

ATI News

第32号

2021年10月

— 目次 —

1.	巻頭言 「女性研究者と科学技術の未来」	評議員	鳥養 映子	1
2.	研究アラカルト 「カーボンナノチューブの多様性および内外修飾」	ナノカーボン 研究会委員長	丸山 茂夫	2
3.	研究助成成果発表会 開催記	事務局		8
4.	研究報告会 開催記	事務局		10
5.	研究助成採択	事務局		12
6.	コーヒーブレイク 「大学と道德」	界面ナノ科学 研究会委員長	柴田 直哉	13
7.	意見交換会	事務局		14
8.	研究会の新たな試み	事務局		22
9.	受賞紹介	事務局		23
10.	財団の活動状況	事務局		24
11.	写真で見る新オフィス	事務局		25

< 巻頭言 >

女性研究者と科学技術の未来

鳥養 映子 評議員 (山梨大学 名誉教授)



我が国の科学技術に欠けているもののひとつに研究人財の多様性があげられる。理工農系学部の入学者数は、ピーク時(1998年)の15.3万人から13.0万人に減少したが、そのうち女子は2.4万人から2.8万人に増加した。15歳を対象にした経済協力開発機構(OECD)学習到達度調査によると、科学(数学)リテラシーでレベル5以上のトップクラスに入る日本の女子生徒は6(8)万人おり、将来の科学技術を牽引する原石が、いまだ埋蔵されている可能性が高い。

1999年に男女共同参画社会基本法(以下基本法)が施行され、社会のあらゆる分野において、誰もがその個性と能力を十分に発揮することができる男女共同参画社会の実現のために、積極的是正措置を含む総合的施策を制定し実施することが国に義務付けられた(基本法第八条)。2005年には、当時の自然科学系博士課程在学者の女性割合に基づき、第3期科学技術基本計画(2006-2010)に初めて、大学における新規採用者中の女性割合の数値目標(自然科学系全体として25%、理学系20%、工学系15%、農学系30%、保健系30%)が明記された。

それから15年。エビデンスに基づく積極的是正措置の3本柱として、女性研究者の活躍促進、出産・育児による研究中断後の復帰支援、女子中高生理系進路選択支援の活動が全国で展開されてきた。その結果、博士課程在学者の女性割合は数%増加したが、新規採用者の女性割合は理学系17%、工学系11%、農学系19%にとどまり、目標値にも博士学生の伸びにも追いついていない。第6期科学技術・イノベーション基本計画(以下基本計画)では、多様で卓越した研究を生み出す環境の再構築のために、新規採用者中の女性割合に加えて、教授等に占める女性割合が指標に加えられた。現在、内閣府で基本計画を踏まえた女性研究者の活躍促進に向けた取組の議論が進められており、本稿でも参考にした資料が多数公開されている¹。

ところで、日本の研究者人口約80万人のうち半数は企業の工学分野で活躍している。その女性割合はこの10年間で5%から11%に増加したが、いまだにどの分野よりも低い。工学社会が変われば日本は変わる。ATIの研究会活動は、企業研究者からも注目されているであろう。最先端の研究成果だけでなく、研究社会をも変える発信力を持っているかもしれない。

講義や研究活動を通じた学生と若手研究者の育成、採用における公平性の担保、女子学生増加に向けた進路選択支援活動等々さまざまな努力をしている、この上何をすればよいのか?と頭を抱える研究者もおられるだろう。ATIの理事、評議員には、主宰会議、研究機関の諮問委員、プロジェクトの採択・評価委員、授賞選考委員等、それぞれの立場において、「女性研究者の割合」について積極的に発言されてきた方が少なくない。その一言が、組織の意識改革を起こした例を、筆者は数多く見てきた。

研究活動の中では男女を意識することは少ないので、ともすると女性が少な過ぎることを忘れがちである。その選考、その会議の委員や招待講演者、そのグループ構成において、「女性の割合は?」という魔法の言葉を、必ず口に出してみることから始めてはいかがだろうか。

1) 科学技術政策担当大臣等政務三役と総合科学技術・イノベーション会議有識者議員との会合配布資料

<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20210610.html>

https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20210729_2.html

<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20210902.html>

< 研究アラカルト >

カーボンナノチューブの多様性および内外修飾

丸山 茂夫 ナノカーボン研究会 委員長
(東京大学 大学院 工学系研究科 教授)



1990年代から今世紀にかけて、フラーレン(Fullerene)、カーボンナノチューブ(Carbon nanotubes, CNT)とグラフェン(Graphene)が炭素の同素体ファミリーとして黒鉛とダイヤモンドに加わった。これらナノカーボン(Nanocarbon)の特異な構造と物性は、最近30年に渡って、物理・化学・工学の分野の多くの研究者を魅了してきた。さらに、2次元物質については、グラフェンに続いてヘキサゴナル窒化ホウ素(hBN)や遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)などの原子層物質の研究もこれらの流れで進んでいることからこれらも含めて低次元材料と称することもある。図1に代表的なナノカーボンの幾何構造を示す。いずれも sp^2 結合の炭素から構成されているが、 π 電子系は、フラーレンで0次元、カーボンナノチューブで1次元、グラフェンでは2次元となる。

1. はじめに

1985年に発見されたフラーレン C_{60} は、1990年に開発された量的合成法と単離法によって現実の分子となり、高い対称性と安定性、電子の授受の容易さから特異な球殻分子として有機化学におけるテンプレート分子としての地位を確保した。また、様々な金属原子などを内部に含む金属内包フラーレンの合成やアルカリ金属をドープした高温超電導体などの話題を提供してきた。1996年には、発見者の R. E. Smalley, H. Kroto, R. Curl がノーベル化学賞を受賞している。

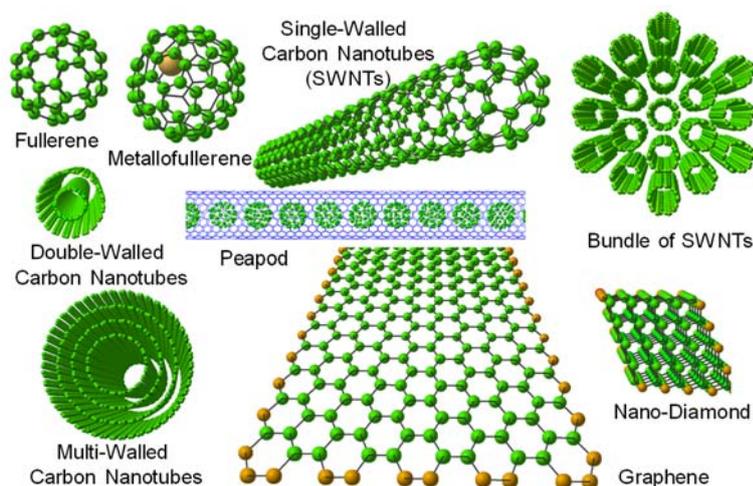


図1. ナノカーボンの幾何構造. C_{60} や C_{70} などのフラーレンや金属内包フラーレンは0次元, 単層や2層のCNT, フラーレンをSWCNTに充填したピーポッドなどは1次元, グラフェンは2次元の炭素同位体である. これらを総称してナノカーボンと呼ぶ.

2003 年には燃焼法による工業生産が開始され、純粋なフラーレンやフラーレン誘導体分子を試薬として入手できるようになった。最近では、有機薄膜太陽電池の電子受容体 (acceptor) としてフラーレン誘導体の実用的に用いられている。フラーレンの発見から科学的な展開については成書[1]を参照されたい。

一方、飯島らが 1991 年に MWCNT (Multi-walled CNT) [2], 1993 年に SWCNT (Single-walled CNT) [3]を発表すると、1 次元の炭素材料が大きく注目されるようになる。SWCNT は、1996 年の大量合成法の発表によって[4]、現実の材料となり、幾何学構造 (カイラリティ, Chirality) によって半導体の場合と金属の場合とがあるとの予測が実証された。また、弾道的なキャリア伝導に着目した高性能の電界効果型トランジスタ (Field effect transistor, FET)などの電子デバイス、ディスプレイなどの電界放出源 (Field emitter), 可飽和吸収特性を用いた非線形光学素子、透明導電膜などの応用に向けた基礎研究が進んだ。一方、リチウムイオン電池電極、スーパーキャパシター、燃料電池電極や各種複合材などのバルクな応用においては、MWCNT と SWCNT が場合によって使い分けられている。

2004 年にはスコッチテープでグラファイトを剥離して作成されたグラフェンの量子デバイスの論文[5]が発表され、原子層 1 層のグラフェンが、理論上の構造から現実のナノカーボン材料となった。2 次元電子による特異な物性への期待と、作成法が簡単で 2.3 %の可視光の吸収により光学顕微鏡で観察できることなどから多くの研究が進んだ。様々な電子デバイスや光学デバイスへの応用が期待され、2010 年には異例の早さで A. Geim と K. Novoselov がノーベル物理学賞を受賞している。SiC 表面分解法による合成、化学的なグラファイトの分解、化学気相成長 (Chemical vapor deposition, CVD)法による合成も飛躍的に進み、実用デバイスの実現が待たれる。カーボンナノチューブの初期の理論と応用[6, 7], グラフェンへの展開については、成書[8-9]を参照されたい。また、最近の SWCNT の電子・光学物性、合成理論、カイラリティ制御合成、水平配向合成、カイラリティ分離、ドライ堆積による薄膜生成、薄膜トランジスター、フレキシブルデバイス、太陽電池応用などについては、筆者らが編集した最近の成書を参照されたい[10]。

本稿においては、低次元ナノ材料の今後のデバイスや応用展開を見据えて、単層の CNT を中心として、ナノカーボン材料の多様性と内外修飾について議論する。

2. フラーレンの多様性と内外修飾

フラーレンの多様性は、 C_{60} や C_{70} に加えて、 C_{76} , C_{78} , C_{80} , C_{82} , C_{84} ,...などの高次フラーレン (Higher fullerene)の合成と単離が可能なことである。 C_{60} と C_{70} 以外はそれぞれ複数の異性体を有する。有機溶媒への溶解とクロマトグラフィーによって容易に単離が可能であり、一部の高次フラーレンは市販されている。フラーレンケージの外側への有機化学修飾は当初から強力に進められており、LUMO レベル調整や水溶性を実現する様々なフラーレン誘導体が合成されている[11]。PCBM として知られる水溶性の誘導体[[60]PCBM phenyl C61-butyric acid methyl ester] などが市販されている。フラ

一レンケージの内側については、金属内包が 1990 年代から盛んに研究されてきた。La@C₈₂, Sc₃N@C₈₀, Sc₂C₂@C₈₀ など遷移金属やそのクラスターを内包する大きめなケージの金属内包フラーレンについては、外側の化学修飾やカウンターイオンも含めて緻密な研究が進んだ[12]。なお、A@B の形で A が B に内包されていることを示す。本稿では、CNT についても同様の表記法を用いる。一方、C₆₀ の発見当初から質量分析で観察されていた La@C₆₀ などの C₆₀ ケージの金属内包フラーレンはアーク放電合成—溶媒抽出では実現できず、ミッシングフラーレンと呼ばれていた。ただし、Li イオンを C₆₀ に真空照射することで、Li⁺@C₆₀ の合成が可能であり[13]、すでに市販され、ペロブスカイト型太陽電池の添加剤としての応用が発表されている[14]。最近、篠原らは、外層の修飾と組み合わせることで図 2 に示すような La@C₆₀(CF₃)_{3,5} と Gd@C₆₀(CF₃)_{3,5} の単離に成功している[15]。とくに、Gd を内包したフラーレンは、MRI の造影剤としての応用が期待されている。

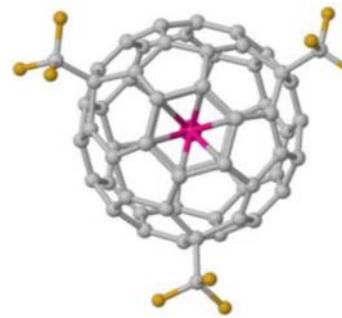


図 2. Gd を内包した C₆₀ フラーライド Gd@C₆₀(CF₃)_{3,5} の構造。文献[15]より。

3. SWCNT の多様性と内外修飾

SWCNT の最も注目される多様性はカイラリティによって金属であったりバンドギャップの異なる半導体であったりという電子構造である。習慣的に SWCNT の幾何構造をカイラリティと呼んでいるが、一般の右巻き・左巻きのカイラリティとは別物である。2010 年代に SWCNT の右巻き・左巻きの分離ができるようになってくると、右巻き・左巻きを handedness と呼ぶことになった。ただし、当初から、カイラリティの代わりにヘリシティ(helicity)と記述する流儀の論文も多いのと、最近では、handedness の代わりに helicity を使う論文もあり注意が必要である。

齋藤らの教科書[6,7]に 1990 年ころまでの理論と実験が整理されている。原子層 1 層のグラフェンが黒鉛と別物であるのと同様に、SWCNT は MWCNT とは全く異なる電子状態をもつ。単層グラフェン、2 層グラフェン(Bilayer graphene)、3 層グラフェンと層数を増やすと黒鉛にたどり着くまでにドラマチックな物性の変化がみられる。CNT も同様に、SWCNT, DWCNT (Double-walled CNT), FWCNT (Few-wall CNT)の部分で大きく物性が変化して MWCNT に至る。狭義のナノカーボンとは、数層までのグラフェンや CNT を意味するが、何層までナノと呼ぶかは明確でない。ここでは、SWCNT が科学者を魅了してきた物性を簡単に紹介する。SWCNT の幾何構造は、グラフェンナノリボンを丸めたもので定義できる。ナノリボンの幅に対応するカイラルベクトル (n, m) で幾何構造を表現する。

グラフェンが円筒状に巻かれたことによる周期境界条件により、グラフェンのブリルアン領域内のカッティングラインと呼ばれる線分上の波数ベクトルの波動関数だけ

が存在を許される。このカッティングラインは、カイラルベクトル (n, m) ごとに異なるために、SWCNTの電子状態は (n, m) に大きく依存する(図3)。とくに、グラフェンの価電子帯と導電帯が接するK点をカッティングラインが横切ると金属、横切らないと半導体になる。幾何学的条件で、 $2n+m$ が3の倍数になる場合には金属、そうでない場合には半導体になる。SWCNTの電子状態密度の例を図4に示す。

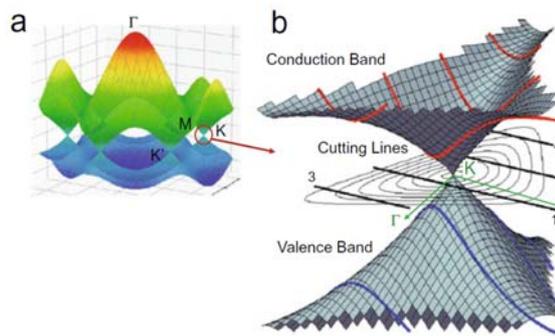


図3. グラフェンとSWCNTの電子状態。カイラリティ(7,5)のカッティングライン。文献[16]より。

図3, 4は、 (n, m) が(7,5)で、半導体の場合である。図4に示すようにSWCNTの電子状態密度には、一次元固体に特有の発散(van Hove特異性)が見られる。また、金属SWCNTであってもフェルミレベル近傍の状態密度は小さい。

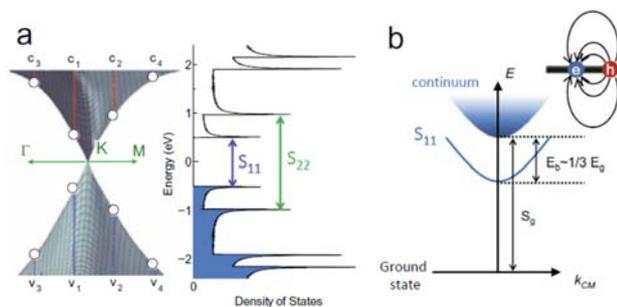


図4. SWCNTの電子状態密度と励起子[16]。

SWCNTの多様性は、素晴らしい可能性を秘めているものの、応用によってはカイラリティ、直径、半導体CNTの選択合成・評価・分離技術の開発が必要になってくる。半導体CNTの選択合成については、エッチングの調整[17]や高電圧を付加するなどの可能性が議論され、カイラリティ選択制御についても、W合金触媒を用いた方法[18]などが検討されている。当面は、DNAやポリマーによる分散、界面活性剤を用いてSWCNTの孤立分散をさせたうえでの、超遠心密度勾配法、ゲルクロマトグラフィ、水性二相法(Aqueous two phase, ATP)などによる分離が現実的である[19]。最初の2009年の超遠心密度勾配法による半導体・金属CNT分離から[20]、現在は、カイラリティ分離、handedness分離も進んでいる。

金属と半導体との区別が問題にならない機械的強度、高伝導性、耐熱性、高熱伝導性を活用したバルク応用については、各種の複合材料が開発され、大量合成と商品化が進んでいる。また、X線源の電界放出素子やフレキシブル透明導電膜としての応用に関しても商品化レベルである[10]。一方、半導体のSWCNTが必須となるFETについては、1990年代における1本のSWCNTによる実証から、現在では、高純度半導体分離分散液からの配列薄膜形成による性能向上へと進んでいる[21]。

SWCNTの内部に様々なナノ材料を内包する試みは、ピーポッドと呼ばれるフラーレンや金属内包フラーレンを内包した構造を皮切りに、1次元炭素鎖、1次元金属鎖、一次元塩、グラフェンナノリボン、水、ポリマー、色素分子が実証されてきている(図

5) [22]. 特に, 特異な配向の色素分子や一次元ナノワイヤなどの1次元スペースならではの特異な構造が見つまっている. また, SWCNT 内部の C_{60} を熱的に融合させて SWCNT として, 結果として DWCNT を形成したり, MoTe や WTe など遷移金属カルコゲナイドのナノワイヤの合成なども注目される[22].

SWCNT の外層への修飾としては, SWCNT の溶液分散に用いられる DNA, ポリマー, 界面活性剤もこの一種と考えることもできる. 酸素ドーピングやジアゾニウム化学による半導体 SWCNT の表面炭素原子への共有結合によって, 局在励起子による高強度の蛍光発光や単一光子発光なども SWCNT 表面のカラーセンターとして注目されている[23].

一方, グラフェンや TMD などの2次元材料の高性能化のためには hBN 層でのサンドイッチが当たり前になり, 様々な2次元材料を積層したファンデルワールス(vdW)ヘテロ構造によるデバイスの提案が続いている(図6)[24]. 一般に, 2次元 vdW ヘテロ構造においては, 結晶の格子定数や対称性による制約なしに, 異なる性質の物質を複合化でき, 原理的には所望のデバイスを構成できる.

最近, SWCNT をテンプレートとしてその周囲に単層から数層の BNNT(BN nanotube) を同心状に合成することが可能となった[25]. ここで, SWCNT@BNNT の内層と外層のカイラル角に相関がないことから, 1次元 vdW ヘテロ構造が実現できたと考えられる. また, SWCNT@BNNT を用いた FET では, 絶縁性の BNNT に包まれた状態で, SWCNT の半導体的な電気伝導特性が保持されている. さらに, SWCNT@MoS₂NT の合成も実現している. ただし, 3原子分の厚みを持つ MoS₂NT はひずみエネルギーが大きく, 小直径の SWCNT をテンプレートとすると構造的に不安定であり, 低収率である. そこで, SWCNT から SWCNT@BNNT を形成して直径を大きくした後に MoS₂NT を合成すると収率が向上し, 3種の層からなる図6右の SWCNT@BNNT@MoS₂NT が合成できる[25]. 数層の BNNT はトンネル層となるため, 半導体-トンネル層-半導体の半径方向ヘテロ接合となっている. すでに, ダイオード特性が観察されており[26],

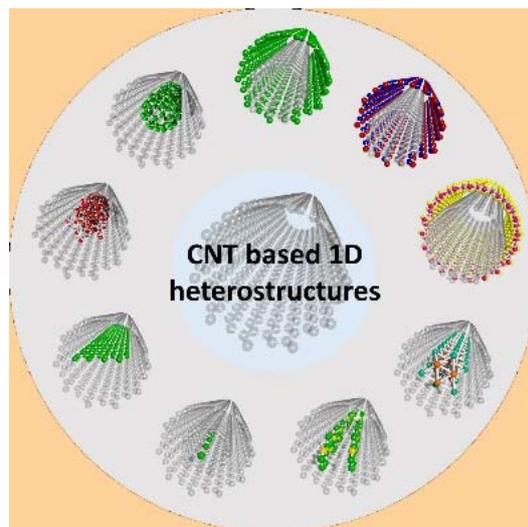


図5. SWCNT の内側と外側の修飾. 文献 [22]より.

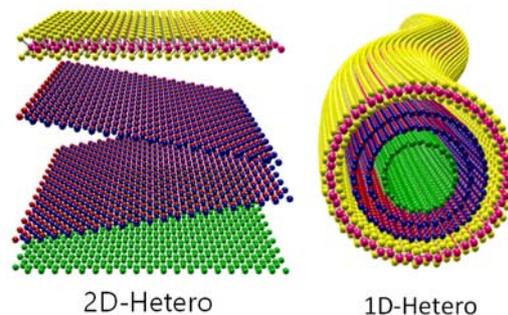


図6. 2次元ヘテロ構造(左)と1次元ヘテロ構造(右).

様々な FET や光電変換デバイスの可能性が考えられる[27].

2次元材料の分野では、2層グラフェンの積層角によって超伝導が現れ、2次元材料積層のモアレ構造に基づく新たな物理現象の発現が話題になっている。DWCNTにおいても内外 SWCNT のカイラリティの組み合わせにおいては、モアレ由来の内外 CNT の干渉が報告されるなど、1次元系においても新たな展開が期待される。

参考文献

- [1] 篠原久典, 齋藤弥八, フラーレンとナノチューブの科学, 名古屋大学出版会(2011).
- [2] S. Iijima: *Nature* **354**, 56 (1991).
- [3] S. Iijima, T. Ichihashi: *Nature* **363**, 603 (1993).
- [4] A. Thess, R. Lee, P. Nikolaev, H. Dai, et al.: *Science* **273**, 483 (1996).
- [5] K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang et al.: *Science* **306**, 666 (2004).
- [6] R. Saito, G. Dresselhaus, M. S. Dresselhaus, *Physical Properties of Carbon Nanotubes*, Imperial College Press, London (1998).
- [7] 齋藤理一郎, 篠原久典 (共編), カーボンナノチューブの基礎と応用, 培風館(2004).
- [8] FNTG 学会(編), カーボンナノチューブ・グラフェンハンドブック, コロナ社(2011).
- [9] 丸山 茂夫(編), カーボンナノチューブ・グラフェンの応用研究最前線, エヌ・ティー・エス(2016).
- [10] Y. Li, S. Maruyama (ed.), *Single-Walled Carbon Nanotubes: Preparation, Property and Application*, Topics in Current Chemistry Collections, Springer (2019).
- [11] E. Castro, J. Murillo, O. Fernandez-Delgado, L. Echegoyen: *J. Mater. Chem. C* **6**, 2635 (2018).
- [12] M. Yamada, M. T. H. Liu, S. Nagase, T. Akasaka: *Molecules* **25**, 3626 (2020).
- [13] A. Gromov, W. Kratschmer, E. Campbell: *Chem. Commun.* **20**, 2003 (1997).
- [14] I. Jeon, H. Ueno, S. Seo, K. Aitola, et al.: *Angew. Chem. Int. Edit.* **57**, 4607 (2018).
- [15] A. Nakagawa, M. Nishino, H. Niwa, K. Ishino et al.: *Nat. Commun.* **9**, 3073 (2018).
- [16] K. Liu, Y. K. Kato, S. Maruyama: *Prog. Nanophotonics VI*, Springer, 135-163 (2021).
- [17] L. Ding, A. Tselev, J. Wang, D. Yuan et al.: *Nano Lett.* **9**, 800 (2009).
- [18] F. Yang, X. Wang, D. Q. Zhang, J. Yang, et al.: *Nature* **510**, 522 (2014).
- [19] M. Zheng: *Top. Curr. Chem. (Z)* **375**, 13 (2017).
- [20] M. S. Arnold, A. A. Green, J. F. Hulvat, S. I. Stupp, et al.: *Nature Nanotech.* **1**, 60(2006).
- [21] L. Liu, J. Han, L. Xu, J. Zhou et al.: *Science* **368**, 850 (2020).
- [22] S. Cambré, M. Liu, D. Levshov, K. Otsuka, et al.: *Small* 2102585 (2021).
- [23] T. Shiraki, Y. Miyauchi, K. Matsuda, N. Nakashima: *Acc. Chem. Res.* **53**, 1846 (2020),
- [24] A. K. Geim, I. V Grigorieva: *Nature* **499**, 419 (2013).
- [25] R. Xiang, T. Inoue, Y. Zheng, A. Kumamoto, et al.: *Science* **367**, 537 (2020).
- [26] Y. Feng, H. Li, T. Inoue, S. Chiashi, et al.: *ACS Nano* **15**, 5600 (2021).
- [27] R. Xiang, S. Maruyama: *Small Sci.* **1**, 2000039 (2021).

< ATI 研究助成成果発表会 >

2021 年度研究助成成果発表会が、5 月 27 日(木)に開催されました。昨年に続くオンライン開催でありましたが、37 名と多くの関係者のご参加をいただきました。

はじめに遠藤理事長と森田選考委員長に開会挨拶をいただきました。続いて奨励賞授賞式が行われ、森田選考委員長による賞状授与、トロフィー及び副賞の贈呈となりました。



森田選考委員長



遠藤理事長

今年度の奨励賞受賞者は相良剛光（東京工業大学 物理理工学院 准教授）氏と都甲 薫（筑波大学 数理物質系 准教授）氏のお二人です。受賞者のご挨拶では、研究助成により研究の進展が図られたとの感謝の言葉をいただきました。

【奨励賞】

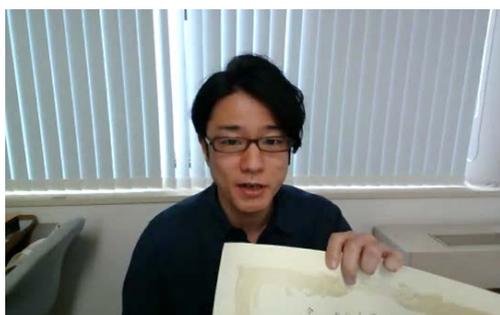
「シクロファンを用いた機械的刺激を鋭敏に検知する複合材料の開発」

相良剛光（東京工業大学 物理理工学院 准教授）



「プラスチック上多層グラフェンの創製と革新二次電池への応用」

都甲 薫（筑波大学 数理物質系 准教授）



奨励賞受賞講演では、相良先生、都甲先生より研究助成での成果を踏まえ、その後の研究の進展のお話があり、質疑でも活発な議論が行われました。

【2019 年度研究助成 終了報告】

「ナノワイヤを基盤とした次世代尿解析技術の創出」

安井 隆雄（名古屋大学大学院 工学研究科 准教授）

「アトムハイブリッド法を応用したサブナノ領域科学の開拓」

塚本 孝政（東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所 助教）

昨年度の成果発表会は11月に開催されたため、2019年度研究助成採択者4名(5名中1名は採択後辞退)のうち2名は、昨年終了報告をいたしました。

【2020年度研究助成テーマ報告】

- 「ダイヤモンド量子センサによるナノスケール拡散イメージング」
荒井 慧悟 (東京工業大学 工学院電気電子系 助教)
- 「ポリマーナノ複合材料によるソフトロボティクス触覚センサの創出」
関根 智仁 (山形大学大学院 有機材料システム研究科 助教)
- 「時計タンパク質のナノ構造チューニングによる生体リズム精密制御」
古池 美彦 (自然科学研究機構 分子科学研究所 助教)
- 「並列ジョセフソン接合間に流れる非局在超伝導電流の制御」
松尾 貞茂 (理化学研究所 創発物性科学研究センター 基礎科学特別研究員)
- 「高次三次元ナノカーボンの環化カップリング合成と物性解明」
村上 慧 (関西学院大学 理学部 准教授)

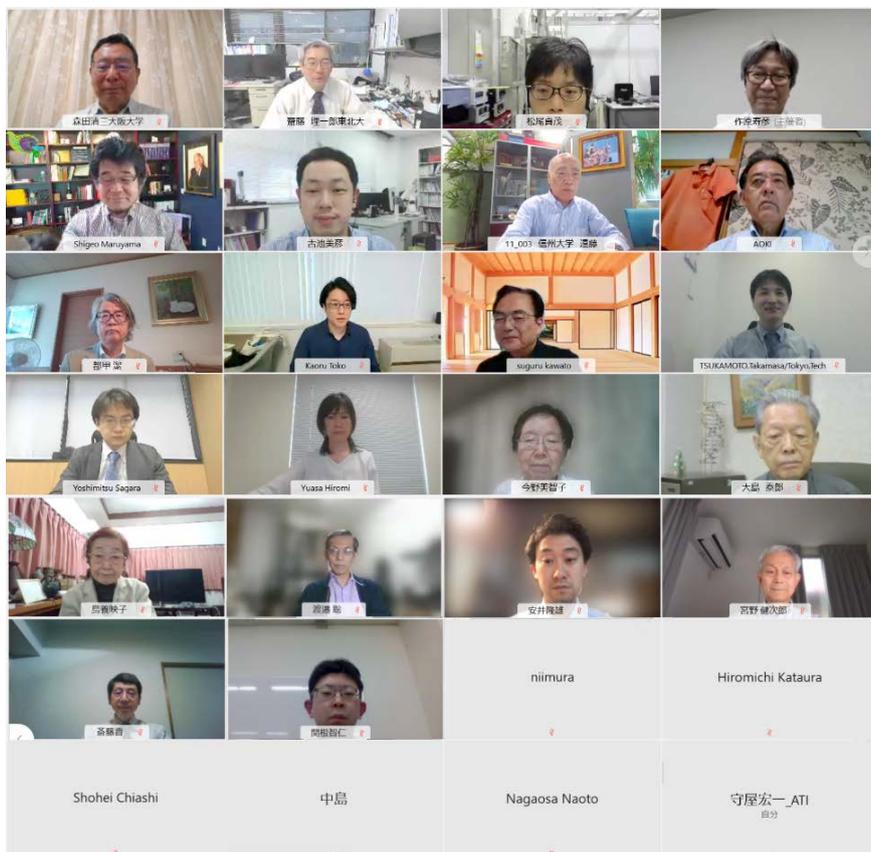
2020年度研究助成採択者5名の方には研究構想、現在の進捗状況等を専門外の方にも理解できるように発表をいただきました。

【オンラインディスカッション】

今年も、オンラインディスカッションは齋藤選考副委員長に座長をお願いし、齋藤座長の絶妙な進行で時間を忘れ、活発な議論をいただきました。



齋藤選考副委員長



来年はリアル開催ができるようお願いしまして、報告とさせていただきます。

(作原記)

< 第 27 回研究報告会 >

第 27 回研究報告会が、7 月 5 日(月)に開催されました。昨年は新型コロナウイルスのため中止となり、2 年ぶりの開催で、オンライン開催となりました。出席者は一部参加者も含め 36 名に上りました。

今年度より第 10 期研究会のスタートとなります。第 8、9 期と委員長を務められた、バイオ単分子研究会の西野委員長、水和ナノ構造研究会の日下委員長、ナノカーボン研究会の片浦委員長が終了となり、スピントロニクス研究会の齊藤委員長、界面ナノ科学研究会の柴田委員長、ナノメカニクス研究会の都甲委員長が再任となり継続します。バイオ単分子研究会は渡邊新委員長に、ナノカーボン研究会は丸山新委員長に交代となります。

はじめに遠藤理事長より開会の挨拶をいただきました。パンデミック下での研究及び研究会の進め方を含めたお話をルイ・パスツールの例などを挙げ、また ATI 研究会のリアルでの重要性についても述べられ、興味深いお話をいただきました。



遠藤理事長



柴田委員長

続いて研究報告となり、前半は界面ナノ科学研究会の柴田委員長が座長を務められました。

バイオ単分子研究会の西野委員長から「ナノバイオ研究の進展」と題し報告がありました。昨年度は 1 回のリモート開催であり、その概要を報告され、さらに第 8、9 期の総括ということで、1 分子/1 細胞解析技術で環境問題に挑むとの構想、“ATI 研究会は、研究者と興味の赴くまま議論することで、明日の研究を進める上での活力が得られた。自由な議論ができる稀有な場である。”との言葉をいただきました。渡邊新委員長は欠席でしたが、リモート会議のメリットでもある、録画による報告となりました。異分野融合による新しい単分子生物学の創生を目指すとの事で、30 代半ばから 40 代半ばと若手研究者による委員会との事です。

スピントロニクス研究会の齊藤委員長は、スピンゼーベック効果、スピンメカニクスのお話から AI への応用等、スピン科学から革新的な情報処理デバイスを目指すとのお話があり、昨年度の研究会のテーマであった、創発スピントロニクスの内容及び、創発インダクタンスの実験検証等の報告がなされました。今年度の計画としては、オンライン文化を活用し、「海外の若手日本人研究者を結びつけるオンラインミーティング」及び、「脳型情報処理とスピントロニクス・新規物質のハイブリッド会議」の企画を発表されました。

前半最後はナノメカニクス研究会の都甲委員長による報告でした。ナノメカニクス研究会の設置の経緯から始まり、そこで課題としては力触覚であるとなり、力触覚のメカニズム解明として 2 年間の研究会活動の報告があり、第 10 期はさらに視覚・聴覚に加え、味覚・臭覚との統合も加味し五感融合を図っていくとの事です。“異業種のメンバーが集まり、忌憚のない意見交換をし、世界初の技術を創造し、究極のハプティクス/ロボティクスを実現する”のがナノメカニクス研究会のねらいとの事でした。座長の柴田先生から、ヒューマノイドロボットの実現性の質問があり、実際に国家プロジェクトでは始まっている旨のお話もありました。

後半は座長を都甲委員長が務められました。界面ナノ科学研究会の柴田委員長より、第 9 期 3 年間の活動を振り返られ、“責任重大世代で 20 年後の科学界を考えよう”を目的とし、最先端の研

究交流、ナノ界面科学研究のフロンティア開拓に留まらず、科学者と社会、大学の今後、世界と日本等、広く科学界のテーマを議論されたとの事でした。コロナ前の温泉での議論等で、昵懇の付き合いだったので、リモートでも議論の深堀ができたそうですが、一方、講師等の初対面等の方とは深い議論が難しい等のリモート会議のデメリットも述べられました。第10期に向けては、リアルとオンライン両者のメリットを生かす形で、オンラインは2か月に一度、会員の持ち回り企画を行い、各会員の研究室の若手・学生を含めて行うとの事です。

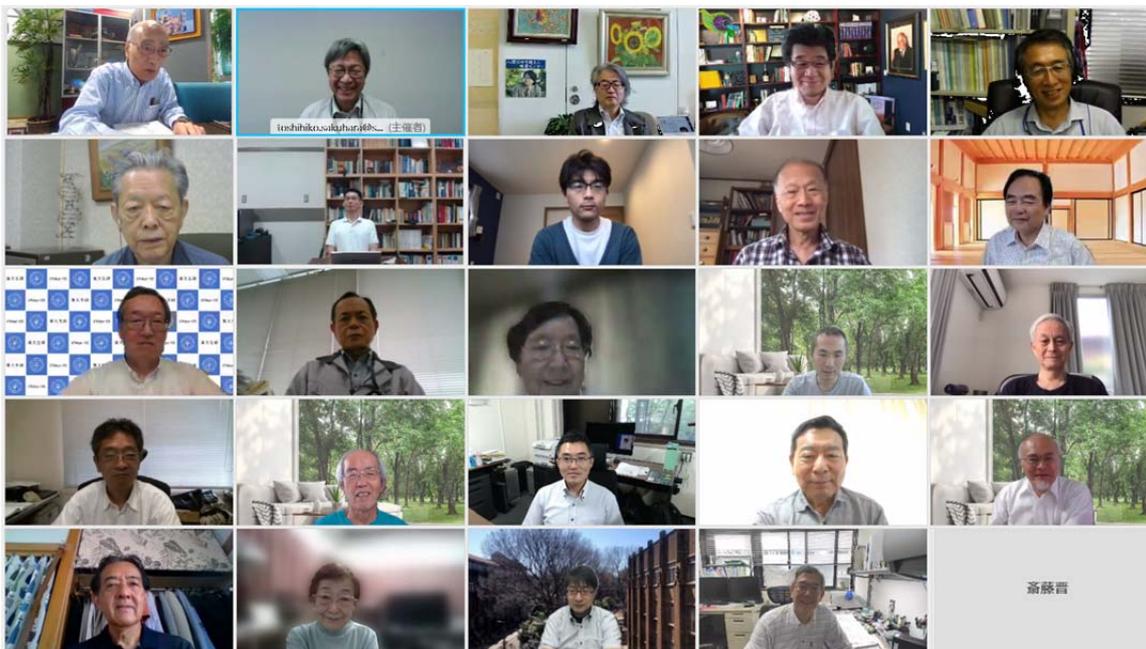


都甲委員長

水和ナノ構造研究会の日下委員長は、2020年度の研究会報告ということで、「プロトン・電子移動と生体分子ナノ水和構造」の3つの講演テーマに関しお話なされ、さらに、この研究会のメイン施設である、iBIXの現状と今後のスケジュールについて触れられました。タンパク質の中性子構造解析の事例蓄積が進み、今後の課題としては大型良質結晶の育成、測定効率向上、データ処理ソフトウェアの高精度化・高性能化とのことでした。ATIの研究会としては終了いたしますが、今後のこの分野の研究の発展をお祈りします。

続いてナノカーボン研究会の片浦委員長から、「最後のハードル」というタイトルで報告されました。この研究会は、夏の蔵王での研究室学生を含む合宿研究会、影のメインはバーベキュー。冬は福島・野地温泉での会員のみの深い議論の夜とのこと。会員の研究の進展状況を外部トピックスも織り交ぜながら報告されました。最後のハードルは「無(低)欠陥で構造が制御されたSWCNT」との事です。丸山新委員長からは、全く自分の興味の観点からという前置きで、今後の研究に関するお話がありました。都甲座長とのお話でも、自分がワクワク、ドキドキする研究を行うことで、自然と他の研究者とも交流が進み、新たな研究発想に繋がるという、ATI研究会の意義の話がありました。

最後に新庄副理事長よりの講評の予定でしたが、残念ながら通信状況が良くなかったようで、その前に退席となってしまいました。これはリモート会議の課題かと思えます。各委員長のお話にも、リモート会議のメリット、デメリットが触れられましたが、この報告会も同様でした。来年はリアル開催を祈りまして、報告いたします。



(作原記)

< 研究助成採択 2021 年度 >

(1) 事業概要

- ① 助成内容 : 100 万円/件、5 件/年 (総額 500 万円)
- ② 助成目的 : 新世代の科学技術研究を担う研究人材の育成
- ③ 募集分野 : ナノサイエンス
- ④ 募集対象 : 萌芽的・独創的かつ新研究領域を切り開く可能性のある研究
- ⑤ 応募資格 : 日本の研究機関の研究者、35 歳以下
- ⑥ 募集期間 : 5 月 10 日 ~ 6 月 17 日
- ⑦ 選考期間 : 6 月 18 日 ~ 8 月 31 日
- ⑧ 助成期間 : 2021 年 10 月 1 日~2022 年 9 月 30 日

(2) 応募者/採択者

	人数	(内)女性	(内)外国籍
応募者	39 名	3 名	4 名
採択者	5 名	1 名	1 名

(3) 採択テーマ

研究テーマ	氏名	所属機関/役職
原子層と MEMS を組み合わせた角度可変型複合原子層構造の実現	小野寺 桃子	東京大学 特任助教
新規計測技術による細胞外小胞放出メカニズムの包括的理解	小嶋 良輔	東京大学 助教
希薄窒化物半導体を基盤としたスピン選択輸送の開拓	樋浦 諭志	北海道大学 准教授
Killing unkillable cancer cells with a light-responsive framework nanocarrier	于 躍	産業技術総合研究所 研究員
シリコン電子スピン対の位相反転相関の解明	米田 淳	東京工業大学 特任准教授

< 近年の応募・採択状況 >

年度	応募数	採択数	メモ
2021	39 人	5 人	
2020	39 人	5 人	応募数減 (新型コロナ影響?)
2019	74 人	4 人	採択人数 10 人→5 人、採択後 1 人研究中止
2018	74 人	10 人	
2017	111 人	10 人	
2016	95 人	10 人	応募数を増やすために案内強化
2015	78 人	10 人	
2014	83 人	10 人	
2013	74 人	10 人	
2012	92 人	12 人	中断していた研究助成を再開

< コーヒーブレイク >

大学と道徳

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)



コロナパンデミックは大学関係者に「教育とは何か」について改めて考える機会を少なからず与えたことだろう。かく言う私も、オンライン化が進む教育現場に翻弄されながら、これで損なわれるものはないか、という素朴な懸念を抱きながら日々を過ごしている。先が見えないとき、基礎に戻って考えるのが科学の常套である。そこで、学校教育法第九章「大学」第八十三条を覗いてみた。すると、「大学は、学術の中心として、広く知識を授けるとともに、深く専門の学芸を教授研究し、知的、道徳的及び応用的能力を展開させることを目的とする。」とある。興味深いのは、大学の目的には、知的、応用的能力だけではなく道徳的能力の展開も含まれている点である。この法律の背後にある期待・願いとはいったい何であろうか。また、理系教員にとって、研究指導の過程に道徳的能力を展開する必要があるであろうか。あえて断っておくが、これは昨今喧しいルール遵守を意図した上からの研究倫理のことではなく、内発的な道徳心の涵養を意味するものであろう。科学は「格物」の学である、とは寺田寅彦先生の言である。「格物」が「致知」への道筋とするのが東洋哲学の一つの核心であるならば、自然科学を追求する先に「致知」の実現による道徳的展開を見出せるかもしれない。しかし、その実現には、どこまでも深く科学を探求し続ける妥協なき熱意と胆力が要求されるであろう。一方、昨今の大学研究には、真理探求型の基礎研究よりも、社会からの要請に立脚した課題解決型の応用研究が多い。これは、人類の生存を脅かす地球規模の社会課題が山積する中、大学が社会に対する使命として、その解決に一步乗り出したと捉えることもできるであろう。この場合、一つの対象を極限まで追求する研究姿勢よりも、分野横断的な俯瞰視座と個別要素の組みあげによる効率的な課題解決能力が重視される。それでは、このような応用研究を通じて、道徳的能力は展開されるのであろうか。社会課題解決を志向する姿勢そのものが「道徳的」であると捉えることもできるが、実際の研究プロセスの中でどのような「展開」が可能であるのかをここでは論じたい。現在の私の見解は、社会連携に一つのヒントがあるのではないかと考えている。近年、大学は社会に開かれた活動の一環として、社会連携・産学連携を積極的に推進している。そこでは、民間等からの積極的な働きかけを受け入れ、公共性の高い共通課題に対して共同で研究教育を行う取り組みが進められている。より具体的には、多様な立場、年代の社会人と学生、教員とが垣根を越えて密接に交わり、共に学びながら、未だ答えのない課題に対して解を模索する活動が行われている。社会変容が著しい昨今、社会規範としての道徳も絶えず再検証・更新を行う必要があるが、多様性と流動性の高い学びの場は、人々の交わりと深い議論を通じて高い見識を醸成し、道徳心を涵養・アップデートする機能を持ちうるであろう。また、立場を超えて共に社会課題の解決に挑む同志として、立派な先輩が苦悩しつつも、より良い社会の実現に向けて一步一步進む後ろ姿を間近に仰ぎ見ることで、若年世代が多くを学ぶ機会にもなるであろう。このように考えれば、多様性の高い研究現場には、学術の進歩に加えて、道徳的展開を可能にする要素を見出せるのではないだろうか。もちろん、このような社会連携を単なる当事者利益や資金獲得の手段に貶めてしまえば、道徳的展開など望むべくもない。また、このような道徳的展開が、対面的交わりを経ないオンライン上で果たして可能であるのかにも疑問が残る。いずれにしても、昨今のコロナ禍によって炙り出された様々な社会危機を鑑みると、大学の目的に掲げられた「道徳的展開」を今一度再考し、研究教育の中で何らかの実践を意識的に志向する必要があるのではないだろうか。

<コロナ禍後の研究と教育の在り方>

ATI の初めての試みとして、研究環境についての意見交換会を 8 月 2 日にオンラインで開催しました。ATI 全関係者 105 名中 41 名と多くの方が参加し、2 時間半に渡り自由な意見交換をいたしました。

<主旨>

コロナ禍が近い将来に収まってくるのが期待される。そこで今、今後の研究活動の姿を模索したい。コロナ禍中に起きた変化のうち、何を残し、何を戻すべきか。そして新たに何を創り出すか。実際に研究者が直面している「研究の進め方」や「若手の教育」について、多くの立場の人の考え、悩み、経験を聞きながら意見交換し、今後の活動のヒントを得る機会としたい。

<イントロダクション> 一杉太郎氏 (界面ナノ科学研究会員、東京工業大学)

今日は、リラックスして楽しく、自由に意見交換しましょう。
皆さん、遠慮無くご発言ください。

まず、議論の参考にキーワードを紹介します。

1. 本日お話しする「研究力」は、広い意味で捉えてください

- 課題発見力 (顕在化している課題／していない課題)
- 課題解決力 (解決に向け未開拓領域を切り拓く力)
- 展開力 (研究で身につけた力はどの分野に対しても有効)

論文数やインパクトファクターなどで評価した狭義の「研究力」ではなく、広い意味の「研究力」がコロナ禍でどのような影響を受けるのか、議論したいと思います。

2. コロナ禍で起きたことを多角的に知りたい

幅広い意見をうかがいたいと思い、話題提供者を選びました。大学と研究所、東京以外からの見え方など、様々な観点で現状把握したいと思います。それらを多角的に検討し、身近で実行できることにフィードバックしたい。

3. 研究機関・社会・国の大きな動きをとらえ、追い風として上手に活用する

博士課程支援の仕組み整備、10 兆円ファンドスタート、
第 6 期科学技術・イノベーション基本計画 (AI、バイオ、量子技術、環境、マテリアル)

4. 本会議の企画は、柴田直哉氏、齊藤英治氏、青木郁氏と行いました。



<話題提供> 座長:柴田直哉氏 (界面ナノ科学研究会委員長、東京大学)

中村彰彦氏 (2019 年度奨励賞、バイオ単分子研究会員、静岡大学)

○授業内容はオンラインで可能だが、質問しにくい、友達ができないなどのデメリットがある。昨年は 1 年生の担当をして、70 人と面談したが、やはり授業など対面の機会が必要と思う。また地方大学はネット環境が脆弱で強化が必要だが予算がない、という問題がある。今も接続が悪く声のとぎれとぎれになっている。

○大学には毎年学生が入って来るが、運営費と教員が少ない。研究所は比較的運営費がありスペースも広いが、学生が入ってくるのは稀。大学再編で地方大学同士をくっつけ



ることが多いが、それでは解決にならず、**地方大と研究所の交流を強化し補い合うと良い**と思う。

- 実際に実験を行う学生の質をあげると研究力も改善できる。博士課程へのお金の支援は充実してきたが、研究への興味や熱意が少ないという問題がある。その為に、**社会における研究の役割や貢献、研究者の身近なロールモデルを示していくことが大切**と考える。



(柴田) 対面で人間関係がある程度できた後なら、かなりオンラインでもいいというイメージですか。

(中村) そうです、1～2度でも対面したあとならオンラインはどこでもできるのでメリットがあります。

(柴田) コロナ前はオンラインでの講義や議論はほぼ無かったが、人間関係ができていれば有効だと分かってきたのだと思います。

宮田耕充氏 (ナノカーボン研究会員、東京都立大学)

- 都立大は今年ほぼ対面授業で研究室活動も通常通り。**対面授業は友達や人間関係を作るという重要な役割を持つ**。学生実験でも仲間同士で話しながら楽しくやっている。一方、大学院生や教員はオンラインが楽でいいという人が多い、人間関係ができていからだと思う。



- 学生教育の進め方は大きな悩みで、今日は皆さんからの情報を期待している。**研究室では、Slack、Dropbox、iPad (授業、査読) が3種の神器、Zoomも活用**。共同研究打合せ、研究会、学会などコロナになってそれらデジタル技術が広まった。研究会や学会参加費が学生は無料になることもあり、参加しやすくなった。**スケジュール調整も楽でありオンラインは圧倒的にメリットがある**。今日のこのATIの会議も含めこれからはあるといい。一方、懇親会などの自由に気軽に話す機会がないのはデメリットと思う。
- 学科では、人気のない授業の再編や人員削減対応がかなり大変である。**モチベーション向上のために、1、2年生の研究室インターンをしてみたい**と考えている。大学としてみると、博士課程の奨学金や授業料免除が進んでいるが、進学率は増えていない。修士や博士になっても必ずしもいい就職ができるわけではないからか。**修士や博士の活躍の宣伝、中村先生の話にあったロールモデルの紹介等を大学や研究者としてやっていく必要がある**。
- 学生からみた大学教員・研究者の姿はどうか。大学教員・研究者は自由である、好きな研究している。反面、時間がなく大変そうである、予算でも苦勞しているようだ。**研究者は魅力的にみえているのだろうか**。
- 研究時間の捻出をどうしているか。土日や早朝・深夜に仕事? 効率をあげる工夫は。

(柴田) 質問をどうぞ。と行ってすぐ出てこないのもオンラインの特徴。オンライン3種の神器が活躍とのことですが、研究室での対面の意義は何でしょうか。

(宮田) 簡単な内容ならオンラインですが、じつは対面を重視しておりゼミやミーティングは対面でおこないます。話しやすさ、質問しやすさ、また緊張感が持てる、などが**対面のメリット**と考えます。

(柴田) 例えばホログラムで対面のようにできたら、かなり変わりますか。

(宮田) 差は小さくなると思うが、対面は会議後に歩きながら「ところで」などと話す機会もあります。

(柴田) オンラインは目的達成が中心になりがちで、**対面は偶発的なチャンス**もあり研究には有効だと感じます。

渡邊力也氏 (バイオ単分子研究会委員長、理化学研究所)



- 研究・実験環境の電子化**。コロナ禍でいろいろなことが電子化され効率が良くなり、研究者として有意義な1年であった。
- ビックサイエンスへの展開**。大量のデータを自動・定量的・網羅的に再現性を担保しながら、取得・解析・保存して新しいものを見出していくことがトレンド。例えば、精密な実験をロボットが全自動で行う。実験ノートをデジタル入力し共有する。
- 環境モニタリング**。温度計やカメラなどがネット接続することにより、研究環境の連続的なモニタリング・制御が、自動又は遠隔操作が可能になってきた。その為には、中村先生からも問題提起があったように、ネットワークインフラをより強固にしていく必要がある。
- コミュニケーション**。Slack などのツールを使うことにより、いつでもどこでもコミュニケーションがとれる。対面との違いの議論があるが、表情もわかるしホワイトボード機能もあるので、Zoom や Webex で私はリアルと差がない、あるいはそれ以上になってきていると思う。

(柴田) 私の大好きなコミュニケーションができないのですが、そこはいかがでしょうか。

(渡邊) できます。ある学会で、「居酒屋セット」を全員に宅配して懇親会をしました。

(柴田) コロナ禍における変化をととてもポジティブに捉えています。逆に損なわれるものはありますか。

(渡邊) 今日いくつかの課題が話されていますが、IT 技術をうまく使えば解決できると思います。但し、その前提として IT インフラは強固になっていることが不可欠です。

(宮田) 私も同じ考えです。オンライン化はいい面がととても多い、共同研究者との議論等何も不自由はない。ただ新しい学生とかこれからコミュニケーションを始める場合は対面がいいです。ATI 研究会の方々とならオンラインで全く問題ないと思います。飲み会はあるほうがいいですね。

(渡邊) その通りと思います。3年、4年、大学院の授業は、場所によっては出席が大変でオンラインでいいと思うが、新入生は、一度顔合わせをしてくとその後のコミュニケーションが円滑になると思います。

(柴田) 興味ある議論ありがとうございます。

ちなみに私はリアル飲み会必要派で、本当はこの議論も飲みながらやりたいところでは。

(丸山茂夫(東大)) オンラインは非常に効率が良くいいのですが、朝はアメリカ、夕方はヨーロッパ、学会の参加は発表時間だけ、と効率が良すぎて隙間がなく、余裕がなくなっています。

(渡邊) まさにその通りで、移動時間が無い分いくらでも予定を詰め込めてしまう。不必要なものを削ぎ落していけないと思います。

(丸山) 海外とのコラボなどオンラインで効率よくできるが、新しいメンバーや学生が入ってくると距離感がある。やはり初めは効率だけでなく、まず一緒に時間を過ごすこと、無駄に見える時間も必要なのかと思います。

(渡邊) 私は理研にいるので周りはみなプロの研究者で問題ないと思っていますが、大学の学生の場合は、一緒に時間を過ごすことは大事だと思います。

齊藤英治氏 (スピントロニクス研究会委員長、東京大学)

(急遽予定が入り参加が遅れるため柴田座長が代理で説明)



○COVID19 は、高度情報化が進んだ環境の中であって、**高等教育がコストに見合う価値を提供できていない現状を露呈**させた。

(オープンエデュケーションに関する新たな技術が提案されているのに、なかなか実装されていなかった現実)

○オンライン講義は、知識や学問のワクワク感の伝達などにおいて、**教室講義をこえる力を発揮する場合がある**ことがわかった。

プロのコンテンツプレゼンターも現れている。有名な「ヨビノリさん」は、量子力学などをオンラインで説明しているが、正確なだけでなく研究や科学に対する感動を上手に伝えている。AI の活用により、個々の習熟度(弱み強み)への手厚い対応も可能になり、すでに商業化されている。オンライン教育は大きな可能性がある一方で、世界レベルでのコンテンツビジネス競争に巻き込まれ、多くの高等教育機関が苦戦する恐れがある。

(16世紀の大学が印刷技術の普及で衰退したこととの類似点)

○一方で、大学の重要な使命である「対話と異文化の接触による知的創造」については、**DXを活用することでグローバルな展開が可能になる**など、活動の幅を広げる動きが世界中で広まるだろう。この中で、我が国の研究活動の創造性を真に高めるためには、活動の多様性、横断性、広域性を高めてゆく必要がある。たとえば、教員や学生の所属(部局、学問領域など)を固定せず、流動化に対してインセンティブを与える、などの改革が必要なのではないか。

(小泉英明評議員) 以前にMITが講義を世界中にオンラインで公開した。その時はMITに人が来なくなるという危惧があったが、結果はその逆で志望者が増えた。対面でないものと対面の差、大学にしかないものが明らかになった一つの事例だと思います。ITの進化でやり方次第でいろいろなことができる、Zoom小部屋での突っ込んだ議論など。オンライン飲み会は初め躊躇する人も多いが、私は子供とチェーン店で同じ物を注文してやってみたら盛り上がりました。反面、本当のクリエイティブな議論は相手の目を見つめ合ってでてくるもので、コロナ禍でそれがうまくできない、という意見を国際会議の場で特にヨーロッパの人達から聞きます。

(遠藤守信理事長) ネットワーク会議だと繋がり広がりが少ない。アメリカの社会学者Granovetterが「弱い紐帯」と言っている。成功した研究者や実業家に聞いたところ、弱い関係の人達からの情報が成功をもたらすことが多いという結果がでた。ネットワーク会議は考え方などが同じ人達だけの集まりになりやすく、新鮮な情報に触れにくい面があるので、新しい関わりを作りビビットな情報を得られるようにするといい。限界と同時に、工夫により新たな可能性を持っています。

(柴田) 学会では偶然出会った人と話し、そこでヒントを得ることもある。そういう仕組みをどう織り込めるか。ATI にはいろいろな幅広い人達がいるのでそのような力を発揮できるかもしれません。

(白石誠司(京大)) 丸山先生のおっしゃるとおり、ビジネスライク過ぎて無駄がなく忙しくて気持ちが折れそうになることがあります。遠藤先生のお話、「弱い紐帯が大切」もまったくそのとおりのと思います。以前日立の研究者が「運も実力のうち」を検証したら「運こそ実力」となった。運とは問題がある時にそれを解くきっかけをもらえる人に出会える力。そのような弱い関係が大切でオンラインだと長期的にこの力が弱くなるのが心配です。

<ディスカッション> 座長：一杉太郎 氏

座長が前半に紹介された話題を整理して紹介をしたのち、開始しました。

(高山あかり(早大)) ネットワーク環境について、早稲田でも昨年 Zoom は良かったが、学内環境はあまりよくなく接続が落ちることがよくありました。

(一杉) 中村先生や渡邊先生がおっしゃるように、インフラの整備は重要だと思います。それにより、研究・教育の機会や質が変わる時代になりました。

(宮田) 齊藤先生の話で3つ気になりました。まず「高等教育がコストに見合う価値を提供できていない」とはどういうことでしょうか。次にすでにヨビノリさんを使うというのは流石と思いました。そして、大学の縦割りと流動化。確かに大学・学科はかなり縦割りで動きにくさを感じるがあるので、流動化はいいことだと思います。ただし事務作業が増えるなど逆の面も少し心配です。

(一杉) 中村先生から、大学と研究所の間で人の流動化やクロスアポイントができると良い、と話がありました。デジタル、オンラインも活用して流動化や異分野融合ができるといいと思います。

(渡邊) 流動化等においてもデジタル化はすごくいいと思う。先ほどオンラインだと決まったメンバーだけになりやすいという話があったが、逆にオンラインならいつもと違う学会の話も簡単に聞くことができます。そこで知り合った人と、従来はメールやり取りだったが今はいきなり Zoom しようとなり、共同研究が始まったりする。これがワールドワイドでできる、素晴らしい時代が来たと実感しています。

(一杉) デジタル化によって新たな出会いの機会が増える、まさに私も体験しています。

(渡邊) オンラインは費用メリットもあり、学会費が下がると多くの学会の話が聞けます。

(柴田) 別の話題になりますが、研究力向上には博士課程進学者を増やしたいが、経済支援が良くなってきても増えていない。増やすためには更に何が有効でしょうか、皆さんの意見を聞かせて下さい。

(一杉) 経済支援は基盤として極めて重要。それを整備した上で、企業が博士号取得者の待遇をもっと良くするとか、大学の研究者が楽しそうに研究している姿を見せるのが必要で、とても大事な論点だと思います。

(榎敏明評議員) 経済支援があっても博士進学者が増えないことについて、具体的な現状を教えてください。

(戸川欣彦(大阪府大)) 進学者は減っています。修士に聞くと援助があっても最大 20 万円な

- ので社会人になるほうが良いという冷静な考えがあります。ドクター行っても後でその給与面のロスは取り返せるし、行ってないと世界で戦う場にも就けない、と説明しても実感はないようです。企業が修士で大丈夫と説明しているかもしれませんが。予算が多くて強い研究室は人気でドクター進学者が継続的にいます。弱い研究室でも興味があれば行くような強いメンタルがある人を探したいのですが。
- (榎) 若い人が保守的になっているという社会的背景があるので、経済的支援に加えてもっと何かをしていく必要がありますね。
- (一杉) その通りだと思います。まず大学やその教員がドクターのメリットを十分に説明することが必要です。次に、日本では欧米と違いドクターになっても入社後の賃金メリットが十分ではない、という問題もあります。
- (小泉) 今後の大学や若手の育成をどうしていくかについて強い関心を持っており、日本工学アカデミーにて緊急提言をまとめ、文科大臣と科学技術担当大臣に説明をしました。第6期科学技術基本計画で、10兆円ファンドや博士課程への経済支援強化が織り込まれました。しかし、博士進学者を増やすのにはそれ以外のことも必要ですね。
- (榎) 日本は文系ドクターが殆どいないという特徴がある。学部生は文系が理系より多いがドクターは少ない。日本の社会がドクター人材を必要としていないことを反映している。ドクター人材を必要とする社会を作っていく必要があります。
- (小泉) ドイツのマックスプランクは文系に一定割合の予算を確保している。こういうことを通じて、日本でもより成熟した文化を求めていくことが、本質的解決になると思います。
- (小野輝男(京大)) フェロシップはうちの学生も1名受給しており大変ありがたい制度です。一方、京大には裕福な人もかなりいてその生活レベルのためには就職して収入を得る、と自然に考えている。博士がなぜ求められているのか、博士の素晴らしさ、自分が今満足していることを、我々が学生にはっきり伝えることが大切だと思います。博士課程で鍛えられる説明能力、留学チャンス、賃金増など、博士になるメリットはたくさんあります。
- (渡邊聡(東大)) 日本全体で教員数が減っているのも、博士のあとのキャリアパスへの不安が大きい、特に文系では。また博士課程を希望しても経済的理由であきらめる人もいるので、やはりキャリアパスと経済支援の両方を考えていくことが必要です。
- (小泉) 企業で力を発揮するのは、数年ではなく10年、20年後になる。その為には情熱が大切で、企業はしっかりした知識とパッションのある人を求めています。
- (戸川) 修士の就活が早すぎることも影響している。研究が面白くなるのはM2と思うが、その時には就職が決まっていることが多い。社会全体で取り組む課題です。
- (一杉) 次の話題、「デジタル化」に移りたいと思います。新しい研究者との出会い、新入生への対応、人間関係、パッションをどう引き出すか、など。
- (沙川貴大(東大)) ヨビノリの影響力は凄いと思います、ちなみにヨビノリさんは以前私のところにいました。彼が量子コンピュータの2大巨頭対談をやったところ、2ヵ月で40万回の再生がありました。自分のHPやYouTubeでは数千から1万なので、彼の情報拡散力は凄い。おもしろくてモチベーションにも繋がっている。半

面、影響力が大きすぎて一人の考えで寡占状態、例えば教科書の推薦、になるのはよくないので、我々も発信していくことが大切です。

(一杉) ヨビノリさんはオンラインだけだが、我々は大学で直接オフラインでも伝えることができる、そこに大学の意味があると思います。

(渡邊聡) 同じ科目を多くの大学で大勢の教員が教えている、講義が上手な人もそうでない人もいる。知識を伝える講義ならオンラインの活用で効率化できる。その時、大学はオンラインでできないことでいかに付加価値をつけるかが大切になる。少人数でのディスカッションや理解できない人へのケアなどで、教育の質を上げることが必要です。

(新村信雄評議員) 研究と教育でオンラインが活用されるようになり、私もそのおかげでたくさん学会を聞くことができている。その中で、対面のメリットは何か、新入生対応や新しいものが偶発的に出てくることか。効率化でどんどんオンラインだけになっていくことを危惧するので、そこをしっかりと考えておく必要があります。

(齊藤) ミネルバ大学が参考になると思います。オンラインでハーバード並みの教育効果があげられるかトライしている。教育は全てオンラインだが、世界中に10か所くらい寮を作り、学生はそこを渡っていき数か月間学生同士でみっちり過ごす。オンラインでできることとできないことを明確に分けていて、今のところ成功と認識されている。多くの私立大学は効率を考え大教室で講義するが、いずれコンテンツビジネスに巻き込まれてヨビノリに勝てないのではないか。一方、寮では同じ世代の学生が同窓として過ごすことになる。研究室で考えると、教員は教えるのではなく学生間の相互作用をどう作るか、というメンターの役割になると思います。

(家田淳一(原研)) 我が家では中学の息子がYouTubeでギターを学び、小学校の娘は配られたタブレットでパワポスライドショーを作っています。この世代は情報の取り扱い方が全然違ってきている。一方、自分の大学院生時代を振り返ると、指導教官との触れ合いで研究者を肌で感じた。オンラインだったら研究者としての今の自分はなかったかもしれません。また、一番勉強になったのは自主ゼミでした。講義はオンラインでも、自主ゼミなどの場で顔を突き合わせた議論が大事だと思います。

(一杉) オフラインでの学生間の相互作用が貴重で、そして教員からの対面でのメッセージや関わりが研究者を志したきっかけになった、ということですね。

(宮野健次郎理事) オンラインで大勢に伝えるのは効率がいいが、授業の大切な要素として質疑がある。10,000人にオンライン講義して100人の質問に答えられるか。また講義中の質問で先生が詰まることもある、そのような無駄に見える場面にも価値があるかもしれません。

(塩見淳一郎(東大)) 今DXを活用して、学部生の国際early exposureにトライしています。もちろん海外は実際行くのが一番ですが学部生には殆ど機会がない。でもDXでその経験ができる。学部生は、力学、流体力学などの基幹科目を世界共通で学んでいるので、交流がし易い。基幹科目をベースにmoduleを追加して実用的なものにつなげ、海外の学生と一緒にポスターを作る。このような経験がオンラインだとできます。先ほどの小泉先生の文化を育てる、に大変共感をしていて、我々のやることは、学生の視野を広げて異なる文化を感じてもらおう。それが新しい文化の創造につながっていきます。

<クロージング> 遠藤守信氏 (ATI 理事長、信州大学)

大切なことは教育の効果だと思います。そしてその成果は社会に出てからどれだけ貢献ができるか。中国で教育効率を定量化する実験がされている。カメラ画像認識で、出席だけでなく、どんなパワポ資料を出すとどのくらい学生が刺激を受けるかが評価できる。どの講義をどう教えれば学生がうまくのみ込めるかがわかる。果たしてそうやって効率を上げた教育を受けた人が社会でどれだけ貢献するか、これも壮大な実験になると思います。



皆様には、ぜひ学生への教育の効果とその成果を考えながら進めていただきたいと思います。宜しくお願い申し上げます。

<結び>

今回、バックグラウンドの異なる研究者が集まり、濃密な二時間半を過ごすことができました。この会合は結論を出すことが目的ではなく、この議論から各参加者が何らかの気づきを得られたら望外の喜びです。

オンライン(デジタル)の強み・弱みを理解し、限られた「対面」の時間を有効に活用することが望まれています。これはコロナ禍後も続く、質的变化だと考えられます。「対面」と「デジタル」の組み合わせが「人と人のつながり」を演出します。今後、大学や研究室、研究コミュニティ、そしてATIのあり方も変化するでしょう。それを我々自身が築く責務があります。楽しみながら模索しましょう。

今回は、研究・教育現場で「今」起きていることについて議論しました。次回は、マクロな観点(研究室、大学や国レベルで)、かつ、長期的な観点で、コロナ禍が研究力に与える影響について、議論したいと考えています。

リラックスした雰囲気と言いたいことを述べる会ですので、皆様、ぜひ気楽に次回ご参加ください！

(一杉太郎)



(青木 記)

< 研究会の新たな試み >

意見交換会の結びにあるように、限られた「対面」の時間を有効に活用し、「対面」と「デジタル」の組み合わせが「人と人のつながり」に重要です。

コロナが収まってくるときに、オンラインは準備・参加が楽であってもそれに流されず、ATIの特徴である「対面での自由な意見交換・会話」をしっかりと再開いたします。

同時にオンラインの様々な可能性も見えてきており、最近行われた研究会の事例を紹介いたします。7月～9月に、緊急事態宣言下で対面を見合わせオンラインでおこなうだけではなく、オンラインのメリットを積極的に活用しています。

【界面ナノ科学研究会】

○各研究会員の持ち回りで主催し、若手や学生も招き経験をさせ更に交流を広げる。

<1回目 7月>

テーマ：物質科学の飽くなき探求 ー第10期界面ナノ科学始動ー

参加者：研究会員14名、講師3名、学生発表2名、若手/学生等25名、計44名

<2回目 9月>

テーマ：物理と化学の間に垣根なし、新しい考え方や技術に飛び込め

参加者：研究会員13名、講師2名、学生発表2名、若手/学生等26名、計43名

○年度内に「対面」で一堂に会し、議論・懇親をおこない、交流を深め来年に繋げたい。

【スピントロニクス研究会】

○海外の研究者を繋いで開催 <8月>

時差を考慮して開催時間・発表時間を工夫

日本時間の15時～19時。発表順番は、米西海岸→中国→英国(2名)→米東海岸

テーマ：海外の若手日本人研究者を結びつけるオンラインミーティング

参加者：研究会員13名、外部講師5名、若手/学生など19名、計36名

<オンライン懇親会>

界面ナノ科学研究会終了後にオンラインでの懇親会を実施しました。参加者全員に「懇親会セット」を事務局が事前に注文し各人の希望する場所・日時に宅配しました。もちろんリアル懇親会とは比べられませんが、次善策として、会議終了後に「退出します」で終わるよりはいいかと思えます。途中から小部屋を作り数人ずつに分かれて会話を続けました。



(青木 記)

取り寄せた nonpi foodbox HP より

< 受賞紹介 >

【叙勲 令和3年春】

栄典は、日本国憲法において、内閣の助言と承認により天皇が国民のために行う国事行為の一つとされています。国家又は公共に対し功労のある方、社会の各分野における優れた行いのある方などを表彰するもので、勲章及び褒章があります。

<瑞鳳中綬章>

森田 清三 氏

ATI 副理事長

大阪大学 名誉教授



『授賞理由』

原子間力顕微鏡学の分野において、原子間力顕微鏡の超高空間分解能化と高機能化の研究に努め、室温・空気中測定「黎明期」の時代から、室温・超高真空や極低温・超高真空測定が主流となった原子間力顕微鏡「勃興期」の時代、さらには、原子間力顕微鏡による原子操作・組立が始まった「発展期」「応用期」に渡って、一貫して同分野の世界の発展と普及に多大な貢献をした。

【文部科学大臣表彰 令和3年度】

毎年 ATI 関係者が受賞しており、今年度も2名受賞されました。

<若手科学者賞>

萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた40歳未満の若手研究者が対象。応募者数377名、授賞者数97名。

土方 亘 氏

「磁気浮上型人工心臓の開発とその高機能化に関する研究」

ナノメカニクス研究会員

東京工業大学 工学院機械系 准教授

村上 慧 氏

「芳香族アミン合成に関わる遷移金属触媒反応開発の研究」

2020年度 研究助成採択者

関西学院大学 理学部 准教授

< 財団の活動状況 >

区分	イベント名	開催日	方式	参加	メモ
研究会	委員長懇談会	4月27日	オンライン	11人	10期スタート
	研究報告会	7月5日	オンライン	36人	
	界面ナノ科学	7月7日	オンライン	44人	若手・学生も参加
	バイオ単分子	7月8日	オンライン	13人	
	スピントロニクス	8月19日	オンライン	36人	英・米・中・日本
	界面ナノ科学	9月8日	オンライン	43人	若手・学生も参加
	ナノメカニクス	11月4日	オンライン	—	
研究助成	成果発表会	5月27日	オンライン	37人	
	募集開始	5月11日	HP & email	—	
	審査開始	6月18日	HP & email	—	
	選考委員会	8月31日	オンライン	6人	最終選考
	理事会(採択)	9月9日	email	14人	電子書面
公開フォーラム	公開フォーラム	3月12日	ハイブリッド		
法人管理	監事会	4月27日	対面	5人	2020年度の監査
	理事会	5月19日	オンライン	10人	2020年度決算等
	評議員会	6月8日	オンライン	11人	同上
新企画	意見交換会	8月2日	オンライン	41人	研究と教育の進め方

< 今後の主な予定 >

- コロナ対応 : 12月迄はリアル会合を見合わせる(10人以下の個別打合せは開催者判断)
- 研究会 : 年度内のリアル開催を目指す
- 意見交換会 : 2回目計画中 オンラインで11月頃
- 公開フォーラム : 3月12日(土) 14時~17時、御茶ノ水会場+ライブ配信

日本自然科学写真協会会長 海野 和男 氏 (昆虫写真家)

セイコーミュージアム館長 村上 斉 氏 予定テーマ「時計の歴史」

< 写真で見る新オフィス >



<ビル正面>



<ATI オフィス>



<3階入口>



<オフィス前室>



<使用できる SII 会議室>



<ビル両側にレストラン多数>



京橋 1-4-10 大野屋京橋ビル 3階 (03 3516 3327)

【 事務局便り 】

第6次科学技術イノベーション基本計画が今年スタートしました。重点分野にマテリアルの追加、博士課程学生への支援強化、10兆円ファンドの創設(運用益目標 3000億円/年)など多くの施策が盛り込まれました。世界では、中国が論文数、被引用論文上位数で世界一になり、研究の量及び質で米国を抜いて世界一になったとアピールをしています。

ATIも変化をしています。

4月から京橋の新オフィス。セイコーグループの好意でセイコーインスツル(SII)の東京オフィスの一角に入居しており、SIIの会議室が使えます。コロナの為に、いらしたのはまだ臼井先生大島先生だけですが、はやく皆様にも来ていただきたいと思います。

資産運用を8月から開始しました。これにより赤字を解消し、財団を永続させ新世代を担う研究者への支援を長期的に続けることを目指します。

新しい試みとして、ATI関係者全員に声をかけて意見交換会をおこないました。今回は「コロナ禍後の研究と教育の進め方」として、リアルとオンラインの使い分け、後期博士課程進学者問題などについて意見交換をしました。共通の重要課題である研究環境について話し合い、時には行政にも研究現場の意見を伝え、研究力の向上を目指します。

青木



〒104-0031

東京都中央区京橋 1-4-10 大野屋京橋ビル 3階

Phone : 03-3516-3327

ホームページ : <http://www.ati.or.jp/>

Email : info@ati.or.jp

発行 2021年10月