

フotpolymer懇話会 ニュースレター

No.68 October 2014



Photopolymer Science and Technology Related Research and Industry in Turkey

Istanbul Technical University, Department of Chemistry,
Maslak 34469, Istanbul, Turkey

Professor Yusuf Yagci

It is generally stated by the economists and political scientists that the economy of Turkey is an emerging market economy based on agricultural products, textiles, motor vehicles, ships and other transportation equipment, construction materials, consumer electronics, home appliances, banking, transport, and communications. Parallel with the economical developments, "Photopolymer Science and Technology Related Industry" started to play an increasingly important role in the related industries and markets. Initial industrial applications commenced at the late seventies and involved UV-curable wood and metal coatings. Today, furniture industry extensively using wood coatings has become one of the major exporting industries. The industrial activity and progress in other photopolymer technologies used in more sophisticated areas such as microelectronics, output device, semiconductor and display industries were developed at much later dates mainly after 1990. The research in the industry in these areas is limited and productions are achieved mainly by technology transfer. It is worth to mention one interesting case for the industrial research and development in the photopolymer technology. A newly (2003) established company which is located in a relatively less developed region of Turkey conducts research by collaborating with universities and produces high quality intraocular lenses using its own innovative technology on photopolymerization. The majority of their production is exported to Europe and North and South of America.

Compare to the industry, the research in academia which is

conducted at the universities and some research institutes such as Turkish Scientific and Technological Council (Tubitak) is a relatively more advanced state. As a matter of the fact, the research in the photopolymer science and technology in Turkey was founded by Prof. Yagci, the author of this article, in 1980 when he joined Istanbul Technical University after completing his PhD at Liverpool University which was the center of photopolymer science and technology in Europe led by Prof. Bamford and Prof. Ledwith. Since then, many MSc and PhD students and post-doctors have been trained and educated in the field of photopolymer science and technology, and spread out to the different universities and companies.

There are four main research groups in the universities in the field. Prof. Yagci's group at Istanbul Technical University is the largest and most active group. His research activities cover almost all aspects of photopolymer science and technology including photopolymerizations of all modes, controlled/living polymerizations and photoinduced click reactions. The second largest group is headed by Prof. Nergis Arsu at Yildiz Technical University. This group focuses on the development of thioxanthone based photoinitiators and their photophysical properties. Prof. Duygu Avci Semiz at Bogazici University concentrates on bio related photopolymers such as dental materials, bone targeting polymers and hydrogels. A small group at Marmara University run by Prof. Nilhan Kayaman Apohan deals with polyurethane acrylates.

【研究室紹介】

独立行政法人理化学研究所 創発物性科学研究センター 生体工学材料研究チーム

川本 益揮

当研究チームは独立行政法人理化学研究所 創発物性科学研究センター（RIKEN Center for Emergent Matter Science (CEMS)）に所属しています。CEMSは2013年4月に発足した新しい研究組織で、物理、化学、エレクトロニクスの3分野の研究者が集結する物性科学の研究拠点となっています。創発とは、物質が構成する多数の要素からなる集合体が個々の総和とならず、全く新しい性質として出現する現象のことです。多数の電子が強く絡み合うことで出現する「強相関電子物理」、分子の自己組織構造によって新たな機能を発現する「超分子機能化学」、量子力学が支配する状態変数を利用した「量子情報エレクトロニクス」は創発現象の特異的な例です。200名を超える研究者がこれら3つの研究部門に所属し、真にチャレンジングな研究を推進しています。

生体工学材料研究チームは超分子機能化学部門に所属し、主任研究員研究室である伊藤ナノ医工学研究室内のメンバーが兼務で関わっています。スタッフは主任研究員である伊藤嘉浩チームリーダーに加え、鶴澤尊規専任研究員、上田一樹研究員、筆者の4名からなっており、他にテクニカルスタッフ、秘書、大学院生あわせて10名ほどで成り立っています。

CEMSの研究目標は、創発物性科学によって革新的なエネルギー機能を生み出し、未来社会に貢献することです。再生可能エネルギーである太陽光や熱を電力に変換する太陽電池や熱電素子は化石燃料の代替エネルギーとして注目されているものの、エネルギー変換効率の向上が課題となっています。生体工学材料研究チームは生体成分からなる素子と人工素子・材料とを複合化することで、環境調和型高効率エネルギー収集・変換のための創発材料の研究をおこなっています。

生体工学材料というチーム名が表すように、われわれは生体分子が有するユニークな機能と工学的手法を組み合わせることで、新しいものづくりの方法論の確立と、生体分子-人工分子複合機能性材料の開発を目指しています。具体的には、進化分子工学的手法を用いて、標的に対して特異的に結合する生体分子（DNA, RNA, ペプチド等）を人工的に作り出しています。進化分子工学とは地球上における生物の進化（突然変異-淘汰-増幅の繰り返し）を実験的手法によって短時間で実現する技術のことです。分子進化工学的手法によって進化にかかるスピードを格段に高めることがで

ければ、生物進化の一回性にとらわれることなく、所望の物質を短時間で確実に作り出すことができます。われわれは、リボソームディスプレイ法によって標的分子に対して結合性の高い生体分子（アプタマー）を選択的に得る手法を確立しました。ペプチドアプタマーを得るための概略を図1に示します。一連の操作によって特定の標的に強く結合するペプチドアプタマーをスクリーニングすることができます。また、生体分子へ非天然核酸、非天然アミノ酸を導入し、天然には存在しないアプタマーを合成することが可能です。さらに光応答分子、蛍光色素といった人工分子を組み込むことで、新しい機能を付与した核酸アプタマーやペプチドアプタマーを開発することができます。このように当チームでは、遺伝子工学的手法と有機合成的手法を組み合わせることで、生体分子と人工物質の長所を取り入れたユニークな機能分子の創出を目指しています。そのため機能分子の開発には、有機化学、高分子化学、分子生物学、遺伝子工学等、複数の領域を横断する分野融合的な研究を展開しています。

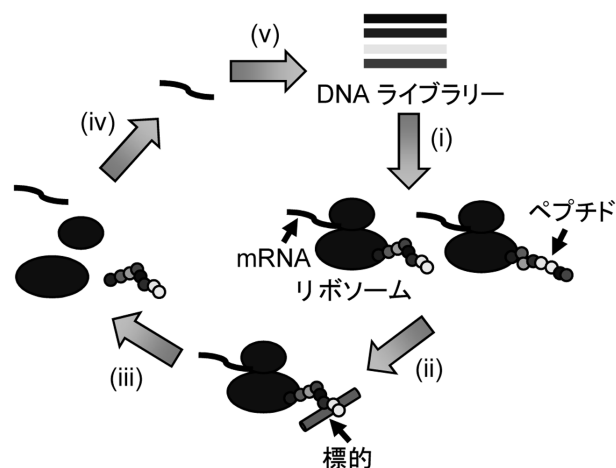


図1. リボソームディスプレイの概略。(i)ランダム配列のDNAライブラリーを転写後、無細胞翻訳系に加え、リボソーム-ランダム配列ペプチド-mRNA複合体を形成する。(ii)ディスプレイされたペプチドの中で標的とアフィニティ結合する。(iii)結合しない複合体を洗浄によって取り除いた後、結合した複合体を回収する。(iv)複合体を分解してmRNAを単離する。(v)回収した遺伝子を増幅し、最初のステップへ戻る。

研究成果の一例を紹介します。最近われわれは、水中で効率よくカーボンナノチューブを分散するペプチドアプタマーを見いだしました。単層型カーボンナノチューブ (Single-walled carbon nanotube, SWCNT) は炭素原子からなる筒状化合物です。グラファイト 1 層 (グラフェン) を継ぎ目なく丸めたものが SWCNT であり、筒の直径や炭素原子の配列 (キラリティー) の異なるものが多数存在します。sp²炭素からなる SWCNT は柔軟かつ強靱な構造を有するため、様々な応用が期待されています。例えば、トランジスタやセンサー等のナノデバイスや配線、透明電極への応用が検討されています。しかし、強い π - π 相互作用によって生じる SWCNT の凝集は加工性に劣るため、デバイス応用には優れた可溶化技術が望まれています。例えば、SWCNT の表面を化学的に修飾、改質すると凝集が弱まり、有機溶媒や水へ分散することができます。しかしこの方法では、炭素原子の sp² 構造が大きく変化するため、SWCNT の電子的性質を損なうことになります。一方、界面活性剤や DNA、タンパク質、ペプチド等を用い、SWCNT との非共有結合相互作用を利用した分散方法が検討されています。これらの物質が SWCNT の表面を覆うことで凝集を抑制し、水中でも SWCNT を分散することができます。しかし、どのような分子が優れた分散性を示すかについての知見に乏しいため、分散剤の分子構造が SWCNT との親和性や分散性に及ぼす影響についての系統的研究が切望されています。

われわれはリポソームディスプレイ法を用い、標的である SWCNT に対して高い親和性を有するペプチドアプタマーを選別し、水中における分散性について検討しました。その結果、臨界ミセル濃度以下で SWCNT を分散するアプタマーを見いだしました (図 2)。通常用いられている界面活性剤と比較すると、1/10 以下の濃度で SWCNT を分散することが可能であり、少なくとも数ヶ月は安定な分散状態を示します。分散剤を加える前の水溶液は、強い凝集のため SWCNT が沈殿します (図 2a)。一方、ペプチドアプタマーを加えると SWCNT の表面にアプタマーが付着し、分散水溶液となります (図 2b)。SWCNT の分散性を透過型電子顕微鏡で確認すると、アプタマーを加えたサンプルは SWCNT 一本一本がほぼほどけた状態で存在することがわかりました (図 2d)。本ペプチドアプタマーが極低濃度で効率よく SWCNT を分散するメカニズムについて、現時点では明らかではありません。しかし、SWCNT との優れた親和性を示す一つの要因として、芳香族アミノ酸との π - π スタッキングに伴う分子間相互作用を考えることができます。ペプチドアプタマーはフェニルアラニン、トリプトファン、チロシンといった芳香族アミノ酸を含みます。これらのアミノ酸が効率よく SWCNT 表面に付着することで、

凝集を抑制する鍵となっているようです。

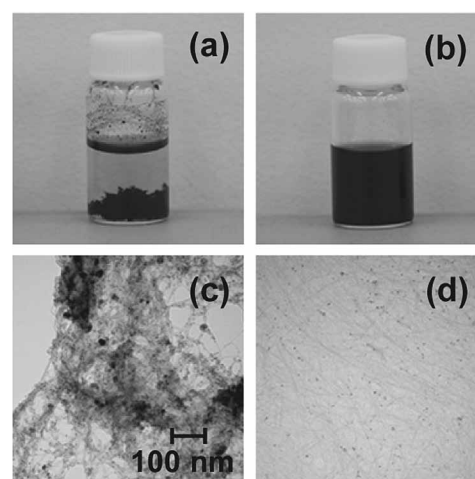


図 2. 水中における SWCNT の分散挙動 (a) SWCNT のみ (b) ペプチドアプタマーを加えた SWCNT の分散水溶液。SWCNT の透過型電子顕微鏡像 (c) SWCNT のみ (d) ペプチドアプタマー-SWCNT 複合体

可溶化技術同様、キラリティーの分離は SWCNT のデバイス応用にとって重要な課題です。SWCNT はキラリティーによって金属的性質と半導体性質を示します。合成した SWCNT はこれらの混合物であるため、そのまま用いた場合、電気的性質の異なる材料を使用することになります。金属型 SWCNT、半導体型 SWCNT を分離することができれば、高純度な材料を用いることが可能です。例えばトランジスタへ応用する場合、半導体的性質が必要でし、電極を作製するには高い導電性を示す金属的性質が要求されます。現在、われわれは極低濃度のペプチドアプタマーを含む SWCNT 分散水溶液からキラリティーの選択的分離を試みています。金属型、半導体型 SWCNT 混合物へ混ぜるだけで特定のキラリティーを選別することができれば、新しい機能を有するペプチドアプタマーになると期待しています。また、ペプチドアプタマー-SWCNT 複合体は、生体分子-人工物質からなるハイブリッド材料であり、複合化によって本来疎水性である SWCNT へ生体適合性を付与することが可能です。生体適合性 SWCNT を用い、局所的な生体分子反応を検出するバイオセンサーや、バイオイメージング材料への展開も期待できます。さらに SWCNT のエネルギー変換機能を利用した創発材料の開発と光電変換素子への応用を進めています。われわれが調製した複合材料は分散水溶液であるため、溶液プロセスで成膜することができます。生態系にとってもっと安全な物質である水からエネルギー変換素子を作ることができれば、グリーンケミストリーの観点からも興味ある作製プロセスになると考えています。



研究室集合写真

前列中央：伊藤 嘉浩主任研究員（兼 チームリーダー）、後列右端：筆者

第31回国際フォトポリマーコンファレンスの報告

フォトポリマーコンファレンス組織委員 遠藤 政孝

第31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—）は、千葉大学けやき会館にて7月8日（火）～11日（金）に開催された。今年度は通常の開催時期とは異なったが、参加者は約300名と盛況であった。

コンファレンスの講演は以下の英語シンポジウム、日本語シンポジウムにより行われた。

A. 英語シンポジウム

- A1. Next Generation Lithography and Nanotechnology
- A2. Directed Self Assembly (DSA)
- A3. Nanobiotechnology
- A4. Advanced Materials for Molecular Device and Technology
- A5. 193nm Lithography and Immersion Lithography/ Double Patterning/ Multi Patterning
- A6. EB Lithography
- A7. Nanoimprint Lithography
- A8. EUV Lithography
- A9. Computational/ Analytical Approach for Lithography Processes
- A10. Chemistry for Advanced Photopolymer Science
- A11. Photofunctional Materials for Electronic Devices
- A12. General Scopes of Photopolymer Science and Technology

- P. Panel Symposium “Advanced Patterning Materials and Processes (EUV, EB, DSA, Double/ Multi Patterning, Nano-imprint etc.)”

B. 日本語シンポジウム

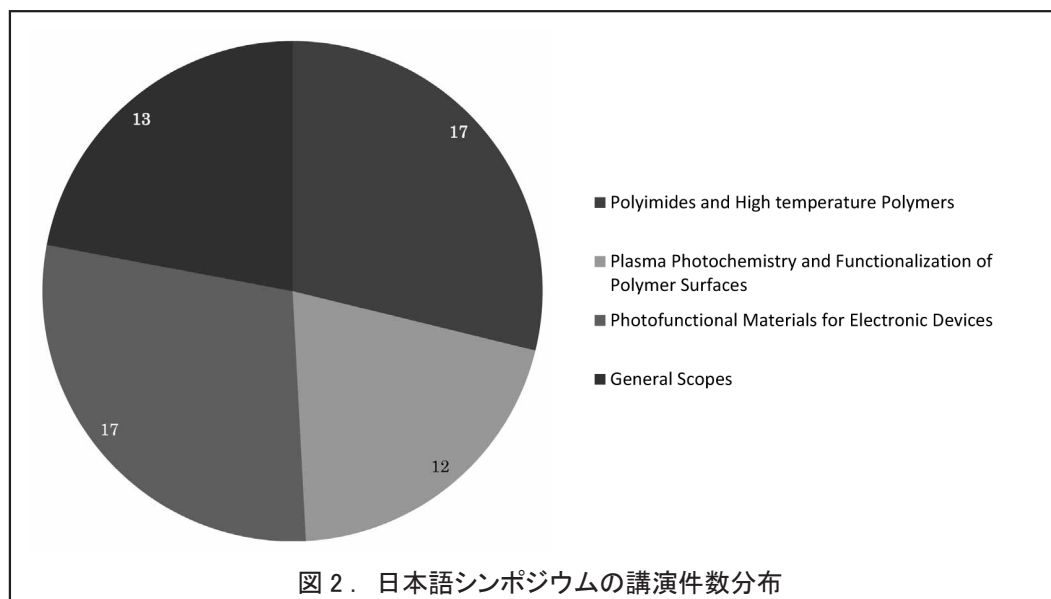
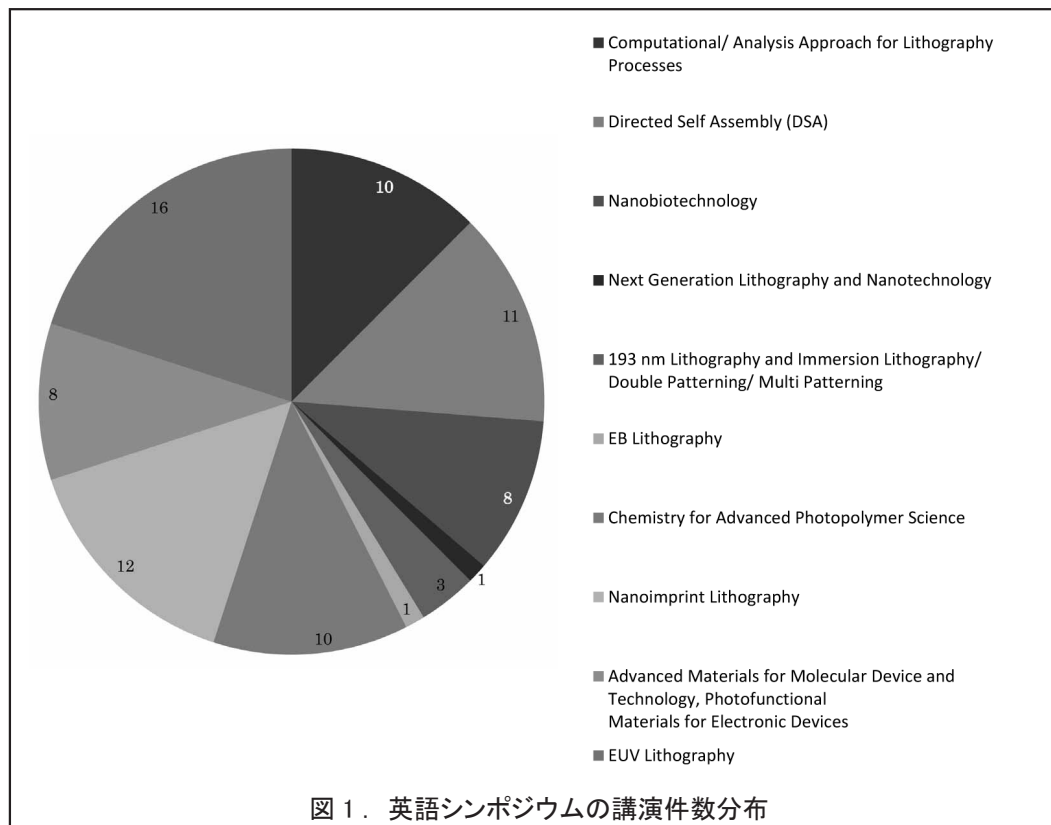
B1. ポリイミド及び高温耐熱樹脂－機能化と応用－

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

講演件数は英語シンポジウム 80 件、日本語シンポジウム 59 件の計 139 件となった。日本語シンポジウムの講演件数は過去最多であった。図 1 に英語シンポジウム、図 2 に日本語シンポジウムのそれぞれの講演件数の分布を示す。以下各シンポジウムの概略を記す。



[英語シンポジウム]

今年度初めて行われた Computational/ Analysis Approach for Lithography Processes は、Directed Self Assembly (DSA) をはじめとするリソグラフィプロセスをシミュレーションを用いて議論する論文が集められ、斬新なシンポジウムであった。DSA では、解像性を向上させるためにより乖離しやすい高 χ (カイ) のブロックコポリマーに関する講演等が多かった。有機-無機のコポリマーが示された。Nanobiotechnology では Keynote Lecture 1 件を含む多くの講演が行われた。193 nm Lithography and Immersion Lithography/ Double Patterning/ Multi Patterning では、マルチパターンニングの実証、TiO_x、ZrO_x 等のメタルハードマスクに関する講演があった。Chemistry for Advanced Photopolymer Science では、光架橋反応、塩基増殖剤、パルスラジオリシスによる反応解析等の講演があった。パラレルセッションで行われた Nanoimprint Lithography では、UV ナノインプリントの Keynote Lecture を含む多くの講演が行われた。Advanced Materials for Molecular Device and Technology と Photofunctional Materials for Electronic Devices は、合同セッションで行われ、興味深い論文が集められた。EUV Lithography では最多の講演が行われた。EUV Lithography 最大課題の光源パワーは、目標の 250W に対して現状 40W であることが Keynote Lecture で示された。レジストでは、メタルレジストについての講演が多かった。EUV に対して吸収が大きいという利点がある。レジストの解像度、ラフネス、感度のトレードオフの課題を改善するための材料、プロセスからの様々なアプローチも論じられた。また、レジストからのアウトガスの検討、アウトオブバンド光の課題への対処についての講演等があった。Panel Symposium は、Advanced Patterning Materials and Processes (EUV, EB, DSA, Double/ Multi Patterning, Nano-imprint etc.) の主題で行われた。次世代リソグラフィ材料・プロセスについて 5 名のパネリストによるショートプレゼンテーションとラップアップが行われ、最新の状況が把握できて興味深かった。EUV の光源パワー、ダブル/マルチパターンニングのコスト、DSA のパターン設計、欠陥等の課題が改めて示された。参加者約 100 名と盛況だった。

[日本語シンポジウム]

ポリイミド及び高温耐熱樹脂では Keynote Lecture 1 件をはじめとする多くの講演があった。プラズマ光化学と高分子表面機能化では Keynote Lecture 1 件を含む様々なプラズマ関連の講演が行われた。光機能性デバイス材料では、2 件の Keynote Lecture を含む多くの講演があった。一般講演では光塩基発生剤、光酸発生剤等の講演があった。

10 日には The Photopolymer Science and Technology Award の授賞式が行われた。本年度の受賞は 2 件で以下の通りであった。

- ・ The Outstanding Achievement Award : Prof. Kinoshita (兵庫県立大)
- ・ The Best Paper Award : Kato et al. (東芝)

また同日開催された Banquet はコンファレンス参加者間の交流を広げ、情報交換の場として非常に有意義であった。

コンファレンス期間中、Technical Exhibition が行われた。本年は 3 ブースの展示があった。コンファレンスに関係する技術であり、いずれも興味深かった。

コンファレンスのジャーナルのインパクトファクターも高い値を得ており、コンファレンスの意義は益々重要になってきている。来年度以降も一層充実した学会となるように組織委員の一員として努力していく所存である。なお、今年度のジャーナルの特集号は、Panel Symposium で行われた Advanced Patterning Materials and Processes (EUV, EB, DSA, Double/ Multi Patterning, Nano-imprint etc.) について刊行される予定である。

第 32 回国際フォトポリマーコンファレンスは、2015 年 6 月 24 日 (水) ~ 26 日 (金) に幕張メッセ国際会議場にて開催される。パネルシンポジウムは、Advanced Patterning Materials and Processes: Opportunities in Sub-10nm Half Pitch Patterning and beyond の主題にて行われる。

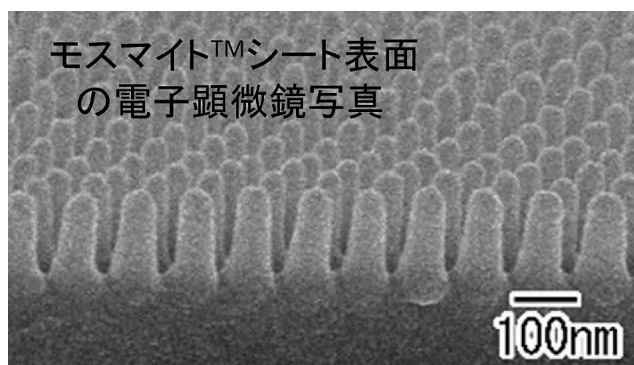
【新製品・新技術紹介】

モスマイト™シート

三菱レイヨン株式会社 研究開発統括部 藤原 匡之

I. はじめに

当社はKAST（公益財団法人神奈川科学技術アカデミー）の益田教授と共同で表面にナノレベルの凹凸を有する機能性シートの開発に成功いたしました。



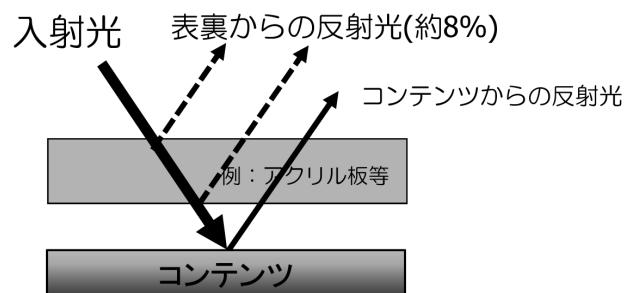
これは、益田教授の発明した「陽極酸化技術を応用したアルミナナノホール金型の製造技術」¹⁾と当社がプリズムシート製造において培ってきた「紫外線硬化樹脂を用いた精密賦形技術」の融合により達成されたものです。ナノレベルの凹凸を規則正しく表面に配列することにより、光の反射が抑えられる、あるいは撥水性が発現し水をはじく、という現象・機能は古くから知られていましたが、従来のリソグラフィ技術とナノインプリント技術による製造方法では大きな面積をつなぎ目無しで安価に製造することは難しい状況でした。

益田教授の発明された技術を用いると規則正しくナノレベルの穴が配列した円筒状の金型を比較的安価に製造することが可能となり、その金型さえ変化しなければ原理的には無限にフィルム上にその逆パターンを転写し、表面にナノレベルの凹凸を有する機能性フィルムを製造することが可能です。しかしながら、その量産化に際しては、金型の製造技術及び検査技術、そして、フォトポリマーの開発と転写技術・検査技術に多くの時間が費やされました。中でもフォトポリマーの開発と転写技術に関しては、当初、プリズムシートの応用で容易に開発可能と期待されましたが、実際にはミクロとナノの違いは大きく、特に金型からの剥離に関して困難を極めました。数10μm転写するとフォトポリマーが金型に貼り付いて剥離できなくなったのです。この問題に対して我々は色々な角度から検討を重ね、工業レベルの量産性（連続転写性）を得ることに

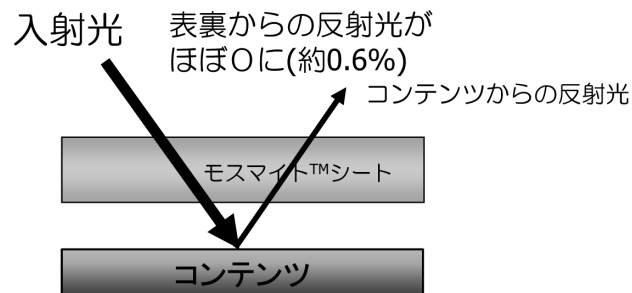
成功しました。

II. モスマイト™シートの物性・機能

第一に挙げられるのは、「超低反射」という性能です。通常の平坦な表面ではプラスチックと空気界面において約4%程度（例：アクリル板等）光が反射します。したがって、表面と裏面合わせるとその反射率は約8%程度になります。この反射により外光の映り込みが発生し、本来見せたいもの（コンテンツ）の視認性を低下させます。



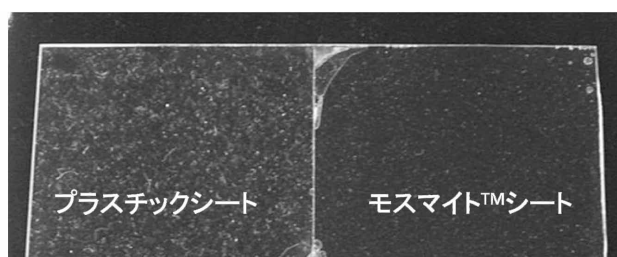
一方、モスマイト™シートでは、その界面にナノ凹凸が形成されていますから、その反射率を限りなく0に近づけることが出来ます。当社が標準タイプとして製造しているものは、基材にPETフィルムを使用していますので、その反射率は、基材とナノ凹凸を形成するフォトポリマーの屈折率差の影響で、片面で約0.3%、表・裏の両面で約0.6%になります。見る角度を変えると若干反射率は高くなりますが、このレベルの反射率では、正面から見るとまさに「何も無いように」見えます。すなわち、本来見せたいもの（コンテンツ）の「ありのまま」を視認性良く見せることが出来ます。



自然界では、「蛾の目」の表面がちょうどこのナノ凹凸形状をしているため、一般にこのような構造を「モスアイ型構造」と呼んでいます。このような目を持つことで、蛾は「少ない光を有効に取り入れることで夜も飛び回ることが出来、かつ目が光らないので天敵に見つかりにくい」と考えられています。この点から本製品は、近年、再び脚光を浴びているバイオミメティックス（生体模倣）材料²⁾の一種と位置付けることも出来ます。

次に機械的な物性はどうか？「表面をこすると微細な凹凸が折れてしまうのではないか？」と質問を受けることが多々あります。実際にスチールウールでの傷のつき具合を見てみるとハードコートに特化した塗膜には及びませんが、何もしていないプラスチック面よりはるかにキズが付きにくく、人が布でこする程度では全く傷は付きません。これは、凹凸が非常に小さいのでその一つに局所的に力を加えることが出来ない（例、0.5mmφのシャープペンシルの芯の下には約2,000万本の凹凸）ことと、フォトポリマーが紫外線照射により光硬化して、強固な三次元架橋構造を形成しているためです。

またナノ凹凸に特徴的な性質として、固体との接触面積が非常に小さいことがあげられます。そのため分子間力が得にくく、「虫がとまれない、滑り落ちる」³⁾「ほこりが付きにくい」などの性能が発現します。



約一ヶ月デスク上に放置した2つのシート

一方で、液体はナノ凹凸の隙間に入り易いという性質があります。そのため、液体状の汚れ、例えば指紋の油分などは通常のナノ凹凸では取り除けません。そこで当社では長年培ってきた「紫外線硬化樹脂のフォーミュレーション技術」により、油分汚れを水拭きで除去可能なナノ凹凸表面を開発することに成功しました。開発した製品では、水拭きするとナノ凹凸表面と汚れの間に速やかに水が浸透し、汚れを浮かせて拭き取ることが可能になります。

Ⅲ. モスマイト™シートの仕様と使用例

本製品は、「両面にナノ凹凸を有する透明シート」になっておりますので、ガラスやプラスチック板へ貼り合わせる必要は有りません。使用中のガラスやプラスチック板と同じサイズに切断し、差し替えてご使用下

さい。

【仕様】

- ・形態：両面ナノ凹凸プラスチックシート（通常は両面に保護フィルムを貼り合せてご提供いたします）
- ・サイズ：610mm×910mm×0.4mm^t（標準品）

【特長】

- ・反射率：約0.6%⇒映り込みが無く視認性が良い、濃色系は色彩が鮮明に。
- ・キズやほこりが付きにくい⇒メンテナンスが楽。
- ・薄くて軽い⇒はさみで任意の形に切断可能、曲げられる、落としても割れない。

【使用例】

- ・キズやほこりから保護しつつ、コンテンツ（中身・見せたいもの）を美しく、見易くしたい時に。
- ・絵画、写真、ポスター、賞状、各種印刷物等の平面状ディスプレイに。
- ・掛け時計、模型、シャドーボックス等の立体状ディスプレイに。
- ・各種シールドの代替に。



【注意事項】

- ・素材の性質上、屋外使用には不向きです。
- ・切断面でけがをしないよう注意して下さい。
- ・本製品はコンテンツをキズやほこりから守るものですが、コンテンツが劣化しないことを保証するものではありません。

【その他】

- ・フィルムタイプ（表面：ナノ凹凸、裏面：接着層）もご用意しております。詳細は別途お問い合わせ下さい。反射率の違いを利用した特徴有るディスプレイ、水槽、ショーウィンドー等に利用出来ます。

【問合せ窓口】

- ・三菱レイヨンホームページ：
<http://www.mrc.co.jp/mosmite//>
- ・三菱レイヨン株式会社 研究開発統括部
モスアイ事業開発グループ：
tel 03-6748-7519

【引用文献】

- 1) T. Yanagishita, K. Yasui, T. Kondo, K. Kawamoto, K. Nishio, and H. Masuda, Chem. Lett., 36, 530 (2007)
- 2) P. B. Clapham and M. C. Hultley, Nature 244, 281 (1973)
- 3) 日本化学会第94回春季年会 (2014) 1F5- 41 依頼講演「低摩擦材料としてのモスアイフィルム」：三菱レイヨン、魚津ら



【会告】

【第206回講演会】

会期：平成26年10月16日(木) 13時～17時

会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
新宿区神楽坂4-2-2

テーマ：「次世代リソグラフィ」

プログラム：

1) 半導体向け次世代リソグラフィ技術の現状と今後の課題

(株)東芝 セミコンダクター&ストレージ社
内山貴之氏

2) 低分子EUVLレジスト材料開発の現状とその今後
関西大学 工藤宏人氏

3) EUVL用露光装置開発の現状とその展望
ASML ジャパン(株) 宮崎順二氏

4) EUVリソグラフィ光源開発の現状とその展望について
ギガフォトン(株) 山崎 卓氏

参加費：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

（いずれも予稿集代を含む）

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）

【第207回講演会（有機エレ材研合同講演会）】

会期：平成26年12月12日(金) 13時～17時

会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
新宿区神楽坂4-2-2

テーマ：「プリンタブルエレクトロニクス」

参加費：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

（いずれも予稿集代を含む）

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）

【第208回講演会】

会期：平成27年1月27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
新宿区神楽坂4-2-2

テーマ：「フォトポリマー関連アイテム」

参加費：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

（いずれも予稿集代を含む）

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）

【協賛会議のお知らせ】

Plasma Conference 2014

主催：日本物理学会（幹事学会）、

プラズマ・核融合学会、

応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会

期間：2014年11月18日(火)～21日(金)

会場：朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター

* 詳細はPLASMA2014事務局まで

プラズマ科学連合事務局

TEL：052-735-3185 FAX：052-735-3485

URL：<http://www.jspf.or.jp/PLASMA2014/>

【協賛会議のお知らせ】

第21回ディスプレイ国際ワークショップIDW'14

主催：社団法人 映像情報メディア学会（ITE）、

Society for Information Display (SID)

期間：2014年12月3日(水)～5日(金)

会場：朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター

* 詳細はIDW'14事務局まで

Bilingual Group 株式会社IDW'14事務局

TEL：03-3263-1345 FAX：03-3263-1264

E-mail：idw@idw.or.jp

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 千葉県稲毛区弥生町1-33

千葉大学大学院融合科学研究科 情報科学専攻 画像マテリアルコース内

電話/FAX 043-290-3460

URL：<http://www.tapj.jp/>

2014年10月1日発行