最先端技術を考えてみる

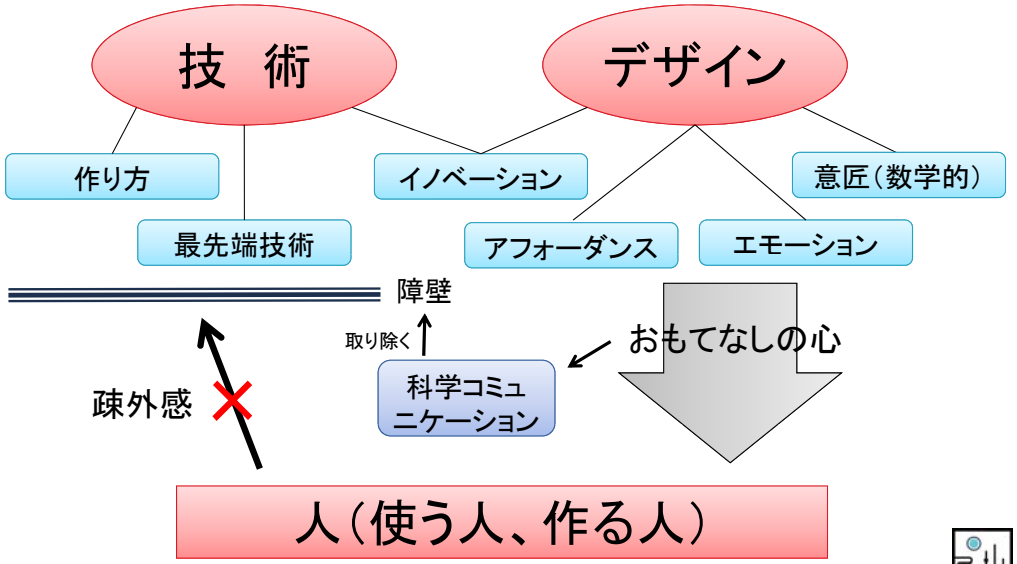
KAGAWA UNIVERSITY

鈴木孝明

居　室:林町キャンパス　1310号室
電　話:087－864－2343、 087－887－1873
E-mail; suzuki@eng.kagawa-u.ac.jp

人につながる"ものづくり"

"ものづくり"と人の繋がりを考える



本日の目標

最先端技術の社会への伝え方を考える

高校生向けの出前講義資料を作る！

ゼロから資料を作るのは大変なので、
今日は、すでにある資料を利用して、改良点を指摘してみよう。

聞く人の立場
（高校生）

話す人の立場
（研究者）

本日のミニレポート

高校生向けの出前講義資料を作る！

今紹介した資料の改良点を考える。

①高校生の立場で考えたときの全体的な印象
（あるいは感想）
②発表する立場で考えたときの改良点
1. 場所（ページ）
2. 問題点
3. 改良法
あるいは、全体の構成など

できるだけ
具体的な方が良い

授業科目等：人につながる"ものづくり"、 提出日：7月4日（月）

SYNC MEMS LAB.

真剣な楽しいが、ココにある。

香川大学　工学部　知能機械システム工学科
鈴 木 孝 明 研究室 です。

今日のお話は、高校生向けに編集しています。

微小機械がつくる新機会

マイクロマシンに関する研究紹介

KAGAWA UNIVERSITY

香川大学　工学部
知能機械システム工学科

鈴木　孝明

SYNC MEMS LAB.

自己紹介

- 香川大学　工学部
  知能機械システム工学科
  准教授　（2008年4月着任）
- 専門分野；マイクロシステム工学
- 誕生日；1976年1月　群馬県生まれ

KAGAWA UNIVERSITY

未来を創る
香川大工学部からの報告

微小機械がつくる新機会

知能機械システム工学科准教授
鈴木　孝明

安心・安全な社会後押し

部屋を清浄に保つため、無塵（じん）服で実験に取り組む学生たち

SYNC MEMS LAB.

いきなりですが、質問です。

さらなる科学技術の進歩は必要か？

- 日本人の平均寿命：85.99歳（女性）、79.19歳（男性）
- ものは満ちあふれ、生活に足りないものはない

2007年

人間は、この上、何を求めるのか？

SYNC MEMS LAB.

これ以上の科学技術の進歩は必要は？

難しい問題は、分解して段階的に考えよう！

皆さんの夢は何ですか？
- どんな職業に就きたいですか？
- どんな生活をしたいですか？
- どんな社会で暮らしたいですか？

“楽しい”から始めましょう！

考え方は千差万別。生き物は多様性を持っているから面白い。

本日の講義の目的

1. 大学における研究の具体例を紹介
   マイクロマシンの作り方とバイオ応用
2. 研究活動の楽しさをアピール
   「この先生、楽しそうに話すなー。」と思ったら、この講義は大成功です。
3. 香川大学の凄いところを紹介

マイクロマシンと言えば・・・

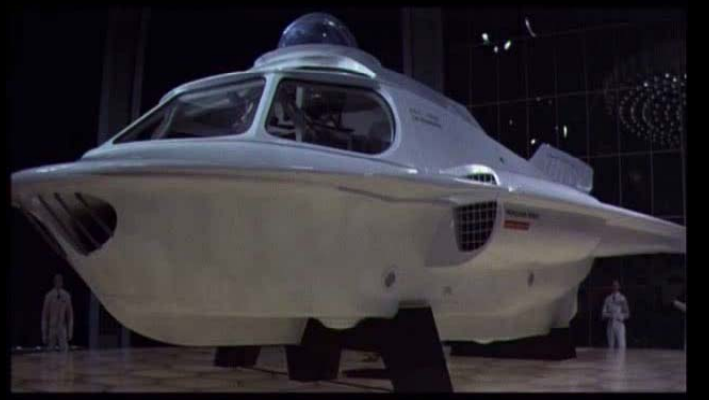
Fantastic Voyage ： ミクロの決死圏

1966年度アカデミー賞2部門受賞　（特殊視覚効果賞/美術監督・装置賞）

潜水艇のミクロ化から導入まで

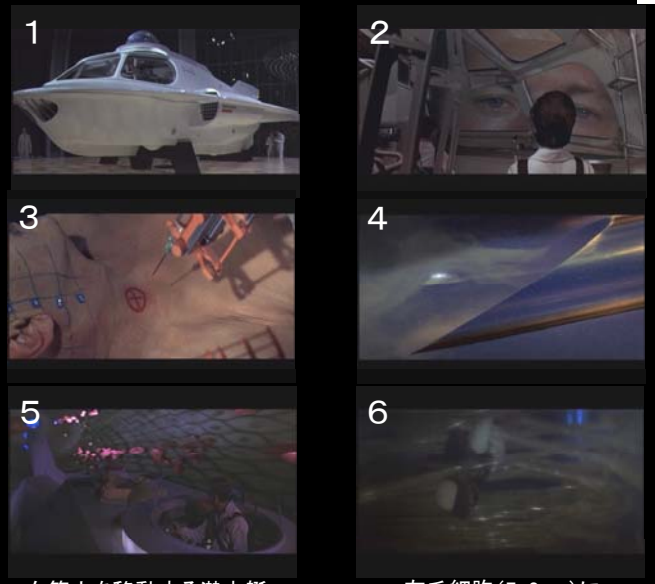
潜水艇は二段階の縮小を経て、人体へ導入可能なサイズへと（0.1mm=100μm）縮小される。

その後、注射器を用いて患者の頸動脈（7mm）から導入される。



小さくなって、体の中に入ります。

1,2,3,4
潜水艇が縮小され、
注射器で
体内へ導入される様子

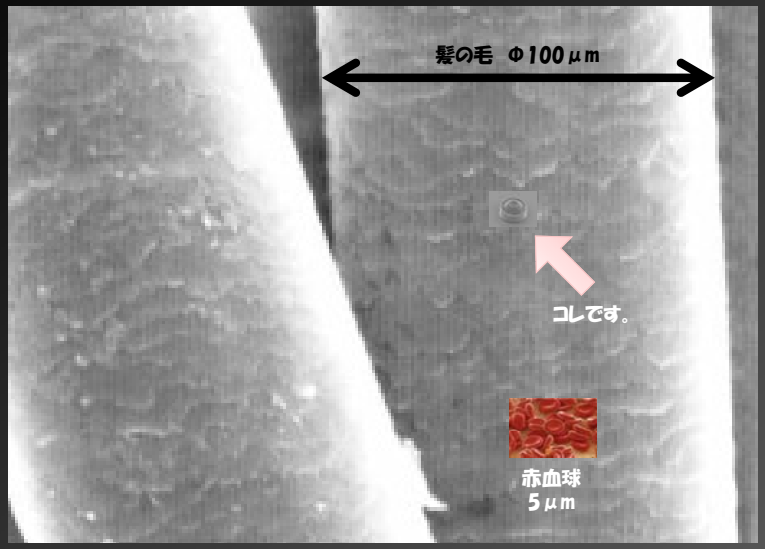


血管内を移動する潜水艇

有毛細胞（7-8μm）に
とらわれる船員

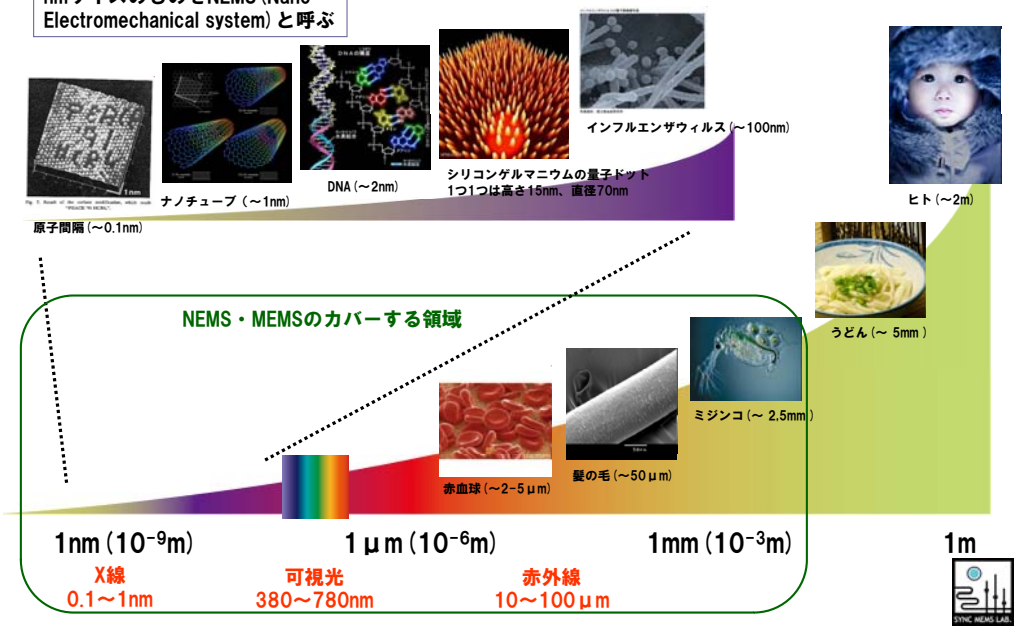
現在、ジェームズ・キャメロン製作でリメイクの企画が進行中。

マイクロとは？

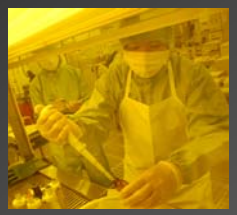


マイクロ・ナノサイズとは？

典型的な大きさ：μm～mm
nmサイズのものをNEMS（Nano Electromechanical system）と呼ぶ



マイクロマシンはどうやって作る？



機械加工
（加工領域100μm以上）

半導体製造技術（FROM香川）
（加工領域：10μm以下）

13

香川大学のマイクロマシン研究設備

日本で5番目位の充実度！

14

微小電気機械システム

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)

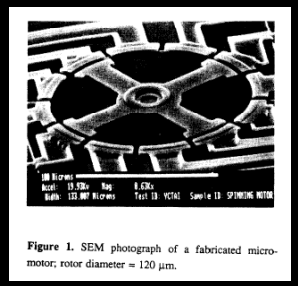
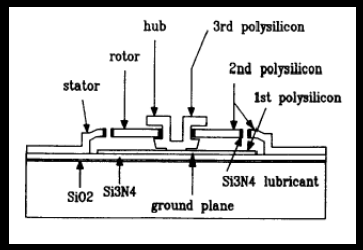


Figure 1. SEM photograph of a fabricated micro-motor; rotor diameter ≈ 120 μm.



直径120μmの静電気で動かすモータ

IC-processed micro-motors: design, technology, and testing
Tai, Y.-C.; Fan, L.-S.; Muller, R.S. (U.C. Berkeley)
IEEE MEMS 1989, pp.1 -6.

15

マイクロマシンの方向性（考え方）

より小さく、より多く、より賢く

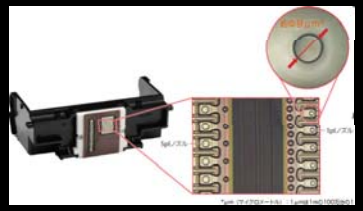
（小型化・並列化・集積化）

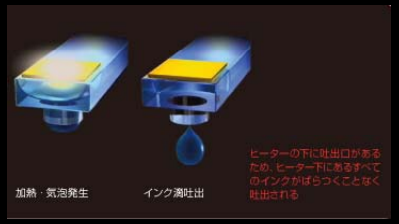
マイクロ・ナノマシン技術入門 / 藤田博之教授　著

16

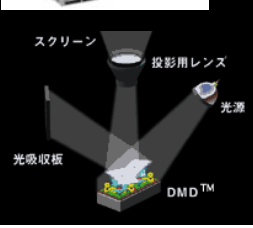
身近なマイクロマシン技術の例　①　小さなモーター

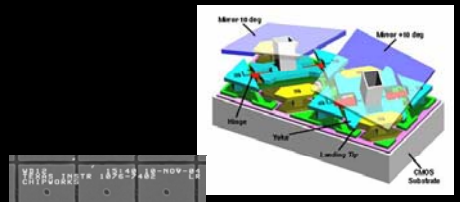
•インクジェットプリンタ





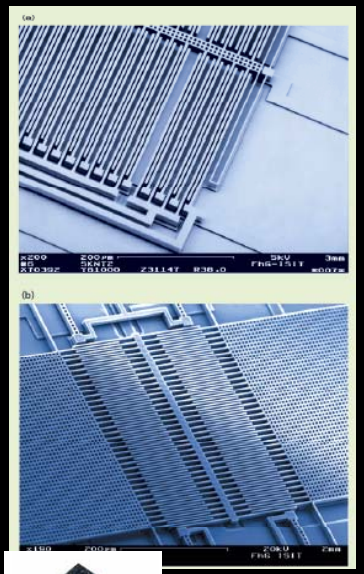
•プロジェクタ　DMD (Digital Micromirror Device)



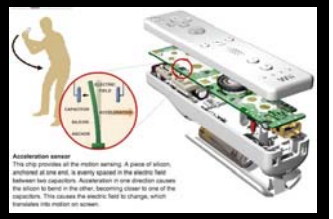


17 身近なマイクロマシン技術の例 ② 加速度センサ

•車のエアバック



•任天堂 Wiiリモコン



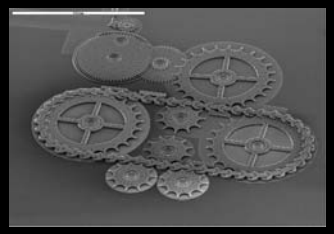
18 日本のマイクロマシン関連企業 結構たくさんあります。

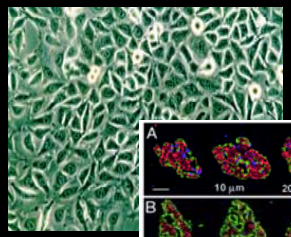
残念ながら、Wiiコントローラ内のセンサは日本製ではありませんが・・・。

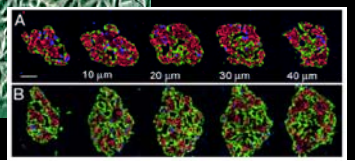
オムロン株式会社
オリンパス株式会社
セイコーインスツル株式会社
ソニー株式会社
株式会社デンソー
テルモ株式会社
株式会社東芝
株式会社日立製作所
古河電気工業株式会社
パナソニック電工株式会社
みずほ情報総研株式会社
三菱電機株式会社
横河電機株式会社

アルプス電気株式会社
キヤノン株式会社
京セラ株式会社
三洋電機株式会社
シチズンホールディングス株式会社
住友精密工業株式会社
住友電気工業株式会社
セイコーエプソン株式会社
富士電機ホールディングス株式会社
株式会社富士通研究所
株式会社本田技術研究所
三菱マテリアル株式会社
株式会社村田製作所
株式会社山武
株式会社リコー

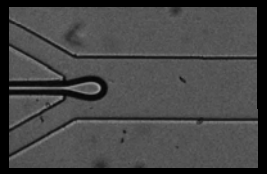
19 電気・機械 と バイオ の融合



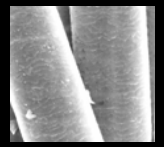




20



マイクロ流路
（50～200μm）



人の毛髪
（約100μm）

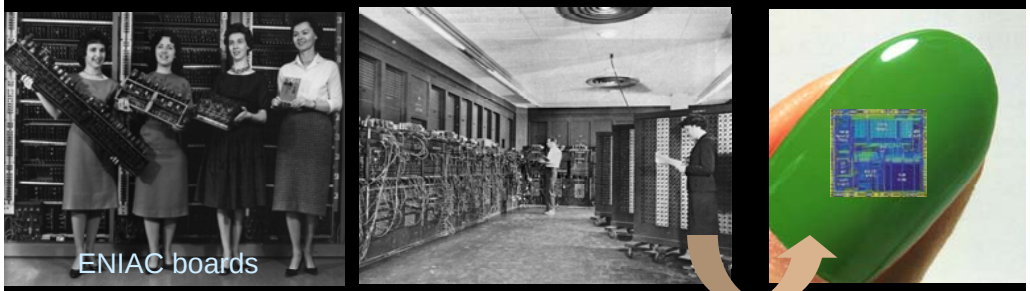
半導体製造技術により，
化学・生物学の実験室・プラントを一枚のチップ上に実現

血液1滴で高速診断

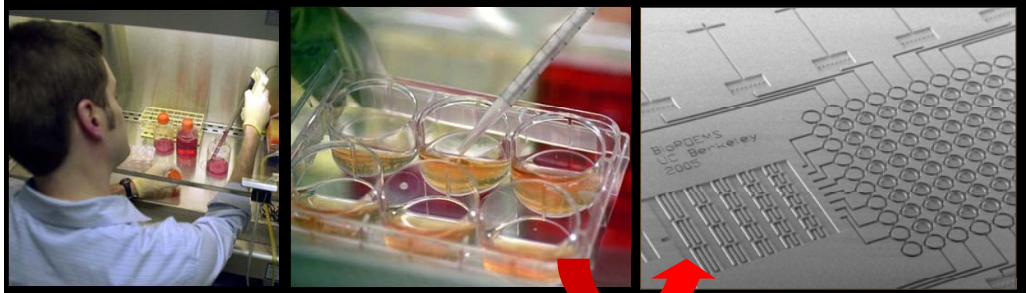
再生医療や
創薬への応用
（細胞の操作＆計測）

21

Computer Chip vs. Cell-culture Chip



ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)：世界最初のデジタル電子計算機（1946）

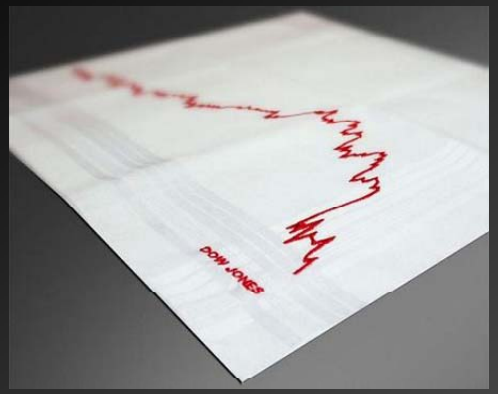


バイオも小さくできるはず！

22

ここらへんで、ちょっとひと休みして、経済のお話

ダウ工業株30種平均　(Dow Jones Industrial Average)



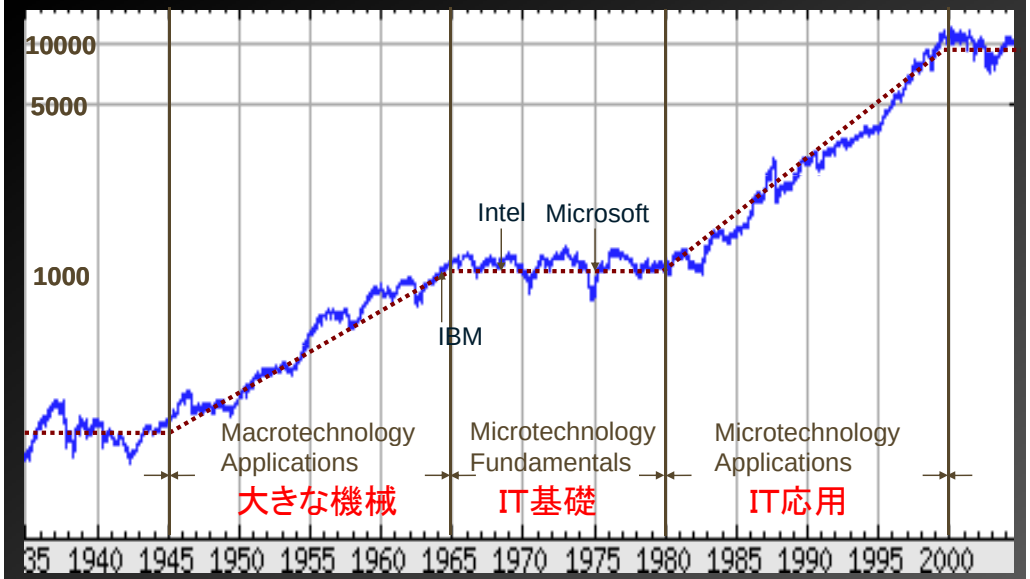
23

現在の工業株30種採用銘柄

アルコア
アメリカン・エキスプレス
ボーイング
バンク・オブ・アメリカ
キャタピラー
シスコシステムズ
シェブロン
デュポン
ウォルト・ディズニー・カンパニー
ゼネラル・エレクトリック
ホームデポ
ヒューレット・パッカード
アイ・ビー・エム
インテル
ジョンソン・エンド・ジョンソン
JPモルガン・チェース
クラフトフーヅ
ザ コカ・コーラ カンパニー
マクドナルド
スリーエム
メルク
マイクロソフト
ファイザー
プロクター・アンド・ギャンブル (P&G)
エーティーアンドティー
トラベラーズ
ユナイテッド・テクノロジーズ
ベライゾン・コミュニケーションズ
ウォルマート・ストアーズ
エクソンモービル

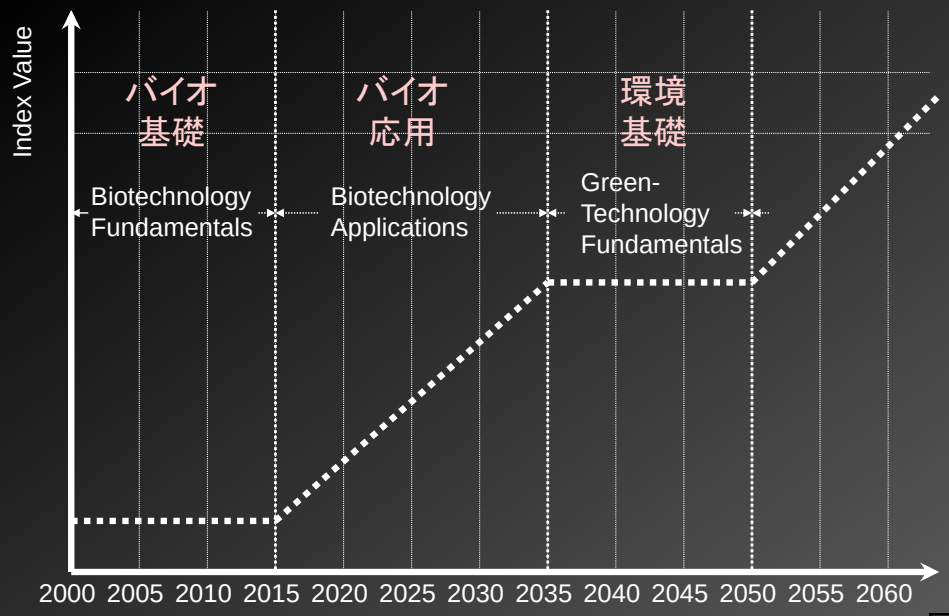
24

ダウ工業株の推移



http://finance.yahoo.com

Vision of Technology Roadmap



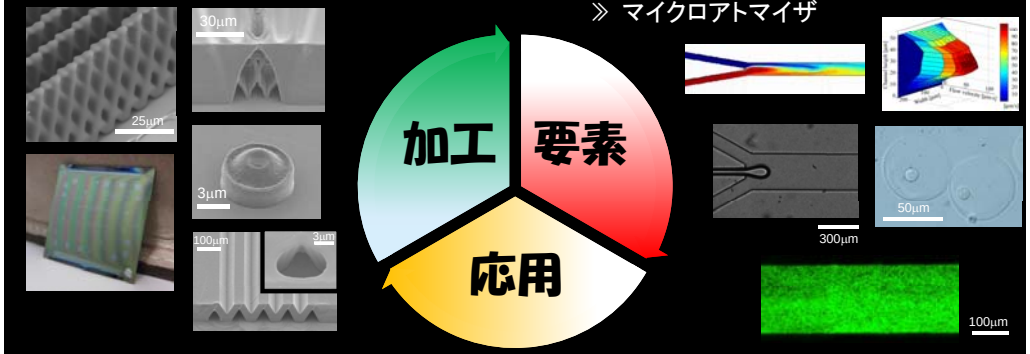
Research Targets of SyncMEMS Lab.

微細加工技術の開発・解析

- 微小物（umオーダー）の集積化技術
- 3次元露光法
- スパッタ法による機能性薄膜の成膜

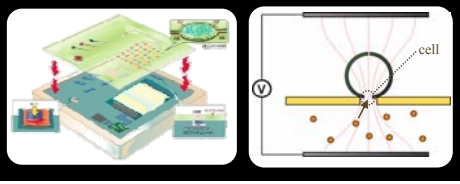
マイクロデバイスの開発・評価

- 多層マイクロ流路
- バルブレスマイクロポンプ
- 多相流を用いたマイクロミキサ
- マイクロアトマイザ



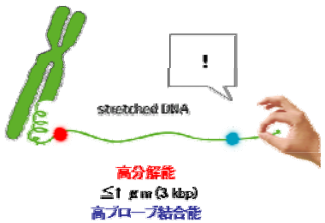
マイクロシステムのバイオ応用

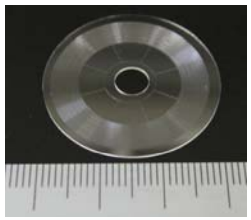
- 細胞への遺伝子導入用マイクロチップ
- 染色体DNA伸長固定マイクロチップ
- ナノデバイスによる医療用検査システム

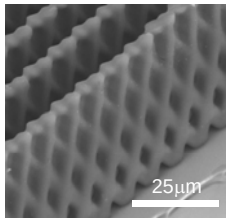


独立行政法人　科学技術振興機構（JST）
重点地域研究開発推進プログラム・育成研究（平成17～19年度）
地域イノベーション創出総合支援事業「シーズ発掘試験」（平成20年度）

マイクロ構造を利用した染色体DNA解析技術

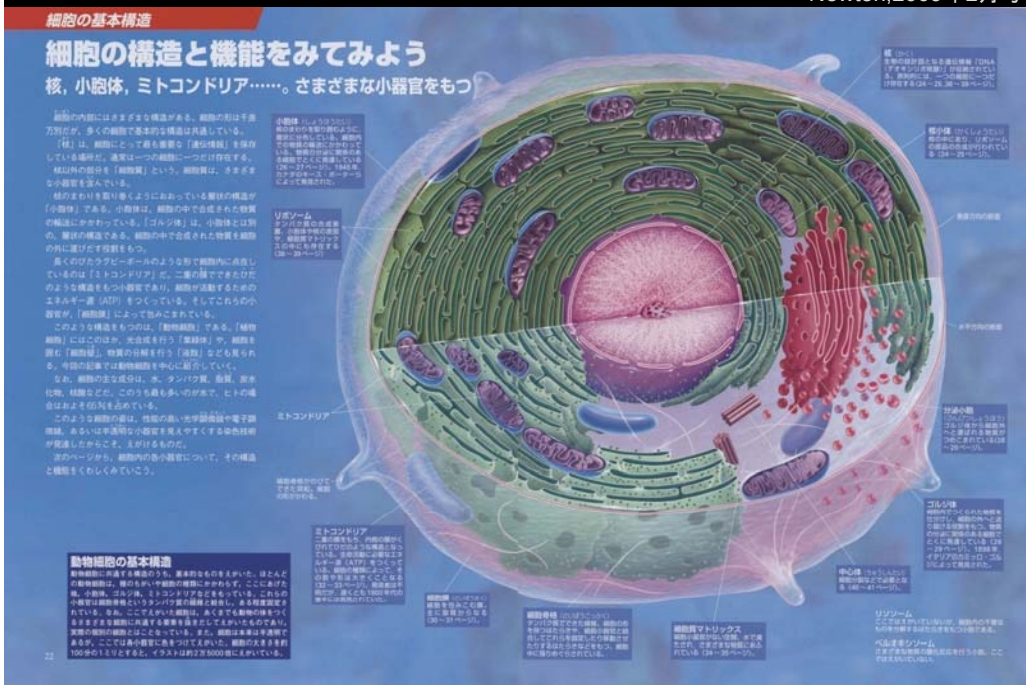






細胞の基本構造

Newton,2009年2月号



29

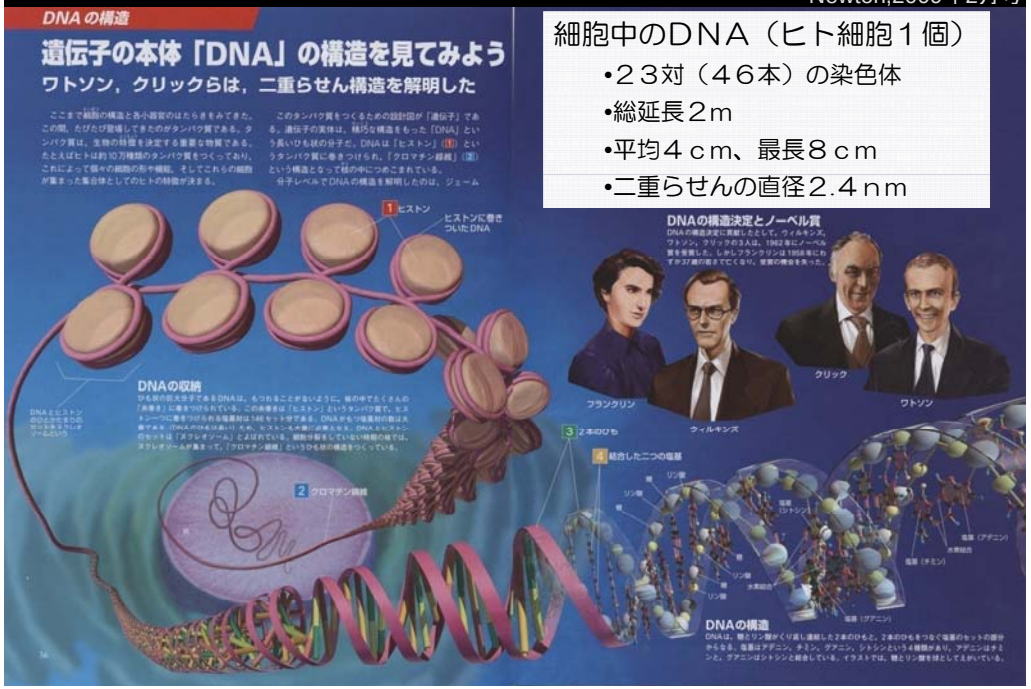
細胞核

Newton,2009年2月号

30

DNAの構造

Newton,2009年2月号

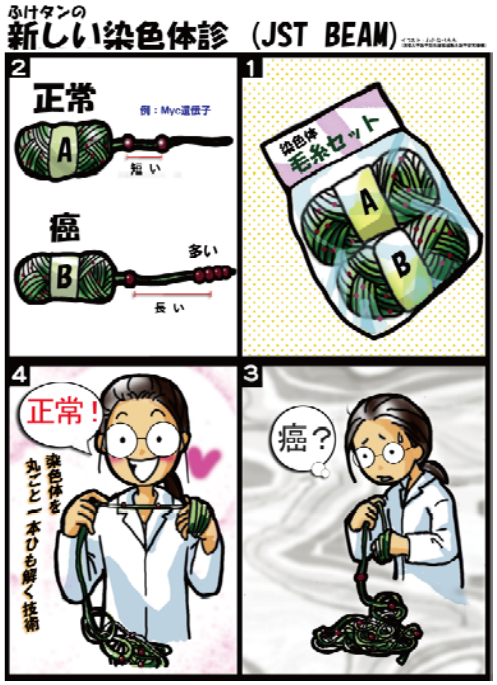


細胞中のＤＮＡ（ヒト細胞１個）

- ２３対（４６本）の染色体
- 総延長２ｍ
- 平均４ｃｍ、最長８ｃｍ
- 二重らせんの直径２.４ｎｍ

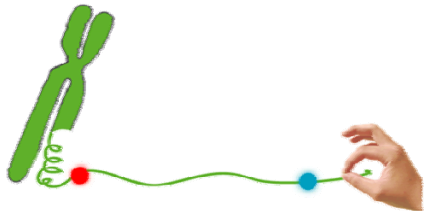
31

新しい染色体診断



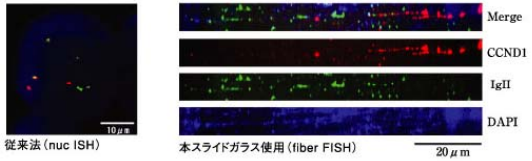
32

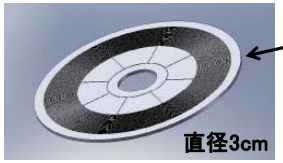
染色体伸張解析用マイクロデバイス



高分解能（従来の１００倍以上）
高プローブ結合能（従来の５倍）

図2　マントル細胞リンパ腫　Mino細胞　(t(11;14)(q13;q32)転座)

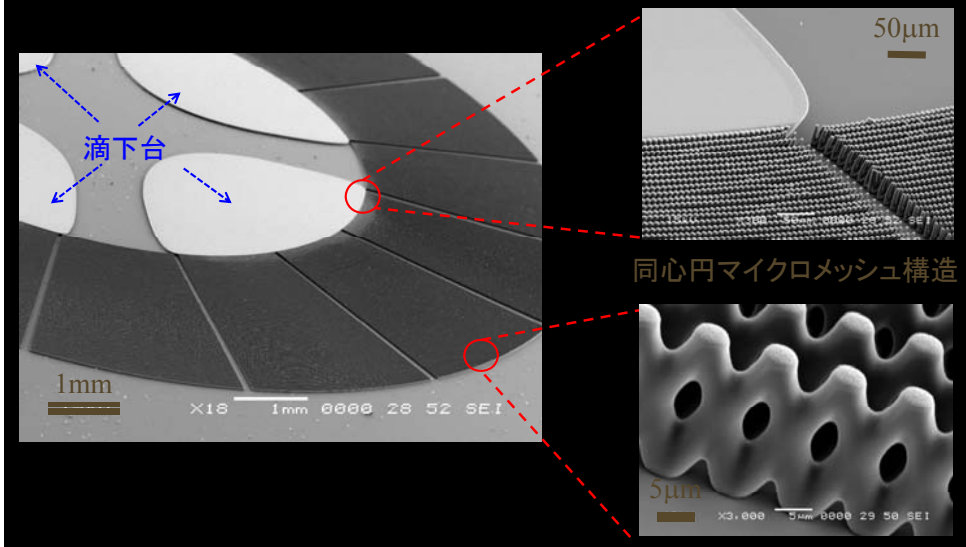




Point
マイクロ凹凸構造
（レコード盤の溝）

33

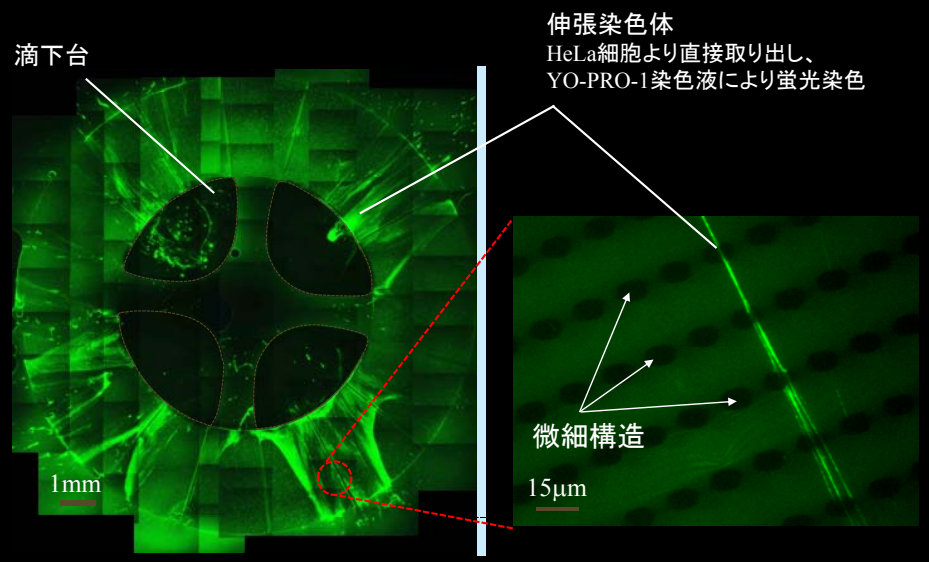
マイクロデバイスの電子顕微鏡写真



複雑な微細三次元構造を一度の露光でウエハサイズに作製

34

染色体を伸張した様子

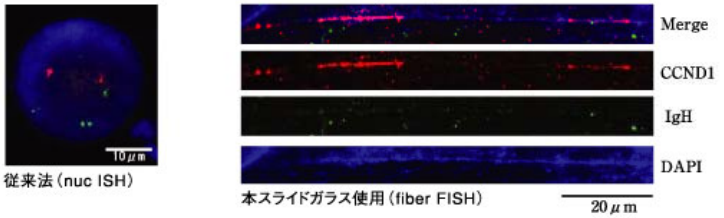


基板の回転のみで複数染色体を同時に伸張固定

35

ガン診断の例

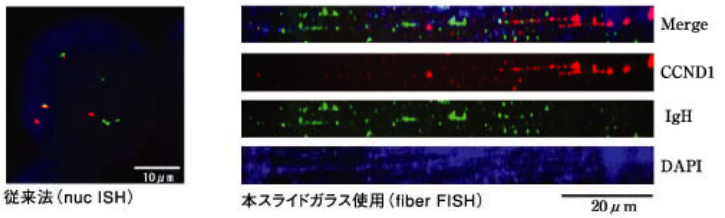
図1　バーキットリンパ腫　Ramos細胞　(t(8;14)(q24;q32)転座)　(正常細胞に相当)



約６％の細胞では２つのプローブが重なっているように見えるもしくは良く判らない

同じ染色体ファイバ上にはCCND1とIgHのプローブは存在していない
(確認できた範囲ではほぼ100%)

図2　マントル細胞リンパ腫　Mino細胞　(t(11;14)(q13;q32)転座)　(異常細胞に相当)



CCND1とIgHのプローブが重なっている細胞→95%

同一染色体ファイバ上にCCND1とIgHのシグナルが存在する

36

国際会議での口頭発表

2010年10月　オランダ王国:フローニンゲン
The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2010)

A HIGH-THROUGHPUT FISH MICROCHIP FOR CLINICAL GENETICS
Hiroyuki Suzuki, Daisuke Hiramaru, Kyohei Terao, Hidekuni Takao, Fumikazu Oohira, Hidetoshi Kotera and Takaaki Suzuki

口頭発表採択率:約10%　(投稿総数:1200件程度)

本日のまとめ

1. 大学における研究の具体例を紹介
   ーマイクロマシンの作り方とバイオ応用ー

2. 研究活動の楽しさをアピール
   「この先生、楽しそうに話すなー。」と思ってもらえました？

3. 香川大学の凄いところを紹介
   香川大学のマイクロマシン設備は、日本で5番目位の充実度！

新しい建物ができる

2010年12月完成予定

最後に一言・・・

Dr. DUVAL（体内に入った直後のセリフ）

The Medieval Philosophers were right...
<Man> is the center of the Universe...
We stand in the middle of Infinity,
between Outer and Inner Space.
And there's no limit to either.

哲学者が言ったとおり・・・
人間は宇宙の中心だ。
マクロの世界とミクロの世界の中間にいる。
そのどちらも無限だ。

今、何をするべきか。
広い視野・深い洞察力が求められています。

真剣な楽しいが、ココにある。

SYNC MEMS LAB.
FOUNDED 2008

SYNCMEMS 検索