



電子・光機能材料研究センター

Research Center for
Electronic and Optical Materials

5th Edition



■ センター HP <https://www.nims.go.jp/electr-opt/>

発行 2025年12月1日 第5版

編集 電子・光機能材料研究センター運営室

問い合わせ先

〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1

物質・材料研究機構 電子・光機能材料研究センター運営室

電話 : 029-860-4867

メール : kinou-inquiry@ml.nims.go.jp

Contact

Administrative Office, Research Center for Electronic and Optical Materials

National Institute for Materials Science (NIMS)

1-1 Namiki, Tsukuba, Ibaraki, 305-0044, Japan

Tel : +81-29-860-4867

Mail : kinou-inquiry@ml.nims.go.jp



センター HP



NIMS公式 HP



国立研究開発法人
物質・材料研究機構
National Institute for Materials Science

はじめに

本センターでは、我が国のマテリアル革新力の根幹となる基盤技術である電子・光機能材料の競争力維持と追随を許さない開発力の獲得に向けた研究開発を進めます。

人類の持続的発展の実現のためには、社会システムの変革に向けた材料技術の創出が求められています。社会システムの効率化によるエネルギー消費縮減は持続性への必要条件であることから、革新的な高効率化によってエネルギー消費の削減を実現するための半導体や光学材料の開発を進めます。また、人々の生活に安全や安心を与えるシステムの構築に向け、バイオセンサ、化学センサや赤外線センサなどのセンサ材料の感度や信頼性の向上と、それらの材料の非毒化を推進します。

This center will carry out research and development aimed at maintaining the competitiveness of electronic and optical functional materials, which are the core technologies of Japan's material innovation, and acquiring unrivaled development capabilities.

In order to realize the sustainable development of mankind, the creation of material technology for the transformation of social systems is required. Reducing energy consumption by improving the efficiency of social systems is a necessary condition for sustainability. In addition, we will improve the sensitivity and reliability of sensor materials such as biosensors, chemical sensors, and infrared sensors, and promote the detoxification of these materials in order to build systems that provide safety and security to people's lives.



センター長
大橋直樹
Director of the Center
Naoki Ohashi
(C) NIMS



副センター長・機能材料分野長
瀬川浩代
Deputy Director of the Center
Director of Functional Materials Field
Hiroyo Segawa



副センター長・光学材料分野長
島村清史
Deputy Director of the Center
Director of Optical Materials Field
Kiyoshi Shimamura

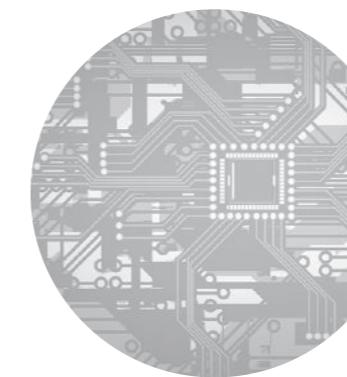
電子・光機能材料研究センター

Research Center for Electronic and Optical Materials

CONTENTS

機能材料分野

- 02 電子セラミックスグループ
- 03 超ワイドギャップ半導体グループ
- 04 資源循環材料グループ
- 05 ナノ電子デバイス材料グループ
- 06 非晶質材料グループ



Functional Materials Field

- Electroceramics Group
- Ultra-wide Bandgap Semiconductors Group
- Environmental Circulation Composite Materials Group
- Nano Electronics Device Materials Group
- Amorphous Material group

光学材料分野

- 07 光学単結晶グループ
- 08 高機能光学セラミックスグループ
- 09 次世代蛍光体グループ
- 10 半導体エピタキシャル構造グループ
- 11 量子フォトニクスグループ
- 12 ナノフォトニクスグループ
- 13 半導体欠陥制御グループ
- 14 多結晶光学材料グループ

Optical Materials Field

- Optical Single Crystals Group
- Optical Ceramics Group
- Advanced Phosphor Group
- Semiconductor Epitaxial Structures Group
- Quantum Photonics Group
- Nanophotonics Group
- Semiconductor Defect Design Group
- Polycrystalline Optical Material Group

上席研究員

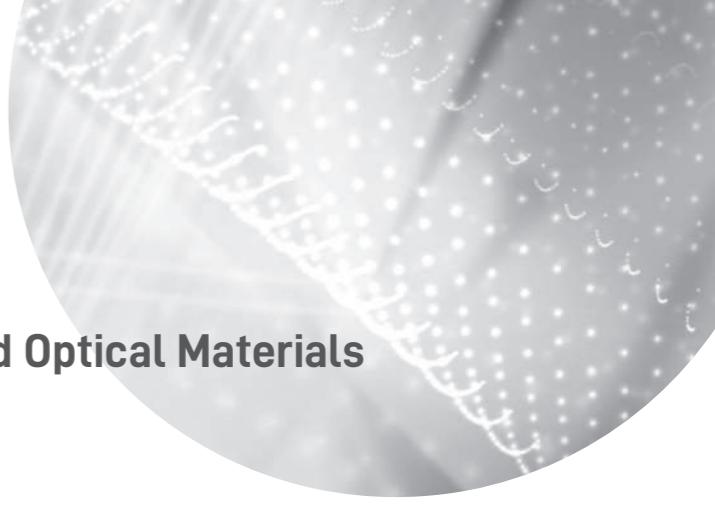
独立研究者

研究者情報URL

Managing Researcher

Independent Researcher

The URL of Researcher Information



電子セラミックスグループ Electroceramics Group

グループリーダー
大橋 直樹
Group Leader
Naoki OHASHI

連絡先 Contact
Mail OHASHI.Naoki@nims.go.jp
TEL 029-860-4867 FAX 029-855-1196

|目的 Purpose

電子セラミックスとは、絶縁性、導電性、磁性、光学特性などの電子の振る舞いと機能が直結したセラミックスです。パソコンなどの電子機器、変電所のような電気設備に組み込まれます。近年、チップ状の磁器にとどまらず、ウエアラブル上での薄膜など、様々な形態で用いられます。本グループでは、そうした電子セラミックスの高機能化や、製造技術の開発を進め、進歩の著しい情報・通信や、省エネ技術などへの貢献を目指します。

Electroceraamics are ceramics exhibiting functionality, including dielectric, conductive, magnetic, and optical properties, originated in behavior of electrons, and are utilized in electronic devices, such as computers, and electric facilities, such as power stations. Those are not only in chip form but also in various forms, e.g., films on wafers etc. This group is engaged to obtain further higher functionality of electroceramics and technology for production of new electroceramics aiming to contribute development of information technology and energy saving systems.

|アプローチ Approach

理論計算や蓄積した知見に基づく新物質・新材料の探索や得られた物質の電子状態の詳細な検討を進めています。特に、新しい半導体物質や新しい圧電体・強誘電体を見出し、従来にない機能を実現することを目指した検討を進めています。また、表面や接合等における機能発現に注目した研究を進めています。エピタキシャル薄膜、結晶・非晶質のナノ構造制御などの構造形成技術の開発を通じた新しい機能の取得を目指した検討を進めています。

This group performs exploration of new compounds and materials based on theoretical prediction and accumulated knowledge, and characterization of electronic structure of those materials. In particular, this group aims to realize new semiconductors, piezoelectric/ferroelectric materials exhibiting non-traditional functionality. In addition, this group pays attention to functionality originated at surface and interfaces: hence, this group also concentrates on

development of new processes, such as growth of epitaxial film and construction of nanostructures composed of crystalline and non-crystalline materials.

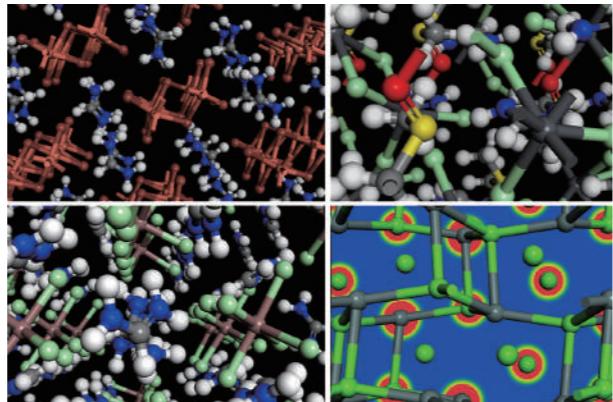


図1 新しい結晶構造を持つ有機・無機ハイブリッド結晶の探索や、電子状態シミュレーションによる新しい機能の探索

Fig.1 Exploration of new crystal structures, e.g., organic-inorganic hybrid crystals. and search on new functionality utilizing ab-initio calculations.

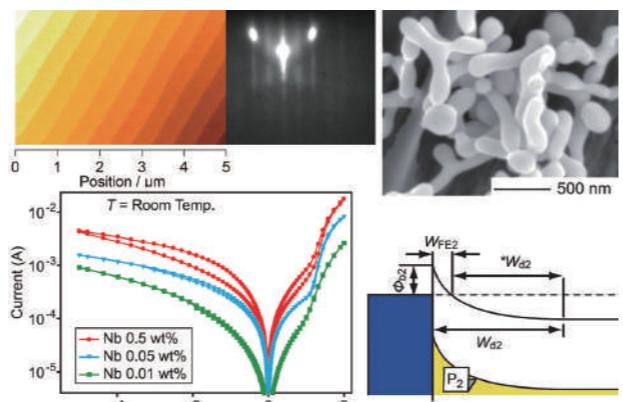


図2 ナノ構造表面やナノ粒子の形成プロセスの開発と表面・界面の新たな機能の探索

Fig.2 Development of new processes for fabrication of nano-structures and exploration of new functions at surfaces and interfaces

グループメンバー
Group Members
安達 裕 Yutaka ADACHI
大澤 健男 Takeo OHSAWA
齋藤 紀子 Noriko SAITO
角谷 正友 Masatomo SUMIYA

上田 茂典 Shigenori UEDA
清水 庄雄 Takao SHIMIZU
末廣 隆之 Takayuki SUEHIRO

超ワイドギャップ半導体グループ Ultra-wide Bandgap Semiconductors Group

グループリーダー
小泉 聰
Group Leader
Satoshi KOIZUMI

連絡先 Contact
Mail KOIZUMI.Satoshi@nims.go.jp
TEL 029-860-4310

|目的 Purpose

カーボンニュートラル社会の実現に向け、電力消費の低減は喫緊の課題です。パワー半導体素子の効率向上は省エネのために極めて有効な手段です。現状、ほとんどのパワー半導体素子はシリコンを用いて作られていますが、その性能は物質限界に近づいています。さらなる性能向上のために有望なのが、ワイドギャップ半導体の利用であり、SiCやGaNを用いてつくられたパワー半導体素子の普及が進みつつあります。我々は、それらを超える高効率/高耐圧パワー半導体デバイスや耐環境デバイスの実現に資するべく、超ワイドギャップ材料の研究開発に取り組んでいます。

Reducing electricity consumption is an urgent issue in order to realize a carbon-neutral society. Improving the efficiency of power semiconductor devices is an extremely effective means of saving energy. Currently, most power semiconductor devices are made using silicon, but its performance is approaching the material limit. The use of wide bandgap semiconductors holds promise for further performance improvements, and power semiconductor devices made using SiC and GaN are becoming more widespread. We are working on research and development of ultra-wide bandgap materials in order to contribute to the realization of high-efficiency/high-voltage power semiconductor devices and environmentally resistant devices of ultimate semiconducting characteristics.

|アプローチ Approach

超ワイドギャップ半導体材料は、高性能なパワー半導体素子用として優れたポテンシャルをもちますが、その実現のためには多くの技術課題を克服する必要があります。例えば、高欠陥密度、準安定性、ドーピング/コンタクト形成の困難、および高電界集中などが挙げられます。我々は、これらの技術課題の解決に貢献できるエピタキシャル成長技術や界面制御技術の確立を目指します。当面はダイヤモンド、酸化ガリウムを中心取り組み、より新しいターゲットにも積極的に挑戦します。

Ultra-wide bandgap semiconductor materials have great potential for use in high-performance power semiconductor devices. However, many technical challenges related to crystalline defects, doping and device fabrication issues must be overcome in order to realize the ultimate semiconducting

devices. We aim to establish epitaxial growth technology and interface control technology that can contribute to solving these technical issues. For the time being, we will focus on diamond and gallium oxide, and will also actively take on newer targets.

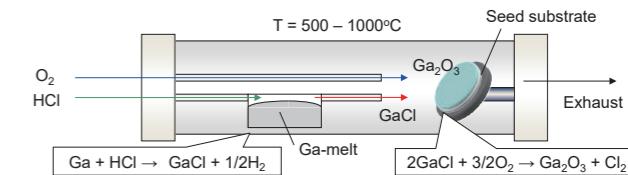


図1 HVPE (halide vapor phase epitaxy) による超高速・高純度酸化ガリウム成長技術の追求
→ 平衡定数の小さい化学反応により寄生反応を防ぎ、MOCVD等に比べ100倍以上の高速成膜、高純度化が可能で、高度な半導体制御に適した反応系を持つ。

Fig.1 Ultra-high-speed, high-purity growth of Gallium Oxide using HVPE (halide vapor phase epitaxy)
→ A chemical reaction with a small equilibrium constant prevents parasitic reactions, enabling film formation more than 100 times faster and with higher purity than MOCVD, etc.

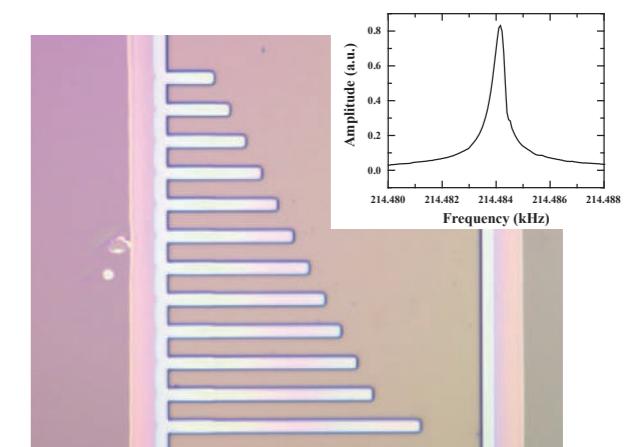


図2 ダイヤモンドMEMS共振器で世界最高の品質因子を達成
→ 極限的性能を持つ各種センサの実現（質量、加速度、磁気）

Fig.2 Achieving the world's highest quality factor with diamond MEMS resonators
→ Can be used for ultimate performance sensors (mass, acceleration, magnetism)

グループメンバー
Group Members
廖 梅勇 Meiyong LIAO
大島 祐一 Yuichi OSHIMA
大島 孝仁 Takayoshi OSHIMA

色川 芳宏 Yoshihiro IROKAWA
川村 史朗 Fumio KAWAMURA
笹間 陽介 Yosuke SASAMA

資源循環材料グループ Environmental Circulation Composite Materials Group

グループリーダー
田村 堅志
Group Leader
Kenji TAMURA

連絡先 Contact

Mail TAMURA.Kenji@nims.go.jp
TEL 029-860-4370 FAX 029-860-4667

| 目的 Purpose

球環境問題の解決は喫緊の課題となっています。資源循環材料グループでは、資源回収・循環システムに貢献する基盤技術から応用化技術の開発に取り組んでいます。具体的には、廃棄物を再生可能な有価物に変換する取り組みや、天然資源を高付加価値化する技術の研究に重点を置いています。また、機能性だけでなく、天然資源を最大限に活用し、環境にも配慮した高性能複合材料の開発にも積極的に取り組んでいます。

Solving global environmental problems has become an urgent priority. The Environmental Circulation Composite Materials Group is dedicated to developing fundamental and applied technologies that contribute to resource recovery and recycling systems. Specifically, our focus is on converting waste into recyclable, valuable materials, as well as conducting research on technologies that enhance the value of natural resources. Additionally, we are actively engaged in the development of high-performance composite materials that are not only highly functional but also environmentally friendly, making optimal use of natural resources.

| アプローチ Approach

- CO₂を炭酸塩鉱物として固定化する技術において、理論解析を導入した結晶形状の制御により、複合材料用の高付加価値な強化フィラーを開発（図1a, 1b）。
- 粘土鉱物や水酸化鉱物の形状制御および表面機能化を通じて、重金属や有機汚染物質の除去に向けた環境浄化材料を設計（図1c, 1d）。
- 非フッ素系の高スルホン化ポリマーを用いた高性能イオン伝導体の設計により、水素エネルギー利用デバイスの開発を推進（図1e）。
- さらに、バイオマス資源を活用した高性能プラスチック材料の創製と、持続可能なプラスチック循環技術の確立にも取り組んでいる（図2）。
- Development of value-added carbonate fillers for composite materials through crystallographic shape control of CO₂-mineralized carbonates, supported by theoretical analysis (Fig. 1a, 1b).
- Design of environmental remediation materials by controlling the morphology and surface functionality of clay and hydroxide minerals (Fig. 1c, 1d).

グループメンバー
Group Members
佐久間 博 Hiroshi SAKUMA
末原 茂 Shigeru SUEHARA
金 浩徳 Jedeok KIM
中尾秀信 Hidenobu NAKAO
山根 嶽 Ryo YAMANE

- Development of hydrogen energy devices using non-fluorinated, highly sulfonated polymers with excellent ion conductivity (Fig. 1e).
- Creation of high-performance plastics derived from biomass resources, along with the advancement of sustainable plastic recycling technologies (Fig. 2).

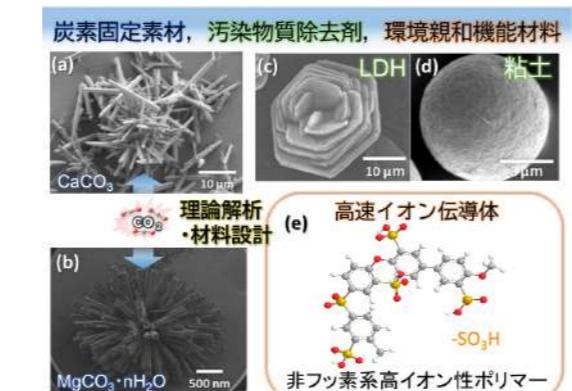


図1 機能性環境材料の設計
(a)炭酸カルシウムと(b)含水炭酸マグネシウムは、CO₂鉱物化によるCCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) 技術としてウイスカー状炭酸塩フィラーへ展開。
(c)バラ状層状複水酸化物(LDH)および(d)球状スマクタイトは、重金属や有機汚染物質に対する高選択性吸着材として設計。
(e)スルホン化ポリフェニルスルホン(SPPSU)は、非フッ素系高プロトン伝導性物質であり、次世代燃料電池・イオン伝導膜材料への応用が期待される。

Fig.1 Design of Functional Environmental Materials:
(a) Calcium carbonate and (b) hydrated magnesium carbonate are developed as whisker-like carbonate fillers via CO₂ mineralization for CCUS (Carbon Capture, Utilization, and Storage) applications.
(c) Rosette-like layered double hydroxides (LDHs) and (d) spherical smectite are designed as highly selective adsorbents for heavy metals and organic pollutants.
(e) Sulfonated polyphenylsulfone (SPPSU), a non-fluorinated material with high proton conductivity, holds promise for next-generation fuel cells and ion-conductive membranes.

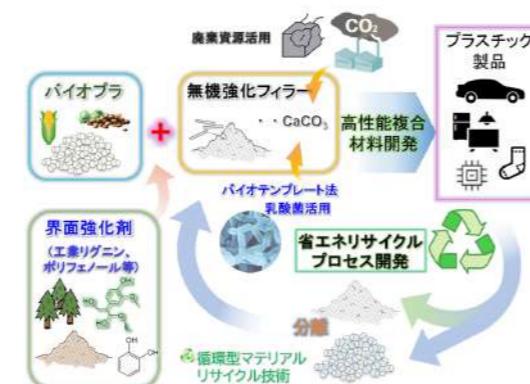


図2 バイオマス資源を活用するカーボン循環型プラスチック複合材料の創製と再生技術開発

Fig.2 Development of carbon-circular plastic composites utilizing biomass resources and their regeneration technologies

ナノ電子デバイス材料グループ Nano Electronics Device Materials Group

グループリーダー
長田 貴弘
Group Leader
Takahiro NAGATA

連絡先 Contact

Mail NAGATA.Takahiro@nims.go.jp
TEL 029-860-4546 FAX 029-860-4916

| 目的 Purpose

半導体に代表される電子材料は、IoT、電気自動車などの新技術で多様な用途で使用されています。この中で高集積、多機能化に加えて高耐久性、高速動作や合成のしやすさなどのニーズが増加しています。当グループでは、電子材料の薄膜誘電体・酸化物半導体材料に注目し、高信頼性と次世代の高速/高電力電子素子に資する新薄膜材料の開発を目的としています。材料開発と界面評価技術を用いて、薄膜キャパシタ、メモリー素子、絶縁膜など次世代半導体素子に資する電子材料開発を目指します。

Nanoelectronics materials have been applied to various new devices for IoT, electric vehicle and so on. For these applications, demands of high reliability, high-speed operation, and high power are increasing. Our group focuses on thin-film dielectric and oxide semiconducting materials in electronic materials with the aim of developing new thin-film materials that contribute to high reliability and next-generation high-speed/high-power electronic devices. Using combinatorial material development and interface evaluation techniques, we develop electronic materials that contribute to next-generation semiconductor devices such as film capacitors, memory devices, and high-k materials.

| アプローチ Approach

高速薄膜材料合成技術であるコンビナトリアル材料合成・評価技術に加えて、マテリアルズ・インフォマティクスと外部連携を進め、更なる材料開発の加速を行います。また、電子素子応用では、異種材料接合界面が重要となります。我々は、特に光電子分光を用いた電圧印加での素子動作状態で界面の化学結合やバンドアライメントを解析するその場観察技術で多様な界面の電子・欠陥構造を解明してきました。これら合成・データ科学・高度評価技術の連携で新材料開発と素子応用への検証と問題解決を行います。

To accelerate the development of thin film materials, we are combining our combinatorial materials synthesis/evaluation technology with materials informatics. In addition, in the device application of new materials, the interfacial properties affect the physical and electrical properties. We have elucidated the electronic and defect structures of various interfaces using in-situ observation techniques, in particular the application of voltage using photoelectron spectroscopy. We will verify and solve problems in the development of new

materials and device applications through the collaboration of synthesis, evaluation, and data science.



図1 研究ターゲット

Fig.1 Our research targets

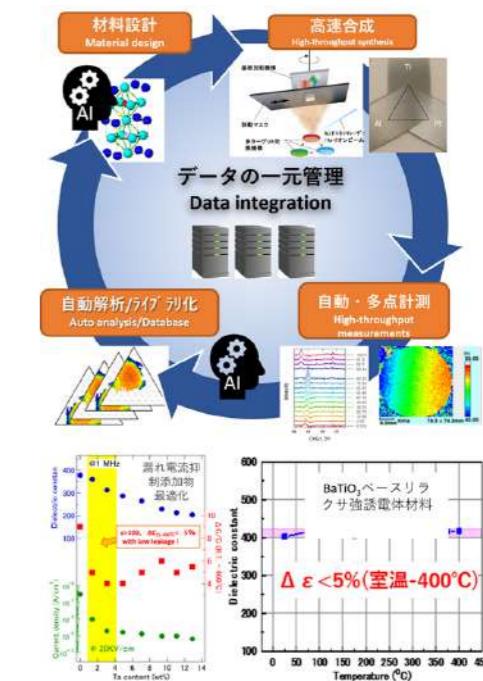


図2 コンビナトリアル手法を組み合わせたデータ駆動材料開発概略（上段）と添加物最適化による高温度安定高誘電体薄膜実現例（下段）

Fig.2 Schematic of data-driven materials development combining combinatorial methods (upper) and optimization of dopant to realize high-temperature stable high-dielectric thin films (lower)

グループメンバー
Group Members
山下 良之 Yoshiyuki YAMASHITA
柳生 進二郎 Shinjiro YAGYU

非晶質材料グループ Amorphous material group

グループリーダー
瀬川浩代
Group Leader
Hiroyo SEGAWA

連絡先 Contact
Mail SEGAWA.Hiroyo@nims.go.jp
TEL 029-860-4601 FAX 029-854-9060

目的 Purpose

非晶質材料は、原子が不規則に配列したネットワーク構造を有しており、原子配列の変化に伴って材料の緻密性、すなわち密度が変化するため、屈折率や誘電率、イオン伝導率や弾性率など様々な物性を変化させることができます。特に、非晶質材料中の原子や細孔構造によって作られるサブナノ～ナノメートルサイズの空間を制御することによって、省エネルギーと省資源に向けた技術革新に資する機能性材料の創出、また、Society 5.0 の達成によるサイバー空間と人間との連動による物事の効率化や豊かさを実現に向けた材料の提案を目指します。

Amorphous materials have a network structure in which atoms are irregularly arranged. The density of the material depends on the atomic arrangement, resulting in various physical properties such as refractive index, dielectric constant, ionic conductivity, and elastic modulus are controlled. By controlling the sub-nano- to nanometer-sized spaces in amorphous materials, we aim to create functional materials that contribute to technological innovation for energy and resource conservation, and to propose materials that will help realize greater efficiency and affluence by linking cyberspace and humans through the achievement of Society 5.0.

アプローチ Approach

非晶質材料中の原子配列や局所構造、ネットワーク構造を制御することによって物性の向上を進めています。材料作製ではガラスの代表的な作製法である溶融法以外に、ゾル-ゲル反応や電気化学反応を用いた溶液プロセスや、気相プロセス、放電プラズマ焼結法などによる固相プロセスを取り組んでいます。作製した材料の細孔の機能化などを行っていくことでサブナノ～ナノメートルサイズの空間を制御し、高機能性材料の作製を目指しています。

The group focuses on functional properties of amorphous materials by controlling the atomic arrangement and local and network structures in amorphous materials. In addition to the melting method, we also synthesize the amorphous materials by solid-phase reactions using the sparkling plasma sintering method and liquid-phase reaction processes using the sol-gel method and electrochemical methods. The group aims to obtain functional amorphous materials by controlling the sub-nano and nano-meter sized spaces by various methods.

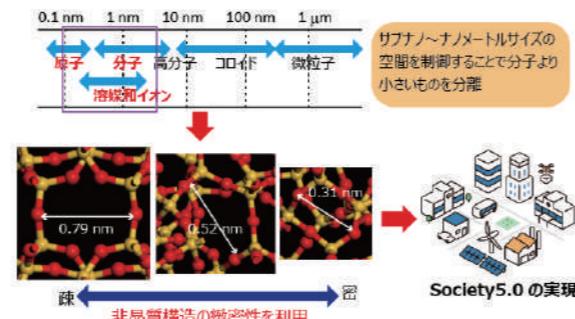


図1 研究の焦点

Fig.1 Our research targets.

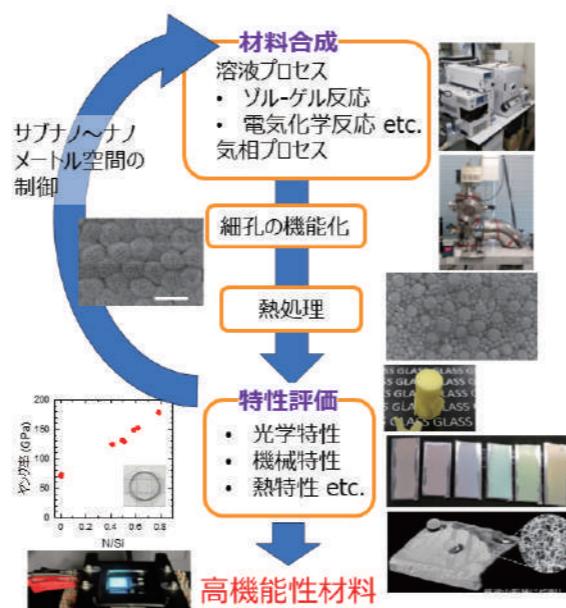


図2 研究アプローチの概要

Fig.2 Overview of our research approach.

光学单結晶グループ Optical single crystals group

グループリーダー
島村 清史
Group Leader
Kiyoshi SHIMAMURA

連絡先 Contact
Mail SHIMAMURA.Kiyoshi@nims.go.jp
TEL 029-860-4692 FAX 029-851-6159

目的 Purpose

- 新しい単結晶材料の設計とバルク単結晶化、それらの評価とデバイス化
- それぞれの材料に適した結晶成長技術開発
- Design, bulk growth, and characterization of new single crystal materials
- Development of proper growth techniques to achieve the best material properties

アプローチ Approach

- レーザー・非線形光学結晶、磁気光学結晶、シンチレーター結晶、ワイドバンドギャップ半導体、圧電・強誘電体単結晶など応用分野を限定せず、単結晶全般を対象とする。
- 近年は、高輝度白色照明に適した単結晶蛍光体、レーザー加工機等のための光アイソレーター用ファラデー回転子、燃焼圧センサー等を視野に入れた高温センサー用圧電体単結晶、新しいワイドギャップ半導体である酸化ガリウム、赤外光学用途を視野に入れたカルコゲナイト単結晶などを開発。
- 大学・研究機関、企業との連携を進めると同時に積極的な国際交流を推し進め、常に新しい観点からの、基礎から実用化まで幅のある研究を目指す。
- A wide range of crystals for optical applications is covered: laser and nonlinear optical crystals, magneto-optical crystals, scintillator/dosimeter crystals, wide bandgap semiconductor, piezoelectric and ferroelectric single crystals, etc.
- Our current main research targets are: Single crystal phosphors for high-brightness lighting devices. Faraday rotators for optical isolators used for laser machinery. Piezoelectric crystals for high temperature use such as combustion pressure sensors. Gallium oxide as novel wide bandgap semiconductor. Chalcogenides for IR optical applications
- Collaboration with universities, national institutes and industries are actively promoted, and the international cooperation is also actively pursued in order to promote new viewpoints and original ideas.



図1 チョクラルスキ法によるCe:YAG単結晶蛍光体(黄色)。従来の粉末合成による蛍光体に比べて変換効率が高い。高温でも良好な特性が維持されるので、特に超高輝度発光素子に好適である。

Fig.1 CZ-grown Ce:YAG single crystal phosphor. This novel phosphor exhibits superior internal quantum efficiency compared with conventional ceramic based phosphors even at high temperatures. Therefore, this is suitable for high-brightness white lighting applications.



図2 TSLAG大型単結晶。大きなファラデー回転角と高い透明性を示すため、高出力レーザー加工機の光源保護に使われる光アイソレーター用として優れた性能を発揮する。

Fig.2 Large-size TSLAG single crystal. This novel crystal shows large Faraday rotation angle and high transmittance, and therefore exhibits better performance for optical isolators which protect the light source of laser machinery.

高機能光学セラミックスグループ Optical Ceramics Group

グループリーダー
鈴木 達
Group Leader
Tohru S. SUZUKI

連絡先 Contact
Mail SUZUKI.Tohru@nims.go.jp
TEL 029-859-2459 FAX 029-859-2401

目的 Purpose

近年、組成制御のしやすさや大型化のしやすさからセラミックスにおいて多結晶焼結体であっても透光性を付与し、その機能を利用する取り組みが求められるようになってきています。耐熱性、耐薬品などの耐過酷環境性を備える光学セラミックスは、レーザーやシンチレータ、蛍光体媒体などに資する材料となり、医療分野やセンサーでの使用が可能となります。光学的機能はもとより、さらにセラミックスの特性を生かした電気伝導性、耐熱性や高強度といった機能を重畳させた先端セラミックスを創製すること目指しています。

Recently, fabrication and usage of transparent polycrystalline sintered ceramics are required because easily composition control and upsizing. Optical ceramics, which possess harsh-environment resistance such as heat resistance and chemical resistance, can be used as materials for lasers, phosphor matrix and scintillators, etc., and can be applied for sensors and medical field. We aim to fabricate advanced ceramics that not only possess optical functions but also have other functions such as electrical conductivity, mechanical properties, etc. that take advantage of the feature of ceramics.

アプローチ Approach

多結晶セラミックスにおいて透光性を発現させるためには、欠陥を究極的に取り除いた緻密化が必要で、そのためには粒子合成・成形・焼結といった創製プロセスの一つ一つを理解し、微構造を精緻に制御することが重要となります。磁場や電場などの外場を用いたプロセスにも注目し、それらの有効性について明らかにするために磁場中プロセスでの観察などを用いてプロセス中で起こる現象を解明することも行います。さらに、光学特性測定以外のイオン伝導度の測定などに関しても、その高度化を行います。

In order to make transparency in polycrystalline ceramics, it is necessary to achieve densification by ultimately eliminating defects, and it is necessary to understand each of the ceramics processing such as powder synthesis, forming and sintering. It is important to design the process for precisely controlling the microstructure in sintered ceramics. We also focus on the processing using the external fields such as magnetic field and electric field, and in order to clarify their effectiveness, we also use in-situ observations in a magnetic field to elucidate the phenomena that occur during the

processing. Furthermore, we are improving the method of the ionic conductivity measurement in addition to measuring optical properties.

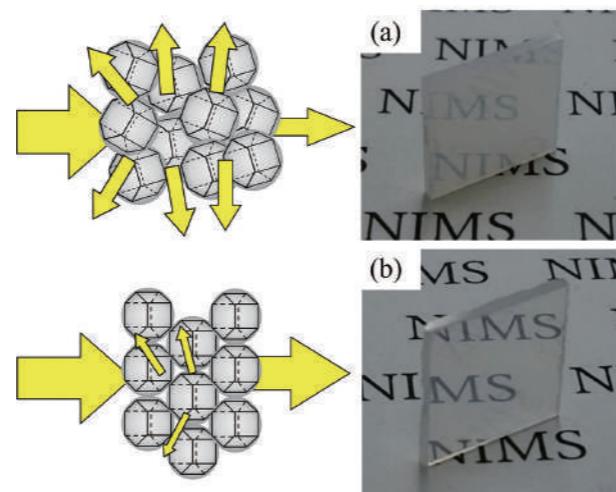


図1 放電プラズマ焼結で作製した透光性アルミナ (a)粉体から直接作製した試料、(b)コロイドプロセスと強磁場によりc軸配向制御した試料

Fig.1 Transparent alumina fabricated by Spark Plasma Sintering. (a) is prepared from the powder directly, (b) is prepared by colloidal processing in a magnetic field for controlling the c-axis orientation.

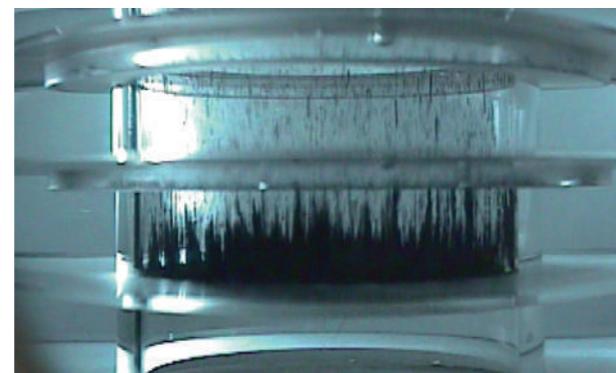


図2 高勾配磁気分離における粒子堆積過程の高磁場下その場観察（高磁場下における物質挙動のその場観察例）

Fig.2 In-situ observation of particle deposition process under high magnetic fields in HGMS (high gradient magnetic separation) (an example of the in-situ observation of behavior of materials under high magnetic fields)

グループメンバー
Group Members 中根 茂行 Takayuki NAKANE
廣田 憲之 Noriyuki HIROTA
古瀬 裕章（併任） Hiroaki FURUSE
小林 清 Kiyoshi KOBAYASHI

エスティリ メーディ Mehdi ESTILI
中西 貴之 Takayuki NAKANISHI
平井 悠一 Yuichi HIRAI

次世代蛍光体グループ Advanced Phosphor Group

グループリーダー
武田 隆史
Group Leader
Takashi TAKEDA

連絡先 Contact
Mail TAKEDA.Takashi@nims.go.jp
TEL 029-860-4304 FAX 029-851-3613

目的 Purpose

- 蛍光体は、省エネ・低環境負荷である固体照明の演色性や、薄型ディスプレイの色域を左右するキーマテリアルであり、可視光域だけでなく生体用光源など近赤外光域での応用も期待されています。次世代蛍光体グループでは発光特性に優れるサイアロン蛍光体を含む無機蛍光体、希土類配位蛍光体、有機無機ハイブリッド蛍光体など幅広く研究を行っています。
- 組成、結晶構造と発光特性の関係の解明から、高性能で信頼性の高い新蛍光体の開発、デバイス化など、基礎と応用の両方の観点から研究を行っています。
- Luminescent materials are one of key materials in solid state lighting (visible to near-infrared) and advanced flat panel displays. Our group concerns itself with both fundamental and industrial research and development in the field of advanced luminescent materials (inorganic phosphor, rare earth coordination phosphor, organic/inorganic hybrid phosphor) for energy and environment related applications.
- We are going to discover new highly efficient and reliable phosphors with promising luminescence properties and interesting crystal structures for those applications, by careful materials selection and synthetic strategies.

アプローチ Approach

- 新蛍光体開発：粉末生成物中の1粒子の結晶構造や発光特性の分析により新蛍光体を開発する単粒子診断法を用いています。粉末単一相合成を必要とせず、様々な生成相を含む混合相粉末からでも新蛍光体開発が可能です。またMIを組み合わせた開発も進めています。
- 物質合成：ガス圧焼成、熱間等方圧加压(HIP)、ガス還元窒化、液相プロセスなど様々な手法を用いて蛍光体合成を行っています。
- New phosphors discovery : A single-particle-diagnosis approach is used to search for luminescent materials with new crystal structure and promising properties. New phosphors are developed even from mixture powder.
- Materials synthesis : Several synthetic techniques, such as gas-pressure sintering, hot-isostatic pressing, gas reduction and nitridation, solution synthesis are applied to prepare phosphor powders.

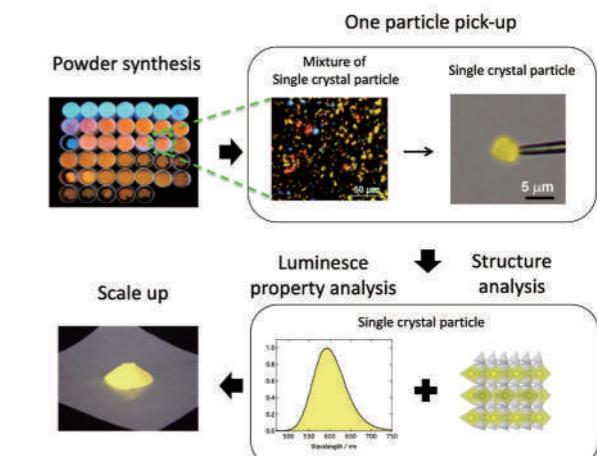
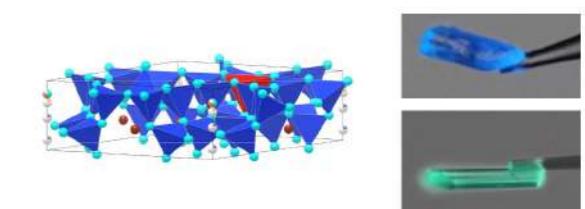
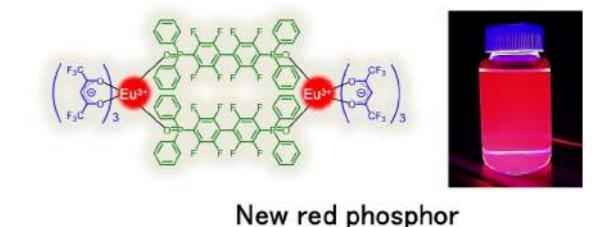


図1 高速で新蛍光体の開発が可能な単粒子診断法
Fig.1 A single particle diagnosis approach for high-speed discovery of novel phosphors



New blue and green phosphors



New red phosphor



New green phosphor

図2 単粒子診断法などで開発された蛍光体の一例（結晶構造図と発光の様子）
Fig.2 Discovered new phosphors (crystal structure and appearance)

グループメンバー
Group Members 中西 貴之 Takayuki NAKANISHI
平井 悠一 Yuichi HIRAI

半導体エピタキシャル構造グループ

Semiconductor Epitaxial Structures Group

グループリーダー
間野 高明
Group Leader
Takaaki MANO

連絡先 Contact
Mail MANO.Takaaki@nims.go.jp
TEL 029-859-2790 FAX 029-859-2301

目的 Purpose

III-V族化合物半導体ヘテロ構造は、レーザ・LED等の発光デバイス、赤外センサー素子やホールセンサ素子などのセンシングデバイス、高周波デバイス等、多様な身近な用途で用いられています。近未来のIoT社会の実現には、これらのデバイスのさらなる高性能化、新機能開拓、低価格化が必要不可欠です。これらの課題解決に向けて、当グループでは高度なエピタキシャル成長技術とナノフォトニクス技術を駆使した新規半導体ヘテロ構造材料を開発することを目的に研究を進めています。

III-V compound semiconductor heterostructures are used in various familiar applications, such as light emitting devices, sensing devices, and high-frequency devices. Toward the realization of IoT society in near future, it is necessary to (1) further improve their performance, (2) explore novel functionalities, and (3) realizing price reduction of high quality devices. Our challenges for solving those issues are developments of novel semiconductor heterostructures by using advanced epitaxial growth techniques and nanophotonics technologies.

アプローチ Approach

本グループでは、III-V族化合物半導体を中心とする材料に関して、高度なエピタキシャル成長技術開発及びそれを駆使した新規ヘテロ構造の作製、さらに、ナノフォトニクス技術との融合も組み合わせた物性開拓に関する研究を行っています。理論計算に基づくヘテロ構造設計、結晶成長過程の理解に基づく高度な成長技術の開発、量子性を有する次世代光源やメタ表面により増感された高感度センシングデバイス等の革新的な光・電子機能を有する半導体材料開発を推進します。

In this group, we will develop advanced epitaxial-growth techniques of compound semiconductor materials (mainly III-V) and realize innovative hetero-epitaxial structures. By utilizing the surface-, interface-, and quantum-properties in the structures and nanophotonics technologies, we will explore novel optoelectronic functionalities toward the next generation quantum- or IoT- devices, such as quantum light emitters and advanced sensing devices sensitized by meta-surfaces.

グループメンバー
Group Members
大竹 晃浩 Akihiro OHTAKE
川津 琢也 Takuya KAWAZU
井村 将隆 Masataka IMURA
林 侑介 Yusuke HAYASHI
宮崎 英樹（併任） Hideki T. MIYAZAKI

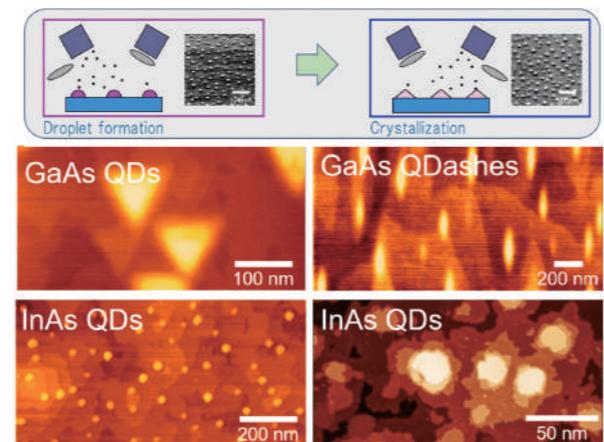


図1 液滴エピタキシー法の模式図、及び、それを用いて作製したGaAs及びInAs量子ナノ構造の走査プローブ顕微鏡像。

Fig.1 Schematic drawing of droplet epitaxy method and scanning probe microscopy images of GaAs and InAs quantum nanostructures grown by the method.

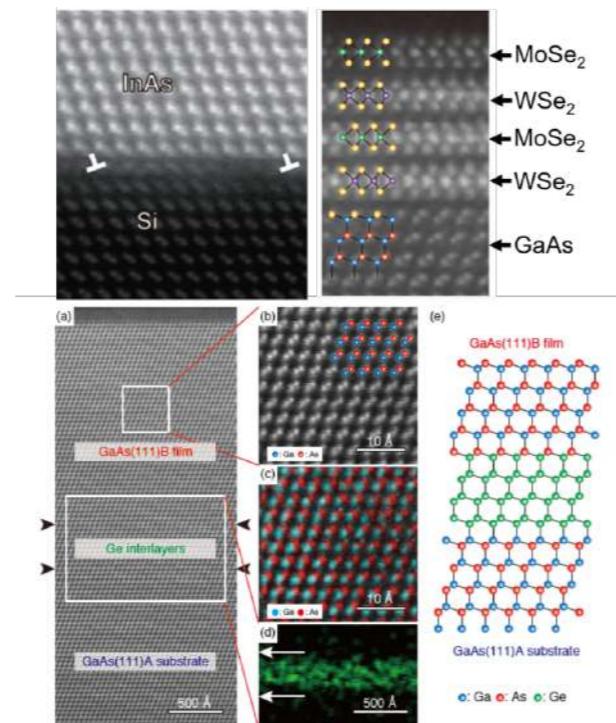


図2 高度なヘテロエピタキシャル成長技術により作製された色々な半導体ヘテロ構造の断面TEM像。

Fig.2 Cross-sectional TEM imaged of various semiconductor heterostructures grown by using advanced epitaxial growth techniques.

量子フォトニクスグループ

Quantum Photonics Group

グループリーダー
黒田 隆
Group Leader
Takashi KURODA

連絡先 Contact
Mail KURODA.Takashi@nims.go.jp
TEL 029-860-4194

目的 Purpose

- 物質のナノ構造化による新規量子機能を開拓します。
- 半導体量子構造の光物性を探査し、革新的な量子光源を開発します。
- 独自開発する有機分子ナノファイバーの光機能性を創出し特異な力学特性を解明します。回折限界を超えるナノスケールの光素子を実現します。
- 高度なフォトン制御を可能にする光量子構造の設計と新概念の量子機能性の理論探索を行います。
- We are aiming to create innovative photonic devices exploiting new optical functionalities that appear for advanced nanostructures.
- Study of semiconductor quantum nanostructures, their physics and applications to novel quantum light sources.
- Study of originally fabricated organic nanofibers. Their application to microoptics free from diffraction limits.
- Design of innovative quantum structures that enable artificial control of electromagnetic fields. Prediction of new quantum optical functionalities.

アプローチ Approach

- 先端的なレーザー分光：紫外～中赤外の幅広いエネルギー域で極微空間からの信号検知が可能な分光法を開発しています。
- 量子光学特性：非古典的な光である単一光子や量子もつれ状態の発生と検証を行い、汎用量子光源の実現を進めています。
- 理論解析：フォトニックナノ構造などでの新規な光・物質間相互作用を探索するための電磁場計算とモデル解析を進めています。
- Advanced laser spectroscopy: We develop new spectroscopy techniques, which enable to detect optical signals from small regions, with broad spectral ranges from UV to mid-IR wavelengths.
- Quantum optics: We observe the generation of nonclassical light, which includes single photons and quantum-entangled pairs, and develop practical quantum light sources.
- Theoretical analysis: We perform electromagnetic and model analysis to investigate novel light-matter interactions in photonic nanostructures.

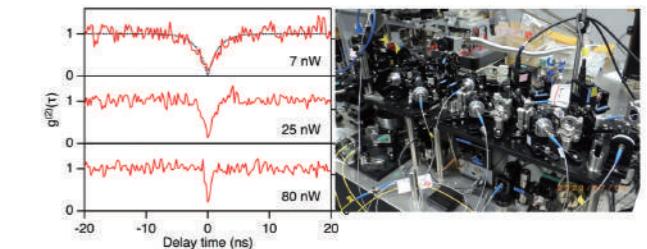


図1 (左) 1.55 μm帯量子ドット単一光子源のアンチバンチング特性、(右) 量子もつれ発生実験の写真

Fig.1 (Left) Anti-bunching characteristics of a quantum-dot single-photon source at a wavelength of 1.55 μm. (Right) Setup for measuring the degree of quantum entanglement.

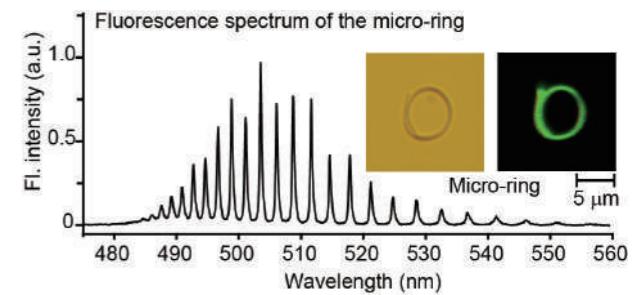


図2 有機色素ナノファイバーを操作して微小リングを作製した。リングの蛍光スペクトルには鋭い共鳴線が現れ、この構造がリング共振器として機能していることを示している。

Fig.2 A micro-ring is fabricated from an organic dye nanofiber by micromanipulation. Fluorescence spectrum of the ring exhibits sharp resonance peaks, indicating that it functions as a ring resonator.

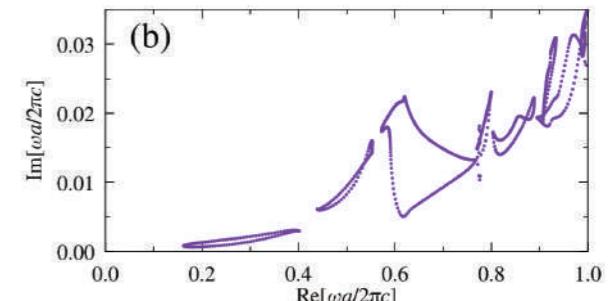


図3 非エルミートフォトニクス結晶の固有周波数スペクトル。非エルミート性により固有周波数は複素平面上に拡がり、空間対称性の破れによりループをなす。

Fig.3 Eigenfrequency spectrum in a non-Hermitian photonic crystal. Due to the non-Hermitian nature, the eigenfrequencies spread out on the complex plane and form loops due to a spatial

グループメンバー
Group Members
栗村 直 Sunao KURIMURA
高澤 健 Ken TAKAZAWA
落合 哲行 Tetsuyuki OCHIAI

ナノフォトニクスグループ Nanophotonics Group

グループリーダー
岩長 祐伸
Group Leader
Masanobu IWANAGA

連絡先 Contact
Mail IWANAGA.Masanobu@nims.go.jp
TEL 029-860-4913

目的 Purpose

- メタ表面、メタマテリアル、フォトニック結晶など、光の波長よりも小さな構造の集積体を数値計算により設計し、ナノフォトニクス材料を作製して研究開発を行っています。
- 精密な設計と高精度な微細加工技術に基づいて作製した人工メタ（超）構造により、自然界には存在しない光機能を持った新材料を実現します。
- バイオセンサ、大面積の色彩材料の実用化を目指す一方で、新機能を発現するナノフォトニクス材料を探索する基礎研究にも力を注いでいきます。

Our research targets are nanophotonics materials such as metasurfaces, metamaterials, and photonic crystals, composed of artificially designed subwavelength unit structures.

We are demonstrating the artificial materials with prominent optical functions, which have never been attained in nature. In addition to the applications of nanophotonics materials to biosensors and large-scale coloring materials, we will also focus on basic researches for exploring nanophotonics.

アプローチ Approach

- 極微細加工装置によるトップダウン、自己集積化によるボトムアップ、双方のアプローチを駆使して、人工設計を具現化するナノフォトニクス材料を実現します。
- トップダウンアプローチにより、メタ表面、フォトニック結晶、フォトニックナノメンブレンなどを作製します。
- 一方、ボトムアップアプローチにより、球状ナノ粒子による3次元コロイド結晶を作製します。

Our highly functional, human-designed nanophotonics materials are produced by both approaches: the top-down and the bottom-up self-assembly nanofabrication. In the top-down approach, we fabricate metasurfaces, photonic crystals, photonic nanomembrane, and so on. In the bottom-up approach, we produce 3D colloid crystals made of spherical nanoparticles.

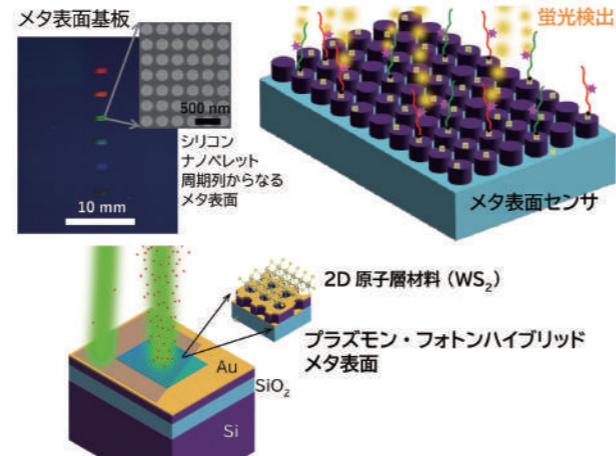
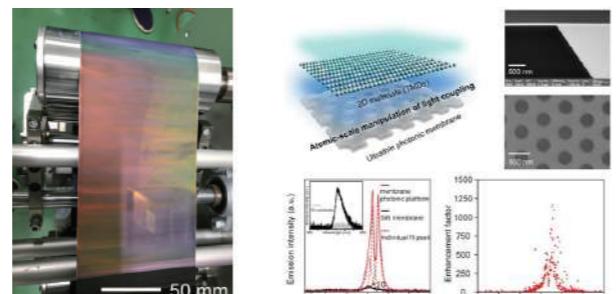


図1 (上) 単一分子検出精度で標的配列のDNAを検出する全誘電体メタ表面バイオセンサ。 (下) 2次元単原子層材料発光を高輝度化するプラズモン・フォトンハイブリッドメタ表面

Fig.1 (Top) All-dielectric metasurface biosensor to detect a target DNA at single-molecule precision. (Bottom) Plasmo-photonic metasurface, extremely enhancing photoluminescence from 2D atomic monolayer materials.



(右) 2D材料における光と物質の結合強化のためのフォトニックナノメンブレンプラットフォーム。強い発光増強を特徴とする構造。

Fig.2 (Right) Freestanding photonic nanomembrane platform for enhanced light-matter coupling in 2D materials, exhibiting strong photoluminescence enhancement.

グループメンバー Group Members 不動寺 浩 Hiroshi FUDOUZI 何 亜倫 Ya-Lun HO

半導体欠陥制御グループ Semiconductor Defect Design Group

グループリーダー
寺地 徳之
Group Leader
Tokuyuki TERAJI

連絡先 Contact
Mail TERAJI.Tokuyuki@nims.go.jp
TEL 029-860-4776 FAX 029-851-4005

目的 Purpose

- 半導体における欠陥制御は、高品質な材料の創出だけでなく、欠陥を利用した新しい機能の創出にもつながります。例えば、ダイヤモンド中に欠陥を導入することで、量子ビットや量子センシングに応用できる新しい素子を形成できます。
- 半導体欠陥制御グループでは、ワイドバンドギャップ半導体材料を中心にしてこの研究に取り組んでいます。我々は、室温動作する量子技術応用、エネルギー効率の向上や環境負荷の低減など、社会的に価値が高い技術創出を目指しています。
- Defect control of semiconductors not only leads to the creation of high-quality materials, but also to the discovery of new functions using defects. For example, the designed defects in diamond will enable new devices for applications such as quantum bits and quantum sensing.
- The Semiconductor Defect Design Group is focusing on wide bandgap semiconductor materials. We aim to realize technologies with high social value, such as applying room-temperature quantum technology, improving energy efficiency, and reducing environmental impact.

アプローチ Approach

- 成長プロセス：欠陥制御には、成長プロセスや材料の組成など、多くの要素が関わってきます。成長プロセスの最適化や不純物の緻密制御を行うことで、より高品質な半導体材料の創製に取り組んでいます。
- 欠陥特性：光学的・電気的評価技術を用いて欠陥を評価することで、欠陥の形成制御のための知見を得ています。また、使いやすい量子物性を目指し、物性理論や量子光学の手法を取り入れ、現象の本質に焦点を当てた効果的な枠組みを構築します。
- Growth Process: Defect control involves many factors, including the growth process and material composition. We are working to create higher quality semiconductor materials by optimizing the growth process and controlling impurities densely.
- Defect characteristics: We gain knowledge for controlling defect formation by characterizing optical and electrical properties of defects. Aiming at quantum properties good to use, we incorporate methods of condensed matter theory and quantum optics, and construct an effective framework focusing on essentials of phenomena.

グループメンバー Group Members 井上 純一 Junichi INOUE 陳 君 Jun CHEN 渡邊 賢司 (特命研究員) Kenji WATANABE 劉 江偉 Jiangwei LIU



図1 高純度ダイヤモンド単結晶を成長するための化学気相成長装置

Fig.1 Chemical vapor deposition system for growing high-purity diamond single crystals

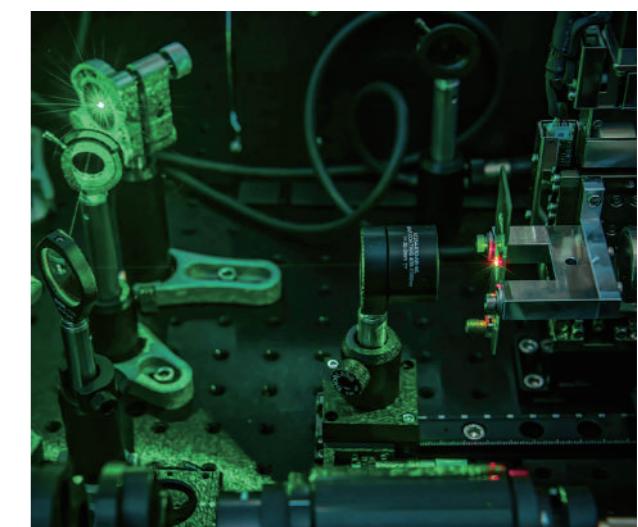


図2 量子特性を評価するための光検出磁気共鳴装置 (ダイヤモンド中の欠陥から量子特性を反映する赤い光が出ている)

Fig.2 Optically detected magnetic resonance (ODMR) system for characterizing quantum properties (red fluorescence light reflecting is emitted from diamond)

多結晶光学材料グループ Polycrystalline Optical Material Group

グループリーダー
森田 孝治
Group Leader
Koji MORITA

連絡先 Contact
Mail MORITA.Koji@nims.go.jp
TEL 029-859-2537 FAX 029-861-7732

目的 Purpose

- センサー窓材や高輝度光源用の光学材料は、スマート社会の実現に不可欠なキーコンポーネントです。我々のグループでは、可視～近赤外の広帯域透過性に加え、優れた力学や熱特性を有する新規な多結晶光学セラミックスの開拓を目指し研究しています。
- 既知のシンプル組成系材料の改良のみで大きな特性改善や複数機能の重畠を実現するには限界があるため、挑戦的な開拓領域として、複雑組成系の光学セラミックスに注目して新規材料の開拓を目指します。
- Optical materials for sensor windows and light sources are one of key components for realizing smart society. Our group is aiming to develop new polycrystalline optical ceramics that possess excellent mechanical and thermal properties in addition to visible to near-infrared broadband transmission.
- In order to attain a major breakthrough in the optical ceramics, our group are now focusing on complex composition systems as a new challenging field of the optical ceramics.

アプローチ Approach

- 新規光学材料：探索範囲を未開拓領域の複雑組成系まで拡大することで、広帯域透過性に加え、優れた力学や熱特性を重畠した新規な光学セラミックスの開拓が期待できます。
- バルク化プロセス：組成を調整した混合粉末を出発原料に、通電/電場、高圧などの外場効果を活用した焼結法により複雑組成系の多結晶光学セラミックスの開拓を目指します。
- 応用：広帯域用センサー窓材や高輝度光源用の光学部材を視野に研究を進めます。
- New optical materials : By expanding the search area from simple composition systems to unexplored complex composition systems, we are expecting to develop new optical ceramics that possess excellent mechanical and thermal properties in addition to broadband transmission.
- Bulk processing : We are aiming to develop densification techniques that enable to synthesize polycrystalline optical ceramics with complex composition systems through

utilizing external field effects such as current/electric field and high pressure.

- Applications : New polycrystalline optical ceramics applicable to broadband sensor windows and light sources.

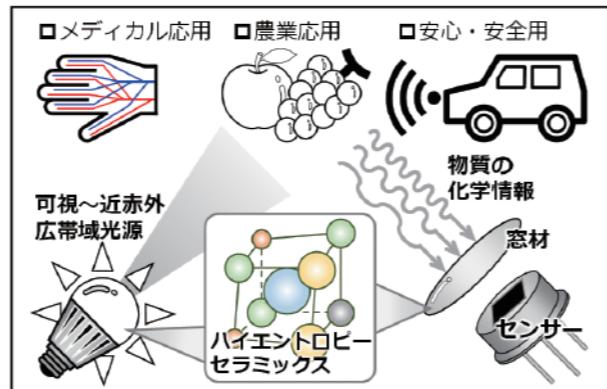


図1 スマート社会実現に向けた光センシング用の窓材や光源用光学セラミックスの概念図。

Fig.1 Application examples of optical ceramics in sensing windows and light sources for realizing smart society.

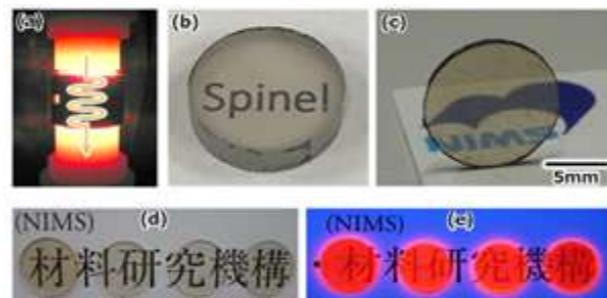


図2 (a)通電焼結法で作製した(b)高強度アルミナ/スピネル積層透明体と(c)ハイエントロピーセラミックスの透明体、および(d)ナノ粒子から作製した(Y,Gd)2O3:Eu3+透明セラミックスと(e)蛍光発光の例。

Fig.2 Examples of (b) high strength alumina/spinel laminated composite and (c) high entropy transparent ceramic fabricated through (a) a pulsed current sintering technique, and (d) (Y,Gd)2O3:Eu3+ transparent polycrystalline ceramics and (e) red luminescence under UV excitation.

上席研究員 Managing Researcher

宮崎 英樹
Hideki T. MIYAZAKI

連絡先 Contact
Mail MIYAZAKI.Hideki@nims.go.jp
TEL 029-860-4716

目的 Purpose

電子波と光波を自在に制御できる人工ナノ構造物を精密な設計と高精度な加工技術に基づいて開発しています。特に、特定の波長の中赤外光の強度から環境中のガス濃度を計測するデバイスに力を注いでいます。

We are developing artificial nanostructures which can manipulate both electron waves and optical waves, based on precise design and high-accuracy fabrication. In particular, we are focusing on devices to measure environmental gas concentrations from mid-infrared radiation with a specific wavelength.

アプローチ Approach

量子井戸とメタ表面（メタマテリアル）の融合により、HgやCdなどの毒性元素を用いる従来の検出器に代替可能な高感度中赤外検出器を実現しました。

By integrating quantum wells and metasurfaces (metamaterials), we have fabricated high-sensitivity mid-infrared photodetectors which could replace conventional detectors including toxic materials such as Hg and Cd.

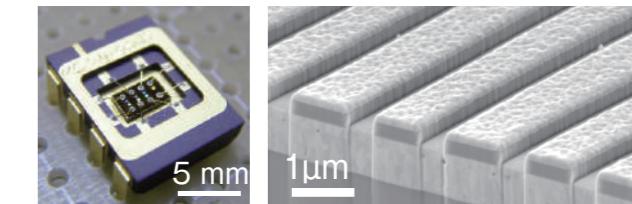


図 特定のガスの濃度を高精度に計測するメタ表面2波長赤外検出器

Fig. Metasurface infrared dual-wavelength detector for measuring the concentration of a specific gas.

独立研究者

Independent Researcher

古瀬 裕章
Hiroaki FURUSE

目的 Purpose

非立方晶材料を中心に、従来にない有効な透明多結晶セラミック材料を開発し、レーザー材料、シンチレータ、蛍光体など幅広い光学分野への展開を目指す。

I'm aiming to develop effective non-cubic transparent polycrystalline ceramics that have never been realized for application in whole photonics fields including laser, scintillator, phosphors.

アプローチ Approach

初期粉体の合成、成形、焼結の過程で最適な条件探索を行い、セラミックスを構成する結晶粒を高度に制御することで高機能な透明セラミックスを実現する。

Controlling the crystal grains constituting ceramics by optimizing fabrication processes in powder synthesis, forming of green body, and sintering for realization of functional transparent ceramics.

連絡先 Contact
Mail FURUSE.Hiroaki@nims.go.jp
TEL 029-859-2265 FAX 029-859-2501

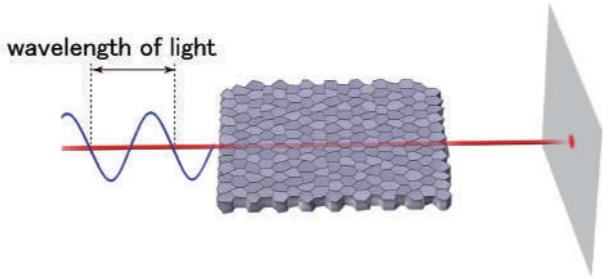


図 結晶粒制御による非立方晶透明セラミックスの概念図と作製した試料写真

Fig. Conceptual design of non-cubic transparent ceramics with fine microstructure and photo of the ceramics.

■ Materials Data Repository <https://mdr.nims.go.jp/>

論文や学会発表等に加え、材料データを収集・保存し、物質・材料研究の推進やマテリアルズ・インフォマティクスに適した形で公開するためのデータリポジトリです。利用者は材料に関するメタデータ項目や全文検索で文献・データを探し、閲覧・ダウンロードすることができます。



MDR

■ 研究者総覧 データベース SAMURAI <https://samurai.nims.go.jp/>

研究に従事する研究職やエンジニア職を対象にしたプロフィール閲覧サービスです。

人・所属・研究内容や出版物などから検索することができます。

出版物は出版社サイトやNIMSデジタルライブラリーにリンクし、その場で論文閲覧などことができます。



SAMURAI

研究者情報 URL The URL of Researcher Information

電子セラミックスグループ
Electrocermics Group大橋 直樹
OHASHI, Naoki小泉 聰
KOIZUMI, Satoshi超ワイドギャップ半導体グループ
Ultra-wide Bandgap Semiconductors Group安達 裕
ADACHI, Yutaka廖 梅勇
LIAO, Meiyong上田 茂典
UEDA, Shigenori大島 孝仁
OSHIMA, Takayoshi大澤 健男
OHSAWA, Takeo大島 祐一
OSHIMA, Yuichi斎藤 紀子
SAITO, Noriko色川 芳宏
IROKAWA, Yoshihiro清水 庄雄
SHIMIZU, Takao川村 史朗
KAWAMURA, Fumio末廣 隆之
SUEHIRO, Takayuki笛間 陽介
SASAMA, Yosuke角谷 正友
SUMIYA, Masatomo資源循環材料グループ
Environmental Circulation Composite Materials Group

田村 堅志



TAMURA, Kenji



佐久間 博



SAKUMA, Hiroshi



末原 茂



SUEHARA, Shigeru



金 済徳



KIM, Jedeok



中尾 秀信



NAKAO, Hidenobu



山根 嶽



YAMANE, Ryo

ナノ電子デバイス材料グループ
Nano Electronics Device Materials Group

長田 貴弘



NAGATA, Takahiro



山下 良之



YAMASHITA, Yoshiyuki



柳生 進二郎



YAGYU, Shinjiro

非晶質材料グループ
Amorphous Material Group

瀬川 浩代



SEGAWA, Hiroyo



大垣 武



OGAKI, Takeshi



早瀬 元



HAYASE, Gen



雨倉 宏



AMEKURA, Hiroshi

光学材料分野 光学単結晶グループ
Optical Single Crystals Group

島村 清史



SHIMAMURA, Kiyoshi



中村 優



NAKAMURA, Masaru



ビジョラ ガルシア



VILLORA, Garcia



原 東升



YUAN, Dongsheng



高機能光学セラミックスグループ Optical Ceramics Group

鈴木 達 SUZUKI, Tohru



中根 茂行 NAKANE, Takayuki



エスティリ メディ ESTILI, Mehdi



廣田 憲之 HIROTA, Noriyuki



古瀬 裕章 FURUSE, Hiroaki



小林 清 KOBAYASHI, Kiyoshi



次世代蛍光体グループ Advanced Phosphor Group

武田 隆史 TAKEDA, Takashi



中西 貴之 NAKANISHI, Takayuki



平井 悠一 HIRAI, Yuichi



半導体エピタキシャル構造グループ Semiconductor Epitaxial Structures Group

間野 高明 MANO, Takaaki



落合 哲行 OCHIAI, Tetsuyuki



大竹 晃浩 OHTAKE, Akihiro



岩長 祐伸 IWANAGA, Masanobu



川津 琢也 KAWAZU, Takuya



不動寺 浩 FUDOUZI, Hiroshi



井村 将隆 IMURA, Masataka



何 亞倫 HO, Ya-Lun



林 侑介 HAYASHI, Yusuke



宮崎 英樹 MIYAZAKI, Hideki



量子フォトニクスグループ Quantum Photonics Group

黒田 隆 KURODA, Takashi



井上 純一 INOUE, Junichi



栗村 直 KURIMURA, Sunao



陳 君 CHEN, Jun



劉 江偉 LIU, Jiangwei



高澤 健



TAKAZAWA, Ken



渡邊 賢司



WATANABE, Kenji



多結晶光学材料グループ Polycrystalline Optical Material Group

森田 孝治 MORITA, Koji



李 繼光 LI, Jiguang



バジルキフ オレグ VASYLKIV, Oleg



上席研究員 Managing Researcher

宮崎 英樹 MIYAZAKI, Hideki



MIYAZAKI, Hideki



独立研究者 Independent Researcher

古瀬 裕章 FURUSE, Hiroaki



FURUSE, Hiroaki

