

電通大における光科学教育

米田 仁紀

電気通信大学 レーザー新世代研究センター(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1)

Education Program of Optical Science in University of Electro-Communications

Hitoki YONEDA

Institute for Laser Science, University of Electro-Communications, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585

(Received January 29, 2008)

1. はじめに

レーザーは今やほとんどの科学研究に用いられるようになってきている。多くの分野でレーザーはツールとして用いられ、研究開発の現場でもさまざまな形態のレーザーが使われている。こういった中で、電気通信大学ではレーザーセンターを中心に光科学教育を独自に考え、いくつかの試行を行い、継続的な教育プログラムとして完成させ運営している。ここでは、その開発段階を含めてわれわれが議論してきたこと、現状のプログラムとその発展、さらに現在開発中の教育プログラムについて紹介する。具体的には、新しいタイプの教育プログラムである「教える」Elementary Teaching Laboratory¹⁾と最近のブラックボックス的な実験ツールに警告を与える「危機・限界体験実験プログラム²⁾」を中心に紹介する。

2. Elementary Teaching Laboratory(ETL)

2.1 ETLの特徴

この教育プログラムは、1996年から電通大レーザーセンターで始まり発展してきたものである。このプログラムは、新しく研究室に入ってきた学部4年生に大学院生が自ら考案した実験プログラムを通して「教える」ことで自分自身がより深く理解し学ぶことが要求されることを利用した教育プログラムである。これを開始した動機、その発展は以下のようにオリジナリティの啓蒙、他人に教えることで学ぶ意欲を高める、学生の中での独自の教科書をつくる、などが基本となっていた。

2.1.1 オリジナリティの啓蒙

理想的な研究者には、研究に対する高い専門知識と、自らが生み出すオリジナリティを生み出すことが必要であろう。(Fig. 1)

学生が大学の研究室に配属され修士論文などの研究を行うことで高い専門性のある研究に参加することはできるようになる。中には学術雑誌にその成果を投稿できる学生もいる。これはオリジナリティのある研究として世の中に出るわけであるが、その多くの発案・テーマ設定は、当然指導教員の考案したものである場合が多い。もちろん、その研究を通していずれは学生のオリジナリティが生まれることを期待しているのであるが、大学としての教育はそれでいいのだろうか？研究でのオリジナリティを発揮させるのは確かに難しい。しかし、それは研究の延長上で考えるからであって、その制約を外すことで学生にオリジナリティの重要性を研究成果の重要性と同様に教えられないだろうか？そこで、我々は学生が考案する実験演習プログラムにオリジナリティを発揮させることを考えた。すなわち、研究の専門性とオリジナ

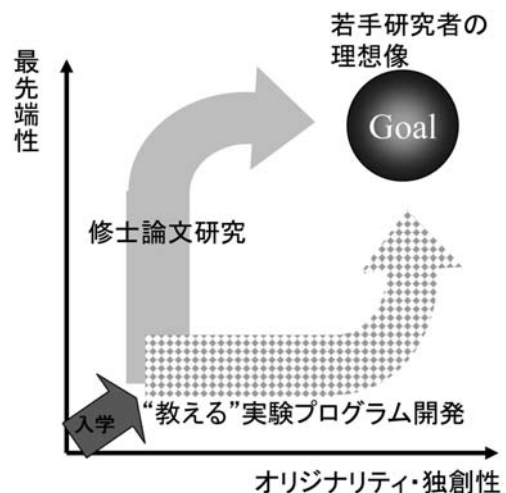


Fig. 1 大学における最先端教育とオリジナリティの啓蒙。理想的にはオリジナリティがあり、成果も学術ジャーナルに投稿できるものが望ましいが、両方同時に達成させるのは困難である。

¹⁾ 詳細は<http://www.ils.uec.ac.jp/AttractiveGI/>

²⁾ 詳細は<http://jasosx.ils.uec.ac.jp/GenkaiT/>

リティを發揮できる部分を独立に大学内に設置し、このオリジナリティ軸には専門性を求めない。その代わり考案する実験・演習自身はどこにも独自のものを要求したのである。

2.1.2 教えるための努力

学生の中には、同級生、下級生に教えることで、自分の理解が深まる場合が多い。これを積極的になおかつ自分が責任感を持って教えることをさせるにはどうすればいいか。我々は、教える対象を多くの研究室外の学生、場合によっては社会人にまで広げるようにした。教える対象が一般に近づくほど教える側には責任を感じるが多くなる。よく知らない人間に教えるためには、いくつかの不測な質問に答えられるようにしなければならない。ただでさえ“先輩”として研究室に在るだけで、わからないとは言いがたい。このプレッシャーからも自分の担当するテーマについて広範囲で多くのことを学び始める強い動機になる。

また、この教えるインストラクタとなるほとんどの学生は、自分が学部生時代にETLを受講している。面白いことにETLの受講生は自分ならもっとうまく教えられと思うことが多い。これは、また別の意味でのプレッシャーを与える。自分の過去の理想にライバルを見つけるわけである。我々はさらに教える側の学生には“給料”を支払った。今でこそTeaching Assistant(TA)費が学生にも出せるようになってきたが、96年当時はそのようなものが無かったので別枠から捻出した。学生に“プロ”としての自覚を促したのである。もっとも当の学生からは町のファーストフードのアルバイト時給より安いと皮肉を言われる時もあり、現在のTA基準を考えても教えた量にまるでバランスしてはいなかったが、学生側にも、自分が新しい教育の一環を担っているという思いが強かったため、よい効果を生んだのだと思う。

2.1.3 等身大のテキスト

ETLのインストラクタとなる学生には、開発したプログラムについて自分なりのテキストを作らなことを要請した。多くの学生は、模倣ではない自分なりの“教科書”を作った。このテキストは、教わる学生にとって著名な先生が書いたわけではなく、自分と同じレベルの1~2年前は自分と同じ立場にいた人間が書いた文章で作られている。ETLは通常10~15のテーマからなっているが、1コースが修了すると受講学生の手元には、多くのテーマのテキストがファイルされるようになる。この等身大のテキストは、その後も受講学生にとって容易に理解できる教科書として存在し続けることになった。また、毎年異なる実験で異なるテキストが生まれ続け、電子的にアーカイブされずすべての人に公開されている¹⁾。これもひとつの歴史を作り、学生の中に浸透していつている。

2.2 ETLの運営と得られたこと

このETLシステムを運営するために、教員は黒子に徹した。また、参加する研究室はその実験場所の提供やその

実験器具、消耗品の貸与など、全面的に協力してもらった。光学実験では基本となるのはレーザー、ミラー、ホルダー、レンズなどの光学部品であるが、始まった当時は各研究室での予備の部品を出してもらい、それを集めインストラクタの学生に渡し実験プログラムを作ってもらった。光線追跡や計算機プログラムといった計算機光学のテーマではいくつかの研究室に余剰のパソコンを出してもらい、それを簡易会議室に設置して即席のコンピュータ室を作った。これらは、ETLが終わるとまた実験室に戻っていった。こういった努力は、逆に学生側にかにあるものをうまく使うかのアイデアを出させていった。さらに、光学実験場所は、各研究室の光学定盤の片隅を使わせてもらった。これにより、受講学生は他の研究室の実験装置を間近に見ることになり“門前の小僧”的に研究の現場をいくつも感じながら受講していけるようにした。

このETLは、また、教員側にも多くの新たな認識と、このような新しい教育試行を提案し行っていく意識を与えることになった。インストラクタ、受講学生双方に意識調査も行い、随時効果を調べてきた。(一例をFig. 2に示してある。)それをまとめると以下ようになる。

- 1)教えることによるインストラクタの教育効果は予想以上に高い。
- 2)受講している学生にとっては、事後レポート提出などが無い状態でも、卒研前という差し迫った時期を選び集中した実験演習を行わせることで、十分実験自体を楽しませ経験させることが出来た。
- 3)受講した学生は、教員が指導する場合と違い、学生インストラクタが完全ではないことを理解していた。また、同時にインストラクタの行動に対して自分が行った場合ならこうする、という仮定の思考を行う場合もあった。
- 4)与えられたテーマに対して、実験を構築する場合に、

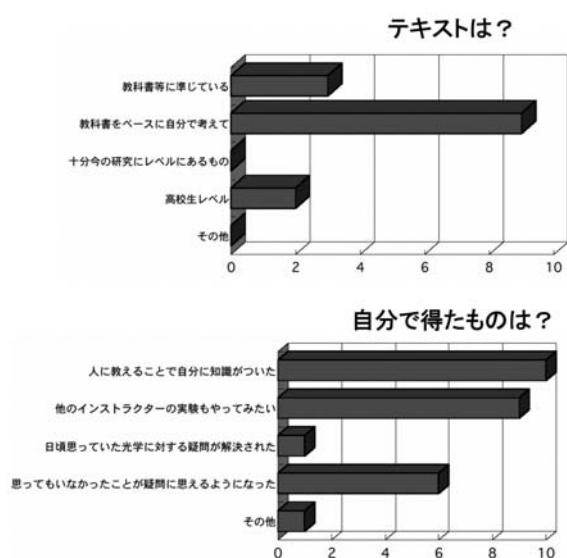


Fig. 2 インストラクタに対するアンケート調査の一例。テキストをどうやって作ったか、教えることで何が得られたか?という設問に対する回答。

完全に独自で開発できる学生と、教員などとの相談の元で考案する学生、ある程度強いガイドラインにより達成できる学生、まったく思考が進まない学生などさまざまであった。教員は、その状況を把握して、ケースバイケースの対処が必要である。

5)一度このインストラクタをこなした学生は、下級生でなく、自分と同等、もしくはもっと上の研究者レベルの相手でも、専門性の高い実験テーマを用意することで、インストラクトできる自信がついてくる。などである。

Webにも掲載されたテキストは、国内の多くの学生がダウンロードして読むことになった。当時はインターネット回線も遅く、数MBのファイルをダウンロードできないから何とかしてくれという電話がかかってきたほどであった。また、他大学の学生の受け入れや、社会人(卒業生)の受付も行った。さらにこの「実験を通して科学を学ぶプログラム」は、日本科学未来館の実験工房として一般にも発展していった。この時までに出てきた実験テーマの中には、(a)テレビ画面を望遠鏡で見て、アイリスを絞っていくことによりRGBの順にぼけが起きる。すなわち回折をそのまま目で体験できる実験、(b)光ファイバをガラス管と水で作った光ガイド模擬実験、(c)文房具の蛍光ラインマーカーの色素を出してレーザー発振、などがあった。

この経験を元に、1996年から継続的に行ってきたプログラムは2005年から始まった文科省の「魅力ある大学院教育」イニシアティブに採択をされ、当初の目標であるオリジナリティを育てる役割を強調させた形で発展した。

2.3 ETL Upgrade Program

2.3.1 光学部品の宝の山

2005～2006年度に文科省の魅力ある大学院イニシアティブ「問題設定型光科学実験プログラム」として採択されたことを契機にETLプログラムをUpgradeさせた。ここでは、その名前が示すように通常の問題解決をする能力ではなく、研究者・高度技術者の育成を強く意識した問題設定を行う方向に学生の意識を向けることを目的とした。具体的には、オリジナリティ啓発をより重視させるために、学生が実験プログラムを構築する準備期間を1年間かけられるようにした。さらにインストラクタの学生が研究用設備を借りずに自由にいつでもアイデアを試行できるように、専用の光学実験クリーンルームを用意し、そこには電子パーツのように多くの光学部品をストックしておいて、自由に使えるようにした。光源としては、通常の干渉計測に使える数mWレベルのCWレーザーはもとより、20 Wクラスの発振実験が可能な半導体レーザー励起固体レーザーユニット、超短パルスレーザーの実験が可能のように12 fsの発振器、固体レーザー励起を可能にする10 Wクラスの安定型グリーンレーザー、OPOや非線形光学実験を可能にする数100 mJクラスのQスイッチレーザー、通信波長領域の波長可変レーザー、融着で作れるファイバレーザーなどを揃えた。計測装置も充実させ、波長計、光スペアナ、電気スペアナ、GHzオシ

ロスコープなどの計測器を多数配備し、光学顕微鏡だけでなく、電子顕微鏡も使えるようになっている。(Fig. 3にその一例を示している。)これらは研究用ではなく完全に実験教育用のしかも学生が自らのプログラムを生み出すために用意されている点が今までとは大きく異なる点である。

このようなことが教育施設で有効になるのは、光学・レーザー実験の特異性がある。基本的なパーツを用意しておけばその組み合わせでできる実験は無数に作れる点である。その意味で、好きな学生にとっては「宝の部屋」が電通大には用意されている。これに加え、光科学応用面にも実験が広げられるようにクライオ光学実験が可能なクライオスタット、CADによる回路工作が可能な電子回路工作システムとその電子パーツ室、光学研磨を可能にする光学マシショップ、誘電体多層膜が製作可能な電子ビーム蒸着装置などを整備し、これらのシステムは、ETLで受講が終了後に受講生は自由に使えるようにした。この中では、チタンサファイアレーザー発振に挑戦、液滴レンズの性能評価などレーザー・光学分野のものから、ジェセフソン素子を作ってみよう、ダイオードを作る、などというもっと基礎の部分を題材にしたような実験テーマもあった。ジェセフソン素子などは、出来ないうろという大方の予想を裏切り、5人に1人くらいは出来てしまった。この希少性がまた、インストラクタと一部の受講生の挑戦欲をあおり、よい効果を生んでいた。

2.3.2 Advanced Teaching Laboratory

ETLでは下級生に対して、すなわちあまりその分野に明るくない学生に対して大学院生が教えることが行われている。しかし、開発された実験プログラムの中には、レーザー・光科学の研究者・技術者に対しても、分野が異なれば、有効に働くものがあり、新しい形の社会人教育にも有効であると考えた。この場合、受動的な学生相手と違い、教える側と受講生側のインタラクティブな要素が増え、場合によっては共同作業によって別の形にもなりうる。教える側の学生にとってのプレッシャーは、ETLとは違った次元のものになり、より高い専門知識や正確な説明をできるように、自ずと用意するようになる。

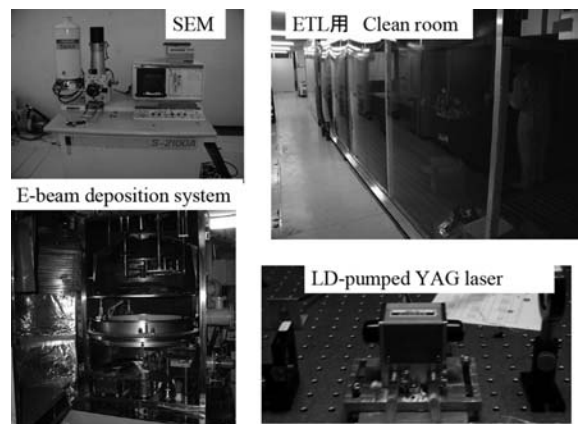


Fig. 3 ETLのために電通大で用意されている実験施設の一例。

Table 1 Advanced Teaching Laboratoryを行った際のアンケート調査結果.

プログラムの難易度	難しい	やや難しい	丁度良い	やや簡単	簡単
	0	2/9	3/9	3/9	1/9
実験手法の難易度	難しい	やや難しい	丁度良い	やや簡単	簡単
	0	3/9	5/9	1/9	0
受講の有意義さ	多にあった	多少あった	どちらとも	そう無かった	あまり無かった
	4/9	3/9	0	2/9	0
インストラクタのレベル	十分高い	高い	妥当	そう高くない	あまり高くない
	4/9	4/9	0	1/9	0
参加したい実験	より先端的に	より基礎学的に	より実製品に近く	より自社製品に近く	より新技術に関して
複数回答	1/9	1/9	2/9	2/9	7/9
受講時間	長過ぎる	長い	丁度良い	短い	短すぎる
	0	0	4/9	3/9	2/9
参加の動機	先端研究を知れる	仕事への応用、発展	基礎的知識の会得	情報収集	ここだからできる
複数回答	1/9	4/9	3/9	2/9	5/9

一方、受講社会人側にとっては、普段は使用できない装置をベースにした実験を行えるため、社会人側の意識によっては十分価値ある時間が作れる。このような狙いのためにAdvanced Teaching Laboratoryと称して企業の研究者、技術者に開発されたプログラムを紹介し、参加をお願いしている¹⁾。Table 1は参加した企業の研究者、技術者に行ったアンケート結果である。学生の受講生の場合と違い、社会人の求めるレベルは高く厳しい意見もあるが、このプログラムの利用価値が社会人にもあることが実証された結果であると思われる。また、教える学生にとっては、これまで自分が企業側に行き見学したり、インターンシップなどに参加をすることで接してきた社会のとらえ方とは異なり、自分の土俵に来て勝負をしてもらっている点でまったく違った相互作用ができるようになった。

以上で述べたように電通大ではFig. 4に示すようなシステムが出来上がっている。よく、このシステムを説明すると、「それは理想ではあるが動かない」と思われることが多い。しかし、実働しているのはなぜか。この理由の1つには、このシステムが電通大の光科学研究グループに歴史としてすでに形作られていることがあげられよう。ETL

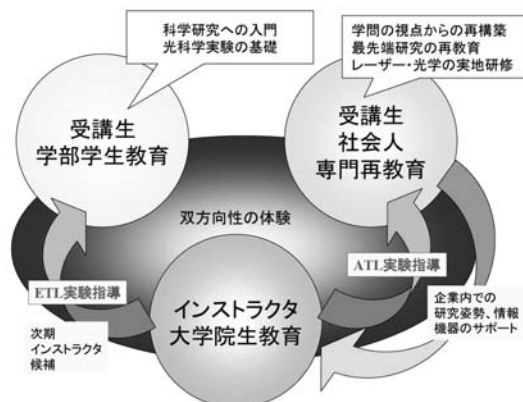


Fig. 4 ETL, ATLを通しての大学院生、学部学生、社会人の関係。新しい産学の関係や、自動的に次期インストラクタを生み出しながら運営されている。

運営はすでに10年を超え、受講した学生が大学院に入ることによって自動的にシステムを熟知しているインストラクタが生み出されている。現在では、学生の中で誰が次のインストラクタとして何をするかということが話題になったりするようにさえなっている。

3. 危機・限界体験プログラム

電通大光科学グループでは、2007年から新たな大学院教育プログラムの開発をスタートさせている。これは、危機・限界体験実験プログラムといわれるもので、このプログラムのねらいは問題設定型や他の教育プログラムとはまったく異なった視点からなっている。

3.1 開発の動機

最近の科学機器の進歩はすばらしく、マイコンとのカップリングもあって、キースイッチを回して画面をクリックするだけで実験や計測が行えるようになってきた。レーザー技術の進歩も急速で、つい最近までレーザー装置はミラーとホルダーを駆使した共振器を持ち、アライメントをする、もしくはできるというのが一般的であった。しかし、最近の製品は高安定でランプ交換であってもアライメントの必要が無いほどメンテナンスフリーであったり、ミラーホルダーが半田付けされ共振器部が完全にシールされ見ることもできないものが出てきている。確かに安定な機器を使用するのは最先端の科学を行う上で大きな貢献になっている。しかし、こと教育に関してはどうだろうか？それにより育った学生は、装置をブラックボックスとしてしか見えておらず、中身を分解して学ぶ、いろいろいじってみて装置のカスタマイズを経験することができにくくなっている。このような安定性は、さらに事故や失敗も低減させている。産業界では事故・危機はタブーであり、最近でこそヒヤリハットという概念がおきてきたが、それを体験できる機会は非常に少なくなっている。装置などでもフェールセーフの考え方が浸透してきており、もし内部で何かが起きて安全に終了する、セーフティスイッチが飛ぶ

だけで済む、といった安全対策がとられているようになってきている。

大学では、以前はこのような安全とはかけ離れた、足の踏み場の無い実験室、手作りのむき出しの装置での実験というイメージであった。しかし、最近では安全に対する概念も浸透してきて、このような風景は急速になくなりつつある。特に最先端研究に関わる研究室ではどんどん研究環境はよくなり、逆に最先端研究で経験してきた学生はその研究の背景となっている部分にまったく触れずに大学から巣立っていくようなことも起きている。このことは、危険や限界を超えた世界を知る方法が大学・社会を通じてなくなっていることを意味している。

具体的な事例を考えてみよう。コンデンサの破裂は、以前は電気系の研究室であれば、単なる劣化だけでなく、表面の埃によるリークなどもあって、あちこちで見られたはずである。オイルコンデンサによっては、そのポディーが膨れてくるのを気にしながら古いものを使っていたこともある。今は、高電圧機器自体が減り、低電圧化になったばかりか電源部も完全モジュール化されたものになってしまい、ブラックボックス化が進んでしまっている。コンピュータなどの電源部でも、電界コンデンサの破壊は起きているのだが、それを取り出して直すよりユニット交換というのが普通に行われている。

このような傾向は、一般ユーザーにとってはいいことであろう。しかし、われわれ理系の大学院で学生を教育する立場にあって、このような状況は危機的問題である。電通大レーザーセンター、光科学グループではこの問題にどう対処すべきか議論を重ねてきた。その結果、逆にそれを経験させる教育プログラムを作ろうと考えている。この教育では、いわゆる失敗からの教育とも共通したことができる。これまでと違い、うまくいかないこ

とを題材としての教育を大学院でシステム化したものとして作ろうとしている。

3.2 危機・限界

このプログラムを開設する前に現代の学生の認識、経験値を調べる目的で、本学の光科学関係の研究室の学生を対象にアンケート調査を行った。(Table 2にその一例を示してある。)さすがに理系単科大学の強みであろう、「秋葉原電気街に行ったことがある」「パソコンを分解したことがある」、「太陽光を集光したことがある」という経験値はいずれも上位に来た。しかし一方で、「家庭内の電気製品を修理した」、「自転車のパンク修理をした」は47、43%と半分をきり、最近のツールである「携帯電話を分解したことがある」学生は20%しかいないことが明らかになった。危険体験については「のこぎり、カッターで怪我をしたことがある」は8割以上の学生がYESと答えたが、「電源をショートさせたことがある」、「ヒューズを飛ばしたことがある」のは半数のみ。「オシロに過電圧をいれたことがある」は14%、「感電したことがある」は5%にとどまった。この数字は理科大学のしかも研究に携わっている学生の回答である。彼らこそが将来さまざまな分野で研究開発を行っていく人材であるはずだが、圧倒的に重要な経験・体験が少なくなってしまう。そこで、破壊や危機を感じず実験をパイロット的に行ってみた。そのいくつかを以下に紹介するが、これらに参加した学生は、自らの研究同様に目を輝かせていた。すなわち、これもまた十分な教育効果を生み出せる証であろう。

3.2.1 コンデンサの破裂実験

電解コンデンサはどのようにして破裂するか？コンデンサの破裂は電源ユニット内部で起きるので今は直接見

Table 2 危機限界体験に関するアンケート調査結果。対象は電通大光科学グループの研究室に所属する学部4年～大学院生100名である。

危機・限界体験アンケート			
レンズで太陽光を集光した	0.95	のこぎり、カッターで手を切った。	0.85
鏡で太陽光を反射させ遠くの壁に飛ばした	0.91	ガラスを割ったことがある。	0.82
シャープペンシルを分解したことがある。	0.90	電気(放電)による火花を見た。	0.82
秋葉原(電気街)に行ったことがある。	0.84	火(炎)でやけどをしたことがある。	0.81
プラモデルを作ったことがある。	0.79	半田ごてでやけどしたことがある。	0.58
パソコンを分解したことがある。	0.70	重いものを落としてけがや痛い思い	0.56
個人でパソコンプログラムを作った。	0.55	電源をショートさせてしまった。	0.54
D.I.Yの店に行ったことがある。	0.53	電子部品が損傷したのを見た。	0.53
ラジオを分解したことがある。	0.49	ヒューズを飛ばしたことがある。	0.51
自分個人の工具を持っている。	0.49	100Vに感電したことがある。	0.38
家庭内の電気製品を修繕した。	0.47	実験装置を壊したことがある。	0.35
電子パーツを個人として買った。	0.45	機械工作中に危ない(ひやり)。	0.33
自転車のパンクを自分で修理した。	0.43	低温火傷をしたことがある。	0.31
電子、電気、機械部品のジャンクを	0.41	レーザーを直視したことがある。	0.16
個人で電子工作をしたことがある。	0.40	ガス漏れにあったことがある。	0.16
マシン語、アセンブラでプログラム	0.38	オシロスコープに大きな信号を	0.14
トランジスタ技術を読んだことがある。	0.37	爆発現象にあったことがある。	0.14
実験装置を直そうと試みた。	0.35	水漏れ事故を起こした、経験	0.12
自分個人の半田ごてを持っている。	0.34	化学薬品でやけどをしたことがある	0.10
電子工作以外でハンダなどのロウ付け	0.32	高電圧装置で感電したことがある	0.05
高電圧危険と書かれた装置を開けた。	0.24	液体窒素を床にこぼしたことがある。	0.03
自分のテスタを持っている	0.23	圧力容器の安全弁を飛ばした	0.01
テレビを分解したことがある。	0.21		
携帯電話を分解したことがある	0.20		
高温危険と書かれた装置を開けた	0.12		

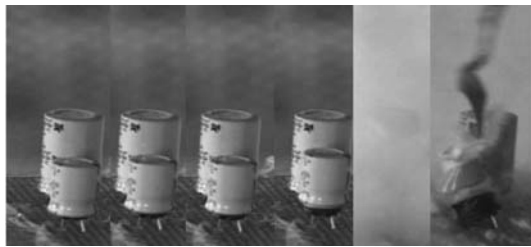


Fig. 5 電界コンデンサの破裂実験．定格の2倍程度の交流電圧をかけている．時間進展状況を，ムービーから切り出して左から右へと並べている．

ることも破壊後の様子を見ることも少なくなった．そこで、あえてコンデンサにオーバーロードをかけ、加速度的に破壊を進行させ、間近でどうなって破壊に至るかを観測できるようにした．これはWebサイト²⁾でも公開しているので見ていただければ一目瞭然である．電解コンデンサはリーク電流による内部の温度上昇が起き圧力が上がり、プラグが抜けるように破壊することが多い．しかし、その破壊前には温度上昇が観測され、またハウジング自体も圧力により変形する．そしてものによってはゴム栓が抜けるような振る舞いをする．(Fig. 5)これらをいろいろ個性のコンデンサを破壊しながら観測させた．この観測を通して、コンデンサはどのように壊れるかという知識を学ばせるだけでなく、破壊がどのように身近で起き、それをどうやって予測することができるかを学ばせるいい題材になっている．このプログラムを作るにあたり、電通大の修士の学生に依頼して多くのコンデンサ(容量、作業電圧)をさまざまな印加方法(DC、AC、パルス)で破壊してもらった．その学生にとっては、科学研究はうまく行わなければならない、装置は壊してはいけないという常識だったことが、どんどん壊せというオーダーであったため、大きな興味を生んだ．その結果、どうすればもっとも派手に壊れるかを調べ上げ、その成果がWebで掲載されている．この破壊現象は、よく見てみると、我々研究者が見てもさまざまな面白いことがある．すなわち実験題材としては優れていることを立証している．

3.2.2 レーザー直視事故

レーザーの高出力化はどんどん進んでおり、光通信の分野でさえ使用されるレーザーはmWからWレベルへと変化している．レーザーの応用も様々な分野で起きており、そのような中で、レーザー実験、研究における目の事故の問題は、重要性が増している．しかし、やけどや骨折などの多くの事故は、体験したことを持って強く認識されるのであるが、レーザーの目の損傷の場合は、視神経が復活することが難しく事故は経験してはいけないものである．このような状況で、いかに新しい研究者・技術者・学生にこのことを認識させるか？これ自体を光科学レーザー科学の分野では常に考えていくべきであろう．

通常は、安全講習を行い、損傷した視神経の観測写真などを見せることで危険度をアピールしている．実験のインストラクションではレーザー稼働中は防護めがねを

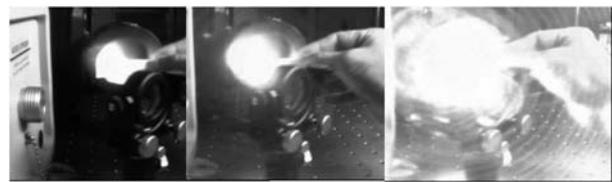


Fig. 6 レーザー直視模擬実験の様子．左手の10 W-CW-YAGレーザーの光を手前のミラーで奥に配置したダンパに導いている．その前に散乱体を手で近づけたところ．ダンパ部では散乱が少ないが、平板の散乱体では直反射方向に強い散乱が起きることがわかる．もちろん、赤外光なので目では何も見えない．

かけることを強く要求していく．しかし、完全に防いだものを作れば危機を知らなくなるだけで、安全を保証できたわけではない．被験者がある程度「危ない」目に会わないといい経験にはならないだろう．そこで、電通大では目の損傷事故を疑似体験させる教育プログラムを開発している．体験では航空機パイロットシミュレータのようなシステムで体験させるプログラムを開発²⁾している．(Fig. 6にその模擬実験の様子を示している．)この実験では、散乱強度ですら通常の人が考える「強いレーザー」となるような数百WのCWレーザーも用いることを計画している．これは、この分野から輩出される学生こそが、現在の高出力レーザーであるkW、数10 kWレベルのレーザーを使った応用、研究、技術開発を担っていくと考えているからで、それが光科学、レーザー科学を扱う大学での教育としての役目だと感じている．

4. おわりに

以上、紹介してきたように、光科学、レーザー科学での教育は、レーザー関連分野が広範囲になっている分、重要性が増してきているが、まだまだ全国規模で見て十分とはいえないであろう．たとえば、大学の学生実験でどれほどレーザーを使った実験があるか？どの程度現実に近いレーザーが使われているか？それらを見れば明らかである．また、光、レーザーの実験教育は、大学教育、大学院教育としてもこれまでとは違った側面を出せる可能性がある．その意味で、ここに紹介しているような新しい教育手法もまた、多くの利用価値を見出していくであろう．今回紹介した電通大の教育プログラムは、本学の学生だけを対象としたものではない．ATLなどはむしろ社会・企業との共同・協力により成り立ち、発展できるものであり、スポット的でも参加をしていただけてだけでもその効果は大きなものとなる．ぜひさまざまな方面からの参加がこれからも起きることを期待したい．

参考文献

- 1)2005年文科省「魅力ある大学院イニシアティブ」に採択された「問題設定型光科学教育プロジェクト」
- 2)2007年文科省「大学院教育改革プログラム」に採択された「実践テクノロジスト育成プログラム」