

教育学部理科における自然科学教育改善の試み

—講義「科学セミナー」にみる学生の学習上の問題点—

照井啓介*・梶原昌五*・重松公司*・武井隆明*・村上 祐*・八木下晃司*

(1994年6月27日受理)

要旨

自然科学の諸分野の関連を強調する総合科目として、1992年度に初めて講義「科学セミナー」を開講した(「科学セミナーI ー水ー」)。その反省を踏まえて、1993年度には「科学セミナーII ー光と物の色ー」を開講した。講義終了後のアンケート調査によると、講義方法と講義内容に対する批判的な意見はかなり減少していた。また、講義方法の改善が評価されているものの、試験の成績は1992年度と同様に悪かった。さらに、昨年度と同様に学生が専門用語に対して違和感を持っていることが分かった。そこで今回は、学生の学習上の問題点を、試験の答案と学生の質問に見られる専門用語の使い方を中心に、具体的に分析してみた。その結果、専門用語の理解の程度にも、日本語の表現力にも、講義を的確に理解し得ていないことが懸念される事例を多数見つけた。その対策として、学生にレポートを提出させ、これについて個々の学生を指導すること等を検討した。

I 「科学セミナーII」における改善

我々は、岩手大学教育学部理科に所属する学生に対する自然科学教育の改善を目的として、自然科学の諸分野の関連を強調した講義「科学セミナーI ー水ー」を1992年度に開講し、一定の教育効果を達成できたことを既に報告した(照井ら、1993;以下「科学セミナーI」に関しては、本引用文献を参照されたい)。その効果をより高めるために、1993年度にはその反省点を踏まえ、いくつかの点を改善して「科学セミナーII ー光と物の色ー」を開講した(《資料》参照)。

《資料》

科学セミナーII 『光と物の色』 予定目次 '93.9.13.

I. 初めに—————第1回 10/6 全員

* 岩手大学教育学部

講義内容の紹介など

- II. 光と色に関わる身近なこと——第2回 10/13 村上
1. 可視光
 - (1) 物が見えるのはなぜか？
 - (2) 分光とスペクトル
 - (3) カラー・サークル
 2. 物に色がついて見えるのはなぜか？——錯イオンについて
 3. 身近な化合物の色
 - (1) pH 指示薬の色
 - (2) ブルーシリカゲル
 - (3) 身近な物質の色——いろいろ
- III. 光と分子の相互作用——第3・4回 10/20, 27 武井
1. 光とは？
 2. 光と分子の性質
 - (1) 光の性質
 - (2) 分子の電子状態
 - (3) 光と分子の相互作用 (物に色がつく仕組み)
 3. 太陽の光 (いろいろな現象の光源としての太陽光)
 4. 光化学反応
 - (1) オゾン
 - (2) 生体内で光を感じる物質
- IV. 動物と光——第5・6回 11/10, 17 梶原
1. 光の利用
 2. 脊椎動物の視覚
 - (1) 眼の構造
 - (2) 光の入射・受容とエネルギー変換
 - (3) 色覚
 3. 無脊椎動物の視覚
 - (1) 眼の構造
 - (2) 視細胞の分化
 - (3) 色覚
 4. 環境への適応戦略
- V. 光の物理——第7・8回 11/24, 12/1 重松
1. 幾何光学：虹、プリズム、凸レンズ、虫めがねと顕微鏡
 2. 物質（結晶）中の光伝搬
 3. レーザーとは何か？——いろいろな話
レーザーディスク・CD・レーザーとホログラフィー・光通信・光ファイバー・長さの標準・太陽電池と光エネルギー・エネルギーの形とその変換・発光ダイオード・レーザーダイオード
- VI. 植物と光——第9・10回 12/8, 15 照井

- | | |
|---|-----------------|
| 1. 植物による光利用：エネルギーとしての利用と信号としての利用 | |
| 2. 光に対する植物の反応 | |
| (1) 光合成：細菌の光合成と高等植物の光合成 | |
| (2) 光形態形成：光屈曲（屈光性）・もやしと正常植物 | |
| VII. 原始地球と光 | 第 11 回 1/26 八木下 |
| 1. 生命の誕生と光 | |
| 2. 光合成による地球始原大気組成の大変化 | |
| (1) Ca^{2+} , Mg^{2+} イオンによる CO_2 の無機的沈澱 | |
| (2) 光合成による O_2 の海中への放出から酸化鉄の沈澱まで | |
| (3) O_2 の増加、 CO_2 の炭酸塩の蓄積 | |
| 3. オゾン層の形成と生命の陸上化 | |
| VIII. 試験 | 第 12 回 2/2 |

「科学セミナー I」で多くの学生が歓迎した点はそのまゝ継続した。その主な点は、次の通りである。(1)一つのテーマ（光と物の色）について、物理、化学、生物、地学の分野に関わる事象を取り上げて説明した。この際、諸分野間の関連が分かるように、予め担当者が相互の講義内容について協議した；(2)学生の聴講を継続させるために、2回目の講義では学生になじみ易い内容を講義した（《資料》参照）；(3)講義終了後、学生に質問を文書で提出させ、講義の範囲にとらわれずにできるだけ回答し、回答集（『科学セミナー Q&A』、以下『Q&A』と記す）を配布した。

今回の講義の主要な改善点は、次の通りである。(1)第1回目の講義には担当者が全員出席し、講義全体の構成と内容の概略、担当者間の講義内容の関連性などについて説明した。この際、より具体的に理解させるために、小中学校の教科書や、虹などの自然現象をスライドで示した。(2)配布資料を豊富にし、充実させて、学生が板書をノートに書き写す時間をできるだけ少なくした。これによって、学生が教官の説明を聞くことに集中できることを狙った。また、資料の規格をA4版に統一し、学生が整理しやすいよう配慮した。(3)何名かの教官は演示実験を行い、また更にスライド、ビデオ等を多く取り入れる教官がいた。講義に集中させ、理解を容易にすることを狙ったものである。(4)講義時間を有効に使うために、出欠は確認しなかった。(5)教官相互が講義内容の関連を確認する等のために、他の担当者の講義を必要に応じて聴講することとした。

II 「科学セミナーII」に関するアンケート調査と試験結果

1. アンケート調査

A. 選択肢による回答

「科学セミナー I」と同様の質問項目について調査した（照井ら、1993）。その結果、「科学セミナーII」では、「科学セミナー I」に比べて、複数の教官の講義が、内容の理解に相互に役だった（図1）とどの学年の学生も感じていることは、上述の改善点(1)が有効であったことを示している。講義内容に関連する疑問を生じたと答えた学生が前回より多かったこと（図2）は、講義が分かりやすいために疑問点がより明確になったのか、学生にとって日頃から疑問を

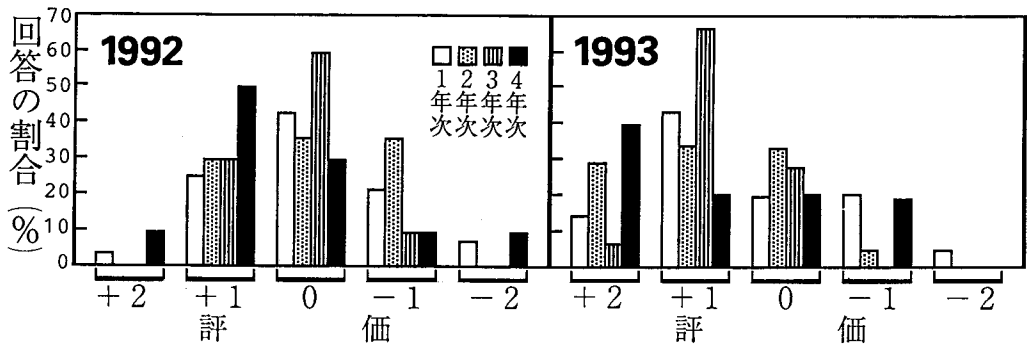


図1. 期末試験時に行ったアンケート調査で「各担当教官が扱ったいろいろな内容は、相互の関連を理解するのに役立ったか」の質問に対する回答の割合を学年毎にまとめた。+2は相当役立ったことを、-2はほとんど何の役にも立たなかったことを示し、+1,0,-1は中間の程度を示す。比較のために1992年度と1993年度の結果を示した。左側の図中に示したハッチングは、右図にも共通である。

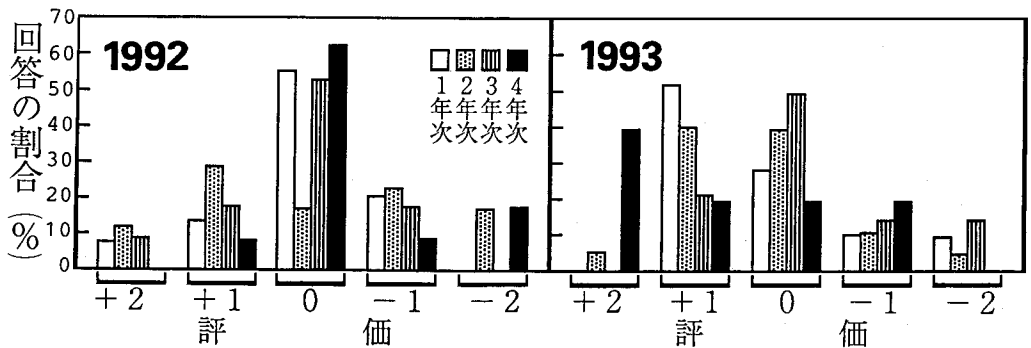


図2. 期末試験時に行ったアンケート調査で「講義内容に関連する疑問を生じたかどうか」の質問に対する回答の割合を学年毎にまとめた。+2はたくさんある、あるいは強く疑問を感じたことを、-2はほとんど何も感じなかったことを示し、+1,0,-1は中間の程度を示す。比較のために1992年度と1993年度の結果を示した。左側の図中に示したハッチングは、右図にも共通である。

感じ易い分野であったためかは分からない。その他の点即ち、期待した内容であったか、講義内容に初めて知った考え方があったか、などの質問に対する答は、両アンケートでほぼ同様であった。

B. 自由記述による回答

(1)「改めて欲しい点(全体あるいは誰の講義のどのような点)を、できれば、どのように改めてほしいかも書いて下さい。」に対する回答者の割合は、期末試験受験者のうち、1年次学生52%、2年次51%、3年次60%、4年次60%であった。その回答は下記の通りである。回答文に続く数字は回答者の学年を、それに続く“*”1個は、その回答をした者が一人であったことを示す。

内容(レベル?)を低くしてほしい。1*

プリントの図を大きくしてほしい。1*

- 専門用語が多かった。もっと噛み砕いてほしい。1*
- 基礎知識がないのに専門用語が多すぎた。1**
- 専門的すぎてむずかしい。3*
- 一般知識でも理解できる内容にしてほしい。2*
- 内容が多すぎて消化しきれなかった。1**
- もっと資料の説明をしてほしい。2*
- 内容は少なくともいいから、もっと丁寧に解説してほしい。1*
- たくさんの範囲をさっと進むより、狭い範囲をじっくりやってほしい。3*
- 内容が多すぎて時間に追われる感じだった。もっとじっくり勉強したい。1*3*
- 内容が盛りだくさんで、途中で飽きてしまうことがあった。3*
- 1年生にはむずかしすぎると思う。もっと易しい内容にしてほしい。1**
- 実験のようなものをもっと増やしてほしい。1**
- 資料を見せるだけではなく、実験などをして、学生がもっと講義に参加できるようにしてほしい。2*
- OHPがよく見えなかった。1*
- OHPの使い方が下手だと思う。4*
- 英語の多い資料を改めてほしい。1*
- プリントが足りず、もらえないことがあった。1*
- もう少し興味のある身近なもの(テーマ?)にしてほしかった。1*
- 受講している人の苦手な分野(特に物理・化学)でも理解できるようにプリントを準備してほしい。1*
- 高校で習ったものは良かったが、習っていない分野ではレベルが高くむずかしかった。1*
- 開講前に「光と物の色」に関する内容だと分かっていれば、もう少し自主学習ができたと思う。1*
- もっと内容の濃いものにするか、全体をさっとやってほしい。2*
- 出欠をとってほしい。2*
- 全学年を通して聞ける講義はむずかしいと思うが、その点を改めてほしい。2*
- 去年より分かりやすくなった。来年も新しいテーマで開講してほしい。3*
- 他学科の学生でも予習、復習できるように、参考図書を紹介してほしい。3*
- もっと学生に質問して答えさせてほしい。4*
- 前もって配布される資料の量が多すぎる。3*
- 「××先生の所で説明します」、というのはやめてほしい。4*
- 今年はあまり興味のない分野だったので、あまり出席しなかった。2*
- 講義室が寒い。1*2****3***
- 講義室の照明が暗く、目が疲れる。3*
- (2)「講義でよかった点(全体あるいは誰の講義のどのような点)が、なぜ良いと思ったか、を書いて下さい。」に対する回答者の割合は、期末試験受験者のうち、1年次学生52%、2年次62%、3年次100%、4年次90%であり、その回答は下記の通りである。
- 実験(演示実験)を目の前で見ることができてよかった。1**2*****3*****4**
- トマトジュースの実験(演示実験)は良かった。飽きないし印象に残るから。1***2*3***

- 夕焼けの実験（演示実験）が良かった。印象に残るから。1***3*
- うちとけた感じで講義を進められたのは良かった。1*
- 動物の目の付き方による視野の違いを説明したビデオは良かった。1*3*
- 視覚的な講義で良かった。4*
- 一つのテーマについて、いろいろな視点で聞けることが良かった。1*
- OHP やビデオを使って良かった。実験も面白かった。飽きないから。1***3*
- 講義内容は全体として興味深かった。1*
- 身近な事象を取り上げたので良かった。2*3*
- 講義の内容は幅広かったが、教官の間にある程度関連があったので理解が深まり、分かりやすかった。2*3*
- 資料に図やグラフがたくさんあって見やすかった。1*
- 全体として資料に沿った説明だったので、聞きながら読んで確かめられ、良かった。3*
- いろいろな先生の話聞く良い機会だった。2*
- 今まで知らなかった現象をたくさん知ることができて良かった。3*
- プリントがたくさんあるなど、去年より分かり易かった。3***
- 別の先生のプリントを他の先生も使ったので、関連がはっきりした。3*
- 事前にプリントが配布されたので、話の内容が確認できた。他の教官との関連など。3**
- 押し付けがましくない点が良かった。3*
- 講義内容が濃くて良かった。3*
- (3)「どのような講義のあり方を望みますか、どのような観点から書いてもかまいません。できればそのように希望する理由も書いて下さい。」に対する回答者の割合は、期末試験受験者のうち、1年次学生48%、2年次48%、3年次67%、4年次90%であり、その回答は下記の通りである。
- 長時間集中するために、先生は学生に問題を出してほしい。1*3*
- 例題を使って説明してほしい。1*
- 小中学生が興味を持つような題材を取り上げてほしい。1*
- もっと身近な題材を取り上げてほしい。2*4*
- 実験を多く取り入れてほしい。1*****3**4*
- 我々に関係深い事象に関する講義。2*
- テーマが「光と色」ですから、もっと視覚的授業にしてほしかった。3*
- 視覚的な講義が良い。3*
- 講義の一コマ（講義1回？）だけでよいから、私達が「知りたい」ことを特集してほしい。1*
- 何か論理が持ち上がったら、その都度証明してほしい。1*（意味不明）
- 専門用語を減らしてほしい。1*
- 講義の量を減らして、詳しく説明してほしい。2*3*
- 学生が（実物に）触れることができるような講義。2*
- 教科書や講義では絶対やらないような自然の不思議について触れて下さい。「一回やったことがある」ようなことではなく、自分で調べる手がかりやきっかけになれるといいだろうな、と思います。2*

プリントは必要。3*

プリントを読み上げるだけでなく、視覚教材を使った授業。3*

講義内容の予定表を、個人にも渡してほしい。3*

知識を供給するのではなく、関心を引き出す講義にしてほしい。4*

(一般教養にも地学を開講してほしい。1*)

C. 講義の難易

学生がどの講義をむずかしいと感じたかを図3に示した。導入部でいろいろな現象を演示実験を見せながら紹介した講義(村上), ビデオを使用して視覚にうったえて分かりやすく説明した講義(梶原), スケールが大きく学生が親しみ易い内容の講義(八木下)は, 比較的やさしいと感じている。しかし, ミクロの世界や表現が抽象的になりやすい講義は比較的むずかしいと感じている。

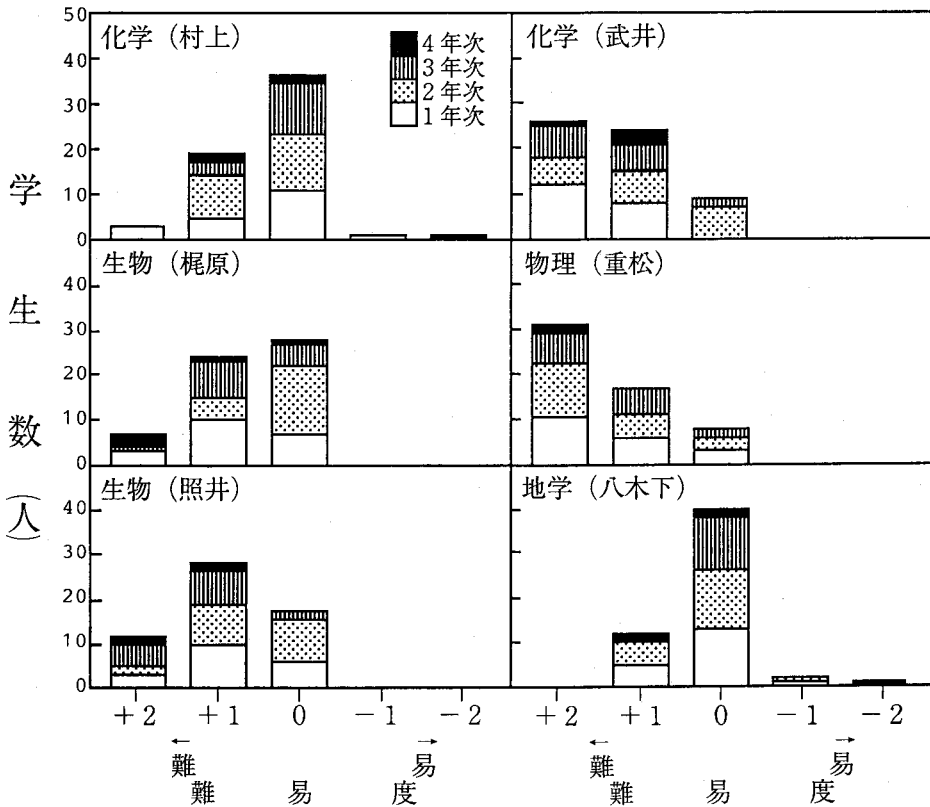


図3. 学生から見た各担当教官の講義の難易。左上の図中に示したハッチングは, 全ての図に共通である。

