

2018年度創造性育成科目 高分子工学実験第一・第二

科目の概要

目的 高分子材料は我々の生活に無くてはならない存在になっている。高分子は典型的な複雑系であり、分子レベルからマクロな材料までの深い理解と制御が学問的にも工学的応用にも重要である。

本科目は、卒業研究に入る直前の学部3年生の3-4Qに対し、これまで座学で学んだ高分子科学の知識と「応用化学実験第一～第三」で修得した化学実験の基礎知識・技能を基にして、実際に高分子を対象とした実験を行うことで、**高分子に対する知識を具体化すること**を目的としている。また、**本科目は自ら課題を設定して実験を行う自由課題研究を含んでおり、研究の面白さを能動的に経験する機会も与えている。**

テーマ

実験A：X線回折

実験B：高分子材料の相転移

実験C：高分子溶液の性質とゲルの体積相転移

実験D：共役系高分子の合成とその電気的特性

各テーマの題材は高分子科学として重要なものから選ばれており、基本となる高分子の結晶構造の解析、高分子材料の性質に大きく影響する相転移、本学でノーベル化学賞の対象となった導電性高分子で構成されていて、卒業研究に直結する内容になっている。

特に、本科目では口頭発表や面接による質疑応答を重視しており、オーラルプレゼンテーションを行う機会にもなっている。**実験Cと実験Dに含まれる自由課題研究では、研究を自ら計画・遂行した後の成果発表と厳しい質疑応答が待ち受けている。**

創造性育成科目支援の効果

本科目のような化学実験は、一般に多種の薬品・試料と最新の測定機器が必要になるため、通常の限られた予算では制限を受けることになる。

特に、学生たちが自由な発想のもとで、オリジナリティを発揮する本科目の自由課題研究では、このような制限は致命的であり、**創造性を育てるためにも、このような支援は今後も有効で重要である。**

自由課題研究の例

実験C：高分子溶液の性質とゲルの体積相転移

本テーマは、2日間の共通実験でポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)(PNIPA)ゲル及びポリマーの合成と、それらの水中での温度に対する膨潤率測定・濁度測定の手法を習得する。その後、3日間の自由研究期間が与えられ、**各班は個々のアイデアによって研究テーマを設定し、実際に実験を行い、その内容を口頭で発表する。**以下に自由研究の発表例を示す。

PNIPAゲルの昇温および降温過程における膨潤挙動

水中でのPNIPAゲルの膨潤率を昇温過程および降温過程で測定したところ、昇温過程よりも降温過程での膨潤率が高くなる結果が得られた。この挙動について熱力学的に考察した。



実験風景

・考察
～膨潤・収縮のメカニズム①～

ゲルの膨張と収縮の自由エネルギー変化式

$$\Delta F_{mix} = \frac{RT}{v_1} \left[\phi_2 \ln \phi_2 + (1 - \phi_2) \ln (1 - \phi_2) \right] + \chi v_1 \phi_2 (1 - \phi_2)$$

水中でのゲルの膨張式

$$\chi v_1 \phi_2 (1 - \phi_2) = \frac{RT}{v_1} \left[\phi_2 \ln \phi_2 + (1 - \phi_2) \ln (1 - \phi_2) \right]$$

膨張時 収縮時

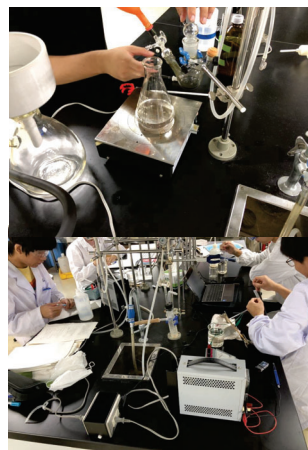
ゲルの膨張と収縮は、水分子が水素結合を断ち切ることで起こる。膨張時には水分子が水素結合を断ち切ることで起こる。収縮時には水分子が水素結合を断ち切ることで起こる。

【水分子の移動】
水分子がゲル網の網目に入り込むことで膨張していき、ゲルの中では溶媒中より膨張率が大きい。収縮は熱エネルギーが大きい。

発表スライドの一部

実験D：共役系高分子の合成とその電気的特性

本実験では、3日間の自由研究期間を設けており、期間中に電解重合による導電性ポリピロール薄膜の作製と電気伝導度測定を行う。実験手法と測定方法の習得も兼ね、初期条件は教員が設定しているが、以降の実験については**各班が個々で重合条件を検討し、高導電性膜の作製を目標として実験に取り組む。**実施した実験内容をスライドにまとめ、その内容を口頭発表する。以下がその一例である。



実験風景

実験1 結果

7/17

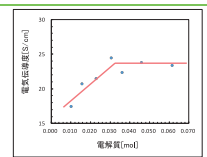


図3 電気伝導度の電解質依存性

8.実験結果(反応温度)

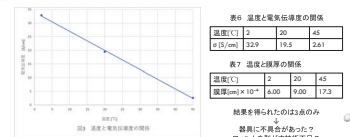


表6 温度と電気伝導度の関係

温度[℃]	20	45
電気伝導度[S/cm]	22.9	19.8

表7 温度と膨潤率の関係

温度[℃]	20	45
膨潤率[mm] × 10 ⁻⁴	6.00	9.00

結果を得られたのは2点のみ。結果に矛盾があった場合、フィルムを剥がす必要がある。

発表スライドの一例