

数理物質科学等技術室における教育支援と今後の展望

伊藤 伸一、室井 光裕、河原井 勝一、皆川 雄功、渡邊 ゆり子、飯田 郁雄、中原 繁男、平田 久子、大石 健一、保谷 博、小泉 陽子、大川 和夫、加藤 純雄、淀縄 文男、間宮 精一、松山 英治、鶴見 明、

喜多 英治(技術室長)

筑波大学数理物質科学等技術室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

数理物質科学等技術室の技術職員が担当している教育支援について報告する。応用理工学類における、化学実験、物理学実験、応用理工学実験、専攻実験について、事前の準備や実験装置の調整、技術指導、実験後の後始末などを紹介する。自然系学類においては学類 web ページの管理、学類説明会対応などの学類全体にかかわる業務を担当している。それぞれの現状と全体的な今後の展望について述べる。

キーワード：化学実験、物理学実験、応用理工学実験、教育支援

1. はじめに

数理物質科学等技術室における技術職員の教育支援について報告する。当技術室では従来、自然系と工学系にわかれ、さらに自然系においては化学域、物理学域、数学域、工学系においては物質工学域、物理工学域にわかれている。技術職員はそれらの学域内での業務を主として行っている。業務内容は、教育支援、研究支援、安全衛生、夏休み自由研究お助け隊のような社会貢献などである。教育支援すなわち学類の実験・実習等については、各技術職員の専門に近い分野にかかわっている。本報告では、各々の技術職員がどのように教育支援にかかわっているか、その現状について各々の学類における実験・実習や広い意味での教育支援について述べた後、今後の展望について述べる。

2. 応用理工学類における教育支援

2.1 化学実験

化学実験は応用理工学類の 1 年次学生を対象としている基礎的な実験・実習の科目である。秋学期に木曜班と金曜班でそれぞれ 46 名を定員としている。対応している技術職員は各班に 1 名である。実験・実習の時間は第 3 限(12:15)から第 6 限(18:00)までである。実験・実習のテーマは下記の通り、第 1 回目のガイダンスのあと 12 回行っている。

第 1 回目：ガイダンス、実験心得、危険物(消防法)について、成績評価について、実験器具の整備

第 2 回目：硫酸鉄(II)アンモニウム(モール塩)の合成と再結晶

第 3 回目：モール塩の定性分析(組成の確認)

第 4 回目：モール塩中の結晶水の定量(重量)分析

第 5 回目：モール塩中の硫酸イオンの定量分析(沈殿重量法)

第 6 回目：モール塩中の鉄イオンの定量分析(キレート滴定法)

第 7 回目：モール塩中のアンモニウムイオンの定量分析(イオン交換法)

第 8 回目：鉄 - 1,10 - フェナントロリン錯体の電子スペクトル測定

第 9 回目：中和滴定による酢酸の酸解離定数測定

第 10 回目：メチルレッドの酸解離定数測定

第 11 回目：パラニトロアニリンレッド(ナフトール染料)の合成と染色

第 12 回目：ポリアクリルアミド(高分子)合成

第 13 回目：酸化還元滴定(過酸化水素の分解反応速度の測定)

以上の実験を通して化学に関する基礎と実験技術を習得するプログラムになっている。この科目の特徴は、消耗品の使用量が多いことである。特に試薬については、一回の実験で使用する種類が多いテーマもあり、46 名が各々実験することから、その準備と後始末だけでもかなりの仕事量になる。また、劇物や危険物を使用することから、資格を有する技術職員が必要となる。秋学期の科目であるが、春学期からの準備と、第 5 回目のテーマについて前日までの準備、当日の様子、後始末について述べる。

春学期には、その前年度の実験で生じた廃液など前年度中に処理できなかったものの処理を行う。化学実験の特徴の一つに使用する試薬の種類が多いことは先に述べたが、その量の多さも特筆すべきである。例えば、一つの実験テーマで排出される実験廃液は 20 リットルのポリタンクで 2~4 本になる。これを原点処理の原則に従って、化学実験室内で処理している。処理の方法は、アルカリ処理を施して鉄などを水酸化物として沈殿させ、ろ過する(写真 1)。ろ過速度が廃液処理の律速段階である。約 5 リットルの廃液をろ過するのに一週間かかる。沈殿物は一定期間保管し、処分を依頼する。ろ液は中和して無害化したのちに希釈放流する。この廃液処理は一年を通して行われる。



写真 1. 廃液処理用バケツ(左)とろ過器(右)

春学期中の準備として消耗品の使用予定量の概算と、業者への見積もり依頼、発注、納品対応がある。試薬のうち劇物、危険物については納品直後に受払簿に記載する。このとき、試薬ビンごとに重量測定を行い、ラベルを貼り重量を記載しておく。また、試薬の種類ごとに購入した総重量を受払簿に記載する。試薬を使用した際にも、試薬ビンごとに重量測定し前回測定値との差から使用量を算出し、受払簿に記載する。

実験当日前までの準備として、蒸留水の製造を行っておく。蒸留装置はバンステッド型(写真 2)で 1 時間当たりの蒸留水製造能力は 5 リットルである。



写真 2. 耐震固定されたバンステッド蒸留水製造機



写真 3. 準備の様子

上段左: トングス(46 個)、上段右: ろつぼマッフル(46 組)、中段左: ガラス製洗瓶用パーツ(46 組)、中段右: 分析天秤 12 台、下段左: 塩酸(各部屋 6 本)、下段右: 廃液用ポリタンク(各部屋 1 個)

実験当日の午前中は、その日の実験に使用する試薬、器具類を準備する。写真 3 に示したのは第 5 回目の硫酸イオンの定量分析で使用するものである。トングス、ろつぼマッフル、ガラス製洗瓶用パーツは受講者数分をそろえておく。分析天秤は 12 台あるが、天秤内を清掃し、ゼロ点の較正をしておく。廃液用ポリタンクは各部屋 1 個ずつ所定の場所に置く。塩酸などの試薬類は各部屋 6 本ずつ用意しておく。床の掃き掃除をして準備を整え、12 時に部屋の鍵を開ける。12 時 15 分になったら、出席を確認してからその日の実験について、実験原理、操作方法、結果のまとめ方、注意点、トラブルの際の対処法、廃棄物の処理方法などについて約 1 時間説明する(写真 4)。説明後には質問の時間を設けて、不明な点などを解消しておく。現在、化学実験は木曜班、金曜班それぞれ教員 2 名、技術職員 1 名、ティーチングアシスタント(TA)3 名で行っている。実験中は学生たちの間を常に巡回し、気づいた点を指摘し、また、学生からの質問に対応している(写真 5)。初めて扱う実験器具などは何度でも説明を行い、確実に取扱いできるように心がけている。かつて、本学で教鞭をとられた永長久彦先生が、「教育はくり返しですなあ」とおっしゃっていたことを懐かしく思い出しながら根気よく説明している。



写真 4. 実験原理や操作方法の説明



写真 5. 実験風景



写真 6. 実験後のディスカッション

実験終了後は、教員、技術職員、TA が実験結果について学生とのディスカッションをマンツーマンで行う(写真 6)。学生の実験ノートを見ながら、結果について検討し考察を行う。また、実験ノートの記載の方法についても指導している。ディスカッション終了後には、実験器具を洗浄し片付けさせたのち、実験台の上を清掃したことを確認したのち退出させる。

学生が退出後、床の清掃を行い、その日に発生した一般可燃ごみについては、専用のビニール袋に入れ、封をして所定の場所に置く。ガスバーナーの栓、元栓、水道の蛇口が閉まっていることを確認する。これは目視だけでなく、実際に触って確かめる。実験当日については、TA の協力が大きな力になっていることもここに記しておく。廃液の処理については前述のように、実験後毎週行っている。

化学実験では毎週実験テーマが変わり、木曜班、金曜班でそれぞれ 46 名の学生が同時に同じ実験テーマについて実験する。技術職員は、その都度、前日までの準備、実験当日の準備と実験指導、実験後の後始末、廃棄物の処理、レポートの添削などを行っており、実験当日を含めて一週あたり 3 日は関連する業務を行っている。

(伊藤伸一、渡邊ゆり子)

2.2 物理学実験

物理学実験は応用理工学類の 1 年次を対象に行っている必修科目である。秋学期の水曜、木曜、金曜の 12 時 15 分から 18 時までである。カリキュラム上、システム情報工学類と共同で行っており、システム情報工学等技術室の職員と連携している。受講者数は 260 名で一班 6~8 名で実験する。実験テーマは、1. ガイダンス 誤差論 2. 測定法 3. 偏光 4. 高温超伝導体の電気抵抗 5. 磁場中での電子の運動 6. 物体の比熱、7. 振子の振動、8. 計算機シミュレーション、9. ヤング率、10. 光の干渉・回折、11. 等電位線、12. 磁化特性、13. 14. オシロスコープ、以上の 14 テーマである。

ガイダンスと測定法は別の部屋で行うため、配布用のテキストと測定用の材料と測定器の機材の準備と移動を行う。これらのテーマについてはシステム情報工学等技術室の技術職員とともにやっている。

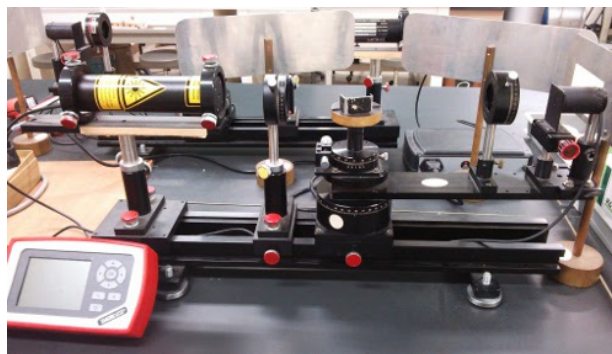


写真 7. 偏光実験装置 (レーザー光で光軸調整)



写真 8. 超伝導体測定装置 (超伝導体部分)

テーマ 3~6 については皆川が、テーマ 11~14 を淀縄が担当している。一部のテーマについて、準備や実験当日の業務内容を述べる。

偏光実験については、実験前に機材の点検を行う。写真 7 に示したレーザー発振器保持具の赤い 6 か所のネジを調整し受光スリットにレーザー光が入射されることを確認する。また、レーザー発振器前にある 1/2 波長板の回転軸のゼロ位置とレーザー光の偏光角を合わせておく。

高温超伝導体の電気伝導は、実験一ヵ月前に、低温時の電気伝導度のチェックと予備の確認を行い、必要なら超伝導体の試料の準備(試料の切り出しから配線まで)を行う。

磁場中での電子の運動は、実験初日前に予備も含めて機材の点検、必要に応じて真空管球の発注を行う。

物体の比熱は、実験前に機材の点検(ヒーター線が断線していたら交換)を行う。

学生指導は主に TA が行うため、液体窒素の配布、装置の不調等のトラブル対応を行う。また、配線の断線交換等も行う。

実験終了後は机上の整理、部屋の清掃を行う。

システム情報工学等技術室の技術職員との連携では、曜日ごとに部屋の開錠を決めている他、消耗品の購入依頼の書類が応用理工学類での処理となるためわれわれが担当している。

(皆川雄功、淀縄文男)

りもグラフを見ると一目瞭然であることを説明してグラフを描かせている。

質問に対しては、ヒントを与えながら正解に導いていくようにしている (写真 9~11 参照)。

(室井光裕)

2.3 応用理工学実験

応用理工学実験は応用理工学類の 2 年次を対象に行っている必修科目である。実験時間は通年で火曜日の 3 限から 5 限である。応用理工学類の各専門分野への入門として、固体、電気、物質、光等に関する基礎的実験を行う。

1. 論理回路、2. 電子回路、3. 製図、4. 気体の状態変化、5. 化学反応、6. 金属の相転移、7. スペクトル測定、8. 放射線計測、9. 物質の電気伝導 の 9 テーマで行われ、各テーマにつき 3 回ずつの実験を行う。学年を 9 班に分け、春学期に 4 テーマの実験(計 12 回)を、秋学期に 5 テーマの実験(計 15 回)を実施する。尚、各班はさらに 4~6 の小グループに分かれて実験を行う。

現代科学の基礎を形成する各テーマ 3 回ずつの実験を通して、その現象・測定機器の取り扱い・計測法・データ整理等を体得・理解し実験センスを養う。結果は各テーマ終了時に整理し、レポートにまとめて提出する。

実験は 4 部屋に分かれ、担当教員 4 名、技術職員 3 名、TA 4 名で午後行われる。技術職員の仕事としては、実験準備、実験指導、実験機器の保守管理がある。

【班分け表、出欠集計表、採点記入用表、成績集計表の作成について】

成績は出席点とレポート点の合計で評価する。出席点は技術職員一人でもとめ、レポート点は担当教員が採点する。担当教員は各部屋ごとに 3 回分ずつで代わるので、合わせて 12 名になり採点記入用紙も 12 部必要になる。

これら多くの表に名簿を貼り付ける作業は、多くの時間を要する。また、第 1 回目の実験時に名簿から漏れた再履修の学生が来ることもあり、そのたび名簿を作り直さなければならない。さらに、多くの採点記入用表から評価を成績集計表に転記する際の、転記ミスをなくすために ExcelVBA で作成した。

まず、2 年生の名簿から 9 班の班分け表を作成して、これがすべての表の元になる。

この班分け表から、あらかじめ作成してある出欠集計表、採点記入用表、成績集計表を呼び出し、マクロを使って班ごとの名簿を貼り付ける。学期末には成績担当者(教員)が、採点記入用表と出欠集計表を回収して、これらのファイルとリンクしてある成績集計表が完成する。

【気体の状態変化、化学反応、金属の相転移】

実験当日の準備、機器の保守について、午前中にマンメータの水量、温度コントローラのリセット状態、熱電対保護管の損傷の有無等を確認する。

また、実験中に電気炉の電熱線が断線した場合は、予備と交換し、後日電熱線を交換して、使えるようにしておく。

実験指導について、重量、温度の変化を測定する実験では、測定したらプロットするのが基本であるが、これを怠る学生を時々目にする。数値を見るよ



写真 9. 気体の状態変化実験装置



写真 10. 化学反応実験装置

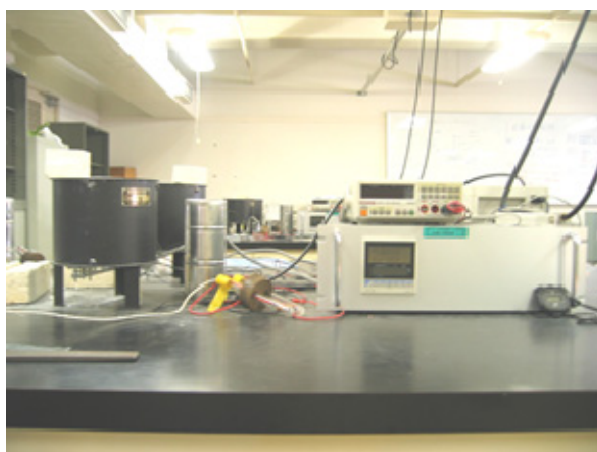


写真 11. 金属の相転移実験装置

【スペクトル測定】

プリズムと回折格子を用いて、電磁波の中でも可視光領域におけるプリズムの屈折率、平面回折格子の格子定数、スペクトル光源の波長同定を行う。そして、装置(写真 12)の取り扱いに習熟すると共に、分散素子の性質を理解する。

実験開始前にスペクトル測定の光源の電源を入れておく。点灯時は光が弱く、すぐに実験が出来ないためである。またそのほかの準備として、品質管理用木綿の手袋を学生各人に配布するとともに、ホワイトボードマーカ(黒、赤)を用意しておく。

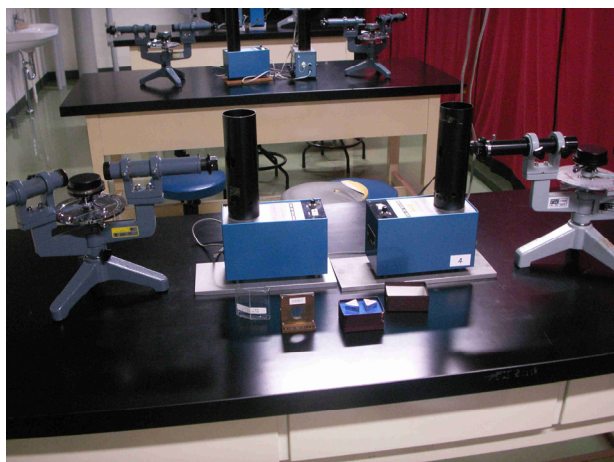


写真 12. スペクトル測定装置

【放射線計測】

放射性同位元素 RaDEF から放出される β 線をガイガー・ミュラー計数管(GM 計数管)と計数回路(写真 13)を用いて計数測定し、放射線源と放射線検出器の性質、放射線計測と解析の方法、放射性物質取り扱いの基本について理解を深める。また、 ^{55}Fe からの X 線(6 keV)を用いて X 線画像計測の基礎を学ぶ。実験の準備として、インクジェットプリンターのインク、A4 片対数グラフ(4 段)、印刷用 A4 用紙を用意しておく。



写真 13. 放射線計測装置

【物質の電気伝導】

物質に電界を加えたとき、電子や正孔などの荷電粒子(キャリア)の移動により電荷が運ばれることを

電気伝導という。金属である白金と、化合物半導体であるインジウムアンチモン(InSb)を例にとり、物質の電気伝導について学ぶ。

オームの法則を理解するために電流・電圧特性を測定(写真 14)し、電気抵抗測定法の基本を習得する。次に定電流下で、室温から約 90°C まで温度を変化させ、金属と半導体の抵抗の温度変化の違いを実測する。金属の電気抵抗の温度係数、および、半導体における最も基本的な物理量であるエネルギーギャップを決定する。準備として、A4 片対数グラフ(2 段)を用意しておく。

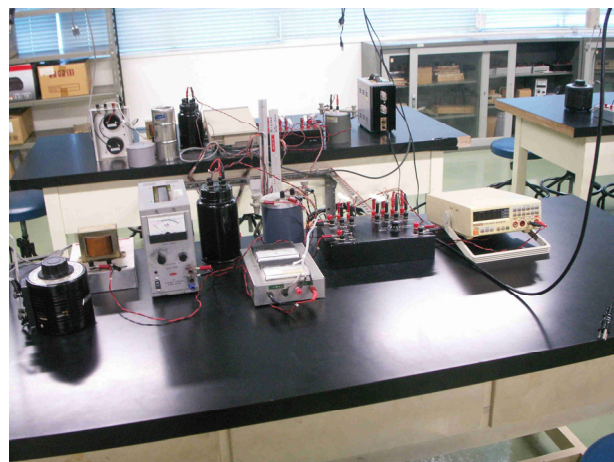


写真 14. 物質の電気伝導測定装置

準備室と共通の消耗品として、準備室のインクジェットプリンターのインク、電気掃除機用の紙パックなど随時、消耗具合で発注している。

授業の実験時間以外で、消耗品の発注や受け取り、不具合の生じた機器や部品の修理調整を行っている。職員では行えない修理が出ると機器製造元へ連絡を取り、その事務処理を行う。定期的の実験室の清掃の手配をし、清掃時には立ち会う。また、学生の班分けや出欠のチェック、レポートの提出状況を室井光裕氏、渡邊ゆり子氏と連携を取って授業を進めている。

(河原井勝一)

【論理回路および電子回路】

実験概要は、論理回路の真理値表に従ってロジックシミュレータにより回路を組み立てる。電子回路については、RC 回路の過渡現象の測定、LCR 共振回路の Q 値を求める、トランジスタ回路の特性の測定およびトランジスタ回路の作製とその回路を測定。

役割としては、実験の時は実験室の開錠、出欠の確認、切れたコードの修理(1 日に 10 本程度は切れる)、終了時の施錠、3 回ごとに、レポートの回収、回路作製の部品の補充などを行っている。

学期の初めには装置ごとにコードや工具類の数の確認をする。

(渡邊ゆり子)

2.4 専攻実験(物性・分子工学専攻)

物性・分子工学の専攻実験は応用理工学類の 3 年次を対象に行っている必修科目である。木曜の 12 時 15 分から 18 時まで行う。通年の実験で、5 週

(5 回)で一テーマを終了し、次のテーマに移動する。そのうち「ラク톤の酸加水分解」の第 5 回目の「ガスクロマトグラフによるラクトンなどの分析」を担当している。実験当日の午前中にガスクロマトグラフを立ち上げ、12 時 15 分から約 90 分間、実験の原理や操作法、結果の解析について説明し、実験中は常に学生に付き添い、指導している。

(伊藤伸一)

2.5 機械工作についての教育支援

学類の実験のほかの教育支援について述べる。それは学類学生に関する機械工作の業務である。各研究室からの依頼に応じて実験装置の部品等を作る。それらの依頼は、教員の他に、4 年生が卒業研究のために、あるいは大学院生が修士・博士の研究のためにすることも多くある。依頼に際して、実験に合うような部品の形状・材質などの相談、設計のアドバイス、図面の書き方の指導等をすることもあり、製品を供給することを含めて学生の教育支援と捉える事ができると思われる。

(大石健一、河原井勝一、保谷博)

2.6 応用理工学類説明会について

応用理工学類では、高校生を対象に説明会を行っており、それに関して次の支援業務を行っている。

説明会についての連絡事項、学類長挨拶、学類・主専攻・卒業後の進路等の説明、在学生の話等を 3 部屋(3A402, 3A403, 3A416)同時にライブ中継(映像と音声)するための準備(配線や機器の設置)を説明会前日に行い、当日は、トラブル対応のため各部屋の巡回等を行なっている。例年、高校生 400 名を超える学生(2 部屋)と引率教員及び保護者(1 部屋)の部屋をライブ中継している事も年々、引率教員及び保護者の数が増えているようである(写真 15)。

(中原繁男)



写真 15. 応用理工学類説明会

3. 化学類における教育支援

自然系学類には数学類、物理学類、化学類がある。化学類については、学生実験や学類ホームページ等についての様々な形で教育支援にかかわっている。

3.1 化学類ホームページ

平成 19 年に、理工学群化学類がスタートするにあたり平成 18 年暮れに化学類ホームページ(HP)のたたき台をホームページビルダー(株式会社 ジャストシステム)を使用して作成した(写真 16)。

URL を格好良くしたいとのことで Web 用バーチャルドメインを学情メディアセンターに申請取得後、化学域共通サーバに設定し下記 URL でアクセスできるようになった。実態は下記 URL へのエイリアス設定になっており、どちらでもアクセス可能である。下記は化学類トップページである。平成 25 年度から 2 学期制に移行したためシラバスの変更箇所が多く、頂いた原稿を元に修正後、各担当教員に確認いただいたが、開講時期等、参考書、オフィスアワー、メールアドレス、電話等の項目で相異が見いだされ 12 回ほど更新した。

化学類 HP : <http://www.chem.tsukuba.ac.jp/gakurui/>

また、平成 25 年度からスタートした筑波大学教育課程編成支援システム(<https://kdb.tsukuba.ac.jp/>)で開設科目一覧(シラバスを含む)が検索できるようになったが化学類長の判断で化学類 HP への導入は見送られ、従来どおりに html 版と pdf 版を作成した。

平成 25 年度に更新または追加した項目
「化学類パンフレット」は毎年更新
「お知らせ」は毎年更新
「大学説明会」は平成 25 年度追加した
「化学類で学ぶ化学研究」入れ替えのため更新
「教員一覧」は異動等により更新
「卒業生メッセージ」は毎年更新
「体験学習」は毎年更新
「卒業後の進路」は毎年更新
「入学試験情報」は毎年更新

(飯田郁雄)



写真 16. 化学類のホームページ

3.2 無機化学実験

工学系と同様に自然学類の無機化学実験について、学期前に実験機器、ガラス器具、試薬の準備等を行った。消耗品等の見積もり依頼、発注、納品(試薬の受け入れ等)の会計処理も行った。また、実験に用い

る試薬溶液の調製を行った。実験中は学生に対して技術指導を行った。

(小泉陽子)

4. 物理学類における教育支援

教育支援の場として、卒業研究で配属、又は大学院で入学してきた院生への真空技術に掛かる技術指導がある。実際のプラズマ実験に必要な真空技術について、学群3年生までに身につけたものに補足する技術の指導等を行っている。

主たる業務である真空技術という分野はないので関連するもの、又は複合したものである。即ち物理学の基礎に始まり機械、電気、電子、時には高圧ガス、化学の領域に跨っている。学生・院生には特に基礎に力を入れて教えている^[1]。

実際の実験の現場で、学生にとって教員より近い立場にいて、気づいたこと、問われたことを逐次解説している。教員には聞きにくいもの(すでに何度か教わったもの、当然知っていなければならないもの、指導教員の分野でないもの、等)について、随時声をかけて教えている。特に安全に関しては最優先で注意を促している。

(平田久子)

卒論の4年生、大学院生に基礎的な実験に関する事柄(真空、電気、機械器具の安全な使用に関する事柄)等を教えている。

学生実験担当の教員からの実験機器改善等についての問い合わせについてアドバイスして問題解決の一助となる様に努めている。

(大川和夫)

物理学類における教育支援業務として、担当する研究室所属の学生のコンピューターアカウント管理等と、物理学専攻、学群棟のネットワーク管理に関わっている。

(加藤純雄)

5. そのほかの教育支援

上記以外にも期末試験の監督補助等、技術職員が教育にかかわっている業務がある。安全衛生や液化窒素の供給、それらは教育のみならず研究支援とも重複しており、今回の発表では割愛したが、必要不可欠なものである。

6. 今後の展望

現在、数理物質科学等技術室では技術職員が定年退職した場合に、新たに技術職員は採用されていない。これまでは、定年退職者が一年に一人、二人という割合であったことと、定年退職した職員が再雇用によりシニアスタッフとして業務にあたっているため大きな影響はでていないが、数年後には退職者の増加と現在在職しているシニアスタッフが退職することから、教育支援あるいは研究支援に大きな影響が出ることは容易に想像できる。今、技術職員が

担っている業務は前述のように必要不可欠であることから、技術職員数が減少したときには誰かがそれを引き受けることになる。学類の実験・実習についてTAが技術職員の代わりになるだろうか。たとえば劇物や危険物の管理ができるかどうかということについては、おそらくできないと考えられる。仮に技術的に可能であっても、管理者はその職場の常勤職員であることなどの法律上の規制もある。実験技術指導においても、教員から指導を受ければTAでも指導できる(筑波大学のTAはみな優秀であることを記しておく)。しかし、TAは大学院生あるいは学生であるから長くても1~2年で交代せざるを得ない。結局TAが代わるたびに教員が指導しなおすことになるであろうが、教員も自身の受け持っている講義や研究で多忙を極めているのは、はたから見てもよくわかる。筑波大学は将来的に研究専門の大学となるであろうから、教員の研究の比重がますます大きくなることも予想される。では、現在の技術職員と同レベルの業務を外部に委託できるかどうか。たとえば、安全衛生については、労働安全衛生法では衛生管理者は一定割合の外部の有資格者に依頼できるが、基本はその職場の常勤職員と決められており、外部委託も難しい。劇物、危険物の管理についても同様である。以上のことから、今後の教育・研究への技術支援は危機的状況になりつつある。

応用理工学類の化学実験に関していえば、教員の方々の認識は深く、その対策も考えておられる。現時点で我々技術職員が実施できることは、実験テキストに記述されていない実験・実習を行うための準備や後始末のノウハウを何らかの形で残すことである。一つは実験を担当している教員へ、実験ごとにそれを直接伝えることである。もう一つは、マニュアルの作成であり、これについてはすでに渡邊ゆり子が準備している。

技術職員が担っている本学における業務は教育支援のみならず、研究支援、安全衛生等多岐にわたっている。大切なことの一つは、フットワークの良さであると考えている。教育においても、研究においても技術支援の質の高さと速さは教育や研究の成果に大きく貢献するものである。本報告では、技術職員の教育支援について述べたが、その存在の重要性が少しでも伝われば幸いである。

謝辞

技術職員が業務を遂行する上で、日頃様々なご指導をいただいている数理物質系教員各位へ感謝申し上げます。また、数理物質エリア支援室長はじめ事務担当者各位へ感謝申し上げます。応用理工学類化学実験に関する資料作成について協力していただいたTA鎌倉聖君に感謝いたします。

参考文献

[1] 平田久子、“大型プラズマ閉じ込め実験装置で実験する人のための真空技術の基礎”、筑波大学技術報告、No.23 (2003) 5-14.

Supports for Education and the Future View by the Technical Staff Members of Technical Service Office for Pure and Applied Sciences in the University of Tsukuba

Shin-ichi Ito, Mitsuhiro Muroi, Shoichi Kawaharai, Katsunori Minakawa, Yuriko Watanabe, Ikuo Iida, Shigeo Nakahara, Hisako Hirata, Ken-ichi Ohishi, Hiroshi Hoya, Yoko Koizumi, Kazuo Okawa, Sumio Kato, Fumio Yodonawa, Seiichi Mamiya, Eiji Matsuyama, Akira Tsurumi, Eiji Kita (Head)

Technical Service Office for Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

We have reported the supports for education by technical staff members of the Technical Service Office for Pure and Applied Sciences in the University of Tsukuba. The supports are preparation of samples, maintenance of experimental apparatus, guidance of laboratory technics and clearing of the laboratory as well as care of web pages and explanation of the College of Engineering Sciences. We have also reported the future view of the supports.

Keywords: Laboratory Practice of Chemical, Physics Laboratory, Engineering Science Laboratory, Supports for Education.