

ATI News

第 28 号

2020 年 4 月

— 目次 —

1.	巻頭言			頁
	日本の研究力	評議員	榎 敏明	1
2.	研究アラカルト			
	味と匂いを測る	研究会委員長	都甲 潔	2
3.	コーヒーブレイク			
	ハムストリングスで漕ぐ	研究会委員長	片浦 弘道	8
4.	研究助成、奨励賞	事務局		9
5.	国際フォーラム開催記			10
	MRM2019 2D Layered Materials	研究会員	斎藤 晋	
6.	公開フォーラム開催記	事務局		12

日本の研究力

評議員 榎 敏明（東京工業大学 名誉教授）



日本の研究力の低下について、最近、マスコミで度々取り上げられている。日本物理学会誌(74 巻 5 号、2019 年)、日本化学会誌「化学と工業」2020 年 2 月号)でもこのことが取り上げられ、研究コミュニティの中でも深刻な問題として認識されてきている。科学技術立国を目指す日本にとって、これからの発展の根幹を揺るがす大問題である。文部科学省科学技術・学術研究所の統計資料¹⁾によると、戦後、高度成長期を経て 2000 年代初頭まで、日本の研究者が出版する論文総数は順調に増加を続けてきたが、その後 2003-2005 年をピークとして、減少へと転じている。アメリカ、中国、ドイツ、イギリス、韓国等が増加を続けているのと対照的である。また、論文の質の指標である引用数トップ 1%論文数も 1994-1996 年の世界第 4 位から 2004-2016 年には第 9 位に下がっている²⁾。さらに、研究の多様性や独創的な研究の萌芽を生む力も世界をリードする主要国に比べて低く、世界で研究の多様性が大きくなる中で、日本では逆の傾向がみられ、皆がやる研究、既に確立した研究分野に加わっておこなう研究に向かう傾向が強くなってきている。このような日本の研究力低下の背景には、国の財政状況の悪化による研究予算の伸び悩み、その中での大学への運営費交付金の漸減、大学自身が自ら改革を進めることへの消極的な姿勢が背景にあると考えられている。また、日本の科学技術政策の中で、「選択と集中」のキャッチフレーズにみられるような過度の競争的研究資金の集中が、自由な研究を生み出す裾野の委縮を招いていることもある。それでは、このような日本の研究力低下に対して、どのようにしたらよいのであろうか？マスコミでの悲観的な報道は現場の研究者、学生を過度に消極的にし、現在の大学を取り巻く環境の劣化に拍車をかけてしまう。

少し古いデータであるが、科学技術・学術政策研究所の日本の研究力についての一つの分析がある³⁾。その分析によると、大学の研究力について、その論文シェアの違いにより、論文シェア 5%以上、5-1%、1-0.5%、0.5-0.05%の G1、G2、G3、G4 のグループ分けをしている。このような分類によって大学を分類すると、G1 グループに属する大規模総合大学(4 大学)では、論文出版数はイギリスやドイツの同グループの大学に比べて大きく、トップ 10%論文でも勝っている。G2、G3 グループでは逆にこれら 2 か国に比べて低く、日本の研究力の裾野が狭いことが窺える。一方、別の見方で、研究者個人当たりの年間出版論文数でみると、1.5 報以上、1.5-1 報、1-0.5 報、0.5-0.1 報の Class 1、Class 2、Class 3、Class 4 に大学は分類される。このような分類をすると、日本では、論文シェア G3、G4 のグループにおいても Class 1 に分類される研究者個人当たりの論文出版数が高い大学がある程度の数見られる際立った特徴をもつ。このことは、イギリス等には無い状況であり、日本では、中規模、小規模大学でもその一部で、研究力の高い研究者個人個人の活躍により、高い研究発信力を生み出していることを意味している。

そもそも、研究力は総論文数の年次変化等の統計量のみで測れるものではない。一人の独創的な研究者が大発見をして、その研究者のところに、熱意のある優れた若手研究者が集まり、その中での積極的な研究交流を通して、研究を大きく牽引し、新しい研究分野が形成されることが歴史的な事例にみられる。Copenhagen の Niels Bohr に始まる近代物理学の創始等がその良い事例である。若手研究者を含めた日本の研究者が現在の閉塞感を克服して自信を取り戻し、その中で、様々な研究活動の好事例が生み出され、その相乗効果により、日本の研究力の新たな発展が期待できるものと確信している。

1: 科学技術のベンチマーク 2017 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、2: 科学技術指標 2018, 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、3: 日本の大学に関するシステム分析 2009 文部科学省 科学技術・学術政策研究所

< 研究アラカルト >

味と匂いを測る

ナノメカニクス研究会委員長 都甲 潔

九州大学高等研究院 特別主幹教授

九州大学五感応用デバイス研究開発センター 特任教授



五感のうち、味覚と嗅覚を測るセンサの開発は遅れていた。これらは化学物質を受容し、認識する感覚であるため、その受容部に何を用いたら良いのか、人の感じる味と匂い（臭い）をどのように出力するのか、十分な感度を保持できるか、等が研究開発課題であったからである。その状況も近年のナノマテリアルや AI（人工知能）の発達でかなり改善されてきた。味覚センサは AI を用いなくて済むため既に実用化され全世界で使われ始めている。匂いセンサも近年の AI の発達に連動し著しい進展を示している。本稿では、味と匂いを測るセンサ開発を紹介する。

1. はじめに

味覚と嗅覚は低分子化合物を受容して生じる感覚という意味で似た感覚である。しかしながら、図 1 にまとめているように、検知閾値の高低、レセプター（受容体）の数の多寡、基本要素（基本味、基本臭）の有無の点から見ると、随分と異なる感覚でもある。まず検知閾値であるが、味覚は ppm 以上の高濃度で感じるのに対し、嗅覚は ppb や ppt といった極々低濃度で生じる感覚である。酸味や苦味物質は ppm レベルで、甘味物質は 1 千 ppm 以上の濃度で

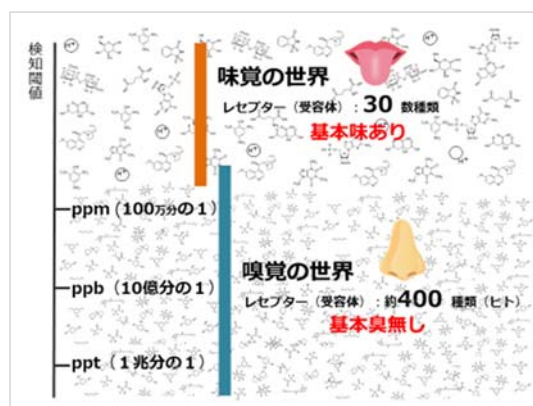


図 1 味覚と嗅覚の世界

受容される。匂い（臭い）物質では、ベンゼンといった溶剤は ppm レベル、メチルメルカプタンや二塩化硫黄の硫黄臭は ppb レベル、硫化水素の腐卵臭は ppb 以下、地中から漏れ出る爆発物の匂いは ppt レベルと言われる。

またレセプターの数であるが、味覚では 30 数種類と比較的少ないのに対し、嗅覚ではヒトで約 400 種類と言われ、膨大な数であることが分かる。また、このレセプター数に関係しているためか、味には基本味（酸味、甘味、苦味、うま味、塩味）が存在するのに対し、嗅覚には基本臭は存在しない。

味覚と嗅覚の機構を模倣する、もしくは代行するのが味覚センサと匂いセンサである。これらのセンサは、構成材料となる分子が膜の内部と表面で自発的に組織や機能を形成する、いわゆる自己組織化能を利用した分子技術を基に作られている。味覚センサと匂いセンサを含む化学・バイオセンサ市場の成長は著しいものがあり、10 年後には約 3 倍の市場が見込まれており、医療関係への応用も考慮すると 10 倍以上もの成長が期待される。化学物質を受容する部分には、その目的と対象に適した機能性膜が用いられている¹⁻⁵⁾。

2. 味覚センサの基本原理

味覚センサは、脂質と可塑剤、高分子をブレンドした膜（脂質/高分子膜）を味物質の受容部分とし、この複数の受容膜からなる応答電位出力から複数の味質を識別、数値化する。（株）インテリジェントセンサーテクノロジー（本社：厚木）から、図2に示す味認識装置 TS-5000Z が開発・販売されており、これまでに約 600 台の味認識装置が世界各国で活躍している。

脂質/高分子膜を構成する脂質分子は石けんと似た化学構造をもつが、親水基（水になじむ部分）を水相側へ向け、疎水部（水をはじく部分）を膜内部に向けるという構造を自主的にとる。これは典型的な自己組織化現象と言える。

図3に味覚センサの五基本味応答（濃度依存性）を示す⁴⁻⁶⁾。特徴はその応答閾値がヒトと近いこと、また濃度の対数に線形で応答する領域があることであり、これは生体系でよく知られたウェーバー・フェヒナーの法則（感覚強度が刺激の対数に比例して変化）と合致する。各味への応答は、各味へ特化した脂質膜センサの応答である。苦味と酸味の応答閾値が低いのは、これらが一般に生体にとり毒であるからに他ならない。各味を計測するセンサ電極に名前が記されているが、例えば、BT0 は医薬品の苦味計測用、CA0 は酸味計測用のセンサ電極である。また、BT0 に付した CPA とは、サンプル測定後に膜を十分に洗浄しないで、基準液に直ぐ浸け、その電位応答変化から膜に吸着した化学物質を検出する

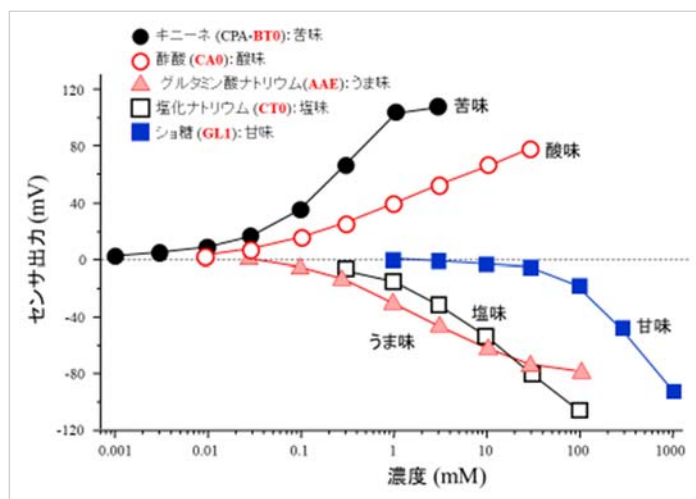


図3 各センサ膜の五基本味応答⁴⁻⁶⁾

実際、医薬品の苦味用の味覚センサ BT0 は塩味、酸味、甘味、うま味、渋味にはほとんど応答せず、苦味を呈するキニーネ、セチリジン、ヒドロキシジン、ブロムヘキシシ（すべて塩酸塩）に大きく応答する⁴⁻⁶⁾。またセンサは人による官能検査結果と一致する出力を示す。つまり、人が食して苦いと感じる化学物質には大きなセンサ出力、あまり苦くない物質には小さいセンサ出力が得られることから、苦味用センサは人の苦味を定量化できることが分かる。



図2 味覚センサ 味認識装置 S-5000Z
(株)インテリジェントセンサーテクノロジー製

る操作のことで、CPA 値は人で言うところの「後味」に相当する。CPA は、Change in electric Potential due to Adsorption of chemical substances（化学物質の吸着による電位の変化）の略である。CPA 値は、膜表面電荷と味物質の吸着量の双方に依存し⁷⁾、吸着性の味物質に特異的に応答することを特徴とする。CPA 計測と膜組成の調整により、疎水性物質（主として苦味物質）の特異的検出が可能となった。

他の味質に関するセンサも同様に、味質に高い選択性を有し、人の官能値とも高い相関を示す。各味質に選択的に応答する脂質膜は、脂質と可塑剤の割合を微妙に調整すること、つまり、電荷と疎水性の巧みなバランスをとることで、その開発に成功したものである。例えば、苦味用センサでは、電荷を有する脂質の含量を少なくし疎水性を高めている。逆に、塩味用センサでは荷電脂質の含量を多くし、親水性を高め、イオンとの静電相互作用を起こりやすくしている。このように味覚センサは、各々の化学物質へは高い選択性をもたず、味を基本味に分解し数値化するという生体系同様の「広域選択性」を有するのである。なお、味質の識別は脳ではなく、舌の味細胞の段階でほぼ完了している。数値化できるという事実は、味覚センサが味の絶対尺度を与えることを意味する。つまり、味覚センサは、重さや時間といった他の量と同様に尺度を提供できる。「味の物差し」が開発されたのである。

3. 味覚センサの食品適用例

味覚センサは既に緑茶、コーヒー、ビール、発泡酒、日本酒、焼酎、ワイン、ジュース、牛乳、ヨーグルト、ミネラルウォーター、お米、パン、肉類、魚介類、餃子、野菜類、果物、だし、スープ、調味料、味噌、醤油など数多くの食品の味の数値化や品質評価に使われている。なお、固形食品の場合、水を加え、ミキサーで粉碎し、液状にして計測を行う。

図4にビール、発泡酒、新ジャンルのその他醸造酒（第3のビール）とリキュール、ノンアルコールビールの味を苦味（モルト感）と酸味（キレ・ドライ感）の軸で示す。図を見ると、昔からあるエビスビールのようなオールモルトタイプは、苦味が強いことが分かる。30年前に登場したアサヒスーパードライから、苦味を抑制し、酸味のキレとドライ感をもたせた辛口ビールが増えてきた。その後登場した発泡酒や第3のビールはさらに苦味が抑えられた傾向にある。リキュールは苦味の少ないビール領域に、ノンアルコールビールは発泡酒の味のカテゴリーに位置している。また、世界の一般的なビールを測定した結果、日本のビールの占める味の位置と大差ないことが判明した。保存もでき、かつ味も良い、となれば、およそこのような味に落ち着くのであろう。このように私たちは、「味を目で見る」ことができるのである。

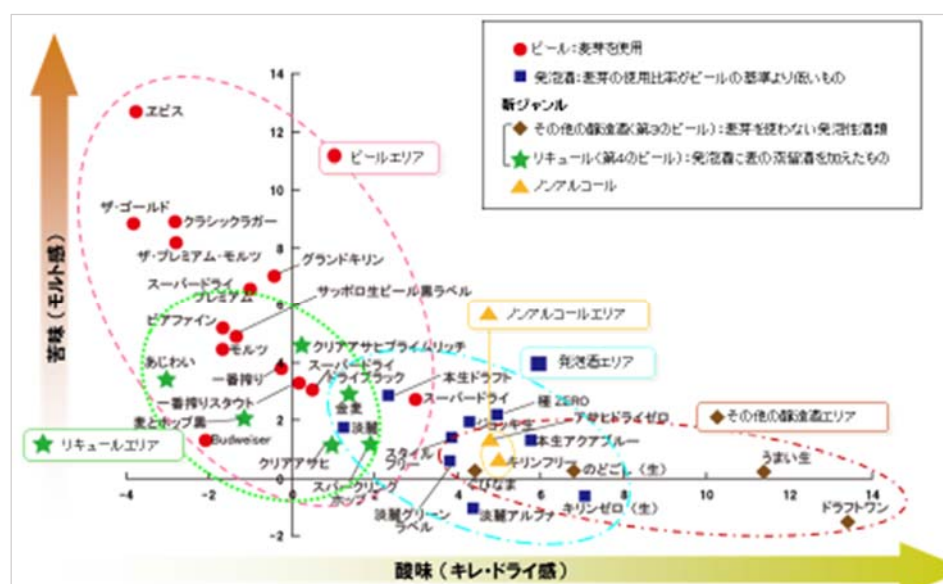


図4 ビール、発泡酒、リキュール、その他醸造酒（第3のビール）、ノンアルコールビールのテイストマップ（株）味香り戦略研究所提供

4. 人工嗅覚システム（匂いセンサ）の基本原理

味覚では基本、1種類のレセプターが複数の化学物質を受容し、1つの味質を識別・同定する。開発・販売されている味覚センサ（（株）インテリジェントセンサーテクノロジー製）はその性質を有する。他方、嗅覚の受容形態はレセプター：化学物質＝複数：複数である。つまり、1つの化学物質が複数のレセプターで受容され、1つのレセプターは複数種の化学物質を受容できる。その受容パターンが脳の入り口である嗅球へ集約され、情報統合がなされ、脳へと至り過去情報と照合される。「リンゴの匂い」「バラの香り」「コーヒーの香り」といった具合である。もちろん一般の匂いは低分子化合物の組み合わせに他ならない。複数の出力データ、つまり出力パターンを同時に扱うため、匂いの判定にはAI（人工知能）によるパターン認識が必須となる。そこで、匂いセンサ開発では、複数種の化学物質を受容するセンサを16種類用意し、その出力をAIでパターン認識するという手法を採った。

図5は受容材料としてGC材料とカーボンブラックを、トランスデューサとして同心円型電極による電気化学インピーダンス測定を利用したケモレジセンサ（chemosensitive resistor）の作製方法、電流電圧特性、そして芳香族化合物ピロールへの応答を示している⁸⁾。直径0.9 mmサイズの電極16個を同一基板上に作製し、その部分に異なる電気化学特性を有する受容膜を塗布した。ピロール添加 ON/OFF で電気抵抗が増減しているが、

これは受容材料のピロールの吸着による膨潤/収縮の効果に依る。つまり、匂い分子吸着で膜が膨潤した結果、カーボンブラック密度が疎になり、電気抵抗が上がる。逆に収縮すると電気抵抗が下がる。さらに、ナノワイヤを用いた濃縮機構により約100倍の濃縮に成功し、ppb から数百 ppt レベルの検出を可能としている。

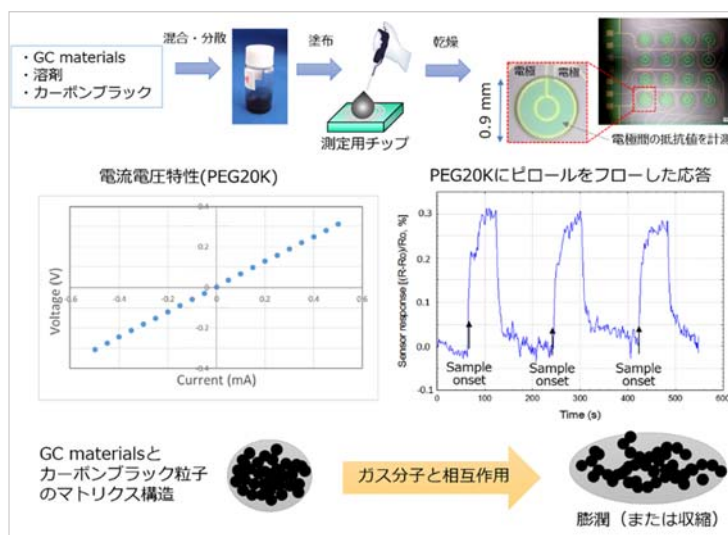


図5 GC材料を使用した受容膜の電気抵抗変化
検出デバイス（ケモレジ）⁸⁾

5. 人工嗅覚システムを用いた化学物質や飲料の識別結果

匂いセンサ出力に機械学習を用いたピロールやベンズアルデヒド、ノナナール、フェニルアラニンに関する識別・同定のプロセスを図6に示している。複数のセンサ応答について、何をAIへの入力とするか、つまり特徴量を何に選ぶかは状況に依存するが、まずは応答がほぼ飽和した値（電圧変化 ΔV ）を利用した（図5右の応答を参照）。全データのうち、2/3を学習データに選び、残り1/3をテストデータに選んだ。結果、Rotation Forest等の分類器を用い90%以上の精度で識別・同定に成功した。

この匂いセンサを使い、ウィスキー、ブランデー、ワイン、吟醸酒の識別が行えるのは当然のことであるが、（同じアルコール度数の）ビール種の識別や沖縄の焼酎である泡盛種

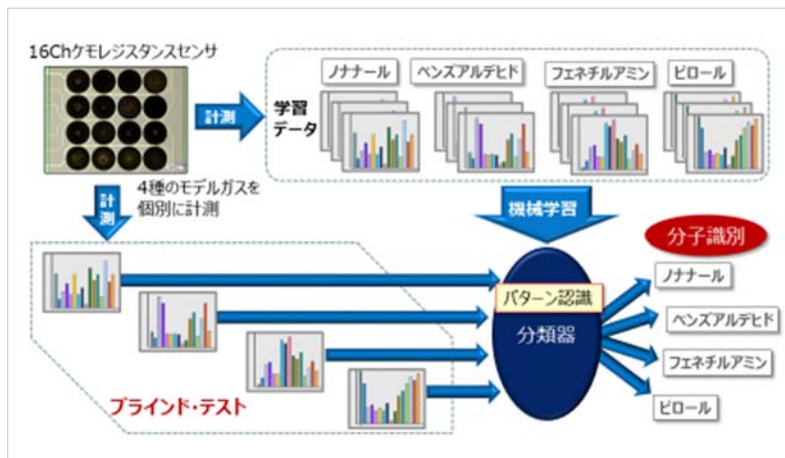


図 6 匂いセンサ出力パターンを機械学習で処理する

の識別も可能となっている。なお、私たち平常人ではビロール種の匂いによる識別は（味と異なり）容易ではないことを一言付記しておく。また、その際に、電位応答の大きさ（ ΔV ）のみでなく、動的变化（過渡応答）をフーリエ変換し特徴量として抽出することで、識別能力が格段と上がることも判明している。また、人工嗅覚

システムによるトイレ臭気の測定を行い、臭気判定士による官能評価と完全に一致する結果を得ることができた⁹⁾。

開発された $14 \times 14 \times 15 \text{ cm}^3$ サイズの実用モデルを図 7 に示す⁹⁾。図の左下に見える 25.5 mm ϕ の受容部は、サンプリング・濃縮部（右側）、16 チャンネルの受容部（中央）、温度センサと湿度センサ（左側）からなる。ごく最近、この人工嗅覚システムは、専用 ASIC（Application Specific Integrated Circuit）を開発することで、手の平サイズへのコンパクト化に成功している。さらに ASIC 化を進めることで、携帯電話サイズにすることも決して不可能ではない。

匂いセンサは匂いの作る「空気質」を可視化するものであるが、住空間・サニタリー管理、健康モニタリング、バイオメトリクス、異臭・火災予兆検知、保守点検、運転者モニタリング、品質管理、爆発物・麻薬・毒ガス検知、被災者探知など広く活用することができる。



図 7 実用モデルの製作（パナソニック（株）IS）⁹⁾

6. おわりに

古くは紀元前 4 世紀の古代ギリシャの医者であるヒポクラテスが「嗅診」という、匂いによる病気の診断方法を提案している。病気には特有の匂いがし、糖尿病では甘い匂い、痛風では古いビールの匂い、肝臓病ではアンモニアや芳香性物質の匂いがすると言われる。ガン検知犬はガン特有の匂いを検知することが知られている。しかし、イヌは 1 年中働くことができるわけでもなく、その飼育にもそれなりの手間がかかる。それゆえ、簡便な装置やセンサでガン検知できることが期待されている。これまで医者が行ってきた問診、視診、触診、聴診に加え、嗅診が利用される日も近い。

AI は今後、いろんな分野に浸透していくであろう。そういった中で、センサ部門で最後の課題であった嗅覚に AI が使われるという事実は極めて興味深く、あと 10 年もすれば、

旅先で料理の写真と合わせ、匂い・香りを記録し、家族や友達とその思い出を共有する時代が来るであろう。

また、食のおいしさと品質を評価するために、他の感覚に対応したセンサ、つまり視覚、聴覚、触覚に関係したセンサ出力ならびに食嗜好データに AI を活用することが大いに考えられる。この IT 社会にあって、これらセンサや人の食嗜好からなる AI データベースの共有は、味や匂いと連動した POS（お店の販売）データの解析による新商品開発、3D フードプリンタの開発、高付加価値の食品の生産性向上、需要と供給のマッチング、匠の技の伝承と形式知化、生産から消費者までのシームレスな価値情報の共有、食品輸出の新たな市場形成を可能とし、新しい時代の到来を予見させる。

参考文献

- 1) 都甲 潔, 中本高道 : においと味を可視化する, フレグランスジャーナル社 (2017)
- 2) K. Toko, ed : Biochemical Sensors- Mimicking Gustatory and Olfactory Senses, Pan Stanford Publishing, Singapore (2013)
- 3) 都甲 潔, 飯山 悟 : トコトン追求 食品・料理・味覚の科学, 講談社, 東京 (2011)
- 4) Y. Tahara and K. Toko : IEEE Sensors Journal, 13 (2013) 3001
- 5) K. Toko, T. Onodera and Y. Tahara : Nano-biosensors for mimicking gustatory and olfactory senses, in Bio-Nanotechnology /A Revolution in Food, Biomedical and Health Sciences (D. Bagchi et al. eds). Wiley-Blackwell, Chap. 15 (2013) 270
- 6) Y. Kobayashi, M. Habara, H. Ikezaki, R. Chen, Y. Naito and K. Toko : Sensors, 10 (2010) 3411
- 7) K. Toko, D. Hara, Y. Tahara, M. Yasuura and H. Ikezaki : Sensors, 14 (2014) 16274
- 8) B. Wyszynski, R. Yatabe, A. Nakao, M. Nakatani, A. Oki, H. Oka and K. Toko, Sensors, 17 (2017) 1606
- 9) A. Shunori, R. Yatabe, B. Wyszynski, Y. Hanai, A. Nakao, M. Nakatani, A. Oki, H. Oka, T. Washio and K. Toko: Proc. ISOEN2019 (2019) 231, DOI:10.1109/ISOEN.2019.8823511

< コーヒーブレイク >

ハムストリングスで漕ぐ

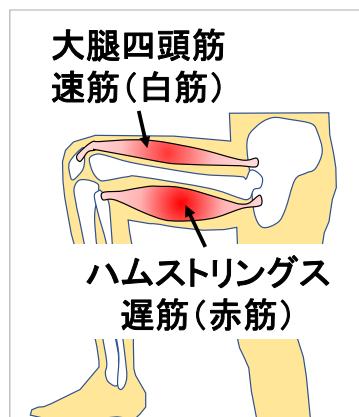
ナノカーボン研究会委員長 片浦 弘道
(産業技術総合研究所 首席研究員)



4年ほど前からロードバイクを趣味にしている。ロードバイクの世界では、車体の軽さが正義であり、ずいぶん前から剛性と軽量性を同時に満たすカーボンファイバー製のフレームがトップカテゴリーでは当然になっている。私もナノカーボンの研究者なので、カーボンファイバーには興味があり、趣味のロードバイクも機材からのめり込んで行った。現在5台のフレームを所有しているが、そのうち4台がカーボンフレームである。カーボンフレームは、カーボンファイバーを束ねて編んだ布に、熱硬化型エポキシ樹脂をしみこませ、金属製の型に貼り付けてフレームの形を形成し、その内側から風船などで加圧した状態で、金型全体を加熱硬化させて作る。この手法、製造には特殊な技術は必要ない。金型も流通している。原料の特性が優れているので、いい加減に作っても、そこそこ性能が出る。そんな事情から、今や中国製の安価なフレームなら3万円ほどで手に入る。ママチャリよりは高価だが、溶接で作る鉄製の安価なロードフレームと大差ないか、むしろ安い。今やカーボンフレームは大衆化しつつあるのだ。

フレームが手に入れば、後はホイール、ギヤ、ハンドル、変速機、サドル、タイヤなどを組み上げれば、ロードバイクの出来上がりである。ただ街の自転車店では、自転車を大量に売ることのみに熱心なため、ロードバイクを正しく組みあげられる技術者はほとんどいない。技術の無い人間が組み上げた自転車は危険なので、自分で組むのが正しい。というわけで、この4年間、自転車の組み立て・整備の修行にずいぶん授業料を払ってきたというわけだ。

ようやく整備技術がそこそこのレベルになったので、あとは本格的に乗って楽しむのみ、と調べてみて驚いた。使う筋肉を間違っていたのである。自転車を漕ぐ時に、無意識に力を入れると、太ももの前側の筋肉を使いがちである。これは大腿四頭筋と呼ばれる速筋で、強い力を出せる。しかしこの筋肉、持久力が無くすぐに疲れてしまう。それでも、簡単に力（スピード）が出るので、つい、この筋肉を使っていた。しかし、ツールドフランスなどに出るプロの選手は、この筋肉を使わずに太ももの裏側のハムストリングスという筋肉で漕ぐ。マラソンランナーなども使う、持久力のある遅筋である。遅筋は鍛えてもあまり筋肉量が増えず、その代わり血流を増すために血管が増える。そのため、ハムストリングスを鍛えても、足はあまり太くならない。長距離ランナーの足が細いのは、そのためだ。長い時間運動を持続できるので、多くの脂肪を燃やせて痩せられる。運動しても足が太くならず、スマートなスタイルを維持できるということで、スタイルや健康を意識した方々はこの筋肉を鍛えるそうだ。自転車はランニングよりも負荷が低いので体力があまり無い人でも乗れるし、最近では安全な室内でバーチャルなコースを走るシステムも簡単に構築できるので、いろいろな楽しみ方がある。私の様な高齢者の趣味として悪くない。ちなみに、ハムストリングスによるペダリングは、ママチャリでも可能である（やや難しいが）。私も日々修行中である。



< 奨励賞 ・ 研究助成 >

2020 年度 新世代研究所 奨励賞

石田 洋平 氏

(2015 年度 研究助成採択)

「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」

北海道大学大学院 工学研究院材料科学部門
先進材料ハイブリッド工学研究室 助教

<2020 年 4 月 1 日>



< 研究助成 2020 年度の募集開始 >

今年も研究助成の募集を開始します。

詳しい内容は 4 月下旬にホームページに掲載予定です。

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： 2020 年 5 月中旬 ～ 6 月下旬
助成件数： 5 件
助成金額： 100 万円／件（総額 500 万円）
助成期間： 2020 年 10 月 1 日 ～ 2021 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！

< 研究助成選考委員 >

任期満了に伴い選考委員が選任されました。任期：2020 年 4 月～2022 年 3 月

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	東北大学大学院 理学研究科 教授	再任
	佐々木 裕次	東京大学 新領域研究創成科学研究科 教授	再任
	田口 英樹	東京工業大学 科学技術創成研究院 教授	再任
	湯浅 裕美	九州大学 システム情報科学研究院 教授	再任
	渡邊 聡	東京大学大学院 工学系研究科 教授	再任

< 国際フォーラム 開催記 >

MRM 2019 Symposium “2D Layered Materials”

ナノカーボン研究会員 斎藤 晋
(東京工業大学 理学院 教授)



2019 年 12 月 10 日から 14 日までの 5 日間の日程で、物質科学・材料工学の広範な分野に関する国際会議 Materials Research Meeting 2019 (MRM019) が横浜市で開催された。これは、日本 MRS の学会創立 30 周年を記念して開かれたもので、物質・材料に関する学際性の高い最先端の研究討議の場を提供し、国内外の産・学・官の各機関からの参加者が最新の研究成果を発信・共有することで、物質科学・材料工学の発展に寄与することを目的にした会議であった。そして、この会議を定期開催される主要国際会議に育てることで、物質科学・材料工学分野における我が国のリーダーシップを再確立することが長期的な目標に据えられている催しでもあった。そのため、初回でありながら期間中に 36 のシンポジウムが並行して開催され、300 名近い海外からの発表者を含めて全体で 1600 件を超える発表がなされる、大変盛況な国際会議となった。そして、各分野間の交流を深めるために、36 のシンポジウムが 9 グループに分類され、各グループにおいて合同の基調講演セッションが企画・実施されるという、斬新な試みもなされた。その 36 のシンポジウムの一つ、“2D Layered Materials” は、岩佐義宏先生（東京大学）、Yuanbo Zhang 先生（復旦大学）と私の 3 人がオーガナイザーを務め、また、長汐晃輔先生（東京大学）のご協力を得て開催したもので、グラフェンに加えて遷移金属ダイカルコゲナイド・六方晶窒化ホウ素などの原子膜物質を中心にナノチューブ状物質も含めて全 55 件の発表がなされ、これら系の電子物性、光物性、およびその応用に関して、最先端の研究成果が紹介された。そして、新世代研究所およびナノカーボン研究会には公式スポンサーとして当シンポジウムをご支援いただき、ATI 国際フォーラムとして成功裏に開催することができた。ここに、伊達宗行理事長、片浦弘道ナノカーボン研究会委員長および ATI の関係者の皆様に深く感謝申し上げる次第である。



当シンポジウムは、12月11日にカリフォルニア大学バークレー校のAlex Zettl教授による基調講演で始まり、13日までの3日間に渡り開催された。Rodney S. Ruoff教授（UNIST）、町田友樹教授（東京大学）、Young-Woo Son教授（KIAS）による基調講演に加え、オーストラ



リア、台湾など海外からを含む10名の招待講演者により最新の研究成果が報告された。また、当シンポジウムを含むグループの基調講演セッションでは、精華大学副学長Qi-Kun Xue教授による層状物質を含む超伝導体に関する講演、永長直人教授（理研・東大・ATIスピントロニクス研究会員）による創発電磁気学に基づく新しい材料機能の設計に関する講演等がなされ、層状物質およびナノ材料の応用面での今後の発展が議論された。次回以降のMRM国際会議においてもナノカーボン研究会の精鋭の先生にシンポジウムオーガナイザーを務めていただき、2次元層状物質のシンポジウムが開催されることを願っている。



国際フォーラム予定

2020 年度	名 称	International Conference on Carbon 2020
	主 催	炭素材料学会
	場所：期間	京都：6月28日～7月3日
	関係研究会	ナノカーボン研究会
2020 年度	名 称	第29回低温物理学国際会議
	主 催	日本学術会議、第29回低温物理学国際会議組織委員会
	場所：期間	札幌：8月15日～8月22日
	関係研究会	スピントロニクス研究会
2021 年度	名 称	Neutrons and Food 6
	主 催	Neutrons and Food 6 組織委員会
	場所：期間	東京：6月
	関係研究会	水和ナノ構造研究会
2021 年度	名 称	A3 Symposium on Emerging Materials: Nanomaterials for Electronics, Energy and Environment
	主 催	A3 Symposium 組織委員会
	場所：期間	東京：11月
	関係研究会	

< 公開フォーラム >

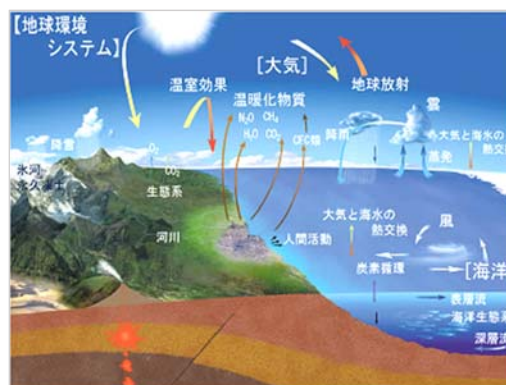
第 42 回公開フォーラムが、11 月 30 日（土）、御茶ノ水 ワテラスコモンホールにて、大勢の聴講者を迎え開催されました。社会のホットな話題、著名な講演者、土曜日への変更、そしてポスター作成・学会等団体の協賛・新聞イベント紹介欄掲載等の広報活動により、前回、今回と聴講者数は従来の 3 倍になり、若い人の姿も見掛けるようになりました。



「気候変動コンピューターシミュレーションから予測する
首都圏の水事情」

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター長
高橋 桂子 氏

地球の海洋と陸における水と大気の循環、地球の温度上昇や降雨量についての過去のトレンドデータとシミュレーションによる将来予測、そして大規模な干ばつや洪水の災害事例が説明されました。さらに、都市の水の流れシミュレーションによる川の氾濫を防ぐ対策事例も紹介されました。



「時空のゆがみを見る時計：光格子時計」

東京大学大学院工学系研究科 物理工学専攻 教授
香取 秀俊 氏

1 秒の基準に使われているセシウム原子時計より 2 桁以上高い精度を持ち、300 億年で 1 秒しか狂わない光格子時計が紹介されました。アインシュタインの相対性理論で説明される時空のゆがみを利用し、例えば高さによる時間の進み方の違いを測ることにより地表の高度測定に利用されたりしているそうです。

(=位置エネルギー)
時計は(量子)重力ポテンシャル計になる

アインシュタインの相対性理論: 上方の時計は速く進む
● ハーバードタワー実験(1960): 高低差 $\Delta H = 22.6 \text{ m}$ で 2×10^{-15} 変化

$E_0 = h\nu_0$: 励起エネルギー
原子時計は ν_0 を振子にする

励起された原子 $|e\rangle$ は、励起光子のエネルギー分だけ重くなる: $M + h\nu_0/c^2$
静止した光子の質量 ($h\nu_0 = mc^2$) 22

【 事務局便り 】

私は数年前から写真を趣味としています。撮影する対象は風景が多いので、使っているカメラは本格的な重くて大きくて高額な1眼レフではなく、持ち運びやすく安くて小型のミラーレスです。このカメラは、泊りがけの研究会の時に記録用に使用しているので、目にした方もいらっしゃると思います。

撮影の対象は主として風景ですが、旅先だけでなく、近所の風景や自宅の庭の花なども撮っています。なんといっても、早く撮れとか写りが悪いとか色々とクレームをつけないので、心穏やかに純粋に写真撮影に集中するところが風景写真の良いところだと思います。

さて、今年は暖冬なのでこの号が出るころには東京近辺の桜は散ってしまっているかもしれませんが、季節ものということで、昨シーズンに撮影した自宅（千葉県）近くの桜の写真を2枚ほど。



桜の花



桜並木の夜景

世間は何かと騒々しいようですが、今年度もどうぞよろしくお願いいたします。

守屋宏一





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

2020 年 4 月