

超音波を使う新しい教育研究領域の 創成の試み

金沢工業大学電気電子工学科
得永 嘉昭



社会的背景

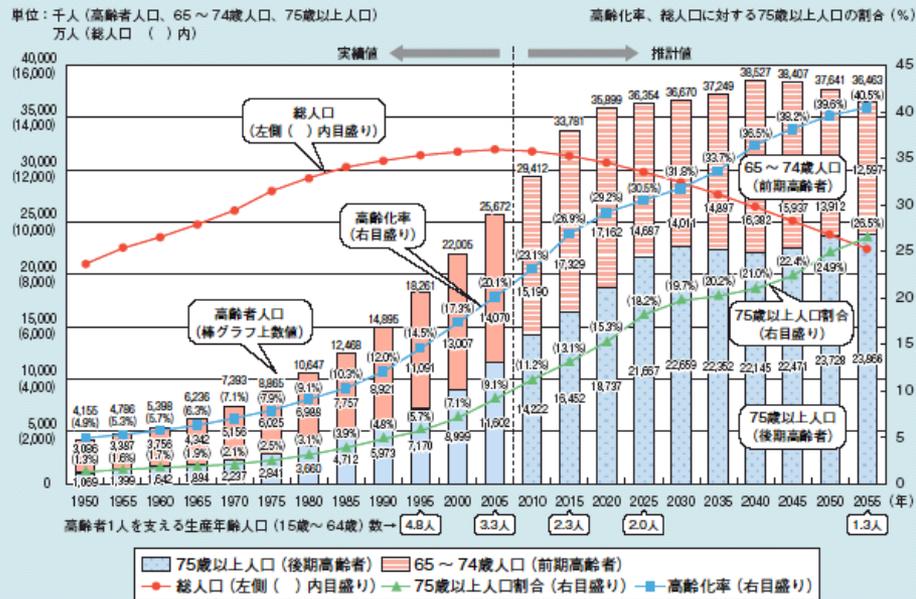
- 日本を取り巻く環境が急速に大きく変わった。
- **具体的に**
- 日本が情報化と国際化で複雑系の**開いた系**になった。
- エネルギーと物質(**人材**)の導入で**カオス状態**になった。
- 急速な**老齡化**と**少子化**がそれを加速する。

新しい**自己組織化**が始まる。

教育はどうすべきか？

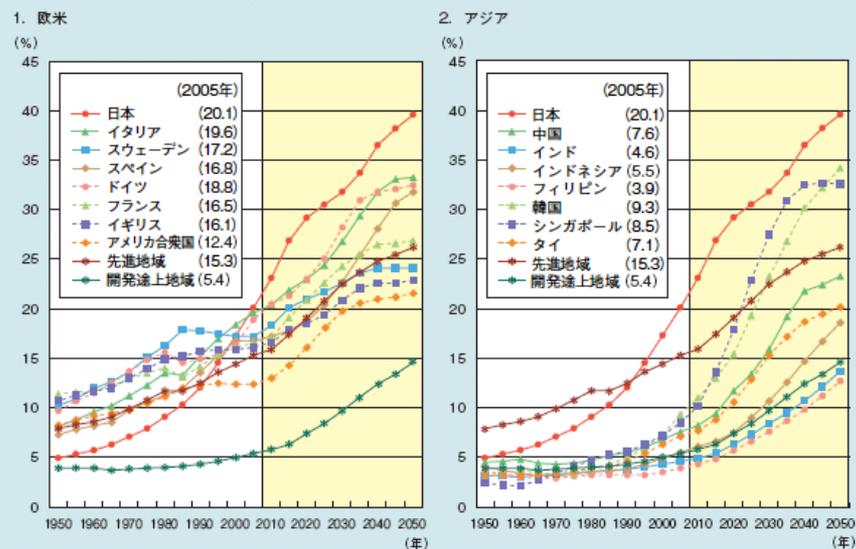


図1-1-2 高齢化の推移と将来推計



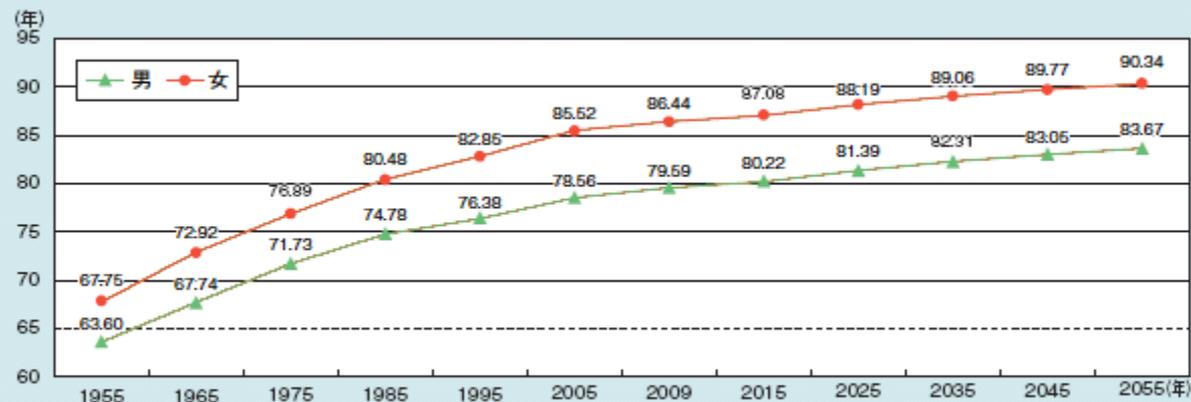
資料：2005年までは総務省「国勢調査」、2010年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果

図1-1-6 世界の高齢化率の推移



資料：UN, World Population Prospects: The 2008 Revision
ただし日本は、2005年までは総務省「国勢調査」、2010年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果による。
(注) 先進地域とは、北部アメリカ、日本、ヨーロッパ、オーストラリア及びニュージーランドからなる地域をいう。
開発途上地域とは、アフリカ、アジア(日本を除く)、中南米、メラネシア、ミクロネシア及びポリネシアからなる地域をいう。

図1-1-4 平均寿命の推移と将来推計



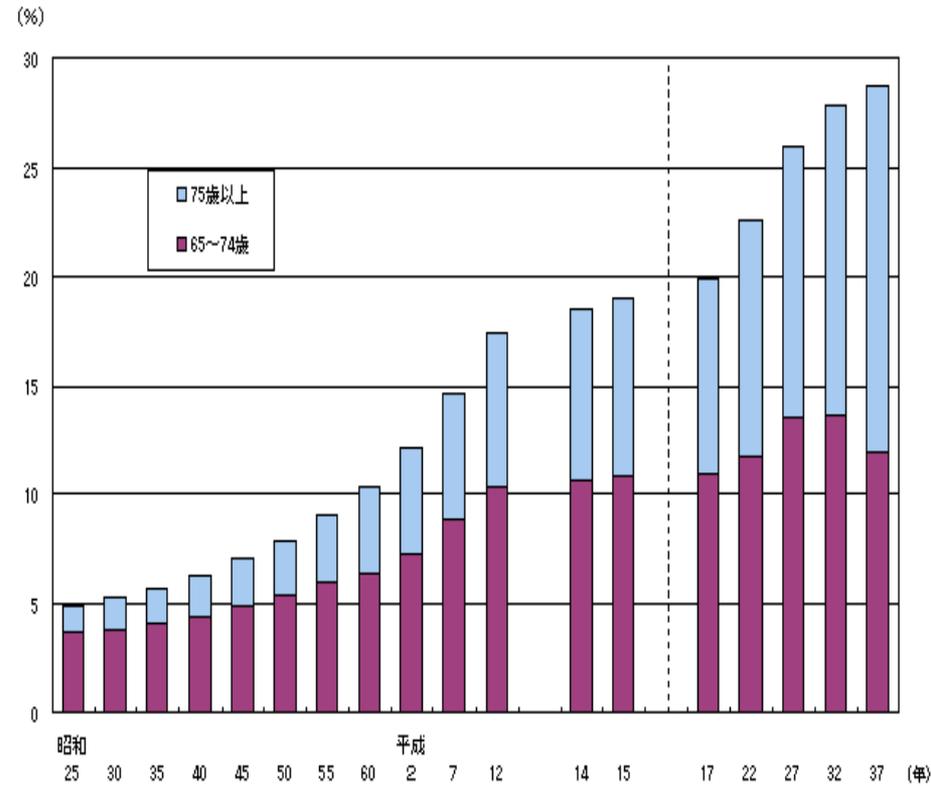
資料：2005年までは、厚生労働省「完全生命表」、2009年は厚生労働省「簡易生命表」
2015年以降は、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果

平成23年版高齢社会白書
「平成22年度 高齢化の状況及び高齢社会対策の実施状況」(内閣府)より抜粋

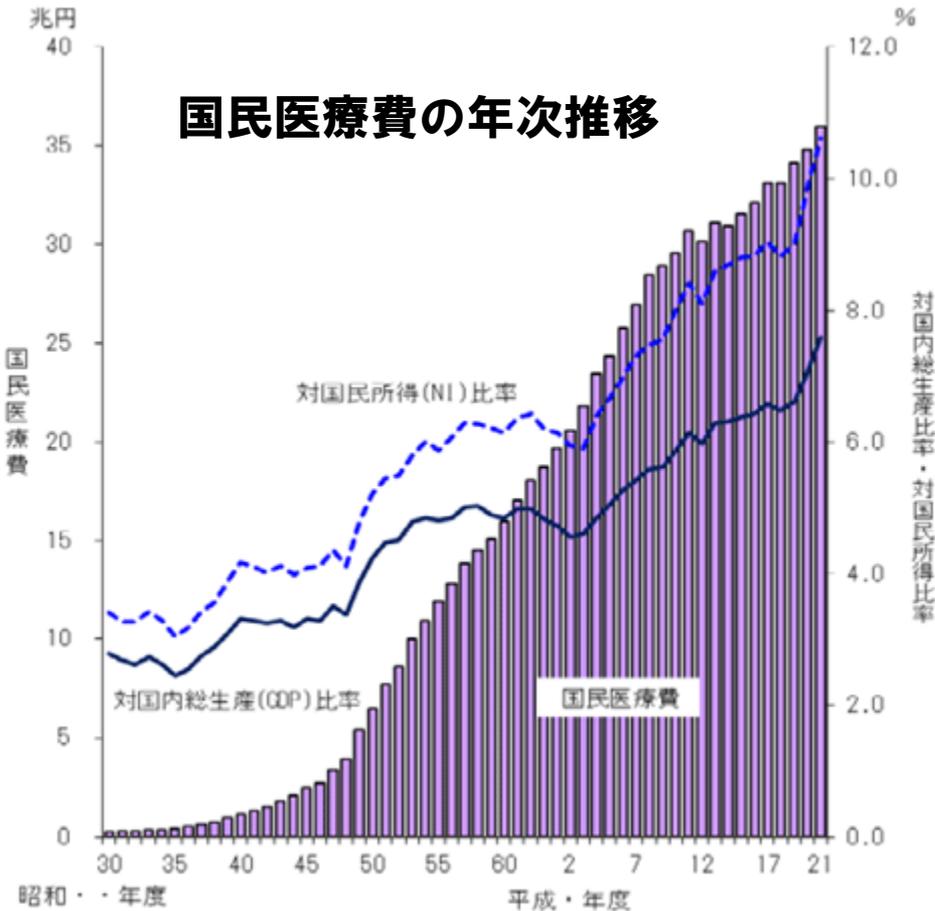
「高齢者人口の現状と将来」 (総務省統計局)より抜粋

資料:平成12年度までは「国勢調査」、平成13年および14年は「推計人口」、平成17年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口ー平成14年1月推計」(中位推計)

図1 高齢者人口の割合の推移



国民医療費の年次推移



「平成21年度 国民医療費の概況」 (厚生労働省)より抜粋

太陽は東から昇り西へ沈む

- 自然界の大法則
- これまでの科学技術もしかり
- 新しい科学技術はアメリカで創成され、
- それが日本へ導入改良されてきた。
- 現在はタイやベトナムへと移行していく
- (情報とエネルギーの流れ)
- “太陽は東から上がり西に沈むという
- 事実と合致する“
-



製造業の空洞化、高齢化問題

自然の摂理に逆らうこと辞めるべき
逆説的にそれをチャンスととらえるべきで
ある。

例：高齢化問題(事実は小説より奇なり)

他の国に先駆けて多くのノウハウを蓄積できる
そのための電子部品は高信頼性あり、

システムの構築が苦手

実践的な問題点の発掘と解決法の構築



これからのキーワード

膨大な金額が必要

- 宇宙
- 海洋
- 環境

- 食糧
- 人間

金のかかるものもあるが、
身近にできるものもある



新しい**教育研究領域**の**創成**の問題点

- **パラダイムの壁**

1. **アプローチの仕方**

分子生物学、バイオ化学

2. **理論的バックグラウンドの有無**

バイオは確率論的、超音波は決定論的

3. **マクロの世界とミクロの世界**

バイオは細胞の世界、超音波は波動の世界



1.パラダイムの違いの例

- 導入
- 超音波の領域 injection introduction
- バイオの領域 delivery transfection

- ベクター
- 超音波の領域 方向と大きさをもったもの
- バイオの領域 ウイルスを細胞内へ入れる



2.理論的バックグラウンド

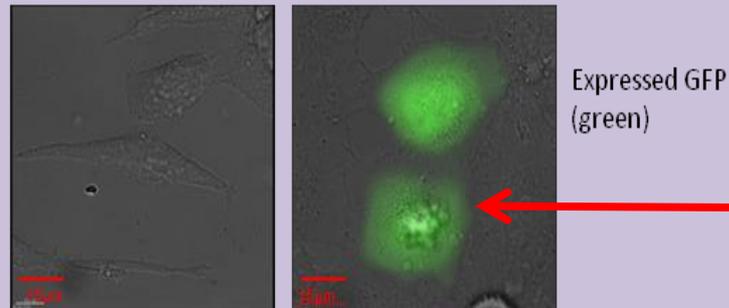
- 超音波の世界は**決定論的**
- 理論的な予想ができる

- バイオの世界は**確率論的**
- 対象が生き物であり**多様性**と**冗長性**を有する



3. ミクロの世界とマクロの世界

- **バイオ**はミクロの世界



細胞核、
ミトコンド
リア、ゴル
ジ体、小
胞体その
他の器官

- **超音波**はマクロの世界
- 協同作用としての波
-



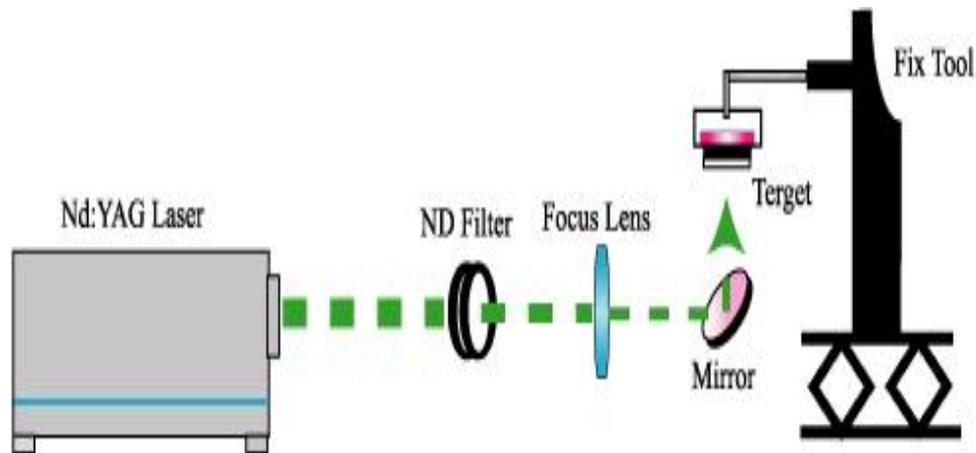
挑戦的萌芽教育研究の試み

- レーザ、超音波関係
- 電気系教授 得永 嘉昭
- 細胞と遺伝子導入関係
- バイオ化学教授 小 木美恵子
- デバイス関係
- 電気系教授 會澤 康治

- その概略を簡単に述べる:

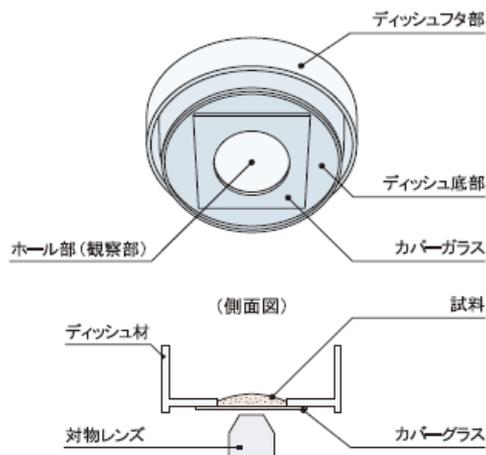


レーザーとターゲットの相互作用

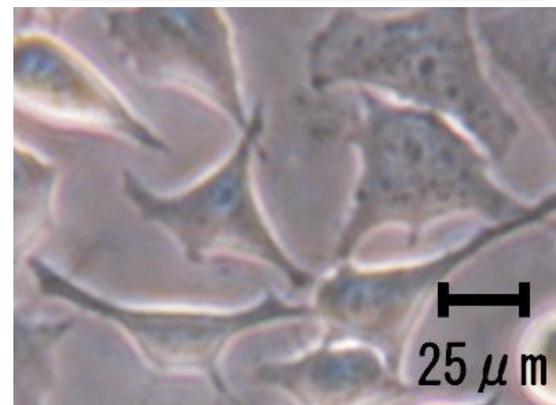


ターゲットの種類、構造

細胞と培養液を入れるための道具



導入される細胞



HeLa細胞
(ヒト子宮頸癌由来の細胞)

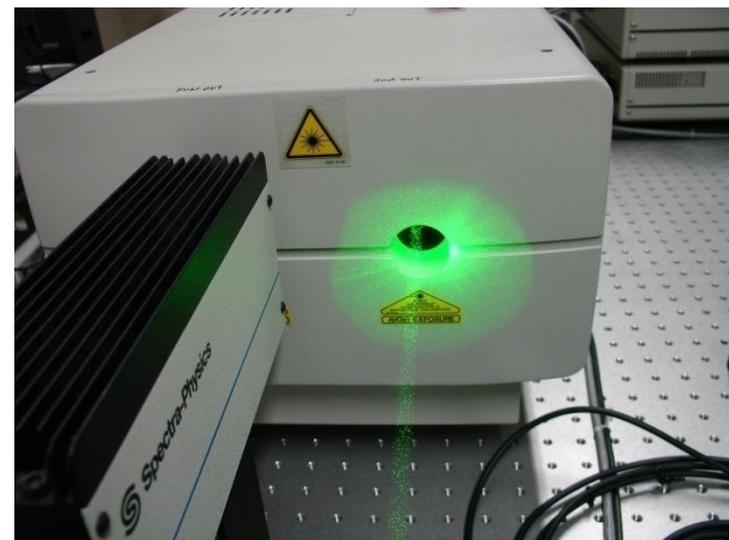
ラボタイプNd:YAGレーザー



- Nd:YAG(Spectra Physics Quanta-Ray LAB-130)
- 第二高調波(532nm)
- 単発発振が可能



繰り返し周波数10[Hz]
パルス幅 7-10[ns]
レーザー出力200[mJ/pulse]

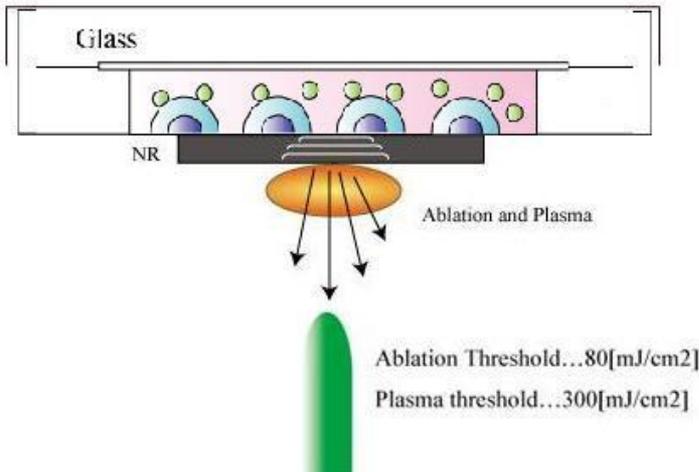


Experimental conditions and figure of the principle



Experimental conditions

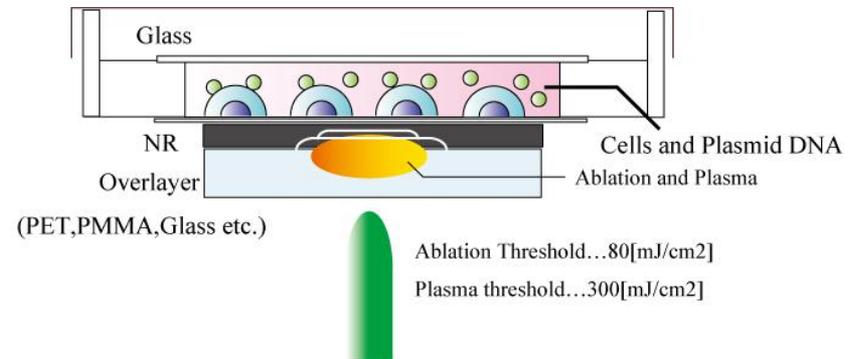
The thickness of the NR [mm]	0.5
Laser Fluence [J/cm ²]	2.4
cell	HeLa cell
The concentration of Plasmid DNA [μg/μl]	1.0



Irradiated Pulse Laser
Direct type

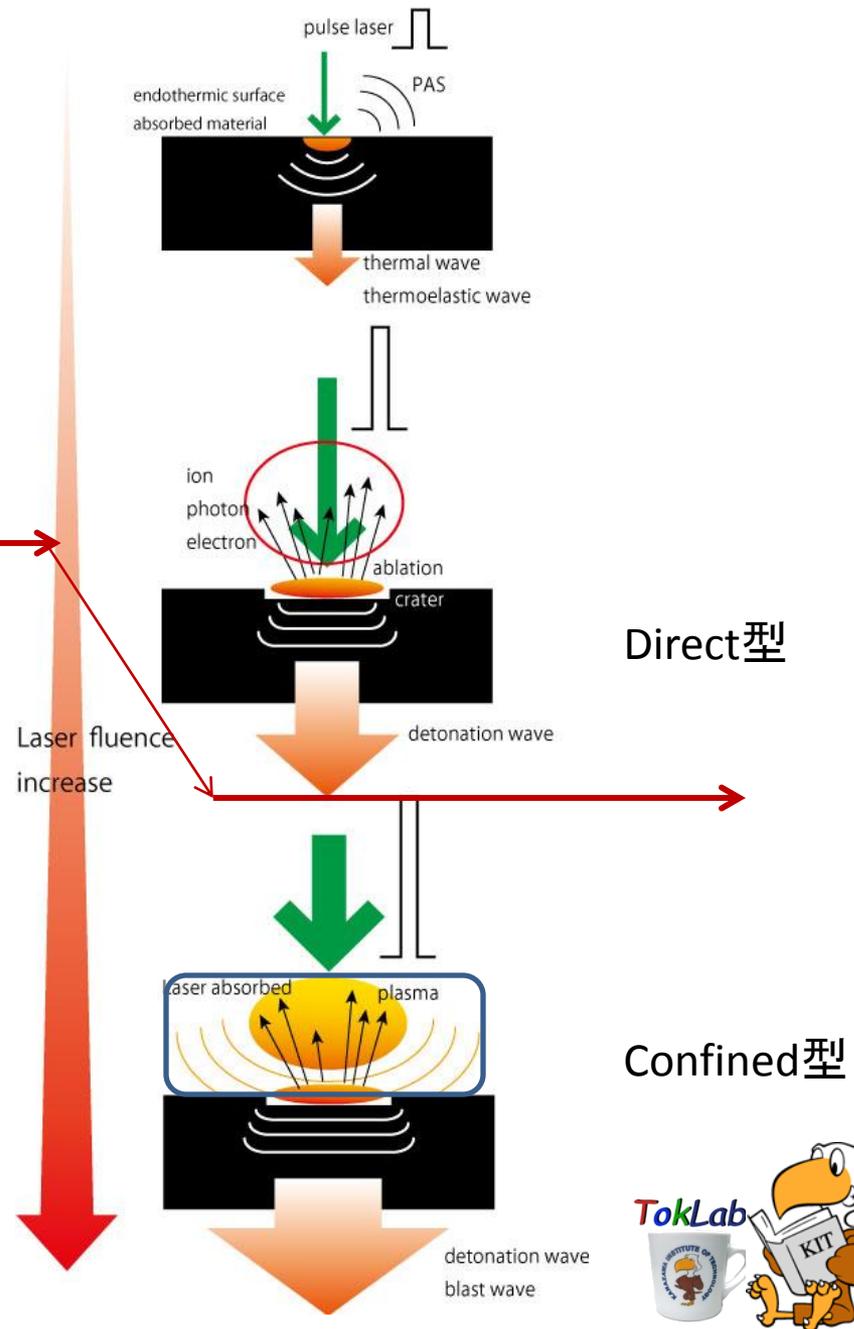
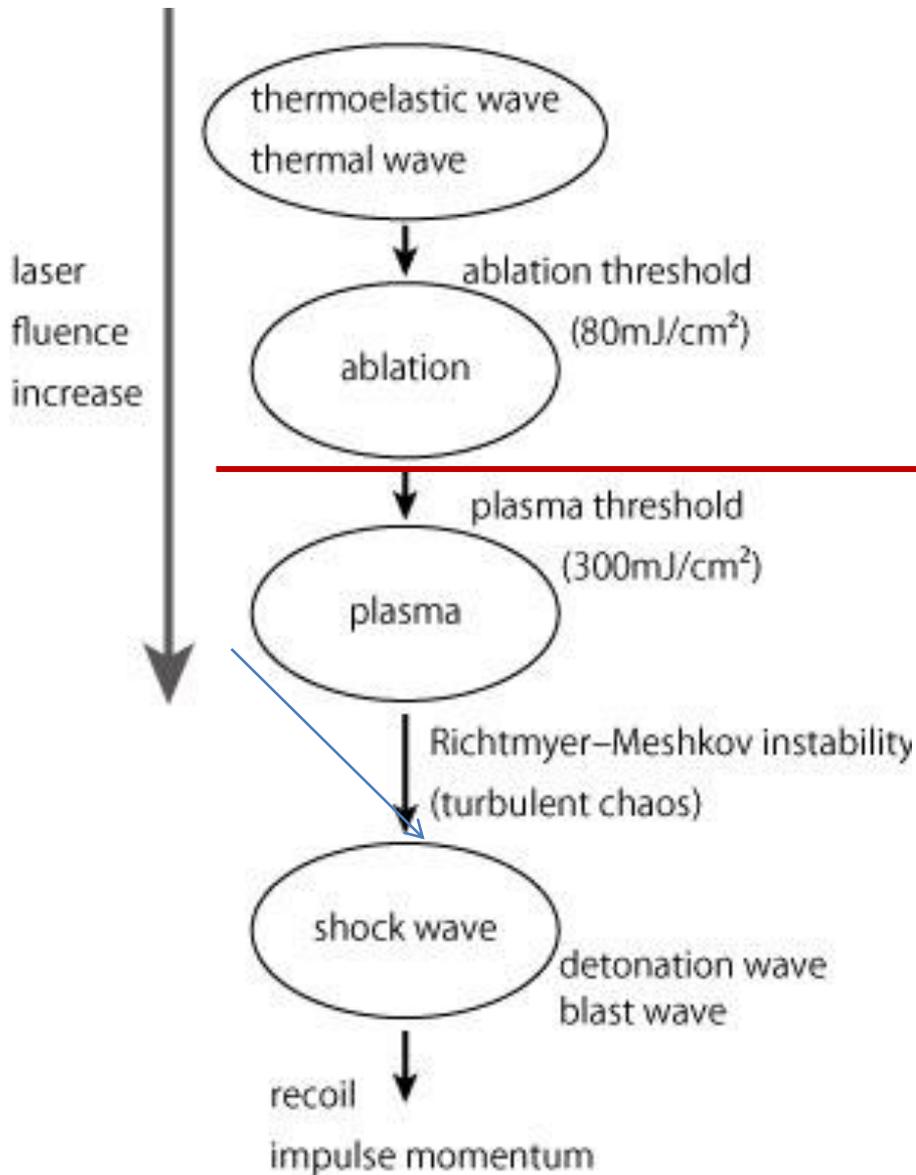
Experimental conditions

The thickness of the NR [mm]	0.5
The thickness of the PET [mm]	1.0
The thickness of the Adhesive [μm]	20
Laser Fluence [J/cm ²]	2.4
cell	HeLa cell
The concentration of Plasmid DNA [μg/μl]	1.0



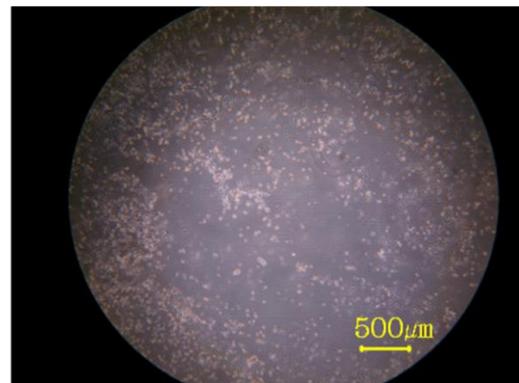
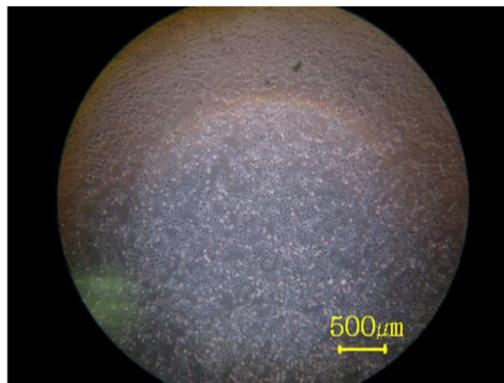
Irradiated Pulse Laser
Confined type



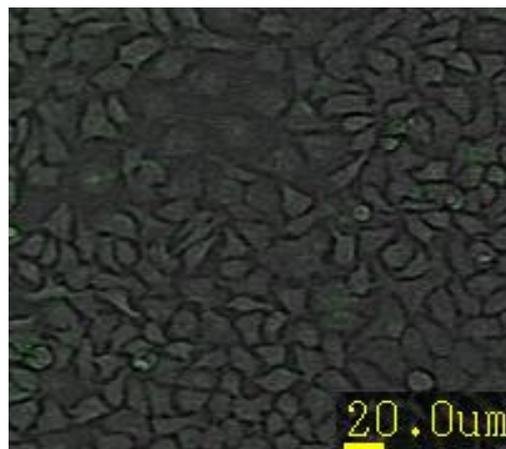


Confined型素子の遺伝子導入結果

細胞接着状態



pEGFP発現細胞



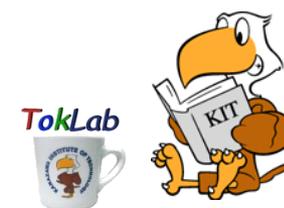
LISW処理前



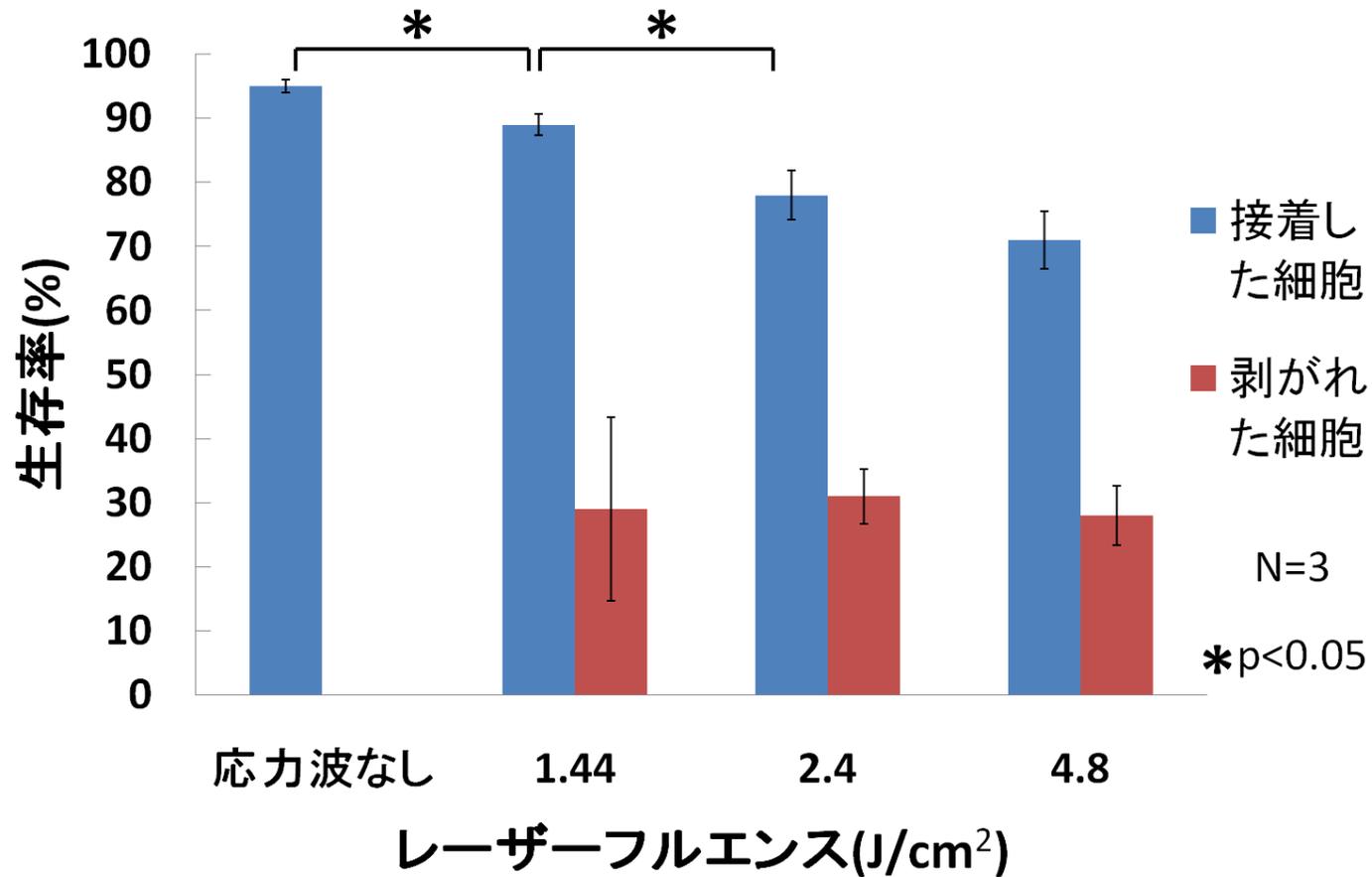
LISW処理後

導入に成功したHeLa細胞

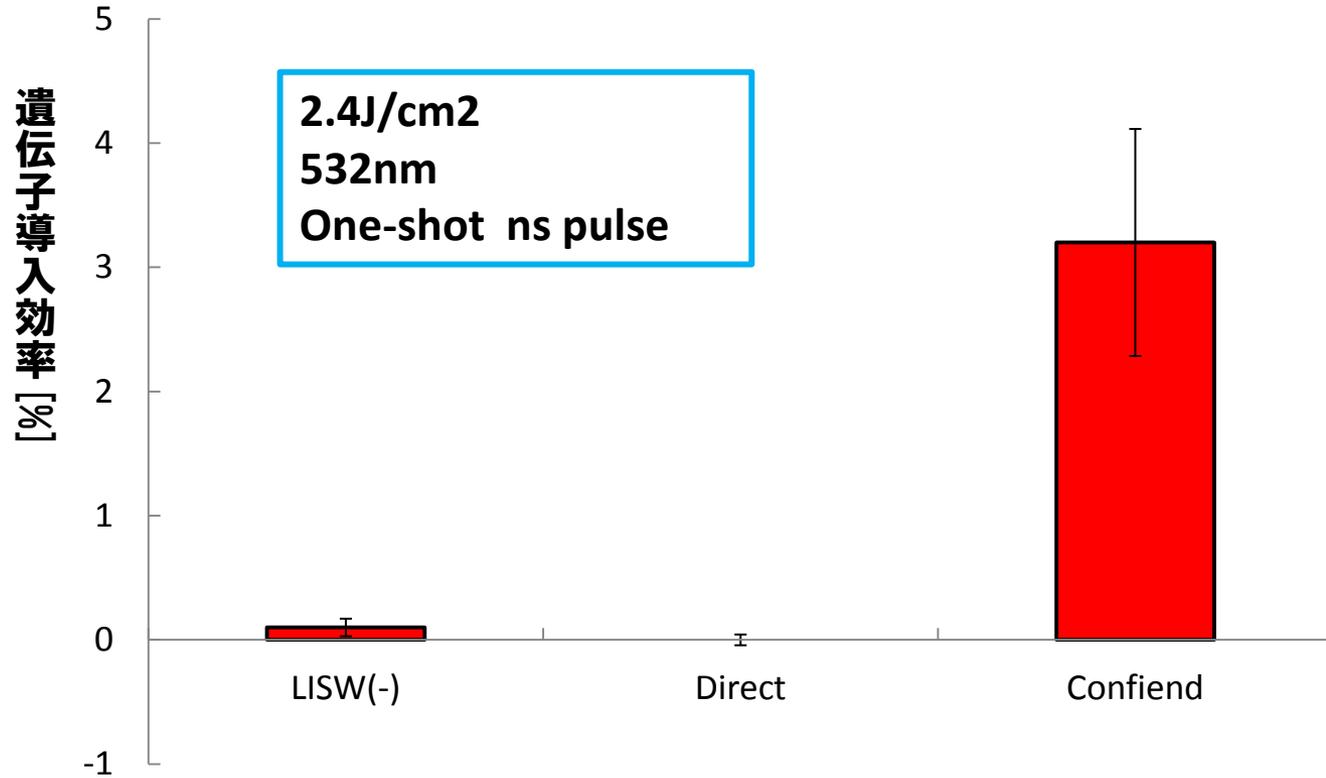
Direct型では遺伝子導入はされなかったが、
Confined型素子では遺伝子導入を行うことができた。



HeLa細胞の生存率



遺伝子導入効率



今後の進め方

- HL60細胞(白血病の癌細胞)への導入
- 皮膚癌への薬品導入法
- 超音波領域として
 - 効率的なターゲットの研究
 - 物理的、生理的な学問的視点の検討

謝辞

- 本教育研究を進めるにあたり、ご協力とご指導をいただいている小木美恵子教授、會澤康治教授に心より謝意を表します。

実験に協力をしてきている西脇 基晃君(得永研院生)、北村祐士君、長崎沙織君、牧田 裕起君(小木研学部生)にお礼を申し上げます。

本研究の一部は文部科学省の挑戦的萌芽研究助成の基に行われている。

