

工学ワークショップ小史

——工学ワークショップ盛衰記——

A small history about the engineering workshop
——Ups and downs notes of the engineering workshop——

小林 貴¹⁾

桐蔭横浜大学医用工学部生命・環境システム工学科

(2008年3月15日 受理)

1. はじめに

桐蔭横浜大学の工学系学部に関係する者にとっては、『工学ワークショップ』はよく知られた名称である。これは、10年以上に渡って1年次配当として行われてきた実験系の授業科目であるが、恐らくこの数年先には実質的に姿を消すことになると思われる。こうした時期に工学ワークショップを総括しておくことは、設立時からずっと携わってきた者としての責務とも言えるし、またそうすることが今後本学における教育内容・方法の発展にも役立つであろうと考え、この文を書くことにした。

2. 工学ワークショップ設立の経緯

本学工学部開設以来、初期の段階で1年次生対象に行われていた実験系科目は、制御システム工学科では『物理実験Ⅰ, Ⅱ』、材料工学科では『化学実験』に加えて前期のみの『物理実験』であった。また、制御システム工学科では、それとは別に『工作実習』科目が実施されていた。

筆者は最初から『物理実験』に携わってい

たのであるが、そうした中で大学大綱化の時期を迎えた。本学でも当時の長谷川健介工学部長を中心に工学部の大綱化が行われたのであるが、その中で1年次実験科目については従来型の単なる実験科目とは異なる形で行いたい旨が伝えられた。残念ながらその当時の資料等は既に無くなっているため、正確な主旨などを記すことは出来ないが、工学系科目全般について次のような考え方であった。

「ともすればこれまで専門を入れすぎて消化不良になっていた低学年の授業科目では、基礎をじっくりと学ぶようにすべきである。」

それに基づき、実験科目については以下のような趣旨であった。

「実験の原理となる事項を知らなくとも、その場で実験を通して新たに学ぶことにすれば良い。そうすれば、頭だけで考えることは不得意な学生でも身につけることが出来るのではないか。」「従って、講義と実験を一体化し、この授業の中で理論的な基礎と実験との関係をつかみ取ることとする。」

こうした話を相談と言う形で聞かされたのであるが、それは筆者が抱いていた当時の実情にちょうど当てはまるものであった。本学開学以来『物理実験』においては、従来の大学型学生実験と言うべきか、1つのテーマを

1) Takashi KOBAYASHI ; Faculty of Biomedical Engineering, Tooin University of Yokohama, 1614 Kuroganecho, Aoba-ku and Yokohama

何組か行えるように色々な実験装置を揃えておき、学生は班を組んでそれらのテーマを毎回ローテーション的にこなしていく形で行っていた。また各テーマの内容・やり方等は実験テキストに記載しておき、学生はそれを見ながら（予習が望ましいが）それぞれ行っていく、担当教員は学生の間を巡回しつつ、それぞれにアドバイスをしたり、質問に答えると言うものであった。しかし、開学以来数年が経過すると、実験を行うに当たっての学生の基礎知識や意識の欠如が感じられるようになり、実験で行ったことが各学生の中に殆ど残っていない印象を抱くようになった。また、必修科目であった実験（必修でない実験もあった）においては、受講者数が多すぎていわば芋を洗うような実験環境であることも気になっていた。

そこで学生の変化に対する対策として、物理実験では最初の4週は実験そのものや基本的な測定に慣れることを目的に、全体を4つのグループに分けて天秤・ノギス・マイクロメータやテスター・電流計・電圧計等の使い方取得することや基本的な計算方法を身に付けることに主眼を置いたテーマを行うことで対応していたのであるが、それはいわば部分的な対処法であって、十分とは言えないと感じていたのである。

従って、上述のような趣旨に基づく実験科目の改革は、現場に携わっていた筆者としては、我が意を得たりと言うべきものでもあった。

3. 工学ワークショップの立案と初期の実施

工学ワークショップの立ち上げ及び初期の運営責任者には物理の川久保達之教授が付き、その関係もあって筆者が幹事役を務めることとなり、形を変えて今日に至っている。それはともかくとして、担当予定者などによる会議を経て、趣旨の確認とそれに基づく運用方法、実施テーマ・場所等を選定し、1995年度より実施に至ったのであるが、以下にそ

の概要を示す。

○全体としての運用方法など

工学ワークショップⅠ・Ⅱは、3コマ4単位の実験系科目とし、その中で1コマ分は講義などを織り交ぜながら、実験と講義が一体となった総合科目とする。

学生は学科等によらず、全て同一テーマを全て行うこととする。全12回分のテーマを行うが、1度でも欠席した場合には追実験や再履修などを行わなければならない。

実験は、学生によって異なるテーマをローテーション的に行うのではなく、全体が同一のものを行う一斉型とする。これによって、全体に説明等が容易になるし、実験中の指導等も的確に行える。ただし、それぞれ装置を人数分揃えると言う経費的な問題が生じる。

科目の特性や1年次生であることを考慮して、実験データの処理なども出来るだけその場で行わせ、各人がどの程度理解したかのチェックなども合わせて行うこととする。

なお『工学ワークショップ』と言う名称は、本学英語の沼澤洽治教授（当時）のアイデアによるものであった。

○具体的な施行方法

1年次全体150名が一斉に実験・実習を行うには、それまでの実験室等のみでは不足していた。そうした中で新たな場所の確保が必要であり、その選定及び小改装に当たっては鶴川昇学長（当時）の理解と指示が不可欠であった。また当然新規に大規模な形でテーマを立ち上げるのであるから、かなりの額の設置経費が必要だったのであるが、これに関しても鶴川学長の決断は欠かせなかった。

1年次生全体を6つに分け、そのクラスを単位として実験等を行う。当時下級生においては、学科単位ではなく学科混合型で‘クラス’を編成し、オリエンテーションなどにおける担任指導制を取っていたのであるが、ちょうど人数的に合致していたことと、折角のクラスの活用としても適していたので、ク

ラス単位とした。

実施テーマの内訳は、前後期とも以下のようであった。

工作実習 2 回、物理実験 4 回、
電気回路実験 2 回、化学実験 4 回

基本的には、上記 30 名程度のクラスごととしたが、場所などの関係から工作実習などは更に細分化し、逆に化学系テーマは 2 クラス合同で行うこととなった。

4. 初期実施の結果と成果

上述した初期の形で、1999 年度までの 4 年間行われた。その当時の実験テキストの冒頭部分に記されていた本科目のねらい的な部分を以下に示す。

工学ワークショップは工学部共通の必修科目であって、工学の基礎として理解しておかなければならない現象とその原理、習得しておかなければならない実験方法・技術を講義と一体化した形で履修し、各自が頭と手を使って真に自分のものにしてもらうことを目的とした科目である。特に 1 年前期に行う工学ワークショップ I は高校で物理や化学を履修して来なかった諸君にも分かるように初歩的なテーマについて徹底的に理解させるように組まれている。

諸君の中には「自分は制御システム工学科に入ったのだから化学の実験は必要ない」また「材料工学科で何故電気の実験をやらねばならないのか」という疑問を持つ人がいるかもしれないが、電子デバイスの最先端技術は化学の知識や技術なしに進まないし、材料の機能にとって電気知識は必須である。そのような訳でこれからの工学を切り拓くには、物理・化学・電気・機械工作にわたる広い視野を必要とするのである。

いろいろな法則や原理を理解するのは、生の現象を自分で観察したり体験したりすることが大切である。この科目は必修であ

るから出席するのはもちろんであるが、単に出席するだけでなく各自が実験、データの解析、考察などに積極的に取り組んでいただきたい。単位さえ取ればよいという安易な考えでなく、ここでやった事は確実に身につけて欲しいと思う。

一方受講学生の反応や授業科目としての成果はどうであったのか。これを正しく述べることは特に今となっては難しいが、以下に 2001 年の日本物理学会教育部門において、筆者が発表した概要を示す。

工学ワークショップの成果をどう評価するかは難しいが、学生アンケートの結果では「長時間だし自分でやらなければいけないので、大変で疲れる」と言うタイプが一番多く、その中では肯定的なニュアンスが多数派だが、そうでないものもある。その他では、「色々なことや機材について学べて、興味深かった」「自分のためになったので、今後これを生かして頑張りたい」等前向きなものが多い。一方、「時間が長びくのは嫌だ」や「自分の関係するテーマを多くやりたい」等が特に化学系以外の学生から上がることもあった。また理解と言う部分では、原理的なことがどの程度身についたかは兎も角として、オシロスコープやボール盤・旋盤など使いこなせる者が多くなったことは確かである。

初期工学ワークショップをごく大まかに総括しておくなら、次のようになるであろうか。かなりの教員が熱意を持って取り組みまた資金等も投入された。受講した学生の反応は色々な面で大きく、また授業成果は当初の教員側の意気込みほどには無かったかもしれないが、従来型に安住せずに進もうとした意味・意義は随分大きかった。

5. 2000 年度以降の変遷

本学においては1999年度の工学部学科再編により、4学科体制となった。それによって、学科ごとの意識が強くなりまた特徴を打ち出す方向が顕著になった。それに伴って、工学ワークショップにおいても2000年度から、学科ごとのテーマを4週分取り入れて残り8週を共通テーマとする形で行われた。

さらにその後、工学部が医用工学部と2つに分かれて以降、ロボット工学科から他の授業で行っていた製作系のテーマを3コマ×6週でやりたいと言う申し出があつて、6週を学科ごととして、残り6週を一応共通とするものの工作実習は工学部でのみ行うこととなつて、実質的な共通テーマは物理系の4週のみとなった。この時期以降に共通テキストに記されている巻頭言の一部を、初期のものと対比する意味で以下に示す。

工学ワークショップは、工学の基礎として理解しておかなければならない現象とその原理、習得しておかなければならない実験方法・技術を、講義と実験を一体化した形で履修し、各自が頭と手を使って真に自分のものにしてもらうことを目的とした科目である。特にワークショップIは、高校で物理や化学を履修して来なかった諸君にも分かるように、初歩的なテーマを中心に組まれている。必修であるから出席するのは勿論のこと、各自が実験、データ解析、考察などに積極的に取り組んでほしい。

当初のものと比べると、相対的に大まかな表現になっていることが分かるであろう。

その後2007年度からは、臨床工学科から国試受講資格のこともあって独自に工学ワークショップを行いたいと申し出があり、残り3学科で一応まとまって続けているが、2009年度からは工学部系の改組が予定されている。その中で予定されたカリキュラムを見てみると、名称は部分的に残るかもしれないが、実質的な『工学ワークショップ』はその

幕を閉じることとなる。

6. 工学ワークショップの総括

工学ワークショップは大学大綱化の時期に、本学工学部に即した形で実施されるに至った科目の1つである。他にも幾つかの科目が実施されたが、結果的に失敗だったと言えるものもあった。工学ワークショップは、その中では今日まで曲がりなりにも続いてきた科目であり、また実験系科目における視点の新しさは間違いなく誇ってよいものだろう。実施された結果も、初期は初期として、またそれ以降もそれなりに得難いものであり、本学における教育実践記録としても重要である。

個々には、予想以上の成果や逆に期待した程では無かった部分もあった。例えば、初期には『工学ワークショップⅢ』が2年次前期に、それ以降の学科系実験等へのつながりとして設置されたが、数年で廃止された。これに関しては、名前のみワークショップとしたが、結局余り内容の検討等されずに、個別持ち寄りで実施してしまったことがいわば敗因であったと思われる。実はワークショップI・IIもそうしたものを内包していた感があった。

最初から全ての担当者がワークショップの趣旨を十分に理解していたわけではなかったし、また基本的にそれぞれの出身・所属から意識が脱出し得なかったこと、いやそれぞれの立脚点はむしろ結構なことであるが、それをベースにどう学生に対応するかと言う視点がこうした持ち寄り型科目としては不十分であったことが、今となっては遅すぎた反省点であろう。

そうしたことを踏まえて、今後もし工学ワークショップのような総合型科目が実施されることがある場合、是非生かしたい材料であることは確かである。

7. 工学ワークショップにおける物理テーマ

以上は、工学ワークショップ全体について、初期から関わってきた立場で述べて来たが、最後に筆者が直接行ってきたワークショップの物理系テーマについて述べておくことにする。

最初に述べたように、工学ワークショップ以前では、E202 物理実験室のみで 40～50 名を一度に相手をしていたのであるが、ワークショップ開設に当たって、もう 1 部屋を新たにもうけ、30 名程度×2 部屋同時対応で行うこととなった。当時 4 名いた物理系教員が 2 名ずつに分かれ、川久保・小林、齋藤・中丸と言う組み合わせで担当し指導に当たった。その後齋藤先生の退職と川久保先生も実験を外れることになり、それぞれ残り 1 名ずつの対応で今日まで行って来た。

前期・後期ともそれぞれが 2 テーマで合計 4 テーマずつを担当してきたわけであるが、そのテーマを以下に示しておく。

前期：物理基礎測定（ノギス・マイクロメータやテスター・電流計等の使用法修得）

単振り子を用いた重力加速度の測定力・速度・加速度

（斜面運動の写真による解析と円運動における力と角速度の関係）

電磁力・電磁誘導（基礎的な原理を小さな装置で 1 人ずつ実験）

後期：熱電対による温度測定

応用電気計測（オシロスコープを用いた交流回路測定）

音波測定（オシロスコープを用いて音を目で見る）

光の屈折・ヤングの干渉実験・簡易分光器によるスペクトルの観察

それぞれ上 2 つが中丸先生の担当、下 2 つ

が小林の担当である。基本的にテーマそのものは開設時から同じであるが、それぞれの中身に関してはマイナーチェンジと言うのかそれぞれの時代の学生等に合わせて変化させて来た。筆者の担当分について、その一部を述べる。

「力学」のテーマでは、斜面を落下する運動のストロボ写真解析によって速度の時間変化を求めるものと、回転運動装置を用いてその回転数（角速度）と向心力との関係を求めるものであった。まず、初期には向心力の測定をバネばかりからフォースゲージに換えた。これはバネの伸びによる影響を取り除く為であった。しかし、この回転運動の実験は測定技術を必要とするものであったことと円運動の原理そのものがやや難しいこともあって、最近になって取りやめ、その代わりに直線系の運動に関する基礎実験を取り入れた。近年ビースピと呼ばれる簡易速度測定装置（元々は模型レーシングカーの速度計測用に作られた玩具）が出回っており、これを用いた水平・垂直落下・斜面運動及び釣り合いによる力の測定と、パフォーマンスとしても見栄えのするストロボ写真实験の組み合わせとしたのである。

「電磁気」では、このテーマのメインイベントであった「簡易モーターの製作」で作るモーターの種類を数年前から変えた。それまでの物は、原理図そのものを実物にしたようなモーターだったが、製作技術的に難しい部分があり、近年の学生の器用さ・根気の低下も考慮して、原理は少し応用的になっているが作るのは楽なものに切り替えたのである。また、従来から行っていた電磁誘導と自己誘導に加えて、相互誘導の実験も加えた。

「音」では、可聴限界周波数の実感や母音ごとの波形のスケッチ、音波の周期の測定、波長測定から音速を求める等であるが、それまで別々に行っていた周期測定と共鳴による波長測定を組み合わせ、両者の関係グラフから音速を求めることとした。これは、原理に沿った形であり研究型の実験でも使うやり

方と言える。

「光」では、実は「力学」でも同様であったが、従来は1コマ分説明などをまとめて行い、その後で実験をしていたのであるが、「前に言われたことは忘れてしまう」（午前と午後と言う間隔もあった）と言う学生の声が多ならずあったことを踏まえて、説明と実験を混ぜた状態とした。3つの小テーマの内1つを午前中に行い、残り2つを午後の2コマで行う形である。この為に装置の数を増やす必要が生じたが、2年間位の経費から捻出することが出来た。また光のスペクトルの測定では、光源の種類を徐々に増やしている。原子のスペクトルはそれなりの既成装置があるが、連続光型は意外に適するものが余り無く試行が続いており、また単色光型でも最近身近となっている発光ダイオード型なども遅まきながら取り入れようとしている所である。

8. 終わりに

設立計画時から今日まで、一担当者であると共に庶務幹事(?)としても携わって来た工学ワークショップI・IIが終焉を迎えようとしている今、色々な面での感慨深さを抱きつつ、出来るだけ客観的な事実を記載しようと心掛けたつもりである。本学教育の上で小さくない意義のあった科目について記録しておく重要性と、現在それを一番記載出来る立場にいるかもしれないことも考えての投稿であると、ご理解いただければ幸いである。

参考文献

- 小林貴「工学部基礎実験としての工学ワークショップ」日本物理学会概要集 2001.3
桐蔭横浜大学「桐蔭横浜大学の現状と課題－自己点検・評価報告書－」2003.2
桐蔭横浜大学担当教員「工学ワークショップテキスト」各年