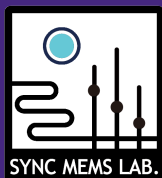


知能機械創製部門



# マイクロナノ工学 研究室

## SMALLs make big goals!



実は世の中、マイクロマシンであふれてる！  
一緒に、最先端マイクロマシンを研究しよう！

大学 MEMS

検索

教授 鈴木孝明

### 微小電気機械システム (MEMS) ・マイクロマシン



微細加工・半導体製造技術

スマートフォン

- ・加速度センサ
- ・ジャイロセンサ
- ・電子コンパス
- ・マイクロフォン
- ・高周波フィルタ
- ・高周波発信器

自動車

- ・エンジン圧カセンサ
- ・GPS
- ・加速度センサ
- ・ジャイロセンサ
- ・障害物検知スキャナ
- ・衝撃センサ
- ・温度、湿度センサ

スマホの頭脳 = CPU



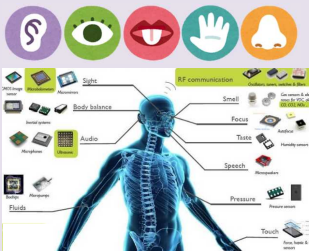
半導体集積回路 (エレクトロニクス)

小さな機械部品を同時に作る



マイクロ機構 (メカニクス)

スマホの五感 = センサ



Micro Electro Mechanical Systems

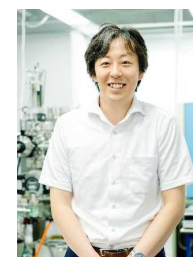
超小型の

- ・センサ
- ・発電機
- ・アクチュエータ



教授 (2015年着任)  
鈴木孝明

マイクロナノシステム(MEMS)  
微細加工・環境発電・バイオデバイス



准教授 (2022年4月着任)  
田中有弥

有機エレクトロニクス  
有機EL素子・環境発電・電池

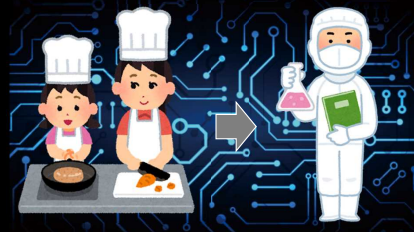


学生 : 12名  
M2 : 4名 (元GFL 1名)  
M1 : 3名  
B 4 : 5名 (GFL 1名)  
※今年から2倍受入!

補助員 : 1名

今年8月、研究室拡張準備中!

### 半導体製造技術 (刃物は使わない ⇒ 印刷技術)



プラズマ

除去加工

ドライ・ウェットエッチング

レーザー・UV

変形加工

モールド、インプリント、成形

真空

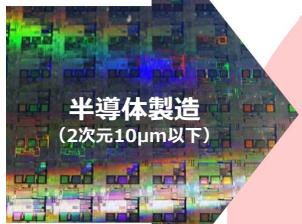
付加加工

フォトリソグラフィ、スパッタ、CVD

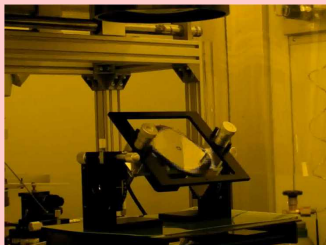
加工エネルギーの特徴

- パワー密度が高い (作用面積が小さい)
- 非削加工 (非接触で材料の硬さや脆さに無関係)
- 電子・電力制御が容易 (高精細加工)

コア技術：3Dリソグラフィ法



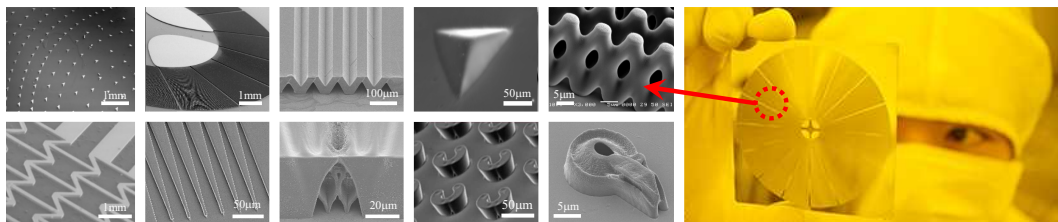
半導体製造  
(2次元10μm以下)



機械加工  
(3次元100μm以上)

3Dマイクロ構造・ハイスループット・大面積加工

日本特許第5458241号、US Patent 8871433  
文部科学大臣表彰・若手科学者賞 (2015年)



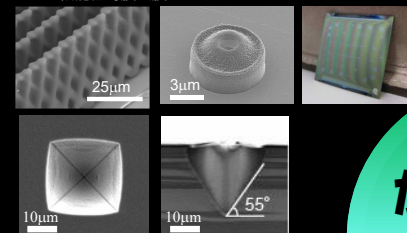
Research Targets of SyncMEMS Lab.

マイクロ・ナノ加工

- 3次元UVリソグラフィ
- プラズマエッチング
- 機能性薄膜成膜

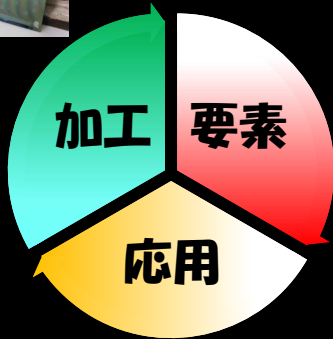
マイクロデバイス

- バルブレスマイクロポンプ
- 多相流マイクロミキサ
- マイクロバルブ
- マイクロアトマイザ
- シリコンマイクロフォン
- 細胞配置アレイ



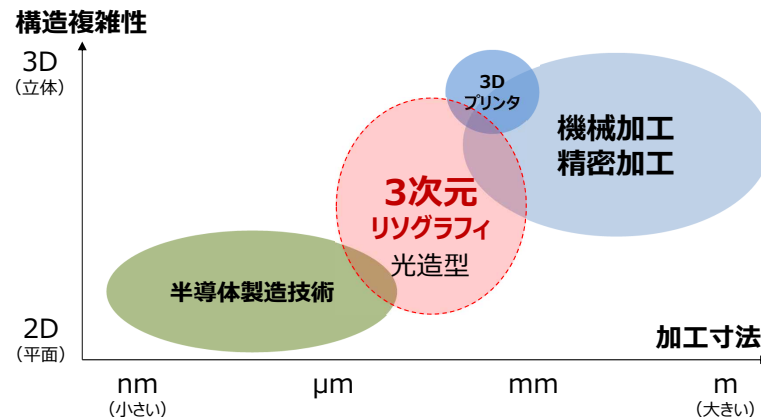
バイオ・IoTシステム

- 高効率細胞遺伝子導入チップ
- 高速染色体DNA解析チップ
- 高均一液晶バックライト導光板
- 小型・大偏向角MEMSミラー
- 柔軟ポリマー発電デバイス



<p>バイオ</p> <p>細胞に遺伝子を入れる</p>	<p>バイオ</p> <p>染色体のそのまま解析</p>	<p>光</p> <p>均一に光る明るい画面</p>	<p>光</p> <p>小型レーザーレーダー</p>	<p>環境発電</p> <p>身体の動きで発電</p>
------------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------

3次元リソグラフィ法のターゲット



3次元リソグラフィ法の特徴

- 加工面積：Φ100mm程度が最大 (普段、30mm角程度)
- 加工精度 (平面)：数μm程度の構造まで
- 膜厚 (高さ)：数mm程度まで (普段、数μm ~ 150μm程度)
- アスペクト比 (幅と高さの比)：最大10程度まで (普段、5程度まで)
- 形状任意性：平面形状はほぼ自由。3次元形状は制限あり。
- 3Dプリンタを用いたモールドング法を組み合わせることでより大きな構造も作製可能。

加工形状シミュレーションも可能です。ご希望の微細構造などがあれば、加工可能か検討します。

Internet of Things (IoT)



モノのインターネット化

- Smart house
- Smart city
- Smart grid
- Infrastructure
- Wearable device



膨大な数のセンサや電源が必要



MEMS・マイクロマシンが解決



**Vibration** × **Human**

人のわずかな動きから発電  
課題：共振と小型化は両立できない

**発電デバイス**  
LED  
加振台

**メタマテリアル** 肉眼では見えにくい特殊微細構造で、自然界の物質には無い変形挙動をする人工物質構造

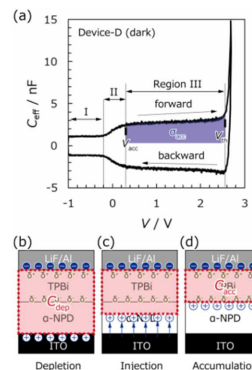
- 負のポアソン比
- フレキシブル
- 3Dメッシュ

世界トップクラスの発電量！ ⇒ 大型予算で、研究機関・企業と共同研究を実施中

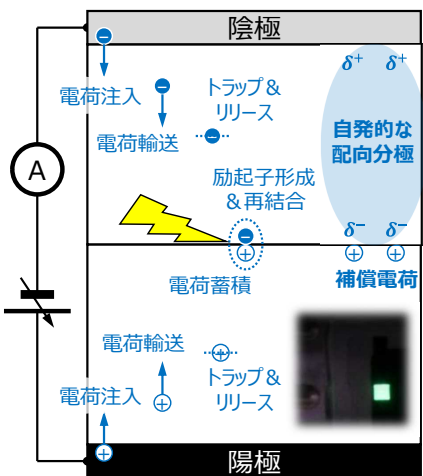
## デバイスの動作機構をきちんと理解して設計に活かす

11

①動作機構の解明：  
独自の評価法で調べる  
→分極電荷の発見！

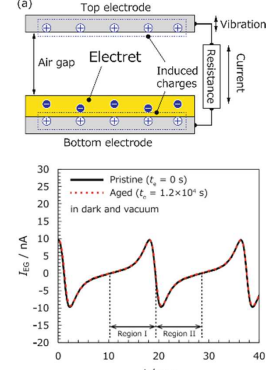


変位電流評価法による有機EL素子の評価



有機EL素子の中の電荷の動き

②デバイス応用：  
分極電荷を利用する  
→新規デバイスの開発！



極性有機分子を利用した振動発電素子の開発

新しい物理現象を発見し、それを利用して新しい電子機械デバイスの創製へつなげる！

Invited review: Y. Noguchi, Y. Tanaka et al., Synth. Met. 288, 117101 (2022).

特許第5661984号

ヒト細胞 1 個中の DNA

- 総延長 2m
- 二重らせんの直径 2.4 nm

ヒトの染色体は細くて長い  
そのままでは分析が難しい

2 正常 (Normal) / 癌 (Cancer)

3 正常 (Normal) / 癌 (Cancer)

4 正常 (Normal) / 癌 (Cancer)

遠心力でヒト染色体を伸ばして分析

マンデル細胞リンパ腫 (Mantle cell lymphoma) / Mino細胞 ((11;14)(q13;q32)転座) (Mino cell)

高分解能 (従来 100倍以上) / 高速測定 (従来 5倍)

DNA遺伝子診断、染色体年齢 (テロメア長)、放射線被曝

## 最先端キーテクノロジー：電子工学・機械工学を凝縮したシステム

電子 (Pei) / 機械 (Pmc) / 知能制御 (Pic)



構造・機構・回路の設計・解析

マイクロ・ナノの微細加工  
有機機能材料の成膜

システム化・応用・評価  
(環境発電・バイオ)

材料工学 機械工学  
電磁気学 電子回路  
電子材料 機械材料  
機構学 製図  
シミュレーション  
(CAD/CAM/CAE・動力学・ロボット・熱流体)

基礎加工学  
基礎計測学  
計測工学

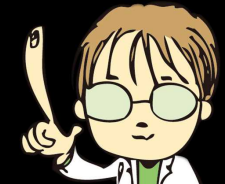
制御工学 メカトロニクス  
電気回路 デバイス  
熱力学 流体力学

精密・微細加工  
(大学院科目)

医療・バイオ・光・環境  
(専門家と連携)

## ものづくりの一連の流れを実践する

- 小さい機械が相手だから、限られた学生生活動の期間でも、機械工学のすべてを実践し、自分のものにできる。
- 先輩学生との連携、最先端の研究設備で効率的に進める。





# OB、OGの進路 ⇒ ものづくり全般



## 機械・電気・情報

<b>Canon</b> 2名 精密機械	<b>EPSON</b> EXCEED YOUR VISION 総合電機	<b>Panasonic</b> Ideas for life 総合電機	<b>MITSUBISHI</b> Changes for the Better IT	<b>SONY</b> ソニーグループ IT
<b>HONDA</b> The Power of Dreams 2名 自動車・バイク 関連	<b>YAMAHA</b> 楽器デバイス&ストレージ 自動車・バイク 関連	<b>KIOXIA</b> 半導体・HDD 半導体検査装置	<b>TOSHIBA</b> 東芝デバイス&ストレージ 半導体検査装置	<b>ADVANTEST</b> 半導体検査装置
<b>NSK</b> 3名 機械部品	<b>KIMURA</b> KIMURA FOUNDRY CO., LTD. 印刷	<b>TOPPAN</b> 印刷	<b>ALPS</b> 電子部品	<b>SHOEI</b> 電子部品
<b>TEL</b> 4名 産業機器	<b>FANUC</b> 産業機器	<b>住友重機械</b> 産業機器	<b>TADANO</b> 産業機器	<b>TOWA</b> 産業機器
<b>JFE</b> JFEメカニカル プラント・設備・CAD (鉄鋼、電力、大型機械)	<b>MITSUBISHI ELECTRIC</b> 三菱電機・メカトロニクス プラント・設備・CAD (鉄鋼、電力、大型機械)	<b>MHI</b> 三菱日立メカトロニクス プラント・設備・CAD (鉄鋼、電力、大型機械)	<b>TMEiC</b> We drive Industry プラント・設備・CAD (鉄鋼、電力、大型機械)	<b>NIKKEN TOTAL SOURCING</b> 製造業
<b>博士後期課程 修了者</b> 				

## 食品・生活

<b>Ajinomoto</b> Eat Well, Live Well. 食品	<b>J-オイルミルズ</b> 食品
<b>ヤマサキ</b> 食品	<b>UNIQLO</b> 衣料品
<b>unicharm</b> 衛生用品	
<b>化学・材料</b> 	
<b>Hitachi Chemical</b> Hitachi Chemical	<b>BANDO</b> BANDO
<b>住友化学</b>	<b>協和化学工業株式会社</b>

# OB、OGの進路



## 修士

2016	<b>TEL</b> TOKYO ELECTRON 産業機器	<b>NSK</b> MOTION & CONTROL 機械部品	<b>SONY</b> ソニーグループ IT
2018	<b>TEL</b> TOKYO ELECTRON 産業機器	<b>NSK</b> MOTION & CONTROL 機械部品	<b>FANUC</b> 産業機器
2019	<b>Canon</b> OA・精密機械	<b>NSK</b> MOTION & CONTROL 機械部品	<b>FANUC</b> 産業機器
2020	<b>TEL</b> TOKYO ELECTRON 産業機器	<b>TEL</b> TOKYO ELECTRON 産業機器	<b>HONDA</b> The Power of Dreams 自動車
2021	<b>YAMAHA</b> バイク	<b>EPSON</b> EXCEED YOUR VISION 精密機器	<b>HONDA</b> The Power of Dreams 自動車
2022	<b>TEL</b> TOKYO ELECTRON 産業機器	<b>KIOXIA</b> 半導体	<b>TOSHIBA</b> 東芝デバイス&ストレージ 半導体・HDD
			<b>ADVANTEST</b> 半導体検査装置

## 学士

<b>TMEiC</b> We drive Industry プラント・設備	<b>SHOEI</b> 電子部品	<b>ALPS</b> 電子部品 大学院 進学 3名
<b>Autoliv</b> 自動車関連 大学院 進学 3名		
<b>KIMURA</b> KIMURA FOUNDRY CO., LTD. 加工 大学院 進学 3名		<b>AIST</b> 産業技術総合研究所 研究員
<b>NSK</b> MOTION & CONTROL 機械部品 大学院 進学 4名		
<b>ヤマサキ</b> 食品	<b>NIKKEN TOTAL SOURCING</b> 製造業 大学院 進学 3名	
<b>TEL</b> TOKYO ELECTRON 産業機器		大学院 進学 5名

# 実験装置・環境：ばっちり揃ってます



<b>RFスパッタ装置</b> 	<b>3次元露光装置</b> 	<b>アッシング装置</b> 	<b>走査型電子顕微鏡</b> 
<b>RFスパッタ装置</b> 	<b>スプレーコータ</b> 	<b>反応性イッチング装置</b> 	<b>デジタルマイクロスコ</b> 
<b>真空蒸着装置</b> 	<b>スピコータ</b> 	<b>UVオゾンクリーナ</b> 	<b>表面粗さ形状測定機</b> 
<b>イオンスパッタ装置</b> 数値解析WS	<b>直接描画装置</b> 	<b>UVキュア装置</b> 	<b>動的接触角計</b> 
	<b>3Dプリンタ (SLA, FDM)</b> 	<b>コロナ放電装置</b> 	<b>デジタル粘度計</b> 
		<b>光学式膜厚計</b> 	<b>万能試験機</b> 
		<b>攪拌・脱泡装置</b> 	<b>レーザードップラー振動計</b> 
		<b>マッフル炉</b> 	<b>振動加振器</b> 
		<b>精密メッキ装置</b> 	<b>電気計測プローバ</b> 
		<b>ドラフト</b> 	<b>分光光度計</b> 
		<b>超純水製造装置</b> 	<b>シリジポンプ</b> 
		<b>クリーンルーム</b> 	<b>蛍光顕微鏡</b> 
			<b>全反射顕微鏡</b> 
			<b>細胞培養システム一式</b> 

# SMALLs make big goals!



大学 マイクロマシン

検索