration of performance of them by weather and how to evaluate their deterioration.

Durability of concrete, which occupies a significant part of substance of buildings, directly affects their life. We also study the properties of concrete relating to durability such as pore structure of cement paste, permeability of concrete, and carbonation of it.

Professor: Kyoji Tanaka

田中研究室

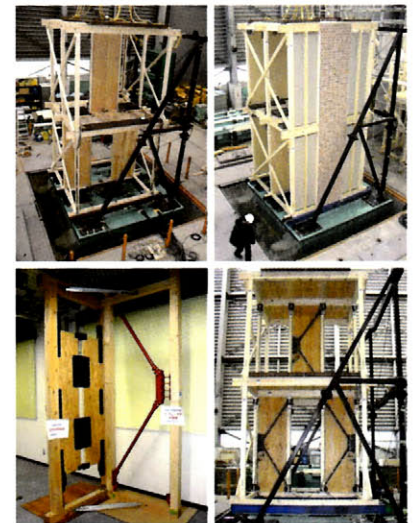
制振・免震構造の研究

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。右図は、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。

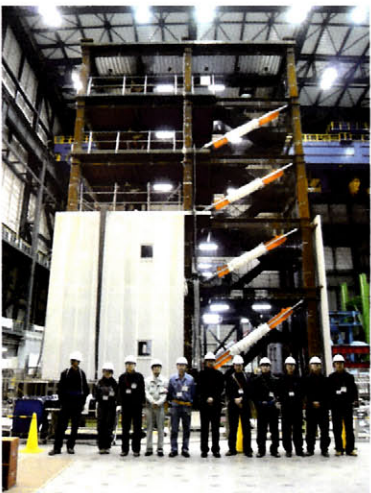
また、全国に2,400万戸ある戸建て住宅の半数が地震に対し問題ありと言われており、超小型ダンパーでそれらを守ることも研究している。下図は、2階建木造住宅の一部の非制振・制振の震動台実験、および我々が開発・特許化し、現在販売されている住宅制振ユニットを示す。

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。

教授：笠井和彦
助 教：松田和浩



戸建て住宅制振構造の開発と実験



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）

The use of various dampers that absorb seismic energy and reduce building sway/damage is addressed. The above figure 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 left 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.

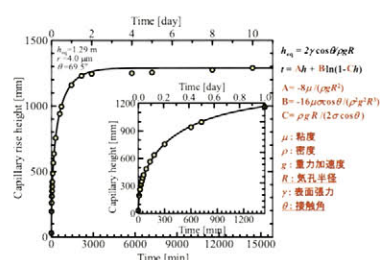
Professor: Kazuhiko Kasai
Assist. Prof.: Kazuhiro Matsuda

笠井研究室

水を利用したセラミックス省エネルギー材料

セラミックスには様々な大きさの“孔”をもつ多孔質材料を創ることができ、細孔表面は、その孔の大きさに密接に関連した機能空間場として特異な表面反応などに利用できる。我々の研究室では、ミクロ(<2nm)、メソ(2-50nm)、マクロ(>50nm)細孔のそれぞれの特長を生かした材料応用を考えている。ミクロ細孔では“ミクロポアフィリング”現象を利用したヒートポンプ用吸着材料、メソ細孔では毛管凝縮—蒸発に見られる水蒸気の吸脱着のヒステリシスを利用した調湿材料、マクロ細孔では毛管力による自立的な揚水能力を生かしたヒートアイランド対策用蒸発冷却材料について検討している。この他、ナノシート材などの表面コーティングによる親水・疎水機能材料についても研究している。以上のように、おもに水を利用した省エネルギーに関連した機能材料を研究対象として活動している。

教授：岡田 清
特任助教：勝又健一



ロータスセラミックスの毛管力による揚水能

A wide variety of porous ceramic materials can be prepared and their different pore structures provide the special internal spaces required for reaction with various adsorbates. Our group has developed a new process for producing porous ceramics containing micropores (< 2 nm in size), mesopores (2-50 nm) or macropores (>50 nm), for various applications in which their characteristic properties are exploited. Microporous ceramics act as highly functional vapor adsorbents showing micropore filling phenomena that may make them useful as chemical heat pump materials. Mesoporous ceramics have the potential to control humidity by exploiting their capillary condensation-evaporation hysteresis properties. Macroporous ceramics have potential applications as passive cooling materials for counteracting heat island effect because of their high capillary lift ability (>1 m). In addition, ceramics with hydrophilic and hydrophobic properties can also be produced, in which various oxide nanosheets are used as surface coating materials. Thus, our main interests are in a variety of functional ceramics for water-based energy-saving technology.

Professor: Kiyoshi Okada
Assist. Prof.: Kenichi Katumata

岡田研究室

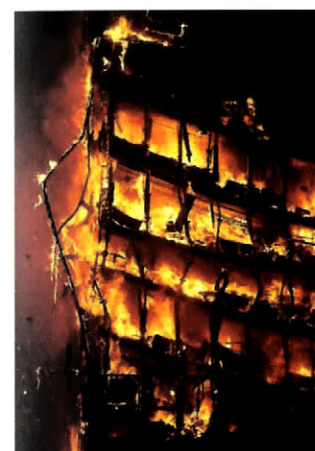
建築構造材料の高温特性を知る

火災時における建築構造骨組は、加熱による材料の劣化や熱膨張ひずみに起因する熱応力の作用により、鉄骨柱の局部座屈やコンクリート柱のせん断破壊などの損傷を受ける可能性がある。このような構造物の挙動や損傷の予測のためには、火災を対象とした温度範囲(室温~800℃)における鋼材およびコンクリート材料に関する基礎データを整備することが重要である。本分野では、力学的特性(応力・ひずみ関係、耐力、弾性係数など)に関する定量的な材料データの蓄積および温度や応力が連続的に変動する際の構成法則の確立に努めている。また、これらのデータの有用性を確認するための柱、梁、高力ボルト摩擦接合部などの部材実験および数値解析を行っている。

准教授：安部武雄



十字形断面柱写真(500℃)



マドリードの32階建て高層ビル火災(ウインドソル・ビル)【撮影:AP通信】

In a fire, it has the possibility that damage due to the deterioration of the material and the thermal stress, occurs in the framework of the structure.

To predict the behavior of the structure and its damage during a fire, it is important to make clear the mechanical properties of steel and concrete materials at high temperatures. In this Laboratory, it has been studied about the mechanical properties, especially the stress-strain relationship and creep-strain in the temperatures ranges from 20 to 800℃. In addition, in order to the verification of validity of these data, test results of structural members, such as column, beam, a high strength bolt friction joints, are compared with the numerical analysis result.

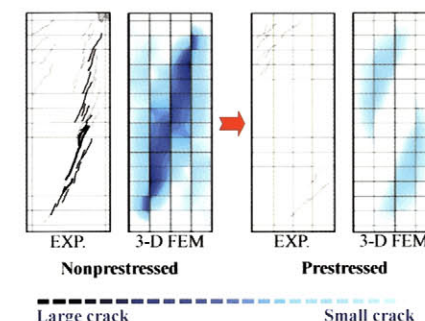
Assoc. Prof.: Takeo Abe

安部研究室

コンクリート造建物のひび割れ挙動

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。

准教授：篠原保二



横方向プレストレスによるせん断ひび割れの抑制効果

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.

Assoc. Prof.: Yasuji Shinohara



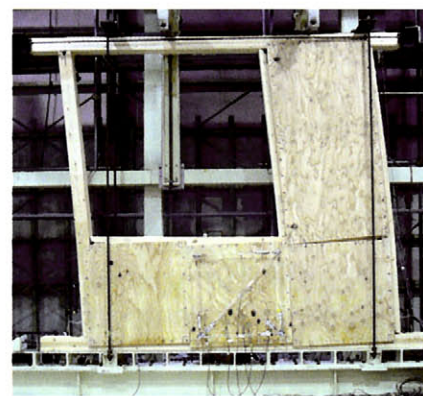
湾岸コンクリート造建物の劣化

篠原研究室

コンクリート系・木質系構造物を外乱から守る

コンクリート系構造物および木質構造物の力学的挙動の解明と安全性確保の確立を目指して、研究を行っている。最近の研究課題は、コンクリート系構造に関しては、損傷制御を実現するための工法の開発とその力学的挙動の解明、設計法の確立などである。木質系構造に関しては、有開口厚物構造合板床のせん断挙動に関する研究、変位依存型・速度依存型ダンパーを用いた木質制振壁の開発とそれを在来工法木造住宅に適用する際の設計法の確立、モーメント抵抗接合の開発と力学モデルの構築などである。

准教授：坂田弘安

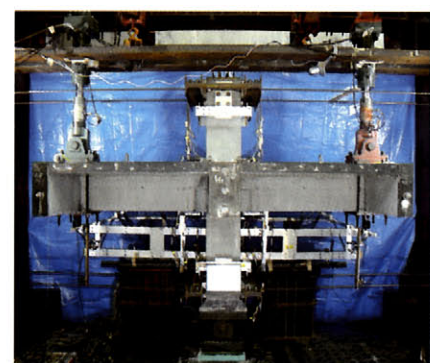


厚物構造用合板を用いた有開口床のせん断挙動に関する実験

Main research project is the solution of mechanical behavior and the establishment of safety of concrete composite structures and timber structures. Study on damage controlled Precast-Prestressed concrete structures with P/C mild-press-joint is carried out in order to clarify the mechanical behavior and to establish of design method. The research subject also includes experimental study on mechanical behavior of floor framing with opening, experimental study and establishment of design method of wooden frames with velocity-dependent dampers or deformation-dependent dampers, and experimental study on moment resisting timber structures. Estimation method of moment and rotation angle relationships of moment resisting joint is proposed.

Assoc. Prof.: Hiroyasu Sakta

坂田研究室



PC圧着関節工法を用いた床スラブ付き十字型骨組の力学的挙動に関する実験

建築構造物の終局 耐震性能を解明する

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、過去の地震の評価、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

准教授：山田 哲



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)

It is very important to evaluate the ultimate earthquake resistance of building structures to prevent the fatale damage on building and civil structures under earthquake. In our laboratory, to clarify the ultimate earthquake resistance of building structure, following theme is studied. 1) Inelastic response analysis of multi-story steel moment frames based on the realistic behavior of members. 2) Dynamic loading test on the full scale structural element made by the material of the various performance. 3) Estimation of earthquake resistance of the moment resistant steel frames under the past fatal earthquake.

Assoc. Prof.: Satoshi Yamada



大型振動台を用いた部分架構の実大動的破壊実験

山田研究室

セキュアマテリアル研究センター

Secure Materials Center

安全な建築を造ろう

本研究室では、鉄筋コンクリート造建築物を耐震性と耐久性に優れたものとするための研究を行っている。建築物が大地震に遭遇したときに、単に崩壊しないということだけではなく、どの程度の機能を保持できるのかを明らかにすることが重要であることが、1995年に発生した阪神・淡路大震災によって確認された。柱や梁、壁といった耐震要素の、地震力の大きさに応じた損傷過程を把握し、建築物全体の地震時挙動を明確にすることが重要である。また、地震や事故などで発生する爆発によって建物が2次災害を発生することもある。爆発による飛散物に対する鉄筋コンクリート造建物の耐衝撃性能を把握することも、2次災害を軽減し人命の安全を確保する上で重要である。



阪神・淡路大震災で実際に起きた柱のせん断破壊

教授：林 静雄
助教：日比野陽

This group is concerned with the basic behavior of reinforced concrete members to make the reinforced concrete building proof against the strong earthquake and durable. It has been definitely shown by Hanshin-Awaji Earthquake Disaster in 1995 that knowing the function of building remained after shock. We have to explain the behavior of the building during earthquake and the process of failure.

Strong earthquakes bring out the tremendous explosions at gasholders or powder plants. In order to protect human against those explosions, it is necessary to study the damage of a structure from them.

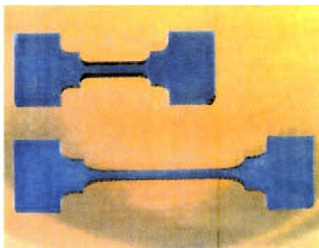
Professor: Shizuo Hayashi
Assist. Prof.: Yo Hibino

林(静)研究室

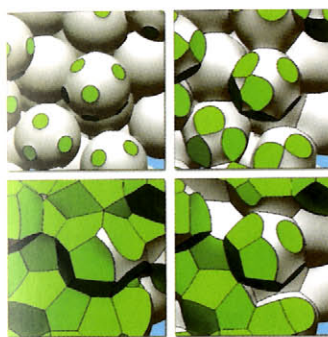
セキュアマテリアルを目指すセラミックス構造設計

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、巨視的強度はマイ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。

教授：若井史博
准教授：赤津 隆
助教：篠田 豊



窒化ケイ素複合材料の超塑性の発見 (Nature 1990)



焼結プロセスの3次元シミュレーション (2006)

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.

Professor: Fumihiro Wakai
Assoc. Prof.: Takashi Akatsu
Assist. Prof.: Yutaka Shinoda

若井・赤津研究室

We carry out research and development of safe and secure materials and fundamental technologies, responding to the demands of the times. We create part of modern culture by developing materials that link people and phenomena, which is academically and socially recognized and appreciated.

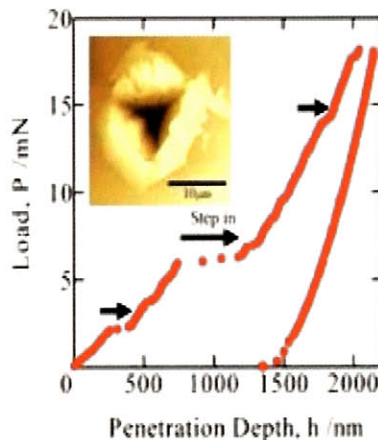


鉄筋コンクリートの安全な壊れ方機能を探索する大型衝撃銃

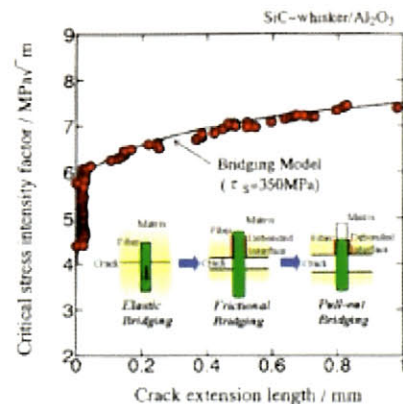
局所高応力場で探るセラミックスの破壊と変形

セラミックスの破壊や塑性変形は本質的にその材料の微細組織と同程度の大きさでの局所的な現象を起点とする。我々は亀裂先端やナノインデンテーションといった局所高応力場でのセラミックスの特異な破壊・変形挙動を研究し、高強度・高靱性セラミックスの開発に対する知見を得ることを目標としている。我々の開発したサブミクロン・ナノメートルスケールでの力学的特性評価技術はMEMS部材やナノ薄膜といった先端材料に幅広く適用可能である。

教授：若井史博
准教授：赤津 隆
助教：篠田 豊



高配向熱分解黒鉛のナノインデンテーション挙動と圧痕のAFM像



ウィスカー強化セラミック複合材料のR曲線挙動の実験値と亀裂面架橋モデルによる予測値

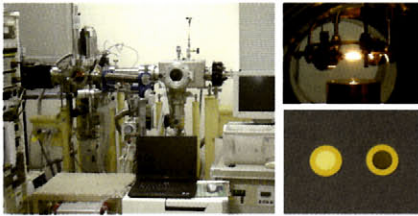
The fracture and plastic deformation of ceramics substantially progress from a local phenomenon that should be observed in the same scale as the microstructure of the material. The aim of our research project is to know how we can develop ceramics with high strength and toughness through the study of local fracture and deformation behavior at a crack tip or under an indentation with nano or submicron scale. We have developed a technique to evaluate the local mechanical properties of materials, which is widely applicable for advanced materials such as MEMS parts or thin films.

Professor: Fumihiro Wakai
Assoc. Prof.: Takashi Akatsu
Assist. Prof.: Yutaka Shinoda

若井・赤津研究室

活性なイオンやラジカルを操るセラミックス

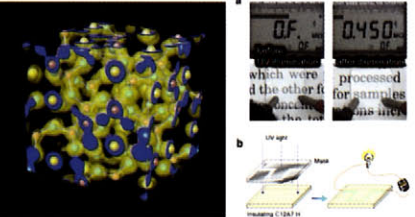
金属酸化物からなるセラミックス材料を、特異な状態のイオンやラジカルなどの化学種を生成・貯蔵・輸送する場として捉え、それらの物理化学的性質を理解すると共に、新しい機能材料やデバイスに発展させる事を目標としている。例えば、ナノポーラス構造を持つ $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7)の籠状格子中に水素化物イオン(H^-)を安定化させ、光照射によって軽金属酸化物では初めての電子導電体に転化できること等を見出してきた。また、真空中で白熱させたジルコニアセラミックスが、高い反応性を持つ原子状酸素を高密度に放出することを見出し、効率的な酸素ラジカル源となる事を示した。



(左) 酸素ラジカル放出とその照射・評価のための実験装置 (右上) 白熱した放出源と四重極質量分析計 (右下) 水晶振動子上での銀の酸化

Certain metal oxide ceramics can act as mediums that generate, store and transport ions and free radicals in unusual states. We aim at understanding their physical and chemical properties and developing these properties to new functional materials and devices. For example, we found hydride (H^-) ion is stabilized in the cage of $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7) crystal with a nanoporous structure. A light illumination converts it to a transparent electronic conductor. This is a first discovery of an electronic conductivity in light-metal oxides. We also found that incandescently-heated zirconia ceramics intensely emits atomic oxygen into vacuum. This phenomenon serves as an efficient oxygen radical source.

Assoc. Prof.: Katsuro Hayashi



放射光測定によって得られたC12A7のケージ構造。(右a) H^- イオンを包接したC12A7薄膜の紫外線照射前後の変化 (右b) 目に見えない電気回路バッテリー

林(克)研究室

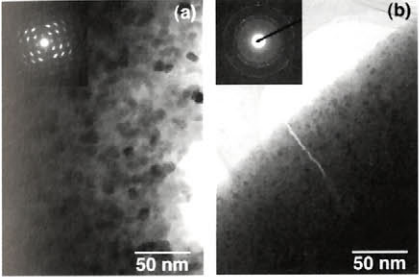
相転移を使った壊れ方機能

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。

准教授：阿藤敏行



飛翔体を秒速4kmに加速できる二段式軽ガス銃



衝撃圧縮したμライトセラミックス((a) 49 GPa(b) 65 GPa)相転移に伴うμ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。

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 a function, phase transitions and/or chemical reactions induced by temperature or pressure should play an important role, because such a phase changes can be regarded as intelligent active function 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.

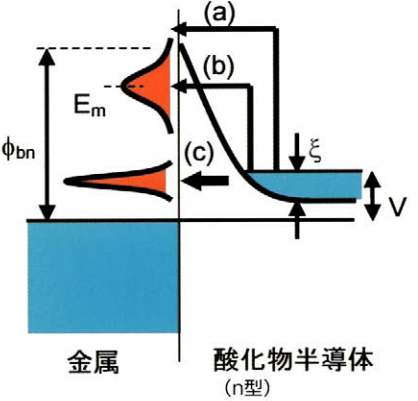
Assoc. Prof.: Toshiyuki Atou

阿藤研究室

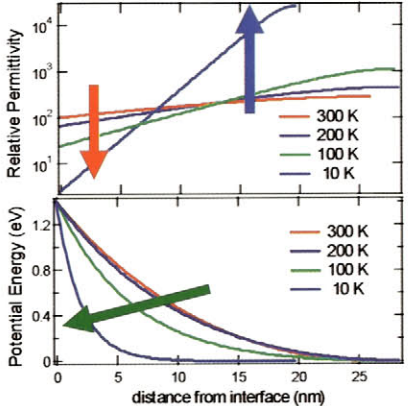
酸化物界面工学の構築

半導体の界面において実現する空乏層形成、整流特性などの界面特有の現象は、現代のエレクトロニクスを生み出すと同時に、量子ホール効果などの全く新しい物理現象発見の舞台を提供してきました。本研究室では、金属酸化物界面を対象とし、新機能、新電子状態の探索を行っています。具体的には、高精度で酸化物人工薄膜構造を作製し、輸送特性、接合特性の測定に加え、光電子分光による電子状態の評価を行っています。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。

准教授：須崎友文



金属-酸化物半導体界面のポテンシャルの模式図 正バイアス V が印加された状態を考えている バリヤが薄い場合、thermionic emission (a) に加え、トンネル電流(b), (c)) の寄与が考えられる



金属-n型ドープ SrTiO_3 接合の誘電率 (上) とポテンシャル (下) 誘電率は、界面からの距離に大きく依存する

Phenomena characteristic of semiconductor interfaces have given rise not only to electronic devices but also to new research areas including quantum Hall effect. We study oxide interfaces in order to develop new functionalities and to find novel electronic structures by high-precision thin film growth, transport and junction characteristics measurements and photoemission spectroscopy, utilizing a large difference between bulk and interface electronic states in oxides. Our goal is to develop artificial electronic states which are useful for device application as well as for scientific research.

Assoc. Prof.:Tomofumi Susaki

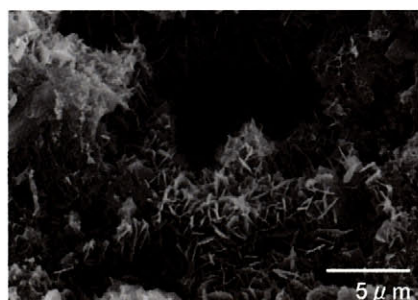
須崎研究室

協力講座

建設を化学する

セメントは水との反応によりマイ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。

教授：坂井悦郎



150℃の低温下での水熱合成に成功したバモライト
 $[(Ca_4(Si_3O_{10})_2]Ca \cdot 4H_2O$

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.

Professor: Etsuo Sakai

坂井研究室

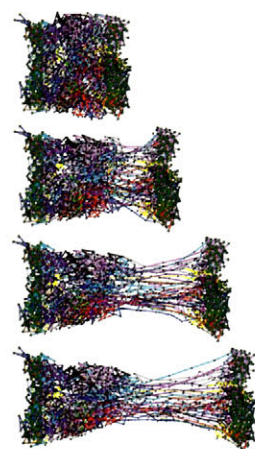


セメントを数秒で固化させる $2CaO \cdot Al_2O_3$ ガラス- $CaSO_4$ 系の水和生成物
 $(2 \{[Ca_2Al(OH)_6](SO_4)_{1/2}(H_2O)_3\})$

安全・安心そして快適のための材料力学

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。

教授：岸本喜久雄



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



アルミニウム発泡材の
圧縮変形挙動の観察

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.

Professor: Kikuo Kishimoto

岸本研究室

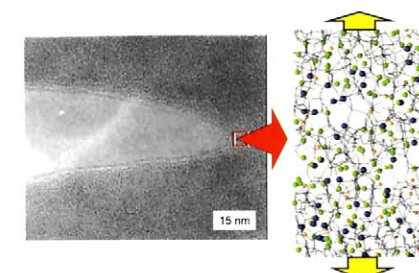
共同研究部門

Collaborative Research

新しいガラス・無機材料の創製を目指して

ガラスは長い間、様々な分野で生活必需品として使われて来たが、近年は、フォトニクス、エレクトロニクス、エネルギー、バイオテクノロジーなどの先端分野で、益々、その重要性を増している。これまで、ガラスは地球上に豊富にあるユビキタス材料で且つ環境に適した材料で作られ、その種類は既に数十万種に及ぶ。しかし、ガラスは非平衡状態にあり無秩序な構造を持つので、その本質は科学的にも未解明な点が多く、それ故、未知の機能が潜んでいる可能性が高い。本研究室では、ガラスの無秩序構造と物性との関係を解明し、新規な構造を設計することにより、社会に役立つ新しいガラス及びそれを利用した新しいセラミックス材料を創製することを目指す。

教授：伊藤節郎
特任助教：李江

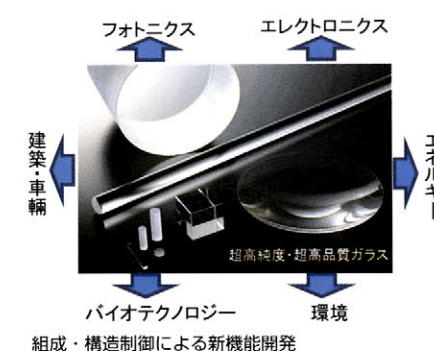


ガラスのクラック先端の破壊挙動
—破壊機構を知り、破壊を防ぐ—

Although glass has been used as daily necessities in various fields for a long time, the importance is recently increasing in cutting-edge fields, such as photonics, electronics, energy, etc. Hitherto glasses are made from ubiquitous and environment friendly materials which are abundantly available on the earth. However, since glass is in a nonequilibrium state and has a disordered structure, its essence is still unknown and a lot of unknown functions are expected to be hidden in glass. We study on the relationship between glass structures and properties, and create new functional glasses by designing novel structures and new ceramics made by using the glasses, aiming at creation of useful materials for the society.

Professor: Seturou Ito
Assist. Prof.: Jiang Li

伊藤(節)研究室



共同利用推進室

Promotion Office for Cooperative Researches

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、当研究所の教員と所外の研究者が当研究所の施設、設備、データ等を共同で利用する「一般共同研究」、外国人研究者を含めて実施する「国際共同研究」、当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21年度は、81件の共同研究が採択され、約680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2月中旬に締め切られる。

電子メール：suishin@msl.titech.ac.jp

MSL is promoting collaborative research with the researchers in the Universities, Governmental and/or industrial research organizations in Japan as well as overseas utilizing facilities and/or data in MSL. The collaborative researches are categorized as "General research",

"Specified research" and "Workshops to be held in MSL". In 2009, we promoted 81 project including more than 680 researchers. The dead line for application will be in the middle of February in every year.

E-mail:suishin@msl.titech.ac.jp



技術室

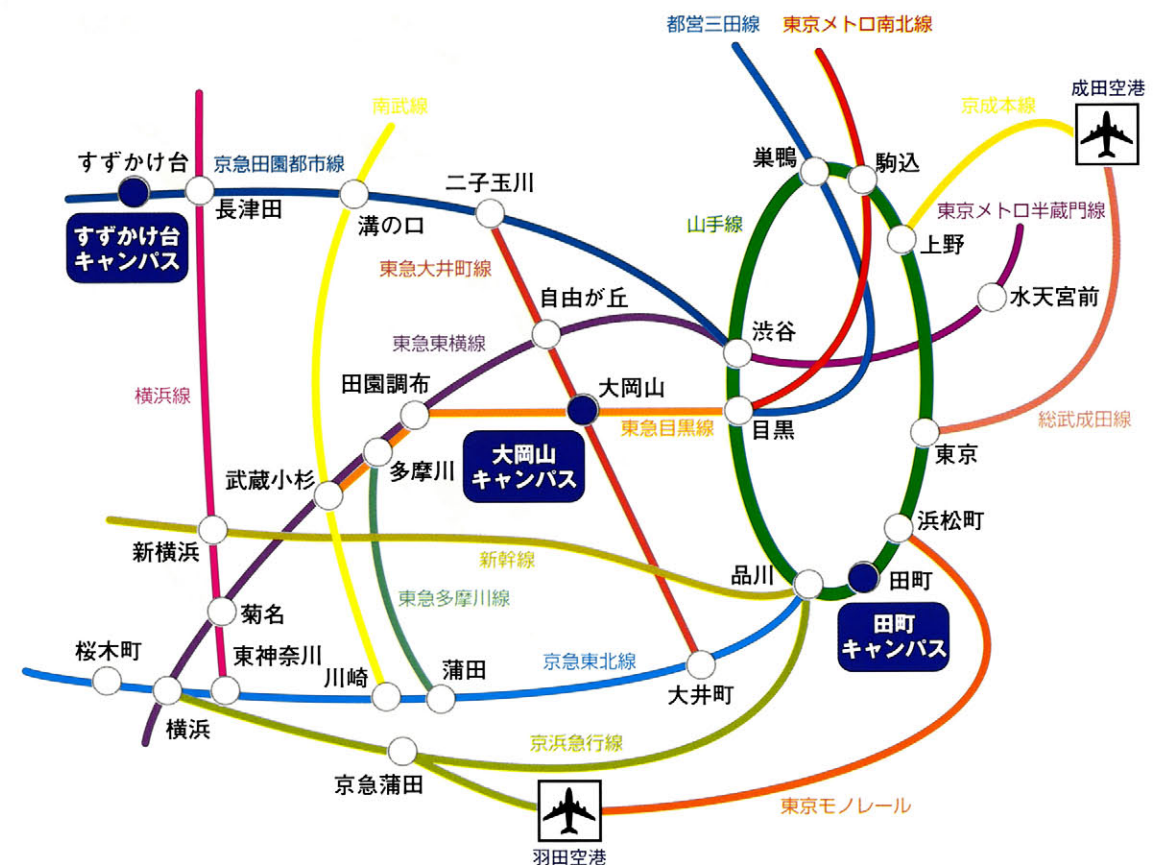
Section of Technical Staffs

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 of the laboratory technically. It has a machine shop and the staffs assist sub technical consulting to develop experimental equipments and manufacturing them. Moreover, the sample measurement with equipments for collaborate research. It has the staffs assist maintenance of experimental equipments and management assistance to research activities are supported widely.



**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 R3-28
TEL.045(924)5967(事務係) FAX.045(924)5978

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

Nagatsuta 4259 R3-28, Midori, Yokohama 226-8503, Japan
Phone +81-45-924-5967 (Director Office), Fax +81-45-924-5978
<http://www.msl.titech.ac.jp>

