

## 簡易分光器の作製とその性能評価

物質生命化学科 鯉沼 陸央

### 1. 緒言

物質生命化学科は、物質化学と生命化学を融合させた幅広い知識と高い問題解決能力を持ち、21世紀の社会における環境、資源、エネルギーなどの課題を化学的立場から解決できる技術者・研究者の育成を目標にしている。このような技術者・研究者を育成するためには、早期に化学実験を体験させることが重要であると考え、約10年前から、1年次前学期に「定性分析実験」を開講してきた。「定性分析実験」では、化学の基本的な実験操作法について学習するだけでなく、今後研究するために必要不可欠な試薬の調整法や簡単な実験器具や装置の作製方法についても実習する。

平成17年度からは、この定性分析実験の実験テーマに、「ものづくり創造融合工学教育事業授業内容・教育カリキュラム拡充プロジェクト」の支援を受け、ものづくり教育の一環として、「ガラス細工」の実習を実施してきた。この実習により、実験内容に適したガラス器具を自作することは、化学実験を円滑かつ、正確に実施するためには必要不可欠であることを1年生に認識させることができた。

そこで、今回のプロジェクトでは、化学実験において多岐に使用される分光器を自作し、その分光器を実際の実験に利用することで、さらに、化学実験においての“ものづくり”の重要性を認識させることを目的とする。自作の分光器の性能は、測定データと市販の分光器のデータと比較検討することによって評価させる。

### 2. 実施概要

1年次前期（開講時期は5月末から7月）の「定性分析実験」内のテーマ「炎色反応とスペクトル測定」の内容を拡充する。

具体的には、図1に示すような回折格子を利用した簡易分光器を各自に作製させ、自作の分光器を利用して、さまざまな光源、特に炎色反応のスペクトルの測定を行う。最終的には、自作した簡易分光装置で測定

したデータを理論値と比較で検討することで、各自の分光器の性能を評価する。

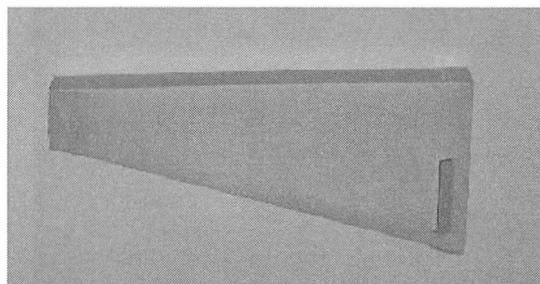


図1 作製した簡易分光器

#### 2. 1 実施方法

実施講義名

1年次 前期必修 定性分析化学実験

受講人数

87名（ただし、43名と44名ずつ、2日間に分けて実施。再履修生1名を含む）

実施日時

平成23年6月13日（月）、14日（火）

13:00～17:00

担当教員

鯉沼 陸央、吉本惣一郎、谷口 貴章

#### 2. 2 実施内容

##### (1) 座学による光の性質の説明

この実験には、高校の物理で履修する光の波の性質を理解する必要があるが、物質生命化学科では約3割の学生が高校の物理を受講していない。そのため、事前に光の性質について解説する。

##### (2) 簡易分光器の作製

実験当日に回折格子、工作用紙などから、1時間程度で作製した。装置の出来は、太陽光（連続スペクトル）、蛍光灯（輝線スペクトル）を測定することで確認した。数名の学生は、自作することができなかったため、担当者が事前に準備した分光器を渡して、以後の実験を実施した。

(3) 回折格子の精度補正

既知の波長のレーザーポインター（赤 635nm、緑 532 nm）により、装置の波長補正を行った。

(4) 自作簡易分光器による光源の測定

水素原子スペクトル、水銀灯、ナトリウムランプ、種々のLEDの波長を測定した。（図2）

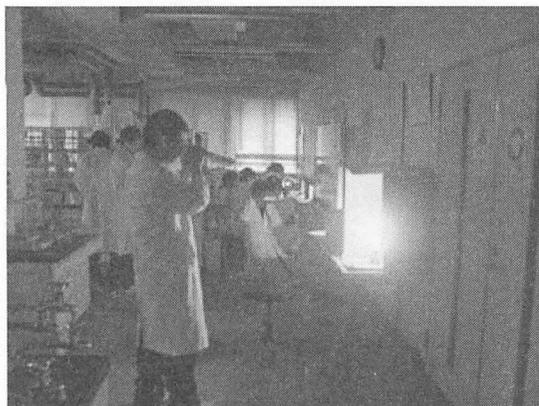


図2 ナトリウムランプの測定状況

(5) 炎色反応のスペクトルの簡易分光器での測定

ステアリン酸を用いたキャンドルの中に、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、ストロンチウム、ホウ素を混入させ、数分程度安定に炎色反応がおこる材料を作製した。

作製した簡易分光器で材料から生じる炎色反応を測定した。（図3）

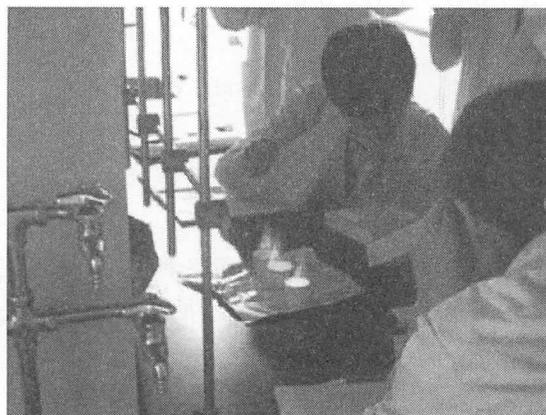


図3 炎色反応の測定状況

3. 簡易分光器の性能評価

自作した簡易分光器の性能を学生が知ることは、“ものづくり”の観点から非常に重要であると考えられる。そこで、作製した簡易分光器を用いて、測定した水素原子スペクトル（バルマー系列）の波長の値からリュード

ベリ定数 ( $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ ) を計算し、求めたリュードベリ定数の相対誤差によって、簡易分光器の性能を評価させた。図4は、その相対誤差の分布をしめしたものである。相対誤差の絶対値の平均は、1.7%であり、この値は、可視光領域では、7~13 nmに相当する。また、8割以上の学生は、相対誤差が2%以内であった。よって、炎色反応の輝線スペクトルは、少なくとも10 nm以上離れているので、今回作製した簡易分光器は、工作用紙と回折格子を用いた単純なものであるにもかかわらず、十分に炎色反応の波長測定に対応できることがわかった。

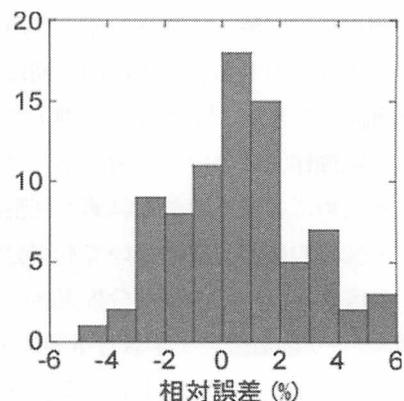


図4 簡易分光器の相対誤差の分布

また、実験終了後のアンケート結果によると、8割以上の学生が、簡易分光器をうまく作製することができたと自己判断しており、これは、事前目標とした相対誤差2%以内の結果とよく一致している。さらに、この実験テーマを実施したことにより、“ものづくり”が化学実験を執行する上で重要であると、大多数（95%以上）の学生が認識した。

4. まとめ

物質生命化学科の1年次学生実験において、炎色反応のスペクトルを測定するツールとして簡易分光器を作製させた。8割以上の学生が、正確な実験を実施できうる簡易分光器を作製することができ、その簡易分光器の相対誤差の絶対値の平均は1.7%であった。

この実験から、ほぼすべての学生が、化学実験を正確にかつ迅速に行う上で“ものづくり”（今回は、装置の自作）が重要な役割を果たすことを認識させることができた。また、実験において、創意工夫が必要であることも認識させることができた。