

# 大阪大学大学院 マテリアル生産科学専攻 プロセスインテグレーション領域 (福本研究室)

## ナノ・マイクロ接合技術で広がる未来

私たちの研究室では、エレクトロニクス実装をはじめとする様々な分野で不可欠となる微細接合（マイクロ・ナノ接合）技術の研究に取り組んでいます。近年、電子機器の小型化・高性能化は目覚ましく、 $\mu\text{m}$ や $\text{nm}$ といった極めて小さな領域での接合技術が、その進化を支える重要な鍵となっています。

### 接合技術のスケールダウン

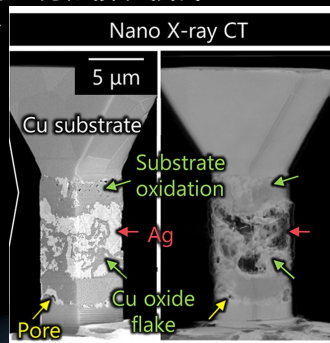
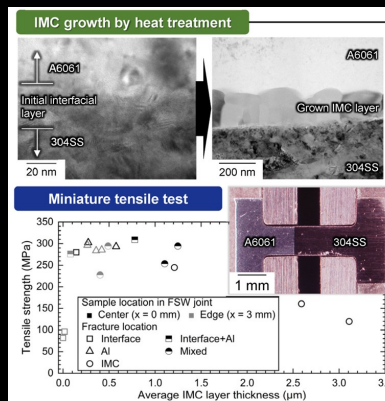
電子デバイスはマルチマテリアル構造体です。種々の金属、半導体、有機化合物が狭い空間内にひしめき合っており、異材界面密度が極めて大きいことが特徴です。これら微細な接合部には従来のラージスケール接合には問題とならない現象（溶解量、拡散層厚さ、変形量、表面張力など）が無視できず、寸法効果の学術的解明が必要となります。福本研究室では、このような微小な接合部で特有の現象を理解し、接合プロセスや材料を最適化することで、高信頼性かつ高機能な接合を実現することを目指しています。さらに、これらのナノ・マイクロ接合の研究で得られた基礎的な知見を、従来のラージスケール接合・溶接プロセスに応用し、新たな視点から技術革新を目指すことも視野に入れて研究活動を展開しています。

### 研究テーマの紹介

ここでは、右のようなテーマを中心に、最先端の微細接合および異材接合技術の研究を進め、日々新たな発見と技術の創出を目指しています。

### マルチスケール評価:

独自の接合部マルチスケール評価技術を駆使して、接合部の階層的制御とその特性発現機構を解明することにより、エレクトロニクス実装向け低温焼結接合技術および自動車・輸送機器向け異種材料接合技術の新規開発・高度化に取り組んでいます。

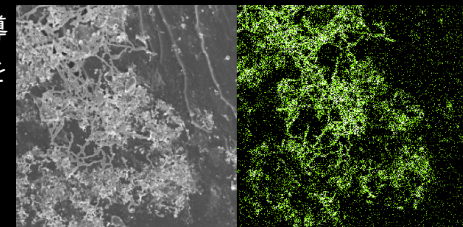


## Beyond Scale

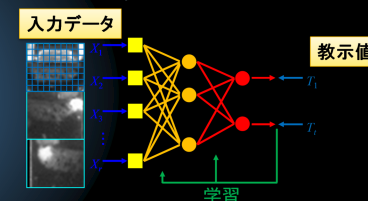
ナノ・マイクロ接合におけるプロセス制御、界面制御、熱的・機械的挙動の解析、信頼性評価などを、自動車やエネルギー関連機器などのラージスケール接合プロセスに応用することで、接合部の高性能化や新たな接合プロセスの開発をスケールを超えて目指しています。

### エレクトロニクス用新材料の研究開発:

電子デバイスの熱マネジメントにおいて重要な高熱伝導性接合材料やフレキシブル基板対応の柔軟導電性接着剤の開発に取り組んでいます。低融点金属の架橋形成を利用した導電性接着剤に高熱伝導性の微細粒子を添加することで、より高い熱伝導性を実現することを目指しています。

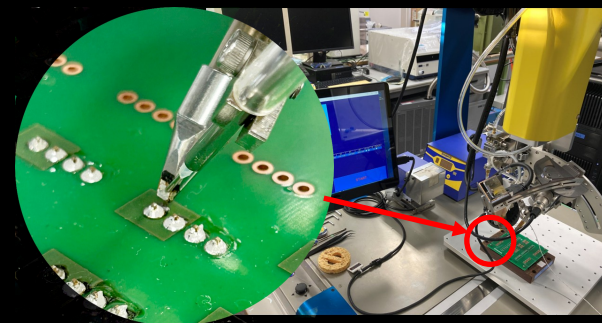


$$\sigma(x,t) = \frac{G_0 t}{2\sqrt{\pi D t}} \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)$$



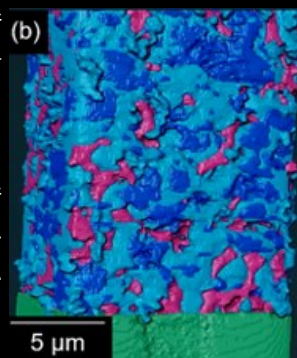
### ロボット溶ダリングシステム構築:

溶ダリングロボットの動作を材料工学に基づいて適切に生成するとともに、ただ決められた動作で製造を続けるのではなく、接合部に対してAI学習による自動視覚検査を行い、外乱要素による溶ダリングの不具合を監視できるシステムの構築を目指しています。



### 半導体チップの新接合技術の研究開発:

従来のはんだ付けとは違う、新たな接合法を研究しています。たとえば、金属ナノ粒子の表面エネルギーを利用した焼結接合、微細孔に作用する毛細管圧力を駆動力としと液相浸透接合、通電支援による異材接合界面形成など、物理的にはアクセスが難しいマイクロ接合部にアクセスするプロセスが対象です。



マイクロ・ナノスケールの接合技術という、これからのエレクトロニクス産業や様々な分野の発展に不可欠な領域で、最先端の研究に携わることができます。さらに、微細接合で培った知識と技術を、より大きなスケールの接合・溶接へと応用するという、新たな視点での研究にも挑戦しています

## 主な保有機器

### 【接合】

ダイボンダ  
加圧・加熱装置  
ゴールドイメージ炉  
ソルダリングロボット

### 【観察・分析】

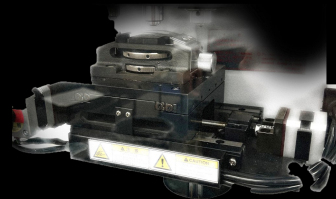
電界放射型走査電子顕微鏡 (EDS付)  
電子後方散乱回折 (EBSD)

### 【評価】

示差走査熱量計 (DSC)  
フーリエ変換赤外分光装置 (FT-IR)  
熱伝導測定装置  
電気抵抗測定装置  
強度試験機  
温度/パワーサイクル試験機  
【ソフトウェア】  
有限要素法解析ソフトウェア (ANSYS)



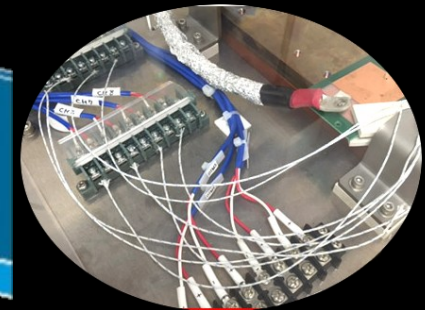
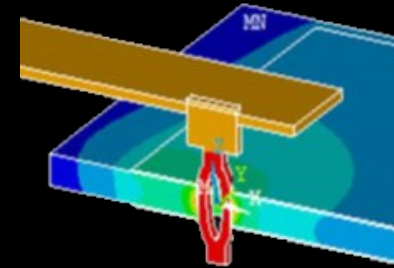
これらの設備を活用し、必要に応じて実験装置をくみ上げることで材料の微細構造解析から接合部の機械的特性や熱・電気特性の評価、さらにはシミュレーションによる現象の理解まで、幅広い研究活動を展開しています。



ラージスケールからス  
モールスケール接合へ  
and then,,,  
スモールスケール  
からラージスケール  
への新たな挑戦

## 研究室での日々の活動

講義以外は、自分の研究テーマに一日中取り組んでいます。研究活動には、文献調査、実験設備の設計・製造、実験および解析、教員とのディスカッション、研究会などが含まれます。自身で計画を立て、研究目的の達成において取り組んでいます。



## 最近の就職先

パナソニック, 三菱電機, 三菱重工業, 関西電力, 大阪ガス, コクヨ, 日鉄ソリューションズ, 東芝, 富士電機, 小松製作所, 日立製作所, デンソー, 任天堂など

## STAFF & Contact

教授：福本信次

助教：松嶋道也, 松田朋己

吹田市山田丘2-1

大阪大学 吹田キャンパスR2棟-433室

06-6879-7549, 7551

fukumoto@mapse.eng.osaka-u.ac.jp

