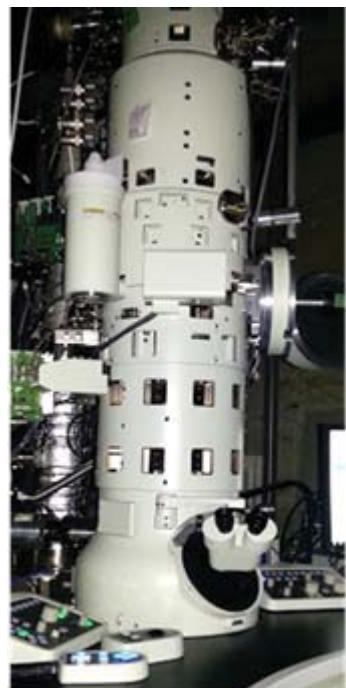


# ATI News

第 24 号

2018 年 4 月



## — 目次 —

1. 卷頭言 いまこそ、「セキュリティ文化」の醸成を	評議員 土居範久 .....	1
2. 研究アラカルト 「原子分解能電子顕微鏡の新たな挑戦」	研究会委員長 柴田直哉 .....	2
3. 研究会 9 期 (2018-2020) 研究始動	研究会委員長 .....	8
4. コーヒーブレーク 「ドイツ・ハンブルク経験談」	専務理事 久良木博史 .....	11
5. 研究助成 2018 年度	事務局 .....	12
6. Prof. Mildred S. Dresselhaus 先生を悼んで	理事 遠藤守信 .....	13
7. 研究会 温泉合宿紹介	事務局 .....	16
8. お知らせ	事務局 .....	17



## < 卷頭言 >

### いまこそ、「セキュリティ文化」の醸成を

ATI 評議員 土居 範久  
(慶應義塾大学名誉教授)

いまや、サイバー攻撃による情報の漏洩などは日常茶飯で、脚光を浴びている仮想通貨でも盗難や消失事故が起きている。また、データを暗号化し、元に戻してもらいたければ金を払えという身代金事件も多発している。情報システムだけではない。制御システムへの攻撃もすでに始まっている。自動車の生産ラインが止められたり、製鉄所の操業が停止させられたり、石油のパイプラインが爆破されたりといった具合である。

折から、世の中は IoT 一色の時代に入った。すなわち、あらゆるモノがネットワークによって繋がることで実現する能動的な世界がやってくるというのである。こうなると、また、ややこしくなる。サイバーセキュリティの脆弱性、つまり弱点が桁違いに増えるからである。コストや利便性が重視されセキュリティ対策がおいてきぼりになりそうだからである。さらに、間が悪いことに、一社で完成品までのすべてをつくっていた時代とは異なり、他社の部品を多用する時代になり、サプライチェーン全体でセキュリティ対策を考えなければならない時代になった。

情報セキュリティに関する主たる国際フォーラムのひとつに、経済協力開発機構（OECD）がある。OECD は、1980年には「プライバシー保護と個人データの国際流通に関するガイドライン」を、1997年には「暗号政策ガイドライン」を採択してきているが、1992年には「情報システムのセキュリティのためのガイドライン」を採択している。これら OECD のガイドラインは、OECD 加盟国の法制度の基盤として広く採用されている。

OECD のガイドラインは5年ごとに見直すことが決められている。情報セキュリティのガイドラインは、2002年が2度目の見直しをする年であった。奇しくも2001年9月11日に同時多発テロがあったこともあり、サイバー攻撃の重大性が改めて見直され、その結果、情報セキュリティのガイドラインは抜本的な改定が行われた。

このときの改定の基本となる考えは「セキュリティ文化（culture of security）」である。ガイドラインでは、セキュリティ文化を「情報システムおよびネットワークを開発する際にセキュリティに注目し、また、情報システムおよびネットワークを利用し、情報をやりとりするに当たり、新しい思考および行動の様式を取り入れること」と定義しているが、要するに、一般市民一人一人にまでセキュリティの重要性を浸透させ、セキュリティを文化として常識として根付かせようという考え方である。

すべての人々の間にセキュリティ文化を普及させるために、9つの原則、つまり(1) 認識、(2) 責任、(3) 対応、(4) 倫理、(5) 民主主義、(6) リスクアセスメント、(7) セキュリティの設計および実装、(8) セキュリティマネジメント、(9) 再評価、を提示している。

情報セキュリティに係る事件・事故が日常茶飯になってきたので、経済および社会の繁栄のために信頼あるオープンなデジタル環境を築き利用するためには、政府、官民の組織において高度なセキュリティリスクマネジメントを行う必要があるという方向に舵を切り替えた勧告が2015年9月に採択された。現在はこのガイドラインに代わっているが、しかし、2020年に東京オリンピック・パラリンピックを控えた我が国では、今こそ、このセキュリティ文化を醸成することこそが喫緊の課題である。セキュリティ文化を浸透させるためには、日頃から、我々一人一人が情報セキュリティの重要さを認識して行動することが肝要である。



## < 研究 アラカルト >

### 原子分解能電子顕微鏡の新たな挑戦

界面ナノ科学研究会 委員長 柴田 直哉  
(東京大学大学院工学系研究科 教授)

20世紀の終わりに磁界レンズの収差補正技術が開発されて早20年近くが経過した。この間、電子顕微鏡の分解能や感度は格段に向上了し、材料界面・表面の原子構造を日常的に観察できるようになって久しい。しかし、これで十分かと言えば、電子を用いる顕微手法のポテンシャルを最大限引き出すまでにはまだまだ至っていない。本稿では、近年の原子分解能電子顕微鏡法の発展と筆者の最近の研究・開発内容についてご紹介したい。



#### 1. はじめに

透過型電子顕微鏡(Transmission Electron Microscopy: TEM) は今世紀に入り飛躍的な発展を遂げている。これは 1990 年代に登場した磁界レンズ収差補正技術と密接に関連している。この技術は複数の多極子レンズを組み合わせることで、それまで補正不可能であった対物レンズの球面収差を補正する技術である[1]。この技術により、TEM の分解能は格段に向上しており、0.1nm 以下の分解能が日常的に達成できるようになった。一方、収差補正技術の到来とともに主流になってきたのが、走査型透過電子顕微鏡法 (Scanning TEM: STEM) である。STEM は、細く絞った電子線を試料上で走査し、試料下部の検出器により透過／散乱電子を検出し像を形成する手法であるが、収差補正技術により 0.05nm 以下にまで細く電子プローブを絞れるようになり、現時点での世界最高記録として 40.5pm の空間分解能が達成されている[2]。一方、STEM 開発の歴史においては、電子プローブの微小化に伴う分解能向上と並行して、各プローブ点からの透過散乱電子をどのように検出して像を形成すべきか (e.g. 検出角度、検出位置など) に関する多くの研究が報告されている。その結果、現在主に用いられている検出法は、高角度環状暗視野 (High-Angle Annular Dark Field: HAADF) 法と呼ばれるドーナツ型検出器による高角散乱電子の選択検出法である。この手法は、非干渉性像を形成できる特徴を有するため[3]、結晶中の原子カラムや単原子を直接観察することが可能であり、STEM の応用範囲の拡大に大きく貢献している。しかし、どのような散乱角度領域の信号を検出して STEM 像を形成するのかには他にも無数の可能性が存在し、収差補正技術が成熟した今、信号検出方法の再考による新たな情報取得の可能性が世界中で検討されている。

近年、筆者らのグループでは世界に先駆けて原子分解能観察に対応できる多分割型検出器を独自開発し[4]、新たな STEM 検出法の可能性を検討している。最近では、この多分割型検出器を用いて、材料中の電磁場を直接観察することのできる微分位相コントラスト (Differential Phase Contrast: DPC) 法[5-7]の開発に特に注力している。この手法は、現行

の原子分解能 STEM を大きく発展させる可能性を秘めており、材料・デバイス研究分野に極めて有益な情報を与えるものと期待される。本稿では、主に DPC STEM 法と原子分解能電子顕微鏡の展望、更には現在開発中の次世代電子顕微鏡について紹介する。

## 2. STEM 法の概要と DPC STEM 法の原理

図 1(a)に STEM 法の概略図を示す。現在の一般的な STEM では、先述の HAADF 法に加えて、円状の検出器を用いた明視野(Bright-Field: BF)法[8]、軽元素原子の観察が可能な環状明視野(Annular Bright-Field: ABF)法[9]などが利用されている。これらの像は複数の検出器を導入すれば、同時に取得することが可能である。

一方、図 1(b)に DPC STEM 法の模式図を示す。DPC STEM 法の場合、電子プローブを形成する光学系は通常の STEM と同等であるが、用いる検出器が異なり、その内部を複数のセグメントに分割した多分割検出器を用いる必要がある。まず、多分割検出器上に透過ディスクが投影されるように光軸を調整し、試料の無い真空領域もしくは試料が均一であると仮定できる領域で各セグメントが同一の信号強度を検出するよう透過ディスク位置を精密に調整する。もし、試料内部に電子線入射方向と垂直な成分を有する電場・磁場が存在している場合、入射電子線はローレンツ力を受け、電場・磁場の大きさに比例した角度に偏向される。このときの偏向角は、TEM 薄膜試料の場合、数  $\mu\text{rad}$ ～数百  $\mu\text{rad}$  程度の微小偏向角にしかならないため、通常の円状あるいは円環状の検出器で捉えることは極めて困難である。一方、多分割検出器を用いた場合、試料内部の電場・磁場により入射電子線が偏向されると、検出器セグメントで検出される信号にアンバランスが生じる。このアンバランスの度合は、対角に配置された検出器セグメント信号の差分を計算すれば定量的に評価することが可能である。つまり、電子プローブを走査する試料各点において検出器セグメント信号の差分計算を逐次行うことにより、試料各点における電子線の偏向量及び偏向方向を算出し、試料内部の電場・磁場分布を可視化するのが DPC STEM 法の特徴である。

DPC STEM 法はこれまでに中低倍の磁場観察に利用されてきた経緯はあるが、STEM 本体性能、検出器性能及び信号処理速度の問題から、実用には程遠い手法であった。しかし、近年の STEM 本体性能の飛躍的向上と超高感度な多分割検出器の開発、PC による高速信号処理の実現が複合的に結実し、実用材料

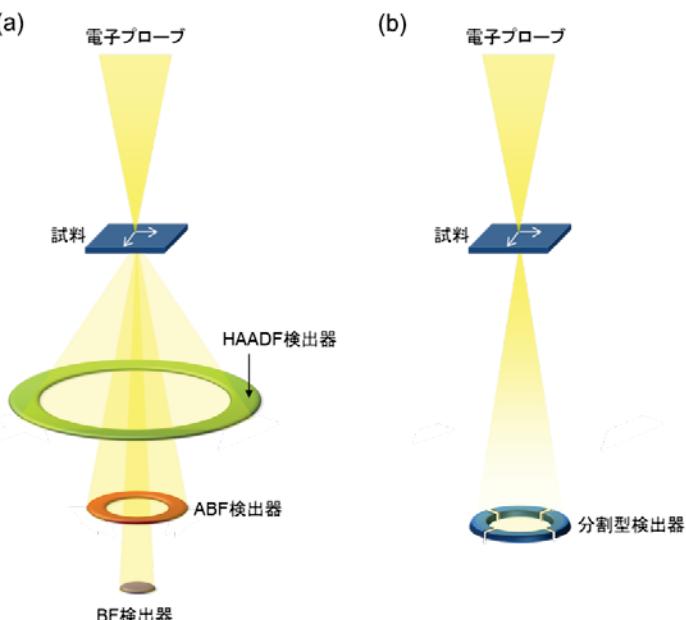


図 1 : (a) 一般的な STEM 法の概略図.  
(b) DPC STEM 法の概略図.

## < 研究 アラカルト >

解析にも応用可能なレベルへと急速に発展している。また、DPC STEM 法は HAADF 法との併用が可能であり、構造情報(HAADF 像)と電場・磁場情報(DPC 像)を同一視野で同時に観察することを可能にする。更に、この手法は正焦点フォーカス条件が最良の観察条件であるため、ローレンツ TEM 法のように故意にフォーカスをぼかして観察する必要が無い。これら特徴は、界面や欠陥など材料・デバイス特性と直結する局所ナノ構造近傍でどのように電磁場構造が変化しているのかを実験的に直接観察する上で極めて有利な特徴であると言える。

### 3. DPC STEM による電磁場直接観察の進展

#### 3.1 強磁性ドメイン及び磁気スキルミオン観察

DPC STEM 法は、試料内部の磁場分布を実空間観察することが可能である。その一例として、図 2 に Dy 内部の磁区構造を DPC STEM 法によって観察した結果を示す[10]。比較のため、同時に取得した ADF 像も示す。

ADF 像では、転位などの格子欠陥由来のコントラスト変化を観察できるものの、磁区構造を観察することはできない。一方、DPC 像(投影磁場マップをカラー表示したもの)では、画面の上下方向に  $180^\circ$  磁区構造を明瞭に可視化出来ている。更に、DPC STEM 法を磁気スキルミオンの内部磁場観察に応用した例を図 3 に示す[10,11]。磁気スキルミオンは特異な渦状の磁気構造体であり、条件によって結晶状に 2 次元配列し格子を形成する。

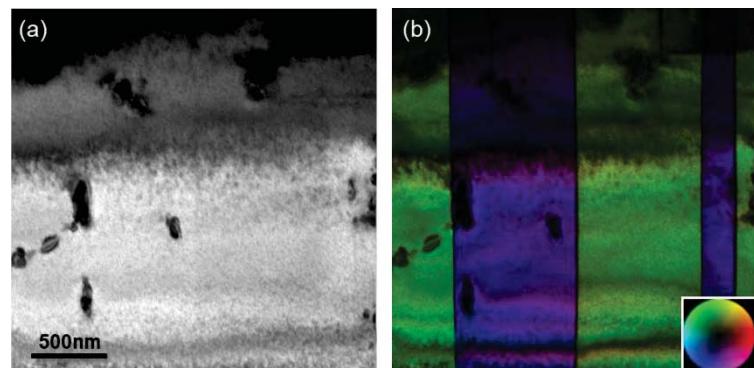


図 2: 金属 Dy の DPC STEM 観察. (a) ADF STEM 像. (b) DPC STEM から得た投影磁場マップ.

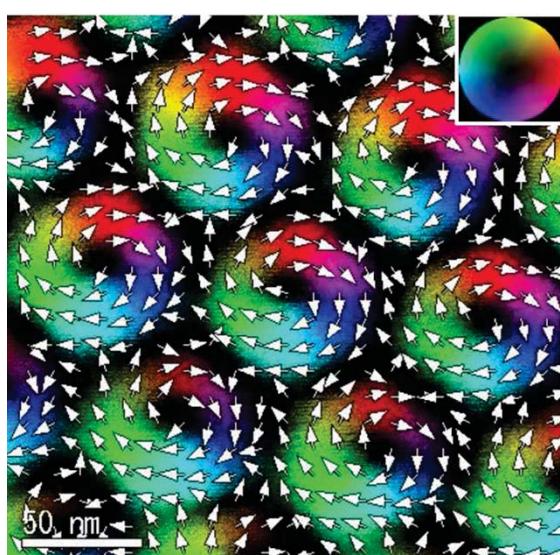


図 3: 磁気スキルミオン格子の DPC STEM 観察[10].

図 3 から明らかなように、DPC STEM 法により、結晶状の磁気スキルミオン配列構造だけでなく、各スキルミオン内部に渦巻く磁場をも直接可視化できていることがわかる。また、図 4 に方位の異なる磁気スキルミオン結晶同士が接するドメイン境界の観察結果を示す[11]。図中の赤、黄丸で示したように、ドメイン境界直上のスキルミオンは伸長したり、収縮したり自在に形状を変えながら方位関係の違いに伴う自由体積変化を緩和している様子が明らかとなっている。このような構造の柔軟性、安定性が磁気スキルミオンの一つの特徴であり、記録デバイスへの応用が期待

される一因でもある。しかし、材料中の欠陥や界面などの微細組織によって磁気スキルミオンがどのような影響を受けるかについては今後の研究課題であり、DPC STEM 実空間観察による更なる構造解析の進展が期待される。

### 3.2. DPC STEM の原子分解能化

筆者らのグループが開発した分割型検出器は、原子分解能 STEM 観察に十分対応できるスペックを有している[4]。そこで、この検出器を用いて DPC STEM を原子分解能化する試みを行っている[12]。これまでの詳細な実験・理論解析の結果、DPC STEM を原子分解能化すると、原子電場（原子核と電子雲の間に存在する電場）を直接観察できることが明らかとなってきた。更に最近では、0.05nm 以下の分解能を有する 300kV 型 STEM に高速・高感度な分割型検出器を搭載して実験を行っている。図 5 に原子分解能 DPC STEM による  $\text{SrTiO}_3$  結晶中の原子電場観察像を示す[13]。(a)は同時取得した ADF 像、(b)は原子分解能 DPC STEM により再生された電場ベクトルマップをそれぞれ示す。これらの像はすべて同時取得したものであり、 $\sim 1\mu\text{s}/\text{pix}$  程度のスキャンスピードでライブ表示可能である。本像から、原子電場が原子の中心から放射状に湧き出す様子が実空間観察できていることがわかる。つまり、原子分解能 DPC STEM は原子の存在だけでなく、その内部構造の直接観察をも可能にする手法であると言える。また、筆者らは現在、原子電場の定量解析から実空間電荷密度分布観察へと本手法を発展させるべく、更なる研究開発を鋭意進行中である。

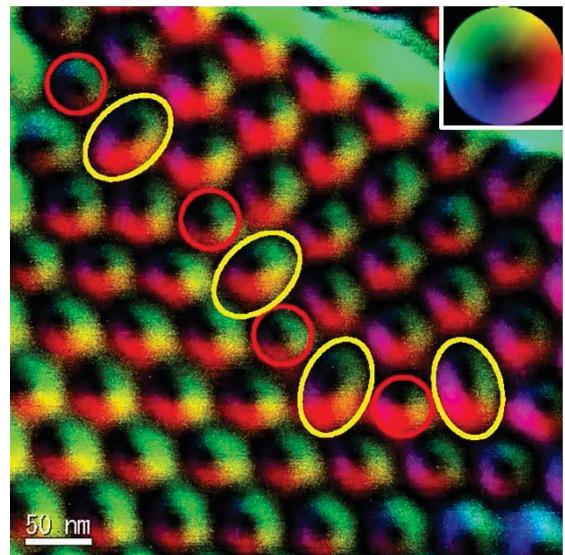


図 4: 磁気スキルミオンドメイン境界の DPC STEM 観察[11]。

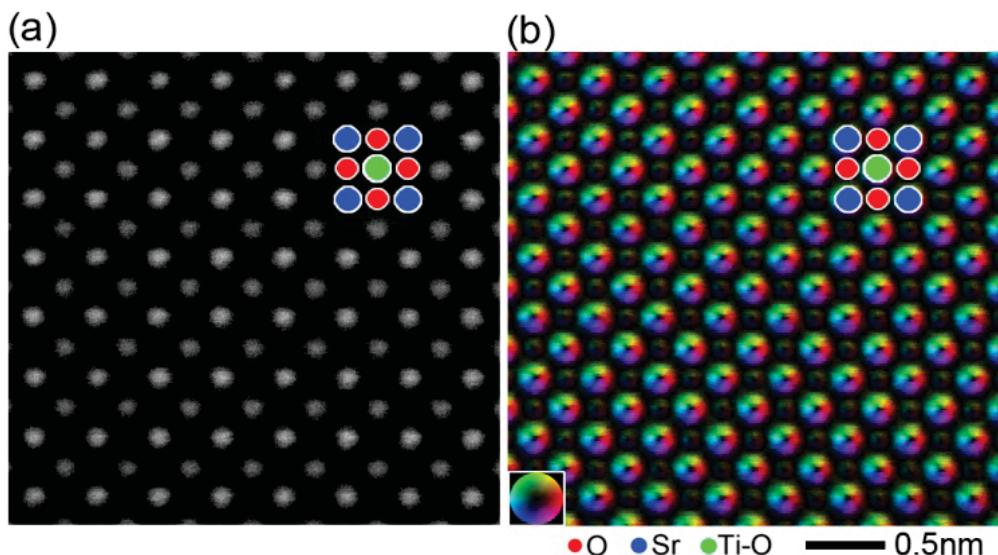


図 5:  $\text{SrTiO}_3$  [001] の原子分解能 DPC STEM 像[13]。(a) ADF 像。(b)DPC から再生された投影電場ベクトルマップ。

## < 研究 アラカルト >

### 4. 原子分解能無磁場電子顕微鏡の開発

電子顕微鏡は 1931 年に独の Ruska と Knoll が開発して以来、既に 85 年以上の歴史を有している。この間、世界各国では熾烈な分解能向上競争が続けられてきたが、その中心となっていたのが、電子源の高加速化と対物レンズ開発である。電子源の高加速化に関しては 1MeV 以上の加速電圧が実現しているものの、対物レンズの性能向上に関しては、収差係数の小さな対物レンズを地道に開発することに焦点をおいた時代が長く続いた。その後、前述の収差補正技術が確立し、現在でも分解能向上へのたゆまぬ努力が続けられている。しかしこの場合、対物レンズの収差を補正することに主眼があるため、対物レンズに関しては従来の収差係数の小さな磁界レンズを用いていることに変わりはない。これまでの高性能対物レンズはすべて強励磁を前提としており、試料を強磁場中 (2~3T) に挿入して観察しなければならないという制約を有する。言い換れば、これまでの原子分解能電子顕微鏡法は (収差補正後も含めて) すべて強磁場中にある試料を観察していると言える。よって、非磁性材料の観察には適しているものの、磁性材料などの高分解能観察には不向きであった。これまでに試料室を無磁場化するレンズ開発も試みられてきたが、収差係数の増大によるトレードオフから原子分解能には程遠いのが現状である。そこで、筆者らのグループでは JST 先端計測の助成の下、2014 年から日本電子株式会社と共同で試料上を無磁場に保ったまま原子分解能観察が可能な原子分解能無磁場電子顕微鏡の開発に取り組んでいる(図 6)。具体的には、試料上でレンズ強磁場をキャンセルする仕組みの新型対物レンズを鋭意開発中である[14]。最近、この新型対物レンズと最新の収差補正装置を組み合わせることで、Si 結晶の [110]Si-Si ダンベル ( $1.36\text{\AA}$ ) の分解に成功した。つまり、無磁場下における原子構造観察がいよいよ可能な時代が到来しつつある。今後、更なる装置性能向上により、磁性材料やスピンドバイス研究に応用可能な新規原子分解能電子顕微鏡として確立することを目指している。

### 5. まとめ

収差補正装置を搭載した原子分解能 STEM 装置が市販されようになり、STEM 法は材料・デバイス開発分野に欠かせない解析手法として広く応用されるようになった。今回紹介した DPC STEM 法は、STEM の高い空間分解能やマルチ分析能力を損なうことなく、局所電磁場の直接観察を可能にするため、近年大きな注目を集めている。本稿でも紹介したように、この DPC STEM 法を原子分解能観察に応用することで、原子核と電子雲との間



図 6: 現在開発中の原子分解能無磁場電子顕微鏡.

---

に存在する原子電場までも直接観察することが可能になった。つまり、原子分解能 DPC STEM 法は原子"内"構造観察や原子"間"構造観察にも展開できる可能性を秘めている。このように、最新の STEM 法は、原子の直接観察だけではなく原子内部の更にミクロな領域の直接観察へとその一步を踏み出しており、今後の更なる装置性能の向上、像形成理論の確立、実験的検証が待たれる。更に、DPC STEM 法と現在開発中の原子分解能無磁場電子顕微鏡を高度に融合することが出来れば、物性研究分野に新たな実験アプローチを提案できると考えられる。最後に、電子顕微鏡によるミクロの世界への飽くなき挑戦により、材料・物質界面現象の本質的理解が大きく進展することを願って止まない。

#### 参考文献

- [1] M. Haider, G. Braunshausen and E. Schwan, *Optik*, **99**, 167-179 (1995).
- [2] S. Morishita, R. Ishikawa, Y. Kohno, H. Sawada, N. Shibata and Y. Ikuhara, *Microscopy*, **67**, 46-50 (2018).
- [3] S.J. Pennycook and P.D. Nellist (eds.), *Scanning transmission electron microscopy* (Springer, 2011).
- [4] N. Shibata, Y. Kohno, S.D. Findlay, H. Sawada, Y. Kondo and Y. Ikuhara, *J. Electron Microsc.*, **59**, 473-479 (2010).
- [5] N. H. Dekkers and H. D. de Lang, *Optik*, **41**, 452-456 (1974).
- [6] H. Rose, *Ultramicroscopy*, **2**, 251-267 (1977).
- [7] J.N. Chapman, I.R. McFadyen and S. McVitie, *IEEE Trans. Mag.*, **26**, 1506-1511 (1990).
- [8] N. Shibata, M.F. Chisholm, A. Nakamura, S.J. Pennycook, T. Yamamoto and Y. Ikuhara, *Science*, **316**, 82-85 (2007).
- [9] S.D. Findlay, N. Shibata, H. Sawada, E. Okunishi, Y. Kondo, T. Yamamoto and Y. Ikuhara, *Appl. Phys. Lett.*, **95**, 191913 (2009).
- [10] N. Shibata, S. D. Findlay, T. Matsumoto, Y. Kohno, T. Seki, G. Sánchez-Santolino and Y. Ikuhara, *Acc. Chem. Res.*, **50**, 1502-1512 (2017)
- [11] T. Matsumoto, Y.-G. So, Y. Kohno, H. Sawada, Y. Ikuhara and N. Shibata, *Sci. Adv.* **2**, e1501280 (2016).
- [12] N. Shibata, S.D. Findlay, Y. Kohno, H. Sawada, Y. Kondo and Y. Ikuhara, *Nature Phys.*, **8**, 611-615 (2012).
- [13] N. Shibata, T. Seki, G. Sánchez-Santolino, S.D. Findlay, Y. Kohno, T. Matsumoto, R. Ishikawa and Y. Ikuhara, *Nature Comm.* **8**, 15631 (2017).
- [14] Y. Kohno, S. Morishita and N. Shibata, *Microsc. Microanal.* **23** (Suppl. 1), 456-457 (2017).

## < 第9期 研究会 始動 >

2018年4月1日より、新たに第9期研究会が始まりました。

第8期と同じ5つの研究会で、2018年度～2020年度の3年間の活動を予定しています。

2期6年間委員長を務めていた大谷東大教授、及び界面ナノ科学研究会の一杉東工大教授が任期満了で交代となりました、ありがとうございました。

また、新しい期を迎えるに当たり、研究会メンバーの若返りも進めました。

活発な研究会活動を期待いたします。

### <研究会 目的>

ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野において、専門領域を越えた研究人材による科学技術研究と異分野研究領域の融合を推進し、新しい研究コンセプトの提案を目指します。

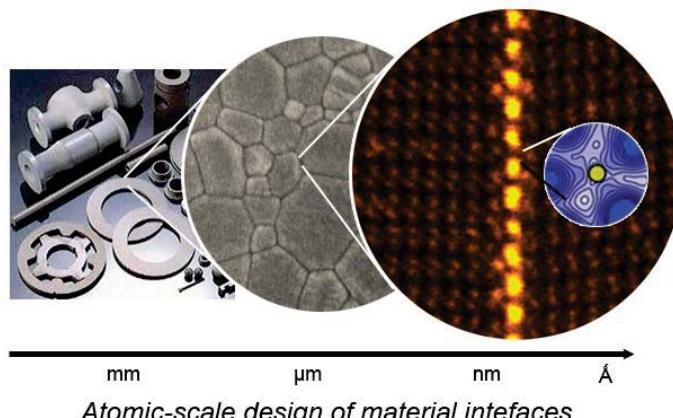
### <第9期 研究会委員長>

界面ナノ科学研究会	柴田 直哉	東京大学大学院工学系研究科 教授
バイオ单分子研究会	西野 吉則	北海道大学電子科学研究所 教授
スピントロニクス研究会	齊藤 英治	東京大学工学系研究科 教授
ナノカーボン研究会	片浦 弘道	産業技術総合研究所ナノ材料研究部門 主席研究員
水和ナノ構造研究会	日下 勝弘	茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター 教授

## <第9期 研究コンセプト>

### 【界面ナノ科学研究会】 委員長：柴田直哉（東京大学大学院工学系研究科 教授）

界面における現象の理解とその制御は、材料、デバイス、バイオなど様々な分野におけるキーテクノロジーとしてますます重要性が増している。最近では、原子・電子レベルで界面構造を詳細に計測する手法や界面電子状態を精緻に予測する計算科学などの進展が目覚ましく、新奇な現象の発見や界面を積極的に応用了したデバイス開発などが数多く報告されている。しかし、界面科学のフロンティアはまだまだ未踏・未開拓の領域が数多くあり、多くの研究者を魅了してやまない。



本研究会では、広くナノ界面科学をキーワードとして、様々な分野の気鋭の若手研究者を集め、ナノ界面を切り口とした新たな科学分野の潮流を生み出すことを目指す。界面をキーワードするとき、必然的に学際的なメンバーが集うこととなるため、普段密接な交流をもたないメンバー間の”界面”に積極的に”反応”を起こさせることで、本研究会オリジンの新たな研究フロンティアの開拓にも挑戦したい。また、社会と研究者の今日的な関わり方に関しても議論し、これからのあるべき科学者像についても意見交換したい。

---

## 【バイオ单分子研究会】委員長：西野吉則（北海道大学電子科学研究所 教授）

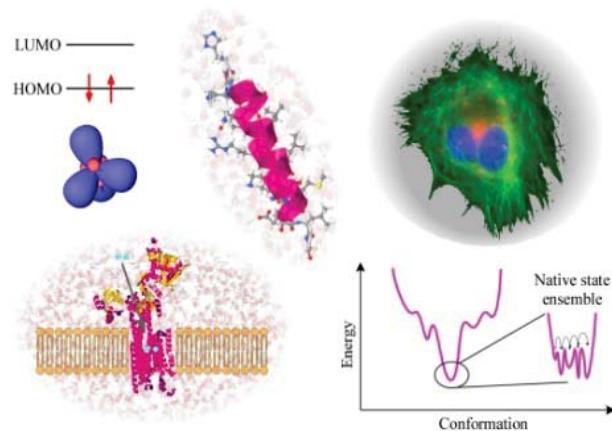
生命現象を動的な分子レベルから理解することは、生物学の究極の目標の一つである。これは量子力学的な「デジタル」世界と古典統計力学的な「アナログ」世界とを結び付けるという、自然科学の壮大な問いにも通じる。

特定の立体構造をもったタンパク質分子やその複合体は、あるものは精密な「デジタル」な分子機械として振る舞う一方で、あるものは熱的なゆらぎを受けて

「アナログ」な動的機能を発現する。DNA を介して「デジタル」な遺伝情報は次世代に正確に受け継がれるが、エピジェネティックな制御により「アナログ」で多様な表現型に道が開かれる。

さらに、生物は雄大な時間スケールで大進化を起こす。このように、生物は、確実な動作や情報伝達を行うデジタルな世界と、多様性と個性をもったアナログな世界を巧みに使い分けて自らを制御している。多数の分子のアンサンブル(集団)平均や時間平均ではなく、生物試料を、生きた細胞の中や生きているに近い環境で、分子レベルで理解するには、多岐に亘る革新的な技術開発が求められる。

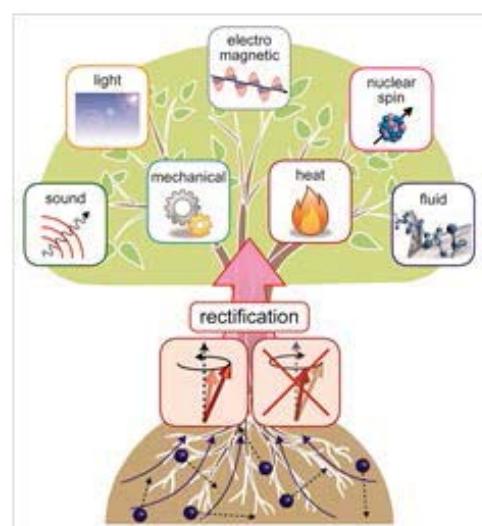
本研究会では、様々なプローブを用いた単分子レベルでの計測技術や、細胞の動的制御技術、さらには情報科学や理論など、様々なアプローチから、生命現象の動的な分子レベルからの理解を目指す議論を交わすことを目的とする。



## 【スピントロニクス研究会】委員長：齊藤英治（東京大学工学系研究科 教授）

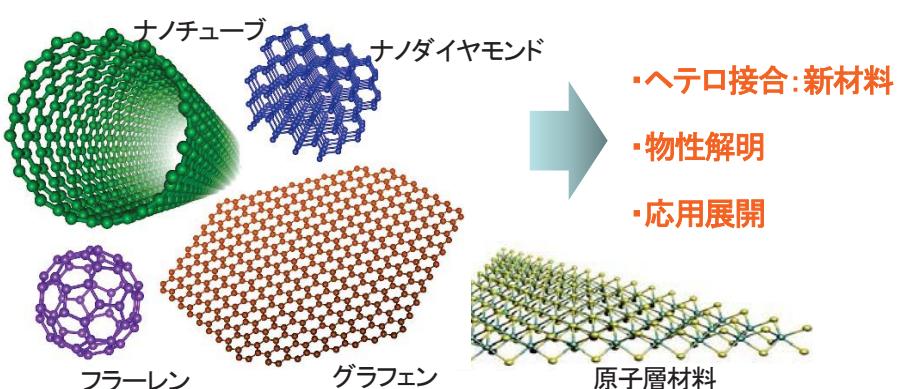
スピントロニクスは、磁気の自由度と電流をナノテクノロジーによって結びつけることによって進展し、磁気メモリなど新しいテクノロジーを生み出す一方で、スピントホール効果、逆スピントホール効果、スピントゼーベック効果、スピントペルチエ効果、純スピント流誘起磁化反転、絶縁体へのスピント注入、スピント起電力など、ナノスケールの領域で発現する数多くの新現象をもたらした。最近では、スピンドイナミクスや磁気応答の非線形性を利用した人工脳型素子・機械学習デバイスへの応用や、微小構造メカニクスへの応用の研究も始まっており、物性科学やエレクトロニクス、ナノメカニクス、流体科学を横断する新しい学術が形成されつつある。

本研究会では、日本のスピントロニクス研究の中心メンバーが集まり、スピントロニクス緒現象を最新の物理的知見と材料科学、ナノテクノロジーの視点から深く議論し、最終的には新しいスピントロニクス機能を提言することを目標とする。



## 【ナノカーボン研究会】委員長：片浦弘道（産業技術総合研究所ナノ材料研究部門 主席研究員）

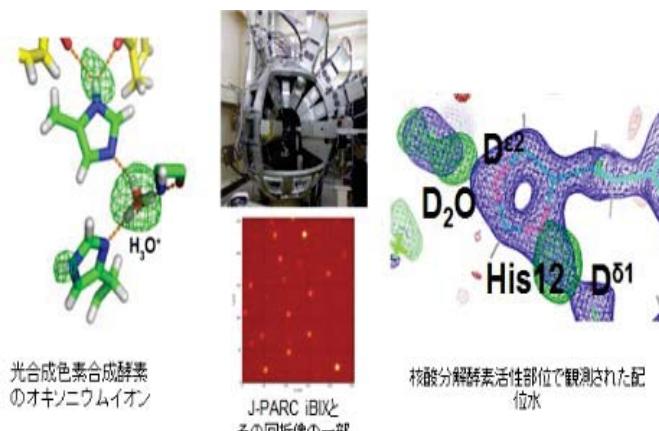
炭素材料としては、 $sp^3$  固体のダイヤモンドと  $sp^2$  固体のグラファイトが古くから知られているが、20世紀末からフラー レン（0次元）、ナノチューブ（1次元）、グラ フェン（2次元）等、ナ ノカーボン材料の発見が



相次いだ。これら、構造柔軟な2次元ネットワークを基本とする材料系では、ネットワーク次元の変化に伴う物性の質的な変化が期待され、重点的にその物性研究が進められてきた。近年では炭素材料にとどまらず、遷移金属ダイカルコゲナイト系をはじめとする新たな原子層材料にも広がりをみせ、さらにそれら原子層を自在に組み合わせるヘテロ接合系では、無限ともいえる新材料系の構築が可能になりつつある。ナノカーボン研究会では、これらナノカーボン材料をはじめとする魅力的な低次元ナノ材料に焦点をあわせ、その基礎物性の理解から応用技術展開まで広く調査研究を行い、科学・技術の発展への貢献を目指す。本分野のエキスパートである構成委員による議論だけ無く、若手研究者を交えた合宿形式の研究会を開催することにより、通常の学術集会では得られない熱い議論と深い理解の機会を提供するとともに、若手研究者育成を目指す。

## 【水和ナノ構造研究会】委員長：日下勝弘（茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター 教授）

サブナノメーターレベルで生体内機能を制御するタンパク質等の周りには、非常に多様な形で水が存在する。大きな構造を持つ生体高分子と比べて、小さな分子である水が、生体高分子などのように相互作用をして生命活動を成立させているかは、未知な部分が多い。たとえば、タンパク質の分子認識における水の役割や化学反応中のプロトンや水分子自体の授受および水素結合の形成・解消のように、生体機能の中において水はナノスケールで重要な役割を果たしている。



このような水和ナノ構造の解明には、水素位置決定を得意とする中性子回折法が重要な役割を担う。J-PARCの茨城県生命物質構造解析装置iBIXは、酵素とその基質複合体について、プロトトン互変異を代表とする中性子回折の特徴を生かした成果が得られている。本研究会ではiBIXにより科学的意義、波及効果、革新性のある中性子の特長を生かした研究を展開し、中性子による水和ナノ構造研究の有用性を示していくことを目的とし、利用研究、ソフト・ハードの改良、大型結晶育成などのさまざまな実験分野研究者と計算科学研究者に生体高分子中の水やプロトネーションについて議論を深めてもらい、関連する分野の相互の発展を目指す。

## < コーヒーブレイク >

### ドイツ・ハンブルク経験談 ー幼少期の教育を通してー

ATI 専務理事（セイコーインスツル(株) 特別嘱託）久良木 博史

中世後期にバルト海沿岸地域の貿易を独占し、ヨーロッパ北部の経済圏を支配したハンザ同盟。その構成都市のひとつである「自由ハンザ都市ハンブルク」、ベルリンに次ぐドイツ第2の都市でエルベ川に面した港湾都市が、我が家にとって第2の故郷となった。東西ドイツの統一、東側共産圏の崩壊、EUヨーロッパ連合のスタートなど、激動のヨーロッパで1985年から96年までの11年間を駐在員として過ごす事になった。そんなわけでハンブルク生まれとなった娘は、幼少の教育をハンブルクで受ける事となり、そこから幼少時の教育について、考えさせられる経験をしたので紹介したい。



4歳になった娘の学校教育は、地元の幼稚園（Kindergarten）で始まった。ドイツ語が分からぬ娘は、園に行っても友達とのコミュニケーションが取れず、友達からは Keine Platze (No place for you) と遊びの輪に入れて貰えない。仕方なく友達が遊ぶのをじっと傍らで眺めること約2ヶ月、ある日突然片言のドイツ語を話し始めたのである。片言でも話せれば子供故にそれからの上達は速い。あっという間に友達の輪に溶け込み、日常の遊ぶ会話には不自由をしなくなる。あたかもダムに水を貯める如く脳の中にドイツ語を蓄積し、水位の上がったダムが放水をするように、ドイツ語をしゃべり始める。ドイツ語をドイツ語で覚え、言葉を対訳ではなくイメージで捉える。我々が日本語を覚えたのと同じと言えば同じだが、正に言葉習得の原点を見た思いであった。企業の活動の中でもグローバル化が叫ばれて久しい。世界で共通語となりつつある英語に、日本人は幼少時からもっと馴染む必要があるのではないかだろうか。時間割をどうするか、教師をどうするかなど課題はあるだろうが、世界の中で存在感を示し、期待される日本の役割を果たすには、少なくとも思いを伝える言葉によるコミュニケーションは必須なので。

ドイツ語とドイツ人に慣れた娘は、小学校を英国系インターナショナルスクールに進んだ。ここで体験がショー&テル（Show & Tell）の授業。自分が大切にしているものを学校に持参。それを友達に見せながら、何故それが自分にとって大切なのか、その理由や思いを友達に話す。質問にはきちんと答える。勿論正解などは無い。世界中から集まった様々な国籍の友達。そこは文化も違えば、宗教、考え方も違う。英語と言う共通語を頼りに、自分の考え方や思いを必死に話し、相手に理解してもらう。話さねば分からない世界で、思いを伝える大切なコミュニケーションの訓練を受けたのだと思う。

最近は日本各地で定住する外国人が増えているとのNHKのニュースがあった。それでも単一民族が大半を占める島国日本は、世界から見れば稀な存在。多様な文化、多様な宗教、多様な言語の人々が入り交じる世界で、少子高齢化、人口減少の日本がこれから生きていく為に、そんな世界との係わりは、いま以上に増えてくると思う。世界できちんとコミュニケーションが取れる、そんな日本人が一人でも多くなれば良いと思う。

「ふらんすへ行きたしと思えども、ふらんすはあまりに遠し」の朔太郎の世界は遠い昔。こんなに小さな世界になったのだから。

さて、そんな娘も日本に帰国、学校に入った。授業中は静かに先生の言う事を良く聞くよう、必要以上の事は知ったかぶりをして話さないように。いつの間にか模範的な日本人生徒になってしまった。無事日本の学校に溶け込んでくれた嬉しさもある反面、せっかく学んだ良い習慣が薄まってしまい悲しくもあり。親としては複雑な心境である。



## < ATI 研究助成 >

### ○研究助成 2018 年度の募集開始

今年も研究助成を募集します。詳しい内容は 4 月中旬ホームページに掲載しますので、お近くの応募資格のある方にぜひお知らせください。

統一テーマ :	ナノサイエンス
募集期間 :	2018 年 5 月 10 日 ~ 6 月 7 日
助成総額 :	500 万円 (1 件あたり 100 万円)
助成期間 :	2018 年 10 月 1 日 ~ 2019 年 9 月 30 日
応募資格 :	国内の大学・研究機関の研究者であり、35 歳以下の方 (国籍不問) 等



周りの方にご紹介下さい！

### ○研究奨励賞 2018 年度授賞者決定

ATI 研究助成により研究計画が達成され、かつ、優れた研究成果を出したと評価される方に授与する ATI 研究奨励賞 (5 回目) の募集を行い、選考委員会による厳正なる審査を経て、授賞者が決定しました。

坂本良太氏 (東京大学助教)

「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』への挑戦」

客野遙氏 (神奈川大学講師)

「水のナノ創造制御による新規物性・機能の設計」

### ○研究助成成果発表会開催

日時 : 2018 年 5 月 17 日 (木) 13 時~18 時

場所 : JR 御茶ノ水駅前 お御茶の水ビル 2 階 TKP カンファレンスセンター

内容 : 研究助成採択者成果報告 (2016 年度採択者)

研究奨励賞授与式&報告 (2018 年度受賞者)

### ○研究助成選考委員 (2018 年度—2019 年度)

任期 2 年の満了に伴い選考委員が新たに選任されました。

選考委員長	森田 清三	大阪大学 名誉教授	(再任)
選考委員	齋藤 理一郎	東北大学 教授	(再任)
	佐々木 裕次	東京大学 教授	(新任)
	渡邊 聰	東京大学 教授	(新任)
	田口 英樹	東京工業大学 教授	(新任)
	湯浅 裕美	九州大学 教授	(新任)

大島泰郎先生 (22 年間)、大谷義近先生 (10 年間)、

山田啓文先生 (10 年間)、塚田捷先生 (6 年間) が退任されました。

長い間大変ありがとうございました。



事務局 (佐藤)

## < 追悼寄稿 >

### MIT, Institute Prof. Mildred S. Dresselhaus 先生を悼んで

ATI 理事 遠藤 守信  
(信州大学 特別特任教授)

(財) 新世代研究所の海外顧問を務めておられた Mildred S. Dresselhaus 先生は、2017年2月20日に急逝された。心からお悔やみ申し上げる。ご逝去の一報をご家族から受け、つい数か月前まで元気に国内外での講演をこなし、論文執筆に取り組まれていた状況から、青天の霹靂であった。夫君の Gene 先生やご家族、MIT 関係者など多くの人々に看取られ、広く愛された Millie 先生らしい 86 歳での永久の旅立ちとなつた。直ちにフィナンシャル・タイムズ紙やニューヨーク・タイムズ紙が写真入りで”Queen of Carbon Science”的評報を報じた。そして 11 月 26 日（日）には墓碑除幕式がボストンの歴史的な靈園で執り行われ、多くの関係者が参列した。墓碑には炭素網面モデルが刻まれ、ご親族、内外からの旧知が先生を偲ぶスピーチを行ってご冥福を祈った。午後には MIT で The Legacy and Impact of Mildred Dresselhaus が開かれ、MIT 学長による追悼講演で始まり、研究でゆかりの深い研究者が先生の研究成果と功績について報告した。私も 1980 年代後半の時期を対象にグラファイト層間化合物研究をきっかけとして始まった Millie 先生との共同研究について発表した。齊藤理一郎東北大教授（本財団ナノカーボン研究会前委員長）もカーボンナノチューブ関連で先生との共同研究の経緯について発表された。300 人を越える参加者が偉業を偲んだ。続いて Millie 先生の研究人生を紹介するポスターセッションが執り行われ、会場には先生のお孫さんも参加し、たくさんの写真で祖母の優しい人柄を讃えた。先生の発表論文総数は 1700 編に及び、著書も多く、”Queen of Carbon Science”と称された業績もさることながら、“研究者の母”と慕われた歴史的な科学者のレガシーは永遠に輝き続けるものであり、多くの参加者は先生の偉業と人柄を回想した。



さて私が、Prof. Dresselhaus と直接お会いしたのは、1980 年 5 月マサチューセッツ州、プロビンスタウンで開催された第 2 回グラファイト層間化合物国際会議であった。私が研究していた気相成長法による細いカーボンファイバーに対して、大きな関心を示されたことがきっかけだった。それまで彼女が対象としていた 3 次元バルクグラファイトとこの一次元物質との対比に大きな興味を示され、以後、彼女の研究が炭素の次元性にシフトしていくきっかけになった。最初の共同論文を二年後の 1982 年、Physical Review 誌に発表した。1970 年代、私が炭素研究の駆け出しだった頃、Millie 先生が Physical Review 誌に発表したグラファイトの論文に触れ、以来、一緒に論文発表したいとの夢を抱いてい

た。この論文は私にとって殊の外うれしいものだったが、先生も喜んでくれた。1988年、Millie先生は Springer-Verlag 社から Graphite fibers and Filaments を出版し、なかなかの売れ行きでファンドの獲得にも寄与した。この頃、受賞もされ “Adventure in Carbon Research” のタイトルで受賞講演されたが、先生の研究領域が著しく拡大していった。この賞はその後に続く先生の数多くの受賞の先駆けともなった。

一つの思い出は、ライス大学が進めるナノ・ジャパンプログラムで先生のお孫さんの Leora Dresselhaus-Cooper さんが信州大学に短期留学して研究を進めたことがあった。



1989年8月、信州大学にて

彼女の研究熱心さには驚いていたが、その際、Millie先生も私を訪問する機会があり、一緒に研究を進めた。  
研究室ポスドクの Dr.Y.A.Kim 氏  
(現 Chonnam National University 教授)と共同論文を完成し発表できた。多くの著績のある Millie先生にとっても意義ある一編だったようで、採択が決まった時はとてもうれしそうだった。

また、先生が研究者の母と称されるエピソードは山ほどある。どんなに夜遅くとも、どんなに朝早くても、研究室で打ち合わせに応じてくれた。学生や初めて会う研究者にも質問や討論には常に真摯に対応していた。研究第一のライフスタイルで、まさに『研究は生活であり、生活が研究』の人生だった。同時に母のように温かく、優しかった。学生や関係者からの様々な相談に乗り、多忙な中、困難な問題に対応されていた姿も見た。内容は明かさなかったが事態が好転したときは嬉しそうにウインクして喜ぶ姿があった。

Millie先生は基礎科学の領域で研究を進め、研究は高度で学際的、創造的であり、様々な分野に大きな影響を与えた。同時に日頃から応用の重要性には理解を示していた。その意味で応用指向の私との連携には相互に意義があった。Millie先生がしばしば強調されていたことは、基礎科学が高度になり研究そのものが深化していく、設備や費用がかさむようになっている。したがって世界的レベルでの共同研究はますます重要だと、意欲的に研究の輪を広げられていた。そして基礎科学の成果を活用する応用研究は、企業等で固有にかつ競争的に進めていけば、科学と技術が効果的に相互貢献できると語っていた。このような科学・技術観を早くから持たれ



1995年8月、箱根でくつろぐ  
ミリー先生とジーン先生



2012年9月、カリ首授賞式で

---

ていたが、これらは今日の重要なトレンドになっている。先生の強い思いが反映されてスタートした米国物理学会刊行の Physical Review Applied 誌に彼女の追悼論文が掲載されている。これが、先生の遺徳をしのぶよしなになり多くの研究者がエンカレッジされることだろう。

2016 年 2 月、東北大学齋藤理一郎教授がご尽力されて Millie 先生に東北大学名誉博士号が授与された。旧知の本財団伊達理事長や上村 洸 東京大学名誉教授も授与式に参加された。お三方は、同じ歳で 85 歳トリオだとジョークが飛んだ。パーティーの席上、彼女と交わした会話がある。人生百年時代ますますお元気で次回は偉大な科学者の百歳トリオとしてお姿を拝見したいと申し上げた。「ありがとう」と言つていつもの笑みを浮かべて握手してくれた。翌日、本財団主催のナノカーボン研究会（片浦委員長）に出席、続いて午後は東大での講演を済ませて、夕刻中東に向けて忙しく移動されていった姿が思い出される。当財団のナノカーボン研究会にも何度も出席して熱心に議論下さり、この雰囲気が特にお気に入りだった。ご指導を賜ったことに対して厚く御礼申し上げる。

終わりに、Millie 先生から薰陶を受けた多くの研究者が日本をはじめ世界で活躍してご恩に報いることを念願しつつ、先生のご冥福を心よりお祈り申し上げる次第である。



2016年2月東北大学名誉博士号授与式で齋藤理一郎先生の業績紹介に聞き入るヨリ一先生。ATI伊達理事長、東京大学名誉教授上村先生と85歳トリオ(当時)で。

## < 温泉合宿へのお誘い >

2017 年度も A T I の会議室を飛び出し、温泉での合宿で研究会が盛り上りました。熱い議論の後のあつたかへい温泉は頭をクールにするのに効果的なようです。合宿ならではの夜を徹してのおしゃべりが、これまでいくつかの共同研究に発展しています。これも温泉の効用でしょうか。

夏の爽やかな高原での合宿、秋は紅葉狩りをしながらの語らい、そして冬には深い雪に埋もれながらの雪見風呂や雪見酒。会議室での研究会では得られないひとときを皆さん楽しんでおられます。

特に、ひと風呂浴びた後のナイトセッションではリラックスした皆さんからの尽きることのない話題に時間を忘れ、しばしば夜中までお酒を片手に熱い研究議論に花が咲きます。

それぞれの研究会では年に 1 回は温泉で合宿しています。また、この温泉合宿では時々異なった研究分野の合同での研究会を開催し、ATI ならではの異分野交流を皆さんに楽しんでいただいています。

一線で活躍されている皆さん、貴重な時間を少しだけ多く割いて、ぜひ温泉での合宿にご参加ください。2018 年度も各研究会、1 度は温泉で合宿します。

こんな温泉でこんな分野の方々との議論・交流をしたいというご希望があれば、事務局までお寄せください。今後も皆さんに喜んでいただける研究会を開催できるよう事務局ではご意見をお待ちしております。

(事務局 高瀬)



雪深い野地温泉



天元台での紅葉狩り

## < お知らせ >

### 【 公開フォーラム 2017 年度 開催 】

2017 年 12 月 5 日 (火) 14:00-17:00

御茶ノ水 ワテラスコモンホール

『どうして眠るのか？ どうやって眠るのか？』

－睡眠覚醒調節の最新脳科学－

中山章弘 名古屋大学環境医学研究所教授



『放射線の影響調査とリスク評価の意義』

－広島・長崎、セミパラチンスク、チェルノブイリなど－

星 正治 広島大学平和科学研究センター

広島大学名誉教授



### 【 日本学術振興会賞 : 杉本宜昭氏 界面ナノ科学研究会員 】

杉本宜昭准教授（東京大学大学院新領域創成科学研究科）

第 14 回（平成 29 年度）日本学術振興会賞を受賞しました。



＜受賞対象となった研究＞

「一本の化学結合力の計測とその制御によるナノ構造体の創製」

(Measurement of Single Chemical Bonding Force and

Its Control for Nanostructuring)」

### 【 ATI 事務局 2018 年 4 月からの体制 】

長らく ATI 事務局の仕事をしていた高瀬がこの 3 月で退職いたしました。

今後は以下の体制で従来通りの業務、サービスを提供してまいります。

#### 4月からの事務局体制

青木 郁：事務局長

守屋 宏一：研究会担当（高瀬の後任）

佐藤 由紀：研究助成・公益法人管理・会計・総務担当

#### ATI 事務所の業務時間

8 : 45 ~ 17 : 30

## 【 事務局便り－退任挨拶 －】

ATIに専務理事として就任したのが2008年4月、早10年あつという間だった気がする。その間、公益財団法人化、事務所移転、研究助成の一時中断、寄付金の減収、資産の取崩し等緊縮予算によるATIにとってまさに厳しい時代が続いてきた。しかし、伊達理事長体制の下、前向きにナノサイエンスの研究会推進を中心に多くの実績を積み重ねてきたと思う。優秀な研究会のメンバーが文科省科研費新学術領域研究に採択されたり、文科省若手科学者賞受賞されたり等、1財団として驚くほど沢山の実績があったと思う。専務理事に就任するまでは全く畠違いの仕事に携わっていたが、ATIの仕事は大変いい刺激になったし、多くの評議員、理事、研究会委員長の方々と関係が持てたことは私にとって大変貴重な体験だったと思う。

ATIの今後の発展を願って関係者の皆様に紙面上で御礼を申し上げます。

石田隆康

とうとう ATI を卒業する時がやってきました。

2001年に ATI に着任して以来、この小さな事務所で荒波に揉まれたことも幾度かありました。それらをなんとか乗り越え、あつという間の 17 年でした。

国際機関から ATI に移ってちょっとしたカルチャーショックに見舞われながらまるで家を建てるような感覚で少しづつ研究会活動のシステム作りをしてきました。ここにきてそれを後任者に教えてあげられるようになり、ホッとしています。これから後任者は他のスタッフの助力を得て、さらに研究会活動を発展させてくれると期待しています。

在職の間、多くの方にご指導、ご協力をいただきましたことをこの紙面をお借りして深くお礼申しあげます。

高瀬正江



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](mailto:info@ati.or.jp)

2018 年 4 月