

日本ゾルーゲル学会第8回セミナー参加報告

名古屋大学大学院工学研究科

片桐 清文

Report on the 8th Seminar of the Japanese Sol-Gel Society

Kiyofumi Katagiri

Graduate School of Engineering, Nagoya University

日本ゾルーゲル学会のセミナーは例年6月に企画・開催される行事であり、大学等の研究機関と企業双方の研究者を講演者として招き、ゾルーゲル法とその関連領域の研究に関する最新のトピックスについての総合的な講演が行われている。今年は6月3日（金）に東京大学本郷キャンパスの武田ホールを会場として開催された。毎回、セミナーのテーマが設定されているが、今回は「ゾルーゲルテクノロジーの最新展開」をテーマに、メソポーラスシリカ、光機能性材料、光学材料、ヒドロゲル材料、医用材料など多岐にわたる材料の構造構築や機能発現のためのテクノロジーについての講演が5件行われた。今回の開催は3月に発生した東日本大震災ならびに福島第一原子力発電所事故とそれともなう計画停電等の電力供給問題などの影響によって一時開催が危ぶまれたが、状況が徐々に落ち着きを取り戻しつつあったことに加え、事務局ならびに企画委員の方々のご尽力によって当初の予定通り開催される運びとなった。参加者数も前年度とほぼ同様の82名を数え、震災等の影響をほとんど感じさせない盛況なセミ

ナーとなった。余談ではあるが、講演中にも余震と思われる地震が発生した。会場の武田ホールは武田先端知ビルの上階にあるため、少し揺れが強くなるようで、プロジェクターの揺れがスクリーン上のスライドがはっきりわかるほどであった。名古屋にいて、テレビあるいはインターネット上の速報等で余震が毎日のように起こっていることは理解していても実感することはあまりなかったが、実際に余震が頻繁に起こっていることと、関東の方々にはそれがもはや日常になりつつあり、よほど大きな揺れでもない限り驚かなくなっていることを実感する機会にもなった。

本題に戻り、今回のセミナーにおける講演について、それぞれ簡単に紹介したい。最初にキヤノン株式会社の宮田浩克氏が「異方性界面を用いたメソポーラスシリカ薄膜中の細孔配向制御」と題して講演された。メソポーラスシリカは言うまでもなく、ゾルーゲル法関連の材料の中でも多くの実用化の可能性を有した材料であり、多くの研究がなされている。とりわけ薄膜化することで機能性材料のプラットフォームとしての利用が期待されるわけだが、膜中で形成されるメソ細孔がランダムに配向してしまうと、その応用面で制約が生じてしまう。すなわちメソ細孔を膜全面に渡って一方向に配列制御

することが機能性材料への展開の鍵をなる。この講演では、異方性を有する基板を用いることでこの配向制御を実現する技術についての紹介が行われた。異方性界面を基板上に形成させる手法として、ポリイミドLB膜を用いる方法、ラビング処理を施したポリイミド薄膜を用いる方法、フィルタードアーデポジション (FAD) によって形成される斜方カラムナー構造を有するカーボン膜を用いる方法についての解説がなされた。メソポーラスシリカの細孔の鋳型となる界面活性剤がリオトロピック液晶相となっており、その液晶的性質のゆえに液晶の配向制御に用いられる技術を応用することができる。無機材料分野からこのような材料の研究を行っている場合、界面活性剤はあくまで鋳型としての役割のみを考えがちであるが、より精緻な構造制御を考えるうえで、有機材料の有する特性に関する知識が重要であることを改めて認識させられた。

次に滋賀県立大学の秋山毅氏から「表面ゾルゲル法を用いた光電変換素子および光機能薄膜の開発」と題した講演が行われた。表面ゾルゲル法とは、一般的な溶媒中での金属アルコキシドの加水分解-重縮合反応による金属酸化物の合成法とは異なり、ガラスなどの親水性基板表面の水酸基と金属アルコキシドの界面での反応による脱アルコール反応と、引き続く水への基板の浸漬処理による加水分解反応による表面における水酸基の形成を逐次繰り返させることでナノメートルオーダーの厚さを有する超薄膜や積層膜を形成させる手法として國武らによって開発された手法である。本講演では、この手法を用いた光電変換素子などの光機能性薄膜の開発についての紹介があった。天然の光合成をモデルとした光電変換材料の開発は数多く行われているが、その基本は光励起電子供与体 (D) とそれに対応する電子受容体 (A) との間での光誘起電子移動反応である。有機合成化学の手法で D, A それぞれに相当する部位を

有する分子が合成されているが、多段階の合成プロセスを経る必要がある、そのステップの多さや反応収率の点で時間的かつ経済的にも課題が多いとされている。それに対し、表面ゾルゲル法を用いることで、有機合成プロセスを経ずに D-A 対構造を持つ修飾電極が非常に簡単に構築できることをポルフィリン、フラーレン、チタン酸化物を用いた例などを挙げつつ解説された。さらには金属ナノ粒子の表面プラズモンによって生じる光局在増強電場を利用した複合薄膜の形成にも表面ゾルゲル法が適用可能であることなども紹介された。本講演でもやはり界面をいかにうまく制御して利用するかが、新しい材料開発のキーポイントであることを実感した。

昼食休憩をはさんで、午後最初の講演として川村理化学研究所の原口和敏氏から「ナノコンポジットゲル-有機/無機ネットワーク構築によるヒドロゲルの物性革新-」と題した講演が行われた。高分子ヒドロゲルは親水性高分子が形成する三次元網目の空隙が水で充填された構造を有し、その9割が水で形成されているユニークな材料であり、医用材料など様々な応用が期待されている。しかし、力学物性の点では有機架橋剤で作製される化学架橋型ヒドロゲルは脆弱な面があり、実用展開への課題となっている。この講演では、ヒドロゲルにおいて、ヘクトライトなどの無機クレイをナノレベルで複合化することで得られるナノコンポジットゲルについての構造的特徴、力学物性、形成機構の解説がなされた。無機クレイとのナノレベルでの複合化で有機/無機ネットワーク構造が形成し、例えば延伸試験での破壊エネルギーが化学架橋型ヒドロゲルと比較してナノコンポジットゲルでは3000倍以上になるなど驚異的な力学物性を発現すること、その特性を発現するネットワーク構造の形成には、無機クレイが単なる補強剤ではなく、超多官能架橋剤の役割を果たすことが重要であることなどが紹介された。

次に、岡山大学の尾坂明義氏から「Si また

はTiを基軸とする医用材料のゾルーゲル合成と生化学的検討」と題しての講演が行われた。尾坂氏が今日の日本におけるセラミックス、とりわけゾルーゲル法によって作製される材料の生体ならびに医学的利用に関する研究で先導的に活躍されていることは本稿の読者の方々も周知のところであろう。本講演では、これまでの多岐に渡る研究の中でも医用応用を念頭において合成された微粒子および有機-無機ハイブリッド材料の細胞あるいは小動物を用いた生体実験による評価についての解説がなされた。生体材料においては、細胞増殖の試験の結果などの現象に基づいて、材料の善し悪しが評価されがちであるが、材料の生体組織との相互作用を化学的・物理化学的に解明しなければならないことが重要であることが解説された。まだまだ実際にはそのような解釈を提案し、材料設計に反映させることが難しいことも感じられたが、そのブレークスルーがなされたときにこの分野の研究の飛躍的発展が期待できることを講演を通じて感じる事ができた。

最後に、株式会社KRIの福井俊巳氏の「ゾルーゲル・ハイブリッド技術の光学材料への展開と課題」と題した講演が行われた。光学デバイスの研究はプラスチックに代表される有機材料とガラスに代表される無機材料の双方からのアプローチが従来なされてきたが、それぞれでの高機能化への対応は限界にきており、ハイブリッド化のアプローチは急速に進展している。このハイブリッド化にはやはりゾルーゲル法が鍵となるテクノロジーとなっている。光学材料においては、見かけのみならず、目的に応じた波長域での透明性の維持が重要であり、そのためにRayleigh散乱の抑制が必要で、そのためにゾルーゲルプロセスが応用可能であることが示された。また光学材料として最も重要なファクターである屈折率の制御のための技術、さらには希土類元素のドーピングによる透明発光材料の構築についても紹介された。

いずれの講演においても共通するのは、やは

り有機物質との複合化や有機物質の特性を利用した構造制御など、ハイブリッドあるいはそれに関連する内容が含まれていることである。昨年度のように「ハイブリッドマテリアル」をセミナーのテーマとしなくても、自然とこのようになるということは、もはやゾルーゲル法における有機物との複合化や利用は単なる一時的なトレンドではなく、新展開を狙う上では避けることのできないアプローチになっていることの象徴でもあるように思われる。同様に、「ナノ」および「界面」もいずれの講演でも重要なキーワードになっていることも感じられた。ゾルーゲル学会の特徴は、ガラス・セラミックスの研究者だけでなく、高分子・界面科学・応用物理学など、様々な領域の研究者が一同に会する場となることを目的としているところにある。特にセミナーにおいては通常自身が主として参加している学会では聴くことのできない講演を1日で数多く聴くことのできる機会となっている。この「ハイブリッド」、「ナノ」、「界面」という現在のゾルーゲル法の分野における重要なキーワードに関しても、研究者が軸をおく分野によってその視点が異なっており、研究あるいは製品開発の新たな発見のヒントになっているように感じられる。現在の社会情勢において企業における学会参加への予算が抑制されているなかでも本セミナーの企業からの参加者が全体の約50%となっていることに反映されているといえよう。今後も今回のように他の学会主催のセミナーとは一線を画した異分野融合の機会ともなりうるセミナーが開催されると思われるので、より広い分野の多くの方が参加されることを期待したい。なお、第9回セミナーは来年度の5月下旬~6月初旬に開催予定とのことである。

最後に、震災直後の混乱があるなかで、今回のセミナーの開催実現にご尽力いただいた東京大学下嶋敦准教授をはじめとする日本ゾルーゲル学会企画委員ならびに事務局の方々に御礼申し上げ、本報告記を終わりとしたい。