

## 東北大学金属材料研究所概要2017

著者	東北大学金属材料研究所
雑誌名	東北大学金属材料研究所
発行年	2017
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00126946">http://hdl.handle.net/10097/00126946</a>



Institute for Materials Research  
Tohoku University  
東北大学 金属材料研究所

---

2017



IMR

# 目次

あいさつ	Preface	2-3
沿革	Historical Background	4-6
歴代所長	Successive Directors	7
キャンパスと建物	Campus and Buildings	8
本多記念館	Honda Memorial Hall	9
機構	Organization	10-11
運営・委員会組織	Committees	12-14
職員・学生等	Staff Members, Students and Visiting Researchers	15
共同利用・共同研究	Collaborative Research	16-17
産学連携活動	Industry-Academia Cooperation	18-19
予算	Budget	20
研究成果	Publications and Awards	21
国際交流	International Collaborations	22-23
研究部門	Laboratories	
金属物性論研究部門	Theory of Solid State Physics	24
結晶物理学研究部門	Crystal Physics	25
磁気物理学研究部門	Magnetism	26
量子表面界面科学研究部門	Surface and Interface Research	27
低温物理学研究部門	Low Temperature Physics	28
低温電子物性学研究部門	Low Temperature Condensed State Physics	29
量子ビーム金属物理学研究部門	Metal Physics with Quantum Beam Spectroscopy	30
結晶欠陥物性学研究部門	Physics of Crystal Defects	31
金属組織制御学研究部門	Microstructure Design of Structural Metallic Materials	32
計算材料学研究部門	Materials Design by Computer Simulation	33
材料放射工学研究部門	Irradiation Effects in Nuclear and Their Related Materials	34
原子力材料物性学研究部門	Nuclear Materials Science	35
原子力材料工学研究部門	Nuclear Materials Engineering	36
電子材料物性学研究部門	Physics of Electronic Materials	37
ランダム構造物質学研究部門	Chemical Physics of Non-Crystalline Materials	38
生体材料学研究部門	Biomaterials Science	39
錯体物性化学研究部門	Solid-State Metal-Complex Chemistry	40
非平衡物質工学研究部門	Non-Equilibrium Materials	41
磁性材料学研究部門	Magnetic Materials	42
結晶材料化学研究部門	Crystal Chemistry	43
水素機能材料工学研究部門	Hydrogen Functional Materials	44
先端結晶工学研究部	Advanced Crystal Engineering	45
複合機能材料学研究部門	Multi-Functional Materials Science	46
加工プロセス工学研究部門	Deformation Processing	47
アクチノイド物質科学研究部門	Actinide Materials Science	48
不定比化合物材料学研究部門	Materials Science of Non-Stoichiometric Compounds	49
分析科学研究部門	Analytical Science	50
非平衡軟磁性材料共同研究部門	Collaborative Research Laboratory for Non-Equilibrium Soft Magnetic Materials	51
学際・国際的高次元人材育成アライアンス/バージョンマテリアル創製共同研究プロジェクト	Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development	52
計算物質科学人材育成コンソーシアム	Professional development Consortium for Computational Materials Scientists (PCoMS)	53
附属研究施設・共同研究センター	Collaboration Research Centers and Facilities	
附属量子エネルギー材料科学国際研究センター	International Research Center for Nuclear Materials Science	54
附属新素材共同研究開発センター	Cooperative Research and Development Center for Advanced Materials	55
附属強磁場超伝導材料研究センター	High Field Laboratory for Superconducting Materials	56
附属産学官広域連携センター	Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research	57
先端エネルギー材料理工共創研究センター	Collaborative Research Center on Energy Materials	58
計算材料学センター	Center for Computational Materials Science	59
国際共同研究センター	International Collaboration Center (ICC-IMR)	60
研究センター	Research Centers	
中性子物質材料研究センター	Center of Neutron Science for Advanced Materials	61
研究支援組織	Service Divisions	
低温物質科学実験室	Laboratory of Low Temperature Materials Science	62
アルファ放射体実験室	Laboratory of Alpha-Ray Emitters	63
材料分析研究コア	Analytical Research Core for Advanced Materials	64
情報企画室広報班	Public Relations Office	65
情報企画室点検評価情報 DB 担当	Review Office	66
情報企画室ネットワーク担当	Network Office	67
図書室 (情報企画室図書班)	Library	68
学生・教職員相談支援室	Counseling Office for Student, Faculty and Staff	69
安全衛生管理室	Office of Safety and Health	70
テクニカルセンター	Technical Service Center	71
事務部	Administrative Office	72
最近のトピックス	Recent Topics	73-76
(アンケート)	(Questionnaire)	
地図	Map	



金属材料研究所

所長  
高梨 弘毅



本研究所、すなわち“金研（KINKEN）”は、1916年に臨時理化学研究所第2部として産声を上げ、2016年に百周年を迎えました。東北大学に現在6つある研究所の中で最初に創立され、全国の国立大学附置研究所の中でも最も古い歴史を有する研究所の一つです。本研究所の理念は“金属をはじめ、半導体、セラミックス、化合物、有機材料、複合材料などの広範な物質・材料に関する基礎と応用の両面の研究により、真に社会に役立つ新たな材料を創出することによって、文明の発展と人類の幸福に貢献する”ことであり、その理念の実現のために“材料科学に関する学理の探求と応用研究”を目的としています。

設立当初は鉄鋼の研究が中心でしたが、その後鉄鋼から金属・合金全般へと研究領域を広げ、さらには非金属をも含む物質・材料全般をカバーする基礎および応用研究の世界的中核拠点に発展しました。1987年には東北大学に附置したままで全国共同利用型の研究所に改組され、その際、英語名を“*Institute for Materials Research*”と改称しました。このことは、研究対象が金属のみならず物質・材料全般に拡大したことを明確に示しています。また、2009年には材料科学共同利用・共同研究拠点に認定され、新たな枠組みを構築し、物質・材料研究のさらなる推進と人材育成に努めています。

材料科学の発展とともに、20世紀には、物質文明の要となる新しい材料が次々に研究・開発され、人間生活に予想もしなかった便利さをもたらしました。本研究所も、それに少なからず貢献してきました。初期の頃には、初代所長である本多光太郎博士の指導の下、当時世界最強の磁石であるKS鋼が発明され、本研究所の名前は世界に知られることとなりました。また、鉄炭素合金の物理冶金学的研究から良質な鉄鋼を製造する技術を開発し、日本の鉄鋼業に多大な貢献をするとともに、特殊鋼や精密機器用材料など多くの実用材料の開発にも成功しました。その一方で、応用開発のための基礎研究にも力を入れ、強磁場や極低温の技術を日本でいち早く確立して、物質の磁性、超伝導、光物性や極微細構造評価などの先駆的研究を行うとともに、当時本研究所にしかなかった液体ヘリウムを全国共同利用に供するなど、我が国の学術の発展にも大きく貢献しました。

基礎と応用、理学と工学の連携・融合は本研究所の重要な特長であり、広い視野から物質を探求しつつ常に実学に帰する姿勢は、本多光太郎博士以来の“金研精神”とすることができます。近年では、特異な構造を有するアモルファス金属やそれを発展させたバルク金属ガラス、ナノ結晶合金や準結晶、あるいはさまざまな多元系金属間化合物やナノからマクロまでマルチスケールで組織・構造制御した金属材料、各種酸化物、セラミックス、さらには各種の半導体材料、太陽電池用結晶、燃料電池材料、水素吸蔵材料、原子力材料、生体材料、スピントロニクス材料、強相関材料、光デバイス材料、有機材料など、これまでとは違った新しい物質・材料のジャンルを切り拓き、高性能・高品質で多機能な材料を開発して今日の科学技術の向上に貢献していますが、これも“金研精神”の証と言えるでしょう。

21世紀は、20世紀とは異なり、資源・エネルギーの枯渇や、温暖化などの地球規模の環境問題が待ったなしの喫緊の課題となっています。物質・材料の研究においても、持続可能な社会の実現と地球環境の保全を常に念頭に置く必要があります。本研究所は、その理念にありますように、“真に社会に役立つ新たな材料を創出することによって、文明の発展と人類の幸福に貢献する”ことを目指し、パラダイムシフトをもたらす革新的な材料科学に取り組んでいきます。同時に、そのような研究を担う人材の育成にも注力していきます。

現在は世界的なグローバル化や大学改革の流れの中で本研究所を巡る環境も刻一刻と変化しており、百周年を迎えた本研究所も大きな転換期を迎えています。設立以来培われてきた“金研精神”を基礎として、新たな100年に向けた発展を期し、努力していく所存です。

皆様のご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

Prof.  
Koki TAKANASHI  
Director of IMR, Tohoku University

The Institute for Materials Research (IMR), referred to as “Kinken” and established in 1916 as the 2nd Division of the Provisional Institute of Physical and Chemical Research, celebrated its centenary in 2016. The Kinken was the first of six institutes to be established at Tohoku University and is one of old national university-established research institutes in Japan. The founding principle of the institute was “to contribute to the well being of the human race and the development of civilization through the creation of new materials that are truly useful to society by studying both the application and basic research of a wide range of substances and materials such as metals, semiconductors, ceramics, compounds, organic materials, and composite materials.” Our aim has been to “search for scientific principles related to material-based sciences and their applications” to realize the founding principles.

During the early years, the primary research focus was steel. Thereafter, the research domains gradually broadened to various types of alloys and metals. In 1987, the institute was reorganized into a national collaborative research institute affiliated with Tohoku University. Its name was also changed to the present one, the Institute for Materials Research. This shows clearly that it started to expand its research fields to not only metals but also a wide range of other materials. Certified as a joint usage/research center for material science in 2009, the institute is thus now striving to establish a new framework and to promote the research and development of new materials.

In the 20th century, along with the development of material science, new materials that served as key elements in material civilization were studied and developed in quick succession, bringing hitherto unforeseen convenience to human life. Our institute also made great contributions in materials science fields. In the early years, the institute became globally known for KS steel, which was the first artificial permanent magnet and was invented under the leadership of Dr. Kotaro Honda, the first Director of the institute. In addition to major contributions to the Japanese steel industry with the development of techniques for producing high-quality steel, a considerable success was also achieved in the development of many types of practically useable materials such as special steels and materials for precision instruments. Moreover, significant effort was applied to basic research, which resulted in development of technologies associated with high magnetic fields and low temperatures. Pioneering research was conducted in magnetism, superconductivity, optical properties, and microstructure analyses for materials. Additionally, liquid helium, which was produced only in this institute at that time, also started to be provided for joint use throughout Japan. All of these have greatly contributed to Japan's academia.

The institute's vital strengths include the merging of basic and applied sciences, and science with engineering. We continue to uphold the “Kinken Spirit” of practical and innovative science since the days of Dr. Kotaro Honda. These days, our institute has opened up new genres in terms of material science and engineering, developing high performance, high quality, and multifunctional materials such as amorphous alloys with peculiar structures, bulk metallic glasses based on the amorphous alloys, nano-crystalline alloys, quasi-crystals, multi-component intermetallic compounds, oxides, ceramics, structure controlled metallic materials at a multi-scale (nano-to-micro) level, semiconductor materials, crystals for solar cells, fuel cell materials, hydrogen absorbing materials, nuclear materials, biomaterials, spintronic materials, strongly correlated materials, optical device materials, and organic materials. Such continued developments could also be said to be proof of the “Kinken Spirit.”

Unlike the 20th century, in the 21st century, we presently face global-scale environmental problems such as global warming and the depletion of resources and energy. As a result, there is an increasing need to preserve the environment and work towards achieving sustainable societies. Our institute serves these themes by striving to “contribute to the well being of the human race and the development of civilization through the creation of new materials that are truly useful to society.” While putting effort into innovative material-based sciences that can bring about paradigm shifts, we continue to develop our human resources.

The institute celebrated its centenary in the constantly changing environment of globalization and university reform actions. This is a major turning point, and we intend to seize the opportunity for another century of development by upholding the “Kinken Spirit.”

We ask for your continuous support and encouragement in the years to come.

# 沿革

金属材料研究所が誕生した頃の日本では、第一次世界大戦の影響で外国からの物資の輸入が極度に制限され、ことに化学薬品や鉄鋼の自給の必要に迫られていました。そのため1915年8月に、東北帝国大学理科大学に併設された臨時理化学研究所に不燃性セルロイドの研究を目的とする第1部が、続く1916年4月に、鉄鋼の研究を目的とする第2部が本多光太郎博士を研究主任として発足しました。ほどなく本多光太郎博士はKS磁石鋼を発明しました。このことが、以来100年にわたり、本研究所が我が国における金属研究の中心的存在として数多くの業績をあげ、すぐれた人材を世に送り出す先駆けとなりました。

1987年5月、本研究所は材料科学の飛躍的な進歩と新素材産業の急激な発展に対応するため、東北大学附置全国共同利用型研究所として再発足しました。これに伴い、研究部門の大幅な転換を図るとともに研究施設を充実させ、全国の研究者や技術者との共同研究を積極的に推進することになりました。今や共同研究の門戸は、国内のみならず、国外にも開かれ、国際的な研究交流が実施されています。

## ■大正

(1916) 大正 5 4. 1	東北帝国大学理科大学に臨時理化学研究所第2部発足 研究主任 本多光太郎
(1916) 大正 5	KS磁石鋼発明
(1919) 大正 8 5. 22	附属鉄鋼研究所設置（東北帝国大学官制改正により、制度化） 本多光太郎所長就任（初代）
(1921) 大正10 4	本館（旧1号館）及び工場建物完成（住友からの寄附）
(1922) 大正11 8. 9	金属材料研究所設置（金属材料研究所官制制定により、東北帝国大学に附置。3部門より構成）

## ■昭和

(1930) 昭和 5 11	低温研究室（旧2号館）完成（斎藤報恩会からの寄附等）
(1933) 昭和 8 5. 16	石原寅次郎所長事務取扱
(1934) 昭和 9 9. 5	石原寅次郎所長就任（第2代）
(1936) 昭和11 9. 5	村上武次郎所長就任（第3代）
(1939) 昭和14 7	材料試験室完成（日本鋼管株式会社からの寄附）
(1939) 昭和14	カビッツア型パルスマグネット（5ms, 27.3T）設置
(1941) 昭和16 10	本多記念館完成（本多光太郎在職25年記念会からの寄附）
(1944) 昭和19 3. 31	本多光太郎所長事務取扱（第4代）
(1945) 昭和20 7. 9	米軍空襲により工場・研究施設3,373m <sup>2</sup> を焼失
(1947) 昭和22 8. 30	石原寅次郎所長就任（第5代）
(1949) 昭和24 4. 1	研究所整備により5部門新設、21部門となる
(1950) 昭和25 3. 31	増本量所長就任（第6代）
(1952) 昭和27	日本初のヘリウム液化器導入
(1952) 昭和27～ (1959) 昭和34	工業化研究部建物・設備整備 （古河鉱業・古河電工株式会社からの寄附を含む）
(1959) 昭和34	ビッター型マグネット（3.5MW, 10T）設置
(1957) 昭和32～ (1962) 昭和37	原子炉材料研究部関係4部門増、25部門となる
(1958) 昭和33 3. 31	大日方一司所長就任（第7代）
(1962) 昭和37 10. 1	広根徳太郎所長就任（第8代）
(1964) 昭和39	附属工場建物改築
(1967) 昭和42 10. 1	神田英蔵所長就任（第9代）
(1969) 昭和44 6. 11 〃	附属材料試験炉利用施設設置（茨城県） 原子炉材料研究部関係1部門増、26部門となる
(1970) 昭和45 10. 1	竹内榮所長就任（第10代）
(1971) 昭和46 4. 1	低温センター（学内共同利用施設）設置
(1972) 昭和47 5. 1	附属道川爆縮極強磁場実験所設置（秋田県）
(1974) 昭和49 4. 2	渡辺浩所長就任（第11代）
(1974) 昭和49 4. 11	百万ボルト電子顕微鏡室（学内共同利用施設）設置
(1979) 昭和54 4. 2	田中英八郎所長就任（第12代）
(1981) 昭和56 3. 31	附属道川爆縮極強磁場実験所廃止
(1981) 昭和56 4. 1	附属超電導材料開発施設設置
(1984) 昭和59 4. 2	鈴木進所長就任（第13代）
(1986) 昭和61 4	1号館及び2号館老朽のため取りこわし
(1986) 昭和61	31.1Tハイブリッドマグネット完成（当時の世界最強定常磁場）

(1987) 昭和62	3	新研究棟完成 (1号館)	
(1987) 昭和62	4. 1		増本健所長就任 (第14代)
(1987) 昭和62	5. 21	全国共同利用研究所に改組	
〃		客員研究部門3部門増、16部門名称変更、29部門となる	
〃		附属新素材開発施設設置	
(1988) 昭和63	6. 11	客員研究部門1部門増、30部門となる	

## ■ 平成

(1989) 平成元	4. 1		増本健所長就任 (第15代)
(1989) 平成元	4	附属材料試験炉利用施設にアクチノイド元素実験棟完成	
(1989) 平成元	5. 29	附属超電導材料開発施設を附属超伝導材料開発施設と改称	
(1991) 平成3	3. 31	附属超伝導材料開発施設時限により廃止	
(1991) 平成3	4. 12	附属強磁場超伝導材料研究センター設置	
〃		附属新素材開発施設に2研究部設置	
(1992) 平成4	10. 1	寄附研究部門設置	
(1993) 平成5	4. 1	技術室設置	
(1993) 平成5	12	2号館完成	
(1994) 平成6	3	スーパーコンピュータ棟完成	
(1994) 平成6	4. 1		鈴木謙爾所長就任 (第16代)
(1994) 平成6	10	本多記念館改修完了	
(1995) 平成7	3	3号館完成	
(1996) 平成8	5. 10	低温センター (学内共同利用施設) 廃止	
(1996) 平成8	5. 11	極低温科学センター (学内共同利用施設) 設置 附属新素材開発施設を附属新素材設計開発施設に改組	
(1998) 平成10	4. 1		藤森啓安所長就任 (第17代)
(2000) 平成12	4. 1		井上明久所長就任 (第18代)
(2001) 平成13	3. 31	附属強磁場超伝導材料研究センター 時限により廃止	
(2001) 平成13	4. 1	附属強磁場超伝導材料研究センター 設置	
(2002) 平成14	4. 1	附属材料科学国際フロンティアセンター 設置	
(2004) 平成16	4. 1	国立大学の法人化に伴い、東北大学法人の設置する金属材料研究所となる 附属材料試験炉利用施設を附属量子エネルギー材料科学国際研究センターと改称	
(2005) 平成17	4. 1	附属新素材設計開発施設を附属金属ガラス総合研究センターと改称	
(2006) 平成18	4. 1	附属研究施設大阪センター 設置	
(2006) 平成18	11. 6		中嶋一雄所長就任 (第19代)
(2006) 平成18	11. 16	大連理工大学材料科学工程学院共同研究センター設置	
(2007) 平成19	4. 1	技術部をテクニカルセンターに改組	
(2008) 平成20	4. 1	国際共同研究センター 設置	
(2008) 平成20	4. 1	附属材料科学国際フロンティアセンター廃止	
(2009) 平成21	11. 6		新家光雄所長就任 (第20代)
(2010) 平成22	4. 1	材料科学共同利用・共同研究拠点に認定	
(2010) 平成22	4. 1	低炭素社会基盤材料融合研究センター 設置	
(2010) 平成22	4. 1	中性子物質材料研究センター 設置	
(2011) 平成23	3. 31	附属研究施設大阪センター 時限により廃止	
(2011) 平成23	4. 1	附属研究施設関西センター 設置	
(2012) 平成24	6. 1	超低損失ナノ結晶軟磁性材料研究開発センター 設置	
(2013) 平成25	4. 1	附属金属ガラス総合研究センターを附属新素材共同研究開発センターと改称	
(2014) 平成26	4. 1		高梨弘毅所長就任 (第21代)
(2014) 平成26	4. 1	百万ボルト電子顕微鏡室を先端電子顕微鏡センターと改称	
(2015) 平成27	3. 31	低炭素社会基盤材料融合研究センター 廃止	
(2015) 平成27	4. 1	附属先端エネルギー材料理工共創研究センター 設置	
(2016) 平成28	3. 31	附属研究施設関西センター 廃止	
(2016) 平成28	4. 1	材料科学共同利用・共同研究拠点の認定更新	
(2016) 平成28	4. 1	附属産学官広域連携センター 設置	
(2016) 平成28	5. 21	金属材料研究所創立百周年	

Japan was extremely restricted on importing commodities from abroad during the World War I. Especially, self-supply of chemicals and iron and steel was forced. In order to meet these demands, the 1st Division for developing nonflammable celluloid and the 2nd Division for iron and steel were established in August, 1915 and April, 1916, respectively, in the Provisional Institute of Physical and Chemical Research of the Tohoku Imperial University.

The first head of the 2nd Division was Professor Kotaro HONDA invented the KS magnet steel soon. This was the beginning of a great success exploiting a variety of functional alloys such as new KS magnet steel, Sendust, Superinvar, Coelinvar and so on and cultivating and sending out a great number of excellent researchers. The Institute has been a pioneer for material research 100 years.

The Institute was reorganized on May 21, 1987 as a collaborative research institute to meet the current rapid progress in materials science. IMR provides opportunities for the researchers both in academic institutes and industries to carry out cooperative work for mutual benefits. The chance for this collaboration is open not only to Japanese researchers but also to those overseas.

1916 (April 1)	The Institute was initiated in Tohoku Univ. as the 2nd Division of "the Provisional Institute of Physical and Chemical Research".
1916	Prof. Kotaro HONDA invented the KS magnet steel which brought forth the strongest permanent magnet in the world at that time.
1919 (May 22)	The Institute was inaugurated under the name of the Iron and Steel Research Institute (ISRI). The founder and the first director of the Institute was Prof. Kotaro HONDA.
1922 (August 9)	ISRI was renamed as the Research Institute for Iron, Steel and Other Metals (RIISOM) and authorized to have 3 laboratories. Therefore, the research activities of this institute were extended to cover light and nonferrous metals and alloys. The name, RIISOM lasted 65 years from 1922 to 1987.
1939	Construction of a Kapitza-type pulsed magnet (5ms, 27. 3T).
1949 (April 1)	RIISOM was authorized to have 21 laboratories.
1952	Japan's first helium liquefier installed.
1959	Construction of Bitter-type magnets (3.5MW, 10T).
1957-1962	4 laboratories for nuclear materials were added and RIISOM was composed of 25 laboratories.
1969 (June 11)	Irradiation Experimental Facility was established as a branch of RIISOM at Oarai, Ibaraki Prefecture.
1981 (April 1)	High Field Laboratory for Superconducting Materials was established for promoting basic research for the development of high-critical field superconductors.
1986	Completion of 31. 1T hybrid magnet which generated the world's highest magnetic field at that time.
1987 (May 21)	RIISOM was reorganized as a countrywide collaborative research institute to meet the current rapid progress in materials science and renamed Institute for Materials Research (IMR). 3 laboratories of Visiting Professors were founded for carrying out cooperative research work between this institute and various research institutions both domestic and foreign.
1987 (May 21)	Laboratory for Developmental Research of Advanced Materials was established.
1994 (March)	Supercomputing system was introduced.
2002 (April 1)	International Frontier Center for Advanced Materials was established. (~ 2008)
2004 (April 1)	Following a national reform of the university system, the IMR was integrated as unit of Tohoku University.
2004 (April 1)	Irradiation Experimental Facility was renamed as International Research Center for Nuclear Materials Science.
2005 (April 1)	Laboratory for Advanced Materials was renamed as Advanced Research Center of Metallic Glasses.
2006 (April 1)	Osaka Center for Industrial Materials Research was established. (~ 2011)
2008 (April 1)	International Collaboration Center was established.
2010 (April 1)	Integrated Materials Research Center for a Low-Carbon Society was established. (~ 2015)
2010 (April 1)	Center of Neutron Science for Advanced Materials was established.
2011 (April 1)	Kansai Center for Industrial Materials Research was established. (~ 2016)
2012 (June 1)	Research and Development Center for Ultra High Efficiency Nano-crystalline Soft Magnetic Material was established.
2013 (April 1)	Advanced Research Center of Metallic Glasses was renamed as Cooperative Research and Development Center for Advanced Materials.
2015 (April 1)	Collaborative Research Center on Energy Materials was established.
2016 (April 1)	Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research was established.
2016 (May 21)	100th anniversary of IMR.



# 歴代所長



初代所長 本多光太郎 Kotaro HONDA

■ 初代 1919.5.22~1933.5.15 ■ 第4代 1944.3.31~1947.8.29

当時、最強磁石の3~4倍の強さを持つKS鋼を1916年に開発。この“KS”は、臨時理化学研究所第二部に研究費を寄贈した住友吉左衛門の頭文字をとったもの。1931年東京帝国大学の三島徳七教授開発のMK鋼に一時期、最強磁石の王座は奪われたものの、1933年さらに保磁力の高い新KS鋼を開発した。これらKS鋼・新KS鋼の開発は我が国のマテリアルサイエンスの先駆けであり、日本の十大発明といわれている。



第2代  
石原寅次郎  
Torajiro ISHIHARA

■ 第2代 1934.9.5-1936.9.4  
■ 第5代 1947.8.30-1950.3.30



第3代  
村上武次郎  
Takejiro MURAKAMI

■ 1936.9.5-1944.3.30



第6代  
増本量  
Hakaru MASUMOTO

■ 1950.3.31-1958.3.30



第7代  
大日方一司  
Ichiji OBINATA

■ 1958.3.31-1962.9.30



第8代  
広根徳太郎  
Tokutaro HIRONE

■ 1962.10.1-1967.9.30



第9代  
神田英蔵  
Eizo KANDA

■ 1967.10.1-1970.9.30



第10代  
竹内榮  
Sakae TAKEUCHI

■ 1970.10.1-1974.4.1



第11代  
渡辺浩  
Hiroshi WATANABE

■ 1974.4.2-1979.4.1



第12代  
田中英八郎  
Eihachiro TANAKA

■ 1979.4.2-1984.4.1



第13代  
鈴木進  
Susumu SUZUKI

■ 1984.4.2-1987.3.31



第14代  
平林眞  
Makoto HIRABAYASHI

■ 1987.4.1-1989.3.31



第15代  
増本健  
Tsuyoshi MASUMOTO

■ 1989.4.1-1994.3.31



第16代  
鈴木謙爾  
Kenji SUZUKI

■ 1994.4.1-1998.3.31



第17代  
藤森啓安  
Hiroyasu FUJIMORI

■ 1998.4.1-2000.3.31



第18代  
井上明久  
Akihisa INOUE

■ 2000.4.1-2006.11.5



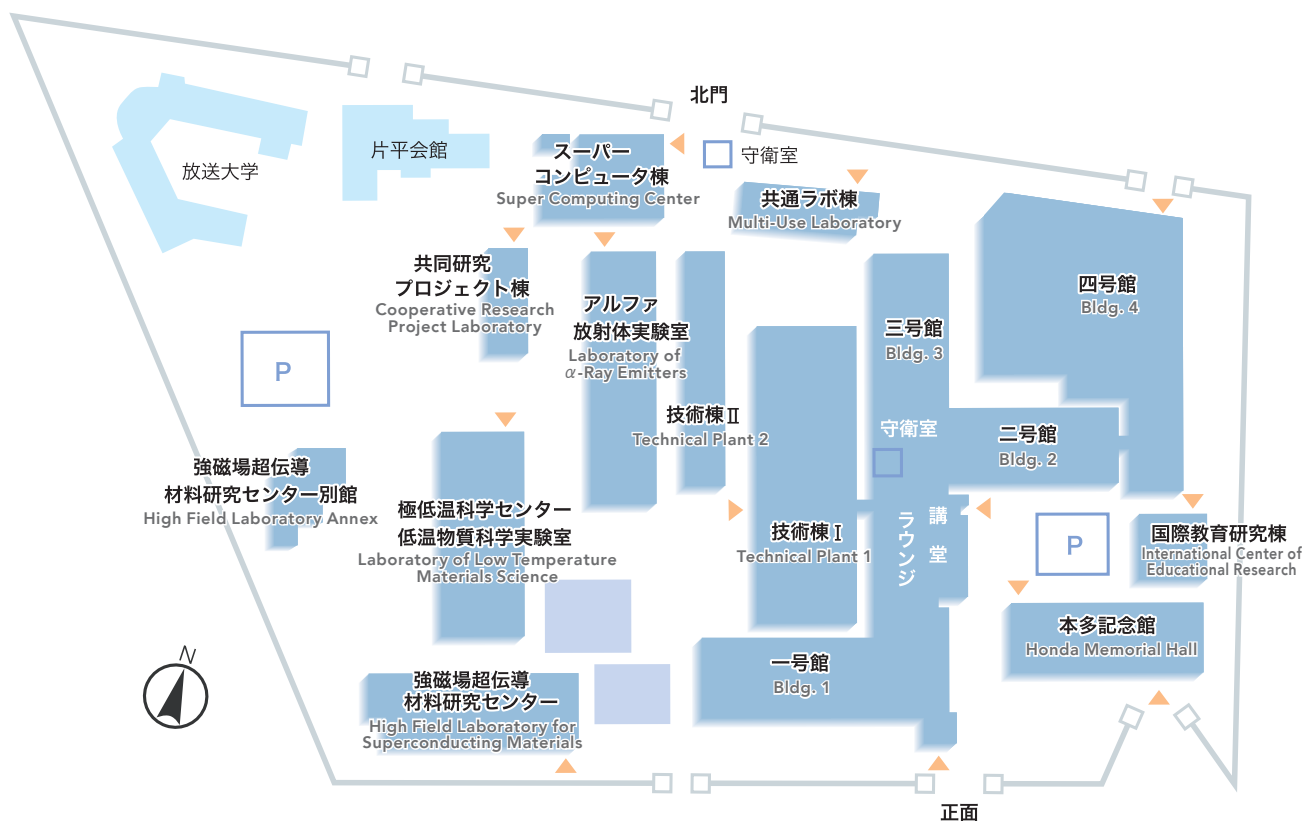
第19代  
中嶋一雄  
Kazuo NAKAJIMA

■ 2006.11.6-2009.11.5



第20代  
新家光雄  
Mitsuo NIINOMI

■ 2009.11.6-2014.3.31



## ■ 各施設所在地 The Address of each Facility

施設名	住所・郵便番号	代表電話番号
金属材料研究所	〒 980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1	022 (215) 2181
金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター	〒 311-1313 茨城県東茨城郡大洗町成田町 2145-2	029 (267) 3181
金属材料研究所附属産学官広域連携センター (大阪オフィス)	〒 599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-2 大阪府立大学内 地域連携研究機構 8 階	072 (254) 6372
金属材料研究所附属産学官広域連携センター (兵庫オフィス)	〒 671-2280 兵庫県姫路市書写 2167 兵庫県立大学内 インキュベーションセンター 2 階	079 (260) 7209

Facility	Address	Tel.
Institute for Materials Research	2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8577	+81- (0) 22-215-2181
International Research Center for Nuclear Materials Science	2145-2 Narita-cho, Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki 311-1313	+81- (0) 29-267-3181
Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research (Osaka)	8th floor, Research Organization for University-Community Collaborations, Osaka Prefecture University, 1-2 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai, Osaka 599-8531	+81- (0) 72-254-6372
Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research (Hyogo)	2nd floor, Incuvation center, University of Hyogo, 2167 Shosya, Himeji, Hyogo 671-2280	+81- (0) 79-260-7209

## ■ 本多記念館 Honda Memorial Hall

「本多記念館」は、本研究所の創設者で、東北帝国大学第6代総長でもあった本多光太郎博士の本学在職25周年を記念し組織された記念会が総工費47万円をもって建設しました。1939年10月に起工し、1941年10月に落成した鉄筋コンクリート造3階建て、延べ面積2,217㎡の研究棟です。以来、半世紀にわたり、本研究所の表玄関としてその偉容を誇ってきました。創立50周年の際には本多記念室が整備されました。

その後、星霜を経て随所に痛みが見られるようになったことから、本研究所創立75周年記念事業の一環として、1994年5月から同年10月にかけて壁面の補強や内装などの改修整備工事が実施されました。工事にあたっては、出来るだけ建物の外観を変えないように、玄関ホールや階段周辺の大理石を保存するなどの配慮がなされました。改装後の本多記念館には、所長室、事務部、視聴覚室などが配置され、そのほかに、新たに本研究所の共同研究員等のための宿泊施設（5室、7人収容可能）や、外部の方々の技術的な相談に対応するための技術相談室が設けられました。創立50周年の際には本多記念室の整備とあわせ、資料展示室が新設されました。

本多記念室には本多博士が生前に使用された机や実験ノートなど博士をしのぶ遺品の数々が展示されています。

資料展示室には本研究所が研究開発し、その指導により企業化されたKS永久磁石鋼をはじめとする各種の新素材やその製品などを常時展示し、本研究所の歴史や研究成果を広く紹介しています。

2016年の創立100周年には、本多記念室と資料展示室をリニューアルし、多くの市民の方にも足を運んでいただいています。

The Honda Memorial Hall was established at the Institute for Materials Research to honor Kotaro Honda, the founder of the Institute and the sixth president of Tohoku University. This building was constructed in memory of his attractive contribution over 25 years to Tohoku University. The construction started in October 1939 and was completed in October 1941. The three-stories building is made of reinforced concrete, with a total floor space of 2,217m<sup>2</sup>. For more than 50 years, the building was damaged and renewal construction was planned. The renewal, starting in May 1994 and completed in October of the same year, did not change the exterior of the building, and preserved the marble used in the entrance hall and steps. Walls were strengthened and the interior refurbished. The main rooms in the renewed Honda Memorial Hall are the Director Room, the Honda Memorial Room, the Audio-visual Room, and the Administrative Office. Accommodation is available, for seven people in five rooms, for joint researchers etc., at the Institute. Technical consultation is given to outside people. Honda's apparatus and experiment notebooks the KS permanent steel magnet, and several articles which remind us of him are exhibited in the Memorial Exhibition Room. Also displayed are articles which show the history and achievement of the Institute.



本多記念室  
Honda Memorial Room



資料展示室  
Exhibition Room

# 機 構





ORGANIZATION

※ 客員研究部門等 Laboratory of Visiting Professor

金属物性論研究部門	Gerrit Ernst-Wilhelm Bauer	教授 (兼)	Theory of Solid State Physics (Prof. G. E. W. BAUER)
結晶物理学研究部門	藤原 航三	教授 (兼)	Crystal Physics (Prof. K. FUJIWARA)
磁気物理学研究部門	野尻 浩之	教授	Magnetism (Prof. H. NOJIRI)
量子表面界面科学研究部門	齊藤 英治	教授	Surface and Interface Research (Prof. E. SAITOH)
低温物理学研究部門	塚崎 敦	教授	Low Temperature Physics (Prof. A. TSUKAZAKI)
低温電子物性学研究部門	佐々木孝彦	教授	Low Temperature Condensed State Physics (Prof. T. SASAKI)
量子ビーム金属物理学研究部門	藤田 全基	教授	Metal Physics with Quantum Beam Spectroscopy (Prof. M. FUJITA)
材質制御学研究部門*			Materials Design and Property Control*
結晶欠陥物性学研究部門	藤原 航三	教授 (兼)	Physics of Crystal Defects (Prof. K. FUJIWARA)
金属組織制御学研究部門	古原 忠	教授	Microstructure Design of Structural Metallic Materials (Prof. T. FURUHARA)
計算材料学研究部門	久保 百司	教授	Materials Design by Computer Simulation (Prof. M. KUBO)
材料照射工学研究部門	永井 康介	教授	Irradiation Effects in Nuclear and Their Related Materials (Prof. Y. NAGAI)
原子力材料物性学研究部門	秋山 英二	教授	Nuclear Materials Science (Prof. E. AKIYAMA)
原子力材料工学研究部門	青木 大	教授 (兼)	Nuclear Materials Engineering (Prof. D. AOKI)
電子材料物性学研究部門	松岡 隆志	教授	Physics of Electronic Materials (Prof. T. MATSUOKA)
材料設計学研究部門*			Materials Design*
ランダム構造物質学研究部門	杉山 和正	教授	Chemical Physics of Non-Crystalline Materials (Prof. K. SUGIYAMA)
生体材料学研究部門	市坪 哲	教授	Biomaterials Science (Prof. T. ICHITSUBO)
錯体物性化学研究部門	宮坂 等	教授	Solid-State Metal-Complex Chemistry (Prof. H. MIYASAKA)
非平衡物質工学研究部門	加藤 秀実	教授	Non-Equilibrium Materials (Prof. H. KATO)
磁性材料学研究部門	高梨 弘毅	教授	Magnetic Materials (Prof. K. TAKANASHI)
結晶材料化学研究部門	宇田 聡	教授	Crystal Chemistry (Prof. S. UDA)
水素機能材料工学研究部門	折茂 慎一	教授	Hydrogen Functional Materials (Prof. S. ORIMO)
先端結晶工学研究部	吉川 彰	教授	Advanced Crystal Engineering (Prof. A. YOSHIKAWA)
複合機能材料学研究部門	後藤 孝	教授	Multi-Functional Materials Science (Prof. T. GOTO)
加工プロセス工学研究部門	千葉 晶彦	教授	Deformation Processing (Prof. A. CHIBA)
アクチノイド物質科学研究部門	青木 大	教授	Actinide Materials Science (Prof. D. AOKI)
不定比化合物材料学研究部門	今野 豊彦	教授	Materials Science of Non-Stoichiometric Compounds (Prof. T. J. KONNO)
分析科学研究部門	我妻 和明	教授	Analytical Science (Prof. K. WAGATSUMA)
材料プロセス評価学研究部門*			Materials Processing and Characterization*
非平衡軟磁性材料共同研究部門	牧野 彰宏	教授	Collaborative Research Laboratory for Non-Equilibrium Soft Magnetic Materials (Prof. A. MAKINO)
学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト			Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development
計算物質科学人材育成コンソーシアム			Professional development Consortium for Computational Materials Scientists (PCoMS)
アルファ放射体実験室			Laboratory of Alpha-Ray Emitters
	正橋 直哉	教授	(Prof. N. MASAHASHI)
	淡路 智	教授	(Prof. S. AWAJI)
	Gerrit Ernst-Wilhelm Bauer	教授	(Prof. G. E. W. BAUER)
	藤原 航三	教授	(Prof. K. FUJIWARA)
低温物質科学実験室	室長 佐々木孝彦	教授 (兼)	Laboratory of Low Temperature Materials Science (Prof. T. SASAKI)
材料分析研究コア	コア長 我妻 和明	教授 (兼)	Analytical Research Core for Advanced Materials (Prof. K. WAGATSUMA)
学生・教職員相談支援室	室長 佐々木孝彦	教授 (兼)	Counseling Office for Student, Faculty and Staff (Prof. T. SASAKI)

# 運営・委員会組織



## ■ 運営協議会委員 Members of the Board of Directors

### 【委員長】 Chairman

岸 輝雄 (物質・材料研究機構名誉顧問)  
Teruo KISHI (Creditable adviser, National Institute for Materials Science)

### 【委員】 Member

加藤 博 (東北発電工業株式会社取締役社長)  
Hiroshi KATO (President director, Tohoku Electric Power Engineering & Construction Co., Inc.)  
五十嵐 正晃 (新日鉄住金化学株式会社 常務執行役員)  
Masaaki IGARASHI (Senior Executive Officer, Nippon Steel & Sumikin Chemical CO., LTD.)  
射場 英紀 (トヨタ自動車株式会社電池研究部長)  
Hideki IBA (General Manager Battery Research Division, Toyota Motor Corporation)  
家 泰弘 (日本学術振興会理事)  
Yasuhiro IYE (Executive Directors, Japan Society for the Promotion of Science)  
山田 和芳 (高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所長)  
Kazuyoshi YAMADA (Director, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization)  
瀧川 仁 (東京大学物性研究所長)  
Masashi TAKIGAWA (Director, Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo)  
神谷 利夫 (東京工業大学フロンティア材料研究所長)  
Toshio KAMIYA (Director, Laboratory for Materials and Structures, Tokyo Institute of Technology)  
南 二三吉 (大阪大学接合科学研究所長)  
Fumiyoichi MINAMI (Director, Joining and Welding Research Institute, Osaka University)  
川合 真紀 (自然科学研究機構分子科学研究所長)  
Maki KAWAI (Director, Institute of Molecular Science, National Institutes of Natural Sciences)  
寺田 真浩 (東北大学大学院理学研究科長)  
Masahiro TERADA (Dean, Graduate School of Science, Tohoku Univ.)  
滝澤 博胤 (東北大学大学院工学研究科長)  
Hirotugu TAKIZAWA (Dean, Graduate School of Engineering, Tohoku Univ.)  
吉岡 敏明 (東北大学大学院環境科学研究所長)  
Toshiaki YOSHIOKA (Dean, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku Univ.)  
大林 茂 (東北大学流体科学研究所長)  
Shigeru OBAYASHI (Director, Institute of Fluid Science, Tohoku Univ.)  
大野 英男 (東北大学電気通信研究所長)  
Hideo OHNO (Director, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ.)  
村松 淳司 (東北大学多元物質科学研究所長)  
Atsushi MURAMATSU (Director, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku Univ.)  
曾根 秀昭 (東北大学サイバーサイエンスセンター長)  
Hideaki SONE (Director, Cyberscience Center, Tohoku Univ.)  
小谷 元子 (東北大学材料科学高等研究所長)  
Motoko KOTANI (Director, Advanced Institute for Materials Research, Tohoku Univ.)  
高梨 弘毅 (東北大学金属材料研究所長)  
Koki TAKANASHI (Director, Institute for Materials Research, Tohoku Univ.)

## ■ 共同利用・共同研究委員会 Members of the Users Committee

### 【委員長】 Chairman

高梨 弘毅 (東北大学金属材料研究所長)  
Koki TAKANASHI (Director, Institute for Materials Research, Tohoku Univ.)

### 【委員】 Member

廣井 善二 (東京大学物性研究所教授)  
Zenji HIROI (Professor, Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo)  
細越 裕子 (大阪府立大学大学院理学系研究科教授)  
Yuko HOSOKOSHI (Professor, Graduate School of Science, Osaka Prefecture Univ.)  
堀田 善治 (九州大学大学院工学研究院教授)  
Zenji HORITA (Professor, Graduate School of Engineering, Kyushu Univ.)  
嶋 敏之 (東北学院大学工学部教授)  
Toshiyuki SHIMA (Professor, Faculty of Engineering, Tohoku Gakuin Univ.)  
大野 英男 (東北大学電気通信研究所長)  
Hideo OHNO (Director, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ.)  
村松 淳司 (東北大学多元物質科学研究所長)  
Atsushi MURAMATSU (Director, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku Univ.)  
小谷 元子 (東北大学材料科学高等研究所長)  
Motoko KOTANI (Director, Advanced Institute for Materials Research, Tohoku Univ.)

## ■ 運営会議構成員 Members of the Executive Committee

### 【構成員】 Member

高梨 弘毅 (所長、目標・計画対策室長)  
Koki TAKANASHI  
(Director, Head of Office of Mid-Long Term Planning)

今野 豊彦 (副所長、研究企画室長)  
Toyohiko J. KONNO  
(Deputy Director, Head of Office of Research Planning)

佐々木 孝彦 (副所長、情報企画室長)  
Takahiko SASAKI  
(Deputy Director, Head of Office of Information and Public Relations)

宇田 聡 (戦略企画室長)  
Satoshi UDA  
(Head of Office of Strategy Planning)

折茂 慎一  
Shin-ichi ORIMO

古原 忠 (産学官連携推進室長)  
Tadashi FURUHARA  
(Head of Promotion Office for Cooperation among Industry-Academia-Government)

永井 康介  
Yasuyoshi NAGAI

野尻 浩之  
Hiroyuki NOJIRI

高橋 嘉典 (事務部長)  
Yoshinori TAKAHASHI  
(Head of Administrative Office)

湯本 道明 (オブザーバー)  
Michiaki YUMOTO  
(Observer)

## ■ 研究企画室 Members of the Office of Research Planning

### 【室長】 Head

教授 今野 豊彦 Prof. T. J. KONNO

### 【室員】 Member

教授 齊藤 英治 Prof. E. SAITOH

教授 後藤 孝 Prof. T. GOTO

教授 市坪 哲 Prof. T. ICHITUBO

教授 杉山 和正 Prof. K. SUGIYAMA

教授 野尻 浩之 Prof. H. NOJIRI

事務部長 高橋 嘉典 Y. TAKAHASHI

教授 我妻 和明 Prof. K. WAGATSUMA

教授 永井 康介 Prof. Y. NAGAI

教授 吉川 彰 Prof. A. YOSHIKAWA

教授 淡路 智 Prof. S. AWAJI

## ■ 情報企画室 Members of the Office of Information and Public Relations

### 【室長】 Head

教授 佐々木孝彦 Prof. T. SASAKI

### 【室員】 Member

教授 青木 大 Prof. D. AOKI

教授 塚崎 敦 Prof. A. TSUKAZAKI

教授 正橋 直哉 Prof. N. MASAHASHI

教授 藤田 全基 Prof. M. FUJITA

教授 Gerrit Ernst-Wilhelm Bauer Prof. G. E. W. BAUER

教授 秋山 英二 Prof. E. AKIYAMA

教授 久保 百司 Prof. M. KUBO

教授 藤原 航三 Prof. K. FUJIWARA

事務部長 高橋 嘉典 Y. TAKAHASHI

## ■ 戦略企画室 Members of the Office of Strategy Planning

### 【室長】 Head

教授 宇田 聡 Prof. S. UDA

### 【室員】 Member

教授 高梨 弘毅 Prof. K. TAKANASHI

教授 古原 忠 Prof. T. FURUHARA

事務部長 高橋 嘉典 Y. TAKAHASHI

教授 今野 豊彦 Prof. T. J. KONNO

教授 齊藤 英治 Prof. E. SAITOH

特任教授 (オブザーバー) (Observer) 湯本 道明 Specially Appointed Prof. M. YUMOTO

教授 佐々木孝彦 Prof. T. SASAKI

教授 折茂 慎一 Prof. S. ORIMO

教授 野尻 浩之 Prof. H. NOJIRI

教授 宮坂 等 Prof. H. MIYASAKA

## ■ 目標・計画対策室 Members of the Office of Mid-Long Term Planning

### 【室長】 Head

教授 高梨 弘毅 Prof. K. TAKANASHI

### 【室員】 Member

教授 今野 豊彦 Prof. T. J. KONNO

経理課長 小澤 浩 H. OZAWA

司計係長 小野寺達也 T. ONODERA

教授 佐々木孝彦 Prof. T. SASAKI

総務係長 武田 秀一 S. TAKEDA

特任教授 湯本 道明 Specially Appointed Prof. M. YUMOTO

事務部長 高橋 嘉典 Y. TAKAHASHI

人事係長 千葉 茂美 S. CHIBA

総務係員 福士 邦彦 K. FUKUSHI

総務課長 千葉 史朗 S. CHIBA

研究協力係長 山崎 宏美 H. YAMAZAKI

助手 横山 美沙 Res. Assoc. M. YOKOYAMA

## ■ 産学官連携推進室 Members of the Promotion Office for Cooperation among Industry-Academia-Government

### 【室長】 Head

教授 古原 忠 Prof. T. FURUHARA

### 【室員】 Member

教授 正橋 直哉 Prof. N. MASAHASHI

教授 千葉 晶彦 Prof. A. CHIBA

特任教授 河野 龍興 Specially Appointed Prof. T.KONO

教授 今野 豊彦 Prof. T. J. KONNO

教授 吉川 彰 Prof. A. YOSHIKAWA

事務部長 高橋 嘉典 Y. TAKAHASHI

教授 松岡 隆志 Prof. T. MATSUOKA

教授 加藤 秀実 Prof. H. KATO

## ■ 安全衛生管理室 Members of the Office of Safety and Health

### 【室長】 Head

教授 今野 豊彦 Prof. T. J. KONNO

### 【室員】 Member

教授 古原 忠 Prof. T. FURUHARA

教授 杉山 和正 Prof. K. SUGIYAMA

准教授 山村 朝雄 Assoc. Prof. T. YAMAMURA

教授 我妻 和明 Prof. K. WAGATSUMA

教授 宮坂 等 Prof. H. MIYASAKA

助手 佐藤 忠重 Res. Assoc. T. SATO

教授 野尻 浩之 Prof. H. NOJIRI

教授 加藤 秀実 Prof. H. KATO

経理課長 小澤 浩 H. OZAWA

教授 千葉 晶彦 Prof. A. CHIBA

准教授 野島 勉 Assoc. Prof. T. NOJIMA



# 職員・学生等



STAFF MEMBERS, STUDENTS AND VISITING RESEARCHERS

## a) 職員数 Number of Staff ※：教授、准教授、助教には特任教員（研究）を含む。

平成 29.4.1 現在 (April, 2017)

教授 ※	Professors	26	事務職員	Administrative Staff	33
准教授 ※	Associate Professors	34	技術職員	Technical Staff	54
講師	Senior Assistant Professors	2	非常勤職員	Part Time Employees	
助教 ※	Assistant Professors	63	研究員	Researchers	43
助手	Research Associates	5	事務員等	Administrative / Technical Staff	81
計 Total					343

## b) 大学院学生数および研究所等研究生数 Number of Graduate Students, etc.

分類 Classification	博士課程前期 Master Course	博士課程後期 Doctor Course	特別研究学生 Special Research Student	研究生 Research Student	計 Total
理学研究科 Science	37	23	0	0	60
工学研究科 Engineering	81	38	0	0	119
環境科学研究科 Environmental Studies	9	2	0	0	11
医工学研究科 Biomedical Engineering	0	0	0	0	0
本所 IMR	—	—	—	0	0
計 Total	127	63	0	0	190

## c) 外部研究者 Number of Visiting Researchers

客員教授・准教授 *1 Visiting Professors and Associate Professors		6
特別研究員 Research Fellowship for Young Scientists		11
外国人特別研究員 Postdoctoral Fellowship for Overseas Researchers		1
外国人招聘研究者 Invitation Fellowships for Research in Japan		0
民間等共同研究員 Collaborative Researcher in Private Company		19
その他 *2 Others		1
計 Total		38

\*1：ICC-IMR 客員教授・准教授、新素材共同研究開発センター客員教授・准教授、産学官広域連携センター客員教授、特異構造金属プロ客員教授・准教授、客員部門（材質制御学、材料設計学）の客員教授・准教授。  
\*2：受託研究員、受託研修員等を含む。

## a) b) c) に含まれる外国人の数 Number of Foreign Staff and Students Included in the Above Members

国 Country	教職員 School Personnel	大学院学生 Graduate Student				本所 研究生 Research Students in the Institute	客員教授・准教授 Visiting Professors and Associate Professors	日本学術振興会 Japan Society for the Promotion of Science			その他 *3 Others	計 Total
		博士課程 前期 Master Course	博士課程 後期 Doctor Course	特別研究 学生 Special Research Student	研究生 Research Student			特別 研究員 Research Fellowship for Young Scientists	外国人 特別研究員 Postdoctoral Fellowship for Overseas Researchers	外国人 招聘研究者 Invitation Fellowships for Research in Japan		
インド India	3											3
インドネシア Indonesia			3					1				4
韓国 Korea	2	1	7					1				11
タイ Thailand	1		1									2
台湾 Taiwan		2	1									3
中国 China	17	15	19					2				53
バングラデッシュ Bangladesh	1											1
オーストリア Austria	1	1										1
チリ Chile	1											1
イギリス United Kingdom	1											1
スロバキア Slovensko			1									1
ドイツ Germany	1	1										2
フランス France			1									1
ロシア Russia	2											2
イラン Iran									1			1
トルコ Turkey			1									1
計 Total	30	19	34					4	1			88

\*3：c)の民間等共同研究員、その他の研究者を含む。

# 共同利用・共同研究

本研究所の共同利用は、単なる実験装置の利用機会の提供ではなく、共通の研究テーマに基づいて共同して目的を達成し、材料科学の学理探求と社会貢献を目指しています。

この共同研究は、国立大学法人、公立大学、私立大学、独立行政法人高等専門学校機構及び独立行政法人、国立研究開発法人、特殊法人に所属する研究者が利用できます。

## 1) 研究部における共同研究

### Individual Research Laboratories

材料科学に関する国内の研究者を対象とし、本研究所において、本研究所の教員と共同で行う公募型研究で、「重点研究」、「一般研究」、「若手萌芽研究」および「ワークショップ開催」があります。

#### a) 重点研究

特に重要な独創的・先駆的研究で、所要経費総額が45万円以上115万円以内のもの。

#### b) 一般研究

将来重点研究に発展する可能性がある研究、もしくは意義ある成果が期待できる研究で、所要経費総額が25万円以内のもの。

#### c) 若手萌芽研究

若手研究者（申請代表者は37歳以下）を主体とした萌芽的研究で、所要経費総額が25万円以内のもの。優秀な研究を表彰する制度を設けています。

#### d) ワークショップ開催

最新の重要な研究課題について、研究成果の迅速な公開・討論を行うための研究会開催で、所要経費総額が115万円以内のもの。

Collaborative research is opened for academic-staff members of universities and research institutions sponsored by various governmental agencies, mainly the Ministry of Education, Science and Culture, as well as private organizations. In principle, the IMR-collaboration distinguishes from more usage of experimental facilities, but rather conducts joint research projects performed in the following divisions of this institute in order to address researches in materials science fields.

Joint research project conducted by researchers of IMR and other universities/institutions; Four categories "Research in Priority Areas", "General Research", "Exploratory Research for Young Researchers" and "Work-shop" are prepared.

#### a) Research in Priority Areas

Original and leading research of special priority with total budget 0.45 million JPY or more and 1.15 million JPY or less.

#### b) General Research

Research that is expected to produce results of collaboration, having the potential to develop into "Research in Priority Areas"

#### c) Exploratory Research for Young Researchers

Research in an early stage of development for young researchers (not older than 37 years) with total budget up to 0.25 million JPY. Excellent collaborative researches will be commended.

#### d) Work-shop

Meeting or forum to discuss latest key data and knowledge mutually on current research topics with total budget 1.15 million JPY or less.

## 2) 附属量子エネルギー材料科学国際研究センターにおける共同利用研究

### International Research Center for Nuclear Materials Science

JAEA ((国研) 日本原子力研究開発機構) のJMTR、JOYO 及び BR-2 などの海外試験研究炉等を用いた材料照射研究及びアクチノイド研究を行う大学、国立研究機関等の研究者を対象としています。国際協力に関わる海外研究者等の受け入れも対象としています。

Collaborative research projects are carried out with researchers from universities and independent administrative agencies. The studies are on 1) irradiation effects of various nuclear materials utilizing JMTR\* (Japan Materials Testing Reactor), experimental fast reactor JOYO, JRR-3 etc. in JAEC (Japan Atomic Energy Agency) at Oarai, Ibaraki Prefecture, and 2) new type of actinide materials, including researches on nuclear fuels and their recycling processes.

\* JMTR is planning out of operation for regulation.

### 3) 附属新素材共同研究開発センターにおける共同利用研究

#### Cooperative Research and Development Center for Advanced Materials (CRDAM)

同センターの研究部との共同研究、あるいは同センターの装置を利用した共同研究で、新素材の設計・開発等を行う国内の研究者を対象としています。優秀な研究に対する表彰制度を設けています。

The collaborative research projects are carried out to design and develop various new materials. The researchers are collaborated with Research Divisions of CRDAM or by using experimental facilities in CRDAM. Excellent collaborative researches will be commended.

### 4) 附属強磁場超伝導材料研究センターにおける共同利用研究

#### High Field Laboratory for Superconducting Materials

同センターの強磁場装置を利用し、高温超伝導体の基礎的研究や超伝導材料開発等の応用研究、また強磁場による新材料の創製研究を行う研究者を対象としています。

Collaborative research projects are performed for basic and applied research of high temperature superconducting materials and for developing new materials in high fields by using superconducting magnets or hybrid magnets.

### 5) 計算材料学センターにおける共同利用研究

#### Center for Computational Materials Science

同センターのスーパーコンピュータを利用し、超大規模シミュレーション計算により新物質・材料の探索・設計を行う研究者を対象としています。

Collaborative research projects are performed for basic and application research on materials by using the supercomputers in the Center.

## 共同利用・共同研究等の件数と共同研究者数 The Number of Collaborative Research Projects and Researchers in Recent Years

区 分 Category	平成 26 年度 2014		平成 27 年度 2015		平成 28 年度 2016	
	件数 Projects	人数 Researchers	件数 Projects	人数 Researchers	件数 Projects	人数 Researchers
1) 研究部 Individual Research Laboratories	a) 重点研究 Research in Priority Areas	1	5		3	
	b) 一般研究 General Research	100	976	111	958	104
	c) 若手萌芽研究 Exploratory Research for Young Researchers	13		10		10
	d) ワークショップ開催 Work-shop	9	6		5	
小 計 Subtotal	123	976	132	958	122	812
2) 附属量子エネルギー材料科学国際研究センター International Research Center for Nuclear Materials Science	71	830	71	609	89	460
3) 附属新素材共同研究開発センター Cooperative Research and Development Center for Advanced Materials (CRDAM)	98	242	97	157	79	164
4) 附属強磁場超伝導材料研究センター High Field Laboratory for Superconducting Materials	72	459	86	574	101	484
5) 計算材料学センター Center for Computational Materials Science	30	106	33	124	29	97
合 計 Total	394	2,613	419	2,422	420	2,017

# 産学連携活動

金属材料研究所は、初代所長である本多光太郎博士の「産業は学問の道場なり」の言葉に代表されるように創立当初から産業界と深い連携を保ち活動してきました。現在も、新材料の工業化、民間企業への技術指導や共同研究の実施など、研究活動を通じた産業貢献に努めています。

Institute for Materials Research (IMR) has kept a close relationship to industries since its foundation, as was described as "Industry is a training ground of academia" by the first director, Dr. Kotaro Honda. To this day we are making continuous efforts for contributing to industries through the commercialization of new materials, giving academic/technical advice to private companies, and enforcement of collaborative research projects.

## ■ 民間企業との共同研究・受託研究 Joint Research and Commissioned Research with Private Companies

### 共同研究および受託研究の推移 Joint Research and Commissioned Research in Recent Years

		平成 26 年度 2014	平成 27 年度 2015	平成 28 年度 2016
共同研究 Joint Research	件数 Projects	121	110	122
	金額 (千円) Research Fund (Thousand Yen)	245,177	352,495	224,945
	共同研究員 (人) Collaborative Researchers	42	40	19
受託研究 Commissioned Research	件数 Projects	69	73	59
	金額 (千円) Research Fund (Thousand Yen)	1,219,316	917,935	1,110,866

### 本研究所発明届出件数 Number of Invention Notification

	平成 26 年度 2014	平成 27 年度 2015	平成 28 年度 2016
件数 The Number of Cases	26	27	23

※数字は、本研究所職員の届出件数。 The numbers were reported by IMR Staff.

### 本研究所教職員の発明にかかる特許数 Number of Patents

企業との共同による登録特許数 / 全特許数 (平成 29 年 5 月現在) The Number of Collaborative Patent Registrations with Private Companies / All Patents Held by IMR Staffs (As of May, 2017)	208 / 305
--	-----------

## ■ 産学連携先端材料研究開発センター (MaSC) Material Solutions Center

本センターは、東北大学が世界的な強みを有する金属ナノ制御技術、超ハイブリット材料技術、量子ドット技術などの最先端技術を基盤とし、産官学が連携して新機能などを有する先進材料開発を展開しています。主な研究テーマは①社会基盤材料、②エレクトロニクス材料、③エネルギー材料の3分野です。金属材料研究所のほかに、多元物質科学研究所、流体科学研究所および東北大学本部によって運営されています。

Material Solutions Center (MaSC) promotes a development of new-functional materials by industry-government-academia cooperation on the basis of cutting-edge technologies developed in Tohoku University such as nano-metal control, ultra-hybrid material and quantum-dot fabrication technologies. Main research subjects are ① infrastructural materials, ② electronic materials and ③ energy related materials. The center is cooperated by Tohoku University headquarters and Institute of Multidisciplinary Research for Advance Materials (IMRAM), Institute for Fluid Science (IFS) and IMR in Tohoku University.



左: MaSC に設置されている電子ビーム積層造形装置 (EBM)  
右: EBM で試作造形に成功した複雑な形状を有するハイエントロピー合金製羽根車

Left: Electron Beam Melting (EBM) system  
Right: High Entropy Alloy (HEA) impeller with complex design fabricated by EBM additive manufacturing

## ■ 金研夏期講習会 KINKEN Summer School

金研夏期講習会は、「材料開発の基礎から最近の研究動向まで」を信条とした、金属材料研究所の産業貢献を代表する活動のひとつで、民間企業技術者を対象とした講義や実習を行っています。日本のものづくりの源泉として1922年の第1回から90余年続いており、2016年には86回目を迎えました。近年は仙台と仙台以外の地域でも開催しています。

KINKEN Summer School is one of our contributions to industries by providing lectures on the basics of materials development and the trend of current research for the engineers in private companies. This school continued to be held for over ninety years since 1922 and the 86th school was organized in 2016. Recently the place where the school is held alternatively changes between Sendai-city and the other area in Japan.

	第82回 仙台 平成24年(2012)	第83回 神戸 平成25年(2013)	第84回 仙台 平成26年(2014)	第85回 仙台 平成27年(2015)	第86回 仙台 平成28年(2016)
民間企業 / 全体 Private Companies/Total	25/43	25/32	19/32	12/26	30/38



第1回金研夏期講習会集合写真(大正11年)  
Group Photo in the First Time (1922)

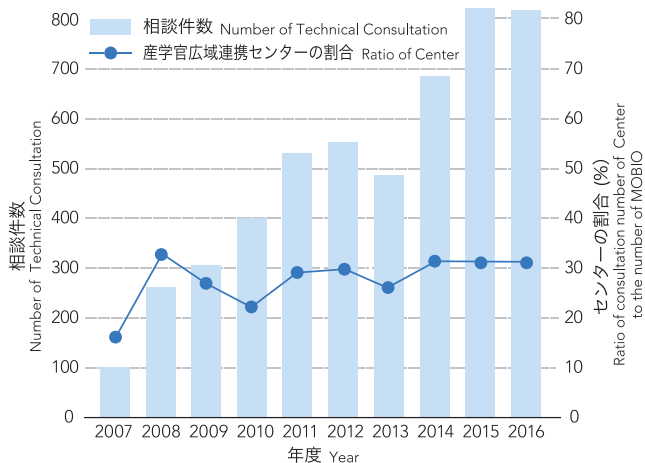


第81回金研夏期講習会集合写真(平成23年,名古屋)  
Group Photo in the 81st (2011, Nagoya)

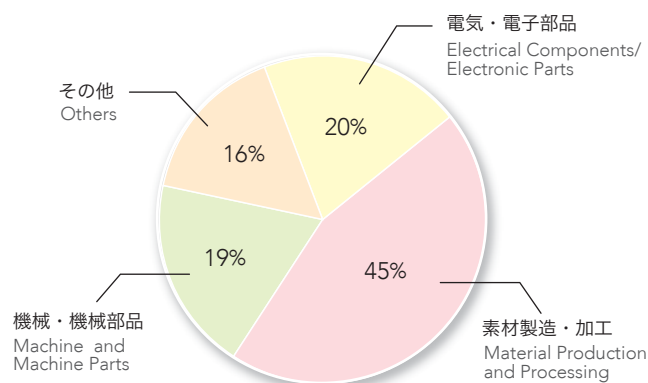
## ■ 附属産学官広域連携センターの活動 Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research

本センターは、本所が培ってきた材料科学と関西での11年に及ぶ産学官連携活動の実績をベースに、共同利用・共同研究成果を社会ニーズに繋げることで、学術の社会貢献を推進すると共に、産業界の技術力強化、イノベーション創出、次世代人材育成を実践することで、ものづくり産業の発展と地方創生による豊かな国づくりを目指します。

Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research makes a social contribution through transferring academic outputs in collaborative research to social needs by material science cultivated in IMR and the actual achievements in industry-government-academia cooperation over 10 years at Kansai area. Further, Center aims to build the matured society through developing manufacture industry and local creation by strengthening industrial technology, innovation creation and educating next-generation human resources.



技術相談の件数 (ものづくりビジネスセンター大阪: MOBIO)  
The Number of Technical Consultation in MOBIO



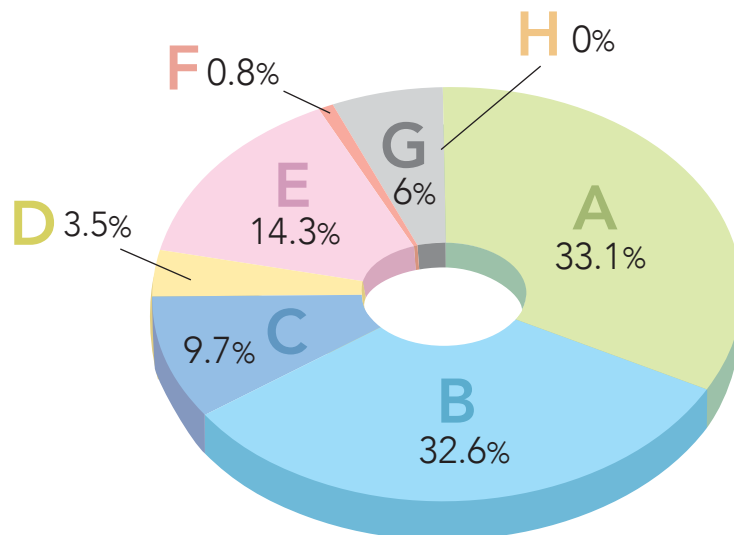
相談企業の業種 (平成28年度)  
Category of Supported Company (2016)



左: 2016年11月4日 匠の技プロジェクト・夜間大学講座  
右: 2016年10月29日 日本銅学会 第50回論文賞

Left: 2016.11.4 Night course University Seminar, "Takumi no Waza project"  
Right: 2016.10.29 Outstanding Paper Award of the 50th Japan Copper and Brass Association

## ■ 平成28年度予算の概要 Budget for 2016 Fiscal Year



- A** 人件費：文部科学省より  
Operating Expense Subsidy (Personnel) from Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
- B** 物件費：文部科学省より  
Operating Expense Subsidy(Non-Personnel) from Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
- C** 科学研究費助成事業  
Grants-in-Aid for Scientific Research
- D** 共同研究費  
Joint Research Fund
- E** 受託研究費  
Commissioned Research Fund
- F** 寄附金  
Donations
- G** その他補助金  
Other Subsidies
- H** 補正予算  
Supplementary Budget

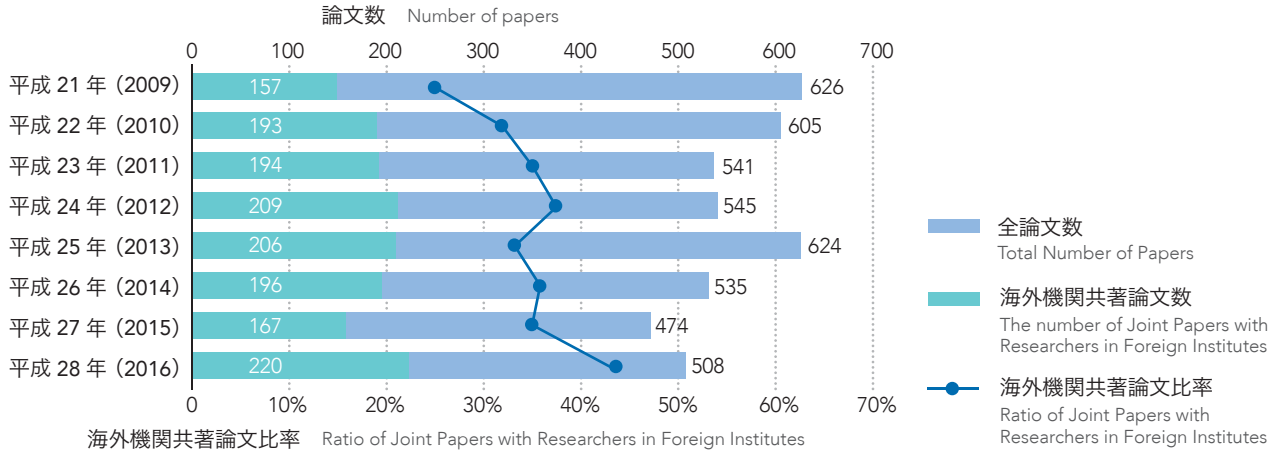
## 予算額の推移 Yearly Trend of Budget

区 分	A 人件費 Personnel	B 物件費 Non-Personnel	C 科学研究費 助成事業 Grants-in-Aid for Scientific Research	D 共同研究費 Joint Research Fund	E 受託研究費 Commissioned Research Fund	F 寄附金 Donations	G その他補助金 Other Subsidies	H 補正予算 Supplementary Budget	計 Total
平成 28 年度 2016	1,864,378	1,831,285	547,690	196,803	806,140	45,692	334,905	0	5,626,893
平成 27 年度 2015	1,882,915	1,999,508	513,546	343,812	996,046	67,657	385,439	0	6,182,596
平成 26 年度 2014	1,906,980	1,927,497	485,310	236,714	1,067,574	94,436	557,068	0	6,275,579
平成 25 年度 2013	1,867,469	2,113,061	556,967	194,154	1,211,660	72,187	676,910	42,700	6,735,108
平成 24 年度 2012	1,909,264	2,029,704	427,566	242,977	970,859	62,821	835,363	2,029,782	8,508,336

単位：千円 (Unit: Thousand Yen)

## ■ 研究論文 Research Papers

本研究所の研究者により出版された最近の研究論文数 (クラリベイト・アナリティクス社: Web of Science™ 収録論文 (2017年6月現在))  
 Number of Recent Research Papers Published by the Members of IMR (Clarivate Analytics : Web of Science™ (As of June, 2017))



## ■ 受賞 Awards

### 【文化勲章】 Order of Culture

本多光太郎 Kotaro HONDA	昭和 12 年度 1937
増本 量 Hakaru MASUMOTO	昭和 30 年度 1955
村上武次郎 Takejiro MURAKAMI	昭和 31 年度 1956
茅 誠司 Seiji KAYA	昭和 39 年度 1964

### 【文化功労者】 Culture Merit

今井勇之進 Yunoshin IMAI	平成 4 年度 1992
増本 健 Tsuyoshi MASUMOTO	平成 12 年度 2000
福山 秀敏 Hidetoshi FUKUYAMA	平成 28 年度 2016

### 【日本学士院恩賜賞】 Imperial Prize

増本 量 Hakaru MASUMOTO	昭和 21 年度 1946
----------------------	---------------

### 【日本学士院賞】 Japan Academy Prize

本多光太郎 Kotaro HONDA	大正 5 年度 1916
曾禰 武 Takeshi SONE	大正 14 年度 1925
村上武次郎 Takejiro MURAKAMI	昭和 2 年度 1927
増本 量 Hakaru MASUMOTO	昭和 6 年度 1931
茅 誠司 Seiji KAYA	昭和 17 年度 1942
神田 英蔵 Eizo KANDA	昭和 35 年度 1960
今井勇之進 Yunoshin IMAI	昭和 42 年度 1967
増本 健 Tsuyoshi MASUMOTO	昭和 58 年度 1983
鈴木 秀次 Hideji SUZUKI	平成 4 年度 1992
井上 明久 Akihisa INOUE	平成 14 年度 2002

### 【日本国際賞】 Japan Prize

佐川 真人 Masato SAGAWA	平成 24 年度 2012
---------------------	---------------

### 【日本学士院学術奨励賞】 Japan Academy Medal

齊藤 英治 Eiji SAITOH	平成 23 年度 2011
-------------------	---------------

### 【日本学術振興会賞】 JSPS Prize

川崎 雅司 Masashi KAWASAKI	平成 18 年度 2006
齊藤 英治 Eiji SAITOH	平成 23 年度 2011

### 【科学技術分野の文部科学大臣表彰 (平成 17 年度より)】

Commendation for Science and Technology by the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology Since 2005

#### 科学技術賞 Prizes for Science and Technology

渡邊 和雄 Kazuo WATANABE (研究部門 Research Category)	平成 17 年度 2005
折茂 慎一 Shin-ichi ORIMO (研究部門 Research Category)	平成 24 年度 2012
吉川 彰 Akira YOSHIKAWA (開発部門 Development Category)	平成 26 年度 2014
新家 光雄 Mistuo NIINOMI (研究部門 Research Category)	平成 27 年度 2015
牧野 彰宏 Akihiro MAKINO (開発部門 Development Category)	平成 29 年度 2017
松岡 隆志 Takashi MATSUOKA (研究部門 Research Category)	平成 29 年度 2017
齊藤 英治 Eiji SAITOH (研究部門 Research Category)	平成 29 年度 2017

#### 若手科学者賞 The Young Scientists' Prize

福村 知昭 Tomoteru FUKUMURA	平成 21 年度 2009
大友 明 Akira OHTOMO	平成 23 年度 2011
齊藤 英治 Eiji SAITOH	平成 24 年度 2012
安藤 和也 Kazuya ANDO	平成 25 年度 2013
内田 健一 Ken-ichi UCHIDA	平成 29 年度 2017
南部 雄亮 Yusuke NAMBU	平成 29 年度 2017

#### 創意工夫功労者賞 The Prize for Creativity

笹森賢一郎 Kenichiro SASAMORI	平成 17 年度 2005
大久保 昭 Akira OKUBO	平成 18 年度 2006

### 【産学官連携功労者表彰】

Citation of Merit for Industry-Academia-Government Collaboration

#### 文部科学大臣賞 The Commendation by the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology

牧野 彰宏 Akihiro MAKINO	平成 28 年度 2016
----------------------	---------------

# 国際交流

## ■ 学術交流協定締結校 Agreements on Academic Exchange with Foreign Research Institutes and Universities

大学名等		国名	協定締結年月日
韓国科学技術研究院*	Korea Institute of Science and Technology*	韓国	1989.11.15
ソウル大学校*	Seoul National University*	韓国	1993. 7.14
釜山大学校	Pusan National University	韓国	1996.10.28
延世大学校*	Yonsei University*	韓国	1996.11.14
韓国産業科学技術研究所	Research Institute of Industrial Science and Technology	韓国	1996. 4.21
漢陽大学校セラミックス工程研究センター	Hanyang University, Ceramic Processing Research Center	韓国	1999. 5.13
東義大学校*	Dong-Eui University*	韓国	2002. 5.31
昌原大学校*	Changwon National University*	韓国	2004. 4. 9
高麗大学校*	Korea University*	韓国	2005.11.26
韓国海洋大学校工科大学	College of Engineering, Korea Maritime University	韓国	2009. 4.15
シンガポール生産技術研究所	Singapore Institute of Manufacturing Technology	シンガポール	2005. 5. 6
キングモンクット工科大学ラカバン校*	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*	タイ	2004. 4.15
国立台湾大学*	National Taiwan University*	台湾	1998. 3.23
金属工業発展研究センター	Metal Industries Research and Development Centre	台湾	2015.12.18
中国科学院固体物理研究所	Chinese Academy of Science, Institute of Solid State Physics	中国	1985. 1. 1
中国科学院物理研究所	Chinese Academy of Science, Institute of Physics	中国	1993. 2.17
武漢理工大学*	Wuhan University of Technology*	中国	1994. 5.13
清華大学*	Tsinghua University*	中国	1994. 8.10
香港科技大学*	The Hong Kong University of Science and Technology*	中国	1996.10. 1
中国科学院金属研究所	Chinese Academy of Science, Metal Institute	中国	1997.11.26
中国科学院上海硅酸盐研究所	Chinese Academy of Science, Shanghai Institute of Ceramics	中国	1998.12. 3
重慶大学*	Chongqing University*	中国	2001. 6.15
北京科技大学*	University of Science and Technology Beijing*	中国	2002.10.25
大連理工大学* <sup>o</sup>	Dalian University of Technology*	中国	2005.10. 7
北京航空航天大学	Beihang University	中国	2005.11.25
天津大学*	Tianjin University*	中国	2006. 7.21
華東師範大学*	East China Normal University*	中国	2006. 9.20
中国地質大学(武漢)*	China University of Geosciences(Wuhan)*	中国	2010. 7. 7
オーストラリア国立大学*	The Australian National University*	オーストラリア	2002. 7.16
ペンシルバニア州立大学*	The Pennsylvania State University*	アメリカ合衆国	1988.11.29
ペンシルバニア大学工学部	University of Pennsylvania, School of Engineering and Applied Science	アメリカ合衆国	1997. 4.25
ハーバード大学*	Harvard University*	アメリカ合衆国	2002. 5.31
カリフォルニア大学サンタバーバラ校*	University of California, Santa Barbara*	アメリカ合衆国	2004. 3.12
ライス大学工学部	George R. Brown School of Engineering, Rice University	アメリカ合衆国	2012. 1.30
マサチューセッツ工科大学電子工学研究所、マイクロシステム技術研究所	Research Laboratory of Electronics, Microsystems Technology Laboratories, Massachusetts Institute of Technology	アメリカ合衆国	2015. 1. 9
ヨーク大学*	The University of York*	イギリス	2004. 5.18
ピサ大学物理学科	Department of Physics, Pisa University	イタリア	1999. 8.31
デルフト工科大学*	Delft University of Technology*	オランダ	2016. 1.11
スイス連邦工科大学ローザンヌ校*	The Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne*	スイス	2000.11.20
グラナダ大学*	University of Granada*	スペイン	2012. 9.27
ジョセフステファン研究所	Josef Stefan Institute	スロベニア	2000.10. 5
ゲッティンゲン大学*	University of Goettingen*	ドイツ	1996.12. 3
マックス・プランク金属研究所	Max-Planck Institute for Metals Research	ドイツ	1997. 4.28
カールスルーエ工科大学*	Karlsruhe Institute of Technology*	ドイツ	2008. 3.24
カイザースラウテルン工科大学*	The University of Kaiserslautern*	ドイツ	2012. 2. 1
ヨハネスグーテンベルク大学*	Johannes Gutenberg University*	ドイツ	2012. 2. 6
マックス・プランク固体化学物理研究所、マックス・プランク微細構造物理研究所	Max-Planck-Institute for Chemical Physics of Solids, Max-Planck-Institute of Microstructure Physics	ドイツ	2017. 3.10
レーゲンスブルグ大学*	University of Regensburg*	ドイツ	2017. 3.16
チェコ科学アカデミー物理研究所	The Institute of Physics of the Czech Academy of Science	チェコ	2017. 3.24
リヨンイクラウドベルナル大学発光材料物理化学研究所	University Claude Bernard-Lyon 1, Physical Chemistry of Luminescent Materials Laboratory	フランス	1999.11.25
ITER国際核融合エネルギー機構*	The ITER International Fusion Energy Organization*	フランス	2013.12.24
ベルギー原子力研究センター*	The Belgian Nuclear Research Centre*	ベルギー	2004. 4.15
ポーランド科学アカデミー物理学研究所	Institute of Physics, Polish Academy of Science	ポーランド	2000.12. 8
ポーランド真空工学研究所	Institute of Vacuum Technology	ポーランド	2000. 6. 9
ポーランド電子材料技術研究所	Institute of Electronic Materials Technology	ポーランド	2002. 3. 1
ロシア科学アカデミー総合物理学研究所	Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences	ロシア	1993. 1. 27
イスタンブール工科大学*	Istanbul Technical University*	トルコ	2007. 7.19

<sup>o</sup>共同研究センター設置校 (Research Center) \*大学間協定締結校 (University Level Agreement)



## ■ 国際交流トピックス International Collaboration Topics

### チェコ科学アカデミー物理研究所Martin Nikl教授が来訪 (2017年2月22日)

Prof. Martin Nikl, Czech Academy of Sciences, Visited the IMR February 22, 2017.

チェコ科学アカデミー物理研究所の Martin Nikl 教授が訪問されました。Nikl 教授は、光物性の専門家であり、本研究所とはシンチレータの研究について以前より先端結晶工学研究部（吉川研究室）と交流がありました。これまでの交流を発展させチェコ科学アカデミー物理研究所と部局間学術交流協定を 3 月 24 日に締結しました。

Prof. Martin Nikl, Czech Academy of Sciences, visited the IMR hosted by Prof. A. Yoshikawa. Prof. Martin Nikl is an expert in optical physics and collaborated with Yoshikawa's group in the research of scintillator crystals. The Physics Institute of Czech Academy of Sciences and the IMR concluded an Institute Level Academic Exchange Agreement on March 24 in order to further develop the previous exchanges.



### 中南大学梁院長・重慶大学陳院長補佐らが来訪 (2017年3月9日)

A Chinese Delegation from the Central South and Chongqing Universities Visited the IMR March 9, 2017.



中南大学材料科学与工程学院院長の梁叔全教授、重慶大学材料科学与工程学院院長補佐の陳澤軍教授、中国駐新潟総領事館教育担当領事の張袁松一等書記官らが本研究所を訪問し、材料科学分野における東北大学、本研究所との国際交流・共同研究などについての意見交換を行いました。なお重慶大学と東北大学は大学間学術交流協定を締結し本研究所は世話部局となっています。

Chinese delegation included representatives from Central South University, led by Prof. Liang Shuquan (Head, School of Materials Science and Engineering) and Chongqing University Prof. Chen Zejun (Assistant Dean, College of Materials Science and Engineering, Department of Materials Engineering) visited IMR with the director of Education of the Consulate-General of the People's Republic of China in Niigata, Zhang Yuansong. They convened with IMR Director Koki Takanashi to discuss further research exchanges among the three universities. Tohoku University and Chongqing University tied up also had an academic exchange agreement.

### ノルウェー科学技術大学代表団が来訪 (2017年4月27日)

A delegation of the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) from Trondheim, Norway, Visited the IMR April 27, 2017.

Kari Melby 副学長を代表とするノルウェー科学技術大学 (NTNU) と駐日ノルウェー大使館総勢 19 名からなる代表団が東北大学に来訪し、大学間学術交流協定締結に向けての検討が行われました。材料物理グループの代表 Anne Borg 教授 (自然科学部長)、Erik Wahlstrom 教授 (物理学科長)、Jostein Mardalen 教授 (物質科学技術学科長)、Geir Martin Haarberg 教授 (物質科学技術科)、Svein Grandum 科学技術参事官 (ノルウェー大使館) の 5 名が本研究所を訪問し、それぞれの大学、研究所の紹介と国際共同研究や学生交流の在り方についての意見交換と物理系研究室の見学を行いました。

Tohoku University hosted representatives from the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), which included 16 members from the NTNU and officials from the Royal Norwegian Embassy in Tokyo. The Materials Physics Group (Head: Prof. Anne Borg, Dean of the Faculty of Natural Sciences and Technology) visited the IMR to discuss international exchange among students and researchers. The delegation included Prof. Erik Wahlstrom (Physics, Department Head), Prof. Jostein Mårdalen (Head of Department of Materials Science and Engineering), Prof. Geir Martin Haarberg (Department of Materials Science and Engineering), Mr. Svein Grandum, Science and Technology Attaché (Norwegian Embassy).





教授 (兼)  
バウアー ゲリット  
Prof.  
Gerrit E. W. BAUER



准教授  
野村 健太郎  
Assoc. Prof.  
Kentaro NOMURA



助 教  
トレティアコフ オレグ  
Assist. Prof.  
Oleg TRETIAKOV



助 教  
佐藤 浩司  
Assist. Prof.  
Koji SATO



特任助教  
バーカー ジョセフ  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Joseph BARKER

## ■ 応用理論物理—量子力学からナノテクノロジーへ

当部門は凝縮系理論の研究を通して強磁性体及び超伝導体の微小構造を利用した次世代 IT 技術を実現することを目指しており、特にナノ構造中の電子の持つスピンのに関する量子現象の研究を行っています。電子の持つ電荷とスピン、またそれらの流れである電流とスピン流を有効に利用し制御することを目指す研究分野をスピントロニクスと言います。スピンは熱流と強い相関を持つことが最近明らかにされスピнкаロリトロニクスと呼ばれる分野が生まれました。我々はスピン・ゼーベック効果、ナノスケールのバーネット効果やアインシュタイン効果など磁気とメカニカルな自由度が強く結びついた研究分野スピンメカニクスの開拓も行っています。

## ■ Applied Theoretical Physics - From Quantum Mechanics to Nanotechnology

We apply the methods of theoretical condensed matter physics to understand the properties of condensed matter structures on the nanoscale, motivated by scientific curiosity, new experimental discoveries, and potential applications. Many of our activities are centered on the quantum mechanics of the spin degree of freedom of the electron. The science and technology of studying and controlling the coupled spin and charge current is called spintronics. Only recently, it has been fully recognized that heat currents are strongly coupled to the spin as well, leading to a new field of spin caloritronics. Here we study the spin Seebeck effect. Our research on spin mechanics is devoted to the coupling of the magnetic and mechanical degrees of freedom, such as nanoscopic version of the Barnett and Einstein-de Haas effects.



図 1: スピン・カロリトロニクスのイメージ。  
熱がスピン角運動量と相互作用する。

Figure 1: Spin Caloritronics addresses the interaction of the spin angular momentum and heat.

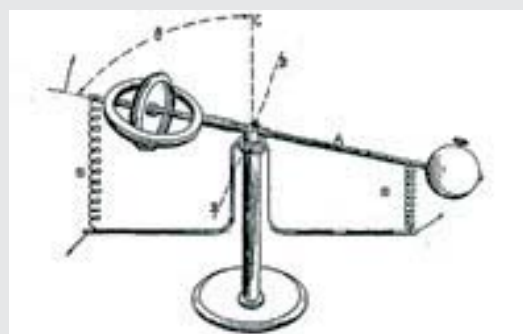


図 2: バーネット効果の古典的アナロジー。S. J. Barnett, Rev. Mod. Phys. 7, 129 (1935) よりジャイロスコープが回転 (スピン) すると A 軸の傾き  $\theta$  が変化する。

Figure 2: A classical analogue of the Barnett effect from S. J. Barnett, Rev. Mod. Phys. 7, 129 (1935). When the gyroscope built into the axis A spins, a rotation around the C axis modifies the tilt angle  $\theta$ .



教授 (兼)  
藤原 航三  
Prof.  
Kozo FUJIWARA



准教授  
森戸 春彦  
Assoc. Prof.  
Haruhiko MORITO



助教  
前田 健作  
Assist. Prof.  
Kensaku MAEDA



助教  
志賀 敬次  
Assist. Prof.  
Keiji SHIGA

## ■ 結晶成長が拓く人類社会の未来

エネルギー・環境問題は全人類が真剣に向き合って解決策を見出さなければならない課題です。本部門では、エネルギー材料の高品質結晶成長技術の開発に取り組んでいます。

液相からの結晶成長過程で生じる現象を基礎的に解明し、その学理に基づいた結晶成長技術の開発を行い、社会に役立つ結晶材料を創出します。

1. その場観察法の開発：固液界面の直接観察技術を独自に開発しています。
2. 融液成長メカニズムの解明：固液界面で生じる様々な現象を基礎的に解明しています。あらゆる材料を研究対象とし、融液成長の総合的な学理を構築します。
3. 太陽電池用 Si 多結晶インゴットの成長技術開発：実用太陽電池で最も重要な材料である Si 多結晶の高品質・高均質化を実現し、エネルギー・環境問題に貢献します。
4. 新物質・新材料創製：金属フラックスを用いた独自の結晶成長プロセスにより、新機能や高性能を示す新しい結晶材料を創製します。

## ■ Crystal Growth for the Future of the Human Being Society

We have to face an energy and environmental problem to build a persistent human being society. The expectation to photovoltaic devices increases year by year all over the world. The aim of our group is to create energy materials through fundamental studies of crystal growth mechanisms.

1. Development of in situ observation system:  
We have developed a technology to observe a crystal/melt interface at a high temperature more than 1400°C.
2. Elucidation of melt growth mechanisms:  
We study the melt growth mechanisms of various materials including semiconductors, metallic alloys and compounds to build a general theory of the melt growth mechanisms.
3. Development of crystal growth technology for obtaining a high homogeneous and high quality multicrystalline Si (mc-Si) ingot for solar cells:  
We realize an mc-Si ingot for high-efficiency solar cells and contribute to construction of energy-environment harmonic society.
4. Creating new materials:  
We create novel functional materials by metal flux methods.

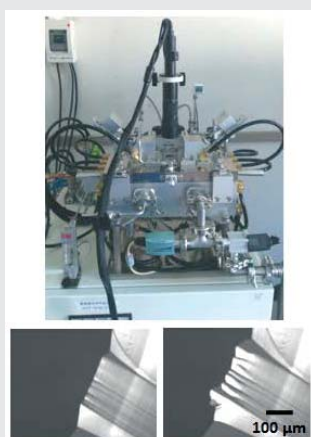


図 1：その場観察装置と Si 多結晶の固液界面不安定化の様子。  
Figure 1: In situ observation system and images of Si crystal/melt interface.

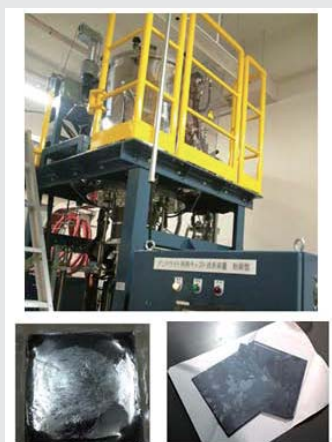


図 2：キャスト成長装置と太陽電池用 Si 多結晶インゴット。  
Figure 2: Casting furnace and multicrystalline Si ingot for solar cells.

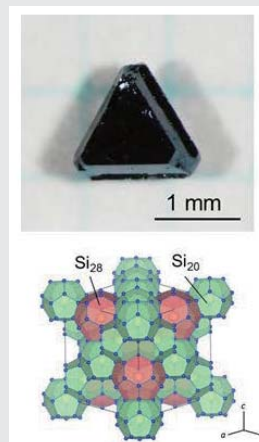


図 3：Na フラックス法により作製した Si クラステート。  
Figure 3: Si clathrate grown by Na flux method.



教授  
野尻 浩之  
Prof.  
Hiroyuki NOJIRI



准教授  
木保 基  
Assoc. Prof.  
Motoi KIMATA



助教  
茂木 巖  
Assist. Prof.  
Iwao MOGI



助教  
木原 工  
Assist. Prof.  
Takumi KIHARA



助教  
平田 倫啓  
Assist. Prof.  
Michihiro HIRATA

## ■ 強磁場がもたらす新しい磁性の姿をもとめて

磁場と物質の作用は磁石だけでなくあらゆる物質に生じます。強磁場は、物質を制御する外部環境の中で最も精密に、その強さ、時間構造および履歴を制御できる外場です。磁気物理学部門では、日常では存在しない強い磁場をもちいて、極限状態であられる磁性体の新しい姿とその起源を研究しています。

このために、本部門では、定常及びパルス強磁場を利用して、テラヘルツ ESR 装置、ユニークな強磁場 X 線分光装置や中性子散乱装置、X 線自由電子レーザー回折装置など、最先端の実験手法を開発し、その応用を国内はもとより海外でも展開しています。これらの手法を駆使し、強い電子相関をもつ磁性体、超伝導体、有機導体等において強磁場により誘起される新しい相の研究、あるいは、分子磁石等のナノスケールの世界でおこる量子現象の磁場制御の研究を行っています。

## ■ Exploring Frontier of Magnetism in High Magnetic Fields

A magnetic field is a unique external environment because of the precise controllability in the intensity, time structure, and hysteresis. Novel magnetic states and exotic electronic phases are induced by high magnetic fields. The main subject of our group is to investigate basic principles to control condensed matters including strongly correlated electron systems and molecular based nano-magnets by using strong pulsed and steady magnetic fields.

The original and unique advanced spectroscopic tools such as THz-ESR, high magnetic field X-ray spectrometer, high magnetic field neutron diffraction and ultra-high magnetic field diffraction with X-ray free electron laser have been developed and used. Our terahertz ESR system: TESLA-ESR and the ultra-low temperature magnetization system attract many users from foreign countries.

We keep the world records of the highest field X-ray spectroscopy and the neutron scattering. Moreover, those devices are operational in several major overseas institutes under international collaborations.



図 1 : X 線自由電子レーザー回折装置用のスプリット型パルス強磁場磁石。体積約 15 cc と超小型だが 30 テスラを越える超強磁場を発生可能で、これを用いる事で、これまで不可能だった強磁場中における高温超伝導体の電荷密度波による微弱な回折信号の測定に成功した。

Figure 1: A split-pair magnet used for X-ray diffraction with X-ray free electron laser. In the extremely compact volume of about 15 cm<sup>3</sup>, ultra strong magnetic fields over 30 T can be generated. We have succeeded in the observation of very weak signal caused by the charge density wave in high Tc superconductor.

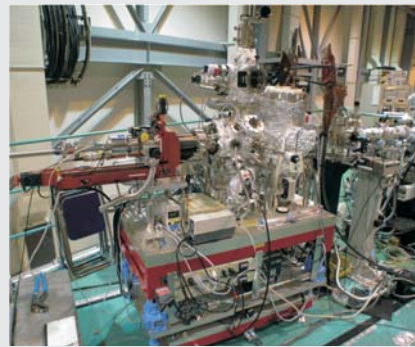


図 2 : SPring8 の BL25SU に JASRI と共同で開発して設置した超強磁場 X 線円二色性分光装置。40 テスラの超強磁場を用いて、超強磁場下の物質の磁化を元素毎に区別して測定する事が可能であり、磁性体の研究に威力を発揮している。

Figure 2: The 40 T X-ray magnetic-circular-dichroism spectrometer developed and installed at BL25SU of SPring8 by the collaboration with JASRI. The powerful tool to investigate the element specific magnetization in extremely high magnetic fields.



教授 (量子材料科学  
高等研究所)  
齊藤 英治  
Prof.  
Eiji SAITOH



准教授  
高橋 三郎  
Assoc. Prof.  
Saburo TAKAHASHI



助教  
塩見 雄毅  
Assist. Prof.  
Yuki SHIOMI

## ■ スピン、光、MEMS ミクロの回転でエネルギーを作り出す

本部門では、電子のスピンに着目し、新規の物理現象を開拓しています。スピンは相対性理論から導かれる量子力学的な電子の回転です。この回転をナノテクノロジーによって利用することで、次世代電子技術「スピントロニクス」の原理確立を目指しています。

スピンの流れであるスピン流はスピントロニクスの要です。当研究室は世界に先駆けてスピン流の物理法則を開拓し、スピン流による情報伝達やエネルギー変換に成功しました。その一つであるスピンゼーベック効果を用いれば、電子の回転をタービンのように利用することで、物質の熱から電気を作り出すことができます。これによりスピンをを用いた熱電変換の可能性が拓かれました。さらに、電子の回転そのものを物に伝えて物体を動かす、新しい機械の動作原理の開拓に挑戦しています。最近、我々のグループは電子スピンと流体運動が相互作用することを実証しました。これにより、スピンを利用した新たな機械工学の道が拓かれました。

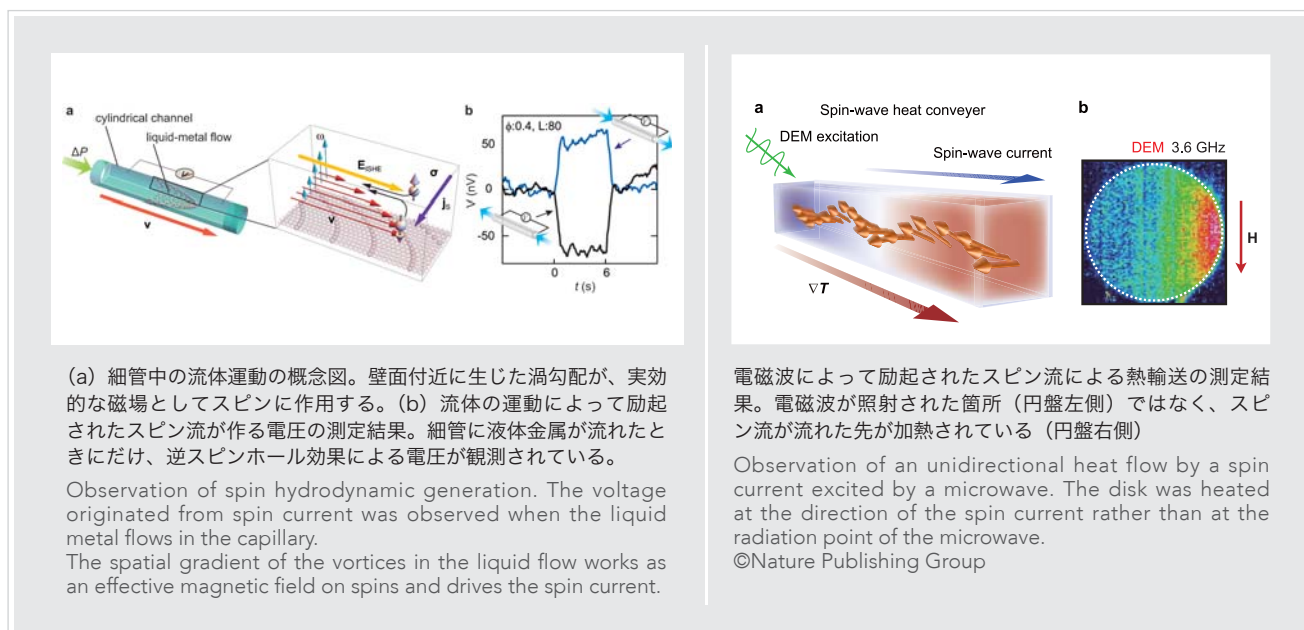
我々は、この様なミクロな回転を利用した全く新しい原理に基づくエネルギー科学で、世界をリードする研究グループです。

## ■ Harvesting Energy by Micro Angular Momentum: Spin, Photon, and MEMS

We are exploring novel physical phenomenon regarding electron spin. Spin is a quantum mechanical rotation of electrons inherent to the theory of relativity. Using this quantum mechanical rotation with nanotechnologies, we are challenging to establish physical principles of spintronics.

Spin current, a flow of spin angular momentum, is a critical component of spintronics. We are one of the global pioneers in the research of spin current and have succeeded in experimentally proving signal transmission and energy harvesting by the spin current. One of the highlights is the finding of spin Seebeck effect, where the electron spin works like a turbine and converts thermal heat into workable electricity. Another challenge is driving a mechanics using the quantum angular momentum of electron. Recently, we proved the spin can couple with the motion of liquid flow. It opened the new horizon of spin based mechanics and further development with MEMS is a promising adventure.

We are the leading team in such new area of spin based science focusing on the use of microscopic rotations.



Keywords | スピン、スピントロニクス、スピン流、スピンゼーベック効果、スピンメカニクス  
spin, spintronics, spin current, spin seebeck effet, spinmechanics



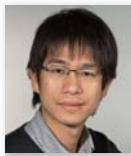
教授  
塚崎 敦  
Prof.  
Atsushi TSUKAZAKI



講師  
藤原 宏平  
Senior Assist. Prof.  
Kohei FUJIWARA



助教  
塩貝 純一  
Assist. Prof.  
Junichi SHIOGAI



助教  
原田 尚之  
Assist. Prof.  
Takayuki HARADA

## ■ 超高品質薄膜界面の物性開拓

本部門では、固体界面に特有な物性の開拓と機能開発を行っています。特に、真空プロセスを介した薄膜合成技術を駆使することで、原子配列の制御された急峻な界面に立脚した研究を展開しています。それら試料を用いることで、固体物質自身の持つ特性を引き出すとともに、界面で特異的に発現する機能の開発を目指しています。

これまでに、薄膜化技術や伝導性制御技術の高度化にも取り組み、酸化物を基盤とする新規量子輸送系の発現を見出してきました。最近では、電気化学的な手法を用いた素子開発を行い、超伝導や量子輸送現象の電界制御研究にも取り組んでいます。さらに多様な物質群へと界面制御技術を拡張することで、界面における低温物性の理解を深化させ、物質設計と物性発現の相補的発展を目指します。

## ■ Exploration for Low Temperature Physical Phenomena at Solid Interfaces

The research subject in this division is a further development of functionalities at the solid state interfaces. In particular, we aim to discover novel functions at the well-regulated and abrupt interfaces, which are fabricated by our thin-film growth technique. Combining the growth technique and electrostatic doping method enables us to induce highly mobile charge transport at the clean solid state interfaces.

Up to now, we have developed various examples of high-quality oxide and chalcogenide thin films and heterostructures, exhibiting intriguing physical phenomena. Recently, superconductivity and/or quantum transport have been tackled by newly-developed electrochemical and/or electrostatic tuning techniques. We continuously try to expand these growth technique and device physics to develop the potential for various materials and interfaces for future advancements in condensed matter physics.

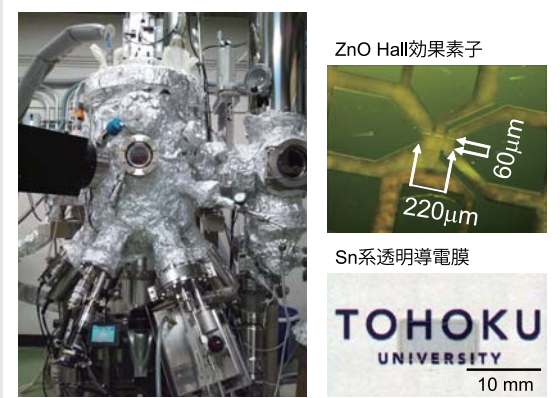


図1：分子線エピタキシー装置（左）とホール効果素子及び透明酸化物導電膜（右）

Figure 1: Growth chamber based on molecular-beam epitaxy (left) and Hall-bar device and transparent oxide semiconductor film (right).

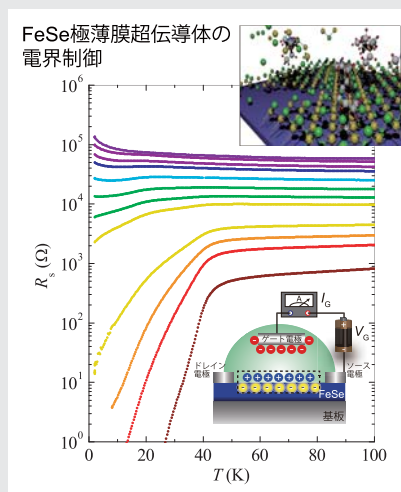


図2：FeSe 極薄膜における電界誘起超伝導と極薄膜化の模式図

Figure 2: Electric-field-induced superconductivity in FeSe ultrathin films and electrochemical etching process (inset).



教授  
佐々木 孝彦  
Prof.  
Takahiko SASAKI



准教授  
井口 敏  
Assoc. Prof.  
Satoshi IGUCHI



助教  
橋本 顕一郎  
Assist. Prof.  
Kenichiro HASHIMOTO



助教  
伊藤 桂介  
Assist. Prof.  
Keisuke ITOH

## ■ やわらかい有機物質・材料に現れる多彩な電子物性の開拓

本部門では、有機分子の集積により構成されている“やわらかい”分子性物質に発現する新しい電子物性を探索し、その起源や機能を解明する実験研究を進めています。多様な有機物質の個性と物性物理現象の統一性を融和させた新しい物質科学の創生を目標にして、電子物性物理の重要で興味ある問題にチャレンジしています。

電気伝導性の高い有機物質は、機械的に柔軟な特性により、有機発光デバイス、有機トランジスタなどの軽量で“曲がる”エレクトロニクス材料として注目されています。また、物性物理的にも“やわらかい”と形容できる複合的な電荷-スピン-格子の自由度を持っています。このような“やわらかさ”を有する分子性物質の基礎的物性（強相関パイ電子による金属-超伝導-絶縁体状態）の解明、新奇な物性の発見、開拓を目指しています。

## ■ Emergent Properties of Correlated $\pi$ -electrons in Flexible Assembly of Organic Nanostructures

Main research subjects in this group are the experimental investigations on the novel electronic states emerging in the organic molecular materials. We are actively studying the interesting and important issues on the condensed matter physics from the viewpoint of the combination between the characteristic flexibility of the lattices and strongly correlated  $\pi$ -electrons in the organic materials.

Characteristic properties of the organic materials are multiple flexibilities owing to the assemble structure of nanometer-size molecules. This flexibility comes up recently for developing the organic electronic devices. We explore the fundamental electronic properties from the superconductivity to the insulating ground states resulting from the strongly correlated  $\pi$ -electrons. Such novel electronic states connect closely to the flexible and multiple degrees of freedom among charges, spins, and molecular lattices in the organic system.

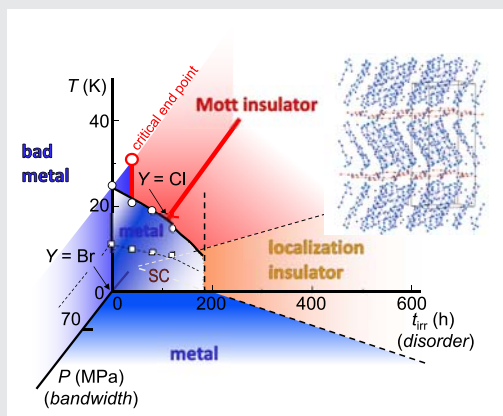


図1：強相関電子系分子性導体  $\kappa$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>Y (Y=Br, Cl) の結晶構造と金属-モット絶縁体相転移近傍の電子相図

Figure 1: Crystal structure and electronic phase diagram near metal - Mott insulator transition in strongly correlated electron molecular system  $\kappa$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>Y (Y=Br, Cl).

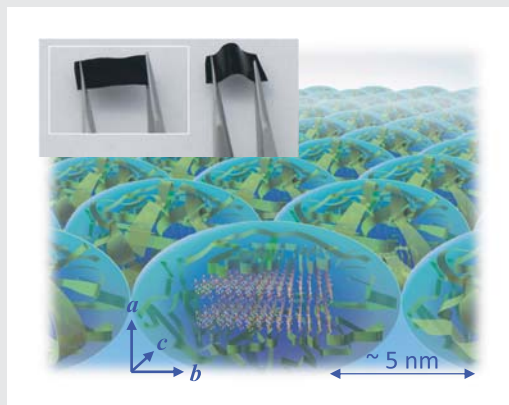


図2：やわらかい導電性高分子材料 PEDOT/PSS の階層構造の模式図

Figure 2: Hierarchical structure of highly conductive organic polymer material PEDOT/PSS.



教授  
藤田 全基  
Prof.  
Masaki FUJITA



准教授  
南部 雄亮  
Assoc. Prof.  
Yusuke NAMBU



助教  
池田 陽一  
Assist. Prof.  
Yoichi IKEDA



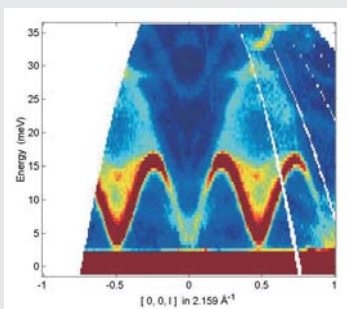
助教  
鈴木 謙介  
Assist. Prof.  
Kensuke SUZUKI

## ■ 新奇機能の起源を構造とダイナミクスから解明する

強相関電子系では、電子の持つ自由度（電荷・スピン・軌道など）が複雑に絡み合って、思いも寄らない新機能を発現することがあります。機能の発現機構の解明には、骨格となる静的構造、すなわち基本構造の決定だけでなく、スピンや格子などの動的構造（ダイナミクス）に関する知見を得ることが極めて重要です。本研究室では、構造とダイナミクスの研究ツールとして広い空間・時間スケールでの測定が可能な中性子散乱法を駆使し、研究を展開しています。特に高温超伝導やフラストレート磁性体、重い電子系などに注目し、スピンや格子の揺らぎを多数の物質において調べて、超伝導や磁性との一般的関係を明らかにすることを目指しています。測定を行うためには、良質の単結晶試料が欠かせません。このために単結晶の育成にも取り組んでおり、多種多様な機能物質の結晶化も試みています。

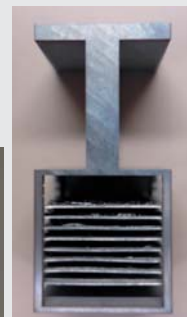
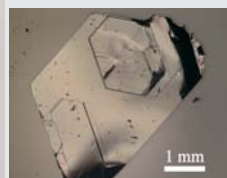
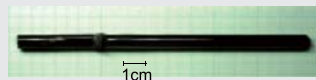
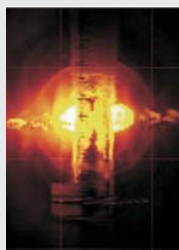
## ■ Elucidate Origins of Novel Phenomena Through Probing Structure and Dynamics

In strongly correlated electron systems, novel phenomena can show up due to a complex combination of degrees of freedom of the electrons, such as charge, spin and orbital. To understand the mechanism of the phenomena, it is highly important to obtain information on not only static structure (crystal/magnetic structures) but also dynamical structure (lattice/spin dynamics) of materials. We utilize neutron diffraction and spectroscopy techniques which can observe dynamical susceptibility in wide spatial/temporal regimes, to explore the structure and dynamics. Several research projects including high-transition-temperature (high-Tc) superconductivity, frustrated magnetism and heavy-fermion system etc. are recently focused in our group, and we develop state-of-the-art neutron spectrometers to observe phonons and magnetic excitations. We also make every effort to grow high quality single crystals necessary for the measurements.



【一次元量子スピン系の磁気励起】  
中性子散乱実験では広いエネルギー運動量空間のダイナミクスの情報が得られます。

【Magnetic excitation from one-dimensional quantum spin systems】  
Excitation spectrum can be obtained by neutron scattering experiment in a wide energy and momentum space



【単結晶試料の育成例】

浮遊帯域溶融法や気相化学輸送法などにより大型で良質の単結晶試料を育成しています。

【Examples of crystal growth】 High quality single crystals with large volume are grown by floating-zone traveling-solvent and chemical vapor transport methods etc.





教授 (兼)  
藤原 航三  
Prof.  
Kozo FUJIWARA



准教授  
大野 裕  
Assoc. Prof.  
Yutaka OHNO

助教  
杵掛 健太郎  
Assist. Prof.  
Kentaro KUTSUKAKE

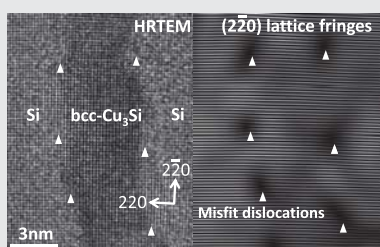
## ■ 欠陥の構造と物性の解明、その制御による新機能探索

現実の結晶はナノスケールで局所的に原子配列の乱れた構造（格子欠陥）を含みます。当部門は、転位、粒界などの欠陥の成因と性質を多角的に解明する学理の探求と、その固有な物性を積極的に制御し物質の高性能化・新機能化を進めて次世代産業への実用化を目指す欠陥制御科学を行っています。

欠陥の密度は高々  $10^{-6}$  にすぎませんが、電気伝導や発光などの物性に影響し、各種デバイスの性能を左右します。我々は、基盤の半導体、新規機能性結晶（SiC、窒化物、酸化物）などについて、原子構造・電子状態とその発生・変性のダイナミクス、さらに個々の欠陥の諸物性のナノスケール直接評価など、マルチスケールで総合的に解明しています。さらに、得られた知識を基盤とし、欠陥の密度や物性を制御した結晶や薄膜の育成、機能性粒界の実用化に取り組んでいます。

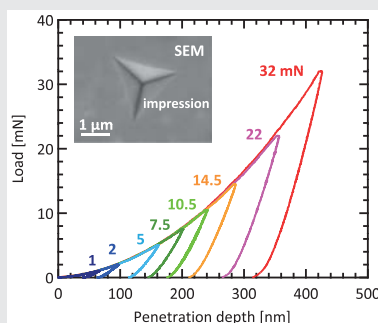
## ■ New Defect Science to Develop and Fabricate Functional Defects

This laboratory is engaged to establish fundamental knowledge of crystal defects / local distortions on an atomistic scale in semiconducting materials. For this purpose, we are characterizing various basic properties of defects, i. e., atomistic and electronic structures, nucleation processes and dynamic modifications as well as mutual reactions / complex formations in a wide variety of semiconductors as Si, Ge, SiC, (In, Al, Ga)N, ZnO, and so forth. The research is extended to control states of defects for advanced and ultimate functions of materials as Defect Science.



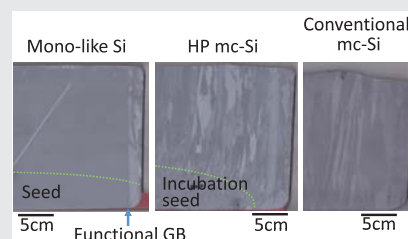
半導体の電気特性に影響する金属汚染：シリコン結晶中の小傾角粒界における銅の析出過程の同定。

Nanosopic mechanism of Cu precipitation at small angle tilt boundaries in Si; which can determine electrical properties of Si based polycrystalline devices.



デバイス構造と耐久性の設計に重要な機械的特性の精密評価：ナノインデントーション測定による高品質 InN 層の硬度とヤング率の同定。

Quantitative analyses of the hardness & Young's modulus in high-quality InN layers by nanoindentation; which can determine the durability of InN-based functional devices.



機能性結晶粒界による超高品質シリコン結晶の実現を目指して：種々の太陽電池用多結晶シリコンの育成、およびその特性評価（モノライク、微細粒多結晶、通常多結晶）。

Growth and characterization of various kinds of Si multicrystals for solar cells (mono-like, high-performance multicrystalline, and conventional multicrystalline); toward the development of super-high-quality Si crystal using functional grain boundaries.

### Keywords

欠陥制御科学、太陽電池、窒化物半導体、転位、粒界  
defect science, solar cells, nitride semiconductors, dislocations, grain boundaries



教授  
古原 忠  
Prof.  
Tadashi FURUHARA



准教授  
宮本 吾郎  
Assoc. Prof.  
Goro MIYAMOTO



助教  
佐藤 充孝  
Assist. Prof.  
Mitsutaka SATO



助教  
張 咏杰  
Assist. Prof.  
Yongjie ZHANG

## ■ 先進的な微細組織制御による金属材料設計の新展開

鉄鋼材料はこれからの未来を支える最も重要な基盤材料です。我々の研究室では、より優れた特性を持つ鉄鋼材料を初めとする構造用金属材料を開発するため、特性を支配する微細組織を加工熱処理や添加元素を最適化することで制御するとともに、その形成過程を先端解析手法を用いて実験・理論両面から解明します。

従来型のバルクとしての構造・組成・粒径等の制御のみならず、結晶界面の構造やサブナノ領域の局所的組成（例えば粒界・界面偏析）など原子レベルでの先進的な組織制御によって、強度と延靱性に優れた新しい構造用金属材料の設計・開発を行っています。微細組織制御の指導原理を確立するために種々の合金における相変態・析出や変形・再結晶の基礎研究を行うと同時に、その知見を生かした加工熱処理を駆逐することで超塑性、形状記憶・超弾性などの新しい機能特性の発現を目指します。

## ■ Advanced Microstructure Control for Developing New Structural Metallic Materials

Steel is the most important and fundamental material to support our society at present and in future. We attempt to control mechanical properties of structural metallic materials through design of microstructure and to clarify principles of microstructure evolution by means of advanced experimental and theoretical techniques.

We focus on advanced control of micro/nanostructures, such as atomic structures of crystalline interfaces, chemistry inhomogeneity in an atomic scale (e.g., segregation at phase boundary) and so on. Fundamentals of microstructure formation (thermodynamics, kinetics, crystallography) are examined in detail to clarify key factors for microstructure control to improve mechanical properties.

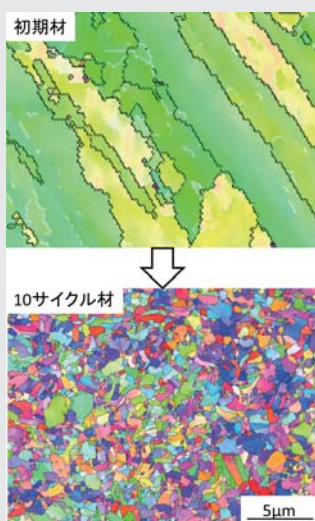


図1：加工を必要としない繰返しせん断型変態による結晶粒超微細化

Figure 1: Ultra grain refinement by cyclic displacive transformations without deformation process.

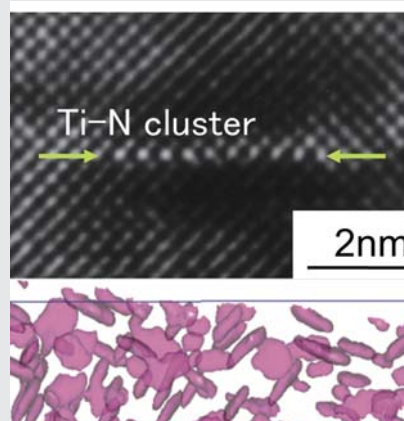


図2：窒化鋼の大きな表面硬化を引き起こすナノクラスター、ナノ析出物の直接観察

Figure 2: Direct observations of nano-cluster and nano-precipitates causing significant surface hardening in nitrided steels.



教授  
久保 百司  
Prof.  
Momoji KUBO



助教  
尾澤 伸樹  
Assist. Prof.  
Nobuki OZAWA



特任助教  
大谷 優介  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Yusuke OOTANI



特任助教  
許 競翔  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Jingxiang XU

## ■ 計算科学シミュレーションによるエネルギー・環境問題の解決と安全・安心社会の実現

エネルギー・環境問題の解決、安全・安心社会の実現のためには、航空・宇宙機器、電気自動車、トライボロジー、太陽電池、燃料電池、マイクロマシン、エレクトロニクスといった多岐にわたる研究分野において高機能・高性能材料の開発が必須です。特に、超精密化、超小型化が急速に進む近年の材料技術は、「化学反応、摩擦、衝撃、応力、流体、光、電子、熱、電場、磁場」などが複雑に絡みあったマルチフィジックス現象であることが知られています。そこで本研究部門では、世界に先駆けて、第一原理分子動力学法、Tight-Binding 分子動力学法、反応分子動力学法、粗視化分子動力学法などに基づく多様なマルチフィジックス計算科学シミュレーション技術を開発し、理論に基づく高精度かつ高速な材料開発の実現に向けて研究を推進しています。特に、本所の誇るスーパーコンピュータ日立 SR16000 システムを活用することで、超大規模・超高速シミュレーションの実現を可能としています。

## ■ Solution of Energy and Environmental Problems and Realization of Safe and Secure Society by Computer Simulation

In order to solve the energy and environmental problems and to realize the safe and secure society, the development of the high-functional and high-performance materials is required in a wide variety of research fields such as aerospace instruments, electric vehicle, tribology, solar cell, fuel cell, micromachine, electronics, etc. Especially, the recent material technologies constitute of multi-physics phenomena including chemical reaction, friction, impact, stress, fluid, photon, electron, heat, electric and magnetic fields, etc. Therefore, this laboratory is pioneering the development of new multi-physics simulation technology based on first-principles molecular dynamics, tight-binding molecular dynamics, reactive molecular dynamics, coarse-grained molecular dynamics, etc. and then is realizing the theoretical materials design with high-accuracy and high-speed. Especially, we are utilizing our dedicated HITACHI SR16000 supercomputing system and it realizes the super-large-scale and super-high-speed simulations.

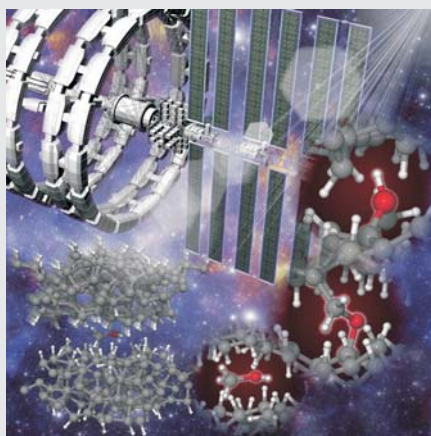


図 1：電子・原子レベルのシミュレーションによる宇宙機器の材料設計

Figure 1: Materials Design for Aerospace Instruments by Electronic- and Atomic-Level Simulation



図 2：電子・原子レベルのシミュレーションによる太陽電池の材料設計

Figure 2: Materials Design for Solar Cell by Electronic- and Atomic-Level Simulation



教授  
永井 康介  
Prof.  
Yasuyoshi NAGAI



准教授  
井上 耕治  
Assoc. Prof.  
Koji INOUE



助教  
清水 康雄  
Assist. Prof.  
Yasuo SHIMIZU



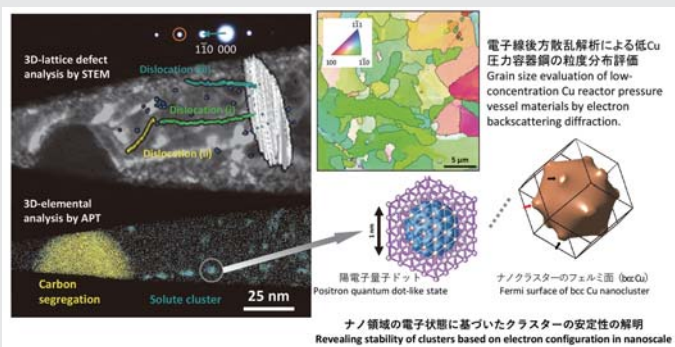
助教  
南雲 一章  
Assist. Prof.  
Kazuaki NAGUMO

## ■ 照射欠陥の本質的解明と機能制御を目指して

当部門では、原子力関連の鉄鋼（圧力容器鋼用低合金鋼、シュラウド用ステンレス鋼など）や半導体（シリコン、ゲルマニウムなど）を対象に、材料中の照射欠陥、格子欠陥、不純物・添加元素の超微小析出物（サブナノ粒子）や界面偏析の形成機構とその構造などの解明を目的として、陽電子消滅、3次元アトムプローブ、電子顕微鏡を用いた実験を推進しています。そして、様々な理論との比較・検討を行い、上記の欠陥や析出物の電子状態までさかのぼった理解と制御を目指しています。

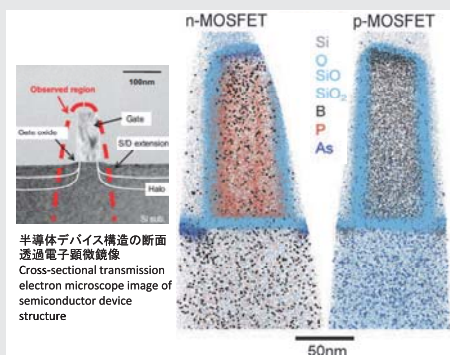
## ■ Towards Revealing Irradiation-Induced Defects and Controlling Their Function

We are studying defects, sub-nanoscale precipitates and interface segregations of impurity/solute atoms in materials. Our target extends from nuclear materials such as reactor pressure vessel steels and shroud stainless steels to semiconductors such as silicon and germanium. We employ positron annihilation, atom probe tomography, electron microscope, etc. By combining various theoretical calculations with the above experiments, we are clarifying the formation and microscopic structures of these defects, precipitates and interface segregations.



STEMによる電子線トモグラフィーとアトムプローブを組み合わせた新しい3次元微小欠陥-元素分析や陽電子消滅法により、微細な照射欠陥と不純物析出・偏析の相関を解明できる。

3D structural – chemical analyses by combining electron tomography by STEM with atom probe tomography and positron annihilation spectroscopy enable to directly reveal relationship between formation of irradiation induced fine defects and impurity segregation/clustering.



3次元アトムプローブ分析による半導体デバイス中のドーパント分布。粒界や酸化膜界面における偏析が見られる。

Dopant distributions in semiconductor devices obtained by atom probe tomography. Dopant segregation on grain boundaries and polycrystalline-Si/SiO<sub>2</sub> interfaces is observed.

### Keywords

原子力材料、半導体、陽電子、3次元アトムプローブ、電子顕微鏡  
nuclear materials, semiconductors, positron, atom probe tomography, electron microscopy



教授  
秋山 英二  
Prof.  
Eiji AKIYAMA



助教  
北條 智彦  
Assist. Prof.  
Tomohiko HOJO

## ■ 水素の材料物性への影響の解明と耐環境材料設計

本部門では、建築・土木、自動車や原子力材料などに用いられる構造材料に侵入した微量水素が引き起こす水素脆化について、水素が金属組織内で及ぼす役割や、腐食反応による水素侵入挙動を解明する研究をしています。また、材料の安心・安全のため、それらを踏まえた水素脆化特性評価法開発と、耐環境特性に優れた材料の開発に取り組んでいます。

金属中の水素濃度や金属の微細組織、環境からの水素侵入が水素脆化に及ぼす効果を、水素チャージした試験片の機械的試験、水素昇温脱離分析、引張試験中のひずみ誘起変態による放出水素のモニタリングや水素可視化技術、電気化学的手法を用いて検討しています。さらに、水素の金属中での役割を利用した、新しい組織制御法の開拓にも取り組んでいます。

## ■ Elucidation of Effects of Hydrogen on Material Properties and Design of Environmentally Robust Materials

This laboratory is devoted to study hydrogen embrittlement of structural materials used for constructions, automobiles, nuclear materials and so forth, which is caused by a small amount of absorbed hydrogen. We are investigating the role of hydrogen on mechanical property and hydrogen uptake caused by corrosion. For safety and reliability, we are also working on proposal of evaluation method for hydrogen embrittlement property and on design of environmentally robust materials.

We investigate the effect of hydrogen concentration in metals, metallurgical microstructure and hydrogen uptake from environment on hydrogen embrittlement by means of mechanical tests of hydrogen-charged specimens, thermal desorption analysis, monitoring of hydrogen desorption due to stress/strain induced phase transformation, hydrogen visualization techniques and electrochemical techniques. Furthermore, we aim at developing a novel structure control method utilizing the effect of hydrogen in metals.



種々の高強度鋼の拡散性水素量と破断応力の関係  
The relationships between fracture stress and diffusible hydrogen content of several high strength steels.



応力/ひずみ誘起マルテンサイト変態に伴って放出される水素を4重極質量分析器によってモニタリングするための真空チャンバー中の引張試験装置  
A tensile test machine in a vacuum chamber equipped with a quadrupole mass spectrometer to monitor hydrogen desorption caused by stress/strain martensitic transformation



Keywords

構造材料、水素脆化、腐食、電気化学、水素  
structural materials, hydrogen embrittlement, corrosion, electrochemistry, hydrogen



教授 (兼)  
青木 大  
Prof.  
Dai AOKI



准教授  
佐藤 裕樹  
Assoc. Prof.  
Yuhki SATOH

助教  
松川 義孝  
Assist. Prof.  
Yoshitaka MATSUKAWA

## ■ 極限環境で使用される原子力エネルギーシステム材料の研究

地球規模で増え続けるエネルギー需要と原子力エネルギーシステムの安全性を求める社会的要請をうけて、原子力材料研究の重要性は高まっています。私たちは将来のエネルギー源として開発が進められている核融合炉や次世代原子炉の苛酷な環境に耐える材料の研究を行っています。原子力材料は、高エネルギー中性子の衝突による原子のはじき出しに加えて、高温、腐食などの極限環境下で使用されるために、その機械的性質が著しく劣化することが問題となっています。私たちは鉄鋼材料やジルコニウム合金について、高エネルギー粒子照射下における材料の微細組織と機械強度の変化を評価するとともに、照射欠陥生成から機械的性質の劣化に至る複雑な過程を理解しモデル化する研究を行っています。

## ■ Materials Research for Extreme Environment in Nuclear Power Systems

Ever-increasing global energy demand and also the social demand for the secure operation of nuclear power plants request further breakthrough of nuclear materials. Our mission is to advance materials science and technology for extremely severe environments in future fusion reactors and nuclear power reactors of the next generation. The extreme environment in nuclear power systems, such as irradiation with high-energy neutrons, high temperatures, and corrosive environment, degrades seriously mechanical properties of the materials. We evaluate the changes in microstructure and mechanical properties in steels and zirconium alloys under such environment. Another target is understanding and modeling of radiation damage processes of materials and of properties of various lattice defects induced by irradiation.

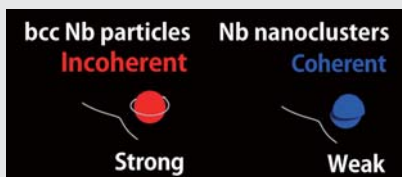


図1：粒子分散強化における障害物強度に及ぼす結晶学的ミスマッチの影響（Zr合金燃料被覆管中のNb析出物）。析出物の結晶構造がbccの場合は、マトリックスのすべり面と析出物内部のすべり面が平行でないため、析出物は転位の運動に対してオロワン型の強い障害物になる。析出物がナノサイズするとき（核形成の初期段階）、結晶構造はマトリックスと同じhcp構造である。その場合はすべり面が平行であるため、析出物は弱い障害物になる。実験で導出した障害物強度は、前者が0.8～1、後者が0.1～0.5であった。

Figure 1: Effect of crystallographic mismatch on the obstacle strength of precipitates in dispersion strengthening: Nb precipitates in Zr fuel cladding. When the crystal structure of precipitates is bcc (stable configuration), the slip plane inside the particles is not parallel with that in the Zr matrix; they are Orowan-type strong obstacles against gliding dislocations. When precipitates are nano sized (in the early stage of precipitation), their crystal structure is hcp as well as the matrix; they are weak obstacles, as they are free from crystal mismatch. The experimentally-determined obstacle strength was 0.8~1 for the former and 0.1~0.5 for the latter.

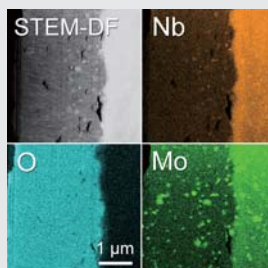


図2：Zr-Nb合金燃料被覆管腐食材の表面酸化被膜のTEM-EDSマップ。本合金に含まれるNb析出物は、腐食に伴い、マトリックスに再固溶するとこれまで考えられてきたが、実際は再固溶せずに、析出物のまま酸化されることを明らかにした。Nb析出物はSTEM-DF像やNbマップでは見えないが、Moマップでは見える。但し実際は、試料にMoは含まれていない。これは析出物の構造及び組成変化とEDSのアーティファクトの相乗効果に起因する現象である。

Figure 2: TEM-EDS maps of the surface oxide layer of Zr-Nb fuel cladding subjected to water corrosion. Nb precipitates have been believed to get dissolved into the Zr matrix upon corrosion; however, we demonstrated that they are actually not dissolved. Nb precipitates are invisible in STEM-DF images and Nb maps but visible in Mo maps due to a synergistic effect combining structural and compositional changes of precipitates and EDS artifacts.

### Keywords

照射損傷、原子力材料、核融合炉  
radiation damage, nuclear materials, fusion reactors



教授  
松岡 隆志  
Prof.  
Takashi MATSUOKA



講師  
谷川 智之  
Senior Assist. Prof.  
Tomoyuki TANIKAWA



助教  
花田 貴  
Assist. Prof.  
Takashi HANADA



助教  
窪谷 茂幸  
Assist. Prof.  
Shigeyuki KUBOYA

## ■ 窒化物半導体の結晶成長技術開発と物性制御による革新的省エネルギーデバイスの創成

本研究室では、デバイス開発を念頭に、新しい電子材料の研究開発に取り組んでいます。現在取り上げている材料は、青色発光ダイオードに用いられている窒化物半導体です。独自に開発したエピタキシャル成長装置や加工プロセス装置群を駆使し、パワーデバイスや更に高効率な発光デバイスを開発することで、更なる省エネルギー化による社会貢献を目指しています。

現在普及が進みつつある電気自動車やスマートグリッドに用いられるインバータやパワーコンディショナにおいては、スイッチングによる電力損失が大きいことが問題となっています。これに対して我々は、既存のIII族極性トランジスタよりも低損失化を見込める反転型N極性高移動度トランジスタの開発を進め、更なる省エネルギー化を目指しています。

## ■ Creation of Innovative Energy-Saving Devices by Development of Crystal Growth Technology and Control of Physical Properties of Nitride Semiconductors

Our target is to develop new electronic materials which can open up novel device applications. The material of our current interest is a nitride semiconductor, InGaAlN system, which is well known as a material for blue light-emitting diodes (LEDs). Taking advantages of our epitaxial growth reactors developed by ourselves and a series of device fabrication equipment, we are going toward the further contribution to the global societies in terms of the energy saving, by developing high-power electronic devices and high-efficiency light-emitting devices.

It has been a major problem of the significant energy loss in the recent accelerated applications to the electric vehicles and smart grid systems. The cause is clear that the low efficiency in the current switching devices on the inverters and power conditioners. We are aiming to develop nitrogen-polar inverted-channel high electron mobility transistors, which are expected to have much lower energy loss than that of conventional group-III-polar devices, in order to contribute to the global societies in terms of the promotion for further energy saving.

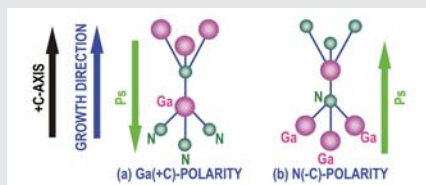


図1: GaNの極性。N極性(0001)面は従来のデバイスと逆向きの分極を有し、デバイスの新規デザインを可能にします。

Figure 1: Polarity of GaN. The N-polar (0001) orientation has the reversed polarization, which allows us to explore a novel device design.

Polarity	Ga-Polarity	N-Polarity
	HEMT	Inverted HEMT
HEMT Structure	AlGaIn GaIn Sapphire Sub.	GaN AlGaIn GaIn Sapphire Sub.
On-Resistance	High	Low
Frequency	Low	High

図2: 窒化物半導体高移動度トランジスタ (HEMT) の概念図 (a: III族極性HEMT, b: N極性HEMT)

Figure 2: Schematic structures of high electron mobility transistor (HEMT): (a) group-III-polar conventional HEMT and (b) N-polar inverted HEMT.

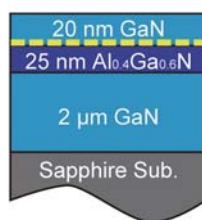


図3a Fig. 3a

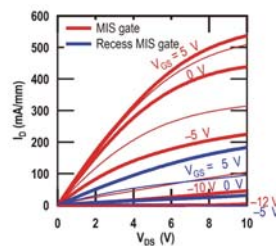


図3b Fig. 3b

図3: a) N極性 GaN/Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>N/GaN HEMT 構造。b) 図3a 構造上の MIS ゲート HEMT とリセス MIS ゲート HEMT の I<sub>D</sub>-V<sub>DS</sub> 特性。N 極性 GaN MIS-HEMT 構造からデバイス動作特性を得ることができました。ここで得られた結果は、次世代高周波・高出力デバイスに向けて N 極性 HEMT が有望であることを示しています。

Figure 3: a) Schematic structure of N-polar GaN/Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>N/GaN HEMT. b) I<sub>D</sub>-V<sub>DS</sub> characteristics of N-polar MIS-gate and recess MIS-gate HEMT on sample shown in Figure 3a. We have demonstrated a prototype N-polar GaN Metal-Insulate-Semiconductor-gate HEMT (MIS-HEMT) with a promising device characteristics. These results obtained here open the window to the development of an N-polar HEMT for next generation high frequency and high power device.



窒化物半導体、エピタキシャル成長、電子デバイス、発光デバイス  
nitride semiconductors, epitaxial growth, electronic devices, light-emitting devices



教授  
杉山 和正  
Prof.  
Kazumasa SUGIYAMA



准教授  
奥部 真樹  
Assoc. Prof.  
Maki OKUBE



助教  
志村 玲子  
Assist. Prof.  
Rayko SIMURA



助教  
有馬 寛  
Assist. Prof.  
Hiroshi ARIMA

## ■ ランダム系物質科学

金属ガラス、半導体およびセラミックスなどに代表される機能性材料の特性は、ホスト構造の平均原子配列と密接な関係があります。最近では、ホスト構造に特殊な構造要素を導入することによって高度に制御した機能性材料が注目を集めています。

我々は、先端の X 線技術を駆使した新しい構造評価法の開発を通じて、複雑な構造を有する機能性材料の原子配列をマルチスケールに評価し、特性発現機構の解明とその成果に基づく機能性材料の創製を目指します。

最近の主な研究課題としては、1) 多成分非晶質材料の精密構造解析、2) 複雑な金属結晶群に存在するアトムクラスターの解析、3) 数ナノメートルサイズの空隙構造をもつマイクロポーラス物質への有機分子の配列制御、4) 複雑酸化物結晶材料の探索と発光材料の開発などがあげられます。

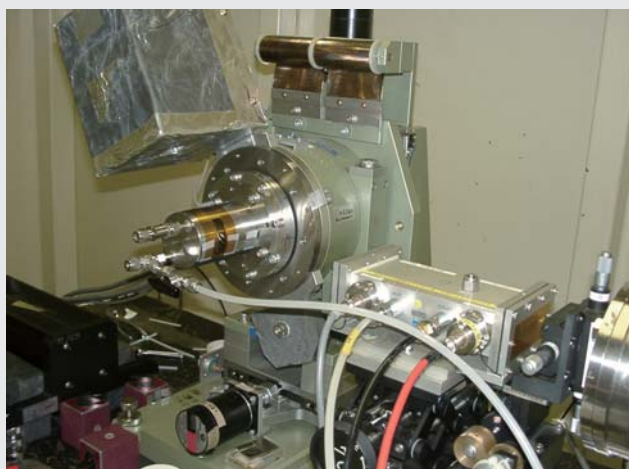
## ■ Inorganic Materials with Complex Structures

Fundamental properties of functional materials such as metallic glasses, semiconductors and ceramics are strongly associated with their structures. Recently, these interesting materials indicate sophisticated structures with unique atomic arrangements.

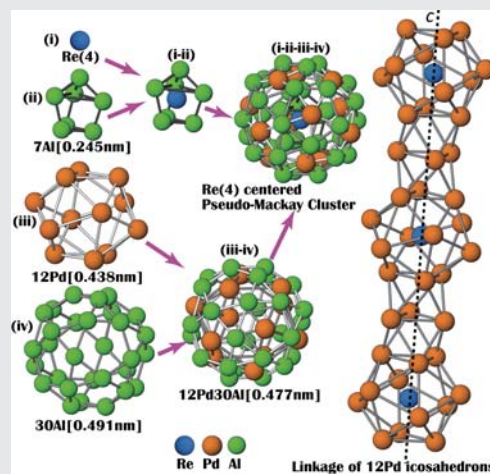
In order to clarify interesting physico-chemical properties, advanced analytical techniques using advanced X-ray sources are strongly required in the field of materials science. The fine structural images of materials serve a creative idea for producing a variety of functional materials.

Our current topics are as follows,

- 1) Complex metal structures associated with quasicrystals.
- 2) Structure of disordered materials such as amorphous alloys and oxide glasses.
- 3) Synthesis and characterization of micro-porous cavities occluded by organic molecules.
- 4) Development of new oxide crystals activated by rare earth elements.



シンクロトロン放射光を用いた環境構造解析装置  
Environmental structural analysis by using synchrotron radiation source.



$\chi$ -AlPdRe に存在する擬マックイクラスター  
Pseudo-Mackay cluster realized in the structure of  $\chi$ -AlPdRe.

### Keywords

X線異常散乱、不規則ランダム構造、放射光、準結晶、単結晶構造解析  
anomalous X-ray scattering, disordered structure, synchrotron radiation, quasicrystal, single crystal X-ray diffraction





教授  
市坪 哲  
Prof.  
Tetsu ICHITSUBO



准教授  
岡本 範彦  
Assoc. Prof.  
Norihiko OKAMOTO



助教  
谷村 洋  
Assist. Prof.  
Hiroshi TANIMURA

## ■ 組織構造制御で新機能を発現する新材料の開拓

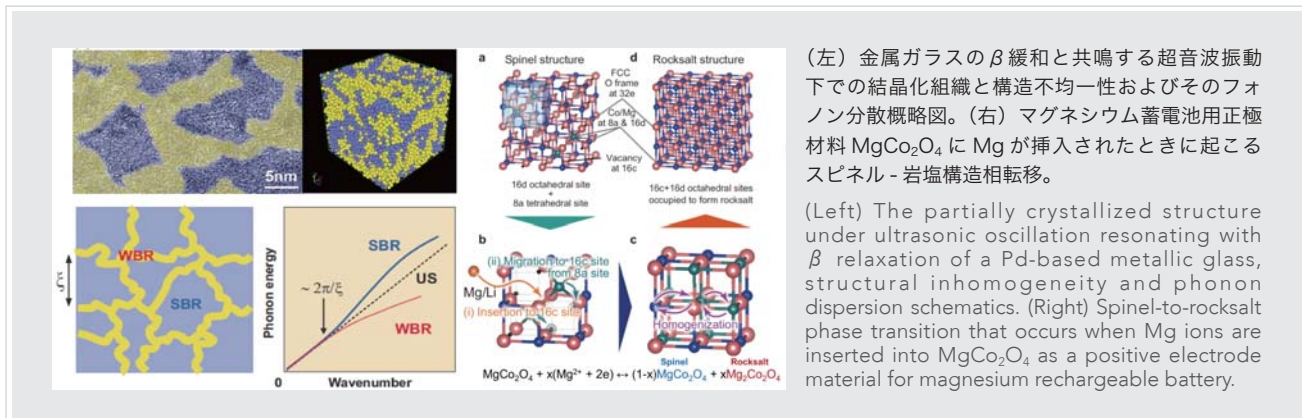
材料組織学、熱・統計熱力学、微視的弾性力学、電気化学、構造解析などの学問に基づき、材料組織構造を制御することにより新たな機能性（力学特性、電気的あるいは光学的性質）などを発現する新素材を研究開発することを目指しています。

当部門の現在の名称は「生体材料学研究部門」ですが、将来的には、構造制御機能材料に関する研究部門に変更し、材料組織学、熱・統計熱力学、微視的弾性力学、電気化学などの学問や、X線や電子線やフェムト秒レーザー、超音波共鳴法などの手法に基づいて「材料組織構造を制御することにより新機能を発現する材料開発」を目指します。具体的には、固体-固体相構造相転移の組織形成ダイナミクスの解明と外場印加による組織制御に関する研究、メガヘルツ振動を用いた金属ガラスのベータ緩和機構の解明とガラスの構造不均一性に関する研究、蓄電池系における電極材料組織学の構築、光誘起相変化材料の高速アモルファス化機構の解明、ニッケル基超合金やチタン合金などの相転移を利用した材料設計等、種々の相転移現象を研究対象にし、新たな機能性を発現する新素材を分野横断的に研究開発する事を目指していきます。

## ■ Development of Novel Materials Exhibiting Specific Functions Through Structural Control in Various Phase Transitions

Based on the scientific fields such as materials microstructure theory, thermal statistical thermodynamics, micromechanics theory, electrochemistry, we aim to research and develop novel materials exhibiting new functions (mechanical properties, electrical or optical properties, etc) by controlling the material microstructures through various phase transformations.

The current laboratory name is related to "biomaterial research", but in future it will be changed to a laboratory name concerning structure-controlled functional materials. Based on microstructure theory, thermal statistical thermodynamics, micromechanics theory, electrochemistry, we aim at "novel material development that exhibits new functions by controlling the microstructure structure through various phase transformations", by means of such as X-ray, electron beam, femtosecond laser and ultrasonic resonance method etc. Specifically, we focus on: microstructure formation dynamics of solid-solid phase transition and its control by application of external fields, elucidation of relaxation mechanism and structural inhomogeneity in metallic glasses using megahertz oscillation, construction of "electrode microstructure theory" in storage battery system, elucidation of ultrafast amorphization mechanism of photoinduced phase change material, and material design utilizing phase transition such as nickel-base superalloy and titanium alloy, etc. In the end, we will aim to research and develop new materials that express new functionalities across the various fields.



Keywords

相転移組織形成学、電極材料学、アモルファス材料、マイクロメカニクス  
phase transition dynamics, electrode microstructure study, amorphous material, micromechanics



教授  
宮坂 等  
Prof.  
Hitoshi MIYASAKA



准教授  
谷口 耕治  
Assoc. Prof.  
Kouji TANIGUCHI



助教  
高坂 亘  
Assist. Prof.  
Wataru KOSAKA



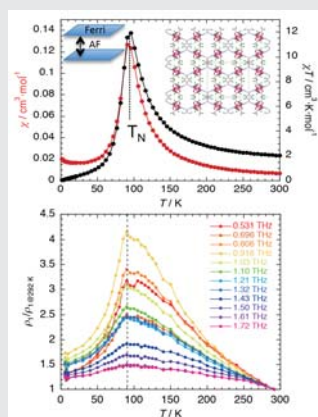
助教  
関根 良博  
Assist. Prof.  
Yoshihiro SEKINE

## ■ 電子・スピン・化学反応の自在制御を目指した金属錯体格子設計

金属錯体は、遷移金属イオンとその周りの有機物・無機物（配位子）からなる分子性化合物です。プラモデルを組み立てるがごとく、金属イオンと配位子を選択することにより、磁気的相関や電子共役を媒介する多次元連続格子や配位高分子を設計することができます。本部門では、金属錯体を物質基盤とする多次元格子やソフトマテリアルを合目的に設計することにより、“格子上”の電子・スピン、そして、“格子空間”でのイオン・物質輸送と分子間相互作用の高次自在制御を目指した機能性分子材料の開発に取り組んでいます。特に、電荷移動制御による分子スピントロニクスの開拓、分子強磁性導電体の開発、酸化還元活性多孔性分子材料の開発とホスト・ゲスト相互作用による電子・スピン協奏現象の開拓などに取り組んでおり、近未来分子材料への新たな提言を発信することを目指しています。

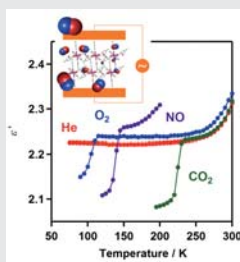
## ■ Design of Coordination Polymers Toward the On-Demand Control of Their Correlated Electrons/Spins and Chemical Reactions

We develop the subject of solid-state physical chemistry in coordination frameworks/polymers, in which our goal is to control synergistically, multidimensionally electronic and magnetic properties of molecular frameworks and molecule/ion transports and molecular interactions in coordination space, and finally to create new soft molecular materials with unique phenomena. The techniques of crystal engineering and molecular self-assembling based on metal complexes enable us to create diverse molecular frameworks and supramolecular architectures. Of course, many of metal complexes have such traits as high redox activity, high charge-transfer activity between metal ion and ligands, and paramagnetism with large anisotropy controllable by ligand-fields around metal ion chosen. We will be able to tune these characteristics in “functional” and “dynamical” molecular frameworks as if they were simply constructed by Lego blocks. “Molecules” including metal complexes have the high design performance and flexibility in their type diversity, so it is our new challenge to manipulate on-demand electrons/spins and chemical interactions in multi-dimensional coordination frameworks.



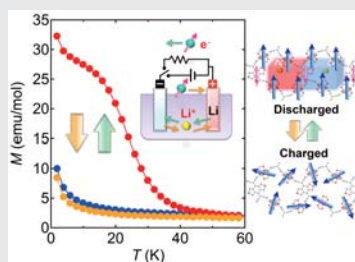
1) D/A 格子からなる二次元層状化合物の磁気挙動と THz 時間分解分光法より得られた電気抵抗 (相対比) の温度変化。同一格子で自在に電子移動を制御することが可能である。

1) Temperature dependence of magnetic properties ( $\chi$  and  $\chi T$ ) and relative values of electrical resistibility  $\rho$  measured by THz-time-domain spectroscopy for a layered donor/acceptor metal-organic framework (D/A-MOF).



2) 多孔性一次元鎖化合物への各種ガス導入 (100kPa) における誘電応答 (実部) の温度変化。ゲート開閉によるガス吸着を電氣的に捉えることができる。

2) Temperature dependence of the real part of dielectric constant ( $\epsilon'$ ) found in a porous chain compound under several gaseous atmospheres (100kPa).



3) D/A 二次元格子におけるリチウムイオン電池システムによる電氣的磁気制御。リチウムイオン電池の蓄電機能を利用したフィリング制御により、人工的なフェリ磁性秩序格子を構築出来る。

3) Magnetolectric control of a layered D/A-MOF (cathode) by electron-filling using a Li-ion battery (LIB) system.

### Keywords

金属錯体格子・電荷移動錯体・電子・磁気挙動・多孔性配位高分子・化学的相互作用/物理応答の協奏的制御  
coordination polymers, redox-active metal complexes, electron/spin properties, porous coordination polymer, synergistic control of chemical interactions and physical responses



教授  
加藤 秀実  
Prof.  
Hidemi KATO



准教授  
和田 武  
Assoc. Prof.  
Takeshi WADA



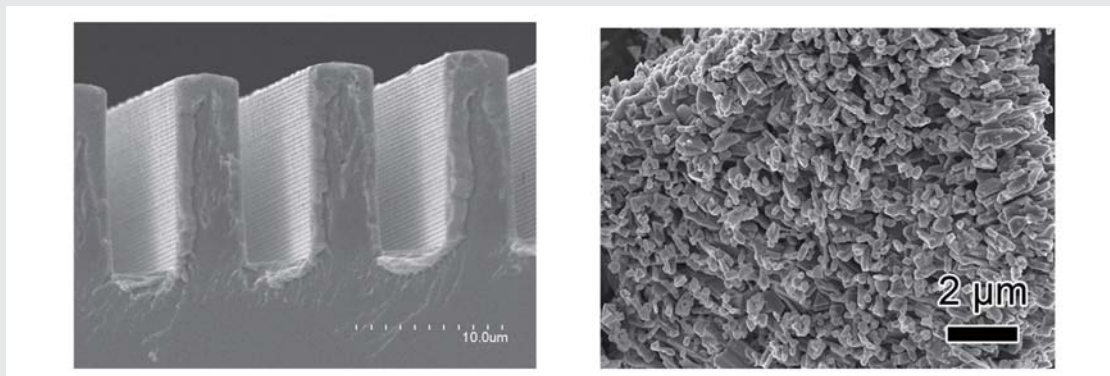
助教  
ジュウ スウ ヒョン  
Assist. Prof.  
Soo Hyun JOO

## ■ 非平衡プロセスを利用した新規機能材料開発

我々の研究室では、急冷などに代表される非平衡プロセスを用いて、通常の金属材料とは全く異なった内部構造を有する金属ガラスやその複合材料、多孔質材料などの開発研究を行っています。その特異な内部構造によってこれらの非平衡材料には様々な新機能を付与することができます。金属ガラスとは液体状態の不規則原子配列であるガラス構造を、急冷によって室温まで凍結させて得られる金属材料です。その非晶質構造に起因して、優れた機械的特性、高耐食性、磁気特性を發揮します。“ガラス”の呼び名の通り、融点よりもかなり低い温度において過冷却液体状態となり、その粘性流動特性によって“ガラス細工”のように、精密かつ繊細な加工を施すことができます。また、金属ガラスの合金開発研究において蓄積した知見を基にして、ナノ多孔質材料作製のための新規脱成分法を開発し、その基礎的物性解明や応用の研究も行っています。

## ■ Development of New Functional Materials by Nonequilibrium Process

This laboratory is engaged in the research of the development of advanced functional materials, metallic glasses, metallic-glass-matrix composites and nanoporous materials, which have remarkably different structure from those of conventional metals, by employing various nonequilibrium processes. The unique structure of such nonequilibrium material is expected to add novel functions to the material. Metallic glass is a glassy solid mainly prepared by rapidly quenching its liquid state. Due to its none-crystalline structure, metallic glass exhibits superior mechanical, chemical and magnetic properties. Metallic glass can transform to the supercooled liquid well below the melting temperature of its crystalline counterpart. This allows high precision viscous flow forming as the well-known “glass working”. Based on the strategy of alloy design for metallic glass formation, we developed new dealloying method for fabrication of nanoporous metal and study its fundamental and application.



(左) Pd 基金属ガラスの過冷却液体インプリントにより作製した X 線画像診断用回折格子、(右) 新規脱成分反応技術により作製したナノポーラスシリコンの電子顕微鏡像

Scanning electron micrographs of (left) X-ray grating interferometers fabricated by imprinting at the supercooled liquid state of Pd-based metallic glass and (right) nanoporous Si prepared by the novel dealloying method



Keywords

金属ガラス、過冷却液体、ナノポーラス金属、脱成分反応  
metallic glass, supercooled liquid, nanoporous metal, dealloying



教授  
高梨 弘毅  
Prof.  
Koki TAKANASHI



准教授  
関 剛斎  
Assoc. Prof.  
Takeshi SEKI



助教  
窪田 崇秀  
Assist. Prof.  
Takahide KUBOTA



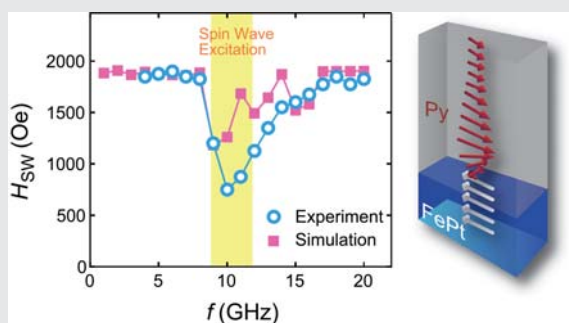
助教  
伊藤 啓太  
Assist. Prof.  
Keita ITO

## 人工ナノ構造制御によるスピントロニクス材料の創製

磁性材料をナノ構造化すると、スピンに基づく磁気特性と電子の輸送特性が密接に関係し合うようになり、磁気的信号によって電気的信号を制御する、あるいは逆に電気的信号によって磁気的信号を制御することが可能になります。このことを利用した新しいエレクトロニクスがスピントロニクスです。本部門では、スピントロニクスに役立つ材料の創製と物理現象に関する基礎研究を行っています。特に機能性に富んだ規則合金材料に着目し、さまざまな磁性規則合金を用いたナノ積層構造や複合的な素子構造を作製し、新しい磁気特性や磁気伝導特性の探索と解明に取り組んでいます。これまでに、高磁気異方性  $L1_0$ -FePt を用いた素子における巨大なスピホール効果の発見やスピ波アシスト磁化反転の実証、ハーフメタルホイスラー合金を用いた巨大磁気抵抗効果の増大や高効率スピントルク発振の実現などの成果を得ました。

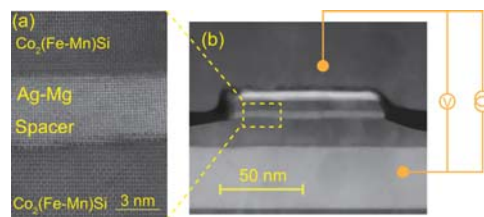
## Materials Fabrication for Spintronics by Artificial Nanostructure Control

Magnetic properties based on electron spins are closely correlated with electronic transport properties in magnetic nanostructures, which makes it possible to control electric signals by magnetic signals, and conversely, magnetic signals by electric signals. A new electronics utilizing this mutual control is called spintronics. Our group works on the fabrication of materials and the fundamental study of physical phenomena for spintronics. Particularly, we are interested in ordered alloys with a variety of functionalities, and fabricate nano-layered structures or composite device structures with magnetic ordered alloys to investigate novel magnetic and magneto-transport properties. Prominent results obtained to date include the observation of giant spin Hall effect and the demonstration of spin wave-assisted magnetization switching in device structures with high magnetic anisotropy  $L1_0$ -FePt, and the enhancement of giant magnetoresistance effect and the observation of high-efficiency spin torque oscillation using half-metallic Heusler alloys.



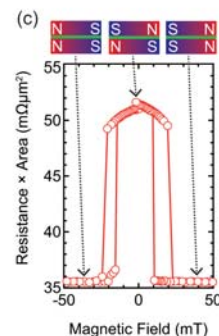
スピ波アシスト磁化反転の実験および計算結果。FePt とパーマロイ (Py) の積層構造においてスピ波を励起することで、スイッチング磁場 ( $H_{sw}$ ) を低減することに成功した。

Experimental and calculated results of spin wave-assisted magnetization switching in an FePt / Permalloy (Py) bilayer. The excitation of spin wave remarkably reduced the switching field ( $H_{sw}$ ) of the bilayer.



ハーフメタルホイスラー合金 ( $Co_2Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si$ ) を用いた高出力巨大磁気抵抗素子 (a, b) デバイスの透過電子顕微鏡像。 (c) 室温における磁気抵抗曲線。

The device for the giant magnetoresistance effect using a half-metallic Heusler alloy,  $Co_2Fe_{0.4}Mn_{0.6}Si$ . (a, b) Transmission electron microscope images, and (c) a magnetoresistance curve of the device.





教授  
宇田 聡  
Prof.  
Satoshi UDA



准教授  
岡田 純平  
Assoc. Prof.  
Junpei OKADA



助教  
小泉 晴比古  
Assist. Prof.  
Haruhiko KOIZUMI



助教  
野澤 純  
Assist. Prof.  
Jun NOZAWA

## ■ 界面現象の操作で新しい結晶成長を切り拓く

高度情報化社会を支えているエレクトロニクス、オプトエレクトロニクスの分野でそのキーとなる機能性材料やデバイスの発達は、関連する単結晶の探索に大きく依存してきました。本部門は、結晶成長過程における界面現象と育成された結晶の特性の関係を明らかにするといった立場から、主として融液からの結晶成長に取り組んでいます。特に、電場、磁場、あるいは応力場といった“外場”を界面に印加したり、また、融液に対し熱処理やあるいは攪拌混合などの機械的操作を加え、結晶-融液間の自由エネルギー関係を調整することで、界面ダイナミクスを人為的に操作するといった新しい手法の結晶成長法を目指しています。こうしたアプローチを組み合わせるにより、21世紀高度情報化社会に必要な、光学、圧電、磁性等の分野で有用な新結晶や、従来育成が困難とされていた結晶の創製を可能にしていきます。

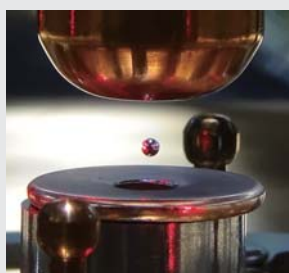
## ■ Lead New Growth Methods with Optimizing Interfacial Energies by Applying External Fields

Development of almost every functional material and device in the area of information technology has been aided by the research of the associated single crystal. This lab is concerned with the novel approach mainly for the growth from the melt by studying the relationship between the interface dynamics during growth and properties of grown crystals.

Special interests lie in the growth of new crystals via the manipulation of the interface dynamics (1) by the imposition of an interface-electric, -magnetic and -stress fields and (2) by the change of the solid-liquid energy relationship through the thermal or mechanical treatment on the solid or liquid. Combining these approaches will also shed new light on the crystal growth that has never been successful. Crystals developed this way will widen an application opportunity in the piezoelectric, magnetic, optic and other fields related to the highly-networked information society.

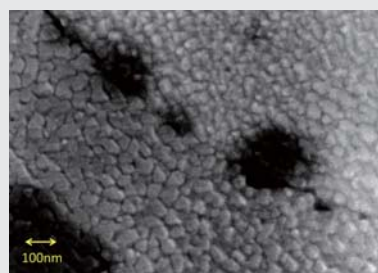
液体シリコン (Si) を融点よりも数百 K 以上過冷させた状態を急冷凍結することによってバルクアモルファス (a-)Si を作製することを試みている。液体を保持するためには通常容器を用いるが、その場合、容器と液体の界面で不均質核生成が生じるため液体を深く過冷させることが困難である。(a) 本部門では、静電浮遊法を用いて無容器状態で液体を保持することによって液体を深く過冷させ、単ロール法を用いて急冷凍結する実験を進めている。(b) 300K 以上過冷させた液体 Si を急冷凍結させた試料の SEM 像である。このようなナノ結晶が凝集した組織は、アモルファスのアニールによって生じることがあり、大過冷却液体 Si の急冷プロセスにおいてアモルファスが一時的に形成された可能性を示す。

To quench supercooled states of high temperature liquids, we have developed a unique liquid-quenching system including an electrostatic levitator (ESL). (a) In the ESL system, a sample was levitated between the two horizontal electrodes using electrostatic forces via a feedback loop. (b) A characteristic microstructure was observed locally in the quenched Si sample. The microstructure composed of Si grains with a diameter of several tens of nm hints that amorphous Si could be locally formed once in the quenching process and then transformed to crystal Si grains by latent heats from the surroundings.



(a) 静電浮遊溶解装置の内部写真。静電気力を用いて帯電試料を浮遊保持する。

Inside of ESL chamber. A spherical sample is levitated using electrostatic force.



(b) 大過冷却液体 Si を急冷凍結した試料の SEM 像。

A SEM image of quenched samples from supercooled liquid Si.



Keywords

結晶成長、化学ポテンシャル、外場印加  
crystal growth, chemical potential, applying external fields



教授 (兼 材料科学高等研究所)  
折茂 慎一  
Prof.  
Shin-ichi ORIMO



准教授 (兼)  
高木 成幸  
Assoc. Prof.  
Shigeyuki TAKAGI



助教  
佐藤 豊人  
Assist. Prof.  
Toyoto SATO



助教  
金 相侖  
Assist. Prof.  
Sangryun KIM

## ■ エネルギー利用のための“水素化物”の材料科学

本部門では、高効率でのエネルギー変換・貯蔵・輸送などに適した様々な材料の創製と社会実装を目指して、燃料電池やリチウムイオン電池、さらには電子物性や超伝導にも密接に関連する「エネルギー利用のための“水素化物”の材料科学」に取り組んでいます。主要テーマは、燃料電池などの水素エネルギー技術を支える基盤材料としての高密度水素貯蔵材料の開発です。具体的には、軽金属元素や特異な結晶構造を有する新たな水素化物を合成し、最先端の原子・電子構造解析技術や計算材料科学を駆使して実験と理論の両面から材料開発を進めています。また、高密度水素貯蔵材料に加えて、高速イオン伝導材料やそれを実装した次世代エネルギーデバイスなどの開発などにも鋭意取り組んでいます。

## ■ Materials Science of “HYDRIDES” for Energy Applications

Our division is engaged in researches on “HYDRIDES” for energy applications. The main subjects are the development of high-density hydrogen storage materials for fuel cell applications, lithium/sodium fast-ionic conductors for battery applications and superconducting materials. The primary objective is the development of novel hydrogen storage materials for automotive applications, using multiple cutting-edge techniques for atomic/electronic characterization and first-principles calculations. In addition to the hydrogen storage materials, we are engaged in the development of fast-ionic conductors and the implementation of them into next-generation energy devices.

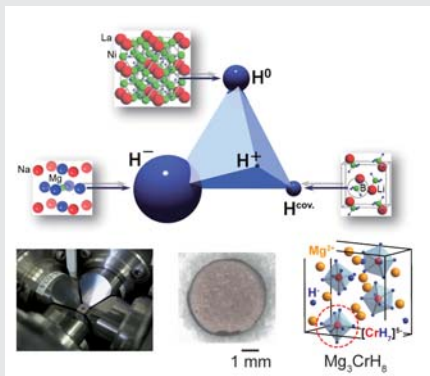


図1：水素の結合多様性を表す水素ダイアグラム（中性水素  $H^0$ 、ヒドリド  $H^-$ 、プロトン  $H^+$ 、共有結合している水素  $H^{COV}$ ）（上）とキュービックマルチアンビルプレス（左下）を用いて合成した  $H^-$  と  $H^{COV}$  が共存する新規錯体水素化物  $Mg_3CrH_8$ （右下）（日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構、豊田中央研究所との共同研究）。

Figure 1: Hydrogen diagram (top) illustrating the bonding flexibility of hydrogen with a tetrahedron; the spheres located at each vertex represent a proton ( $H^+$ ), a hydride ion ( $H^-$ ), covalently bonded hydrogen ( $H^{COV}$ ) and neutral hydrogen ( $H^0$ ). Novel complex hydride  $Mg_3CrH_8$  with coexistence of  $H^-$  and  $H^{COV}$  (bottom right) synthesized by high-temperature high-pressure apparatus utilizing cubic-type multi-anvil press (bottom left)

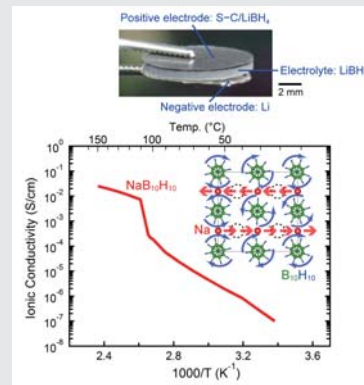


図2： $LiBH_4$  を固体電解質に実装した全固体リチウム硫黄二次電池（上、三菱ガス化学株式会社との共同研究）と  $Na_2B_{10}H_{10}$  における高速ナトリウムイオン伝導特性（下、東北大学大学院工学研究科およびアメリカ国立標準技術研究所との共同研究）。

Figure 2: Bulk-type all-solid-state lithium-sulfur battery using  $LiBH_4$  electrolyte (top, collaboration with Mitsubishi Gas Chemicals Co., Ltd.) and sodium fast-ionic conductivity of  $Na_2B_{10}H_{10}$  (bottom, collaboration with Graduate School of Engineering, Tohoku University, and NIST (USA)).

### Keywords

高密度水素貯蔵材料、高速イオン伝導材料、次世代蓄電デバイス  
high-density hydrogen storage materials, superionic conductors, next generation batteries



教授  
吉川 彰  
Prof.  
Akira YOSHIKAWA



助教  
山路 晃広  
Assist. Prof.  
Akihiro YAMAJI

## ■ 先駆的機能性結晶開発と先進センサーの具現化で未来を拓く

上流（材料設計）から下流（デバイス開発）までを垂直統合した産学連携体制により、新規機能性結晶の開発を行なっています。単結晶合成のみならず、光、放射線、圧力、熱等の外部からの刺激に対する応答の評価や、高精度な超音波計測技術による圧電性の評価を行い、速やかにフィードバックする形で結晶組成のスクリーニングを行ないます。優れた特性が見つかった際は、量産に適した引上げ法やブリッジマン法により高品質なバルク単結晶を作製します。これまで、乳癌診断用PET、ハンディタイプ放射線量モニタ、ガンマ線撮像カメラなどのシンチレータを開発・実用化させてきました。また、低消費電力型振動子用のランガサイト型圧電結晶の開発や点火プラグ用難加工性合金の形状制御といった結晶成長技術の開発にも取り組んでいます。

## ■ Novel Functional Crystals and Advanced Sensors for Future

We have developed novel functional crystals in joint effort between industry and academia covering the fields from upstream (designing materials) to downstream (developing devices). The material composition screening is immediately made by not only elaborating crystals but also evaluating responses of the crystals to energy delivered from outside such as light, radiation, pressure, and so on, and evaluating piezoelectric properties by accurate ultrasonic measurement technology, and then feeding it back to material design. When the crystals with high potential are found, we grow the crystals with high quality by Czochralski or Bridgeman methods which are suitable for mass production. So far, gamma-ray or neutron scintillators in practical use have been developed such as positron emission tomography (PET) for diagnosis of breast cancer, handy-type radiation dose monitor, gamma-ray camera, and so on. In addition, we are engaged in developing crystal growth technologies for such as langasite-type piezoelectric crystals for low-power consumption resonator and shape-control for difficultly deformable alloy for firing plug.

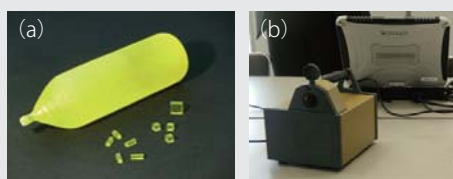


図 1 : (a) Ce : GAGG シンチレータ単結晶 (b) Ce : GAGG を搭載したガンマカメラ

Figure 1: (a) Ce doped GAGG crystals. (b) gamma camera with Ce:GAGG.

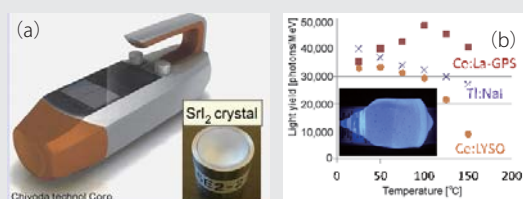


図 2 : (a) SrI<sub>2</sub> 搭載スペクトロメータ (b) 高温耐性に優れた La-GPS 結晶とその発光特性

Figure 2: (a) SrI<sub>2</sub> spectrometer. (b) High-temperature-tolerant La-GPS crystal and its light yield property.

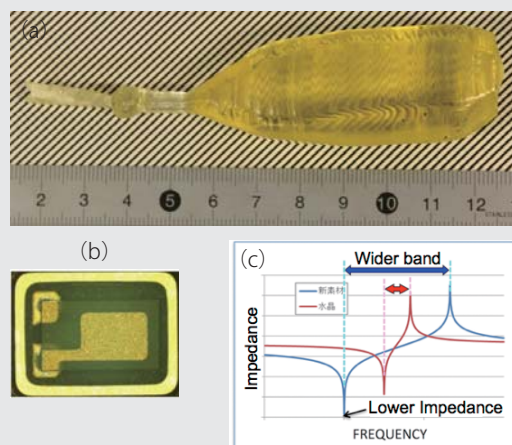


図 3 : (a) CTGAS 圧電単結晶 (b) CTGAS を搭載した振動子 (c) 振動子の周波数応答

Figure 3: (a) CTGAS crystal. (b) CTGAS equipped resonator. (c) Frequency response of resonator.



教授  
後藤 孝  
Prof.  
Takashi GOTO



助教  
キテワン メタヤー  
Assist. Prof.  
Mettaya KITIWAN



助教  
李 穎  
Assist. Prof.  
Ying LI

特任准教授(兼)  
且井 宏和  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Hirokazu KATSUI

## ■ 新しい高機能セラミックスの開発を目指して

誘電体セラミックス、イオン伝導性セラミックス、熱電変換セラミックス、高温セラミックスなどは、エネルギー・環境問題を解決するための重要な機能材料です。本部門では、これらの機能材料をより高性能にするための研究や、いくつかの機能を合わせ持った複合機能材料を開発するための研究を行っています。セラミックス粉体の固相反応焼結や熔融させたセラミックスの凝固の過程での相分離、レーザーやプラズマにおける多元系のMOCVDによる気相からの共析出などを利用して複合化を行い、新しい高性能複合機能材料を作り出すことに取り組んでいます。

## ■ Development of New High-Performance Ceramics

This laboratory is engaged in the study mainly of functional materials such as dielectric ceramics, ionic conducting ceramics, thermoelectric ceramics and high-temperature ceramics to contribute the energy and environment issues. A main object is to develop high-performance multi-functional ceramic materials and to obtain principles to improve the performance of materials. The phase separation process during the solid state sintering or solidification of melted ceramics, and the codeposition process in multi-component MOCVD under laser- and plasma-assisted fields are employed to synthesize new functional ceramic materials.

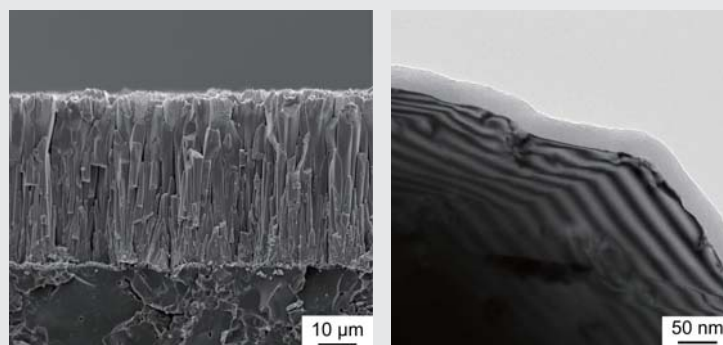


図1：レーザーCVDプロセスにより合成されたイットリア安定化ジルコニア膜の断面観察像。本研究部門で独自に開発したレーザーCVD法は、結晶性の優れた各種酸化物および非酸化物膜を  $600 \mu\text{m h}^{-1}$  以上の極めて高速に合成することができる。

図2：回転CVDプロセスによりダイヤモンド微細粉末表面にコーティングしたSiC膜のTEM明視野像。独自に開発した回転CVD法は、数  $\mu\text{m}$  サイズの微細粉末の表面を均質な数  $\text{nm}$  ～数  $100 \text{nm}$  の膜で覆うことができる。

Figure 1: Cross-sectional view of an yttria stabilized zirconia film prepared by a laser MOCVD process. This newly developed method has enabled one to prepare highly crystallized oxide and non-oxide films at extremely high deposition rates more than  $600 \mu\text{m h}^{-1}$ .  
Figure 2: TEM bright field image of a diamond powder surface coated with a SiC layer by rotary CVD process. Homogeneous nano layers can be deposited on surfaces of small powders several micrometers thick by this novel powder coating process developed by our research group.

### Keywords

化学気相析出、熔融凝固、焼結、微細組織、セラミックス  
chemical vapor deposition, melt-solidification, sintering, microstructure, ceramics





教授  
千葉 晶彦  
Prof.  
Akihiko CHIBA



准教授  
小泉 雄一郎  
Assoc. Prof.  
Yuichiro KOIZUMI



助教  
山中 謙太  
Assist. Prof.  
Kenta YAMANAKA



助教  
青柳 健大  
Assist. Prof.  
Kenta AOYAGI



特任助教  
王 昊  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Hao WANG

## ■ 塑性加工プロセスと電子ビーム積層造形技術の融合による高機能構造材料の開発

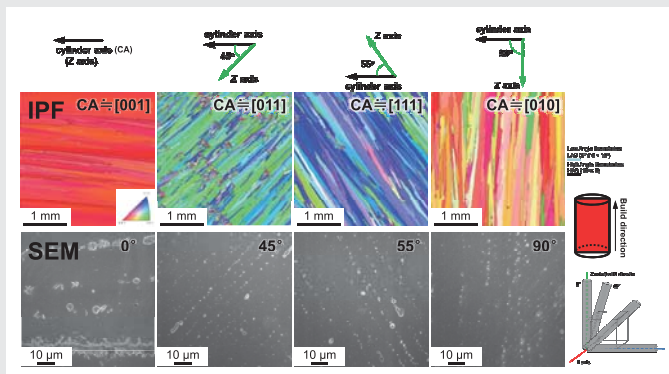
人類社会の持続的発展のためには航空宇宙用材料、耐熱材料、生体材料などの高機能構造材料の研究開発が必要不可欠です。当部門では、鍛造加工や圧延加工などの塑性加工や熱処理において材料内部に起こるマクロ、ミクロ、ナノスケールの組織変化を最新の分析・解析技術や計算機シミュレーションを駆使して系統的に明らかにし、特性発現メカニズムに基づいた加工プロセスの確立と新材料の創製を目指しています。特に、熱間鍛造については、組織変化を定量的に評価し、材料科学に基づいて最適条件を決定する「インテリジェント鍛造」を提唱し、各種実用合金に適用しています。また、最新鋭の三次元造形技術である電子ビーム積層造形（EBM）にいち早く取り組み、従来の塑性加工プロセスと電子ビーム積層造形の融合による高機能材料の開発を行っています。

## ■ Development of Highly Functional Structural Materials by Advanced Processing

The production of highly functional structural materials, such as heat resistant superalloy, biomedical Co-Cr alloys and titanium alloys, is crucial to the sustainable development of human society. To accomplish this, we aim to systematize the relationships between the processing, structure, and properties of structural metallic materials using state-of-the-art analytical techniques and simulations of the macro-, micro- and nano-structures evolved during plastic deformation and heat treatment. We propose a novel processing concept—intelligent forging—capable of producing the most favorable microstructures, and thereby optimal performance, in hot-forged materials. In addition, we are studying additive manufacturing using electron-beam melting (EBM) to produce advanced metallic materials with superior properties by controlling their microstructures.



EBMにより作製した三次元金属造形物  
3D metallic components fabricated by EBM



EBMによる金属材料の結晶方位・析出物制御  
Control of crystallographic orientation and precipitation of metallic components by EBM

### Keywords

金属材料、加工熱処理、電子ビーム積層造形、シミュレーション、組織制御  
metallic materials, thermomechanical processing, electron beam melting, simulation, microstructural optimization



教授  
青木 大  
Prof.  
Dai AOKI



准教授  
本多 史憲  
Assoc. Prof.  
Fuminori HONDA



助教  
李 徳新  
Assist. Prof.  
Dexin LI



助教  
本間 佳哉  
Assist. Prof.  
Yoshiya HOMMA

## ■ アクチノイド化合物を含む重い電子系の物理

本部門では、世界でも数少ないアクチノイド施設を利用して、アクチノイド・希土類化合物の純良単結晶育成および新物質開発を行っています。極低温、強磁場、超高圧の極限環境下での精密測定を通じて、新現象の発見、新しい物理の解明を目指しています。

アクチノイドあるいは希土類を含む f 電子系化合物は、遍歴と局在という 2 面性を持った f 電子と伝導電子が絡み合って織りなす強相関電子系の物理です。伝導電子の有効質量が通常の 100 倍から 1000 倍にも到達するため、重い電子系と呼ばれています。電子間の強い相関が磁性と超伝導の共存・競合、多極子秩序、非フェルミ液体、量子臨界現象などを生み出す多彩で魅力的な物性物理の宝庫です。例えば、私たちが発見した  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$  は、ネプツニウム化合物で世界初の超伝導体です。国内はもちろんのこと国際的な共同研究も積極的に行っています。

## ■ Heavy Fermion Physics of Actinide and Rare-Earth Compounds

We aim to discover new phenomena and new physics of actinide and rare-earth compounds. We grow high quality single crystals and develop new materials in our actinide laboratory, which is one of the few facilities in the world. We perform precise measurements under extreme conditions (low temperature, high magnetic field, high pressure) on high quality single crystals.

The physics of f-electron systems, including both actinide and rare-earth compounds, are an important aspect of strongly correlated electron systems, where the nearly localized f-electrons and the conduction electrons show strong interactions. As the effective mass of conduction electrons reaches values 100-1000 times larger than the rest mass of an electron, they are called heavy fermion physics. Owing to the strong interaction between electrons, a large variety of fascinating phenomena, such as coexistence/competition of magnetism and superconductivity, multipole order, non-Fermi liquid, quantum critical phenomena, are found. For instance we have discovered  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$ , the first Np-based superconductor. Not only domestic collaborations but also international collaborations are strongly promoted.

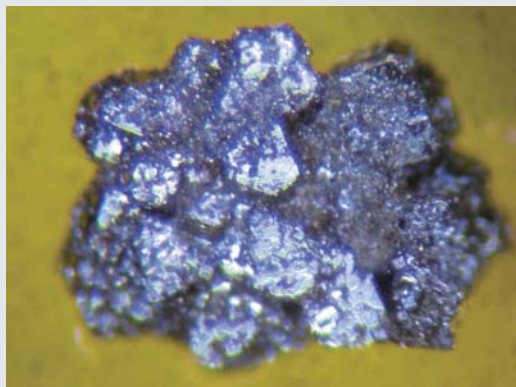


図 1 : ネプツニウム化合物で初めての超伝導体  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$   
Figure 1: First neptunium-based superconductor  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$

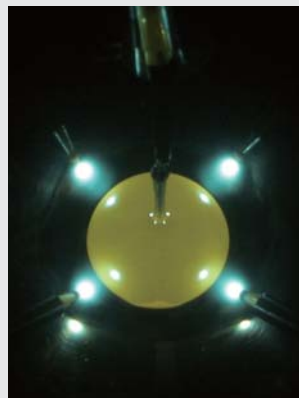


図 2 : チョクラスキー法による強磁性超伝導体の純良単結晶育成  
Figure 2: High quality single crystal growth of ferromagnetic superconductor using the Czochralski method

### Keywords

アクチノイド、f 電子系、重い電子系、超伝導体、磁性体  
actinide, f-electron systems, heavy fermion, superconductivity, magnetism



教授  
今野 豊彦  
Prof.  
Toyohiko J. KONNO



准教授  
木口 賢紀  
Assoc. Prof.  
Takanori KIGUCHI



助教  
嶋田 雄介  
Assist. Prof.  
Yusuke SHIMADA



助教  
白石 貴久  
Assist. Prof.  
Takahisa SHIRAISHI

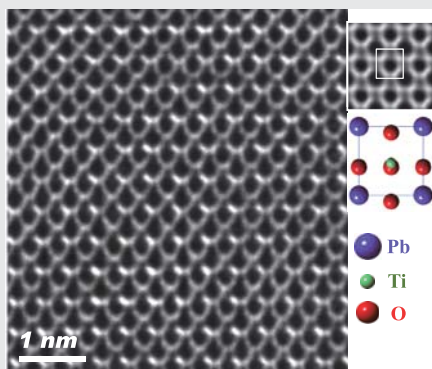
## ■ 物質の構造安定性において不定比性が果たす役割とナノ空間のイメージングによる材料の組織・機能の探求

当部門では合金における組織形成から酸化物薄膜まで幅広い材料を対象に、物質の不定比性が物性や相変態に及ぼす影響を調べています。そのため、収差補正高分解能 TEM・STEM などの最先端電子顕微鏡法を解析手段として用い、金属・無機系構造・機能材料の電子線ナノイメージングに基づいた原子レベルでの研究を行っています。

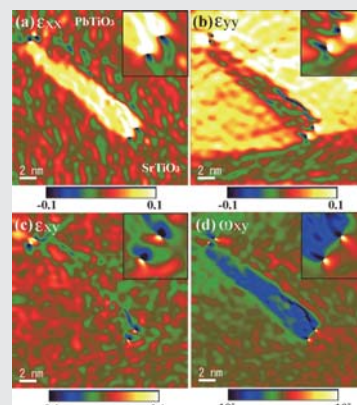
特に、社会基盤材料系の研究テーマとして、Mg・Al などの軽金属合金や Cu 合金における相変態と組織形成メカニズムの解明、また、機能性材料系の研究テーマとして、磁性金属ナノ粒子、強誘電体・イオン導電体酸化物薄膜などの電磁氣的性質発現・ナノ組織形成メカニズムの解明を進めています。また、原子分解能での界面・格子欠陥の構造解析、位相再構築による内部ポテンシャルの解析、高分解能像の幾何学的位相解析による局所弾性場のイメージング、3D トモグラフィーによる 3 次元構造解析など、最新の画像解析手法を駆使して、イメージの定量的解析を目指しています。そして、プロセッシングー物性ー解析といった材料科学的視点から構造・機能材料のナノ組織形成メカニズムを総合的に理解することにより、新しい材料プロセス設計への指針を得る取り組みも行っています。

## ■ Understanding the Role of Non-Stoichiometry in the Stabilization of Structures; Imaging Nano-Space of Materials; Pursuit of Their Functionality

We investigate the role of non-stoichiometry on the stabilization of the phase and physical properties in alloys and oxides. To that end, we employ state-of-art transmission electron microscopy techniques, and investigate both structural and functional materials through the imaging of nano-space inside. In particular, we carry out the imaging at the atomic level by using state-of-the-art electron microscopy techniques such as aberration-corrected microscopy, focal-series restoration (FSR), geometric phase analysis (GPA), and 3D tomography (TEM). Based on the studies of crystallographic structures and microstructures with these methods, our research activities are ultimately targeted to understand the underlying nature, with which these complex structures are stabilized.



酸素原子の微小変位や、自発分極の直視観察を実現した  $\text{PbTiO}_3$  強誘電体薄膜の原子分解能 TEM 像。  
Atomic resolution HRTEM image of  $\text{PbTiO}_3$  thin film elucidates the small displacement of oxygen atoms and the spontaneous polarizations.



$\text{PbTiO}_3$  強誘電体薄膜のナノドメイン構造の定量歪みマップ。  
Quantitative strain mapping of  $\text{PbTiO}_3$  ferroelectric thin films.



Keywords

相安定性、電子顕微鏡、不定比化合物

phase stability, transmission electron microscopy, non-stoichiometric compounds



教授  
我妻 和明  
Prof.  
Kazuaki WAGATSUMA



准教授  
今宿 晋  
Assoc. Prof.  
Susumu IMASHUKU



助教  
松田 秀幸  
Assist. Prof.  
Hideyuki MATSUTA



助教  
柏倉 俊介  
Assist. Prof.  
Shunsuke KASHIWAKURA

## ■ 材料元素分析法のシーズ開発を目指して

材料開発とその特性発現のメカニズム解明に必要とされる、元素分析を中心とした新しい機器分析法の研究開発を行っている。特に固体試料を対象とした直接定量分析法の確立は現在の元素分析の大きな課題であり、この実現のための放電プラズマ励起源を使用したプラズマ分光法による装置開発を行っています。また、工業材料の高速分析法として、レーザー誘起プラズマを利用した発光分析法に注目し、減圧レーザー誘起プラズマを用いた分析装置やイメージ測光型の分光分析装置を提案しています。各種分光分析用プラズマ、高周波誘導結合プラズマやマイクロ波誘起プラズマ等の分光特性の解明などの基礎研究も併せて行っており、励起機構に関する研究成果を公表しています。さらに、カソードルミネッセンス現象を利用した元素分析、小型分析装置の開発、高感度分光器を用いた原子吸光分析手法の開発やX線光電子分光法を用いた表面分析、X線小角散乱法やX線吸収端微細構造解析法によるナノスケール局所構造の解明を研究課題としています。

## ■ Developing Novel Methods for Elemental Analysis

A goal of our research is to develop new industrial methods in quantitative elemental analysis. The direct determination of trace elements in high-purity materials gives important information that contributes to the progress of recent material science. We suggest new analytical methods enabling trace elements at a few ppm level to be directly determined in atomic emission spectrometry. We also study analytical applications of a low-pressure laser induced plasma as well as a glow discharge plasma associated with a spatially-resolved measurement by using an imaging spectrometer system. Fundamental research on the excitation mechanism of several excitation sources in atomic emission spectroscopy such as a radio-frequency inductively-coupled plasma and a microwave induced plasma is conducted. Further, we investigate elemental analysis utilizing Cathodeluminescence phenomenon, surface analysis techniques such as X-ray photoelectron spectroscopy, and nano-scale X-ray analysis such as small-angle X-ray scattering and extended X-ray absorption fine structure. We also develop portable analyzers and a novel method of atomic absorption spectrometry using a high sensitive spectrometer.

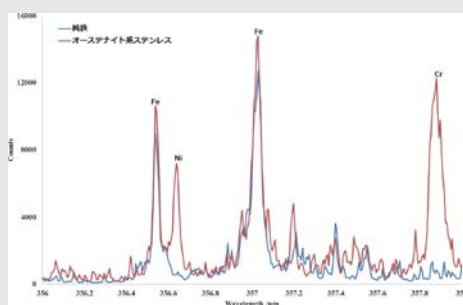


図1：レーザー誘起プラズマ（左）より得られた発光スペクトル（右）

Figure 1: Laser-Induced Plasma (left) and obtained emission spectra (right)



図2：グロー放電（左）とイメージ測光型グロー放電発光分光分析装置（右）

Figure 2: Glow discharge plasma (left) and Imaging spectrometer system (right)

### Keywords

元素分析、固体発光、オンサイト/オンライン分析  
elemental analysis, solid-state emission, on-site/on-line analysis

# 非平衡軟磁性材料共同研究部門



COLLABORATIVE RESEARCH LABORATORY FOR NON-EQUILIBRIUM SOFT MAGNETIC MATERIALS



教授(兼)  
(未来科学技術共同研究センター教授)  
牧野 彰宏  
Prof.  
Akihiro MAKINO

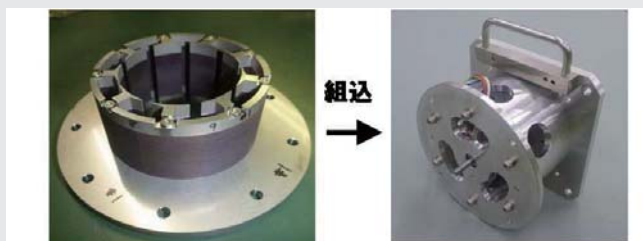
教授(兼)  
加藤 秀実  
Prof.  
Hidemi KATO

## 民間企業との共同研究体制による 大学発非平衡軟磁性材料の開発・ 実用化

本共同研究部門では、東北大学が基礎研究で成果を創出してきた、ヘテロアモルファス及びナノ結晶(NANOMET<sup>®</sup>)の実用化に向けた開発を強力に推進します。ヘテロアモルファス及びナノ結晶材料は、電磁鋼板並みの高飽和磁束密度と電磁鋼板よりも低鉄損を併せ持つ、これまでの軟磁性材料の常識を覆す性能を備える点で画期的な材料であり、送電等のインフラ領域や、モーター用途の産機・民生等の領域で、今後の実用化が期待されています。今後の研究開発は、製造方法、コスト等といった実用化に向けた課題をクリアしていくことが主要なテーマとなるため、関係する民間企業の知を集結する拠点が必要不可欠です。これらの背景により、非平衡軟磁性材料(ヘテロアモルファス粉体、ナノ結晶薄帯、ナノ結晶粉体)の実用化に向けた共同研究体制強化の一環として、また、金属材料研究所における初の共同研究部門として、本部門は発足しました。非平衡軟磁性材料の実用化に向けて必要となる、材料調達、工程、製造方法、製造装置等について、民間企業での量産体制の構築を見据えた研究開発を行い、各観点で最適化を図り、事業化しうる性能及びコストの両立を目指します。

## Development and Practical Use of Non-Equilibrium Soft Magnetic Materials Originated from University by Collaborating with Private Companies Through Joint Venture System

The present collaborative research laboratory strongly promotes the development oriented for practical usage of hetero-amorphous and nanocrystalline alloys (NANOMET<sup>®</sup>), which have originally found by Tohoku University as a result of fundamental research achievements. The hetero-amorphous and nanocrystalline alloys are epoch-making materials in that they exhibit unprecedented properties than conventional soft magnetic materials to date, such as high magnetic flux density and lower coercivity than Silicon Steel. It is expected that these superior soft magnetic properties are to be realized in near future in the fields of infrastructure (e.g. transformers) and machinery/public welfare (e.g. motors). The research and development hereafter have principally focused on solving issues for practical usage in terms of production procedure and costs. Thus, it is essential to set up an initiative where the knowledge from relevant private companies is accommodated. On the basis of these background, the present collaborative research laboratory has been launched as of August in 2015 as the first one in Institute for Materials Research in a framework of strengthen the collaborations aimed with practical usage of non-equilibrium soft magnetic materials (hetero-amorphous powders, nanocrystalline ribbons and nanocrystalline powders). Research and development will be performed regarding collecting raw materials, processes, production methods and production apparatuses that are oriented for establishing mass production at private companies with aim to hold the coexistence of the properties in industrialized sample scale and costs by optimizing every aspects.



(左) 新ナノ結晶合金 NANOMET<sup>®</sup> を積層したステータコア。  
(Left) Stator core assembled by new nanocrystalline alloy NANOMET<sup>®</sup>.



コアの外観写真。(左) 成形体、(右) 製品体  
Outer appearances of (Left) consolidated core and (Right) core product.



Keywords

軟磁性合金、ナノ結晶合金、省エネ、東北復興、雇用創出

soft magnetic alloy, nanocrystalline alloy, energy saving, Tohoku reconstruction, creation of new employment

# 学際・国際的高度人材育成ライフイノベーション マテリアル創製共同研究プロジェクト



CREATION OF LIFE INNOVATION MATERIALS FOR INTERDISCIPLINARY AND INTERNATIONAL RESEARCHER DEVELOPMENT



プロジェクトリーダー・教授(兼)  
**加藤 秀実**  
Project Leader・Prof.  
Hidemitsu KATO



特任准教授  
**且井 宏和**  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Hirokazu KATSUI



特任助教  
**魏 代修**  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Daixiu WEI

客員教授  
**新家 光雄**  
Visiting Prof.  
Mitsuo NIINOMI

准教授(兼)  
**小泉 雄一郎**  
Assoc. Prof.  
Yuichiro KOIZUMI

准教授(兼)  
**梅津 理恵**  
Assoc. Prof.  
Rie UMETSU

准教授(兼)  
**千星 聡**  
Assoc. Prof.  
Satoshi SEMBOSHI

准教授(兼)  
**和田 武**  
Assoc. Prof.  
Takeshi WADA

■ 名古屋大学未来材料・システム研究所、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、大阪大学接合科学研究所、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創製研究機構

## 6 大学 6 研究所連携プロジェクト (平成 28 ~ 32 年度)

6 研究所間の連携研究成果と醸成されたコミュニティを基に創出した新概念「ライフイノベーションマテリアル」を志向した共同研究を実施することで、新しい社会基盤材料の提案と実用化を図ると共に、研究を通じた国際交流・産学連携・高度人材育成を推進し、我が国の産業界の要請に応え、社会貢献を果たす。

各研究所のもつ基盤技術研究と、国民生活に役立つ生活革新応用を志向した環境材料、医療材料、デバイス化技術開発研究を融合し、新しい「生活革新材料技術」の研究を6研究所が連携し推進する。各研究所の専門性・強みを活かした異分野融合・学際横断的な組織による新材料の提案と、その応用展開を役割分担し、産業界の要請に則した国家的・社会的課題解決を目指した研究を進め、基礎から応用までを含む新学術分野を確立する。

■ A Joint Research Project Among Six Institutes: the Institute of Materials and Systems for Sustainability (IMaSS), Nagoya University; the Institute for Materials Research (IMR), Tohoku University; the Materials and Structure Laboratory (MSL), Tokyo Institute of Technology; the Joining and Welding Research Institute (JWRI), Osaka University; the Institute of Biomaterials and Bioengineering (IBB), Tokyo Medical and Dental University; and the Research Organization for Nano & Life Innovation, Waseda University. (FY2016-2020)

This project aims to contribute to society by developing novel infrastructural materials and promoting their practical applications through the collaborative researches oriented toward the new concept "life innovation materials", which is a concept created on the basis of the outcome of past collaborative research activities among the 6 institutes, also through promoting an international exchanging, industry-university collaboration, high-level human resource development meeting the demand of the industry. The 6 institutes will collaboratively promote researches of novel "life-innovating materials technologies" by integrating their fundamental technological researches and the researches of sustainable materials, biomedical materials and development of devices oriented toward the life-innovating applications which facilitates our daily life. A new academic discipline covering both basic and applied research will be developed by shearing the roles in the creation and application of new materials through the interdisciplinary alliances taking every advantage of each institute, and conducting researches for solving the nation-wide social issues responding to the requests from the industry.



プロジェクトのコンセプトと体制  
Concept and framework of the project.

### Keywords

ライフイノベーションマテリアル、省エネ材料、医療・福祉材料  
life-innovation materials, energy-saving materials, biomedical materials

# 計算物質科学人材育成コンソーシアム



PROFESSIONAL DEVELOPMENT CONSORTIUM FOR COMPUTATIONAL MATERIALS SCIENTISTS (PCoMS)



コンソーシアム長・特任教授  
毛利 哲夫  
Project Leader: Specially Appointed Prof.  
Tetsuo MOHRI



特任准教授  
寺田 弥生  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Yayoi TERADA



特任助教  
芝 隼人  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Hayato SHIBA



特任助教  
山崎 馨  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Kaoru YAMAZAKI

教授(兼)  
久保 百司  
Prof.  
Momoji KUBO

## ■ 単一の学問領域を超え、材料開発の階層を超える人材の育成

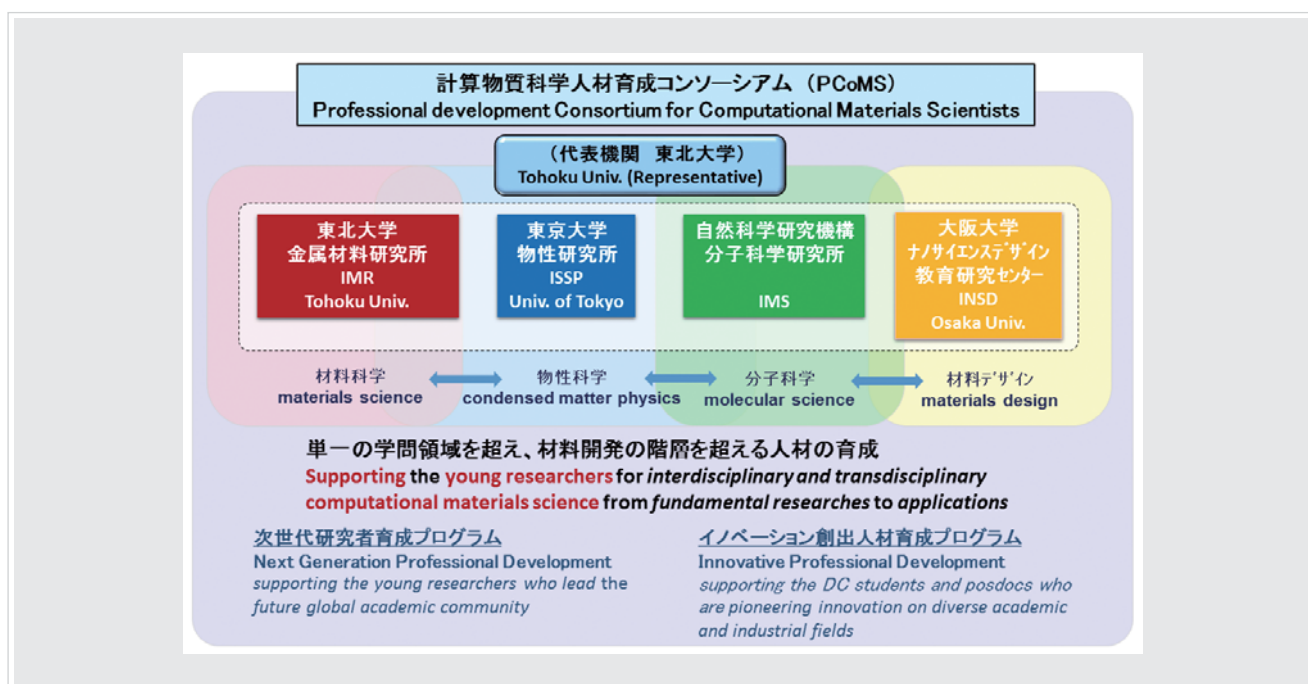
本コンソーシアムは、広範な物質科学領域と基礎、応用、実用化の全段階を俯瞰しつつ、ハイパフォーマンスコンピューティング技術を駆使して物質科学分野の課題発見と解決ができる人材育成の環境を整備し、同時に、若手研究者の安定雇用につながる仕組みを構築することによって若手研究者を支援します。

2015年8月に東北大学（主として金属材料研究所）、東京大学（主として物性研究所）、自然科学研究機構分子科学研究所、大阪大学（主としてナノサイエンスデザイン教育研究センター）によって本コンソーシアムは設立されました。計算物質科学分野における若手研究者（1）次世代のグローバルアカデミックリーダーとなる若手研究者と（2）産業界などでイノベーションを創出する人材となる博士後期課程学生とポスドクの育成と支援を行っています。

## ■ Supporting the Young Researchers for Interdisciplinary and Transdisciplinary Computational Materials Science from Fundamental Researches to Applications

The consortium encourages young researchers of high-performance computing technology for computational materials science to acquire the broader view and the extensive knowledge of interdisciplinary materials science, condensed matter physics, molecular science and materials design and supports their career paths.

In August 2015, Tohoku University, The University of Tokyo, Institute for Molecular Science and Osaka University established partnerships under a MEXT program, building a consortium for developing human resources in science and technology. We support the highly motivated young researchers for computational materials science (1) who lead the future global academic community and (2) who are pioneering innovation on diverse academic and industrial fields.



Keywords

マルチスケール物質科学、コンピュータシミュレーション、ハイパフォーマンスコンピューティング  
multiscale materials science, computer simulations, high-performance computing



センター長・教授(兼)  
永井 康介  
Head : Prof.  
Yasuyoshi NAGAI



准教授  
小無 健司  
Assoc. Prof.  
Kenji KONASHI



准教授  
外山 健  
Assoc. Prof.  
Takeshi TOYAMA



助教  
吉田 健太  
Assist. Prof.  
Kenta YOSHIDA



助教  
仲村 愛  
Assist. Prof.  
Ai NAKAMURA



助教  
清水 悠晴  
Assist. Prof.  
Yusei SHIMIZU

## ■ 原子力研究の多様な発展へのチャレンジ

当センターは、全国大学共同利用施設として設置以来40年以上にわたり、我が国の大学を中心とする研究者に、原子力関係材料の研究に欠くことのできない放射化試料やアクチノイド元素の実験場所を提供しており、関連分野における主導的な共同利用センターとしての役割を果たしています。現在、発電用原子炉の構造材料の照射による劣化の機構解明のための研究、高速炉や核融合炉のような将来のエネルギー源のための新材料開発やその基礎研究、アクチノイド系(5f電子系)新物質・新物性の探索、新型核燃料の開発、放射化分析などの幅広い研究が盛んに行われており、多くの成果が挙げられています。今後も、世界的にも有数なホットラボと先端分析・物性計測能力を兼ね備えたセンターの特徴ある設備を活かし、原子力材料研究に加え新しい研究にも視野を広げ、研究コミュニティに引き続き貢献していきます。

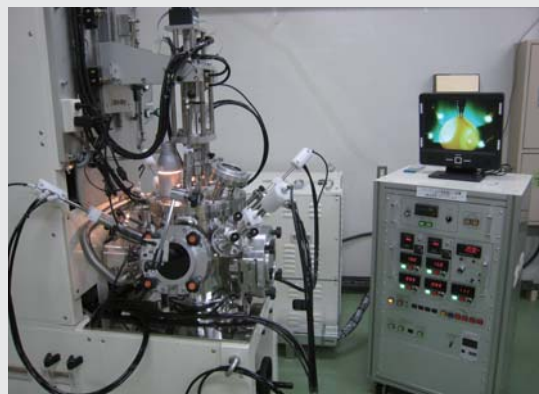
## ■ Challenge of Variety Developments of the Atomic Energy Study

IMR-Oarai is open to researchers all over the world for the collaborative studies using irradiated-materials and actinide materials, as the most leading center in the related research field for more than 40 years since the foundation. Research subjects covered here include fundamental studies and R&D on fusion structural materials, high heat-flux materials, and a variety of functional materials, as well as engineering oriented studies for the safety of light water reactors and basic researches supporting them. Materials studies utilizing radio-isotopes are also being conducted. In addition, actinide-based new material development and advanced nuclear fuel development are other important topics of research in this facility.



原子炉構造材料など中性子照射によって放射化した材料のナノ組織観察を行う分析装置(左:収差補正透過電子顕微鏡、右:レーザー補助3次元アトムプローブ)

Equipment for microstructural analysis of highly-activated irradiated materials: Aberration-corrected transmission electron microscope (left), Laser-assisted three-dimensional atom probe (right)



新奇物性の探索に向け世界最高純度のアクチノイド化合物単結晶を作製するテトラアーク炉

Tetra-arc furnace for growing high-quality single crystals in order to investigate the exotic electronic properties of actinide compounds

### Keywords

原子力材料、ナノ構造解析、アクチノイド、重い電子系  
nuclear-energy related materials, nano-structural analysis, actinides, heavy fermion





センター長・教授 (兼)  
古原 忠  
Head : Prof.  
Tadashi FURUHARA



教授  
正橋 直哉  
Prof.  
Naoya MASAHASHI



准教授  
湯蓋 邦夫  
Assoc. Prof.  
Kunio YUBUTA



准教授  
梅津 理恵  
Assoc. Prof.  
Rie UMETSU



准教授  
千星 聡  
Assoc. Prof.  
Satoshi SEMBOSHI



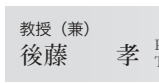
准教授 (兼)  
ベロスルドフ ロディオ  
Assoc. Prof.  
Rodion V. BELOSLUDOV



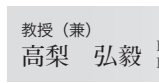
助教  
吉年 規治  
Assist. Prof.  
Noriharu YODOSHI



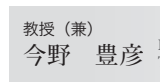
助教  
張 岩  
Assist. Prof.  
Yan ZHANG



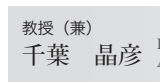
教授 (兼)  
後藤 孝  
Prof.  
Takashi GOTO



教授 (兼)  
高梨 弘毅  
Prof.  
Koki TAKANASHI



教授 (兼)  
今野 豊彦  
Prof.  
Toyohiko J. KONNO



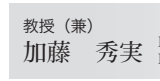
教授 (兼)  
千葉 晶彦  
Prof.  
Akihiko CHIBA



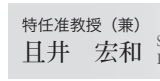
教授 (兼)  
杉山 和正  
Prof.  
Kazumasa SUGIYAMA



教授 (兼)  
吉川 彰  
Prof.  
Akira YOSHIKAWA



教授 (兼)  
加藤 秀実  
Prof.  
Hidemi KATO



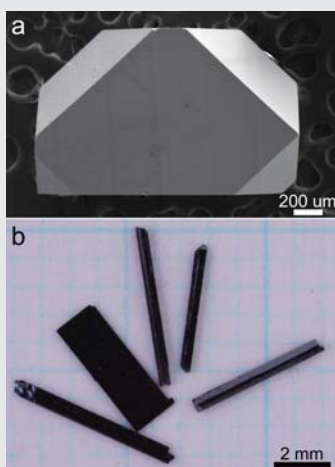
特任准教授 (兼)  
且井 宏和  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Hirokazu KATSUI

## Advanced Materials『夢』を形に…… 未来への架け橋

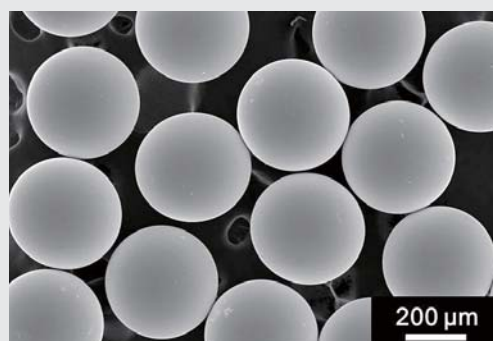
当センターは本所を中心として生まれた新物質、新プロセス技術、新評価法等の芽の育成、21世紀の技術革新を支える新素材開発を目的として1987年に新素材開発施設として開設され、その後、新素材設計開発施設、金属ガラス総合研究センターを経て、2013年に現在の名称に改称されました。当センターでは物質・材料を制御・合成する基本的原理や技術を確認し新物質・新材料を創製するとともに、これらのエネルギー材料、環境材料、構造材料、電子・情報材料、生体福祉材料等の高機能性、多機能性材料への応用の可能性を検討しています。

## Advanced Materials – Realizing New Technologies for the Future –

This center was established in 1987 as the research center for the development of new advanced materials for the 21st century, reorganized to the current form in 2013. The main purpose of the research in this center is to establish fundamentals and control techniques for creation of new materials, and to seek for the possibility of applying them as materials with superior or multiple functions for high technology, such as materials for energy, materials for environment, structural materials, electronic materials, and materials for information technology.



フラックス法で育成された単結晶 (a) ITO (b) SmB<sub>6</sub>.  
Single crystals grown by the flux method, (a) ITO and (b) SmB<sub>6</sub>.



パルス圧力付加オリフィス噴射法 (無容器凝固法) で作製した直径 370 ミクロンの Fe<sub>76</sub>Si<sub>9</sub>B<sub>10</sub>P<sub>5</sub> 金属ガラス球形単分散粒子の SEM 観察像。

SEM image of mono-sized Fe<sub>76</sub>Si<sub>9</sub>B<sub>10</sub>P<sub>5</sub> metallic glassy particles with 370 micrometer in diameter prepared by Pulsated Orifice Ejection Method (container-less solidification process).



物質合成、組織制御、材料分析  
material-synthesis, microstructure-control, materials-characterization



センター長・教授 (兼)  
野尻 浩之  
Prof.  
Hiroyuki NOJIRI



教授  
淡路 智  
Prof.  
Satoshi AWAJI



准教授  
木村 尚次郎  
Assoc. Prof.  
Shojiro KIMURA



助教  
高橋 弘紀  
Assist. Prof.  
Kohki TAKAHASHI



助教  
岡田 達典  
Assist. Prof.  
Tatsunori OKADA

教授 (兼)  
佐々木 孝彦  
Prof.  
Takahiko SASAKI

准教授 (兼)  
野島 勉  
Assoc. Prof.  
Tsutomu NOJIMA

助教 (兼)  
茂木 巖  
Assist. Prof.  
Iwao MOGI

助教 (兼)  
中村 慎太郎  
Assist. Prof.  
Shintaro NAKAMURA

## ■ 強磁場から生まれる新しい物質・材料の形を求めて

強磁場超伝導材料研究センターは、磁性体、超伝導体をはじめとした革新的な物質・材料の研究の拠点として活動しています。その中心的な設備として、世界的にも6カ所にしかないハイブリッド磁石とユニークな無冷媒超伝導磁石群および超伝導磁石群、強磁場環境下で物質・材料研究を行うための様々な実験装置を備え、内外のユーザーの共同利用に供しています。センターは1981年に、核融合炉のための超伝導材料研究の拠点として設置され、それ以来、日本における定常強磁場を利用した材料研究の拠点としての役割を果たしてきました。センターの研究としては、磁性体、超伝導体、半導体、合金等の振る舞いや特性を強磁場を用いて研究し、革新的な材料を開発するとともにその背後にある機構を解き明かす事を目指しています。さらには、長時間安定的に維持出来る超電導磁石の特性を生かして、材料のプロセスや結晶の成長などの分野にも取り組んでいます。

## ■ Exploring Novel States of Materials in High Magnetic Fields

High Field Laboratory for Superconducting Materials is the international COE of materials science in high magnetic fields. As the major instruments, hybrid magnets, cryogen-free superconducting magnets and conventional superconducting magnets

conventional are installed. The center offers varieties of research opportunities for domestic and overseas users. The center was established at 1981 to develop the superconducting wires for nuclear fusion reactor. Since then, it has contributed as the COE of materials science in steady high magnetic fields. Researchers are investigating the properties of magnetic compounds, superconductors, semiconductors and alloys in high magnetic fields to develop the innovative materials and to uncover related mechanisms. The materials processing and crystal growth in high magnetic fields have been also conducted.



32 mm の内径に 28 T の強磁場を発生する世界で唯一の無冷媒ハイブリッドマグネット

The unique Cryogen-free hybrid magnet generating 28 T in 32 mm bore.



高温超伝導体を用いて、超伝導だけで 25T の強磁場を発生する無冷媒超伝導磁石。52mm の室温空間に無冷媒では世界最高の 24.6T の磁場を発生する。

25 T Cryogen-free all superconducting magnet by using high-Tc oxides superconducting wires. The world highest magnetic field of 24.6 T in cryogen-free superconducting magnets is generated in a 52 mm room temperature bore.

### Keywords

強磁場、超伝導、磁石技術、磁性、輸送特性  
high magnetic field, superconductivity, magnet technology, magnetism, transport

# 附属産学官広域連携センター



TRANS-REGIONAL CORPORATION CENTER FOR INDUSTRIAL MATERIALS RESEARCH



センター長・教授 (兼)  
正橋 直哉  
Head : Prof.  
Naoya MASAHASHI



客員教授 (大阪府立大学  
大学院工学研究科)  
岩瀬 彰宏  
Visiting Prof.  
Akihiro IWASE



客員教授 (大阪府立大学  
大学院工学研究科)  
金野 泰幸  
Visiting Prof.  
Yasuyuki KANENO



客員教授 (兵庫県立大学  
大学院工学研究科)  
山崎 徹  
Visiting Prof.  
Tohru YAMAZAKI



特任准教授  
網谷 健児  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Kenji AMIYA



特任准教授  
水越 克彰  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Yoshiteru MIZUKOSHI

教授 (兼)  
今野 豊彦  
Prof.  
Toyohiko J. KONNO

教授 (兼)  
古原 忠  
Prof.  
Tadashi FURUHARA

准教授 (兼)  
千星 聡  
Assoc. Prof.  
Satoshi SEMBOSHI

准教授 (兼)  
木口 賢紀  
Assoc. Prof.  
Takanori KIGUCHI

准教授 (兼)  
宮本 吾郎  
Assoc. Prof.  
Goro MIYAMOTO

助教 (兼)  
佐藤 充孝  
Assist. Prof.  
Mitsutaka SATO

## 産学官連携による社会貢献へのチャレンジ

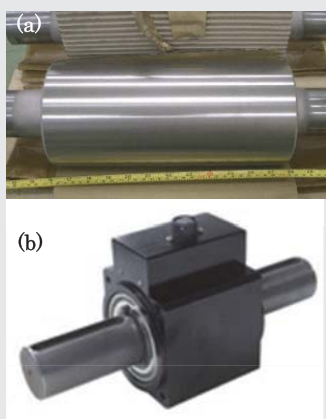
産学官広域連携センターは、大阪府との協定に基づき、金研の附属施設として2016年4月に設立しました。センターの目的は、共同利用・共同研究成果を社会ニーズに繋げることによる社会貢献を推進することです。また、センターは前身の関西センターの使命を引き継ぎ、大学による産業界の技術力強化、イノベーション創出、次世代人材育成を実践することで、ものづくり産業の発展と地方創生による豊かな国づくりを目指します。これまで築いてきた学外の組織との連携に加え、宮城県や仙台市、そして学内他部局との連携を構築し、迅速かつ的確な産学官連携を推進します。

## Challenge to Social Contribution Through Industry-Academic-Government Cooperation

Trans-Regional Corporation Center for Industrial Materials Research was established as a special unit in the Institute for Materials Research, Tohoku University in April 2016 based on an agreement between Tohoku University and Osaka Prefecture Government. The Center aims for a contribution to social needs in metallic material manufacturing by applying academic outputs in collaborative research at IMR. Further, the Center succeeds the missions of the Kansai Center and builds the matured society through developing manufacture industry and local creation by strengthening industrial technology, innovation creation and educating next-generation human resources. The Center will make effort to promote quick and precise industry-academic-government cooperation by constructing partnership with Miyagi Prefecture Government, Sendai City, and other bureaus in Tohoku Univ. in addition to the established collaboration with the extramural organization.



新しいフロープラズマ発生システム  
Flow plasma generation setup



アモルファス溶射膜を用いた部材 (a) シンクロール、(b) トルクセンサ  
Parts with thermal-sprayed amorphous coating (a) Sink-roll, (b) Torque sensor



耐摩耗性と意匠性を付与した高強度銅合金  
Colored copper alloys with high-strength and toughness



産学官連携、環境・エネルギー問題、社会貢献  
industry-academia-government collaboration, environment and energy issues, social contributions



センター長・教授 (兼)  
折茂 慎一  
Head : Prof.  
Shin-ichi ORIMO



教授  
パウアー ゲリット  
Prof.  
Gerrit E. W. BAUER



教授  
藤原 航三  
Prof.  
Kozo FUJIWARA



特任教授  
湯本 道明  
Specially Appointed Prof.  
Michiaki YUMOTO



特任教授  
河野 龍興  
Specially Appointed Prof.  
Tatsuo KONO



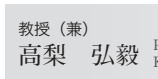
准教授  
水口 将輝  
Assoc. Prof.  
Masaki MIZUGUCHI



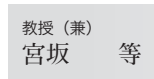
准教授  
ベロスドフ ロディオ  
Assoc. Prof.  
Rodion V. BELOSLUDOV



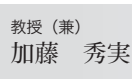
准教授  
高木 成幸  
Assoc. Prof.  
Shigeyuki TAKAGI



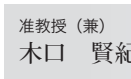
教授 (兼)  
高梨 弘毅  
Prof.  
Koki TAKANASHI



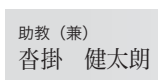
教授 (兼)  
宮坂 等  
Prof.  
Hitoshi MIYASAKA



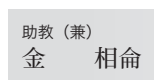
教授 (兼)  
加藤 秀実  
Prof.  
Hidemi KATO



准教授 (兼)  
木口 賢紀  
Assoc. Prof.  
Takanori KIGUCHI



助教 (兼)  
杵掛 健太郎  
Assist. Prof.  
Kentaro KUTSUKAKE



助教 (兼)  
金 相侖  
Assist. Prof.  
Sangryun KIM

## ■ 持続的社会的実現のための原子レベルでの複合キャリア制御による先端エネルギー材料の創成

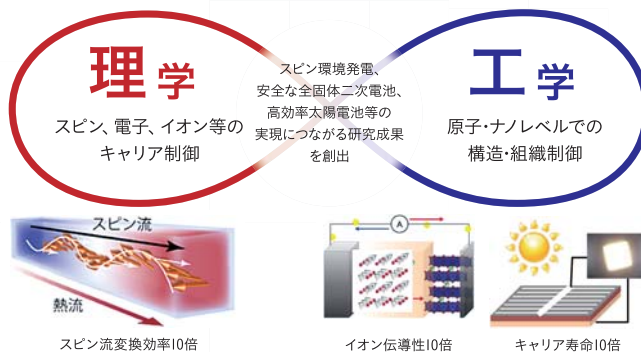
クリーンで経済的な持続的社会的を実現するためには、エネルギー変換や物質輸送において高い効率や性能を実現する先端材料の開発が不可欠です。本センターでは、理学と工学とを融合した「理工共創」の研究を強力に推進することにより、スピン、電子、イオン、ホール、フォトン等の多様なキャリアを原子レベルで制御した先端エネルギー材料を創成します。理工共創研究を実施するため、理学系および工学系研究者が新たな研究部を構成していることも特徴です。このような取り組みにより、エネルギー材料分野での研究フロンティアを開拓して世界最高水準の材料研究を推進するとともに、異分野融合に関する高度な研究能力をもつ若手人材の育成にも努めます。

## ■ Research on Cutting-Edge Energy Materials for a Sustainable Society by Structural and Carrier Control at the Atomic Level

In order to attain clean and economical energy systems, new technology is needed to improve efficiency of energy generation and consumption. To that end, it is essential to force technological breakthroughs such as the discovery of highperformance energy materials that efficiently convert and transport energy. At our Center, research and development will focus on the creation of advanced energy materials as well as the design of devices that make optimal use of superior material properties. Through joint efforts in both science and engineering, we will make inroads into new research frontiers. In addition to promote top-level research, efforts will be made to expand the human resource potential of young talents trained in trans-disciplinary integrated collaborations.

### 原子レベルでの複合キャリア制御

エネルギー変換や物質移動において高い効率や性能を実現するために、スピン、電子、イオン、ホール、フォトンなどの多様なキャリアを複合的に取り扱い原子レベルで制御する



### Keywords

先端エネルギー材料、原子レベルでの複合キャリア制御、スピン環境発電、全固体二次電池、高効率太陽電池  
cutting-edge energy materials, structural and carrier control at the atomic level, environmental spin power generation, advanced all-solid-state secondary battery, high efficiency solar cells



センター長・教授 (兼)  
久保 百司  
Head : Prof.  
Momoji KUBO

特任准教授 (兼)  
寺田 弥生  
Specially Appointed Assoc. Prof.  
Yayoi TERADA

特任助教 (兼)  
芝 隼人  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Hayato SHIBA

特任助教 (兼)  
山崎 馨  
Specially Appointed Assist. Prof.  
Kaoru YAMAZAKI

## ■ 超大規模シミュレーションによる物質・材料設計の支援とスーパーコンピュータ用アプリケーションソフトの開発

本センターでは、スーパーコンピューティングシステム業務として、①スーパーコンピューティングシステムの運用並びに維持管理、②スーパーコンピューティングシステムの利用支援全般、③スーパーコンピューティングシステムを活用したシミュレーションの並列化支援、④スーパーコンピューティングシステムで稼動するアプリケーションソフトの講習会開催を行っています。

また、研究開発として、⑤スーパーコンピュータ用の超大規模アプリケーションソフトの開発と応用、⑥マルチフィジクス計算科学手法の開発と材料設計への応用シミュレーション、⑦マルチスケール材料科学の基礎理論研究と応用シミュレーション、⑧マテリアルズ・インフォマティクス技術の研究と材料開発への応用を推進しています。

さらに、他機関・他プロジェクトとの連携・支援として、⑨HPCI (High Performance Computing Infrastructure) との連携、⑩計算物質科学スパコン共用事業に対する計算機資源の提供 (東京大学物性研究所・分子科学研究所のスーパーコンピュータセンターとの連携)、⑪ポスト「京」重点課題・萌芽的課題プロジェクトとの連携・支援、⑫計算物質科学人材育成コンソーシアムとの連携・支援を進めています。

## ■ Support for Materials Design by Superlarge-Scale Simulation and Development of Application Software for Supercomputer

First main task of our center is supercomputing system administration and support; ①Administration, operation, and maintenance of our supercomputing system, ②General supports for users of our supercomputing system, ③Supports for parallel computation techniques in our supercomputing system, and ④Holding lecture courses for application software in our supercomputing system.

Second main task of our center is research and development for computational materials science; ⑤Development and application of superlarge-scale application software for supercomputer, ⑥Development of multi-physics computational science methodology and its application to materials design, ⑦Research on basic theory for multi-scale materials science and its application to materials design, and ⑧Research on materials informatics technology and its application to materials development.

Third main task of our center is collaboration with and support for other institutes and projects; ⑨Collaboration with HPCI (High Performance Computing Infrastructure), ⑩Supply of computational resources to supercomputing consortium for computational materials science (collaboration with supercomputer centers in Institute for Solid State Physics and Institute for Molecular Science), ⑪Collaboration with and support for Post-K priority issues and exploratory challenges projects, and ⑫Collaboration with and support for PCoMS (Professional development Consortium for Computational Materials Scientists).

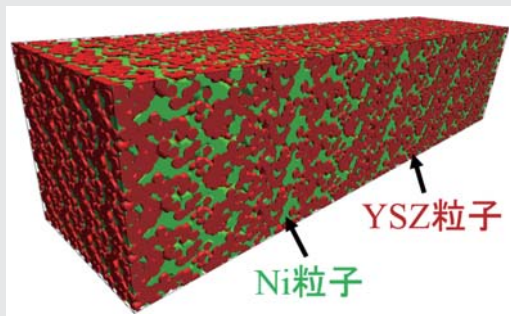


図 1 : 2 億原子から構成される Ni/YSZ の超大規模シミュレーション  
Figure 1: Superlarge-Scale Simulation of Ni/YSZ with 200 Million Atoms

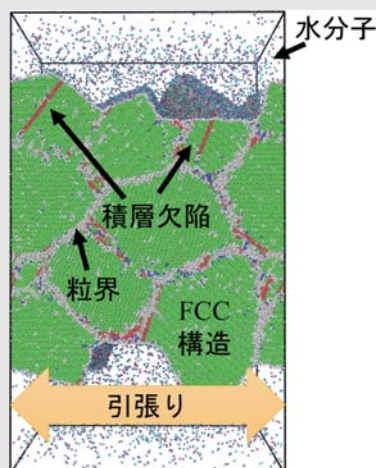


図 2 : 水環境下における 200 万原子 Ni 多結晶の亀裂生成シミュレーション  
Figure 2: Crack Generation Simulation of Ni Polycrystal with 2 Million Atoms under Water



センター長・教授（兼）  
パウアー ゲリット  
Head : Prof.  
Gerrit E. W. BAUER

教授（兼）  
齋藤 英治  
Prof.  
Eiji SAITOH

教授（兼）  
野尻 浩之  
Prof.  
Hiroyuki NOJIRI

教授（兼）  
宮坂 等  
Prof.  
Hitoshi MIYASAKA

教授（兼）  
吉川 彰  
Prof.  
Akira YOSHIKAWA

教授（兼）  
加藤 秀実  
Prof.  
Hidemichi KATO

教授（兼）  
藤田 全基  
Prof.  
Masaki FUJITA

## ■ 材料科学の国際共同研究と交流の拠点を狙って

国際共同研究センター（ICC-IMR）は、材料科学のCOEである金属材料研究所において、研究部や各センターが行う全国共同利用・共同研究と連携して、材料科学に関する国際共同研究と国際交流を推進しています。これらを通して、世界トップレベルのコミュニティの形成と若手研究者の育成に貢献します。ICC-IMRは、現在、以下の7つの事業を展開しています。(1) 国際公募型プロジェクト共同研究、(2) 外国人客員教員の招聘、(3) 短期型の国際公募型共同研究、(4) 国際ワークショップ開催、(5) 若手研究者フェローシップ、(6) 国際交流事業の企画・支援、(7) 海外への研究成果物の提供。公募研究では、国籍を問わずオープンで、外国人レフェリーによって審査します。さらに学術協定校と人材交流や材料科学若手学校開催の支援など多様な支援によって、本所の国際的共同研究を担っています。

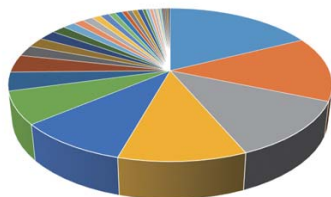
## ■ Promoting International Collaboration Research and Exchange in Materials Science

The International Collaboration Center of the Institute for Materials Research (ICC-IMR) promotes international collaboration in materials science. Its activities are coordinated with the National Joint Usage / Research Center System conducted by the research divisions and centers of the IMR. The ICC-IMR aims at creating a worldwide community of materials science researchers and contributing to educating young researchers in becoming world-leaders in their fields. The ICC-IMR is a gateway to facilitate diverse collaborations between international researchers and the scientific staff of the IMR.

The ICC-IMR coordinates seven different programs: 1) International Integrated Project Research, 2) Visiting Professorships, 3) Short Single Research Visits, 4) International Workshops, 5) Fellowships for Young Researchers, 6) Coordination of International Collaborative Projects, and 7) Materials Transfer Program. By these activities the ICC-IMR stimulates a broad spectrum of international collaborations that often result in formal exchange agreements with overseas institutions. Additionally, the ICC-IMR supports the Kinken-Wakate School, an annually held International Summer School for materials science, addressing Ph.D. students and postdocs.

We welcome applications for funding all activities from international researchers (after consultation with IMR staff). After thorough peer-review the ICC-IMR Steering Committee ranks the proposals and makes funding decisions four times per year.

Visitors 2009-2016



国別海外招へい者数  
Visitors



国際会議 “SMS2016”  
International Conference, “Summit of Materials Science 2016”



国際共同研究、国際交流、国際事業

international collaboration research, international exchange, international programs

# 中性子物質材料研究センター



CENTER OF NEUTRON SCIENCE FOR ADVANCED MATERIALS



センター長・教授（兼）  
藤田 全基  
Head : Prof.  
Masaki FUJITA

教授（兼）  
折茂 慎一  
Prof.  
Shin-ichi ORIMO

教授（兼）  
青木 大  
Prof.  
Dai AOKI

教授（兼）  
淡路 智  
Prof.  
Sotoshi AWAJI

准教授（兼）  
南部 雄亮  
Assoc. Prof.  
Yusuke NAMBU

## ■ 中性子で切り拓く物質材料科学の新時代

中性子散乱法は、機能性材料の物性の本質を理解する上で欠かすことのできない実験手法です。水素貯蔵物質の水素の位置と動きや、磁性材料での磁気モーメントを精密に観測できる中性子散乱を物質材料研究で最大限活用するために、本センターでは中性子利用のプラットフォーム作りに組織的に取り組んでいきます。

金研は独自に中性子散乱装置 2 台を所有しており、中性子による物質科学において長い伝統と実績をもっています。一方、2008 年 5 月には世界最強強度の中性子源をもつ大型施設 J-PARC が稼働を開始し、中性子による物質科学は飛躍の時をむかえました。当センターが中心となり、東北大学と KEK の連携のもとに、J-PARC に物質科学用中性子散乱装置の建設を進めています。これらを活用し、金研ならではの特徴ある物質科学研究を推進します。

## ■ New Era of Materials Science Open by Neutron Beams

The neutron scattering technique is an indispensable probe for advanced material science. This center provides a platform about neutron scattering that aims to enhance the researches of environment materials, such as hydrogen storages and functional magnets.

IMR owns two characteristic neutron spectrometers for materials science in a reactor facility. Moreover, in 2008, J-PARC/MLF, which will have the most brightest neutron source, began its operation. J-PARC will definitely open the new era of material science. In this remarkable turning point, this center aims at creating leap of material science using neutron spectrometers in J-PARC and JRR-3, based on collaborations with other centers and laboratories in IMR. In particular, this center is the core of a project of a new neutron spectrometer in Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) under a collaboration between Tohoku Univ. and High Energy Accelerator Research Organization (KEK).



図 1：金研は中性子散乱実験装置 2 台を研究用原子炉に所有・運営しており、中性子を用いて物質科学において特徴ある研究を進めています。

Figure 1: This center operates two neutron spectrometers in a reactor facility and promote a unique research in the material science with utilizing novel neutron scattering techniques.



図 2：東北大学と KEK の連携のもとに J-PARC に建設を進めている中性子散乱装置。

Figure 2: A new neutron spectrometer, which has been constructing under the KEK-Tohoku Univ. collaboration, in J-PARC.



室長・教授 (兼)  
佐々木 孝彦  
Head : Prof.  
Takahiko SASAKI



准教授  
野島 勉  
Assoc. Prof.  
Tsutomu NOJIMA



助教  
中村 慎太郎  
Assist. Prof.  
Shintaro NAKAMURA

## ■ 新しい低温物性の探索と制御を目指して

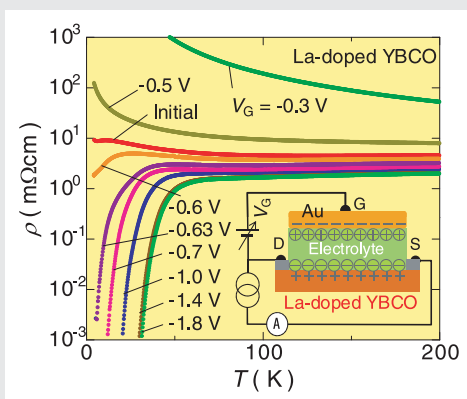
物質の多くは、温度を下げることによって特異な量子現象を示すようになります。本実験室では、低温において顕著にその特性が現れる超伝導体や強い相関を持った電子系における電子物性の研究を行っています。これらの物質が低温で示す物理現象を解明するだけでなく、通常では存在し得ないような電子状態をデバイスや薄膜形状の試料中に作り出すとともに、これらを制御しながら新しい物理現象を見出すことを最終的な目標としています。最近では、電気二重層トランジスタを用いた電場誘起超伝導、2次元原子層超伝導、磁場中新奇超伝導、および希土類化合物の磁場中基底状態に関する研究を進めています。

これらの研究に加え、本実験室は極低温科学センターにおける液体ヘリウムの全学への供給や低温技術支援業務にも寄与しています。また本実験室にある低温装置の多くは、共同利用機器として多くの研究者に利用され、それらを通して共同研究も進行中です。

## ■ Exploring and Controlling Low Temperature Properties of Materials

In this laboratory, we study the quantum phenomena occurring at low temperatures in various superconductors and highly correlated electron systems. In addition to understanding the fundamental properties of these materials, we focus on controlling them in the form of thin films and devices, which leads to finding novel physical phenomena. The current research subjects are the electric-field-induced superconductivity, two dimensional superconductivity with atomic-layer structures and exotic superconductivity in magnetic fields realized in electric double layer transistor configurations, and the ground state of rare earth compounds.

This laboratory also contributes to the support works at Center for Low Temperature Science, where we supply liquid helium for various research fields and teach the low-temperature experimental techniques. Various experimental facilities for low temperature researches are open to the scientists of Tohoku University and cooperative researches are now in progress.



電気二重層トランジスタ構造(挿入図)を用いた静電的キャリアドーピングにより引き起こされた、高温超伝導体の超伝導体-絶縁体転移。

Superconductor - insulator transition observed in a high- $T_c$  superconductor film, which is caused by electrostatic carrier doping using an electric double layer transistor configuration.



約 300 m以下の温度でのファラデー法による直流磁化測定が可能な研究室自作の<sup>3</sup>He冷凍機。

The hand-made <sup>3</sup>He cryostat, which enables us to measure the DC magnetization at temperatures below 300 mK using the Faraday method.

### Keywords

低温物理学、電界誘起超伝導、原子層超伝導、強相関電子系

low temperature physics, electric field induced superconductivity, superconductivity in atomic layer materials, strongly correlated electron systems





室長・准教授  
山村 朝雄  
Head: Assoc. Prof.  
Tomoo YAMAMURA

技術職員  
白崎 謙次  
Technical Staff  
Kenji SHIRASAKI

## ■ 核燃・RI を含む材料科学の安全な研究基盤を目指して

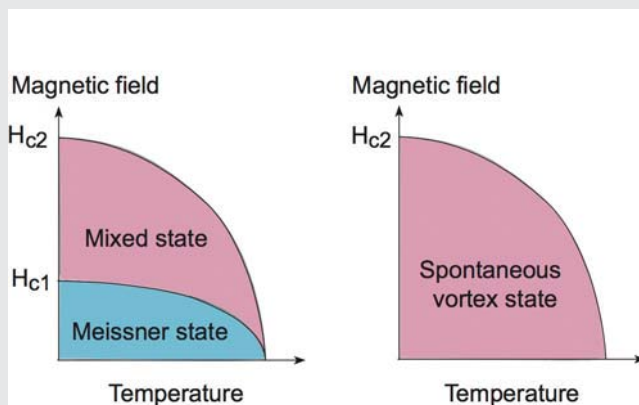
約 170 種類の放射性同位元素 (RI)、および核燃料物質の使用が可能であり、アクチノイド化合物の物理的・化学的性質の研究、陽電子寿命測定装置、電子顕微鏡等を用いた各種材料の照射効果の研究が行われています。

特に、H20年度から H24年度まで当施設を中心とした科研費基盤 (S) が実施され、最新の単結晶引き上げ用テトラアーク炉、物理特性測定装置 (PPMS、磁場 9T) が設置され、アクチノイド研究の拠点化が行われました。大学として随一の超ウラン元素の取扱量を誇る量子エネルギー材料科学国際研究センター (大洗センター) とも連携して、材料照射効果やアクチノイド化合物の物理的・化学的研究の国内外の有力拠点として共同利用等による研究者に研究環境を提供しています。

## ■ A Supportive Facility for Material Sciences for Nuclear Fuels and Radioisotopes

Our laboratory facilitates the use of more than 170 different radioisotopes and nuclear materials. This facility accommodates physical, chemical, and radiochemical researches on actinides compounds, and material scientific researches on the irradiation effect by using measurements system of positron lifetime and electron microscopes.

Especially under the Grant-in-Aid for Scientific Research (S) started from 2008, successive introductions of several advanced systems, such as a physical properties measurement system (PPMS; the magnetic field is 9T) and a tetra-arc-furnace for single crystal growth, integrated the leading-hub laboratory in actinide physics and chemistry, under a close cooperation with International Research Center for Nuclear Materials Science.



強磁性スピン揺動によって超伝導が誘起される強磁性体 UCoGe の磁場対温度相図。通常のタイプ II 超伝導体 (左) とは対照的に、UCoGe においては (右)、外部磁場がゼロでも、超伝導渦糸状態 (自己誘導渦糸状態) が存在している。

Schematic illustration of a superconducting phase diagram where a spontaneous vortex state emerges as a result of the compromise of the two competitive orders; a vortex state induced by spontaneous magnetization can exist even at zero external magnetic field in UCoGe (right panel), in contrast to a regular type-II superconductor (left panel).

Keywords | 放射性同位元素 (RI)、核燃料物質、アクチノイド化合物  
radioisotopes, nuclear materials, actinide compounds

# 材料分析研究コア



ANALYTICAL RESEARCH CORE FOR ADVANCED MATERIALS



コア長・教授 (兼)  
我妻 和明  
Head : Prof.  
Kazuaki WAGATSUMA



教授 (兼)  
今野 豊彦  
Prof.  
Toyohiko J. KONNO



助手  
長迫 実  
Res. Assoc.  
Makoto NAGASAKO



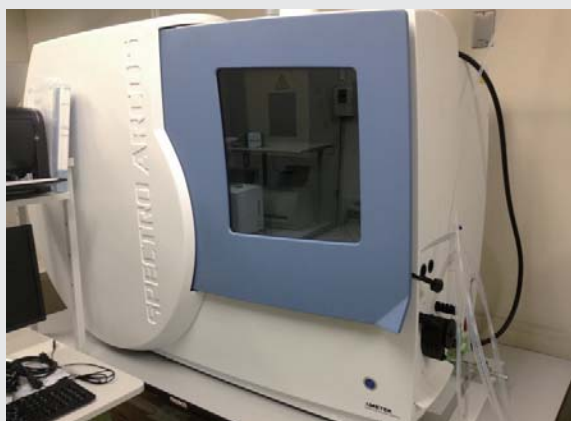
助手  
大和田 めぐみ  
Res. Assoc.  
Megumi OHWADA

## ■ 材料分析による研究支援

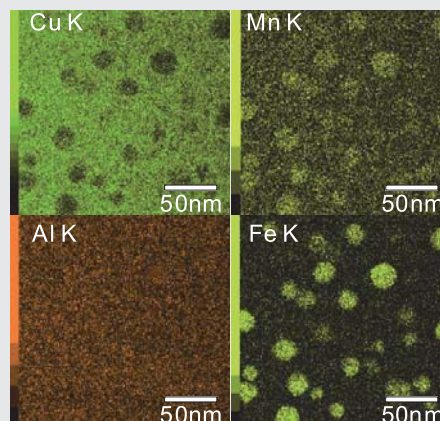
材料分析研究コアは、金属・無機材料の受託元素分析と、透過電子顕微鏡に関わる技術支援を担っています。併せて、試料となる材料に対し、より信頼性の高いデータを得るための分析技術開発にも努めています。主成分～微量成分元素定量には、ICP 発光法や ICP 質量分析法、原子吸光法、吸光光度法、重量法、容量法、鋼中ガス分析装置による CS/ONH 分析、イオンクロマトグラフィーを用いています。分析電顕室では、透過型電子顕微鏡を用いた、構造・機能材料並びに微小デバイスのナノ/メゾスケールにおける組織観察、結晶構造解析並びに化学組成分析が可能です。

## ■ Chemical and TEM Characterizations for Advanced Materials

The Analytical Research Core for Advanced Materials (ARCAM) gives elemental composition data, and supports TEM analysis of metal and inorganic materials. We also develop analytical procedures in order to obtain reliable analytical data. The ARCAM assays major and trace elements in consigned samples by using the following methods: ICP-AES, ICP-MS, atomic absorption spectrometry, CS/ONH analysis, ion chromatography, and conventional chemical analyses including gravimetric analysis, titrimetric analysis and spectrophotometry. Additionally, we provide TEM analysis services (which enable evaluation of microstructures, crystal structures and chemical compositions in nano-/meso- scale) on structural and functional materials and microdevices.



誘導結合プラズマ発光分光分析装置  
ICP-AES instrument



TEM による合金中の微細析出物の元素マッピング  
Elemental maps of precipitates in alloy by TEM

### Keywords

化学的評価、受託元素分析、TEM解析、TEM試料作製  
chemical characterization, consignment elemental analysis, TEM characterization, TEM specimen preparation

# 情報企画室広報班



PUBLIC RELATIONS OFFICE



班長・教授（兼）  
塚崎 敦  
Head: Prof.  
Atsushi TSUKAZAKI

教授（兼）  
パウアー ゲリット  
Prof.  
Gerrit E. W. BAUER

教授（兼）  
藤原 航三  
Prof.  
Kozo FUJIWARA

## 広報編集委員会

准教授（兼）  
南部 雄亮  
Assoc. Prof.  
Yusuke NAMBU

准教授（兼）  
岡田 純平  
Assoc. Prof.  
Junpei OKADA

准教授（兼）  
高木 成幸  
Assoc. Prof.  
Shigeyuki TAKAGI



助手  
横山 美沙  
Res. Assoc.  
Misa YOKOYAMA

## ■ よりよいコミュニケーションをめざして

情報企画室広報班は、研究所の公式の広報活動を行います。近年重要度が増している情報公開やアウトリーチに対応することが主な任務です。研究成果および知的情報の所外発信のため、広報誌「IMR ニュース KINKEN」、並びに研究活動を紹介する「金研リサーチハイライト」「金研概要」を定期的に出版し、来訪者向けパンフレットも発行しています。金研ホームページの管理運営も行い、速報性のある情報発信に努めています。中高生の社会体験学習や進路選択のための研究所見学なども受け入れ、教育的・社会的貢献を目指しています。

## ■ For the Better Communication with Society

The Public Relations Office (PRO) has been established to freely and effectively disseminate information generated by the IMR. The mission of the PRO is to provide a channel for the distribution of official information, to inform society about the IMR research output, as well as to provide intellectual resources for the scientists and engineers inside and outside of the IMR. The PRO publishes the periodical "IMR News", as well as annual reports such as "KINKEN Research Highlights (KRH)" and "KINKEN Abstracts (gaiyo)". We also administrate the IMR website (<http://www.imr.tohoku.ac.jp/>). If you hope to observe KINKEN, please contact our office.



ホームページ  
Homepage on the  
IMR website



IMR ニュース  
IMR News



パンフレット  
Pamphlet of IMR



金研リサーチハイライト  
KINKEN Research Highlights



高校生の所内見学  
Observation of  
IMR by high school  
students



室長・教授（兼）  
佐々木 孝彦  
Head : Prof.  
Takahiko SASAKI

教授（兼）  
青木 大  
Prof.  
Dai AOKI

技術職員  
石本 賢一  
Technical Staff  
Kenichi ISHIMOTO

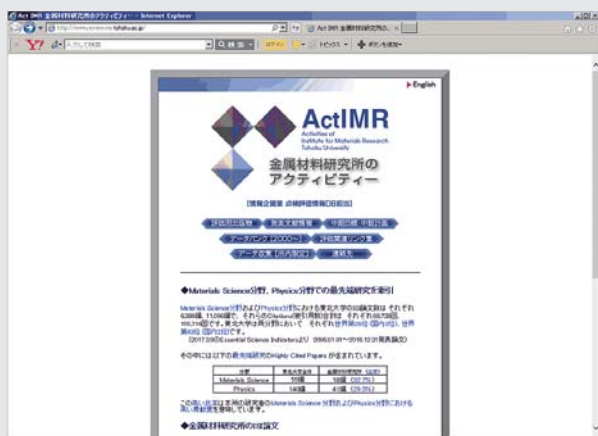
## ■ 大学の評価活動をサポートする

大学の評価のあり方は学問や社会の将来に大きな影響を及ぼします。そのため、評価の公平性、透明性、多面性、合目的性をいかに確保するか、その方策を検討・実施することが重要な課題です。情報企画室点検評価情報 DB 担当は東北大学評価分析室など、所内外の評価関連組織との連携の下に、次の業務を行います。

- 評価活動（自己点検評価、東北大学による部局評価、外部評価、外部からの調査など）への対応。
- 評価に関する情報収集・整理・提供（データベースの利用と構築、印刷物発行、Web など電子出版）。
- 本所の独自性に基づく評価のあり方に関する調査研究。
- 国内外の大学の評価に関する情報収集とその分析。
- その他に業績評価全般に関し必要なこと。

## ■ Contribution to the Evaluation of IMR Research Activities

- This office files data for the internal and external review of research and education activities of staff members.
- This office provides the filed data to the internal review committee to edit the internal review report and provides additional data and information to the external review committee in the external review process.
- This office investigates the future direction of fair review for university research institute.
- This office files and analyzes data on internal and external review reports published in Japan and foreign countries.



本所の活動を伝える点検評価情報 DB 担当のホームページ “ActIMR”  
Review Office Web Site “ActIMR” reporting Activities of Institute for Materials Research  
(<http://www.review.imr.tohoku.ac.jp/>)



主担当・教授（兼）  
藤田 全基  
Head : Prof.  
Masaki FUJITA

教授（兼）  
久保 百司  
Prof.  
Momoji KUBO

技術職員  
大場 正志  
Technical Staff  
Masashi OHBA

技術職員  
安倍 渉  
Technical Staff  
Wataru ABE

技術職員（兼）  
佐藤 和弘  
Technical Staff  
Kazuhiro SATO

## ■ 快適、安定、安全な高速ネットワーク環境を提供

ネットワーク技術の急速な発展と普及により、情報の伝達は飛躍的に高速大容量化しています。日々の研究、教育の場でもインターネットをはじめとした情報ネットワークは、欠かすことのできない基盤的なものになっています。例えば、ホームページによる情報発信、メールによる情報交換、論文の検索、インターネットによるTV会議は、我々の研究にとって必要不可欠なものです。

情報企画室ネットワーク班では、ネットワークが快適、安定、安全に利用できるようにネットワーク機器の運用維持管理をはじめ、所内の利用者に対してネットワークやコンピューターに関する以下のような技術支援を行っています。

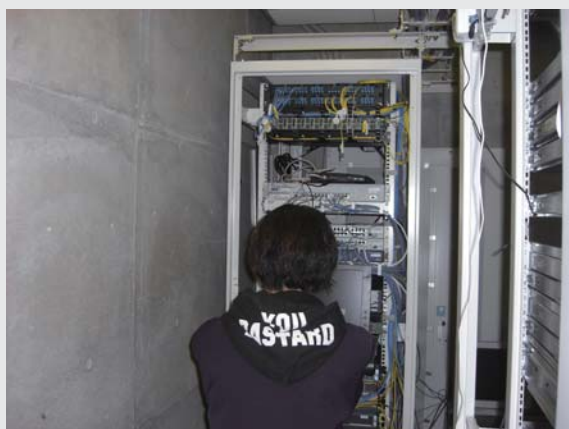
- ネットワーク環境の整備
- メールシステムの運用管理
- 共同利用 Web サービス支援
- ポスター印刷用大判プリンター、テレビ会議システム、無線 LAN の運用管理
- ネットワークの利用支援
- セキュリティ対策

## ■ Providing Comfortable, Stable and Securely High Speed Network Environment

Transfer of information has been made a greater capacity at high speed by the rapid progress and proliferation of networking technology. Information network through computers including Internet is necessary for our daily activities in the academic and research environment. For example, information dissemination from website, information exchange by e-mail, information retrieval on paper search and TV conference over Internet is indispensable for our research.

Network office administrates an operation and maintenance of network devices for comfortable, stable and securely network and also provides technical support of network and computers for users at IMR, such as ;

- Maintenance of computer network
- Operation and management of e-mail system
- Support for Collaborative Research System by Web service
- Operation and management of Large size printer for poster, TV conference system and Wireless LAN system
- User support
- Security measures



サーバ室内で作業中の技術職員  
A technical staff is working in the server room



ネットワーク機器  
Equipments for network system

# 図書室 (情報企画室図書班)



LIBRARY



班長・教授 (兼)  
正橋 直哉  
Head : Prof.  
Naoya MASAHASHI

班員・教授 (兼)  
秋山 英二  
Prof.  
Eiji AKIYAMA

## 図書整備委員会

委員長・准教授 (兼)  
野村 健太郎  
Assoc. Prof.  
Kentaro NOMURA

准教授 (兼)  
今宿 晋  
Assoc. Prof.  
Susumu IMASHUKU

助教 (兼)  
前田 健作  
Assist. Prof.  
Kensaku MAEDA

助教 (兼)  
木原 工  
Assist. Prof.  
Takumi KIHARA

助教 (兼)  
原田 尚之  
Assist. Prof.  
Takayuki HARADA

助教 (兼)  
尾澤 伸樹  
Assist. Prof.  
Nobuki OZAWA

助教 (兼)  
窪谷 茂幸  
Assist. Prof.  
Shigeyuki KUBOYA

助教 (兼)  
野澤 純  
Assist. Prof.  
Jun NOZAWA

助教 (兼)  
佐藤 豊人  
Assist. Prof.  
Toyoto SATO

## Libraryから知の世界へ！

本所の図書室は、材料科学に関する8万冊以上の本と約1400種の定期行物を備えています。その中には、本多光太郎先生が収集した19世紀末からの貴重な文献も含まれています。図書室は、本所に属するあらゆる所員のみならず、他大学や研究所からいらした訪問者も利用することができ、5名の図書館員がサービスを提供しています。

## 主な業務

1. 図書資料の貸出、参考調査、複写、取り寄せの各種サービス
2. 図書、雑誌、規格および電子情報資料 (Online Journal, eBook、データベース) の収集
3. 収集資料の維持管理
4. 図書室オリエンテーションの開催

## 蔵書

蔵書数： 82,125 冊 (和：18,856、洋：63,269)  
雑誌種類数： 1,491 種 (和：457、洋：1,034)  
電子ジャーナル数 (全学)： 13,947 種 (和：585、洋：13,362)

## 本図書室で利用可能なデータベース

- ① 文献検索：Web of Science. Scopus. SciFinder. CiNii ほか
- ② 物質情報検索：ICDD Cards. ICSD. Pearson's Crystal Data. Alloy Phase Diagrams ほか
- ③ その他：各種新聞、理科年表ほか

## From Library to World of Knowledge!

IMR Library holds of over eighty thousands books and about 1.4 thousand periodical publications related to materials science. Among them, a wealth of printed and manuscript materials from the end of 19th century collected by Prof. Kotaro Honda, the founder of IMR, are included. All members of IMR and visitors from other universities and/or institutes are welcome to use the Library, and available service are provided by five Librarians of IMR.

## Main Tasks

1. Providing library service such as lending, retrieval, book copy and back order
2. Library selection including electronic information service
3. Maintenance of collection materials
4. Planning and management of library orientation for newcomers to IMR

## Books & Journals

Total volume : 82,125 (Japanese : 18,856, Foreign : 63,269)  
Serial titles : 1,491 (Japanese : 457, Foreign : 1,034)  
E-journal titles in Tohoku Univ. : 13,947 (Japanese : 585, Foreign : 13,362)

## Available Databases

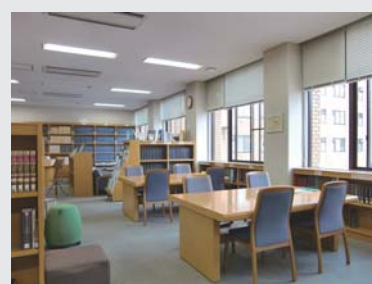
- ① Bibliographic databases: Web of Science, Scopus, SciFinder, CiNii, etc.
- ② Material databases: ICDD Cards, ICSD, Pearson's Crystal Data, Alloy Phase Diagrams, etc.
- ③ Others: Newspapers, Chronological Scientific Tables, etc.



図書室オリエンテーション  
Orientation for newcomers



図書室カウンター  
Library circulation counter



閲覧室  
Reading room

# 学生・教職員相談支援室



室長・教授（兼）  
佐々木 孝彦  
Head: Prof.  
Takahiko SASAKI

## 室員

教授（兼）  
秋山 英二  
Prof.  
Eiji AKIYAMA

教授（兼）  
高梨 弘毅  
Prof.  
Koki TAKANASHI

教授（兼）  
今野 豊彦  
Prof.  
Toyohiko KONNO

教授（兼）  
吉川 彰  
Prof.  
Akira YOSHIKAWA

教授（兼）  
久保 百司  
Prof.  
Momoji KUBO

教授（兼）  
藤原 航三  
Prof.  
Kozo FUJIWARA

准教授（兼）  
奥部 真樹  
Assoc. Prof.  
Maki OKUBE

准教授（兼）  
野村 健太郎  
Assoc. Prof.  
Kentaro NOMURA

准教授（兼）  
梅津 理恵  
Assoc. Prof.  
Rie UMETSU

技術職員（兼）  
三浦 重幸  
Technical Staff  
Shigeyuki MIURA

技術職員（兼）  
板垣 俊子  
Technical Staff  
Toshiko ITAGAKI

助手（兼）  
横山 美沙  
Res. Assoc.  
Misa YOKOYAMA

総務課長  
千葉 史朗  
Manager  
Shiro CHIBA

経理課長  
小澤 浩  
Manager  
Hiroshi OZAWA

総務係長  
武田 秀一  
Chief  
Shuichi TAKEDA

人事係長  
千葉 茂美  
Chief  
Shigemichi CHIBA

弁護士  
本多 広高  
Barrister and Solicitor  
Hirotaka HONDA

## ■ ひとりひとりが安心して勉学・研究・仕事を行えるようにサポート

金研で学び働くすべての学生、教職員の方々の、日々の生活や勉学・研究・仕事を行う中でのさまざまな悩みや不安に関しての相談に応じています。相談者のプライバシーを厳守して室員がともに解決への最善の方法を考えます。「相談というほどのことはないけど、ただ話を聞いてほしい」、「どこに相談していいかわからない」、「専門家は敷居高い」という場合でも、自由に安心して話し合える場所です。相談内容やご希望に合わせて所内外の支援組織の予約などの次のステップへのお手伝いもいたします。

どうぞ気軽な気持ちでご利用ください。

■ URL: <http://soudan-hp.imr.tohoku.ac.jp/>

## ■ Assistance for Healthy and Comfortable Life in KINKEN

The counseling office provides counseling services to support and help you with any problems in your daily study and research life in KINKEN. When something is bothering you, talking about it is the first step toward a solution. The counselor will help you to deal with the problems and guide you to appropriate further action if necessary. We are open to all students, faculty and staff members who study and work in KINKEN. All counseling will be confidential.



相談・支援室室員  
Member



相談室（本多記念館 2 階）  
Counselation room



室長・教授（兼）  
今野 豊彦  
Head : Prof.  
Toyohiko J. KONNO



教授（兼）  
古原 忠  
Prof.  
Tadashi FURUHARA

助手  
佐藤 忠重  
Res. Assoc.  
Tadashige SATO

## ■ 無事故・無災害、快適な職場環境の形成を目指して

金研では、物質・材料科学の研究・開発のため常に最新の装置や手法が試されており、これには危険な作業や有害物質の取り扱いが伴います。

このような研究上の危険・有害性に対して、安全衛生管理室は、全教職員および学生が健康で安全に研究活動を継続できるよう、安全衛生パトロールを中心とした安全指導、各種安全教育による啓発活動、労働安全衛生法はじめ関係法令順守のため技術支援を行っています。

当室は、副所長を室長とし、教授・准教授からなる室員と専門別の5班により構成されています。また、研究部・付属施設・支援組織の代表者からなる安全衛生連絡会議を下部組織に配し、当室が企画・提案する事項や報告事項等を周知しています。

## ■ Make Safety First in Good Health

In Institute for Materials Research (IMR), a variety of laboratory equipments and the newest experimental techniques are always employed for the research and development of materials science. These researchers involve risky operations and the management of toxic substances.

The office of Safety and Health makes safety guidance focusing on the regular patrol in laboratories, provides various kinds of safety and health educations, and technically supports all the members in IMR for the compliance with related laws such as Industrial Safety and Health Act in order that they may keep the research activities in safety.

The Office of Safety and Health, headed by the Deputy Director of IMR, is composed of selected members of professors and associate professors, and five technical groups. It also organizes a regular liaison meeting to make the important information on safety and health well known to everybody.



安全衛生管理体制  
Safety and health system



安全マニュアル  
Safety manual



安全教育  
Education for Safety and health



消防訓練  
Fire drill





センター長  
三浦 重幸  
Head  
Shigeyuki MIURA

副センター長  
村上 義弘  
Deputy Head  
Yoshihiro MURAKAMI

技 監  
石本 賢一  
Expert  
Kenichi ISHIMOTO

## ■ 全ての分野で研究を支える テクニカルセンター

テクニカルセンターは4室6グループで構成された51名の技術職員による研究支援組織であり、量子エネルギー材料科学国際研究センター、新素材共同研究開発センター、強磁場超伝導材料研究センター、計算材料学センター、材料分析研究コア、中性子物質材料研究センター東海分室、アルファ放射体実験室、情報企画室等の所内組織、及び極低温科学センター、先端電子顕微鏡センター、産学連携先端材料研究センター等の所外組織に出向し、研究支援という重要な役割を担っています。

### (1) 企画調整室 (室長：菅原 孝昌)

- ・センターの運営に関する企画及び調整
- ・点検評価

### (2) マテリアル開発技術室 (室長：野手 竜之介)

- 材料創製技術グループ (グループリーダー：戸澤 慎一郎)
  - ・特殊構造多機能物質の合成
  - ・高品位結晶の合成
  - ・材料開発と関連装置開発
- 評価・分析技術グループ (グループリーダー：板垣 俊子)
  - ・試料の元素分析の定量測定
  - ・試料の結晶構造の解析
  - ・物質、材料の諸性質の測定

### (3) 特殊環境技術室 (室長：丹野 伸哉)

- 極限環境技術グループ (グループリーダー：細倉 和則)
  - ・強磁場発生装置の開発
  - ・低温冷媒体の液化及び極低温生成と供給
  - ・極限環境の提供に係る技術開発
- 放射線管理技術グループ (グループリーダー：山崎 正徳)
  - ・放射線管理機器の操作及び保守
  - ・各種材料の中性子重照射実験
  - ・核燃料及び放射性同位元素の計量・管理

### (4) 基盤技術室 (室長：本郷 健一)

- 機器開発技術グループ (グループリーダー：佐藤 寿和)
  - ・研究用機器の開発、設計、製作、組み立て
  - ・研究用試料の作製
  - ・機器工作の指導、助言
- コンピュータ・ネットワーク技術グループ (グループリーダー：佐藤 和弘)
  - ・スーパーコンピュータ及び関連システムの管理運用と利用支援
  - ・ネットワークの管理運用と利用支援
  - ・情報機器の管理運用と利用支援

## ■ Supporting a Research in All Fields

The Technical Service Center consists of six groups which are grouped in four sections. The center is staffed with 51 members. The main objective is to provide all phase of technical service for research laboratories, centers and facilities in IMR.

### (1) Planning and Management Section (Chief: Takamasa SUGAWARA)

- ・ Supply of technical information
- ・ Assistance for review operation

### (2) Material Development Section (Chief: Ryunosuke NOTE)

- Material Preparation Group (Leader: Shin-ichiro TOZAWA)
  - ・ Preparation and development of new materials
  - ・ Synthesis of high-quality crystals
- Chemical Analysis and Material Testing Group (Leader: Toshiko ITAGAKI)
  - ・ Chemical and instrumental analyses
  - ・ Characterization of material properties

### (3) Special Environment Section (Chief: Shin'ya TANNO)

- High Magnetic Field and Low Temperature Group (Leader: Kazunori HOSOKURA)
  - ・ Operation of high magnetic field
  - ・ Supply of liquid helium and nitrogen
- Radioactive Protection Group (Leader: Masanori YAMAZAKI)
  - ・ Support for handling radioactive materials
  - ・ Operation of hot facilities

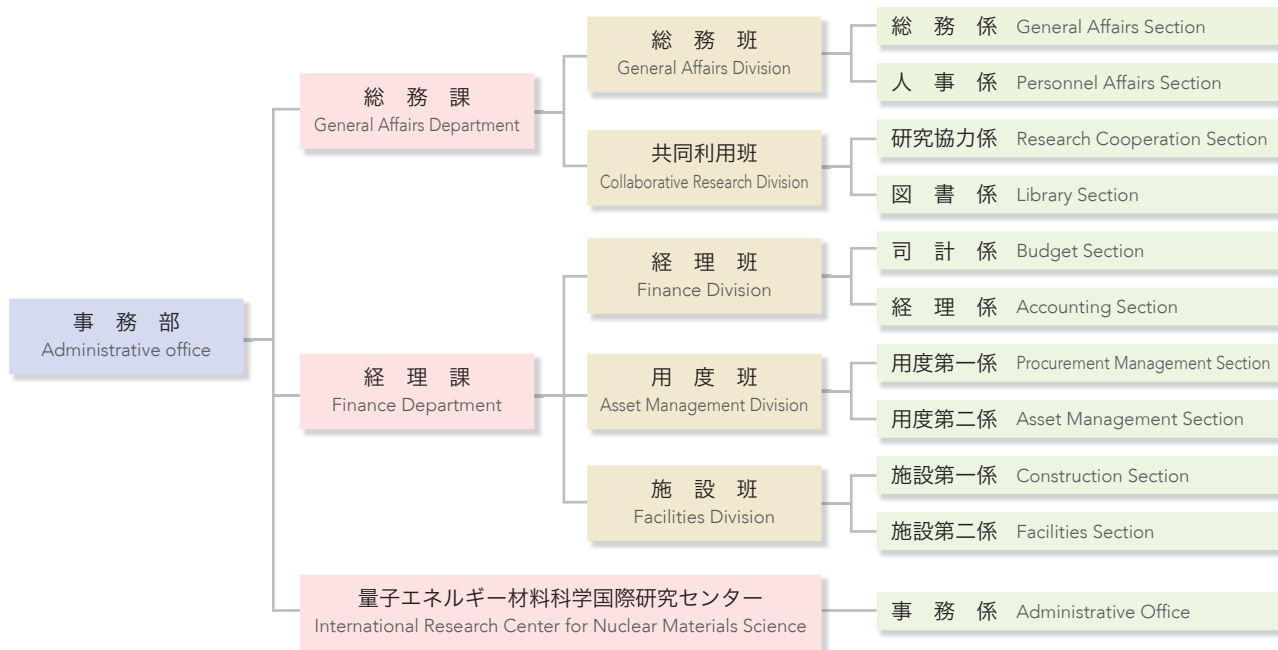
### (4) General Technique Section (Chief: Kenichi HONGO)

- Mechanical Processing Group (Leader: Toshikazu SATO)
  - ・ Designing and development of experimental instruments
  - ・ Preparation of testing samples
- Computer Network Group (Leader: Kazuhiro SATO)
  - ・ Service of computer network system in IMR
  - ・ Operation of supercomputing system

## 組織 Organization

事務部長 高橋 嘉典

General Manager : Yoshinori TAKAHASHI



## 職員構成 Members

( ) 内は事務職員及び技術職員の数

### 総務課

課長：千葉 史朗

■ 総務班 (11名)

総務係：係長 武田 秀一

人事係：係長 千葉 茂美

■ 共同利用班 (10名)

研究協力係：係長 山崎 宏美

図書係：係長 堀野 正太

### General Affairs Department

Manager : Shiro CHIBA

■ General Affairs Division

Chief of General Affairs Section : Shuichi TAKEDA

Chief of Personnel Affairs Section : Shigemi CHIBA

■ Collaborative Research Division

Chief of Research Cooperation Section : Hiromi YAMAZAKI

Chief of Library Section : Shota HORINO

### 経理課

課長：小澤 浩

専門員：佐藤 敬三

専門職員：前小屋 治

■ 経理班 (8名)

司計係：係長 小野寺 達也

経理係：係長 友兼 恵

■ 用度班 (11名)

用度第一係：係長 安田 稔

用度第二係：係長 遊佐 英明

■ 施設班 (4名)

施設第一係：係長 齋藤 栄一

施設第二係：係長 永森 信幸

### Finance Department

Manager : Hiroshi OZAWA

Assistant Manager : Keizo SATO

Assistant Manager : Osamu MAEGOYA

■ Finance Division

Chief of Budget Section : Tatsuya ONODERA

Chief of Accounting Section : Megumi TOMOKANE

■ Asset Management Division

Chief of Procurement Management Section : Minoru YASUDA

Chief of Asset Management Section : Hideaki YUSA

■ Facilities Division

Chief of Construction Section : Eiichi SAITO

Chief of Facilities Section : Nobuyuki NAGAMORI

### 量子エネルギー材料科学国際研究センター事務室 (5名)

係長：山口 教光

### Administrative Office of International Research Center for Nuclear Materials Science

Head of Office : Narimitsu YAMAGUCHI

## ウラン化合物超伝導体の超伝導ギャップ構造を決定

附属量子エネルギー材料科学国際研究センターの清水悠晴助教、アクチノイド物質科学研究所の青木大教授は、橘高俊一郎助教・榎原俊郎教授（東京大学物性研究所）、町田一成教授（立命館大）らとともに、磁性と超伝導が共存する典型物質  $UPd_2Al_3$  において、超伝導のギャップ構造を精密熱力学量測定によって初めて明らかにしました。

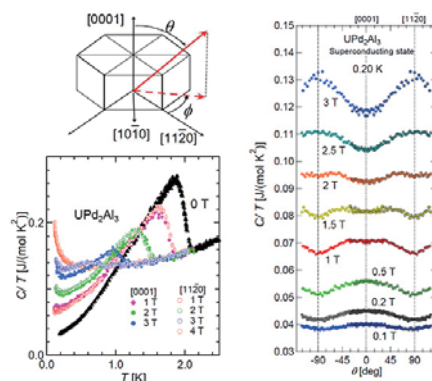
この研究では、磁性と超伝導の共存を起こす重い電子ウラン系超伝導体  $UPd_2Al_3$  純良単結晶を育成し、その超伝導相内 ( $T_c=2K$ ) で高精度角度分解比熱測定（最低温度：0.12K）を行

いました。その結果、水平ラインノード（超伝導ギャップがゼロとなる部分）をもつ超伝導ギャップが重い電子バンドに存在していることを実験的に解明しました。さらにその準粒子励起構造が理論計算によってよく再現されることがわかりました。この結果は今後ウラン系超伝導の発現機構を解明する重要な手がかりにつながると考えられます。

本成果は、米国雑誌「Physical Review Letters」に掲載され、Editors' Suggestion に選ばれました。

## Superconducting Gap Structure in the Uranium-Based Heavy Fermion Superconductor

Y. Shimizu, D. Aoki, S. Kittaka, T. Sakakibara, K. Machida and their collaborators clarified the superconducting gap structure in the typical heavy fermion superconductor,  $UPd_2Al_3$ , which shows the coexistence of superconductivity and antiferromagnetism. High quality single crystals of  $UPd_2Al_3$  were successfully grown, and the precise specific heat measurements were performed under rotating magnetic field at low temperatures down to 0.12K. The horizontal line node was detected in the heavy band, and this gap structure was well explained by the theoretical model. This results will lead to the breakthrough for the mechanism of uranium-based superconductivity. The results were published in Phys. Rev. Lett., as "Editors' Suggestion".



六方晶の結晶構造（左図上）を持つ重い電子系反強磁性超伝導体  $UPd_2Al_3$  における極低温比熱の温度依存性（左図下）、および超伝導状態における各磁場下での比熱の磁場方向依存性。超伝導ギャップ構造を反映した比熱振動が観測された。

Left-down panel shows the temperature dependence of the specific heat at fields in  $UPd_2Al_3$  with the hexagonal structure (left-up panel). Right panel shows the specific heat in the superconducting state as a function of the field angle.

## 最高峰の強度-導電性バランスをもつチタン銅合金線材の開発

附属産学官広域連携センターの千星聡准教授は、トクセン工業株式会社（本社：兵庫県小野市）との共同研究のもと、実用銅合金最高クラスの強度-導電性バランスを示すチタン銅合金線材を開発しました。

本線材は、銅 (Cu) にチタン (Ti) を 3.0 ~ 5.0 at.% 添加した合金から得られる高強度かつ高導電性のワイヤーです。これまでの常識から逸脱した組織制御を施した後に伸線加工に供することにより、右図赤線に示されるように、従来の Cu-Ti 合金線材（右図黄線）と比較して導電率が 1.5 ~ 3

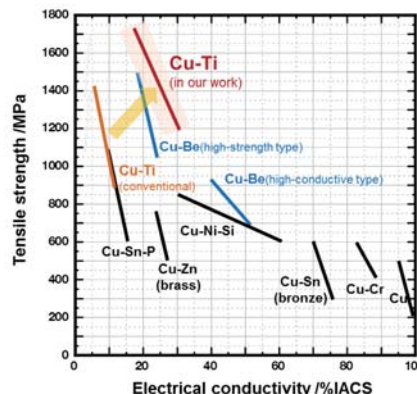
倍で、強度も向上させた線材を試作することに成功しました。これは、従来の実用銅合金の中で最高レベルの強度-導電性バランスを有するベリリウム銅 (Cu-Be) 合金線材（右図青線）と同等以上の特性です。Cu-Be 合金は Be の希少性や有害性の点で問題があるため、本線材はその代替として産業界から高い関心を集めています。

本成果は、「鉄鋼新聞」（2016年9月13日）、「日刊産業新聞」（2017年3月23日）に掲載されました。

## Cu-Ti Alloy Wires with Ultra-High Strength and High Electrical Conductivity

Dr. Semboshi at IMR Tohoku University has developed novel copper-titanium (Cu-Ti) based alloy wires, collaborating with TOKUSEN KOGYO CO., LTD. The wires with Ti content of approximately 3.0 to 5.0 at% are fabricated by processing combining original heat-treatment and then cold-drawing. As a result, the wires possess an excellent combination of strength and electrical conductivity, as shown in the right figure. The wires have gained considerable attentions for applications in electrical devices such as pins for micro-connectors and relay controls because of their superior properties, which are competitive with those of the conventional Cu-Be alloys.

The rapid report of the achievement was launched in the newspapers of "Tekkou Shimibun" (Sep., 13<sup>th</sup>, 2016) and "Nikkan Sangyo Shimibun" (March, 23<sup>rd</sup>, 2017).



開発線材および各種実用銅合金線材の強度-導電性マップ

Tensile strength and electrical conductivity of a novel Cu-Ti alloy wire, together with those of the representative Cu-based alloy wires.

## 新たなスピンの担い手を発見 ～量子効果を用いた熱電発電、情報伝送へ道～

量子表面界面科学研究部門／材料科学高等研究所 (WPI-AIMR) の廣部大地博士課程学生と齊藤英治教授、同大学院工学研究科の川股隆行助教と小池洋二教授、日本原子力研究開発機構先端基礎研究センターの佐藤正寛研究員(当時、現茨城大学准教授)と前川禎通センター長らは、「量子スピン系」と呼ばれる物質群において、従来とは全く異なるタイプのスピンの存在を明らかにしました。本研究では、スピンの存在が確立されている化合物  $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$  の特定の結晶軸に沿って温度勾配を加え、スピンゼーベック効果と呼ばれ

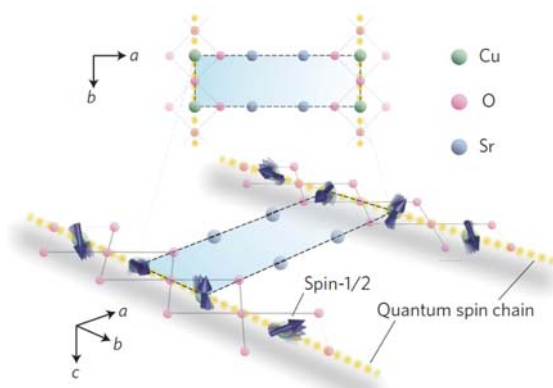
る現象を通じて、スピノンによるスピン流伝搬を観測することに成功しました。このスピノン・スピン流の観測は、量子スピン系をスピントロニクスへと応用・展開する可能性を示すものです。量子スピン系は磁気秩序がないために周囲の回路やデバイスに磁気的影響を与えず、かつ原理的には原子スケールまでダウンサイズ可能であるなど、従来のスピントロニクス物質では実現できない特徴を兼ね備えています。

本成果は、英国科学誌「Nature Physics」に掲載されました。

### Spinons as Carriers of Quantum-Mechanical Spin Current

PhD student Daichi Hirobe, Prof. Eiji Saitoh of Tohoku University, and their collaborators of Tohoku University as well as Japan Atomic Energy Agency demonstrated a novel type of spin current in quantum spin system (QSS). This was shown by observing a spin Seebeck effect in  $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$ , which is an archetype of QSS consisting of one-dimensional spin chains. In this material, the quantum-mechanical correlation between spins is strong only in the spin-chain direction, and spin excitations from the correlated state are known as spinons. The researchers found that a spin Seebeck effect arose only when a heat current flowed along the spin chains; otherwise, it disappeared. This unusual behavior was undoubtedly traced back to the thermally driven spin currents conveyed by spinons. These results suggest potential applications of QSS for atomic spin-current wiring.

This work was published in Nature Physics [Nat. Phys. 13, 30-34 (2017)].



量子スピン鎖の模式図。 $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$  の  $b$  方向にスピンを担う銅イオンが一次元に並ぶ。

Quantum spin chains in  $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$ . Magnetic ions  $\text{Cu}^{2+}$  are aligned linearly along the  $b$  axis.

## 磁気準粒子のボース・アインシュタイン凝縮によって誘起される強誘電

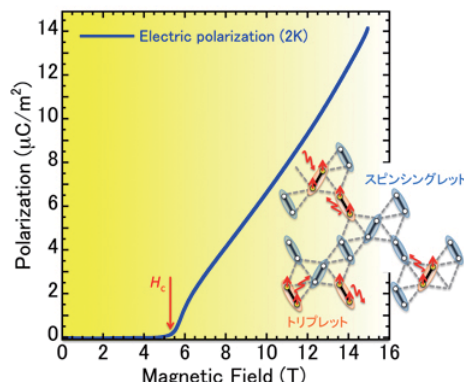
附属強磁場超伝導材料研究センターの木村尚次郎准教授と柿畑研人大学院生らは、松本正茂教授(静岡大学理学部)、萩原政幸教授(大阪大学大学院理学研究科付属先端強磁場科学研究センター)、田中秀数教授(東京工業大学大学院理工学研究科)とともに、磁気準粒子マグノンのボース・アインシュタイン凝縮(BEC)により誘起される強誘電を発見しました。

2つの  $\text{Cu}^{2+}$  スピンがなす反強磁性ダイマーを基本的な構成ユニットとして持つ  $\text{TlCuCl}_3$  のスピンスングレット基底状態からの磁気励起は、ダイマー上に励起されたトリプレットが格子を伝搬するマグノンと呼ばれる特徴的な準粒子です。強磁場の印加によってマグノンが持つエネルギーギャップが消

失すると、基底状態にマグノンが誘起されBECが生じますが、この磁場誘起状態において一つのダイマーの量子状態を記述する波動関数は、スピンスングレット-トリプレット状態の重ね合わせとなります。この重ね合わせ状態に電気分極に関する有限の期待値が存在し、BECによる結晶格子全体の coherence の発達によって巨視的な強誘電が現れることが明らかになりました。量子状態の重ね合わせに電気磁気効果の発現を促す活性能力が潜在することを示したこの結果は、強い量子揺らぎを持つ磁性体の新たな機能の開拓に繋がるものと期待されます。本成果は、英国のオンライン科学雑誌「Nature Communications」に掲載されました。

### Ferroelectricity by Bose-Einstein Condensation of Magnon

Dr. Shojjo Kimura and Mr. Kento Kakihata at High field Laboratory for Superconducting Materials and the coworkers have found the ferroelectricity by the magnetic-field-induced Bose-Einstein condensation (BEC) of magnon quasi-particles in the quantum spin dimer system  $\text{TlCuCl}_3$ . Coherent superposition of the spin singlet and triplet states on a dimer, which occurs in the BEC phase, has a finite expectation value of an electric polarization, and thus the ferroelectricity is induced by the magnon BEC. The ferroelectricity, found in this study, is very soft, referring to the isotropic nature of the BEC phase. The electric cohesive field  $E_c$ , which is required for reversing the electric polarization in  $\text{TlCuCl}_3$ , is  $E_c \sim 0.03$  MV/m. This cohesive field is the lowest among those of the spin-driven ferroelectrics. This result was published in Nature Communications.



磁場誘起マグノン BEC による強誘電の発生

Ferroelectricity by the field-induced magnon BEC.

## 新規ランガサイト型単結晶振動子を開発—新製造プロセスの確立で均質性向上と低コストの製品化を実現—

東北大学、東芝照明プレジジョン(株)、(株)Piezo Studio は新規ランガサイト型単結晶を用いた振動子を開発し、さらに結晶育成からデバイス製造まで新たな製造プロセスを確立したことにより低コストの製品化を実現しました。

この振動子は従来の水晶振動子に比べて、低インピーダンス、短起動時間、広帯域幅の特性を有しており、搭載機器の

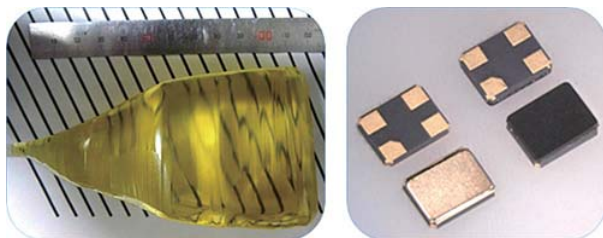
省電力、小型化に貢献、広帯域幅を利用したフィルター等、新しい用途への活用が期待できます。成功の鍵は、希少元素を排除したオーダー型構造で温度安定性の良い組成を見出したことと、結晶の大型化を行う新製造プロセスを開発することにより、ランガサイト型結晶の製造コスト低減と同時に均質性向上を実現したことにあります。

## Development of a New Resonator Using Novel Langasite-type Piezoelectric Single Crystal – Improvement of Crystal Homogeneity and Commercialization of Low Cost Device by Establishing New Production Processes –

Tohoku University, Toshiba Shomei Precision Co., and Piezo Studio Inc. have developed a new resonator using novel langasite-type piezoelectric single crystal and also achieved commercialization of low cost device by establishing new production processes from crystal growth to device fabrication.

This resonator has attractive properties such as lower impedance, faster start up time, and wider band performance as compared with conventional quartz resonator and is

promising to contribute to downsizing and low power consumption of on-board equipment and to new application as wide-band filters. The key points for success were to find a proper composition with temperature-stable performance among ordered structures without scarce elements and to realize improvement of crystal homogeneity as well as reduction of production cost of the langasite-type crystals by developing a new growth process of large size crystal.



左) 新規ランガサイト型単結晶外観

右) 新規ランガサイト型振動子外観

Left: New langasite-type single crystal ingot.

Right: Resonators using the langasite-type single crystal.

## 破損やアレルギーの懸念が少ない脊椎内固定器具 製造販売承認を取得 – 「いわて発高付加価値コバルト合金:COBARION®」の新たな実用化例 –

加工プロセス工学研究部門の千葉晶彦教授と山中謙太助教ら研究グループは「いわて発高付加価値コバルト合金:COBARION®」を用いた脊椎内固定器具を開発し、医療機器製造販売承認を受けました。コバルト合金は、強さと硬さ、そして優れた耐食性・耐摩耗性を兼ね備えていることから、人工関節や歯科材料等、様々な医療用デバイス、インプラントに使用されています。今回器具に使用した「COBARION®」はヒトの金属アレルギーの主原因ともいわれるニッケルの含有量が極限まで低減されており、アレルギーの懸念が少ない

金属素材であることが最大の特徴です。今回の製造販売承認を受け、今後「COBARION®」の生体材料としての使用拡大が期待されます。本研究開発は厚生労働省「革新的医療機器創出促進等臨時特例交付金」を財源に、東北大学金属材料研究所、岩手医科大学、センチュリーメディカル株式会社が企画した「岩手県革新的医療機器等開発事業」を通して行われました。開発された脊椎内固定器具に使用されているコバルト合金素材(COBARION®)は株式会社エイワ(岩手県釜石市)が製造しています。

## Damage-Resistant, Hypoallergenic Spinal Fixation Device Approved for Manufacture and Sale – New Applications for a High-Value-Added Cobalt-Based Alloy Developed: COBARION®

Prof. Akihiko Chiba and Dr. Kenta Yamanaka at IMR of Tohoku University have developed a spinal fixation device using COBARION®, which is a high-value-added cobalt-based alloy made by Eiwa Co., Ltd. in the Iwate Prefecture. The device has been approved for manufacture and sale. Cobalt-based alloys are strong, hard, and corrosion/wear-resistant, which makes them well suited for use in medical devices including joint prostheses and dental implants. The most notable characteristic of COBARION® is that it has the minimum possible nickel content. Nickel is a trigger for metal allergies in humans; thus, the risk of an allergic response to an implant using this alloy is minimized. With its approval for manufacture and sale, COBARION® is expected to become widely used as a biocompatible material



今回販売承認された脊椎内固定器具

(写真提供:センチュリーメディカル株式会社)

New spinal fixation device approved for sale

(Source: Century Medical, Inc.)

## 連続通電不要のイオン制御型電磁石の開発に成功—イオンの出入りが磁性状態のON-OFFスイッチに—

錯体物性化学研究部門の谷口耕治准教授、宮坂等教授らは、金属錯体からなる分子性格子材料へのイオンと電子の出入りを制御することで、磁性状態の ON-OFF スイッチが可能な新たな電磁石の開発に成功しました。

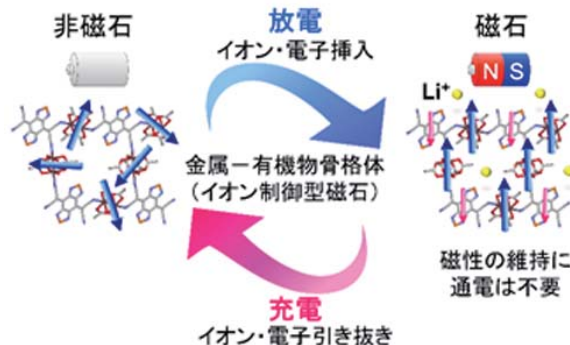
研究グループは、金属-有機物骨格体と呼ばれる多孔性の分子層状化合物をリチウムイオン電池の正極材に用いて、二次電池の充放電特性を利用。これにより可逆的にイオンと電子が正極材に脱挿入（充放電操作）され、正極材の磁石としての性質（フェリ磁性状態）を充放電操作に連動してスィ

チングできることを明らかにしました。さらにこのイオン制御型電磁石は、フェリ磁性状態に一度スイッチすると、通電し続けなくても磁石としての性質の維持（不揮発性）ができます。通常の電磁石は通電している間だけ磁石となる為、今回開発した電磁石は今までよりも消費電力を抑えることが可能です。今後、新たな低消費電力の不揮発性の電磁石としての応用などが期待されます。

本成果は、材料科学誌「Advanced Functional Materials」にオンライン掲載されました。

## Reversible Ionic Switching of Nonvolatile Magnetic Phases

The group of Dr. K. Taniguchi and Prof. H. Miyasaka in IMR, Tohoku University have succeeded in reversible magneto-ionic switching of nonvolatile magnetic phases in an electron-donor-/acceptor-metal-organic framework. Using the material as a cathode of Li-ion battery (LIB), electrical on-and-off control between paramagnetic and ferrimagnetic phases has been achieved through an insertion/extraction of  $\text{Li}^+$  ion and electron in discharge/charge cycle of LIB, respectively. The results could contribute to the development of a new type of voltage-programmable non-volatile memory devices. This achievement was published in Advanced Functional Materials.



充放電操作に連動してイオンと電子が導放出され、磁性状態がスィッチングする。磁性の維持には通電は必要がない。

Electrical on-and-off control tuning magnetism is achieved through an insertion/extraction of  $\text{Li}^+$  ion and electron in discharge/charge cycle of LIB, respectively.

## 1つの金属原子に9つもの水素が結合した新たな物質の誕生

水素機能材料工学研究部門の高木成幸准教授と折茂慎一教授らの研究グループは、「1つの金属原子に9つもの水素が結合した新たな物質群」の合成に成功。これは量子科学技術研究開発機構の齋藤寛之上席研究員、高エネルギー加速器研究機構の池田一貴特別准教授、大友季哉教授、株式会社豊田中央研究所の三輪和利主任研究員との共同研究による成果です。

本研究グループは、2015年、クロムと水素が結合した錯体水素化物の合成が可能であり、例外であったクロムが一般的な金属より多い7つの水素と結合することを発見しました。今回、残りの例外であるモリブデンとタングステン、またこれまで錯体水素化物の合成報告がなかったニオブとタンタルの4元素を

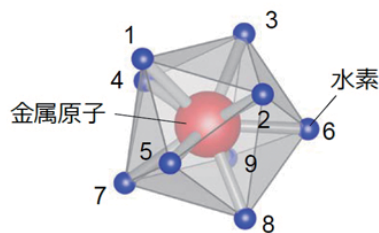
含む錯体水素化物の合成に着手。具体的には、理論計算と高圧合成技術を融合し、合成条件を最適化することでこれらの元素を含む4種の新たな物質群を合成しました。そして中性子などの量子ビームを利用し、1つの金属あたり9つもの水素が結合していることを確認しました。この成果により、ほとんどの金属元素と水素を結合させる技術が確立されたこととなります。

水素を高密度に含む物質群の探索とその基礎・応用研究を拡大させる重要な成果として、英国科学雑誌「Scientific Reports」のオンライン版、「日本経済産業新聞」（2017年3月14日）、「日刊工業新聞」（2017年4月13日）に掲載されました。

## Hydride Complexes with the Highest H-Coordination Number Reaching "9"

Dr. Shigeyuki Takagi (associate professor at IMR of Tohoku University), Dr. Shin-ichi Orimo (professor at WPI-AIMR and IMR of Tohoku University) and collaborators have succeeded in synthesizing four novel hydrogen-rich materials, in which the "nine hydrogen atoms" bind to molybdenum, tungsten, niobium and tantalum, respectively, that have long been considered as elements not to form any hydrogen-rich materials. Besides the unusually high hydrogen coordination, all materials have specific electronic structures such that the contribution from the 1s states of nine hydrogen atoms reaches the Fermi level. Such hydrogen-rich materials have attracted much recent attention as potential candidates realizing high-critical-temperature superconductivity of metallic hydrogen as well as high-capacity hydrogen storage and fast ion conductivity, and as such the findings will strongly stimulate further research in many disciplines.

The results were published in Scientific Reports, and introduced in "Nikkei Sangyo Shimbun" (March 14<sup>th</sup>, 2017) and "Nikkan Kogyo Shimbun" (April 13<sup>th</sup> 2017).



9つの水素が金属に結合している様子を示した図。究極の高水素密度実現により超伝導や超イオン伝導などの発現に期待。

Schematic depiction of hydride complex with ninefold H coordination, the high H density of which promise to give rise to superconductivity and super ionic conduction.

## 東北大学 金属材料研究所 アンケート回答用紙

本パンフレット中に紹介されている研究部門と研究施設の研究内容そしてテクニカルセンターの技術内容についてさらに詳しくお知りになりたい方は、このアンケート回答用紙にご記入のうえ、下記の宛先へ郵送又はFAXでお送り下さい。

〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1

東北大学 金属材料研究所

所 長 高梨 弘毅

電話：022-215-2144（情報企画室広報班）

Fax：022-215-2482

電子メール：pro-adm@imr.tohoku.ac.jp

御氏名

御連絡先

電話

Fax

電子メール

該当する項目の [ ] に研究部門名あるいは研究施設名を記入し、□にチェック印をつけてください。

- [ ] 研究部門の研究内容をさらに詳しく知りたいので、  
 部門担当の教授に直接会いたい。  
 関係する発表論文を送ってほしい。  
 電話 Fax または電子メールで連絡をとりたい。
- [ ] 研究施設の研究内容をさらに詳しく知りたいので、  
 施設長に直接会いたい。  
 関係する発表論文を送ってほしい。  
 電話 Fax または電子メールで連絡をとりたい。
- テクニカルセンターの研究内容をさらに詳しく知りたいので、  
 センター長に直接会いたい。  
 関係する技術報告を送ってほしい。  
 電話 Fax または電子メールで連絡をとりたい。
- [ ] 研究部門と共同研究を行いたいので、相談したい。
- [ ] 研究施設と共同研究を行いたいので、相談したい。
- [ ] 研究部門に大学院学生または研究生として受け入れてほしい。
- 金属材料研究所の研究を支援したい。

