

日本ゾルーゲル学会第10回セミナー参加報告

関西大学 化学生命工学部

内山 弘章

Report on “10 th Seminar of the Japanese Sol-Gel Society”

Hiroaki Uchiyama

Department of Chemistry and Materials Engineering, Kansai University

日本ゾルーゲル学会第10回セミナーが、2013年6月7日に大阪府立大学 I-site なんば(写真1)において開催された。本セミナーは、毎回5名ほどの招待講演者を招き、ゾルーゲル法に限らず様々な液相プロセスに関する講演が行われる。大学関係者だけでなく、多数の企業の方が参加され、産学の垣根を越えて活発な意見交換が交わされることが本セミナーの特徴といえる。今回のセミナーは、77名という多数の参加者の中で、「機能性ナノスケール材料の最先端」をテーマとして、5件の招待講演が行われた。簡単にではあるが、以下に各講演の内容を報告させていただく。

・「低密度多孔性材料の高強度化と応用」

金森 主洋 氏 (京都大学)

京都大学の金森氏は、エアロゲルの高強度化と応用について、また、それを発展させた「マシュマロゲル」と名付けられた低密度多孔質ゲルの作製についての報告を行った。前半の「エアロゲルの高強度化」では、3官能性アルコキシシランを用いてシリカの架橋密度を低下させ

ることで、高い柔軟性を有するエアロゲルが作製可能となることが報告された。作製されたエアロゲルは、約80%の圧縮変形からほぼ完全に變形回復する優れた機械的特性を有することが示された。後半では、超柔軟性・多機能性を有する「マシュマロゲル」が紹介された。前半で紹介したエアロゲルの柔軟性を生かし、乾燥時のひび割れを抑えることで、常圧で低密度多孔質のキセロゲル(マシュマロゲル)が得られることが示された。マシュマロゲルは優れた柔軟性、断熱性、撥水性を有し、非常に汎用性の高い材料であり、今後の工業的な利用が大いに期待される。



写真1 大阪府立大学 I-site なんば

・「機能的リン酸カルシウムの合成と構造評価」
中平 敦 氏 (大阪府立大学)

大阪府立大学の中平氏の講演では、金属イオンを固溶したリン酸カルシウム（水酸アパタイト：HAp）およびアモルファスリン酸カルシウム（ACP）の液相合成および構造評価についての報告がされた。本研究は、骨充填剤や代替骨などの生体材料として注目される HAp のイオン貯蔵能を系統的に調査するための足がかりとして、①液相プロセスによる金属イオン固溶 HAp およびその前駆体である ACP の単一相合成、②単一相 HAp および ACP の詳細な構造解析を試みたものであった。液相合成の各種パラメーターを精密にコントロールすることにより、結晶相の制御が困難とされている金属イオン固溶 HAp および ACP の単一相の合成に成功したことが示された。また、単一相の金属イオン固溶 HAp および ACP に対し、放射光を用いた結晶構造解析の実験データと第一原理計算による理論的な構造解析の結果を合わせて詳細な構造評価を行うことで、金属元素の種類によって HAp に固溶する際の置換サイトが異なることが明らかにされた。本講演で紹介された知見は、今後のバイオセラミックスの実用化において極めて有用であると思われる。

・「ソルボサーマル法を用いた高密度ヘテロエピタキシャル界面を持つ新規ナノ複合セラミックスの低温合成とその誘電特性」

和田 智志 氏 (山梨大学)

山梨大学の和田氏の講演では、 $\text{KNbO}_3/\text{BaTiO}_3$ および $\text{BiFeO}_3/\text{BaTiO}_3$ の系における 2 相ヘテロエピタキシャル界面を持つ新規セラミック材料の合成に関する報告がされた。2 相のセラミックスの境界にヘテロエピタキシャルな界面を持たせることで結晶構造を歪ませ、それにより誘電特性を大幅に向上させる、という研究のコンセプト自体が学術的に非常に興味深い内容であったことに加えて、ソルボサーマル処理において各種前駆体粒子の溶解度を精密にコン

トロールすることで、そのような特異的な界面構造を有する材料の作製を実現したことに大変感銘を受けた。また、本研究の成果の特筆すべき点は、 200°C 程度の液相プロセスによって、実際に優れた誘電特性を示すセラミック材料が得られたことである。このことは液相プロセスによる高機能セラミック材料創製の新たな可能性を示唆するものと思われる。

・「カルコパイライト型半導体ナノ粒子の液相合成と光機能」

鳥本 司 氏 (名古屋大学)

名古屋大学の鳥本氏は、 AgInS_2 および $\text{AgInS}_2\text{-ZnS}$ 固溶体ナノ粒子の作製およびその光エネルギー変換材料への応用についての講演を行った。カルコパイライト型半導体である $\text{AgInS}_2\text{-ZnS}$ (ZAIS) は可視光から近赤外の波長領域の光を吸収し、さらに直接遷移型半導体であるため大きな吸収係数をもつことから、太陽電池や光触媒などへの利用が期待されている材料である。本講演では、前駆錯体であるジエチルジチオカルバミド酸塩 ($(\text{AgIn})_x\text{Zn}_{2(1-x)}(\text{S}_2\text{CNEt}_2)_4$ 錯体) を窒素雰囲気化で 180°C のオレイルアミン中で加熱分解することで、平均粒径約 4 nm の ZAIS ナノ粒子が得られることが報告された。ZAIS ナノ粒子表面に ZnS シェルを形成させることで、約 80% の非常に高い発光量子効率が見られることが示された。また、ZAIS ナノ粒子は太陽電池の光増感材としても利用可能であり、ZAIS ナノ粒子をロッド状 ZnO 電極に担持させた光機能電極において、400–550 nm の範囲で 40% 以上の IPCE を示すことが報告された。本講演で紹介された高品質な半導体ナノ粒子の作製手法は、ナノ粒子のデバイス利用の上で非常に有用なものであり、今後の展開が期待される。

- ・「無機ナノ粒子の液相合成とハイブリッド化による機能材料への展開」

片桐 清文 氏 (広島大学)

広島大学の片桐氏の講演では、「無機ナノ粒子の液相合成とハイブリッド化による機能材料への展開」と題して、①磁性ナノ粒子をベースとするハイブリッド材料の作製とそのバイオメディカル応用、②光線力学療養のためのフラーレン-蛍光体ナノ粒子-脂質ハイブリッドクラスターの作製、③ITOナノ粒子の作製と赤外線カットコーティングへの応用、④メソポーラスナノ粒子交互積層膜の作製と反射防止機能の評価についての報告がされた。磁性、蛍光、表面プラズモン吸収、低屈折率などの様々な特性を有するナノ粒子を液相プロセスによって作製するだけでなく、他の物質とハイブリッド化することで様々な用途に応用可能な機能性材料を得るという材料設計の観点は感心させられる内容であった。ガラス関連の技術としては、③の

テーマにおいて、ITOナノ粒子のシリカマトリックスの分散性を向上させるため、ITOナノ粒子表面を有機修飾し、疎水性のシリカ前駆体であるペルヒドロポリシラザン中に分散させた点は興味深い内容だった。

今回のセミナーは「機能性ナノスケール材料の最先端」というテーマであったこともあり、各講演で紹介された材料はいずれも今後の応用展開が大いに期待されるものであった。一方で、どの講演も序論において研究のコンセプトや着想に至った経緯が液相プロセスの基礎的な観点から丁寧に語られており、どのような研究においても基礎を踏まえることが重要であることをあらためて感じさせられるセミナーであった。今後もこのようなセミナーを通じて、ゾル-ゲルプロセスおよび液相プロセスの分野がさらに盛り上がっていくことを期待したい。