

第30号

2020年10月

一 目次 一

1.	理事長就任にあたって	理事長	遠藤 守信	1
2.	研究アラカルト	副理事長	森田 清三	2
	原子間力顕微鏡の今			
3.	コーヒーブレイク	理事	宮野 健次郎	8
4.	奨励賞受賞コメント	受賞者	石田 洋平	9
5.	研究助成採択	事務局	_	9
6.	伊達理事長退任記念講演開催記	事務局	_	10
7.	受賞紹介	事務局	_	12
8.	連絡	事務局	_	13

理事長就任にあたって

遠藤 守信(信州大学 特別栄誉教授、特別特任教授)

この度、伊達宗行先生の後任として理事長に就任いたしました。理事 並びに評議員そして事務局の皆様方のご支援、ご協力を得て大任を全う して参りたく、よろしくお願い申し上げます。伊達先生には第3代理事



長として17年間、当財団の発展と事業の充実にご尽力されました。そのご実績に対して衷心から感謝と敬意を表する次第です。私は第4代理事長として、財団のさらなる発展に貢献できますよう、全力を尽くして参ります。前任者同様、ご指導、ご鞭撻の程よろしくお願い申し上げます。

さて、今、世界は新型コロナウィルス感染症で歴史的な試練の中にあります。ワクチンと治療薬の早急な開発が最重要の課題で、医・薬学をはじめこれまでの幅広い科学技術の蓄積が、新型コロナウィルス問題を解決する手段であることは言を俟ちません。コロナ禍に遭遇して、もっと科学技術に敬意を表する社会に進化すれば、今後も危惧される同様の感染症に対して、人類の対処能力がさらに強化されるでしょう。海洋には陸上を上回るおびただしい量のウィルスが存在し、海水1 c c 中には 10 億個にもなるとの報告があります。これらのウィルスが海洋生物の適応変異を助けることにも寄与するようですが、一方、新たな感染症として襲来する可能性もあるでしょう。『Too often we fail to recognize and pay tribute to the creative spirit』 は Alfred P. Sloan, Jr の言葉です。21 世紀は、科学や技術への挑戦に対してさらに敬意が表される時代になり、科学と技術の総合力が飛躍的に高まってほしいものです。

そして、今、コロナ禍後の新しい世界観の胎動が始まっています。そのような時代にあって当財団は、時代性を切り拓く意欲をもって活動してまいります。世界は共通の開発目標のSDG sを掲げ、地球レベルでの持続可能性の開拓を進めています。当財団の諸活動も、基礎科学と応用への貢献をターゲットに、より明確に社会貢献を目指すべき時代です。そうしてイノベーション創出を支援する学術基盤になるよう、ミッションを的確に果たします。今後、科学技術は否応なく自国中心主義に流れ、国家間の競争が激しくなりましょう。結果、コロナ禍をきっかけに各国の科学技術力の格差が顕在化すると予測されます。当財団伝統の若手育成と知の継承、並びに社会の科学リテラシー向上への貢献を重視しつつ、我が国の真骨頂である科学技術力の一層の強化につながるべく活動を推進し、当財団の社会価値をさらに高めるよう努めます。そして公益財団法人として社会と斯界の負託に応えて参ります。

引き続き、皆様方の変わらぬご支援、ご協力を賜りますよう何卒、よろしくお願い申し上げます。

原子間力顕微鏡の今

副理事長 森田 清三 (大阪大学 名誉教授)



物質を触りながら接触点を動かして(走査して)表面を見る(画像化する)顕微鏡、それが原子間力顕微鏡である。その源流は、医者が使う聴診器で、患者の身体に聴診器(プローブ)を接触させて心臓の音を聞いて、患者の健康を診断する。計測機の原型としては表面粗さ計や接触式段差計と呼ばれる機器が有る。この装置では、固体表面に接触する針(プローブ)が表面の段差(凹凸)をなぞり、針の上下運動などを利用して、その高さをモニターすることにより表面の凹凸を測定する。原子間力顕微鏡は、探針(プローブ)を固体表面に沿って二次元的に走査(ラスター走査)して、探針先端と物質表面の間に働く引力や斥力を測り凹凸(や力)を画像化する。探針先端を原子1個の単原子プローブ状態に近づけることにより固体表面原子と探針先端原子の間に働く原子間力を測定して原子分解能を得られると期待されたので原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscope: AFM) 1)と名付けられた。

1.原子間力顕微鏡(AFM)の黎明期-AFMの発明-1985年にIBMのG.BinnigやCh.GerberとStanford大学のC.F.Quateによって発明されたAFM¹⁾は、図1に示すように、試料表面原子と探針先端原子の間に働く原子間力をテコ(カンチレバー)の変形として検出する機構を持つ。ここでの重要な部品は、①原子的に尖った探針、②原子間力を反映して変形するテコ、③テコの変位を検出する検出器、④固体表面を二次元的に走査しながら探針を上下する三次元スキャナー、⑤原子的に清浄な試料表面、⑥床振動を除去する除振機構である。発明当

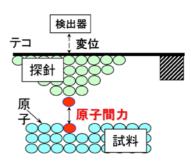


図1. 探針を持つテコ

初の AFM では、①探針は空気中で測定するため酸化しないダイヤモンド製、②テコは厚さ $25\,\mu$ m×縦 0.8mm×横 0.25mm の金フォイル製、③変位は(空気中で酸化しない)金探針をテコ背面に近づけてトンネル電流測定で検出、④スキャナーは圧電体製、⑤試料は(空気中で酸化しない)セラミック(Al_2O_3)試料を使用、⑥床振動はテコと試料を両側から二個のバイトンゴムOリングを挟んで締め付けてゴムの粘弾性で除振した。AFM システムには、上記以外に、⑦ラスター走査回路、⑧原子間力を一定に保つためのフィードバック制御回路、⑨画像出力機構などが有る。この発明当初のAFM の接触(斥力)モードで、横(表面)分解能 $30\,\text{Å}$ 、縦(凹凸)分解能 $1\,\text{Å}$ が室温・空気中で実現した。彼らは、室温では水の吸着膜を破壊できる 10^{-8} N 以上の斥力を印加しないと表面の高分解能画像が得られないと報告している。また、「微細加工で作成した小さくて軽いテコ」を使いテコの質量を 10^{-10} kg以下まで減らすことにより、

テコの機械的共振周波数を 2kHz 以上に高くできて、「清浄な試料表面が得られる超高真空環境」だと二桁以上安定性が向上して室温の熱振動が力の感度を $10^{-15}N$ に制限するようになり、さらに、温度を 300mK まで下げると力の感度を $10^{-18}N$ まで改善できると述べている。強いイオン結合材料の原子間結合エネルギーは 10eV で、弱いファンデルワールス力エネルギーは 10meV である。距離 0.16 Åで相互作用している原子間の結合エネルギーが 1eV の場合の結合力は $10^{-8}N$ なので、イオン結合の結合力は $10^{-7}N$ で、ファンデルワールス力の結合力は $10^{-11}N$ で、表面再構成力のようなさらに弱い結合力は $10^{-12}N$ なので、彼らの装置で原子間力が十分測定可能なので、彼らが発明した力を測る顕微鏡を原子間力顕微鏡(AFM) 1)と名付けた。

2. 原子間力顕微鏡(AFM)の勃興期-市販 AFM の出現-

G. Binnig らが発明した AFM が、使い易い室温空気中顕微鏡として商品化され普及するには、①微細加工で製作した小さくて先端に鋭い探針を持つテコ、②試料表面との力学的相互作用によるテコの変位を安定に検出する高感度で使い易い検出器、③

床振動を除去する高性能な除振装置、④ディジタルで測定・制御・画像化出来るパソコンや AD/DA コンバーター、⑤低ノイズで安定な力学的相互作用の測定モードが必要とされた。①の小さいテコの利点としては、図 2 で、探針を無視した長方形の板モデルだと、テコの Z 方向の「バネ定数 k」は弾性係数 E を使って $k=EWt^3/4L^3\propto d$ となり、「機械的共振周波数 f_0 」は $f_0=0.162(t/L^2)[E/\rho]^{1/2} \sim 1/d$ (ρ : 密度)となる。従って、k は

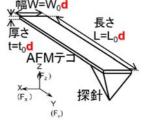


図2. テコのモデル

スケーリング定数 d に比例し、fo は d に逆比例するので、d (テコ)を小さく (比例縮小)するとバネは柔らかくなり力検出は高感度化する。また、機械的共振周波数は高く (機械的に固く)なるので高速応答しテコが高速走査可能 (高速画像化が可能)となり、同時に低周波の床振動やノイズの影響を受け難くなる。さらに、微細加工によりテコ先端の探針の先鋭化も可能となり、空間分解能も更に良くなる。②のテコの変位を検出する高感度検出器として AFM 発明時にはテコの背面に近づけた探針で

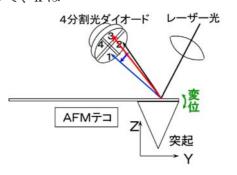


図3. 光テコ方式の変位検出

トンネル電流を測定してサブAの距離変化を検出したが、探針とテコの背面に力が働き、それが試料とテコ先端探針との力学的相互作用を不安定にするので、テコの変位を安定に検出する高感度で使い易い検出器が必要となった。その結果、図3に示すような、テコ背面に斜入射した光の反射角変化を4分割光ダイオードの(3+2)/(4+1)で測定する光テコ方式の変位検出が採用された。なお、(3+4)/(1+2)はテコのねじれ角の変化測定となる。③床振動を除去する高性能な除振装置としては、空気ばね式の光学除振台をAFM用に改良された空気ばね式のAFM除振台が使用されている。④AFM発明時にはアナログ出力であったが、現在は、パソコンを使った、使い易いディジタル測定系となっている。⑤AFM発明時には、テコの先端突起が試料表面と接触した状態

で走査する接触(斥力)モードが用いられたが、摩擦により探針先端や試料表面が摩耗(破壊)することが判明した。そこで、テコを大振幅で機械的に共振させて、探針 先端が試料表面と周期的に接触して接触時の斥力でテコの振幅が減少するのを測定する(摩擦無しで走査できる)周期的接触(タッピング)モードが発明された。

3. 原子間力顕微鏡(AFM)の転換期-非接触 AFM による原子分解能観察-

1994年に F. J. Giessibl は、超高真空(UHV)の AFM で、Si(111)7×7 再構成表面の原子分解能観察に成功した ²⁾。この AFM の非接触(引力)測定により、横(面方向)分解能 6Å、垂直分解能 0.1Åを達成した。この AFM には、①試料表面が汚れない超高真空(UHV-AFM)、②原子的に清浄で活性な Si(111)7×7 再構成表面試料、③テコの変位検出が一体化したピエゾ抵抗テコを用いた変位検出、④テコを 200Åの大振幅で機械

的に共振(120kHz)させて、テコの探針と試料表面間の相互作用引力により共振周波数を減少(-0.01%)させる非接触 AFM(Noncontact-AFM)測定が用いられた。この研究以降、テコの探針と試料表面間の相互作用の最も高感度な測定方法はテコの機械的共振周波数の変化測定であると判明して、テコの機械的共振のの変化測定であると判明して、テコの機械的共振幅は200Å近い大振幅からÅ、更には、サブÅと小さくなってAFMの空間分解能やAFMテコ先端探針の三次元位置制御も更に良くなっていった。他方、テコの変

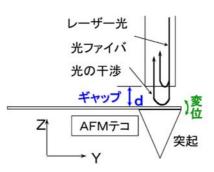


図4. 光干渉方式の変位検出

位検出には、ピエゾ抵抗テコを用いた自己検出型の変位検出だけで無く、図3の光テコ方式の変位検出や図4の光干渉方式が用いられるようになった。また、テコの代わりに qPlus センサ ³⁾などの水晶振動子(チューニング・フォーク)による自己検出型の変位検出法も出現した。さらに、非接触 AFM の多機能化により、ケルビン法に基づくケルビン・プローブ・フォース測定で原子分解能の接触電位差測定も可能となった。

4. 原子間力顕微鏡(AFM)の今ーパウリ斥力で分子骨格の極低温 AFM 観察ー

テコの機械的共振周波数変化(周波数シフト)の精密制御により、非接触(引力)領域だけで無く、微弱な接触(パウリ斥力)領域でも非破壊な弾性変形下での安定な原子分解能観察が可能となった 4)。 2009 年に IBM の Leo Gross らは、CO 分子を探針先端にピックアップした qPlus センサ(CO 機能化チップ)を用いて、5 K の極低温で 0.2 Å の小振幅により、パウリ斥力領域で 5 個のベンゼン環が結合したペンタセン($C_{22}H_{14}$)の分子骨格の画像化に成功した 4)。 今では、分子内の電荷分布の画像化や、個々の原子や分子の異なる電荷状態の画像化や、未知の自然発生分子種の同定や、アリンやトリアングレンや新しい炭素同素体(シクロ炭素など)51などの原子操作による新しい分子および反応中間体の合成にも成功している。現在、この手法は、急速に成長している本分野で、表面科学および化学の世界中のグループによって広く使用されている。

5. 原子間力顕微鏡(AFM)の今-室温で原子操作・原子埋め込み文字組立-

柔らかいテコを大振幅で機械的に共振させながら押し込む AFM では、探針先端の精密な位置制御が出来ないので、STM のような原子操作は出来ないと信じられていた。しかしながら、2002 年に、大阪大学のグループは熱ドリフトの無い低温(78K)で超高真空 AFM の Si テコを数 100 Åの大振幅で共振させながた Si(111)7×7 再構成表面に探針先端を弱いた力領域よで押

ら $Si(111)7\times7$ 再構成表面に探針先端を弱い斥力領域まで押し込むことにより狙った Si アドアトムを引き抜けることを Si 原子の引き抜き前後で非接触 AFM 原子像を取得すること により明らかにした 60。 さらに、Si テコを Si アドアトムが 引き抜かれた点欠陥に再度押し込むことにより Si 原子を付与して Si 原子の点欠陥を修理出来ることも示した 60。 その後、室温で、Ge(111)-c(2x8)に Sn 原子を合金化した試料表面 に図 5 のように Sn 原子と Ge 原子の「中間」に Si テコを押し込むことにより、Ge 表面に埋め込まれた Sn 原子を隣接す

る Ge 原子と交換する交換型水平原子操作が可能であることを見出した η 。そして、g 時間掛けて g 120 回交換型水平原子操作して Ge 原子中に埋め込まれた Sn 原子で図 g 6 の「Sn」の原子埋め込み 文字の組立に成功したg 7。 更に、室温の熱ドリフトを補正しながら、Si(111)-(g 3×g 3)に Sn 原子を合金化した試料表面に図 g 7 のように Sn 原子の「真上」から Si テコを押し込むことにより、試料表面の Sn 原子とテコ探針先端の Si 原子を交換して試料表面に Si 原子を埋め込む交換型垂直原子操作が可能であることを見出したg 8。そして、g 1.5 時間掛けて g 11 回の交換型垂直原子操作と g 1 回の交換型水平原子操作で、g 5n 原子中に埋め込まれた Si 原子で図 g 8 の「Si」の原子埋め込み文字の組立に成功した

8)。この操作は、探針先端の Si 原子を試料表面の Sn 原子と

直接交換して埋め込む「交換型室温単原子ペン」である。

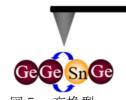


図 5. 交換型 水平原子操作 7)

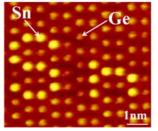


図 6. 室温原子埋め 込み文字 7)

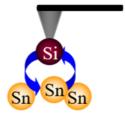


図7.交換型 垂直原子操作⁸⁾

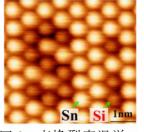


図8.交換型室温単原子ペンで書いた原子埋め込み文字®

6. 原子間力顕微鏡 (AFM) の今ーナノ空間を利用した室温原子操作・組立-

室温で固体表面に付着した原子は、熱エネルギーにより、エネルギー・ポテンシャルの山を越えて表面を動き回る。しかし、図9下に示す $Si(111)7 \times 7$ 再構成表面では、上図に示すように、 7×7 構造のハーフ・ユニットセル (HUC)の境界の高いエネルギー・ポテンシャル障壁に、拡散する原子が閉じ込められる。つまり、 7×7 構造の HUC は、様々な原子を閉じ込めるナノ空間となっている。2014 年に、大阪大学のグループは、図9上に示すように探針先端を障壁近傍に近づけることにより、HUC に閉じ込められた原子を隣接する HUC に移動できる事を見出した。また、HUC に閉じ込められた原子の拡散像は元素種に依存

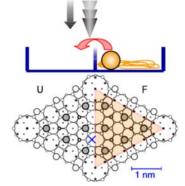


図9. ナノ空間での室 温原子操作・組立9

するため元素の区別が出来ることを利用して、特定の HUC に周辺の HUC から既知の元素を集めて行くことにより、デザインした原子数や化学組成を持つナノクラスターの作成に成功した 9 。 さらに、 $\mathrm{Si}(111)7\times7$ 再構成表面上に作成した Pb_3 や Si_4 ナノクラスター 10 は原子間力で構造が変化するスイッチ素子となることを見出した。

7. 原子間力顕微鏡(AFM)の今-液中 AFM による生体分子のナノ動態観察-

AFM は電子顕微鏡とは異なり、真空を必要としない。他方、液体中でも使える光学 顕微鏡とは異なり空間分解能の波長制限(回折限界)が無いので、液中の原子や分子 の AFM 観察も原理的には可能である。従って、AFM は、液体中で DNA やタンパク 質のようなナノメートル・スケールの生体高分子の動態(形と動き)を直接観察する ことができる唯一の高速・高分解能の顕微鏡である 11)。しかし、高分解能化に関して は、液体中での液体の抵抗によりテコの機械的共振の Q 値が小さくなり、信号雑音比 が劣化するため空間分解能が悪くなる。また、水の抵抗や試料表面近傍での水和構造 の存在の為、引力条件での測定は困難で周期的接触モードによる斥力測定が必要とな る。他方、探針先端から斥力を加えると生体高分子は壊れやすく、他の分子との結合 に寄与する分子間力も弱く外部斥力の影響を受けやすいので、非常に弱い斥力測定(低 侵襲) が必要となる。また、高速化に関しては、二次元走査で 256×256(約6万5千) 点のフィードバック測定を行う UHV-AFM では、1画面の測定に1分程度必要だが、 生体高分子の動態の観察には 250nm 程度の範囲を 100m 秒程度以下で測定するビデ オ観察レートが要求される。金沢大学の安藤敏夫らは、高速スキャナとアクティブダ ンピング技術、高速振幅計測器、微小カンチレバーと光テコ光学系、高速性と低侵襲 性を両立させる新しいフィードバック制御技術などの要素技術を開発して、2008年 に液体中での生体高分子の動態観察に適したフィードバック帯域 100kHz で毎秒 12 画面以上の高速撮影可能な高速・高分解能の AFM を完成させた 11)。今では、生体高 分子の動的プロセスを高速 AFM で観察することが一般化しつつある 12)。

8.原子間力顕微鏡(AFM)の今-液中 AFM で原子分解能の溶解過程観察-

福間剛士らは、2005年に光テコ系の低ノイズ化により、液体中でテコの機械的共振周波数の変化を測定する周波数変調 AFM で真の原子分解能を実現した ¹³⁾。福間は、その後、金沢大学で原子分解能の液中 AFM の高速化の研究を継続して、1 画面 1 秒で測定できる原子分解能 AFM を完成させた ¹¹⁾。安藤は1 画面を 10-100 m 秒で撮影できる振幅変調の高速 AFM を開発したが、空間分解能は約 1 nm に制限している ¹⁴⁾。高速化と高分解能化は相反するので、安藤は高速化を優先して生体高分子の形が見える液中高速 AFM を開発し、福間は高分解能化を優先して原子が見える液中高速 AFM を開発してきたと言える。福間は、三次元走査する液中原子分解能 AFM で、水中での方解石溶解中のさまざまな原子スケールのステップエッジ構造とダイナミクスを可視化でき ¹⁴⁾、また、PBS や 6 M RbCl 中のマイカや GroEL 蛋白質や蛍石や脂質二重膜や B-DNA などで高分解能像と同時に水和構造を画像化できることを実証した ¹⁵⁾。

9. 終わりに-拡がる AFM の世界-

現在のAFMは、ディジタル制御回路で探針先端の三次元位置を精密制御しながら、探針先端と試料表面の力学的相互作用をディジタルに精密測定して、ディジタル画像を出力するディジタル顕微鏡となっている。最近では、AFM像や力学的相互作用やビッグデータの評価などで、GPU(Graphics Processing Unit)や機械学習やディープラーニングや人工知能(AI)などのウェートが大きくなってきた。応用としては、細胞が正常細胞か癌化しつつある細胞かの判定を画像診断やフォースカーブや周波数シフトカーブなどから行う研究が始まっている。また、原子や分子の操作・組立には、探針先端の精密でディジタルな位置制御が必須である。さらに、接触電位差(CPD)を測定したり、走査型トンネル顕微鏡(STM)と複合化したりするには、AFMの探針を導電性にして探針先端と試料間に電圧を印加する必要が有るが、電圧や印加時間を自在に制御するのにもディジタル制御が不可欠となる。また、探針先端と試料表面間の力学的相互作用の距離依存性から試料表面の元素を同定する試みも始まっているが、探針先端側の原子・分子の同定や結合状態も含めた試料表面元素の同定には、機械学習やディープラーニングが必須である。AFMで個々の原子分子を観て動かして組み立てるナノ力学の世界は、進歩するディジタル技術やITの波に乗って更に拡大していく。

参考文献

- 1) G. Binnig, C. F. Quate and Ch. Gerber: Phys. Rev. Lett., 56 (1986) 930
- 2) F. J. Giessibl: Science, 267 (1995) 68
- 3) F. J. Giessibl: Appl. Phys. Lett., 76 (2000) 1470
- 4) L. Gross, F. Mohn, N. Moll, P. Liljeroth and G. Meyer: Science, 325 (2009) 1110
- 5) K. Kaiser, L. M. Scriven, F. Schulz, P. Gawel, L. Gross and H. L. Anderson: Science, 365 (2019) 1299
- 6) N. Oyabu, O. Custance, I. Yi, Y. Sugawara and S. Morita: Phys. Rev. Lett., 90 (2003) 176102
- 7) Y. Sugimoto, M. Abe, S. Hirayama, N. Oyabu, O. Custance and S. Morita: Nature Materials, 4 (2005) 156
- 8) Y. Sugimoto, P. Pou, O. Custance, P. Jelínek, M. Abe, R. Pérez and S. Morita: Science, 322 (2008) 413
- 9) Y. Sugimoto, A. Yurtsever, N. Hirayama, M. Abe and S. Morita: Nature Communications, 5 (2014) 4360
- 10) S. Yamazaki, K. Maeda, Y. Sugimoto, M. Abe, V. Zobač, P. Pou, L. Rodrigo, P. Mutombo, R. Pérez, P. Jelínek and S. Morita: Nano Letters, 15 (2015) 4356
- 11) T. Ando, T. Uchihashi and T. Fukuma: Prog. Surf. Sci. 83 (2008) 337
- 12) T. Ando: Curr. Opin. Chem. Biol. 51 (2019) 105
- 13) T. Fukuma, K. Kobayashi, K. Matsushige and H. Yamada: Appl. Phys. Lett. 87 (2005) 034101
- 14) K. Miyata, Y. Kawagoe, J. Tracey, K. Miyazawa, A. S. Foster and T. Fukuma: J. Phys. Chem. C, 123 (2019) 19786
- 15) T. Fukuma and R. Garcia: ACS Nano 12 (2018) 11785

ポスト・コロナ

宮野 健次郎 理事 (物質・材料研究機構 フェロー)

COVID-19 の拡大に伴う世の中の変化を見ていると、社会にも相転移があることが実感される。2019 年 12 月にニュースで武漢での事象が報道され始めて



いた時も、それが pre-transitional phenomena だとは殆どの人は思わなかったし、今でさえ相転移後がどうなるか想像も出来ない。事態は進行中で巨大な転移揺らぎの領域にあり、新しい相を記述する order parameter を皆が模索している。先日、CREST の成果報告会で、ある PI が「学生の登校が禁じられて、自分で実験をする時間ができた。やってみたら、いろいろ新発見があった。」と漏らしていた。では、今までの教育・研究は効率よく出来ていなかったのだろうか?

1972 年頃だったと思う。Mott 教授の講演会があった。私は、留学中の大学院生で、もちろん勇んで参加した。その講演会の主旨は以下のような衝撃的なものだった。「solid state science は基本的な原理はあらかた理解された。今は、研究論文を書くのではなく、成果をどうまとめるか考えるために一休みして本を書くときである。」Fermiology(Fermi 面を測定しその知見から電子物性を議論する固体物理の一分野)研究を目指して留学した私には、やることが無い?

それから十余年して、固体物理は高温超伝導の発見という大きな相転移を経験した。これは、少なくとも 1972 年には思いも及ばなかったことだろう。相転移というほど非連続的ではなかったけれども、それ以前から、原子の並び方の対称性の新しい見方、運動量空間の位相、などが物の性質の劇的な変化をもたらすことが徐々に分かり始め、今日に繋がっている。現在、物質科学の論文でこれら(電子相関やトポロジー)から派生していないものを見つけるのは難しいだろう。

誰も手にとってみようとしなかった物質、仮定さえもしなかった考え方、がある日突然現れ、場合によってはフィーバーさえ引き起こす。一定の停滞状態の後に、相転移が起きる、これが経験則だ。こうして見ると、次の相転移が気になるところである。少なくとも、その前駆現象があるのか?もちろん私に解答はないのだけれども、相転移的ではなく、なし崩し的に何かが起きていて、コロナ禍が重なったのは全くの偶然では無い気がする。もはや図書館で文献を調べる人はいない。必要なら、WEB会議で共同研究者や学生と議論もできる。そもそも、materials informatics をやっている人は機械学習プログラムを実行できるサーバーに繋がれば事足りる。この5年ほどの間に発刊された科学論文誌は恐ろしいほどの数である。その上研究の意義が被引用数で決定されるとしたら、これら総体は VR の世界と同じでは?そのうち、実験もロボットがするようになるだろう。人と接触する機会を極力減らすことが要請されているとき、これほど好都合なことはない。

しかしこの際、ポスト・コロナを記述する parameter は知らなくても、相転移完了後にその状況を ひっくり返す parameter について先回りしておくのも手ではないか。それを「現場係数」と呼びた い。実験はロボットがやるにしても、その様子を実地に見て本当のところ何が行われているのか知 っている。このために費やした時間を、研究全体で費やした時間で除して、%表示し、funding agency と並んで論文に書くことを義務付ける。論文のインパクトは結局この係数で決まることを皆が認識 する。コーヒーを飲みながらの老人の妄想、ご寛恕のほどを。

< 奨励賞受賞コメント、研究助成採択 >

【2020年度 奨励賞受賞コメント】

石田 洋平 2015 年度研究助成採択者 北海道大学 大学院工学研究院 助教

「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|

この度は、2020年度 ATI 研究奨励賞を授与頂き、大変光栄に存じますとともに、新世代研究所関係各位に深く感謝申し上げます。また、

本研究を進めるにあたり多大なご助力をいただいた共同研究者の皆様、研究室の学生の皆様に厚く感謝申し上げます。

本財団からの支援により、物理的な手法で発光性貴金属ナノ粒子のサイズや光化学特性をコントロールする全く新しい合成法を確立し様々な発光性貴金属クラスター群の新規合成に成功し、同時に溶液中で化学的に得られる従来の材料とは全く異なるユニークな発光特性メカニズムを解明しました。

得られた知見を元に、光化学反応などの有用な光エネルギー利用・変換技術への応用を視野に、引き続き研究を進めて参ります。

【2020年度 研究助成採択】

(1) 事業概要

① 助成内容 : 100万円/件、5件/年 (総額500万円)

② 募集期間 : 5月11日 ~ 6月18日

③ 助成期間 : 2020年10月1日~2021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	0名	3名
採択者	5名	0名	0名

(3) 採択テーマ

研究テーマ	氏 名	所属機関	職位
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	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	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	助教
並列ジョセフソン接合間に流れる非局 所超電導電流の制御	松尾 貞茂	理化学研究所	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	准教授



く 伊達理事長 退任記念講演会 開催記>

10月23日(金)に、伊達理事長退任記念講演会が開催されました。本来ならば関係者が御茶ノ水に集まるところですが、新型コロナウィルス感染拡大防止の為に基本をオンライン参加とし、仙台会場ウェステンホテルに少人数が集まり、合計では50人以上という大規模な会になりました。



伊達先生との出会い、想い出、感謝など、大勢の方から挨拶をいただきましたが、共通しているのは自分の研究においてとても重要なことを伊達先生から学び、また指導していただいたという感謝の言葉でした。

一式次第一

1. 開会挨拶 遠藤 理事長 (WEB)

2. ナノメッセンジャーはいかが 伊達 前理事長

3. 記念品贈呈 腕時計 大島 理事

花 束 高瀬 前秘書

4. 代表者挨拶 新庄 副理事長 (WEB)

小林 SII 社長 (WEB)

5. 贈る言葉 希望者(挙手) (WEB)

6. 閉会挨拶 森田 副理事長 (WEB)



記念品(セイコー腕時計)贈呈



花束 贈呈



オンライン参加者

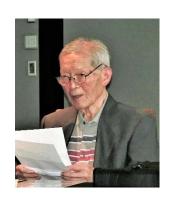


最上階会議室から(左手前片平、後方青葉山)

「ナノメッセンジャーはいかが」

最近の自然科学における大ヒットは重力波の発見であろう。 代表的な2つのタイプ、「ブラックホール連星の合体」と「中性子 連星の合体」を示す重力波が相次いで出現し、天文・宇宙科学 者を走らせた。彼らの第一論文の共著者3,677名と聞いて、その 熱狂ぶりが思いやられる。

特に注目されるのが中性子連星の合体である。ブラックホールの方は情報が外に出ないので、中性子連星に注目する。合体の本体は新しいブラックホーになるが、合体時に飛び出した



物質が宇宙に散り、情報を出す。それは重力波をはじめ /線、X線、可視光線、赤外線、そして電磁波領域までそれぞれに放射される。その到来をいみじくも表現したのをマルチメッセンジャーと言っているようである。それは 1 億 3000 万光年の彼方からやってきた客である。

立場を変えてこの発見を歴史的に眺めよう。重力波の発見を成功させたのは米国ワシントン州ハンフォードに設置されたLIGOである。巨大なマイケルソン型高感度レーザー干渉計であり、その出現はガリレオにとっての望遠鏡に比すべきものである。装置の革命は成果の革命を呼ぶ。科学の進歩の代表的な一例を見る思いがする。

その一方で、日常的な静かな研究が歴史を開く例を忘れてはいけない。ATI が目指すナノ科学がその代表例である。それ自体が進歩的な物質材料科学のフロンティであり続けているが、ナノ科学にはもう一つのミッションがあるように思われる。それは 20 世紀に成し遂げた膨大な物質科学のストックを 21 世紀に手渡さなければいけない、ということである。いわば、20 世紀のストックマーケットのエッセンスをまとめて渡すメッセンジャーの役割を果たすべきミッションがある。ナノ科学という学問の性格から見ても、ナノメッセンジャーというフィールドは成立するものと考えられる。

ATI では、2~3 年前から「ナノメカニクス」なる分科を一つ立てて研究会としたが、その心にはこれがナノメセンジャーの立場を秘めたものとしての思いを含んでいるわけである。

参考文献: 小特集「重力波で開くマルチメッセンジャー天文学」新井宏二他 日本物理学会誌 73 巻 9 号 619 頁(2018 年 9 月)







<叙勲 令和2年春>

栄典は、国家又は公共に対し功労のある方(勲章)、社会の各分野における優れた行いのある方(褒章)を、国が表彰するものです。 憲法第7条に天皇の国事行為と定められており、主務官庁の内閣府賞勲局が各省庁の推薦をとりまとめ、閣議で決定されます。

【瑞宝中綬章】

遠藤 守信 氏

ATI 理事長

信州大学 特別栄誉教授、特別特任教授

触媒気相法によって成長するカーボンナノチューブの発見と量 産法開発ならびにリチウムイオン電池への応用等に関する教育研 究の功績が評価されました。



<文部科学大臣表彰 令和2年度>

科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者を、 「科学技術分野の文部科学大臣表彰」として顕彰するものです。

【科学技術賞】

大谷 義近 氏

ATI 理事、スピントロニクス研究会員 東京大学物性研究所 教授 「新奇なスピン変換現象の開拓と発現機構の研究」

千葉 大地 氏

ATI 界面ナノ科学研究会員 大阪大学産業科学研究所 教授 「ナノ磁性体の新奇制御手法に関する先駆的研究」

【若手科学者賞】

三宅 丈雄 氏

ATI 2013 年度 研究助成採択 早稲田大学大学院情報生産システム研究科 准教授 「生体機能の電気化学的計測制御技術に関する研究」

安井 隆雄 氏

ATI 2019 年度 研究助成採択 名古屋大学大学院工学研究科 准教授 「ナノ空間制御による革新的バイオ分析法の創出に関する研究」

く連絡>

< ATI 研究助成成果発表会 >

新型コロナウィルス感染防止の為延期をしていましたが、下記要領で開催します。

日時: 11月16日(月)

13 時 30 分~(16 時 30 分)

方法: オンライン会議

内容: 1.2020年度 奨励賞授賞式

2. 研究助成 成果報告(2018 年度 採択者、2019 年度 採択者)

< ATI 研究報告会 >

新型コロナウィルス感染防止の為、中止いたしました。 2019 年度研究報告書は 7月上旬に関係者にお送りいたしました。

く 公開フォーラム >

日時: 11月28日(土)

14 時~17 時

方法: オンライン講演

講 演: 「脳波センシングと AI を活用した医療・ヘルスケア創成

大阪大学 関谷毅 教授

「新型コロナウィルス感染症の疫学」

東京慈恵会医科大学 浦島充佳 教授

【事務局新メンバー紹介】

今年度より ATI の事務局を担当させていただくことになりました作原と申します。新型コロナウィルスの影響で在宅勤務が多く、なかなか業務の様子がわかりませんので、ご迷惑をおかけするかと思いますが、宜しくお願いいたします。主な担当は研究会ですので、守屋さんとともにお手伝いできればと思います。上期は研究会開催ができずお会いできる機会がありませんでしたが、10 月以降 WEB 研究会中心に開催する予定ですので、その際に挨拶できればと思います。

ATI に関しては、20 年程前までは若干の研究会のお手伝いをさせていただきましたので、その頃お世話になりました先生もおられます。また、その前には科学技術振興機構の ERATO プロジェクトの技術参事もやっていましてので、それによりお知り合いにさせていただいた先生もいらっしゃいます。お名前を見て懐かしく思っております。しかしながら、この 20 年近くは、研究開発から離れ、知的財産を担当していましたので、最近の研究状況は勉強中であります。知的財産に関しては、特許の国内及び海外出願・権利化は勿論、特許紛争、特許訴訟に関しては国内、米国、欧州、中国、韓国等において数多い経験がありますので、ご相談いただければお力になれるのではと思います。以上、宜しくお願いいたします。



〒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

