

フotpポリマー懇話会 ニュースレター

No.89 January 2020



高次微分変換で紫外可視吸収スペクトルを見直す

東京工業大学名誉教授

市村 國宏

有機光化学反応を活用する材料の研究者にとって、紫外可視吸収スペクトル測定はルーチンワークである。10年ほど前に、紫外可視吸収スペクトルを4次以上の高次微分スペクトルに変換することを思い立ち、微分変換ならびにスムージングのシミュレーションをベースに、さまざまな光反応性材料の挙動を高次微分スペクトルによって解析し、ユニークな分光分析法であることを実感してきた。この方法を成書としてまとめる機会があったので¹⁾、その要点を紹介させていた

だ。微分スペクトルは紫外可視分光光度計によって容易に得られるが、材料科学分野での活用はほとんどなされてこなかった。その理由はつぎのとおりである。第一に、吸収スペクトルからは分子構造に関する直接的な情報は得られず、主たる利用目的はLambert-Beer則に基づく定性、定量分析である。第二に、吸収スペクトル用サンプルは高度に透明であることが必須条件である。第三に、光反応性材料を希薄溶液にして分析、解析する場合には、材料マトリックス中での実状態が失われる。ところが、吸収スペクトルが持つこうした制約の多くは、高次微分変換によって劇的に解消される。下位レベルの振動準位がかかわる多数の吸収帯が微分ピークとして顕在化するためである²⁾。また、吸収スペクトルでショールダーという曖昧な吸収帯を明瞭化できる³⁻⁵⁾。ここで留意すべきは、微分スペクトルにおいてもLambert-Beer則が成立することであり、偶次数微分ピークの微分値により定量分析ができる^{2,6)}。

光化学反応による吸収スペクトル変化を微分スペクトルに変換すると、全波長範囲にわたって多数の交差点が発生する。筆者はこれを等微分点 (Common crossing point; CCP) と呼んでおり²⁾、微分ならではの

反応解析が可能となる。たとえば、等吸収点がかならずしも反応の単一性を意味するのではないことを微分変換によってはじめて明らかにした⁷⁾。たとえば、ありきたりのアゾベンゼンポリマー薄膜は紫外線照射によって等吸収点をもつスペクトル変化を示すが、高次微分スペクトル変化には等微分点が認められない波長領域が存在する。吸収スペクトルでは可視化されないH-会合体が光照射によって脱会合するためである。等吸収点に基づく光化学反応の考察が広く行われるが、これは万全ではない。

微分スペクトルの今一つの利点は、光散乱などに起因するバックグラウンドの消去である。コロイド分散、エマルジョン、相分離膜、体質顔料分散系、液晶材料などの光散乱系は、吸収スペクトルによる光反応解析の対象外である。完全光吸収体である分子結晶の吸収スペクトルに関して、ビーズミリング法によって微結晶の水分散液を調製し、吸収スペクトルによる固相光反応を検討してきた^{8,9)}。しかし、高度に透明な微結晶分散液の調製は実現できなかった。このような光散乱を伴う材料の光反応挙動を解析する上で、高次微分スペクトルは非常に有用である。

G.Talskyらによって1978年に紫外可視微分スペクトルの総説が発表されたが¹⁰⁾、分光分析の専門書での解説記事は実践的ではなく、材料研究者の関心を引くには至らない。その背景には、微分スペクトルの形状はスキャン速度やスリット幅などの測定条件、さらには、装置特性にも依存するので、微分スペクトルによる解析は信頼性に欠く、との示唆あるいは指摘がある。しかし、実験によって確認されたわけではない。一方で、微分スペクトルを得るうえで必要なスムージング処理に人為性が関与するので、再現性に問題があると

の指摘は理解できる。オペレーターによってスムージング条件が異なりうるからである。このため、再現性および信頼性を明らかにすることが求められる。

そこで、PVA-SbQの原料である p -ホルミルスチルバゾリウム塩 (F-SbQ) 希薄水溶液の吸収スペクトルを6種類の分光光度計によって測定し、微分スペクトル形状は機種に依存することなく、ほぼ同じであることを確認した⁶⁾。その一例として図1に吸収および4次微分変換スペクトルを示す。ここでは、ダブルビーム・シングルモノクロメーター、ダブルビーム・ダブルモノクロメーターおよびフォトダイオードアレイという3種類の測光方式の分光光度計を用いている。すべての吸収スペクトル形状は一致するが、4次微分変換スペクトルの形状は機種によって著しく異なる。これらの微分スペクトルを同一条件でスムージング処理を施した結果が図2だが、4次微分スペクトルにおける微分ピーク波長が一致している。因みに、8次微分スペクトルでも結果は同様である。以上から、高次微分スペクトルの再現性ならびに信頼性が明らかになったと考える。

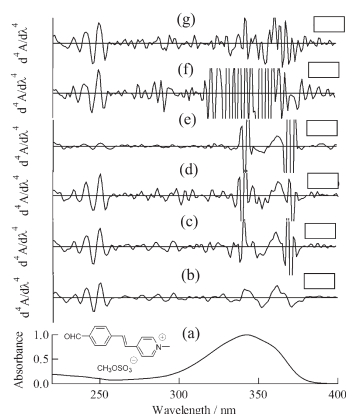


図1 F-SbQ水溶液の(a)吸収スペクトルおよび(b~g)4次微分変換スペクトル。
測光系: (b)ダブルビーム・ダブルモノクロメーター、(c)~(g)ダブルビーム・シングルモノクロメーター、(g)ダイオードアレイ

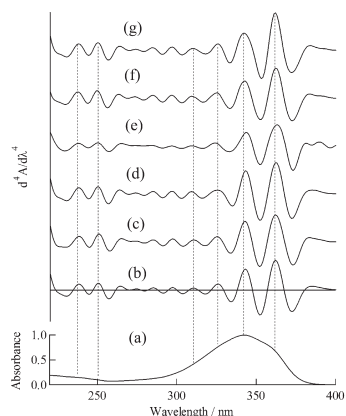


図2 F-SbQの(a)吸収スペクトルおよび(b~g)スムージング後の4次微分スペクトル

高次微分スペクトル法が広く受け入れられるためには、重みづけ移動平均に基づくSavitzky-Golay法のスムージング処理条件を明確化することが不可欠と考える。そこで、多項式次数（以下、 s と略す）とフィルター幅とも呼ばれるデータポイント数（以下、 p と略す）をどのように選択するかを説明する。筆者はIgor Proを用いて微分変換とスムージングを行っているが、分光光度計のスムージング機能を用いる際にも、次数として2または4の入力が求められる。ノイズが多いスペクトルには前者が適しているが、双方の条件でスムージングを行って選択すればよい。 p の選択に関しては、ノイズピークの波長間隔と分離すべき隣り合う吸収帯の波長間隔という2つの条件を考慮する^{1,2,6)}。前者に関しては、吸収端以上の波長領域で縦軸を拡大し、フィルター幅が2つのノイズピークを包含するように p 値を選択する。隣接する微分ピークを分離するためには、フィルター幅をその波長間隔より小さくすればよい。多くの場合、一回だけのスムージングでは十分に平滑なスペクトルは得られず、同じ条件での繰り返しを要する。そこで、再現性あるいは客観性を確保するために、筆者は s および p の値とともに繰り返し数を記録している。たとえば、 $s=2$ 、 $p=13$ の条件でスムージングを3回繰り返した場合には、 $2s13p3$ と記録する。ちなみに、図2でのスムージング条件は $2s19p4$ である。

これまでに4次あるいは8次微分スペクトルで解析した系は、以下のとおりである。光二量化型フォトポリマーの溶液ならびにフィルム^{3,4)}、光二量化反応性エマルジョンフィルム³⁾、光配向性高分子液晶薄膜⁵⁾、アゾベンゼン系ポリマー薄膜⁷⁾、アントラセン分子材料薄膜¹¹⁾、アゾベンゼン⁸⁾およびその誘導体⁹⁾の微結晶水分散液、固相で片道光異性化するヘキサトリエン系分子の微結晶薄膜¹²⁾、などである。これらの要点は以下のとおりである。

PVA-SbQの高感度はH-会合体が光二量化反応の前駆体として機能するためであり³⁾、高分岐シンナメートポリマーではシンナメート基のH-会合体が速やかに光二量化する⁴⁾。これらの結果は光架橋性有機高分子材料の設計に重要な示唆を与える。アゾベンゼン液晶ポリマーの光再配向の速度は非会合体、H-会合体およびJ-会合体により異なり⁵⁾、光配向材料をデザインする上でのヒントとなる。アントラセン誘導体のアモルファス分子薄膜の光環化付加反応では、高次微分スペクトルによって2つの光二量化前駆体の存在が示唆され、速度が異なる2つのプロセスが存在する¹¹⁾。高次微分解析がユニークな役割を果たす他の例として、分子結晶の固相光反応を挙げたい。アゾベンゼン結晶の光異性化反応には非会合体と2つの会合体が関与していることが推定される一方で⁹⁾、N-ジメチルアミノアゾベンゼンの固相光異性化反応は反応速度が大幅に異なる2つのプロセスからなる¹⁰⁾。こうした結果は、光による分子結晶の変形や液状化などのメカニズムに関連するだろう。いずれも分子結晶の最表面層から光異性化が起こることが強く示唆されるからであ

る。顕著に屈曲した分子構造をもつヘキサトリエン誘導体のZEZ-異性体の結晶は、直線状のEEE体へ片道光異性化する。高次微分スペクトルによる解析に基づき、他の異性体を経ずに一挙に異性化するBicycle pedal motionにしたがうメカニズムを提案した¹²⁾。この固相光異性化反応は単一プロセスとして完結しており、ロドプシンを模した光機能性材料への手掛かりになれば、と思う。

高次微分スペクトルを活用する報告は筆者らによる論文以外にはなく、光化学反応をトリガーとする機能性材料の学術ならびに実用化研究で受け入れられることを期待したい。

参考文献

1. 市村, 「微分変換で読み解く紫外可視吸収スペクトル-光反応性材料の新しい挙動解析法」、シーエムシー出版 (2019)。

2. K. Ichimura, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 2016, **89**, 549.
3. K. Ichimura, S. Iwata, S. Mochizuki, M. Ohmi, D. Adachi, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, 2012, **50**, 4094.
4. K. Ichimura, *J. Mater. Chem. C*, 2014, **2**, 641.
5. K. Ichimura and S. Nagano, *RSC Adv.*, 2014, **4**, 52379.
6. K. Ichimura, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 2017, **90**, 411.
7. K. Ichimura, *Chem. Lett.*, 2018, **47**, 1247.
8. K. Ichimura, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2015, **17**, 2722.
9. K. Ichimura, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 2016, **89**, 1072.
10. G. Talsky, L. Mayring and H. Kreuzer, *Angew. Chem. Intl. Ed.*, 1978, **17**, 785.
11. T. Ubukata, T. Sonoda and K. Ichimura, in preparation.
12. Y. Sonoda, M. Goto and K. Ichimura, *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2018, **17**, 271.

【研究室紹介】

東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 谷口 淳 研究室

教授 谷口 淳



1. 研究室概要

谷口研究室の所属する基礎工学部では、一年次は北海道の長万部で教養課程を過ごし、二年次からは東京都葛飾区に新設された葛飾キャンパス（平成25（2013）年4月開学）で専門課程を行い、大学院も同キャンパス内にある。研究室のある葛飾キャンパスの研究棟は11階建てで、電子応用工学科は10階にあるため、見晴らしがよく、スカイツリーや遠くは富士山も見える。研究室の構成員は私立大学なので、毎年平均して学部生10名、修士1年生5名、修士2年生5名の20名くらいの学生がいる。

本研究室のルーツは、ナノテクノロジーの提唱者である故谷口紀男先生であり、先生の教えである総合加工精度がナノメートルである、ものづくりを実践している。本研究室では、ここからさらに発展した超微細形状の創製技術と、複製技術を研究・開発している。次にフォトポリマーと関連する研究紹介を背景と今後の展望を含め記載していく。

2. ナノインプリントリソグラフィ

ナノインプリントリソグラフィ（Nanoimprint Lithography: NIL）は、1995年に現プリンストン大学のChou教授が半導体露光技術の代替え技術として提唱した技術である。原理は微細な金型を電子ビーム露光とドライエッチングを用いて作製し、この金型を熱可塑性樹脂に熱

を加えて転写し、冷却して金型を剥がして転写するといったものである。射出成形やホットエンボスと似ているが、半導体のリソグラフィ用途という点にインパクトがあった。1997年には、10nmの解像度を達成しており、今日も半導体露光装置への適用が試みられている。ただ、1998年ころには、テキサス大学のグループが熱可塑性樹脂を用いてウエハの温度上昇・下降を行うようなプロセスだとナノオーダーでは寸法誤差が出やすいし、タクトタイムも長くなるため、室温で転写可能な紫外線硬化性樹脂を用いたNIL（Ultraviolet NIL）開発を始めた。日本でも1999年からUV-NILを始めようという動きがあり、その立ち上げ段階から、紫外線硬化性樹脂の選定や特性評価などを行ってきた。まず市販の3Dプリンター用の樹脂を試したが、金型との接着性が高く、離型処理を施してようやく転写することができた。市販の製品だと接着が強く、また、微細パターンの形成に難があったため、企業に依頼して離型性が良く転写性も良いものを試供してもらった。このとき、ベースとなった本が感光性樹脂（山岡亜夫/森田浩著、共立出版）という本でPhoto-Polymer法（2P法）の樹脂の組成が参考になった。この時点からフォトポリマーとの接点が生じ、以降は樹脂の開発は企業側に、本研究室ではその評価や転写による製品形成などを行っていった。評価方法では、離型剤と光硬化樹脂の接着エネルギーを測定するために、材料力学で用いられている双片持ちはり試験を用い、離型処理を施した金型が何回転写すると樹脂がくっつくかの耐久試

験法などを考案した。また、耐久試験では転写パターン側の欠陥数を数え、エラー率として定量化も行った。初期はリソグラフィ用途で有用な知見を得るために研究を行ってきたが、2003年にNILが半導体のロードマップ (ITRS) の露光で次世代技術として登場してからは、企業の参加が多数あり、大学としてはリソ用途以外を模索したほうがよさそうということで、三次元ナノ構造物を作製することを開始した。

3. 三次元ナノパターン形成

三次元ナノパターン形成を行うために、電子ビーム露光による方法とイオンビーム加工による方法を開発した。

まず電子ビーム露光であるが、電子ビーム描画は、100nm未満のマスクパターンを作製するのに有効な技術である。しかし、深さを変化させての描画や、三次元形状物への描画にはあまり適用させていなかった。そこで、深さを変化させるために、電子ビームの加速電圧を変化させる方法を開発し、線幅100nm未満で深さ制御されたパターンニングに成功した (図1)。

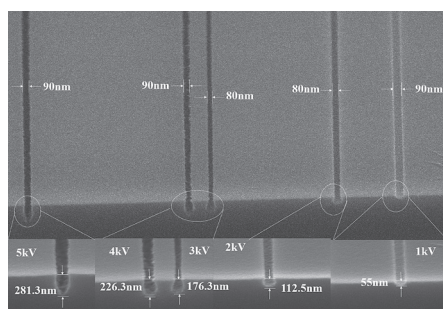


図1. 深さ制御された微細線パターン (金型)

図1で、左側から加速電圧5, 4, 3, 2, 1kVとなっている。いずれも100nm未満で、加速電圧が高い方が深くなっているのがわかる。これは、加速電圧が高いほど、電子ビーム投影飛程 (もぐりこむ深さ) が大きく、レジストへ深く作用するからである。線幅は、ドーズ (電子の個数) で決まるので、ドーズを減らすことで微細線を保ったまま、加速電圧で深さを得るといった手法になる。このような形状は、ホログラムなどの光学素子作製に役立つ。図1を金型として離型処理を行ってUV-NILで紫外線硬化性樹脂へ転写した結果を図2に示す。

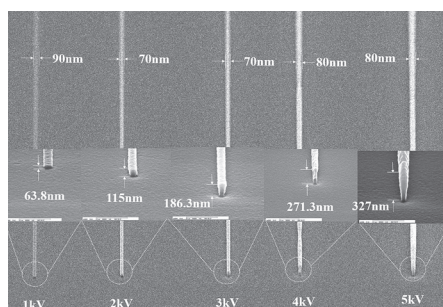


図2. UV-NILにより転写された微細線パターン (転写パターン)

次に、イオンビームを用いた反射防止構造の作製について紹介する。反射防止構造は、以前はFPD表面にも搭載されており、ナノパターンが実用となった例である。本研究室では、グラッシーカーボン (Glassy Carbon: GC) に酸素イオンビームを照射するだけで反射防止 (モスアイMoth-eye: 蛾の目の意味) 構造となることを見出した。図3にモスアイ構造の写真と拡大した電子顕微鏡写真を示す。写真は半分モスアイ加工を施したGC基板になっており、未加工部分は蛍光灯の光が反射しているのに対し、加工部は蛍光灯が映り込んでいない。拡大の電子顕微鏡写真では、根元の直径100nm程度で、高さ1000nmの針状の構造が形成されていることが分かる。この基板の反射率は0.1%未満と低反射率の表面ができた。この構造は高アスペクト比の構造であり、接着で考えると表面積が大きくアンカー効果が働くと考えられ、UV-NILで転写することが当初は非常に難しかった。何とか離型方法を確立して転写できるようになったので、その工程と転写結果を図4に示す。図4①でGCのモスアイ構造を準備する。GCは黒色のため、ディスプレイなどの表面に使用する場合は透明なフィルムにモスアイ構造が必要となる。図4②ではGC表面にフッ素系のシランカップリング剤で離型処理を行った。図4③では離型処理したGCモスアイ金型上に紫外線硬化性樹脂を滴下し、上からPETフィルムを被せUV光を照射して樹脂を硬化させた。図4④ではPETフィルムをモスアイ金型から剥がして、モスアイ構造付フィルムを転写した。右下の電子顕微鏡写真では、100nm直径で1000nm程度の高さの針状形状が転写できていることが分かった。このような細かいパターンも転写できることをみて、フォトポリマーのポテンシャルを感じた。次に転写したフィルムの外観を図5に示す。一番左のものは、PETフィルムだけのもので、蛍光灯が反射し下の文字

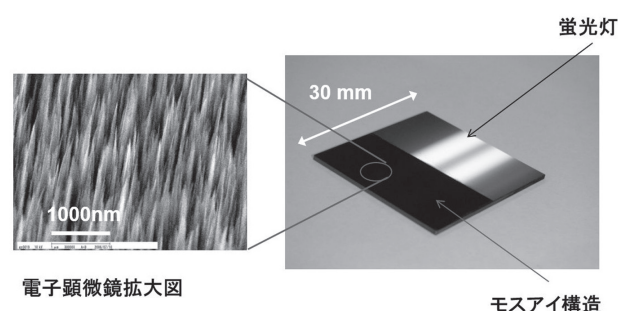


図3. GC上のモスアイ構造

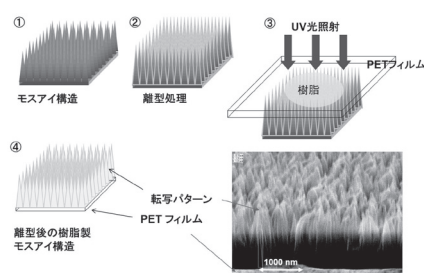


図4. モスアイ構造の転写工程と転写した樹脂パターン

が見にくくなっている。真ん中のものは、PETフィルムの上に反射防止構造を作製したものである。下の文字が見やすくなっている。一番右のものが、反射率0.3%の樹脂フィルムになる。これは、下の文字がはっきりと見えており、何もないように見える。このようにナノオーダーの三次元構造をフォトポリマーで複製できることがわかり、ナノテクを用いたものづくりに無くてはならないものといえる。

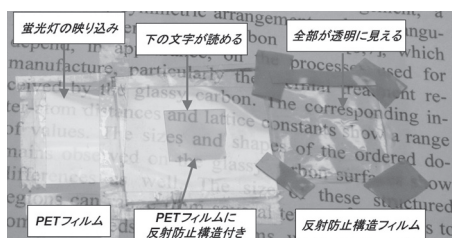


図5. 反射防止構造付きフィルムの外観写真

【新製品・新技術紹介】

カーボンナノチューブ（CNT）を用いたヤモリテープ（Nitto Gecko®）

日東電工株式会社 研究開発本部 増田 将太郎

1. はじめに

我々はこれまでに、基幹技術である粘着技術についてさまざまな検討をおこなってきた。しかし、粘着剤の使用状況が複雑多様化するにつれて従来の技術の延長では解決できない課題もでてきている。例えば、「貼るときは強く、剥がすときは弱い接着力を有する」、「分子レベルで接着面に残渣がない」、「どの素材にも貼りつく」といったような究極の粘着剤をつくることは非常に技術難易度が高い。

本稿では、これまでの技術にとらわれない新しい粘着メカニズムである、ヤモリの足の粘着をカーボンナノチューブ（CNT）により生体模倣した、新しい粘着剤について紹介する。

2. ヤモリの足の粘着メカニズム

ヤモリの足の粘着メカニズムはこれまでに、吸盤や摩擦作用のある構造、インターロッキング（かみ合わせ）、メニスカスなど多くの仮説が議論されてきたが、100年間にわたり解明されていなかった。2000年になって、K. Autumnら¹⁾によりファンデルワールス力による吸着により粘着性を発現しているとの説明がなされた。ファンデルワールス力とは、電荷的に中性な無極性な分子であっても、電荷のゆらぎが生じるために瞬間的に分布が非対称になることで、生じた双極子により相互作用を起こすことで発生する力である。これは電気的な力であるが、揺らぎによって発生しているため、大きさは非常に小さい。一方、ヤモリの足裏には微細な繊維構造が存在しており、それぞれの繊維は先

4. 今後の展望

本研究室では、これまで紹介してきた技術を生かして、企業と連携して高硬度で防汚性のあるモスアイ構造の作製を行ったり、セラミックスを混ぜた光硬化性樹脂を金型で成形しその後焼結することで樹脂を飛ばしセラミックスを焼成させたりしている。これによってセラミックスのマイクロパターニングに成功している。このように、今後の技術もフォトポリマーを応用することで高機能な製品や新しいものづくりが可能となる。

E-mail:junt@te.noda.tus.ac.jp

URL:<http://www.te.noda.tus.ac.jp/laboratory/taniguchi/index.html>

端でさらに微細にスパチュラ形状に分岐している。先端では毛先の直径はおよそ0.2 μm 程度である（図1）。

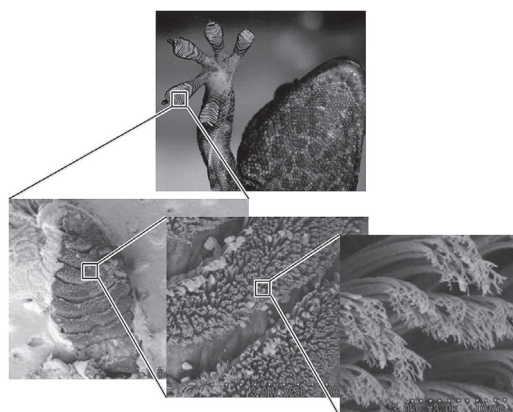


図1 ヤモリの足裏の微細な繊維構造
（左から右に拡大していった電子顕微鏡像）

この繊維構造が接着面に追従することでせん断粘着力を発現するのであるが、ここで重要なのはヤモリの足裏の繊維が10億本/cm²にも及ぶ膨大な繊維密度を有するという点である。繊維1本1本に働くファンデルワールス力は非常に小さいが、膨大な繊維の数を足し合わせることで大きな吸着力を生み出しているのである。また1本1本の力は非常に小さいため、被着体との接触の角度をうまく調整し、剥離のきっかけをつくることで吸着と剥離のコントロールができると考えられる。

3. CNTを用いたヤモリテープ

これまでに述べてきたヤモリの足の繊維構造を生体模倣すべく、我々はさまざまな樹脂材料にて検討をおこなってきたが、微細な繊維構造を作りこむと繊維が凝集してしまうという課題が解決できずにいた。繊維が凝集してしまうと実効的な繊維密度が低下するため粘着力を発現できないのである。試行錯誤の結果、CNTで繊維構造を作りこめばヤモリの足の繊維構造を再現できることを突き止めた。

ヤモリの足の繊維構造が凝集しない理由であるが、根元が太く先端になるにつれ細くなる階層構造をとっているためだと考えられている。我々はこの階層構造を模倣するのではなく、繊維の1本1本を剛直にすることで繊維の凝集を回避しようと考えた。結果としてCNTを用いることで解決できることを見出したのである。従来のような粘着剤であればバルクの弾性率の制御により粘着特性を発現（柔らかいことで接着面に追従させる）しているためこのようなアプローチは難しいが、ヤモリの粘着メカニズムであれば繊維1本の弾性率が大きな硬い素材でも粘着力を発現させることが可能である。なお、A. K. Geimら²⁾はポリイミドにて繊維構造を再現することに成功している。

ここでCNTについて簡単に説明しておく。CNTは炭素の共有結合からなるグラファイトの1原子層であるグラフェンが円筒状になった形状をしている³⁾。1つの円筒で形成されるものを単層CNT、円筒が入れ子にいくつも存在するものを多層CNTと呼ぶ（図2）。CNTの直径は単層のもので2-3nm程度であり、多層のものでは20-30nmに達する。単層CNTは1層であることから制御および評価がしやすくさまざまな物性が評価されているが、多層CNTはさまざまな直径、層数が混在するため物性について詳細にはあまり評価されていない。CNTはその完全性の高い構造から優れた機械的・熱的・電気的特性を有し、また化学的な安定性も高く、次世代の材料としてさまざまな研究開発がおこなわれている。

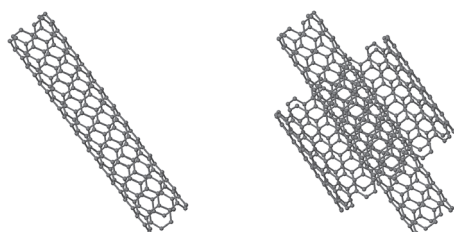


図2 CNTの構造（左が単層CNT、右が2層CNT）

4. ヤモリテープ（Nitto Gecko®）の作製方法

実際にCNTを用いて繊維構造を作りこんだヤモリテープの作製方法について説明する。CNTの合成方法は種々存在するが、我々は触媒を用いた化学気相成長（CCVD：Catalytic Chemical Vapor Deposition）を用いてヤモリテープを作製した。具体的には触媒として鉄（Fe）の薄層をシリコンウエハ基板に成膜する。そののち、不活性ガス中にて加熱しFeをナノ粒子化させ

る。高温の状態（約800℃）を維持しながら、炭素源となるエチレン（ C_2H_4 ）ガスを導入することで、分解した C_2H_4 の炭素がFeナノ粒子に融解し、フラーレン状のキャップからナノチューブが成長する。

基本的な作製方法は示した通りであるが、先に述べたCNTの直径や層数、繊維の状態などの制御がさまざまな特性の発現には不可欠である。ヤモリテープではさまざまなプロセス条件を検討することでこれらをコントロールし、特性のチューニングをおこなっている⁴⁾。作製したサンプルは基板から剥離が容易かつCNT単体でシート形状を維持でき、繊維も凝集していない（図3）。

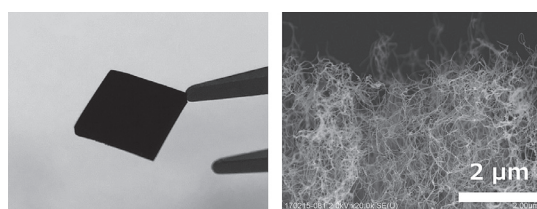


図3 CNTを用いたヤモリテープ（左がピンセットで持ち上げた状態、右が電子顕微鏡断面像）

5. ヤモリテープ（Nitto Gecko®）の特性

ここからは作製したヤモリテープの特性について説明する。まず、粘着特性であるが、水平方向には極めて高いグリップ力（摩擦力）を有するが、垂直方向には極めて低剥離力であることが大きな特徴である。これは、先に述べたように被着体との接触の角度が影響しているものと考えている。摩擦力の指標である静止摩擦係数 μ を評価すると、一般的な樹脂材料よりも非常に大きな値を持つことが分かる（図4）。なお評価方法は被着体の上に荷重 Mg をかけ水平方向に力 F をかけ滑り出すときの力から求めた（ $F = \mu Mg$ ）。

また、静止摩擦係数の評価は小さな荷重にておこなっているが、荷重を大きくすれば被着面への追従性が高まり水平方向へ粘着性を持たせることが可能である。しかしながらこの場合は繊維の状態が大きく変化するため繰り返しての使用は困難となる。

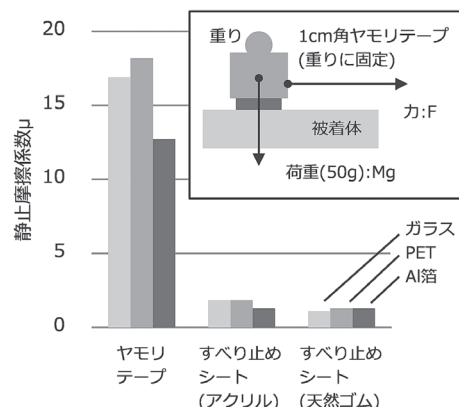


図4 静止摩擦係数の評価（いずれの被着体に対しても樹脂のすべり止めシートより μ は非常に大きい）

6. おわりに

ヤモリの足の粘着をCNTにより生体模倣した、新しい粘着剤について紹介をおこなった。検討した結果、水平方向には極めて高いグリップ力（摩擦力）を有するが、垂直方向には極めて低剥離力であるヤモリテープを実現した。

CNT単体で構成されるシートであることを生かし、高温中や真空中での使用や、極端に汚染を嫌う状況（カーボンのみで構成されるためカーボン以外の汚染はない）での用途探索を現在も実施中である。また、

CNTの熱的・電気的特性を生かした粘着剤以外への新たな用途への応用も実施していく予定である。

参考文献

- 1) K. Autumn et al., *Nature*, 405, 681–685 (2000)
- 2) A. K. Geim et al., *Nature Materials*, 2, 461–463 (2003)
- 3) S. Iijima, *Nature*, 354, 56–58 (1991)
- 4) Y. Maeno and Y. Nakayama, *Appl. Phys. Lett.*, 94, 012103 (2009)

【会告1】

第37回国際フォトポリマーコンファレンス

マイクロリソグラフィ、ナノテクノロジーとフォトテクノロジー —材料とプロセスの最前線—

主催 フォトポリマー学会
協賛 千葉大学、フォトポリマー懇話会、
日本化学会、高分子学会
後援 応用物理学会

Materials and Processes

- A14. General Scopes of Photopolymer Science and Technology
P. Panel Symposium “EUV Lithography toward 10nm and below”

B. 日本語シンポジウム

- B1. ポリイミド及び高温耐熱樹脂—機能化と応用
B2. プラズマ光化学と高分子表面機能化
B3. 光機能性デバイス材料
B4. 一般講演
(1) 光物質科学の基礎（光物理過程、光化学反応など）
(2) 光機能素子材料（分子メモリー、情報記録材料、液晶など）
(3) 光・レーザー・電子線を活用する合成・重合・パターンニング
(4) フォトファブリケーション（光成形プロセス、リソグラフィ）
(5) レジスト除去技術
(6) 装置（光源、照射装置、計測、プロセスなど）

第37回国際フォトポリマーコンファレンスが、5月18日（月）～21日（木）に幕張メッセ国際会議場（JR京葉線海浜幕張駅下車徒歩5分）で開催されます。

今回はオリンピック開催に伴う会場の使用制限により、通常よりも1ヶ月程度早期開催となっております。

国内外の研究者、技術者によるフォトポリマーに関する科学と技術の研究結果の発表が行われ、多くの基調講演も予定されています。

今年は以下の構成により行われます。

A. 英語シンポジウム

- A1. Next Generation Lithography, EB Lithography and Nanotechnology
A2. Nanobiotechnology
A3. Directed Self Assembly (DSA)
A4. Computational/ Analytical Approach for Lithography Processes
A5. EUV Lithography
A6. Nanoimprint Lithography
A7. 193nm Lithography Extension
A8. Photopolymers in 3-D Printing/ Additive Manufacturing
A9. Advanced Materials for Photonic/ Electronic Device and Technology
A10. Strategies and Materials for Advanced Packaging, Next Generation MEMS
A11. Chemistry for Advanced Photopolymer Science
A12. Organic Solar Cells – Materials, Device Physics, and Processes
A13. Fundamentals and Applications of Biomimetics

昨年の講演数は英語シンポジウム129件、日本語シンポジウム51件で、コンファレンス全体の講演数180件と多くの講演がありました。今年は質、量ともにさらに充実したコンファレンスになると思われます。フォトポリマーに関心をお持ちの方々は是非参加してください。

コンファレンスの概要、講演申込、参加登録については、「第37回国際フォトポリマーコンファレンス講演募集」の Broschüre、またはホームページ (<http://www.spst-photopolymer.org/>) をご覧いただく

か、事務局（右記）へお問い合わせください。

講演申込締切日 12月27日（金）
講演論文提出期日 3月2日（月）
参加申込予約締切日 4月15日（水）

参加登録には予約申込による方法と当日登録による方法がありますが、できるだけ予約申込により参加登録をお済ませください。締切日を過ぎると当日登録扱いになり参加登録費が高くなります。

第37回国際フォトポリマーコンファレンス事務局
〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学共生応用化学専攻 唐津 孝
TEL: 043-290-3366
FAX: 043-290-3401
E-mail: office@spst-photopolymer.org

またコンファレンス期間中、展示会を併設します。展示会出展企業を募集いたします。上記事務局にお申し込みまたはお問い合わせ下さい。

【会告2】

【第236回講演会】

日時：2020年1月28日（火）13時～17時
会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
テーマ：『短波長光源と波長の科学 ～マッチングと新しい選択～』

プログラム：

- 1) エキシマランプを用いたポリマー表面処理と
応用例 ウシオ電機(株) 伊藤寛泰氏
- 2) 革新的なモノづくりと分子接合技術
岩手大学 八甫谷明彦氏
- 3) 医用LIGAプロセスの研究開発
兵庫県立大学 内海裕一氏
- 4) 準単色・偏極ガンマ線の発生と利用研究
兵庫県立大学 宮本修治氏

参加費：（予稿集代を含む）

会員：1社2名まで無料（要、会員証呈示）

非会員：3,000円、学生：2,000円

申込方法：

ホームページ (<http://www.tapj.jp>) のメールフォームにて送信、又は氏名・所属・連絡先を明記の上
FAXにて事務局（043-290-3460）まで。

定員：95名（定員になり次第締め切ります）

【令和2年度総会ご案内】

下記の通り令和2年度フォトポリマー懇話会総会を開催します。ご出席いただきたくお願いいたします。

日時：2020年4月23日（木）13時から
会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
議事：

1. 令和元年度事業報告承認の件
2. 令和元年度収支決算ならびに年度末貸借対照表承認の件
3. 令和2年度事業計画および予算案承認の件
4. その他

【第237回講演会】

日時：2020年4月23日（木）13時30分から
会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
テーマ：『次世代リソグラフィ技術の展開』

参加費：（予稿集代を含む）

会員：1社2名まで無料（要、会員証呈示）

非会員：3,000円、学生：2,000円

申込方法：

ホームページ (<http://www.tapj.jp>) のメールフォームにて送信、又は氏名・所属・連絡先を明記の上
FAXにて事務局（043-290-3460）まで。

定員：95名（定員になり次第締め切ります）

編集者 小関健一

発行人 鴨志田洋一

発行所 フォトポリマー懇話会事務局

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33

千葉大学大学院工学研究院 融合理工学府 物質科学コース内

電話/FAX 043-290-3460

URL: <http://www.tapj.jp/>

2020年1月5日発行