

MAIMR Advanced Institute
for Materials
Research
Magazine
AIMRマガジン 2014年3月号

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 広報・アウトリーチオフィス
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1
Tel. 022-217-6146 Mail. outreach@wpi-aimr.tohoku.ac.jp
<http://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/>



AIMR Advanced Institute
for Materials
Research **04**
March 2014
Magazine

[特集]

**小さなMEMSが描く
大きな未来**

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構

江刺正喜

[AIMR in the world]

写真で振り返る

**Science Talk Live
2013 in Sendai**

[巻頭対談インタビュー]

企業と共に歩む

江刺正喜

原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)主任研究者
マイクロシステム融合研究開発センター(μ SIC)センター長

T. Gessner

原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)主任研究者 フラウンホーファー ENAS(エレクトロ・ナノシステム研究所)所長

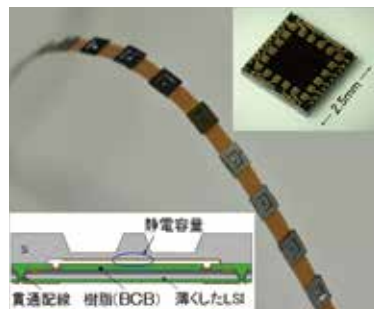


小谷機構長、総合科学技術会議議員に就任

小谷元子AIMR機構長が、3月6日付けで内閣府・総合科学技術会議議員に就任した。
総合科学技術会議とは、内閣総理大臣及び内閣を補佐する「知恵の場」として、我が国全体の科学技術を俯瞰し、各省より一段高い立場から、総合的・基本的な科学技術政策の企画立案及び総合調整を行うことを目的として内閣府に設置された、「重要政策に関する会議」の一つ。内閣総理大臣が議長を務め、関係関係者有識

(2) ロボット用触覚センサネットワーク

超高齢化社会に向けて、医療現場の負担を減らすために患者のお世話をする介護ロボットが求められている。MEMSの技術を使い、介護ロボットが人に衝突しても安全にするため、人間と同じように体表に触覚のセンサを多数分布させる研究を、トヨタ自動車、豊田中央研究所と共同で行っている。樹脂接合によってヘテロ集積化した触覚センサが、図3のように細いフィルムに形成した共通線に多数接続されている。力を感じたセンサがLSIの働きでセンサのIDと力の情報を送信し、コンピュータに割り込みをかける方式であるため、遅れることなく感じる事ができる。



(3) 超並列電子線描画装置

図1の無線通信デバイスは大規模生産されるものであるが、少量でも高付加価値のヘテロ集積化デバイスもある。図4は開発中の超並列電子線描画装置で、多数の電子線でLSIのパターンを高速に描画することによって、1セット数億円にもなるフォトマスクを使わず、マスクレスでLSIを製造することができる。このため多品種少量でも採算が合うだけでなく、開発も短期間に行える。ナノクリスタル(nc)Si電子源アレイ(100×100)をLSI上に形成したアクティブマトリックス電子源を、クレストックおよび東京農工大と共同で開発しているが、ここにも樹脂接合によるヘテロ集積化の技術を用いており、電子的な収差補正などLSIの高度な機能が活かされている。

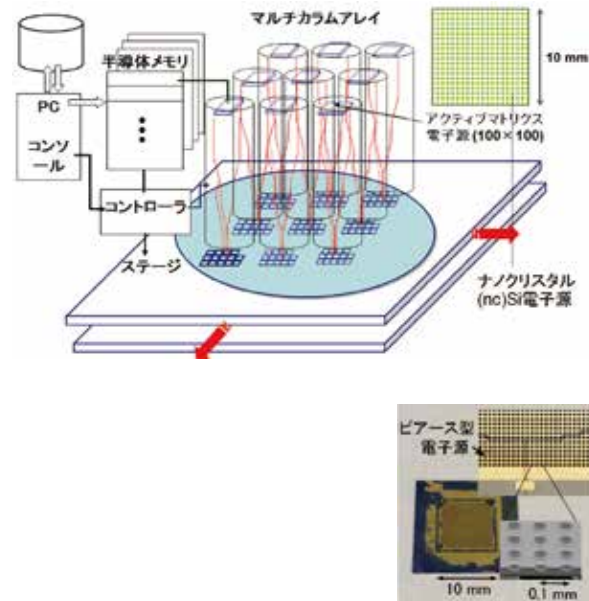


図4.超並列電子線描画装置
(上:概念、下:アクティブマトリックス電子源)

産業の活性化へ向けて

我が国の半導体産業は国際競争力が低下し雇用も減少しているが、MEMSによるヘテロ集積化のような多様化・高度化は、日本の半導体産業が進化していく一つの方向である。しかしMEMSは用途によって形状や製造工程が多様となり共通化が難しく、品種ごとに開発する必要がある。そのため、製造の効率が良くなければ収益化が困難となる。効率化のためには、異なる分野や組織間、企業間の壁を無くし、国際的にも開かれた体制にすることが求められる。

例えば、LSIを作るには通常CMOSファウンダリ(量産請負)に外部委託するが、個別に委託すると費用がかかるため、トヨタ自動車やリコーなど競合しない企業16社が乗り合いで1枚のウェハ上にそれぞれのLSIを製作し、開発のコストやリスクを少なくしている。先に説明したヘテロ集積化デバイスはこの仕組みで作られた。

そのほか低コスト化の取り組みとして、東北大学では、以前半導体工場として使われていた施設を活用し、企業が人を派遣して試作開発を行う「試作コインランドリ」を運営している。ここには多くの企業から装置が寄贈されており、安価に利用してもらうことができる。「試作コインランドリ」を利用することで、企業は設備投資をしなくて済むため、低リスクで新規事業に取り組める。それだけでなく、共同利用の施設としてはめずらしく、開発した製品を市販することも関係者の努力で認められ

た。そのため、この施設は大中小の企業以外に、自社工場を持たないベンチャー企業や、企業が中止したプロジェクトの設備を譲り受けたスピンアウト企業などにも利用されている。

さらには、中古の設備や工場を用いて、MEMSの開発や少量生産を請け負う会社である「MEMSコア」が2003年に仙台で設立されたほか、LSIテスト用MEMSスイッチなどを生産している仙台的「アドバンテストコンポーネント」がMEMSファウンダリ(量産請負)を行うなど、効率化に向けて組織の壁を越えた取り組みが広がってきている。このような活動を支えるために、仙台市を中心として「MEMSパークコンソーシアム」を設立し、MEMS製品などを展示した「仙台MEMSショールーム」や、毎年場所を変えて行う3日間の「MEMS集中講義」などで情報提供も行っている。このような「MEMS」を取り巻く活動が評価され、「試作コインランドリ」運営の中心である戸津健太郎氏(東北大学准教授)と、「MEMSコア」の本間孝治社長が、2013年度の経済産業大臣賞(産学官連携功労者表彰)を共同受賞している。

国際的な取り組みとしては、先の対談の中でも述べたが、2005年にドイツのフラウンホーファー研究機構と仙台市が交流協定を締結し、それ以来毎年「フラウンホーファー in Sendai」というシンポジウムを開催してきた。東北大学AIMRでは、フラウンホーファー研究機構のENAS(電子ナノシステム)研究所長であるトーマス・ゲスナー教授が主任研究員を務めており、研究員の派遣だけでなく、2012年にはAIMR内に「フラウンホーファー プロジェクトセンター」が発足するなど、強く連携して研究を進めている。このほかにも、東北大学がベルギーにあるIMEC(大学間マイクロエレクトロニクス研究センター)のアジア戦略連携校(米国はスタンフォード大学、欧州はスイスのローザンヌ工科大学)になるなど、国際的に開かれた体制でMEMSの研究開発を行っている。

以上のように、異なる分野や組織間の壁を無くし国際的にも開かれた活動によって、最新情報を集め技術レベルを確保しながらMEMSの研究を進め、産業界とともに社会のニーズに応えていきたい。



A tree branch

- must hold leaves out in the sunshine for photosynthesis
- must not bend too much under its own weight, or in the wind.



The material chosen for the branch

- must be **stiff** (have high Young's modulus E)
- must have a **low density** (ρ , kg/m^3)

枝の条件 = ヤング率が高い (≒曲がりにくい) & 密度が低い (≒軽)

2013年12月14日、仙台国際センターにて、第3回世界トップレベル研究拠点合同シンポジウム「Science Talk Live 2013 by WPI」が開催された。《「見る」力を、「観る」力に。—世界を変える科学者の目—》と題して行われた本シンポジウム。世界トップレベル研究拠点で活躍する5名の科学者が、それぞれの研究を熱く語った様子を写真と参加者の感想で振り返る。



講演を行う5名の研究者



五感で感じる電子の世界

高山あかり 博士

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 JSPS特別研究員

「異常感知能力」を高めてください。それは研究だけでなく、日常生活にもきっと役に立つはず。高山あかり博士が講演の最後に発したメッセージだ。超高分解能スピン分解光電子分光装置を使って電子のスピン状態を解析するという非常に難しい研究を、いきいきと語った。装置開発からデータ解析まで「五感」をフルに使って研究する様子は、「実験の内容などはもちろん、自分の研究を楽しそうに語っていらっやった高山博士は、私にとってとても刺激的だった」と参加者の心に強く訴えかけた。

自然が魅せる材料開発の未来

アラン リンゼイ グリア 教授

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 主任研究者、
ケンブリッジ大学 材料科学冶金学科 教授

「人間は素晴らしい材料をいろいろ開発しようとがんばっているが、じつは最も優れた材料のアイデアはすでに自然の中に存在する」ことを、木の枝やカエルの冬眠、クモの糸など身近な例をあげながら説明するグリア教授。「材料について熱心に研究したいという思いが高まった」という感想が聞かれるなど、普段はなじみのない材料科学という研究を身近に感じることができる講演だった。



新物質イタミンを夢見て

伊丹健一郎 教授

名古屋大学トランスフォーメティブ生命分子研究所
拠点長

化学が嫌だった少年が、どうやって合成化学に魅かれていった、どんな夢を描いているのか、分かりやすく語りかける伊丹教授。「自分の実力を存分に発揮することができ、そのうえ楽しく研究ができる、というのは非常に達成感を感じることができ、とても素晴らしいと思った」という感想からも、高校生の心をとらえたことが分かる。



地球の起源と生命の誕生

廣瀬 敬 教授

東京工業大学地球生命研究所
所長

「今日は私の夢を語りに来ました」と語り始めた廣瀬教授。生命の誕生に地球がどのような役割を果たしたのかを、無限の好奇心を持って研究している様子が伝わる講演であり、講演後のブースでは長く高校生から質問を受けていた。



睡眠・覚醒の謎に挑む

柳沢正史 教授

筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構
機構長

誰もが毎日経験する睡眠という現象が、実は何も分かっていないということ。そのような謎に包まれた睡眠について、膨大な実験を行って睡眠のメカニズムの一端を明らかにしてきたことを説明する柳沢教授。「睡眠は身近すぎて興味を持っていなかったけど、講演を聴いて一気に興味がわいてきた」参加者が多かったようだ。



高校生による英語の研究プレゼンテーション

後半は、宮城県仙台第三高等学校、宮城県仙台第一高等学校、宮城県古川黎明高等学校の他、アメリカのエレノア・ルーズベルト高校の代表者が、互いの研究成果を英語で発表した。



ブースセッション

WPI全9拠点の展示を見ようと、大勢の参加者でにぎわうブースセッション。宇宙や生命、材料やエネルギーなど幅広い分野の最先端研究が一度に見られるとあって多くの参加者でにぎわっていた。また講演者がブースに立つと、直接質問しようという高校生に囲まれて多くの質問を受け、講演者も最後まで熱心に質問に答えていた。



EVENT REPORT

The AIMR International Symposium 2014開催

2014年2月17日から19日にかけて、仙台国際センターにおいてAIMR International Symposium 2014 (AMIS2014) が開催された。里見進総長の開会の挨拶で始まり、UCSBのJames Langer教授をはじめとした招待講演者、およびAIMRの研究者32名が講演を行った。アメリカ、中国、イギリス等13ヶ国から約240名の参加者が集い、各講演後活発な意見交換が行われた。今回のワークショップでは「Toward emergence of new materials science with mathematics collaboration」のテーマのもと、多くの数学者の参加を得て、AIMRが展開している数学と材料科学との融合についても活発な議論が交わされた。



前日から雪が降り積もるあいにくの天気にも関わらず、高校生を中心に約600名が来場した。里見総長の挨拶と櫻田文部科学副大臣の祝辞に始まり、研究者の講演と高校生の発表を聴いた参加者からは「研究の視点というものが日常から非日常まで様々で、それぞれ違う角度から見ている。学問って面白そうと感ずることができた」「高校生たちの発表を聞いて、こんな凄まじいことを自分と同じ年代の人がやったのかと思うと立っていてもいられなくなった。」といった感想が聞かれた。次回のWPI合同シンポジウムは2014年12月に東京で開催予定。

当日の講演を録画したものが下記のサイトでご覧いただけます。

<http://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/wpi2013/>

AAAS年次大会にてブース出展とワークショップ開催

AIMRは、2月13日(木)から5日間にわたってシカゴで開催されたアメリカ科学振興協会(AAAS)年次大会 2014にて、世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)の各拠点および文部科学省と合同でWPIブースを出展し、ワークショップを共催した。

WPIブースは科学技術振興機構(JST)が主催する日本バビリオンの一部で、14日(金)～16日(日)の3日間、ハイアット・リージェンシー・シカゴの展示ホールで展示された。期間中、多くの来場者がブースを訪れ、担当者に研究内容や研究者の受け入れ態勢について熱心に聞く様子が見られた。理化学研究所との共催で行われたワークショップ「Build a Career in Japan!」では、WPIプログラムの概要説明や、外国人研究者が日本で生活するにあたってのサポート体制等が紹介された。

また、ジュニア主任研究者のカテムホッセイニ博士がAAASフェローに選出され、15日にAAASフェローフォーラムにて表彰が行われた。



ちょっと寄り道

M A T E R I A L S

このコーナーでは、AIMRの研究分野である「材料科学」について、基礎的な事柄、歴史、世界の研究動向、AIMRにおける先端研究、等々をエッセイ風に紹介していきます。

* 第4話 *

電子デバイスと材料

今日、電子デバイスという言葉は私たちの日常生活にも浸透し、ごくごく普通の会話にも登場します。電子デバイスは携帯電話やコンピュータなどの電子機器に使われているトランジスタや発光素子などの電子部品を指します。日本語では、コンピュータなどの製品を「電子機器」と呼び、それら電子機器を構成している個々の電子部品を「電子デバイス」と呼ぶ習慣がありますが、国際線の飛行機に乗ると離陸時と着陸時に、We request that all electronic devices be turned offとアナウンスがあったりするので、英語の「電子デバイス electronic device」という言葉はもう少し広く、電子機器(コンピュータなど)も含んでいるようです。ここではあまり厳密な定義はせずに電子デバイス、または単にデバイスと表記することをお許しください。

さて、電子デバイスは大量の情報を保管したり、プログラムに従った高速計算をしたり、情報を電波に乗せて瞬時に伝送したりすることに使われています。以前は書物に記録されてきた情報はハードディスク、フラッシュメモリなどにコンパクトに保存され、スーパーコンピュータによる計算で気象予測の精度も上がり、かつては手紙で送っていたメッセージは電子メールによって瞬時に世界を飛び交い、電話も無線の携帯電話が主流となってきました。こんな現代社会を支えるデバイスの研究・開発に関わってみたいと夢をもつ高校生が学部、学科選びをするとき、どこを選んだらよいのでしょうか?工学部の電気電子工学科、電気通信工学科などはもちろんその研究・教育の舞台です。ただ、これは材料科学のエッセイですので、やはりここでは、材料科学もデバイスに直結していることを書きたいと思います。

例えばICやLSIと呼ばれる集積回路は典型的な電子デバイスですが、たくさんの電気配線(アルミニウム線、銅線など)が張り巡らされているばかりではなく、中身を顕微鏡で拡大してみると、ある板の表面に細かな構造が散りばめられていることがわかります。現在のデバイスの多くはシリコンウエハと呼ばれるシリコン単結晶を0.5~1 mmくらいの厚さにスライスした

板を使ってできています。このシリコンウエハはそれ自体が半導体であるため電気を流すことができます。リソグラフィと呼ばれる微小構造を作る技術によって、そのウエハの表面付近にp型領域(正電荷が多く存在)、n型領域(負電荷が多く存在)、絶縁体領域(シリコンの酸化膜)からなる、数千、数万のトランジスタ構造を作り込んでいきます。シリコンという半導体材料からできている以上、そこには材料科学の果たす役割があります。例えば、シリコンの電気伝導性やp型、n型の違いは結晶中にドーピングする不純物の効果によって生み出されますが、これも材料科学の重要課題です。材料科学者の貢献により、現在ではシリコンとは異なる特性をもった様々な半導体が電子デバイスの材料として実際に使われたり、将来の使用を目指して研究されています。

ここからは私たちAIMRのお話です。もちろん、半導体や電子デバイスの研究をしている研究者はAIMRにも多数在籍しています。半導体(材料)と電子デバイスは切っても切れない関係にあります。更にAIMRにはMicro Electro Mechanical Systems(MEMS:メムス)の研究グループがあります。MEMSは上述の集積回路に似ていますが、シリコン基板の上に、機械要素部品、センサー、アクチュエータ、電子回路を同時に作り込んでいきます。集積回路は電気の流れを制御、利用するデバイスですが動くことはありません。それに対してMEMSでは、動く微小機械を電子回路と一緒に作り込むことで付加価値を高めています。詳しくはAIMR Magazine本号の江刺教授とゲスナー教授の対談をご覧ください。電子デバイスに興味のある皆さん、材料科学からアプローチするのも面白いですよ!



池田 進 Susumu Ikeda

1967年埼玉県生まれ。90年東北大学理学部卒業。セメント会社勤務後、東京大学大学院理学系研究科で学位取得。同大学院新領域創成科学研究科助教を経て、2008年よりAIMR助教。10年より准教授。11年より副事務部門長を併任。AIMR事務部門において、分野融合、数学-材料科学連携の支援を行うほか、共通機器の整備等を担当。

ラミン・バナーン・サデギヤン

Ramin Banan Sadeghian

ももとは大規模な集積回路やマイクロセンサーを専門とする電子技術者だという。「化学マイクロセンサーの設計を経験してから、バイオセンシング、特に生体組織の解析に用いるナノスケールのプローブ開発に興味を持つようになりました。」

医療や創薬などの分野で広く応用されるようになったバイオセンシング。その研究を行うにあたって、AIMRは理想に近い研究環境だと言う。「ここには、材料解析やナノファブリケーション(ナノスケールの微細加工技術)の素晴らしい研究者が多くいますし、施設や装置も最高のものが揃っています。この環境を活かして、彼らと多くの共同研究を進めていきたいと思っています。」

着任から3ヶ月ほどだが、もうすっかりAIMRの環境にとけ込んでいるようだ。

「AIMRは、みんな本当に反応が早くプロフェッショナルな環境だと感じます。若手研究者ともシニアの研究者とも気軽に自分の研究テーマについて議論することができるし、事務スタッフからも、かつてないほどの援助をうけています。全員との交流を心から楽しんでいます。」

そんな彼に興味はなにかと聞くと、「ラジコンです」という答えが返ってきた。思わず電子技術者らしいなと思っていると、その心を知ってか知らずか、「あと最近、日本語を習い始めました」と付け加えた。「ちなみに」と続けた彼の言葉に驚かされた。「うまく日本語を話せるようになれば、私にとって話すことができる6カ国語目の言語になります。」

ラミン・バナーン・サデギヤン
AIMRポスドク研究員

75年イラン生まれの38歳。カナダ・コンコルディア大学で博士号を取得後、カリフォルニア大学デービス校およびサンタクルーズ校のポスドク研究員、H2scan Corporationのシニア・リサーチ・エンジニアを経て2013年11月より現職。

中道康文=写真・文