

## 【原著】

## 実技と講義の順序と薬学部学生の理解度について —植物色素の可視吸収スペクトル—

五郎丸（新海）美智子<sup>1</sup>、西口慶一<sup>1</sup>、成末憲治<sup>2</sup>、中沢克江<sup>3</sup><sup>1</sup> 東邦大学薬学部薬学総合実験部門<sup>2</sup> 東邦大学薬学部生物物理学教室<sup>3</sup> 東邦大学薬学部スポーツ健康科学教室

(受付：平成 23 年 1 月 17 日)

(受理：平成 23 年 1 月 31 日)

### 要 旨

「身近な食物から色素を抽出してその吸収スペクトルを測定する」という実験を通して、講義と実技の順序が学生の理解度や印象に与える影響を検討した。半数の学生は、色素抽出液の吸収スペクトルを測定してから、光の吸収や反射の講義を受ける一方で、残りの半数は先に講義を受けてから測定（実技）を行った。全員の実技と受講が終了した後に行った小テストによると、実技と講義の順序によって学生の理解度は全く影響を受けなかった。一方、学生の印象では、講義を先に聞いてから実技を行ったほうが分かりやすいと感じていた。実技を先に行う場合は、動機付けに留意することがいっそう重要であると考えられる。

**キーワード：**薬学生、理解度、講義、実習、吸収スペクトル

### はじめに

小、中、高校の理科教育の場においては、分かりやすさを求めて様々な工夫や試みがなされている<sup>1,2)</sup>。高校を卒業して専門科目に進んでからの授業科目についても看護系大学などにおいて授業を面白くするための努力が続けられている<sup>3,4)</sup>。

薬学部に進学して間もない 1 年次は、進路選択が正しかったかを考える時期であり、授業や実習が分かりやすいか否かは、その判断に大いに影響を与えるものと思われる。実習では、測定機器の扱い方や試料作成の手技（実技と呼ぶ）を習得することと、関係する科目の理論（講義と呼ぶ）を習得することの両方を理解する必要がある。そこで今回、実技と講義のどちらを先にした方が、より学生に理解されやすいかを検討した。

### 研究の方法

#### (1) 対象と人数

学校法人 T 大学薬学部の 1 年生のうち基礎生物実習履修者（250 名）を対象とした。対象の実習は、赤や黄のパプリカ、緑のピーマンの切片をエタノールに浸して色素抽出液を作成した後、分光光度計を用いて吸収スペクトルを測定するという「実技」と光の波長と目に見える色との関係、色素分子の構造と発色の関係などの「講義」から成り立っている。

実験は 250 名の対象者を半数ずつ 2 回（2 日間）に分けて行った（表 1）。各回においてグループ 1 は先に実技である吸光度を測定し、その後波長の吸収や反射の講義を受講した。グループ

表 1 対象の人数

	グループ 1 (実技が先)	グループ 2 (講義が先)	計
1 回目	60 名	65 名	125 名
2 回目	60 名	65 名	125 名
計	120 名	130 名	250 名

1 が実技 (吸光度の測定) をしている間にグループ 2 の学生は講義を受講し、その後、吸収スペクトルを測定した。

## (2) 実施内容と時期

吸収スペクトルの測定は分光光度計 (島津 UVmini1240 または UV - 1200) を使用した。講義では光の波長、吸収、反射<sup>5)</sup>、そして用いた食物に含まれると考えられている色素の骨格と発色<sup>6)</sup> および、網膜の刺激<sup>7)</sup> について説明した。講義内容はグループ 1 と 2 で同じものとし、実施時期は 1 年次の秋学期、分光光度計を扱うのは学生にとって初めてであった。講義と測定実技は、それぞれ約 50 分間で終了するように行った。

全員の講義および測定が終了した後に、理解度を判定するための小テストを行った。小テストは問 1 に「DNA による 250 nm の吸収を測定します。セルはプラスチック、石英のどちらを用いますか」という問題をおき、波長が紫外部であり、紫外吸収がない石英のセルを用いることが理解できたかを判定する (図 1 問 1)。問 1 は二者択一であるので理解できているかの判定は難しいと考えられる。次の問は、吸光度スペクトルを 2 つ載せて、どちらが赤のパプリカでどちらが緑のピーマンの色素なのかを判定し、その理由を記述させるというものである (図 1 問 2)。記述式なので、より理解度を判定できると考えられる。

測定結果を見て色を判定するには、次のような段階を追って判断することが必要であると考えられる。

- ①横軸の長波長側が赤で短波長側が青や紫である (波長と色の関係が理解できた)
  - ②チャートが山を描いている部分の波長に吸収がある (吸収を理解できた)
  - ③吸収されていない波長の光が反射して目に入り、色として認識される (反射を理解できた)
- そこで、学生の記述を読み取り、上記①から③をそれぞれ 1 点として採点した。すべてが理解できて、与えられたチャートのどちらが緑でどちらが赤なのかを決めることができれば 3 点

とし、問 1 の測定用セルを選択する問とあわせて 4 点で満点とした。

小テストの終了後、学生には、講義と実技のどちらを先にした方がわかりやすいと思うかを質問し、自由意志で理由を記入してもらった。

小テストとアンケートの結果は、統計ソフト JMP8 (SAS Institute Japan 株式会社) を使って student's t-test または カイ 2 乗検定で解析した。

## 結果

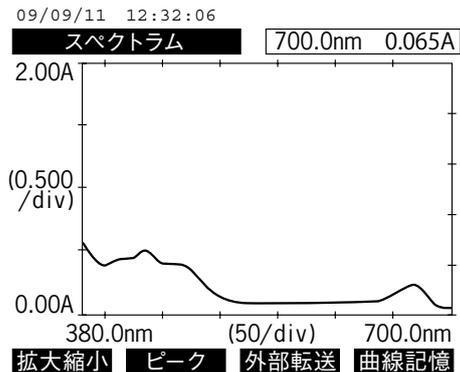
図 2 a に示す学生は、赤いパプリカの抽出液での吸収スペクトルに対し、「700 nm 付近では吸光度が低く、その付近で反射していると思われるため」として「赤」であると記述している。この場合、①波長と色の関係、②吸収、③反射のすべてが理解できている解答であると判断できるので 3 点となる。図 2 b に示した別の学生は、a に示した学生と同様に「380 ~ 500 nm ぐらいの光を吸収して 700 ~ 600 nm ぐらいまでの光を反射している」というように測定結果を読み取っているが、「緑」であると誤った判断をしている。この場合、②吸収、③反射が理解できているが長波長が赤であることについては誤っているので、①波長と色の関係が判断できていないので、2 点となる。また、問題に示された測定結果をみて赤色か緑色かを当てることはできていても、その根拠として講義で教わった内容に触れていない場合は点にならない。例えば図 2 c に示すように単に自分が行ったときの結果に似ている、というのでは点を 0 とした。

1 年次学生全員における小テストの結果と、「講義を先に行ったグループ」「実技を先に行ったグループ」の 2 つに分けた結果を表 2 に示す。問 1 の測定セルを選択する問題は、正答率 93.6 % (234 / 250) で、このうちグループ 1 は 90.8 %、グループ 2 は 96.2 % で、両者に差は見られなかった ( $p$  値 = 0.1330)。また記述式の設問である測定結果を見て色を判断する問 2 (満点は 3) では、全員の平均値  $\pm$  標準偏差が  $2.4 \pm 1.02$ 、グループ 1 は  $2.3 \pm 0.97$ 、グループ 2 は  $2.4 \pm 1.01$  であり、グループ間に差は見られなかった ( $t$  値 = 0.6975)。したがって講義が先でも実

問 1 DNA による 250 nm の吸収を測定します。セルは次のうちどちらを使うのが正しいと習いましたか。

プラスチックセル                      石英セル

問 2 次のデータは、緑のピーマンまたは赤のパプリカから抽出した色素の吸収スペクトラムの例です。次のデータが、赤、緑どちらの色と思われるかを書き、その理由を簡単に説明してください。



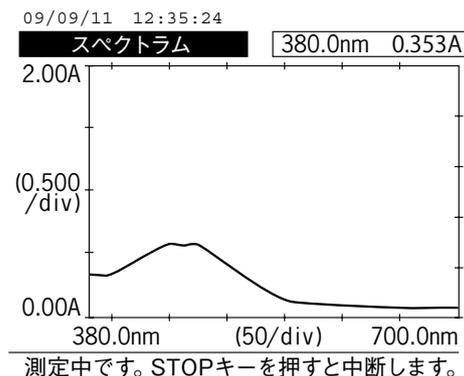
09/09/11 12:32:35

**ピーク検出**

横軸値	ABS
668.0	0.248
465.1	0.399
437.0	0.510

**グラフ**   **■**   **■**

色：  
理由：



09/09/11 12:36:19

**ピーク検出**

横軸値	ABS
664.5	0.084
472.5	0.589
451.5	0.579

**グラフ**   **■**   **■**

色：  
理由：

アンケート

先に測定を行った方に質問です。

測定を先にして、データをとってから色についての講義を受けました。 実際の色素のデータ (実技) をみて、そのあとで「吸収とはなにか」(理論) を習ったわけです。 実技と理論はどちらを先にしたほうが、わかり易いと思いますか？

先に講義を聞いた方に質問です。

先に色について講義を受けてからデータをとりました。「吸収とはなにか」(理論) を習ってから、実際の色素のデータ (実技) をとって確認したわけです。 実技と理論はどちらを先にしたほうが、わかり易いと思いますか？

図 1 植物の色素抽出液の吸収スペクトルについて実習終了時に行った小テスト

技が先でも、理解度を示す小テストの結果には何ら差がなかった。

講義と実技のどちらが先の方がわかりやすいかを問うアンケートの結果は、先に講義を受け

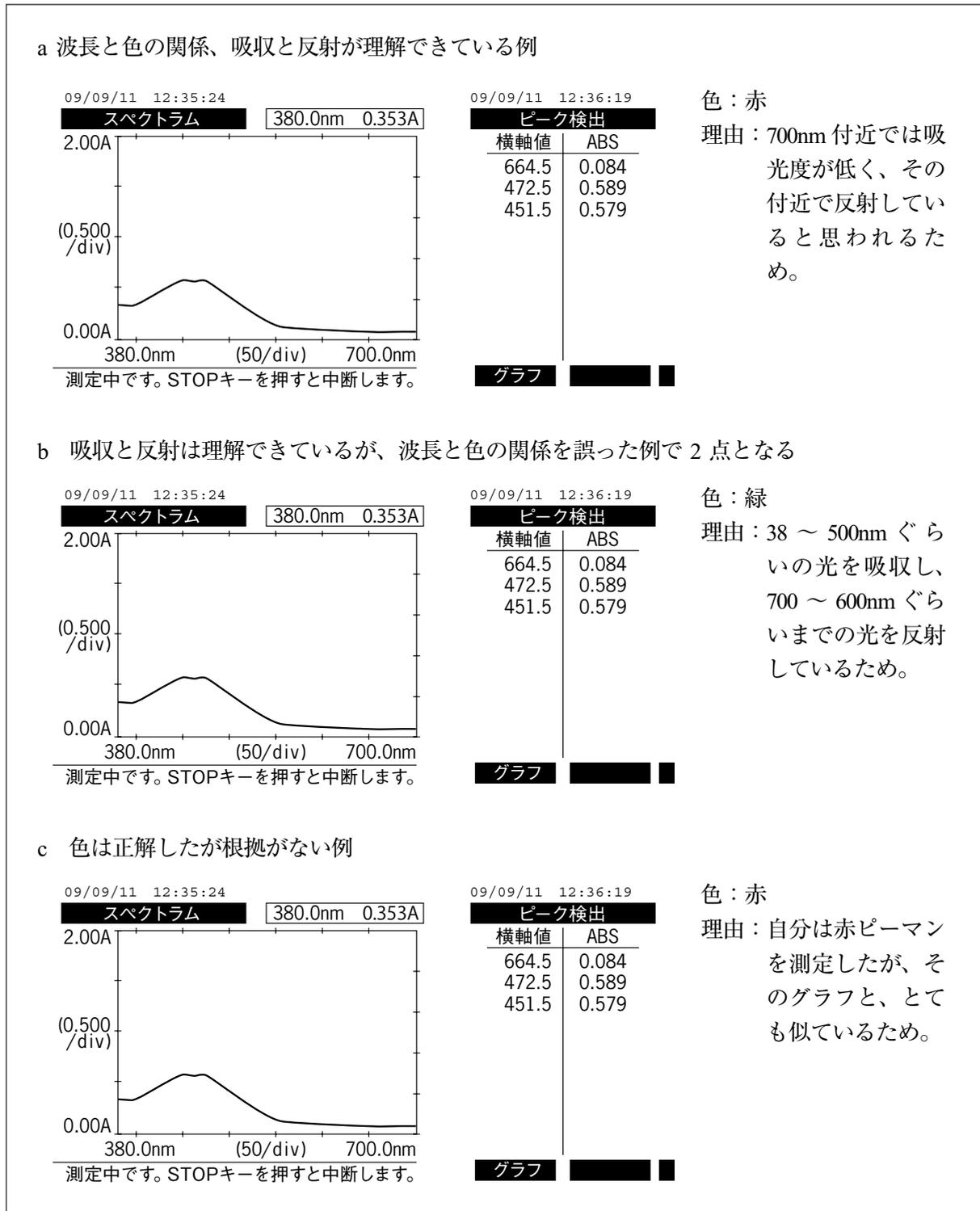


図 2 光子の吸収と色の関係について理解できているかの判定例

たほうが分かりやすいという学生が有意に多かった (表 2)。この結果は、実際に自分がどちらを先に行ったかには依存しなかった (表 2)。どちらが分かりやすいと思うかについて、理由を書いた学生は 53 名で、このうち 11 名は実技が先、45 名は講義が先、2 名はどちらでもよい、

であった。表 3 には、わかりやすいと考えた理由を示した。理由を書いた学生は、先に測定をしたグループ 1 では 28 名、先に講義を受けたグループ 2 では 30 名であった。

理論の講義を先に受けてからのほうがよい、という理由を書いた学生 45 名のうち「理論を

先に習った方が、結果に対する考察がし易かった」や「測定が先だと何をやっているのか、よくわからなかった」等、実験は理論を確かめるために行う方が分かりやすいと有意義であると考えている者が 40 名であった。一方、実技を先に行ったほうがよい、という理由には「理論を習ってからのほうがわかりやすいと思いますが、実技を先にしたほうが自分でいろいろ考

えるので私は実技が先の方がいいです」のように、わからないことを自分で考えることを有意義であると考えているものがあつた (表 3)。

**考 察**

今回は発色団や光の吸収・反射を理解するために、身近な色野菜から色素を抽出し、その吸収スペクトルを測定するという実習を行った。

**表 2 実技と講義の順序と小テストの正答率 (二択) と点数 (記述) およびアンケート結果**

	グループ 1 (実技が先)	グループ 2 (講義が先)	全体
小テストの結果			
問 1 (二択) 正答率	90.8 %	96.2 %	93.6 %
問 2 (記述) 点数 (±標準偏差)	2.3 ± 0.97	2.4 ± 1.01	2.4 ± 1.02
アンケート結果			
実技が先がよい	33.3 %	20.0 %	24.6 %
講義が先がよい	64.2 %	78.5 %	71.6 %
どちらでもよい他	2.5 %	1.5 %	2.0 %

**表 3 「実技と講義はどちらを先にした方がわかりやすいと思うか」に、書かれた理由**

**実技が先の方が良いと考える理由 (11 件)**

- データをとったあとで、それがどういうことなのかを納得できたので
- 自分の目で確かめた後で説明を受けたので入ってきやすかった
- 自分でいろいろ考えるから
- 先に理論をやっても遠い話にしか聞こえない
- 実際にデータを目で確かめているので、実体のないものに対して数字データをみてもとまどいはなかった
- 結果に対する考察がしやすかった
- 復習がてらに講義をきけるから
- (実技を) 先にやっておくと、なんでこの結果がでたのか考えやすい。また失敗した場合、なにがいけなかったのか理由をみつけやすい
- 実際やってみてから理論をやったほうが印象に残りやすいし、説明しているのが実技のどの部分かが分かったりするから
- その他 2 件

**講義が先の方が良いと考える理由 (45 件)**

- 理論が先にしたほうが、こうなるだろうという予測がついて分かりやすい
- 測定が先だと何をやっているのかよくわからなかった  
など、あらかじめ測定前に結果を知っていたほうがよいと考えている場合 40 件
- その他 5 件

**どちらでもよいと考える理由 (2 件)**

- 理論が先ならこれから行う実験内容の予習になり、先に実技をやると講義が復習のようになって理解しやすい
- その他 1 件

半数は実技（吸収スペクトルの測定）を先にする一方で、残りの半数は測定室以外の場所を使って関連の講義を受け、一定時間の経過後、実技のグループと講義のグループを交換した。そこで、先に実技を行ったグループと先に講義を受けたグループとの間に差があるか否かを検討したところ、小テストの結果には全く差が見られなかった。また、実技と講義のどちらを先にした方が分かりやすいかを尋ねたところ、講義で理論的なことの説明を受けてから実技を行う方が分かりやすいと感じた学生が多かった。

理論が先がよいと考える理由には、ある程度の「こうなるはずだ」という見通しをつけてから測定を行い、その通りになることで「分かりやすい」と感じる学生が多かったのではないかと考えられる。また、実技が先がよいという理由には、わからないながらも「どうしてこうなるのか」を想像する過程に面白みを感じていると考えられた。

今回の結果から、測定などの実技を行うに先立って、理論を説明しておいた方がおおむね学生の満足度は高いと考えられる。しかしながら、客観的理解度は講義が先であろうと後であろうと、同様であることが明らかになった。実習の機器やスペース、カリキュラムなどの問題から、実際の実習では、理論を習うもより先に実技が来る場合も避けられないが、今回の結果から考えると、小テストによって判定する理解度は同等であることが明らかになった。先に「こうなるはずだ」と教えられてから「その通りにできた」、ということも有意義であるし、先に測定値を見て「なぜこうなるのか」と疑問をもったあとで、「理由を教わる」ということも、どちらも実験の面白さである。

Daleによれば、実験などのように自分の手を動かして学習した内容は、講義の受講や本で読むだけよりも、より学習効果が高いとされている<sup>8)</sup>。また、動機付けは学習活動において必要不可欠な条件であることは、以前から言われており異論がないといってよい<sup>9)</sup>。そこで、あらかじめ講義で動機付けを行った後に実技を行うことで、更に理解度を高めることができるので

はないかと考えられる。しかしながら、カリキュラムを組む上では全ての実習について関連の講義と実習とが連動できるとは限らない。

実技を先に行う場合に、わかりやすいと学生に感じさせるには、講義が先になる場合よりもいっそう工夫が必要であると考えられる。少数派であった「実技が先の方が分かりやすかった」と答えた学生の意見を参考にして、動機付けを意識することで満足度をあげることができ、分かりやすいと感じる実習を行うようにすることが重要であると考えられる。

### 引用文献

- 1) 西林勝彦：理解・応用と探求における「わかった」という状態 理科の教育 608: 148-151 2003
- 2) 湯澤正通：子どもがわかる理科授業への提案 理科の教育 608: 156-159 2003
- 3) 鈴木京子、小島恵津子、他：看護学生がおもしろく感じる授業の具体的要因 日本看護学会論文集・看護教育 34: 50-52 2003
- 4) 眞榮城千夏子、上原達郎、他：看護学生が「つまらない」と感じる授業の具体的要因 医学と生物学 154: 434-440 2010
- 5) 大槻義彦、小牧研一郎他：光の分散とスペクトル 高校物理 I pp222-223 実教出版 東京 2006
- 6) 岡田恵次、小壽正敏：2章紫外・可視分光法 有機化合物のスペクトル解析入門 pp19-29 京都 化学同人 2001
- 7) 小林興：感覚と運動のメカニズム キャンベル生化学 pp1166-1171 東京 丸善 2007
- 8) Edgar Dale: Cone of Experience. [http://www.willatworklearning.com/2006/05/people\\_remember.html](http://www.willatworklearning.com/2006/05/people_remember.html)
- 9) 高田喜久司：学習指導論の成立と展開 学習指導の理論と実践 東京 新日本出版社 pp41-42 1976

連絡先：五郎丸（新海）美智子  
東邦大学薬学部薬学総合教育センター薬学総合実験部門  
千葉県船橋市三山 2-2-1 (〒274-8510)  
E-mail: michiko@phar.toho-u.ac.jp

**Influence that the order of practice and lecture gives to understanding level of  
student of Department of Pharmacy  
—Visible absorption spectrum of pigment of plant—**

Michiko GOROMARU-SHINKAI<sup>1</sup>, Yoshikazu NISHIGUCHI<sup>1</sup>,  
Kenji NARUSUYE<sup>2</sup> and Katsue NAKAZAWA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmaceutical Practice, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Toho University

<sup>2</sup>Department of Biophysics, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Toho University

<sup>3</sup>Department of Sports and Health Science, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Toho University

**Summary**

We examined how the order of lecture and experiment has an influence on students' understanding. The experiment was to extract pigments from some common foodstuff and measure their absorption spectrum. Half of the students took part in the experiment before they attended a lecture on the absorption and reflection of light. The other half heard the lecture before performing the experiment. A mini-test was given after both groups finished the course. It was found that the order of lecture and experiment had virtually no influence on the understanding of the students. More than 70% of the students felt that it would be better for their understanding to have the lecture first. This may imply the importance of enhancing their motivation when experiment comes first.

(Med Biol **155**: 175-181 2011)

**Key words:** pharmaceutical students, understanding, lecture, practice, absorption spectrum

Corresponding address: Michiko GOROMARU-SHINKAI  
Toho University  
Miyama 2-2-1, Funabashi, Chiba 274-8510, Japan  
E-mail: michiko@phar.toho-u.ac.jp

