

2020年度 電子・情報系 全学自由ゼミ

世話教員 杉山正和 教授（工学部電気電子工学科）

sugiyama@ee.t.u-tokyo.ac.jp

受講には、UTASでの履修登録前に、下記のサイトにて申し込みが必要です。
受講許可を得てから、UTASにて履修登録をお願いします。

<http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/~sugiyama/taiken/>

電子情報 体験

検索



科目名	担当教員	人数	実施場所
コンピュータ・マイクロチップを作ろう	池田 誠	10	本郷
神経回路でプラスチック地雷を見つけよう	廣瀬 明	4	本郷
青色LEDをつくろう	杉山 正和	4	本郷・駒場II先端研
マイクロマシン(MEMS)をつくろう	三田 吉郎	4	本郷
光ファイバでレーザを作ろう	山下 真司	4	駒場II先端研
非線形光学現象で細胞を可視化しよう	小関 泰之	4	本郷
身近なモノをインターネットにつなごう	森川 博之	4	本郷
セキュリティホールを調べてみよう	松浦 幹太	2	駒場II生産研

2020年度S2ターム（集中講義）

■実施時期・形態

2020年8月3日(月)～8月7日(金)（8月7日午後は合同発表会）

本郷キャンパス，駒場IIキャンパスの研究室にて

■内容

担当教員の研究室にのべ1週間ほど滞在して，電子情報工学科・電気電子工学科における最先端の研究を体験する。

■単位

体験プログラムへの参加，合同発表会での成果発表により単位を取得する。

コンピューター・マイクロチップを 作ろう

工学部電気電子工学科
池田 誠



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

想定している課題

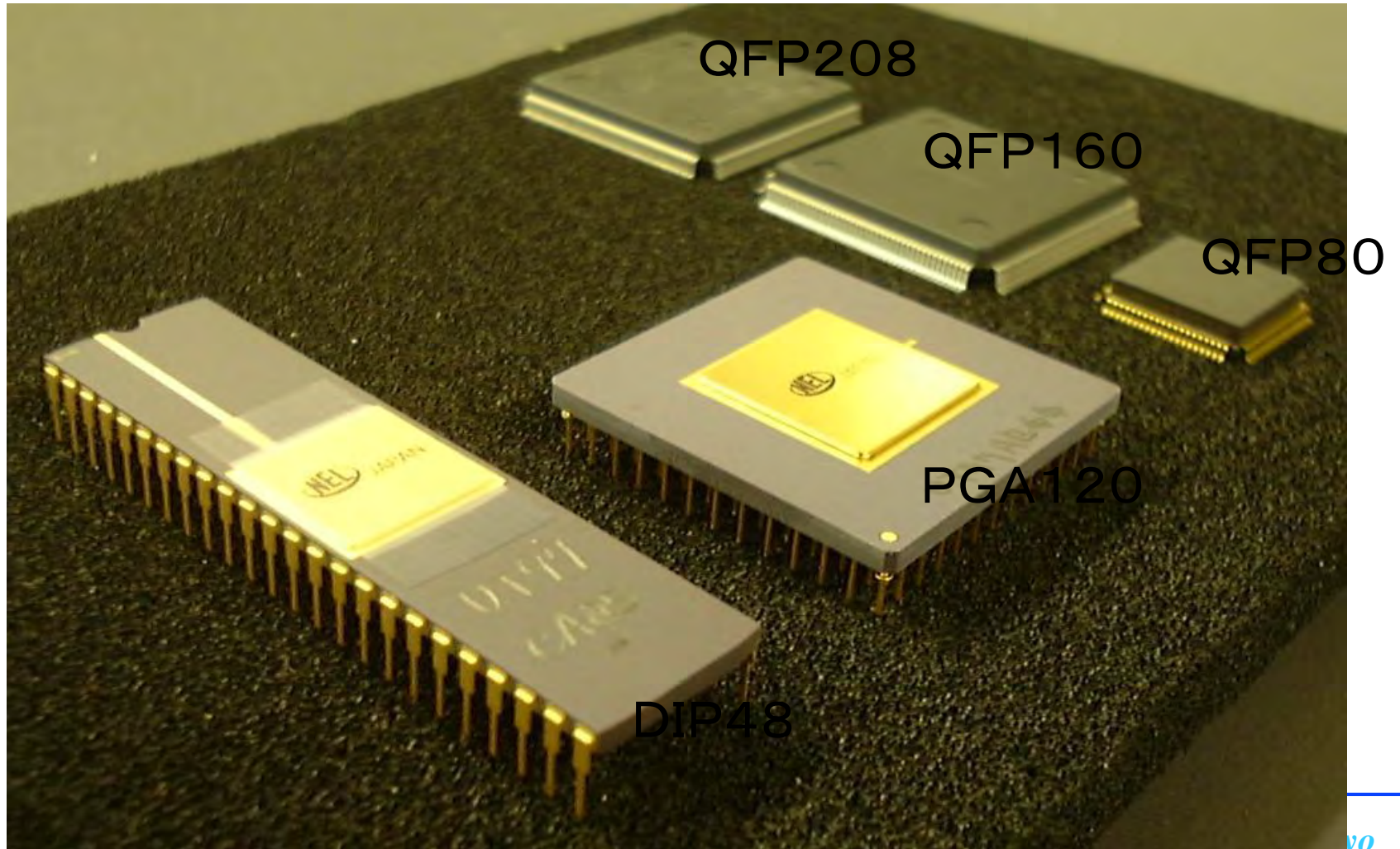
1. 制御用マイコンを利用して簡単なプログラミングを行う:
2. それと同等の機能を有するハードウェアをFPGAを用いて実現する
3. (オプション)それと同等の機能を有するLSIを設計、試作する

設計内容:

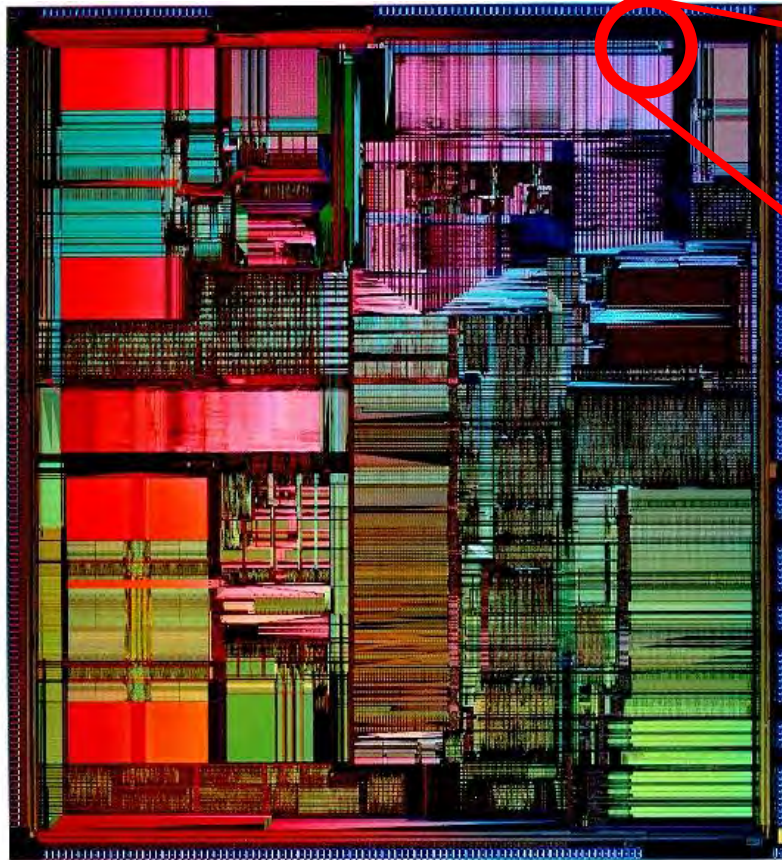
簡単な計算を行う計算エンジンとそれをNTSC(通常のテレビ)に出力するグラフィックエンジンを実現して、演算結果をテレビに表示する。(意欲があれば簡単なビデオゲームを作ることも可能)



LSIとは: 外見



LSIの内部:チップの実態



拡大図

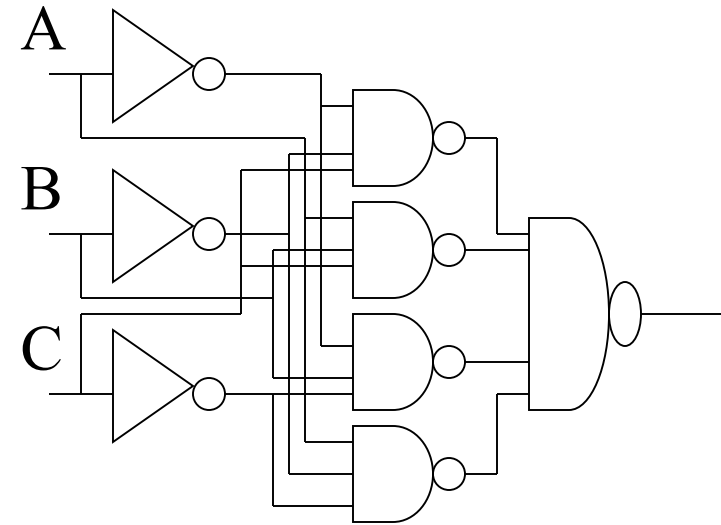


トランジスタの
断面図



論理回路

Q: 足し算回路



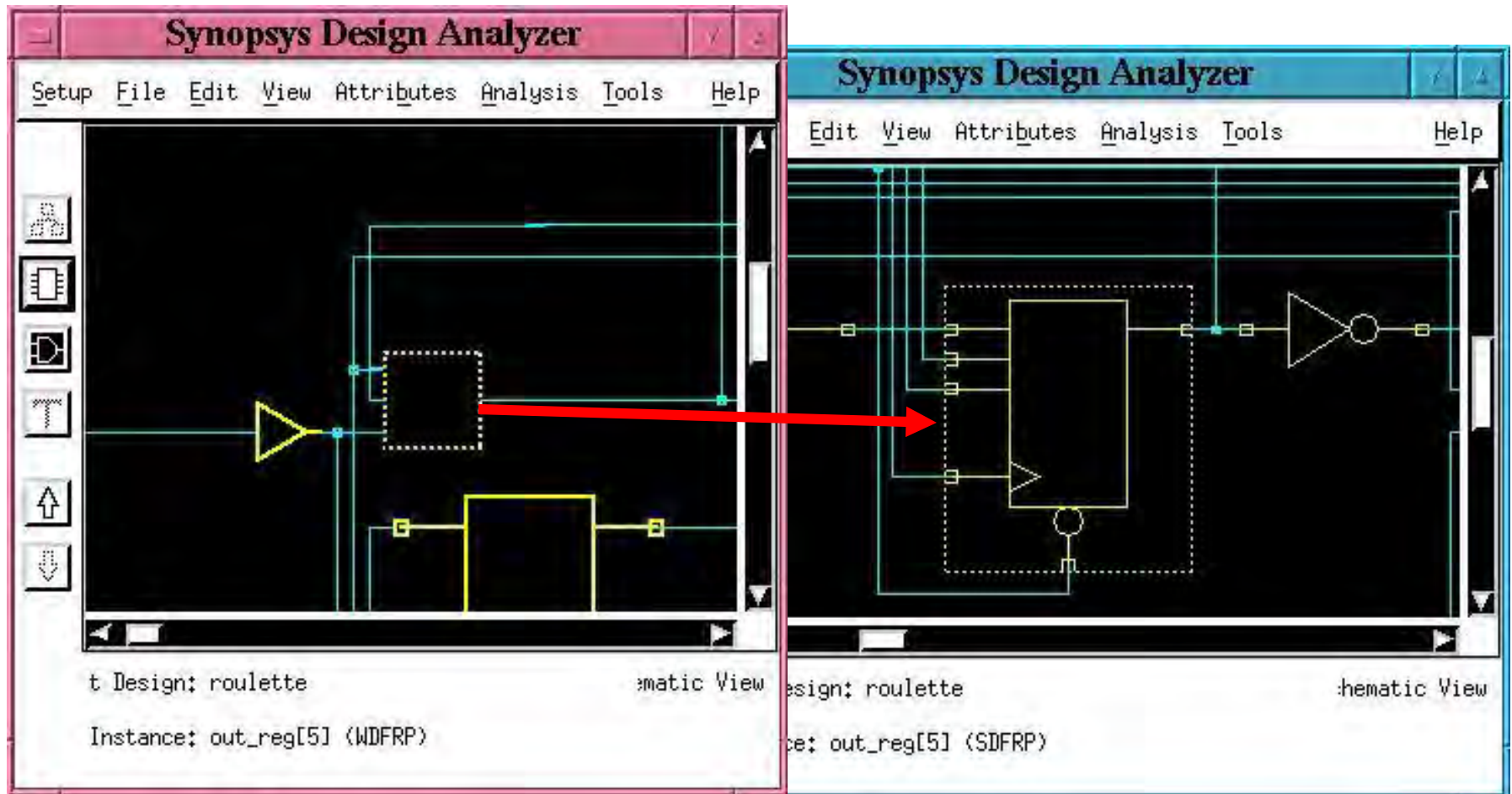
$$\begin{aligned} S &= A \oplus B \oplus C \\ &= C \cdot (A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B) + \bar{C} \cdot (A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B) \\ &= C \cdot \bar{A} \cdot \bar{B} + C \cdot A \cdot B + \bar{C} \cdot \bar{A} \cdot B + \bar{C} \cdot A \cdot \bar{B} \\ &= \overline{C \cdot \bar{A} \cdot \bar{B}} \cdot \overline{C \cdot A \cdot B} \cdot \overline{\bar{C} \cdot \bar{A} \cdot B} \cdot \overline{\bar{C} \cdot A \cdot \bar{B}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= A \cdot B + B \cdot C + C \cdot A \\ &= \overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} \cdot \overline{\bar{B} \cdot \bar{C}} \cdot \overline{\bar{C} \cdot \bar{A}} \end{aligned}$$

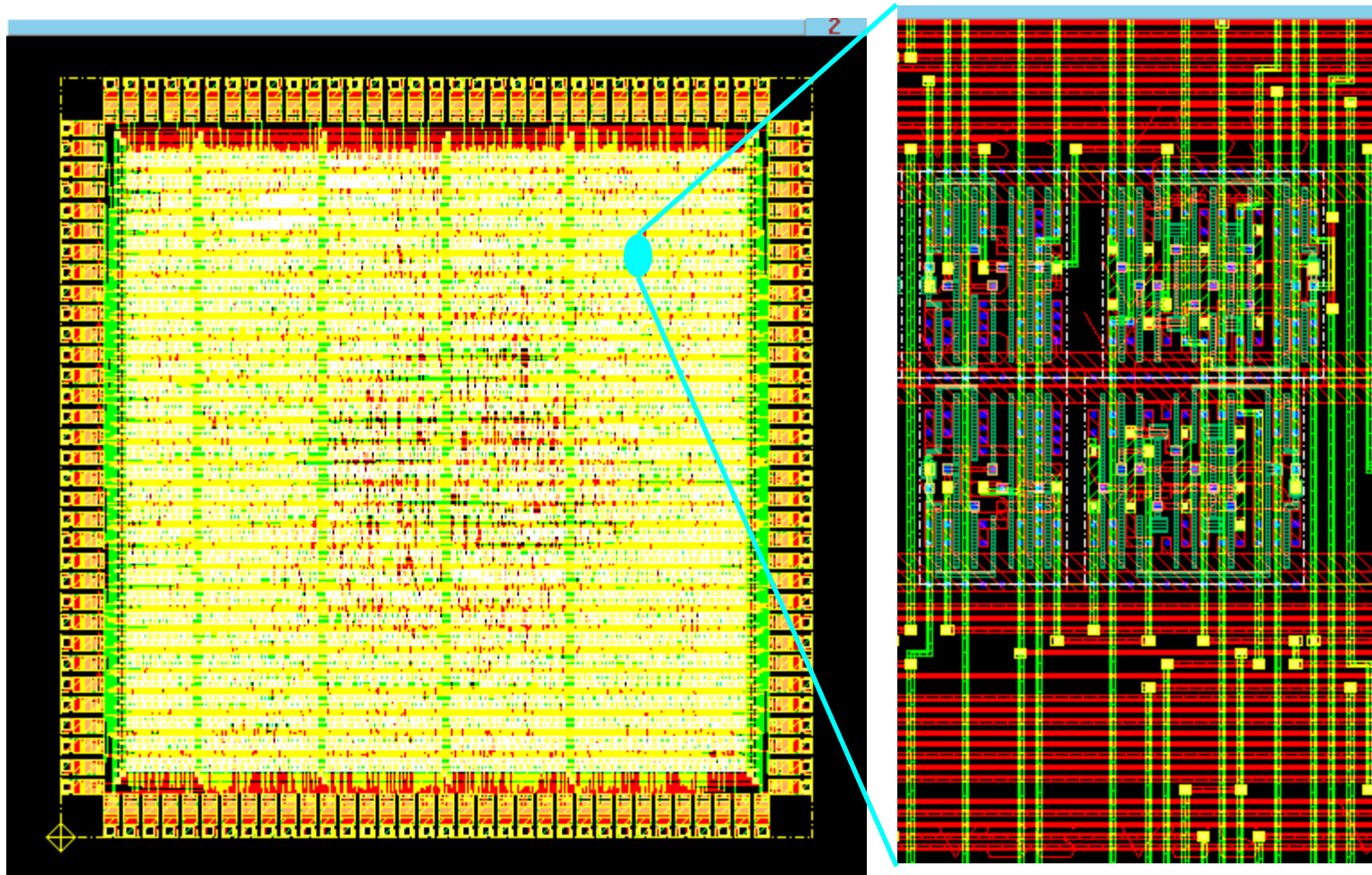
→ 全加算器



CADツールを用いた回路のデザイン



配置配線



LSIテスターを用いたテスト風景

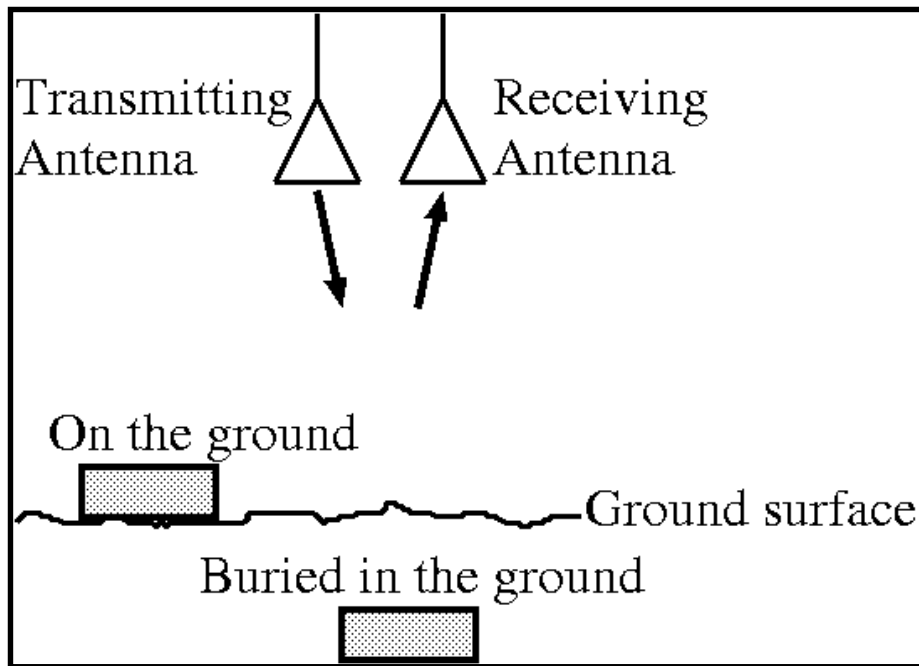


神経回路で プラスチック地雷を見つけよう

東京大学 工学部電気電子工学科
廣瀬 明

対人プラスチック地雷を見つけることは非常に難しい

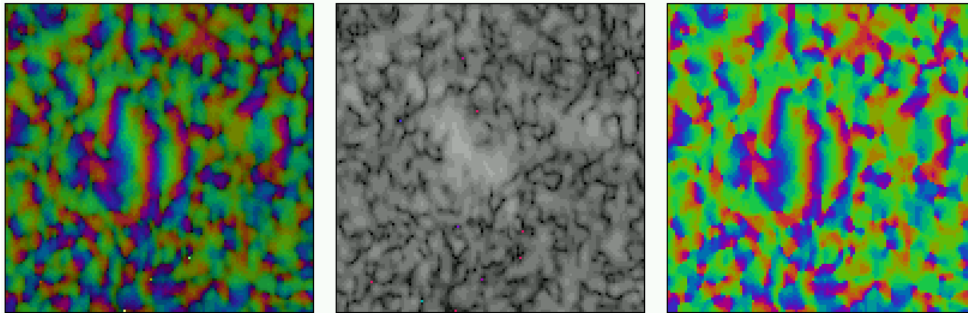
地中の探査



TYPE72 Mock mine



実際にプラスチック地雷を観測すると、



: 複素振幅の生画像

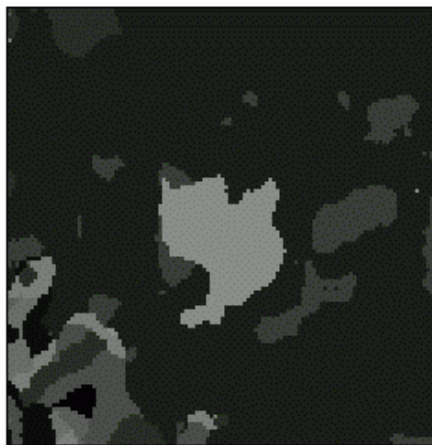
Amp. & Ph.

Amplitude

Phase



区分化

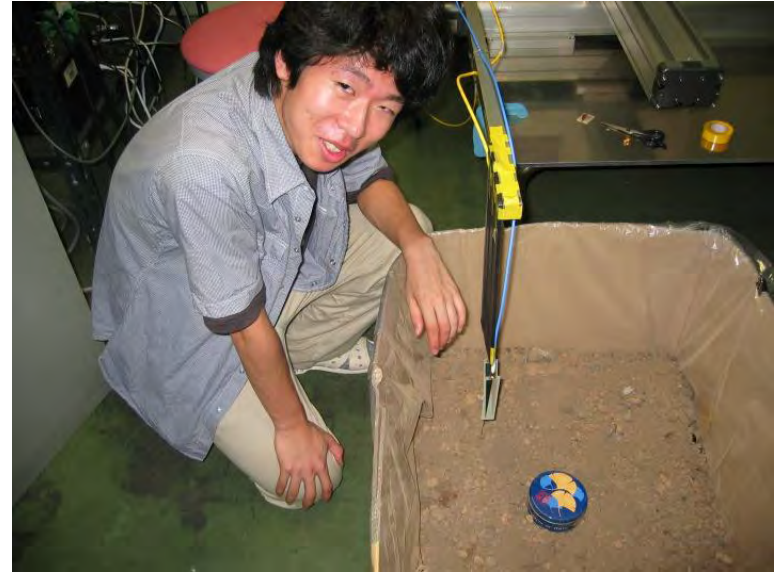


位相を見ることができ
脳機能によって、うまく
区分化できる。

類似の考え方で、地雷
の同定にも成功した。

大事な特徴を押さえ、効果的に分類する

実験風景

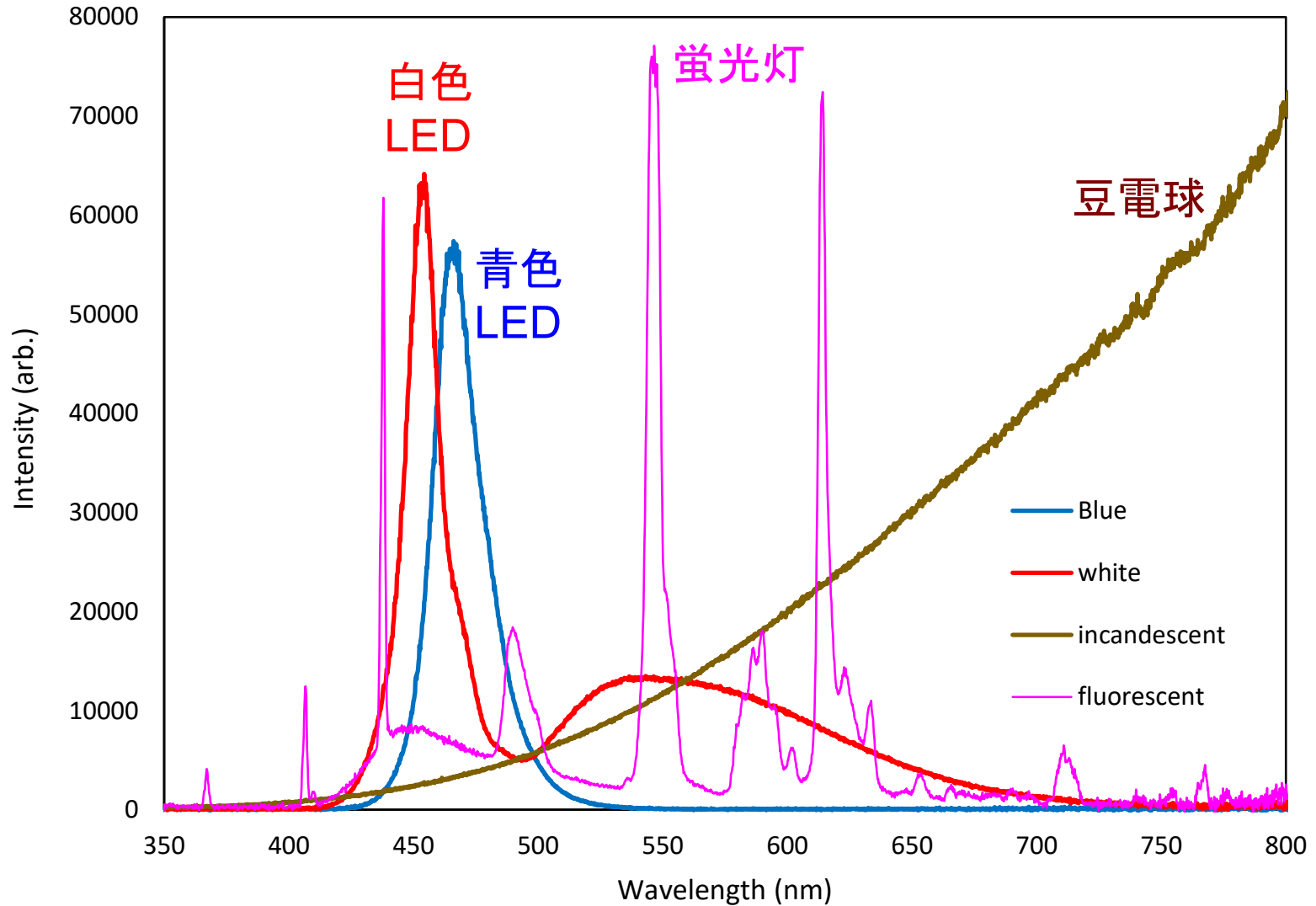


電磁界シミュレーションにより各自アンテナの形状を設計し、モデル地雷の探査を試みた。

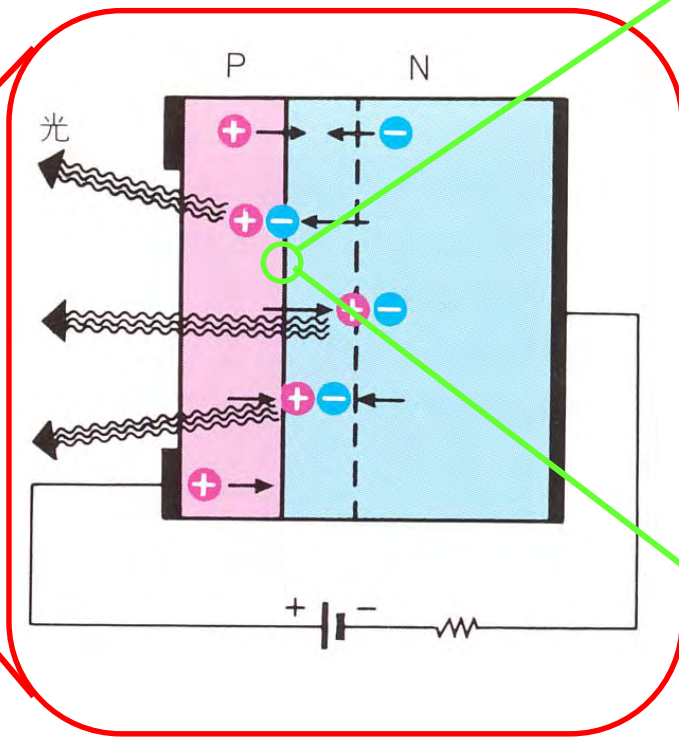
青色LEDを作ろう

工学部電気電子工学科
杉山 正和

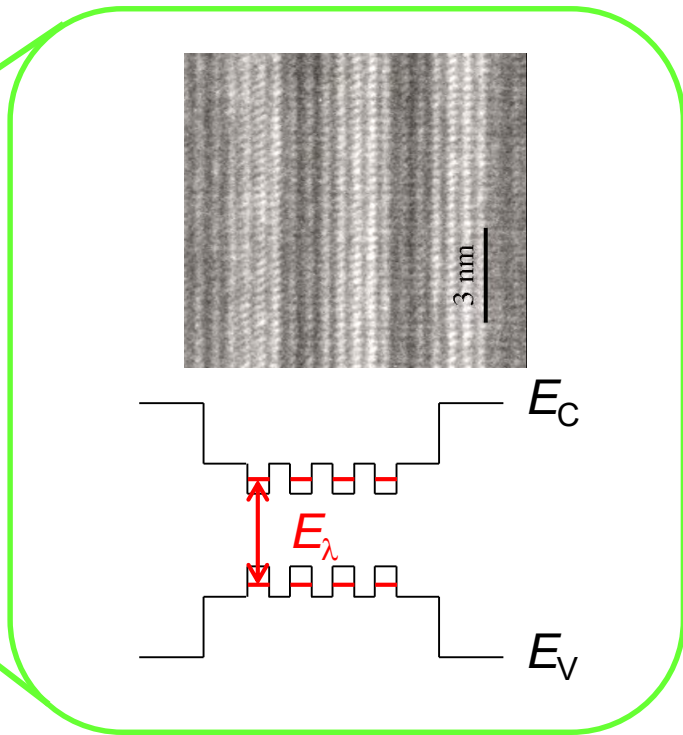
各種照明のスペクトル



発光ダイオードの構造

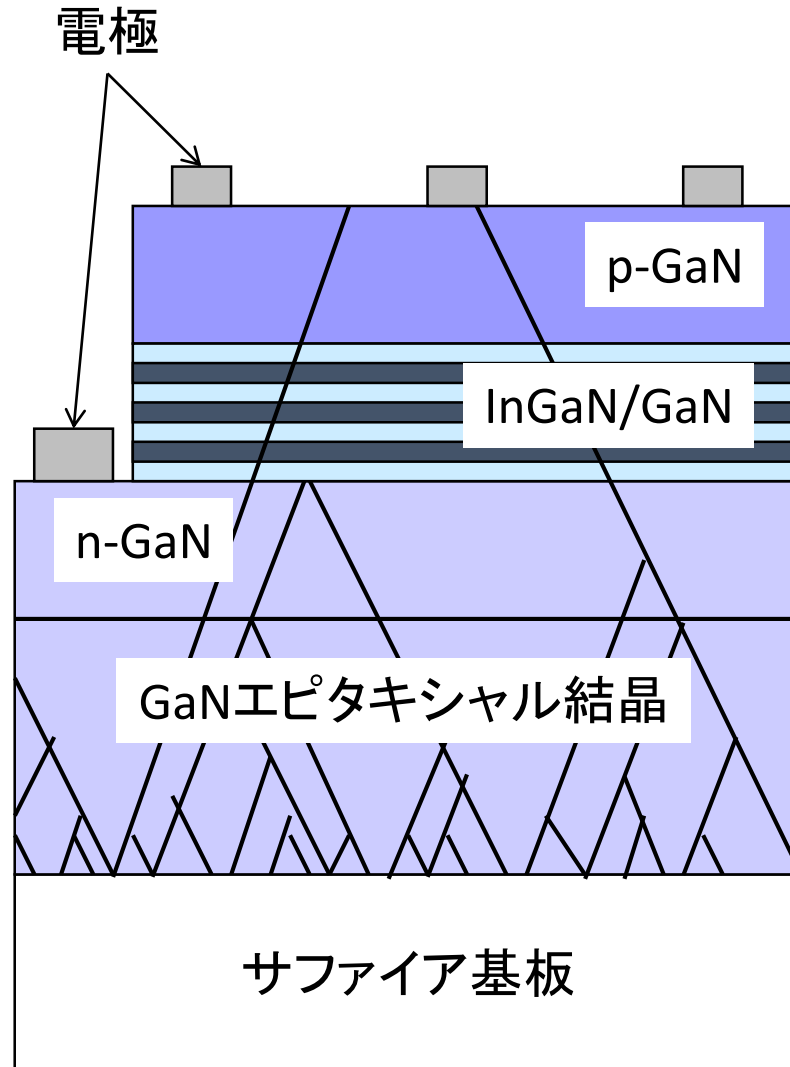


pn接合



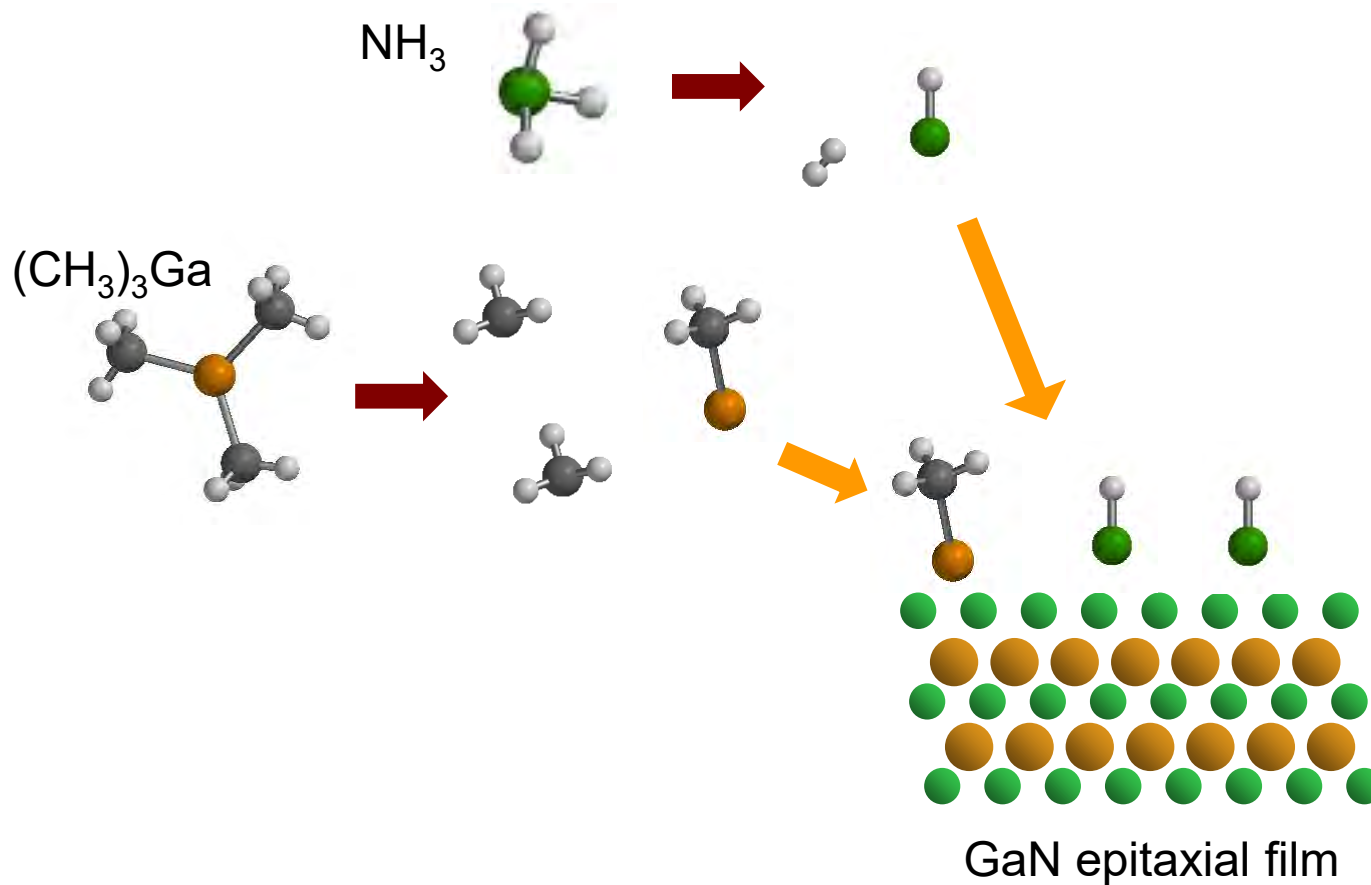
多重量子井戸
(原子の配列制御)

青色LEDの構造

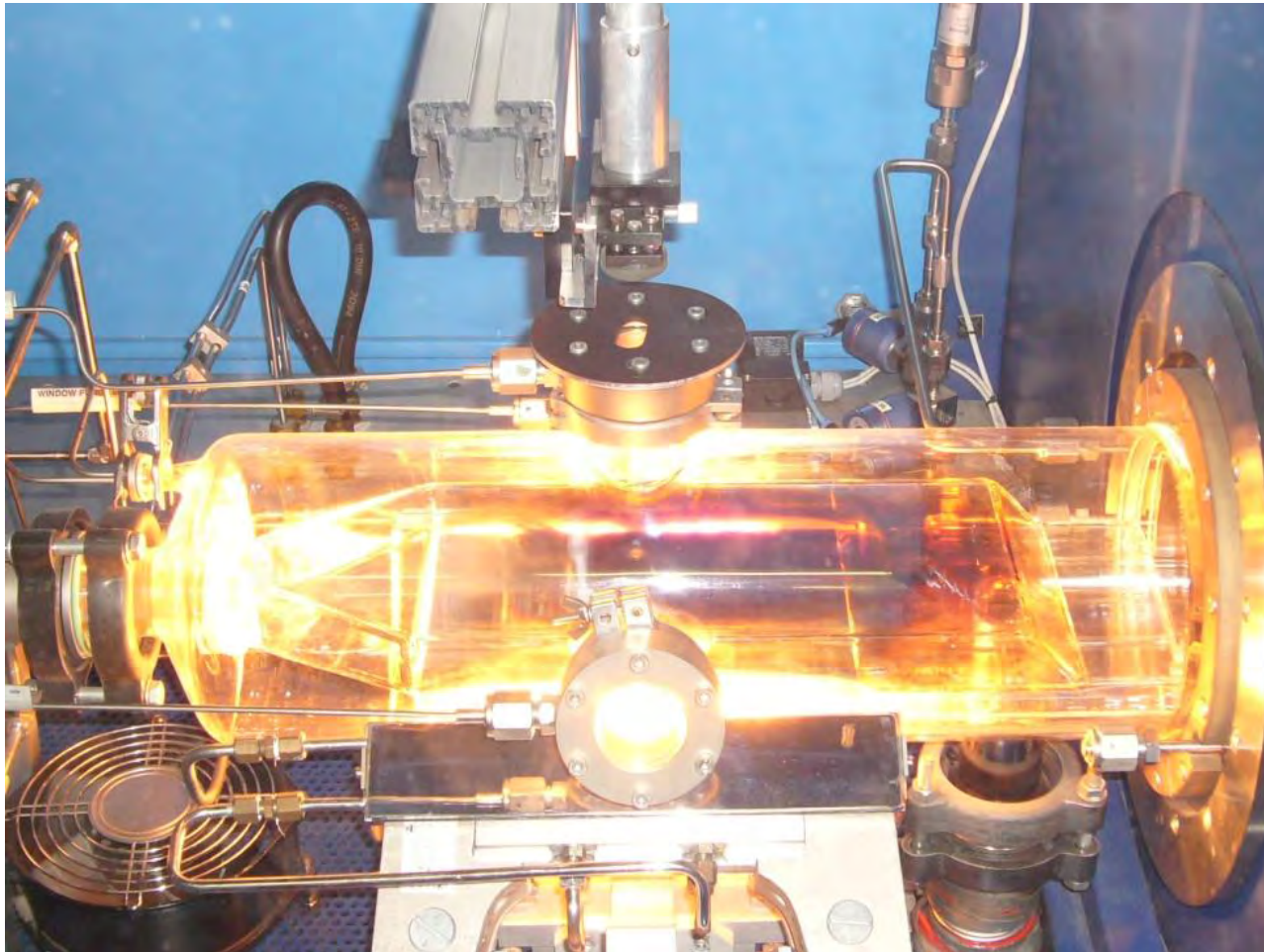


極薄結晶層の成長法

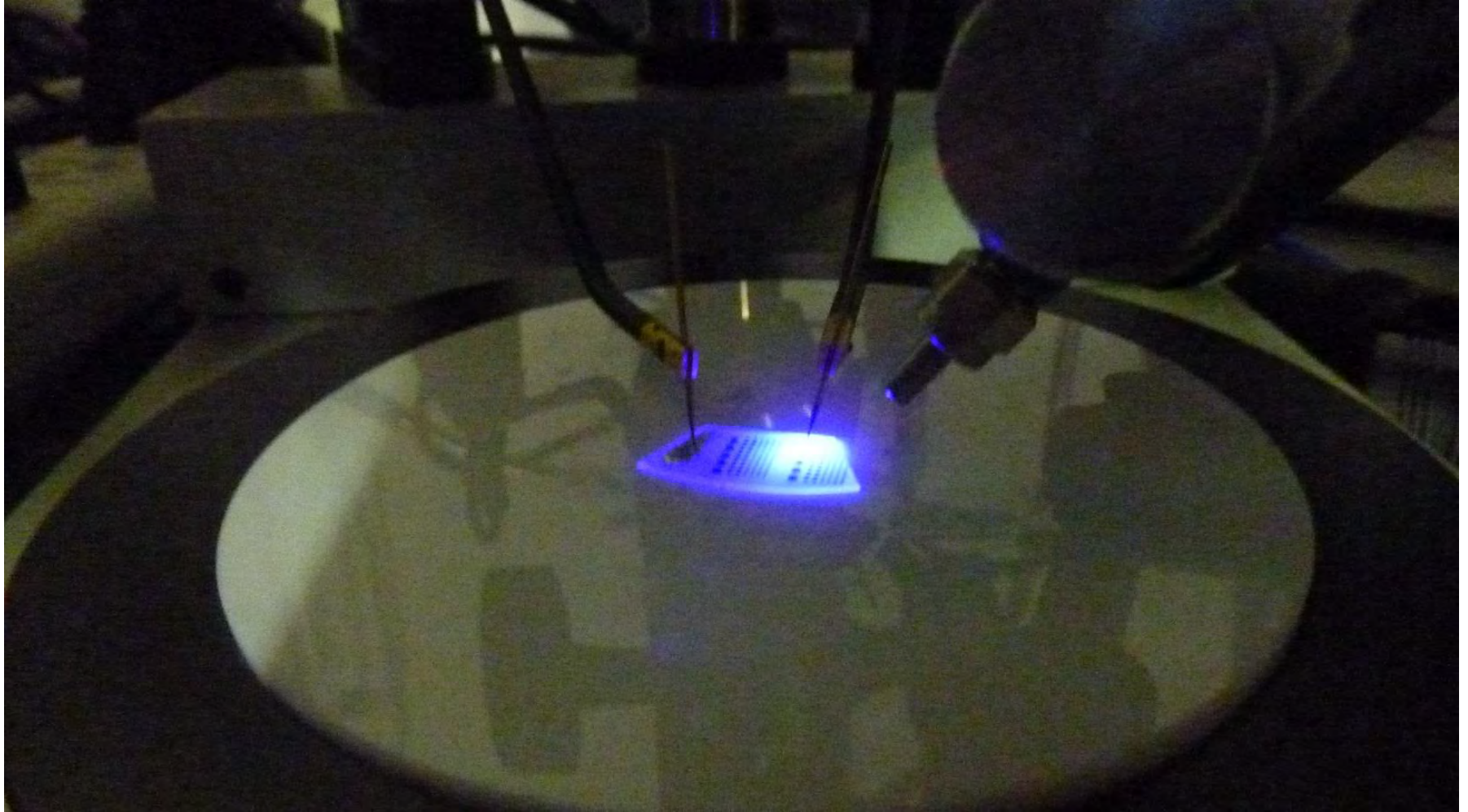
有機金属気相成長法(Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy: MOVPE)



金属気相エピタキシャル成長(MOVPE)装置



光った！



マイクロマシン (MEMS) を創る

三田吉郎

電気電子工学科

mita@ee.t.u-tokyo.ac.jp

マイクロマシンとは？

**VLSI技術を応用して作製した
マイクロ・ナノ構造**

VLSIとは？

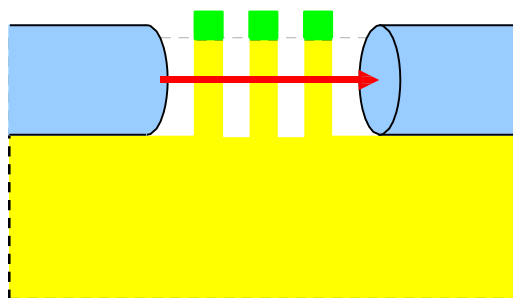
(超) 大規模集積回路



直径100 μm のマイクロモータ
東大生研3部(電気系)藤田博之研

どうやって創るか？

積んで・リソして・削る



どこで創るか

武田先端知SCR（本郷）で創る



Class #1 Cleanroom



100nm EB writer



Deep RIE

本演習のお題



MEMSでピアノ

実験の詳細

- 「ドレミファソラシド」各音を各人に割り当てる
- 共振周波数を合わせるようにバネマス振動子を設計

880.0	A5	1760.0	A6
932.3	(A#5)	1864.7	(A#6)
987.8	B5	1975.5	B6
1046.5	C6	2093.0	C7
1108.7	(C#6)	2217.5	(C#7)
1174.7	D6	2349.3	D7
1244.5	(D#6)	2489.0	(D#7)
1318.5	E6	2637.0	E7
1396.9	F6	2793.8	F7
1480.0	(F#6)	2960.0	(F#7)
1568.0	G6	3136.0	G7
1661.2	(G#6)	3322.4	(G#7)
		3520.0	A7

光ファイバでレーザをつくろう

担当: 山下真司、セツジイオン



山下 真司 教授
Shinji YAMASHITA, Professor

専門分野: ファイバフォトニクス
Specialized field: Fiber Photonics

E-mail: syama@ee.t.u-tokyo.ac.jp



セツ ジイオン 准教授
Sze Yun SET, Associate Professor

専門分野: レーザフォトニクス
Specialized field: Laser Photonics

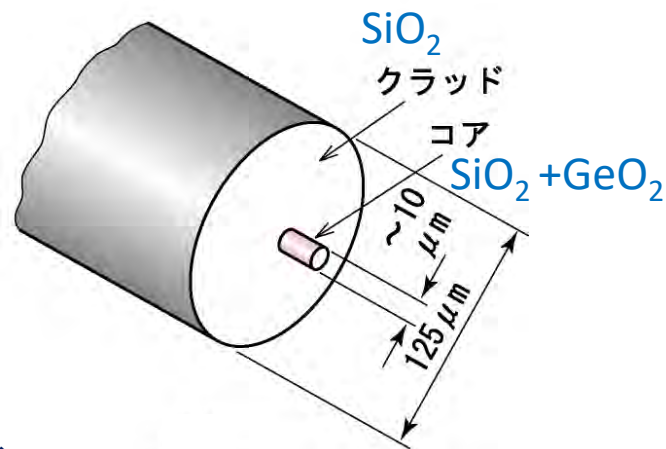
E-mail: set@cntp.t.u-tokyo.ac.jp

光ファイバの特長

- ✓ 非損失 (15kmで光パワーが半減)
- ✓ 非常に高速の信号を送ることができる
- ✓ 細い・フレキシブル・強い
- ✓ 希土類(Erなど)を入れることで光の増幅ができる



超高速・超長距離光ファイバ通信



光の増幅 + 光のフィードバック = 連続発振(CW)レーザ
光の増幅 + 光のフィードバック + α = 超短パルス(ps - fs)レーザ



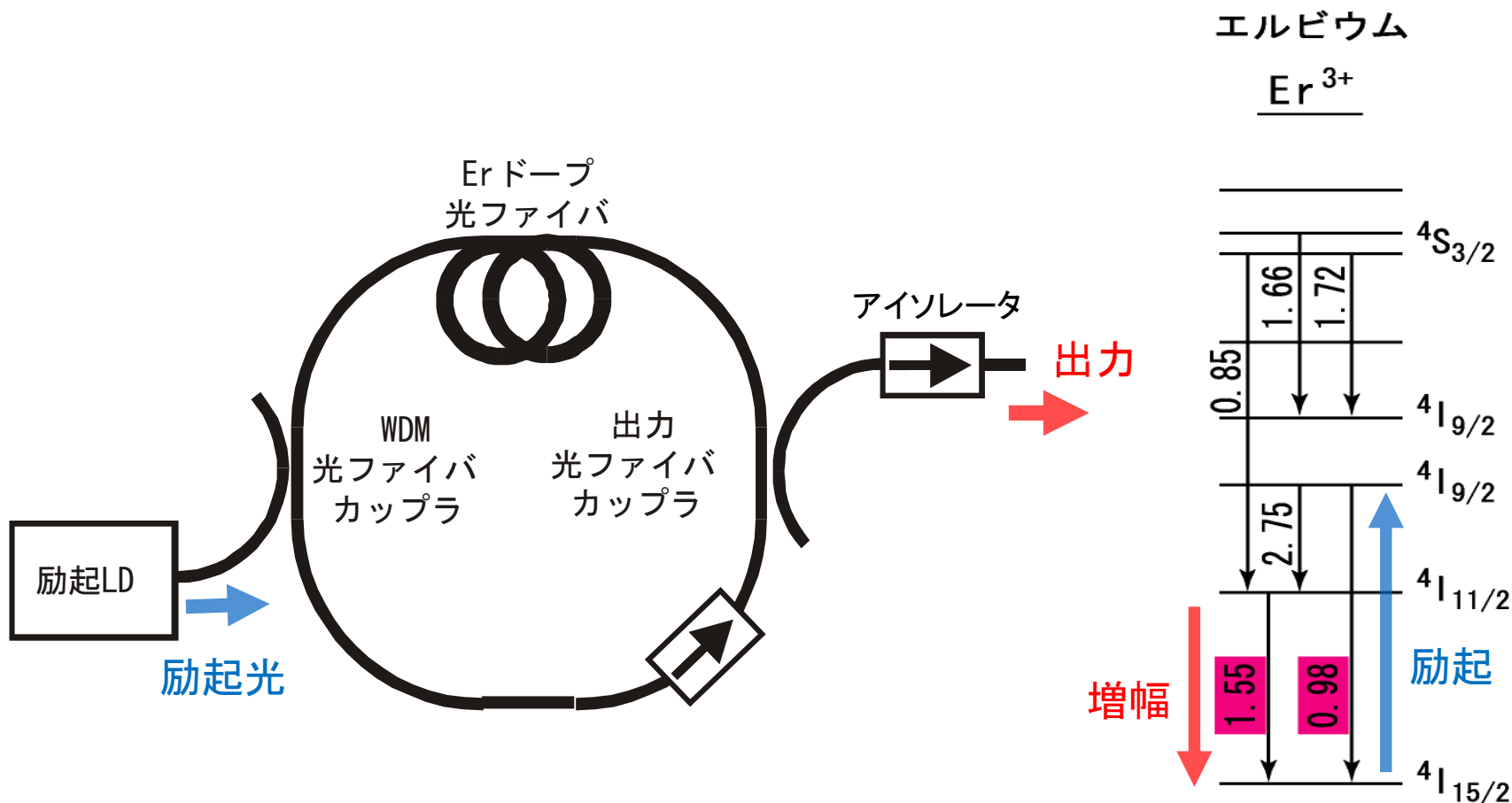
既存の超短パルスレーザの例



小型超短パルス光ファイバレーザ

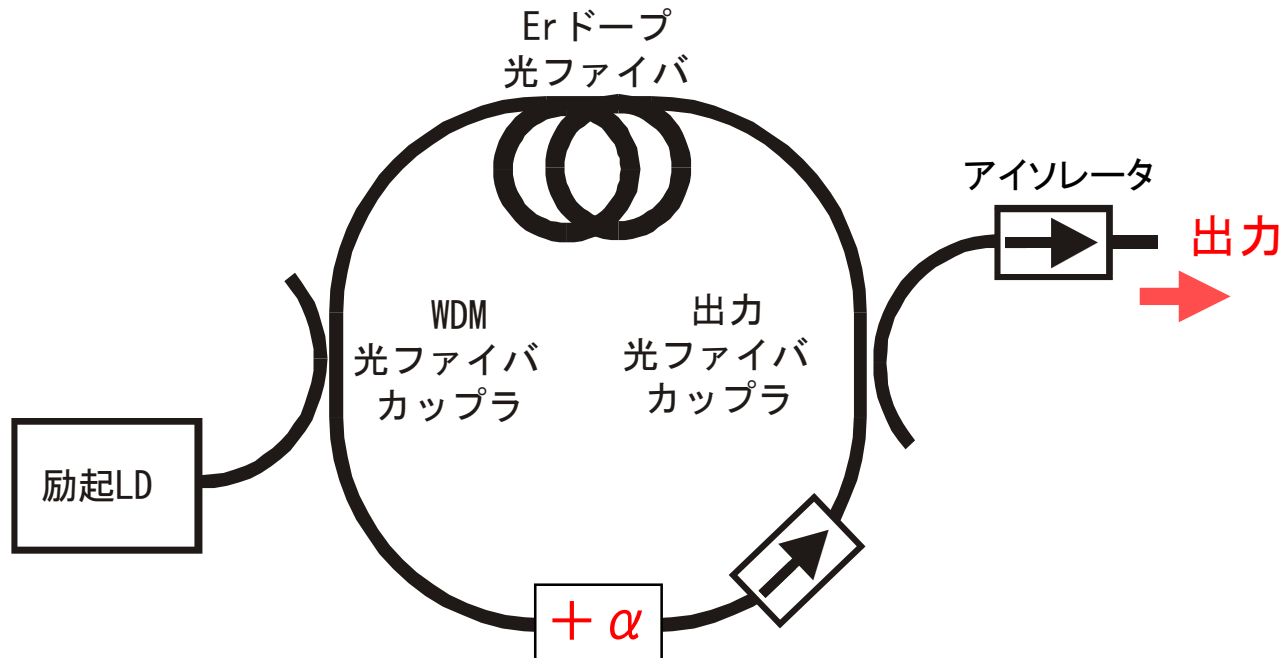
1. CW光ファイバレーザをつくる

- ✓ 波長1.5um帯(光ファイバ通信波長)で発振する光ファイバレーザを作る
- ✓ 光の増幅: Erドープ光ファイバ(波長0.98umの光によりErを励起状態にする)
- ✓ 光のフィードバック: 光ファイバでリングを構成(リングレーザ)



2. 超短パルス光ファイバレーザをつくる

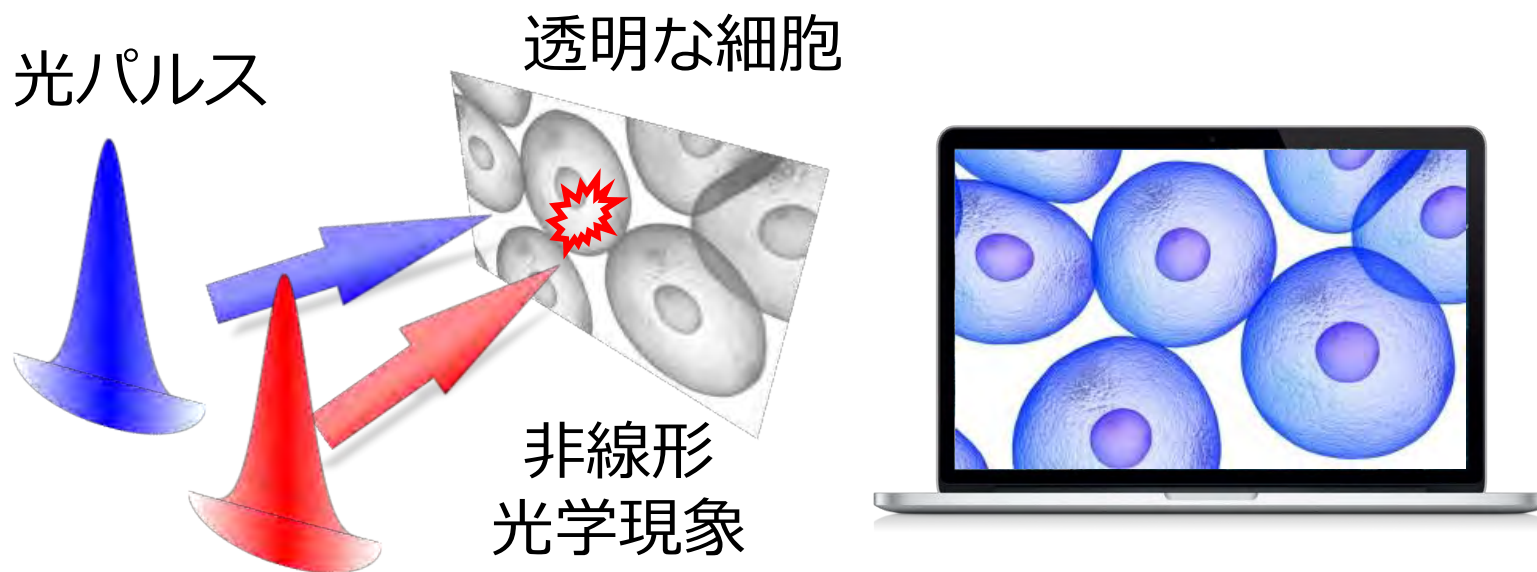
- ✓ $+\alpha$ を加えることで、モード同期という方法により超短パルス光ファイバレーザを作る
- ✓ $+\alpha$: 超高速の光のスイッチ
- ✓ 受動モード同期(光が自分自身でスイッチする場合):
 - 非線形偏波回転、非線形ループミラー、カーボンナノチューブ、グラフェン、など
- ✓ 能動モード同期(外部からスイッチする場合):
 - 光変調器、励起光変調、など
- ✓ 光ファイバの非線形性と分散の制御が重要





非線形光学現象で 細胞を可視化しよう

担当: 小関泰之 准教授



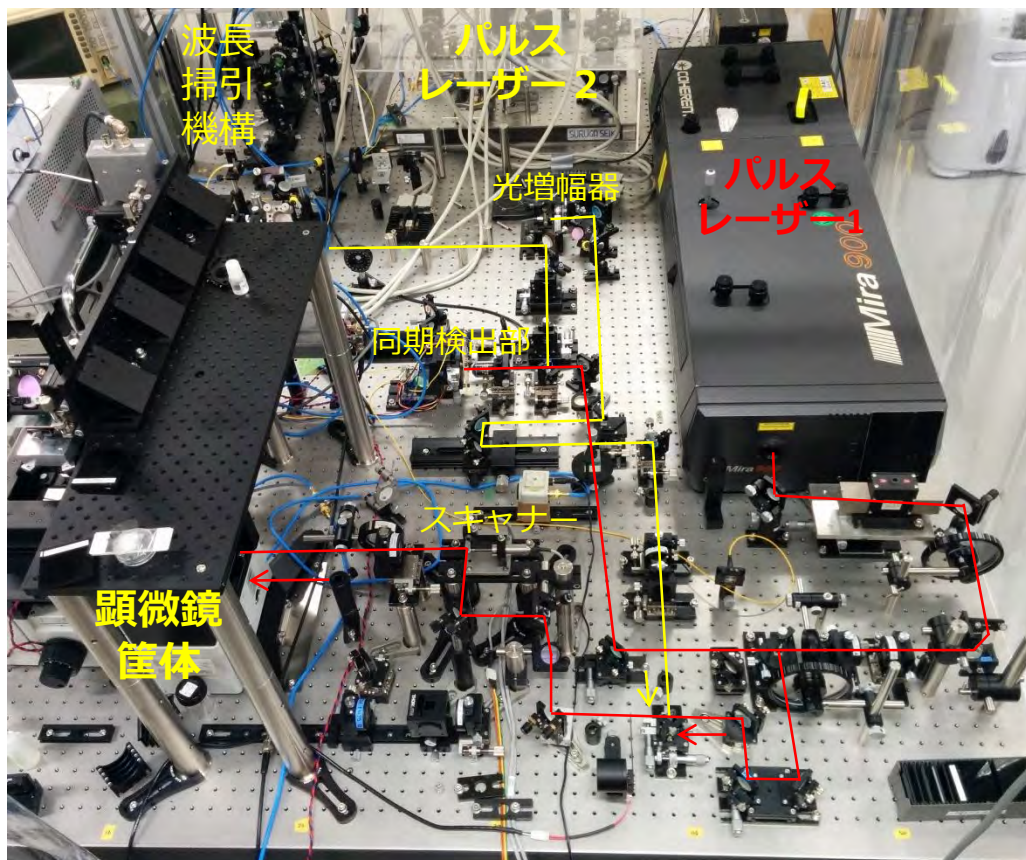
- 光パルス（1兆分の1秒しか光らない）に触れてみよう
- 非線形光学効果って何？ → 実は身近。分子構造の光検出も
- 最先端の電気電子工学と医学・生物学の境界領域を体験



非線形光学現象で 細胞を可視化しよう

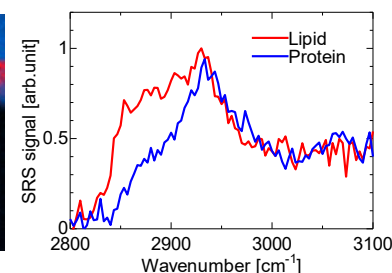
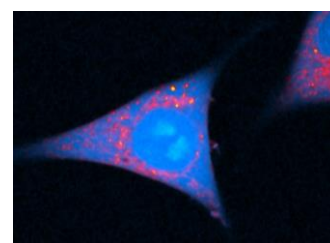
2台のパルスレーザーを用いた 顕微鏡システム

細胞可視化例



赤：脂質
青：タンパク

分子振動
スペクトル

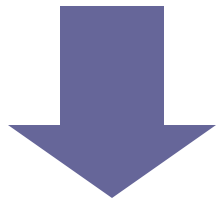


実施項目

- パルスレーザーに触れる・測る
- 顕微鏡に触れる
- 細胞試料を準備し測る
- 画像処理・解析

身近なモノをインターネットにつなごう

- ユビキタスコンピューティング環境
 - 今まで想像しなかったようなモノがネットワークに！



- 新しいサービスの創出



teco.edu



u-tokyo.ac.jp

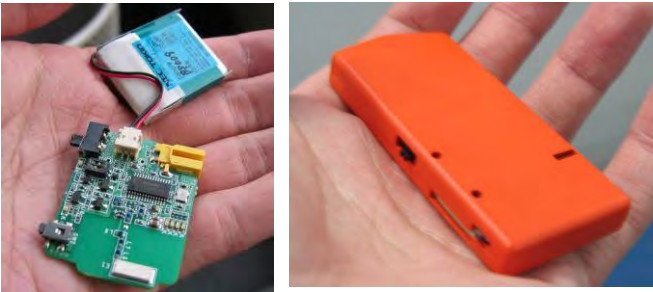


media.mit.edu



体験内容

- 無線マイクロコンピュータに接続
- プログラムの作成
- 身に付く知識
 - センサネットワーク技術
 - ユビキタスコンピューティング技術
 - 無線通信
 - 組み込みOS



無線マイクロコンピュータ



セキュリティ・ホールを調べてみよう

(松浦研究室@駒場リサーチキャンパス)



- ▶ 世の中、物騒な話が増えています：
 - キャッシュカードの盗難、偽造、悪用
 - インターネットでの詐欺(フィッシングなど)
- ▶ こんな対策をとったから大丈夫、という話も耳にするようになりました：
 - 「パスワードだけに頼らず、バイオメトリックス(生体認証)を全ATMに導入しました」
 - 「当機は、ICキャッシュカードに対応しています」
 - 「このサイトは、SSL暗号化を使っているから安全です」
- ▶ 科学者(をを目指す)ならば、こう思いませんか？
 - 「本当かな？確かめてみよう。」



例えば、次のようなことを調べましょう

(1では、写真撮影・印刷して装置にかざす実験と統計処理。
2では、ネットサーフィンして実態を調査。)

1. 顔画像認証ソフトウェア

- 手軽なプリンタで印刷したカラー写真で、市販の認証ソフトウェアを騙すことができるか？

2. WWWセキュリティ

- 「暗号化を使っているから安心」と謳っているサイトが、「正しい使い方」をしているか？



発表会風景



懇親会風景

