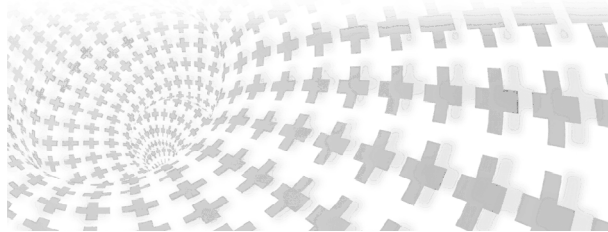


こんにちは



筑波大学大学院数理物質科学研究科 中谷研究室を訪ねて

〈はじめに〉

寒い寒い‘つくばおろし’が吹きすさぶ2月に、研究室を訪問した。ちょうど修士の研究発表会なども開催されていたが、中谷先生にお忙しい中対応していただいた。筑波学研都市は一昨年につくばエクスプレス (TX) が開通して東京からのアクセスも良くなり、筑波大学などのいろいろな研究施設にずいぶんと楽に行き来できるようになっている。最近では、つくば駅から関東の名峰である筑波山へのバスも出ているらしく、観光の方々も結構来られるようになっているそうである。研究室のある実験棟の屋上からも筑波山がきれいに見えていた。

〈研究室の沿革〉

中谷研究室は1998年4月にスタートし、昨年10周年を迎えた。当初は学生1名から始まった研究室も、中谷清治准教授をはじめとして、現在(2008年2月)は大学院生(D3が1名、M2が1名、M1が4名)と自然学類化学専攻4年生(1名)の計8名で日々研究が行われている(写真1)。大学院では他大学からこられる方も多く、いろいろなバックグラウンドを持った学生さん達が多いのも特徴となっている。毎週研究報告会が開催され、緊密に研究の進捗に関する議論が行われている。皆さん普段は楽しく仲良く、研究では厳しく研究室生活をおくっておられるように感じた。また筆者も共同研究ということで、たまに実験に訪れ楽しい雰囲気の中、学生に戻った気持ちで実験を行っている。

〈研究概要〉

微小液滴(水滴、油滴)やマイクロカプセル、無機微粒子、ポリマーラテックスなどのマイクロメートルサイズの微粒子は、記録材料、化粧品、食品、溶媒抽出、固相抽出、クロマトグラフィー、土壌など様々な分野に広がっており、その化学的・物理的特性を理解することは



写真1 研究室のメンバー(前列中央に中谷准教授、後列右端に筆者)

基礎から応用にわたって、非常に重要な知見になる。そこで、中谷研究室では、マイクロメートルサイズの微粒子や微小液滴の界面や内部で起こるプロセスを顕微鏡下で粒子一つごとに電気化学法もしくは分光法により測定・解析することで、その物理的・化学的プロセスを明らかにすることを目的として研究が進められている。キーワードとしては、界面(液/液、固/液)を経由する化学プロセスが挙げられる。また最近では、環境化学的な観点から土壌からの重金属除去に関する基礎検討も行われているようである。

1. 液/液界面における物質移動

マイクロメートルサイズの単一液滴中(油滴、水滴)を用いると、その中の溶質を電気化学的に短時間ですべて電解することができる。その非平衡状態を利用して液/液界面を経由する物質移動、電子移動など様々な化学反応を誘起し、その過程を電気化学や分光法により直接測定することで、速度論的に解析し、メカニズムを明らかにしようとする研究が進められている。ここでは、液滴や微粒子など一つずつ測定することのできるユニークな測定システムを構築して興味深い研究を行っている(写真2)。例えば物質移動や電子移動反応では、液間電位依存性や界面吸着などを伴う複雑な反応系においても、実験結果と理論的な考察がよく相関していて、インパクトのある成果が報告されている。電極の自作から始まり、結果が出るまでかなり大変そうだが、先生や学生さん達も熱意を持って頑張っている様子がよく伝わってきた。

また、ミリメートルオーダーのフラットなバルク界面においても同様な反応過程をイオン移動ポルタンメトリヤ全反射電位規制蛍光法、界面張力測定による界面吸着過程なども併せて測定することで、界面現象に関する議論を深めているようであった(写真3)。

これまでにイオン対抽出過程や電子移動反応、界面吸

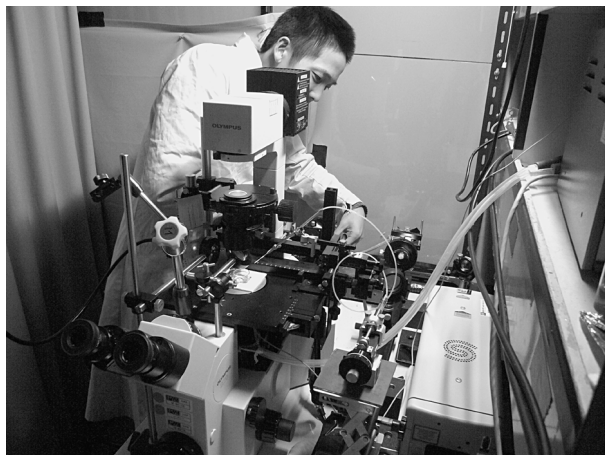


写真2 レーザートラップ・顕微分光・電気化学測定装置

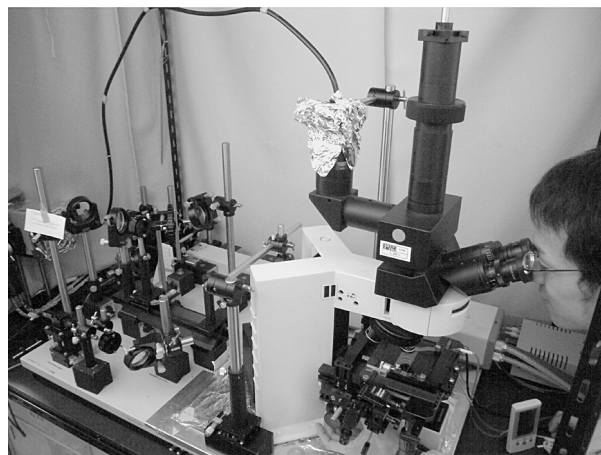


写真4 レーザー温度ジャンプ顕微分光測定装置

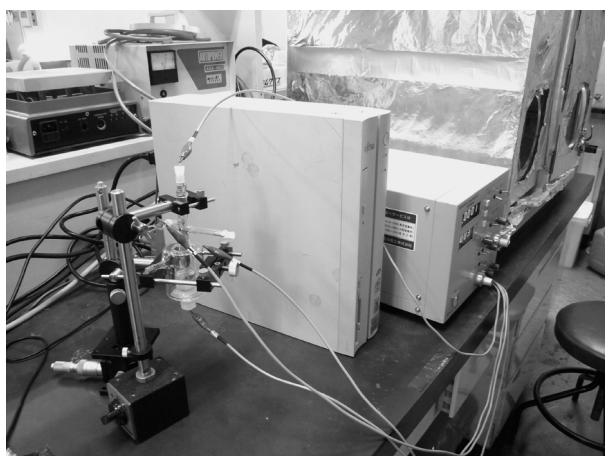


写真3 4電極イオン移動測定装置

着を伴う物質移動反応など成果を挙げている。また、マイクロカプセルにおける物質移動過程に関する研究はドラッグデリバリーシステムに関する基礎検討や今後の応用への展開、一方、薬物化合物の液/液界面移動反応は、農業や医薬化合物の生体膜透過性を理解する方法の一つとして考えられるので、今後は多方面への応用が考えられる興味のある研究テーマとなっているようである。最近では、近赤外レーザー光を顕微鏡下で集光し、試料溶液の局所的かつ急激な温度上昇を誘起し、温度感応性高分子の相転移挙動を直接観測する研究へも対象を広げられている(写真4)。これらは今までにも報告例が少なく、得られる知見は貴重なものとなりそうである。

2. 固/界面における物質移動

シリカゲルや ODS シリカゲルなどナノメートルオーダーの細孔を持つポーラスなマイクロメートルオーダーの微粒子における物質移動過程を速度論的に明らかにしてきている。可視領域に吸収のある色素を用い、顕微分光法により微粒子一つずつ直接観測することで、サイズ依存性や濃度依存性から、その収着や脱着過程を化合物の形態による違い(構造、電荷など)を速度論的に解析してきている。例えば、溶質の拡散過程を細孔内拡散及

び表面拡散から明らかにしてきている。測定は微粒子を一つずつ操作するためかなり熟練の技が必要であるが、研究室ではこれまでも上級生から技の伝承が継続されていて、以前に筆者もかなり鍛えられたことを思い出した。これまでに種々の色素や、農薬化合物などの微粒子における反応過程に関する成果を発表されている。中でも ODS シリカゲルは、有機成分を含んだシリカであり、例えば土壌などの最も簡略化されたモデルとして考えられるので、環境中における薬物の動的挙動などの観点からも意義深い研究といえる。

3. 汚染土壌の浄化

環境化学の観点からの研究も進められている。土壌はシリカなどの無機微粒子に加え、多くの有機物の混合物である。その複雑な系の中の物質移動機構を議論するのは非常に難しいので、モデル土壌粒子として例えば有機物で修飾したシリカを用いて検討を行っている。汚染土壌モデル微粒子系に電極を挿入し、電極間に電場を印加することで生じる電気浸透流を利用した、汚染土壌の浄化方法に関する研究が行われている。また、汚染化学物質の移動過程に関する基礎研究も同様に進めており、メカニズムと併せた技術的な研究を行い、特許なども取得している。現在は重金属に汚染された土壌浄化とその物質移動に関する研究が進められている。

〈おわりに〉

液/液や固/液界面の物質移動から始まった研究から、ミクロからマクロまで現在ではその幅を広げつつあるようである。先生の実直な性格を反映して、基礎的な研究からしっかりと論理的に組み立ていく進め方が非常に印象的で、学生さんたちへも大きな影響を与えていると感じた。研究の軸足は、主に界面における物質移動になるが、今後はさらに多方面への研究が進んでいくと思う。今後も先生のご研究が発展していくのが楽しみである。

〔日産化学工業㈱物質科学研究所 近間克己〕