

カリフォルニア大学 ロサンゼルス分校

——ブルース・ダン教授の研究室訪問記——

日本板硝子㈱技術研究所

河津 光宏

Department of Materials Science and Engineering University of California, Los Angeles ——Visiting Bruce Dunn's Laboratory——

Mitsuhiro Kawazu

*Photonics & Development Group
Technical Research Laboratory, Nippon Sheet Glass Co., Ltd.*

はじめに

6月末、UCLAのマテリアルサイエンス&エンジニアリング部のブルース・ダン教授を当社の技術研究所所長らと共に訪問した。

UCLA カリフォルニア大学ロスアンゼルス分校 (University of California, Los Angeles) はカリフォルニア州にまたがる9つのキャンパスのうちの一つでロサンゼルス市中心部とサンタモニカマウンテンの麓の間、太平洋からは13マイル以内のところに位置し約37,500人を越える学生が所属している。敷地は広大で419エーカーの中に291のビルディングが建っている。歴史をたどると1919年にサンフランシスコにあるバークレー大学の2年制南部分校として設立され、1929年に今のウエストウッド地区に移動し現在の州立大学となっている。

キャンパス内に目を向けてみると美しい眺望や大きな木、緑の芝生などが整備されていて少し歩けばどこかの公園を歩いているような気持ちになる。一方で新しいビルディングが続々と建設され学生の研究環境、設備も最先端に整えられてきている。

話が前後するが、私がUCLAを訪問したのは今回が初めてで先生に会うのも初めてであったのでやや緊張していたが訪問した際にはダン先生とガラス・ゾルゲル領域で著名なマッケンジー先生共々快く迎えてくださった。訪問当時は6月終わりでもあり夏休みということであったがキャンパスは緑豊かで活気があり、通りを歩く学生も国際色豊かであった。また訪問当時は映画の撮影もキャンパス内で行われていたようで出演者のためのトレーラーハウスが並んでいた。ハリウッドの本場の映画産業の一面を見ることができ、映画好きの私としてはちょっと得した気分を味わうことができた。

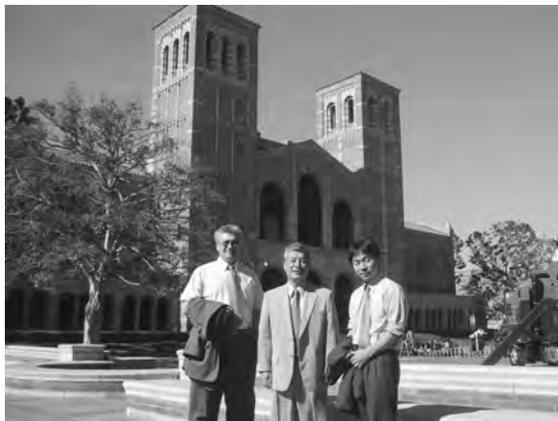


図1 キャンパス内での写真。ライスホールをバックに撮影

ダン研究室の研究活動について

ダン研究室は基本的に前マッケージー研究室の流れを汲んで ORMOSIL 材料をベースにした取り組みがなされている。学生は約 20 人で、PhD、ポスドクは 6 人いる。日本人も昨年はいたが、今年はゼロとのことであったがやはり、中国・韓国・台湾系のオリエンタルの学生が多いようである。実験室は大きな部屋になっており異なるプロジェクトが同じ実験室で進められているので学生間の議論も活発にでき研究環境は非常に良い印象を受けた。

研究室の研究活動は主に以下の 3 つのテーマに分かれている。

- (1) Electrochemical Materials and Devices
- (2) Sol-Gel and Mesoporous Materials
- (3) Biomolecular Materials

基本となっているのは材料技術、微細構造制御技術である。いずれもいわゆる弊社のような板ガラス会社で取り組まれているゾルゲル技術とはやや異なる分野での研究活動となっている。特に微細構造を制御したメソポーラス材料の開発、応用には力点をおかれている。注 1)

(1)の Electrochemical Materials and Devices ではメソポーラス作製技術を使い遷移金属酸化物のエアロジルを作製している。そして作製し

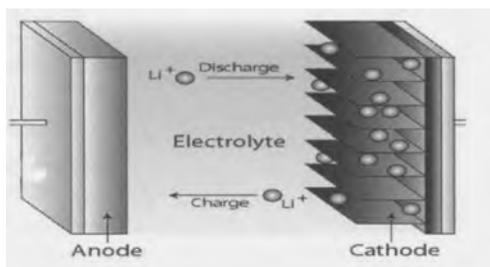


図2 Li バッテリーの断面図

た高い表面積をもつ遷移金属酸化物のエアロジルが電気化学特性にどのような影響を及ぼすのか調査されている。これまでに検討した遷移金属エアロジルは電池とコンデンサーの両方の特性を有することが分かってきており、研究室では電極への応用研究を進めている。プロジェクトの一つに次世代のリチウムイオンバッテリーがある。プロジェクトでは研究室で合成したエネルギー密度の向上を目的に酸化バナジウムエアロジルをカソード電極として展開し市販のものに比べて 3 倍のエネルギー密度を得ている。さらに数十 μm のバナジウムロッド電極を 3 次元に配列しリチウムイオンの移動距離を短くすることでバッテリーの小型化と長寿命化を目指した取り組みも行われている。

(2)の Sol-gel and Mesoporous Materials では

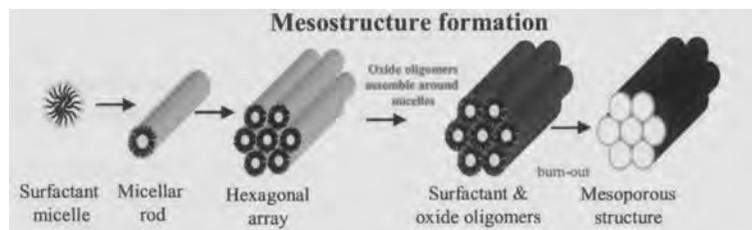


図3 メソポーラス構造の形成

いわゆる界面活性剤で作製したミセルを鋳型に利用してナノオーダーの構造制御体(図3)を形成する取り組みがなされている。メソポーラス材料は近年非常に注目されている材料の一つであり幅広い研究機関で取り組みがなされている。エレクトロクロミック特性や電気伝導性を有するメソポーラス材料に関する研究が進められている。ここでの特徴は一般に他の研究機関で実施されているシリカ系材料だけではなく酸化スズ、酸化インジウムなどの透明導電膜から酸化ルテニウムなど幅広い種類のメソポーラス材料の基礎研究を進めている。さらにはメソポーラスフィルムとMEMSプロセスとの融合により軽量化、低誘電率などが求められているアプリケーションへの展開を目指している。

(3)の Biomolecular Materials では生体活性材料をゾルゲル材料に内包させ、抗原-抗体反応を利用してセンサーに応用するなどライフサイエンス分野への取り組みも行っている。ここでのゾルゲルの役割は抗原-抗体を無機媒体のなかで安定に保ち、それらの特徴的な性質や構造を保持するために使用される(図4)。研究室ではこのような方法で様々な神経伝達物質やホルモンなどを高感度の特異的にセンシングするバイオセンサーの作製に取り組んでいる。例えば宇宙飛行士の健康状態をチェックするための腎臓表面で分泌されたステロイドホルモン濃度を検知するためのセンサーがゾルゲルマトリックス内での抗原-抗体反応を利用して開発されている。他にはグルタミン酸塩の酵素反応を示す蛍光強度を光ファイバーを通して検知する脳

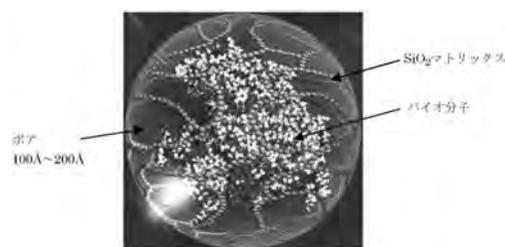


図4 ポアを有するゾルゲルマトリックスに内包されたバイオ分子(イメージ図)注2)

の研究ツールに応用を目指したセンサーデバイスの開発が進められている。

おわりに

今回、初めて訪問して滞在期間も一日と短かったがダン研究室での研究活動はゾルゲル技術をベースに材料からデバイスまでエレクトロニクスからライフサイエンスまでの幅広い分野で研究に取り組みされており一研究者としても魅力のある研究室との印象を受けた。今後ともダン研究室との交流を活かしてゾルゲル技術の新たな可能性を追究していきたい。

最後に今回の訪問でお世話になった、マッケンジー先生、ダン先生に感謝して終わりにしたい。

注1) B. Dunn 研究室 HP アドレス
<http://www.seas.ucla.edu/ms/faculty1/dunn.html>

注2) Sol-gel encapsulation methods for biosensors
 Bakul C. Dave, Bruce Dunn, Joan Selverstone Valentine, and Jeffrey I. Zink Analytical Chemistry
 vol66, No7, 1120-1127, 1994