特定研究(2020年度)

「巨大負熱膨張材料を用いた熱膨張抑制技術の確立」 研究代表者:東 正樹(東京工業大学フロンティア材料研究所)

一 研究目的 一

鉛やビスマスは典型元素でありながらPb²+とPb⁴+(Bi³+とBi⁵+)という電荷の自由度を持っており、3d遷移金属と組み合わせること、周期表の順番にしたがって系統的な価数の変化を示す。我々はこれまでにPbCrO₃がPb²+ $_{0.5}$ Pb⁴+ $_{0.5}$ Cr³+O₃の、PbCoO₃がPb²+ $_{0.5}$ Pb⁴+ $_{0.5}$ Co²+ $_{0.5}$ Co²+ $_{0.5}$ Co3+ $_{0.5}$

- 研究成果・効果 -

透過型電子顕微鏡、放射光X線回折、中性子回折によって PbFeO3の結晶構造を詳細に調べた。その結果、ペロブスカイト型構造(一般式ABO3)のAサイトに、Pb²⁺とPb⁴⁺が1:1で秩序配列した結晶構造(図1)を持っていることが明らかになった。Pb²⁺とPb⁴⁺が1:1で含まれることは、SPring-8のビームラインBL09XUでの硬X線光電子分光実験によって、鉄イオンがFe³⁺であることはメスバウアー分光実験でも確認した。Pb²⁺とPb⁴⁺の配列は層状と岩塩型の中間で、これまでに見つかっていなかった特殊な形である。この特殊なPb²⁺とPb⁴⁺の秩序配列のために、周囲の環境の異なる2種類の鉄イオンが存在し、そのことが418Kで磁化の方向が変化するスピン再配列につながることを、第一原理計算で明らかにした。

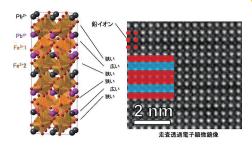


図1 PbFeO₃の結晶構造と、走査透過電子顕微鏡像の比較

X. Ye, J. Zhao, H. Das, D. Sheptyakov, J. Yang, Y. Sakai, H. Hojo, Z. Liu, L. Zhou, L. Cao, T. Nishikubo, S. Wakazaki, C. Dong, X. Wang, Z. Hu, H. Lin, C. Chen, C. Sahle, A. Efiminko, H. Cao, S. Calder, K. Mibu, M. Kenzelmann, L. Hao T., R. Yu, M. Azuma, C-Q. Jin, and Y-W. Long, Observation of novel charge ordering and spin reorientation in perovskite oxide PbFeO₃, *Nature Communications* 2021, **12**, 1917.

特定共同研究 東京工業大学 フロンティア材料研究所 大場 史康 (p.3)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No. 13

特定研究(2020年度)

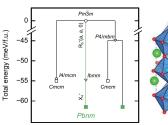
「計算・データ科学による電子材料の機能解明と設計」 研究代表者:大場史康(東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア材料研究所)

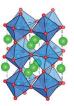
一 研究目的 -

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、最先端の計算・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。

一 研究成果・効果 -

研究成果の一例として、アンチペロブスカイト複合アニオン化合物の結晶構造の予測例を右図に示す。バンドギャップを有し、八面体回転歪みを内包する M_3 XN (M = Mg, Ca, Sr, Ba; X = P, As, Sb, Bi)物質群について、結晶構造・構造歪みや化学的傾向および電子構造・基礎物性の理論的検討を行った。その結果、八面体回転歪みによりマーデルングエネルギーが減少し、結晶が安定化すること、 M_3 XN の相安定性や八面体回転歪みの振幅がトレランスファクターにより記述できること等を明らかにした。また、 Mg_3 PN および Sr_3 PNについて、理論予測された電子・光学物性の観点から、可視光域の吸光・発光体への応用可能性を提案した。





第一原理格子動力学計算に基づいたアンチペロブスカイト複合アニオン化合物の結晶構造の予測(Mg₈PNの例)

発表論文: 1. Y. Mochizuki, H. J. Sung, A. Takahashi, Y. Kumagai, and F. Oba, *Phys. Rev. Mater.* 4, 044601 (2020).
2. H. J. Sung, Y. Mochizuki, and F. Oba, *Phys. Rev. Mater.* 4, 044606 (2020).
3. A. Takahashi, Y. Kumagai, J. Miyamoto, Y. Mochizuki, and F. Oba, *Phys. Rev. Mater.* 4, 103801 (2020).

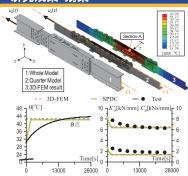
特定研究(2020年度)

「繰返し効果を考慮した建築構造設計手法の構築」 研究代表者:佐藤大樹(東京工業大学)

- 研究目的 -

ダンパーには繰返しにより性能が変化するものもある。本研究課題では、建築構造設計のさらなる高度化を目指し、多数回の繰返しによるダンパーの性能変化を実験および解析により検討すると共に、その影響を考慮した建物応答の解析的検討を行う。

- 研究成果・効果 -



3次元FEM(上段図)により粘弾性ダンパーを詳細にモデル化し、温度上昇(下段左図)だけでなくダンパー特性(下段右)を精度良く再現できる手法(3D-FEM)を構築した。また、定常時の熱伝導方程式を用いた簡便な計算式により、定常時の温度およびダンパー性能を評価できる手法を構築した。

本研究成果により、長周期地震動や台風など、継続時間の長い外乱に対して粘弾性ダンパーの性能低下を考慮した制振構造の高度化を実現できる。

発表論文・関連論文:奥田翔平, 佐藤大樹, Dave M. Osabel: 長時間風応答時の粘弾性ダンバーの動的特性変化の簡易予測, 構造工学論文集, Vol.67B, pp.691-700, 2021.3 奥田翔平, 佐藤大樹, Dave M. Osabel: 長時間加振時における実大複層粘弾性ダンバーの動的特性変化の簡易予測, 日本建築学会大会学 術講演梗概集, 2021.9

> 国際共同研究A Department of Physics, Renmin University of China Hechang Lei (p.8)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.14

International CRP 2020 - Category A

Field-induced topological Hall effect and double-fan spin structure with a c-axis component in kagome antiferromagnetic compound YMn₆Sn₆

Project Coordinator Name: Hechang Lei

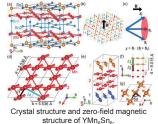
MSL Faculties: Toshio Kamiya

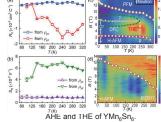
- Aims of Research -

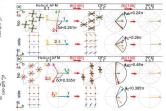
The original target of this project is exploration novel frustrated magnetic topological semimetals with exotic physical properties. Antiferromagnetic kagome metal YMn₆Sn₆ with $T_N \simeq 359$ K is a good candidate to study this issue. We synthesize YMn₆Sn₆ single crystals by Sn flux method. Then study the AHE and THE by magnetotransport measurements. More importantly, combined with neutron diffraction, we map out the phase diagram of $\rho_{yz}^{T}(B)$ and magnetic transitions to further study the origin of THE.

- Results -

Kagome metal YMn₆Sn₆ shows a THE with in-plane magnetic field near room temperature, neutron diffraction results demonstrate that the observed THE is related to the field-induced DFC magnetic structure. Such a structure can only happen when the long range c-axial AFM exchange couplings are comparable with the in-plane ones. In addition, a large intrinsic AHE and anisotropic carrier type under different field directions have been observed in the fully polarized PFM state. These results indicate that, in addition to spin skyrmions, THE can also be induced from a uniform canted magnetic structure in a centrosymmetric lattice.







Magnetic structure of YMn₆Sn₆ at 2K and 240K

International CRP 2020 - Category A

Exploration of Novel Quantum Materials

Project Coordinator Name: Phil D.C. King (University of St Andrews)

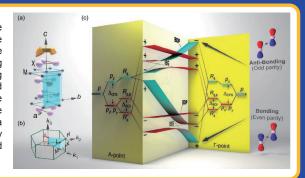
MSL Faculties: Takao Sasagawa

- Aims of Research -

We have demonstrated the concept of single orbital-manifold band inversions occurring along high-symmetry lines in topological electronic materials, which stabilizes multiple bulk and surface Dirac fermions [1]. In this work, we further studied the fundamental mechanisms driving the formation of kz-mediated topological ladders in the context of the 1T-structured transition metal dichalcogenides (TMDs).

- Results -

Figure illustrates the energetic hierarchy of the ρ -orbital-derived energy levels in TMDs at the Γ and A points of the Brillouin zone, for the relevant D3d octahedral symmetry, showing how the combination of crystal field splitting (CFS), spin orbit interaction (SOI), and bonding-anti-bonding splitting leads to multiple band crossings along Γ -A direction; some protected by rotational symmetry forming a bulk Dirac point (BDP) and some gapped by SOI, resulting in a local band gap with inverted parity (IBG).



Web page: https://www.st-andrews.ac.uk/physics/condmat/arpes/index.html
[1] M.S. Bahramy, K. Okawa, M. Asakawa, T. Sasagawa, P.D.C. King et al., Nature Materials 17, 21 (2018).
[2] O.J. Clark, K. Okawa, T. Sasagawa, P.D.C. King et al., Electron. Struct. 1, 014002 (2019).

国際共同研究B Technical University of Civil Engineering Bucharest Andreea CASUTA (p.14)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.220

International CRP 2020 - Category B

Enhancing seismic behavior of timber structures

Project Coordinator Name: Andreea Casuta MSL Faculties: Associate Prof. Shoichi Kishiki

- Aims of Research -

The purpose of the project is to share information on the seismic behavior of timber structures researched in both Romania and Japan and to exchange successful practices applied for such structures for seismic resistance. Besides that, future collaboration is wanted, and for this purpose a project proposal was made, with Romanian UTCB as coordinator, and with Tokyo Institute of Technology as partner institution.

- Results -

The project proposal contains three other partners: University Grenoble Alpes (French), University of Minho (Portuguese) and the Buzau municipality (Romanian).

The proposed project is submitted under the work program H2020-LC-GD-2020 addressing the call "Building a low-carbon, climate resilient future: Research and innovation in support of the European Green Deal", with the challenge to create a network of Centers of Excellence for Sustainable Traditional Buildings in the



participating EU countries (Romania, France, Portugal), competent and capable to engage the rural areas on a strategically innovative path, based on the integrated competences created within the Teaming for Excellence between universities and local administration.

In this project (if successful), Tokyo Tech will have the advisor role, and will help the project team (UTCB) with the structural evaluation and experimental phase, including the acquisition part of the testing equipment.

International CRP 2020—Category B

Numerical Modeling and Simulation of Rocking Walls with Energy Dissipators Project Coordinator Name: David Mukai (University of Wyoming) MSL Faculties: Susumu Kono

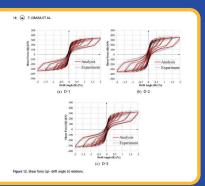
- Aims of Research -

The aims of this research are to develop and calibrate a numerical model for rocking concrete walls with energy dissipaters and apply this model to evaluate damage in earthquakes.

- Results -

The team was able to develop the numerical model, calibrate it, use it to model structures, and finally evaluate limit states of rocking concrete walls with dissipaters.

Taku Obara , Susumu Kono & David Mukai (2020): Damage Evaluation and Limit States of Rocking Concrete Walls with Energy Dissipaters, Journal of Earthquake Engineering



https://doi.org/10.1080/13632469.2020.1835748

国際共同研究B

National High Magnetic Field Laboratory, Florida State University Dragana Popović (p.18)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No. 49

International CRP 2020—Category B Magnetotransport Studies of Collective Dynamics in Highly Correlated Electron Systems

Project Coordinator Name: Dragana Popović (Nat. High Mag.Field Lab.)

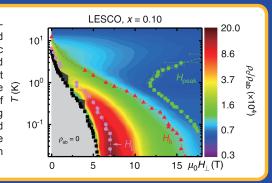
MSL Faculties: Takao Sasagawa

Aims of Research -

In underdoped cuprates, the interplay of the pseudogap, superconductivity, and charge and spin ordering can give rise to exotic quantum states, including the pair density wave (PDW), in which the superconducting (SC) order parameter is oscillatory in space. The purpose of this study is to test the interlayer frustration, the crucial component of the PDW picture.

- Results -

We perform transport measurements on chargeand spin-stripe-ordered La_{1.7}Eu_{0.2}Sr_{0.1}CuO₄ and $La_{1.48}Nd_{0.4}Sr_{0.12}CuO_4$ in perpendicular magnetic fields (H_{\perp}) , and also with an additional field applied parallel to CuO_2 layers (H_{\parallel}) . We detect several phenomena predicted to arise from the $\widehat{\mathbf{\Sigma}}$ existence of a PDW, including an enhancement of interlayer SC phase coherence with increasing H_{\parallel} . These data also provide much-needed transport signatures of the PDW in the regime where superconductivity is destroyed by quantum phase fluctuations.



Z. Shi, P.G. Baity, J. Terzic, T. Sasagawa, and D. Popović, Nature Commun. 11, 3323 (2020).
 Z. Shi, P.G. Baity, T. Sasagawa, and D. Popović, Science Advances 6, eaay8946 (2020).

4

International CRP 2020 - Category B

InABO₄ (A: trivalent cation element, B: divalent cation element) having the spinel structure at elevated temperatures under high pressure

Project Coordinator Name: Francisco Brown (Universidad de Sonora, Mexico)

MSL Faculties: Masaki Azuma

Summary:

InFeZnO4, InGaCoO4 and InGaMgO4 were synthesized at 1300 °C in air. InFeCuO4 was obtained at 1100 °C in air. The heating period was (3+3) days for each compound. They have the YbFe2O4 type structure. Next, the InFeZnO4, the InGaCoO4, InFeCuO4 and the InGaMgO4 were heated under P=6 (GPs) at T=1100 (°C) and heating period (minute)=30 (minute). In the InFeZnO4 and the InGaCoO4, the spinel phases were formed with some amount of impurity. In the InGaCuO4, a liquid phase appeared. In the case of the InGaMgO4, there exists a small amount of impurity phase with the spinel phase having a(A)=8.571. The lattice constant is nearly equal to the averaged value of those of In2MgO4 and Ga2MgO4. We concluded, the InGaMgO4 has an inversed spinel structure.

国際共同研究B

Institute of Engineering, Tribhuvan University Gokarna Bahadur Motra (p.22)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.210

International CRP 2020 - Category B

Retrofit of High-rise RC Buildings in Nepal

Project Coordinator Name: Gokarna Bahadur Motra

MSL Faculties: Prof. Susumu Kono

- Aims of Research -

The main aim of the project is to evaluate the effectiveness of conventional strengthening techniques for high-rise buildings. Evaluate the possibility of using energy dissipative devices in high-rise buildings in Nepal

- Results -

Model-1 consists of the high-rise building with infill masonry walls. Model-2 consists of the high-rise building with RC shear walls at strategic locations. Model-3 consists of the high-rise building with viscous dampers at strategic locations. Model-5 consists of the high-rise building with friction dampers at strategic locations. Fundamental frequency of vibration at different cases, top storey's displacement, base shear and inter-storey drifts will be evaluated and compared. Effectiveness of using energy dissipative devices shall be evaluated based on fundamental frequency of vibration, top storey displacement, basem

shear and inter-storey drifts at different cases.

International CRP 2020—Category B Multi-spring model to account for bond-slip of reinforcement bars in the beam-column joint region of reinforced concrete structures

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

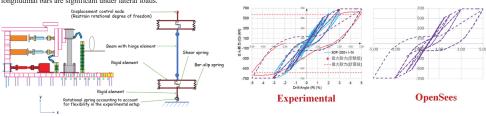
MSL Faculties: Prof. KONO Susumu

- Aims of Research

To develop a multi-spring macro model to account for bond-slip of reinforcement bars in the beam-column joint region of reinforced concrete structures and validate with the full -scale

- Results -

A beam with hinge element is used to represent the beam concrete region. Bar-slip spring is used to model the reinforcement bar. Shear spring is used to model the shear stiffness of the beam. A rotational spring is used to account for flexibility in the experimental setup. The beam specimen is subjected to reverse cyclic loadings. Comparison of experimental results versus analytical results showed good agreement. Based on the further analysis the energy dissipation of the numerical model is due to nonlinear behavior of the concrete. Reinforcement steel behaved mainly elastic. Similar results are obtained for other specimens. Based on the results obtained the model is particularly suitable for simulating the response of concrete buildings in which slippage of longitudinal bars are significant under lateral loads.



Undergraduate Thesis to be published in 2021, Faculty of Engineering, University of Peradeniya, Sri Lanka

国際共同研究B 中央研究院(台湾)應用科學研究中心 畑中 耕治 (p.26)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.55

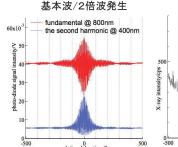
「水からのx線/テラヘルツ波増強を目指したレーザープラズマのコヒーレント励起」 研究代表者:畑中耕治(中央研究院應用科學研究中心) 共同研究対応教員:中村一隆

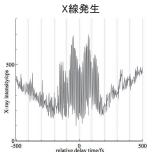
研究目的 一

前年度に実施した予備実験で得た知見を元に精密干渉光学系を組み上げ、実際に水膜を対象としたダブルパ ルス照射実験を行い、プラズマ生成・緩和を通じて発生するX線の挙動を明らかにし、比較的大きなビーム径を 有する高強度レーザーを用いる際の問題点を見い出すことを目的とした。

研究成果 · 効果

ダブルパルス励起のための精密干渉系





. H. Huang, T. Nagashima, T. Yonezawa, Y. Matsuo, S. H. Ng, S. Juodkazis, K. Hatanaka, Appl. Sci., 10, 2031 (2020), doi:10.3390/app10062031. H. Huang, S. Juodkazis, E. G. Gamaly, T. Nagashima, T. Yonezawa, K. Hatanaka, (2021), under review.

International CRP 2020 - Category B

Growth mechanism study on epitaxial BiFeO₃ grown on LaSrAlTaO₃ single crystal **Project Coordinator Name**: In-Tae Bae (State University of New York at Binghamton) MSL Faculties: Shintaro Yasui

- Aims of Research -

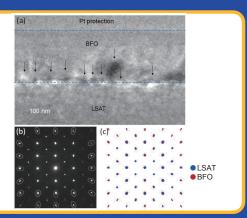
This project aims to elucidate the role of \sim 2.8 % misfit strain that LaSrAlTaO $_3$ (LSAT) single crystal provides to epitaxially grown BiFeO $_3$ (BFO) overlayer in terms of (1) crystal structure change and (2) BFO domain structure. This will eventually provide a solid clue for us to be able to control the ferroelectric and magnetic properties of BFO through epitaxial lattice strain.

- Results -

An epitaxial BFO film was grown on (100) LSAT substrate by using ultrahigh vacuum radio frequency sputtering at 550 °C growth temperature.

Cross-sectional TEM image shown in (a) exhibits misfit dislocations as denoted by arrows. Selected area diffraction pattern acquired from an area including both BFO and LSAT as shown in (b) reveals the characteristic of relaxation of misfit strain as proved in the structure factor calculation based on unstrained BFO and LSAT as shown in (c).

Further study using x-ray reciprocal lattice space mapping is needed to obtain information about ferroelectric domain structure in the epitaxial BFO film



国際共同研究B Institut Teknologi Bandung Iswandi Imran (p.31)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.212

International CRP 2020 - Category B

Improving the Performance of R/C Structures with the Use of Seismic Isolation System

Name: Iswandi Imran (Institut Teknologi Bandung)

MSL Faculties : Susumu Kono

- Aims of Research -

This project aims to compare seismic performance of conventional fixed-base building with DCFP (Double Concave Friction Pendulum) base-isolated buildings under the same design code and seismic excitations (as the first stage of the study); and later to find the optimal design for DCFP bearings regarding the types of friction and bearing arrangements (as the second or final stage).

- Results -

In this research, a 40m tall, 10-story reinforced concrete building with a square plan of 30m is used as the reference structure for case study. The structure is designed as an office building located in Jakarta, the capital city, which is classified as Risk Category II and the site class SD (medium soil) according to the Indonesian Building Code (with R=7). The findings from this research:

- Base-isolated building with DCFP bearing has better seismic performance compared to the
 conventional fixed-base building under the maximum considered earthquake (MCE) of Jakarta. The
 improvement of seismic performances is observed in the form of reductions of base shear force, topstory acceleration, amplification ratio and interstory drift ratio.
- 2. Structural performance based on formation of plastic hinges under the maximum considered earthquake (MCE) reveals that base-isolated buildings has the level of fully operational (FO) which is a significant performance improvement compared to Life Safety (LS) of the fixed base building.

International CRP 2020 - Category B

Ultrafast phonon dynamics in inorganic solids

Project Coordinator Name: Jianbo HU (China Academy of Engineering Physics)
MSL Faculties: Kazutaka NAKAMURA:

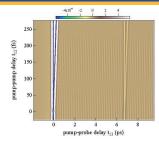
- Aims of Research -

The aim of this project is to elucidate the ultrafast dynamics of optical phonons in inorganic materials, such as polar semiconductors, wide bandgap materials and oxides within picosecond time range using femotosecond infrared pulses.

- Results -

we performed the coherent control of the zone folded transverse acoustic (FTA) phonons in 4H-SiC using a pair of phase-locked femtosecond pulses.

Figure shows a 2D map of the transient. Along a pumprobe delay (t_{13} : horizontal axis), we can see the 6-THz coherent oscillation due to the photo-induced FTA phonons. By changing a pump-pump delay (t_{12} : vertical axis), the phonon intensity is enhanced or suppressed at integer or half-integer multiple of the vibrational period, respectively.



2D map of the transient reflectivity from 4H-SiC with double pulse excitation.

国際共同研究B EPFL, Switzerland Katrin Beyer (p.36)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.205

International CRP 2020 - Category B

International database on bi-directional tests on RC core walls

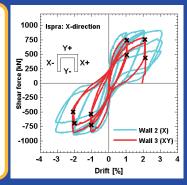
Project Coordinator Name: Prof. Katrin Beyer, EPFL, Switzerland MSL Faculties: Prof. Susumu (Sam) Kono

- Aims of Research -

The aim of the research is to establish a catalogue of laboratory tests on bi-directional tests on RC walls. While such databases exist for uni-directional tests, it has yet to be established for bi-directional tests. All relevant data (cross sections, boundary conditions, force-displacement hysteresis) will be made publically available where possible.

- Results -

Our understanding of the seismic response of RC walls is largely based on findings from quasi-static cyclic tests, which allow to study the damage evolution in a systematic way. However, the large majority of these tests have been conducted as uni-directional tests and it is therefore important to understand in which aspects results from uni-directional tests differ from those of bi-directional tests. Tests on planar and non-planar walls showed that the stiffness is not significantly affected by bi-directional loading. For planar walls the strength is also rather independent of the load path while for non-planar walls the load path has an effect on the strength that is attained in the two principal directions.



International CRP 2020—Category B

Assessment procedure for residual capacity of earthquake-damaged reinforced concrete buildings

Project Coordinator Name: Kenneth J. Elwood, University of Auckland, NZ

MSL Faculties: Susumu Kono

- Aims of Research
- Develop an assessment process to determine if an earthquake-damaged building needs to be repaired.
- Determine triggers for repair, either visual damage states, peak deformation demands or LCF limits.
- Estimate performance of earthquake-damaged building in service level earthquakes.

- Results
Overview of assessment process:

Safety-Assessment phase (ductile frame):

Typical result of low-cycle fatigue check:

d/h = 0.9

Typical result of low-cycle fatigue check:

| Application | Consoling of Julian | Consol

国際共同研究B University of Washington Marc O. Eberhard (p.42)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.211

International CRP 2020 - Category B

EFFECT OF LOADING DIRECTION ON SEISMIC SHEAR FAILURE IN REINFORCED CONCRETE COLUMNS

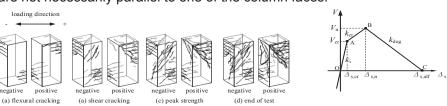
Project Coordinator Name: Marc Eberhard, University of Washington MSL Faculties: Professor Susumo Kono

- Aims of Research -

A shear model will be modified to apply to deformation histories that are more general than the existing models. In particular, the methodology will be applied to columns that are deformed in direction other than their principal axes.

- Results -

Based on experimental results, a model is being developed to describe the shear force-deformation curve for reinforced concrete columns subjected to deformation that are not necessarily parallel to one of the column faces.



International CRP 2020 - Category B

Post-earthquake damage evaluation of RC columns reparability and residual capacity

Project Coordinator Name: Marco Di Ludovico (University of Naples Federico II (Italy)) MSL Faculties: Susumu Kono:

- Aims of Research -

The present project aims at the definition of a framework for assessing the residual capacity and the reparability of reinforced concrete (RC) structures in the aftermath of an earthquake. A methodology for the seismic damage quantification for existing RC columns has been developed in correlation with the variation of damage indicators (period elongation, stiffness degradation, residual drift, crack width).

- Results -

The first method for the seismic damage quantification has been preliminary applied on a dataset of RC columns with geometry and details typical of low-code structures, for a total of 1215 elements. Lower bounds (i.e., 16th percentile) of the distribution for each damage indicators have been computed to build the correlation matrix between changes in damage indicators for each identified seismic damage level for the dataset of column analysed. The correlation among damage levels, Interstorey Drift Ratio (IDR), period elongation, lateral stiffness degradation and residual drift ratio.

Preliminary results from the digital image processing are also derived for an RC column experimentally tested under quasistatic cyclic loading. At the end of each cycle, the IDR has been correlated with the maximum residual crack width.

	PERIOD ELONGATION	STIFFNESS DEGRADATION	RESIDUAL DRIFT RATIO
DAMAGE LEVEL	16th percentile	16th percentile	16th percentile
Minor	4%	12%	0.04%
Moderate	17%	39%	0.17%
Severe	40%	67%	0.75%
	62%	83%	1.88%
	10 10 10 10 10 10 10 10	1 (Single) (Sin	DEL There have been been been been been been been be

国際共同研究B National Technical University of Athens Marina L. Moretti(p.47)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.201

International CRP 2020 - Category B

Strengthening of Reinforced Concrete Columns with Sparsely Spaced Stirrups through Fiber Reinforced Polymer Jacketing to avoid Buckling of the Longitudinal Reinforcement Project Coordinator Name: Marina L. Moretti (National Technical University of Athens) MSL Faculties: Susumu Kono

- Aims of Research -

This projects aims to explore the potential of using fiber reinforced polymer (FRP) jackets to strengthen existing reinforced concrete (RC) columns with inadequate transverse reinforcement against buckling of the longitudinal reinforcement. Another objective is the assessment of existing design models regarding their potential to predict the compressive strength of RC columns with sparsely spaced stirrups.

- Results -

Experimental results have been assembled from the literature, on the behavior of RC columns, as well as RC columns strengthened and repaired through fiber reinforced polymer jackets (FRP) subjected to axial compression. FRP-confined RC columns with a broad variety of characteristics have been included. Reliable existing design models have been sought and applied to predict the test results of the specimens of the database. The potential of the models to predict the effect of buckling of the longitudinal reinforcement on the axial compressive strength has been studied. Preliminary results demonstrate that FRP jackets considerably enhance the axial strength of RC columns with inadequate transverse reinforcement. Furthermore, repair of RC columns with buckled longitudinal reinforcement seems to be feasible, by replacing the crushed concrete through fiber reinforced structural cement-based repair mortar and subsequently by application of FRP jackets.





International CRP 2020—Category B

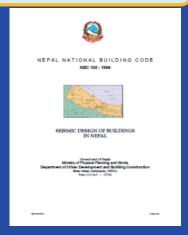
Revised Building Code NBC 105: 2019 Seismic Design of Buildings in Nepal Project Coordinator Nam: Prem Nath Maskey (Institute of Engineering) MSL Faculties: Susumu Kono

- Aims of Research -

The Project aimed at achieving the enhancement of the seismic code for building design in Nepal by learning the chronological development of Japanese ways of designing and regulating 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 identification of the principles and strong base for formulating the seismic/structural design approach conducive to the typology of buildings and environment of Nepal. The interaction in Japan was supposed to facilitate in developing the updated form of the seismic code at par with any other international code. This study and interaction have highlighted on the strengths and weaknesses of the present Nepalese Code and the rational ways to enhance it.



国際共同研究B 忠南大学校 建築工学科 南 正樹 (p.51)

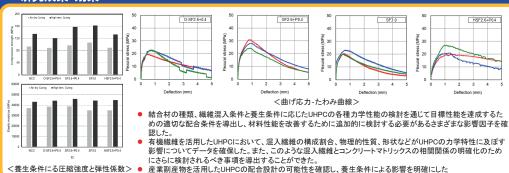
フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.213

「繊維補強セメント複合材料の超高性能化および有効活用技術開発」 研究代表者:南 正樹(韓国 忠南大学校 建築工学科) 共同研究対応教員:河野進

研究目的 一

本研究では、さまざまな産業副産物と廃棄資源の有効活用技術とUHPCの製造及び活用範囲を考慮したテーマ である。超高性能コンクリート(Ultra High Performance Concrete, 以下UHPC)の開発のための基礎的な研究とし て材料物性を把握するための実験を行う。環境対応型UHPCに対する基礎資料の確保のために、施工性、圧縮 強度、曲げ性能などについて検討する。

研究成果•効果



: J.Nam et al.: Impact resistance, flexural and tensile properties of amorphous metallic fiber-reinforced cementitious composites according to fiber length Construction and Building Materials, Vol. 271, 121872, 2021.2 その他,大会論文発表2件(韓国建設循環資源学会-2020.11,韓国建築施工学会-2020.11)

International CRP 2020 - Category B

Development of New Reinforced Concrete Wall System

Project Coordinator Name: Rafik Taleb (University of Edinburgh)

MSL Faculties: Taku OBARA

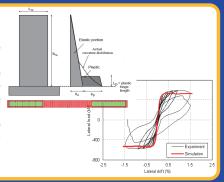
- Aims of Research -

The aim of this research is to evaluate fiber-based model in predicting the backbone curves and the ultimate displacement capacity for previously tested RC structural walls with comparison of 2D and 3D FE analusis. An analytical approach to estimate the ultimate displacement capacity or RC walls with confined boundaries was also proposed and validated based on experimental and fiber-analysis results.

- Results -

The fiber model based on the plastic hinge length and moment-curvature analysis present an easy and interesting alternative for FE method for simulating the envelop response curve for RC walls with confined boundaries.

An analytical approach was proposed to estimate the ultimate displacement of RC structural walls relating the ultimate displacement capacity to main key design parameters. The accuracy of the proposed equation was verified with experimental data and results of fiber analysis. Although the proposed equation did not evaluate the experimental ultimate displacement with high accuracy, it would give a conservative estimates.



国際共同研究B

S. N. Bose National Centre for Basic Sciences Tanusri Saha-Dasgupta (p.57)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.63

International CRP 2020—Category B

Understanding Unusual Magnetic Oxides

Project Coordinator Name: Tanusri Saha-Dasgupta (S.N.Bose Centre, India)

MSL Faculties: H. Das, M. Azuma

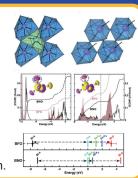
- Aims of Research -

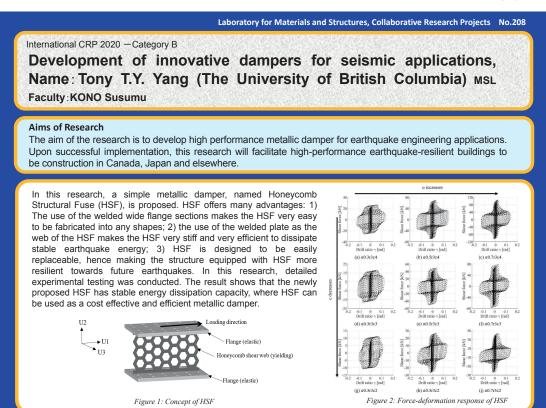
To understand the interplay between breathing distortions and polar instability in transition metal perovskites with active A-sites like Bi or Pb.

- Results -

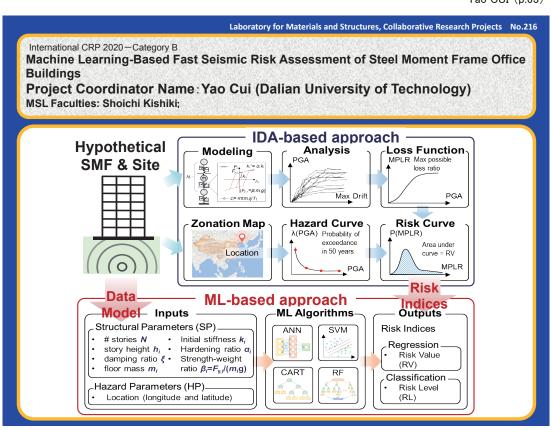
While BiNiO3 or PbCrO3 exhibit breathing distortion with checkerboard pattern of compressed and expanded Bi/PbO₁₂ Polyhedra, in case BiFeO3 or PdVO3 off-centric movement Of A cation in the polyhedral cage is observed (see top panel of the Fig.).

Through calculated Wannier functions, crystal hamiltonian Orbital population (COHP) and Bi/Pb, Ni/Fe and O energy positions (see Fig) it was established that the preference of one distortion over another is dictated by O-2p-A-6p Hybridization, positioning of O 2p being dictated by B-O hybridization.





国際共同研究B Dalian University of Technology Yao CUI(p.63)



International CRP 2020 - Category B

High-pressure synthesis and possible negative thermal expansion study of ferroelectric oxide CaFe₃Ti₄O₁₂

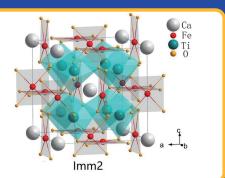
Project Coordinator Name: Youwen Long (Institute of physics, CAS) MSL Faculties: Masaki Azuma

- Aims of Research -

The aim of this project is applying high pressure and high temperature conditions to prepare high-quality $CaFe_3Ti_4O_{12}$ samples, investigating the detailed structural and physical properties especially the magnetic, dielectric, and ferroelectric properties, and then finding the possible negative thermal expansion coupled with the ferroelectric polarization.

- Results –

High-quality $CaFe_3Ti_4O_{12}$ perovskite samples with a good single phase were obtained. On the basis of SXRD data, the space group of $CaFe_3Ti_4O_{12}$ was determined to be Im-3 at room temperature and polarized Imm2 at 100 K. The ferroelectric hysteresis loop proved the existence of ferroelectric polarization at the polarized phase. Furthermore, we collected XRD data at different temperatures, and found that the thermal expansion coefficient suddenly decreased below 110 K, which might couple with the ferroelectric polarization.



国際共同研究B National Cheng Kung University Yu-Chuan Lin (p.70)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.42

International CRP 2020 - Category B

Hydrophobized copper phyllosilicates in the hydrogenation of levulinic acid Project Coordinator Name: Yu-Chuan Lin MSL Faculty: Keigo Kamata

- Aims of Research -

The aim of this study is to develop hydrophobic Cu catalysts derived from copper phyllosilicate, and applied them in the hydrogenation of levulinic acid to γ -valerolactone. The most effective catalyst can be recycled for more than three times with little deactivation (less than 5%) for a high conversion and GVL yield.

- Results -

A reduction-silylation-reduction method was developed to synthesize hydrophobic Cu catalysts derived from Cu phyllosilicates (CuPS). Triethoxy(octyl)silane (OTS) was used as the coupling agent. The OTS-grafted, reduced CuPS catalysts were applied in the hydrogenation of levulinic acid (LA) to γ -valerolactone (GVL). The most promising catalyst was synthesized by reducing CuPS at a high temperature (350 °C for 3 h), followed by OTS-grafting, and then by repeating the previous reduction step. High LA conversion (95.7%), GVL yield (85.2%), and stability (3 cycles with a 7.5% loss of initial activity) were obtained at a mild reaction condition (130 °C with a H $_2$ pressure of 12 bar). A high reduction temperature not only leads to a low oxidation state of Cu species but also suppresses the formation of silylation-induced acids. Moreover, the intrinsic activity of a reduced CuPS catalyst was nearly intact after subjecting to silylation and the second reduction treatment.

https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsami.0c17612

International CRP 2020 - Category B

Energy behavior of reinforced concrete shear walls Project Coordinator Name: Zeynep Tuna Deger (Istanbul Technical University)

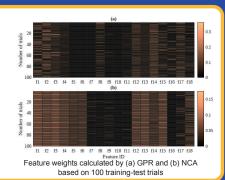
MSL Faculties Susumu Kono

- Aims of Research -

This research focuses on energy dissipation capacity of reinforced concrete shear walls. The most influential wall design parameters on energy dissipation capacity will be assessed and a machine learning based predictive equation will be developed to estimate the energy dissipation capacity of RC shear walls. The proposed equations will be valuable in energy-based seismic design of shear wall buildings as the capacity will be easily calculated and available to be used once the input energy (demand) is known.

- Results -

- A machine learning method, namely: High Dimensional Model Representation (HDMR)), was used to investigate the most influential wall design parameters (e.g., material properties, reinforcement details) on energy dissipation capacity of shear walls, as well as to develop predictive models to estimate energy dissipation capacity.
- The ability of the proposed model to make robust and accurate predictions is validated based on unused data with prediction accuracies (the ratio of predicted/actual values) close to 1.00 (where 1.00 means perfect match) and high coefficient of determination values (R²>0.90).



国際共同研究B

Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration Zhe Qu (p.74)

Laboratory for Materials and Structures, Collaborative Research Projects No.221

International CRP 2020 - Category B

Effect of cumulative heat on hysteretic behavior of structural steel in energy dissipating devices | Project Coordinator Name: Zhe Qu

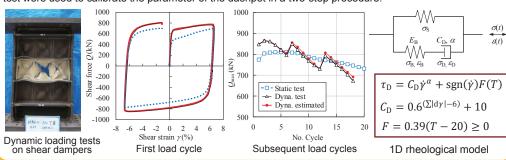
MSL Faculties: Shoichi Kishiki

- Aims of Research -

Instead of the planned test for the year of 2020, which was affected by the pandemic, we aimed at the development and calibration of a one-dimensional rheological model to simulate the dynamic effect on the hysteresis of steel dampers, which provides basis for further investigation.

- Results -

The dynamic effect is modelled by a nonlinear dashpot in the one-dimensional rheological model, whose stress is the addition of a rate-dependent and a temperature-dependent terms. The results of a previous test were used to calibrate the parameter of the dashpot in a two-step procedure.



International CRP 2020—Category B

All Solid State Thin Film Solid Oxide Fuel Cell

Project Coordinator Name: Zhipeng LI MSL Faculties: Shintaro YASUI

- Aims of Research -

In order to push forward SOFC applications, one key approach is to reduce the operating temperature of traditional SOFC, and to develop new intermediate-temperature SOFC, which can work at 500 – 800 °C. One promising and efficient way is to reduce the thickness of electrolyte, resulting in the developing of thin film SOFC in recent years. Therefore, in this research program, we try to use thin film technique to develop all solid state thin film SOFC devices. The pulsed laser deposition (PLD) has been widely used as the robust and efficient thin film technique in energy-related materials systems, such as lithium ion battery. We thereby try to apply this technique to be used for thin film SOFC fabrication in order to develop high quality thin film SOFC devices.

- Results -

First of all, we designed the all state thin film SOFC structure as layer by layer deposition. We use the mixture compound as the substrate. The electrolyte material is Gd doped ceria (GDC), and the anode material is the mixture of Ni and GDC. Therefore, we use the mixture of Ni-GDC as the substrate. Subsequently, the anode, electrolyte and cathode thin films are deposited by PLD layer by layer. The tomography of the full film stack was investigated by AFM, as shown in Figure 1. Subsequently, the detailed structures were studied by TEM. We succeed by depositing GDC layer on top of the Ni-GDC substrate, which can be used as the half cell of SOFC. The morphology of the GDC electrolyte on top of Ni-GDC substrate is shown Figure 2.

In this work, we investigated possibilities of synthesizing all solid state thin file SOFC by using PLD thin film deposition. PLD-grown of Gd doped ceria (GDC) thin films on Ni-GDC substrate were conducted. In order to comprehensively study the all growth conditions, in the following studies, we plan to use different substrates, such as single crystal GDC, polycrystal GDC, and other transition metal-GDC compounds in more details, followed by SEM, TEM and electrochemical testing. Therefore, we can understand more about the electrochemical processes including structural transformations, anisotropy of ion diffusion, and interfacial reactions.

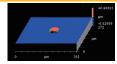


Figure 1 AFM imaging of a SOFC single cell after patterning.





Figure 2 Gd doped ceria thin film deposited on Ni-GDC Anode substrate

一般共同研究 B 佐賀大学 赤津 隆 (p.79)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.30

一般研究B(2020年度)

「天草磁器土を原料とするアルミナ強化磁器の焼成変形抑制」

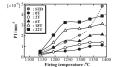
研究代表者:赤津隆(佐賀大学) 共同研究対応教員:若井史博

一 研究目的 一

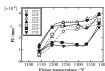
本研究では、アルミナ強化磁器に対し、蛙目粘土添加による焼結収縮阻害効果(ムライト結晶化の促進)と、タルク(滑石、 $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)添加による焼結収縮促進効果(高温における液相量の増加と粘性の低下)をバランスさせることで、緻密で変形しないアルミナ強化磁器を幅広い焼成温度範囲でつくることにチャレンジした。

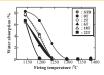
一 研究成果・効果

本研究の取り組みによって、焼結収縮阻害効果(蛙目粘土 添加とコーディエライト結晶化)と焼結収縮促進効果(タルク添加)がうまくバランスする条件を定量的に明らかにし、緻密で変形しないアルミナ強化磁器が幅広い焼成温度範囲で作製することに成功した。具体的には、タルク2mass%添加したアルミナ強化磁器(2T)において、吸水率が0.5%以下かつPI値が1.5×10-6/mm以下が、比較的幅広い焼成温度範囲(1240~1384°C)で成立することがわかった。さらに、微細化したタルクを32mass%添加したアルミナ強化磁器(32TF)において、1194~1336°Cの焼成温度範囲で、吸水率が0.5%以下かつPI値が1.5×10-6/mm以下が成立し、タルク粒子微細化によって特性が最適化する焼成温度範囲が低温側にシフトすることがわかった。

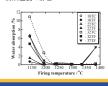


アルミナ強化磁器の焼成変形に 及ぼす焼成温度の影響





アルミナ強化磁器の吸水率に及ぼす 焼成温度の影響



発表論文: Dong HAO, Takashi AKATSU and Nobuaki KAMOCHI: Effect of cordierite crystallization on the water absorption and pyroplastic deformation of an alumina-strengthened porcelain that contains fine talc: Journal of the Ceramic Society of Japan, 128 [5], 284-290 (2020)
Dong HAO, Takashi AKATSU and Nobuaki KAMOCHI: Evaluation of the water absorption and pyroplastic deformation of alumina-strengthened porcelain with talcaddition; Journal of the Ceramic Society of Japan, 128 [4], 194-200 (2020)

一般研究B(2020年度)

「CsNdNb₂O₇の誘電特性評価と第一原理計算による安定結晶構造探索」研究代表者:赤松寛文(九州大学)

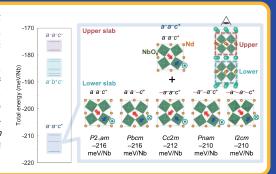
共同研究対応教員:大場史康

- 研究目的 -

最近、Dion-Jacobson(DJ)相CsNdNb $_2$ O $_7$ において、ハイブリッド間接型強誘電性が生じることが理論的に予測された。さらに、この物質が室温において極性結晶構造(空間群P2 $_1$ am)をもつことが実証された。しかし、これらの物質の強誘電性はこれまでに観察されていない。本研究では、CsNdNb $_2$ O $_7$ の強誘電スイッチングの観察および第一原理計算による安定結晶構造探索を行うことを目的とする。

一 研究<u>成果∙効果 –</u>

固相反応法により作製したCsNdNb $_2$ O $_7$ 緻密体試料おいて強誘電体に特徴的なヒステリシス挙動が見られたことから、この物質が室温で強誘電性を示すことが実証された。第一原理計算による安定結晶構造探索の結果、3結晶軸周りに酸素配位八面体が回転している結晶構造が最も安定であり、その中でもGlazer表記でaac により表現される回転パターンが最も安定であることが明らかになった。さらにaac パターンの中に5つの安定構造があり、それぞれの構造の空間群は、エネルギーの低い順にP2,am,Pbcm,Cc2m,Pnam,Dcm となった。最安定構造(空間群P2,am)は室温で実験的に観察された構造と一致した。



一般共同研究 B 岡山大学 大学院自然科学研究科 池田 直 (p.85)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.66.1

一般研究B(2020年度)

「電子誘電体RFe,O₄の常温電気分極」

研究代表者:池田直(岡山大学大学院自然科学研究科)

共同研究対応教員:安井伸太郎

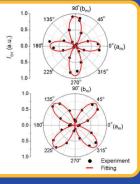
一 研究目的 一

イオン変位に起源を持たず強誘電性を示す、電子型強誘電体である $LuFe_2O_4$, $YbFe_2O_4$, YFe_2O_4 について、圧電顕微鏡による電歪応答測定から、電子強誘電体の自発分極の常温での応答や、超高速あるいは超低エネルギーでの特徴的な応答の存在を見出す。

─ 研究成果·効果 -

電子強誘電体は、電子の極性な分布から電気分極を形成する新しい強誘電体である。そのうち希土類複電荷酸化鉄材料、RFe2O4 (R=重希土類と、Y, Sc, In) は、鉄電子間相互作用の競合を起源として極性な電子分布が現れる。我々は化学当量の優れた LuFe₂O₄, YbFe₂O₄, O単結晶や単結晶薄膜を合成し、常温における電気分極の存在を確定した(1)。右図は本年公表した非線形光学応答(二次高調波発生)の測定データを示す。信号の偏光テンソル解析からCmの空間群をもつ自発分極の存在を確かめた。

だが20年度は、コロナ禍で関東圏への出張移動が制限されたため、可能な時期に実験ができなかった。21年度もこの研究を続け、昨年まで見出している数V/cmという抗電場の精密な解析や、超高速あるいは極低エネルギーの誘電分極応答の探索を引き続き行う。



発表論文: (1) Direct Evidence of Electronic Ferroelectricity in YbFe2O4 Using Neutron Diffraction and Nonlinear Spectroscopy, K. Fujiwara, Y. Fukada, Y. Okuda, R. Seimiya, N. Ikeda, K. Yokoyama, H. Yu, S. Koshihara, and Y. Okimoto, Sci. Rep. 11 (2021) 4277.

「拡張性の高い免震装置の極限挙動解析システムの開発」

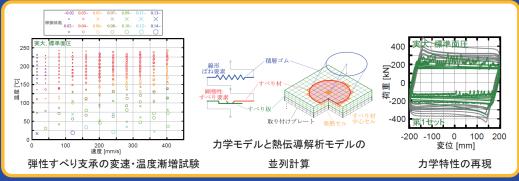
研究代表者:石井建(北海道大学大学院工学研究院)

共同研究対応教員:吉敷祥-

一 研究目的 一

免震構造に対する需要拡大により、従来の想定を超えた範囲での安全性の検証が求められている。すでに普及 している免震装置についても、実験によって新たに発見される特性が少なくないが、通常の構造解析プログラム ではそれらの再現が困難である。本研究では拡張性の高い解析システムを開発し、かつ普及させることを目的と する。

研究成果•効果



入澤祐太, 和氣知貴, 石井建, 菊地優, 高田悠大: 弾性すべり支承の速度依存性と温度依存性の同時評価(その1 実験計画, その2 実験結果, その3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, 2021.

一般共同研究 B 宇都宮大学 工学部 石田 邦夫 (p.89)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.56

一般研究B(2020年度)

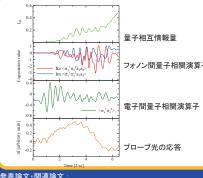
「電磁場が媒介する遠隔系間量子もつれ生成ダイナミクス理論」 研究代表者:石田 邦夫(宇都宮大学)

共同研究対応教員:中村 一降

研究目的

本研究では電子・格子系に対する光照射した場合に特有の量子相関(もつれ)生成機構について、理論的に調 べた。運動方程式の方法によって量子ダイナミクスを詳細に調べることによって、量子もつれ生成に主要な役割 を果たす演算子を明らかにし、格子振動状態のコヒーレント制御に向けた指針を得る。

研究成果•効果



量子化された電磁場によって遠隔系間の量子相関が生成され ることは、量子相互情報量の挙動から明らかとなっていた(2019 年度成果).

フォノン間量子相関演算子 光子の消滅演算子cに関する運動方程式を逐次的に書き下す

ことにより、フォノン間・電子間に量子もつれをもたらす演算子 $\sigma_y^1 \sigma_z^2 a_1 a_2$, $\sigma_x^1 \sigma_z^2$ を見出した.これらは電磁場の量子化なしには 現れない項で、量子相関生成の起源が明らかとなった.

散乱光に対してプローブ光を照射することにより、こうした量子 相関ダイナミクスの実験的検証について議論を進めた

発表論文·関連論文:
K. Ishida and H. Matsueda, "Two-step dynamics of photoinduced phonon entanglement generation between remote electron-phonon systems", arXiv:2005.14615

「セラノスティクス応用に向けた磁気ナノ微粒子の磁気特性解明」

研究代表者:一柳優子(横浜国立大学)

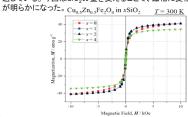
共同研究対応教員:川路均

一 研究目的 一

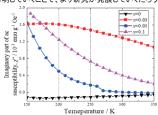
磁気ナノ微粒子を作製し、超常磁性転移温度および交流磁化率の温度i依存性を分析する。生体適合性を高めるためにSiO₂やPEG で微粒子を包含した。本研究では SiO_2 やPEGで包含された微粒子の磁気特性、発熱特性について解析を行い、医療応用・セラノス ティクス応用を試みることを目的とした。また今回は、希土類元素をドープした磁気ナノ微粒子をSQUID磁束計を用いて、直流・交流 磁化測定を行い、従来の粒子と比較した。ドープ量の変化による磁気特性にも注目した。

研究成果 · 効果

 $Cu_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ を SiO_2 包含した微粒子については、外部磁場に対する応答速度が非常に速いことがこれまでの研究によってわかっている。このふるまいは、新規イメージング手法として期待される Magnetic Particle Imaging (MPI)の 原理を考えると大変望ましく、診断(diagnostics)応用に 適している。今回はSiO2の量を変えることで、磁化に変化が現れること



 $NiFe_2O_4$ に希土類元素のGdをドープ量した微粒子については、Gdのドープ量を 変えて、交流磁化率測定を行った。 粒径が5 mmに関わらずここまで高い値を 出したものは珍しく、ハイパーサーミア応用に期待できる。 またGdのドープ量に 比例して、交流磁化率虚数部のピーク位置がシフトしていないことも判明し、こ の現象を解明していくことで、より研究が発展していくだろう。



発表論文·関連論文: 梨本健太朗,児玉慶太, 製本健太郎, 児玉慶太, 濵田颯太, 青木孝太, 沖増光彦, 小原健太郎, 中澤健太, Nurul Adibah Saadon, 一柳優子 : 粒子間相互作用を考慮したCu-Zn ferrite磁気ナノ徹 粒子の磁性と局所構造解析, 第76回年次大会 日本物理学会 2021.3

> 一般共同研究 B 近畿大学 犬伏 徹志 (p.95)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.227

·般研究B(2020年度)

「震部材の繰り返しによる特性変化とハードニングを考慮した免震建物応答性状に 関する研究」

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

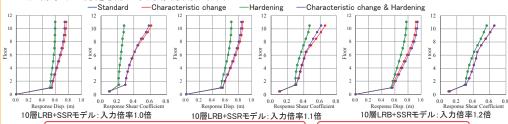
研究目的

免震建物が長周期・長時間地震動を受けると、多数回の繰り返しによる免震部材の特性変化や、それに伴う免 震層水平変位の増大によるハードニングが発生する恐れがある。本研究では、これらの要因を同時に考慮した 場合の建物応答評価を行い、免震層応答変位や上部構造の応答の変化など、基本的な応答性状を把握する。 本年度は擁壁との衝突を考慮した場合における建物応答について検討を行う。

研究成果 · 効果

建物モデル:10層および20層基礎免震建物(弾塑性多質点系等価せん断型モデル)

免震部材:鉛プラグ挿入型積層ゴム支承(LRB) +弾性すべり支承(SSR)、高減衰ゴム系積層ゴム支承(HDR) +弾性すべり支承 入力波:南海トラフ地震を想定した長周期地震動(大阪圏:OS1)



特性変化考慮 ⇒ 衝突速度大 ⇒ 変位・層せん断力への影響大

衝突後の免震層変位の評価が重要

一般研究B(2020年度)

「触媒反応を用いた非可食バイオマス資源から機能性バイオポリマーへの大量供給プロセスの検証」

研究代表者:岩越万里(株式会社BrainGild)

共同研究对応教員:原亨和教授

- 研究目的 -

1) 非可食バイオマス資源から糖類、2) グルコースからHMF、3) HMFからAMF或いはFDCA

これらそれぞれについて、原亨和教授の新型触媒プロセスを用いて、実用化レベルへの開発をめざす。そのために、個別プロセス実用化に興味ある企業・団体を探索し、共同研究体制を築き、推進して成果を出す。

一 研究成果・効果 一

1)秋田県企業と「モミガラ糖化残渣の肥料化」、東京の企業と「コーヒー抽出滓⇒マンノース」、商社との商流検討などを行った。共同利用研究に1社が参加してきた。

2)「グルコース➡HMF」プロセスを上場企業に紹介し、共同利用研究に1社参加した。

3)マッチングに至らず

まとめ:

プロセスに興味を持ちつつも、自社内に研究開発する実働要員がない、という企業が多い。1社に実験補助サービスを行いプロセスへの関心を高めた。

引き続き潜在的顧客を掘り起こしていきたい。

一般共同研究 B 九州工業大学 大学院工学研究院 植田 和茂 (p.99)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.16

一般研究B(2020年度

「ペロブスカイト型酸化物中におけるカチオンのサイト選択置換とその安定性」 研究代表者:植田和茂(九州工業大学大学院工学研究院) 共同研究対応教員:神谷利夫

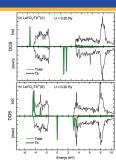
一 研究目的 一

最近、適切なペロブスカイト型酸化物母体を選択すると、希土類イオンをAまたはBサイトにサイト選択添加できることが明らかになり、サイト依存の発光・励起スペクトルが得られることがわかってきた。しかし、その詳細は十分理解されていない。本研究では、希土類イオンのサイト選択添加による電子構造への影響を知るために、BサイトをYが占有するLaYO3で電子構造の計算を試み、Tbイオンのサイト選択添加でどのような電子構造の違いが生じるか調査することを目的とした。

一 研究成果・効果 一

希土類イオンをAまたはBサイトのいずれにも置換でき、電子構造計算の負荷が少ないペロブスカイト酸化物母体として、LaYO3を選択した。Wien2kコードを用いてLDA+Uにより、TbイオンをA,Bの各サイトに添加したLaYO3の電子構造を計算し、状態密度を求め、サイト選択添加の影響を調べた。

内殻の4軌道であるが、同じ $U_{\rm eff}$ の値を用いても、Tbイオンの置換サイトに依存してTb 4f軌道の部分状態密度は大きく異なることがわかった。ただし、 $U_{\rm eff}$ の値が適切であるかどうか検討の余地がある。また、置換サイトの局所構造がAとBサイトでは大きく異なるため、 $U_{\rm eff}$ の値が置換サイトによって異なる可能性も十分考えられる。したがって、得られた計算の真偽については、今後、X線光電子分光などの各種実験の結果と併せて評価することが不可欠である。



Tbイオンを(a) A及び(b) Bサイトに置換した LaYO₃の状態密度およびTbの部分状態密度

発表論文·関連論文:K. Ueda, S. Tanaka, T. Yoshino, Y. Shimizu, T. Honma, *Inorg. Chem.* 58 (2019) 10890–10897. K. Ueda, S. Tanaka, R. Yamamoto, Y. Shimizu, T. Honma, F. Massuyeau, S. Jobic, *J. Phys. Chem. C* 124 (2020) 854–860. K. Ueda, T. Yoshino, Y. Shimizu, T. Honma, F. Massuyeau, S. Jobic, *J. Lumin.* 229 (2021) 117683.

一般研究B(2020年度

「超高圧下で誘起されるトポロジカル電子系の相転移に関する研究」 研究代表者: 大村彩子(新潟大学理学部)

cm)

共同研究対応教員:笹川崇男

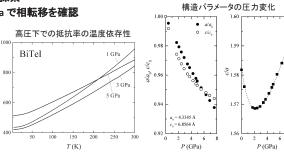
一 研究目的 一

本研究の目的は、3次元ラシュバ物質BiTeX(X = Cl, Br, l)において理論予測されたバンドギャップの開閉を伴う "圧力誘起トポロジカル相転移"を実験的に明らかにすることである。昨年度はBiTeBrにおいてP = 3 GPaでトポロジカル相転移を確認した。今年度はBiTeIを対象として、高圧力下の電気抵抗測定やX線結晶構造解析、また実験的に得られた構造パラメータに基づくバンド計算を行い、トポロジカル絶縁体への相転移を解明する。

一 研究成果·<u>効果 -</u>

BiTel における圧力誘起トポロジカル相転移を探索

- → 実験結果に基づくパンド計算から P~2 GPa で相転移を確認
- 結晶機造
- → P3m1構造はP~8 GPaまで安定 c/aが2 GPa付近で極小を示す
- 電気抵抗率
- → 測定した全ての圧力で金属的 相転移付近、3 GPa以上で半導体的 に変化したBiTeBrとは異なる振舞い
- バンド構造 実験結果を初期値に利用
- → 2 GPa付近でバンドギャップが極小



一般共同研究 B 近畿大学 工学部応用化学科 岡 研吾 (p.103)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.5.1

一般研究B(2020年度)

「アパタイト型化合物の負熱膨張特性の研究」

研究代表者:岡 研吾(近畿大学)

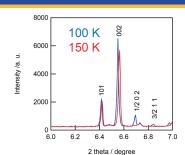
共同研究对応教員:東 正樹

一 研究目的 一

本研究では、新しい負熱膨張材料として、アパタイト型化合物に着目した。予備的な研究によりフッ素アパタイト $Pb_5(VO_4)_3$ Fが、150 K以下の温度で負熱膨張を示す事を発見している。本研究では、 $Pb_5(VO_4)_3$ Fと類似のアパタイト化合物 $(Sr_5(VO_4)_3$ F, $Ba_5(VO_4)_3$ F, $Pb_5(PO_4)_3$ F) の特性を比較し、負熱膨張の起源を明らかにすることを目的とした。

一 研究成果・効果 -

放射光粉末X線回折実験を行い、 $Pb_5(VO_4)_3F$ が負熱膨張を示す低温領域の構造変化を調べた。その結果、フッ素アパタイト $Pb_5(VO_4)_3F$, $Sr_5(VO_4)_3F$, $Ba_5(VO_4)_3F$, $Pb_5(PO_4)_3F$ のうち、 $Pb_5(VO_4)_3F$ のみが構造相転移を起こし、それが負熱膨張の原因であることがわかった。体積の大きな低温相となった原因としては、PbとVのサイト間電荷移動や強誘電転移などが考えられる。今後の研究で、 $Pb_5(VO_4)_3F$ の低温相への構造相転移の起源を明らかにしていきたい。



Pb₅(VO₄)₃Fの放射光粉末X線回折パターン(0.4201 Å)

·般研究B (2020年度)

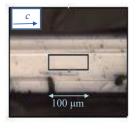
「低温用熱電変換材料候補物質M』SiTe』 (= Ta, Nb)の単結晶合成」 研究代表者: 岡本 佳比古(名古屋大学 大学院工学研究科) 共同研究対応教員: 笹川 崇男

研究目的 一

熱電冷却は伝導電子によるヒートポンプであり、次世代の全固体冷却技術として期待される。しかし、従来材料 を用いた性能向上が頭打ちであり、現状の実用は特殊用途に留まる。本研究では、研究代表者らが見出した新 しい低温用熱電変換材料候補 Ta_4SiTe_4 および Nb_4SiTe_4 の、これまで得られていないバルクサイズのp型・n型単結 晶試料を合成することにより、これらの物質が次世代の実用材料の有力候補であることを示す。

研究成果·効果

Ta₄SiTe₄の気相成長法による単結晶 合成における結晶合成条件の最適化 を行った。その結果、数100 µmの太さ のTa₄SiTe₄単結晶を、数は多くないも のの、比較的安定に合成することに成 功した。合成された単結晶を用いて、 反射率測定をはじめて行った。c軸と 平行方向において垂直方向と比べて 高い反射率が得られ、本物質に存在 すると予想されている一次元的な電子 構造を反映した実験結果が得られた。



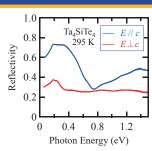


図. 左:気相成長法を利用して合成されたTa₄SiTe₄単結晶. 右:合 成されたTa₄SiTe₄単結晶を用いて、室温で測定された反射率

発表論文: "Large Thermoelectric Power Factor in Whisker Crystals of Solid Solutions of the One-Dimensional Tellurides Ta_SiTe_a and Nb_SiTe_a",
Y. Yoshikawa, T. Wada, Y. Okamoto, Y. Abe, and Koshi Takenaka, Applied Physics Express 13, 125505(1-4) (2020).
"High-Mobility Carriers Induced by Chemical Doping in the Candidate Nodal-Line Semimetal CaAgP", Y. Okamoto, K. Saigusa, T. Wada, Y. Yamakawa,
A. Yamakage, T. Sasagawa, N. Katayama, H. Takatsu, H. Kageyama, and K. Takenaka, Physical Review B 102, 115101 (2020).

一般共同研究 B 東京都立大学 大学院都市環境科学研究科 梶原 浩一 (p.106)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No. 61

「シリカ系材料の構造・欠陥と物性」

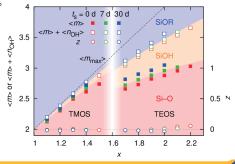
研究代表者:梶原浩一(東京都立大学大学院都市環境科学研究科環境応用化学域) 共同研究対応教員: 平松秀典

研究目的一

シリカはSi-O結合を骨格とする化合物群であるが、Siが強い結合による三次元的な網目構造を構築するため構 造の多様性が高い。また、このようなシリカ系材料の物性は、構造だけでなく、しばしば欠陥の影響を大きく受け る。本研究では、SiO,の組成をもつ結晶や非晶質(シリカガラス)、ゼオライトなど多種のシリカ系材料の構造や欠 陥を種々の分光法・測定手法を用いて解析し、それらの物性との互いの相関を明らかにすることを目的とした。

研究成果 · 効果

- アルコキシドの加水分解・重縮合反応の一般式を導いた。
- ケイ素アルコキシドと希酸のみを原料とする無共溶媒ゾ ルーゲル反応溶液のNMR解析を行い、溶液中に水がほ とんど残存しないこと、テトラエトキシシラン(TEOS)系で は重縮合の極めて遅いSiOH基が多量に存在することを 見出した(図)。水/TEOS比が1.7で作製した溶液は、室 温30日間保存後も粘度がほとんど変化しない可使時間 の長いシリカ成膜溶液となることを見出した。
- α-石英に形成された酸素ダングリングボンド(NBOHC) による赤い発光の発生には局所的な非晶質化が不可欠 なこと、ゆえに非晶質化能をもつ粒子線照射を受けた指 標として使用できることを指摘した。



発表論文・関連論文:K. Kajihara, K. Hiruta, K. Kanamura, "Cosolvent-free sol—gel dip-coating of silica films from tetraalkoxysilane—water binary systems: precursor solutions of long pot life and their characterization by nuclear magnetic resonance spectroscopy," J. Ceram. Soc. Jpn. 128, 772-782 (2020); L. Skuja, N. Ollier, K. Kajihar. "Luminescence of non-bridging oxygen hole centers as a marker of particle irradiation of α-quartz," Radiat. Meas. 135, 106373 (2020)

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

- 研究目的 -

東京工業大学フロンティア材料研究所の熱加熱装置を用いて諸材料を加熱し、各種計測装置により、高温下で の表面損耗量(喪失総質量)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。これらが本共同研究の最終目標である。本研究では、近く再開する高熱流照射のために、レ ザー誘起超音波法による材料の肉厚測定関連計測装置の準備と、新規な方法の調査・提案を行った。

研究成果·効果

蒸着装置の上蓋ガラス容器内のタングステン板 を通電加熱する時に、容器外部から温度を非接 触で測定できるようになった。実験装置の概略 図を図1 に示す。加熱電流値を変えた時のタン グステン薄板温度変化結果を図 2に示す。また、 加熱電源を急遽断した時のタングステン薄板の 過渡的温度変化を図3に示す。これらにより、任 意の容器内雰囲気条件下での試供材料温度設 定ができるようになった。より小寸法の材料の場 合には、開閉スイッチ付の蓄電池電源による自 動車用のシガレットライターも加熱源として使える。レーザー誘起超音波材料試験装置による諸 材料厚さ測定関連実験も試みた。厚さ測定を可 能とするインパクトレーザーの閾値様の値が求 まるがどうかを、表面損耗深さ的に調べる提案 の実現を目指して、さらに研究を続ける。



図1 非接触温度計による蒸着装置容器内

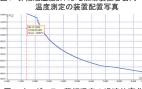


図3 タングステン薄板温度の過渡的変化

国際会議報告予定: K.Kasuya et al., Proc. XXIII Int. Symposium on High-Power Laser Systems and Applications, 20-24 September, Praha-Czech, 2 papers-submitted (2021).

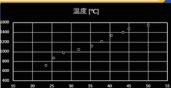


図2 加熱電流値とタングステン薄板温度の関係



図4 レーザー誘起超音波材料試験装置

一般共同研究 B 名古屋大学 大学院工学研究科 片山 尚幸 (p.110)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.51

一般研究B(2020年度)

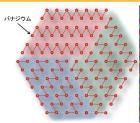
「層状バナジウムカルコゲナイドにおけるスピン軌道電荷複合秩序状態」 研究代表者:片山 尚幸(名古屋大学大学院工学研究科) 共同研究対応教員:笹川 崇男

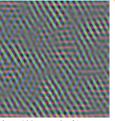
研究目的

層状バナジウムカルコゲナイド系LixVS2では、層間に含まれるLi量xを変化させることで、スピン・軌道・電荷の複合自由度を自在に制御することがで る。d2電子系のLiVS2では、低温でバナジウムが軌道秩序を伴う三量体を形成すること、三量体が消えたはずの高温ではバナジウムがジグザグ鎖 の短距離秩序を形成しており、これが秒のオーダーで配向と空間配置を変化させるスローダイナミクスを示すことを明らかにしてきた[1]。このスローダイナミクスの定量的な理解のためには、ジグザグ鎖の相関長(~数100 Å)よりも十分に大きい単結晶を育成し、ドメインサイズよりも細く絞った量子ビー ムを用いた時分割実験を行うことが有効である。本研究では、この実験に必須となる大型単結晶の育成を目的とした。

研究成果•効果

笹川研究室のマルチゾーン炉を利用した合成実験で得られたノ ウハウを活用して、大型単結晶を育成することに成功した。得ら れた結晶のサイズは最大で1mmと大きい。これにn-BuLiを利用 した溶液反応を行うことにより、最終的にLiVS2の大型単結晶を 得ることに成功している。得られた結晶を用いてSPring-8の BL37XUで時分割EXAFS実験を行っている。残念ながら、実験 条件の不備のために目的とする成果は得られていないが、問 題点の洗い出しが出来ている。次年度の実験で研究目的を完 遂したいと考えている。また、結晶サイズは十分に大きく、たと えば、非弾性X線散乱実験を行うことも可能である。今後はこう したダイナミクスを生み出すフォノンの研究も検討している。





(左)高温常磁性相で現れるジグザグ鎖の3種類の配向パターン (右) ジグザグ鎖の配向が時間空間的に揺らいでいることを示す STEM測定の結果。図は1秒測定で得られた面内のドメインの 空間配置を示す。このパターンが秒のオーダーで変化する。

発表論文·関連論文:[1] "Slow dynamics of disordered zigzag chain molecules in layered LiVS2 under electron irradiation" N. Katayama, K. Kojima, T. Yamaguchi, S. Hattori, S. Tamura, K. Ohara, S. Kobayashi, K. Sugimoto, Y. Ohta, K. Saitoh, H. Sawa, npj Quantum Materials 6 (2021) 16.

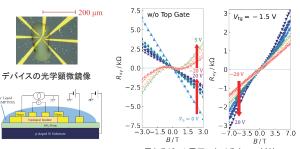
「トポロジカル絶縁体の量子ホール状態の普遍性研究」 研究代表者:金子晋久(国立研究開発法人 産業技術総合研究所) 共同研究对応教員:笹川崇男

一 研究目的 一

量子ホール効果は低温・強磁場中の二次元電子系においてホール効果が量子化される現象である。量子化 ホール抵抗は高い普遍性を持つため、直流抵抗の一次標準に用いられている。本研究ではトポロジカル絶縁体 における量子ホール効果の実現と精密測定による普遍性の検証を目指している。ここでは、量子伝導の実現に 不可欠なキャリア制御技術の構築を目指す。

研究成果•効果

高いバルク絶縁性を持つトポロジカル絶縁 体Sn_{0.02}Bi_{1.08}Sb_{0.9}Te₂S(Sn-BSTS)の単 結晶を作製し、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。Sn-BSTS薄 片の上下面におけるキャリア濃度を独立に 制御するため、上面にはイオン液体による 電気二重層構造を形成し、下面にはSiO₂熱 酸化膜を誘電層としたFET構造を形成した。 T = 2 KILおける測定でゲート電圧に依存し、符号の反転を伴うホール抵抗の変調が観 測された。これはディラック点を超えフェルミ 準位が制御されたことを示している。本研究 では、2バンドモデルを用いたフィッティング によりキャリア数およびキャリア移動度の推 定を行うことにも成功した。



デバイス断面構造の模式図

異なるゲート電圧におけるホール抵抗R_{x1} 点線は2バンドモデルによるフィッティング

発表論文·関連論文 : T. Misawa, N.-H. Kaneko, T. Sasagawa*et al.,* J. Phys.: Condens. Matter **32**, 405704 (2020).

一般共同研究 B 熊本大学 産業ナノマテリアル研究所 川合 伸明 (p.112)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.58

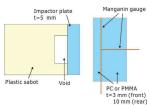
「衝撃波を利用した超高ひずみ速度変型下における降伏機構の解明」 研究代表者:川合伸明(熊本大学パルスパワー科学研究所) 共同研究对応教員:中村一隆

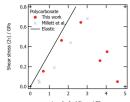
研究目的 一

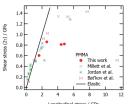
材料の変形・強度特性は、顕著なひずみ速度依存性を示し、ひずみ速度が10⁴/s以上にも達する衝撃圧縮下に おいては、静的な荷重条件とは全く異なる機械的特性を示す。本研究課題は、超高ひずみ速度変形下における 強度・変形特性の評価を目的としている。本年度においては、高分子材料の衝撃強度特性を評価するため、 PMMAおよびポリカーボネートの衝撃荷重下における最大せん断応力の測定・評価を行った。

研究成果•効果

● 平面衝撃圧縮により達成される一軸ひずみ圧縮状態を利用し、衝撃波伝播方向とそれに垂直な応力の差から最大せん断応力を導出







平面衝擊圧縮実験配置図

PMMAおよびポリカーボネートにおける衝撃広力と内部せん断広力の関係

衝撃応力> 3 GPa の衝撃荷重条件において

- PMMAでは、一定の内部せん断応力値を示す。⇒弾塑性体的な変形挙動 ポリカーボネートでは、衝撃応力の増加に伴い急激に内部せん断応力が低下し、衝撃応力≈5 GPaにおいて 殆どせん断応力を保持できない状態となる。⇒高衝撃荷重下において流体的な変形挙動

一般研究B(2020年度

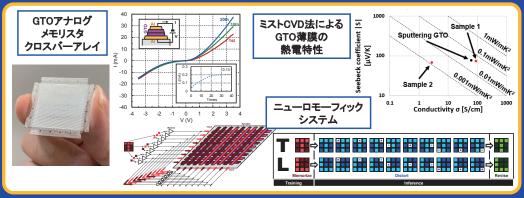
「アモルファス酸化物半導体の電子構造解析と新規応用提案」 研究代表者: 木村睦(龍谷大学 先端理工学部 電子情報通信課程)

共同研究对応教員:神谷利夫

一 研究目的 一

IGZOのみならずGTOなどといった新規材料も含め、アモルファス酸化物半導体の電子構造解析と新規応用提案メモリスタ・脳型集積回路・熱電素子の研究・試作・評価

- 研究成果・効果



発表論文: M. Kimura, Amorphous Metal Oxide Semiconductor Thin Film, Analog Memristor, and Autonomous Local Learning for Neuromorphic Systems, Scientific Reports, 11, 580, 2021 発表論文: 荒牧 達也, ミストCVD 法により成膜したGa-Sn-O薄膜の熱電特性, 薄膜材料デバイス研究会第17回研究集会, 116, 2020

> 一般共同研究 B 金沢大学 理工研究域 國峯 崇裕 (p.117)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.72

一般研究B(2020年度)

「レーザ指向性エネルギー堆積法によるハイエントロピー合金基 WC粒子分散型複合材料の積層造形」

研究代表者:國峯崇裕(金沢大学 理工研究域 機械工学系)

共同研究对応教員:安井伸太郎

一 研究目的 一

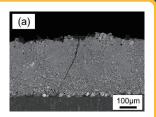
ハイエントロピー合金(High Entropy Alloy: HEA)は構成元素が5元素以上のほぼ等原子組成比を有した多元系固溶体合金と定義されており、高温での力学特性に優れているという点で近年注目されている.一方、WC-Co超硬合金は切削工具用材料などの用途に用いられるが、切削加工時には高温下にさらされるため、高温で高硬度・高靭性かつ高耐摩耗性を必要とされ、それらの向上が図られてきた.本研究では、WC-Co超硬合金中のCo結合材をHEAとしたWC-HEA超硬合金を開発する.

一 研究成果・効果 -

付加製造(Additive Manufacturing: AM)の一種である指向性エネルギー堆 積法(Directed Energy Deposition: DED)によってWC-HEA超硬合金の積層 造形を実施した。

レーザ加工条件によってはWC相に加えて、 W_2 C相や M_e C(η 相)と同じ結晶構造を有する反応相が同定されが、これらの反応相はHEAとWC粒子が反応して形成された M_2 C相や M_e C相であり、これらの相もハイエントロピー化されていることが明らかとなった。

今後はこれらの反応相を含めた微細組織制御を試み、機械的性質等を調査する予定である.



積層造形したHEA合金基WC粒子分散型 複合材料の断面組織.

関連論文:T. Kunimine, R. Miyazaki, Y. Yamashita, Y. Funada, Effects of laser-beam defocus on microstructural features of compositionally graded WC/Co-alloy composites additively manufactured by multi-beam laser directed energy deposition, Sci. Rep., 10 (2020) 8975, 1—11.

-般研究B(2020年度)

一 研究目的 一

「元素戦略に基づく新規磁石高密度化に関する研究開発」 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

弊社の持つ元素戦略に基づく新規磁石材料粉末を、より高性能・高機能化するために、別の磁 石材料との複合化を念頭に、従来のプレス圧力域を超えた超高圧領域で磁石成型体を作製し、複 合的な磁石特性の獲得を目指す。

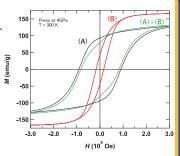
研究成果•効果

つは希土類元素を含んだ磁性材料粉末(A)、もう・ 一方は弊社の持つ元素戦略に基づく新規磁

一つは希土類元素を含んだ磁性材料粉末(A)、もう一方は弊社の持つ元素戦略に基づく新規磁石材料(B)である。これら2つの磁性材料粉末を種々の組成比で混合した原料を用いて5tonf/om'までのプレス機で成型したものの、いずれも2種の材料が独立した磁化反転挙動を示し、結果として磁気曲線はスワン型を示すだけであった。そこで、さらなる圧力下でこの複合磁性材料を成型することで新規特性の獲得の可能性を昨年度検討した。高圧力の発生が可能な東教授が構築してきた超高圧加圧法(トライエンジニアリング社製TRY-700)を利用することにより、5tonf/om2では得られない磁気的な挙動を示す試料を得ることができた。1GPaの圧力下において成形体を作製し、その成形体密度とともに、微細構造解析や磁気特性評価を行い、その相関を探ったところ、800%以上の高密度パッキングされた成型体を であり、磁気的な挙動は、両磁性材料間に非常に強いスピンカップリングが発生した複合的なもの

今年度は、さらに圧力を高めた4GPaで処理した試料の挙動を確認した。代表例として以下の図

を示す。残念ながら、圧力を高めることによる1GPaとの相違はなかった。 今後、高圧プレス処理前に簡易的な磁気配向工程を加え、磁気的な挙動への影響を検討する 予定である。



一般共同研究 B 愛媛大学 大学院理工学研究科 斎藤 全 (p.121)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.60

透明低光弾性酸化物ガラスの電気伝導に関する研究」 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 一

高屈折率酸化物ガラスとして、Bi3+を高濃度に含有した酸化物ガラスが可視光域で着色する理由を考察するため に、硬X線光電子分光、X線吸収スペクトルを求めて、酸化物ガラス中のビスマスイオンの価数状態を調査した。 あわせて、異なるガラス作製プロセスを経て合成した、可視光域で着色しない酸化物ガラスとビスマスイオンの価 数状態を比較した。なお、本内容は新型コロナ感染拡大状況の下で、昨年度のテーマの発展成果に相当する。

研究成果 · 効果

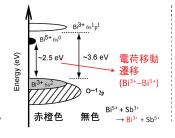








着色の理由は、Bi3+-Bi5+イオン間の電荷移 動吸収によるもの、あるいは別機構として、 酸化物ガラス中に存在する微粒子Biによる プラズモン吸収によるものと結論付けられる。 高屈折率・低光弾性酸化物ガラスの光学素 子応用への展開が今後期待できる。





saltoh, K. Hayashi, K. Hanzawa, S. Ueda, S. Kawachi, J. Yamaura, K. Ide, J. Kim, G. Tricot, S. Matsuishi, K. Mitsui, T. Shimizu, M. Mori, H. Hosono, and H. Hiramatsu, Origins of the coloration from structure and valence state of bismuth oxide glasses, Journal of Non-Crystalline Solids, 560 (2021) pp. 12072001-12072014.

一般研究B(2020年度)

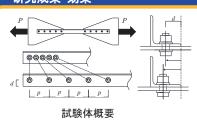
「高カボルト接合による山形鋼筋かい接合部耐力に関する載荷実験」 研究代表者:薩川 恵一(愛知工業大学)

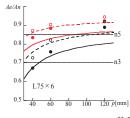
共同研究对応教員: 吉敷 祥一

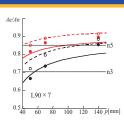
一 研究目的 一

本研究では、山形鋼接合部の継ぎ手長さ及びへりあきを変数とした載荷実験を行い、筋かい接合部の最大耐力 の推定することを目的とする。

研究成果•効果







荷重変形関係

- ・ボルト本数が、同一であっても、ボルトピッチが長くなるに従い、接合部耐力の上昇がみられた。
- ・へりあき距離が、突出脚側に近づくに従い、接合部耐力の上昇がみられた。

発表論文・関連論文: 高カボルト接合による山形鋼筋かい接合部耐力に関する載荷実験,日本建築学会,日本建築学会大会学術講演梗概集,2021.9

一般共同研究 B 接合科学研究所 設樂 一希 (p.124)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.47

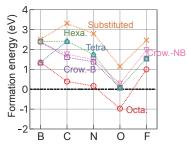
「α-Tiにおける格子間原子拡散の第一原理計算」 研究代表者: 設樂 一希(大阪大学 接合科学研究所) 共同研究対応教員:熊谷悠

研究目的 一

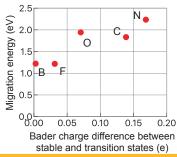
粉末冶金法による合金作製のプロセス設計においては、軽元素のTi格子内や界面での拡散挙動の理解が望ま れているが、金属中の微量軽元素は実験では検出、分析が困難であることが多い、本研究では、粉末冶金プロ セスの設計に必要不可欠なこれらの軽元素の拡散挙動を第一原理計算により原子レベルで明らかにし、優れた 機械特性を有する軽元素固溶型Ti合金の設計指針を得ることを目的とした

研究成果•効果

各サイトの点欠陥の形成エネルギー



拡散の活性化エネルギーと添加元素 の拡散過程での電荷変化の関係



安定状態と遷移状態での Ti-溶質間の電子の授受が, 遷移エネルギーに大きな影響

一般研究B(2020年度

「酸素フリー窒化ケイ素焼結体の熱的および力学特性評価」 研究代表者:篠田 豊(宇部工業高等専門学校 機械工学科)

共同研究対応教員: 若井 史博

一 研究目的 一

窒化ケイ素セラミックスでは焼結助剤として用いられる酸化物により粒界ガラス相が形成される影響で、その熱伝導率は大幅に低下する。焼結助剤を用いずに窒化ケイ素セラミックスを緻密化させるには焼結時に圧力を付与することが有効である。本研究では酸素含有量を制御した助剤無添加窒化ケイ素セラミックスを作製し、酸素含有量と熱伝導率及び機械特性との相関を明らかにすることを目的とする。

一 研究成果・効果 一

焼結助剤を用いずに、シリカ含有量のみを変化させた窒化ケイ素焼結体の作製に成功した。右図に酸素含有量と硬さ、ならびに破壊靭性値の関係を示す。含有酸素は粒界に偏析するか、あるいは、シリカガラスの状態で粒界3重点に存在すると考えられる。酸素含有量の増加とともに、硬さは低下し、破壊靭性値はわずかに増加することが分かる。従来のAIN放熱基板に比べると、硬さ、破壊靭性ともに劣るものではなく、強度面での信頼性については大きな問題がないと考えられる。そのため、室温でAIN程度の熱伝導率を実現できれば、温度の上昇と共に熱伝導率が顕著に低下するAINに比べて、温度依存性の点で優位性を担保することができる。助剤無添加窒化ケイ素セラミックスの熱伝導率は、今後レーザーフラッシュ式熱伝導率測定装置を用いて測定を行う予定である。

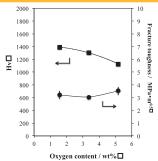


Fig.1 Oxygen contents vs hardness and fracture toughness.

一般共同研究 B 徳島大学 白山 敦子 (p.128)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.226

一般研究B(2020年度)

「実測データを用いた各種建築物の減衰モデルに関する研究」

研究代表者:白山 敦子(徳島大学)

共同研究対応教員:佐藤 大樹

一 研究目的 一

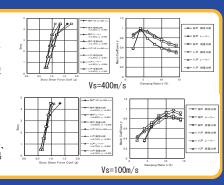
建築物における耐震設計や耐風設計において、減衰は建物応答に大きな影響を及ぼす重要な要因であるにもかかわらず、今なお、不明な点が多く残されている。実際の設計において、減衰モデルや減衰定数は、構造種別毎に慣用的なモデルや値が採用されることが多く、その値も概ね類似したものが使用されている。一般的に、建物の内部粘性減衰の設定は、慣例的に2~3%の減衰定数を想定して、剛性比例型減衰やレーリー型減衰を採用している。しかしながら、この内部粘性減衰は、建物の骨組や外装材、積載物による摩擦からの減衰と地盤との動的相互作用効果から得られる減衰に大別されるものの、解明されていない事象も多いため、簡易的に内部粘性減衰として一括評価されているのが現状である。そこで、本研究では、全次数に対するモード減衰を摩擦によるもの、地盤との動的相互作用による減衰をスウェイ・ロッキングばねとして分別評価し、それらのモデルと同等の応答が得られる基礎固定系建物の減衰モデルと減衰定数を探索・抽出する。

- 研究成果・効果 -

検討方法は次の手順による。初めに、動的相互作用モデルの検討を行う。次に、 基礎固定系モデルの内部粘性減衰を、剛性比例型減衰、レーリー型減衰、質量比 例型減衰としたモデルについて、1次モードの減衰定数を変化させた時刻歴応答解 析を行い、動的相互作用モデルにおける結果との一致の度合いを評価する。

図にVS=400 m/s, 100m/sの各減衰モデルにおいてγが最も1に近い値となる減衰 定数における最大応答層せん断力係数と減衰定数を模軸とし、減衰定数を2%から 14%まで2%ごとにプロットしたγを示す。Vs=400m/sでの減衰定数は4~5%程度であ り、一致係数はほぼ1.0となっている。Vs=300m/sでは、減衰定数は4.5~5.5%程度、 Vs=200m/sでは6.0~6.8%、Vs=100m/sでは9.0~12.0%程度である。

本検討では、減衰モデルに依存せず、基礎固定時に設定した粘性減衰定数により応答値が決定する傾向にある。したがって、5層モデルのような1次モードが支配的な低層建物では、応答解析を行う際に、1次の減衰定数を適正に設定することで、高次モードの影響を受けることなく、地盤の動的相互作用を考慮した応答値が簡易的にある程度の特度の下で求めることができるものと考える。



一般研究B(2020年度

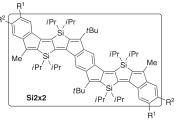
「キノイド型縮環オリゴシロールを用いた単分子電子デバイスの開発」研究代表者:新谷 亮(大阪大学 大学院 基礎工学研究科) 共同研究対応教員: 真島 豊

- 研究目的 -

単分子デバイスは、その小さなサイズと低い消費電力からナノテクノロジーを支える次世代の電子デバイスとして期待されており、空気下帯電状態で再現よく動作するデバイスを構築するには、このような条件下で安定なπ 共役有機化合物の開発・利用が必要である。本共同研究では、代表者が最近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と機能の向上を目的とする。

- 研究成果・効果 -

デバイス作製に用いる化合物として、今年度は特にケイ素架橋 π 共役化合物Si2x2を中心に検討し、その両端にアルカンチオール部位をもたせた分子1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。従来のシングルナノギャップ電極に変えて、シリコン基板に80~400の電極対をもたせ基板下からゲート変調をかけるボトムゲート式アレー型ナノギャップ電極を用いることで、デバイス作製における収率の大幅な向上が見られた。しかしながら、目的とする電極の両側を有機分子が架橋した形状のデバイスを再現よく作製するには、さらなる改善が必要であることがわかり、より剛直で明確に分子長が規定可能な構造をもつ分子2を新たに設計し、その合成を行った。今後は分子2およびその類縁体を用いたデバイス作製と機能評価を行う予定である。



1 $R^1 = -\frac{1}{2} - 0$ SH $R^2 = H$

2 R¹ = H R² = $-\frac{\xi}{\xi}$ SH

一般共同研究 B 室蘭工業大学 髙瀬 裕也 (p.133)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.234

一般研究B(2020年度)

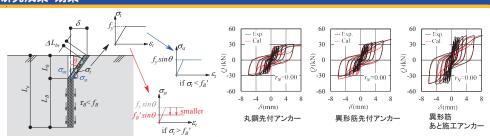
「鉄筋とコンクリートの付着特性がダウエル効果に及ぼす影響」

研究代表者:高瀬 裕也(室蘭工業大学) 共同研究対応教員:西村康志郎

一 研究目的 一

鉄筋コンクリート構造物では、様々なタイプのアンカーにより、部材と部材が接合される。地震時にはアンカー筋を介して、部材間のせん断力が伝達されるが、様々なタイプのアンカーによるダウエル効果を、統一的に評価可能な力学モデルは提案されていない。そこで本研究では、これまでの研究で開発したダウエルモデルを、定着方法の違いを考慮できるように修整する。

一 研究成果•効果 -



付着特性をカテナリー効果に組み込むための手法

 $f_{\!\scriptscriptstyle B}$: 付着強度, $\sigma_{\!\scriptscriptstyle I}$: 鉄筋に生じる引張応力 $(\sigma_{\!\scriptscriptstyle G}$, $\sigma_{\!\scriptscriptstyle H}$ はせん断成分と鉛直成分), δ : せん断変位, $L_{\!\scriptscriptstyle B}$: 塑性ヒンジ点までの深さ

カテナリー効果に、定着部の付着強度を考慮することで、様々なタイプのアンカー筋のダウエル効果を、再現することができた

発表論文・関連論文:

元名6mm人 国注εmm人. 菊地成美、松永健也、窪田凌平、高瀬裕也:付着特性の違いと多数回繰り返しせん断荷重がアンカー筋の力学挙動に及ぼす影響。コンクリート工学年次論文集 Vol.42, No.2, pp.865-870, 2020

一般研究B(2020年度)

「メタン選択酸化反応用触媒の開発」

研究代表者:高鍋和広(東京大学大学院工学系研究科)

共同研究対応教員:鎌田慶吾

一 研究目的 一

化学的に安定なメタンを転換する反応には、一般的に高温で安定な触媒が必要となる。メタンが有する4つの炭素—水素の結合のうち一つのみを選択的に酸化的解離する反応が可能になると、様々な有用な生成物の直接合成が可能になる。そのような高温で安定で高い表面積を保ち、高い選択性を有する触媒の開発を本研究の目的とする。メタンからメタノールなどの含酸素化合物や、エチレンなどのC。以上の炭化水素の生成を目指す。

一 研究<u>成果·効果 </u>一

K₂WO₄を活性点としたメタンの酸化カップリング反応

K種が高温酸素雰囲気下で過酸化物になっていることを突き止める。 (Near ambient pressure X-ray photoelectron spectroscopyを使用) その過酸化物はCH₄を活性化するのではなくH₂Oを活性化してOHラ ジカルを発生、カップリング反応に選択的な反応経路を創出

$$2K_2O + O_2 = 2K_2O_2 \Delta H_{O_2} = -266 \text{ kJ mol}^{-1}$$
 $O_2 + 2H_2O \xrightarrow{K_{OH}} 4OH$
 $CH_4 + OH \xrightarrow{k_{OH,CH_4}} CH_3 + H_3O$

 $2CH_4 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow C_2H_6 + H_2O$ $CH_4 \text{ activation}$ H_2O OH K_2WO_4

研究室URL: https://www.catec.t.u-tokyo.ac.jp

一般共同研究 B 名古屋大学 竹中 康司 (p.138)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.5

一般研究B(2020年度)

「負熱膨張性微粒子による熱膨張制御技術の開発」

研究代表者:竹中康司(名古屋大学)

共同研究对応教員:東正樹

一 研究目的 一

研究代表者が開発したマンガン窒化物や β - $Cu_{1.8}Zn_{0.2}V_2O_7$ といった巨大負熱膨張材料を微粒子化し、エポキシ等の樹脂材料の熱膨張抑制を目指す。これにより、電子デバイスはじめ、産業の広い分野に存在する局所領域の熱膨張制御の強い要望に応える。負熱膨張材料を粉砕によって微粒子化する際の機能劣化の原因を突き止め、その解決を図る。とりわけ、材料組織型負熱膨張に対する、粉砕とその後の低温アニールの効果を検証する。

一 研究成果・効果 一

材料組織効果型負熱膨張の場合の粉砕とアニールの効果

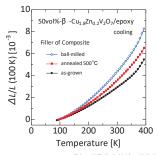
- ・ β -Cu_{1.8}Zn_{0.2}V₂O₇: 粉砕により、負熱膨張特性が劣化 X線回折から、構造ひずみの導入を確認
- ・粉砕後の低温・短時間アニール

導入された構造ひずみが解消され、負熱膨張特性が一部回復

村料組織効果型でも粉砕法による微粒子合成の可能性

負熱膨張性微粒子によるエポキシ樹脂の熱膨張抑制

•Mn_{3.1}Zn_{0.5}Sn_{0.4}N、β -Cu_{1.8}Zn_{0.2}V₂O₇で検証



50vol%- β -Cu_{1.8}Zn_{0.2}V₂ Q_7 /エポキシ樹脂複合材料の線熱膨張. As-grown, ボールミル粉砕, 粉砕後アニール, 3種のフィラーの比較.

成果の論文発表

M. Ozeki, V. Warne-Lang, H. Tsukasaki, Y. Sakai, N. Katayama, Y. Okamoto, M. Azuma, S. Mori, and K. Takenaka, Applied Physics Express 13(7) (2020) 075501 (5 pages).

「セラミックス製造法に由来するミクローマクロ構造評価と機械的特性への影響に関する研究」 研究代表者:田中 諭(長岡技術科学大学)

共同研究对応教員:若井史博

一 研究目的 一

研究では、焼結を抑える第二相粒子を添加することで焼結の進行の均一化を促して粗大欠陥の発達を抑え、セラミックスの信頼性 を向上させることを目的とした。 Al_2O_3 に少量の部分安定化 ZrO_2 (PSZ)を添加して造粒し、成形から焼結までの構造変化をミクロとマ クロなスケールで観察した。PSZ粒子は Al_2O_3 とは殆ど固溶体を形成せずに粒界に存在して Al_2O_3 結晶の粒成長を抑えることが知ら れている 本研究では 製造の各段階での内部構造の発達をミクロとマクロのスケールで観察して その機構解明を行った

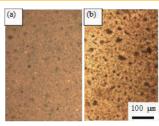
研究成果•効果

PSZの添加は、観察の結果、焼結の進行を制 御することができ、顆粒由来の粗大欠陥の発 生を抑えることができた. 全体を均一に焼結 が進行させることに効果的である。

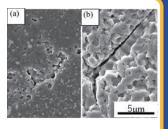
また、PSZは高温でのAl₂O₃の粒成長を抑える ことにも寄与する.

その結果、セラミックス内の粗大欠陥の発達を抑え、強度及び信頼性が向上した.

顆粒を用いる一般的なセラミックス製造法に おいて、信頼性を改善する方法として提案で



マクロな観察により、PSZを添加した系(a) ミクロな観察では、PSZを添加した系(a) では, 顆粒由来の粗大欠陥の発生が抑 えられている.



では、Al₂O₃の粒成長を抑え、き裂の成 長も抑えられている

発表論文・関連論文: 田中諭・井守優和 日本セラミックス協会2021年年会 2A23

一般共同研究 B 京都大学 谷 昌典 (p.143)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.215

「アンボンドプレストレストコンクリート部材の曲げおよびせん断性状のモデル化 の精度向上」

研究代表者:谷昌典(京都大学)

共同研究对応教員:河野進

研究目的 一

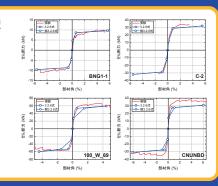
プレストレストコンクリート(以下, PC)構造は、その高い復元性や損傷制御性から地震後の継続使用性に優れた 構造であり、特に、PC鋼材をアンボンドとすることで、PC鋼材の危険断面付近へのひずみ集中が抑えられ、より 高い復元性を与えることが可能となる。本研究は、Multi-spring要素などの材端バネモデルや有限要素法を用い た数値解析に基づいて、アンボンドPC部材の耐力および変形性能の評価精度向上を目指し、構造性能評価に 関する知見を収集することを主な目的とする。

一 研究成果・効果 -

日本建築学会「プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型 設計施工指針(案)・同解説」の3折れ線による評価方法 → アンボンドPCで特に普通鉄筋が無い場合には,PC鋼材の降 伏強度や有効せいの取り扱いに不明な点が多い

既往のアンボンドPC梁部材を対象とした実験結果を用いて、 評価式の精度を検証

- 普通鉄筋あり:いずれの評価式でも計算結果が実験の 包絡線を比較的良好に追跡
- 普通鉄筋なし:全体的に(3.2.6)式の方が部材角を小さく 評価し、実験値に近い結果



一般研究B(2020年度

「充填ゼオライト型化合物における新規圧電体の創出」

研究代表者:谷口博基(名古屋大学)

共同研究対応教員:大場史康

- 研究目的 一

持続可能な科学技術が望まれる昨今、優れた機能性と高い環境親和性を共に備えた革新的な材料の創製は、材料科学者に課せられた重要な課題である。本研究では、地殻に豊富に存在する高クラーク数元素を主な構成元素とするアルミネートソーダライト型の充填ゼオライト型酸化物に着目し、優れた圧電特性を備えた新規材料の開発に取り組む。

- 研究成果・効果

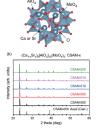


図1:(a) $(Ca_{1-x}Sr_x)_8[AIO_2]_{12}\{MoO_4\}_2$ の結晶構造と(b) $x=0\sim0.20$ の試料の粉末 X 線回折パターン

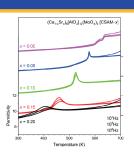
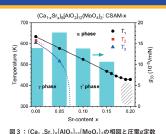


図 2 : $(Ca_{1-x}Sr_x)_8[AIO_2]_{12}\{MoO_4\}_2$ の 誘電率の温度変化



14 76 2-12 42

 $(Ca_{0.95}Sr_{0.5})_8[AIO_2]_{12}\{MoO_4\}_2$ において $BaTiO_3$ に匹敵する優れた圧電特性を見出した。

一般共同研究 B 福岡大学 工学部建築学科 塚越 雅幸 (p.147)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.223

一般研究B(2020年度)

「実構造部材を想定した2面同時暴露による鉄筋コンクリート部材の 劣化挙動の把握 |

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

一 研究目的 一

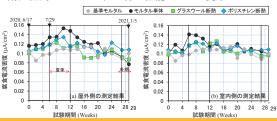
本研究では、室内外壁と地下部分のRC部材に作用する各種環境因子が、部材の劣化と構造耐力に及ぼす影響について、実験および解析的に検討を行う。劣化現象としては、中性化と塩害を想定し、その後の鉄筋腐食過程について、いくつかの仕上材料の影響についても検討する。さらに、すでに劣化している既存構造物への補修効果についても検討を行う。

一 研究成果•効果

・実構造外壁の使用状況を模したRC試験体による、実環境下への暴露試験を実施



・室内外の部材の劣化の経時変化から、劣化因子の強度、耐久性向上のための仕上材の性能について提案



1) 野帯 一磨, 塚越 雅幸, 上田 隆雄, 室内外2方向暴露したコンクリート中の夏季・冬季における鉄筋腐食性状に及ぼす表面仕上の影響, 日本建築学会大会学術講演模概集, 2020年8月

2020年90万 2015年 一島、塚越 雅幸, 船坂 健介,本田 悟, 外断熱・防水改修時のコンクリートの含水状態がその後の鉄筋腐食性状に及ぼす影響,日本建築学会九州支部研究報告集, 2021年3月 (建築学会)

2021年3月 (建榮字章

一般研究B(2020年度)

「急速充放電リチウムイオン電池に向けた誘電体ー活物質ナノ積層正極膜の

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

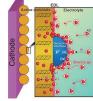
一 研究目的 一

これまでの検討において、誘電体ー活物質ー電解質の三相界面(Triple Phase Interface, TPI)において活性なLi挿入脱離パスが形成されていることを見出した。本年度は、詳細にLiイオンの移動経路を特定するとともに、PLD法を用いて三相界面密度と電池特性の相関を議論することを目的とした。

一 研究成果・効果 -

一連の検証実験から、Liイオンの高速移動経路を特定した。誘電体SEIと電解液溶媒の誘電率が同程度の時、(i)電解液を拡散した溶媒和Liは、まず(ii)誘電体表面に吸着する。その後、(iii)同表面で脱溶媒和を起こし、(iv)誘電体表面での拡散を経て、(v)誘電体一活物質一電解質の三相界面(Triple Phase Interface、TPI)近傍に到着する。さらに、Lilは(vi)最も近いインターカレーションサイトまで移動し、そこでの酸化還元反応を経た後、(vii)活物質内にインターカレーションする、という経路である(図1).

Liイオンが上記移動経路を辿る場合、TPIの密度が界面電荷移動活性を決定づける1つの重要なパラメータとなると考えられる。PLD薄膜を用いて、TPI密度と急速充放電特性の相関について詳細に議論した。図2にTPI密度と50Cレート(72秒満充放電)放電容量の相関を示す〔TPI密度はLCO 1mm²あたりに形成される三相界面長(µm/mm²)と定義した〕、結果、TPI密度の増大に伴い、高レート特性は単調に増大した。このことは、TPIがLiイオンの高速移動経路における活性起点であり、TPI密度が急速充放電特性の改善に寄与する主要因子の一つであることを示している



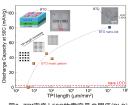


図1 Liイオンの高速電荷移動経路

図2 TPI密度と50C放電容量の関係(PLD)

発表論文・関連論文: [1] T. Teranishi et al., Appl. Phys. Lett. 105, 143904 (2014). [2] T. Teranishi, S. Yasuhara, S. Yasui, M. Itoh et al., Adv. Electron. Mater. 4, 1700413 (2018). [3] S. Yasuhara, S. Yasui, T. Teranishi, M. Itoh et al., Nano Lett., 19, 1688 (2019). [4] T. Teranishi, S. Yasuhara, S. Yasui et al., J. Power Sources 494, 229710 (2021). 2019.3.6 東工大・岡山大共同プレスリリース https://www.titech.ac.jp/news/2019/043711.html

一般共同研究 B 京都大学 寺西 利治 (p.152)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.26

一般研究B(2020年度)

「室温駆動単電子トランジスタの開発」

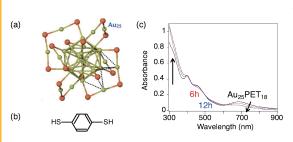
研究代表者:寺西利治(京都大学)

共同研究対応教員:真島豊

一 研究目的 -

本研究では、単電子トンネル素子の電圧印加による室温トランジスタ動作を目指し、寺西研究室において導電性の高い(トンネル抵抗の低い)種々の有機配位子を合成し、これらの配位子で表面修飾した熱力学的に安定なAu原子25個からなるAu25クラスターを合成する。次に、Au25クラスターを上記ナノギャップ電極間に化学結合により配置することにより、Au25クラスターをクーロン島とした単電子トランジスタを作製し、常温動作単電子トランジスタを実現する。

一 研究成果・効果 -



 Au_{25} クラスター(a)をナノギャップ電極へ化学結合した際のトンネル抵抗を下げるため、架橋配位子となるベンゼンジチオール(b)と Au_{25} クラスターとの配位子交換反応について検討した。その結果、 Au_{25} クラスターの配位子に対し当量のベンゼンジチオールを用い6時間配位子交換すると、 Au_{25} コアをほぼ維持したまま配位子が交換されることが分かった(c)。これを $L1_0$ -CoPt強磁性ナノギャップ電極へ化学結合することにより、室温駆動強磁性単電子トランジスタの創製が期待される。

学会発表:

鈴木航, 高畑遼, 寺西利治, "Au $_{25}$ クラスターの配位子交換における位置選択性の制御", 日本化学会第101春季年会, A02-3pm-02.

一般研究B(2020年度)

「多元系化合物半導体材料の熱電特性」

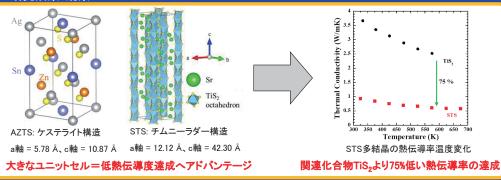
研究代表者:永岡章(宮崎大学 工学部 環境・エネルギー工学研究センター)

共同研究对応教員:安井伸太郎

- 研究目的 -

現在実用化されている熱電材料はBi系やPb系の化合物であり環境負荷が大きいため、「低コスト・安全性」と「熱電特性の向上」が求められる。本研究では、新規多元系熱電材料として注目されている環境調和したケステライト化合物 Ag_2ZnSnS_4 (AZTS)とチムニーラダー型化合物 $Sr_9Ti_8S_{24}$ (STS)の熱電特性に注目する。高品質な新規熱電材料のバルク結晶を用いて、信頼性のある熱電特性を明らかにすることを本研究の目的とする。

· 研究成果·効果



発表論文·関連論文: A. Nagaoka, K. Yoshino, K. Kakimoto, and K. Nishioka, J. Crystal Growth 555 (2021) 125967.

一般共同研究 B 北海道大学 触媒科学研究所 中島 清隆 (p.157)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.44

一般研究B(2020年度)

「バイオマス変換用担持金属触媒の構造解析」

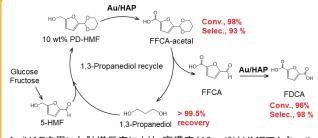
研究代表者:中島 清隆(北海道大学 触媒科学研究所)

共同研究対応教員:鎌田 慶吾

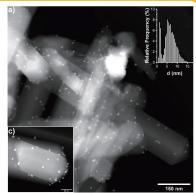
一 研究目的 一

塩基性酸化物担体であるヒドロキシアパタイト (HAP)を利用して担持Au触媒を合成し、酸素加圧下 (0.5 MPa) にて2等量の Na_2CO_3 を含む10 wt%の高濃度HMFアセタール水溶液からのフランジカルボン酸 (FDCA) の選択合成を検討した。XPSおよびTEMを利用して構造解析を進め、活性一構造相関を考察した。

─ 研究成果·効果 -



Au/HAPを用いた触媒反応により、高濃度(10 wt%)HMFアセタールから高いFDCA収率とジオール回収率を併せ持つ新しい多段階反応を開発した。HAP表面に高分散した均一サイズの金ナノ粒子(6-7 nm)が選択酸化反応の活性サイトとして機能したことが確認できた。



一般研究B(2020年度)

「不揮発性磁気メモリのためのL1_o-FePd規則合金/グラフェン-トンネル接合の極微構造 解析」

研究代表者:永沼博(東北大学) 共同研究対応教員:安井伸太郎

一 研究目的 一

本研究はFePdとグラフェンの界面の平均構造を理解するために斜入射X線回折を用いた実験を行い、強磁性トンネル接合に必要な原子平滑界面が形成しているかを調べることを目的とする。

一 研究成果・効果 -

界面構造を東北大学の学内設備の走査型電子顕微鏡により解析することに成功した。ABF、DF、HADEF-STEM像を同時に観察することにより、原子番号の異なるカーボンとFeおよびPdの界面を判断することができた。 広範囲で平滑な界面が形成しているかを判断するために斜入射X線回折は必須であるが、移動を伴う実験に は制限のかかる時期が多く、測定をすることはできなかった。 準備状況として、STEM観察によりグラフェンの層構造がわかったため簡単なシミュレーションにより斜入射X線回折の計算を行ったた。

一般共同研究 B 東北大学 多元物質科学研究所 中村 貴宏 (p.161)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.28

一般研究B(2020年度)

「有機分子修飾した高融点合金ナノ粒子を単電子島とする室温動作単電子デバイスの実現」

研究代表者:中村貴宏(東北大学多元物質科学研究所) 共同研究対応教員:真島 豊

一 研究目的 -

本研究では、有機分子修飾した高融点合金シングルナノ粒子を単電子島とした単電子トランジスタを作製し、同デバイスの室温安定動作を実現することを目的に研究を行う。申請者独自の手法であるレーザー誘起核生成法により金一白金合金ナノ粒子を作製する。作製した合金ナノ粒子に対して相間移動法により有機分子修飾を施すとともにサイズ分級を行い、表面修飾された金一白金合金シングルナノ粒子を単電子島として用いる。単電子トランジスタの室温動作のための要因をナノ粒子の金属物性の観点から検討し、単電子トランジスタの温度に伴う構造揺らぎと動作特性との関係について明らかにする。

一研究成果·効果 -

全率固溶合金ナノ粒子の表面修飾

レーザー誘起核生成法により作製した合金 ナノ粒子に対して相関移動法を適用すること で、表面がアルカンチオール修飾された全率 固溶合金ナノ粒子の作製に成功した (Fig. 1).

合金ナノ粒子の熱安定性評価

金ナノ粒子は電子線照射によってアルカンチオールが分解された直後に融合・溶融するが、高融点の白金との合金ナノ粒子は長時間の電子線照射によってもその形態が変化せず熱安定性の向上が示唆された (Fig. 2).

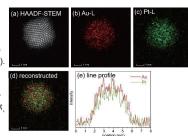


Fig. 1 STEM-EDS mapping for the Au20Pt80 NP (a) HAADF-STEM, (b) Na da (c) Pt mappings, (d) reconstructed image, and (e) EDS line profile of Au and Pt of the Au20Pt80 NP (d).

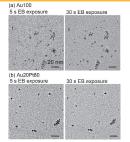


Fig. 2 TEM images of Au100 and Au20Pt80 alloy NPs after 5 and 30 sec electron beam (EB) exposure.

発表論文, T. Nakamura et al., KONA Powder and Particle RSC Advances, 9, 38882-38890 (2019). 他4件

学会発表、Y. Izawa, T. Nakamura et al., 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2020) 他8件

一般研究B(2020年度

「鉄筋コンクリート部材データベースによる構造設計式の検討」

研究代表者:中村孝也(新潟大学)

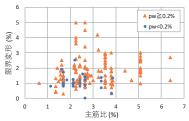
共同研究对応教員:西村康志郎

一 研究目的 一

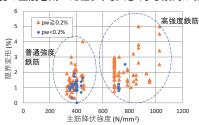
せん断破壊型鉄筋コンクリート柱を対象として、過去に実施された多数の実験結果を用いて限界変形と各種の実験変数(主筋比や軸力比等)との関係を調べることを目的とする。ここで、限界変形は大変形領域において水平力が最大耐力の80%まで低下したときの水平変形と定義する。検討に際して、過去に実施された多数のRC部材の実験結果を収集・分析した実験データベース・リに示された試験体を用いて検討する。

- 研究成果・効果 -

せん断補強筋比p_wが0.2%以上の柱では、主筋比が 大きいほど限界変形が大きい。



主筋に高強度鉄筋を用いた柱の限界変形は普通強度の主筋を用いた柱よりも大きくなる傾向がある。



■ 限界変形時にはコンクリートが損傷し、主筋が軸力の多くを支持しているためと考えられる。

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,2020.3

> 一般共同研究 B 住友電気工業株式会社 西山 宣正 (p.166)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.31

一般研究B(2020年度)

「ナノ多結晶ダイヤモンド、ナノ多結晶立方晶窒化ホウ素の破壊靭性測定」

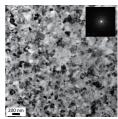
研究代表者:西山 宣正(住友電気工業株式会社) 共同研究対応教員:若井 史博

一 研究目的 一

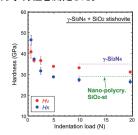
ダイヤモンドは全物質中最も硬い物質であり、立方晶窒化ホウ素はそれに次ぐ硬さを持つ超硬質物質である。ナノ多結晶ダイヤモンドおよびナノ多結晶立方晶窒化ホウ素は単結晶をしのぐ硬さを有し、さらにそれらの破壊靭性値は10 MPa m^{1/2}を超え、とても割れにくい物質であることが近年報告されている。本研究では、これらの物質の曲げ試験を実施し、それらの高靭化機構を明らかにすることを目指す。

一 研究成果・効果 -

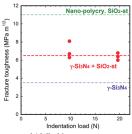
住友電工の大型超高圧ブレスを用いて、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素の関連物質として、Si2N2Oシノアイトを出発物質として、第3の硬質材料であるスピネル型窒化ケイ素と最も硬い酸化物であるSiO2スティショバイトからなるナノナノ複合物質を合成し、その力学特性を測定した。



2 Si2N2O → Si3N4 + SiO2



ビッカース硬さ: 33 GPa



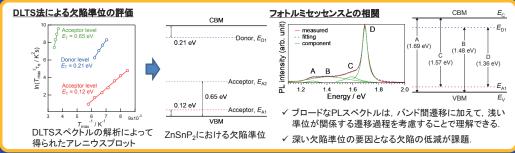
破壊靭性: 6.5 MPa m1/2

「実験と理論計算との融合によるリン化物半導体太陽電池の高効率化 に関する研究」

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

当研究グループでは、これまでにユビキタス元素から構成されるリン化物半導体を用いた太陽電池に関する研究を遂行し、世界で 初めて発電に成功した。一方で、実用化にはさらなるエネルギー変換効率の向上が求められる。そこで本研究では、二元系、三元系のリン化物半導体を用いた太陽電池に関してデバイスにおける各種ヘテロ接合界面に関する研究を遂行し、得られた界面構造 および物性と理論計算の結果とをつき合わせて高効率化への指針を得ることを目的とする。

研究成果・効果 -



一般共同研究 B 名古屋大学 日比野 陽 (p.170)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.215.1

-般研究B(2020年度)

「損傷を抑制するための鉄筋コンクリート造壁付き部材の端部領域設計手法の確立に関 する研究」

研究代表者:日比野 陽(名古屋大学)

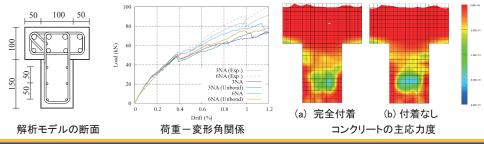
共同研究対応教員:河野進

研究目的

壁付き鉄筋コンクリート部材の損傷を抑制し、耐力と靱性を向上させるためには、壁端部や壁筋の詳細を工夫す ることが重要である。本研究では、壁付き鉄筋コンクリート部材の壁端部の詳細が構造性能に及ぼす影響を調 査するための基礎的な研究として、壁縦筋の付着性状が、壁付き鉄筋コンクリート部材の構造性能に与える影 響をFEM解析によって把握することを目的とした。

研究成果•効果

壁縦筋比が多くなる場合において、壁筋の付着による影響が生じる。完全付着の場合、壁筋により剛性が向上 する。壁筋の付着がない場合、コンクリートの拘束効果が高まり、コンクリートの応力度が大きくなる。



一般研究B(2020年度)

「BaTiO。系強誘電体におけるドメイン構造の解明」

研究代表者:符徳勝(静岡大学)

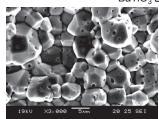
共同研究対応教員:安井伸太郎

一 研究目的 一

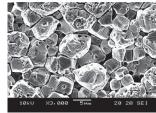
 $BaTiO_3$ セラミックスは室温において単結晶の数倍の誘電率を示す。その原因は完全に解明されていない。本研究では、 $BaTiO_3$ 系セラミックスにおける強誘電体ドメイン構造を系統的に調査し、セラミックスの物性とドメイン構造の関係を解明することを目指す。

- 研究成果・効果 -

BaTiO₃セラミックスのドメインの観察条件を検討



5%HNO₃



10%HCl +

0.92%HF

酸でBa $\overline{\text{TiO}}_3$ セラミックスをエッチングした後に、走査型電子顕微鏡(SEM)観測法でドメインの観測条件を検討した。その結果、硝酸でエッチングした場合、粒径を観察することができたが、ドメインを観察することは出来ない。一方、HCI+HF混合液でエッチングを検討した結果、室温において10%HCI+0.92%HFの混合酸でエッチングすることで、Ba $\overline{\text{TiO}}_3$ セラミックの粒径とドメインを同時に観察することができた。今後、HCI+HF混合液のエッチングで異なる粒径を持つBa $\overline{\text{TiO}}_3$ セラミックスのドメイン密度と誘電率などの関係の解明に期待する。

一般共同研究 B 北海道大学 福地 厚(p.173)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No. 40

一般研究B(2020年度)

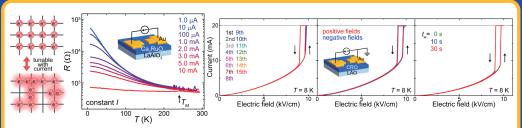
「ルテニウム酸化物における電場誘起電子相転移を利用した抵抗変化素子の開発」 研究代表者:福地厚(北海道大学)

共同研究対応教員: 片瀬貴養

一 研究目的 一

強相関電子系物理学では近年、金属絶縁体転移現象を電場・電流等の電気的な制御パラメータによっても誘起可能な物質の存在が指摘されており、物性理解と抵抗変化を利用した電子デバイス応用の両面から大きな注目が集められている。本研究の目的は、層状ペロブスカイト物質Ca₂RuO₄を用いて電流誘起転移をエピタキシャル薄膜中で実現させる事で、電流誘起転移の機構解明と電子デバイス応用に向けた実験的な礎を築く事である。

一 研究成果・効果 -



非真空固相エピタキシャル成長によって作製した $Ca_2RuO_4/LaAIO_3$ (001)薄膜で、エピタキシャル薄膜系としては初めて、電流誘起による絶縁体-金属転移の観測に成功した。作製した Ca_2RuO_4 薄膜では、転移の発生に起因して極めて安定な抵抗変化動作が得られる事が分かっており、今後のエレクトロニクス応用にも期待が持たれる。

発表論文•関連論文

A. Tsurumaki-Fukuchi, K. Tsubaki, T. Katase, T. Kamiya, M. Arita, and Y. Takahashi,
"Stable and Tunable Current-Induced Phase Transition in Epitaxial Thin Films of Ca₂RuO₄", ACS Applied Materials & Interfaces 12, 28368 (2020)

一般研究B(2020年度)

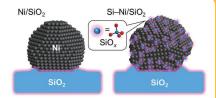
「合金触媒の活性-電子状態相関に関する研究」 研究代表者:古川 森也(北海道大学触媒科学研究所) 共同研究対応教員:鎌田 慶吾

- 研究目的 一

水素化・脱水素反応は有用な工業反応であるが、PtやPd等の高価な貴金属が使用されており、安価なNi等の卑金属による代替が求められている。これまでの研究で、バルクのNiSi₂金属間化合物をフッ酸処理することにより、合金表面にシリカで修飾されたNiナノ粒子が生成し、水素化反応に高い活性を示すことを見出していた。本研究ではより高効率な系への展開を目指し、担持Niナノ粒子をシリカで修飾し、同様の活性点構造を担持系で構築すること、およびそれらを用いて高効率な水素化脱水素の系を開発することを目的とした。

一 研究成果・効果 一

Ni/SiO₂触媒にSi(OEt)4のエタノール溶液を用いてシリカ源を含浸担持し、500℃で焼成、還元することによりSi-Ni/SiO₂触媒を調製した。本触媒は水素キャリアとして有望視されているメチルシクロヘキサンの脱水素反応において、元のNi/SiO₂に比べ50倍の転化率およびTOFを示した。また逆反応であるトルエンの水素化にも20倍近い転化率およびTOFを示し、本触媒が水素化脱水素に極めて有効であることが示された。詳細なキャラクタリゼーションの結果、Ni/SiO₂ではNiナノ粒子は球状・当方的な形状をしており、



主にテラスサイトが表面に露出している一方、Si-Ni/SiO2ではNiナノ粒子がいびつかつ異方的な形状をしており、主にステップサイトが表面に露出していることが判明した。またDFT計算の結果、ステップサイトはメチルシクロヘキサンのC-H活性化の障壁がテラスサイトよりも低く、高活性であることが判明した。以上の結果から、シリカ修飾によりNiのステップサイトが安定化され、反応性の高い活性点が多く形成されることにより、触媒活性が劇的に向上したものと結論した。

一般共同研究 B 九州大学 大学院総合理工学研究院 北條 元 (p.178)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.9.1

一般研究B(2020年度)

「酸化セリウム触媒の高機能化に関する研究」

研究代表者:北條元(九州大学大学院総合理工学研究院)

共同研究对応教員:東正樹

一 研究目的 一

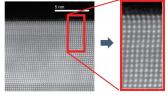
酸化セリウム (CeO_2) は種々の不均一触媒、または金属担持触媒の担体として利用されている。これまでの研究により、触媒活性と表面の酸素空孔量との相関が明らかになりつつある。本研究では CeO_2 触媒の更なる高機能化の指針の確立を目的とし、モデル触媒として CeO_2 薄膜をYSZ(001)単結晶基板上に作製し、STEM-EELSを用いてその原子構造・電子状態を調べた。

- 研究成果・効果 -

- CeO₂薄膜とYSZ基板の界面にはミスフィット転位が周期的に導入されており、CeO₂薄膜の面内格子は基板の拘束から十分に緩和していることを確認。
- ➤ CeO₂薄膜の内部の領域ではCe は4価で存在する。一方で、表面 の2原子層程度の領域ではCeは 3価の状態で存在する。すなわち CeO₂薄膜表面には酸素空孔が 存在することが明らかとなった。



CeO₂薄膜とYSZ基板の界 面領域のHAADF-STEM像



 CeO_2 薄膜の表面近傍におけるCeOM吸収端の M_9/M_4 強度比マップ。CeO価数分布に対応している。





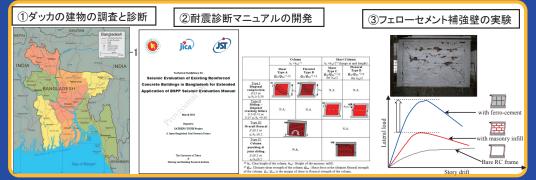
一般研究B(2020年度

「開発途上国のレンガ壁を有する鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断と改修工法の開発」研究代表者:前田匡樹(東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻) 共同研究対応教員:吉敷祥一

一 研究目的 一

開発途上国では経済発展により都市化が進行する一方で、低強度・低品質な建築物が数多く存在し、地震などの災害により甚大な人的・経済的被害が発生するリスクが急激に高まっている。そこで、開発途上国の各国の技術レベル、設計規準・慣行、施工品質、経済や文化的背景に基づいて、日本が誇る耐震診断・耐震改修技術を、改良し、また、新たな技術を開発し、開発途上国の建築及び都市の耐震化に資すること。

- 研究成果・効果 -



発表論文・関連論文: D. Sen, H. Alwashali, Z. Tafheem, M.S. Islam, M. Maeda, M. Seki, "EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND CAPACITY EVALUATION OF FERRO-CEMENT LAMINATED MASONRY INFILLED RC FRAME", 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE Sendai, Japan - September 13th to 18th 2020. SATREPSプロジェクトURL: https://www.maedalab-tohoku-u.com/stareps

> 一般共同研究 B 産業技術総合研究所 正井 博和 (p.182)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.6

一般研究B(2020年度)

「高温・高圧印加による新規非平衡材料の創製と構造評価」

研究代表者:正井博和(産業技術総合研究所)

共同研究对応教員:東正樹

一 研究目的 一

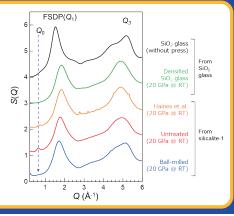
ガラスやゼオライトといった非平衡酸化物材料におけるネットワークは、種々の作製条件に依存し変化する。昨年度の共同利用研究により、(1) 高圧印可試料は、原料のシリカライト中の周期性を一部残した状態でアモルファス化すること、及び、(2) 原料における水酸基濃度に依存して、圧力印加した試料における結晶化挙動が異なることを見出した。本年度は、原料の表面処理と高圧印可試料における構造との相関を明らかにすることを目的とした。

一 研究成果・効果 —

室温で20 GPaの高圧を印可して作製した非晶質材料に関して、原料のゼオライト(シリカライト-1)に対するボールミル処理の効果を検証した。高圧印可後の試料に対してSPring-8 BL04B2ラインで高エネルギーX線回折実験を実施し以下の知見を得た。

- 1. シリカライト-1を原料として高圧で作製された非晶質に おいて低Q側に確認されていたQ₀ピークが、ボールミ ル後のシリカライト-1を用いて作製された試料におい ては消失し、密度の変化が確認された。
- 2. ボールミル処理により、出発原料におけるシリカライト -1の特徴が消失し、よりシリカガラスに近いアモルファ ス状態となっていることが確認された。

トポロジーの異なるSiO。ガラスの設計指針が得られた。



一般研究B(2020年度

「合成梁のシアコネクタと床スラブの合成効果に関する研究」 研究代表者:松井良太(北海道大学大学院工学研究院)

共同研究対応教員:西村康志郎

- 研究目的 -

鋼構造建築物では、鉄筋コンクリート床スラブが接合された合成梁が多用される。合成効果を考慮して合成梁を設計すると、純鋼梁より耐力や剛性を大きく評価でき、実情に即しているために合理的である。本研究では、デッキプレートの溝方向や、頭付きスタッドの本数をパラメータとして、デッキプレート付合成梁の繰返し載荷性能を実験的に検証した。

- 研究成果・効果 -

中層鋼構造建築物を想定し、柱梁接合部を抽出したト形架構の試験体を製作した。 試験体2、4では、デッキ合成スラブを梁と直交に、試験体3では、デッキを梁と平行に配置した。図1に各試験体の荷重-変形関係を示す。試験体2は、試験体4よりスタッド本数が多いが、載荷途中で床スラブが梁と離間し、試験体4より最大耐力や塑性変形能力が下回った。試験体3は、36條体4より塑性変形能力は劣った。以上より、合成スラブの仕様により、合成梁の構造性能に違いが見られることを確認した。

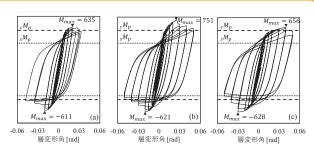


図1 荷重-変形関係: (a) 試験体2; (b) 試験体3; (c) 試験体4

発表論文・関連論文:松井良太 高橋裕人、岡崎太一郎、西村康志郎:デッキブレート付合成梁の繰返し載荷実験 その1 実験計画と実験結果、日本建築学会大 会学術講演梗概集、2021.9(発表予定)

> 一般共同研究 B 名城大学 松田 和浩 (p.187)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.228

一般研究B(2020年度

「高層木質制振建物を対象としたCLTロッキング壁構造の開発」

研究代表者:松田和浩(名城大学) 共同研究对応教員:佐藤大樹

一 研究目的 一

セルフセンタリング機能を持つロッキング壁柱と摩擦ダンパーを併用したCLT制振架構の実験研究を行い、残留変形が少なく、エネルギー吸収性能が高い架構を開発している。その研究では架構としての挙動を把握しているが、架構の構成要素の挙動をより詳細に把握する必要がある。本研究では、柱梁接合部の実験を行い、そのカ学的挙動を把握する。

一 研究成果・効果 -

耐震タイプ(Type-M)と制振タイプ(Type-R)それぞれト型、 十字型の力学的挙動を把握した。 Type-M No.2 曲げモーメントMj-変形角θj関係 1 200 1 T[[N] 200 1 T[[N] 荷重F、変形u、張力T、 200 17/[kN] 200 a 7: [kN 柱脚浮き上がりu。 柱脚子さエがっる。 回転中心位置x_n 柱脚部曲げモーメントM_j、 回転角θ_j 等算出して 力学的挙動を把握 Type-R (mm) [mm]No.2 15 -10 15 -10 No.3 15 -10 引きボルト張力Tiー柱脚浮き上がりuj関係 曲げモーメント M_i 一変形角 θ_i 関係と張力 T_i 一柱脚浮き上がり u_i 関係

一般研究B(2020年度

「光触媒応用を目指した傾斜組成エピタキシャル薄膜」 研究代表者: 丸山伸伍 (東北大学 大学院工学研究科) 共同研究対応教員: 安井伸太郎

一 研究目的 一

膜厚方向に組成を意図的に変化させた傾斜組成薄膜は、均一な組成の薄膜と比較してその組成変調構造に由来する新しい物性等が期待されることから近年注目されてきている。本研究では、光触媒材料として有望なNaTaO3を母材料に、Srドーピング濃度を連続的に傾斜組成したエピタキシャルSr-NaTaO3薄膜をパルスレーザ堆積法により作製し、その構造や物性を調査することを目的とした。

- 研究成果・効果 -

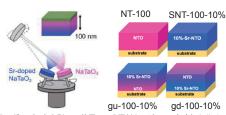


図1. ガルバノ走査型PLD装置による原料ターゲットの高速打ち分けと作製した傾斜組成薄膜の模式図

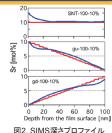


図3. TRMC信号の減衰

ガルバノ走査型PLD[1]によって高速にターゲットを打ち分けることで傾斜組成試料を作製し(図1)、二次イオン質量分析 (SIMS)からほぼ設計通りの線形な傾斜組成(図2)が出来ていることを確認した。時間分解マイクロ波分光(TRMC)法により、傾斜組成試料における光励起キャリアの寿命が、均一ドープ(SNT-100-10%)よりも長いことが分かった[2]。

発表論文・関連論文

[1] S. Maruyama, N. Sannodo, R. Harada, Y. Anada, R. Takahashi, M. Lippmaa, and Y. Matsumoto, Rev. Sci. Instrum., 90, 093901 (2019).
[2] R. Konno, S. Maruyama, T. Kosaka, R. Katoh, R. Takahashi, H. Kumigashira, N. Ichikuni, H. Onishi, Y. Matsumoto, Chem. Mater., 33, 1, 226–233 (2020).

一般共同研究 B 北海道大学 三浦 章 (p.182)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.7

一般研究B(2020年度

「イオン交換による新規マグネシウム含有化合物の探索」

研究代表者:三浦 章(北海道大学)

共同研究対応教員:東正樹

一 研究目的 一

マグネシウムイオン電池は資源的な制約がすくないため、次世代の二次電池の候補である。しかし、固体中でマグネシウムイオンが動く材料は限られており、物質探索を進める必要がある。本研究では、マグネシウムイオンのイオン交換反応を利用した新規マグネシウム化合物の探索を行った。

一 研究成果・効果 一

1)マグネシウムアンチモン硫化物

ナトリウムアンチモン硫化物と塩化マグネシウムとのイオン交換反応を常圧・高温で試みた結果、硫黄が飛んで気化し、三価の硫化アンチモンが生成することがわかった。

2)マグネシウムチオシアナミド

有機溶媒中でイオン交換、乾燥したところ $Zn(SCN)_2$ や $Mg(SCN)_2$ ・ $2H_2$ Oに類似の回折ピークが観測されたが、指数付けには成功しておらず、単相試料合成条件の再検討が必要と考えられる。

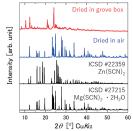


図 イオン交換によって合成を試みたMg(SCN)₂の XRDパターン 3-3)マグネシウムクロム硫化物からの電気化学的反応

マグネシウムクロム硫化物とマグネシウムイオン伝導体を接合し、電圧を印可することでマグネシウムイオンの脱離を試みた。450°Cで行ったところ、クロム硫化物と酸化マグネシウムの生成が確認され、スピネル構造からのマグネシウムの引き抜いた構造は観測されなかった。

一般研究B(2020年度

「異種元素添加硫化物ナノ結晶合成に向けた最適元素探索」 研究代表者:村田 秀信(大阪府立大学)

共同研究对応教員:熊谷悠

- 研究目的 -

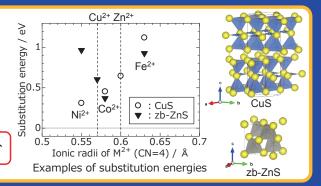
硫化物は可視光域に吸収を持つことや、極めて高いLiイオン伝導性を発現することなどにより、あらためて脚光を浴びている。我々の研究グループでは水酸化物ナノ粒子を硫化する液相硫化法による硫化物ナノ粒子合成の研究を進めている。新規機能発現のためにナノ粒子への異種元素添加を試みるにあたり、本研究では第一原理計算により硫化物母結晶と添加異種元素の組み合わせのスクリーニングを行った。

- 研究成果・効果 -

固溶エネルギーの計算方法

- 平面波基底PAW法(VASP code)
 - カットオフエネルギー: 600 eV
 - 交換相関相互作用: GGA-PBE
 - スーパーセルモデル・希薄近似
- 反応式: $A_xS_x + MS \rightarrow A_{x-1}MS_x + AS$

母結晶の陽イオンとのイオン半径差により、 固溶エネルギーが急峻に増大



一般共同研究 B 大阪府立大学 大学院工学研究科 森 茂生 (p.195)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.8

一般研究B(2020年度)

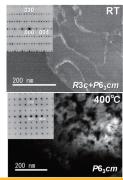
強誘電体/強弾性体におけるドメイン界面構造と機能特性研究代表者:森 茂生(大阪府立大学 大学院工学研究科) 共同研究対応教員:東 正樹 教授

一 研究目的 一

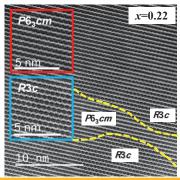
近年、強誘電体や強弾性体のドメイン境界において、磁性、誘電性や超伝導特性などバルク構造と異なる特異な機能性が発現することが報告され、ドメイン境界に特有な結晶構造や機能性の発現に関する研究が盛んに行われている。本研究では、六方晶強誘電体 $HoMnO_3$ およびMnサイトの一部をTiで置換した $HoMnI_{12}$,Ti, O_{3+6} ($x=0\sim1.0$)を作製し、結晶構造、ドメイン構造およびドメイン境界の局所構造について、透過型電子顕微鏡法および走査透過型電子顕微鏡法を用いて調べた。

一 研究成果・効果

HoMn_{1-x}Ti_xO_{3+δ}(x=0.3)の ドメイン構造の温度変化



HoMn_{1-x}Ti_xO_{3+ô}(x=0.22)の ドメイン構造のHAADF-STEM像



本研究では、 $\operatorname{HoMn}_{1_{\infty}} T_{1_{\infty}} O_{3+\delta}(x=0\sim 1.0)$ を作製し、結晶構造、ドメイン構造およびドメイン境界の局所構造について調べた。

- (1) Ti置換量の増加とともに、x>0.2試料では、 六方晶P63cm構造から菱面体R3c構造へ と構造変化することがわかった。
- (2) R3c構造によるドメイン境界にP63cm構造 が存在しており、2相共存状態として特徴 づけられることが明らかとなった.
- (3) TEMを用いた構造変化のその場観察を 行い、x=0.3試料では、約400℃において 六方晶P6,cm構造と菱面体R3c構造の2 相共存状態から六方晶P6,cm構造の単 相状態へ変化することがわかった。この 変化は本物質に含まれる過剰酸素の放 出と相関していることが示唆された。

一般研究B(2020年度

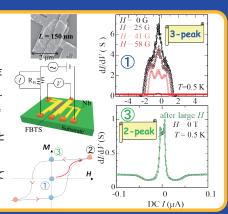
「新奇超伝導状態観測に向けた層状物質の単結晶育成と物性評価」研究代表者: 矢野カ三(名古屋大学 未来材料・システム研究所) 共同研究対応教員: 笹川崇男

- 研究目的 -

新奇超伝導状態では人類未発見の素粒子や準粒子の発現、量子コンピューターへの応用などが期待されている。ところがそのような超伝導状態を発現する理想的な研究舞台が確立していない。本研究はそのような超伝導状態の確立を目指して研究を行った。研究の舞台として特に磁性をドープしたトポロジカル絶縁体と通常の超伝導体の接合に着目し、その超伝導近接効果で出現する超伝導状態と磁性との関連性について調査した。

<u>− 研究成果・</u>効果 −

へき開した磁性ドープトポロジカル絶縁体(Fe-Bi,Te,Se: FBTS)の単結晶と超伝導体の接合を左図のように作製し、極低温での輸送特性を調査した。磁化によって出現する超伝導特性の制御が見込めることから、磁場を印加する前でのコンダクタンス測定と(①)、磁化を変えうる大きな磁場を印加し(②)、その後ゼロ磁場まで戻したときの測定(③)という①と③におけるコンダクタンス測定の比較を行った。すると、以前観測した特異な超伝導状態を表す3本ピークのコンダクタンスの形状だったもの(右上図)が、③の時には2本ピークの構造へと変化したのを確認した(右下図)。通常の超伝導状態では単純な1本のピーク構造のみが出現することと映すると、今回の測定は①と③ともに特殊であるが別の超伝導状態が実現している可能性がある。そしてその超伝導状態が残留磁化または磁気ドメインに応じて変化していることを示唆しており、超伝導状態の制御が可能であることを意味している。今後はどのような超伝導であるのかの検証実験をさらに進めていく。



一般共同研究 B Dynamic Control Design Office 山下一級建築士事務所 山下 忠道 (p.201)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.229

一般研究B(2020年度)

「免震部材の繰り返し特性変化を考慮した長周期 | 長時間地震動および風外乱による応答評価 | 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 一

本研究では、長周期地震動に対する免震部材の繰り返し特性変化を考慮した免震建物の応答を簡易評価するため、免震部材の累積吸収エネルギーを一括評価して特性変化率を求める簡易応答評価法(以下、「簡略法」と称す)を用いて、長周期地震動に対する免震建物の振動特性や設置層置の違いに着目した検討を行う。

一 研究成果・効果 -

検討した地震波は、南海トラフ地震を想定した 大阪圏(OS1, OS2, OS3), 名古屋圏(CH1)の 長周期地震動と、比較対象として乱数位相の 告示波(Kokuji-R)とした。長周期地震動につ いて、HDRの繰り返しの影響を考慮するため に, 事前に標準状態で解析を行いゴム体積当 たりの吸収エネルギー(以下F/Vr)を求める。 E/Vrは、建物モデルの固有周期が短いA(0.5 秒)modelで免震層位置による差は小さいが、 B(1.0秒), C(2.0秒)modelで免震層を上階に設 置するほど、下部構造の影響を受けて大きく なる。また、E/Vrの増加に伴い、HDRの水平 特性変化も大きくなり、Cmodelの13層免震で、 CH1の地震波による剛性の変化率が-25%, 減衰の変化率が-20%となっており、免震層の 応答が顕著に大きくなる場合があることを確 認した。

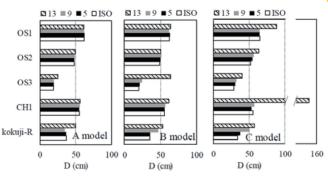


図1 免震層の最大応答変位(OS1, OS2, OS3, CH1,Kokuji-R)

一般研究B(2020年度)

「イオンビーム照射炭素材料のレーザー分析」

研究代表者:山本春也(量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所)

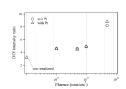
共同研究対応教員:中村一隆

- 研究目的 -

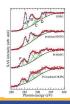
Arイオンビーム照射された炭素基板上に堆積されたPt微粒子は酸素還元反応触媒として高い活性を示すことが見出されているが、高活性をもたらすメカニズムは明らかにされていない、そのため、高活性の起源と予想されるイオンビーム照射炭素担体とPt微粒子との界面構造を詳細に調べる必要がある。そこで本研究では、イオンビーム照射した高配向性熱分解グラファイト(HOPG)表面上にPt微粒子を堆積した試料に対してラマン分光測定及びX線吸収端微細構造(XANES)測定を行うことで、Pt微粒子を堆積したイオンビーム照射HOPGの欠陥構造及び電子構造を調べることを目的とした。

- 研究成果・効果 -

イオン注入装置を用いて380 keV ArtをHOPGに照射した後、スパッタ蒸着によりPtナノ微粒子を堆積し,作製した試料に対してラマンスペクトル及びC-K端XANESスペクトルを取得した.



ラマンスペクトルに観察されるDピーク・D'ピークの面積強度比であるDID'値によると、5.0×10¹³ lons/cm²よりも大きいフルエンスでは、空孔欠陥だけでなくsp³欠陥も生成され始めることが示された。



1.0×10¹⁴ ions/cm²のイオン照射によって形成されるイオンビーム誘起欠陥がPtからCへの電荷移動によるPt-C結合の形成を促進することが示された.

発表論文

T. Kimata, K. Kakitani, S. Yamamoto, T. Yamaki, T. Terai, K.G. Nakamura, "Platinum nanoparticles on HOPG surface modified by 380 keV Ar* irradiation: TEM and Raman studies" Radiation Effects and Defects in Solids 175, 433 (2020).

H. Okazaki, K. Kakitani, T. Kimata, A. Idesaki, H. Koshikawa, D. Matsumura, S. Yamamoto, T. Yamaki, "Changes in electronic syructure of carbon supports for Pt catalysts induced by vacancy formation due to Ar' irradiation" *Journal of Chemical Physics* 152, 124708 (2020).

一般共同研究 B 東北大学 多元物質科学研究所 山本 孟(p.204)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.7.1

一般研究B(2020年度)

「遷移金属イオンを含む酸化物の電子物性」

研究代表者:山本孟(東北大学多元物質科学研究所)

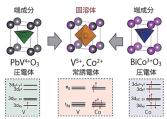
共同研究対応教員:東正樹

一 研究目的 一

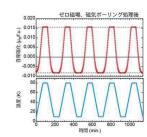
最大で10万気圧以上の圧力を発生する超高圧合成化学と放射光X線や中性子を用いた量子ビーム実験、強相関電子物理学に基づく電子物性制御を駆使して、革新的な機能性物質を創出してきた。

- 研究成果·効果 ·

本年度は、以下の2つの発見があった。



(1-x)PbVO₃-xBiCoO₃固溶体における極性-非極性構造変化と電子状態の変化¹



CaMn_{0.95}Sb_{0.05}O₃における相分離した電子状態に起因した温度変化磁化反転現象²

発表論文・関連論文: 1. Chem. Mater. 32, 6892-6897 (2020). 東北大、東工大、KEK、JASRIからプレスリリース発表 2. Applied Physics Letters, 117, 112404 (2020).

-般研究B(2020年度)

「コーヒーかす由来糖の高収率製造に寄与する、

飼料へ適用可能な糖吸着材の探索Ⅰ

研究代表者:山本 啓博(無臭元工業株式会社)

共同研究対応教員:原 亨和

研究目的 一

本研究では、高値で取引されている高付加価値糖であるマンノースを、未利用バイオマスであるコーヒーかすを 原料として低コストかつ高収率に製造すると共に、得られたマンノースを糖吸着能を持つ飼料原料に吸着させる ことで、安価なマンノース含有飼料を提供し畜産業に資することを目指し、糖吸着能を有する吸着材料を探索す ることを目的とした。

研究成果 · 効果

未利用バイオマスを糖化処理して得られたマンノース含有液のマン -ス濃度は1wt%程度であり、家畜飼料へのマンノース吸着量は低 くなるため、マンノース吸着率が高い粉末活性炭を用いて吸脱着し高 濃度マンノース溶液を作成することを検討した。

マンノース脱着試験は、マンノース1wt%溶液30mLに活性炭を3a添 加し、室温1時間(600 rpm)撹拌し固形分を回収した。マンノース溶液 中のマンノース減少量から吸着マンノース量を決定した。回収活性炭 2 gを溶媒4 mLに分散し、左記表の条件で脱着処理を行った。

回収活性炭からのマンノース脱着試験を試みたところ、蒸留水では マンノースはほとんど脱離しなかったが、エタノールではマンノース脱 離量は増加し、活性炭に吸着したマンノースの57%を脱離することに 成功した。

回収活性炭からのマンノース脱着試験結果

脱着条件	固形分2g中の 吸着マンノース量	脱着した マンノース量	マンノース 脱着率	脱着後溶液の マンノース濃度
蒸留水 80°C, 1 h	149 mg	7.6 mg	5%	0.19 wt%
エタノール r.t., 1 h	119 mg	67.9 mg	57%	1.7 wt%
エタノール r.t., 2 h	133 mg	75.3 mg	57%	1.9 wt%
エタノール 50°C, 1 h	133 mg	79.8 mg	60%	2.0 wt%

一般共同研究 B 岐阜大学 吉田 道之 (p.207)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.34

「ジルコニアナノ粒子の焼結緻密化に及ぼす加熱条件および電場の影響」

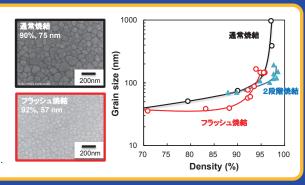
研究代表者:吉田道之 共同研究対応教員:若井史博

研究目的一

外部電場のアシストにより数百℃/秒という極めて速い昇温が可能なフラッシュ焼結を高速焼成のモデル実験と して、短時間で焼結緻密化が可能なジルコニア粉体の設計指針を得ることを目的とする. 立方晶ジルコニアナノ 粒子のフラッシュ焼結において、緻密化に伴う微構造変化(密度と粒子径の関係)を明らかにし、通常の焼成方 法および2段階焼結法の結果と比較した.

一 研究成果 - 効果

- フラッシュ焼結の条件を最適化することで 相対密度96%, 平均粒子径150nmの焼結 体を、わずか5秒の処理時間で得ることに 成功した. ナノ粒子とフラッシュ焼結の組 み合わせは,終期焼結段階での結晶粒 成長を抑えた緻密な焼結体を短時間で作 製する手法として極めて有効であることが 分かった.
- ナノ粒子の焼結によって形成される微構 造は焼成条件に敏感で、多様な経路を 辿って緻密化を実現できることが分かった.



発表論文・関連論文 : 吉田道之,長谷川明里 : 立方晶ジルコニアナノ粒子のフラッシュ焼結,日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム講演予稿集, 2020.9 Michiyuki Yoshida, Akari Hasegawa: Flash sintering of 10YSZ nano-particles. Materials Science and Engineering Congress (MSE2020), 2020.9

一般研究B(2020年度)

「鉄酸化物薄膜におけるらせん磁性の安定化とそのエネルギー効率の良い制御法の開発」 研究代表者:和達大樹(兵庫県立大学 大学院物質理学研究科) 共同研究対応教員:片瀬貴義

一 研究目的 一

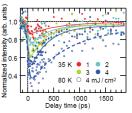
本研究では、クラーク数上位元素である鉄Feが磁性を担うFeペロブスカイト酸化物に注目し、レーザーによるらせん磁性のエネルギー効率の良い制御法の開発を目的とする。Feペロブスカイト酸化物の特に薄膜試料で強磁性~らせん磁性を光により自由に制御し、レーザーによる新たな磁性ダイナミクス観測を通じてのエネルギー効率の良いスピン制御法が開発したいと考えた。

- 研究成果・効果 -

SrFeO3薄膜のらせん磁性



SrFeO₃薄膜の 時間分解共鳴 軟X線散乱



共鳴軟X線散乱の結果から、SrFeO3薄膜はバルクと同様に左図のようならせん磁性を持つことがわかり、酸素の挿入により4価が実現していることが分かった。その後、時間分解測定を行い、右図のような結果を得た。超短パルスレーザーにより、ps程度の非常に短い時間でらせん磁性を壊すことができることが分かった。現在、ほかのFe系との比較などより、エネルギー効率に関する検討を進めている。

発表論文・関連論文: 山本航平,片瀬貴義, 和達大樹など: 英語論文を準備中。

> 一般共同研究 C 東京理科大学 秋津 貴城 (p.210)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.24

一般研究C(2020年度)

「銀ナノ粒子表面上のサレン錯体色素のXPS測定」

研究代表者:秋津貴城(理学部第二部化学科)

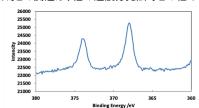
共同研究対応教員:原 享和

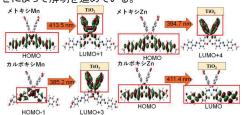
一 研究目的 一

銀ナノ粒子の表面プラズモン共鳴による光学吸収波長を拡張する目的で、吸着基や金属の違いで吸収波長の異なる種々のサレン型錯体を合成し、銀ナノ粒子基板の表面上にキラルアゾサレン錯体を吸着させて、その電子状態を解明することを目指す。

一 研究成果・効果 -

計画通りに実験ができなかった関係で、昨年度測定した銀ナノ粒子+酸化チタン+金属錯体のXPSスペクトルのDFT計算による考察が中心となった。酸化チタンのTi 2p軌道は錯体が吸着すると高エネルギー側にシフトした(右図)。吸着基の-COOHは電子求引基であり、Ti 2p軌道が安定化することが明らかになった。表面プラズモン共鳴との関連は、他の過渡分光法等との組み合わせによって解明を進めている。





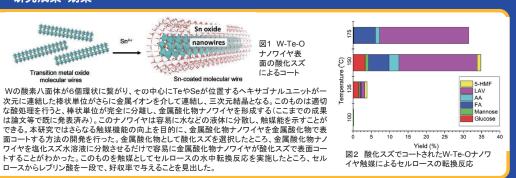
「ミクロ細孔結晶構造を有する複合金属酸化物の創出と酸触媒反応応用」 研究代表者:上田 渉(神奈川大学工学部物質生命化学科)

共同研究对応教員:原 亨和

研究目的 一

WとTeやSeの複合系の金属酸化物にユニット合成方法論を展開して新しい細孔構造結晶の金属酸化物が創出でき、さらに構造 単位をワイヤ状で分離して金属酸化物ナノワイヤを得ることができる。このような酸化物の物質群は広い構造多様性を示し、そのこ とは新しい触媒機能を導出する可能性を高めている。本年度は、WとTeやSeの複合系の金属酸化物ナノワイヤを対象に、ナノワイ ヤ表面を金属酸化物でコートし、酸触媒機能の向上を図り、これを触媒としたセルロースの転換反応を実施することを目的とした。

研究成果:効果



免表論文・関連論文:Tin oxide-coated transition metal oxide molecular wires for biomass conversion, Z. Zhang, H. Tateno, M. Hara, W. Ueda, New J. Chem., **2020**, *44*, 5147-5151

一般共同研究 C 中央大学 理工学部応用化学科 大石 克嘉 (p.212)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.29

般研究C(2020年度)

「安価な粉末ケイ素から作製したケイ素セラミックスを土台にした3層構造をもつ自己発熱型GO2吸収シート作製の試み」

研究代表者:大石克嘉(中央大学理工学部応用化学科)

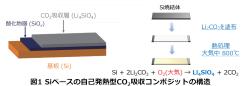
共同研究対応教員:真島 豊

研究目的

本研究課題では,通電により実現する自己発熱型CO。吸収材の1つである{Si/SiO./Li,SiO,}を,より安価で単位質 量あたりのCO。吸収量が拡充されたシート状の自己発熱型CO。吸収材にバージョンアップさせるための新たな製造 方法の開発を目指す。今回、Siシートセラミックス板の作製用のSi粉末を、これまで使用してきた日本NER社製の 粒径0.9μmのSi粉末の代わりに、レアメタリック社製の粒径の大きなSi粉末を使用して、Siシートを作製を試みた。

研究成果 · 効果

伝導性Si系自己発熱型CO。吸収ユニット{Si/SiO、/Li。SiO。}(下図1)のベース部分を成す伝導性固体Si焼結体の 製造工程について検討した。安価なSi粉末からSi焼結体を製造する際、カーボンヒータ加熱式の電気炉を使用す ると、Siの酸化を十分に防ぐ事が出来るものの、SiからSiCが生成してしまい、得られるSi焼結体は十分に緻密化 せずその質はかなり劣化してしまう。これに対して、カーボンヒータ加熱式ではない電気炉を使用して、高純度アル ゴン中もしくは、高真空中で熱処理を行うと、良質なSi焼結体を容易に得る事が出来た。現在、得られたSi焼結体 の表面上にCO。吸収物質であるLi、SiO、層を作製中である。



: Analysis of CO₂ absorption reaction of Li₂SiO₄ on the basis of Madelung potential of Li site in crystal structure, K. Oh-ishi*, R. Kobayashi, K. Oka, J. Ceram. Soc. Japan, 2017, 125 [5], 383-386.

一般研究C(2020年度)

「触媒反応を用いたバイオマス資源から機能性バイオポリマーへの大量供給 プロセスの検討」

研究代表者:大久保明浩(群栄化学工業株式会社) 共同研究対応教員:原亨和

一 研究目的 -

機能性バイオポリマーの市場は拡大が見込まれているが、既存のバイオマスポリマーは性能面もしくはコスト面で課題がある。原亨和教授が開発のリン酸チタニア触媒を用いることで、機能性バイオポリマーに有用な原料であるヒドロキシメチルフルフラール(HMF)を、グルコースから効率的に合成できる。その合成プロセスを、もみ散などの非可食バイオマス資源⇒グルコース⇒HMFに変換させる一貫プロセスに組み込むことを最終目的とし、グルコースからHMFを合成するプロセスパートに関する検証をラボスケールにて共同で実施し、スケールアップの検討に繋げることを目的とし、。

─ 研究成果·効果



バッチ処方での反応プロセス最適化を2021年も継続。完了後、最終的な目標である『非可食バイオマス資源⇒グルコース⇒H MFに変換させる一貫プロセス構築』に本反応を組み込むことを前提とし、バッチ反応検証が終了した段階で、触媒、カーボンを 固定相として流涌させる反応へシフトする。

一般共同研究 C 物質・材料研究機構 大熊 学 (p.217)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.71

一般研究C(2020年度)

放射光X線ナノCTによるセラミックスのマルチスケール焼結プロセスの解明研究代表者:大熊学(所属)物質・材料研究機構 共同研究対応教員:若井史博教授

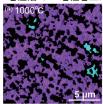
- 研究目的 -

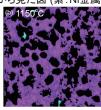
電子デバイスの3次元構造解析が、性能や耐久性の向上、高信頼性設計に役立つ事例として、積層セラミックスコンデンサー(MLCC)の電極形成プロセス観察について紹介する。

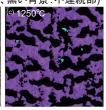
走査型電子顕微鏡(SEM)と放射光X線CTにより焼成過程における複雑な電極層の微構造形成機構を解明する。

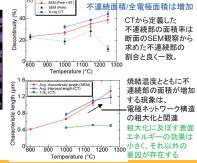
─ 研究成果·効果

電極層のNi電極を上から見た図 (紫:Ni金属、黒い背景:不連続部)









焼結の進行に伴い

電極は連続ではなく、複雑な網目状の構造

黒い背景の不連続部の面積は焼結温度の上昇ともに増加

静電容量は理想的な平行電極板の場合より低下

発表論文·関連論文

G. Okuma, N. Saito, K. Mizuno, Y. Iwazaki, H. Kishi, A. Takeuchi, M. Uesugi, K. Uesugi, F. Wakai, Microstructural evolution of electrodes in sintering of multi-layer ceramic capacitors (MLCC) observed by synchrotron X-ray nano-CT, Acta Materialia, 206, 116605 (2021).

大熊学, 斎藤 直哉, 水野 高太郎, 若井 史博, 放射光X線ナノCTによる電子デバイスの信頼性解析:MLCCの電極構造形成プロセス, セラミックス 2021年1月号 39-43

一般研究C(2020年度

「イオン液体を用いた金属酸化物ナノシートの合成と電気物性評価」 研究代表者: 勝又健一(東京理科大学)

共同研究对応教員:東康男

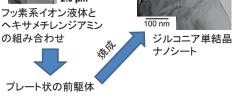
一 研究目的 一

イオン液体の分子構造と不揮発性で高い融点という特徴を利用することで、酸化ジルコニウム単結晶ナノシートを合成できることを見出した。しかしながら、合成条件の詳細な検討とナノシート形成メカニズムについて明確になっていない。本研究では、イオン液体を用いたジルコニア単結晶ナノシートの合成について、種々の合成条件を検討し、その形成メカニズムについて明らかにすることを目的とした。

- 研究成果・効果 -



上記の比率とイオノサーマル処理時間を変化させることで 様々な形態の前駆体が得られる。



発表論文·関連論文: Tetsuya Yamada, Yuta Kubota, Yuki Makinose, Norihiro Suzuki, Kazuya Nakata, Chiaki Terashima, Nobuhiro Matsushita, Kiyoshi Okada, Akira Fujishima, Ken-ichi Katsumata, "Single Crystal ZrO, Nanosheets Formed by Thermal Transformation for Solid Oxide Fuel Cells and Oxygen Sensors", ACS Appl. Nano Mater., 2 (2019) 6866-6873.

一般共同研究 C 埼玉工業大学 木下 基 (p.223)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.38

一般研究C(2020年度)

「π共役系分子を用いた液晶の光配向制御」

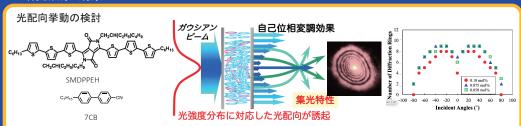
研究代表者:木下基(埼玉工業大学)

共同研究対応教員:東康男

- 研究目的 -

これまでにπ共役系色素である液晶性オリゴチオフェンを用いて、光を照射するだけで液晶の配向変化を誘起し、 緻密な配向制御により光学部材へ応用可能なことを示した。しかしながら、光配向可能な色素としてはオリゴチオ フェン系しか検討されておらず、色素の構造と配向変化の相関については未解明である。本研究では、π共役系 分子集合体の光配向手法をいかに有機半導体に展開することを目的として、ジケトピロロピロール色素の光配向 挙動について検討を行った。

- 研究成果・効果 -



ジケトピロロピロール色素の光配向挙動について検討を行ったところ、液晶と相溶可能なSMDPPEH は液晶中において色素が光配向することを見出した。手持ちのレーザー光の光強度が7.0mW程度の出力しか得られなかったため、さらに高い光強度では配向変化を大きく誘起できる可能性がある。今後、有機半導体デバイスへ応用するためには光強度についても詳細な検討が必要であると考えている。

一般研究C(2020年度)

「2価のスズを含む新しいチタン酸塩の合成と特性評価」

研究代表者:熊田伸弘(山梨大学)

共同研究対応教員:東 正樹

一 研究目的 一

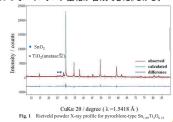
SnlはPbと同じ14族に属しその酸化物では2価あるいは4価の原子価を取ることができる。そこで非鉛圧電体の可能性を求めてペロブスカイト型 Sn²*TiO3の合成が試みられているが、未だ同化合物の報告はされていない。申請者もソフト化学的手法を用いて同化合物の合成を試み、Sn²*を含むSn2TiO4を合成することができたり。最近、同じようなソフト化学的手法を用いてイルメナイト型SnTiO3が合成できることが報告された²)。本研究では水熱反応や高圧法などの合成手法によって8n2TiO4およびイルメナイト型SnTiO3以外のSn²+を含むチタン酸塩の探索することを目的としている。さらに、その生成物について粉末X線回折、透過型電子顕微鏡などを用いて結晶構造を解明するとともに、電子構造を第一原理計算によって明らかにすることで新たな機能性無機材料の開発を目指す。

- 研究成果・効果 -

出発物質に3種類のアルカリチタン酸塩(Li₂Ti₃O₂, Na₂Ti₃O₂, K₂Ti₄O₂)およびSnF₂を用いて80~200℃の温度範囲で2日間の水熱反応を試みた。 Li₂Ti₃O₂を出発物質に用いた場合には120℃でSn₂TiO₄がほぼ単一相として合成できた。SPring~8の放射光粉末X線回折データを用いて結晶構造の精密化を行ったところ、報告されている空間群P4₂/mbc(#135)として、格子定数はa=8.5034(2), b=5.9280(1)Åで、A因子はA3a=5.034(2)0, a=5.9280(1)Åで、A5a=5.034(2)0, a=5.9280(1)Åで、a=5.9280(1)Åの、a=5.9280(1)Åで、a

出発物質に関わらず不純物相としてSnO₂およびアナターゼ型TiO₂が認められた。 $Na_2Ti_3O_7$ を出発物質に関いた方が $K_3Ti_3O_8$ と出発物質に用いた場合より不純物相が少なかった。 $Na_2Ti_3O_8$ と出発物質に用いて合成されたパイロクロア型相を通常の粉末X線回折データを用いて結晶構造の精密化を行ったところ。空間群Fd-3m(#227)として、格子定数はa=10.3860(2)Aで、R因子は $R_{mp}=8.04$ %となり、パイロクロア型相であることが確認できた。 $Na_2Ti_3O_7$ を出発物質に用いた場合の生成相のRietveld解析の粉末x線回折パターンを**図**1に示す。 $Na_2Ti_3O_7$ を出発物質に用いた場合の生成相の化学組成はRietveld解析では $Sn_1, g_3Ti_2O_{1,1}$ となった。SEM-EDXによる組成分析では $Na_2Ti_3O_7$ あよび $K_2Ti_3O_8$ ども多物質に用いた場合ののNataびには接出されず、 $Na_2Ti_3O_8$ と出発物質に用いた場合でのNataよびKは接出されず、 $Na_2Ti_3O_8$ と出発物質に用いた場合でのNataよびKは接出されが、 $Na_2Ti_3O_8$ と出発物質に用いた場合の生成物のSn/Tib(は88であり、Rietveld解析から求めたSn/Ti=0.85に近い値であった。また、可視光照射下でのフェノール分解による光触媒活性は認められなかった。

参考文献: 1) N. Kumada, et al., Mater. Res. Bull., 44, 1298–1300 (2009). 2) L. Diehl, et al., Chem. Mater., 30, 8932–8938 (2018).



一般共同研究 C 電力中央研究所 地球工学研究所構造工学領域

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.215.2

柴山 淳(p.227)

一般研究C(2020年度)

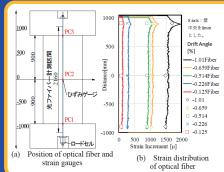
「鉄筋コンクリート造構造部材の損傷評価」

研究代表者:柴山淳(電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域) 共同研究対応教員:河野進

一 研究目的 -

地震で多くの被害が報告されがちな鉄筋コンクリート造建物であるが、都市構造物には欠かせない利点を有している。 地震に対する鉄筋コンクリート造部材の損傷について再度検討を行い、どのような損傷が問題で、どのようにすれば損傷 を低減できるかについて考察を行うことが重要である。本研究では、鉄筋コンクリート造部材の実験においてこれまでに 使われなかった光ファイバーセンサを用いて、損傷をこれまで以上の精度で検知する技術を開発する。

一 研究成果・効果 -



コンクリートと直接的な接触がないアンボンドPC鋼棒では、 ひずみが一様化すると予想されたが、 光ファイバーセンサを用いて これまでになく詳細に計測したひずみの分布を分析した結果、 構造体の変形が大きくなると、シース管との接触によりPC鋼棒の ひずみが局所化が発生した可能性があることを明らかにした。 今後このようなデータを収集することで、損傷を精度よく評価できる ようになること、簡単なモデルで精度よく予測できるようになること、 残存性能を評価できるようにつながる。

発表論文・関連論文:

植村一貴、小原 拓、河野 進、柴山 淳: PC 銅材の緊張力に着目したアンボンドPCaPC 造壁の曲げ耐力に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、pp.725-726、2020.9

一般研究C(2020年度)

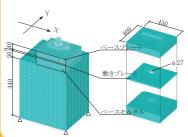
「水平二方向載荷下における長孔を有する鉄骨造屋根定着部の力学的性状」研究代表者:島田 侑子(千葉大学大学院工学研究院 建築学コース) 共同研究対応教員:吉敷 祥一

- 研究目的 -

ベースプレートに長孔を有してローラー支承とした鉄骨屋根接合部(以下,長孔定着部)は長孔の可動域を超えた鉄骨屋根の応答変位により、アンカーボルトの破断、ベースプレートやモルタル等の損傷が生じるが、水平二方向からの地震入力を受けて、長孔側面にアンカーボルトが衝突した場合の破壊は明らかではない、長孔定着部および補強を施した長孔定着部を対象に水平二方向載荷を受けた場合の力学的性状を検討する。

- 研究成果・効果 -

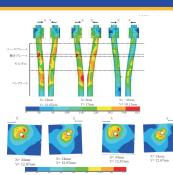
載荷実験の事前検討として、FEMにより楕円載荷の場合の影響を確認した.



	武装体名	載荷万回	人力型	軸力 (KN)	初期変位 X 方向接触
	A-100	一方向	-	100	-
	A-200	一方问	-	200	-
	B-3-100	二方向	3:1	100	-
	B-3-200		3:1	200	-
	B-2-100		2:1	100	-
	B-4-100		4:1	100	-
	C-3-100-a	二方向	3:1	100	×
	C-3-100-b	X/ [H]	3:1	100	0

二方向載荷の場合はアンカー ボルトにねじれの影響と残留 応力発生

最終的にアンカーボルトの変形により、接触点が2点となりスライド不可となった



一般共同研究 C 東京都市大学 焦 瑜(p.231)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.219

一般研究C(2020年度)

「震災後火災を経験する各種鋼材の高温時性能評価」

研究代表者:焦瑜(東京都市大学)

共同研究对応教員:吉敷 祥一

一 研究目的 一

大地震に伴う火災が起こる確率が高く、強震によって火災が発生する前から損傷を受けた鋼構造の耐火性能を 正確に評価するには、まずは最も基本となる塑性化が進んだ各種鋼材の高温時性能を至急解明する必要があ る。本研究では、震災後火災を考慮した予歪の導入による損傷をさせた鋼材の高温引張試験を行い、ある程度 塑性化が進んだ鋼材の高温時力学性能を明らかにするための予<mark>歪載荷履歴</mark>を提案する。

一 研究成果・効果 -

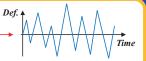


- 鋼構造骨組の地震応答解析
- 最も損傷が大きい鋼部材の変形履 歴を求める <u></u>

1

・ <u>鋼部材の面内数値解析</u> 損傷した鋼材の<mark>歪履歴</mark>を求める





・大地震によって損傷した 鋼材の高温時力学特性を調 べるための予企載荷履歴

- 一定歪振幅4%で30回繰り返す(損傷:D値20%)
- ▶ 一定歪振幅4%で61回繰り返す(損傷:D値40%)
- ▶ 一定歪振幅6%で12回繰り返す(損傷:D値20%)
- ▶ 一定歪振幅6%で23回繰り返す(損傷:D値40%)

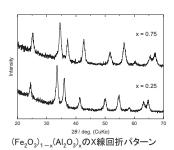
一般研究C·(2020年度)

「AI-リッチFe₂O₃-AI₂O₃固溶体の低温熱容量と相転移現象」 研究代表者:高井 茂臣(京都大学大学院エネルギー科学研究科) 共同研究対応教員:川路均

- 研<u>究目的 -</u>

コランダム型構造を示す α -Fe $_2$ O $_3$ および α -Al $_2$ O $_3$ は、格子定数の違いから固溶範囲は極めて狭いことが知られている。近年我々は、遊星型ボールミルを用いたメカノケミカルな手法により(Fe $_2$ O $_3$) $_1$ - $_4$ (Al $_2$ O $_3$) $_4$ の組成全域で固溶体を形成できることを明らかにしてきた。本年度は移動制限等の影響で、熱容量測定までは至っていないが、ここでは、合成結果についてのみ示す。

一 研究成果・効果 -



いずれもピークはブロードではあるが、不純物相は見られなかった。また、AI-リッチなx = 0.75の方がピークが高角度側に存在することから、AIの置換によって格子定数が小さくなることも確認できる。

一般共同研究 C 宇都宮大学 中野 達也 (p.235)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.225

一般研究C(2020年度)

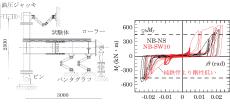
「鋼構造ボルト接合部の弾塑性挙動と応力伝達機構」 研究代表者:中野達也(宇都宮大学 地域デザイン科学部 建築都市デザイン学科) 共同研究対応教員: 吉敷祥--

- 研究目的 -

小規模鋼構造建築物では普通ボルト接合が用いられており、近年、鉄鋼系住宅では天井高の高い居住空間の ニーズが高まっている。しかし、普通ボルトによる梁継手はすべりを生じ、骨組の層間変形角の増加は無視できない。そこで本研究では、床スラブによるすべりの拘束効果を実験的に検討することを目的とする。

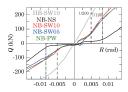
- 研究成果・効果 -

床スラブの有無をパラ メータとした載荷実験を 実施 床スラブによる梁継手 ボルト接合部のすべり の拘束効果を実験的に 確認



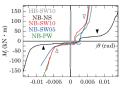
載荷セットアップ 梁継手の弾塑性挙動

床スラブ付き試験体の 支圧開始点に相当する 層間変形角は、純鉄骨 試験体のそれに比べて 半分程度



包絡線(層間変形角)

床スラブと梁の接合形式による差異は小さく, 支圧後の剛性にも大差 はみられない



包絡線(継手回転角)

大場稜平, 中野達也, 他: 普通ボルトによる梁継手の力学性状(その3), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造皿, 2021.9(投稿予定)

一般研究C(2020年度)

「強誘電性鉄酸化物の研究」

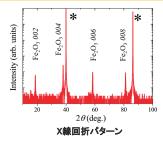
研究代表者:演寄 容丞(防衛大学校 応用科学群 応用物理学科)

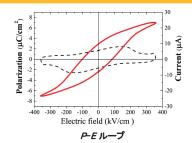
共同研究对応教員: 安井 伸太郎

一 研究目的 一

強誘電性、強磁性を併せ持つマルチフェロイック材料は、低消費電力デバイスへの応用が期待される。しかし、 多くの材料が室温以下でしか両秩序を持っておらず、室温で両秩序を示す材料は非常に少ない。そこで、磁気交換相互作用の強い鉄酸化物に着目し、新規マルチフェロイック物質を探索した。

- 研究成果・効果 -





準安定相であるマルチフェロイック ϵ -Fe $_2$ O $_3$ をエピタキシャル成長させることで安定化させ、物性評価を行った。室温で明瞭な強誘電性ヒステリシスループを確かめることに成功した。

一般共同研究 C 東京工業大学 一杉 太郎 (p.237)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No. 10

一般研究C(2020年度)

「薄膜技術と超高圧技術を組み合わせた新物質創製」

研究代表者:一杉太郎(東京工業大学)

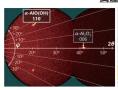
共同研究対応教員:東正樹

一 研究目的 一

超高圧下では大気圧下では合成できない物質を合成することができる。しかし、多く物質は高圧下のみで存在し、大気圧下に取り出せない。そこで、エピタキシャル薄膜に着目した。エピタキシャル薄膜では、基板単結晶から生じた応力によってバルクでは不安定な構造を安定化することができる。本研究は、薄膜形成後に薄膜全体に超高圧を印加する点が独創的である。本年度は、単結晶表面における高圧相物質の配向結晶成長と、バデライト型TiO2の安定化に取り組んだ。

- 研究成果・効果 -

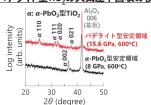
単結晶基板の表面トポタキシャル反応を用いた 高圧相物質の配向結晶成長





結晶の骨格を維持して反応が進行するトポタキシャル反応を単結晶に対して行うことで、配向結晶を育成できる。本研究では、圧媒体内の水分と $Al_2O_3(001)$ 基板を反応させ、高圧相物質である α -AlO(OH)の配向結晶成長に成功した。

高圧相バデライト型TiO2の大気圧下回収の検討



バデライト型 TiO_2 の安定領域で超高圧処理を行ったところ、多結晶体の α - PbO_2 型(減圧相)を得ることに成功した。現状では、バデライト型は得られなかった。

発表論文·関連論文: Yuki Sasahara, Koki Kanatani, Masayuki Matsuhisa, Yuji Wada, Ryota Shimizu, Norimasa Nishiyama and Taro Hitosugi. Impact of Surface Roughness on Recrystallization of an α-Al₂O₃(001) Single Crystal to α-AlO(OH) Diaspore Microcrystals. *ACS Omega* **5**, 23520 (2020).

「生体信号解析におけるフィルタ設計に関する研究」 研究代表者:松浦 康之(岐阜市立女子短期大学)

共同研究対応教員:東 康男

研究目的 一

般的に、生体信号計測では、体動や呼吸といったノイズに対して、ローパスフィルタを用いたノイズ処理が行な われている。しかし、このカットオフ周波数の設定によって、本来抽出すべき情報を抽出できず、必要な生体信号 を得られていないと言った課題がある。本研究では、ノイズ解析手法の課題について整理したうえで、生体信号評 価のための標準的なノイズ解析手法の基礎的研究の蓄積を行うことを目的とする。

研究成果 · 効果

生体信号解析の概念図

生体信号中の ノイズ信号 体

適切な信号処理・解析

(フィルタ設計)

- LPFによるノイズ除去 (カットオフ周波数
 - の妥当性)
- ・数値シミュレーション (疑似乱数列を用いた ノイズの比較検討)
- 個人間ばらつきの考慮
- ・新たな生体反応 指標の開発
- 生体活動センシ ングパラメータ の検証
- ・個人推定アルゴ リズムの開発

※今年度はコロナ禍の影響で、当初予定していた研究内容を進めることができなかった。当初予定していた実験 については、人と人との接触を伴うため、今年度については実験そのものを中止せざるを得ず、フィルタ設計に関 する文献調査と検討のみに留まった。

> 一般共同研究 C 工学院大学 松田 頼征 (p.240)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.230

「鋼構造制振建物におけるコンクリートスラブ有効幅に関する検討」

研究代表者:松田頼征(工学院大学)

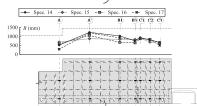
共同研究対応教員:佐藤大樹

研究目的 一

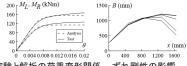
本研究の目的は、制振構造における合成梁を対象に、どの程度の有効幅が発揮されるかを実験と解析から明らかにすることであ る。鉄骨部とスラブ形状にパラメータを与えた実験から、スラブの有効幅がどのように変化するかを明らかにする。合成梁に複曲率 曲げを与えた既往実験を再現できる解析モデルを作成し、パラメトリックスタディを実施する。解析モデルは、スラブをシェル要素と し、実験の荷重変形関係を再現できるものとする。パラメトリックスタディはガセットプレートの有無・形状、スタッドのずれ剛性、軸力 の有無であり、これによってスラブ有効幅がどのように変化するかを分析する。

研究成果·効果

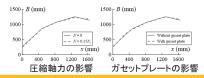
- 1. 実大部分架構実験の鉄筋に生じる歪 値から有効幅を算出
- ·スラブ厚さ(Spec.14) ・梁ウェブ厚さ(Spec.15)
- 有効幅の値は 概ね同等 補剛スチフナ(Spec.16)
- ·梁継手(Spec.17)



- 2. 複曲率曲げを与えた既往実験を有限要素解析で再現し、スタッ ドのずれ剛性、圧縮軸力の有無、ガセットプレートの有無をパラ メータに、有効幅に及ぼす影響を確認
 - →いずれも、有効幅に大きな影響は与えないことが確認された。



実験と解析の荷重変形関係 ずれ剛性の影響



「高熱伝導コンポジット材料の熱物性に対する自己組織化材料組織の効果」 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 教授

一 研究目的 一

窒化ケイ素結晶とSUS316Lのコンポジット材料の混練速度を変えて自己組織化材料組織の構築が可能である か検討を行った。得られた材料組織は混練速度の変化に対応し、窒化ケイ素フラクタル凝集体を形成していた。 この材料組織に対してマルチフラクタル解析を実施したところ、混練速度の変化に伴う粒子の凝集分散により、フ ラクタル一般次元Dq(q=0, 1, 2)が系統的に変化し、粒子形態と粒子配置が系統的に変化することが示された。

一 研究成果・効果

材料組織開発コンセプト

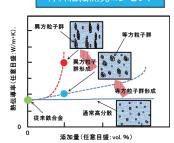
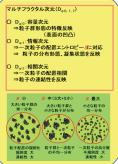


図 パーコレーションによる粒子群形成と異方化の効果

自己組織化とフラクタル次元



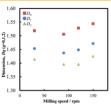


図 混練速度に対するフラクタル一般次元 Da(a=0.12) の変化

【まとめ】練速度の変化に対応しフラクタル一般次元Da (q=0, 1, 2)が系統的に変化することを確認した。 【今後】粒子群の異方性形態と熱物性についてフラ クタル次元との相関性について検討、材料設計指 針の提案に結びつけたい。

> 一般共同研究 C 東京工業大学 物質理工学院 和田 裕之 (p.244)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.59

「液中レーザアブレーションによる機能性ナノ粒子生成と光学的応用」 研究代表者:和田裕之(東京工業大学物質理工学院) 共同研究対応教員:中村一隆

一 研究目的 一

レーザーアブレーションを用いた材料創成は大変注目されており、高い結晶性で元素をドープした機能性ナノ 粒子の生成が可能で、医療、エネルギー、エレクトロニクス等の幅広い分野での応用が期待されている。本研究 では、各種機能性ナノ粒子を作製し、医療分野ではがん治療やバイオイメージング、エネルギー分野では太陽電 池、エレクトロニクス分野では白色発光ダイオードへの応用を検討する。

一 研究成果・効果 一

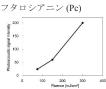
医療分野 (がん治療)

NaYF₄:Er,Yb

Upconversion spectra of NaYF4:Er,Yb noparticles (λ_{ev} : 980 nm).¹⁾

- ・母体結晶が低フォノンエネルギー であるため緑色発光を確認
- ・生体適合性が高い球状ナノ粒子 が生成

医療分野 (バイオイメージング) 医療分野 (バイオイメージング) エネルギー分野 (太陽電池)



Photoacoustic intensity of nanoparticles as a function of laser fluence²⁾

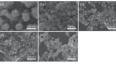
・光音響信号の発生を確認 高フルエンスで信号が増加

CuS

Absorption spectra of nanoparticle solution at each laser fluence.3)

・高フルエンスで吸光度が増加 とブルーシフトを確認





SEM images of nanoparticles (laser fluence: (a) 118, (b) 158, (c) 208, (d) 258, and (e) 308 mJ/cm²).⁴

- 高フルエンスで微細化
- 別途物質で生成機構を解明⁵⁾

- 1) Koro Yagi, Kazuki Mori, Osamu Odawara, Hiroyuki Wada, J. Laser Appl. 32 (2020) 022062 2) Teruki Akimori, Kentaro Nakamura, Tsuyoshi Asahi, Hiroyuki Wada, J. Laser Appl. 32 (2020) 022070. 3) Kazuki Isoda, Ryuga Yanagihara, Yoshitaka Kitamoto, Masahiko Hara, Hiroyuki Wada IEICE Trans. Electronics, in press. 4) Li Kun, Yoshitaka Kitamoto, Masahiko Hara, Hiroyuki Wada, J. Laser Appl. in press. 5) Rie Tanabe-Yamagishi, Yoshiro Ito, Haohao Wang, and Hiroyuki Wada, Appl. Phys. Express 13 (2020) 075008.

ワークショップ(2020年度)

「バルクセラミックスの信頼性に関するワークショップ」

開催日時:2021年1月21日

場所:長岡技術科学大学(オンライン) 研究代表者:田中諭(長岡技術科学大学)

共同研究対応教員: 若井史博

一 研究目的 一

粉体プロセスで作られるバルクセラミックス各分野の研究者が一同に会して、セラミックスの高信頼性化を実現するための具体的な議論をし、次世代バルクセラミックス開発のための基盤技術と基礎科学の構築することを目的とする。

一 研究成果・効果 一

バルクセラミックスの信頼性は、構造材料だけでなく電子セラミックスでも同様に重要である。特に、開発を行う研究者においては特性に加えて、その信頼性の確保も同様に重要な課題であり、苦労されている方も多い。そこで、電子セラミックスにおける信頼性に関する最近のトピックから基礎的な内容について議論した。結晶粒子のカ学特性、非破壊評価、積層セラミックコンデンサの絶縁劣化箇所の可視化、放射光X線ナノCTによる電子デバイスの信頼性解析といった内容となった。42名の参加があり、企業の参加割合が64%であった。

講演内容

「積層セラミックコンデンサにおける絶縁劣化箇所の特定と可視化」井澤 一欽(京セラ株式会社)「SPring-8放射光X線ナノCTによる電子デバイスの信頼性解析 」 大熊学 (物質材料研究機構)「マイクロカンチレバー曲げ試験によるセラミックスのメソスケールカ学特性評価」多々見純一(横浜国立大学)「波長掃引型光コヒーレンストモグラフィーによるセラミックス内部構造の非破壊評価技術」 高橋拓実(KISTEC)

バルクセラミックス研究会URL https://mst.nagaokaut.ac.jp/ceramsci/Bulkceramics/bulk%20ceram.html

ワークショップ 静岡大学 脇谷 尚樹 (p.248)

フロンティア材料研究所 共同利用研究 No.41

ワークショップ(2020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:令和3年1月9日(土) 場所:オンライン(zoomを利用)

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 准教授

一 研究目的 一

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す。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)[2020年度プロセス研究会] 講演者:鈴木久男 教授(静岡大学)、水谷惟恭 名誉教授(東京工業大学)、川口昂彦 助教(静岡大学)、参加者24名、参加機関:14機関

(2) 今年度で10年目のワークショップとなったプロセス研究会であるが、これまでにも劣らず熱のこもった議論がなされた。今年度は感染症拡大の影響で対面開催ができず、オンライン開催となったが、この数年の間では最も多い24名の参加があった。今年度で退官となる鈴木教授によるこれまでのアルコキシドの反応制御を駆使した高性能セラミックスのプロセッシングに関する研究内容や、昨今の大学を取り巻く環境を俯瞰しつつ今年度のコロナ禍による影響と今後の大学教育・研究の在り方について情報交換がなされた。これにより、研究の幅が広がった・新しい知見を得られた、などの意見が数多く聞かれ、参加者にとって有意義な研究会となった。



図:オンライン開催した研究会の集合写真