

特定研究 (2024年度)

「建築物の応答特性を踏まえた非構造部材の耐震性能評価」

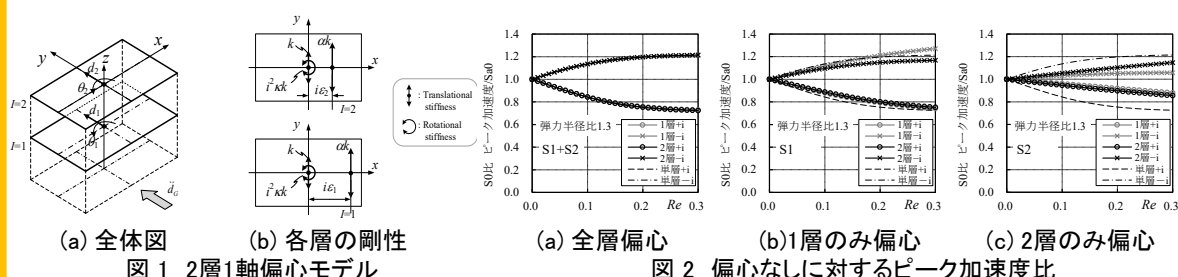
研究代表者：石原直(東京科学大学)

— 研究目的 —

非構造部材の耐震設計では、偏心による構造躯体のねじれ振動の影響は明示的には考慮されていない。研究例はあるものの、増幅の程度や支配パラメータ等は未だ十分に明らかにされていないと思われる。今年度は、基礎的な検討として2層偏心建物を対象として、上下層で偏心が異なる場合を含めて、ねじれ振動が最大加速度に与える影響を検討する。

— 研究成果・効果 —

図1に示す2層1軸偏心建物モデルを対象として、1層と2層の剛性配置を変化させて地震時の最大加速度の変化を調べた。図2のように、全層偏心などの数種のパターンに対して偏心の大きさ(横軸のRe)と偏心なしに対する加速度比(縦軸のS0比)を把握し、非構造部材の耐震設計に資する基礎的な特性を明らかにした。



特定研究 (2024年度)

「計算・データ科学に基づいた電子材料の機能解明と設計」

研究代表者：大場史康(東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所)

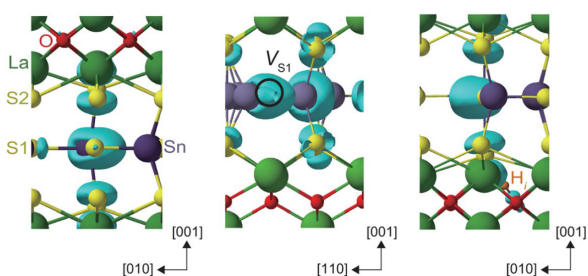
— 研究目的 —

電子材料の真の理解と的確な設計には、機能の起源となる原子・電子スケールの構造まで掘り下げた考察が不可欠である。本課題では、最先端の第一原理計算手法並びにデータ科学手法を駆使して、電子材料の原子・電子構造と機能の相関を解明することを目的とする。また、得られた知見をもとに新材料の設計・提案へと展開することを目指す。

— 研究成果・効果 —

研究成果の一例として、4元系層状オキシカルコゲナイドn型半導体である $\text{La}_2\text{SnO}_2\text{S}_3$ について、第一原理計算により予測された特異な2電子セルフトラップ状態とそのS空孔及び格子間水素不純物との複合状態を右図に示す。本物質中では、これらの状態が安定化することにより、キャリア電子濃度が制約されることが予測された。この結果は、 $\text{La}_2\text{SnO}_2\text{S}_3$ 及び関連物質のキャリアの生成・補償並びにトラップの機構を理解・設計する上で重要な指針になると考えられる。

その他、新材料設計の支援に向けて、機械学習に基づいて、注目する物性と組成・結晶構造を同時に考慮して物質を分類する手法の開発等を行った。



第一原理計算により予測された $\text{La}_2\text{SnO}_2\text{S}_3$ 中の2電子セルフトラップ(左)とそのS空孔との複合状態(中央)及び格子間水素不純物との複合状態(右)の原子・電子レベルの構造

発表論文： 1. T. Nagafuji, K. Osuna, K. Hanzawa, T. Gake, S. Bae, Z. Hu, T. Katase, A. Takahashi, H. Hiramatsu, and F. Oba, *J. Mater. Chem. C* **12**, 12015 (2024).
2. N. Sato, A. Takahashi, S. Kiyohara, K. Terayama, R. Tamura, and F. Oba, *Adv. Intell. Syst.* **6**, 2400253 (2024).

特定研究 (2024年度)

「多元素複合酸化物の触媒設計による新反応場創出」

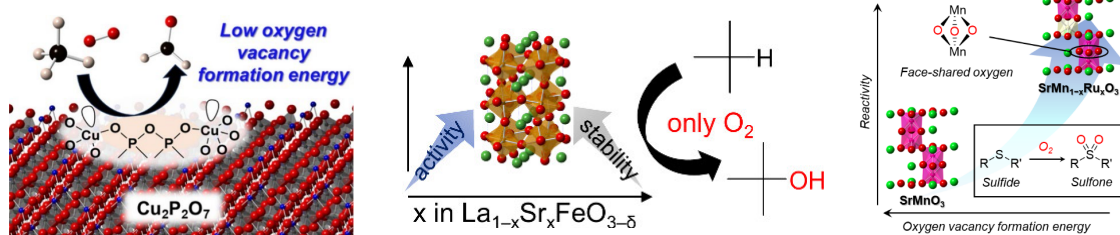
研究代表者：鎌田 慶吾 (東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所)

— 研究目的 —

本研究課題では、これまでに培ってきたナノサイズの金属酸化物に関する設計技術を基盤とし、温和な条件下での不活性結合の直接変換に関する革新的機能創出と多元機能触媒の新たな設計指針・学理の構築を目的とする。元素複合化による触媒活性点の高機能化・集積化により、単一あるいは2成分系では達成困難な特異な構造・原子価・活性点密度をもつ多元機能触媒を設計し、反応場構築と機能創出を目指す。

— 研究成果・効果 —

本研究課題で目的とした多元素複合酸化物の触媒設計による新反応場創出に基づき、メタンやイソブタンなどの低反応性アルカンの直接酸化やスルフィドからスルホンへの低温酸化を可能とする多元素複合酸化物触媒の開発に成功した。また、実験および理論計算を用いた反応機構の検討より、温和な条件下での不活性結合の直接変換に関する新たな設計指針を明らかとした。



発表論文・関連論文: (1) K. Kamata, T. Aihara, K. Wachi, *Chem. Commun.* **2024**, 60, 11483–11499; (2) M. Yamamoto, T. Aihara, K. Wachi, M. Hara, K. Kamata, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2024**, 16, 62244–62253; (3) A. Matsuda, T. Aihara, S. Kiyohara, Y. Kumagai, M. Hara, K. Kamata, *ACS Appl. Nano Mater.* **2024**, 7, 10155–10167; (4) K. Wachi, M. Makizawa, T. Aihara, S. Kiyohara, Y. Kumagai, K. Kamata, *Adv. Funct. Mater.* DOI: 10.1002/adfm.202425452.

特定研究 (2024年度)

「マテリアルデジタルトランスフォーメーションによる電子機能材料・デバイスの開発」

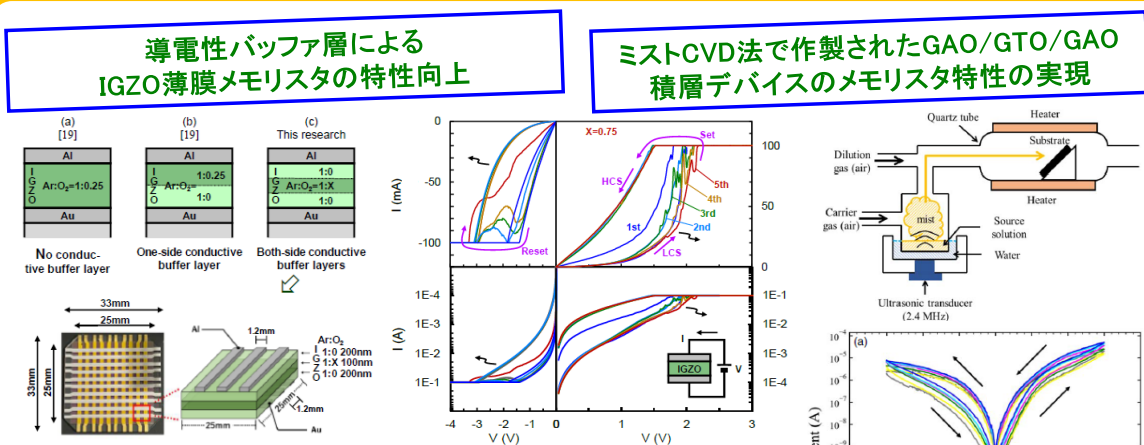
共同利用研究分担者：木村睦 (龍谷大学 先端理工学部 電子情報通信課程)

共同研究対応教員：神谷 利夫

— 研究目的 —

アモルファス酸化物半導体 (AOS) の新規応用提案：メモリスタ・脳型集積回路 / 新規材料TFTの特性解析

— 研究成果・効果 —



- [1] T. Nakaso, M. Kimura, Improvement of Memristive Characteristic of In-Ga-Zn-O Thin-Film Memristor by Conductive Buffer Layers, *IEEE Trans. Electron Devices*, Vol. 71, Issue 10, pp. 6456–6459, Oct. 2024
- [2] S. Sugisaki, M. Kimura, Memristor Characteristics of a Ga-Al-O/Ga-Sn-O/Ga-Al-O Stack Device fabricated using Mist Chemical Vapor Deposition, *Jpn. J. Appl. Phys.*, to be published
- [3] M. Kimura, T. Kamiya, Poly-IGZO TFT with Field-Effect Mobility over 40 cm²/Vs – Mobility Modeling and Self-Heating Simulation –, *Display Week 2025*, May 2024

International CRP 2024 – Category A

(Seismic isolation for buildings in earthquake areas)**Project Coordinator Name:** Andreea CASUTA**MSL Faculties:** Shoichi Kishiki**- Aims of Research -**

The purpose of the project is to share information on the seismic isolation topic, studied and applied extensively in Japan, while in Romania it is still in the beginning. Romania's recorded earthquakes show a pulse-like accelerogram, and for this reason, specific requirements are necessary to apply seismic isolation to both new and existing buildings.

- Results -

During the applicant's visit in Japan she had the chance to visit manufacturing companies for seismic isolation and damping technologies devices. The interesting things learned during the visits, such as how to make and test such devices and many details about such devices were then shown to professional engineers and students.

Last October the applicant organized in UTCB an international conference, where 10 devices manufacturers were invited and also local design engineers who applied seismic isolation in Romania. In the beginning of the event, the president and 3 ASSISI directors (including the applicant) presented the technologies of seismic isolation but also damping and vibration control. The event gathered around 40 professionals from the Romanian engineering market. The main design companies joined.



Please fill information such as URLs, research papers, etc., which you wish to publicize, in this section.

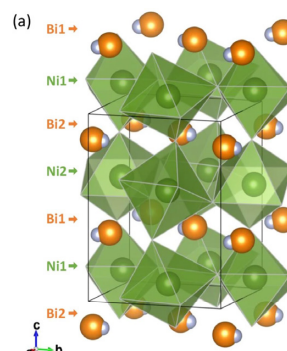
International CRP 2024 – Category B

Symmetry-Operation Assisted Materials Design and Novel Ferroelectric Materials Realization with High Pressure Synthesis Techniques**Project Coordinator Name:** Wei-Tin Chen (National Taiwan University)**MSL Faculties:** Masaki Azuma**- Aims of Research -**

It is aimed to design novel functional materials such as ferroelectric or negative thermal expansion materials based on crystallographic symmetry requirements, and realize target functional oxides by utilizing high pressure synthesis techniques. With symmetry-operation analysis of their structure and phase transition, crystal symmetry modification will be adapted for further materials design.

- Results -

BiNiO_3 is a unique perovskite oxide requires high pressure high temperature (HPHT) techniques to prepare, and exhibits rich charge behaviour upon various pressure and temperature conditions, including insulating charge disproportionated phase and metallic charge transferred phase. Such P- and T-induced charge transitions are accompanied with intriguing negative thermal expansion (NTE) effect. When the sample is pressurised above 4 GPa and cooled down, further phase transition was observed. The high pressure neutron diffraction at 4.3 GPa and 100 K revealed a pressure-induced charge glass state of BiNiO_3 (as shown in the figure). Considering the valence skipper nature of bismuth, it was concluded that the pressure-induced charge amorphisation was realised that the Bi^{3+} and Bi^{5+} cations are randomly distributed at the A site.



Publication: W.-T. Chen and M. Azuma *et al.*, Pressure-induced charge amorphisation in BiNiO_3 , *Nat. Commun.*, **16**, 2128 (2025)

International CRP 2024 – Category B

Research on Seismic Performance and Design Method of Rocking Steel Frame with Column Uplift

Project Coordinator Name: CUI Yao (Dalian University of Technology)

MSL Faculties: KISHIKI Shoichi

- Aims of Research -

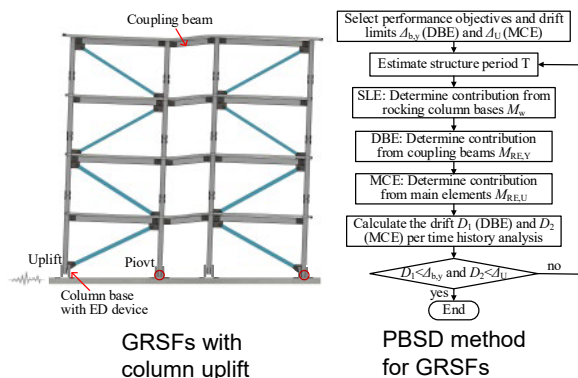
To improve the existing seismic design methods for rocking steel frames, this study initially proposes a preliminary performance-based design approach for Gravity-controlled Rocking Steel Frames (GRSFs) with column uplift. Subsequently, the performance-based design method is applied to a reference facility, and its seismic performance is evaluated. Finally, the column impact effects on the dynamic response of GRSFs is analyzed to optimize the design method.

- Results -

(1) Performance objectives and a performance-based design method for GRSFs are proposed. At the SLE level, the rocking of the GRSF is triggered, and the yielding of column bases occurs; at the DBE level, the yielding of coupling beams occurs to dissipate energy; at the MCE level, the main elements remain elastic.

(2) The GRSF designed using the proposed method can achieve the expected performance targets. The peak interstory drifts does not exceed the limits, which are 0.5% and 1% at the DBE and MCE levels, respectively.

(3) The effect of column impact on the column base and first-story brace should be considered, and a force amplification factor of 1.1 is recommended to optimize the proposed method.



International CRP 2024 – Category B

Innovative retrofit solution for existing RC structures

Project Coordinator Name: Marco Di Ludovico

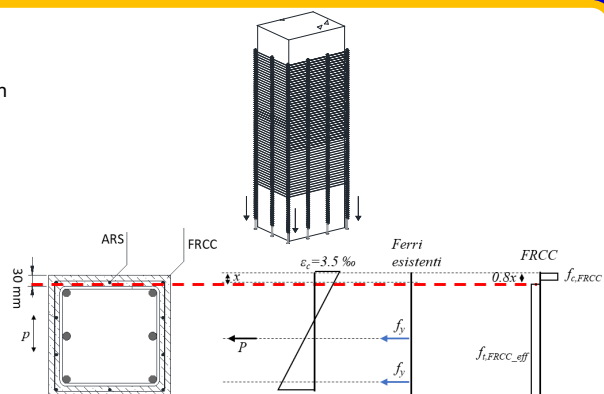
MSL Faculties: Susumu Kono

- Aims of Research -

The project investigates the use of the RFRCC light jacket for improving the flexural and shear capacity of reinforced concrete (RC) structures. The project adopts analytical models to estimate the effectiveness of the solution and its limitations. To this aim, models validated on experimental results are built for reinforced concrete columns. A methodology for the design of such strengthening solution is then proposed.

- Results -

The main result of the project is the proposal of an analytical formulation for the design of RFRCC light jackets for the flexural upgrade of existing RC columns. Such model is of paramount importance for the application of the proposed innovative system in the current construction practice in Italy, Japan and worldwide. For the design of the flexural strengthening, a sectional analysis is performed according to the stress-block method, as per Eurocode 2. The stress-strain behavior of FRCC in tension and compression is then computed following the recommendations of the Italian guideline CNR-DT204/2006 for fibre reinforced concrete. The assumption of perfect bond between the existing concrete substrate and the FRCC is made, based on experimental observations. Through the equilibrium equation between internal and external actions, the neutral axis depth is computed. The additional HP-reinforcement is not explicitly considered in the equilibrium, as it is implicitly included in the tensile contribution of the FRCC.



International CRP 2024 – Category B

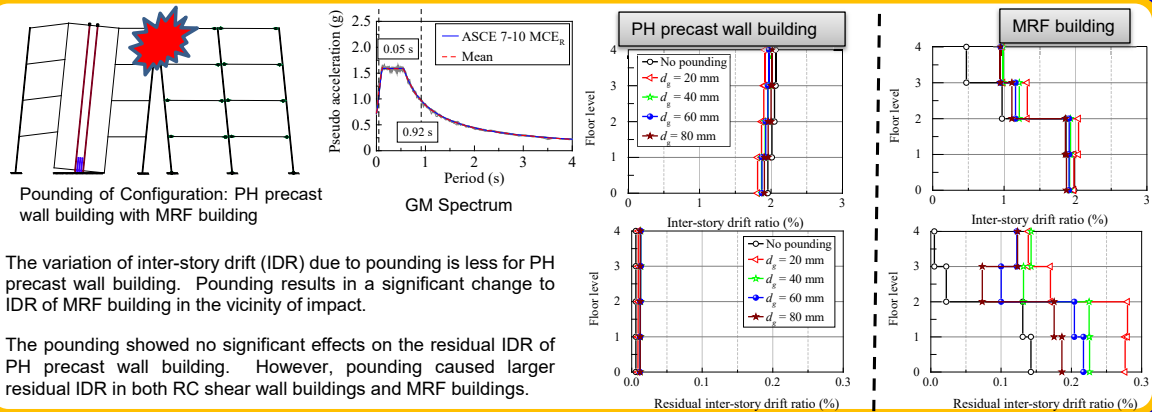
Effect of Seismic Pounding on Self-centering Wall-Frames

Project Coordinator Name: H.A.D. Samith Buddika

MSL Faculties: Susumu Kono

- Aims of Research -

Seismic pounding analysis of post-tensioned hybrid (PH) precast wall buildings with an adjacent buildings will be carried out with a view to investigate the influence of seismic pounding on the structural performance of PH precast wall buildings. The structural performance of buildings is evaluated considering various separation distances under risk-targeted maximum considered earthquake (MCE_R) level ground motions.

- Results -

International CRP 2024 – Category B

Ultrafast coherent phonon dynamics in topological materials

Project Coordinato: Jianbo HU (China Academy of Engineering Physics)

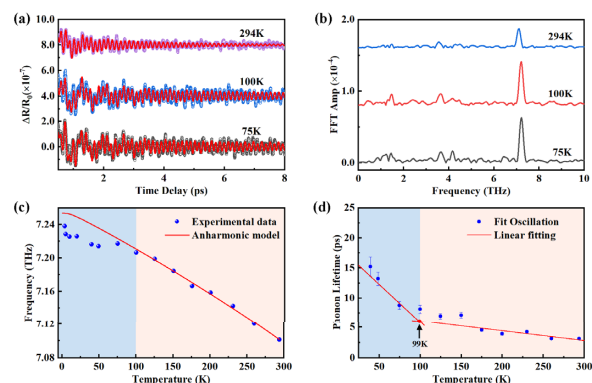
MSL Faculties: Kazutaka G. Nakamura

- Aims of Research -

This project aims to systematically investigate the temperature-dependent coherent phonon dynamics in the topological kagome magnet GdV_6Sn_6 . Specifically, the research aims to: first, identify characteristic temperature points, where phonon behavior may deviate from anharmonic models; Second, understand the origins of phonon anomalies (softening/hardening and lifetime changes) near these temperatures, linking them to electronic structure changes (e.g., van Hove singularities, DOS near the Fermi level) and magnetic ordering.

- Results -

In this work, we systematically investigate the temperature-dependent coherent phonon dynamics of GdV_6Sn_6 and two characteristic temperature points have been identified (i.e., T_e at ~ 100 K and T_m at ~ 5 K). Specifically, we have observed the anomalous softening and suppressed decaying of the A_g^4 phonon mode when approaching T_e , which may result from the change of density of states (DOS) near the Fermi surface. While around T_m , the hardening and accelerated decaying of the A_g^4 phonon mode emerges since the buildup of magnetic order alters the phonon energy renormalization and opens an additional scattering channel.



Please fill information such as URLs, research papers, etc., which you wish to publicize, in this section.

International CRP 2024—Category B

Earthquake Ground Motion Parameters for the Monument Zones of the World Heritage Site of the Kathmandu Valley**Project Coordinator Name: Prem Nath Maskey****MSL Faculty: Susumu Kono****- Aims of Research -**

The Project aimed at the collection and preparation of the earthquake ground motion parameters for the monument zones of the World Heritage Site of the Kathmandu Valley by learning the chronological development of Japanese ways of assigning the earthquake ground motion parameters in the seismic codes and standard laws. The safety of people and mitigation of large damages during large earthquakes have been the key words of Japanese regulations.

- Results -

The study had facilitated in determination of the seismic hazard curve for all the seven monument zones of the World heritage Site of the Kathmandu Valley. The influence of the soil sediments on the ground motion during the earthquakes at all the monument zones was obtained. The interaction in Japan was supposed to facilitate in developing the updated form of the seismic standards/code at par with any other international code. This study and interaction have highlighted on the need and ways to develop Nepalese Code/Standard and the rational ways to handle with the maintenance of the cultural heritage rationally.

Please fill information such as URLs, research papers, etc., which you wish to publicize, in this section.

International CRP 2024—Category B

Development of Alternative Material for Round River Stone Masonry Housing**Project Coordinator Name: Gokarna Bahadur Motra (Tribhuvan University, Nepal)****MSL Faculty: Prof. Susumu Kono****- Aims of Research -**

The main objective of this study is to find the effectiveness of precast stone masonry blocks in context of Nepal. Determine the optimum stone content based on the strength and economy. Performance evaluation of masonry houses with precast stone blocks.

- Results -

The sample (1:4:8) with 30% stones and 0.45-0.55 water cement ratio has exhibited excellent performance. It demonstrated higher strength with very less variation in standard deviation. Factors such as the placement of stones, workmanship, and the curing method contributed to the higher strength observed in these blocks. The primary cause of block failures is observed at the interface between the concrete and stones. Cracks in the stones can also be observed in certain samples. Blocks with stone content exceeding 30% by volume have not exhibited satisfactory performance. Blocks with dimensions of 290x190x140 mm, the stone content can be increased. Based on the test results and cost considerations, block with a 1:4:8 ratio and 30% stone content is recommended for construction.

International CRP 2024—Category B

Development of numerical constitutive model for confined concrete**Project Coordinator Name:** David Mukai (University of Wyoming)**MSL Faculties:** Susumu Kono**- Aims of Research -**

This project aims to develop a concrete damage plastic model, based on the combination of damage mechanics and plasticity, to analyze the failure of concrete structures confined by shear reinforcement and/or steel tube.

- Results -

A plasticity-damage mechanics model was successfully used to model and analyze spun cast piles made of high-strength concrete encased by steel tubes. This work was carried out by members of the Kono lab (Kono-sensei, Priyana Rajbhandari, and Clarissa Jasinda). This constitutive model has helped the group create models to accurately simulate experimental results. This has resulted in useful outcomes such as developing strain limits in walls for performance levels defined by Japanese design agencies and developing design equations for circular hollow precast high-strength concrete-filled steel tube piles under uniaxial compressive loads. A second constitutive model which is normalized by concrete crushing energy has been used with great success in fiber-based analyses.

International CRP 2024—Category B

Development of ultra-high performance concrete using various waste resources

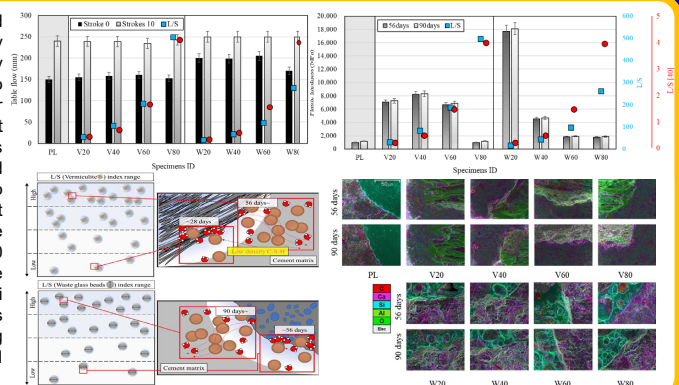
(Interface transition zone properties of lightweight aggregate high strength mortar with waste resources)

Project Coordinator Name: Jeongsoo Nam (Chungnam National University)**MSL Faculties:** Susumu Kono**- Aims of Research -**

The objective of this study is to investigate the interface transition zone properties of lightweight aggregate high strength mortar with waste resources. Different types of LWA (Vermiculite (V), Waste glass beads (WGB)), the development of ITZ between the cement matrix and aggregate, and the heterogeneity characteristics were examined via time series analysis. Based on the results, the timing of moisture release in the LWA types was analyzed for curing times of 3, 7, 28, 56, and 90 days. Finally, the improvement in the nanostructures and the development of strength in an IC environment were systematically analyzed using LWA/sand (L/S) and the moisture state of the mortar.

- Results -

The compressive strength expression of the mortar increased linearly with curing time as the L/S increased. During the early curing stage, the moisture retained by LWA continuously supported the hydration reaction in the ITZ, contributing to strength expression. With an increase in the L/S value, a clear tendency for moisture consumption was observed in the ITZ. It was possible to determine the level of moisture voxels consumed in the ITZ as the moisture within the LWA moved along the direction of the cement paste. This was attributed to the variation in the total amount of moisture among the different types of LWA of the same quantity. The plastic hardness of the ITZ increased as the curing progressed from 56 days to 90 days. The moisture released from the LWA facilitated the hydration reaction as it moved into the cement paste. The Ca/Si ratio in the mortar with LWA increased with curing time. This reflects the structural characteristics of C-S-H formed during hydration within the cement paste, where the low-density C-S-H gels developed dense and uniform microstructures.

Web page: <https://concrete.cnu.ac.kr/>

国際研究B (2024年度)

「Hydrogen-Induced TFT Operational Transformation in Tin Monoxide TFT」

Kenji Nomura, University of California, San Diego

MSL Faculties : Keisuke Ide

— 研究目的 —

This project investigates the effect of hydrogen impurity on the electrical characteristics of Tin monoxide (SnO) thin-film transistors (TFTs). The study focuses on assessing its impact on the TFT operation mode, proposing a novel approach to control the switching behavior of SnO-TFTs.

— 研究成果・効果 —

The influence of hydrogen impurities on p-channel SnO-TFT was investigated through RF hydrogen plasma treatment. It demonstrated that hydrogen incorporation into the SnO channel layer modified the TFT operation mode, transforming the device from p-channel mode to n-channel mode through ambipolar operation.

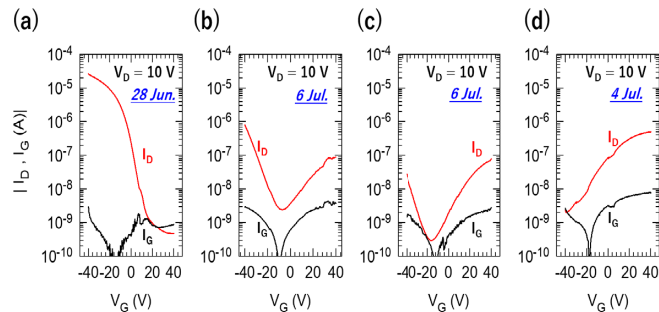


Fig.1 Variation of transfer characteristics by hydrogen plasma treatment with different RF powers (a) Pristine, (b) 10 W, (c) 30 W, and (d) 50 W for the p-channel SnO-TFTs. The treatment duration was 10 sec.

国際研究B (2024年度)

「InGaN/GaN量子井戸の超高速光応答」

研究代表者 : 大川和宏 (King Abdullah University of Science and Technology)

共同研究対応教員 : 中村一隆

— 研究目的 —

本研究では、フェムト秒光パルスを用いたInGaN/GaN量子井戸の超高速光応答計測を用いて、キャリアフォノン散乱やフォノン欠陥散乱のダイナミクスを調べることを研究目的とする。InGaN/GaN量子井戸構造およびGaNを試料として用い、レーザーパルス励起による光応答過程をポンプ・プローブ型計測を用いて調べるとともに理論解析を行う。

— 研究成果・効果 —

GaN結晶には4THzと17THzの周波数を持つ二つの光学フォノンが存在する。GaNにおけるフォノン2モードのコヒーレント励起に関する量子理論計算を行ない、過渡反射率計測結果をよく再現できた。

系: 電子2準位 + 2モード調和振動子フォノン

光電子相互作用: 双極子近似 + 回転波近似

時間発展: Lindblad型量子マスター方程式

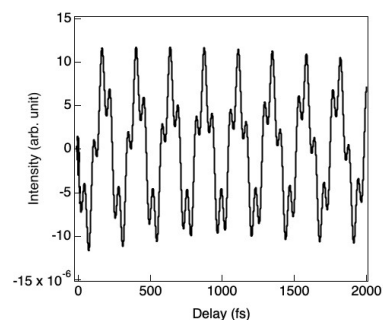


図1: 変位の期待値の時間変化の計算結果

International CRP 2024—Category B

Seismic response analysis of base-isolated structures under long-period ground motions

Project Coordinator Name: Zhe Qu

MSL Faculties: Shoichi Kishiki

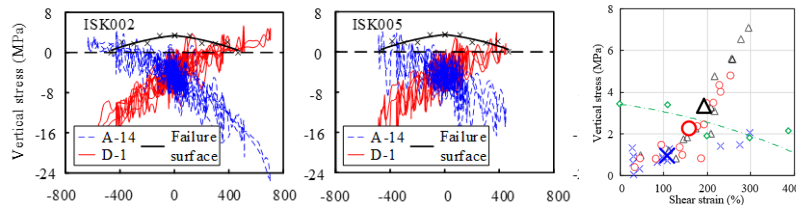
- Aims of Research -

This project aims to identify risks to isolation bearings, particularly excessive shear strain and tensile stress under intense long-period ground motions. The goal is to enhance base isolation design, mitigate long-period motion risks, and ensure the reliability of isolation bearings, paving the way for future super-long-period base-isolated buildings.

- Results -

This study found that the 2024 M7.6 Noto Peninsula Earthquake had strong long-period characteristics, significantly affecting base-isolated structures. Simulations showed that intense long-period shaking could compromise the isolation layer, with rubber bearings at high risk due to excessive shear strain and tensile stress. Considering soil-structure interaction (SSI) and nonlinear soil response, soft soils amplified long-period motions, increasing displacement, rocking, and the risk of tensile-shear failure. These results highlight the need to enhance the tensile capacity of isolation bearings or implement control measures to improve the safety of base-isolated systems under long-period shaking.

Shear strain and vertical stress in rubber bearings under long-period ground motions



Web page: <http://www.qu-zhe.net/>

International CRP 2024—Category B

Development of high-performance carbon neutral seismic force resisting system

Project coordinator name: Tony T.Y. Yang (The University of British Columbia)

MSL Faculty: KONO Susumu

- Aims of Research -

The aim of the research is to develop a high-performance CLT shear wall system which can be used for high rise applications.

- Results -

Figure 1a shows the novel dual-pinned self-centering coupled CLT shear wall (DSCW) system developed in this study. DSCW consists of two sets of CLT shear walls that are coupled to one another using the self-centering friction dampers (SCFD) shown in Figure 1b. In addition, the base of the DSCW is designed to sit on V-shaped truss assemblies. Figure 2 shows the force-deformation of the DSCW under cyclic load.

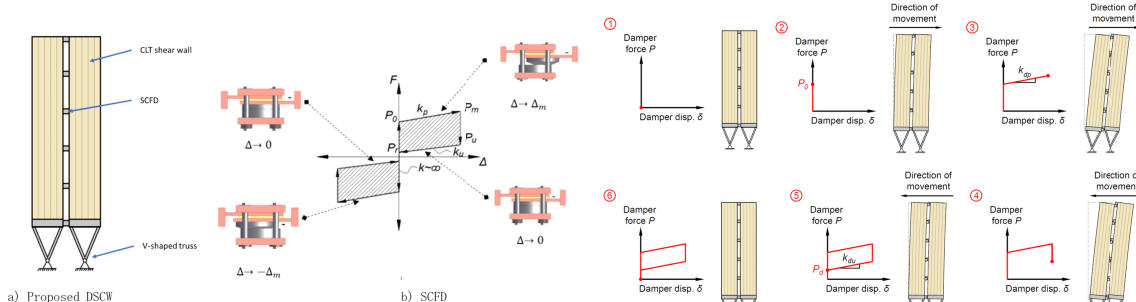


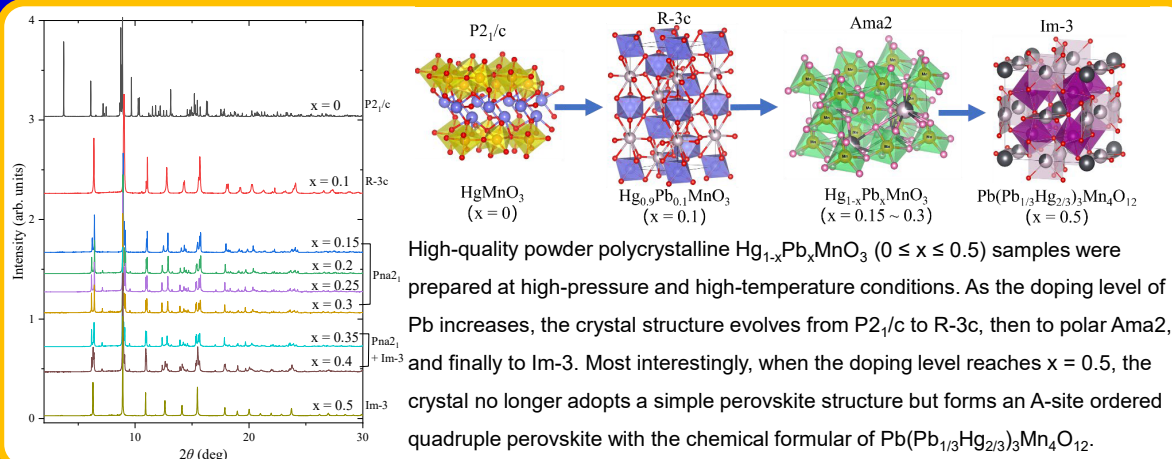
Fig 1: Proposed DSCW system

Fig 2: Cyclic response DSCW system

International CRP 2024 – Category B

High-pressure synthesis and complex structural evolution of $\text{Hg}_{1-x}\text{Pb}_x\text{MnO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.5$)**Project Coordinator Name:** Youwen Long (Institute of physics, CAS)**MSL Faculties:** Masaki Azuma**- Aims of Research -**

The aim is to use synchrotron X-ray diffraction to analyze the specific structures of these compounds, and to understand the internal evolutionary relationships and the physical mechanisms behind them.

- Results -

Please fill information such as URLs, research papers, etc., which you wish to publicize, in this section.

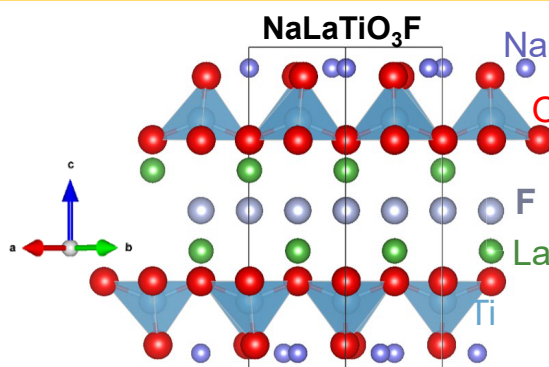
一般研究B(2024年度)

「異種アニオン置換・挿入による層状ペロブスカイト化合物の結晶・電子構造チューニング」**研究代表者:** 赤松 寛文(九州大学)**共同研究対応教員:** 大場 史康**— 研究目的 —**

結晶構造は物性と深く関連しているため、構造歪みの制御は物性の創出や制御のために不可欠である。ペロブスカイト関連化合物においてよく見られる配位八面体の回転は、許容因子に基づいて、カチオンの置換により制御されることが多い。本研究では、本研究では構成アニオンの置換に焦点を当てる。異原子価アニオンドーピングあるいは格子間隙アニオンの導入を通じた原子・電子構造の修飾による誘電特性制御の可能性を検討する。

— 研究成果・効果 —

本研究では、Ruddlesden-Popper類縁酸フッ化物 $\text{NaLaTiO}_3\text{F}_2$ の電気化学的脱フッ素化を検討した。第一原理計算により、配位八面体頂点位置のFが抜けた極性空間群 $Pca2_1$ の結晶構造が安定であることが予測された。その電気化学合成を試みたところ、 $\text{NaLaTiO}_3\text{F}_2$ よりも長軸の格子定数の大きさに相が生成していることが明らかになった。しかし、電気化学反応は完全には進行しておらず、セル構成の工夫を検討する必要がある。



一般研究B(2024年度)

「金属伝導性配位結合水素化物の創製」

研究代表者：飯村壮史(NIMS)

共同研究対応教員：平松秀典

— 研究目的 —

本研究では、ルイス酸点との配位結合によって安定化されたH⁻を有する金属伝導性固体を創製し、カルボニル化合物への水素化反応活性を調べる。金属が持つ空軌道と水素との相互作用に着目し、固体材料でもヒドリド錯体並みの水素化反応活性を持ちうるのかを問う。フロンティア材料研究所とは材料の評価に関して共同研究を行う。

— 研究成果・効果 —

令和6年度は後周期遷移金属 (ITM) とアルカリ金属/アルカリ土類金属/希土類金属を含む金属間化合物に注目した。特に後者からの電子ドーピングによってITMの電子構造がホウ素やアルミニウムの様に ns^2np^1 となる化合物を選び出した。次に、水素化前後の全エネルギー変化を第一原理計算から評価し、水素化すると予想される化合物を最終候補とした。このようにして選んだ化合物を実際に固相法により合成し、水素化後の水素位置は中性子回折から同定し、第一原理計算から予想したサイトを水素が占有していることを確かめた。

得られた水素化物はdiborane(4)と同じHOMOとLUMOを持ち、水素化後はdiboraneと似た電子構造を取ることも明らかになり、狙っていた、隣接するルイス酸点とヒドリドを持つ金属伝導性固体と言える。

一般研究B(2024年度)

「免震装置における熱・力学連成挙動への対策」

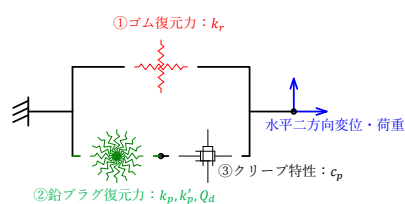
研究代表者：石井建(北海道大学大学院工学研究院)

共同研究対応教員：吉敷祥一

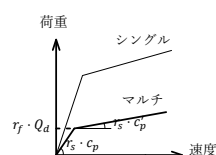
— 研究目的 —

免震構造は通常設計レベルの地震動に対して上部建物の安全性を大きく向上させるが、そこに用いられる主要な免震装置は地震時のエネルギー吸収に応じて装置温度が上昇し減衰性能が低下するという熱・力学連成挙動を生じることが指摘されている。本研究は、免震装置の熱・力学連成挙動の発生機構を詳しく分析し、地震時の性能低下を防止するための対策手法を検討することを目的とする。

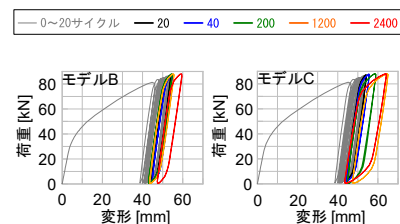
— 研究成果・効果 —



水平二方向に拡張した
粘弾性力学モデル



マルチダッシュポット要素
に適用する非線形特性



LRBのクリープ挙動と
熱・力学連成挙動の同時再現

関連論文:

石井ほか、角型鉛プラグ入り積層ゴムの風荷加重振実験(その3)粘弾性モデルを用いたシミュレーション解析、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造II, pp. 611-612, 2023.9.

一般研究B(2024年度)

「志賀火山における噴火履歴および噴火過程の解明」

研究代表者：石崎泰男(富山大学学術研究部都市デザイン学系)

共同研究対応教員：寺田暁彦

— 研究目的 —

志賀火山の噴火履歴を可能な限り詳細に把握した上で、各噴火の過程とマグマ系を理解することを研究目的とする。同火山や隣接する草津白根火山のように火口周辺が観光地化した火山が突然噴火した場合、それが小規模な噴火であっても大きな災害となりうる。そのため、本研究では、志賀火山の噴火履歴(特に噴火年代と噴火様式)の解明と、各噴火噴出物の物質科学的解析をもとにした地下のマグマ供給系の描像を重点的に行った。

— 研究成果・効果 —

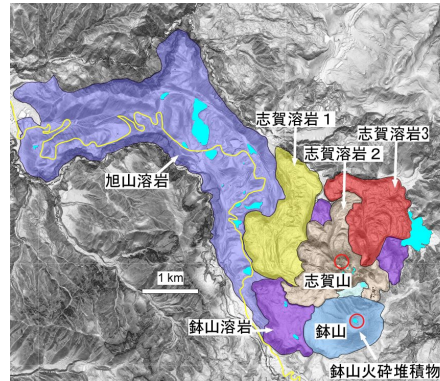
研究成果

①志賀火山では約5万年前と約10000～6500年前にマグマ噴火が発生し、それぞれ鉢山と志賀山の火山体を形成した。

②志賀火山のマグマ噴火は主に流出的な溶岩噴火で特徴づけられる。

③志賀山のマグマ供給系は、上部地殻(約200 MPa)に存在する単一のデイサイト質マグマ溜りと、その底部に注入した苦鉄質マグマ(活動期で組成が異なる)から構成される。

これらの成果を、今後、**地域が取るべき社会的対応を検討するための基礎情報として地元自治体や気象庁に提供していく**



発表論文・関連論文：Y. Ishizaki, N. Kametani, and W. Numata, Chapter 1 Geology and Eruptive History of Kusatsu-Shirane Volcano, in Active Volcanoes of the World 'Kusatsu-Shirane Volcano, Springer, in press.

一般研究B(2024年度)

「電磁探査による草津白根山の地下構造の把握」

研究代表者：石須慶一(九州大学)

共同研究対応教員：寺田暁彦

— 研究目的 —

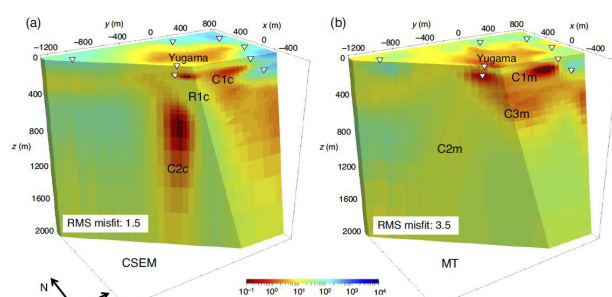
水蒸気噴火の発生メカニズム解明には、火山地下の熱水・粘土層・熱源の空間分布およびその空間分布の時間変化を把握する必要がある。水蒸気噴火発生場を電磁探査によりモニタリングすることで、水蒸気噴火発生メカニズム解明に資する熱水・粘土層・熱源の空間分布およびその空間分布の時間変化を把握することが目的である。

— 研究成果・効果 —

湯釜火口から4km離れた石津硫黄鉱山跡地から電流を送信し、湯釜火口に設置する8台の電磁場受信機によって、2024年5月から10月の間、電磁探査モニタリングデータを取得した。

本地域では、電磁モニタリング観測を2020年から連続して行ってきた。まずは、時間変動の初期モデルとする地下比抵抗構造を2020年の9月から10月にかけて取得したデータを用いて推定した(Ishizu et al., 2025, GJI)。今後は、2024年度データなどの解析を進め、地下比抵抗構造の時間変化を推定する。

草津白根山2020年度地下比抵抗構造



Ishizu et al., 2025, GJI

発表論文・関連論文：

Ishizu, K., et al. (2025). Controlled-source electromagnetic survey in a volcanic area: relationship between stacking time and signal-to-noise ratio and comparison with magnetotelluric data. Geophysical Journal International, 240(2), 1107-1121.

一般研究B(2024年度)

「強結合電子・格子系における光励起量子多体ダイナミクスへの量子情報論的アプローチ」

研究代表者：石田邦夫(宇都宮大学)

共同研究対応教員：中村一隆

一 研究目的

光励起下の電子・格子系における過渡ダイナミクス計算において、特に光の量子化を考慮した場合には数値計算規模が指数関数的に増大する。そこで、各時刻におけるランク変動を考慮したSchmidt分解による新規計算法を導出し、特異ベクトルの時間発展を追跡することによる新たな次元削減法を検討する。

一 研究成果・効果

時間依存シュレーディンガー方程式の解 $|\Phi(t)\rangle$ について、特異値分解を行う

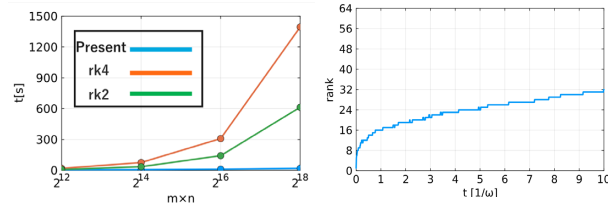
$$|\Phi(t)\rangle = \sum_{n=1}^{r(t)} \lambda_n |\eta_n(t)\rangle |\theta_n(t)\rangle$$

ランク $r(t)$ の時間変化を求める手法を確立した



$|\Phi(t)\rangle$ ではなく $|\eta_n(t)\rangle, |\theta_n(t)\rangle$ の時間発展を追うことによって次元削減を行った

計算結果



新計算法と従来法の計算時間比較

ランクの時間変化

波動関数の仮定なしに大幅な時間削減が可能となった

関連論文：K. Ishida and F. Sunaga, Dynamics of photoinduced entanglement in electron-phonon systems, Progress in Ultrafast Intense Laser Science XVII, 119 (2024).

一般研究B(2024年度)

「鉄系酸化物磁気ナノ微粒子の形状制御と磁気及び熱力学的特性分析」

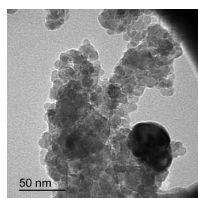
研究代表者：一柳優子(横浜国立大学・大学院・工学研究院)

共同研究対応教員：川路均

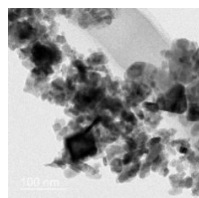
一 研究目的

これまでに当研究室では、独自の湿式混合法を用いて3d遷移金属をドーブした鉄系酸化物の磁気ナノ微粒子を作製し、その磁気特性について評価してきた。本研究では NiFe_2O_4 ナノ微粒子について、粒子の形状を変化させる作製方法を試み、形状の違いによる保磁力などの磁気パラメータの変化を調べるとともに、異方性定数を評価することを目的とした。

一 研究成果・効果

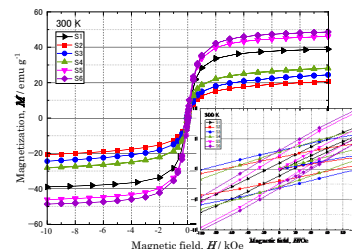


球状粒子



直方、棒状粒子

6種類のサンプルを作製し、TEMにより球、直方、棒状の粒子が生成されていることを確認



試料名	K_{eff} / Jm^{-3}	K_u / Jm^{-3}	K_v / Jm^{-3}
S1(球)	1.003×10^4	0	1.003×10^4
S2(球・棒状)	3.168×10^4	4.594×10^4	7.762×10^4
S3(直方・棒状)	4.056×10^4	5.950×10^4	10.006×10^4
S4(球・直方)	3.445×10^4	2.380×10^4	5.825×10^4
S5(球)	1.169×10^4	0	1.169×10^4
S6(球・直方)	2.198×10^4	3.174×10^4	5.327×10^4

SQUID磁束系による磁化測定により形状が棒、直方の粒子を含むものが磁気異方性の増大とともに保磁力も増大することを確認。飽和漸近則からの解析により、結晶磁気異方性よりも形状異方性のほうが有効磁気異方性に大きく影響していることが判明。

一般研究B(2024年度)

免震建物上部構造への制振ダンパー付加による擁壁衝突時の応答制御に関する研究 — エネルギーの釣合いに基づくオイルダンパー設計法の構築 —

研究代表者：犬伏徹志(近畿大学)

共同研究対応教員：佐藤大樹

— 研究目的 —

擁壁衝突時における免震建物上部構造応答をオイルダンパーにより制御する。今年度の目的は以下の3点。

- ① 衝撃力と擁壁との接触時間から計算される力積を用いた上部構造に加わる衝突エネルギー算定式の提案
- ② 多数のパラメトリックスタディによる力積推定式の提案
- ③ 上部構造を弾性1質点系とした簡易モデルによる最大応答変位の予測および応答制御効果の検討

— 研究成果・効果 —

【衝突エネルギー】

$$W_{col} = -\frac{I}{2} \left(2v_0 + \frac{I}{M} \right)$$



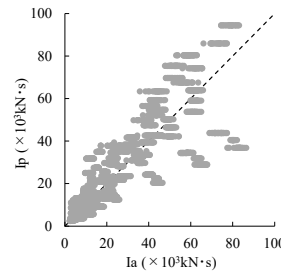
【上部構造への入力エネルギー】

$$E_{sup} = \begin{cases} \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} k_i \delta_i^2 - \frac{I}{2} \left(2v_0' + \frac{I}{M} \right) \times \frac{T_f}{2T_c} : \frac{T_f}{2T_c} \leq 1 \\ \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} k_i \delta_i^2 - \frac{I}{2} \left(2v_0' + \frac{I}{M} \right) : \frac{T_f}{2T_c} > 1 \end{cases}$$

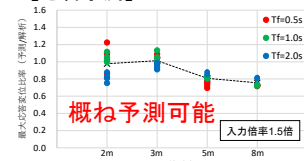
 T_f : 上部構造固有周期 T_c : 擁壁との接触時間力積 I は負の値
(衝突直前の運動方向とは
逆方向に作用するため)

【力積推定式】

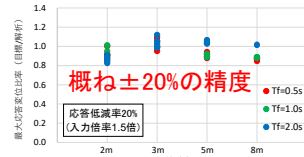
$$I_p = I_0 \cdot \alpha_W \cdot \alpha_{V_{col}} \cdot \alpha_{H_W} \cdot \alpha_{t_W} \cdot \alpha_{p_t} \cdot \alpha_c$$

推定力積と解析結果の比較
(50パーセンタイル: $V_{col} = 1.0 \text{ m/s}$)

【応答予測】



【応答制御】



一般研究B(2024年度)

「ピリジニウム誘導体塩の比熱測定」

研究代表者：上田康平(阿南工業高等専門学校 創造技術工学科)

共同研究対応教員：川路均

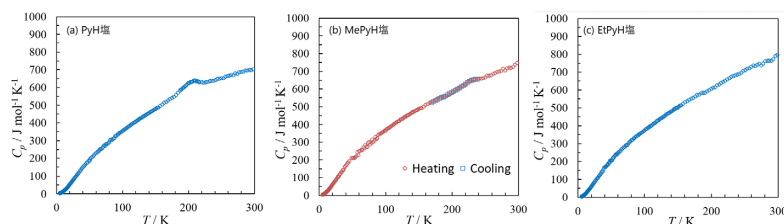
— 研究目的 —

分子性導体R-PyH $[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ の金属—絶縁体相転移は、置換基Rの大きさを変えると、相転移に伴う、電気伝導度変化の様相が変化し、この相転移にR-PyHの回転自由度が関係している可能性が高い。転移エントロピーを決定すれば、回転自由度を評価できるはずである。そこでPPMSを用いて、PyH塩、MePyH塩、EtPyH塩の比熱測定を行うことで、傘高い置換基の導入で相転移がどのように制御されたかを明らかにする。

— 研究成果・効果 —

PyH塩、MePyH塩、EtPyH塩の比熱を系統的に測定することが出来た。電気伝導度測定から、予想されていた通り、PyHへの置換基の導入で相転移機構が変化するさまが、熱異常の大きさと有無によって観察された。

特に、EtPyH塩については、傘高い置換基の導入で、相転移が抑制されたことが分かった。PyH塩とMePyH塩に関しても、熱異常の大きさの違いから、機構の変化があることが分かった。今後、転移エントロピーの大きさを求めることで、相転移機構を明らかにすることにつなげたい。

図1 各種R-PyH $[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ の比熱

一般研究B(2024年度)

「赤外光デバイス応用のための新規半導体材料の開発」

研究代表者：上原日和(自然科学研究機構 核融合科学研究所)

共同研究対応教員：片瀬貴義

— 研究目的 —

本研究では、代表者の有する赤外光源技術や計測技術と、貴所・片瀬貴義氏の材料開発研究とを融合することで、従来にない光応答性を有する新規半導体材料の開発を目指す。

片瀬氏は、環境調和元素からなる熱電材料開発にも従事しており、今年度は特に、代表者および核融合研・能登裕之助教と協働で、HIP(熱間静水圧加圧)装置を活用した熱電・光電変換半導体材料合成を精力的に推進しており、両機関のプラットフォームを大いに活用した材料緻密化、それに伴った熱電性能向上を目指す。

— 研究成果・効果 —

核融合研の熱間静水圧加圧(HIP)装置を用いて、ペロブスカイト型硫化物熱電材料($\text{BaZrS}_3 \cdot \text{BaHfS}_3$)を焼結し、その物性評価を行った。HIP装置で焼結を行うことによって、密度90%を超える緻密なバルク焼結体を作製することができた。得られた焼結体の熱伝導率を計測したところ、 BaZrS_3 の熱伝導率は室温で約1.1 W/(mK)であり、 BaHfS_3 では0.7 W/(mK)と更に低く、熱電材料として非常に有望であることを実験的に明らかにした(図1)。酸化物の SrTiO_3 では強固なTi-O結合が骨格を形成するため、格子熱伝導率が高くなってしまふ。一方で、比較的結合力の弱いZr-S(Hf-S)結合が骨格を形成するため、低い熱伝導率を実現できることを明らかにした。

その後、電子ドーピングを行うために、Laをドーブした $\text{BaZrS}_3 \cdot \text{BaHfS}_3$ の合成、焼結、物性評価まで行った。Laを添加することでn型伝導性を示し、添加濃度の増加に伴って電気伝導度を向上させることに成功した。これらの研究成果について、片瀬氏が中心となり、日本セラミックス協会秋季シンポジウムや国際会議STAC14で成果発表を行った。

一般研究B(2024年度)

「単分散チタニア球合成におけるアンコンシャスプロセス因子の解明」

研究代表者：榎本尚也(有明工業高等専門学校)

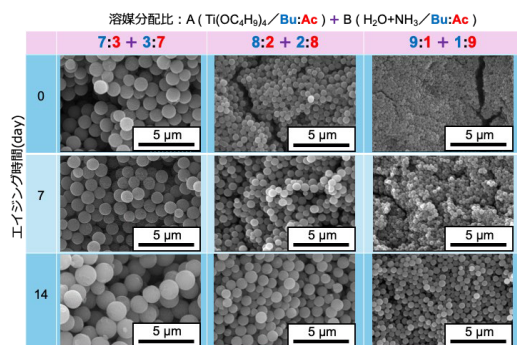
共同研究対応教員：松下伸広

— 研究目的 —

アンコンシャスプロセス因子とは、ものづくりにおいて論文報告等に詳述されないが生成物に影響を与える条件を指す。本研究では、チタニア球合成の出発溶液(溶質 $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$; 溶媒1- $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ + CH_3CN)を調製してから経過時間(エイジング)および溶媒分配に着目し、球径制御因子としての役割を明らかにするとともに、単分散球の核生成に対する影響について検討した。

— 研究成果・効果 —

溶媒分配比、縦方向にエイジング時間(0, 7, 14 d静置)を変えて得られたチタニア球のSEM像を示す。TBOT側のBu/AN比が低いほど、エイジング時間が長いほど、球径は顕著に増大する傾向を認めた。これは溶媒中の微量水分によりTBOTモノマーが極微量反応して球の核生成挙動を大きく変えたものと推察される。液相合成実験において、いわゆるStock溶液を予め作製して同じシリーズの実験を行うことは珍しくない。特に球径制御が求められる単分散球合成では通常意識されづらい因子についても精査する必要がある。今後は、微量水分を定量し、溶液中で起きている現象を明らかにしていく予定である。



関連論文: N. Enomoto et al., "Unconscious factors affecting physical characteristics of sol-gel-derived monodispersed silica spheres", *J. Sol-Gel Sci. Tech.*, 104, 512-518, (2022)

一般研究B(2024年度)

「3D積層造形で作製したアルミナセラミックス内部欠陥形成機構の放射光X線CT観察」

研究代表者：大熊 学（物質・材料研究機構）

共同研究対応教員：山本 隆（現・京都大学） 東 正樹

— 研究目的 —

本研究では、乾式と湿式の混合プロセスであるBJ法で形成される成形体の内部構造や後工程の焼結中に生じる欠陥の成長過程を包括的に理解し、メソスケール欠陥構造の変化の背後にある粒子スケール構造変化のメカニズムを解明することを目的とする。このために、ナノCTによる粒子スケールでの解析とマイクロCTによるメソスケールでの解析を組み合わせ、BJ法による積層造形体中の欠陥構造と焼結中の構造変化をマルチスケールで観察する。

— 研究成果・効果 —

積層造形試料は某社と共同研究において開発したものであるため、論文発表が終了するまで研究成果を公表することはできないが、本研究の概要を説明する。

まず、積層造形体（グリーン体）の品質はバインダー量とインク滴下量に起因するため、試行錯誤の実験が不可欠となる。本研究は焼結中の欠陥形成機構を解明するためのモデル実験であり、グリーン体は最適条件から少し外れた条件で作製し、各焼結段階において微構造の組織観察を行った。本研究の位置付けを模式図1に示す。今回の組織観察と破壊強度の測定結果から、強度は単純に相対密度に依存する訳ではなく、焼結前段階のグリーン体内部の欠陥分布やその後の焼結過程における欠陥成長or収縮によって決定されるものであるということが明らかになった。本研究は、共同利用一般Bの他、2024年度東京工業大学末松賞の基金の支援を受けて実施したものであり、本研究をさらに飛躍させるための科研費基盤研究(B)にも採択された。科研費の研究課題は2025年度より4年間かけて実施する予定で、既に2025A期のSPRing-8のマシナタイムも確保している。追加の実験データを取得後、某社と協議の上で、本研究課題で得られた成果も論文発表を予定しており、その際に、研究成果の詳細な公表を行うことを予定している。

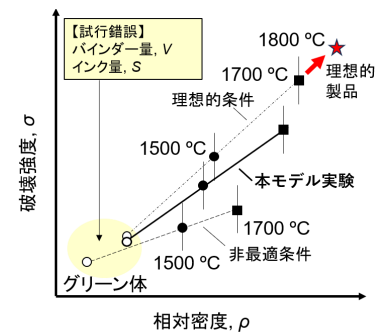


図1. 本研究の位置付けを示した模式図

2024年度末松賞「革新的価値創造の基礎と展開」、放射光X線CTその場観察による3D積層造形セラミックス内部欠陥形成機構の解明、受賞

一般研究B(2024年度)

「火山ガス分析に基づく草津白根山の浅部熱水系活動モニタリング」

研究代表者：大場武（東海大学理学部）

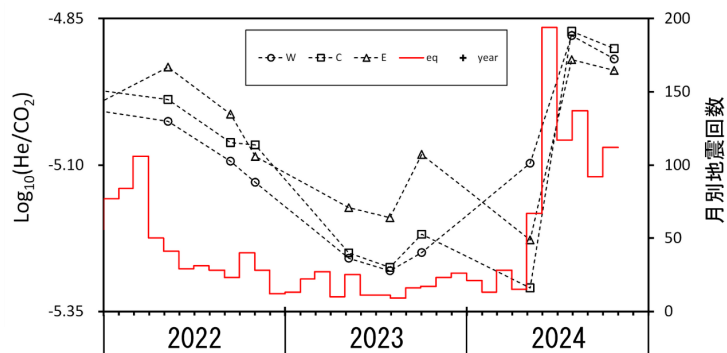
共同研究対応教員：寺田 暁彦

— 研究目的 —

草津白根山では、水蒸気噴火が頻繁に発生している。水蒸気噴火の発生メカニズム解明は学術的に価値があり、噴火活動の予測は地域防災に貢献する。本研究では草津白根山で繰り返し火山ガスを採取・分析し、化学組成の時間変化を検出する。これらのデータと地震活動を比較し、浅部熱水系の活動状態を評価する。

— 研究成果・効果 —

採取した火山ガスの He/CO_2 比に着目すると、2023年まで低い値で示していたが、2024年5月から7月にかけて、急激に上昇した。この変化は、マグマ起源の He の増加を意味している。マグマから発生する高温のガスが浅部熱水系に供給されており、その流量が上昇したことを示唆する。 He/CO_2 比の変化と地震回数の変化はほぼ同期しており、火山活動の活発化が今後、懸念される。



一般研究B(2024年度)

「ペロブスカイト型強誘電体をベースとした新規負熱膨張材料の研究」

研究代表者：岡 研吾(近畿大学 理工学部 応用化学科)

共同研究対応教員：東 正樹

— 研究目的 —

温めると縮む負熱膨張材料は、通常の正の熱膨張を抑制することで、熱膨張による熱応力などの問題を解決する手段として大きな注目を集めている。本研究では、強誘電転移に伴う負熱膨張現象を示す PbTiO_3 に対し、カチオンサイトとアニオンサイトの置換を同時に行い、その負熱膨張を示す温度や、相転移挙動を化学的に制御することを目的とし実験を行った。

— 研究成果・効果 —

固相反応法を用いて、 $\text{PbTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3-x}\text{X}_x$ ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{I}$) の合成を行った。その結果、 $x = 0.3$ までの組成で正方晶ペロブスカイト相が得られることを確認した。これらの試料の焼結体を用いて、試料片長さの温度変化の測定を行った。その結果をFig. 1に示す。なお、参照試料として、 PbTiO_3 の試料片長さ温度変化も合わせて測定した。

測定した試料片長さの温度変化は、ハロゲン元素によって大きく異なることがわかった。Cl置換およびI置換をした試料では、熱膨張率に変化が見られる温度が PbTiO_3 のものより下がったものの、負熱膨張は観測されなかった。一方で、F置換した試料では、 $x = 0.2$ の置換量で、全体的な長さ変化量は PbTiO_3 と同等であるが、室温から大きく負熱膨張を示す振る舞いが観測された。以上より、負熱膨張挙動は置換するハロゲン種に大きく依存することがわかった。

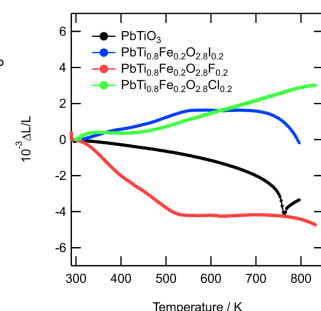


Fig. 1 $\text{PbTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3-x}\text{X}_x$ ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{I}$) の試料片長さ温度変化

一般研究B(2024年度)

「3次元構造をもつ有機ホウ素化合物の合成と光増感作用に関する研究」

研究代表者：小野克彦(名古屋工業大学 大学院工学研究科)

共同研究対応教員：伊澤誠一郎

— 研究目的 —

地球温暖化対策として、軽量でフレキシブル、低照度環境でも機能する有機薄膜太陽電池が注目されている。この太陽電池は複数の材料で構成され、界面での電子・エネルギー移動に関する研究が進んでいる。しかし、材料開発は平面構造の物質に集中し、3次元構造の物質は十分に研究されていない。本研究では、3次元構造をもつ有機ホウ素化合物を合成し、有機薄膜太陽電池への応用を目指した。

— 研究成果・効果 —

【研究目標】

3次元構造を有する有機ホウ素化合物(3CB-DPAと3CB-Cz)を有機薄膜太陽電池の増感剤として利用する。

【太陽電池デバイス】

ITO/PEIE/Active layer (BHJ)/ MoO_3 (10 nm)/Ag (100 nm)

Active layer: PTB7-Th:PC₆₁BM (1:1.5):sensitizer

Device	Sensitizer	Conc. (wt%)	PCE (%)
1	無	—	6.62
2	3CB-DPA	1	6.09
3	3CB-Cz	1	6.91
4	3CB-Cz	1.5	7.52
5	3CB-Cz	2	7.42

【測定結果】

上記太陽電池デバイスの光電変換効率(PCE)を表に示す。増感剤を使用しないデバイス1と比較して、3CB-DPAを1wt%添加したデバイス2では、PCEが大幅に低下した。一方、3CB-Czを1wt%添加したデバイス3では、デバイス1と比較してPCEが向上し、3CB-Czの増感作用が観測された。また、デバイス4でPCEが最高値を示したことから、3CB-Czの最適添加量は1.5wt%付近であると考えられる。この増感作用によるPCEの上昇率は14%に達した。

学会発表

中野賢信、小野克彦 「3次元構造を有する有機ホウ素化合物とその光増感作用に関する研究」 第55回中部化学関係学会支部連合秋季大会、名古屋、11月。

一般研究B(2024年度)

「シリカおよびシリケートの構造と物性」

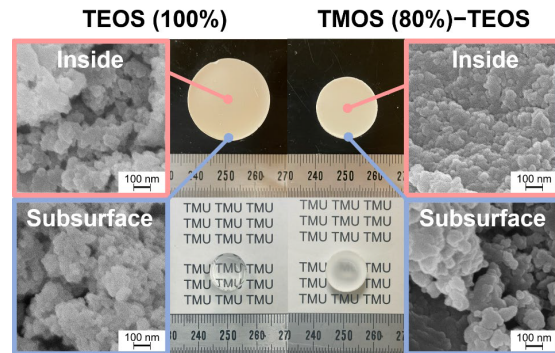
研究代表者：梶原浩一(東京都立大学大学院都市環境科学研究科環境応用化学域)
共同研究対応教員：平松秀典

ー 研究目的 ー

シリカおよびシリケートはSi-O結合を主要な骨格とする化合物群で、O以外の非金属軽元素とも強い結合を形成することに加え、非晶質化も容易であるなど構造自由度が高い。本研究では、組成がSiO₂である結晶や非晶質(シリカガラス)、およびSi-O結合とSi-C結合の両方を含む有機-無機ハイブリッドなど、多種のシリカ・シリケートの構造と物性との関係および合成条件の影響を種々の分光法・測定法を用いて明らかにすることを目的とした。

ー 研究成果・効果 ー

- ✓ シリカガラスの液相合成での代表的な前駆体であるテトラエトキシシラン(TEOS)とテトラメトキシシラン(TMOS)の混合溶液からシリカガラス前駆体用の多孔質シリカゲルの無共溶媒ゾル-ゲル合成を行い、TMOSの割合が大きい溶液ではゲル化が起こる際の加水分解時の発熱が大きいため、ゲル内に温度勾配が生じて細孔径の空間分布が大きくなりやすく、シリカガラスの前駆体として適した多孔質ゲルは得にくいこと、ゆえに多孔質シリカゲル作製のケイ素源としてはTEOSが適していることを示した。



発表論文・関連論文：H. Koreeda, M. Ishijima, K. Kajihara, "Cosolvent-free sol-gel synthesis of macroporous silica gels from tetramethoxysilane-tetraethoxysilane mixtures," *J. Sol-Gel Sci. Technol.* **113**, 48-55 (2025)

一般研究B(2024年度)

「種々の先進材料の高密度エネルギー計測分野への応用」

研究代表者：糟谷紘一(応用ながれ研究所 & レーザー技術総合研究所)
共同研究対応教員：川路 均

ー 研究目的・概要 ー

東京科学大学フロンティア材料研究所の真空蒸着装置を有効利用して諸材料を加熱し、各種計測装置により、高温下での表面損耗量等を測定する。これらの結果を生かして、極限状態材料の損耗破壊監視計測法の確立を目指すことが、本共同研究の最終目標である。本研究では、近く再開する高密度エネルギー放射に耐える先進材料開発のために、継続中の関連計測装置の整備と新規な方法の調査・提案をした。

ー 研究成果・効果 ー

研究成果を項目別に下に列挙する。

- 1 多種レーザー変位計の検討と新規調達 より変位計遠距離設置の可能性と、より絶対値の大きな損耗量測定のために、或いは変位計と被測定材料との間に、例えば窓板などの隔壁が入ってくる場合の測定のために、O社の変位計の併用を試みた。(図1)
- 2 制御と計測用PC機器の整備 ネット接続時のセキュリティ向上と新変位計を稼働するためのソフトウェア使用を目的とする併用ポータブルPC系1式を新規に整備した。(図2)
- 3 新しい提案(単純変位計測からOCT計測へ) より進化した方法として、OCTの準備調査を開始した。
4. 国際会議の日本開催準備計画 高パワーレーザー装置の開発と応用に関する第23回国際会議の日本開催の準備を進めた。



図1 O社の変位計の追加による計測器の整備

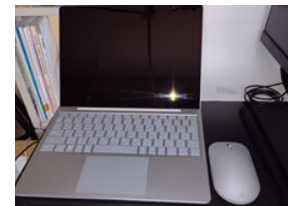


図2 可搬型計測制御PC系の整備

発表論文: 1) 糟谷紘一, 徳永和俊, 川路均, 平等拓範, 沖野晃俊 他, 九大応力研共同利用研究成果報告, 27, 1, 158-159, 2024. 2) *ibid.*, 東工大・フロンティア材料研共同利用研究報告書, 28, 1, 93-95, 2024.

一般研究B(2024年度)

「分子形成を生じる無機固体における圧力誘起構造相転移の探索」

研究代表者：片山 尚幸(名古屋大学大学院工学研究科)

共同研究対応教員：笹川 崇男

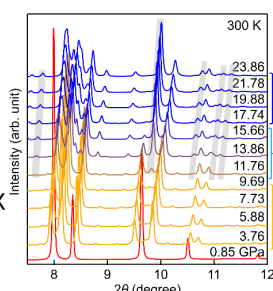
— 研究目的 —

パイロクロア格子を形成するBサイトに電荷自由度をもつスピネル化合物は多数存在するが、これらはいずれも圧力印加により絶縁体化を生じるという共通した特徴が存在する。これらの物質系に共通する圧力下の物理を高圧下放射光X線構造解析により明らかにすることを目的とする。

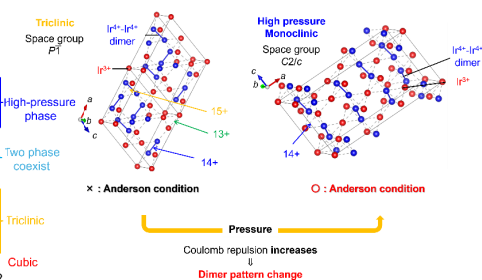
— 研究成果・効果 —

ヨウ素を輸送剤として用いた気相輸送法(CVT法)により、大型単結晶の育成に成功。電気抵抗測定により純良試料であることも確認した

得られた試料を用いた高圧下放射光X線構造解析により、25 GPa以下の高圧力領域において2度の構造相転移が生じることを突き止めた。構造最適化計算を駆使して、候補となる高圧下構造を突き止めた。



CuIr₂S₄の300 Kにおける2度の圧力誘起構造相転移



圧力下で現れる電荷秩序/二量体分子配列

T Hara, N Katayama, S Kitou, K Kojima, S Kawaguchi, H Sawa, Physical Review B 110 (2), L020103
N Katayama, K Kojima, Journal of the Physical Society of Japan 93 (11), 111004

一般研究B(2024年度)

「傾斜組成構造を導入したリチウムイオン二次電池エピタキシャル薄膜の性能評価」

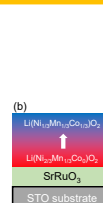
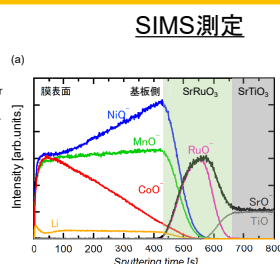
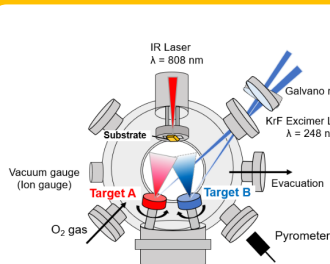
研究代表者：神永 健一(東北大学工学研究科)

共同研究対応教員：安井伸太郎

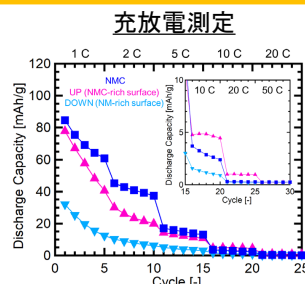
— 研究目的 —

本研究では、代表的なリチウムイオン二次電池正極材料である3元系LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O₂(NMC)を研究対象とする。ガルバノミラー走査型パルスレーザ堆積装置を利用して、基板界面から薄膜最表面にかけてNi濃度とCo濃度を線形に変化させたNMC傾斜組成エピタキシャル薄膜を実際に作製し、均一組成膜との電池性能の比較によって傾斜組成導入の効果を吟味することを目的とする。東北大は傾斜組成エピタキシャル薄膜の作製を担当し、フロンティア研は薄膜の電池測定を担当した。

— 研究成果・効果 —



東北大独自開発のガルバノミラー走査型パルスレーザ堆積装置^[1]によるNMC傾斜組成エピタキシャル薄膜の作製



傾斜構造の導入により高レート特性が向上

関連論文：[1] Rev. Sci. Instr., 90, 093901 (2019).
[2] RSC Adv., 6, 78963-78969 (2016).

一般研究B(2024年度)

「白根火砕丘群の噴火履歴とマグマ-熱水系の時間変化の解明」

研究代表者：亀谷 伸子(山梨県富士山科学研究所)

共同研究対応教員：寺田 暁彦

— 研究目的 —

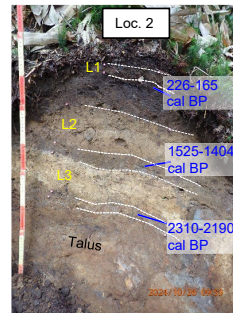
草津白根火山は歴史時代以降に水蒸気噴火を繰り返している活火山であり、今後も再噴火が懸念されている。本研究では同火山の噴火履歴を高分解能で復元し、噴火の規模・頻度およびマグマ-熱水系の時間変化を明らかにすることが目的である。

— 研究成果・効果 —

草津白根山で地質調査を実施し、最近の噴火で堆積した火山灰層を複数枚確認することができた。



Loc. 1では、白根火砕丘群起源の火山灰層が複数枚見られた。最下位の厚いものは比較的大きな水蒸気噴火によるものと考えられる。火山灰層直下の土壌の ^{14}C 年代から、約7700年前から水蒸気噴火を繰り返していたことが示唆される。



Loc. 2では、本白根火砕丘群起源の火山灰層が複数枚見られた。本白根火砕丘群の水蒸気噴火は約2200年前以降に複数回発生していたことが示唆される。火口からの距離と層厚を考慮すると、噴火規模は白根火砕丘群よりも小さいと考えられる。

一般研究B(2024年度)

「電子フォノン結合系のコヒーレント励起の量子理論モデル」

研究代表者：萱沼洋輔(大阪公立大学理学研究科)

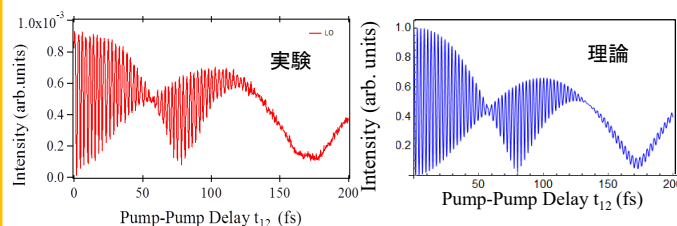
共同研究対応教員：中村一隆

— 研究目的 —

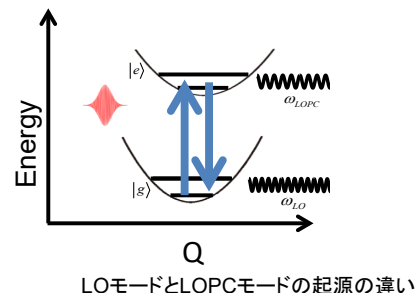
半導体・絶縁体などの結晶におけるコヒーレントフォノンの生成・観測メカニズムの解明を理論的側面から明らかにする。固体という舞台の上で演じられるフォトン・電子・フォノンという素励起の超高速ダイナミクスを、量子経路干渉の視点から解き明かし、実験データの解析を行う。とくに今期はGaAs結晶におけるLOモードとLOPCモードの共存の問題を、その起源にさかのぼり解明する。

— 研究成果・効果 —

遅延時間アト秒制御2連ポンプパルス励起によるコヒーレントフォノン生成強度



LOフォノン生成強度の2連ポンプ遅延時間依存性から誘導ラマン過程で生成されることが確定。また、LOフォノンとLOPCモードの起源を解明した
発表論文: Phys. Rev. B110, 024314 (2024)



LOモードとLOPCモードの起源の違い

一般研究B(2024年度)

「衝撃荷重下の機械的材料特性における衝撃誘起構造相転移の影響」

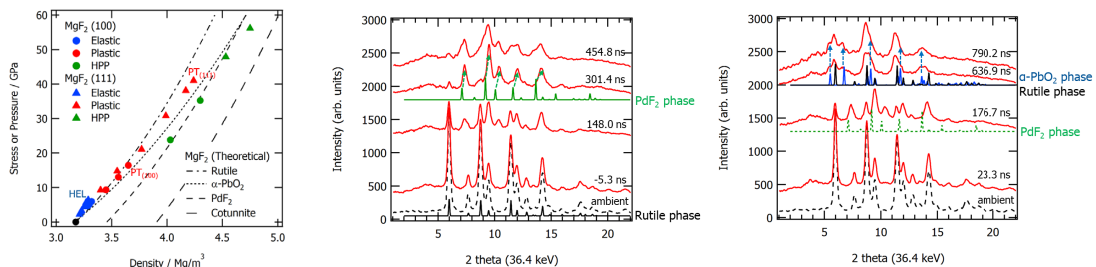
研究代表者：川合伸明(防衛大学校 応用科学群 応用物理学科)

共同研究対応教員：中村一隆

— 研究目的 —

本研究は、衝撃荷重下における物質の機械的特性に関して、衝撃応力波誘起による構造相転移が与える影響を評価しようとするものである。衝撃波伝播を伴うような強い衝撃荷重に対する機械的特性は、天体衝突問題・スペースデブリ衝突問題など、理工学の様々な分野で必要とされる情報である。本年度においては、地球惑星科学において重要な物質である SiO_2 の高圧相と同じルチル型構造であることから、衝撃超高压に対する相転移挙動に関心が持たれている MgF_2 を対象物質として用い、衝撃波プロファイル測定および衝撃圧縮下実時間X線回折測定により、マクロ・ミクロの両面から衝撃圧縮挙動の評価を行った。

— 研究成果・効果 —



MgF_2 の衝撃圧縮下における圧力-密度関係および、衝撃圧縮・解放過程における実時間X線回折パターン

- 衝撃圧縮過程において、ルチル型構造から PdF_2 型構造へと構造相転移することを確認
- PdF_2 型構造への転移圧が、結晶方位に対する衝撃波伝播方向に強い依存性を有することを確認
- 衝撃解放過程において、 PdF_2 型構造は、ルチル型構造と $\alpha\text{-PbO}_2$ 型構造の混合相へと逆転移することを確認
- ◆ それぞれの構造相転移は100 ns程度の時間スケールで進行しており、転移機構が変異型であると示唆される

一般研究B(2024年度)

「様々な基板上に作製した逆ペロブスカイト型マンガン基窒化物薄膜における輸送特性」

研究代表者：川口 昂彦(静岡大学)

共同研究対応教員：片瀬 貴義

— 研究目的 —

これまでに $\text{Mn}_3(\text{Ge,Mn})\text{N}$ 単相薄膜のエピタキシャル成長に成功しているが、得られた薄膜では異常ホール効果は観測されなかった。この原因として、 Mn_3Sn で見られたように、異常ホール効果の磁場印加方位依存性が $\text{Mn}_3(\text{Ge,Mn})\text{N}$ にもある可能性を考えた。そこで本研究では、これまでの(001)面外配向薄膜と異なる、(111)面外配向 $\text{Mn}_3(\text{Ge,Mn})\text{N}$ エピタキシャル薄膜を作製し、その $\text{Mn}_3(\text{Ge,Mn})\text{N}$ 薄膜の磁場下輸送特性の調査を目的とした。

— 研究成果・効果 —

XRDの結果、 $\text{GaN}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (0001)基板上および MgO (111)基板上では(111)面外配向した $\text{Mn}_3(\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{N}$ エピタキシャル薄膜が成長していることが明らかとなった。組成は $x=0.2\text{--}0.3$ 程度であった。次に、ホール効果測定を行ったところ、どちらの薄膜でも異常ホール効果は観測されなかった。Y. Youらによって報告された Mn_3Sn 薄膜の結果では、面外格子定数の短い薄膜でのみ異常ホール効果を発現しており、著者らは薄膜の格子歪みが異常ホール効果発現に必要であると主張している。今回得られた薄膜では格子歪は小さく、磁気構造が変化するほどの格子歪ではなかったと考えられる。

磁気抵抗効果(MR)も測定したところ、 MgO (111)基板上の薄膜では2 KにおいてもMRは1%未満しかなかったが、 $\text{GaN}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (0001)基板上の薄膜では、最大で約80%(7 T, 150 K)のMRを発現した。30 K以下では負のMR、40 K以上では正のMRとなり符号反転も見られた。また抵抗率の温度依存性も異なり、 GaN 上の薄膜では150 K以下で半導体的な振る舞いを示した。混合キャリアの場合、補償効果によりMRが大きくなることが理論的に示されており、今回の結果をある程度説明することができる。ただし、MRや抵抗の温度依存性はそれだけでは説明できず、その他の原因、例えば GaN との界面反応や GaN とのキャリアの交換などを考慮して議論をする必要がある。

一般研究B(2024年度)

「多元素複合酸化物触媒の酸素欠陥形成エネルギー評価」

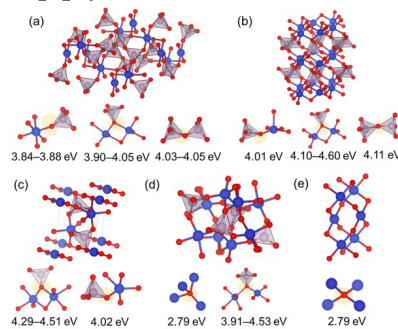
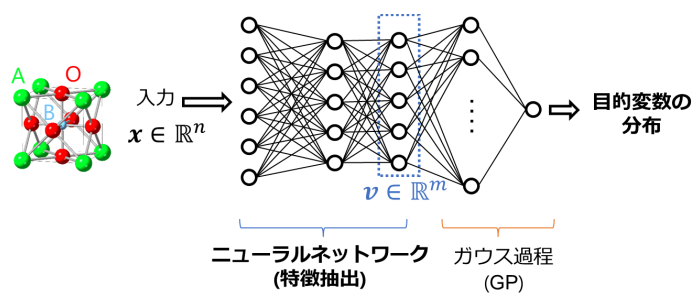
研究代表者：清原慎(東北大学金属材料研究所)

共同研究対応教員：鎌田慶吾

— 研究目的 —

材料探索において、酸素空孔形成エネルギーやバンドギャップなど様々な物性を最適化することは極めて重要である。本研究では、触媒中の酸素空孔形成エネルギーと触媒活性との相関性の解明に取り組んだ。また、材料探索そのものを加速させるため、ニューラルネットワークとベイズ最適化を組み合わせた手法を開発した。

— 研究成果・効果 —

Cu₂P₂O₇中の酸素空孔形成エネルギーDeep Kernel Learning
(ニューラルネットワークによる自動記述子生成)

発表論文・関連論文：Oxygen Defect Engineering of Hexagonal Perovskite Oxides to Boost Catalytic Performance for Aerobic Oxidation of Sulfides to Sulfones, K. Wachi, M. Makizawa, T. Aihara, S. Kiyohara, Y. Kumagai, K. Kamata, *Advanced Functional Materials*, in press
Copper phosphate nanostructures as catalysts for the direct methane oxidation, A. Matsuda, T. Aihara, S. Kiyohara, Y. Kumagai, M. Hara, and K. Kamata, *ACS Applied Nano Materials* 7 (9), 10155-10167, 2024. 清原慎, 熊谷悠, ディープカーネルラーニングを用いたベイズ最適化による材料探索, 第72回応用物理学会要旨

一般研究B(2024年度)

「登山者の求める火山情報と登山者に役立つ火山情報の分析」

研究代表者：金 幸隆(名古屋大学大学院環境学研究科)

共同研究対応教員：寺田暁彦

— 研究目的 —

近年、噴火警報が発表される前に火山が噴火し、火口周辺にいた登山者や観光客が噴火に巻き込まれる災害が発生している。御嶽山の2014年噴火や草津白根山の2018年噴火はその代表例である。本研究では、アンケート調査に基づき登山者がどのような火山情報を求めているのかを定量的に解明し、さらに登山者にとって実際に役立つ火山活動の情報が何かを明らかにすることを目的とした。

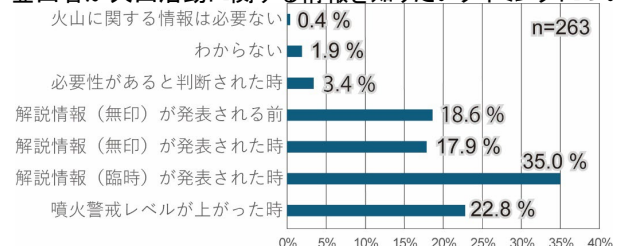
— 研究成果・効果 —

火口から約1km程度の安全な場所でアンケートを実施した時(9月28日)の写真



調査結果の一例：

登山者が火山活動に関する情報を知りたいタイミングについて



登山者は登山中の火山情報に関心を持ち、噴火警戒レベルの存在を認識しているものの、登山中の情報取得の減少、火口位置の認識不足が課題として明らかになった。一方、リアルタイム情報への高いニーズがあり、地震の発生状況をグラフで提示することで、登山者のリスク意識が向上する可能性が示唆された。

一般研究B(2024年度)

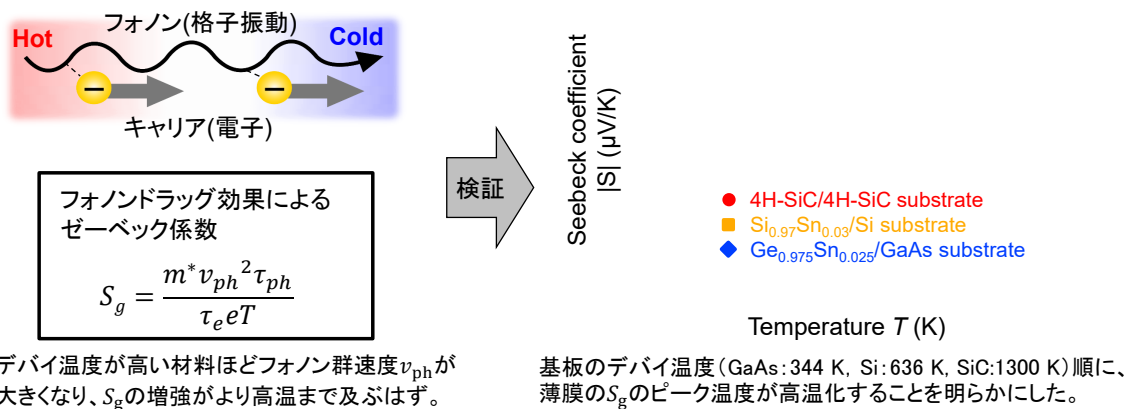
「スズ含有14族混晶薄膜の低温熱電物性に関する研究」

研究代表者：黒澤昌志(国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院工学研究科)
共同研究対応教員：片瀬 貴義

— 研究目的 —

これまでの共同利用推進で、従来のモデルでは説明できない巨大なフォノンドラッグ効果がスズ含有14族混晶半導体(ゲルマニウムスズ、シリコンスズ)の“薄膜”で発現することを見出したが、極低温領域に限られている。IoTセンサの駆動電源応用展開を目指すためにも、発現温度の室温化が強く望まれている。本年度は、フォノンドラッグ効果の発現温度を高温化するための指針を得るべく、下地基板の効果を検証した。

— 研究成果・効果 —



一般研究B(2024年度)

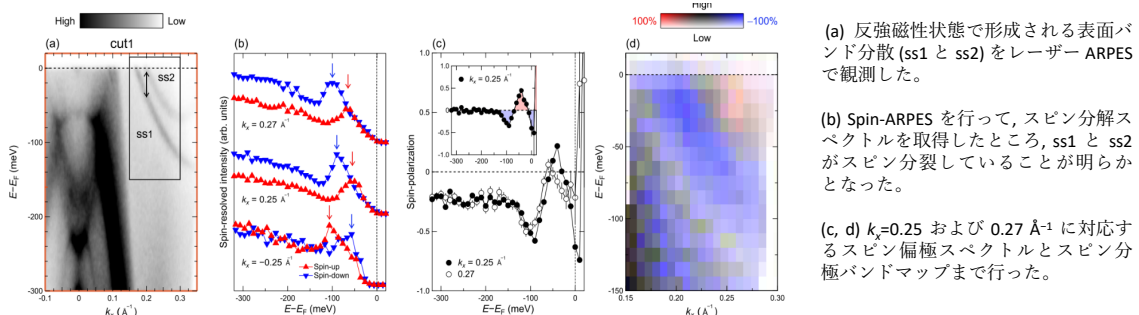
「少数キャリア希土類モノプニクタイトにおける新奇電子相関物性の開拓」

研究代表者：黒田健太(広島大学 先進理工科学研究科 物理学プログラム)
共同研究対応教員：笹川崇男

— 研究目的 —

少数キャリア希土類モノプニクタイトにおける局在・遍歴電子の電子相関や多体効果が示す異常物性の機構解明および新奇量子物性が報告されている。本研究では、NdBi で予言されている反強磁性状態における電子構造のスピン分裂を直接明らかにすることを目的として、レーザーを用いた Spin-ARPES を用いた電子スピン構造の直接観察を行った。

— 研究成果・効果 —



関連論文：

黒田健太, 新井陽介 他: "Devil's staircase transition of the electronic structures in CeSb" Nature Communications 11, 2888 (2021)., "Multipole polaron in the devil's staircase of CeSb" Nature Materials 21, 410 (2022)., 黒田, 山本 他: "Spin splitting in the surface electronic structure of antiferromagnet NdBi" Phys. Rev. Res. in press

一般研究B(2024年度)

「レーザ指向性エネルギー堆積法によるWC-HEA超硬合金の開発」

研究代表者：國峯 崇裕(金沢大学 理工研究域 機械工学系)

共同研究対応教員：安井 伸太郎

— 研究目的 —

レーザ指向性エネルギー堆積法 (Laser Directed Energy Deposition: L-DED) によって、WCとCo金属相からなる、WC-Co超硬合金中のCo金属相をハイレントロピー合金 (High-Entropy Alloy: HEA) に代替したWC-HEA超硬合金を材料開発する。今年度からは、CrMnFeCoNi合金よりも硬質なHEAであるCrFeCoNiMo合金をWC-HEA超硬合金に適用することを試みる。今年度はまずCrFeCoNiMo合金のみでL-DED加工を行い、L-DED加工条件が造形材の組織や機械的性質に及ぼす影響を調査した。

— 研究成果・効果 —

CrMnFeCoNi合金に比較してCrFeCoNiMo合金のL-DED加工時の造形性は悪いが、高出力条件では造形性が改善された。CrFeCoNiMo合金の造形性の悪さは主としてMnをMoに置換したことによる融点の上昇によるものと考えられ、今後CrFeCoNiMo合金をWC-HEA超硬合金に適用して加工する際には、高出力条件で加工していく必要があることが明らかにされた。またX線回折の結果、FCC相に加えて σ 相等が同定され、ビッカース硬度はレーザ出力の上昇に伴い向上し、最高で768HVを示した。この値はCrMnFeCoNi合金のおよそ200HVに比較して顕著に高く硬質であり、WC-HEA超硬合金の結合材としての適用が期待できる。

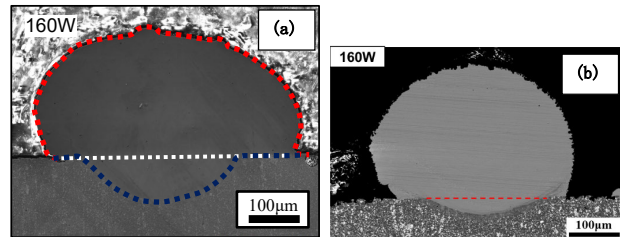


図1. レーザ出力160 Wで造形した(a) CrMnFeCoNi合金及び(b) CrFeCoNiMo合金のビード断面。

関連論文：K.A. Ilman, Y. Yamashita and T. Kunimine, Journal of Advanced Joining Processes, 11 (2025), 100288.

一般研究B(2024年度)

「透明電子伝導性酸化物ガラス材料の開発」

研究代表者：斎藤 全(愛媛大学 大学院理工学研究科)

共同研究対応教員：平松 秀典

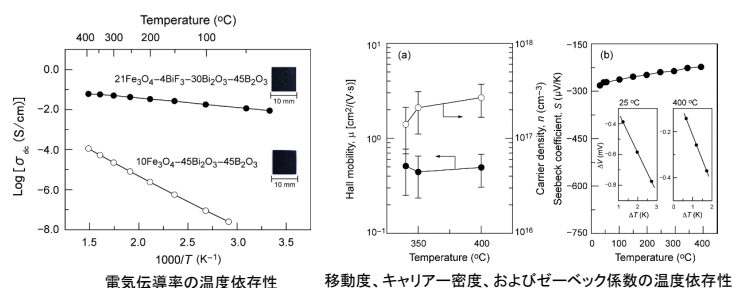
— 研究目的 —

可視光透明な酸化物半導体の設計指針は、結晶、非結晶を問わず、伝導帯下端(LUMO)が金属酸化物の球対称なs軌道からなり、かつ閉殻なd¹⁰軌道を有する酸化物により構成されることにある。伝導帯がs-p混成軌道からなる酸化物ガラスとして、Bi₂O₃-B₂O₃ガラスがあり、Fe₃O₄とフッ素を添加したガラスに対して、導電率、キャリア密度、移動度、ゼーベック係数に関する電子輸送特性を調べた。

— 研究成果・効果 —

・導電性酸化物ガラスの創出を目指して、伝導帯下端がs軌道性のBi₂O₃を含み、n型ドーピングを目的として、Fe₃O₄とフッ素を導入したn型Fe₃O₄-BiF₃-Bi₂O₃-B₂O₃ガラスを見出した。

・10Fe₃O₄-45Bi₂O₃-45B₂O₃半導体ガラスにフッ素を添加した試料は高伝導度を示す。電子伝導メカニズムとして、不純物準位 (Fe²⁺およびFe³⁺)間のホッピング伝導と結論付けている。



K. Mitsui, R. Matsumoto, M. Mori, Z. Hu, T. Katase, H. Hiramatsu, and A. Saitoh, "Enhancement of n-type electronic conductivity in bismuth iron borate glasses by fluorine addition", J. Appl. Phys., 136, 235104 (2024).

一般研究B(2024年度)

「スピン状態転移型負熱膨張材料の開発」

研究代表者：酒井雄樹(総合科学研究機構)

共同研究対応教員：東正樹

— 研究目的 —

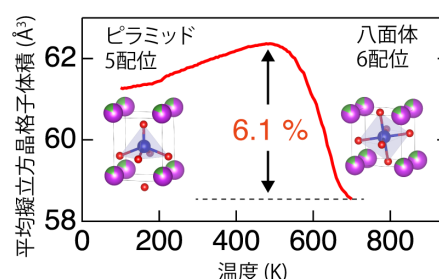
ナノテクノロジーの分野で問題となっているサーマル・マネジメントの手法として、昇温により体積が収縮する負熱膨張材料が近年注目されている。本研究では、 Co^{3+} 高スピン状態をとる CoO_5 ピラミッドから Co^{3+} 低スピンまたは中間スピン状態をとる CoO_6 八面体への配位状態の変化によって体積が縮む、ペロブスカイト型酸化物 BiCoO_3 ベースの非鉛巨大負熱膨張材料の開発を目的とする。

— 研究成果・効果 —

ピラミッド型配位を安定化させている、 Bi^{3+} の孤立電子対による立体障害効果を低減させるため、BiサイトへのLa置換を行い、これまでに負の熱膨張の発現に成功している。

本研究では、La以外のランタノイド元素を置換した際の、負の熱膨張特性について調査した。

Nd置換体が最も大きな体積収縮率を示し、非鉛の負熱膨張材料では最大の6.1%に達した。今後は、CoサイトやOサイトへの元素置換も試み、体積収縮率のさらなる増加を目指す。



一般研究B(2024年度)

「スティショバイト型 $\text{Al}_2\text{H}_2\text{SiO}_5$ の超イオン H^+ 伝導の解明に向けた単結晶薄膜の作製」

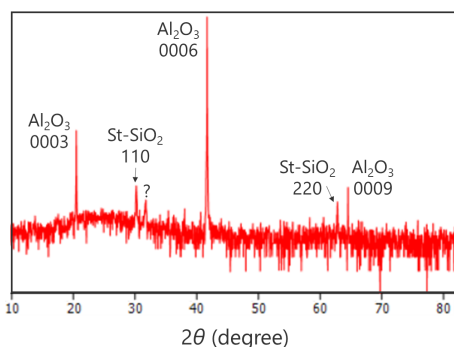
研究代表者：笹原 悠輝(京都大学)

共同研究対応教員：東正樹

— 研究目的 —

SiO_2 はSiの一部がAlに置換されることで水酸化物イオンとして水素を取り込むことができるため、高圧高温環境においても唯一脱水をせずに地球マントルの最深部にまで表層の水を輸送できると考えられている鉱物である。スティショバイト型 $\text{Al}_2\text{H}_2\text{SiO}_5$ 中の H^+ は超高压超高温条件下で高速で伝導すると理論的に予測されており、地球内部の電気伝導度観測で観察されている高電気伝導度異常領域の原因であると考えられている。観測結果を説明するためにはスティショバイト型 $\text{Al}_2\text{H}_2\text{SiO}_5$ の電気伝導度とその結晶方位依存性を調べる必要があるが、物性研究に必要な大型単結晶合成がこれまで困難であったため、これまで実験的な電気伝導度測定が行われた例はない。そこで本研究では、 Al_2O_3 基板上に $\text{Si}_{1-x}\text{Al}_x\text{O}_{2-x}(\text{OH})_x$ の非晶質薄膜を堆積した試料を用意し、その試料を超高压処理することでスティショバイト型 $\text{Al}_2\text{H}_2\text{SiO}_5$ の大型エピタキシャル薄膜の合成を行うことを目的とする。

— 研究成果・効果 —



~50 nmの非晶質 SiO_2 薄膜を
15.6 GPa, 1200 °Cで高压処理
↓
(110)配向したスティショバイト型
 SiO_2 によく合致するピークを観測
↓
今後は厚膜(~500 nm)での合成、
物性評価を目指す

一般研究B(2024年度)

「解析データならびに実測データを用いた 建物の減衰モデルの同定に関する研究」

研究代表者：白山 敦子(徳島大学大学院 社会産業理工学研究部)

共同研究対応教員：佐藤 大樹

一 研究目的 一

建物の内部粘性減衰については、多くの観測記録の検討などによって、大まかな傾向などは示されつつあるが、その原因や大きさ、特性などは、今も明らかになっておらず、引き続きの検討が必要である。これまで、建物と地盤との動的相互作用を考慮した解析モデル(SRモデル)に対して、同等のせん断力応答が得られる基礎固定系の減衰モデルと減衰定数を選定・抽出するために、SRモデルと基礎固定系モデルの最大応答層せん断力係数の二乗平均平方根誤差(R.M.S.E.)を用いて評価を行った。

本研究では、SRモデルと基礎固定系モデルのR.M.S.E.が最小となるケースの時刻歴応答についての比較を行い、基礎固定系モデルにおける減衰モデルと減衰定数の妥当性について検証を行う。

一 研究成果・効果 一

検討対象とする上部構造は、5層のRC造で、各層重量および階高は同一とし、基礎は直接基礎である。解析モデルは、上部構造が線形のSRモデルと基礎固定系モデルと、層間変位が1/150の時の等価剛性を0.25K1(K1:初期剛性)、層せん断力を降伏せん断力Qyとなる骨格曲線を設定した非線形モデルとした。

SRモデルの上部構造の内部粘性減衰は、各次モードに対して1%の減衰定数とし、基礎部に地盤のせん断弾性波速度Vsが400、200(m/s)の時のSRバネを用いた。

基礎固定系モデルの上部構造の内部粘性減衰は剛性比例型減衰、レーリー減衰、質量比例型減衰とし、非線形モデルでは瞬間剛性比例型を追加している。解析に用いた地震波は、解放工学的基盤上での神戸位相、八戸位相、乱数位相の告示波3波とした。

Vs=400(m/s)の線形モデルで、R.M.S.E.が最小となる減衰定数は、4-5.5%、Vs=200(m/s)で10-12%となっている。Vs=400(m/s)の非線形モデルでは、瞬間剛性比例型を除いたモデルで1-2%、Vs=200(m/s)で3.5-5.5%となっており、履歴によるエネルギー吸収のため、せん断弾性波速度の違いによる減衰定数の差は小さくなっている。瞬間剛性比例型のVs=400(m/s)では3.5-5.5%、Vs=200(m/s)では11%-12%となっており、減衰定数の比は2.5倍程度となっている。1次モードの影響が比較的大きなモデルのため、瞬間剛性比例型を除いた減衰モデルの差は小さく、高次モードの影響が大きくなるモデルになれば、その差が大きくなる。そして、いずれの減衰モデルについても、適切な減衰定数を設定してやれば、ほぼ同等の応答値を示すとともに、その設定値の違いについて、剛性比例型減衰では、高次モードに比例して減衰定数が大きくなるため、質量比例型減衰やレーリー減衰の1次モードでは減衰定数をやや大きく設定する必要がある。告示神戸では減衰タイプによる時刻歴波形のばらつきはほとんどない。告示八戸では若干の位相差が確認できるが、いずれの入力地震波についても、応答層せん断力係数の時刻歴はSRモデルと一致していることが確認できる。

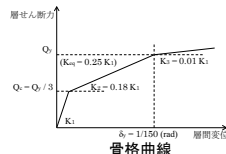
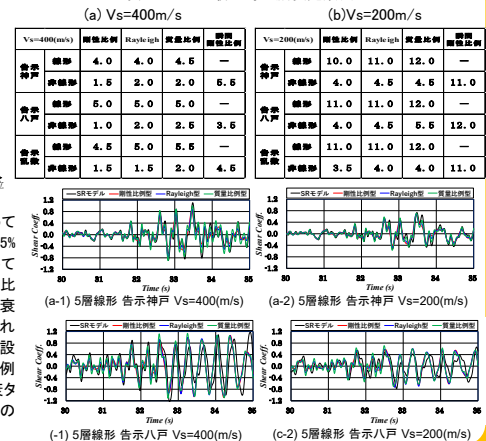


表1 R.M.S.E.最小時の減衰定数(%)



一般研究B(2024年度)

「ケイ素架橋π共役化合物を用いた単分子電子デバイスの開発」

研究代表者：新谷 亮(大阪大学 大学院 基礎工学研究科)

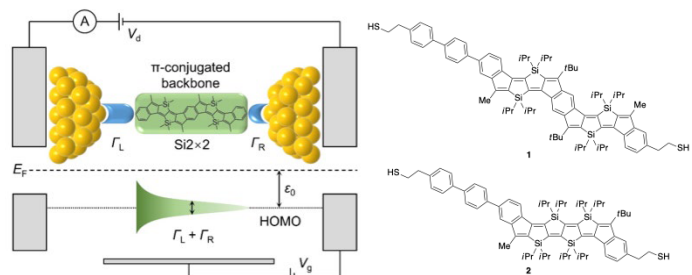
共同研究対応教員：真島 豊

一 研究目的 一

単分子を用いた電子デバイスは、ナノテクノロジーを支える次世代のデバイスとして期待されている。空気下帯電状態でも再現性よく安定に動作するデバイスの構築には、動作条件下で安定なπ共役有機化合物の開発・利用が必要となる。本共同研究では、代表者が開発した新しい有機合成手法によって精密に構造制御された新規π共役化合物を用いた単分子電子デバイスを作製し、その半導体特性の発現ならびに機能の向上を目的とする。

一 研究成果・効果 一

デバイス作製に用いるπ共役分子の骨格として、ケイ素架橋π共役分子であるSi2x2を中心に検討し、その両端に様々なリンカーを介してチオール部位をもたせた分子をヘテロエピタキシャル球状無電解金めっき白金ナノギャップ電極に固定化した。とくに、左右非対称で末端にエチレン鎖を導入したリンカーをもつ分子1を用いた場合に、急峻なSS (subthreshold swing)を示すデバイスを作製することができた。また、π共役分子骨格としてSi2x2の代わりにSi4からなる有機分子2を新たに合成し、これを用いたデバイスの作製および導電性測定においても一定の成果を挙げることができた。



発表論文：Adv. Electron. Mater. 2025, 11, 2400390.

一般研究B(2024年度)

「ヘリウム同位体に基づくマグマ起源流体の検出」

研究代表者：角野浩史(東京大学先端科学技術研究センター)

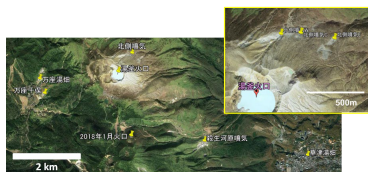
共同研究対応教員：寺田暁彦

— 研究目的 —

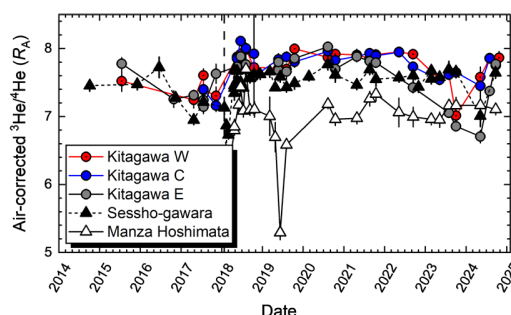
有史以来、多数の水蒸気噴火が記録されている草津白根山では、白根山山頂の湯釜付近で2014年3月から9月にかけて群発地震が、2018年1月に本白根山で水蒸気噴火が発生した。2018年4月以降には湯釜付近で火山性地震が活発化しており、地下深部に存在するマグマの活動が活発化している可能性がある。本研究では、草津白根山の各所で試料ガスを採取し精密分析することで、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比をマグマ起源流体の寄与率の指標として、近年の活動活発化の背景および今後の活動の見通しを評価することを目的とした。

— 研究成果・効果 —

2014年10月以来継続してきた、草津白根山の噴気や周辺の温泉遊離ガスの $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比観測を今年度も継続した。湯釜火口北部地熱地帯の噴気(北側噴気)は全地点で最も高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比を示し、相対的に ^3He に富む、マグマ起源の火山ガス成分が卓越している。そのほかの地点では $^3\text{He}/^4\text{He}$ がやや低く、相対的に ^4He に富む地殻起源の成分がより多く含まれていることを示している。2023年5月以降、北側噴気で $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比がやや低下したため、マグマ起源成分の寄与がやや下がっていた可能性が考えられるが、2024年7月以降は従前とほぼ等しい、 $7.9 R_A$ 前後の値が観測されていることから、やはり草津白根山全体として、活動度が高い状態が維持されていると考えられる。



試料採取地点

2014年10月～2024年10月の噴気の $^3\text{He}/^4\text{He}$ の経時変化

発表論文：

Sumino H. (2025) Spatial and temporal variations in noble gas isotopic compositions of fumaroles and hot/cold spring gases at Kusatsu-Shirane volcano. in: Ohba T and Terada A. (Eds.), Kusatsu-Shirane volcano (Active Volcanoes of the World (IAVCEI)), Springer, 印刷中。

一般研究B(2024年度)

「プラズマ支援反応性スパッタリングによる新規酸化物半導体薄膜形成技術の開発」

研究代表者：節原 裕一(大阪大学接合科学研究所)

共同研究対応教員：井手 啓介

— 研究目的 —

本研究では新規AOSを用いたTFT作製を念頭に、マグネトロン放電に重畳した誘導結合プラズマを独立に制御することにより、スパッタ粒子の供給束と反応性の独立制御が可能なプラズマ支援反応性スパッタリング法による製膜と、プラズマアニールを用いた低温後工程により、AOS薄膜の低温形成およびそれらの薄膜をチャネル層として用いるTFTの高性能化に向けた製膜プロセス開発を目的とする。

— 研究成果・効果 —

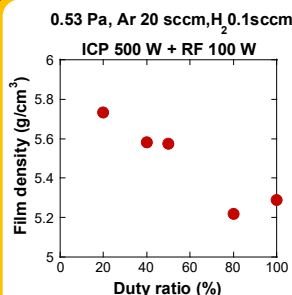


Fig.1 a-GaO薄膜膜密度のDuty比依存性

プラズマ支援スパッタリング製膜法を用いて製膜したa-GaO薄膜膜密度のターゲット電圧のDuty比依存性をFig.1に示す。Duty比の減少に伴い、膜密度が増加することが確認された。これはターゲットON時間に堆積された薄膜表面に、OFF時間に誘導結合プラズマで生成されたAr+イオンがプラズマ電位程度のエネルギー(～20eV)で照射されることから、OFF時間の増加によりイオン照射による表面マイグレーションが促進され、膜密度が増加するためであると考えられる。

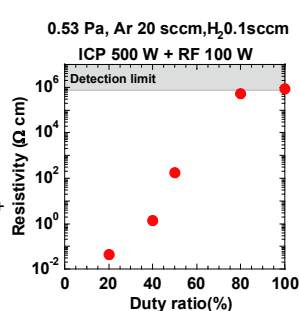


Fig.2 a-GaO薄膜抵抗率のDuty比依存性

抵抗率のDuty比依存性をFig.2示す。Duty比の減少に伴い、抵抗率は減少することが確認された。これは、Duty比が低いほど、ON時間中にターゲットからのスパッタ粒子供給後に、OFF時間中のプラズマ照射が長くなり、プラズマ照射に伴うイオン衝撃により酸素欠陥が増加することが導電性の向上に寄与したことが一因として考えられる。

ターゲット電圧のパルス化による製膜プロセスの時間制御で、a-GaO薄膜の抵抗率を導体から絶縁体まで大きく変化させることが可能であることが示唆された。

発表論文・関連論文：

(1)Hydrogen-included plasma-assisted reactive sputtering for conductivity control of ultra-wide bandgap amorphous gallium oxide, K. Takenaka, H. Komatsu, T. Sagano, K. Ide, S. Toko, T. Katase, T. Kamiya and Y. Setsuhara, Jpn. J. Appl. Phys. 63(4) 04SP65(2024).

一般研究B(2024年度)

「IgG1のヒンジ改変体の作出とFc γ RI受容体の相互作用解析」

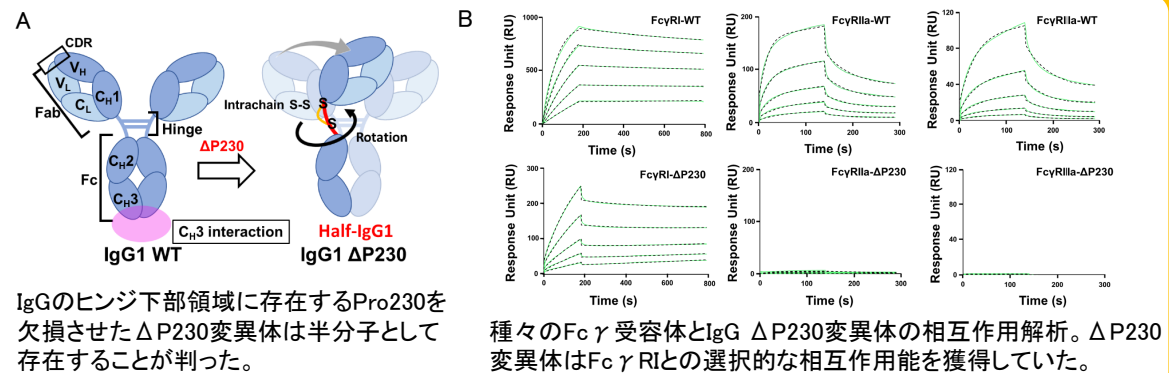
研究代表者：妹尾暁暢(九州大学)

共同研究対応教員：谷中冴子

— 研究目的 —

IgG分子はヒトの体内において主に体液性免疫に関わる重要な分子であり、創薬モダリティとして研究開発が進められている。本研究では、IgG-Fc γ RI相互作用に対するIgGのヒンジ領域の寄与を明らかにすることを旨し、分子の作出と相互作用解析を実施した。

— 研究成果・効果 —



一般研究B(2024年度)

「PbWO₄添加BiVO₄の構造相転移」

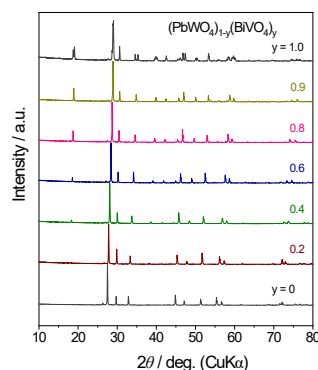
研究代表者：高井茂臣(京都大学)

共同研究対応教員：川路均

— 研究目的 —

混晶系酸化物イオン伝導体の母体である、PbWO₄添加BiVO₄の正方晶と単斜晶の領域を明らかにするとともに、同様の混晶系PbWO₄-LaNbO₄系の正方晶と単斜晶の相図を作製し、今後の酸化物イオン伝導体合成の基礎データを得る。

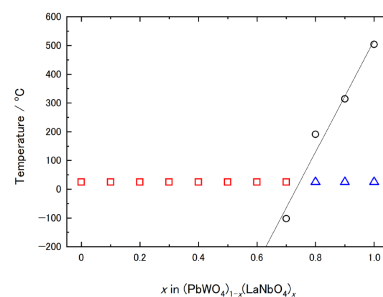
— 研究成果・効果 —

y = 1.0のBiVO₄のみ単斜晶。

0 ≤ y ≤ 0.9の領域で正方晶
灰重石型構造の単一相を形成。

PbWO₄ - BiVO₄系は、室温では広い領域で正方晶灰重石型構造を示す。

PbWO₄ - LaNbO₄系では、下図のように相図が得られた。



一般研究B(2024年度)

「凍害劣化したコンクリート構造部材に対する補修・補強効果の解明」

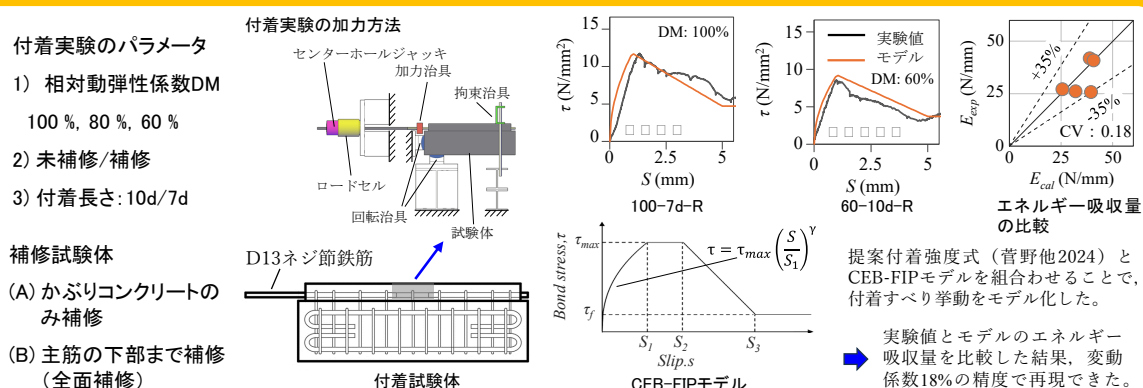
研究代表者：高瀬 裕也(室蘭工業大学)

共同研究対応教員：山崎 義弘

— 研究目的 —

劣化した鉄筋コンクリート建物を長寿命化させるには、劣化度合いの評価や、劣化後の構造部材の耐震性能を適切に把握し、ひび割れ補修や断面修復工法により性能を回復させる必要がある。しかし、補修効果に関しては不明な部分も多い。昨年度、鉄筋コンクリート(RC)梁を断面修復して、主筋の引き抜き実験(付着実験)を行い、さらに付着強度式を提案した。本研究ではこの実験で得られた付着—すべり挙動を再現することを目的とする。

— 研究成果・効果 —



発表論文・関連論文：菅野雄斗, 中村遼太郎, 朱俊彦, 高瀬裕也: 断面修復面に配筋された鉄筋コンクリート梁主筋の付着—すべりモデル, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文集, Vol.24, pp.65-70, 2024.10

一般研究B(2024年度)

「電極材料を指向した新規ヒドリド・電子混合導電体の開発」

研究代表者：竹入史隆(近畿大学)

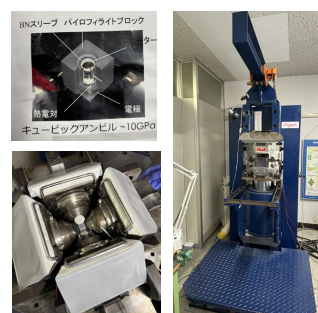
共同研究対応教員：山本隆文、東正樹

— 研究目的 —

ヒドリド(H)を電荷担体種とした電気化学デバイスの肝となる電極材料には、ヒドリドおよび電子の混合導電性が求められる。本研究では、メカノケミカル法によって新規ヒドリド化合物を探索し、その輸送特性を明らかにしたうえで、実際にデバイス作成まで展開する。

— 研究成果・効果 —

本共同利用の申請後に研究代表者の異動が生じ、大気非暴露環境が求められるヒドリド材料の開発が困難となった。そこで研究ターゲットを大気下でハンドリングが可能な酸フッ化物へと変更し、新規リチウムイオン導電体の探索を実施した。具体的には、リチウムを含む酸化物と適切なフッ化物を混合し、6 GPaの高圧力下において焼成をおこなった。生成物を粉末XRDによって評価したところ、ねらった結晶構造は得られず、既知の酸フッ化物および酸化物に起因するXRDパターンが得られた。現在この知見をもとに、化学組成や結晶構造の最適化に取り組んでいる。



700トンプレス装置

一般研究B(2024年度)

「異方性負熱膨張の起源解明と機能開発」

研究代表者：竹中康司(名古屋大学)

共同研究対応教員：東正樹

一 研究目的 一

産業技術の高度化にともない、熱膨張制御の要求が高まっている。これに応えるものとして、「温めると縮む」負熱膨張材料が大きな関心を集めており、様々な新規材料が提案されてきた。なかでも、熱膨張に大きな異方性、すなわち、ある結晶軸方向の熱膨張が正、別の結晶軸方向の熱膨張が負となる物質群は、セラミック体特有の「材料組織効果」により、結晶学的なユニット・セルの負熱膨張を超えて、バルク焼結体が大きな負熱膨張を示すことがある。その微視的な機構の解明と新たな物質群の開拓を目指す。

一 研究成果・効果 一

① $\text{Cu}_{1.8}\text{Zn}_{0.2}\text{V}_{2-x}\text{P}_x\text{O}_7$ の放射光X線回折実験

- ・ $x=0$ から 2 までの全組成域、110 K から 760 K の温度域
- ・ x 組成による結晶構造変化を同定

② Le Bail 解析による格子定数の導出

- ・ 各軸長 a 、 b 、 c 、結晶角 β 、ユニット・セル体積 v を評価

③ ユニット・セルの異方的熱変形を定量的に評価

- ・ 異方性指数 R の導入： $R = a(T)/b(T)$ で定義
a 軸は負熱膨張、b 軸は正熱膨張
- ・ $\Delta R/R$ を $\Delta v/v$ やバルク体積の熱膨張 $\Delta V/V$ と比較
 $\text{Cu}_{1.8}\text{Zn}_{0.2}\text{V}_2\text{O}_7$ の研究で、バルク体積の負熱膨張 $\Delta V/V$ は $\Delta R/R$ によくスケール

構造相転移

- ・ リン濃度が高まるにつれて
 $\beta\text{-Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ 型 $\rightarrow \alpha\text{-Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 型 $\rightarrow \beta\text{-Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 型
と構造変態

異方性指数

- ・ リン濃度が増し、結晶構造が上述のように変化すると
につれて、異方性指数の温度変化 $\Delta R/R$ は小さくなる
 $\rightarrow$ 材料組織効果はリン濃度が増えると小さくなる

今後の課題

- ・ 信頼できる焼結体の熱膨張評価
- ・ より詳細な構造解析により、ユニット・セルの異方的熱変形の微視的起源の探求

発表論文 M. Kawakita et al., Appl. Phys. Lett. 126 (2025) 091902.

一般研究B(2024年度)

「材料のひずみ・応力状態に基づくプレストレストコンクリート部材の曲げ挙動のモデル化」

研究代表者：谷 昌典(京都大学)

共同研究対応教員：河野 進

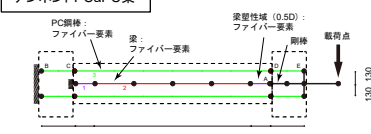
一 研究目的 一

PC部材の曲げ復元力特性の骨格曲線について、使用材料の実現象に対応した特性点の設定、評価法の提案を目指した検討を行う。具体的には、ファイバーモデルで梁・柱部材の数値解析モデルを作成し、パラメトリックスタディを行い、コンクリート要素、普通鉄筋要素、PC鋼材要素の応力状態に基づき、骨格曲線の特性点を評価する方法について検討を行う。得られた知見に基づき、骨格曲線の折れ点の実用評価式の提案を目指す。

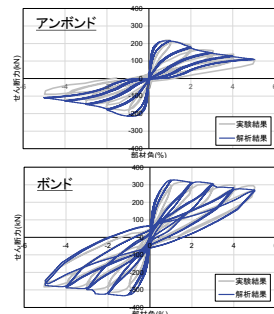
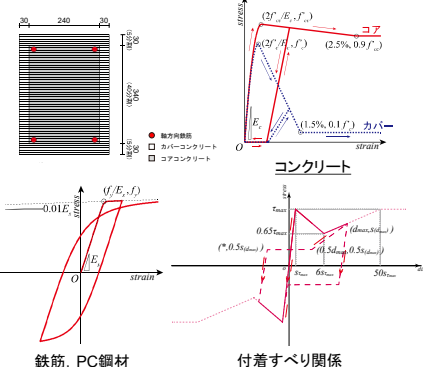
一 研究成果・効果 一

ファイバーモデルを用いた数値解析モデルの構築

アンボンドPCaPC梁



ボンドPCaPC梁



既往の実験結果を
良好な精度で追跡

一般研究B(2024年度)

「チタン石型化合物における新規反強誘電体の開発」

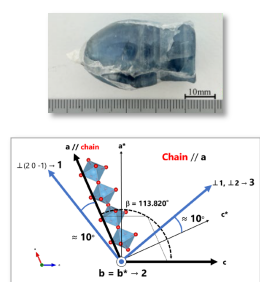
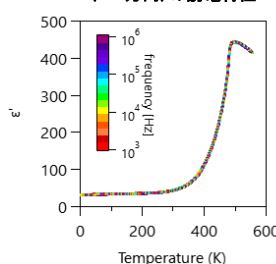
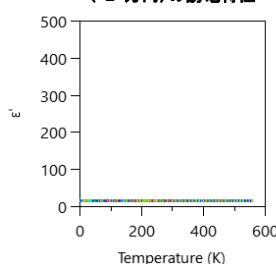
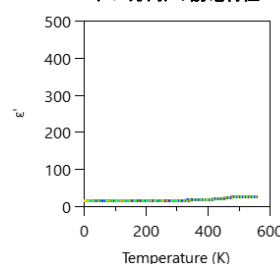
研究代表者：谷口博基(名古屋大学大学院理学研究科)

共同研究対応教員：安井伸太郎

— 研究目的 —

チタン石型化合物は、反強誘電体探索の新鉱脈として期待される物質系である。本研究では、代表的なチタン石型化合物である CaTiSiO_5 を軸とした網羅的な材料合成と構造/物性評価によって、優れた非線形誘電特性を有する新しい反強誘電体を創出するとともに、本物質系における反強誘電性の発現機構解明に取り組む。

— 研究成果・効果 —

チタン石型 CaTiSiO_5 の単結晶と面方位一次元鎖に平行な方向
("1"方向)の誘電特性一次元鎖に垂直な方向
("2"方向)の誘電特性一次元鎖に垂直な方向
("3"方向)の誘電特性CaTiSiO₅における誘電特性の異方性を解明

Unconventional Polarization Response in Titanite-Type Oxides due to Hashed Antiferroelectric Domains, H. Taniguchi et al, ACS Nano **18**, 14523–14531 (2024).
Antiferroelectricity of Titanite-type Oxide SrTiGeO_5 and Its Potential for Power Electronics Applications, T. Uohashi et al., Appl. Phys. Lett. **124**, 182901 (2024).

一般研究B(2024年度)

「コンクリートの表層品質が各種保護材料の躯体保護性能に及ぼす影響」

研究代表者：塚越 雅幸(福岡大学 工学部 建築学科)

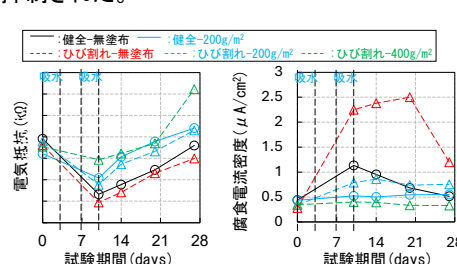
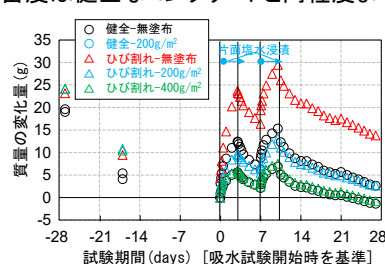
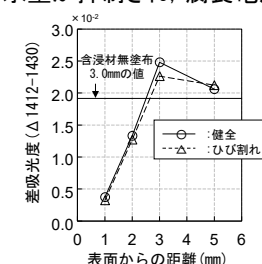
共同研究対応教員：吉敷 祥一

— 研究目的 —

コンクリートに生じたマイクロクラックは目視での発見が難しく、見過ごされているケースがある。そこで、表面に塗布するだけでコンクリート中の水酸化カルシウムと反応し、 C-S-H を生成することで、コンクリート表層の細孔構造を緻密化させ、劣化因子の浸入を抑制する効果が期待できるケイ酸塩系含浸材に着目した。研究では、含浸材の浸透状況と、その後の劣化因子の浸入と鉄筋腐食速度に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

— 研究成果・効果 —

コンクリートへのマイクロクラックの発生は吸水量を大幅に増加させる。それに伴い、鉄筋の腐食電流密度も上昇し、鉄筋付近が腐食環境にあると推測された。ただし、含浸材を塗布することでコンクリートの W/C によらず吸水量が抑制され、腐食電流密度は健全なコンクリートと同程度まで抑制された。



コンクリート(W/C=65%)の差吸光度分布

コンクリート供試体(W/C=65%)の質量変化の測定結果

コンクリート(W/C=65%)の電気抵抗と鉄筋の腐食電流密度

発表論文・関連論文：Ayuka Morita, Masayuki Tsukagoshi, Nami Urakawa, Kazuhide Nakayama, Influence of Pore Structure on the Penetration Efficiency of Surface Impregnating Agents in Concrete, 10th International Conference on Advanced Materials Development & Performance 2024. 9
※受賞 Best Oral Award, 10th International Conference on Advanced Materials Development and Performance

一般研究B(2024年度)

「界面制御による高性能酸化物系全固体電池の開発」

研究代表者：寺西 貴志(岡山大学)

共同研究対応教員：安井 伸太郎

一 研究目的 一

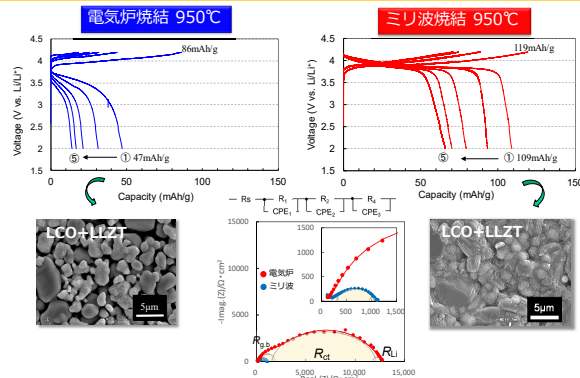
24GHzミリ波照射加熱法：

- ・照射電磁波とイオン結晶の相互作用に伴う自己発熱様式：均質加熱・焼結活性向上
- ・非熱平衡プロセスによる特異効果

非熱平衡プロセスである24GHzミリ波焼結法により、電極と電解質(SE)間の界面高抵抗相を抑制しつつ高密度化させ、高性能なバルク型一体焼結電池を作製する。

一 研究成果・効果 一

同焼結条件で電気炉焼結とミリ波焼結を比較した(950℃)。ミリ波焼結においては、界面高抵抗相 $\text{La}_2\text{Li}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_4$ の生成が抑制し、かつ界面の緻密化が促進した。界面高抵抗相の生成抑制は、構成イオンのうち、 La^{3+} の拡散係数が、ミリ波照射下において大幅に抑制されたことが要因であることが分かった。また、一体焼結電池において、電気化学評価を行った。通常電気炉に比べて、ミリ波焼結電池においては、界面電荷移動抵抗(R_{ct})が効果的に低減し、結果、優れた電池性能を示した。



発表論文・関連論文：A. Kishimoto, Y. Kamakura, T. Teranishi, H. Hayashi, Mater. Chem. Phys. 139, 825-829 (2013)., A. Kishimoto, H. Hasunuma, T. Teranishi, H. Hayashi, J. Alloy. Compd. 648, 740-744 (2015)., T. Teranishi, N. Akiyama, K. Ayano, H. Hayashi, A. Kishimoto, Appl. Phys. Lett. 100, 242903 (2012)., Y. Toyota, T. Teranishi et al., ACS Appl. Energy Mater. 7, [4], 1440-1447 (2024)., T. Teranishi et al., J. Power Sources, 494, 229710 (2021)., T. Teranishi et al., J. Appl. Phys. 131, 124105-1-10 (2022).

一般研究B(2024年度)

「イオン交換反応で得られる非平衡半導体ナノ粒子の電子物性評価」

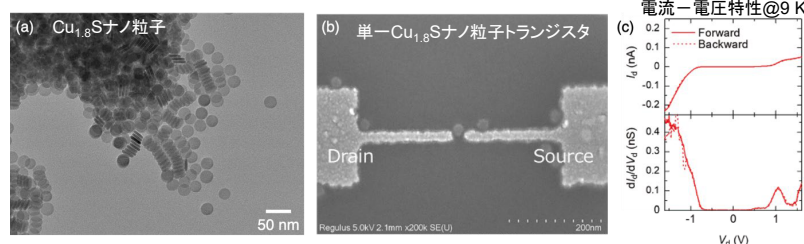
研究代表者：寺西利治(京都大学)

共同研究対応教員：真島豊

一 研究目的 一

本共同研究では、ナノギャップ電極間に固定した Cu_{2-x}S 半導体ナノ粒子のイオン交換を行うことにより、平衡・非平衡構造半導体ナノ粒子の室温共鳴トンネルトランジスタ挙動を系統的に検討することにより、これら半導体ナノ粒子の電子物性を明らかにすることを目的とする。

一 研究成果・効果 一

ディスク状 $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$ ナノ粒子の合成と単一ナノ粒子トランジスタの作製・電子構造評価

粒径 27 ± 1.4 nm、厚さ 5.1 ± 0.5 nm単分散なディスク状 $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$ ナノ粒子を用い、単一 $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$ ナノ粒子トランジスタ、および、カチオン交換反応による積層非平衡 CoS ナノ粒子トランジスタの作製に成功し、それぞれの電子構造を明らかにした。

発表論文：G. Ohkatsu, T. Nishinobo, M. Saruyama, T. Teranishi, and Y. Majima, "Resonant tunneling in a colloidal CdS semiconductor quantum-dot single-electron transistor based on heteroepitaxial-spherical Au/Pt nanogap electrodes", *Nanoscale Adv.* 2024, 6, 4346-4351.

一般研究B(2024年度)

「擬立方晶構造を用いた高効率熱電変換材料の開発とスマートビルディングへの応用」

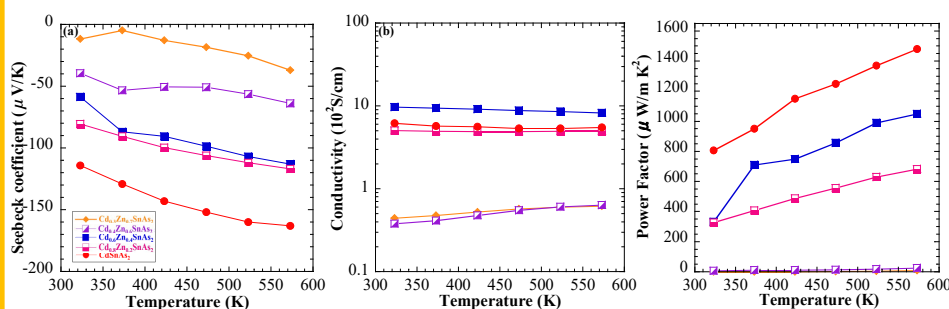
研究代表者：永岡章(宮崎大学 工学部 工学科 電気電子工学プログラム)

共同研究対応教員：安井伸太郎

— 研究目的 —

Zero Energy Building (ZEB)を代表とするスマートビルディングにおける熱利用を目標として、100 °C以下で高効率を示す熱電材料開発を開発する。本研究では、前年度に高い出力因子を達成しているp型 ZnSnAs_2 (ZTA)に対応するn型熱電材料に注目した。将来的な熱電モジュール化に向けたCd混晶による $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{SnAs}_2$ (ZCTA)のn型伝導型制御と熱電特性について調査した。

— 研究成果・効果 —



Zn/Cd比を変化させたZCTAの(a) ゼーベック係数、(b) 電気伝導率、(c) パワーファクターの温度変化

・ZCTA (x = 0.3-1)で、ゼーベック係数が負の値を示したためn型半導体であることを確認した。
 ・ZCTA (x = 0.6)は、10¹⁹ cm⁻³の高い電子濃度によって電気伝導性が著しく向上し、375 Kで710 μW/mK²の出力因子を示した。

100 °C以下の熱利用において高いポテンシャルを示す。

発表論文・関連論文：

K. Nakashima, S. Miura, H. Ienaga, K. Nomoto, S. Yasui, K. Yoshino, K. Nishioka, A. Nagaoka, "Thermoelectric chalcopyrite compound ZnSnAs_2 with high power factor for low-grade waste-heat recovery" (submitted)

中島 康貴, 平井 優一, 西岡 賢祐, 永岡 章: $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{SnAs}_2$ の伝導型制御および熱電特性の向上, 2024年度多元系化合物・太陽電池研究会 年末講演会

一般研究B(2024年度)

「コーン状破壊により損傷した露出柱脚の被災後補修」

研究代表者：仲田章太郎(豊橋技術科学大学)

共同研究対応教員：吉敷祥一

— 研究目的 —

本研究課題は、近年の地震被害において被害が散見されている露出柱脚の被災後補修法を構築することが目的である。2024年度は、増打ちコンクリート部を対象とした要素実験のデータ分析を行い、補修部におけるアンカーボルトの軸部剛性について検討した。

— 研究成果・効果 —

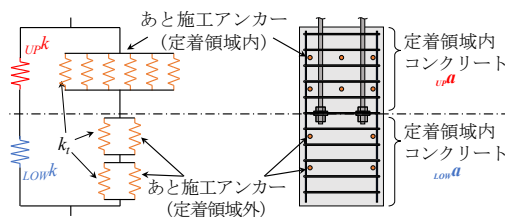


図1 補修部における軸部剛性の力学モデル

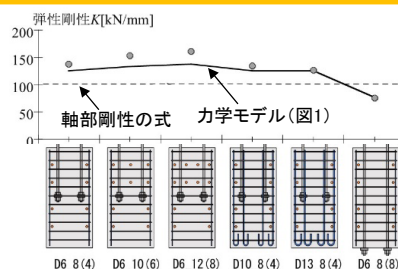


図2 軸部剛性の評価結果

補修部における軸部剛性の力学モデルを図1、その評価結果を図2に示す。軸部剛性の式は、実験値を概ね評価できているが、定着領域“内”のあと施工アンカーの増加に伴う、KRの増加が再現できていない。一方、図1の力学モデルは、実験値を過小評価しているものの、その傾向を再現できている。

高橋淳平, 仲田章太郎: 増打ち補強した露出柱脚の剛性と耐力に関する基礎的検討, 日本建築学会大会学術講演, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 日本建築学会, 構造Ⅲ, 2025.9 (発表予定)

一般研究B(2024年度)

「穴あきシリコンナノシートの合成と物性評価」

研究代表者：中野秀之(近畿大学理工学部応用化学科)

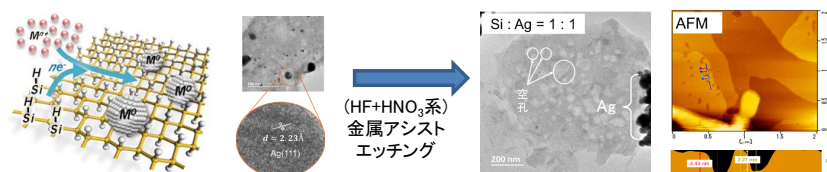
共同研究対応教員：真島豊

— 研究目的 —

シリコンはリチウムイオン二次電池の負極活物質として期待されているが、リチウムの挿入・脱離に伴い4倍以上の体積変化が生じ、電極劣化が激しい事が実用化の課題となっている。本研究では、シリコンナノシートへ穴を空け、リチウムの吸着サイトを創ると共に、二次元シートへの欠陥導入によるホール伝導も付与したLIB用Si負極活物質の合成し、充放電特性の評価を目的とした。

— 研究成果・効果 —

シリコンナノシートへAg金属アシストエッチングを行い細孔を形成し、その物性評価を検討



SiHへのAg担持方法(左)と担持後のTEM像(右)

穴あきシリコンナノシートのTEM像(左)とAFM像(右)

シリコンナノシート(SiH)の還元性を利用して、数nm～数十nmサイズの銀粒子をシート表面に担持できた。これを触媒として、金属アシストエッチングを行い、銀粒子と同程度の細孔をシートに形成する事も出来た。シートの厚さはAFM像より2.3nmであり、SiHシートが約8層積層している事も確認できた。一方、細孔を形成したシートには、銀粒子が残存しており、これが電池特性に悪影響を与えるため、電気化学評価は未着手となった。

一般研究B(2024年度)

「強固な相互作用を有する表面修飾剤を用いた単電子トランジスタの室温安定動作」

研究代表者：中村 貴宏(株式会社illumius)

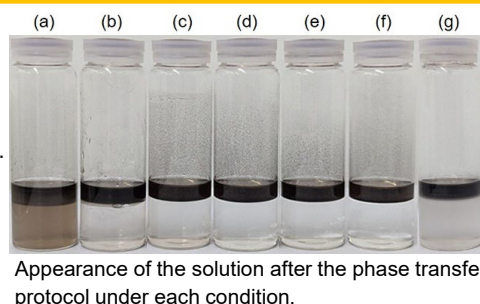
共同研究対応教員：真島 豊

— 研究目的 —

本研究では、ナノギャップ電極とナノ粒子の単電子島から構成される単電子トランジスタ (SET) の構造安定化を目的とし、構造安定化が確認されている金-白金合金ナノ粒子を対象とし、ドデカンチオールを用いた相間移動法による表面修飾の際に、溶液のpH制御が及ぼす影響について検討を行った。

— 研究成果・効果 —

レーザー誘起還元法により作製した金-白金合金ナノ粒子コロイド水溶液と、ドデカンチオール分散ヘキサン溶液との相間移動法による表面修飾では一部表面修飾が確認されたものの、多くのナノ粒子が未修飾のまま水中に残存した(図(a))。これに対して、ナノ粒子の合成時に前駆体水溶液のpHを制御することによって、作製された合金ナノ粒子の相間移動法による表面修飾効率が大幅に改善された(図(b)-(g))。



Appearance of the solution after the phase transfer protocol under each condition.

国際会議発表：R. Kuroda et al., "Effect of Additives on Efficiency of Gold Nanoparticles Formation by Laser-Induced Reduction Method" The 7th International Conference on Advanced Nanoparticle Generation and Excitation by Lasers in Liquids (ANGEL) (2024.5)

国際会議招待講演：T. Nakamura, "Highly efficient synthesis of solid-solution alloy nanoparticles by laser-induced reduction for industrial applications", SPIE Photonics West (2025.1)

発表論文：R. Kuroda, T. Nakamura et al., "Effect of Additives on Synthesis Efficiency of Nanoparticles by Laser-Induced Reduction Method" Beilstein Journal of Nanotechnology, (2025, in press)

一般研究B(2024年度)

「実験データベースを用いた鉄筋コンクリート部材の構造性能評価」

研究代表者：中村孝也(新潟大学)

共同研究対応教員：河野進, 西村康志郎

— 研究目的 —

せん断破壊型鉄筋コンクリート(RC)柱を対象として、実験データベース¹⁾等における過去に実施された多数の実験結果を用いて変形性能を調べる。限界変形角(水平力が最大耐力の80%まで低下したときの部材角)を対象として、主筋量や軸力比およびせん断補強指標²⁾に着目して変形性能に関わる条件を検討する。更に、主筋とせん断補強筋および軸力の影響を考慮した「せん断補強・主筋軸力比指標」についても検討する。

— 研究成果・効果 —

本研究で対象としたせん断破壊型RC柱試験体の限界変形角(部材角)は0.3%から6.8%であった。

曲げ破壊型RC柱の終局的な変形性能を判断するせん断補強指標²⁾について、分母のコンクリート強度に関する部分を、コンクリートの影響を除いた指標である主筋軸力比 η_s (軸力を主筋総断面積と主筋降伏強度の積で除したものを「せん断補強・主筋軸力比指標」とし、「 $(p_w \cdot \sigma_{we}) / \eta_s$ (N/mm²)」で表す。ここで、 p_w はせん断補強比、 σ_{we} はせん断補強筋降伏強度(N/mm²)、である。

せん断補強・主筋軸力比指標と限界変形角の関係を図に示す。図はコンクリート軸力比 η で分類して示す。両者の間には強い正の相関が見られ、相関係数は0.72であった。限界変形角2%以上となるのは、せん断補強・主筋軸力比指標がおおむね4 N/mm²以上となる場合である。なお、この範囲の試験体はいずれも η が0.33以下であった。

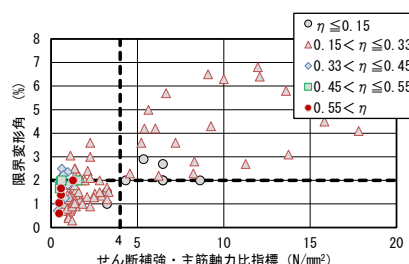


図 せん断補強・主筋軸力比指標-限界変形角関係

参考文献 1) 向井智久, 渡邊秀和, 坂下雅信, 田才晃, 楠浩一, 磯雅人, 楠原文雄, 西村康志郎, 中村孝也, 田尻清太郎, 谷昌典: 実験データベースを用いた鉄筋コンクリート造部材の構造特性評価式の検証(2020年版), 国立研究開発法人建築研究所建築研究資料, 2020 2) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・同解説, 2021

一般研究B(2024年度)

「成長環境制御による化合物半導体の物性制御とデバイス応用」

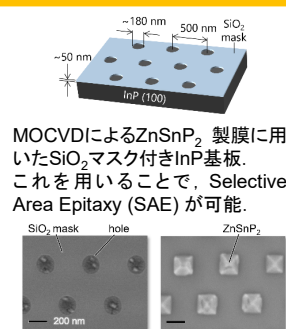
研究代表者：野瀬嘉太郎(京都大学大学院工学研究科)

共同研究対応教員：大場史康

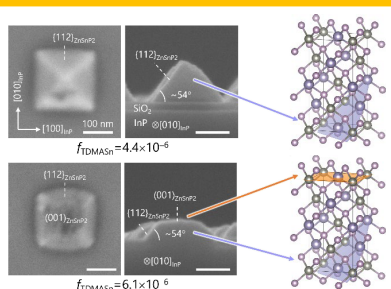
— 研究目的 —

本研究では、結晶成長時の環境を精密に制御することで、物性の制御を試みる。我々がこれまでに取り組んできたリン化物、硫化物半導体を対象とし、熱力学的解析や第一原理計算との連携することで、従来とは異なる結晶成長技術、および物性制御手法の構築を目指す。さらに温度以外の環境パラメータを導入し、結晶成長プロセスへの影響を詳細に検討する。

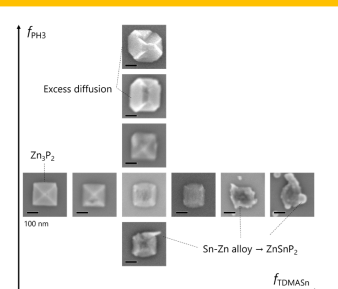
— 研究成果・効果 —



製膜前後のSEM像。マスクの穴の部分にZnSnP₂結晶が成長。



ZnSnP₂ [110] (001) // InP [100] (001) の関係。
Sn原料の供給レートを上げるとピラミッド形状が崩れ、ファセットが不明瞭に。
→ Zn-Sn合金の優先形成が要因。



Sn原料(横軸)およびリン原料(PH₃, 縦軸)の供給レートが結晶形状に与える影響。結晶性の向上には、リンのレートを上げることが重要であることを新たに見出した。

発表論文・関連論文：M. C. Spadaro, S. E. Steinvall et al., *Nanoscale* **13**, 18441-18450 (2021). 住吉 他, 第72回応用物理学会春季学術講演会, 15a-K302-11
謝辞 MOCVDの製膜はスウェーデンのLund大学で行われました。Simon E. Steinvall 博士, Kimberly A. Dick 教授, 他関係者に感謝いたします。

一般研究B(2024年度)

「火山噴火災害における地域住民や登山者・観光客の ハザード理解とリスク認識に関する研究」

研究代表者：秦康範(日本大学 危機管理学部 危機管理学科)

共同研究対応教員：寺田暁彦

－ 研究目的 －

火山現象の解明のための研究、噴火予測のための研究、災害誘因予測のための研究の知見を踏まえて、火山噴火ハザードマップが作成され、自治体を通して地域住民に防災マップとして配付されている。ハザードマップは、現状の防災対策における起点として位置づけられており、ハザードマップがどのように理解されているのかは、住民避難や登山者・観光客へのリスク周知を検討する上で極めて重要である。しかしながら、地域住民や登山者・観光客のハザードマップの理解度は必ずしも明らかにされていない。そこで本研究では、観光地化された火口を有する火山を対象に地域住民や登山者・観光客のハザード理解とリスク認識を明らかにすることを目的とする。

－ 研究成果・効果 －

草津白根火山観測所の観測設備を視察し、寺田暁彦准教授と情報交換した。また、基礎自治体である草津町総務課と、観光関係者である草津温泉女将会「湯の華会」に対してヒアリング調査を実施した。さらに草津町長により災害対策基本法第63条の規定により、湯釜火口から半径500mの範囲の立入規制区域に、寺田准教授とともに湯釜の実地調査を実施した。主な研究成果は下記の通り。

- ・活火山を抱える自治体、地域における専門家ならびに火山観測施設の役割の検討
- ・噴火の脅威は主に登山者や観光客であり、地元住民にはハザードの脅威が小さい草津町の現状把握、観光地である草津町における火山との共生のあり方の検討
- ・基礎自治体が火山防災協議会の運営を実施していることの課題点、ならびに火山防災行政を推進する上での課題抽出
- ・噴火を想定した観光事業者の実施すべき備え、計画、観光客への情報提供、平時の訓練等の観光地における火山防災上の課題抽出
- ・立ち入り規制が実施されている湯釜火口の実地調査を実施し、現地の状況を把握



湯釜 (2024.9.4撮影)



女将会ヒアリング (2024.9.5撮影)

一般研究B(2024年度)

「局所C-Vマッピング法と圧電応答顕微鏡の統合計測による 強誘電体薄膜のナノスケールドメインダイナミクス解析」

研究代表者：平永良臣(東北大学)

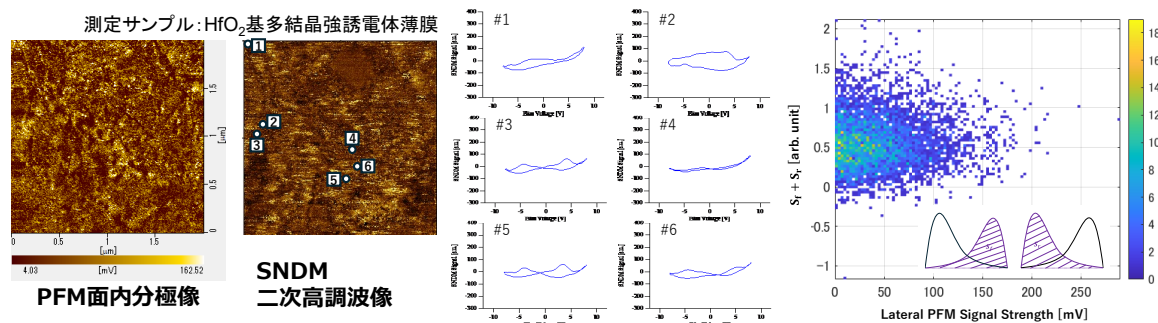
共同研究対応教員：重松圭

－ 研究目的 －

強誘電体材料の物性を深く理解し、それを新たなデバイス開発に展開するためには、ナノスケールにおける分極の振る舞いを解析することが肝要である。本研究では、局所C-Vマッピング法／圧電応答顕微鏡統合計測システムによって、ナノスケール分極挙動に関して、従来の単一手法では得られなかった新たな知見を得ることを通じて、当該分野の発展に貢献することを目的とする。

－ 研究成果・効果 －

局所C-Vマッピング法／圧電応答顕微鏡統合計測システムによる分極ダイナミクスの解析例



発表論文・関連論文：

Y. Hiranaga, Y. Noguchi, T. Mimura, T. Shimizu, H. Funakubo, and Y. Cho, ACS Appl. Nano Mater. 7, 8525 (2024).

一般研究B(2024年度)

「反応焼結法により作製した誘電体セラミックスに関する研究」

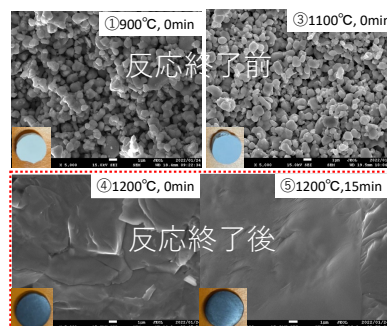
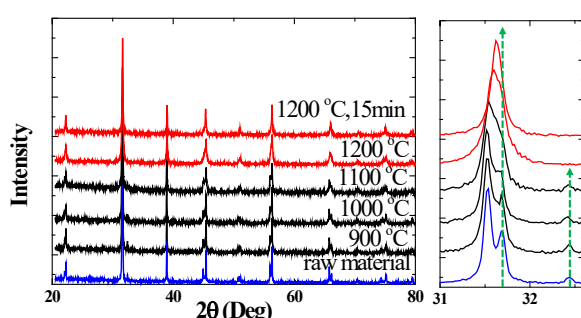
研究代表者：符徳勝（静岡大学）

共同研究対応教員：安井伸太郎

— 研究目的 —

セラミックスの緻密化や物性は作製プロセスに大きく影響を受ける。本研究では、 $\text{BaTiO}_3\text{-SrTiO}_3$ 固溶体を対象とし、新しい焼結手法であるSPSを用いた反応焼結法によってセラミックスを作製し、結晶相の形成や緻密化の可能性を明らかにした。

— 研究成果・効果 —



SPSを用いた反応焼結法による $\text{BaTiO}_3\text{-SrTiO}_3$ 固溶体の形成過程では、 N_2 雰囲気、印加圧力50 MPa、昇温速度100°C/分の条件下で1200°C(保持時間ゼロ)に達する段階において、 BaTiO_3 と SrTiO_3 間の固相反応が完了し、高い緻密性を有するセラミックスが形成された。

一般研究B(2024年度)

「希土類酸水素化物の半導体物性に対するヒドリドイオン伝導性の影響」

研究代表者：福井 慧賀（山梨大学大学院総合研究部工学域）

共同研究対応教員：半沢 幸太

— 研究目的 —

希土類酸水素化物は半導体物性とヒドリドイオン(H^-)伝導性をあわせ持つ材料である。これらの物性は相互に影響することから、本材料を活用するうえで両物性に対する知見が必要となる。本研究は希土類酸水素化物の H^- 伝導性が半導体物性に与える影響を調査することで、イオン伝導性を有する半導体材料についての知見を深めるとともに、新たな活用法を検討することを目的とした。

— 研究成果・効果 —

◆ デバイス応用の一例として酸水素化ランタン($\text{LaH}_{3-2x}\text{O}_x$)を用いた燃料電池を構築(図1)

- ✓ 開放電圧の極性・流通ガスの切り替えに伴う電圧変化 → H^- 伝導により燃料電池として動作(図2(a))
- ✓ 燃料電池の出力特性が $\text{LaH}_{3-2x}\text{O}_x$ の半導体物性・イオン伝導性を反映(図2(b))
→ デバイス応用では双方の物性に対する理解・最適化が必要

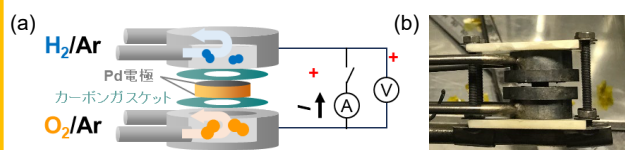
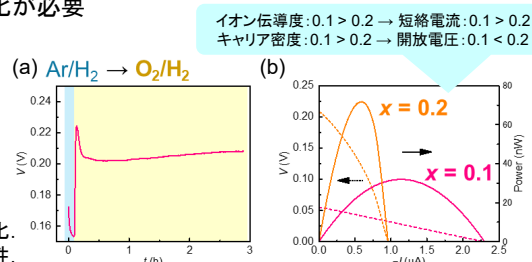


図1 構成した燃料電池の模式図(a)と外観写真(b)。

図2 (a) 流通ガスの切り替えに伴う開放電圧の変化。
(b) 燃料電池の電流-電圧曲線および出力特性。

一般研究B(2024年度)

「配位性低分子アシスト液相法で合成されたナノ階層構造体の機能調査」

研究代表者： 瀧上輝顕(名古屋工業大学)

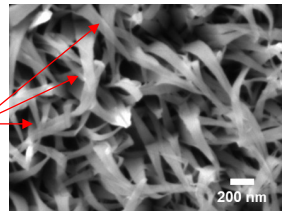
共同研究対応教員： 松下伸広

— 研究目的 —

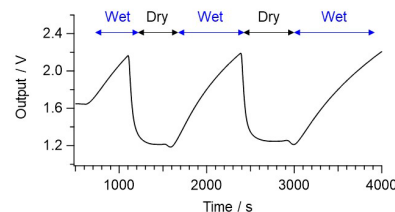
IoT化の急速な進展により、センサにはより一層の高い性能が必要とされる。触媒材料を反応層とするセンサにおいては、材料にウニ状などの複雑な構造を付与することで、サイズ効果による反応性と、安定性や物質拡散性が確保され、高いセンサ特性が期待される。本研究では、種々の材料に対するシングルナノオーダーの構造制御を目的とした。特にガスセンサや湿度センサの材料として期待されるCuOを対象として、基板上への直接析出とセンサ特性の調査を試みた。

— 研究成果・効果 —

重なり合ったリボン状CuOナノ結晶の、後方の結晶が透過している様子が観られる。



Ti箔上に析出したCuO結晶のSEM像



リボン状CuO/Ti箔複合センサの湿潤センサ特性

エチレングリコールを添加したアンモニア水溶液中に硝酸銅を溶解させ、Ti箔を浸漬させ120℃で水熱処理することで、短軸径200 nm以下のリボン状ナノ構造を有するCuOをTi箔上に直接析出することに成功した。電子線の透過の様子から、厚さはシングルナノスケールであることが予想される。リボン状CuO/Ti箔複合センサの出力電圧は湿潤空気流通下で増加し、pn接合界面の形成が示唆された。今後、各種センサ用の材料としての応用が期待できる。

一般研究B(2024年度)

「BiFeO₃薄膜のマルチフェロイック特性と微構造の相関解明に関する研究」

研究代表者： 北條 元(九州大学大学院総合理工学研究院)

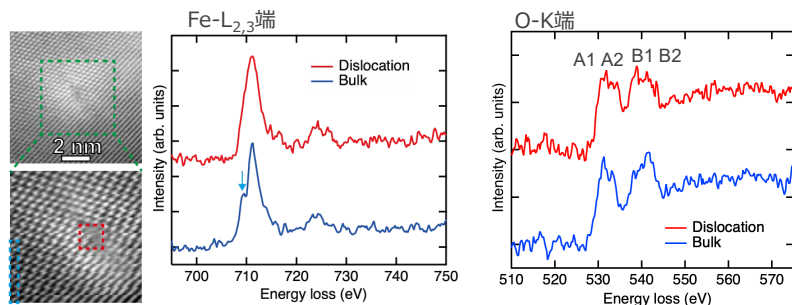
共同研究対応教員： 東 正樹

— 研究目的 —

BiFeO₃は菱面体晶系のペロブスカイト型酸化物で、室温で強誘電性と反強磁性が共存するマルチフェロイック物質である。SrTiO₃(111)上のBiFeO₃薄膜はバルクと同じ菱面体晶構造を持つが、室温で0.01 μB/Fe程度の飽和磁化をもった超常磁性的な挙動を示す。昨年度までの研究により、SrTiO₃(111)面上のBiFeO₃薄膜では、貫通転位コアとその周辺領域が磁化に寄与すると仮定すると、それらの領域に通常の傾角コリニア構造では説明できない大きな磁化が発現している可能性が示唆された。本研究ではBiFeO₃が超常磁性的な挙動を示す機構を明らかにすることを目的とし、BiFeO₃薄膜の微構造解析を行った。

— 研究成果・効果 —

プランビュー方向からBiFeO₃薄膜中の貫通転位近傍でEELS測定を行った。その結果、BiFeO₃薄膜中の貫通転位コア領域では、Fe³⁺が一部Fe²⁺へと還元されていること、そしてFeリッチな組成となっていることが示唆された。今後はローレンツTEM法などにより、転位領域における磁気シグナルの直接観測を試みる。

BiFeO₃薄膜中の貫通転位近傍でのFe L_{2,3}端とO K端のEELSスペクトル

一般研究B(2024年度)

「熱放出型ドラッグデリバリーシステム用フェライト粒子の機械学習を併用したサイズ制御」

研究代表者：牧之瀬 佑旗（島根大学 学術研究院 環境システム科学系 物質化学コース）

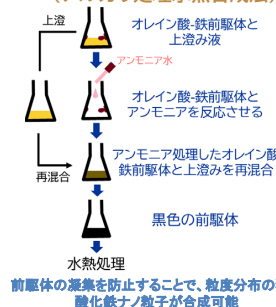
共同研究対応教員：松下 伸広 協力者：久保田 雄太, 秋山 理子

一 研究目的 一

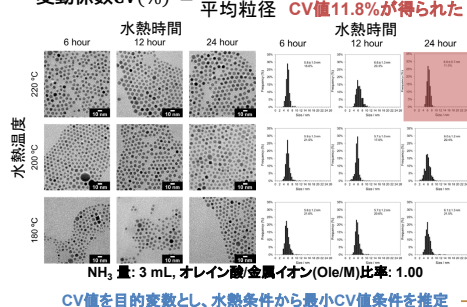
がん治療の分野で研究されているドラッグデリバリーシステム(DDS)は、通常の服薬に比べて少量で作用し、副作用を抑えることが可能となる重要な治療法である。誘導の一つに磁力による方法が研究されており、磁性ナノ粒子が用いられる。この粒子には、薬剤を誘導するだけでなく、交流磁場において発熱するという特性がある。この熱放出の効率には、磁性ナノ粒子の粒子サイズと粒度分布が重要となることが想定され、発熱効率の高い20nm前後のサイズかつ狭い分布(低CV値)を持つ粒子が望ましいと考えられる。そこで本研究では、機械学習を活用し、フェライトナノ粒子のサイズ制御(サイズの均一化およびその合成方法におけるサイズ増大化)のための合成条件最適化を試みた。

一 研究成果・効果 一

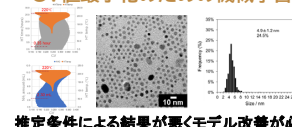
アルカリ処理したオレイン酸-鉄前駆体を用いた水熱合成法
(アルカリ処理水熱合成法)



複数の実験条件探索
変動係数CV(%) = 標準偏差 / 平均粒径



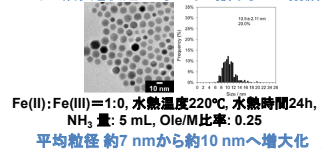
CV値最小化のための機械学習



推定条件による結果が悪くモデル改善が必要

サイズ増大条件探索

Fe(III)の添加 低Ole/M比率の採用
未反応のFe(II)を消費 成長抑制となる
して成長を促進 オレイン酸イオンの削減



一般研究B(2024年度)

「耐震性・施工性・断熱性に優れた木質制振壁の開発」

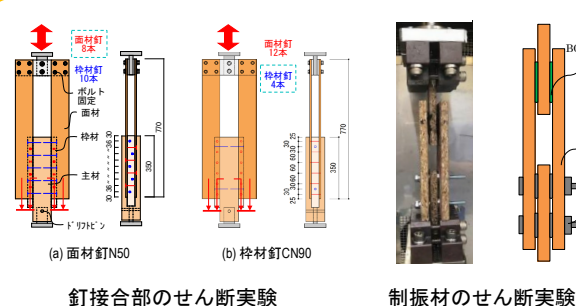
研究代表者：松田和浩（名城大学理工学部建築学科）

共同研究対応教員：佐藤大樹

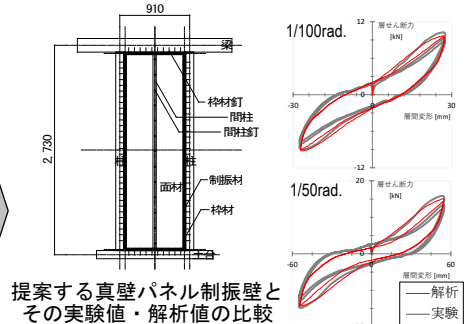
一 研究目的 一

真壁形式のパネル内に予め断熱材や制振材(ダンパー)を組み込むことで、現場での施工性を高めた制振壁を開発することが可能と思われる。前年度に、釘配列の影響を上下左右の4点に縮約する手法を応用することで、提案する壁の特性を評価する手法を提案したが、荷重変形関係における包絡線のみを対象としていたため、本年度は繰り返し挙動を含めた精度検証を行う。

一 研究成果・効果 一



真壁パネル制振壁の要素実験を実施し、
各要素の力学特性をモデル化



要素モデルを組み合わせることにより、
提案する制振壁の履歴を再現できた

発表論文：松田和浩, 荻谷碧斗, 増田顕, 吉原大瑛, 清水敦夫: 真壁パネル制振壁の釘とダンパー効果に着目した力学モデル作成手法 (その4) 真壁パネル制振壁の力学モデル提案, 日本建築学会大会学術講演, 構造Ⅲ, 九州, 2025年9月
2024年7月に日本地震構造協会から住宅制振設計マニュアル(著者: 笠井和彦, 坂田弘安, 松田和浩, 山崎義弘)を発刊

一般研究B(2024年度)

「ジラジカルのスピン挙動に着目した開殻分子エレクトロニクス」

研究代表者：松田建児(京都大学 大学院工学研究科)

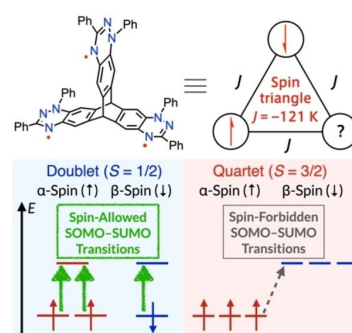
共同研究対応教員：真島豊

— 研究目的 —

分子内のスピンがとる複数のスピン状態がエネルギー的に近いマルチラジカルでは、分子集団では温度変化によりボルツマン分布に従い占有数に変化する。分子エレクトロニクスの手法を用い1つの分子の物性を個別に観測することができれば、分子集団では統計的な平均でしか観測できないスピン状態間の分子物性を、個別に計測することができる。本研究では、そのようなトリラジカルの挙動の解明を目的とした。

— 研究成果・効果 —

トリプチセン骨格に3つのBlatterラジカルを配した、プロペラ型の C_{3v} および O_h 対称のトリラジカルを合成し、その物性を検討した。このトリラジカルは、 J/k_B が約-120 Kの反強磁性正三角形スピン系であり、室温で二重項状態と四重項状態が約4:6で存在することが分かった。トリラジカルは1000 nmに達する特徴的なNIR吸収帯を示したが、これは吸収スペクトルの温度変化測定と量子化学計算によって二重項状態のトリラジカルにのみ起因するものであることが分かった。光励起により二重項状態のトリラジカルはsymmetry-breakingな電荷移動を起こし、四重項状態のトリラジカルはモノラジカルと似た励起状態になることを見出した。このことは過渡吸収スペクトルの測定によっても確かめられた。

発表論文 T. Aoki, H. Sotome, D. Shimizu, H. Miyasaka, K. Matsuda, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2025**, 64, e202418655. Doi: 10.1002/anie.202418655.

一般研究B(2024年度)

「有機-無機ハイブリッドペロブスカイト薄膜の微視的構造と光電子物性」

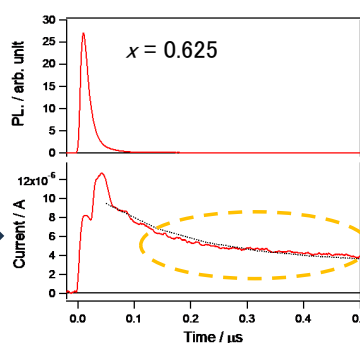
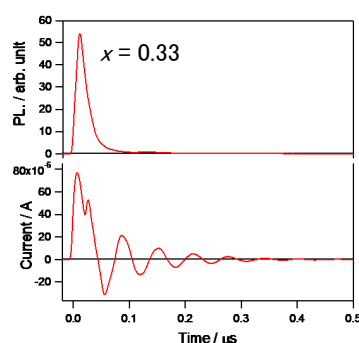
研究代表者：三浦 智明(新潟大学理学部)

共同研究対応教員：山本 隆文、東 正樹

— 研究目的 —

次世代のペロブスカイト太陽電池材料として注目を集めている $FAPbI_3$ (FA^+ : $CH_3NH_3^+$)の SCN^- アニオン置換による安定性・光電変換機能向上の機構を解明することにより、より優れた材料開発への指針が得られる。本研究では、 SCN^- アニオン置換ペロブスカイト薄膜の光励起により生じる光電流と発光の時間分解測定を行うことにより、アニオン置換により生じた格子欠陥が光電子物性に与える影響を明らかにする。

— 研究成果・効果 —

 $FA_{1-x}Pb_{1-x}I_{3-1.5x}(SCN)_{0.5x}$ の欠陥構造制御と光電子物性(x : Pb欠陥量)^{[1],[2]}


格子欠陥の導入



長寿命な局在準位
トラップキャリアの
生成

SCN^- 置換により光キャリア
動力学的制御が可能

関連論文：[1] T. Ohmi, M. Azuma, T. Yamamoto, et al., *J. Am. Chem. Soc.* **145**, 19759, 2023.[2] T. Ohmi, W. Taniguchi, M. Azuma, T. Yamamoto, et al., *ACS Mater. Lett.* **6**, 1913, 2024.

一般研究B(2024年度)

「トポロジカル量子デバイスの作製と評価」

研究代表者：三澤哲郎(産業技術総合研究所)

共同研究対応教員：笹川崇男

— 研究目的 —

NiBi₃はトポロジカル表面状態を持つ超伝導体であると考えられている。本研究ではNiBi₃における新奇超伝導現象の観測を目指し、NiBi₃のマイクロデバイス化とその評価に取り組んだ。NiBi₃はNiがジグザグに連なった擬一次元的な結晶構造を持つことから結晶が繊維状にほぐれやすく、容易にマイクロメートル程度の太さを持つ細線結晶を得られる。本研究では、NiBi₃細線結晶に電極構造を形成しマイクロデバイスとし測定・評価することで、トポロジカル表面状態と超伝導の相互作用に起因する新奇物性の観測を目指した。

— 研究成果・効果 —

液中における超音波分散によりNiBi₃の細線結晶を得て、電子線リソグラフィ法によりマイクロデバイスを作製した。デバイス化による超伝導特性の劣化は非常に小さいことが分かった。今後、さらに細い細線結晶をデバイス作製を行うことにより、トポロジカル表面電子状態の電界制御およびトポロジカル量子現象の観測を目指していく。



NiBi₃単結晶を液中で
超音波処理 (40 kHz, 1 h)

作製したデバイスの走査型電子顕微鏡像

抵抗の温度依存性。内相図は超伝導転移点近傍を拡大したもの。

一般研究B(2024年度)

「固体表面への金属錯体・金属ナノ粒子の精密配置と触媒反応の高効率化」

研究代表者：本倉 健(横浜国立大学)

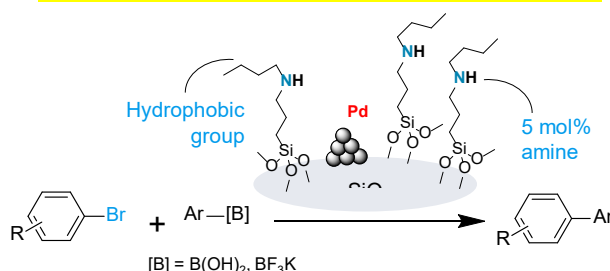
共同研究対応教員：鎌田慶吾

— 研究目的 —

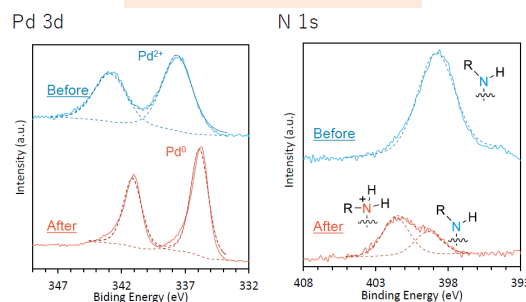
鈴木-宮浦カップリング反応(アリールハライドとアリールホウ酸のカップリング反応)において外部からの塩基の添加を必要としない触媒反応系を開発する。具体的の方針としては、シリカ表面に疎水性のアミノ基とPdナノ粒子が共存する触媒を開発し、含水溶媒系での反応を実施する。

— 研究成果・効果 —

疎水性アミノ基とPdナノ粒子を固定した触媒による、
添加塩基非存在下での鈴木-宮浦カップリング反応



反応前後の触媒のXPS



- ・反応中にPd(0)粒子が形成
- ・酸と相互作用していないアミノ基が残存

一般研究B(2024年度)

「透過型電子顕微鏡を用いた蓄電固体材料の微細構造解析」

研究代表者：森 茂生(大阪公立大学)

共同研究対応教員：東 正樹

— 研究目的 —

本研究では、2元機能物質 $\text{Li}_2\text{S}-\text{V}_2\text{S}_3-\text{LiI}$ 系正極活物質の充放電メカニズムを明らかにするため、最も優れた充放電特性を示す $90(0.75\text{Li}_2\text{S}-0.25\text{V}_2\text{S}_3)-10\text{LiI}$ に対して透過型電子顕微鏡(TEM)観察を行い、充放電時の微細構造変化を調べた。

— 研究成果・効果 —

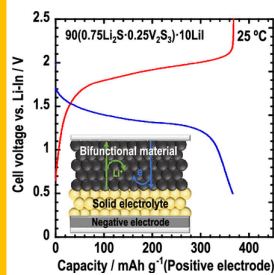
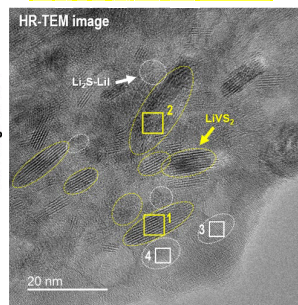
二元機能物質：活物質と電解質の両方の機能を持つ材料

→ 固体電解質と導電助剤の両方を添加する必要がないため、高いエネルギー密度が期待できる。

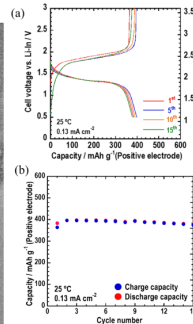
◆ $\text{Li}_2\text{S}-\text{V}_2\text{S}_3-\text{LiI}$ 系正極は正極活物質として利用すると高容量を示す性質がある

◆ 本電極材を用いた全固体セルは良好なサイクル特性を示す。

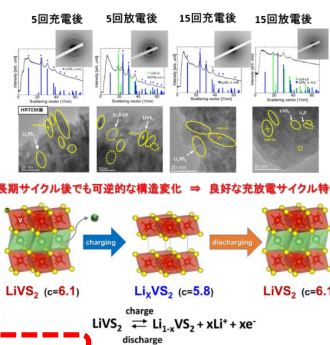
充放電サイクル特性

 $\text{Li}_2\text{S}-\text{V}_2\text{S}_3-\text{LiI}$ 電極 充放電前

充放電サイクル特性



充放電サイクルに伴う微細構造変化



長期サイクル後も可逆的な構造変化 → 良好な充放電サイクル特性

一般研究B(2024年度)

「ペロブスカイト結晶成長制御を目指した自己成長技術のための基礎研究」

研究代表者：森 竜雄(愛知工業大学工学部電気学科)

共同研究対応教員：真島 豊

— 研究目的 —

ペロブスカイト太陽電池はシリコン並みの変換効率とその作製の容易さからシリコンを補完する太陽電池と期待されている。この太陽電池は多結晶構造であり、その結晶性を膜厚方向に成長させることが重要である。ペロブスカイトの結晶構造を、ポリマーを利用することで自発的に相分離させ、効果的な結晶成長の開発を目指した。ポリスチレンナノ粒子を利用して結晶配向を実現する。

— 研究成果・効果 —

事前調査

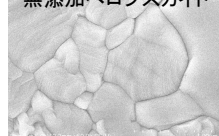
- ・純水添加による膜質 ⇒ 低下?
- ・ナノ粒子分散性 ⇒ 凝集?

期待した結晶成長

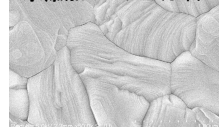


ポリスチレンナノ粒子の凝集による $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ の結晶成長

無添加ペロブスカイト

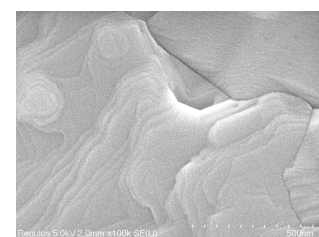


水添加ペロブスカイト



影響なし

φ 10nmPSナノ粒子添加ペロブスカイト



フィルタによりナノ粒子の凝集はなくなったが、微小なため結晶に取り込まれた

一般研究B(2024年度)

「磁性層状化合物における新奇電子物性の開拓と超伝導近接効果」

研究代表者：矢野力三(名古屋大学 工学研究科)

共同研究対応教員：笹川崇男

— 研究目的 —

正味の磁化が小さいながらも強磁性体と同等な現象を発現する物質は高感度の磁気センサや高集積化した磁気メモリの実現が期待されている。さらに超伝導体との組み合わせ(接合)によって、通常では発現しない超伝導状態が実現できる可能性がある。本年度ではその新たな磁性化合物候補の探索を行い、候補物質の純良な単結晶育成法の確立および物性評価を行った。

— 研究成果・効果 —

候補物質 AB_2X_4 ($A, B = 3d$ 元素)のうち特に $Fe(Ti,Fe)_2S_4$ の純良な単結晶育成に成功した。育成手法により図1左のように同組成でありながらもわずかに軸長の異なる2種類の結晶が得られた。特に軸長の短い結晶において、正味の磁化が $0.1 \mu_B/\text{F.U.}$ 程度と小さいながらもヒステリシスを伴う大きな異常ホール効果の観測をした(図1右)。通常の磁場に対して線形のホール効果に加えて、磁化に依存するものを異常ホール効果という。この物質では磁化は徐々にヒステリシスが小さくなるだけの温度依存性であるのに、異常ホール効果はある温度でヒステリシスが反転した。これは単純な磁化による異常ホール効果ではなく、物質が内因的にもつベリ曲率と呼ばれる仮想磁場によって異常ホール効果が引き起こされていることを示しており、新たな有力物質の開発に成功した。

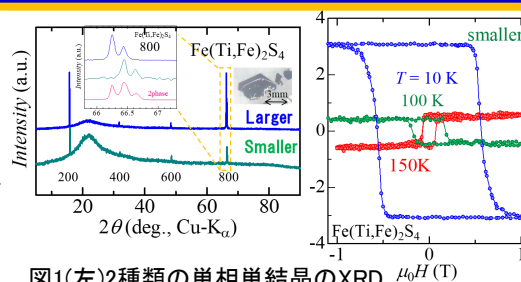


図1(左)2種類の単相単結晶のXRD (右)軸長が短い単結晶の各温度におけるホール抵抗率の磁場依存性。100-150 K間で異常ホール効果のヒステリシスが反転している。

関連論文：R. Yano et al., The Journal of Chemical Physics, 160, 184708 (2024). 関連発表：矢野力三ら、日本物理学会第79回年次大会(2024年), 16aE310-13

一般研究B(2024年度)

「パルスレーザー堆積法による室温形成化合物極薄膜の高均一化かつ緻密化の検討」

研究代表者：薮田 久人 (九州大学大学院システム情報科学研究院)

共同研究対応教員：井手 啓介

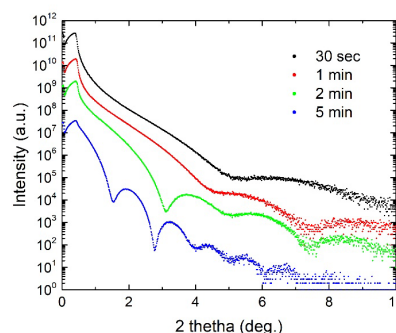
— 研究目的 —

パルスレーザー堆積法(PLD)法はターゲットを用意することで所望の組成の薄膜を得ることができ、島状でない平坦で均一な極薄膜を得るのに適した成膜手法とされている。しかし、成膜パラメータ(雰囲気、圧力、レーザーパワーなど)により膜質や均一性が大きく変化することがわかっており、成膜条件の最適化が必要である。本共同研究課題では、PLD法による均一かつ緻密な化合物極薄膜を形成する条件を得ることを目的とする。

— 研究成果・効果 —

PLDにより形成したSi基板上の膜厚1～数nmの酸化物半導体極薄膜を用意し、強力X線回折装置(9 kW Cu回転対陰極X線源)を用いたX線反射率測定により評価した。

強力X線源を用いたことにより、およそ8桁のダイナミックレンジのX線反射強度データを取得することができた。これにより、膜厚が1 nm程度であってもX線反射率プロファイルにKiessigフリッジが観測され、極薄膜の膜厚評価が可能であることが確認できた。



一般研究B(2024年度)

「白金微粒子を堆積したイオンビーム照射炭素材料の構造評価」

研究代表者：八巻徹也(量子科学技術研究開発機構 高崎量子技術基盤研究所)

共同研究対応教員：中村一隆

一 研究目的

本研究は、イオンビーム照射によって誘起された空孔を有する炭素担体を利用した高活性白金ナノ微粒子触媒の創製に資するため、高速レーザー分光測定を用いてイ炭素担体中の空孔導入によるPtナノ微粒子の高活性化のメカニズム解明を目指す。特に、フェムト秒時間分解分光計測によって、フォノン・電子ダイナミクスにおける空孔の影響を調べる。

一 研究成果・効果

Arイオンビーム照射によって空孔導入したGC基板の時間分解過渡反射率計測を行い、グラファイト面内のコヒーレントフォノン振動の観測に初めて成功した。加えて、理論計算によって、グラファイト面間振動モードを再現できるようになったため、GC基板の結果をさらに解析を深めて空孔導入した理論計算との比較を行うことでORR活性向上とPt担持させた空孔導入GCの界面構造との相関を議論できるようになってきた。

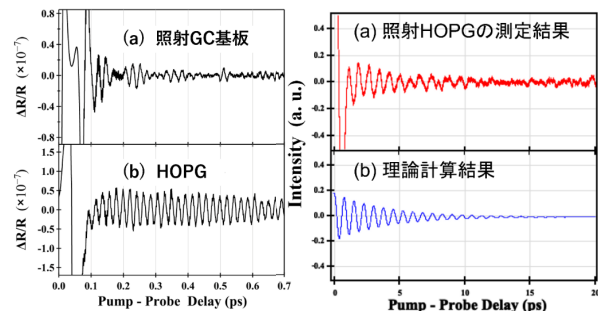


図1 (a)イオンビーム照射GC基板および (b)HOPGの過渡反射率計測結果

図2 (a)イオンビーム照射HOPGの過渡反射率計測結果と空孔導入グラファイトの理論計算結果

発表：T. Yamaki, T. Kimata, "Platinum Nanoparticle Electrocatalysts on Ion-Beam-Irradiated Carbon Support: Oxygen Reduction Reaction Performance and Mechanistic Studies", The Fourteenth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC14); T. Kimata, S. Kato, T. Kobayashi, S. Yamamoto, T. Yamaki, T. Terai, "Nanoparticle Catalysts for Fuel Cell Applications Prepared from Pt-Ion-Implanted Glassy Carbon Substrates", 2024 MRS Fall Meeting & Exhibit

一般研究B(2024年度)

「風荷重算定時における免震建物の減衰定数に関する研究」

研究代表者：山下 忠道(DYNAMIC CONTROL DESIGN OFFICE山下一級建築士事務所)

共同研究対応教員：佐藤 大樹

一 研究目的

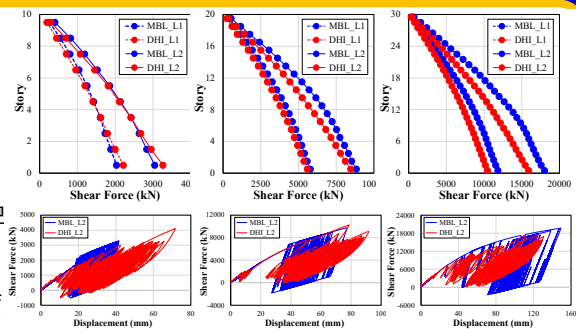
免震建物の耐風検討では、風荷重に対して時刻歴応答解析が必要とされる場合がある。建物諸元については、設計段階において、重量と剛性は得られるが、減衰は、免震層を固定としたモデルの1次固有周期に対して、減衰定数を仮定しているだけであり、厳密な減衰モデルは不明である。そこで、本研究では、免震層を固定とした各次固有モードに対して、風速再現期間1年の居住性評価で用いられる減衰定数を一律1%とした内部粘性減衰を仮定し、風荷重レベルや建物のアスペクト比、免震層の歪レベルに応じて、どのように変化するのが検討を行う。本研究では、免震建物の概要と風荷重の設定方法について説明し、風応答解析を行う。

一 研究成果・効果

上部構造は、図に示すような、10、20、30階建て、階高4m(高さ40m、80m、120m)、長辺方向・短辺方向ともに、8mスパン、平面40m×40m(辺長比1:1)とした整形な鉄骨造の基礎免震建物である。

解析モデルは、それらを質点系に変換した等価せん断型線形モデルである。各質点の重量は、約10kN/m²であり、初期剛性はA分布に基づくものとし、建物の固有周期を表1に示す。上部構造の内部粘性減衰は、モード別減衰とし、各次モードに対して一律1%とする。免震部材は、高減衰ゴム系積層ゴム支承(以下、「HDRJ」)で構成し、X0.6Rタイプ、ゴム総厚200mm、せん断弾性率 $G_{eq}=0.620\text{N/mm}^2$ 、等価減衰定数 $h_{eq}=0.240$ であり、せん断ひずみ250%で等価周期が5秒程度となるように設定した。HDRの復元力特性は、修正バイリニアモデル(以下、「MBLモデル」)ならびに、HDRの変位依存性や風外乱の平均成分により生じる水平クリープ特性を表現できる変形履歴積分型弾塑性復元力モデル(以下、「DHIモデル」)を用いる。免震部材の内部粘性減衰は0%とした。

風応答解析に用いる風力波形は、東京工芸大学風工学研究センターにて公開されているデータベースより、幅：奥行：高さ=1:1:1、1:1:2、1:1:3とし、鉛直方向のベキ指数1/4の風圧係数データに、各質点の負担面積と基準風速 $V_b=34\text{m/s}$ 、地表面粗度区分IVから得られる速度圧を乗じて作成する。風外力は、レベルI(再現期間50年相当)と、レベルII(再現期間500年相当)の2ケースとする。今回の解析では、風方向のみを対象に、1方向入力とした。継続時間は、評価時間を600秒(10分間)、入力初期に50秒の導入部を加えている。

(a)10質点系モデル (b)20質点系モデル (c)30質点系モデル
最大応答せん断力ならびに免震層の履歴性状

免震層のMBLモデルとDHIモデルの違いに着目すると、10質点系では、同程度の応答となるが、20、30質点系のように高層免震モデルとなると、MBLモデルの最大応答せん断力が大きくなり、その差異も大きくなる。また、10、20質点系ではMBLモデルよりDHIモデルのほうが免震層の変形が大きく、30質点系と高層になるほど、免震層の変形は、MBLモデルのほうが大きくなり、その結果、最大応答せん断力の差異となる。また、履歴面積もモデルによって差異がみられる。

一般研究B(2024年度)

「先端機能材料の材料特性データベース構築に向けた電気磁気特性の評価に関する研究」

研究代表者：山本 明保（東京農工大学 大学院工学研究院）

共同研究対応教員：半沢 幸太

－ 研究目的 －

先端機能材料のハイスループット創出に向けた課題の一つであるインフォマティクス応用に供する、良質な材料特性データベース構築のためのデータ取得を行うことを目的とする。

－ 研究成果・効果 －

鉄系高温超伝導体 BaFe_2As_2 (Ba122)は上部臨界磁場が高いため、強磁場磁石材料として期待されている。本研究では、粒界ネットワーク形成に着目し、スパークプラズマ焼結法によりプロセス条件を変化させて試料を合成し、電気的磁気特性を評価した。2段階でスパークプラズマ焼結を行った試料ではc軸粒界ネットワークドメインの形成が観察され、従来を超える臨界電流密度が得られている。これらのデータをデータ駆動型プロセス設計へと展開予定である。

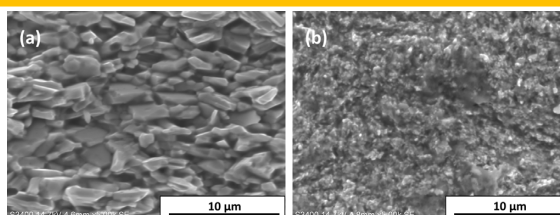


Fig. 1 Secondary electron images of fractured surface. (a) two step sintering. (b) one step sintering.

発表論文：A. Yamamoto, S. Tokuta, A. Ishii, A. Yamanaka, Y. Shimada & M. D. Ainslie, Super-strength permanent magnets with iron-based superconductors by data- & researcher-driven process design, NPG Asia Materials vol. 16, art# 29 1-12 (2024).

一般研究B(2024年度)

「イルメナイト型遷移金属酸化物の構造と物性II」

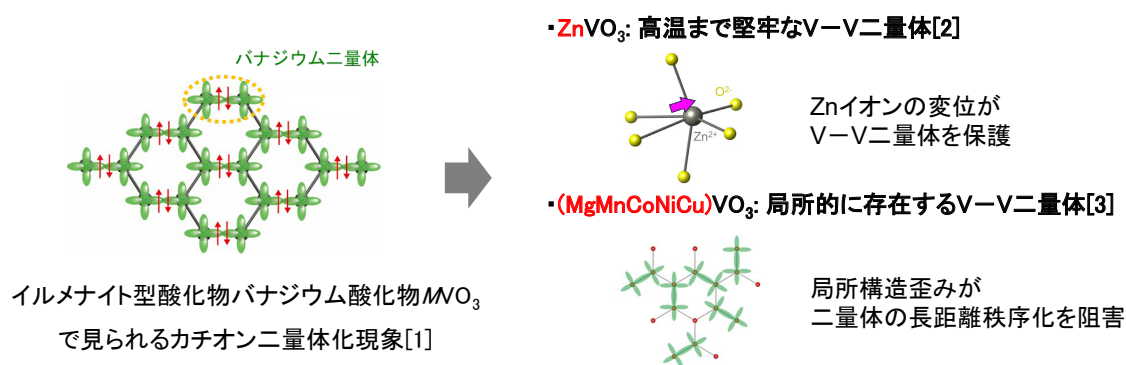
研究代表者：山本孟（東北大学多元物質科学研究所）

共同研究対応教員：東正樹

－ 研究目的 －

超高圧合成法で得られるイルメナイト型バナジウム酸化物に注目し、カチオン二量体化現象に関連した新たな電子相の探索を進めてきた。本年度は新規物質 ZnVO_3 とハイエントロピー化した $(\text{MgMnCoNiCu})\text{VO}_3$ に注目し、結晶構造歪みとV-V二量体状態の関係について調べた。

－ 研究成果・効果 －



発表論文・関連論文：[1] Hajime Yamamoto et al., Journal of the American Chemical Society 144, 3, 1082-1086 (2022). [2] Hajime Yamamoto, Masaki Azuma et al., Dalton Transactions, 53, 16195-16201 (2024). [3] 投稿準備中

一般研究B(2024年度)

「Liイオン二次電池用セパレータの保護膜形成技術の開発」

研究代表者：吉野賢二(宮崎大学)

共同研究対応教員：安井伸太郎

— 研究目的 —

LIBの安全性や機能に関わる重要な部材であるセパレータの熱安定性を向上させるために、メチルアルミノキサン(MAO)をN-メチルピロリドン(NMP)でAl濃度1 wt%に希釈した前駆体溶液(MAO/NMP)を用いたスプレー塗布を行った。また、多孔質フィルムであるセパレータ上にMAO/NMP溶液を塗布することで、セパレータ保護膜としての効果を検証した。

— 研究成果・効果 —

ポリオレフィン製セパレータ上の新規保護膜の効果の検証

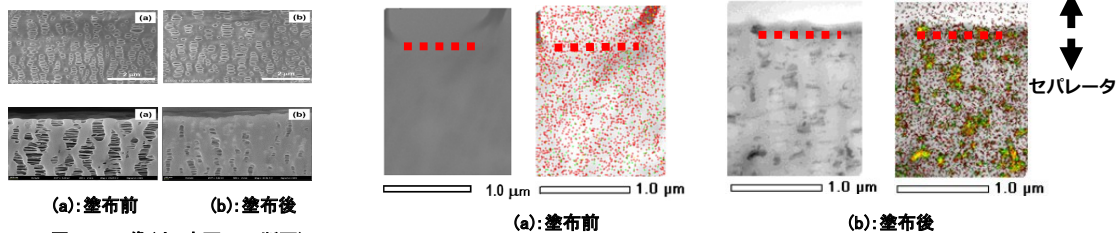


図 1: SEM像(上:表面、下:断面)

図 2: TEM/EDX像(左:TEM、右:EDX)

塗布前セパレータの表面上には、延伸により形成された微細孔が確認できた。塗布後セパレータの表面には、全体を覆う堆積物は確認されず、塗布前と同様に微細孔が表面に現れている。塗布後のセパレータ内部にコントラストが観察され、コントラストとAlとOのマッピングが一致している。

一般研究C(2024年度)

「小振幅で水平2方向荷重を受ける角形鋼管柱の繰返し変形性能」

研究代表者：石田孝徳(横浜国立大学)

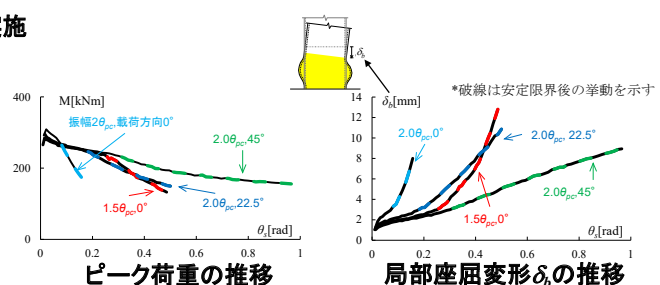
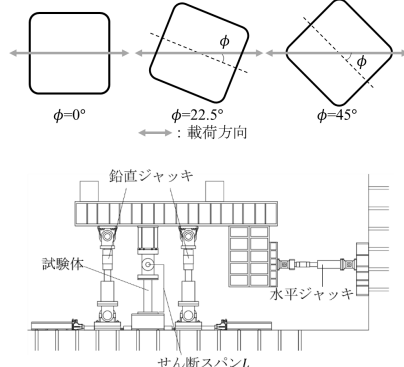
共同研究対応教員：吉敷祥一

— 研究目的 —

構造部材は、長時間継続地震動により小振幅で多数回の繰返し変形を受ける。また、設計時に推奨される全体崩壊形では1層の柱脚に塑性ヒンジが生じるため、柱の挙動を理解することが必要となる。一方、地震時には柱に水平2方向荷重が作用する。そこで本研究では、水平荷重の作用方向(載荷方向)に着目し、載荷方向を固定とした条件での角形鋼管柱の小振幅繰返し載荷実験を行い、耐力劣化挙動に及ぼす影響を検討する。

— 研究成果・効果 —

載荷方向に着目した小振幅繰返し載荷実験を実施



載荷方向が耐力劣化挙動や局部座屈変形の推移に及ぼす影響を調査
既往の構面内挙動における知見(安定限界=耐力劣化と局部座屈変形が急激に進展する限界)の適用性を検証

一般研究C(2024年度)

「高速通信機器搭載に向けた圧電体薄膜の強誘電体ドメイン構造の設計2」

研究代表者：江原 祥隆(防衛大学校通信工学科)

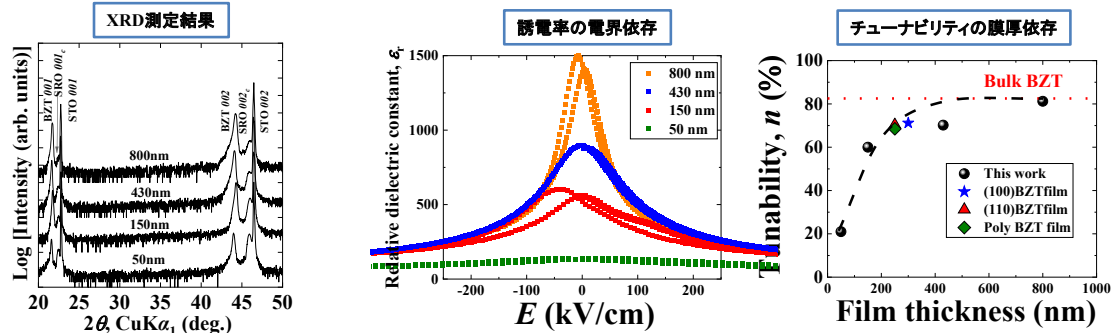
共同研究対応教員：安井 伸太郎

— 研究目的 —

本研究では、高速通信機器搭載に向けた圧電体薄膜の候補として $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8})\text{O}_3$ (BZT)膜に着目し、 SrTiO_3 単結晶基板上にエピタキシャル成長した全固溶領域において膜厚が異なるBZT膜を作製し、結晶構造及び電気的特性を評価する。

— 研究成果・効果 —

50–800 nmの単配向BZT膜の作製に成功 膜厚増加に伴い電界印加時の誘電率変化(チューナビリティ)は増加



発表論文：R. Takahashi, Y. Hamasaki, S. Sawai, N. Novak, S. Yasui, H. Funakubo, Y. Ehara, K. Nishida, J. Ceram. Soc. Jpn. (accepted)

学会発表：[1]高橋 良・江原 祥隆・濱等 容丞・澤井 真也・安井 伸太郎・舟窪 浩・西田 謙、第41回強誘電体会議、2024年6月、14pm-03

[2]高橋 良・江原 祥隆・濱等 容丞・澤井 真也・安井 伸太郎・舟窪 浩・西田 謙、日本セラミックス協会第37回秋季シンポジウム、2024年9月、1PC15pm

[3] R. Takahashi, Y. Ehara, Y. Hamasaki, S. Sawai, S. Yasui, H. Funakubo, K. Nishida, IEEE Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency control joint symposium, EL03. 10. 11 (2024.9)

[4] R. Takahashi, Y. Ehara, Y. Hamasaki, S. Sawai, S. Yasui, H. Funakubo, K. Nishida, US-Japan seminar on dielectric and piezoelectric ceramics, E-P-11 (2024.11)

一般研究C(2024年度)

「部分的板厚減少を有する鋼矢板の弾性座屈荷重」

研究代表者：大塚貴弘(名城大学理工学部)

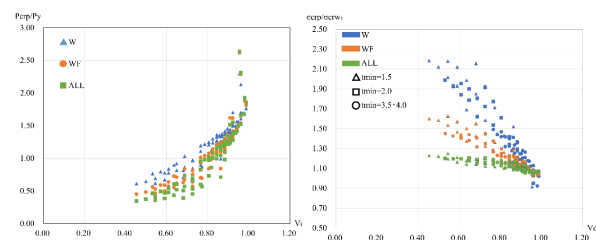
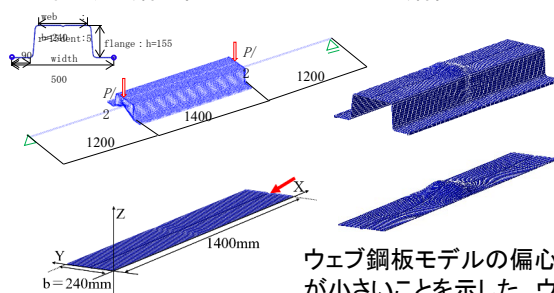
共同研究対応教員：石原直

— 研究目的 —

腐食を部分的板厚の減少として捉え、腐食を有するハット型鋼矢板に対して曲げ耐力を算出する際、一般化幅厚比で整理するとこれまでの鋼板の座屈荷重と同様に評価することができる。しかしながら腐食を有する鋼矢板に対して有効な一般化幅厚比を算出する手法が確立されていない。腐食を有する鋼矢板の曲げ耐力を評価する有効な指標を算出するため、弾性座屈荷重に対する種々の影響を数値解析により分析する。

— 研究成果・効果 —

対象とする鋼矢板モデルおよびウェブ鋼板モデル



ウェブ鋼板モデルの偏心の有無の解析を比較することで、腐食による偏心の影響が小さいことを示した。ウェブ鋼板モデルと鋼矢板モデルを比較することで、指標 V_d ではウェブ座屈に対してフランジ拘束効果を評価できていないことを示した。

発表論文・関連論文：井上かほ、大塚貴弘、断面欠損を有する鋼矢板の弾性座屈荷重に対する数値解析的検討、日本建築学会大会学術講演会(2024関東)

一般研究C(2024年度)

「複雑な形状を含む内装材の力学性能の解明」

研究代表者：沖 佑典(建築研究所)

共同研究対応教員：黒澤 未来

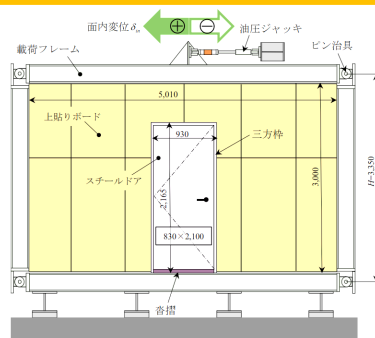
— 研究目的 —

内装材、特に軽量鉄骨(LGS)下地とせっこうボード等で構成される乾式間仕切り壁(以下「LGS壁」という。)の被害により、建物自体の継続使用に支障が出た例があったことを踏まえ、建築物の継続使用性評価において重要な要素であるLGS壁等内装材に関する耐震性能の評価体系構築を目指し、複雑な形状を含むLGS壁の力学挙動を把握することを目的とする。本課題では特に、開口を含む形状のLGS壁における力学挙動を実験的に検討する。

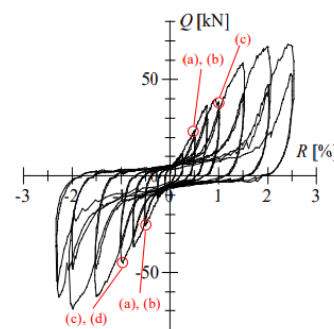
— 研究成果・効果 —

これまでLGS壁のみについて実施してきた実験機構を活用し、開口部を有するLGS壁における面内の静的載荷実験を実施した。併せて、扉の開閉難易度に係る試験も実施した。

開口部の有無による損傷の差異を把握したほか、与えた層間変形角に対する開扉に関する定量的なデータを収集した。



実験機構及び開口付きLGS壁試験体のセットアップ



実験結果の一例：荷重変形関係(両面張り、SDあり)

一般研究C(2024年度)

「溶液プロセスを用いた電気化学応用センサの開発」

研究代表者：片柳雄大(群馬大学共同教育学部)

共同研究対応教員：松下伸広

— 研究目的 —

糖尿病治療において用いられる血糖値の測定用として、酵素を用いない、Cu酸化物によるグルコースセンサが注目されている。本研究では、Cu酸化物薄膜のグルコースセンサとしての性能の向上に資するため、Cu酸化物薄膜とグルコースの電気化学反応について測定を行い、センサとしての特性の把握と性能の向上を図ることを目的とした。

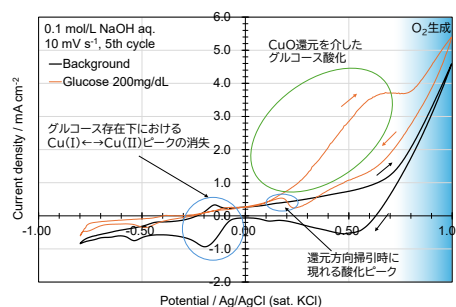
— 研究成果・効果 —

グルコース無し溶液では、 -0.15 Vの辺りにCu(II)の酸化還元^[1]と考えられるピークが見られた。このピークはグルコース有り溶液ではほぼ消失した。

グルコース有り溶液では、酸化方向への掃引の際に、 0.0 Vから $+0.7$ VにかけてCuO還元を介したグルコース酸化に起因^[1]すると考えられる酸化電流が増加した。

また、グルコース有り溶液では、還元方向への掃引の際に、 0.2 V付近に酸化ピークが出現した。

今後、詳しく電気化学反応を調べ、Cu酸化物のセンサの改良を行っていく予定。

Ref. [1] Chenlin Lu, et al., *Sensors*, **19**, 2926(2029)Electrochemical performance of Cu₂O film electrode.

Y. Fujita, A. Yamasaki, R. Nitta, Y. Kubota, Y. Katayanagi, and N. Matsushita:

"Cu₂O films without impurities fabricated via the mist spin spray technique using a mixed alkaline solution for flexible glucose sensors", *Thin Solid Films*, **787**, 140123(2023).

一般研究C (2024年度)

「次世代ナノ記録材」

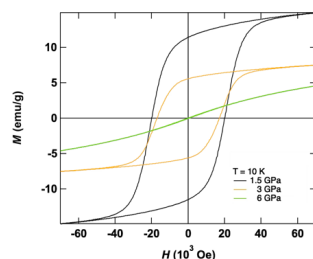
研究代表者：小林 斉也(株式会社Future Materialz)

共同研究対応教員：東 正樹

— 研究目的 —

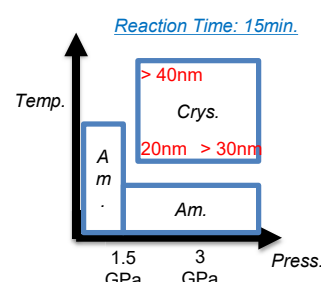
磁気テープの記録密度が増大し、情報担体の磁性体はどんどん微細になってきており、ついには十ナノスケールの領域に入ってきている。次世代の磁気記録磁性体材料を得るため昨年度よりガラス中でのナノ記録材作製の検討を継続している。今年度はより圧力が低い領域での反応及びその生成物の確認を行い、最適な高压処理条件を探索した。

— 研究成果・効果 —



より、低圧の1GPaでナノ記録材の合成を試みた。

しかしながら、非晶質な状態の試料しか、生成されなかった。反応時間の不足が懸念されるので、今後の課題とする。



1.5GPa、3GPa、6GPaにて作製したサンプル(各サンプルの結晶子サイズ＝一次粒子サイズは、16nm、38nm、85nm)は、低圧ほど保磁力、磁化ともに大きく、圧力が増加するほどこれらが小さくなった。特に6GPaでは、粉末X線回折(XRD)測定よりナノ記録材の生成はあるものの、XRDピークはかなりブロードで、構造はかなり歪んでいると考察される。

ナノ記録材の生成領域、及び、結晶子サイズの大凡の目安。(Am.＝非晶質相)

一般研究C(2024年度)

「ひずみに着目した鋼構造梁部材及び鋼材の塑性変形能力の検討」

研究代表者：焦瑜(東京都市大学)

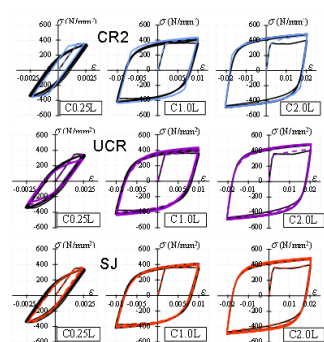
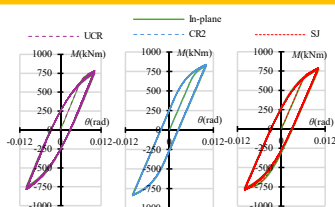
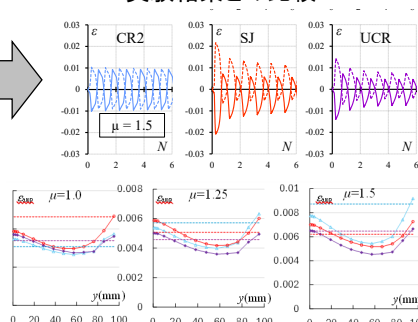
共同研究対応教員：吉敷 祥一

— 研究目的 —

精度の高い効率的な解析方法を用いて、梁端フランジの破断箇所における歪振幅と繰返し回数の関係を検討するため、3種類の材料構成則と既往の材料試験の結果を比較し、各モデルによる鋼材の繰返し挙動の予測精度を確認した上、面内解析と有限要素解析を用いて繰返し載荷を受ける鉄骨梁の挙動を予測し、材料構成則の違い及び解析方法による影響を確認した。

— 研究成果・効果 —

3種類材料構成則の精度確認

梁面内解析 & 有限要素解析
実験結果との比較

・材料構成則及び解析方法は部材の荷重変形関係に与える影響は比較的小さいが、ひずみ履歴に対しては有意な差が見られた。
・梁全体のひずみ分布を詳細に分析し、要因を解明する必要がある。

・小倉ら、小振幅繰返し載荷を受ける鉄骨梁の数値解析における材料構成則の比較検討 その1-2, 2024年度日本建築学会、関東支部研究報告集、2025年3月
・Mario Ogura et al, Comparison of Material Constitutive Models for Simulating Cyclic Behavior of Steel Beams Under Small Amplitude Loading, IABSE Symposium 2025
・石川ら、小振幅繰返し載荷を受ける鉄骨梁の数値解析における材料構成則の比較検討 その3, 2025年度日本建築学会大会(九州)、2025年9月

一般研究C(2024年度)

「室温で動作するマルチフェロイック酸フッ化物薄膜の開発」

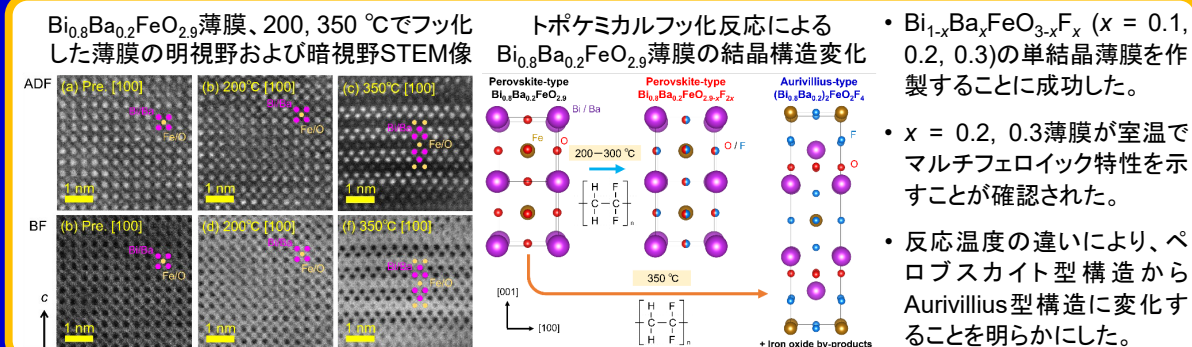
研究代表者：近松 彰（お茶の水女子大学）

共同研究対応教員：重松 圭

— 研究目的 —

誘電性と磁氣的挙動を同時に示すマルチフェロイック物質は、電場によって物質の磁気状態を制御するデバイスへの応用が期待されている。しかし、それらの多くは低温でのみその特性を示すため、室温で動作する物質の開発が求められている。本研究では、鉄酸フッ化ビスマス単結晶薄膜を作製し、それらの室温マルチフェロイック特性を調査した。また、反応温度の違いが薄膜の結晶構造および化学組成に与える影響についても調べた。

— 研究成果・効果 —



研究業績:

- Mizuho Sano, Akiko Kamigaito, Yusuke Wakayama, Kei Shigematsu, Tsukasa Katayama, Yasushi Hirose, and Akira Chikamatsu, "Topochemical Fluorination of Epitaxial Thin Films of Barium-Doped Bismuth Iron Oxyfluoride", Cryst. Growth Des. **24**, 9344 (2024).
- 近松 彰, 上垣外 明子, 佐野 瑞歩, 重松 圭, 出村 郷志, 片山 司, 廣瀬 靖, "鉄酸フッ化ビスマス単結晶薄膜の作製と室温マルチフェロイック特性", 第48回日本磁気学会学術講演会, 秋田大学 (秋田県秋田市), 2024年9月, 27aE-5. (口頭)

一般研究C(2024年度)

「バイオマス変換用担持金属触媒の構造解析」

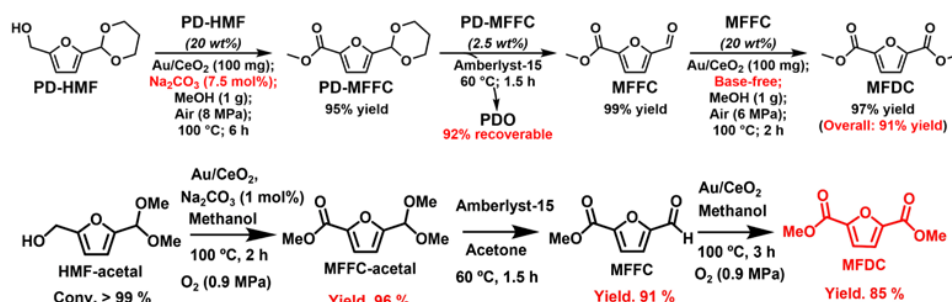
研究代表者：中島 清隆（北海道大学 触媒科学研究所）

共同研究対応教員：鎌田 慶吾

— 研究目的 —

HMFジメチルアセタールの酸化的エステル化反応を検討し、塩基添加量の大幅に抑制しつつ目的生成物であるフランジカルボンジメチルを高効率で合成できる環境調和型触媒反応プロセスの構築に取り組んだ。2つの酸化的エステル化反応では高濃度溶液を活用し、生産性の高いプロセス設計を目指した。

— 研究成果・効果 —



HMFジメチルアセタールの酸化的エステル化反応を検討し、HMFの6員環アセタールによる反応系と同等のMFDC生産性(高濃度溶液の利用)を維持し、更なる塩基添加量の低減と保護剤リサイクルの簡素化を達成した。

発表論文・関連論文: 1) Jan J. Wiesfeld et. al., "Oxidative Esterification of Acetal-Protected 5-Hydroxymethylfurfural to Dimethyl Furan-2,5-dicarboxylate with High Recovery of Protecting Agent", ACS Sus. Chem. Eng., 2024, 12, 450-458. 2) Nirupama Sheet et. al., "A Protection Strategy for High-yield Synthesis of Dimethyl Furan-2,5-dicarboxylate from 5-Hydroxymethylfurfural Using Methanol as an Acetalizing Agent", ChemCatChem, 2024, e202301259.

一般研究C(2024年度)

「層状シリケート型 Bi_2SiO_5 強誘電体多結晶薄膜の構造解析と強誘電性評価」

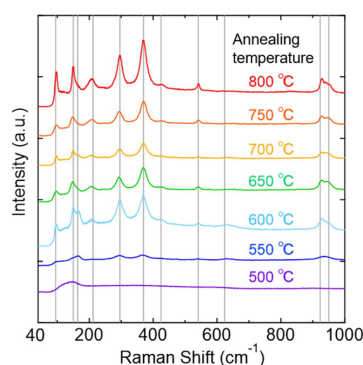
研究代表者：永沼 博(東北大学/名古屋大学)

共同研究対応教員：安井伸太郎

— 研究目的 —

熱処理温度に対する結晶構造、配向性をX線回折により精密に評価し、さらに第一原理計算により自発分極を予想し、実際に得られた強誘電性の結果と比較検討することにより、自発分極発現の起源と工業的な利用価値を明らかにすることを目的とする。

— 研究成果・効果 —

種々の温度で焼成した Bi_2SiO_5 膜のRamanピーク

500°C以下の焼成温度では142, 313, および623 cm^{-1} にブロードなピークが観測されているが Bi_2SiO_5 に起因したピークではなく、おそらく Bi_2O_3 の β 相と δ 相であることが示唆された。

左図に示すように、500°Cのとき $\sim 142\text{cm}^{-1}$ の幅広いピークが観測され、550°C以上のとき Bi_2SiO_5 に関連したピークがあらわれた。従って、550°C以上の焼成温度が Bi_2SiO_5 の形成には必要であることが分かった。

600°Cで焼成した試料について、自発分極があらわれたことから、本試料についてX線吸収スペクトルを測定し、電子構造を明らかにするとともに、第一原理計算により自発分極の起源について、解析を進めているところである。

一般研究C(2024年度)

「高強度鉄筋を使用したRC部材の開発」

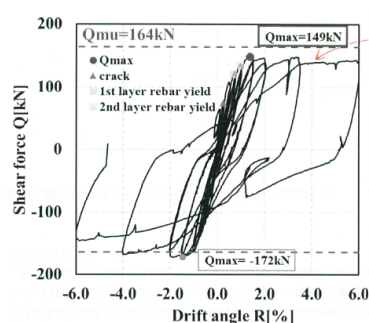
研究代表者：中野 洋之(高周波熱錬株式会社)

共同研究対応教員：河野 進

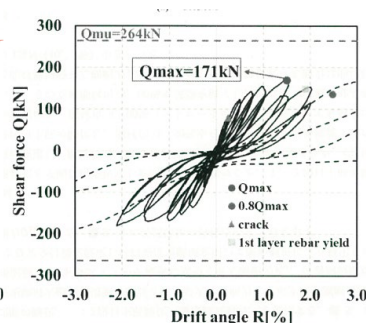
— 研究目的 —

- コンクリート構造物の高層化に伴い、梁に2段配筋が必要な場合が増加傾向にあり、その場合、2段目の鉄筋をカットオフ鉄筋とすることで、配筋作業を容易にすることができる。
- しかし、高強度せん断補強筋を使用した際にも、現行の設計式を用いてカットオフ鉄筋の設計をできるか等に関して知見が不足している。
- そこで、カットオフ梁における高強度せん断補強筋を使用した際のせん断耐力式の妥当性検証および損傷制御式のせん断スパン比適用範囲の拡大を目的に実験的研究を行った。

— 研究成果・効果 —



曲げ破壊型試験体



せん断破壊型試験体

曲げ破壊型試験体:

予想通りの結果が得られたため、高強度せん断補強筋を使用したカットオフ式で設計を行えば、**十分な変形性能が得られること、必要カットオフ長さを確保していれば、付着破壊が生じないことを確認。**

せん断破壊型試験体:

予想通り付着破壊が生じたものの、実験値が設計値を満足できず、**更なる検討が必要。**

一般研究C(2024年度)

「超音波霧化ミストの精密制御によるスピンスプレー法で調製されるグルコースセンサの高精度化」

研究代表者：二井 晋(鹿児島大学)

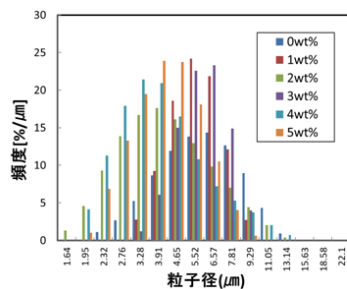
共同研究対応教員：松下伸広

— 研究目的 —

超音波霧化ミストを用いるスピンスプレー法で形成される亜酸化銅(Cu₂O)などの薄膜は、ミスト径やミストの化学組成を変化させることで、薄膜物性の精密制御が期待される。超音波霧化ミスト径を変化させるパラメータとして、超音波周波数や溶液の濃度がミスト径に及ぼす影響を実験的に明らかにするとともに、ミスト径の推算式であるLang式の適用可能性を検討することを目的とする。

— 研究成果・効果 —

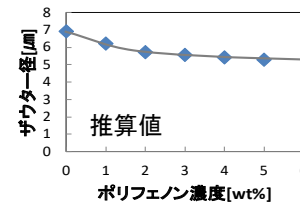
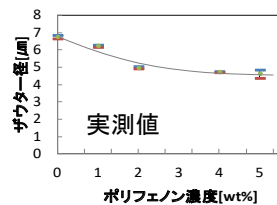
ポリフェノン水溶液を1.6 MHzで霧化して生成したミスト径の粒度分布を実測



溶液物性と超音波条件から生成ミスト径を推算する修正Lang式

$$d_m = 0.34 [8\pi\sigma/\rho f^2]^{1/3} (\mu/\mu_w)^{-0.18}$$

修正Lang式により精度良くミスト径を推算できること示された



一般研究C(2024年度)

「層状ペロブスカイト強誘電体の研究」

研究代表者：濱寄 容丞(防衛大学校 応用科学群 応用物理学科)

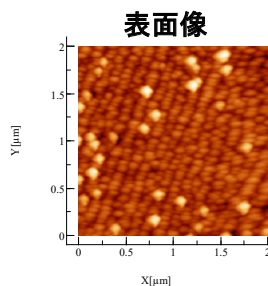
共同研究対応教員：安井 伸太郎

— 研究目的 —

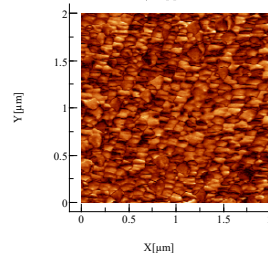
層状ペロブスカイト強誘電体は、高いキュリー温度を持つことが知られており、その中でもペロブスカイトスラブ構造を持つ酸化物に着目した。本研究では準安定相の直方晶LaTaO₄に着目し、エピタキシャル薄膜の作製を試みた。

— 研究成果・効果 —

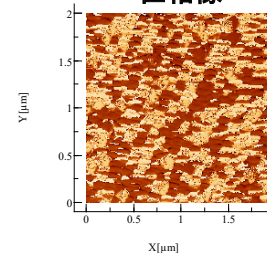
圧電応答顕微鏡(PFM)



振幅像



位相像



圧電応答顕微鏡測定より直方晶LaTaO₄エピタキシャル薄膜の強誘電性ドメインの観察を行った。

一般研究C(2024年度)

「酸窒化物人工超格子薄膜の強誘電性評価」

研究代表者：廣瀬靖(東京都立大学)

共同研究対応教員：重松圭

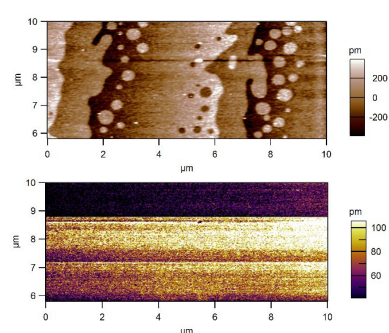
— 研究目的 —

強誘電体の光起電力効果は、バンドギャップを超える起電力の発生や外部電圧による極性のスイッチングが可能ことから、次世代の太陽電池や光センサーへの応用が期待されている。本研究では、可視光応答可能な強誘電体の開発を目的として、許容因子が異なるペロブスカイト酸窒化物からなる人工超格子薄膜の合成とハイブリッド間接型強誘電性の発現を試みる。

— 研究成果・効果 —

許容因子の異なる2種類のペロブスカイト型酸窒化物として LaTiO_2N (LTON)および GdTiO_2N (GTON)を選択した。基板には空間群 $Pnma$ をもつペロブスカイト型酸化物 NdGaO_3 の $(001)_{\text{ortho}}$ 面を用いた。原子レベルで平坦化した基板の上に、窒素プラズマ支援パルスレーザー堆積法を用い、RHEED振動を観察しながら $[(\text{LTON})_n/(\text{GTON})_n]$ 人工超格子薄膜 ($n=5$) を合成した。

X線回折測定において明瞭な超格子ピークが確認された薄膜について、圧電応答顕微鏡(MFP-3D)を用いて面直及び面内方向の圧電応答を評価したところ、予想に反して圧電応答は観測されなかった(右図)。断面TEMによる微式的構造解析の結果、基板からの MX_6 八面体の回転およびそれに伴うAサイトカチオンの変位の伝搬が界面から数nmに留まっており、これが強誘電性の消失の原因であることが示唆された。

超格子薄膜 ($n=5$) の(上) AFM像, (下) LPFM像

一般研究C(2024年度)

「新奇セラミックス材料上での精密金クラスター活性点の構築による環境調和型反応の開拓」

研究代表者：増田晋也(東京大学大学院理学系研究科化学専攻)

共同研究対応教員：相原健司

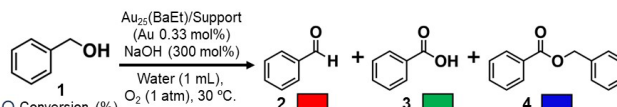
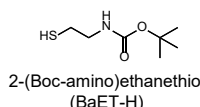
— 研究目的 —

金触媒はサイズ特異的な触媒能を示し、触媒担体と協奏的に作用することで他の貴金属を凌駕する触媒性能の発現が期待される。本研究では、研究代表者の研究室が持つ配位子保護金クラスターの精密組成制御技術と、共同研究者の持つ新奇セラミックス材料を組み合わせることで金クラスター担持触媒を合成することで、新奇な反応特性の開拓やその機構解明を目的とする。

— 研究成果・効果 —

前駆体: $\text{Au}_{25}(\text{BaEt})_{18}$

担体: ペロブスカイト材料



金クラスターの活性化のために配位子除去が必要

× 過度な焼成はクラスターの凝集を促す

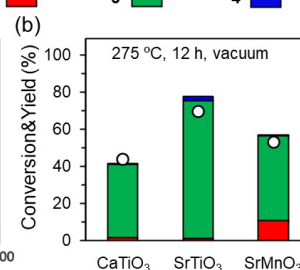
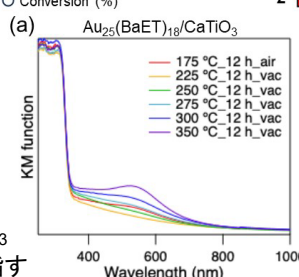
ある程度以上のサイズを持つ粒子が示す

局在表面プラズモン共鳴を基に凝集具合を判断(左図)

⇒真空中、275 °C、12時間が最適条件

アルコール酸化活性: $\text{SrTiO}_3 > \text{SrMnO}_3 > \text{CaTiO}_3$

⇒今後、反応開拓や反応活性差の起源解明を目指す



一般研究C(2024年度)

「深紫外および真空紫外光アニーリングによる酸化物薄膜の結晶成長と構造制御」

研究代表者：松田晃史(東京科学大学 物質理工学院 材料系)

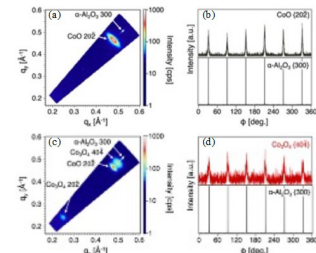
共同研究対応教員：重松圭

— 研究目的 —

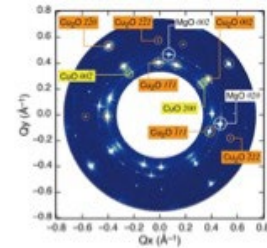
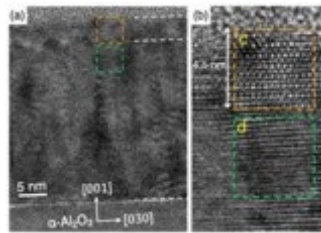
酸化物結晶に対する紫外光照射による活性化学種との反応を介した構造・物性制御は、非加熱の成膜後処として電子機能性酸化物の積層デバイス形成や新奇材料探索の薄膜制御プロセスとしての展開が期待できる。本研究は3dブロック遷移金属酸化物のエピタキシャル薄膜を用い、高光子エネルギーの真空紫外光(VUV光)照射による構造変化を明らかにし、化学状態・物性の変化との相関を見出すことを目的とした。

— 研究成果・効果 —

酸化コバルト系・酸化銅系エピタキシャル薄膜のPLD成長およびXe2*エキシマランプを用いたVUV光($\lambda=172\text{ nm}$)照射により、配向構造を維持した結晶構造変化を見出した。この反応について、薄膜表面からの $\text{O}_3\cdot\text{O}(\text{'D})$ など活性酸素種の拡散を介した化学状態変化を駆動力としており、構造の変化が薄膜表面からの前駆体薄膜結晶内の酸素イオン配列の相似性にに基づくモデルを創出した。



VUV光照射により、表面近傍の一部 Co^{2+} から Co^{3+} へのカチオン酸化を伴う、岩塩型 CoO (Co^{2+})からスピネル型 Co_3O_4 (Co^{2+} , Co^{3+})へトポタクティク構造制御を得た。



VUV光照射により、 Cu_2O (Cu^+)から CuO (Cu^{2+})へのトポタクティク構造変化と抵抗率低減を得た。

発表論文・関連論文：[1] Y. Qiao, K. Kaneko, I. Osawa, S. Kaneko, M. Yoshimoto, A. Matsuda, J. Ceram. Soc. Jpn. 132, 381–386 (2024).
[2] K. Kaneko, Q. Yuchi, S. Kaneko, M. Yoshimoto, A. Matsuda, Appl. Surf. Sci. 689, 162405 (2025).
[3] K. Kaneko, Q. Yuchi, S. Kaneko, A. Matsuda, J. Phys. Chem. C 129, 3264–3271 (2025). 他

一般研究C(2024年度)

「コンクリートスラブ-梁継手高力ボルト摩擦接合部間のシアコネクティブ性能に関する解析的研究」

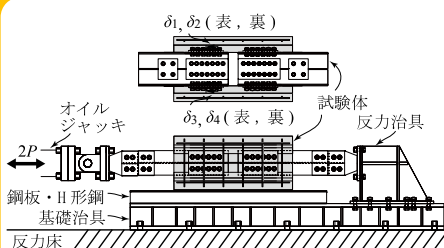
研究代表者：松田頼征(工学院大学 建築学部建築学科)

共同研究対応教員：佐藤大樹

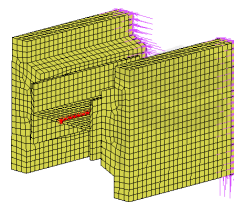
— 研究目的 —

本研究の目的は、梁継手部によるスラブ-鋼梁間のせん断力伝達機構の解明に資することである。本年度は、申請者が実施した押抜き実験のずれ剛性を再現できる解析モデルを作成し、載荷初期におけるせん断力伝達機構について考察する。

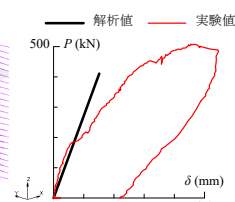
— 研究成果・効果 —



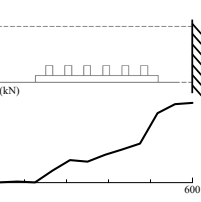
実験概要



解析概要



実験と解析の比較



スラブの軸力の推移

既往の実験を有限要素解析で再現した。解析モデルは鋼梁・梁継手・スラブを6面体ソリッド要素を用いて分割した。

解析モデルの初期勾配は実験値の0.89倍であり、本解析モデルで載荷の初期段階を考察できる。スラブの軸力は、特に固定端側の第1ボルトとスプライスプレート端部で顕著に増加している。

一般研究C(2024年度)

「ハイレントロピー熱電材料の開発」

研究代表者：水口佳一(東京都立大理学研究科)

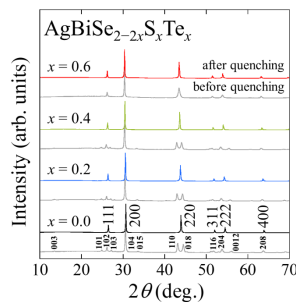
共同研究対応教員：片瀬貴義

— 研究目的 —

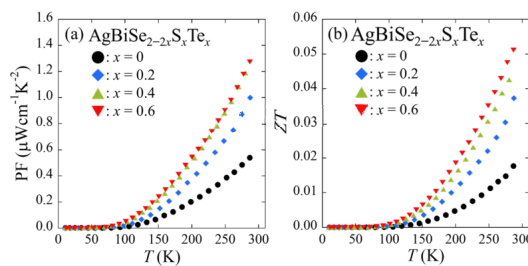
AgBiSe₂熱電材料を多元素固溶したハイレントロピー型AgBiSe_{2-2x}S_xTe_xを合成し、アISKエンチによって高温相(NaCl型)を室温で安定化させることを目的とした。また、熱電物性評価およびホール測定からハイレントロピー化が本系の無次元性能指数(ZT)に及ぼす影響を明らかにし、その機構を議論することを目的とした。

— 研究成果・効果 —

多元素固溶とアISKエンチの効果
によるNaCl型相の安定化



xの増加による出力因子(PF)とZTの上昇



xの増加によりNaCl型構造が室温で安定化し、アISKエンチを行うことですべての試料がNaCl型となった。また、xの増加で出力因子(PF)とZTが上昇した。その起源は、キャリア濃度の増加や移動度の増加で説明できることがわかった。今後は、ハイレントロピー化による電子状態と熱電物性の変化をさらに解析する。

発表論文：A. Seshita et al., Dalton Trans. 53 (2024) 14830

関連論文：A. Seshita et al., J. Alloys Comps. 1004 (2024) 175679

一般研究C(2024年度)

「コンポジット材料におけるフラクタルネットワーク形成とその輸送特性へのマルチフィラー添加効果」

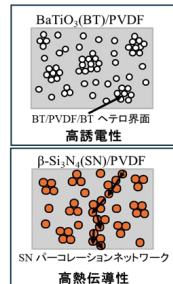
研究代表者：宗像文男(東京都市大学 理工学部)

共同研究対応教員：川路 均

— 研究目的 —

圧電センサ・アクチュエータ用の機能性材料として用いる場合、誘電特性のみならず熱伝導性の向上も求められる。そこで、強誘電体チタン酸バリウム(BaTiO₃:BT)と高熱伝導窒化ケイ素(β-Si₃N₄:SN)を圧電材料ポリフッ化ビニリデン(PVDF)に添加し、高誘電特性と高熱伝導性を併せ持った材料組織を構築することを目指す。

— 研究成果・効果 —

自己組織化単一フィラー
材料組織

BT/SN/PVDFマルチフィラー複合材

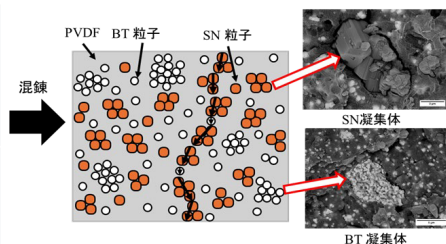
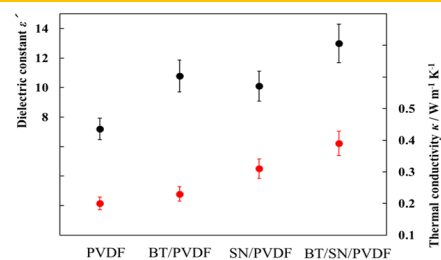
BTとSNの集合体が独立して存在
誘電特性と熱伝導率の両方が可能

図1 BT/SN/PVDFマルチフィラー材料組織の模式図と得られた
各フィラー凝集体のSEM画像



- PVDF母材中で、BT及びSNの各粒子が独立に存在し、凝集体を形成した。
- BT及びSN粒子群の形成により、熱伝導性と誘電特性の両立が図られた。

発表論文・関連論文：Taigo Ogiya*, Yoshihiro Sato, Suguru Kitani, Hitoshi Kawaji, Fumio Munakata. Compatibility study of dielectric properties and thermal conductivity of self-assembled PVDF composites with BaTiO₃ and β-Si₃N₄. Materials letters. 385(2025)138120.

国際ワークショップ(2024年度)

「The Fourteenth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC14)」

開催日時: 2024年10月8日～10日

場所: 東京科学大学すずかけ台キャンパス

研究代表者: 瀬川 浩代(物質・材料研究機構)

共同研究対応教員: 東 正樹

— 研究目的 —

2024年10月8日～10日に東京科学大学すずかけ台キャンパスにおいて、STAC14—The Fourteenth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics)が開催された。STACはセラミックス材料の科学から応用までを広く扱う日本発の国際会議で、今回は東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所が中心組織として企画した。

— 研究成果・効果 —

学会には中国、オーストリア、スペイン、韓国、アメリカ、イギリス、フィリピン、カナダ、台湾、フランス、インドからの研究者が参加し、国際色豊かな会となった。招待講演31件、口頭発表41件、ポスター発表50件の計122件の論文発表があり、162名が参加した。日本の研究プレゼンスを示すことができたことに加え、国内外で活躍する様々な分野の海外研究者と交流を深めることができた。また、学生を含む若手研究者が英語で活発に質疑応答の様子が見られ、若手研究者が中心となったポスター発表は特に盛会であった。若手研究者育成の場として良い機会となった。



<http://conf.msl.titech.ac.jp/Conference5/STAC14/wiki/>

国際ワークショップ(2024年度)

「The 8th Joint Workshop on Building / Civil Engineering between Tongji and Tokyo Tech」 & 「The 25th Japan-Korea-Taiwan Joint Seminar on Earthquake Engineering for Building Structures」

開催日時: 2024. 6. 6-7 & 2024. 10. 11-12 場所: 同济大学, ソウル大学 (SEEBUS)

研究代表者: 三井和也(東京科学大学 環境・社会理工学院 建築学系)

共同研究対応教員: 河野進

— 研究目的 —

建物の構造安全性を確保することは、人命保護のみならず、財産を守る上でも極めて重要である。特に地震活動が盛んな地域では、不確実性が高い極稀に発生する地震に対して建物が倒壊することを防止する必要がある。耐震設計に対する考え方は、それぞれの国の社会的・文化的背景によっても異なってくることから、諸外国との研究交流を定期的に進めることは、お互いの考え方を理解する機会となり、耐震工学の発展に不可欠と言える。

— 研究成果・効果 —

同济大学とのワークショップでは教員および学生の発表が合計32件あり、活発な質疑応答が行われた。SEEBUSでは、合計32件の発表(基調講演:1件, 研究発表:32件, 参加機関:14機関)であった。日本は耐震工学において先進的に研究を進めてきた国の一つであり、革新的な技術開発を行ってきたと言える。同様に、参加した各国においても経験した地震被害から被害軽減を目的として、研究・開発が進められてきた。



同济大学とのワークショップ



SEEBUSの集合写真

発表論文・関連論文: Abstracts of Joint Workshop for Building and Civil Engineering between Tokyo Tech & Tongji 2024
Abstracts of 25th SEEBUS 2024

ワークショップ(2024年度)

「卓越した機能発現を目指したセラミックプロセッシングに関するワークショップ」

開催日時: 2024年9月28日、2025年2月23日

場所: 東京科学大学 すずかけ台キャンパス R3棟会議室

研究代表者: 脇谷 尚樹 (静岡大学)

共同研究対応教員: 片瀬 貴義

－ 研究目的 －

本ワークショップでは、薄膜、微粒子、バルク等幅広い形態の種々の機能性セラミックスについてプロセッシングを最適化することにより卓越した機能を発現させることを目指している。この目的を達成するため、本ワークショップでは多くのセラミックスの研究者によってプロセッシングが結晶構造、微構造、ナノ構造、バンド構造やその他の物性に及ぼす影響について議論・検討を行う。

－ 研究成果・効果 －

(1) [第6回ナノ材料研究会] 講演3件、参加者: 14名、参加機関: 10機関

[第8回ナノ材料研究会] 講演3件、参加者: 13名、参加機関: 9機関

(2) 本年度は研究会を2回、対面開催することができ、それぞれ昨年度(11名)よりも参加者が増加した。すべての講演に関してほぼ全員からの質問・コメントがあり、非常に熱のこもった議論がなされた。興味深い研究について深く議論したことで、研究の幅が広がった・新しい知見を得られた、などの意見が寄せられ、非常に有意義な研究会となった。さらに、今年度も合計5名の新しい若手研究者にご参画いただくことができ、共同研究なども含めて研究会の益々の発展が期待される。



図 第8回ナノ材料研究会における集合写真