

# 「危機・限界体験による 実践的テクノロジスト育成

今、理系大学院で必要な育成プログラムとは何か？

電気通信大学

レーザー新世代研究センター

米田仁紀

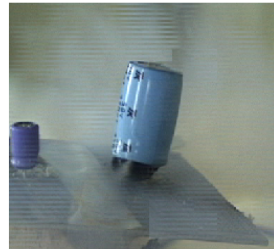
## Outline

1. 電通大レーザーセンター、光科学グループが中心に考えた、理系大学院生の現状、必要なこと、これまでやってきたこと
2. デモンストレーション(危機・限界体験実験プログラムの一部)

# 平成19年度大学院教育改革支援プログラム 実践的テクノロジスト育成プログラム

光科学ヒヤリデータベース | 光科学COE | Elementary Teaching Lab | レーザー新世代研究センター | Journal Archive Server | UEC home

実験デモ チューブ破裂/コンデンサ破裂/レーザー直視模擬  
危機・限界体験実験プログラム



## このプログラムの主旨

最先端の研究で用いるハードウェアは、完成された製品・実験道具、ユーザーの操作に対してはfail safeまでつけられたブラックボックス的な装置・システムが多くなってきました。特に、事故を防ぐために、様々な安全性が検討され、事故に限りなく遭遇できない学生が技術者、研究者として、大学・大学院から一般社会に巣立って行くようになってきました。もちろん、教育・研究上、事故はあってはならないものであり、無事故で全てを過ごせればそれに越したことはありません。しかし、高度なテクノロジストを育成する理工系の大学・大学院における教育では、“危ないこと”や“限界点”を教えることも重要な要素であるべきと考えています。その一方、どこまでが安全で、どこからが危険か？また事故につながる予兆がどこに現れるかといったことを、テキストや講義のみを通じて学生に実感として認識させることが困難なことも明らかです。明らかに身をもって体験した人間と、話や本から得た“知識”だけの人間では、おのずと危機・限界に対する認識も違ってきます。さらに、fail-safeに何が起きるのか？という知識や経験がなければ、真の意味で限界に挑戦した物を作り上げることができません。研究開発のリーダーシップをとる上でも、危機に関する十分な認識なしでは、他人をガイドすることに責任を取れないと考えています。そこで、この教育プログラムでは、いわゆる「限界」越えを体験させ、それを実験的に観測することで、危機を実感させることを目指すものです。

search

- 電通大での教育理念
- 大学院教育の中での位置づけ
- 専攻種別型光コース
- このプログラムの構成
- 危機・体験実験プログラム
- 実験例について

## Related Link

- 電子工学専攻
- 量子・物質工学専攻
- 情報通信工学専攻

Headline news

Headlines

Headline 学生の経験、体験アンケート結果

Headline 採択課題一覧(学審)

Headline このプログラムの採択理由について

## Aiming of this project

本プロジェクトでは、これまでの“修士、博士論文を完成させる”+ “講義を受講する”という大学院教育に加え、別軸である学生自ら開発した実験プログラムで学部学生を“教える”ことを取組んでいます。修士、博士論文の研究では学会発表、学会ジャーナル誌への投稿掲載などを目標として最先端の研究を経験させることで行なわれていますが、この体制だけでは、ゼロから問題を考え、目標を設定し、解決して行くという学生を育てるのには、必ずしも有効とらない面も持っているかと判断しました。そこで、この事業の“教える”では、最先端性をあまり求めない、むしろ、その研究分野外の人たちに自分の研究の基礎を教えるための実験プログラムを開発することを学生に行なってもらうことにしました。これには、  
①模倣ではなく、自らが説明できる実験プログラムを作る経験ができる。  
②他の人に“教える”ためには、自分の研究の基礎や本質を的確に伝える必要があり、それを認識する。  
③受講する学部学生から、必要となる知識(講義)の要求が出てくる。  
④学部プログラム受講生は、次の年には自分がプログラムを作る立場になり、継続的な意識のつながりを持たせることができる。  
などの利点があります。

# 電通大で行われている 新しい大学院教育プログラム

Elementary Teaching Laboratory & Advanced Teaching Lab

UEC Home | COE Optical Science | Institute for Laser Science

「魅力ある大学院教育」イニシアティブ

## 問題設定型光科学教育プロジェクト

プロジェクト実担当者

対象となる専攻

プロジェクトサポート室

インストラクタ申し込み

ETL受講申し込み

Special Link

Now Open

今年度ETLプログラム

2006年度ETLプログラム

インストラクタ報告  
インストラクタミーティング

NEWS!

John Hall博士ノーベル賞記念シンポジウム開催 2006年4月5日

日本科学未来館実験工房



What is history?

## 最近の現状

1. 大学院生でも普通に国際一流ジャーナルに掲載される研究ができるようになった。
2. 実験機器の性能は格段に進歩し、スイッチ一つでできる計測も出ているほど。
3. 研究成果をすぐ求められることも多くなった。(いい製品を購入しなければ....)
4. 学生は、中身を見れなくなった。場合によっては調整もできない、させてあげられない

真の意味のオリジナリティは？

ブラックボックスからの脱却は？

# 問題設定型光科学教育プロジェクト

これまでの本学レーザーセンターで10年間行われてきたETLをベースとして

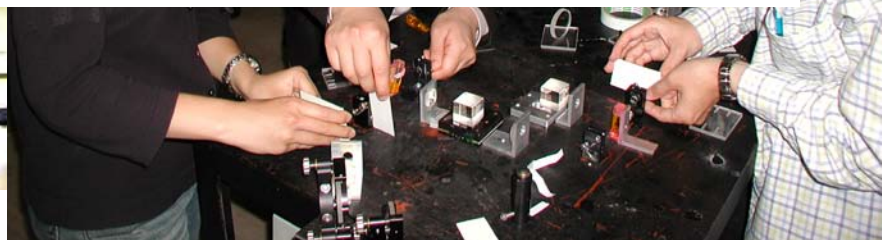
- \* 学生が**“教える”**ことによる**双方向教育**
- \* 修士論文、博士論文による最先端研究、専門講義による知識に加え、**オリジナリティを生み出す軸**を学生に与える。
- \* 学生を社会に出すことで教育するインターシップに加え、**社会を大学に引き込む**ことで学生に社会での研究状況を教える。(ATLへの発展)



# 「魅力ある大学院教育」 イニシアティブ

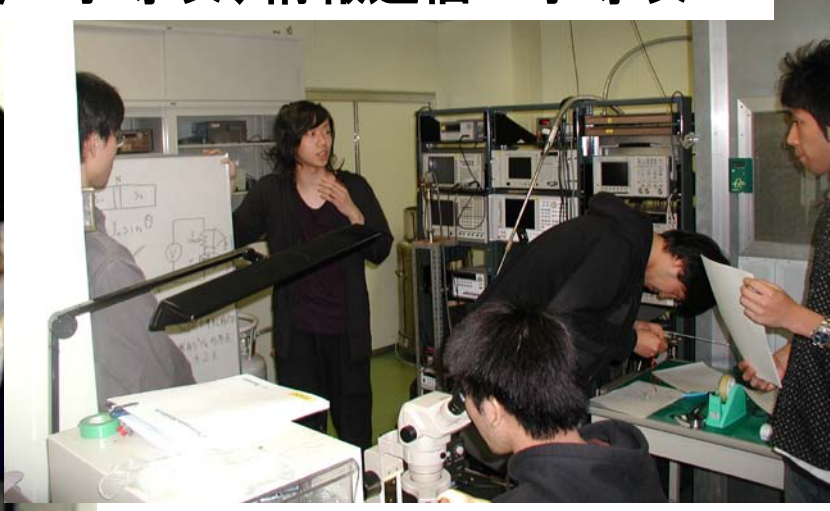


## 問題設定型光科学教育プロジェクト



電気通信大学

電子工学専攻、量子・物質工学専攻、情報通信工学専攻



# ETL, ATL これまでの大学院教育と何が違うか？

- 1 オリジナリティ尊重の教育パス(⇔先端研究重視の研究パス、受動型の講義)
- 2 学部教育から博士前期課程(ETL)、後期課程(ATL)、さらには社会人専門再教育が有機的につながっている。(⇔ TA, インターシップ)
- 3 学生主導型であり、“教える”ことによりプロフェッショナル意識が期待される。(⇔ TA)
- 4 与えられた問題(実験)ではなく、問題そのものを考える(⇔TA)
- 5 最先端の研究が行われている部屋の片隅で行っている。(門前の小僧的な効果)
- 6 毎年個性的な新たな実験プログラムが電通大から発信されて行く。(有機的な情報発信)



ETL-2 (2005)



インストラク  
(2000)

このプログラムでは

科学研究への入門  
光科学実験の基礎

学問の視点からの再構築  
最先端研究の再教育  
レーザー・光学の実地研修

受講生  
学部学生教育

受講生  
社会人  
専門再教育

双方向性の体験

ETL実験指導

ATL実験指導

インストラクタ  
大学院生教育

企業内での  
研究姿勢、情報  
機器のサポート

次期  
インストラクタ  
候補

自分が教える側に立つ  
実験内容は自分のオリジナル  
研究の基礎の再認識



# 具体的にどのようにすればうまくゆくか？

## 経験から得た知恵

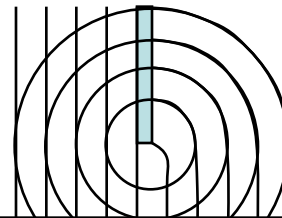
学生がオリジナルを自ら開発する環境を作る。

1. 教員は黒子に徹する。
2. ETLインストラクタはETL受講生を経験済み
3. 指導教員は誰でも依頼可能。自らのテーマに合わせられる。
4. 実験器具、実験場所は適当
5. 大学がプログラムを認め

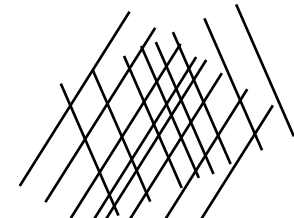
問題を設定する学生に対して、要

1. 実験を通して対象となる研究が
2. 説明に要するテキストは各自、  
等身大のテキスト
3. 受講生にも疑問を浮かばせる努力  
(予備)
4. ルーティンにとらわれることなく実験
5. 考えた実験プログラムはインストラクタ  
発表、議論する。(インストラクタW)
6. 毎回実験が同じ必要はない。
7. 受講生の成績をつけること。
8. 必ずしも実験結果は求めない。

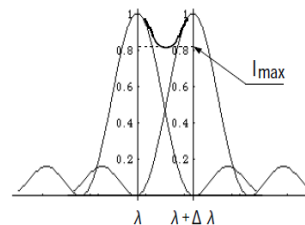
No.1 Diffraction



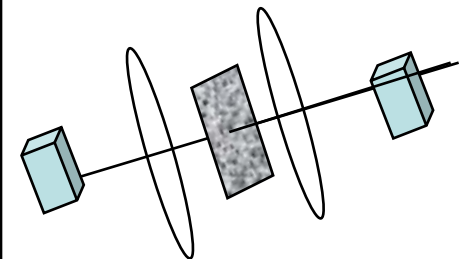
No.3 Interference



No.4 Spectral resolution



No.9 Fourier Optics

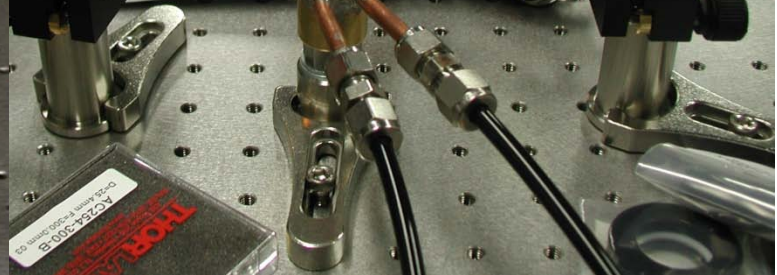


SFM

Clean room



la  
ex



# 1996~2008までのETLインストラクタ

96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
鎌村	刈谷	森	植野	飯尾	関口	廣瀬	梶原	渥美				
長谷川	山崎	小林	河野	鈴木	笠島	宝来	田代	富田				
古橋	浅田	梁	神鷹	内藤	太田	茂泉	前田	戸倉川				
中村	叶	植竹	小池	秋野	上松	梶原	長谷川	檜皮				
福山	岩永	徳山	古高	三浦	高市	桑山	佐藤(洋)	太田				
館野	植竹	深見	深見	時崎	益田	水野	佐藤(鏡)	梅田				
植竹	栗田	三竹	上原	田村	堀越	鈴木	鈴木	中川				
佐々木	小林								05	06	07	08
岩永	末岡								三浦	三浦	引地	丸山
リカルド	山下								上久保	引地	戸倉川	渡邊
川名	浅井								飛山	江村	丸山	井上
亀谷	古橋								宮脇	高橋	石田	黒川
浅田	亀谷								有馬	谷所	横田	本間
上田	佐藤								藤田	有馬	尾藤	中村
									後藤	青木	玉木	石田
									木戸	豊永	山口	内藤
									石本		片貝	山口
									猪口		鳴海	上松
									熊谷		亀川	青木
											花堂	兼田
												流王
												安部

受講者数は> 300名

122名

# 2009 Elementary Teaching Laboratory

光学基礎

亀山  
研磨

渡辺  
ARコート

柳谷  
数値計算

小松  
ガイスラー管

堀内  
マイコン

電子回路・制御

井上  
ベアファイバー

松本  
窒素レーザー

安部  
電子部品カット

平井  
電子回路

レーザー

黒川  
DPSSL

中原  
SOA

レーザー応用

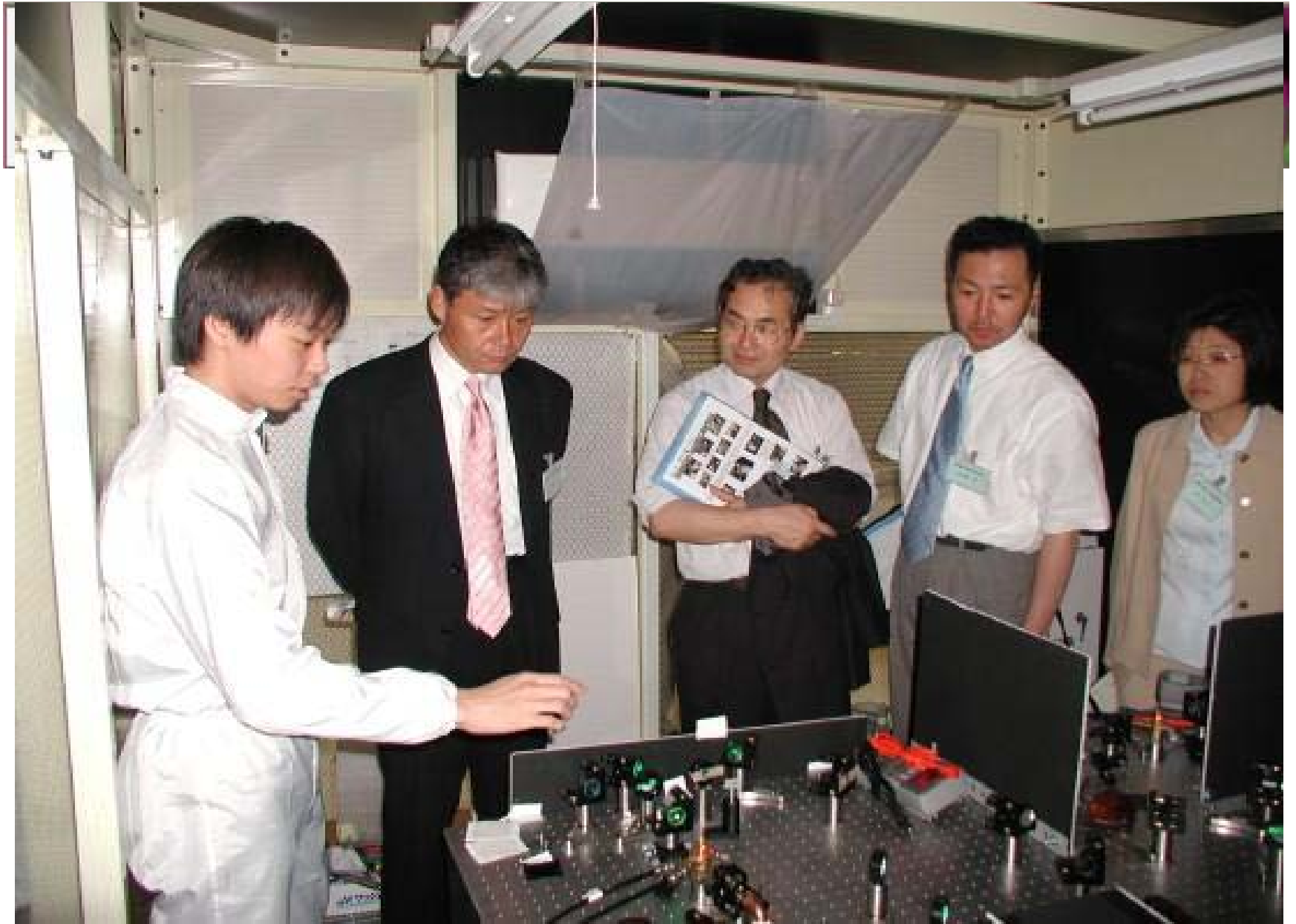
尾崎  
FFTイメージ処理

中村  
干渉計

上松  
ホログラム

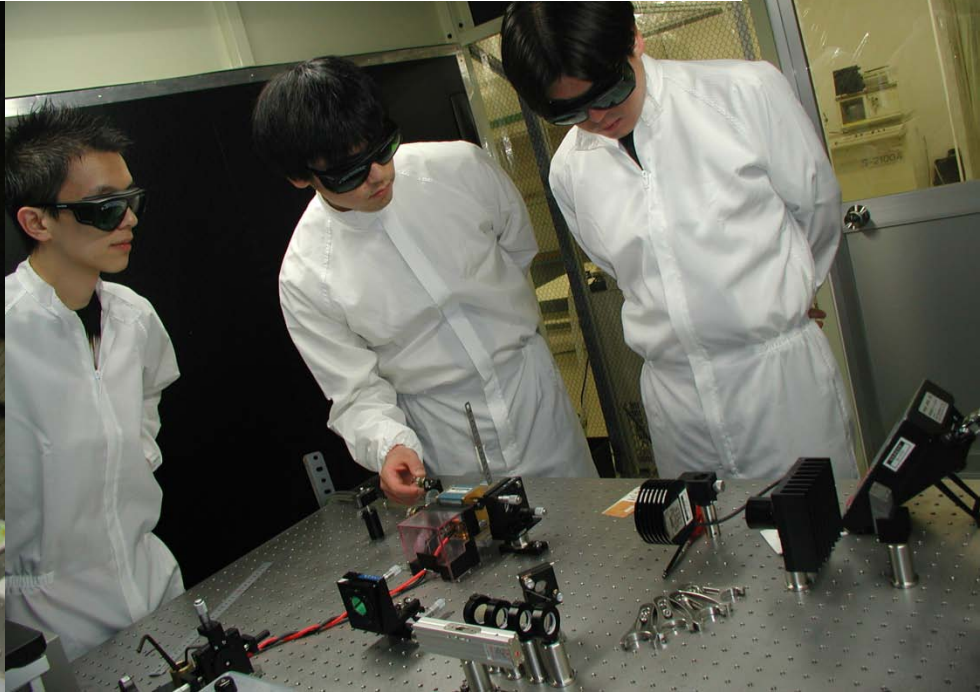
Nguyen  
SPM

ここまで来れば





# Advanced Teaching Laboratory



## ATL受講アンケート

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	多いにあった	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

# 危機・限界体験



レーザー新世代研究センター

21<sup>st</sup> COE  
コヒーレント光科学の展開

最先端の研究

魅力ある大学院イニシアティブ  
問題設定型光科学教育プロジェクト

創造性、オリジナリティ

研究ステーション

電気通信大学の教育に対する理念

時代を切り拓く創造的活動と  
その実践による社会との連携

高い科学技術

分野に広がった  
専門知識

魅力ある大学院イニシアティブ  
メカノインフォマティクス・カデット教育

専門教育講義

メカ工房  
電子工房  
サイエンス工房

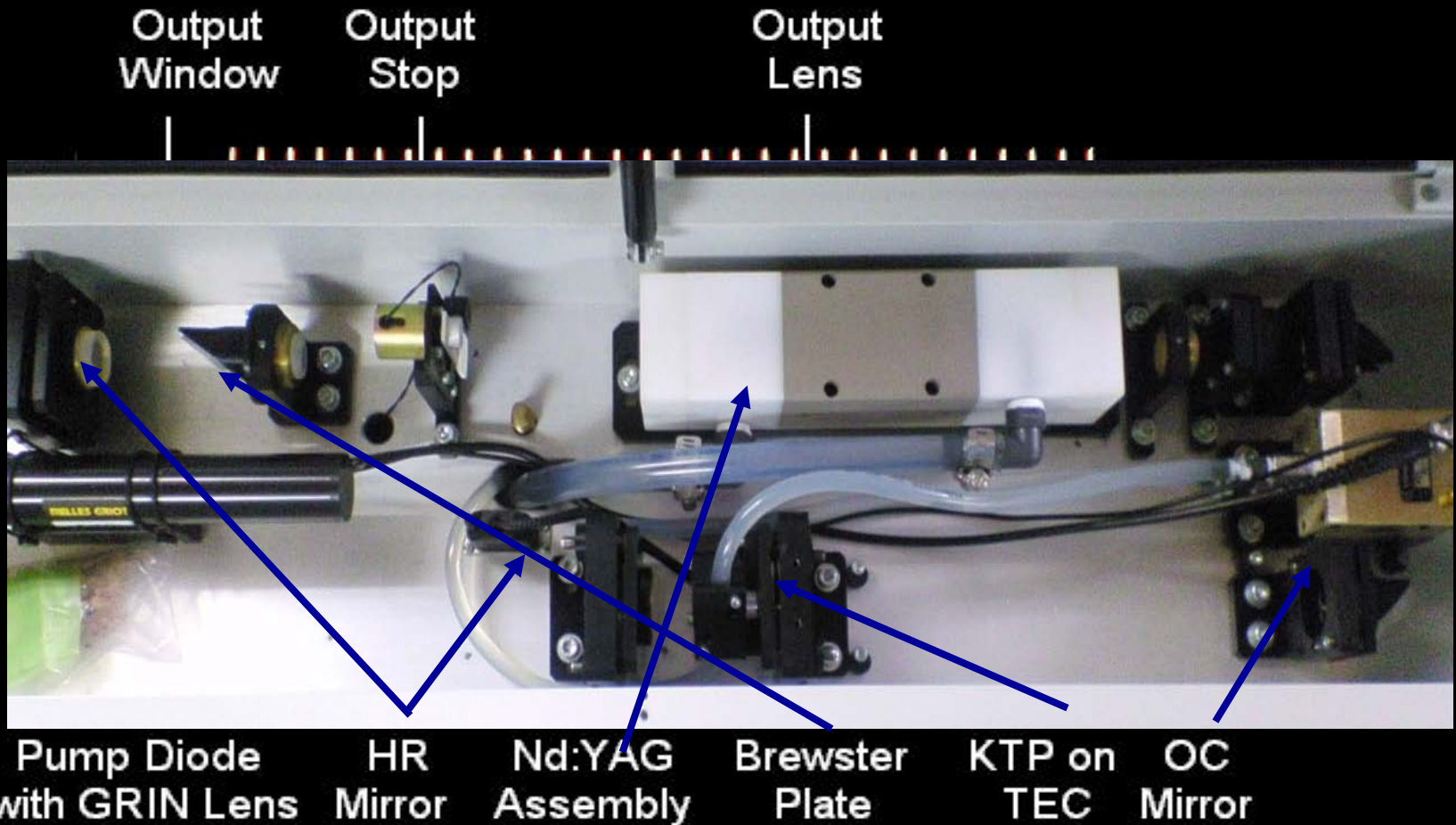
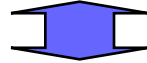
先導的ITスペシャリスト育成推進プログラム  
高度IT人材育成のための  
実践的ソフトウェア開発専修プログラム

少人数基礎セミナー

# 意味ある失敗からの実践的教育 => 危機・限界体験実験

安定で安全な科学技術(Fail safeの考え)  
ブラックボックス化した最近の科学技術

例: アライメントのできないレーザー  
修理時には、全部新品へ取り替え



# ある部分では、確実に学生の経験が減っている。

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			0.58
パン			0.56
個人			0.54
D.I.			0.53
ラジ			0.51
自分			0.38
家庭			0.35
電子			0.33
自転			0.31
電子			0.16
個人			0.16
マシ			0.14
トラ			0.14
実験			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		

高度専門技術者

先端科学研究者

事例の  
引き上げ

修士論文・博士論文研究

危機計測  
危機モニタ計測技術教育

破壊・損傷機構教育

ヒヤリデータベース

危機・限界実験作成WG

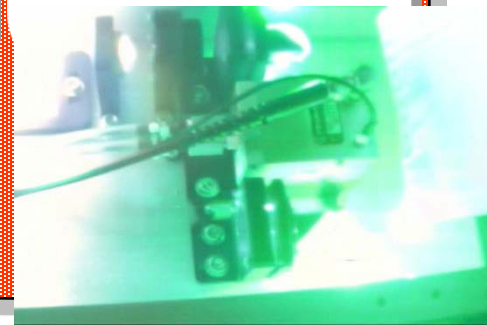
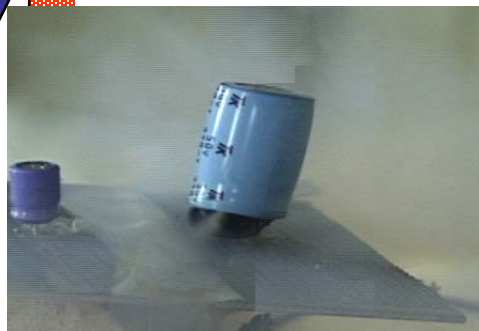
教育実験  
プログラム化

限界体験実験

規程値を超えた入力  
過電圧、過電流入力  
過加圧印加  
光学損傷

危機体験実験

レーザー安全模擬事故  
感電模擬事故



# 危機・限界体験実験(例)

ガス・冷媒・流体



チューブ破裂

パワーエレクトロニクス



コンデンサ破壊

高出力レーザー



Green Laser メンテナンス

高出力レーザー

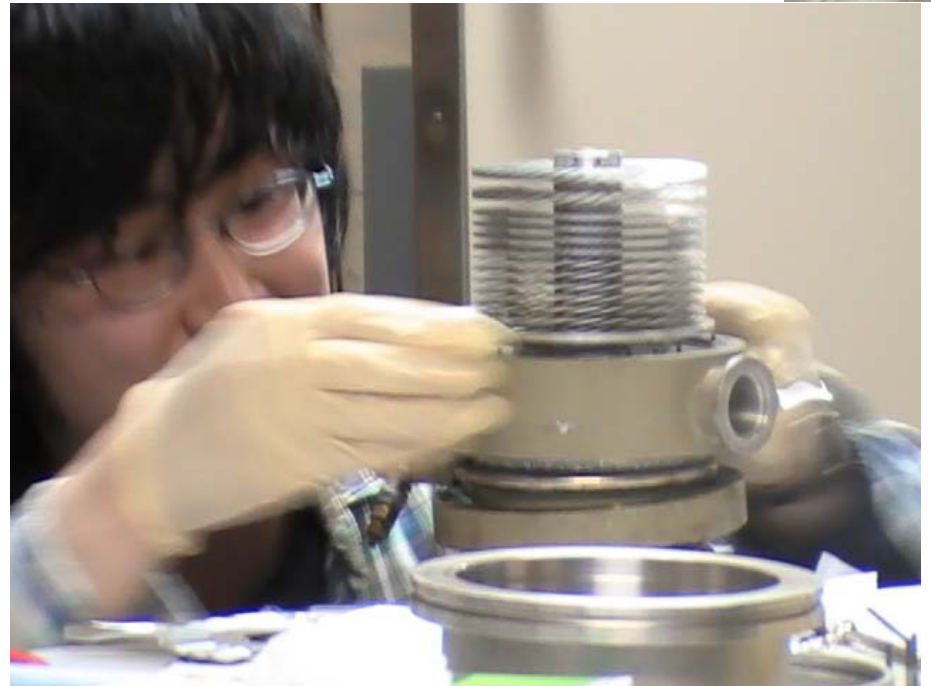
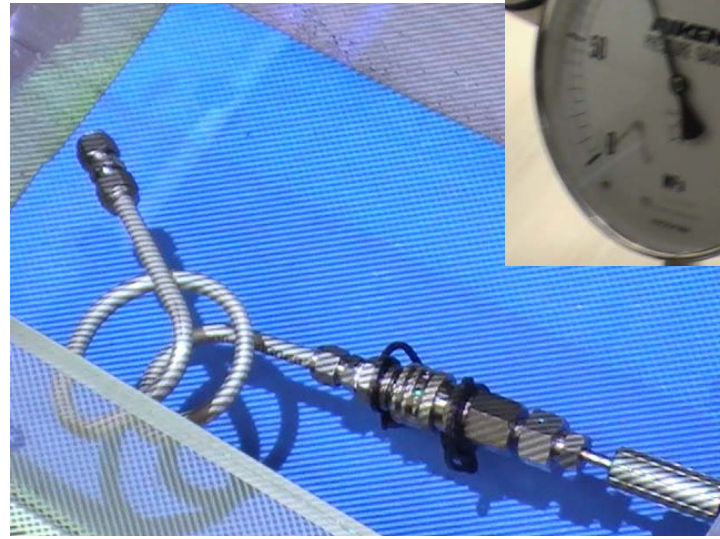
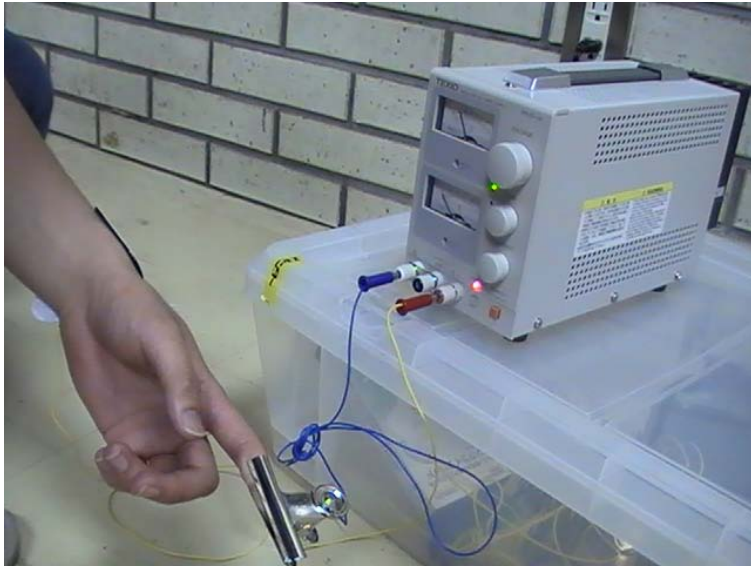


YAG Laser 直視模擬

# He デュアのカット!

Genkai\_T





# Reference web pages

- Elementary Teaching Laboratory  
<http://www.ils.uec.ac.jp/AtractiveGI>
- Genkai\_Taiken  
<http://jasosx.ils.uec.ac.jp/GenkaiT>
- CORAL  
<http://www.coral-ut.org/>
- Asian Core  
<http://www.ils.uec.ac.jp/asiancore/>
- Science Partnership Project  
<http://jasosx.ils.uec.ac.jp/SPP/>





What is next?

1. Repairing and patching

2. Total management

3. Grouping

4. Competing