

産業界が期待する光学教育

鶴田 匡夫

Education in Optical Science and Engineering for Industrial Needs

Tadao TSURUTA

Optical industry requires highly educated and specially trained specialists and researchers. Three proposals are presented to ensure future supply of such professionals. The first proposal is to organize “virtual” optical education center to introduce systematic variety of lectures in the field of optical sciences, open to industry and academia. The second is to encourage academic people to write bulky text books and monographs to widespread new and advanced optical sciences and technologies. The third is to establish for post-graduate students training courses on fundamental and important issues to think independently with their own minds and hands and to create non-traditional approaches.

Key words: optical education, virtual optical education center, optical industry, text books and monographs, non-traditional approaches

光産業の大きさは国内生産額で10兆円に近く、全エレクトロニクス産業の20%に達するが、これを支える光の技術もまた多岐にわたる。したがって、“Optics is an interdisciplinary high technology and, therefore, requires highly educated and specially trained specialists and researchers”¹⁾であることも当然であろう。

しかし、いかに膨大で個別的には細分化されているとはいえ、個々の光技術は単純・明快で、ノウハウの塊なので外部から理解するのが難しいというものは少ない。これは、光が関与する物理現象が主役という光技術全体に通じる特徴であろう。したがって、光学教育の問題は、光技術の全体を、個別的な学問・技術を有機的に結びつつ、それをどうやって理解させ (education)、実際に即して応用力を身につけさせる (training) かに帰着するであろう。

光産業に働く技術者たちに、なぜそれほど広い光学の知識と応用力を求めるといえば、現代では企業も個人も自分の得意とする土俵の上だけで勝負するのが難しいからである。例えば、たった5年ほどの間に、150年の歴史を誇

る銀塩カメラがデジタルカメラに主役の座を引き渡したが、その間筆者の、そしておそらくは多くの会社では開発の主体である設計者の顔ぶれはさほど変わっていない。カバーする技術の領域は大きく広がったが、彼らは自らを変身させて新しい技術に挑戦し、それまで培ったカメラ技術の上に花を咲かせて主役であり続けたのである。これは意欲さえあればできるというものではなく、本人たちが広い光技術分野に専門的な関心と理解をもってはじめて可能になったのである。

現在は、市場が拡大を続けていて、企業がそれぞれの得意とする分野で持ち味 (企業文化という流行語ができた) を生かして、すなわち過去に蓄積した資産を上手に使うことで発展できるという状況ではない。過去の蓄積にそのときどきの state of the art (ある時点で到達している技術の最高水準) を加えて次の世代に引き継がせるには、on the job training (実地訓練) は効果的だが、今やその限界は明らかであろう。光の技術全体に広く深く通じた「何でもできる高度な専門家」が求められているのである。

(株)ニコン (〒100-8331 東京都千代田区丸の内 3-2-3 富士ビル)

このような時代の要請が、人材の養成機関から産業界への一方通行で実現するものでは決してない。大学と産業界の間で教える立場どうしが交流をもつことも必要だし、社員の再教育もこの枠組みの中で実現したい。要は学界と産業界の協力で、諸外国と比べていささか見劣りのするわが国の光学専門教育を充実させてほしいと思うのである。

以下に、長い間光学会社で仕事を続けてきた者の一人として、いただいた表題からして羊頭狗肉のそしりを免れないが、50年ほど前に覚えた語を使えば unzeitgemäß (反時代的な) かもしれない、しかし独断でも偏見でもないつもりで感想と提言を申しあげたい。

1. 大学の役割

昨年秋に出席した産学協同研究に関するシンポジウムで、日本の大学は欧米と比べて閉鎖的ではないかと質問された、日本で研究歴を積み現在は米国の大学に籍を置いて活発に研究活動を展開している講師が、見当はずれの答えかもしれないが前置きして、「米国では大学の第一の役割は有用な人材を社会に送り出すことだと考えられている」と答えていた。有用という語の意味は、国と人またそれぞれの立場と価値観によって異なるだろうが、大学が若くて資質にすぐれた学生を教育して、社会に役立つ人に仕上げた卒業させる場所だという認識は、今も洋の東西を問わず共通していると感じ、私は意を強くしたことであった。

最近大学にも教官の評価制度ができ、論文と特許はそれぞれポイント1であるとか、学生に講義を採点させるとかいう断片的なニュースが目を引く。しかし、社会人教育も含めて、教育が大学人に課せられた最大の使命だということを、評価にも十分反映してほしいと思う。

2. 講義の公開と充実

日本には米国のロチェスター大学光学研究所やアリゾナ大学の光科学センターのような、いわば光科学の部門的な機関がないので、網羅的な光学教育が難しいという意見がある。しかし、研究はともかく、その有用な反映である専門的な講義に関しては、全国規模で光技術関連のものをリストアップし、その梗概を公表し、原則として誰でも聴講料を払えば出席でき、テストやレポート提出など学生と同じ便宜を得られるようにすれば、わが国研究者の層の厚さと大きな光技術者人口を考えて、改善の第一歩となるに違いない。

光産業技術振興協会に設けられている「光情報教育専門委員会」の活動や、日本光学学会のウェブサイト上に教育用のサイトを立ち上げる試みなどが、講義テーマの過不足を

チェックし、全国的規模で講義科目を充実させる機能を果たしてくれるようになり、インターネットの活用にも道をつけて、わが国にも仮想的ながら教育面で光技術の研究所が設立されたのと同じ効果を生むようになってほしい。

次の問題は講義内容の充実であろう。日本光学学会ではその前身の光学懇話会の時代から、光学技術者教育に熱心で、すでに30年以上も前から、夏のサマーセミナー(1961年から)と冬の冬期講習会(1967年から)を開催してきた。私は、後者のテーマが専門的講義の候補になるのではないかと考えている。例えばそのひとつで後に単行本になった、光学懇話会編「結晶光学」(森北出版、1975年)などは今も私の愛読書のひとつである。私の夢は、これとほぼ同じ内容に up to date な話題を加えた、1人の講師による半年間の講義をじっくり聴講することである。講義は対象が広すぎると冗漫で紋切り型になりやすく、狭すぎるとかえって羅列的で知識の切り売り風になる弊害があるらしい。ほどほどの範囲をテーマとする科目のそれぞれに、大学・企業の別なく適任者を探し、その全体が光技術を鳥瞰できるようになれば、私にとっては光学教育に関して仮想的な研究所が設立されたも同然である。

問題は適任者をどうやって選ぶか、その人が引き受けてくれるかどうかだが、それはやってみなくてはわからない。外国ではサバティカル年に教科書を書く習慣があるそうだが、日本ではどうであろうか。要は講義をすることや教科書をつくることに、世間や本人がどれだけ価値を置かにかかっている。私は、独創的な着想は多くの場合連想から生まれると信じている。連想のきっかけを与えてくれるのは、すぐれた教師のなにげない、本人も気がつかなかった一言である場合が多いこともまた事実なのだ。

3. 教科書と専門書

大学の先生方と話したり、退官記念パーティーに出席する折に、大学の理工系、特に国立の大学で、1人の先生が直接指導したお弟子さんの数がいかに少ないのにあらためて驚かされる。学問・技術の伝承が小さい集団の中で先生から弟子へと、また同僚の切磋琢磨によって行われるのは確かだが、それだけではあまりに非効率である。時間と空間の制約を超えて、大学人の知恵と洞察力を広く伝えられるのは著書によってであると思う。学問・技術の種は多くの場合、自分の知らない遠く離れた場所で芽生え成長するのだ。

初心者から専門家までが座右に置いて、じっくり読めば「目からうろこが落ち」、索引で調べれば知りたいことの方がわかる用語集としても使えるような力作を、教科書・

専門書のさまざまな水準で出版してほしい。「安く薄く」という出版社の圧力は強いというが、昔の Born & Wolf だけでなく、最近では Hecht の *Optics* の翻訳が三冊本で出始めた。平易な英語で書かれた学部学生向けの教科書をいまさら日本語に書き換える積極的な理由があるのか、疑問を感じる。前章で述べたように、講義の受講人口が増えればテキスト類を購入する人も増えるだろうと、ここは楽観的に考えて、自分のものの考え方と発想の源泉となった知識の体系を重厚な教科書・専門書に具現化してほしいのである。

原著論文の価値は長さとは無関係だが、専門書は厚くないといけないというのが筆者の持論である。光学そのものでは差し障りがあるので応用数学の本を例にとると、筆者が手許に置いて長い間重宝してきた本に R. Bracewell: *The Fourier Transform, and Its Applications* (McGraw Hill, 1965) 全 381 ページがあったが、これとて 1986 年に出版された第 3 版 616 ページのほうが断然役に立つ。フーリエ変換の本は書店ですぐ入手できる日本語の本だけでも 10 冊近くあり、読んで面白いものが多いけれど、役に立つという点では Bracewell にはかなわない。彼は電波天文学の創成期に立ち会い、フーリエ変換を縦横に駆使して電波天文学から X 線 CT までの広い領域で大きな業績をあげた人である。フーリエ変換に関係あるものならば無定見に何もかも収録したのではなく、使いこなすのに必要な事柄を体系的に整理したら 616 ページになったというのが実際だったのであろう。だから役に立つのである。

4. カリキュラム

大学と大学院の専門教育とは、研究を進めるために必要な知識とノウハウを身につけさせ、学生が自分の素質や適性を探し出す手伝いをするに尽きるところで、修士論文や博士論文はその成果の一部を示す習作だろうと私は考えている。習作が大論文に化けることも当然ありうるが、例外的だと考えるほうが正しいであろう。

学位は、特に欧米において研究を自主的に遂行する資質と実績をもっていることを証明するパスポートのようなものであるが、それとて博士論文を書いたという実績もさることながら、それを含めてどこそこの大学の博士課程を修了した事実のほうに重みがあるように私には感じられる。近年、欧米でも学位論文を参照する例は少なくなったし、日本では従来から非常に少なかった。ひとつのテーマのもとで行われた研究の中で、新規性 (priority) を主張できる部分は学術誌に投稿済みか投稿中であろうから、分厚い博士論文は研究遂行能力を審査する側面が大きいという認識

が広く行きわたったためかもしれない。

筆者は、新規性だけを主張する論文を必ずしも独創的 (original) だとは思わない。論文が投稿された時点でそれを公正・客観的に審査するのに「いまだ誰もやっていない」ことを重要な基準にするのは特許審査の場合と同じでやむを得ない。しかしそれが応用されて「やっぱり目のつけどころが違っていた」と認められてはじめて独創性が追認されるものと思っている。また仮に他所に先を越されたとわかって、そのために論文掲載を拒否されても、教育機関としての大学・大学院は学位論文の審査に当たってはその人の独創性や将来性を高く評価するのにためらう必要はあるまい。

そのような留保をつけてもなお、論文審査が実績主義による評価であることに変わりはない。その一方、一定水準以上にある者の研究能力をさらに向上させる方策として、先に挙げた講義やデモンストレーションのほかに、研究室単位に名称や内容はさまざまであるが、いろいろな勉強会や情報交換の場が設けられている。

研究を遂行するノウハウを体験させる training の一手段として、あるいは一部においてはすでに行われていることかもしれないが、次のような課程を設けたらどうかと考える。外部の専門家も含めて指導教官の層を厚くし、学生に先端的あるいはある時点で放棄されて今は顧みられないが面白い課題 (20 世紀の材料の進歩や、波長域の拡大、計測技術の革新などによって復興した技術は、液晶や光磁気効果をはじめ実に多い) を与え、学生にはあらかじめ指導した以外の資料の探索やパソコンの使用を禁じ、できれば最先端の研究が行われている現場に居室を移して、自分の頭で最良の回答を、誰かがすでにやったかどうかなどとは無関係につくらせるのである。これを、期間を半年から 1 年に限って集中的に経験させるのはいかがであろうか。

自分の頭で考えるといっても、ひとりぼつねんと蝸壺の中で目をつぶって頭を抱えていたのでは眠くなるのが落ちである。研究が活発に行われている現場では、個々人のテーマは異なっても、互いに共通の関心をもって啓発し合っていることが多い。その中で自分の考えを批評してもらったり、実験の助言を得ながら、課題や問題の解決を目指すのはそれ自身有益なだけでなく、副産物として質のいいアイデアが生まれて原著論文に結実する可能性も大きいであろう。

5. 寺田寅彦の方法

理化学研究所の所長で後に理研コンツェルンの総帥となった大河内正敏は、寺田寅彦の追悼文の中で、寅彦流研究

の奥の手として次の文章を残している²⁾。少し長いが引用しよう。

「歩兵銃から射ち出された小銃弾が、予じめ薄い金属板に穿たれた、円い孔、四角な孔、三角な孔等を通り抜ける時の瞬間写真を、シュリーレン法で写して見ると、色々な形をした空気の波と思われるものがでてくる。大した問題でもないから好い加減にして置こうと思ったら、寺田君は承知しない。若しこれを空気の波とすれば何んで出来たか説明しよう。君ひとつ調べろという。仕方ないから、先ず参考書か専門雑誌で、今まで何か似た研究はないか調べてみようと思って、寺田君に教えを乞うたが、その時の答が私のいう奥の手であった。文献などを調べて何がある、写真を眺めて何時までも考えて見給え何か出て来るよというのであった。誰に聞け、何を調べろ、何を読めという手は駄目だ、何もせずに黙って考えろというのである。黙って眺めて考え込む、今日うまい考えが出なければ、寝ていて考える、目がさめたらまた考える、毎日同じ事を繰り返すのである。果して考えが出て寺田君に話すとそれに違いない、それで説明がつくといい喜んで。

爾来30年、私はこの手をあらゆる事柄に用いている。特に製造工業には面白い位効果がある。良品廉価生産の研究をやるときに、工場へ行って、此処を改良しようと思ったところに座り込む、立ちつくして、その装置や機械と睨めっこをしている、一日でも二日でも、考えの出るまで黙って考え込む。どうしてもいけないときには、数日置いて又やる。機械から離れても考える、寝ても考える。旅行をすれば汽車の中で考える。そうすれば必ず先人未発の機械装置が浮いて出て来る。併し寺田君の場合は、あの人の頭のことだからそんなに考え込まずに、すらすら解決が出て来たのだと思う。

私はこの寺田君から教った手を、若い技術者に試みさせている。真剣に夢中で考え込んだ者には必ず妙手が浮んで、予期以上の成績を挙げているが、そんな馬鹿馬鹿しい手があるものか、それよりは先ず内外の特許を調べる方が早い。専門の雑誌、書物を読破する方が先だと、私のいうことを聞かずに図書室へ這入り込む連中は、結局在来のやり方に捕われて平々凡々のことより出来ないのである。

寺田君の思出は数々あるが、一番深い、そうして今日、今日以後も寺田君のお蔭で、理研が良品廉価生産の研究に成功して行くことを記して、君の余徳を世人

に分ちたい。決して自分免許の廉価生産ではない。世界中何国にも負けない廉価生産の方法・手段は、君が残して行った無手という手で案出されているのである。」

われわれはつい、自分の眼で見て考えるという態度を、頭のいい人の特権だと思いがちであるが、実際は大河内が強調するように、誰もが心掛けるべきことであろう。筆者の身近なところにも、若い人の精緻な観察が大きなプロジェクトを成功させる鍵になったり、会社の浮き沈みにかかわる事態を未然に防いだ事例が少なくないのである。NHK「プロジェクト X」の世界だけではないのだ。以前、IBMのワトソン研究所を訪れた際“Think”という標語が多く目についたことを思い出す。

一方で、碁将棋の世界で始まったという「下手の考え休むに似たり」から孔子の「子曰く、吾れかつて終日食わず、終夜寝ねず、もって思う。益なし。学ぶにしかざるなり(論語衛霊公篇)」にいたるまで、これと反対のようにみえるやり方もまた広く行われている。筆者も開発の現場を離れたところから、自分の不得手の分野のものも含めて文献や資料を読んで理解する作業を日課としているが、1週間日夜考えてわからぬことが、1行の文章を正確に読んで氷解するケースを頻繁に経験する。しかし、文献や資料を過信して安易に流れて自分の頭を眠らせる愚はこれとは異なるものであろう。「学んで思ざれば則ち罔し。思うて学ばざれば則ち殆し」という文章もまた論語には見出されるのである。

エジソンは「天才は99%の発汗(perspiration)と1%の靈感(inspiration)だ」と書いているが、寺田寅彦の方法と共通して、先人の仕事に学ぶのも大事だが自分の目で見、自分の頭で苦勞して時間をかけて考えることはもっとはるかに大切だと強調しているのであろう。天才(genius)をoriginalityに変えても一向に差し支えないのである。前項を提案する理由である。

6. 将来に向けて

光技術を基盤とする光学と光情報産業が今後ますますハイテク化・国際化するのには目に見えている。その中で“highly educated and specially trained”された専門家の需要がいつそう強まることは明らかであろう。しかしわれわれの業界でも、先進国・開発途上国の区別なく、現地で外国人を採用するほうが費用が嵩んでも有利だと判断するケースが常態となりつつある。日本語を喋ることだけが取り柄では通用しないのである。

このような状況下で、即戦力とはいわないが、「本人が所属する知的集団の中で、主要な役割を分担する能力と進んで討論に参加する意欲をもち、それらに必要な最低限の専

門知識と見識を備えた人物」を社会に送り出してほしいのである。

近年、大学生の学力低下と学習意欲の欠如が社会問題となっているが、昨 2002 年秋に開催された日本光学会主催の「大学における光情報教育を考える」シンポジウムで聞く現状は惨憺たるものであった。入学するのが難しいので定評のある大学の院生が「年度ごとに学生の質が目に見えて悪くなっている。博士課程よりも修士課程、学部 4 年生よりも 3 年生が、やる気がなく怠け者になっているが、これは自分たちのところだけだろうか」と質問し、パネラー一同がシュンとなってしまふ一幕があった。筆者は部外者だから単純に、大学が決めたレベルに達しない学生は学部であれ大学院であれ卒業させなければいいだろうと思う。昔の田舎の女学校では、嫁入り前の娘に傷がつくから中学校と違い落第をさせないという不文律があったそうであるが、今の親として「授業料を払ったのに卒業させないのは詐欺だ」とはいうまい。しかしその一方で、有名大学の卒業生でさえフリーター率が 20~30% に達するという統計も

ある。20 年前のイギリスでは、学卒者が職を求めて大量に海外に流出したそうであるが、英語に不慣れな日本人ではそうもいくまい。社会の停滞と経済の低迷とはこういうものかと、暗澹とした気持ちになるのも事実である。しかし、嘆いてばかりでは始まらない。ここはひとつ勇気を出して明るく元気に、われわれこそ「光の世紀」の担い手であるとの共通の自覚のもとに、大学と産業界を挙げて、その最重要課題のひとつである「人材の育成」に協力して当たりたいと思うのである。いくつかの感想と提言を申しあげた所以である。

文 献

- 1) I. N. Afanasyeva: OE Report (SPIE), July (2000) 11.
- 2) 大河内正敏：“寺田君の想ひ出”，思想，昭和 11 年 3 月号 (1936) 295-297.
この文章は、松本 哉：寺田寅彦は忘れた頃にやって来る (集英社，2002) pp. 168-170 に一部が引用されている。

(2003 年 3 月 4 日受理)