

表1 高等学校理科の新旧科目比較。

旧課程	標準 単位数	新課程	標準 単位数
必修 科目	理科 I 4	総合理科 物理 IA または物理 IB 化学 IA または化学 IB 生物 IA または生物 IB 地学 IA または地学 IB の 5 区分から 2 区分にわ たって 2 科目 4 単位	4 2/4 2/4 2/4 2/4
選択 科目	理科 II 2 物理 4 化学 4 生物 4 地学 4	物理 II 化学 II 生物 II 地学 II	2 2 2 2

学中心の章であった。新課程では「レンズを通る光」の単元が加わり、レンズによる作図と  $1/a+1/b=1/f$  のレンズの式が新たに追加された。また「凸レンズの焦点距離の測定」の実験が新たに加わった。これは、光学研究者の方々が従来から要望を出されていたことが教育課程に反映されたものだろう。ただ、95年11月現在まだここまで授業をしていないので、教科書を見ただけであえていうならば、この「レンズを通る光」の章は次の位相の変化や干渉回折の章とのつながりがなく、いかにも後から取って付けたような感がある。授業で説明はするがあまり熱が入るような配置ではない。

それよりも問題なのは、旧課程では、円運動、単振動、波動の方程式という順番でわかりやすく学習していたのが、新課程では円運動、単振動が「物理II」の教科書にまわされてしまい、「物理I」(2年生)では直線運動、エネルギーからいきなり、波動の方程式を学習するという、生徒に理解しにくい配置に変わった。「物理II」(3年生)になって初めて円運動、単振動を学習するた

表2 新旧課程での光に関する授業内容の比較。

旧課程	新課程
1 光の進み方 A 光の速さ B 光の反射, 屈折 C 全反射 D 光の分散	1 光の進み方 A 光 B 光の速さ C 光の反射, 屈折 D レンズを通る光 E 全反射
2 光の干渉と回折 A ヤングの実験 B 回折格子 C 薄膜による光の干渉	F 反射, 屈折における位相の変化 2 光の干渉と回折 A 可視光線の色 B ヤングの実験 C 回折格子 D 薄膜による光の干渉 E ニュートン環
3 スペクトル 4 偏光 実験 特に設定されていない	3 光の分散と偏光 A 光の分散 B スペクトル C 偏光 実験 屈折率の測定 凸レンズの焦点距離の測定 回折格子による光の干渉実験
5 光の粒子性 A 光電効果 B 光子説 C 電子などのエネルギーの単位	4 光の粒子性 A 光電効果 B 光子の運動量とエネルギー C 原子のスペクトル
数研出版社 改訂版高等学校最新物理	物理 II

め、ここでまた波動の方程式を復習するという手間をかけなくてはいけない。現在、どういう順番に授業を進めていったら良いのか、模索中である。

(1995年11月22日受理)

## 高等専門学校の教育現場から

清水 勲

(茨城工業高等専門学校)

15歳から20歳までの年若い学生を5年間教育し、技術者の卵として世に送り出す工業高専では、高校3年の課程と工科系短大の課程を単純につなぎ合わせた形での教育では技術革新の著しい世の中で役に立つ人材を育てることはできない。そこで大学の学部卒業生と同程度の力をもった人材を、密度の濃い工夫した5年間の一貫教

育で育成することが目標とされる。そのため、学生の勉学に対する強い動機づけ、学校の教育理念の明確化と教師のその実践努力とが高専教育では特に要求される。中学を卒業したばかりの学生の精神年齢を早く高めて学術の基礎を着実に身につけさせ、先端技術の開発の仕方をも5年間で学んでもらわねばならない。早い時期での

専門への導入教育，若い年齢での卒業研究が行われる。低学年には，理工学の面白さを体験させ，好奇心を起こさせ，動機づけを明確にして学習への積極性・持続性を高めさせる。高学年には，技術革新に対応できる学術の基礎力を身につけさせ，技術開発の仕方も学ばせる。光学教育にも高専のこのような特質に合わせた教育方法や教材の開発，工夫がなされている。筆者の属する茨城高専機械工学科での光学教育を高専における実践例のひとつとして紹介したい。

### 1. 茨城高専での光学教育

茨城高専では機械，電気，電子制御，電子情報，工業化学の専門5工学科がある。1学科定員40名。カリキュラムでは3年次各学科共通の応用物理で光，電磁気，原子の世界を学ぶ。この中で光学関係は光速度，反射と屈折，回折と干渉，偏光，光のスペクトル，光学機器について学ぶ。応用物理中での光学実験はニュートンリング，回折格子の格子定数，プリズム分光，レンズの焦点距離についてがある。共通の光学教育はこれだけである。後は各学科の考え方や，光学を専門とする教官がいるか否かによって光学教育のとり上げられ方が異なる。

専門学科での光学関連科目名を挙げるとつぎのようである。(情)4年，光デバイス基礎論 0/2，光通信基礎論 2/0，(機)5年(選択科目) 光学計測 0/2。なお，(前期時間/後期時間)，2は50分×2を意味する。

### 2. 機械工学科での光学教育

1年生への専門導入教育としての機械工学実験「それぞれの教官の得意とする分野で現象の奇妙さ，美しさや，工学の面白さ等を学生に示すとともに，それらの現象等と先端技術等との結びつきを体験的に知らしめるなど，学生の科学・工学に対する興味を喚起することを目的とした実験を行う」0/2があるが，この中で機械物理研究室では基礎光学実験とホログラフィー実験を行っている。計測工学(5年 2/0)の中ではレンズの作用，光強度計算，光干渉，レーザー，ホログラフィー，レーザー・ドップラー流速計等の講義や実験がある。卒業研究の中では筆者の，多重マッチトフィルターを用いた形状識別，光圧力による粒子・微粒子のレーザー・マニピュレート，光ニューロコンピューティング，超光学顕微鏡開発，光画像処理による流速分布の定量可視化法開発，等の光学関連研究がある。本稿では，1年生のために筆

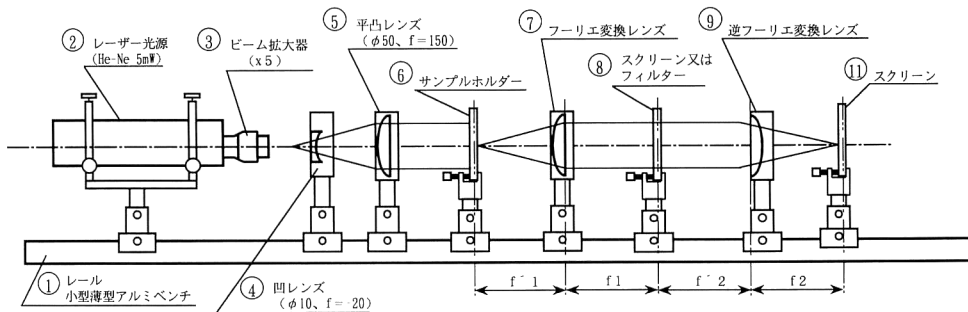


図1 基礎光学 & 光回折パターン実験システム。

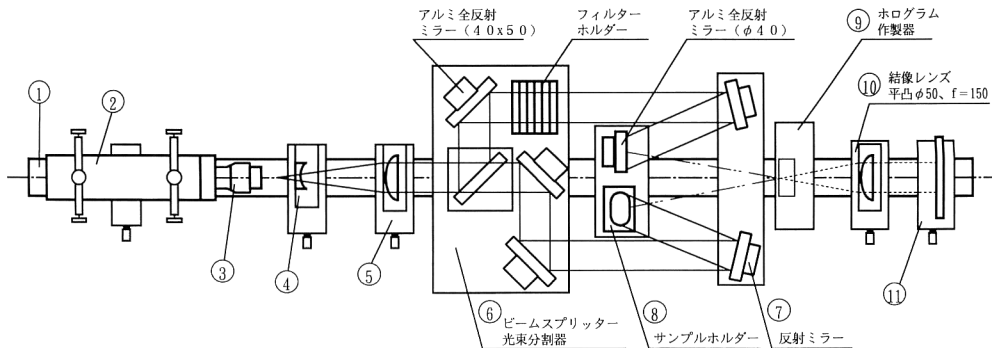


図2 ホログラフィー実験システム。

者が独自に開発した基礎光学実験およびホログラフィー実験のシステムを一例として紹介したい。1年生の工学実験では3名ないし4名の学生が後期に1週間に1度ずつ100分で1テーマを行う。筆者は上記の2テーマを担当する。理工学は面白いと満足してもらうためにはかなりの工夫がいる。

### 3. 光学教育の具体例（低学年学生に対する）

#### 3.1 基礎光学と光回折パターンの実験

図1に示すように、実験システムには1本のアルミ光学レール上に5 mWのHe-Neレーザーを光源とし、5倍のビーム拡大器（コリメーター）、拡大平行光をつくるための凹レンズと凸レンズ、物体形状をのせるスクリーンホルダー、フーリエ変換用凸レンズ、光回折パターン観察用スクリーンホルダー、逆フーリエ変換用凸レンズ、スクリーンホルダー等の規格を揃えて買い集めた光学部品がほぼこの順番で載せてある。凹レンズ、凸レンズの作用と結像実験を行い、また、2つのレンズを組み合わせて拡大平行光束をつくることを行う。さらに、高度な概念であるリレーレンズ系を見せて、つぎに単純図形やアルファベット文字の光回折パターンを見せる。回折パターンから原図形を推測したり、縦縞、横縞でつくったアルファベット文字列からの光回折パターンの一部を遮光して文字を消去する方法で言葉遊びをして、楽しんでもらう。回折パターンを見やすくするための教材作成に試行錯誤が繰り返された。実験システムは美観も大切である。「面白くて100分はあっという間に過ぎる」との学生の言。

#### 3.2 ホログラム作製実験

ホログラフィー実験光学系を1本のアルミ製光学レール上に構成する（図2）。ホログラム作製器は光導電プラスチック（PCP）を溶剤蒸気で現像するものである。PCP材料もホログラム現像装置も独自に5年以上かけて開発された。1枚のPCP記録板は10回程度書込み消去が可能であり、632.8 nm波長で、感度は4  $\mu$ W/

cm<sup>2</sup>、回折効率は27%程度である。ホログラムは記録板をセットしたままの状態で見像できるから、写真乾板のように現像のために暗室を必要としないし、サーモプラスチックホログラム作製器のように大型でなく、熱歪も生じない。5 mW He-Neレーザー光を拡大した30 mm直径の平行光束を用い、反射物体のホログラムは2分間程度で簡便自動的に作製できる。また独自に設計された光学系は可搬型で防振効果は抜群で除振対策を施さない木製机上でホログラムが簡単に作製できる<sup>1)</sup>から、1年生は暗幕を引いた実験室内で立体写真作製を十分に楽しんでいる。実験にはさらに一工夫したつもりである。レーザーの直接光をホログラムの1点に照射して物体の全体像を再生させてホログラムの情報記録量の多さを認識させ、また物体光で参照光を再生させてホログラフィーが情報交換技術として使えることを確認させ、これが先端技術とつながっていることを感じてもらう。一般物理での従来の光学実験とは異なる視点からの光学教育が必要である。装置の設計ではもちろん美観にも気をつかった。学生の反応は満足すべきものである。

高専の低学年の学生に理系の面白さを知ってもらうために光学教育での方法や教材を開発してきたが、これらが中学、高校、大学等での教材として多少とも役立てば幸いである。なお、ホログラム迅速自動作製装置および可搬型ホログラム作製光学システムの開発は光アナログコンピューティング法が身近な技術となりつつあることを示す。これは産業界でも使えるし、高学年生へのよい教材ともなった。レーザーを含めた光学教育は学生の関心を理系へ強くひきつけることができると考えている。

### 文 献

- 1) 清水 勲、加藤文武、砂金孝志：“簡便自動作成ホログラムによる複数の物体形状同時識別法”，第26回画像工学コンファレンス講演論文集，No. 26 (1995) 95-98.

(1995年11月29日受理)