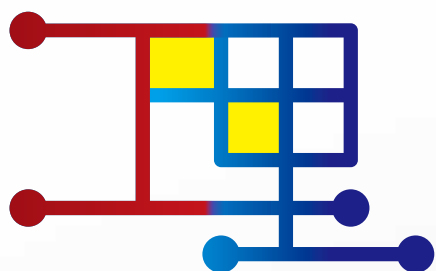




TOHOKU
UNIVERSITY



E - I M R

先端エネルギー材料
理工共創研究センター

Collaborative Research Center on Energy Materials

平成27年度
研究成果報告書

2015 Report on Research Activities



東北大学金属材料研究所

はじめに

先端エネルギー材料理工共創研究センター(E-IMR)は、前身である低炭素社会基盤材料融合研究センター(LC-IMR)を発展的に改組して平成 27 年 4 月に発足致しました。

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

具体的な研究部門とそれぞれの研究ターゲットは以下の通りです：

1) スピンエネルギー材料研究部門では、新概念の変換機能を持つエネルギー材料の実現を目指して、スピン流を介したエネルギー変換に関する学理を追求し、変換効率が高く経済性・耐久性にも優れたエネルギー材料の創成に取り組み、将来の創エネ・省エネ社会の構築に貢献します。

2) イオンエネルギー材料研究部門では、高性能・高機能な全固体二次電池や多機能型二次電池の実現に向けて、イオン輸送と化学エネルギー変換における学理を追求して新規な固体電解質と電極材料の開発に取り組み、新しい電池がもたらす快適な社会の構築に貢献します。

3) 光エネルギーの材料研究部門では、より多くの電気エネルギーを得ることのできる低コスト・高効率太陽電池の実現を目指して、シリコン多結晶の融液成長や薄膜成長に関する新しい学理と結晶成長技術の確立を理工共創で取り組み、太陽の光エネルギーを最大限に利用する創エネ社会の発展に貢献します。

4) 材料プロセス・社会実装研究部門では、本センターの研究成果である先端エネルギー材料の早期の社会実装を目指し、高い性能と品質を持ち経済性に優れた材料を製造する材料プロセス研究と、エネルギー材料の性能評価手法の開発、材料・デバイスの性能実証に取り組み、先端エネルギー材料を基盤とした新しいエネルギーシステムの構築に貢献します。

「高効率エネルギー変換・高速輸送現象の実現に向けた新しい学理の構築」、「社会実装を目指した材料創製の指導原理の確立」、そして「理工共創研究による新しい研究能力を持った人材の育成」を目標とする本センターの今後の活動にご期待下さい。

平成 28 年 7 月

先端エネルギー材料理工共創研究センター
センター長 折茂 慎一

目次

Contents

はじめに Introduction

1. 概要 Outline	1
2. 新聞発表等 Press Release	5
3. 外部研究資金リスト List of Budgets	17
4. 特許リスト List of Patents	21
5. 各種受賞・表彰リスト List of Prizes and Awards	23
6. 主催した会議・研究会・ワークショップ Organized Meetings, Workshops and Conferences	25
7. 研究成果報告 Report on Research Activities	33
7-1. スピンエネルギー材料研究部	33
共創研究の成果 Report on Research Activities	
論文リスト List of Publications	
国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings	
国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings	
代表論文 Representative Papers	
7-2. イオンエネルギー材料研究部	59
共創研究の成果 Report on Research Activities	
論文リスト List of Publications	
国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings	
国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings	
代表論文 Representative Papers	
7-3. 光エネルギー材料研究部	101
共創研究の成果 Report on Research Activities	
論文リスト List of Publications	
国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings	
国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings	
代表論文 Representative Papers	

7.4. 材料プロセス・社会実装研究部	119
共創研究の成果 Report on Research Activities	
論文リスト List of Publications	
国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings	
国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings	
代表論文 Representative Papers	
7.5. 客員教員 Visiting Professors	139
研究成果報告書 Report on Research Activities	
8. 職員及び運営委員 名簿 List of Staffs	145

1. 概要

Outline

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

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



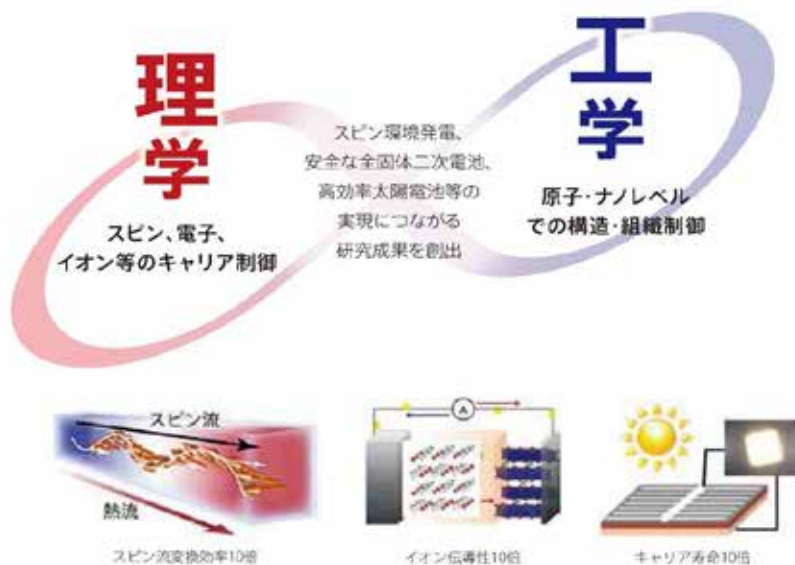
センター長 折茂 慎一

目 標

- ① 高効率エネルギー変換・高速輸送現象の実現に向けた新しい学理の構築
- ② 社会実装を目指した材料創成の指導原理の確立
- ③ 理工共創研究による新しい研究能力を持った人材の育成

原子レベルでの複合キャリア制御

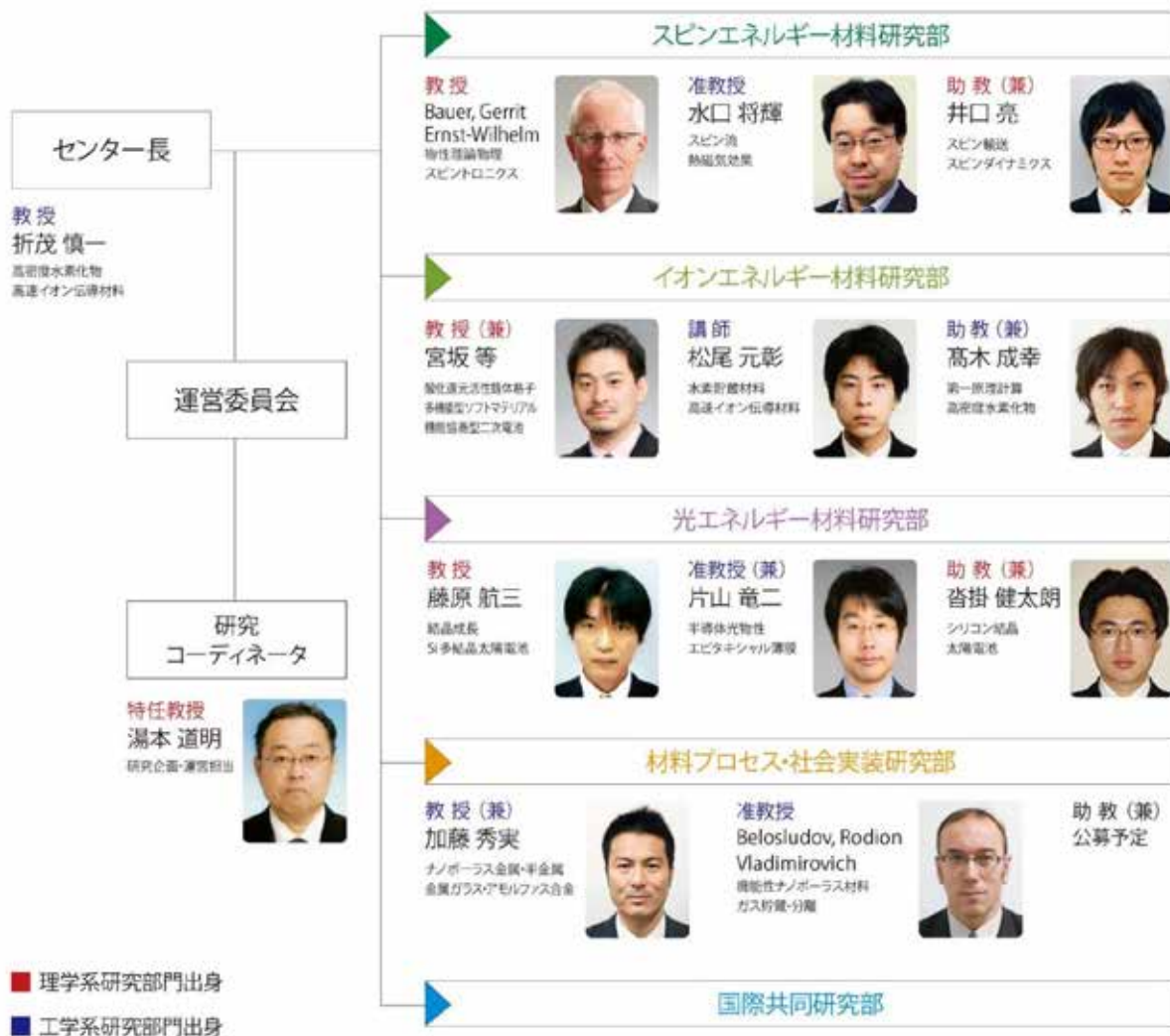
エネルギー変換や物質移動において高い効率や性能を実現するために、スピン、電子、イオン、ホール、フォトンなどの多様なキャリアを複合的に取り扱い原子レベルで制御する



概要 2 Outline

東北大学金属材料研究所の理学系研究部門で蓄積されたスピン、電子、イオン等のキャリア制御に関する研究実績と、工学系研究部門で蓄積された原子・ナノレベルでの構造・組織制御に関する研究実績を融合し、基礎から応用までの研究を系統的・包括的に実施します。

実施体制



スピニングエネルギー材料研究部

スピニングエネルギー変換や発電技術に展開する

21世紀に入り、私たちの生活(製鉄)のあらゆる部分で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。エネルギー変換や発電技術は、私たちの生活(製鉄)のあらゆる部分で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。



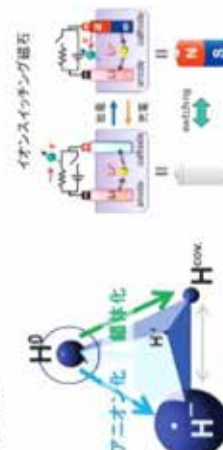
スピニングエネルギー変換や発電技術に展開する

スピニングエネルギー変換や発電技術は、私たちの生活(製鉄)のあらゆる部分で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。

共創る

高速イオン伝導材料を利用して近未来型二次電池を創成する

私たちの暮らしの中で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。エネルギー変換や発電技術は、私たちの生活(製鉄)のあらゆる部分で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。



高速イオン伝導材料を利用して近未来型二次電池を創成する

私たちの暮らしの中で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。エネルギー変換や発電技術は、私たちの生活(製鉄)のあらゆる部分で、エネルギー変換や発電技術が展開されています。

光エネルギー材料研究部

太陽の光エネルギーをより経済的に大量に利用する

太陽の光エネルギーをより経済的に大量に利用する。太陽の光エネルギーをより経済的に大量に利用する。



太陽の光エネルギーをより経済的に大量に利用する

太陽の光エネルギーをより経済的に大量に利用する。

先端エネルギー材料の速やかな社会実装に挑戦する

先端エネルギー材料の速やかな社会実装に挑戦する。先端エネルギー材料の速やかな社会実装に挑戦する。



先端エネルギー材料の速やかな社会実装に挑戦する

先端エネルギー材料の速やかな社会実装に挑戦する。

イオンエネルギー材料研究部

国際共同研究部



エネルギー材料研究の国際共創力を強化する

海外の優秀なエネルギー材料研究者を最優秀者として招聘し、新たな研究プロジェクトの開始や成果の社会実装に向けた国際共同研究に取り組めます。

材料プロセス・社会実装研究部



最先端材料の製造プロセスと社会実装の連携を推進する

最先端材料の製造プロセスと社会実装の連携を推進する

2. 新聞発表等

Press Release

新聞発表等

3次元格子の分子磁石を設計 多機能性磁性体開発にも期待
科学新聞 2015年1月9日

水素大量貯蔵の化合物
日経産業新聞 2015年3月30日

クロムに7水素結合成功
日刊工業新聞 2015年4月3日

クロムに7つの水素を結合 ハイドライド・ギャップ克服
科学新聞 2015年4月10日

スピンを利用したエレクトロニクスの世界(連載コラム「科学の泉」)
河北新報 2015年4月14日-2015年4月19日

東北大先端材料理工共創センター「スピン流」効率よく電気に
日経産業新聞 2015年9月30日

リチウムイオン高耐熱に セ氏150度でも使える電池
日経産業新聞 2015年11月16日

全固体リチウム二次電池 高耐熱技術を開発
日刊工業新聞 2015年11月18日

スポンジ状炭素材料 大容量蓄電池に道
日経産業新聞 2015年12月4日

LiBH₄系固体電解質 東北大などと量産技術
日刊工業新聞 2016年1月21日

3. 外部研究資金リスト

List of Budgets

外部研究資金リスト

※研究代表者に下線

Spin Mechanics

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM、野村 健太郎、高橋 三郎、TRETIAKOV OLEG

基盤研究(A)

2013年4月～2018年3月

規則合金スピントロニクス材料の新展開

高梨 弘毅、BAUER GERRIT ERNST-WILHELM、白井 正文

基盤研究(S)

2013年4月～2018年3月

ナノスピン変換科学

スピン変換機能設計班：村上 修一、前川 禎通、多々良 源、永長 直人、BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

新学術領域研究

2014年4月～2019年3月

π -集積型ピラードレイヤー構造による格子・空間物性制御

宮坂 等

新学術領域研究

2015年4月～2017年3月

マルチフェロイック混合原子価磁性鎖

宮坂 等

挑戦的萌芽研究

2015年4月～2017年3月

導電性分子磁石の外部摂動による機能制御

宮坂 等

その他寄附金

2012年4月～2016年3月

二次電池を利用した配位高分子電極の磁気相転移制御

宮坂 等

その他寄附金

2015年10月～2016年9月

その場観察法による Si 多結晶の融液成長メカニズムの解明

藤原 航三、杳掛健太郎

基盤研究(A)

2014年4月～

オープンセル型ナノポーラスシリコンの開発と長寿命大容量リチウムイオン電池への応用

加藤 秀実、市坪 哲、和田 武

基盤研究(A)

2013年4月～2017年3月

ナノスピノイオニクスの開拓

水口 将輝

挑戦的萌芽研究

2014年4月～2017年3月

CREST ナノ超空間を利用した熱・スピン・電界交差相関による高効率エネルギー変換材料の創製

水口 将輝、中村芳明、藤田武志、大江純一郎

戦略的創造研究推進事業

2015年10月～

磁性ナノ微粒子を含むグラニューラー構造の創製と太陽光電力変換素子への応用

水口 将輝

その他寄附金

2015年1月～2015年12月

高速粒子線照射法による希土類・貴金属元素フリー新規磁石材料の創製

水口 将輝

その他寄附金

2014年4月～2015年4月

完全スピン偏極反強磁性材料の開発とスピントロニクスデバイスへの応用

水口 将輝

その他寄附金

2013年4月～2015年4月

光源集積型波長変換による深紫外レーザの超小型化に関する研究

片山 竜二

挑戦的萌芽研究

2014年4月～

窒化物半導体微小共振器を用いた量子相関光子対光源の開発

片山 竜二

その他受託研究費

2014年11月～2016年5月

錯体水素化物の高速イオン伝導機構の解明と多価イオン伝導・イオン液体への機能展開

松尾 元彰

若手研究(B)

2014年4月～2016年3月

錯体水素化物における化学結合形成メカニズムの解明とそれにもとづく材料探索

高木 成幸

若手研究(B)

2014年4月～2016年3月

高密度水素化物の材料科学 -水素の結合自由度を利用したハイドライド・ギャップの克服

折茂 慎一

基盤研究(S)

2013年4月～2018年3月

中間的な結合を有する水素貯蔵材料の探索技術および評価技術の構築

折茂 慎一

共同研究費

2015年4月～2016年3月

スピントロニクス創生の創生

内田 健一、塩見 淳一郎、井口 亮

基盤研究(A)

2015年4月～2018年3月

mono-like Si 結晶におけるシード境界からの転位発生メカニズムの解明

沓掛 健太郎

若手研究(A)

2013年4月～2017年3月

4. 特許リスト

List of Patents

特許リスト

ポーラス部材の製造方法

和田 武、加藤 秀実

特願 2016-026731 (2016年2月16日出願)

ナノ複合金属部材の製造方法および相分離系金属固体同士の接合方法

和田 武、加藤 秀実

特願 2016-026732 (2016年2月16日出願)

スピンドウンコンバータ及び周波数変換方法

渡邊 真悟、齊藤 英治、井口 亮、塩見 雄毅、廣部 大地

特願 2016-055486 (2016年3月18日出願)

5. 各種受賞・表彰リスト

List of Prizes and Awards

各種受賞・表彰リスト

The 3rd International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications (LEDIA '15) 13. Student's Paper Award

“Influence of V/III ratio and layer thicknesses on MOVPE-grown N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple quantum wells”

K. Shojiki, J.H. Choi, T. Tanikawa, S. Kuboya, T. Hanada, R. Katayama, and T. Matsuoka
2015年4月24日

日本磁気学会 平成27年度「優秀研究賞」

磁性ナノ超構造の創製とスピンドバイス応用の研究

水口 将輝

2015年9月9日

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6) Young Scientist Award

“Large Stokes shift in N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple-quantum-well light-emitting diodes”

T. Tanikawa, K. Shojiki, R. Katayama, S. Kuboya, and T. Matsuoka,
2015年11月13日

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6) Young Scientist Award

“Effects of Mg/Ga and V/III source ratios on hole concentration of N-polar (000-1) p-type GaN grown by MOVPE”

R. Nonoda, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, R. Katayama, and T. Matsuoka
2015年11月13日

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6) Young Scientist Award

“Homogeneity improvement of N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple quantum wells by changing substrate off-cut-angle direction”

K. Shojiki, T. Hanada, T. Tanikawa, Y. Imai, S. Kimura, R. Nonoda, S. Kuboya, R. Katayama,
and T. Matsuoka

2015年11月13日

第20回応用物理学会東北支部学術講演会 講演奨励賞

「N極性(000-1)p型GaNのMOVPE成長におけるMg/Ga・V/III原料供給比の正孔濃度への影響」

野々田 亮平, 正直 花奈子, 谷川 智之, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志

2016年1月23日

第7回薄膜太陽電池セミナー優秀ポスター賞

「InGaN/GaN 太陽電池の格子極性と発電特性」

谷川 智之, 川島 静人, 正直 花奈子, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志,

2016年3月15日

第74回日本金属学会功績賞（物性部門）

金属ガラスの緩和・複合化および金属溶湯中での脱成分技術に関する研究

加藤 秀実

2016年3月23日

6. 主催した会議・研究会・ワークショップ

Organized Meetings, Workshops and Conferences

主催した会議・研究会・ワークショップ

Spin Dynamics in Nanostructures Gordon Research Conference
The Hong Kong University of Science and Technology Hong Kong, China
2015年7月26日～31日

Spintronics from Mathematics to Devices
東北大学 知のフォーラム
2015年9月14日～12月11日

Spintronics with Antiferromagnets
東北大学 知のフォーラム
2015年11月16日～11月17日

Spin Energy Materials
東北大学 知のフォーラム
2015年12月3日～12月4日

10th International Symposium Hydrogen & Energy
ラフォーレ蔵王リゾート&スパ
2016年2月21日～2月26日

Spin Dynamics in Nanostructures

Gordon Research Conference

Nanoscale Spintronics with Magnons, Phonons, and Photons

Dates

July 26-31, 2015

Organizers

Chair:

Gerrit E. W. Bauer

Location

The Hong Kong University of Science and Technology
Hong Kong, China

Vice Chair:

Stuart Parkin

Meeting Description

Spintronics is a leading contender for future nano-scale, "beyond Moore", data storage, processing, and transmission technologies. In particular, magnetism-based spintronics has enormous largely unexplored potential given its two particular features: (i) the extreme robustness of the magnetic order parameter against elevated temperatures and nanoscale confinement, and, (ii) the power-efficient spin-torque manipulation of the magnetic order by electric currents. As researchers are probing deeper into the spin dynamics of nanostructures, new physics and associated functionalities are being discovered at a dazzling pace. The 2nd Gordon Research Conference and 1st Gordon Research Seminar on "Spin Dynamics in Nanostructures" will provide an important stage for the main players in the field (and those who want to join them) to present and discuss new results and future plans, in theory, computation, simulation, and experiments.

The conference will touch many issues of modern spintronics and magnetism that challenge conventional wisdom. Magnetism occurs in metals and insulators, in the form of ferro-, ferri- and antiferromagnetic ground states, all with specific dynamical properties. Elementary spin wave excitations (magnons) can be excited and controlled by external stimuli such as magnetic fields, heating, electric currents, light (photons) and sound (phonons). The magnetization field may contain topological defects such as domain walls, vortices, and skyrmions that are especially susceptible to perturbations. The spin-orbit interaction is an essential ingredient to access, excite and stabilize magnetic textures and their dynamics. As structures approach the nanometer scale, new challenges arise due to the increased role of internal interfaces and contacts to the outside world and novel emerging quantum effects. Moreover, studies on the femtosecond to picosecond time-scales provide insights into regimes which defy established wisdom.

We invite starting and expert researchers from academia and industry with backgrounds in experiment, theory, and computation of magnetism, optics, mechanics, electronics and thermoelectrics to participate in these meetings. The goal of these meetings is to exchange ideas and to discuss the most recent progress and most challenging problems. Of special welcome are junior scientists working on or interested in the field. At the preceding 1st Gordon Research Seminar in magnetism they will receive briefings from leading researchers as well as present and extensively discuss their work among themselves in order to maximally profit from the subsequent conference.

Related Meeting



This GRC was held in conjunction with the "Spin Dynamics in Nanostructures" Gordon Research Seminar (GRS). Refer to the [associated GRS program page](#) for more information.

Contributors



Tohoku Forum for Creativity
Thematic Program 2015

Spintronics

from Mathematics to Devices

September 14 – December 11, 2015

Events

Elementary Spintronics School

(September 14 - December 11, 2015)

International Workshops :

- **Mathematical Approach to Topological Phases in Spintronics**
(October 5-9, 2015)
- **Quantum Nanostructures and Electron-Nuclear Spin Interactions**
(October 19-23, 2015)
- **Spintronics with Antiferromagnets**
(November 16-17, 2015)
- **Spintronics**
(November 18-20, 2015)
- **Spintronics VLSI**
(November 20-21, 2015)

Key Participants Include

David Awschalom Chicago

Albert Fert Paris

Stuart Parkin Almaden/Halle

Committee

Tohoku University

Gerrit Bauer Chair

Yoshiro Hirayama Co-chair

Yasuo Ando

Joseph Barker

Tetsuo Endoh

Motoko Kotani

Fumihiro Matsukura

Junsaku Nitta

Kentaro Nomura

Hideo Ohno

Eiji Saitoh

Koki Takanashi

Oleg Tretiakov

Masahiro Yamaguchi



TOHOKU FORUM
for CREATIVITY

The Tohoku Forum for Creativity is the first international visitor research institute in Japan.
Our aim is to identify important problems across all fields of research,
and to develop innovative ideas and deeper theoretical foundations through intensive, focused discussions.

www.tfc.tohoku.ac.jp

Supported by



TOKYO ELECTRON



Tohoku Forum for Creativity Thematic Program 2015
Spintronics : from Mathematics to Devices

International Workshop :

Spintronics with Antiferromagnets

32nd Reimei Workshop on Frontiers of Condensed Matter Physics

2015 Nov. 16-17 TOKYO ELECTRON House of Creativity 3F, Lecture Theater,
Katahira Campus, Tohoku University

Invited speakers

Arne Brataas

(Norwegian University of Science and Technology, Norway)

Axel Hoffmann

(Argonne Lab, USA)

Mathias Klaeui

(University of Mainz, Germany)

Allan MacDonald

(University of Texas at Austin, USA)

Takahiro Moriyama

(Kyoto Univ.)

Qian Niu

(University of Texas at Austin, USA)

Takuya Satoh

(Kyushu University, Japan)

Oleg Tchernyshyov

(JHU, USA)

Maxim Tsoi

(University of Texas at Austin, USA)

Helen Gomonay

(National Technical University, Ukraine)

Tomas Jungwirth

(Academy of Sciences, Czech Republic)

Dazhi Hou

(Tohoku Univ.)

Sadamichi Maekawa

(JAEA, Japan)

Naoto Nagaosa

(RIKEN and University of Tokyo, Japan)

Stuart Parkin

(Max Planck Institute – Halle/Saale, Germany)

Jairo Sinova

(University of Mainz, Germany)

Yaroslav Tserkovnyak

(UCLA, USA)

Xavier Waintal

(CEA Grenoble, France)

Chairs

Oleg Tretiakov (Assistant Professor, Institute for Materials Research, Tohoku University)

Gerrit Bauer (Professor, Institute for Materials Research / Advanced Institute for Materials Research, Tohoku University)

For more details

<http://www.tfc.tohoku.ac.jp/event/2134.html>



www.tfc.tohoku.ac.jp

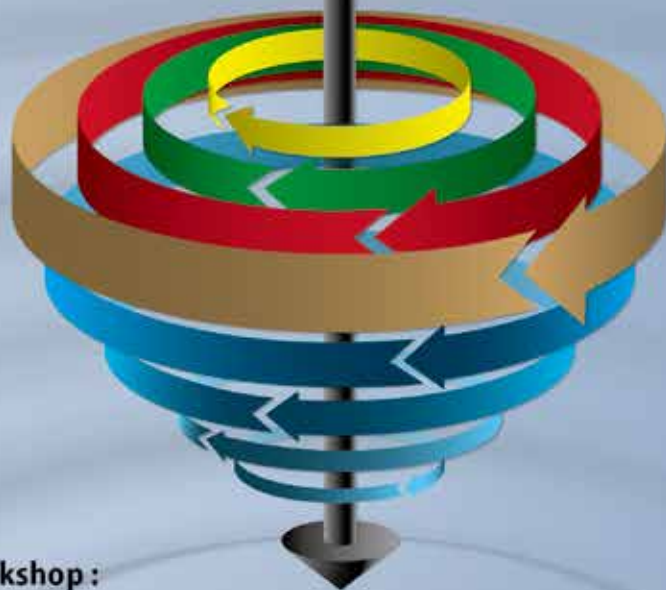
Supported by



TOKYO ELECTRON



Tohoku Forum for Creativity Thematic Program 2015
Spintronics : from Mathematics to Devices



International Workshop :

Spin Energy Materials

2015 Dec. 3-4 | TOKYO ELECTRON House of Creativity 3F, Lecture Theater,
Katahira Campus, Tohoku University

Invited Speakers

Felix Casanova
(NanoGLINE)

Oliver Klein
(CEA-IRAMIS)

Roberto Myers
(Ohio State University)

Ke Xia
(Beijing Normal University)

Joseph Barker
(Tohoku University)

Dazhi Hou
(Tohoku University)

Akihiro Kirihara
(NEC)

Takashi Kimura
(Kyushu University)

Hiroshi Kohno
(Nagoya University)

Sadamichi Maekawa
(Japan Atomic Energy Agency)

Akira Oiwa
(Osaka University)

Rafael Ramos
(Tohoku University)

Gen Tatara
(RIKEN)

Koji Usami
(University of Tokyo)

Takehito Yokoyama
(Tokyo Institute of Technology)

Organizing Committee (Tohoku University)

Masaki Mizuguchi (Chair)

Ryo Iguchi (Co-chair)

Gerrit Bauer

Ken-ichi Uchida

Kentaro Nomura

Eiji Saitoh

Koki Takanashi

Shinichi Orimo



Support Section



International Collaboration Center
of IMR (ICC-IMR)



Collaborative Research Center
on Energy Materials (E-IMR)



Spin
Quantum
Rectification

ERATO Spin Quantum Rectification
(ERATO-SQR)

For more details

<http://www.tfc.tohoku.ac.jp/event/4117.html>



www.tfc.tohoku.ac.jp

Supported by



TOKYO ELECTRON

10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM HYDROGEN & ENERGY

Hydrogen Production, Hydrogen Storage, Hydrogen Applications, Theory and Modelling, Fuel Cells, Batteries, Synthetic Fuels, Functional Materials.

The 10th International Symposium “Hydrogen & Energy” serves as an information platform of the fundamental science and technology and the frontiers of research on hydrogen and energy. The symposium consists of invited keynote lectures reviewing the key elements of the hydrogen cycle, i.e. the hydrogen production, hydrogen storage and hydrogen combustion and fuel cells. Furthermore, contributions on the conversion of renewable energy in general and energy carriers beside and beyond hydrogen are very welcome. The world leading experts present the current research challenges and most important results in invited and contributing talks. Early stage and experienced researchers present their newest results and the open questions on posters as well as in a one slide presentation. The conference will take place in the LAFORET hotel & resort Zao in the beautiful small village. Zao is known for “Juhyo (The Snow Monster)” which can be viewed in winter. The snowmobile, wildmonster, takes you to the deep snow Juhyo area from Sumikawa Snow Park.

The number of participants is limited to 60.

21. – 26. February 2016

LAFORET
HOTELS & RESORTS
2-1, Nanokahara, Togatta-onsen, Zao-cho, Katta-gun
Miyagi 989-0916 JAPAN
Phone: +81-224-35-3111
Fax: +81-224-35-3131
<http://www.laforet.co.jp/lfhotels/zao/>

ACKNOWLEDGEMENT

SUPPORTED BY
Tohoku University

International Collaboration Center IMR (ICC-IMR)



Institute for Materials Research(IMR)



Collaborative Research Center on Energy Materials (E-IMR)



WPI Advanced Institute for Materials Research (WPI-AIMR)



**10th INT.SYMPIOSIUM
HYDROGEN & ENERGY**



21.-26. February 2016

Laforet Hotels & Resorts, Zao, JAPAN



<http://hesymposium.ch/>

SUBJECTS

- Hydrogen production
- Hydrogen storage
- Fuel Cells
- Batteries
- Synthetic fuels
- Theory & Modeling
- Applications

SUPPORTED BY

Tohoku University
International Collaboration Center IMR (ICC-IMR),
WPI Advanced Institute for Materials Research
(WPI-AIMR), Institute for Materials Research(IMR),
Collaborative Research Center on Energy Materials
(E-IMR).



STEERING COMMITTEE

Bernard DAM, Netherlands
Shin-ichi ORIMO, Japan
Jan ROSSMEISEL, Denmark
Min ZHU, China
Andreas ZÜTTEL, Switzerland

INVITED SPEAKERS

Etsuo AKIBA, Japan
Katsutoshi AOKI, Japan
Tom AUTREY, USA
Ping CHEN, China
Young Whan CHO, Korea
Martin DORNHEIM, Germany
Bjorn C. HAUBACK, Norway
Michael HIRSCHER, Germany
Craig M. JENSEN, USA
Torben R. JENSEN, Denmark
Xing Guo LI, China
Craig BUCKLEY, Australia
Tejs VEGGE, Denmark
Min ZHU, China
Andreas ZÜTTEL, Switzerland

PROGRAM

	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr
9:00						
12:00			Break	Break	Break	Chasing & Lunch
14:00			Exhibits	Exhibits	Social Event	Depart.
17:00	Receipt	Break	Dinner	Dinner	Dinner	Conf. Dinner
18:00	Dinner	Poster	Poster	Poster	Poster	Ime Talk

LOCATION



LAFORET Hotels & Resorts

2-1, Nanokahara, Togatta-onsen, Zao-cho,
Katta-gun, Miyagi 989-0916 JAPAN
<http://www.laforet.co.jp/lfhotels/zao/>

REGISTRATION

Conference fee
General : ¥100,000.
Room Shared Students : ¥70,000
Incl. room (5 nights), proceedings and social event, breakfast, coffee breaks, lunch, dinner, conference dinner, non alc. beverages.

Registration and abstract submission:
before 6th November, 2015

7. 研究成果報告

Report on Research Activities

7. 研究成果報告

Report on Research Activities

7-1. スピンエネルギー材料研究部

Spin Energy Materials Research Division

教授 Bauer, Gerrit Ernst-Wilhelm

准教授 水口 将輝

助教(兼) 井口 亮

共創研究の成果 Report on Research Activities

論文リスト List of Publications

国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings

国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings

代表論文 Representative Papers (冊子にのみ掲載)

平成 27 年度の共創研究の概要

スピンを介したエネルギーの変換技術としてスピン熱電変換が注目されている。本研究部門では、本効果の原理の解明を行って出力向上の指針を得て、複合構造や材料開発といった工学技術を駆使することで、ブレークスルーを創出することを目指す。

スピン熱電変換の一つ、スピnzeーベック効果においては、統一的な理論の不在がスピン熱電変換出力向上の阻害要因となっていた。理論面から、Bauer 教授はスピnzeーベック効果についての拡張された新しいモデルを提唱した。スピンの集団運動であるマグノンの化学ポテンシャルを含め、界面のマグノン分布は熱平衡から外れないとしていた従来の理論を書き直した新しい理論である。高温領域で適用可能なマグノン数を保存するマグノン-格子散乱下でも取り扱える拡散モデルと、低温領域で適用可能なバリスティックモデルを提案した。低温領域ではバリスティック伝導が支配的になるが、そのような領域でもマグノン蓄積は形成可能であることが明らかになった。これを受けて、井口助教は、スピnzeーベック効果の原理解明に向けて、本理論が新たに予言するマグノン流生成現象を明らかにすべく、実験の提案と実験系の構築を行った。具体的には、マグノン緩和時間スケールでの磁場変調に伴うマグノンギャップの制御が重要であるとの認識に至り、これを実現すべく周波数ドメインでの高速微小電圧測定系の立ち上げを行った(図 1)

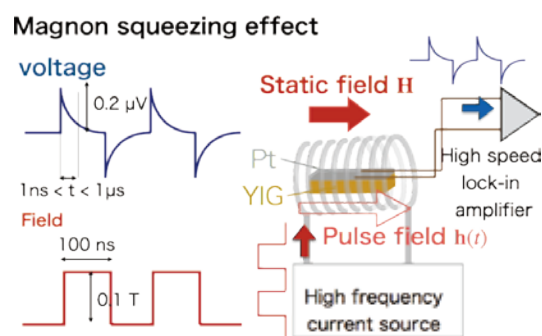


図 1 マグノン化学ポテンシャルによる新しいマグノン流生成の実証実験の概念図。高速磁場変調に対するスピン流応答の時間分解を狙う。

平成 28 年度の共創研究の予定

我々は、マグノン蓄積に基づく輸送理論を磁性絶縁体と磁性金属において実証することを試みる予定である。絶縁体系では井口助教が、金属系では水口准教授が取り組むことを想定している。絶縁体におけるマグノンの研究として、引き続き平成 27 年度に立ち上げた高速測定系を用いて、新たなマグノン流生成効果の実証に取り組む。この取組にはスピンエネルギー材料研究部門の構成を最大限生かし、理論面では Bauer 教授、材料面では水口准教授と協力することで、円滑に進めていく。また、熱エネルギーだけではなく、エレクトロニクスにおけるエネルギーの効率利用に向けて、マグノンが関与するスピン輸送現象も積極的に融合研究を行う予定である。

7-1. スピンエネルギー材料研究部

論文リスト

Coherent elastic excitation of spin waves

A. Kamra, H. Keshtgar, P. Yan, and G.E.W. Bauer

Phys. Rev. B, 91[22] (2015) 104409-1-104409-6

Exchange Magnon-polaritons in Microwave Cavities

Y. Cao, P. Yan, H. Huebl, S. T.B. Goennenwein, and G.E.W. Bauer

Phys. Rev. B, 91[9] (2015) 094423-1-094423-6

Current-induced spin torque resonance of magnetic insulators affected by field-like spin-orbit torques and out-of-plane magnetizations

Takahiro Chiba, Michael Schreier, G.E.W. Bauer, and Saburo Takahashi

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 117[17] (2015) 17C715-1-17C715-4

Magnetic spheres in microwave cavities

Babak Zare Rameshti, Yunshan Cao, and G.E.W. Bauer

Phys. Rev. B, 91[21] (2015) 214430-1-214430-7

Size dependence of Peltier cooling in ferromagnet/Au nanopillars

Subrojati Bosu, Yuya Sakuraba, Takahide Kubota, Isaac Juarez-Acosta, Tomoko Sugiyama, Kesami Saito, Miguel A. Olivares-Robles, Saburo Takahashi, G.E.W. Bauer, and Koki Takanashi

APPLIED PHYSICS EXPRESS, 8[8] (2015) 083002-1-083002-4

Magnetization damping in noncollinear spin valves with antiferromagnetic interlayer couplings

Takahiro Chiba, Gerrit E. W. Bauer, and Saburo Takahashi

Phys. Rev. B, 92[5] (2015) 054407-1-054407-9

Spin Seebeck Power Conversion

Adam B. Cahaya, Oleg A. Tretiakov, and G.E.W. Bauer

IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, 51[9] (2015) 0800414-1-0800414-14

Current-induced spin torque resonance of a magnetic insulator

Michael Schreier, Takahiro Chiba, Arthur Niedermayr, Johannes Lotze, Hans Huebl, Stephan Geprägs, Saburo Takahashi, G.E.W. Bauer, Rudolf Gross, and Sebastian T. B. Goennenwein
Phys. Rev. B, 92[14] (2015) 144411-1-144411-6

Laser-Induced Spatiotemporal Dynamics of Magnetic Films

Ka Shen and Gerrit E.W. Bauer

Physical Review Letters, 115[19] (2015) 197201-1-197201-5

Spin-Hall magnetoresistance and spin Seebeck effect in spin-spiral and paramagnetic phases of multiferroic CoCr₂O₄ films

A. Aqeel, N. Vlietstra, J. A. Heuver, G.E.W. Bauer, B. Noheda, B. J. van Wees, and T. T. M. Palstra

Phys. Rev. B, 92[22] (2015) 224410-1-224410-8

Theory of spin Hall magnetoresistance (SMR) and related phenomena

Yan-Ting Chen, Saburo Takahashi, Hiroyasu Nakayama, Matthias Althammer, Sebastian T. B. Goennenwein, Eiji Saitoh, and G.E.W. Bauer

Journal of Physics: Condensed Matter, 28[10] (2016) 103004-1-103004-15

Effective exchange fields in spin-torque resonance of magnetic insulators

Takahiro Chiba, G.E.W. Bauer, and Saburo Takahashi

Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 400 (2016) 163-167

Origin of the spin Seebeck effect in compensated ferrimagnets

Stephan Geprägs, Andreas Kehlberger, Francesco Della Coletta, Zhiyong Qiu, Er-Jia Guo, Tomek Schulz, Christian Mix, Sibylle Meyer, Akashdeep Kamra, Matthias Althammer, Hans Huebl, Gerhard Jakob, Yuichi Ohnuma, Hiroto Adachi, Joseph Barker, Sadamichi Maekawa, G.E.W. Bauer, Eiji Saitoh, Rudolf Gross, Sebastian T. B. Goennenwein, and Mathias Kläui

Nature communications, 7 (2016) 10452-1-10452-6

Material dependence of anomalous Nernst effect in perpendicularly magnetized ordered-alloy thin films

K. Hasegawa, M. Mizuguchi, Y. Sakuraba, T. Kamada, T. Kojima, T. Kubota, S. Mizukami, T. Miyazaki, and K. Takanashi

Applied Physics Letters, 106 (2015) 252405-1-252405-4

Structural and magnetic properties of FeNi thin films fabricated on amorphous substrates
T. Y. Tashiro, M. Mizuguchi, T. Kojima, T. Koganezawa, M. Kotsugi, T. Ohtsuki, and K.
Takanashi

Journal of Applied Physics, 117 (2015)17E309-1-17E309-3

Local structure and magnetism of L10-type FeNi alloy films with perpendicular magnetic
anisotropy studied through ^{57}Fe nuclear probes

K. Mibu, T. Kojima, M. Mizuguchi, and K. Takanashi

Journal of Physics D: Applied Physics, 48 (2015)205002-1-205002-7

Comparison of electrical and optical detection of spin injection in L10-FePt / MgO /
GaAs hybrid structures

R. Ohsugi, J. Shiogai, Y. Kunihashi, M. Kohda, H. Sanada, T. Seki, M. Mizuguchi, H.
Gotoh, K. Takanashi, and J. Nitta

Journal of Physics D: Applied Physics, 48 (2015)164003-1-164003-5

Cu₇₅-Ni₂₀-Fe₅ 合金単結晶における微視的組織と磁気特性

金俊燮, 水口将輝, 竹田真帆人

銅と銅合金, 54[1] (2015)41-44

Laser micro-processing as a tool for constructing insulator-based magnonic crystal

Daimon, S., Iguchi, R., Uchida, K., and Saitoh, E.

J Phys D, 48[16] (2015)164014

Spin Hall magnetoresistance at high temperatures

Uchida, K., Qiu, Z., Kikkawa, T., Iguchi, R., and Saitoh, E.

Appl Phys Lett, 106[5] (2015)52405

Reducing galvanomagnetic effects in spin pumping measurement with Co₇₅Fe₂₅ as a spin
injector

Haidar, S.M., Iguchi, R., Yagmur, A., Lustikova, J., Shiomi, Y., and Saitoh, E.

J Appl Phys, 117[18] (2015)183906

国内会議等発表リスト

放射光を活用したスピントロニクス磁性材料解析の新展開

水口将輝

第2回 実用スピントロニクス新分野創成研究会

2016年3月10日, グランパークプラザ

異常ネルンスト効果の規則合金薄膜材料依存性

水口将輝、長谷川浩太、桜庭裕弥、窪田崇秀、水上成美、高梨弘毅

第39回 日本磁気学会学術講演会

2015年9月8日～11日, 名古屋大学東山キャンパス

単結晶 FeNi 規則合金薄膜における X 線構造解析 (招待)

水口将輝、小嶋隆幸、小金澤智之、高梨弘毅

日本学術振興会「結晶加工と評価技術」第145委員会

2015年8月21日, 明治大学駿河台キャンパス

強磁性共鳴下におけるスピンポンピング誘起起電力とマイクロ波整流効果起電力

齊藤英治、井口亮

日本物理学会 2015年秋季大会

2015年9月16日～19日, 関西大学千里山キャンパス

欠陥を導入したマグネティック結晶中でのスピン波特性 (ポスター)

大門俊介、井口亮、内田健一、齊藤英治

日本物理学会 2015年秋季大会

2015年9月16日～19日, 関西大学千里山キャンパス

磁性絶縁体/金属界面を有する金属ナノ細線構造におけるスピン輸送特性の評価 (ポスター)

大柳洗一、井口亮、新関智彦、塩見雄毅、吉川貴史、内田健一、齊藤英治

日本物理学会 第71回年次大会

2016年3月19日～22日, 東北学院大学泉キャンパス

スピンゼーベック効果と界面温度の時間応答 (ポスター)

日置友智, 邱志勇, 侯達之, 井口亮, 内田健一, 齊藤英治

日本物理学会 第71回年次大会

2016年3月19日～22日, 東北学院大学泉キャンパス

ロックイン・サーモグラフィ法を用いたスピンペルチェ効果の観測

大門俊介、井口亮、齊藤英治、内田健一

日本物理学会 第71回年次大会

2016年3月19日～22日, 東北学院大学泉キャンパス

弾性表面波の力学的回転を用いたスピン流生成 (ポスター)

小林大眞、高橋遼、井口亮、松尾衛、前川禎通、齊藤英治、能崎 幸雄

第 63 回応用物理学会春季学術講演会

2016 年 3 月 19 日～22 日, 東京工業大学大岡山キャンパス

磁性絶縁体におけるスピンペルチェ効果の熱画像計測

大門俊介、井口亮、齊藤英治、内田健一

第 63 回応用物理学会春季学術講演会

2016 年 3 月 19 日～22 日, 東京工業大学大岡山キャンパス

国際会議等発表リスト

Who' s Afraid of YIG? (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

Kwant-workshop: Spins, Coherence & Correlations

2015.6.1-5, Villard de Lans, France

Modelling and Simulation: a physicist' s point of view (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

IEEE Magnetics Society Summer School

2015.6.14-21, Minneapolis, USA

Spin(calori)tronics with Magnetic Insulators (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

Asia INTERMAG

2015.5.11-15, Beijing, China

Spin Caloritronics (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

Spin Mechanics 3

2015.6.21-26, Munich, Germany

Who' s Afraid of YIG? (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

2015 SPIE Conference

2015.8.9-13, San Diego, USA

Charge, heat, and spin transport" & "Theory practical / practical theory (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

The European School on Magnetism

2015.8.24-9.4, Cluj-Napoca, Romania

Spin(calori)tronics with Magnetic Insulators (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

Workshop on "Structure/Function Relationships in Materials"

2015.9.6-11, Ameland, Holland

Spin(calori)tronics = spin+heat+electronics (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

School on Spintronics and Nanomagnetism

2015.11.4-6, Tehran, Iran

Spin(calori)tronics with magnetic insulators (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

Future Directions in Magnetism

2015.12.12-19, Sanya, China

Spin(calori)tronics with magnetic insulators (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

NCTS Annual Theory Meeting 2015:

2015.12.16-19, Hsinchu, Taiwan

Quantum Signatures in Magnetism (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

Spring Meeting of the Germany Physical Society,

2016.3.6-11, Regensburg, Germany

Symposium MD9: Magnetic Materials—From Fundamentals to Applications (Invited)

BAUER GERRIT ERNST-WILHELM

MRS Spring Meeting

2016.3.28-4.1, Phoenix, USA

Anomalous Nernst effect in D_{022} -ordered MnX (X = Ga, Ge) thin films

M. Mizuguchi, M. Inoue, J-H. Kim, S. Mizukami, K. Takanashi

MMM-Intermag Joint

2016.1.11-15, San Diego, USA

Crystallographic Properties of L_{10} Ordered FeNi Thin Films Fabricated by Sputtering and Rapid Thermal Annealing (Poster)

M. Mizuguchi, T. Y. Tashiro, T. Koganezawa, and K. Takanashi

SSDM 2015

2015.9.27-30, Sapporo, Japan

Formation of L_{10} phase by rapid thermal annealing for sputtered FeNi thin films (Poster)

M. Mizuguchi, T. Y. Tashiro, K. Sato, T. J. Konno, and K. Takanashi

ICM 2015

2015.7.5-10, Barcelona, Spain

Study of L_{10} -FeNi thin films for rare-earth-free permanent magnets

M. Mizuguchi, T. Y. Tashiro, T. Kojima, and K. Takanashi

ESICMM-G8 Symposium

2015.6.18-19, Tsukuba, Japan

Anomalous Nernst effect in $L1_0$ type Mn-Ga alloy thin films

M. Mizuguchi, M. Inoue, S. Mizukami, K. Takanashi

Intermag 2015

2015.5.11-15, Beijing, China

Synthesis of magnetic anisotropic materials without noble-metal (Invited)

M. Mizuguchi

Energy Materials Nanotechnology

2015.5.4-7, Phuket, Thailand

7. 研究成果報告

Report on Research Activities

7-2. イオンエネルギー材料研究部

Ion Energy Materials Research Division

教授(兼) 宮坂 等

講師 松尾 元彰

助教(兼) 高木 成幸

教授 折茂 慎一

共創研究の成果 Report on Research Activities

論文リスト List of Publications

国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings

国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings

代表論文 Representative Papers (冊子にのみ掲載)

平成 27 年度の共創研究の概要

二次電池セルを用いた充放電連動型磁石の開発：リチウムイオン二次電池セルを用い、充放電により常磁性体（充電時）と強磁性体（放電時）をスイッチする正極材料の開発を行った（図 1）。常磁性の電子ドナーと電子アクセプターからなる多孔性中性型電荷移動錯体格子を設計し、放電時に空孔へのリチウムイオン挿入と同時に電極からの電子注入がアクセプター部位に起こることにより、格子を介した長距離磁気相関が形成され、磁性体に変換される分子材料を見出した。このような常磁性-強磁性スイッチの例は初めての例である。

高密度水素化物の創製：水素貯蔵に加え、高速イオン伝導や超伝導などの機能性発現が期待される高密度水素化物創製に取り組み、6 族元素クロムに 3d 遷移金属では最高となる 7 つの水素が結合した高水素配位錯イオンを形成することに成功した（図 2）。6 族元素はこれまで長年にわたり単体では水素との化学結合形成が困難とされてきたが、本成果で得られた知見を踏まえると、さらなる高水素配位錯イオンの形成も期待できるとの結論を得た。

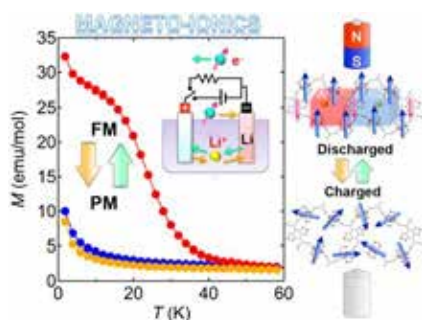


図 1 Li イオン電池を用いて磁気相転移に成功

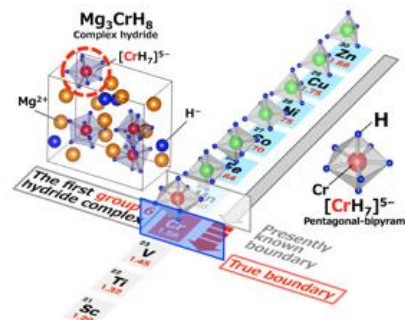


図 2 3d 遷移金属元素が形成する錯イオンと形成に成功した水素 7 配位錯イオン

平成 28 年度の共創研究の予定

- 1) より安定且つ高磁気相転移温度の材料開発と電池セルでの充放電磁気スイッチの実現を進める。
- 2) 新規の水素貯蔵材料の開発
- 3) 理論・実験の両面から、さらなる高水素配位の錯イオン探索を推進し、合成した高密度水素化物において水素貯蔵やイオン伝導、超伝導などの機能性評価を行うとともに、デバイス実装を進める。

7-2. イオンエネルギー材料研究部

論文リスト

Fully Electron-Transferred Donor/Acceptor Layered Frameworks with TCNQ²⁻

Wataru Kosaka, Takaumi Morita, Taiga Yokoyama, Jun Zhang, and Hitoshi Miyasaka
Inorg. Chem., 54(2015)1518-1527

Magnet Design via the Integration of Layer and Chain Magnetic Systems in a π -Stacking Pillared Layer Framework

Hiroki Fukunaga and Hitoshi Miyasaka
Angew. Chem. Int. Ed., 54(2015)569-573

The effect of chlorine and fluorine substitutions on tuning the ionization potential of benzoate-bridged paddlewheel diruthenium(II, II) complexes

Wataru Kosaka, Masahisa Itoh, and Hitoshi Miyasaka
Dalton Trans., 44(2015)8156-8168

Charge-disproportionate ordered state with $\delta = 0.75$ in a chemically sensitive donor/acceptor $D^{\delta+}_2A^{2\delta-}$ layered framework

Hiroki Fukunaga, Takafumi Yoshino, Hajime Sagayama, Jun-ichi Yamaura, Taka-hisa Arima, Wataru Kosaka, and Hitoshi Miyasaka
Chem. Commun., 51(2015)7795-7798

Crystal-to-crystal transformation of a graphite-like layered compound: a self-locking structure with position-variable intercalated molecules

Masaki Nishio, Natsuko Motokawa, and Hitoshi Miyasaka
CrystEngComm, 17(2015)7618-7622

Electron-Transferred Donor/Acceptor Ferrimagnet with $T_c = 91$ K in a Layered Assembly of Paddlewheel $[Ru_2]$ Units and TCNQ

Wataru Kosaka, Hiroki Fukunaga, and Hitoshi Miyasaka
Inorg. Chem., 54(2015)10001-10006

Atomic motion in the complex hydride $Li_3(NH_2)_2I$: 7Li and 1H nuclear magnetic resonance studies

A. V. Skripov, R. V. Skoryunov, A. V. Soloninin, O. A. Babanova, M. Matsuo, and S. Orimo
J. Phys. Chem. C, 119[24] (2015)13459-13464

Dehydrogenating process and hydrogen-deuterium exchange of $\text{LiBH}_4\text{-Mg}_2\text{FeD}_6$ composites

G. Li, M. Matsuo, K. Aoki, T. Ikeshoji, and S. Orimo

Energies, 8[6] (2015) 5459–5466

Pseudo-binary electrolyte, $\text{LiBH}_4\text{-LiCl}$, for bulk-type all-solid-state lithium-sulfur battery

A. Unemoto, C. Chen, Z. Wang, M. Matsuo, T. Ikeshoji, and S. Orimo

Nanotechnology, 26[25] (2015) 254001–1–254001–8

Stable interface formation between TiS_2 and LiBH_4 in bulk-type all-solid-state lithium batteries

A. Unemoto, T. Ikeshoji, S. Yasaku, M. Matsuo, V. Stavila, T.J. Udovic, and S. Orimo

Chem. Mater., 27[15] (2015) 2407–5416

Simultaneous desorption behavior of M borohydrides and Mg_2FeH_6 reactive hydride composites (M = Mg, then Li, Na, K, Ca)

A.-L. Chaudhary, G. Li, M. Matsuo, S. Orimo, S. Deledda, M.H. Sørby, B.C. Hauback, C. Pistidda, T. Klassen, and M. Dornheim

Appl. Phys. Lett., 107[7] (2015) 073905–1–073905–4

Isotopic exchange in porous and dense magnesium borohydride

O. Zavorotynska, S. Deledda, G. Li, M. Matsuo, S. Orimo, and B.C. Hauback

Angew. Chem. Int. Ed., 54[36] (2015) 10592–10595

Complex transition metal hydrides incorporating ionic hydrogen: Synthesis and characterization of $\text{Na}_2\text{Mg}_2\text{FeH}_8$ and $\text{Na}_2\text{Mg}_2\text{RuH}_8$

T.D. Humphries, S. Takagi, G. Li, M. Matsuo, T. Sato, M.H. Sørby, S. Deledda, B.C. Hauback, and S. Orimo

J. Alloys Compd., 645[Supplement 1] (2015) S347–S352

Unparalleled lithium and sodium superionic conduction in solid electrolytes with large monovalent cage-like anions

W.S. Tang, A. Unemoto, W. Zhou, V. Stavila, M. Matsuo, H. Wu, S. Orimo, and T.J. Udovic

Energy Environ. Sci., 8[12] (2015) 3637–3645

Liquid-like ionic conduction in solid lithium and sodium monocarba-*closo*-decaborates near or at room temperature

W.S. Tang, M. Matsuo, H. Wu, V. Stavila, W. Zhou, A.A. Talin, A.V. Soloninin, R.V.

Skoryunov, O.A. Babanova, A.V. Skripov, A. Unemoto, S. Orimo, and T.J. Udovic

Adv. Energy Mater., 6[8] (2016) 1502237–1–1502237–6

Fast lithium-ionic conduction in a new complex hydride-sulphide crystalline phase

A. Unemoto, H. Wu, T.J. Udovi, M. Matsuo, T. Ikeshoji, and S. Orimo

Chem. Comm., 52[3] (2016) 564-566

Stabilizing lithium and sodium fast-ion conduction in solid polyhedral-borate salts at device-relevant temperatures

W.S. Tang, M. Matsuo, H. Wu, V. Stavila, A. Unemoto, S. Orimo, and T.J. Udovic

Energy Storage Materials, 4(2016) 79-83

Multi-phonon excitations in Fe 2*p* RIXS on Mg₂FeH₆

K. Kurita, D. Sekiba, I. Harayama, K. Chito, Y. Harada, H. Kiuchi, M. Oshima, S. Takagi, M. Matsuo, R. Sato, K. Aoki, and S. Orimo

J. Phys. Soc. Jpn., 84(2015) 43201-1-43201-3

True boundary for the formation of homoleptic transition-metal hydride complexes

S. Takagi, Y. Iijima, T. Sato, H. Saitoh, K. Ikeda, T. Otomo, K. Miwa, T. Ikeshoji, K. Aoki, and S. Orimo

Angew. Chem. Int. Ed., 54(2015) 5650-5653

Complex transition metal hydrides incorporating ionic hydrogen: Synthesis and characterization of Na₂Mg₂FeH₈ and Na₂Mg₂RuH₈

T.D. Humphries, S. Takagi, G. Li, M. Matsuo, T. Sato, M.H. Sørby, S. Deledda, B.C. Hauback, and S. Orimo

J. Alloys Compd., 645(2015) S347-S352

Recent progress in hydrogen-rich materials from the perspective of bonding flexibility of hydrogen

S. Takagi and S. Orimo

Scripta Materialia, 109(2015) 1-5

Unparalleled lithium and sodium superionic conduction in solid electrolytes with large monovalent cage-like anions

W.S. Tang, A. Unemoto, W. Zhou, V. Stavila, M. Matsuo, H. Wu, S. Orimo, and T.J. Udovic

Energy Environ. Sci., 8[12] (2015) 3637-3645

高エネルギー密度バルク全固体型リチウムイオン二次電池の開発

宇根本篤、松尾元彰、池庄司民夫、折茂慎一

ケミカルエンジニアリング, 60(2015) 29-34

True boundary for the formation of homoleptic transition-metal hydride complexes
S. Takagi, Y. Iijima, T. Sato, H. Saitoh, K. Ikeda, T. Otomo, K. Miwa, T. Ikeshoji, K.
Aoki, and S. Orimo
Angew. Chem. Int. Ed., 54[19] (2015) 5650–5653

Dehydrogenating process and hydrogen-deuterium exchange of $\text{LiBH}_4\text{-Mg}_2\text{FeD}_6$ composites
G. Li, M. Matsuo, K. Aoki, T. Ikeshoji, and S. Orimo
Energies, 8[6] (2015) 5459–5466

Pseudo-binary electrolyte, $\text{LiBH}_4\text{-LiCl}$, for bulk-type all-solid-state lithium-sulfur
battery
A. Unemoto, C. Chen, Z. Wang, M. Matsuo, T. Ikeshoji, and S. Orimo
Nanotechnology, 26[25] (2015) 254001–1–254001–8

Stable interface formation between TiS_2 and LiBH_4 in bulk-type all-solid-state lithium
batteries
A. Unemoto, T. Ikeshoji, S. Yasaku, M. Matsuo, V. Stavila, T.J. Udovic, and S. Orimo
Chem. Mater., 27[15] (2015) 5407–5416

Pulsed laser deposition of air-sensitive hydride epitaxial thin films: LiH
H. Oguchi, S. Isobe, H. Kuwano, S. Shiraki, S. Orimo, and T. Hitosugi
APL Materials, 3[9] (2015) 096106–1–096106–6

Recent progress in hydrogen-rich materials from the perspective of bonding flexibility
of hydrogen
S. Takagi and S. Orimo
Scripta Materialia, 109 (2015) 1–5

国内会議等発表リスト

多次元格子内電子移動制御による機能創発(招待)

宮坂 等

中央大学理工学部応用化学講演会

2015年6月1日, 中央大学後楽園キャンパス

π -集積型ピラードレイヤー構造による格子・空間物性制御

宮坂 等

π 造形科学第2回シンポジウム

2015年6月8日-9日, 大阪市中央公会堂

分子格子で材料を考える(招待)

宮坂 等

材料化学夏期講習会

2015年7月22日, 東北大学片平キャンパス エスパス

箱崎の焼酎で繋がる人脈と学問-“磁石 de 分子”(招待)

宮坂 等

九州錯討化学懇談会(九州錯懇)

2015年7月25日, 九州大学箱崎キャンパス

多孔性導電性分子磁石における特異的ガス吸着と電子・磁気関連の同時制御

宮坂 等

低炭素社会基盤材料融合研究センター第6回ワークショップ(低炭素社会実現のための基盤材料創製研究事業に係る研究プログラム 平成25年度採択助成研究成果報告会)

2016年1月22日, 東北大学金属材料研究所

イオン電池システムを用いた分子性材料の新機能開拓

宮坂 等

先端エネルギー材料理工共創研究センター第1回ワークショップ(先端エネルギー研究に関する科学技術政策と材料基盤研究の最新動向)

2016年1月22日, 東北大学金属材料研究所

Functional MOFs(招待)

宮坂 等

第8回東北大学研究会「金属錯体の固体物性最前線 — 金属錯体と固体物性物理と生物物性の連携新領域を目指して —」

2016年2月19日-21日, 東北大学理学部化学第4講義室(大学院講義室)

錯体水素化物固体電解質 LiBH_4 からの水素脱離による全固体 TiS_2/Li 電池の安定動作化
宇根本篤、池庄司民夫、矢作駿、松尾元彰、V. Stavila、T. J. Udovic、折茂慎一
日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会
2015 年 9 月 16 日-18 日, 九州大学 伊都キャンパス

closo 型錯イオン $[\text{B}_n\text{H}_n]^{2-}$ を有する錯体水素化物での高速イオン伝導
松尾元彰、神保貴行、宇根本篤、高村仁、T. J. Udovic、B. Paik、折茂慎一
日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会
2015 年 9 月 16 日-18 日, 九州大学 伊都キャンパス

Effect of lithium ion conduction on hydrogen desorption of $\text{LiNH}_2\text{-LiH}$ solid composite
張騰飛、磯部繁人、松尾元彰、折茂慎一、王永明、橋本直幸、大貫惣明
日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会
2015 年 9 月 16 日-18 日, 九州大学 伊都キャンパス

X 線異常散乱法による $\text{NaAlH}_4\text{-}2 \text{ mol}\% \text{ TiCl}_3$ の Ti 位置の解析
藤崎布美佳、大友季哉、阿部仁、池田一貴、大下英敏、鈴谷賢太郎、有馬寛、杉山和正、松尾元彰、佐藤豊人、折茂慎一、榎浩司、中村優美子
日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会
2015 年 9 月 16 日-18 日, 九州大学 伊都キャンパス

複合系錯体水素化物 $\text{LiBH}_4\text{-Mg}_2\text{FeH}_6$ の脱水素化特性評価
李関喬、松尾元彰、池庄司民夫、折茂慎一
第 2 回水素化物に関わる次世代学術・応用展開研究会
2015 年 10 月 22 日-23 日, 金沢大学

水素 9 配位錯イオンを含む新たな錯体水素化物の理論探索と合成
高木成幸、齋藤寛之、佐藤豊人、飯島祐樹、池田一貴、松尾元彰、池庄司民夫、三輪和利、大友季哉、折茂慎一
日本金属学会 2016 年春期（第 158 回）大会
2016 年 3 月 23 日-25 日, 東京理科大学葛飾キャンパス

$\text{LaMg}_2\text{Ni-H}$ 系の金属中間相 $\text{LaMg}_2\text{NiH}_{4.6}$ に対する第一原理計算
三輪和利、佐藤豊人、松尾元彰、池田一貴、大友季哉、S. Deledda、B. C. Hauback、李関喬、高木成幸、折茂慎一
日本金属学会 2016 年春期（第 158 回）大会
2016 年 3 月 23 日-25 日, 東京理科大学葛飾キャンパス

Influence of HPT on hydrogen storage performance of TiFe-Mn compounds

K. Edalati、松尾元彰、H. Emami、A. Alhamidi、A. Staykov、D. J. Smith、折茂慎一、秋葉悦男、堀田善治

日本金属学会 2016 年春期（第 158 回）大会

2016 年 3 月 23 日-25 日、東京理科大学葛飾キャンパス

高密度水素化物実現を目指した高温高压合成研究

齋藤寛之、高木成幸、青木勝敏、折茂慎一

日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会

2015 年 9 月 16 日-18 日、九州大学伊都キャンパス

クロム系高配位錯イオンを含む錯体水素化物の理論探索と合成

高木成幸、飯島祐樹、佐藤豊人、齋藤寛之、池田一貴、大友季哉、三輪和利、池庄司民夫、青木勝敏、折茂慎一

日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会

2015 年 9 月 16 日-18 日、九州大学伊都キャンパス

結晶構造解析における最適な単位胞及び組成比決定のための指標の構築

佐藤豊人、高木成幸、S. Deledda、B. C. Hauback、折茂慎一

日本金属学会 2015 年秋期（第 157 回）大会

2015 年 9 月 16 日-18 日、九州大学伊都キャンパス

遷移金属錯イオンの対称性と水素の配位子場効果

高木 成幸、齋藤 寛之、三輪 和利、折茂 慎一

第 2 回水素化物に関わる次世代学術・応用展開研究会

2015 年 10 月 22 日-23 日、金沢大学角間キャンパス

新規水素化物の結晶構造を決定するプロセス

佐藤豊人、高木 成幸、Stefano Deledda、Björn C. Hauback、折茂 慎一

第 2 回水素化物に関わる次世代学術・応用展開研究会

2015 年 10 月 22 日-23 日、金沢大学角間キャンパス

高水素密度材料の理論探索(招待)

高木成幸、齋藤寛之、佐藤豊人、飯島祐樹、池庄司民夫、青木勝敏、折茂 慎一

第 56 回高压討論会

2015 年 11 月 10 日-12 日、JMS アステールプラザ

放射光その場観察を利用した金属錯体水素化物の高温高压合成研究(招待)

齋藤寛之、高木成幸、飯島祐樹、佐藤豊人、松尾元彰、青木勝敏、折茂 慎一

第 56 回高压討論会

2015 年 11 月 10 日-12 日、JMS アステールプラザ

第一原理計算と量子ビームによる高密度水素化物探索(招待)

高木成幸、齋藤寛之、池田一貴、大友季哉、折茂慎一

第7回MLFシンポジウム

2016年3月15日、つくば国際会議場(エポカルつくば)

中性子非弾性散乱を用いたAl系錯体水素化物におけるAl-H結合の振動モード観測

佐藤豊人、A. J. Ramirez-Cuesta、L. Daemen、Y. Cheng、高木成幸、富安啓輔、折茂慎一

日本金属学会2016年春期(第158回)大会

2016年3月23日-25日、東京理科大学葛飾キャンパス

水素9配位錯イオンを含む新たな錯体水素化物の理論探索と合成

高木成幸、齋藤寛之、佐藤豊人、飯島祐樹、池田一貴、松尾元彰、池庄司民夫、三輪和利、大友季哉、折茂慎一

日本金属学会2016年春期(第158回)大会

2016年3月23日-25日、東京理科大学葛飾キャンパス

LaMg₂Ni-H系の金属中間相LaMg₂NiH_{4.6}に対する第一原理計算

三輪和利、佐藤豊人、松尾元彰、池田一貴、大友季哉、S. Deledda、B. C. Hauback、李関喬、高木成幸、折茂慎一

日本金属学会2016年春期(第158回)大会

2016年3月23日-25日、東京理科大学葛飾キャンパス

錯体水素化物での高速イオン伝導現象 -その機構解明と電池応用(招待)

折茂慎一

東京大学物性研究所短期研究会(機能物性融合科学研究会シリーズ「反応と輸送」)

2015年6月26日、東京大学物性研究所

錯体水素化物での高速イオン伝導現象 -その機構解明と電池応用(基調)

折茂慎一

日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部研究会(金属物性研究会)

2015年12月4日、岡山理科大学

材料中の水素機能の解明 -産学官連携での取組み(招待)

折茂慎一

東北大学・イノベーションフェア、みやぎ産業振興機構・産学官連携フェア共催「水素セミナー」

2015年12月9日、仙台国際センター

金研・エネルギー材料センターならびに学振・水素機能解析技術委員会の設置について(招待)

折茂慎一

第7回ナノテク・低炭素化材料技術シンポジウム

2016年1月12日、東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 本館2階 セミナー室

国際会議等発表リスト

Tuning of Gate-Opening Nanopores for Selective Gas Adsorption and the Control of Physical Properties(Invited)

Hitoshi Miyasaka

2015 International Conference on Nanospace Materials

2015.6.23-25, Taipei, Taiwan

Functional MOFs toward the Synergistic Control of Electrons, Spins, Structures, and Chemical Interactions

Hitoshi Miyasaka

5th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC5)

2015.7.12-16, Hong Kong, China

Magnetic Sponges for Solvents and Gases

Hitoshi Miyasaka

日独二国間会議

2015.9.21-23, Nara, Japan

Functional MOFs toward the Synergistic Control of Electrons, Spins, Structures, and Chemical Interactions(Invited)

Hitoshi Miyasaka

10th China-Japan Joint Symposium on Metal Cluster Compounds (第10回日中クラスター会議)

2015.10.23-26, Fuzhou, China

Functional MOFs: toward the Synergistic Control of Electrons, Spins, Structures, and Chemical Interactions(Invited)

Hitoshi Miyasaka

8th French Research Organizations Tohoku University Joint Workshop on Frontier Materials (FRONTIER 2015) (Tohoku University, Sendai)

2015.11.30-12.3, Sendai, Japan

Supramolecular Assembly for the Design of Molecular Magnets(Invited)

Hitoshi Miyasaka

The 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem)

2015.12.15-20, Hawaii, USA

Functional Layered MOFs: Nano-Design for Bulk Magnets(Invited)

Hitoshi Miyasaka

2016 Kumamoto Symposium on Two-Dimensional Nanomaterials (2016KST) (Kumamoto University)

2016.2.4-6, Kumamoto, Japan

Mutual desorption behaviour in selected reactive composite hydride systems(Poster)

A.-L. Chaudhary, G. Li, M. Matsuo, S. Orimo, S. Deledda, M. Sørby, B.C. Hauback, C. Pistidda, T. Klassen, M. Dornheim

The Hydrogen-Metal Systems Gordon Research Conference

2015.7.12-17, Easton, USA

In-situ raman study of H → D exchange in γ -Mg(BHD₄)₂

O. Zavorotynska, S. Deledda, G. Li, M. Matsuo, S. Orimo, B.C. Hauback

International Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion

2015.9.7-9, Ankara, Turkey

Development of complex hydride systems for high pressure hydrogen stores

A.-L. Chaudhary, N. Aubrifi, K. Taube, G. Capurso, G. Li, M. Matsuo, S. Orimo, C. Pistidda, T. Klassen, M. Dornheim

E-MRS 2015 Fall Meeting

2015.9.14-18, Warsaw, Poland

Mechanistic studies of the reversible hydrogenation of boranes to borohydrides under moderate conditions

C.M. Jensen, T. Autrey, S. Orimo, M. Chong, J. Wang, M. Matsuo

Pacificchem 2015, Session: Energy Storage in Chemical Bonds: Advances in Chemistry and Materials for Hydrogen Storage

2015.12.15-20, Honolulu, USA

Synchrotron techniques for the Mg₂FeH₆-Mg(BH₄)₂ hydrogen storage system

A.-L. Chaudhary, M. Sørby, F. Karimi, S. Børries, G. Li, M. Matsuo, S. Orimo, S. Deledda, B. C. Hauback, C. Pistidda, T. Klassen, M. Dornheim

10th International Symposium Hydrogen & Energy

2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Dehydrogenation properties of LiBH₄ combined with Mg₂FeH₆ (Poster)

G. Li, M. Matsuo, T. Ikeshoji, S. Orimo

10th International Symposium Hydrogen & Energy

2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

How cations move in boron-hydride electrolytes: First-principals molecular dynamics(Poster)

T. Ikeshoji, A. Unemoto, S. Takagi, M. Matsuo, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Complex hydride electrodes for high-energy density all-solid-state lithium-sulfur battery(Poster)

A. Unemoto, M. Matsuo, T. Ikeshoji, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Development of complex hydrides for fast ionic conduction

M. Matsuo, A. Unemoto, T.J. Udovic, A. Skripov, T. Ikeshoji, B. Paik, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Structural analysis during the disproportionation process of NaAlH_4 by element-selective methods(Poster)

T. Otomo, F. Fujisaki, K. Ikeda, H. Ohshita, H. Abe, H. Arima, K. Sugiyama, M. Matsuo, T. Sato, K. Sakaki, Y. Nakamura, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Syntheses of novel hydrides under high pressure(Poster)

H. Saitoh, S. Takagi, K. Aoki, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Crystal structure indicator: The ionic filling fraction of hydrides with arbitrary arranged ionic components(Poster)

T. Sato, S. Takagi, S. Deledda, B. C. Hauback, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

How cations move in boron-hydride electrolytes: First-principals molecular dynamics(Poster)

T. Ikeshoji, A. Unemoto, S. Takagi, M. Matsuo, S. Orimo
10th International Symposium Hydrogen & Energy
2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Exploration of hydrogen-rich materials

S. Takagi, Y. Iijima, T. Sato, H. Saitoh, K. Ikeda, T. Otomo, K. Miwa, T. Ikeshoji, K. Aoki, S. Orimo

10th International Symposium Hydrogen & Energy

2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Exploration of hydrogen-rich materials(Poster)

S. Takagi, Y. Iijima, T. Sato, H. Saitoh, K. Ikeda, T. Otomo, K. Miwa, T. Ikeshoji, K. Aoki, S. Orimo

10th International Symposium Hydrogen & Energy

2016.2.21-26, Zao, Miyagi, Japan

Topics and trends of hydride research in Japan(Invited)

S. Orimo

Japan-Norway Energy Science Week 2015

2015.5.27-28, Tokyo, Japan

Complex hydrides: A new series of solid-state electrolytes for battery devices(Invited)

S. Orimo

The Hydrogen-Metal Systems Gordon Research Conference

2015.7.12-17, Easton, USA

Synthesis and energy device research of complex(Invited)

S. Orimo

IUPAC-2015, 45th World Chemistry Congress

2015.8.9-14, Busan, China

Complex hydrides : A new series of solid-state electrolytes(Invited)

S. Orimo

Marie Curie ITN ECOSTORE, Training Workshop

2015.10.5-8, Paris, France

Complex hydrides for energy device research(Invited)

S. Orimo

International Symposium on Clusters and Nanomaterials (ISCAN)

2015.10.26-29, Richmond, Canada

Synthesis and energy device research of complex hydrides(Invited)

S. Orimo

Pacificchem 2015, Session: Energy Storage in Chemical Bonds: Advances in Chemistry and Materials for Hydrogen Storage

2015.12.15-20, Honolulu, USA

Complex hydrides for energy device research(Invited)

S. Orimo

Japanese Swiss Energy Materials Workshop, 7-9 March 2016 at EMPA

2016.3.7-9, Zurich, Swiss

Transition and conduction in hydrides(Invited)

S. Orimo

13th International Workshop on WATER DYNAMICS, Hydrogen in the Earth and Fluid Behaviors

2016.3.15-17, Sendai, Japan

7. 研究成果報告

Report on Research Activities

7-3.光エネルギー材料研究部

Light Energy Materials Research Division

教授 藤原 航三

准教授(兼) 片山 竜二

助教(兼) 沓掛 健太郎

共創研究の成果 Report on Research Activities

論文リスト List of Publications

国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings

国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings

代表論文 Representative Papers (冊子にのみ掲載)

研究部名 光エネルギー材料研究部門

教員名 藤原航三教授、片山竜二准教授、沓掛健太朗助教

平成 27 年度の共創研究の概要

太陽電池の低コスト化・高効率化の実現に向けて、1. Si の融液成長メカニズムの基礎研究、2. フォトルミネッセンス (PL) イメージング法の開発と欠陥評価、3. 太陽電池用 Si 多結晶インゴットの成長技術開発、4. 薄膜エピタキシャル成長技術開発を行った。

当面の目標である Si 多結晶インゴットの高品質化に対しては、固液界面のその場観察による融液成長メカニズムの基礎研究とインゴットの成長実験を融合させ、新たな結晶成長技術の開発に繋がった。図 1 に示すように、Si の固液界面において結晶粒界でグループ (溝) が形成されると、粒界に不純物が高濃度に集積することが明らかになった。このような不純物の局所集積を抑制するために、インゴット成長に使用するルツボや炉内からの不純物混入を極力低減させる技術およびインゴット成長過程の固液界面を平坦にする技術の開発に取り組み、従来の多結晶インゴットに比較して高品質な Si 多結晶インゴットが得られた (図 2)。この Si 多結晶インゴットから切り出した多結晶基板の少数キャリアライフタイムは、従来技術の基板に比較して 3 倍以上向上していた。

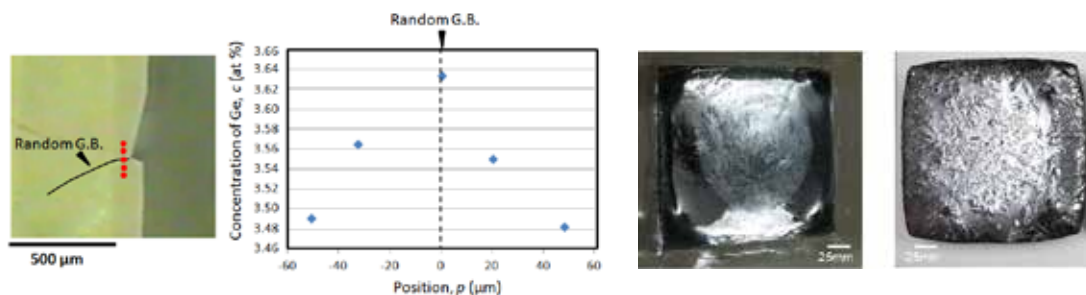


図 1 (左) Si の固液界面における粒界グループの観察と (右) 粒界近傍における不純物濃度の測定結果。 (左) 新規成長技術 (右) 従来技術

平成 28 年度の共創研究の予定

結晶成長メカニズムおよび結晶欠陥評価の研究により、固液界面における欠陥 (転位や双晶界面) の形成メカニズムを基礎的に明らかにし、欠陥形成を抑制するための指針を得る。この基礎研究結果を Si 多結晶インゴットの成長技術に反映させインゴットの更なる高品質化を図る。また将来の太陽電池の超高効率化を視野に入れ、Si 多結晶基板上への化合物半導体のヘテロエピタキシャル成長技術の開発を進める。

7-3. 光エネルギー材料研究部

論文リスト

Liquinert quartz crucible for the growth of multicrystalline Si ingots

Kozo Fujiwara, Yukichi Horioka, and Shiro Sakuragi

Energy Science & Engineering, 3(2015)419-422

Investigation of defect structure of impurity-doped lithium niobate by combining thermodynamic constraints with lattice constant variations

Chihiro Koyama, Jun Nozawa, Kensaku Maeda, Kozo Fujiwara, and Satoshi Uda

Journal of Applied Physics, 117[1](2015)014102-1-014102-7

The solid-solution region for the langasite-type $\text{Ca}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$ crystal as determined by a lever rule

Hengyu Zhao, Satoshi Uda, Kensaku Maeda, Jun Nozawa, Haruhiko Koizumi, Kozo Fujiwara

Journal of Crystal Growth, 415(2015)111-117

Segregation of Ge in B and Ge codoped Czochralski-Si crystal growth

Mukannan Arivanandhan, Raira Gotoh, Kozo Fujiwara, Satoshi Uda, Yasuhiro Hayakawa

Journal of Alloys and Compounds, 639(2015)588-592

Crystallization of high-quality protein crystals using an external electric field

H. Koizumi, S. Uda, K. Fujiwara, M. Tachibana, K. Kojima and J. Nozawa

Journal of Applied Crystallography, 48(2015)1507-1513

Grain Boundary Segregation of Impurities During Polycrystalline Colloidal Crystallization

Sumeng Hu, Jun Nozawa, Haruhiko Koizumi, Kozo Fujiwara, Satoshi Uda

Crystal Growth & Design, 15[12](2015)5685-5692

Three-dimensional evaluation of gettering ability for oxygen atoms at small-angle tilt boundaries in Czochralski-grown silicon crystals

Yutaka Ohno, Kaihei Inoue, Kozo Fujiwara, Momoko Deura, Kentaro Kutsukake, Ichiro Yonenaga, Yasuo Shimizu, Koji Inoue, Naoki Ebisawa, and Yasuyoshi Nagai

Applied Physics Letters, 106[25](2015)251603-1-251603-4

Large Stokes-like shift in N-polar InGaN/GaN multiple-quantum-well light-emitting diodes

Tomoyuki Tanikawa, Kanako Shojiki, Shigeyuki Kuboya, Ryuji Katayama, Takashi Matsuoka

Japanese Journal of Applied Physics, 55[5S](2016)05FJ03-1-05FJ03-4

Polarity control of GaN grown on pulsed-laser-deposited AlN/GaN template by metalorganic vapor phase epitaxy

Jinyeop Yoo, Kanako Shojiki, Tomoyuki Tanikawa, Shigeyuki Kuboya, Takashi Hanada, Ryuji Katayama, Takashi Matsuoka

Japanese Journal of Applied Physics, 55[5S] (2016) 05FA04-1-05FA04-5

Effects of Mg/Ga and V/III source ratios on hole concentration of N-polar p-type GaN grown by metalorganic vapor phase epitaxy

Ryouhei Nonoda, Kanako Shojiki, Tomoyuki Tanikawa, Shigeyuki Kuboya, Ryuji Katayama, Takashi Matsuoka

Japanese Journal of Applied Physics, 55[5S] (2016) 05FE01-1-05FE01-4

Red to blue wavelength emission of N-polar InGaN light-emitting diodes grown by metalorganic vapor phase epitaxy

Kanako Shojiki, Tomoyuki Tanikawa, Jung-Hun Choi, Shigeyuki Kuboya, Takashi Hanada, Ryuji Katayama, Takashi Matsuoka

Applied Physics Express, 8[6] (2015) 61005-1-61005-4

Suppression of metastable-phase inclusion in N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple quantum wells grown by metalorganic vapor phase epitaxy

Kanako Shojiki, Jung-Hun Choi, Takuya Iwabuchi, Noritaka Usami, Tomoyuki Tanikawa, Shigeyuki Kuboya, Takashi Hanada, Ryuji Katayama, Takashi Matsuoka

Applied Physics Letters, 106[22] (2015) 222102-1-222102-4

Characterization of silicon ingots: Mono-like versus high-performance multicrystalline

Kentaro Kutsukake, Momoko Deura, Yutaka Ohno, and Ichiro Yonenaga

Japanese Journal of Applied Physics, 54[8] (2015) 08KD10-1-08KD10-5

国内会議等発表リスト

CZ-Si 単結晶より高品質な Si 多結晶の実現を目指して(招待)

藤原航三

第3回『各種 SiC 結晶成長法における高品質化とその応用』

2015年12月11日, 名古屋大学

N 極性 InGa_N/Ga_N LED に形成された InGa_N 微小島からの局所発光

谷川 智之, 正直 花奈子, 片山 竜二, 窪谷 茂幸, 松岡 隆志

第63回 応用物理学会春季学術講演会

2016年3月19日~22日, 東京工業大学

N 極性(000-1)p 型 Ga_N の MOVPE 成長における Mg/Ga・V/III 原料供給比の正孔濃度への影響
(招待)

野々田 亮平, 正直 花奈子, 谷川 智之, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志

応用物理学会東北支部学術講演会 講演奨励賞授与式・記念講演会

2016年1月23日, 東北大学

N 極性(000-1)p 型 Ga_N の MOVPE 成長における Mg/Ga・V/III 原料供給比の正孔濃度への影響

野々田 亮平, 正直 花奈子, 谷川 智之, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志

第70回 応用物理学会東北支部学術講演会

2015年12月3日~4日, 弘前アップルランド

-c 面 InGa_N/Ga_N 量子井戸の MOVPE 成長における相純度制御(招待)

片山 竜二

第45回 結晶成長国内会議

2015年10月19日~21日, 北海道大学

MOVPE 成長 N 極性(000-1) p 型 Ga_N の正孔濃度に与える Mg/Ga・V/III 原料比の影響

野々田 亮平, 正直 花奈子, 谷川 智之, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志

第76回 応用物理学会秋季学術講演会

2015年9月13日~16日, 名古屋国際会議場

Polarity-controlled MOVPE growth of Ga_N on PLD-Al_N templates(ポスター)

J. Yoo, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, T. Hanada, R. Katayama and T. Matsuoka

The 34th Electronic Materials Symposium

2015年7月15日~17日, ラフォーレ琵琶湖

Effects of V/III source ratio on the hole concentration of N-polar (000-1) p-type GaN grown by MOVPE(ポスター)

R. Nonoda, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, R. Katayama and T. Matsuoka

The 34th Electronic Materials Symposium

2015年7月15日～17日, ラフォーレ琵琶湖

N極性 (000-1) GaN の選択 MOVPE 成長における横方向成長の促進(ポスター)

谷川 智之, 逢坂 崇, 正直 花奈子, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志

日本結晶成長学会 ナノ構造エピタキシャル成長分科会 第7回 窒化物半導体研究会

2015年5月7日～8日, 東北大学

MOVPE 成長 N 極性 (000-1)p 型 GaN の正孔濃度に与える V/III 比の影響(ポスター)

野々田 亮平, 正直 花奈子, 谷川 智之, 窪谷 茂幸, 片山 竜二, 松岡 隆志

日本結晶成長学会 ナノ構造エピタキシャル成長分科会 第7回 窒化物半導体研究会

2015年5月7日～8日, 東北大学

Polarity control of MOVPE-grown GaN on AlN/GaN templates(ポスター)

J. Yoo, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, T. Hanada, R. Katayama and T. Matsuoka

日本結晶成長学会 ナノ構造エピタキシャル成長分科会 第7回 窒化物半導体研究会

2015年5月7日～8日, 東北大学

顕微 PL イメージングによるシリコン結晶中の粒界特性評価(ポスター)

二宮駿也, 杉岡翔太, 出浦桃子, 大野裕, 宇佐美徳隆, 米永一郎, 沓掛健太郎

第12回 「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム

2015年5月28日～29日, ホテル華の湯

東北大学 金属材料研究所 先端エネルギー材料理工共創研究センターの太陽電池研究(その他)

沓掛健太郎

PVJapan2015

2015年7月29日～31日, 東京ビックサイト

キャスト Si はどこまで CZ-Si に近づけるか? ～粒界と転位の影響～(ポスター)

出浦桃子, 大野裕, 米永一郎, 沓掛健太郎

第76回応用物理学会秋季学術講演会

2015年9月13日～16日, 名古屋国際会議場

顕微発光イメージングで見る半導体結晶中欠陥の電気特性(招待)

沓掛健太郎

山梨大学第52回サイエンスカフェ

2015年12月9日, 山梨大学

シリコン結晶でどこまで行けるのか？可能性と課題(招待)

杓掛健太郎

次世代太陽電池セミナー(仮称)準備意見交換会

2016年3月13日, 西屋

イントロダクトリートーク ～発光イメージングから見えるもの～(招待)

杓掛健太郎

第63回応用物理学会春季学術講演会

2016年3月19日～22日, 東京工業大学

国際会議等発表リスト

In situ observations of crystal/melt interface during unidirectional growth of silicon
(Invited)

K. Fujiwara

11th International Conference on Ceramic Materials and Components for Energy
and Environmental Applications

2015.6.14-19, Vancouver, Canada

Microscopic structure of N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple quantum wells and
light-emitting diodes

K. Shojiki, T. Tanikawa, T. Hanada, Y. Imai, S. Kimura, R. Nonoda, S. Kuboya, R. Katayama
and T. Matsuoka

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6)

2015.11.8-13, Hamamatsu, Japan

Polarity control of GaN grown on PLD-AlN/GaN templates by MOVPE

J. Yoo, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, T. Hanada, R. Katayama and T. Matsuoka

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6)

2015.11.8-13, Hamamatsu, Japan

Effects of Mg/Ga and V/III source ratios on hole concentration of N-polar (000-1)
p-type GaN grown by MOVPE

R. Nonoda, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, R. Katayama and T. Matsuoka

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6)

2015.11.8-13, Hamamatsu, Japan

Homogeneity improvement of N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple quantum wells by changing
substrate off-cut-angle direction

K. Shojiki, T. Hanada, T. Tanikawa, Y. Imai, S. Kimura, R. Nonoda, S. Kuboya, R. Katayama
and T. Matsuoka

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6)

2015.11.8-13, Hamamatsu, Japan

Large Stokes shift in N-polar (000-1) InGaN/GaN multiple-quantum-well light-emitting
diodes

T. Tanikawa, K. Shojiki, R. Katayama, S. Kuboya and T. Matsuoka

The 6th International Symposium on Growth of III-Nitrides (ISGN-6)

2015.11.8-13, Hamamatsu, Japan

Direct Measurement of Polarization-Induced Electric Fields in InGaN/GaN Light-Emitting Diodes (Invited)
T. Tanikawa, R. Katayama, K. Shojiki, S. Kuboya and T. Matsuoka
The 6th RIEC-RLE Meeting on Research Collaboration in Photonics
2015.10.26-27, Sendai, Japan

MOVPE Growth of GaN onto PLD-Grown AlN Interlayer on GaN Templates (Poster)
J. Yoo, K. Shojiki, T. Tanikawa, S. Kuboya, T. Hanada, R. Katayama and T. Matsuoka
The 3rd International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications (LEDIA'15)
2015.4.22-24, Yokohama, Japan

Influence of V/III Ratio and Layer Thicknesses on MOVPE-Grown N-Polar (000-1) InGaN Multiple Quantum Wells
K. Shojiki, J.H. Choi, T. Tanikawa, S. Kuboya, T. Hanada, R. Katayama and T. Matsuoka
The 3rd International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications (LEDIA'15)
2015.4.22-24, Yokohama, Japan

Growth and characterization of silicon ingots for solar cells: conventional, mono-like and high-performance multicrystalline silicon (Invited)
Kentarō Kutsukake, Momoko Deura, Yutaka Ohno, and Ichiro Yonenaga
The 5th Asia-Africa Sustainable Energy Forum
2015.5.10-13, Tsukuba, Japan

Defect engineering of multicrystalline and mono-like silicon for solar cells: Characterization and control of grain boundaries and dislocations (Invited)
Kentarō Kutsukake, Momoko Deura, Yutaka Ohno, and Ichiro Yonenaga
Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and Modules:
2015.7.26-29, Keystone, USA

Quantitative analysis of electrical activity of grain boundaries through high spatial resolution photoluminescence imaging (Poster)
Kentarō Kutsukake, Momoko Deura, Yutaka Ohno, and Ichiro Yonenaga
25th International Photovoltaic Science & Engineering Conference
2015.11.15-20, Busan, South Korea

Electrical properties of defects in multicrystalline silicon for solar cells (Invited)
Kentarō Kutsukake, Momoko Deura, Yutaka Ohno, and Ichiro Yonenaga
11th China SoG Silicon and PV Power Conference
2015.11.26-28, Hangzhou, China

7. 研究成果報告

Report on Research Activities

7-4.材料プロセス・社会実装研究部

Material Processing and Social Implementation Research Division

教授(兼) 加藤 秀実

准教授 Belosludov, Rodion Vladimirovich

共創研究の成果 Report on Research Activities

論文リスト List of Publications

国内会議等発表リスト List of Presentations at Domestic Meetings

国際会議等発表リスト List of Presentations at International Meetings

代表論文 Representative Papers (冊子にのみ掲載)

研究部名 材料プロセス・社会実装研究部

教員名 加藤秀実教授、Belosludov Rodion Vladimirovich 准教授

平成 27 年度の共創研究の概要

1. ナノポーラスシリコンを利用した大容量全固体リチウムイオン電池開発

当研究部が開発したオープンセル型ナノポーラスシリコンを負極活物質とし、イオンエネルギー材料研究部（松尾講師）が開発したリチウムボロン水素化物（ LiBH_4 ）を固体電解質に利用した全固体リチウムイオン二次電池の開発に成功した（図 1）。

2. ポーラス金属水素吸蔵材料の開発

当研究部が開発したオープンセル型ポーラスバナジウム（図 2）にイオンエネルギー材料部（宮坂教授）が金属有機構造体コーティング（metal-organic-framework:MOF）を施し水素吸蔵量および吸蔵速度が著しく向上した水素吸蔵材料の開発を行った。

3. ポーラス金属熱電材料開発

当研究部が開発したオープンセル型ポーラス鉄合金を、スピンエネルギー研究部（水口准教授）とともに異常ネルンスト効果を利用した熱電材料に応用する研究を行った。



図 1. ナノポーラス Si 負極活物質、 LiBH_4 固体電解質を利用した全固体リチウムイオン二次電池（写真は折茂研究室・松尾講師からご提供いただいた）

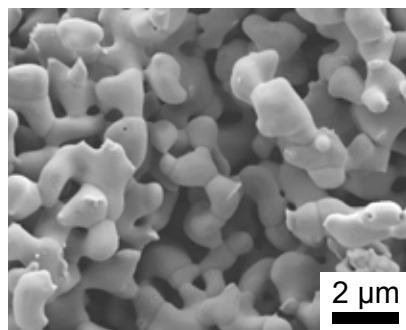


図 2. MOF コーティング多孔質水素吸蔵材料のために開発したオープンセル型ポーラスバナジウム

平成 28 年度の共創研究の予定

全固体リチウムイオン二次電池開発においては、電極組成の最適化、サイクルおよびレート特性の評価を行う。水素吸蔵材料および熱電材料開発においてはポーラス金属の組成や形態の最適化を行い特性の向上を図る。

7-4. 材料プロセス・社会実装研究部

論文リスト

Optimizing niobium dealloying with metallic melt to fabricate porous structure for electrolytic capacitors

JW. Kim, M. Tsuda, T. Wada, K. Yubuta, SG. Kim, and H. Kato

Acta Materialia, 84(2015)497-505

Preparation of three-dimensional nanoporous Si using dealloying by metallic melt and application as a lithium-ion rechargeable battery negative electrode

T. Wada, J. Yamada, and H. Kato

Journal of Power Sources, 306(2016)8-16

Evolution of a bicontinuous nanostructure via a solid-state interfacial dealloying reaction

T. Wada, K. Yubuta, and H. Kato

Scripta Materialia, 118(2016)33-36

Three-dimensional bicontinuous porous graphite generated in low temperature metallic liquid

S.G. Yu, K. Yubuta, T. Wada, and H. Kato

Carbon, 96(2016)403-410

Selective gas adsorption in microporous metal-organic frameworks incorporating urotropine basic sites: an experimental and theoretical study

S. A. Sapchenko, D. N. Dybtsev, D. G. Samsonenko, R. V. Belosludov, V. R. Belosludov, Y. Kawazoe, M. Schröder, and V. P. Fedin

CHEMICAL COMMUNICATIONS, 51[73] (2015)13918-13921

Solvation Mechanism of Task-Specific Ionic Liquids in Water: A Combined Investigation Using Classical Molecular Dynamics and Density Functional Theory

S. V. J. Yuvaraj, R. K. Zhdanov, R. V. Belosludov, V. R. Belosludov, O.S. Subbotin, K. Kanie, K. Funaki, A. Muramatsu, T. Nakamura, and Y. Kawazoe.

JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 119[40] (2015)12894-12904

Probing Electronic Communications in Heterotrinary Fe-Ru-Fe Molecular Wires Formed by Ruthenium(II) Tetraphenylporphyrin and Isocyanoferrrocene or 1,1'-Diisocyanoferrrocene Ligands

V. N. Nemykin, S. V. Dudkin, M. Fathi-Rasekh, A. D. Spaeth, H. M. Rhoda, R. V. Belosludov, and M. V. Barybin.

INORGANIC CHEMISTRY, 54[22] (2015)10711-10724

Initial Report on Molecular and Electronic Structure of Spherical Multiferrocenyl/tin(IV) (Hydr)oxide [(FcSn)₁₂O₁₄(OH)₆]X₂ Clusters

P. V. Solntsev, D. R. Anderson, H. M. Rhoda, R. V. Belosludov, M. Fathi-Rasekh, E. Maligaspe, N. N. Gerasimchuk, and V. N. Nemykin

CRYSTAL GROWTH & DESIGN, 16[2] (2016)1027-1037

国内会議等発表リスト

金属溶湯デアロイングにより作製したナノポーラスシリコンのリチウムイオン電池電極特性と電極体積変化の関係

和田 武、山田 純平、加藤 秀実

2015 日本金属学会秋期大会

2015年9月16日-18日,九州大学伊都キャンパス

金属溶湯中での脱成分現象を利用した金属ガラス複合材料の作製とポーラス材料への展開(招待)

加藤 秀実、和田 武

2016 日本金属学会春期大会

2016年3月23日-25日,東京理科大葛飾キャンパス

固相脱合金化反応によるナノポーラス鉄合金の作製

和田 武、湯蓋 邦夫、加藤 秀実

2016 日本金属学会春期大会

2016年3月23日-25日,東京理科大葛飾キャンパス

金属溶湯中脱成分法によるドーブナノポーラス Si の作製とその LIB 負極特性

山田 純平、和田 武、加藤 秀実

2016 日本金属学会春期大会

2016年3月23日-25日,東京理科大葛飾キャンパス

国際会議等発表リスト

Nanoporous metals by dealloying in Metallic Melt(Invited)

H. Kato

Energy Materials Nanotechnology (EMN2015)

2015.9.1-4, San Sebastian, Spain

Nanoporous Metals by Dealloying in Metallic Melt and Their Application for Energy Devices(Invited)

H. Kato, T. Wada, J. W. Kim

International Conference on Functional Materials for Frontier Energy Issues

2015.10.1-5, Novosibirsk, Russia

Dealloying by Metallic Melts(Invited)

H. Kato

3rd International DNTAC (Defense Nano Technology Application Center) Symposium

2015.11.5, Seoul, South Korea

Preparation of Nanoporous Silicon by Dealloying in Metallic Melt and its Application to the Negative Electrode for Lithium-ion Batteries(Invited)

T. Wada, T. Ichitsubo, K. Yubuta, H. Segawa, H. Yoshida, H. Kato

22nd International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials (ISMANAM2015)

2015.7.13-17, Paris, France

Three-Dimensional Bicontinuous Porous Graphite Generated in Low Temperature Metallic Liquid

S.G. Yu, H. Kato

International Conference on Functional Materials for Frontier Energy Issues

2015.10.1-5, Novosibirsk, Russia

Thermodynamic Properties of Carbon Dioxide Clathrate Hydrates toward CCUS application

R. V. Belosludov, Oleg Subbotin, Ravil Zhdanov, Vladimir Belosludov, Yoshiyuki Kawazoe, BELOSLUDOV, Rodion Vladimirovich

250th ACS National Meeting

2015.8.16-20, Boston, USA

Nanoporous Materials for Energy Storage: Theoretical Aspects(Invited)

R. V. Belosludov

International Conference on Functional Materials for Frontier Energy Issues
(ICFMFEI-2015)

2015.10.1-5, Novosibirsk, Russia

Theoretical Study of Functional Nanoporous Materials(Invited)

R. V. Belosludov

The 10th General Meeting of ACCMS-V0

2015.11.1-3, Sendai, Japan

Simulation Approach to Design of Nanoporous Materials for Gas Storage and Separation
Application

R. V. Belosludov, O. S. Subbotin, R. K. Zhdanov, V. R. Belosludov, Y. Kawazoe,
BELOSLUDOV, Rodion Vladimirovich

MRS Fall Meeting

2015.11.29-12.4, Boston, USA

Clathrate Hydrates as Materials for Hydrogen Storage Applications: Theoretical Aspects

R. V. Belosludov, O. S. Subbotin, R. K. Zhdanov, Y. Y. Bozhko, V. R. Belosludov, Y.
Kawazoe, BELOSLUDOV, Rodion Vladimirovich

Pacificchem 2015

2015.12.15-20, Hawaii, USA

7. 研究成果報告

Report on Research Activities

7-5. 客員教員

Visiting Professors

Prof. Ke Xia (招聘期間 : 2015 年 10 月 1 日-2015 年 12 月 31 日)

Beijing Normal University

Prof. Michal Bockowski (招聘期間 : 2016 年 1 月 5 日-2016 年 3 月 30 日)

Institute of High Pressure Physics, Polish Academy of Sciences

8. 職員及び運営委員名簿

List of Staffs

平成27年度 先端エネルギー材料理工共創研究センター

教員名簿

センター長／教授 折茂 慎一

教授	Bauer, Gerrit Ernst-Wilhelm
教授	藤原 航三
教授(兼)	宮坂 等
教授(兼)	加藤 秀実
特任教授	湯本 道明
准教授	水口 将輝
准教授	Belosludov, Rodion Vladimirovich
講師	松尾 元彰
准教授(兼)	片山 竜二
助教(兼)	高木 成幸
助教(兼)	井口 亮
助教(兼)	沓掛 健太郎

平成27年度 先端エネルギー材料理工共創研究センター

運営委員会委員

組織（先端エネルギー材料理工共創研究センター内規第5条）：委員長及び次の各号に掲げる委員

- (1) 研究所（センターを除く。）の教授又は准教授 若干人
- (2) センターの教授又は准教授 若干人
- (3) 研究所の事務部長
- (4) その他委員長が必要と認めた者 若干人

任期：第5条第1号及び第4号に掲げる委員 2年（再任を妨げない）

平成27年4月1日現在

所属	職名	氏名	任期	備考
金属材料研究所	センター長	折茂 慎一		委員長
金属材料研究所	所 長	高梨 弘毅	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	宮坂 等	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	加藤 秀実	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	齊藤 英治	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	松岡 隆志	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	米永 一郎	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	古原 忠	27.4.1-29.3.31	5条1号
金属材料研究所	教 授	Gerrit Ernst- Wilhelm Bauer		5条2号
金属材料研究所	教 授	藤原 航三		5条2号
金属材料研究所	特任教授（研究 企画・運営担当）	湯本 道明	27.4.1-29.3.31	5条4号
金属材料研究所	事務部長	丸山 正彦		5条3号

平成 28 年 7 月発行

発行者 東北大学 金属材料研究所
先端エネルギー材料理工共創研究センター

〒980-8577

宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL 022-215-2072

FAX 022-215-2073

E-Mail e-imr@imr.tohoku.ac.jp

URL <http://www.e-imr.imr.tohoku.ac.jp/>



■ 仙台駅より地下鉄利用

- 【仙台地下鉄東西線】青葉通一番町駅 南口1より徒歩約10分
- 【仙台地下鉄南北線】五橋駅 北2・北4口より徒歩約10分

■ 仙台駅よりタクシーにて

仙台駅 1階西口よりタクシーに乗り、約10分。

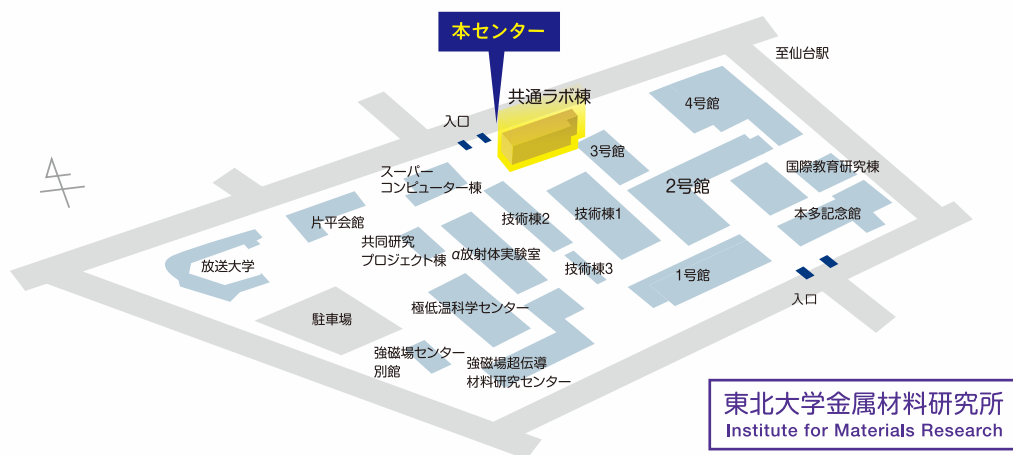
■ 仙台駅より徒歩にて

仙台駅1階西口より徒歩にて、約15分。

■ 仙台駅より仙台市営バス利用

仙台駅 西口バスプール「11」番より、「霊屋橋(おたまやばし)」経由の

- 八木山(やぎやま)動物園 行き
 - 向山(むかいやま)高校 行き
 - 八木山南団地 行き
 - 緑ヶ丘(みどりがおか)三丁目 行き のいずれかに乗車。
- 「東北大正門前(せいもんまえ)」で下車(乗車時間10分、料金180円)。徒歩(5分)



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



国立大学法人東北大学金属材料研究所
先端エネルギー材料理工共創研究センター
Collaborative Research Center on Energy Materials

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1
電話：022-215-2072 FAX：022-215-2073 E-mail：e-imr@imr.tohoku.ac.jp
URL：http://www.e-imr.imr.tohoku.ac.jp/