

# 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

## NEWS LETTER

Vol.1, no.1 Oct. 2015



東北大学金属材料研究所

# 目次

## ご挨拶

先端エネルギー材料理工共創研究センター(E-IMR)設立に当たって  
持続的社会的実現のための先端エネルギー材料の創成

## 研究者紹介

Gerrit E. W. Bauer 教授: スピンエネルギー材料研究部

## 機器・装置紹介

高品質なシリコン多結晶の開発に欠かせない観測装置と結晶成長装置

## 最近の動向

1. E-IMR開所式を開催
2. PVJapan2015に出展
3. 水口将輝准教授、JST戦略的創造研究推進事業CRESTに採択
4. 水口将輝准教授、日本磁気学会平成27年度優秀研究賞を受賞
5. E-IMR紹介記事が日経産業新聞に掲載

## 今後の予定

E-IMR第1回ワークショップを平成28年1月22日(金)午後開催



## 先端エネルギー材料理工共創研究センター (E-IMR) 設立に当たって

東北大学金属材料研究所  
所長 高梨弘毅

本所金属材料研究所(略称:金研)は、1916年に臨時理化学研究所第2部として産声を上げました。以来100年近い歴史の中で、研究第一主義、門戸開放、実学尊重という本学東北大学の基本理念・精神のもと、物質・材料研究の国際的拠点として、材料科学の発展を先導し、社会に貢献して参りました。

最近では、エネルギー材料、社会基盤材料、エレクトロニクス材料の3つを重点分野として研究を推進しておりますが、昨年4月に私が所長職を拝命してからは、特にエネルギー材料研究の強化という方針を打ち出しました。それは、エネルギー問題が21世紀における最も重要な社会的課題であることに加え、金研において現在行われている研究の多くが何らかの形でエネルギーに関わっており、エネルギーというキーワードで研究室間の連携・融合が推進できること、そして材料研究こそがエネルギー問題の解決に本質的な役割を果たすことができるであろう、という考えに基づいております。

金研では、本所のエネルギー材料に関する研究開発シーズを育成・発展させることを目的に、2010年に低炭素社会基盤材料融合研究センター(略称:低炭素センター)を設立しました。これが先端エネルギー材料理工共創研究センターの前身です。低炭素センターは、独自の所内助成や、ワークショップの開催、産官学連携の推進などの活動を行い、一定の成果を上げましたが、兼任教員の集合体であり、実質的な研究の推進には組織的に限界がありました。

エネルギー材料研究の推進には、既存の研究室の枠を越えた連携、特に理学と工学の真の融合、理工共創が必要不可欠です。金研には幸い理学系の研究室と工学系の研究室から成るバランスの良い組織体制が既に出来ており、それが金研の強みでもあります。本先端エネルギー材料理工共創研究センターでは、理学系の教員と工学系の教員から成る連携体制を、トップダウン的に組織しました。すなわち、スピン、イオン、光という金研で実績のあるそれぞれの分野で、理学系の専任教員と工学系の専任教員から成る研究部を置き、実質的に理工が融合し研究を推進する体制を整えました。また、研究成果を実用化につなげる橋渡しの役割を果たす材料プロセス・社会実装研究部、国際的な連携・研究展開・情報発信を推進する国際共同研究部も置き、グローバルな研究展開を目指しております。

本先端エネルギー材料理工共創研究センターは、単に金研の一組織ということのみならず、全学のエネルギー材料研究の推進において、中心的な役割を果たすセンターであると位置付けています。本学のエネルギー研究連携推進委員会(委員長:伊藤貞嘉研究担当理事)のもとで、原子分子材料高等研究機構、多元物質科学研究所、理学研究科、工学研究科、環境科学研究科等の関連部局とも密接に連携しながら、全学のエネルギー材料研究の拠点として、東北大学の研究力強化に貢献していく所存です。

金研は来年度百周年を迎えます。同時に、来年度は第3期中目標・中期計画期間のスタートの年であり、また第5期科学技術基本計画の始まる年でもあります。このような節目となる時期に、この先端エネルギー材料理工共創研究センターの設立は金研の目玉施策の一つであり、本センターから21世紀の持続的社会的の実現に決定的な影響を及ぼす成果が生まれることを祈念しております。

皆様方のご支援ご協力と、ご指導ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。



# 持続的社会的実現のための先端エネルギー材料の創成

先端エネルギー材料理工共創研究センター(E-IMR)  
センター長 折茂慎一

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。

E-IMRには4つの研究部が置かれています。各研究部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**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**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. **光エネルギー材料研究部**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**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」、「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E-IMRの今後の活動にご期待下さい。



# 研究者紹介



## Gerrit E. W. Bauer 教授： スピンエネルギー材料研究部

Education : 1984 Ph.D. Technical University Berlin.

Experience : 1986 Member of Scientific Staff, Philips Research Laboratories;  
1992 Professor, Delft University of Technology;  
2011 Professor, Institute for Materials Research, Tohoku University.

The terms “spintronics” was coined for the science and technology of transport phenomena and electronic applications that involve the intrinsic magnetic moment of the electron or “spin” in small structures and devices. The coupling between spin and charge currents has spawned new technologies such a magnetic field sensors and magnetic random access memories.

The Research Division Spin Energy Materials focusses on the extension of spintronics to include the generation, detection and control of heat currents referred to as spin caloritronics, which provides new strategies to efficient refrigeration and harvesting of heat. In a collaboration between theory and experiment we study new magnetic materials and design devices in order to better understand and optimize spin-dependent and spin Seebeck and Peltier effects.

Applying the methods of theoretical and computational physics has importantly helped to understand and progress spintronics and spin caloritronics. A celebrated example is the prediction of the current-induced spin transfer torque by Slonczewski and Berger, which forms the basis for the global race for the universal magnetic random access memories that can be integrated with silicon-based electronics. Theory helps in understanding, classifying, and enhancing hitherto unexplained phenomena discovered experimentally, such as the spin Seebeck effect (see inset) and the spin Hall magnetoresistance.

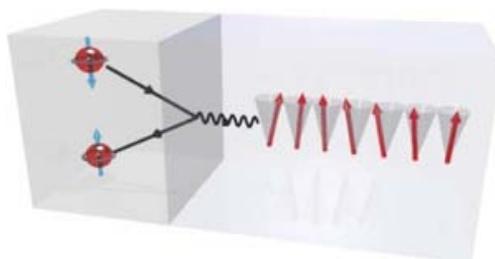
### Contact information

E-mail: [g.e.w.bauer@imr.tohoku.ac.jp](mailto:g.e.w.bauer@imr.tohoku.ac.jp)

TEL: +81-22-2 15-2005, FAX : +81-22-2 15-2006

### Spin Seebeck Effect

The imbalance in the fluctuating angular momentum exchange generated by a temperature gradient over the interface between a magnetic material and a normal metal generates a spin current that can be transformed into a useful voltage by the spin valve or inverse spin Hall effect. While a consensus exists concerning the basic physics, much work has still to be carried out in order to understand the material dependence. A better understanding will allow maximizing the efficiency of thermal devices based on the spin Seebeck effect and its reciprocal, the spin Peltier effect. The spin Seebeck effect has recently been proven to be a sensitive probe of spin correlations in complex magnets that provides information not accessible to other techniques.



Elementary scattering process governing the spin Seebeck and related effects. The spin-flip scattering of electrons at the Fermi energy at the interface to a ferromagnet leads to energy and angular momentum transfer in the form of a spin wave or magnon excitation.

# 機器・装置紹介



## 高品質なシリコン多結晶の開発に欠かせない 観測装置と結晶成長装置

光エネルギー材料研究部  
教授 藤原航三

現在利用されている太陽電池の中で最も多く使われている太陽電池は、シリコン(Si)の半導体で作られているシリコン系太陽電池です。光エネルギー材料研究部では、太陽光エネルギーからより多くの電気エネルギーを得ることのできる性能に優れたシリコン系太陽電池の開発に取り組んでいます。今回ご紹介する機器・装置は、性能に優れたシリコン系太陽電池の実現の鍵となる材料”高品質なSi多結晶”を開発するために欠かせない観測装置と結晶成長装置です。

図1は、Siが溶けた液体(融液)から結晶が一方方向に成長する過程を直接観察することができる装置です。Siの一方方向成長過程では、温度や圧力の条件によって、成長速度や固液界面形状が変化します。また、固液界面において不純物の局所偏析や欠陥発生などが起こります。このような様々な現象を直接観察することから、融液成長メカニズムを解明するためには不可欠な実験装置となっています。固液界面の観察は、ハイスピードカメラを搭載したデジタルマイクロスコープを用いて50-500倍の倍率で観察することができます。

図2の装置は、太陽電池用のSi多結晶インゴットを成長させる装置です。本装置では、20cm×20cm×15cmH程度のインゴットを成長させることができるので、実用サイズのSi多結晶基板(15.6cm角)が得られます。したがって、太陽電池特性の評価は、実用基板と同様の評価が可能となります。本装置は融液成長過程に生じる様々な現象を制御するための工夫をしております。本装置を用いて高品質かつ高均質なSi多結晶インゴットを得るための成長条件が確立されれば、実用的にも応用可能な技術となります。



図1 融液成長過程のその場観察装置



図2 太陽電池用Si多結晶インゴット成長装置

# 最近の動向

## 1. E-IMR開所式を開催

平成27年6月8日(月)、東北大学の「知の館(Tokyo Electron House of Creativity)」において、先端エネルギー材料理工共創研究センターの開所式が開催されました。

高梨弘毅・東北大学金属材料研究所長の式辞のあと、里見進・東北大学総長から「国際社会が直面している、地球温暖化・気候変動等が複雑に絡み合っているため、その解決の仕方が非常に難しくなっている。本学の使命を達成していくことを大いに期待している。」との挨拶がありました。

記念講演として、パナソニック株式会社先端研究本部 環境・エネルギー研究室 水素構造・貯蔵技術研究部長の羽藤 一仁様より「家庭用燃料電池の開発を振り返り、新センターに期待すること」と題してのご講演いただきました。

その後、折茂センター長によるセンター概要説明に引き続き、水口准教授(スピンエネルギー材料研究部)、宮坂教授(イオンエネルギー材料研究部)、藤原教授(光エネルギー材料研究部)、加藤教授(材料プロセス・社会実装研究部)から各研究部の取組についての説明が行われました。

開所式には、県内の一般企業・大学の皆様をはじめ約120名にご参集いただき、大変盛大な式となりました。この場を借りて、ご参集を頂いた皆様に、厚くお礼申し上げます。



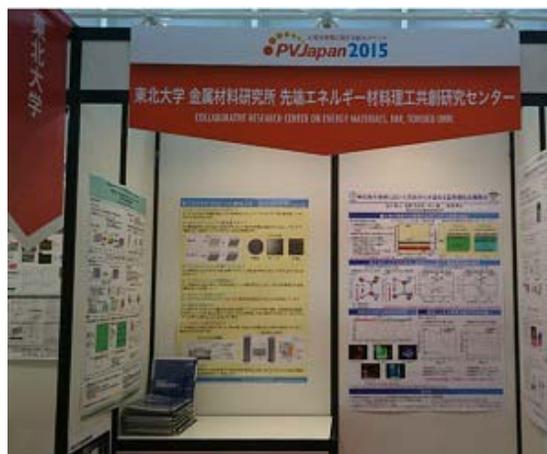
E-IMR開所式での藤原教授 研究取組説明

## 2. PVJapan2015に出展

7月29日から31日にかけて東京ビッグサイトで開催された太陽光発電に関する展示会「PVJapan2015」にて、本センターのブース展示を行ないました。同展示会は太陽光発電協会(JPEA)主催する国内最大級の太陽光発電専門の展示会です。また、再生可能エネルギー世界フェア2015として第10回再生可能エネルギー世界展示会も同時開催され、太陽光発電のみならず、あらゆる再生可能エネルギーに関する展示が行なわれました。イベント全体での来場者数は3日間合計で3万7千人と大盛況でした。

E-IMRの展示は、大学・研究機関の展示が集まるアカデミックギャラリーにて行なわれました。松岡教授、沓掛助教、木村研究員、杉岡君(米永研修士2年生)の4名が説明にあたり、E-IMRの概要と太陽電池に関連した研究の詳細を紹介しました。また出展者セミナーにおいて沓掛助教が、本センターの概要と研究内容を口頭にて発表しました。

3日間とも大変多くの方に本センターのブースに足を運んでいただき、皆様に金研および本センターの研究内容をご理解いただくとともに、非常に有益な情報交換をさせていただきました。ご来場者の多くは太陽電池に関連する企業の方々でしたが、皆様から太陽光発電の現場に生かせる技術開発への要請と大学での基礎研究を期待する声を多く頂戴しました。技術開発と基礎研究というテーマは、E-IMRの掲げる理工共創に通じるものがあり、改めてセンターの意義を感じる機会となりました。



PVJapan2015 出展ブース

### 3. 水口将輝准教授、JST戦略的創造研究推進事業 CRESTに採択

スピンエネルギー材料研究部の水口将輝准教授が JST戦略的創造研究推進事業CRESTの研究領域「超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製(研究総括：瀬戸山 亨氏)」に採択されました。水口准教授は、10月から研究課題「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」を開始し、スピンエネルギー材料研究を加速します。(研究概要については、次号ニュースレターに掲載予定です。)

### 4. 水口将輝准教授、日本磁気学会平成27年度優秀研究 賞を受賞

スピンエネルギー材料研究部の水口将輝准教授が、9月9日に公益社団法人日本磁気学会 平成27年度優秀研究賞(題目:「磁性ナノ超構造の創成とスピンドバイス応用の研究」)を受賞しました。

### 5. E-IMR紹介記事が日経産業新聞に掲載

E-IMRの紹介記事が日経産業新聞(平成27年9月30日)に掲載されました。紹介記事につきましては、[E-IMRのホームページ](#)に掲載する予定です。そちらをご覧ください。

## 今後の予定

### E-IMR第1回ワークショップを平成28年1月22日(金)午後 開催

平成28(2016)年1月22日(金)12時30分から金属材料研究所国際教育研究棟2階において、「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」を開催いたします。本ワークショップでの基調講演では、国立研究開発法人科学技術振興機構・古川雅士様と大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構・山田和芳様にご登壇いただきます。なお、詳細にうきまはは決まり次第、E-IMRのホームページ(<http://www.e-imr.imr.tohoku.ac.jp/>)にてお知らせいたします。

また、E-IMRの前身である低炭素社会基盤材料融合研究センター(LC-IMR) 第6回ワークショップも同日、平成28(2016)年1月22日(金)9時から開催いたします。詳細が決まり次第、LC-IMRのホームページ(<http://www.low-carbon.imr.tohoku.ac.jp/>)にてお知らせいたします。

E-IMR News Letter, vol.1, no.1 発行日:平成27年10月26日

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事務局

E-Mail: [e-imr@imr.tohoku.ac.jp](mailto:e-imr@imr.tohoku.ac.jp) TEL: 022-215-2072