



電子システムプログラム

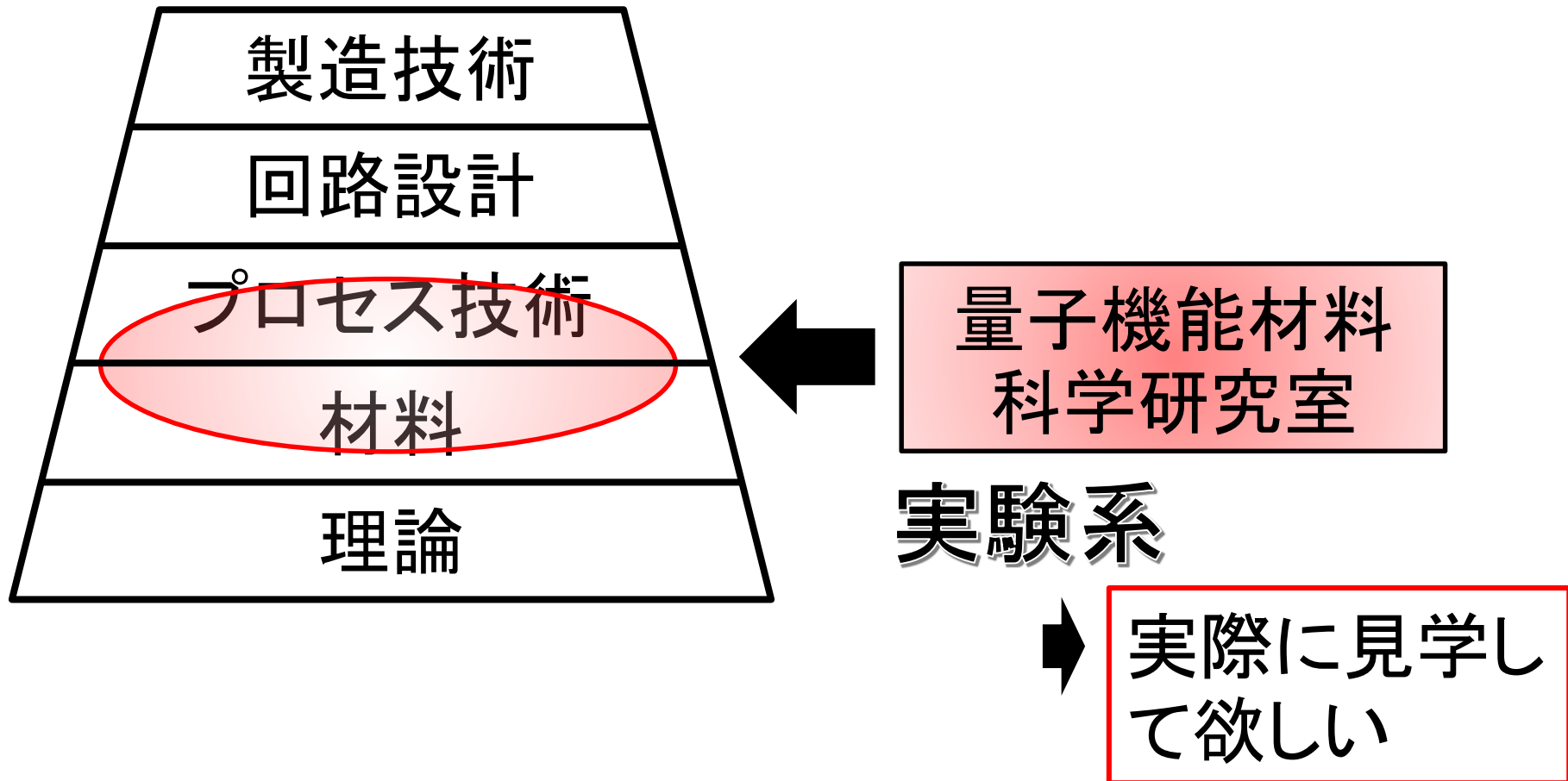
量子機能材料科学

准教授：鈴木 仁

助教：坂上弘之

電子システムプログラムの構成

あるいは
電子デバイスの構成要素



新しい電子デバイス・材料・作製技術を開拓するナノテクノロジー
表面制御, 自己組織化, ナノ材料, ナノプロセスを基盤技術として, 新しい電子
デバイスを作製するために必要な新材料, 新しい作製技術, 高感度・高機能な
センシング技術の開発を研究している.

表面制御
自己組織化
ナノ材料
ナノプロセス

電子デバイス

新材料
新しい作製技術
高機能なセンサー技術

研究テーマ

(1) 表面の精密制御・機能化による電子デバイス材料の高度化

- ・有機分子を用いた分子素子技術の開発
- ・新しい素子材料としてのグラフェンの研究
- ・半導体量子ドット固定技術の開発
- ・自己組織化単分子膜を用いた生体分子の制御技術
- ・ゲルマニウムの表面構造の原子スケール制御技術の開発

(2) 金属ナノ粒子のデバイス応用技術の開発

- ・ナノ粒子凝集構造によるラマン分光の高感度化技術の開発
- ・ナノ粒子を用いた新規ナノ構造作製法の開発
- ・ナノ粒子を利用した高効率太陽電池技術の開発

(3) その他のナノ技術

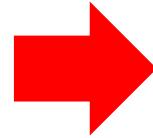
- ・インクジェット法を用いた半導体素子形成技術の開発
- ・自己組織化単分子膜による分子ダイナミクスの制御

新しいデバイス材料の必要性

現在の集積回路: Si

微細化の限界

- 加工が困難
- 量子効果
- 新たな機能の要求



新しい材料・技術
の探索

- 有機材料
- ナノ材料

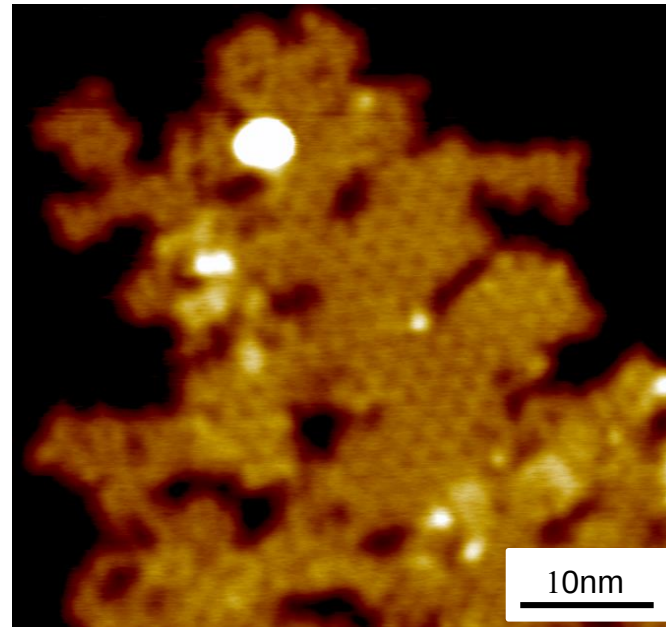
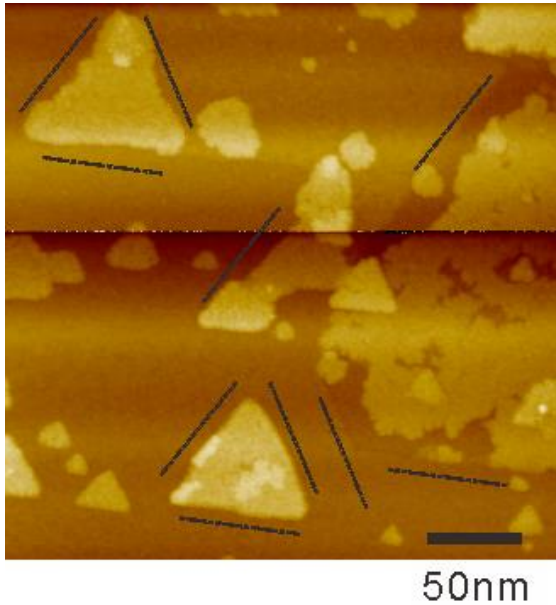


例えば, グラフェン(炭素のシート)

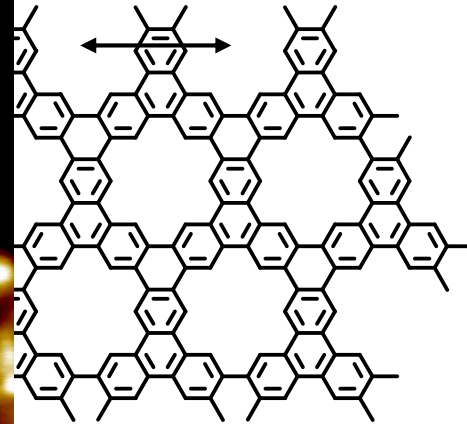
- 高い電子移動度, 熱伝導度
- 電子スピン
- バンドギャップが形状に異存

新しい電子デバイスの実現

グラフェンナノメッシュ



0.8nm



$E_g \sim 1.5\text{eV}$

バンドギャップを持たない



穴の間隔でバンドギャップが決まる

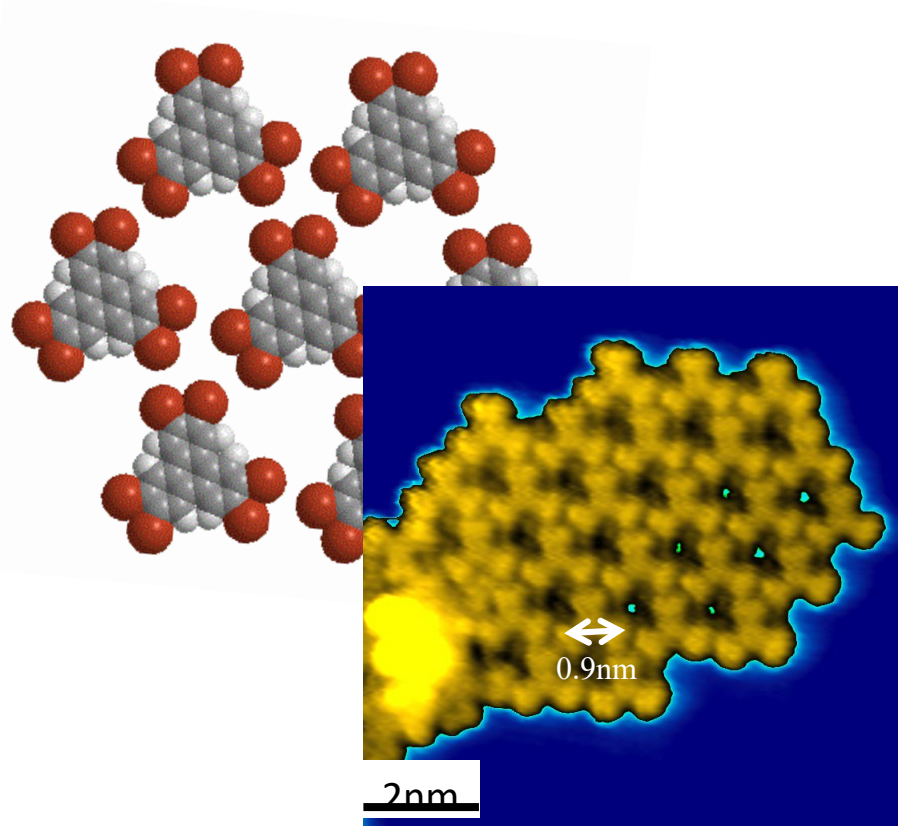
グラフェンの合成,
評価

リソグラフィーでは作製できないサイズ

どのように作製するのか？

どのように確認するのか？

分子を材料にして自己組織化
ボトムアップ法



超高真空
走査トンネル顕微鏡



原子一個が見える！

研究テーマ

(1) 表面の精密制御・機能化による電子デバイス材料の高度化

- ・有機分子を用いた分子素子技術の開発
- ・新しい素子材料としてのグラフェンの研究
- ・半導体量子ドット固定技術の開発
- ・自己組織化単分子膜を用いた生体分子の制御技術
- ・**ゲルマニウムの表面構造の原子スケール制御技術の開発**

(2) 金属ナノ粒子のデバイス応用技術の開発

- ・ナノ粒子凝集構造によるラマン分光の高感度化技術の開発
- ・ナノ粒子を用いた新規ナノ構造作製法の開発
- ・**ナノ粒子を利用した高効率太陽電池技術の開発**

(3) その他のナノ技術

- ・インクジェット法を用いた半導体素子形成技術の開発
- ・自己組織化単分子膜による分子ダイナミクスの制御

ゲルマニウム表面構造の原子スケール制御

デバイスの高速化

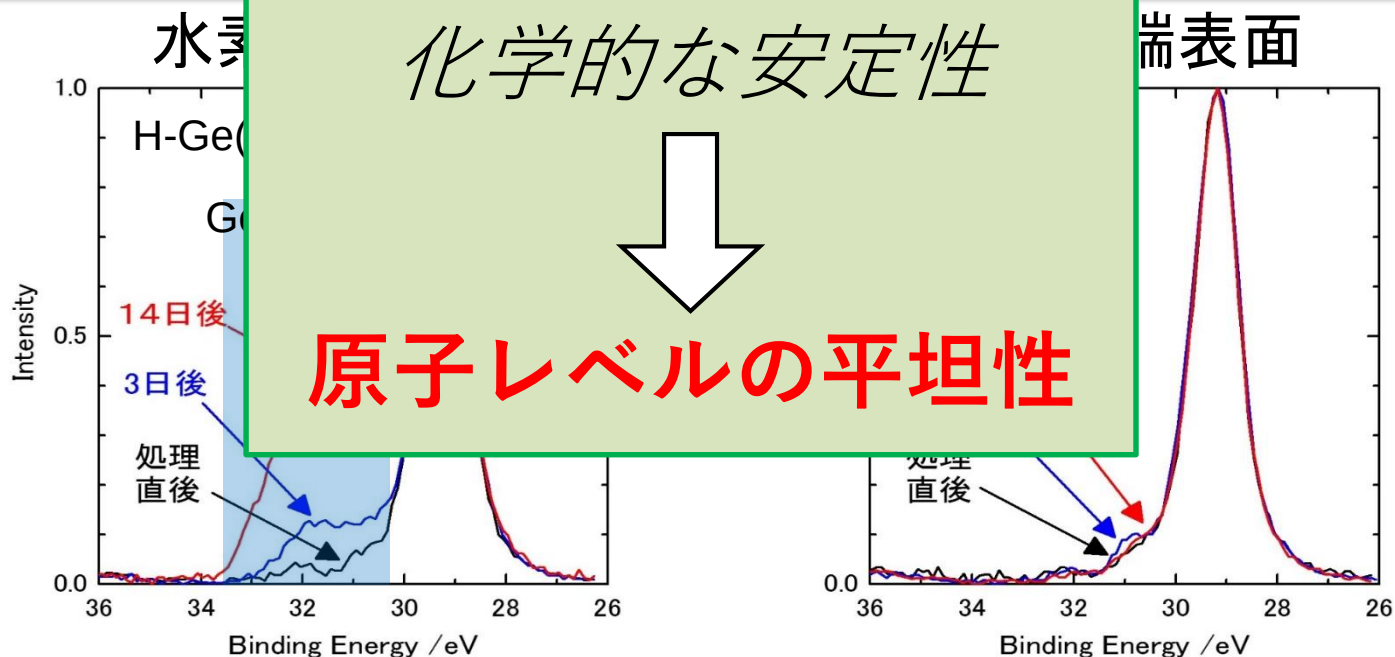
微細化



デバイス材料、構造

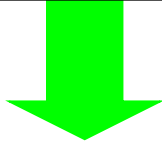
キャリア移動度	Si	Ge
μ_e (cm ² /Vs)	1500	3600
μ_h (cm ² /Vs)	600	1800

フッ酸(亜硫酸添加)で処理 $\longrightarrow$ 硫黄終端表面



金属ナノ粒子の局在プラズモン共鳴

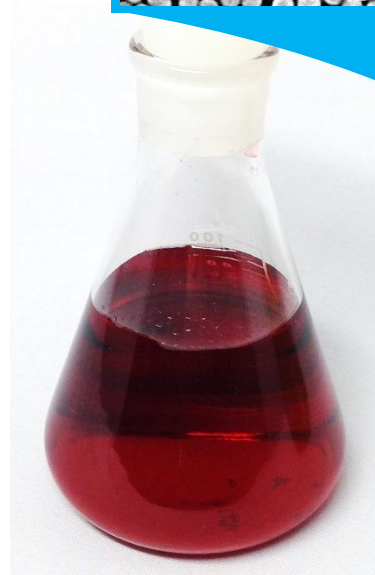
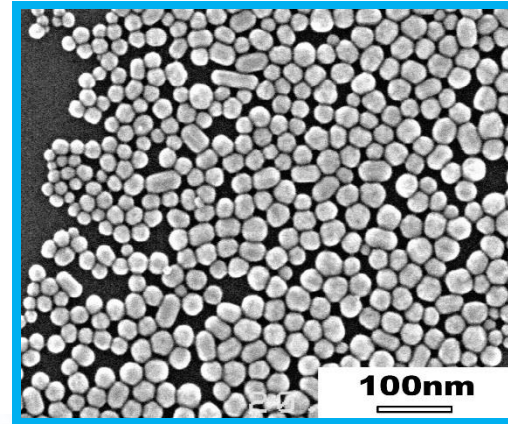
単分散性の良い金属ナノ粒子が作製可能となった



金ナノ粒子表面における
局在プラズモン共鳴
という現象に注目



プラズモンを利用した、
高感度で小型な
センサー素子の作製



金ナノ粒子
コロイド

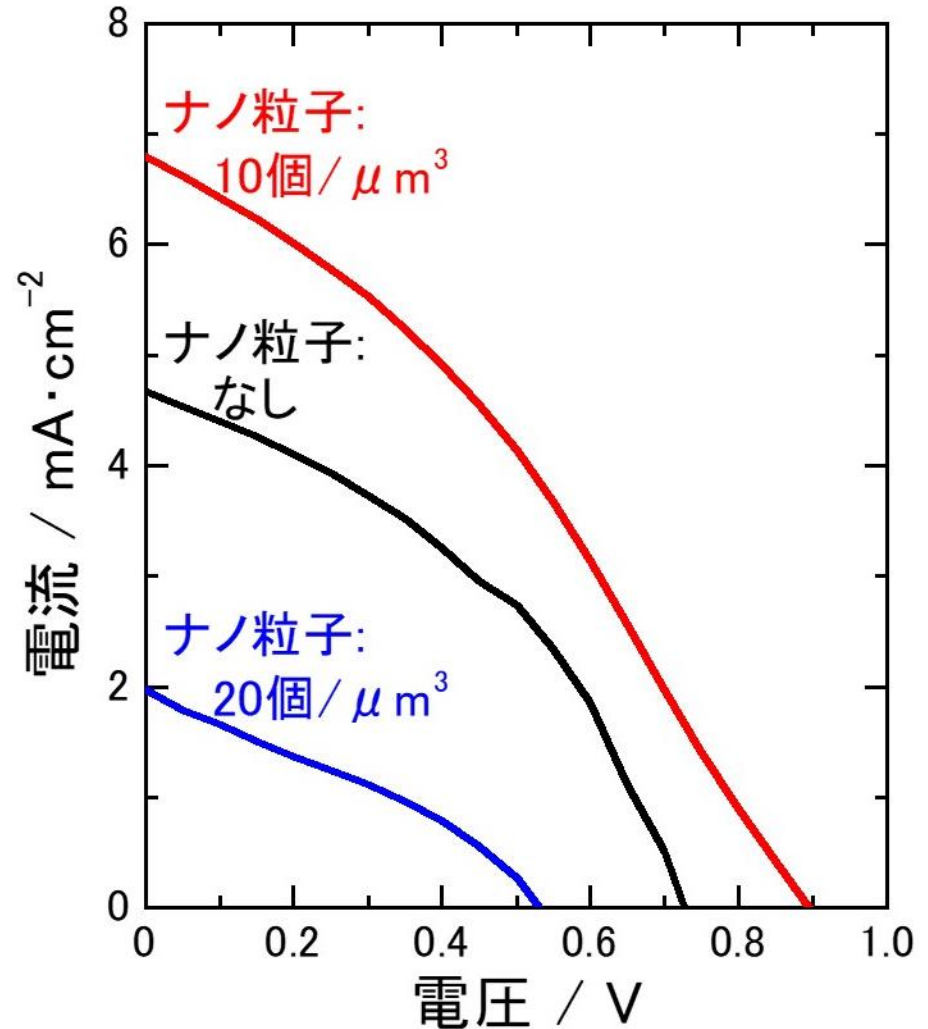
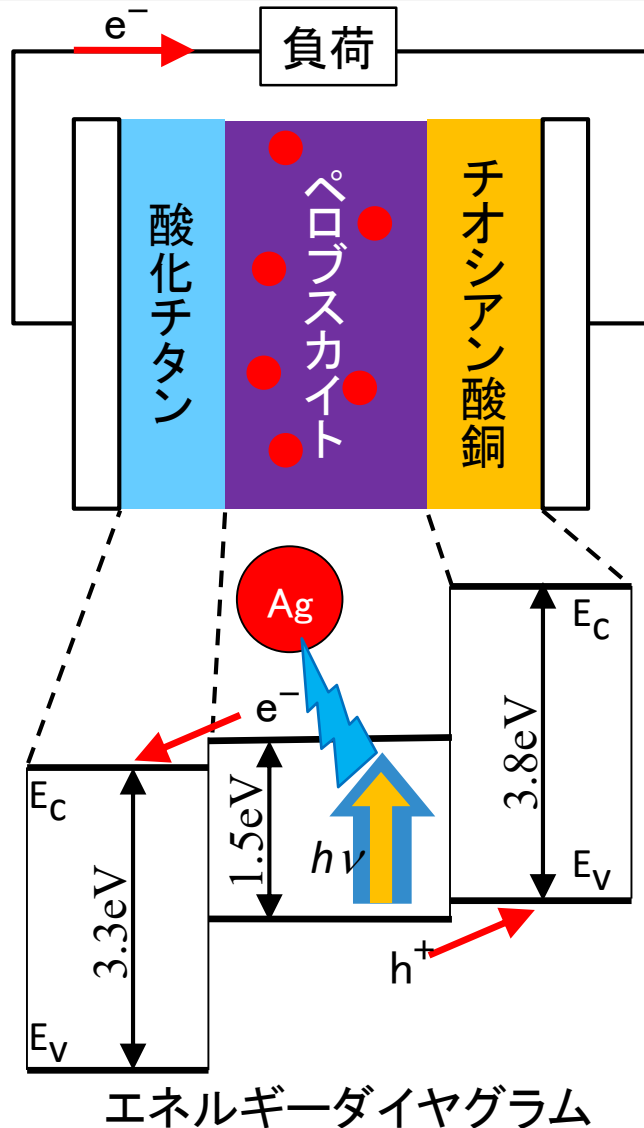


銀ナノ粒子
コロイド

ナノ粒子を利用した高効率太陽電池技術の開発

ペロブスカイト太陽電池

- ・大面積化が容易←印刷技術
- ・簡素な作製工程、安価



学生の学会発表実績

国際学会

- 2019年 1名(奈良)
- 2016年 2名(2:神戸)
- 2015年 2名(1:フランス, 1:広島)
- 2014年 4名(1:ポルトガル, 3:神戸)

国内学会

- 2021年 3名
- 2020年 1名(+3名 学会中止)
- 2019年 4名
- 2018年 6名
- 2017年 4名

卒業生の就職先

卒業年	修士	学士
2022年	(株)GSユアサ	(株)アイシン・デジタルエンジニアリング、大分県庁
2021年	中国電力ネットワーク、(株)大真空、マツダ(株)	(株)村山化学研究所、ヨータイ(株)
2020年	トヨタ自動車(株)、(株)ジェイテクト	スズキ(株)
2019年	(株)GSユアサ、九州電力、(株)沖データ	
2018年	三菱電機(株)、中国電力、三井化学(株)	
2017年	三菱電機(株)、(株)GSユアサ、積水化学工業(株)、(株)大分キャノン	

量子機能材料科学研究室公開

研究室見学

3月9日(水)

・10時～17時

先端物質科学研究科新棟
(理学部の先)

3階ラウンジに集合



大学院進学希望者求む！
実験好きな学生求む！



量子機能材料科学研究室 配属決定者

研究室内の顔合わせ

日時：3月15日（火）12:30

場所：先端物質科学研究科新棟
3階301A号室

都合で来られない人はその旨、坂上
（TEL:424-7683）まで連絡してください。

