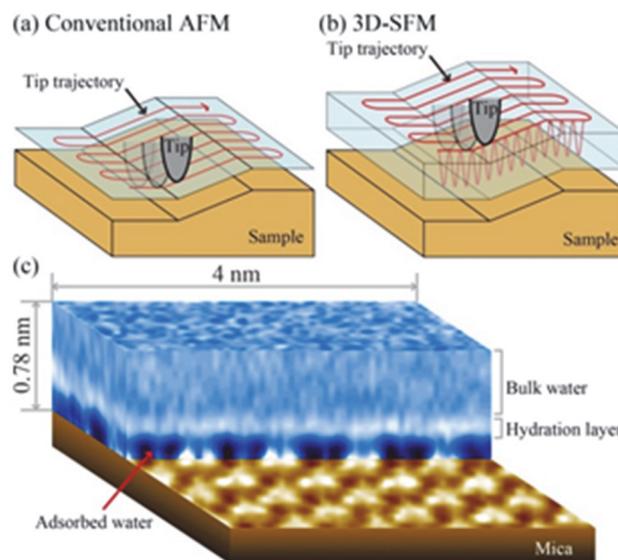


ATI News

第 19 号



液中原子間力顕微鏡による 3 次元水和構造計測
(図提供：金沢大学福間研究室)

*** 目次 ***

	ページ
巻頭言：4989710810 単位と認識 藤井 美英	1
研究アラカルト：原子間力顕微鏡による原子分解能観察技術とその液中応用 福間 剛士	2
ATI 国際フォーラム：第 16 回ナノチューブの科学と応用に関する国際会議(NT15) 齋藤 理一郎	8
第 3 回「5 年後の科学技術」懇話会 中島 邦雄	9
コーヒーブレイク：生化学とフライフィッシング 五十嵐 圭日子	10
第 22 回研究報告会報告 片浦 弘道	11
2015 年度 ATI 研究助成選考報告 森田 清三	13
第 2 回 ATI 研究奨励賞授与式および研究成果報告 受賞者 竹井 邦晴	15
平成 27 年度文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞して 受賞者 新見 康洋	16
受賞・著書・イベント紹介、お悔やみ	17

4989710810 単位と認識

ATI 評議員 藤井 美英

(セイコーインスツル株式会社 代表取締役会長)



SEIKO がオフィシャルタイマーを務めている 2015 北京世界陸上競技大会を見ている。私みたいな何の(ナノ)科学の知識も持ち合わせぬ者が ATI News の巻頭言を書くようなことはやはり断ればよかったと思いつつ、必死に追われ、四苦八苦しなうながら今書いている。

100m の男子決勝である。結果はやはりというか、プロの評論家の予想を裏切つてというか、ボルトがガトリンに 100 分の 1 秒の差をつけて勝つた。わずか数 cm の差でもボルトが勝つたように見えたので不思議感もなかったが、これが 1cm 位の差だったら認識できたのだろうかという疑問も持った。時間的には 1000 分の 1 秒位である。ネットで調べてみると、多くのスポーツやギャンブル競技で着順判定はスリットカメラを用いるとあり、競馬などでは 1000 分の 6 秒毎に写しているそうなので、2 つのスリットを比べてみれば 1cm 単位もわかるようなわからぬような……。したがって競馬の世界では 100% の厳密さを追い求めるのではなく、同着というのも結構ある。確かに 1mm 単位などはわかるはずがない。水泳では写真撮影が困難なのでタッチセンサーが使用されるが、ここにも精度の問題がある。記録は陸上と同じく 100 分の 1 秒単位だが、ゴールが物理的に明確かつ電気信号なので、順番は正確にわかるのかもしれない。経済の世界では GDP の成長率がプラス 4.8%(年率換算)とか、金利が 1.2%とか、小数点 1 桁の記載が多い。このくらいが庶民の金銭感覚に合っているのかもしれない。一方銀行などの金融機関では、扱っている金額がとてつもなく大きいので、% の 100 分の 1 のベースポイントという単位がよく使われる。経営の世界では対前年度とか対予算とかで 92% や 108% のように小数点以下は四捨五入することが多い。これもなんとなく理解できる。私も 40 数年間会社生活を続けて来て、色々な単位や表現に出会ってきた。半導体時代は微細化プロセスで 3 ミクロン(1980 年頃)から 15 ナノ(現在)まで。メモリの容量で言うならば 1 メガビット(1984 年頃)から 256 ギガビット(現在)まで。Big Data の世界では 1 年間に生み出される情報量は 100 ゼータバイト近くになっている。昭和の時代ではないけれど、マイクロやメガが懐かしい。普段ナノやピコといった世界で活躍されている皆さんの感性というものを聞きたいものだが、微小の世界で生きておられる方は微小の単位にはセンシティブでないかと思う。逆に極大の単位にはどうなのかなとも思ってしまう。ただどちらにせよ、時間に対しては、空間的なものに比べると人はそれほどセンシティブではないような気がする。スピードの時代とか、もっと早くとか、よく言われるが、どのくらい定量的にというのはあまり聞いたことがない。寿命あるものの生活の知恵のような気がしてならない。とはいうものの、国際化時代の経営において、時間というのが最重要ファクターというのもこれまた事実であり、経営者としてわずかな時間の差を認識し、競争優位性を築くことを七転八倒しながら追及していきたいと考えている。

100 分の 1 秒差でも 1 位と 2 位では段違いである。

原子間力顕微鏡による原子分解能観察技術と その液中応用

界面ナノ科学研究会委員 福間 剛士
(金沢大学理工研究域電子情報学系 教授)



近年、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた液中原子分解能観察技術には、目覚ましい発展があった。本稿では、AFM 技術の発展の歴史を簡単に振り返った後、近年開発された液中原子分解能イメージング技術を紹介する。

1. AFM による原子分解能イメージング技術の発展

AFM は 1986 年に Binnig らによって発明された技術である[1]。この技術では、先端に鋭く尖った探針を有する片持ち梁 (カンチレバー) を力センサとして用いる。カンチレバーを試料表面に近づけると、探針-試料間に相互作用力 (F_{ts}) が働く。この力を検出し、それが一定となるように探針-試料間の距離を制御する。その状態で、探針を水平方向に走査すると、探針は表面の凹凸をなぞるように上下するため、その軌跡を記録することで、表面の凹凸像が得られる (図 1)。

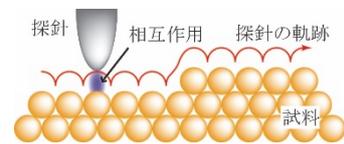


図 1. AFM の基本動作原理

例えば、目をつぶって、指先で物体の表面をなぞると、表面の凹凸形状が想像できるであろう。AFM では、これを原子レベルの精度で行っていると考えれば理解しやすい。

AFM には、いくつかの動作モードがある。ここでは、各動作モードの原理を説明しつつ、AFM による原子分解能観察技術の発展を振り返っていく。AFM が発明された際に提案された動作モードは、現在、コンタクトモードもしくはスタティックモードと呼ばれている (図 2a)。このモードでは、 F_{ts} によって生じる、カンチレバーの変位を検出し、その大きさを一定に保つように探針 - 試料間距離を制御する (図 2b)。この方法は、簡単な構成にもかかわらず、原子レベルの周期構造を可視化でき、現在でも、無機材料の表面粗さ評価などに広く使われている。ただし、探針を試料

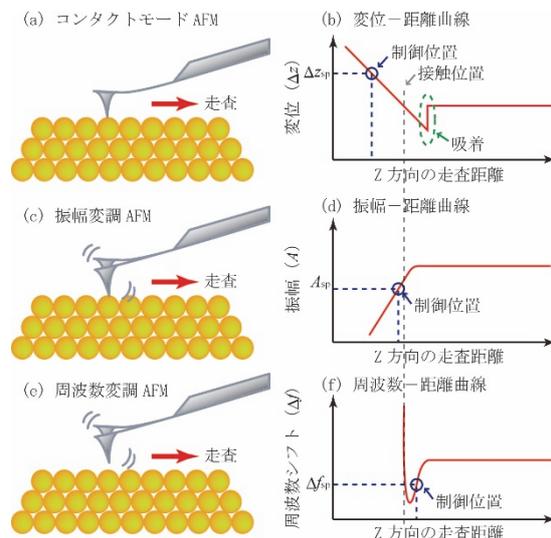


図 2. AFM の主要な動作モード

に接触させた状態で走査するため、有機分子材料などの柔らかい試料や、基板に弱く吸着した孤立系試料を観察する場合には、試料にダメージを与えてしまう場合が多くある。

この問題を解決するために開発されたのが振幅変調 AFM (AM-AFM) である (図 2c)

[2]。このモードは、タッピングモードもしくは間欠接触モードとも呼ばれる。この方法では、カンチレバーをその共振周波数 (f_0) 近傍の周波数で機械的に振動させる。その状態で探針を試料に近づけると、 F_{ts} によりカンチレバーの振動振幅 (A) が減衰する (図 2d)。この減衰量 (ΔA) を一定に保つように探針 - 試料間距離を制御する。この方法では、探針が試料に間欠的にしか接触しないため、水平走査によって生じる試料へのダメージが大幅に低減される。そのため、高分子材料などの柔らかい試料も、ダメージを与えることなく観察することができ、現在、最も一般的に利用されている。ただし、AM-AFM を真空中で用いることは難しい。これは、真空中において、 F_{ts} に対する A の応答が非常に低速になるため、十分な速度で観察できないためである。したがって、超高真空中で行われる、原子・分子レベルの表面科学研究への応用は難しい。また、この方法では、図 2d に示す通り、探針を遠方から試料に近づけていく際に、探針がいつ試料に接触するのかが、 A の変化からははっきり分からない。そのため、容易に強い接触の領域に踏み込んでしまう。このことは、原子レベルの接触を精密に制御する必要のある原子分解能計測には深刻な問題である。

この問題を解決するために開発されたのが周波数変調 AFM (FM-AFM) である[3]。この方法では、カンチレバーを常に f_0 で振動させ、 F_{ts} によって生じる f_0 の変化量 (Δf) を検出する。これが一定になるように、探針 - 試料間距離を制御する。振幅変化とは異なり、周波数変化は、真空中においても即時的に生じる。したがって、FM-AFM では、十分な速度でイメージングを行うことができる。この方法により、1995 年に、世界で初めて真空中における真の原子分解能観察が実現された[4]。AFM は、同じく原子分解能を持つ技術として知られる走査型トンネル顕微鏡 (STM) とは異なり、絶縁性試料の表面構造も観察できる。そのため、今日でも、金属、半導体の他に、酸化物、イオン結晶、有機分子試料など、幅広い用途に用いられている。特に最近では、CO 分子を取り付けて、それを探針として利用することで、個々の分子の骨格構造を原子レベルで可視化する技術が実用化され、ますますその応用分野に広がりを見せている[5]。FM-AFM の原子分解能計測への適性は、真空中での動作だけによるものではない。図 2f に示すように、 Δf 信号は探針が試料に接触する直前、もしくは直後にのみ急峻に変化する。したがって、原子レベルの接触・非接触状態を精密に制御しやすい。実際、最近では、この特性を有効に利用することで、原子レベルの構造制御を室温で行うことも実現している[6]。このような実験結果は、FM-AFM の原子分解能計測への適性を明確に表すものである。

2. FM-AFM による液中原子分解能イメージング技術

FM-AFM は、前述の通り、原子分解能計測に非常に適した特性を備えている。しかし、1995 年に初めて原子分解能観察が実現されて以来、その後 10 年もの長期にわたって、その応用範囲は超高真空中に限定されてきた。これにはいくつかの要因があるが、最大の理由として、液中におけるカンチレバー共振の Q 値の低下が挙げられる。FM-AFM による力検出性能の原理限界は Q 値が大きいほど改善するため、液中では原理的に原子分解能計測

は難しいであろうと多くの研究者が考えていたのである。これらの悲観的な見方に反して、2005年に、我々は世界で初めて FM-AFM による液中原子分解能観察を成功させた[7]。

液中原子分解能観察を実現するために重要な要素は 3 つあった。一つには、従来の液中 AFM では、比較的柔らかい ($k < 10 \text{ N/m}$) カンチレバーを利用していたが、我々は、真空 AFM の条件を継承して、比較的硬い ($k > 10 \text{ N/m}$) カンチレバーを利用した。それにより、探針の熱揺動や表面への吸着などの不安定性を排除し、精密な探針位置制御を実現した。2 つ目に、従来の液中 AFM では 5 nm 以上だった A を、 0.5 nm 以下に低減した。原子分解能像を得るためには、原子レベルの局所性を持つ探針-試料間相互作用が支配的に Δf に寄与する必要がある。このためには、探針先端原子と試料表面原子との化学的相互作用力や、試料表面に形成された水和構造に起因する水和力などの、短距離力を十分な感度で検出する必要がある。カンチレバーを大振幅で振動させた場合、探針先端は、一回の振動周期の中で、非常に限られた時間においてのみ、短距離力を受ける。それに対し、微小振幅で動作しているときには、常に、短距離力を受けるため、短距離力に対する感度が大幅に向上し、力検出の局所性が大幅に向上する[8]。ただし、硬いカンチレバーの微小振動を精密に検出し、理論限界の性能を引き出すためには、カンチレバー変位検出器のノイズを大幅に低減する必要があった。これが第 3 の要因である。我々は、この要請を満たすために、様々な工夫を施したが、最も大きな効果があったのが、カンチレバー変位検出器の中で使われるレーザーの高周波変調技術である[9]。

カンチレバー変位検出器には、様々な構成があるが、光てこ法が最も一般的に用いられている。この方法では、カンチレバーの背面にレーザー光を照射し、その反射光を分割フォトダイオード (PD) で検出する。カンチレバーが F_s によりたわむと、PD 上のレーザースポット位置も変動する。この位置変化を検出することで、カンチレバーの変位を検出できる。液中では、レーザーの光路上に、空気/ガラス、ガラス/水、水/カンチレバーなどの界面が存在し、そこでは、光の散乱や反射が生じる。これらが、レーザーの戻り光や光干渉ノイズを生じ、変位検出器のノイズが増大する。これを防ぐために、我々は、レーザーの強度を $300\text{-}500 \text{ MHz}$ 程度の高周波で変調し、レーザー光のコヒーレンスを低下させることで、レーザーに由来するノイズを大幅に抑制した。当時、光てこ法を用いた変位検出器の変位ノイズ密度は、およそ $100\text{-}1,000 \text{ fm}/\sqrt{\text{Hz}}$ 程度であった。それに対し、我々の開発した変位検出器は、当時、

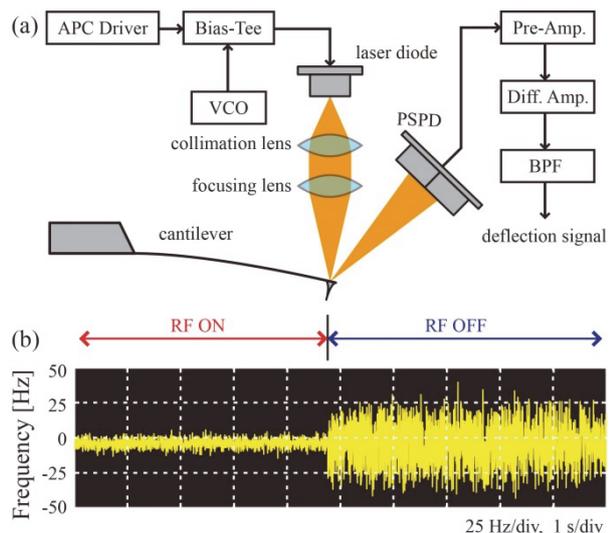


図 3. 高周波変調法を用いたカンチレバー変位検出器。(a)装置構成。(b)高周波変調の有無による周波数シフト信号の変化。

液中で $40 \text{ fm}/\sqrt{\text{Hz}}$ の性能を持っていた。これにより、FM-AFM による力検出性能を、カンチレバーの熱振動で決まる原理限界にまで向上させることができた。

以上、3つの要因のすべてがそろって、液中での原子分解能観察が実現した。ここで注目したいことは、上に挙げた3つの要因のどれをとっても、当初危惧されていた Q 値の問題の改善とは全く関係ない点である。つまり、液中 FM-AFM の高分解能化が実現される前には、Q 値で決まる原理限界性能が低いので、原子分解能は達成できないであろうと、決めつけていた研究者が非常に多かったということである。実際には、当時の液中 FM-AFM の性能は、Q 値以外の要因で大きく律速されていたため、それらを改善することで、十分に原子分解能を達成できたのである。このことは、既存の固定観念にとらわれることなく、自分の手で、真実を見極めることの重要性を示唆しているように思われる。

3. 生体分子試料のサブナノスケール計測

液中 FM-AFM が開発された 2005 年前後には、ナノ計測技術をバイオサイエンス分野へと応用し、従来技術では難しかった単一分子スケールのバイオイメージングを実現しようとする動きが世界的に盛り上がっていた。そのような背景もあり、液中 FM-AFM のはじめの応用分野として、多くの研究者が生体分子試料の観察を選択した。また、液中 FM-AFM では比較的硬いカンチレバーを用いるため、柔らかい生体分子の非破壊観察が可能かどうかという点を検証する意図も多分にあった。

我々は、2005 年に FM-AFM の液中原子分解能を確認した直後に、バクテリオロドプシン (bR) の二次元結晶で構成される膜タンパク質の観察を試み、分子分解能観察が可能であることを確認した[10]。一方、Hoogenboom らも、bR の分子分解能観察が可能であることを初期に確認し、報告した[11]。これらの成果は、やわらかい試料の非破壊観察が、硬いカンチレバーでも可能であることを示したという点で重要である。ただし、bR の観察は、既存技術であるコンタクトモード AFM や AM-AFM でも実現されていたため、従来技術に対する優位性を示す結果ではなかった。

それからしばらくすると、既存技術に対する優位性を示す結果が次々と報告されるようになってきた。我々は、マイカ基板上に孤立吸着した GroEL の 14 量体を分子

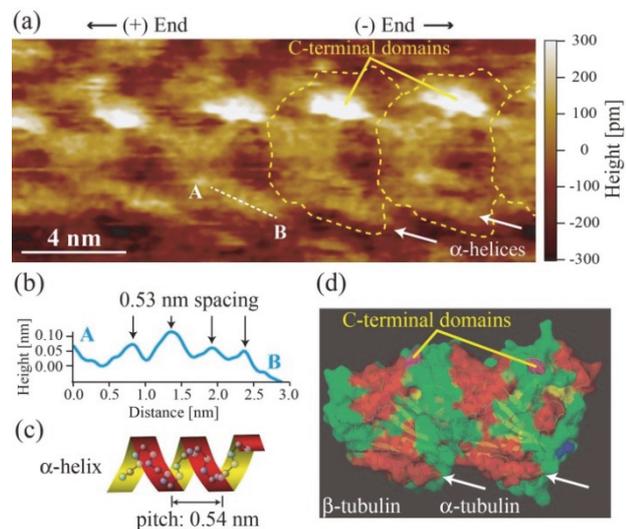


図 4. (a)チューブリン分子の液中 FM-AFM 像。(b)AB 上で取得した断面プロファイル。(c) α ヘリックスのモデル。(d)チューブリンヘテロダイマーの分子構造。

分解能観察し、基板に弱く吸着した孤立分子系試料の観察が可能であることを示した[10]。また、脂質二重膜表面に形成される、脂質 - イオンネットワーク構造をサブオングストロームの分解能で観察し、空間分解能の向上を確認した[12]。また、アミロイドタンパク質を構成する β 鎖や、チューブリン分子を構成する α ヘリックスなどの、タンパク質二次構造を液中でサブナノスケール観察することにも成功した[13, 14]。これらの成果は、いずれも既存技術では達成できなかったものであったため、現在では、液中 FM-AFM の既存技術に対する優位性は広く認識されるようになってきた。

4. 3次元水和構造計測

上記の通り、FM-AFM により、液中においても固体表面の構造を原子分解能観察できるようになった。しかし、固液界面では、水分子が試料表面と相互作用することで、不均一な局所分布（水和構造）を示し、それが試料の表面構造、分子の折り畳み構造、分子間相互作用などに深く関与している。水和構造を含めて、固液界面の構造と考えると、これを 2次元観察することは不可能であり、3次元イメージング技術が必要となる。

2010 年、我々は、3次元走査型力顕微鏡（3D-SFM）を開発し、世界で初めて3次元水和構造の計測を実現した[15]。従来の AFM では、探針 - 試料間距離を一定に保ちながら試料表面を水平方向に走査し、力一定面を可視化していた（図 5a）。一方、3D-SFM では、水平方向に走査しながらも、垂直方向にも探針を高速に走査し、その間の F_{ts} の変化を記録し、3次元力分布像を構成する（図 5b）。代表的な観察例として、図 5c には、マイカ / 水界面で取得した 3次元力分布像を示している。この結果から、FM-AFM により、試料表面の原子スケールの表面構造だけでなく、表面近傍に形成された水和層や、吸着水分子の分布をサブナノスケールで可視化できることが分かる。

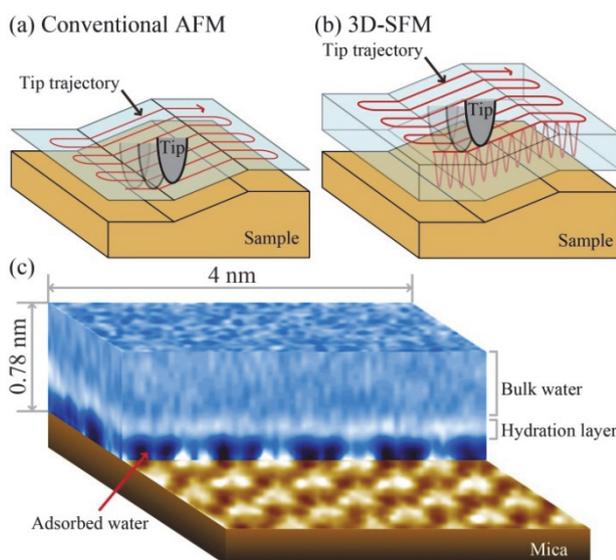


図 5. (a)従来の AFM の原理。(b)3D-SFM の原理。(c)マイカ / 水界面の 3D-SFM 像。

5. まとめ

本稿では、前半に、AFM による原子分解能観察技術の発展の歴史を振り返り、後半では、最近目覚ましい発展のあった液中 FM-AFM 技術を紹介した。液中 FM-AFM は、現在でも日進月歩の発展を続けている。ここでは、今後の展望について触れて、まとめとしたい。生体分子イメージングに関しては、条件が整えば、何ができるのかという可能性の実証が、

ひと段落した印象がある。一方で、実用上の課題も明らかになってきた。まず、小振幅振動する硬いカンチレバーで観察した場合には、コンタクトモード AFM と同様に、孤立分子試料に対してダメージを与える確率が高い。無論、状況はコンタクトモード AFM に比べれば大幅に改善されているが、試料の固定方法など多くの条件を満たす必要があるという状況には違いない。また、表面構造の揺動自体が無視できない。元来、固液界面の生体分子構造は 3 次元的に揺動しているため、水和構造だけでなく、表面構造の観察にも 3 次元計測が必要である。これら問題点を解決するカギは、液中 FM-AFM の高速化と、その 3 次元計測への応用にあると我々は考えている。我々は、すでにこの方向の技術開発を進めており、予備的な成果も得られつつある。このような技術開発が、液中 FM-AFM 技術のますますの発展と、様々な学術・産業分野への応用へとつながっていくものと期待している。

6. 参考文献

- [1] G. Binnig, C. F. Quate and Ch. Gerber, *Phys. Rev. Lett.* 56 (1986) 930.
- [2] Y. Martin, C. C. Williams and H. K. Wickramashinghe, *J. Appl. Phys.* 61 (1987) 4723.
- [3] T. R. Albrecht, P. Grütter, D. Horne and D. Ruger, *J. Appl. Phys.* 69 (1991) 668.
- [4] F. J. Giessibl, *Science*, 267 (1995) 68.
- [5] L. Gross, F. Mohn, P. Liljeroth, J. Repp, F. J. Giessibl and G. Meyer, *Science* 324 (2009) 1428.
- [6] Y. Sugimoto, P. Pou, O. Custance, P. Jelinek, M. Abe, R. Perez and S. Morita, *Science* 322 (2008) 5900.
- [7] T. Fukuma, K. Kobayashi, K. Matsushige and H. Yamada, *Appl. Phys. Lett.* 87 (2005) 034101.
- [8] F. J. Giessibl, H. Bielefeldt, S. Hembacher and J. Mannhart, *Appl. Surf. Sci.* 140 (1999) 352.
- [9] T. Fukuma, M. Kimura, K. Kobayashi, K. Matsushige and H. Yamada, *Rev. Sci. Instrum.* 76 (2005) 053704.
- [10] H. Yamada, K. Kobayashi, T. Fukuma, Y. Hirata, T. Kajita and K. Matsushige, *Appl. Phys. Express*, 2 (2009) 095007.
- [11] B. W. Hoogenboom, H. J. Hug, Y. Pellmont, S. Martin, P. L. T. M. Frederix, D. Fotiadis and A. Engel, *Appl. Phys. Lett.* 88 (2006) 193109.
- [12] T. Fukuma, M. J. Higgins and S. P. Jarvis 92 (2007) 3603.
- [13] T. Fukuma, A. S. Mostaert and S. P. Jarvis *Nanotechnology* 19 (2008) 384010.
- [14] H. Asakawa, K. Ikegami, M. Setou, N. Watanabe, M. Tsukada and T. Fukuma, *Biophys. J.* 101 (2011) 1270.
- [15] T. Fukuma, Y. Ueda, S. Yoshioka and H. Asakawa, *Phys. Rev. Lett.* 104 (2010) 016101.

第 16 回ナノチューブの科学と応用に関する国際会議(NT15)

NT15 組織委員会、NT15 International Advisor 齋藤 理一郎
(ATI 評議員・ナノカーボン研究会委員、
東北大学大学院理学研究科 教授)



2015 年 6 月 29 日から 7 月 3 日まで名古屋大学豊田講堂で、第 16 回ナノチューブの科学と応用に関する国際会議(NT15 : The 16th International Conference on the Science and Application of Nanotubes)が開かれました。本開催にあたり、新世代研究所から運営資金に関しましてご支援をいただきました。ここに感謝申し上げますとともに、会議報告をいたします。この NT15 会議は、現在はナノチューブのみならず、グラフェン他のナノカーボン物質、またさらにはそのほかの原子層物質などにも広く対象を広げ、この分野の中心的な国際会議として毎年開催されています。開催地は、アジア、アメリカ、ヨーロッパ地区を順番に回っています。3 年前のアジア地区はオーストラリアのブリスベンで、また 9 年前の NT06 は、長野で遠藤守信先生が中心となって開催されました。日本での開催は今回で 2 度目となります。NT15 は、過去の NT 会議シリーズ最大級の 765 名の参加があり、そのうち 440 名が国内からの参加者（国内在住の外国人を含む）で、残りが 36 か国の外国からの参加者でした。バンケットは、名古屋城の脇のホテルで、359 名の参加がございました。会議は、ナノチューブの単一構造合成や精製分離方法の発表や、グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイド原子層物質に関する最新の発表があり、多くの議論がなされました。この会議の特徴はポスター発表を重視していて、教授もポスター発表は当たり前です。各ポスターは 1 日中掲示することができ、いつでも議論することができます。また、対象とする分野が広いために、あえてパラレルセッションにしないで会議を運営するという伝統があります。来年度からは会議の略称は NT16（ウイーンで開催）ですが、その名称は低次元物質に関する国際会議という形になることになっています。



(左) NT15 全体写真



(右) バンケットにて。左から齋藤晋先生、伊達先生、M. S. Dresselhaus 先生、筆者

第3回「5年後の科学技術」懇話会

ATI 理事 中島 邦雄

(セイコーインスツル株式会社 研究開発センター長)

一昨年度よりセイコーインスツル株式会社(SII)からの提案により特別企画として開催しています、「5年後の科学技術」懇話会の第3回を下記の概要にて開催いたしました。

第3回「5年後の科学技術」懇話会 (2015年5月20日)

『協調型運転支援システムの実用化に向けて』

話題提供者：末木 隆 氏 (トヨタ自動車株式会社 ITS 企画部 ITS 開発室 室長)

本懇話会では近未来に必要もしくは可能となるであろう科学技術とその時代の社会状況を推測しつつ、その実現のために必要と考えられる研究課題・技術課題をやや広い視野で自由に議論し、以て産業界の将来事業を考察する一助とすることを目的としています。

第3回の懇話会として、社会の在り様とも関わりが深くかつ産業への影響も甚大である「自動車と交通」を取り上げ、交通の安全、環境問題、およびそれらへの対応策として期待される ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) などについて現状と将来展望を議論したいと考えました。特に ITS に代表される交通ネットワークシステム、それに必要とされる車載用電子技術・デバイスなどの技術的課題などを中心に考察することを目論みました。

冒頭の伊達理事長の挨拶の後、末木隆氏より以下の諸点についてトヨタ自動車における取組みが紹介されました。

- ・ ITS の目指すもの(最先端情報通信技術による事故・交通渋滞や環境問題などへの対応)
- ・ 既に実用化されている VICS(道路交通情報通信システム)、ETC の普及状況と効果
- ・ 「総合安全」コンセプト (駐車~事故後まで、すべてのステージでの安全) の追求
- ・ 自律型システム(路-車間)、協調型システム(車-車間)の例、および両者の融合へ

引き続きフリーディスカッションでは、自動運転の可能性と信頼性、ウェアラブル技術の利用、交通という複雑な条件下での安全化システム、世界の動向、運転することの楽しさと ITS、など、多様な観点からの質疑と意見が交わされました。参加者各事業部門での考察の参考になったことを期待します。

なお、第4回は「医療・ヘルスケアとエレクトロニクス」をテーマに11月に開催すべく準備中です。



生化学とフライフィッシング

水和ナノ構造研究会委員 五十嵐 圭日子
(東京大学農学部 准教授)



私がフライフィッシングを始めたのは、6～7年前に息子を釣りデビューさせようと思い近くの管理釣り場に行った時のことである。スウェーデンでのポストドク生活を終えて帰国してからは、ずっと高尾山の麓に住んでいるのだが、せっかく自然の近くに住んでいるのだからアウトドアな趣味を復活させようと思って、とりあえずマス(トラウト)のルアー釣りセットを買いそろえて、近くの管理釣り場で慣れようというのが最初の思惑であった。ところが、

息子「なんで隣のおじさんはお父さんよりも釣れるの？」

私「そりゃあのおじさんはフライフィッシングだからだよ」

息子「じゃあ、なんでお父さんはフライフィッシングをしないの？」

私「...」

息子にしてみたら多く釣れる釣りをすれば良いじゃないかと思うのは当然のことなのだし、私自身も単に今までやったことがある釣り方だからとルアー釣りを選んだだけである。モヤモヤしながら管理釣り場の受付に戻ると、先ほど私の横で「爆釣」をしていた「おじさん」がカウンターにいる。その「おじさん」はその管理釣り場のオーナーであった。私は単刀直入に「フライフィッシングというのはどうやってやるんですか？」と聞いたところ、丁寧に竿の選び方やフライフィッシング独特な竿の振り方などを説明してくれた。ゴールデンウィーク中だったので、その日のうちに中古の釣具屋さんで竿とリールを選んで、フライを見繕って、次の日に同じ管理釣り場へ行くと、おじさん(師匠と呼ぶべきか)が実際に釣り方を指導してくれた。それからゴールデンウィークとその後の数ヶ月間の週末を特訓にあてることで、師匠から「もう自然の川でいけるんじゃないか」という免状をもらうことができたのだった。

「フライ」とは、周りに糸や羽毛などを巻き付けて虫に似せて作った釣り針のことで、それを何十種類も持って行き、その環境にあったフライを選んで魚をだまして釣る。餌釣りの場合は主に魚を嗅覚で引きつけるのに対して、フライは視覚のみで誘うような釣り方なので、その場所にどんな虫がいるそうか、釣りたい魚がその時期(時間)にどんな虫を食べていそうか、その虫は水中からどんな風に見えるか等の想像力を膨らませながら釣らなければならない。その感覚は、(少なくとも著者には)三次元構造や実際の分子挙動が分かる前に酵素の反応メカニズムを理解しようとしたクラシカルな生化学に非常に似ているのである。フライフィッシング自体のキャリアは短い著者であるが、小さい頃からの田舎暮らしでどんな流れの川にどんな虫がいるか、夕方になると羽虫がどんな風に川の表面に集まってくるかなどは自然と身体に染みついている。そのおかげか、フライフィッシングではいつも良い釣果で、ここ6、7年の一番の趣味となったのであった。私のアメリカの共同研究者は25年来のフライフィッシャーであるが、彼によると生化学者や生物学者が趣味としてフライフィッシングをするのはポピュラーなことらしい。自然を理解したいという生化学者がフライフィッシングにはまるのは、国籍を問わずごく自然なことなのであろう。

第 22 回研究報告会報告

ナノカーボン研究会委員長 片浦 弘道
(産総研ナノ材料研究部門 首席研究員)



連日最高気温が 35℃を越える猛暑が続くなか、2015 年 7 月 31 日午後、晴天かつ相変わらずの猛暑の中、明治大学紫紺館において、2014 年度の成果を報告する第 22 回研究報告会が開催された。5 つある研究会の中、2014 年度 3 つの研究会の委員長が第 1 期および第 2 期の 6 年間の勤め上げ、委員長の交代が行われた。残り 2 つの研究会では、第 1 期が終了し第 2 期に入ったところという丁度節目にあたる報告会であったためか、例年の研究報告会よりも多くの委員が出席し、会場のテーブル席では足りず、後方に補助席が必要になるほどの盛況であった。報告会は前半と後半に分けられ、それぞれ大島理事、新庄副理事長の座長のもとで行われた。前半は委員長が交代となる、ナノカーボン研究会、バイオ単分子研究会、水和ナノ構造研究会の 3 つの委員会から第 1 期および第 2 期 6 年間の成果のまとめが報告され、後半は界面ナノ科学研究会、スピントロニクス研究会の 2 つの委員会から第 1 期 3 年間の研究成果のとりまとめが報告された。

冒頭、伊達理事長からご挨拶があり、第 7 期終了の節目の年であることから、各研究会からのわかりやすいまとめをお願いするとのご要望が出された。これを受け、トップバッターのナノカーボン研究会委員長の齋藤理一郎東北大学教授から、「ナノカーボン研究会 12 年と将来の展望」というタイトルで、総括が報告された。理事長の要望を越え、前任の遠藤委員長の時期も含めた 12 年の活動の総括と言うことで、冒頭から盛り上がりを見せた。講演では、1985 年のフラーレンの発見に始まるナノカーボン材料の歴史を振り返り、その後のカーボンナノチューブの発見と研究の発展、ナノチューブの研究が落ち着きを見せ始めた頃にグラフェンのフィーバー、そして近年のナノチューブ再フィーバーの始まりと MoS₂ など新たな原子層物質への展開と、盛りだくさんの話題を、わかりやすく面白くお話いただいた。齋藤先生は平成 25 年度より新学術領域「原子層科学」の領域代表を努めており、その中での最近の話題についても触れられた。NIMS の提供する h-BN が平坦な絶縁基板材料として非常に重要な役割を演じている話や、グラフェンの反磁性の磁気浮上への応用など、多数の話題が取り上げられた。

2 番手は、バイオ単分子研究会委員長佐々木裕次東京大学教授から、「バイオ単分子研究における 6 年間の進展」というタイトルで総括が報告された。冒頭「アルツハイマーと好熱菌」に触れ、素人にはちょっとわかりにくい話題かと思ったが、GFP による分子標識からカンタムドットへの展開、そして電子顕微鏡技術の著しい進展により細胞の直接観察が可能になってきた事など、次々繰り出される興味深い話題に引き込まれた。こういった研究に、耐久性の高い好熱菌が用いられるということで、伊豆で研究会を開催した際に、大島理事が温泉宿における好熱菌採取の実際を披露したご紹介まであり、大いに楽しませていただいた。

3 番手は、水和ナノ構造研究会委員長の田中伊知朗茨城大学教授から、「中性子回折装置 iBIX が示す新しい構造生物学」というタイトルで総括が報告された。J-PARC に設置され

中性子回折装置 iBIX が、震災等のトラブルを乗り越え、ようやく論文が 1~2 報出版されるまでに立ち上がって来た事が報告された。通常広く用いられる X 線構造解析に比べ、中性子回折には、大型の結晶を必要とする等、多くの実験的欠点があることをお示しになった後、それでも中性子回折を行うメリットは、プロトンが見える事、凍結された低温ではなく、室温で観察できる事、X 線に比べて試料のダメージが少ない事を挙げられ、光合成色素を合成する酵素の観察など、中性子回折でなければ知り得ない結果が出始めている事を強調された。測定時間も短縮され、結晶の質が良ければ、それほど大きな結晶でなくても測定可能であるとの事で、今後の進展が期待された。

休憩の後、後半 1 番手は、界面ナノ科学研究会委員長の一杉太郎東北大学准教授から、「界面ナノ科学の新展開」というタイトルで 3 年間の総括が報告された。冒頭、タイトルの背景の海の写真に触れ、水平線は海と空の界面であり、界面研究はまさに大海原にこぎ出す感覚であると述べられた。界面の研究に STM や AFM による観察技術は非常に重要であり、ドイツ博物館にある IBM の STM プロトタイプ模型の例を挙げて説明された。特に最近では、CO で修飾した AFM プローブによる観察で、原子分解能を得る話題が注目を集めており、ペンタセンやグラフェンの原子構造観察に成功している例が示された。また、最近の話題として、FeSe の単原子層による超伝導や、H₂S の高圧相における高温超伝導に触れ、H₂O でも超伝導になるのではないかという夢のある話題に触れた。最後に、40 分講演+80 分議論の独特な研究会の手法とその効果に触れ、今後は少し内容を絞り込みたいとの意欲を語られた。

最後はスピントロニクス研究会委員長の 大谷義近 東京大学教授から、「スピントロニクスの新展開—ナノスピン変換科学」というタイトルで 3 年間の総括が報告された。大谷委員長も「ナノスピン変換科学」という新学術領域の領域代表であり、主要メンバーはスピントロニクス研究会の委員で構成されている事を紹介された。ナノスピン変換科学とは、電気・光・音・振動・熱といった信号をスピンを介して相互に変換するという概念であり、スピン変換による新物性や非線形スピン、従来に無いスピン変換過程の開拓などの創出を目指しているとの事である。最近の成果として、超伝導準粒子によるスピンホール効果などについて紹介された。

これら、個々の研究会は、どれも個性的で精力的に活動され、大変興味深く魅力的だが、面白い事に、共通の話題や視点が随所に登場し、お互いに協力したら、大きく進展する可能性があると感じるところが多くあった。こういった異分野の研究者が一同に介して議論する機会は決して多くなく、ATI における取り組みが将来大きなブレークスルーにつながる可能性があると感じた。実際、合同研究会も開催されており、成功をおさめているが、実際には異分野間の交流はやはり難しいところもあると言う意見もあった。

猛暑の夏に少々バテ気味の毎日であるが、白熱した研究報告会に参加し、気持ちも新たに、これからますます楽しみな研究会であると感じた。



2015 年度 ATI 研究助成選考報告

ATI 副理事長、選考委員長 森田 清三
(大阪大学 名誉教授)

(公財)新世代研究所の研究助成は 35 歳以下の若手研究者を育成する特色ある事業である。2012・2013・2014 年度に引き続き今年度も対象とする研究領域を“ナノサイエンス”とし、募集要項に「“ナノサイエンス”は、ナノスケールの微細な材料やデバイスを学際的・融合的に研究する新しい科学技術分野です。ナノの領域での将来の新研究領域の形成につながる萌芽的研究、チャレンジングな研究、常識を覆す独創的研究と、ナノ領域の新探索手法となる革新的計測・分析・評価・加工方法等を含みます。また、水和構造や生体単分子計測など、バイオナノサイエンスも対象とします。」と掲げて公募した。

今年度の募集期間は 2015 年 6 月 23 日～7 月 18 日とした。その結果、80 件 (2014 年 85 件; 2013 年 79 件; 2012 年 98 件) の事前登録があり、そのうち 78 件 (83 件; 74 件; 93 件) の申請書提出があった。各申請者が最大 5 件を選択するキーワードで分類すると、その上位は、ナノ界面・ナノ表面 47 件、低次元構造に由来する新現象界面・表面 20 件、エネルギーデバイス 16 件、ナノバイオ 12 件、原子レベルでのイオンの移動や触媒反応 9 件、バイオナノデバイス 9 件、立体構造 9 件、ナノセンサー 9 件であり、ナノ界面・ナノ表面や低次元構造がナノサイエンスの共通キーワードであることが窺える。

今回、まず外部選考委員を含む 10 名の委員による書類審査により、最終審査における候補として、順位を付けて 18 件に絞り込んだ。そして最終的に 9 月 25 日に新世代研究所において選考委員会の委員 5 名による討議で採択テーマを定めた。なお今年度の助成総額が 500 万円から 1,000 万円に増額されたことから、1 件当たりの助成金額の上限を 50 万円から 100 万円に倍増し、従来例と同様の 10 名程度に助成することを基本的な方針とした。

はじめに、書類審査で最終審査候補となった 18 件の最上位にランク付けされた 4 件 (2014 年 4 件、2013 年 7 件) を助成対象に選び、その研究助成金を各 100 万円とした。次に、残りの 600 万円で、80 万円 4 件と 70 万円 4 件を選ぶこととした。それら 8 件の選考においては、地域性や分野や男女比なども考慮した。所属別にみると、東京大学 2 件 (応募数 6 件)、香川大学 1 件 (1 件)、徳島大学 1 件 (1 件)、大阪大学 1 件 (9 件)、北海道大学 1 件 (4 件)、東北大学 1 件 (6 件)、東京工業大学 1 件 (4 件)、名古屋大学 1 件 (3 件)、自然科学研究機構 1 件 (2 件)、東洋大学 1 件 (1 件)、岡山大学 1 件 (1 件) となった。女性研究者の応募は 5 件 (2014 年 11 件、2013 年 6 件、2012 年 9 件) と激減し、女性の採択数は 1 件 (2014 年 2 件、2013 年および 2012 年各 1 件) に減った。この減少の理由は不明であ

る。また外国人の応募も 2 件(2014 年 6 件)と激減しており、今年度は採択数がゼロ件(2014 年 1 件、それ以前は 0 件)と減った。大まかな分野分類では、バイオ 6 件(2014 年 3 件、2013 年 6 件、2012 年 2 件)、材料・化学 5 件(4 件、2 件、3 件)、物理・物性・デバイス 4 件(3 件、2 件、3 件)となった。別の分類として、研究題目に、計測・観察・手法・検出法・解析・解明の単語が入っているものが 5 件(2014 年 2 件、2013 年 6 件)、開発・設計が入っているものが 4 件(3 件、5 件)、素子・デバイス・創成・センサ・メモリ・電池が入っているものが 5 件(2 件、3 件)あった。バイオ関係では、DNA Highwire 形成、光利用デバイス開発、省エネルギーリニアモーター、1 分子 DNA 検出法開発、高出力バイオ燃料電池作成などであった。材料・化学関係では、有機二次元トポロジカル絶縁体、金属クラスターのナ

ノ構造制御、ナノ分子電気化学スイッチング素子などであった。物理・デバイス関係では、水素の物性解明、光利用デバイス関係電気化学スイッチング素子、次世代メモリなどであった。

再開 4 年目の今回の ATI 研究助成において、出資元であるセイコーインスツル株式会社(SII)からの寄付金増により、その結果として助成件数をほぼ維持しながら 1 件当たりの研究助成金額の上限を倍増できたことに感謝する。

応募が 78 件(2014 年 83 件、2013 年 74 件、2012 年 93 件)と去年と比較して若干減少したが、その理由は不明である。来年は、さらなる応募数の増加と採択数の増加を期待する。最後に、お忙しい中を選考に協力して頂いた選考委員に謝意を表す。

2015 年度 ATI 研究助成 採択テーマ (全 12 件)

史上初の有機二次元トポロジカル絶縁体「ジチオレンナノシート」の創製	坂本 良太	35 歳	助教	東京大学
ナノデバイスの超高密度実装に向けた光操作による DNA Highwire の形成	寺尾 京平	35 歳	准教授	香川大学
多孔性配位高分子の規則性ナノ空間に取り込まれた水素の物性解明	犬飼 宗弘	35 歳	講師	徳島大学
基板表面に環状タンパク質を集積した光利用デバイスの開発	大洞 光司	30 歳	助教	大阪大学
金属クラスターのナノ構造制御に基づく人工光合成モデルの提案	石田 洋平	28 歳	助教	北海道大学
ナノ分子電気化学スイッチング素子の開発とバイオ計測への応用	伊野 浩介	34 歳	助教	東北大学
次世代メモリ実現のための Bi 系マルチフェロイック材料の開発	北條 元	35 歳	助教	東京工業大学
ナノシリンダーと組織化された内包分子の相互作用による光学特性の発現	小山 剛史	35 歳	講師	名古屋大学
省エネルギーリニアモーターの運動性を決める構造的要素の解明	中村 彰彦	30 歳	助教	自然科学研究機構
イオン液体・電極界面の電気二重層に関する理論解析	安藤 康伸	32 歳	助教	東京大学
分子クラウドニング効果を利用した 1 分子 DNA 検出法の開発	佐々木 直樹	35 歳	講師	東洋大学
ナノ微細構造をもつ珪藻殻を利用した高出力バイオ燃料電池の作製	根本 理子	32 歳	特任助教	岡山大学

第 2 回 ATI 研究奨励賞授与式および研究成果報告

既報(ATI ニュース 18 号)のように、第 2 回 ATI 研究奨励賞として竹井邦晴氏(大阪府立大学工学研究科 助教/2013 年度 ATI 研究助成採択)が選ばれました。

本賞の授与式は第 22 回研究報告会(2015 年 7 月 31 日開催)において行われ、理事長より賞状と記念品の授与および竹井氏による研究成果報告がなされました。

(研究テーマ)

『無機ナノ材料界面の電氣的解析とその大面積印刷デバイス』

竹井 邦晴 氏/大阪府立大学工学研究科助教

ATI 奨励賞を受賞して

大阪府立大学 竹井 邦晴

この度は、2015 年度 ATI 研究奨励賞を頂き大変光栄に思います。私は 2013 年夏から 1 年間本研究助成において、ナノ材料の界面解析とナノ材料を用いた大面積印刷技術の開発を行ってきました。実は 2013 年 4 月から教員として大阪府立大学に着任し、本助成が初めての外部研究資金であり、研究を進めるのにあたり必要な、研究の立ち上げから消耗品の購入まで様々な点で活用させて頂きました。お陰様で予定通り業績を積み重ねることができたと思っております。



さて私の研究は、フレキシブル基板上にセンサやトランジスタなどを印刷形成することで、将来のウェアラブルデバイス応用などへ向けた研究開発をしております。その中でも、無機ナノ材料を印刷形成することで、高性能且つ高い安定性を兼ね揃えた電子デバイスの実現を目指しています。特に次世代デバイス実現を目指し材料の提案、形成方法の開発、そしてデバイス応用としてプロトタイプを作製する点に焦点をあてています。このように材料からプロセス、応用という、これまで分野間の違いにより融合が困難であった材料工学、電気工学、機械工学、化学などの知見を応用したデバイス応用を目指しています。現状は予算などの都合によりデバイス応用に偏っていますが、今後は新規材料の探索及びデバイスへの最適化などにも注目したいと思っております。

今後の展望としては、国内外のデバイス研究者から「わっ!」と言われるような優れた特性を有した材料・デバイス実現へ向け日々研究を進めていきたと思っております。

最後に、本研究助成及び研究奨励賞選考に当たりご尽力頂いた本財団関係者及び審査員の皆様に厚く御礼申し上げます。

平成 27 年度文部科学大臣表彰 若手科学者賞を 受賞して

スピントロニクス研究会委員 新見 康洋
(大阪大学大学院理学研究科 准教授)



この度、平成 27 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞の推薦を、新世代研究所にして頂き、無事に受賞することができました。心から感謝申し上げます。受賞対象になった研究は、平成 27 年 3 月まで所属していた東京大学物性研究所大谷研究室で行ったもので、「外因性スピンホール効果とスピン緩和機構の研究」という題目です。

今日のスピントロニクス分野では、電流からスピン流（スピン角運動量のみの流れ）及びその逆変換をいかに効率よく行えるかが重要な主題となっています。これまで、この変換は主に希少貴金属である白金に依存してきました。しかし将来のスピントロニクス素子の量産を見据えると、別の物質・機構での変換が求められています。そこで本研究では、希少貴金属を使用せず、安価でスピン軌道相互作用の弱い銅に、不純物を添加することで発現する外因性スピンホール効果に着目しました。特に銅に微量のビスマスを添加すると、白金と比べて変換効率を 1 桁近く増強できることを発見しました。さらにこの変換効率を算出する上で重要なパラメータであるスピン流の緩和長についても、これまでとは全く異なる測定手法を開発し、変換効率の定量的な議論にも役立っています。本研究の成果は、将来のスピントロニクス素子の量産に大きく貢献するだけでなく、スピンに関係した物理現象を高感度で検出できる新しいプローブとして役立てられると期待されています。

最後になりましたが、本研究を支えて下さった大谷義近教授、大谷研究室の学生・ポスドクの皆さんに感謝申し上げます。また私は平成 27 年 4 月から大阪大学に移りましたが、偶然なことに私が現在所属している理学研究科物理学専攻の小林研究室の 2 代前の研究室を主宰されていたのが、新世代研究所理事長の伊達先生だったことを先日初めて知り、改めて新世代研究所から推薦して頂いたことをうれしく思っています。



授賞式の時の写真。当日は、新世代研究所の高瀬さんにわざわざ来て頂き、何枚も写真を撮って頂きました。この場をお借りして、改めて感謝申し上げます。

● 湯田坂 雅子氏が欧州発明家賞非ヨーロッパ諸国部門賞を受賞



湯田坂 雅子氏（ナノカーボン研究会）が欧州特許庁（European Patent Office）から欧州発明家賞（European Inventor Award）非ヨーロッパ諸国部門賞を授与されました。2006年に設立された欧州発明家賞は、技術的、社会的、経済発展に貢献した優れた発明に対して毎年欧州特許庁が授与するもので、欧州域外出身の発明者に対しては同賞の非ヨーロッパ諸国部門賞が贈られます。

今回の受賞対象となった特許は、欧州特許 EP1464618（高周波プラズマ中で黒鉛棒を加熱して、炭素原子を高温の状態にすることによりカーボンナノチューブを合成する方法）ですが、受賞理由には飯島終身教授による1991年のカーボンナノチューブの発見とその構造の解明、さらにそれに続く数々の研究業績も添えられています。

● 五十嵐 圭日子氏が第47回（平成26年度）市村学術賞貢献賞を受賞

五十嵐 圭日子氏（水和ナノ構造研究会）が第47回（平成26年度）市村学術賞貢献賞を受賞されました。「市村学術賞」は、大学ならびに研究機関で行われた研究のうち、学術分野の進展に貢献し、実用化の可能性のある研究に功績のあった技術研究者またはグループに贈呈されます。受賞した研究テーマは「バイオリファイナリーの実現に向けた多糖分解酵素の渋滞解消」です。

五十嵐氏は、30年前（中学3年生時）に「市村アイデアサークル賞努力賞（現市村アイデア奨励賞）」を「測れるセロハンテープ」で受賞しており、授賞式では市村アイデア賞受賞者初の市村賞の受賞であることが紹介されました。



● 榎 敏明氏がインド化学会 C. N. R. Rao Award Lecture を受賞



榎 敏明氏（ナノカーボン研究会）がインド化学会 C. N. R. Rao Award Lecture を受賞されました。

インドの化学者であり、インド政府の科学諮問会議の議長を務めた C. N. R. Rao 教授 (<http://www.jncasr.ac.in/cnrrao/>) に因んだこの賞は、顕著な功績を挙げたインド国外の化学分野の研究者に贈られるインド化学会の講演賞であり、これまでに、A. K. Cheetham、H. W. Roesky、Fred Wudl、M. L. Klein、Alan H. Cowley、Mark

A. Ratner、Peter Edwards、Matt Rosseinsky、Jeremy K. Sanders、Reshef Tenne、Dongyuan Zhao、Andrew B. Holmes らに贈られている名誉ある賞です。

2015年2月6日に開催されたインド化学会(CRSI-NSC-17)において、Molecular Science of Graphene Nanostructures: Interplay between Edge Geometry and Chemistry in the Electronic Structure と題した受賞記念講演が行われました。

元生体ナノマシン構造研究会委員長 黒木良太氏 ご逝去

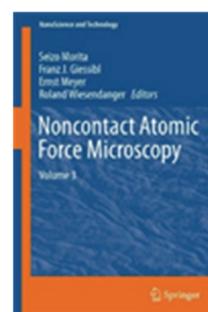
2003 年から 2008 年まで 2 期 6 年間生体ナノマシン構造研究会の委員長を務められた黒木 良太氏が逝去されました。故人の生前の当財団へのご貢献に対し感謝の意を表するとともに、謹んでご冥福をお祈りいたします。



(著書紹介)

『Noncontact Atomic Force Microscopy』 Vol.3 (Springer)

ATI 副理事長の森田 清三氏 (大阪大学 名誉教授) がドイツやスイスのご友人と共同で編集されている超高分解能・高機能の「非接触原子間力顕微鏡(AFM)法」シリーズは、毎回、世界のトップ研究者グループによって分担執筆されています。この第 3 巻では、パウリ斥力を使った分子の化学骨格観察、高速 AFM による生体高分子のダイナミクス観察、非接触摩擦測定、単分子のフォーススペクトロスコピー、アモルファスシリカの原子分解能観察、フォースセンサーを使った STM 測定、表面直下の振動測定、ファントムフォース、液中 AFM、原子・分子操作などの多くの新しい知見や多彩な新展開が紹介されています。



*このシリーズの第 1 巻は 2002 年、第 2 巻は 2009 年に森田清三氏らの編集で Springer 社から出版されています。

第 10 回合同研究会のお知らせ 『ナノサイエンスの進展』

日時：2015 年 11 月 25 日 (水) 13:30~18:00

場所：TKP ガーデンシティ御茶ノ水 3F 室

1. 挨拶講演「古典巡礼 アインシュタイン全集」
理事長 伊達 宗行
2. 研究講演(1)「アルツハイマー –バイオ単分子の目–」
佐々木 裕次 (東京大学大学院 教授)
3. 研究講演(2)「ナノチューブに酸素 –ハルデンギャップの出現–」
萩原 政幸 (大阪大学 教授)
4. 研究講演(3)「室温スピントロニクス –ゲルマニウム時代来る?–」
白石 誠司 (京都大学大学院 教授)

第 38 回 ATI 公開フォーラムのお知らせ

日時：2015 年 12 月 17 日 (木) 14:00~17:00

場所：明治大学紫紺館 3F (JR 御茶ノ水駅徒歩 5 分)

講演：長田 敏行氏 (東京大学 名誉教授、法政大学 名誉教授)

『イチョウの不思議』

政池 明氏 (京都大学 名誉教授)

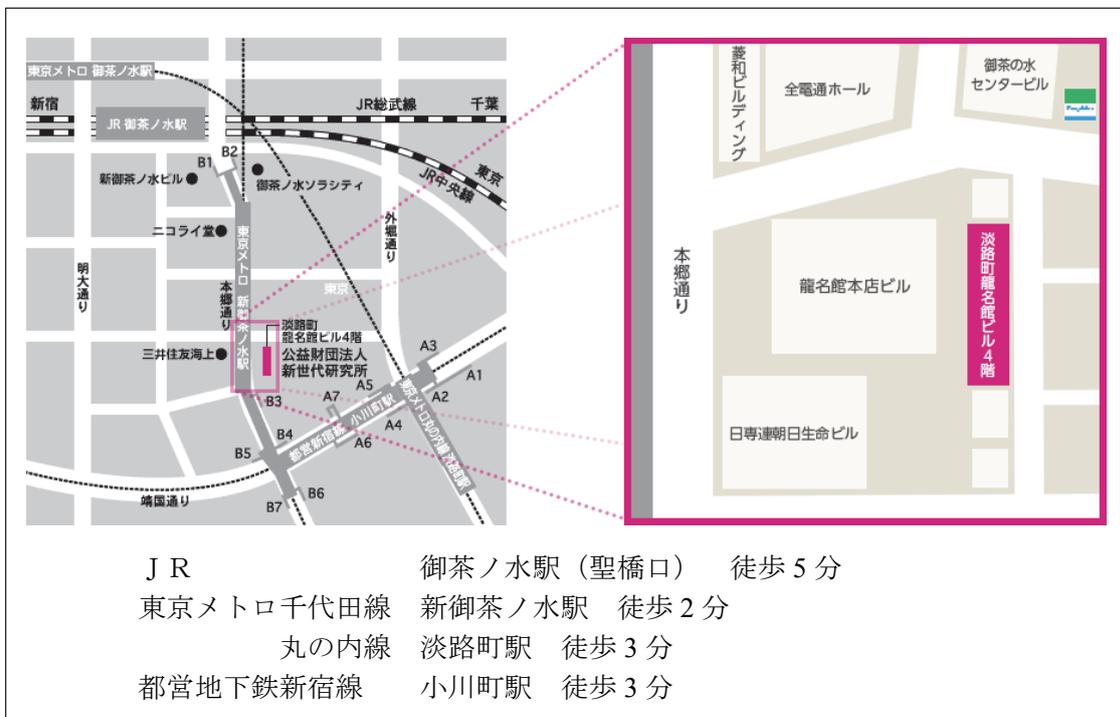
『第二次大戦中の日独の原子力研究』

【編集後記】

暑う～い夏！ 編集子も「四苦八苦&七転八倒（4989710810）」しながら編集後記を書き、今回も無事に発行することができました。2005年3月に創刊して11年目に入っている「ATINews」の第19号です。

お忙しい中ご執筆くださいました先生方に感謝いたします。今後も、皆様からのご意見を頂戴しながら、長く読んでいただけるよう頑張ります。もし事務局が「原稿を・・・」と依頼いたしましたら、面倒くさがらずにご協力ください（これまでの著者の方々も喜んで！書いてくださいました...よね?）。ちなみにこの「ATINews」は、国立国会図書館や、ほしいといってくる区立図書館にも収蔵されています。もちろん、自薦！もお待ちしております。

次回20号もお楽しみに。



発行所

ATI 公益財団法人 **新世代研究所**
FOUNDATION ADVANCED TECHNOLOGY INSTITUTE

〒101-0063

東京都千代田区神田淡路町 1-23-5 淡路町龍名館ビル 4階

Tel : 03-3255-5922、Fax : 03-3255-5926

ホームページ : <http://www.ati.or.jp/>

E:mail : info@ati.or.jp

2015年10月