

第24回 低温工学基礎技術講習会開催報告

関西支部

低温工学協会関西支部主催の第24回低温工学基礎技術講習会が2008年9月24日～26日に日本真空協会関西支部、応用物理学会関西支部の協賛のもと、大学・大学院学生1名、関係企業の若手技術者ら14名、計15名の参加を得て開催された。



講習会講義の様子

一、二日目は2グループに分かれ大阪大学と大阪市立大学で交互に、それぞれ「寒剤の性質とその取り扱い方」、「超伝導磁気分離」のテーマで実習を行い、この経験をもとに三日目に座学講義を行った。

本講習会は、企業・大学の若手研究者や低温工学の初学者を対象として、寒剤の取扱い・低温生成・低温と安全・温度計測・低温用材料の性質・超伝導などの基礎的技術を習得していただくことを目的としている。

以下に実習風景の報告をさせていただきます。 (京都大学 白井康之)

~~~~~実習風景1~~~~~

「超伝導基礎物性の測定および磁気分離技術」の実習

(大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 西嶋研究室)

西嶋研究室では、「超伝導基礎物性の測定および磁気分離技術」の実習として、磁気分離技術の基礎実験を行いました。今回の講習会では、磁気シーディングの基礎的な原理を理解していただき、超電導磁石も用いた磁気分離を体験していただくため、参加者の方々一人ずつが自分でエマルジョン模擬排水を調整し、その“マイ排水”を持ち回って、磁気分離実験、ゼータ電位測定、超電



導バルク磁石を用いた磁気分離の3種の実験を行っていただきました。

まず、A1棟5階のセミナー室にて、西嶋教授が磁気分離の原理の基礎的事項についての説明、秋山助教が担磁の原理と実験概要の説明を行いました。次に1階の実験室に移動いただき、磁気分離実験を行いました。

まず、3名ずつのグループに分かれていただき、それぞれエマルジョン模擬排水の磁気分離実験と酸化鉄粒子のゼータ電位測定の実験を行っていただきました。

エマルジョンは高分子凝集法を用いて磁気分離を行いました。Fig.1に各実験の概要を示します。エマルジョンの磁気分離では、pHの調整がポイントとなります。アルカリを少しずつ加えてpHを6から7の間に調整しました。硫酸バンドと高分子凝集剤の併用によって、うまくいけば目に見えて大きなフロック(凝集体)ができ、そこに強磁性粒子のマグネタイトを加えて永久磁石を近づけると、上澄みが澄んだ透明になります。この様子はかなり参加者にとって興味深いもののようなのでした。模擬排水がどれだけきれいになったかを定量的に確かめるため、上澄み溶液を採取してTOC(全有機炭素)とCOD(化学的酸素要求量)の測定を行いました。COD測定ではレンジの調整が合わず、少し手間取った方もいらっしゃいましたが、CODが1/2以下に減少していることが確かめられました。

また電気泳動方式のゼータ電位装置によって、先の磁気分離実験に用いた強磁性粒子のマグネタイトの表面特性を調べる実験を行いました。マグネタイト懸濁液に電圧をかけることにより、顕微鏡で見ると粒子がプラス極あるいはマイナス極に向かって一定速度で移動し、それによって粒子の表面電荷を推定することができます。粒子が動く様子をはっきりと見られ、またpHによって表面電荷が変化するという結果が得られました。この表面電荷は磁気シーディングにおいて重要であり、静電的相互作用によって粒子表面に汚染物質を効率的に吸着させるには、粒子の

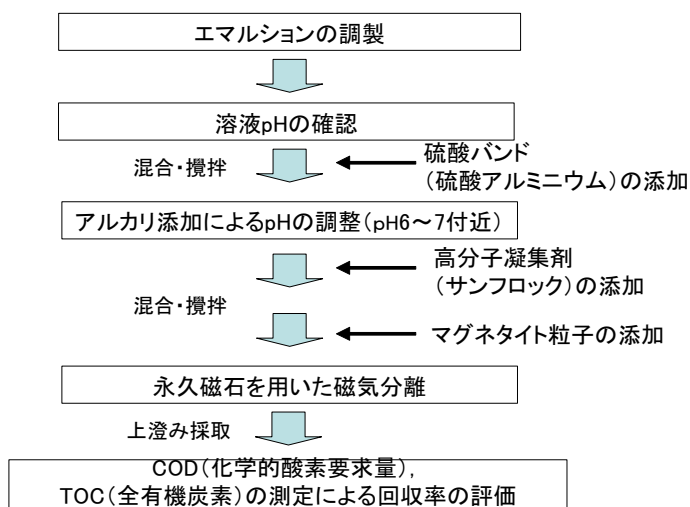
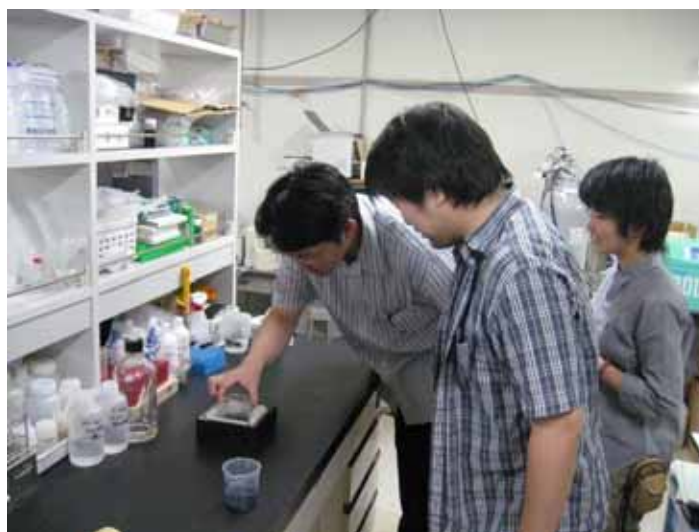
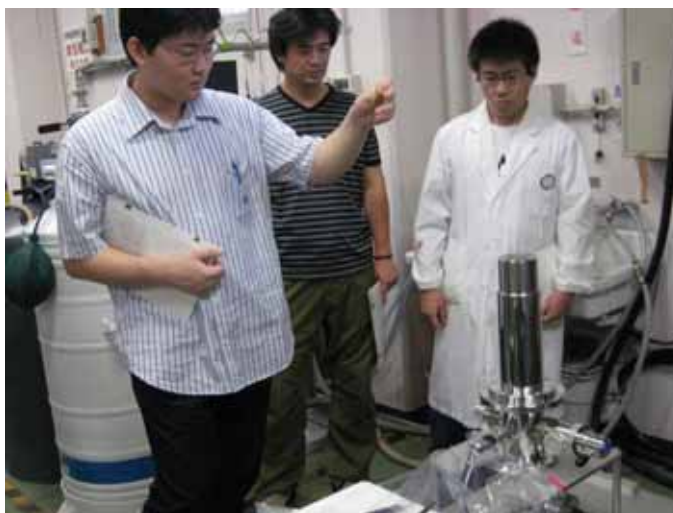


Fig.1 高分子凝集法によるエマルジョンの磁気分離



表面特性や pH について工夫をする必要があります。この点について、以上2つの実験を通して理解いただけたようです。今回は特に参加者からのご質問が実験中にもたくさんあり、実用化に向けての取り組みや、磁気シーディングの詳細な原理について多くの質問がありました。



次に、最初の実験で調製した磁性フロックを、超電導バルク磁石によって分離する実験を行いました。アクリル製の桶にそれぞれの参加者が調製した磁性フロックを流し、磁石のところで蓄積される様子が観察されました。超電導磁石について

詳しい参加者も数人おられ、ここでも多くの質問がありました。

最後に2階の講義室にお集まりいただき、一人ずつ実験の感想をうかがいました。磁気分離のみならず、磁気分離の原理を応用したDDS (ドラッグ・デリバリー・システム) にも興味をお持ちの方もいらっしゃいました。うまくいった方もいかなかった方も、磁気分離の面白さと実用化への課題を実感していただけたようです。

~~~~~実習風景2~~~~~

「寒剤の性質とその取り扱い方」の実習

(神戸大学海事科学研究科 武田 実)

神戸大学では、9月24日～25日の日程で標記の実習を行った。参加者は1日目7名、2日目5名（都合により1名欠席）であった。実習項目は、以下のとおりである。

- (1)ヘリウム液化装置の見学
- (2)液体窒素の取り扱い方
- (3)液体ヘリウムの取り扱い方
- (4)サーマルオシレーションの観測
- (5)超流動転移の観測
- (6)フィラメントを用いた超熱伝導性の実験
- (7)噴水効果の実験

9月24日および25日、午前10時に実習生が極低温実験棟に集合した。当日の実習内容について説明した後、ヘリウム液化装置（レシプロ型、PSI社製）および液体窒素貯蔵タンク

クの見学を行った。その際、ヘリウム液化原理の説明を加えるとともに古い液化装置のレシプロエンジンなども見ていただいた。その後、物理学実験室へ移動し、午前中は液体ヘリウムを用いる実験のための窒素予冷を行った。始めに液体窒素を取り扱う上での注意点を説明した。続いて、ゴーグルおよび皮手袋を装着し、クライオジェットを用いて液体窒素移送の実習を行った。ほとんどの実習生はクライオジェットを触るのが初めてであったが、すぐにその使用方法をマスターしていた。

午後からは、トランスファーチューブの機能や構造などを説明した上で液体ヘリウムの移送を行った。移送の前には予冷に用いた液体窒素を取り去り、真空引きの後でヘリウムガスに置換した。実習生の中には液体ヘリウムを取り扱ったことのある人もいたが、ほとんどの人は見るのが初めてで、ガラスデュワーの底にヘリウムが溜まり始めると目を凝らして観察していた。サーマルオシレーションの観測では、ステンレスの薄肉パイプの上端にマイクロフォンを取り付けて、ゆっくりと液体ヘリウムの液面へ近づけて行った。パイプの下端が液面上部にあるときは激しい振動と蒸発が起こるが、液面内部にあるときは著しく減衰することをまず目で確認した。次に、オシロスコープを用いてサーマルオシレーションの周波数と振幅を測定し、振動および減衰の様子を確認した。

続いて、いよいよ超流動の実験に移った。実験室外部にある大型真空ポンプを見学した後、このポンプを用いて液体ヘリウムの減圧を始めた。ガラスデュワー内のヘリウムが激しく蒸発する様子を見ながら蒸気圧を計測し、蒸気圧のデータより温度に換算した。超流動直前になると実習生はガラスデュワーの前に集まり、蒸気圧の値を見ながらカウントダウンが始まった。温度が 2.2 K となり、超流動転移と同時に思わずオーという歓声が起こった。それまでの激しい沸騰状態とは打って変わって全く静寂な液面が現れ、実習生は食い入るように見つめていた。その後フィラメントを超流動中で点灯させ、その周りから気泡が発生せずに静寂な液体のまま約 2300°C の温度差が発生していることを観察して、超熱伝導性に関する理解を深めた。最後に、噴水効果の実験を行った。 1.6 K の状態で、熱機械ポンプのヒーターに電流を流し、噴水の出る様子を観測した。具体的には、加える電流値を少しずつ変えながら、噴水の高さを計測した。実習生は、電流値と高さの実験結果をまとめて考察を行った。以上の実験を進めながら、その都度質疑応答を行なった。今回は企業からの参加者が多かったためか質問が多く、実習に対する熱意や積極的な姿勢が強く感じられた。

今回参加された実習生の多くから、見聞きするものが新しく非常に有意義な実習だったとの報告を受けております。最後になりましたが、この実習をご支援して頂きました低温工学協会に、また準備段階からご協力頂きました関係者および学生諸君に感謝申し上げます。