



# 研究設備・装置一覽



学校法人トヨタ学園

豊田工業大学

# 目次

研究・教育設備の運用と共同活用体制について	-----	2
1. 研究設備・装置一覧(表)	-----	5
2. 研究設備・装置概要－機能・仕様・利用方法等	-----	21

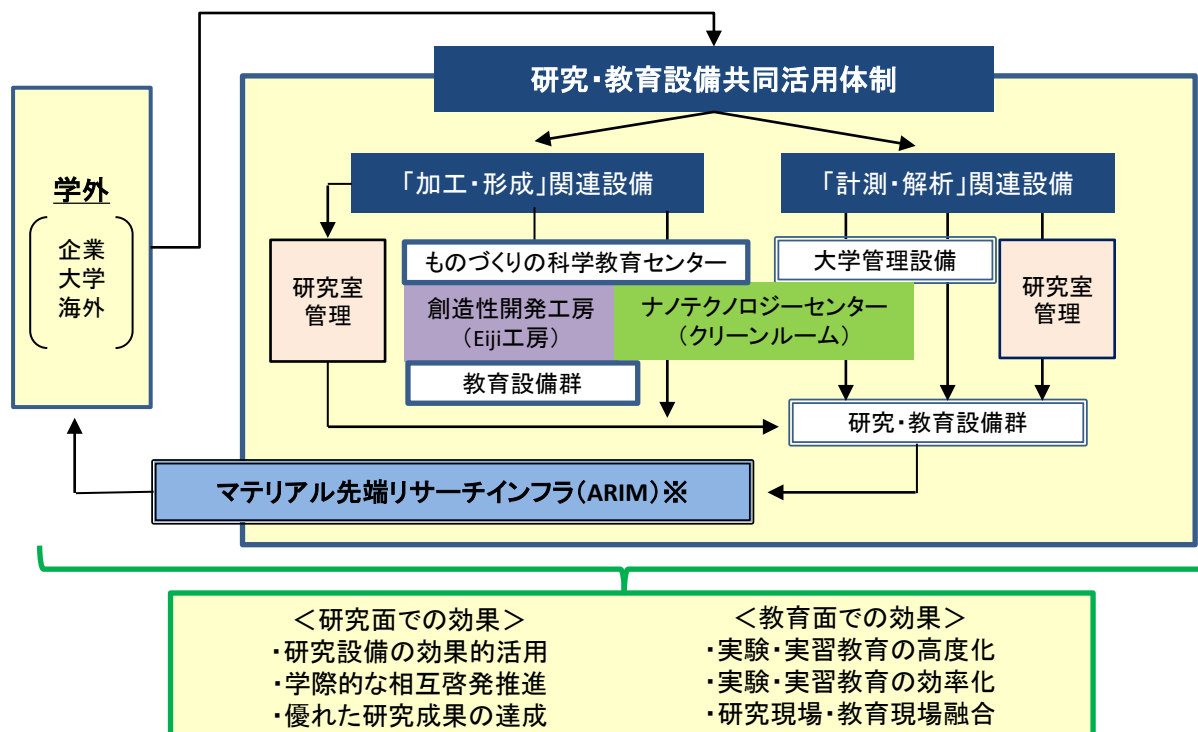
## 【お問い合わせ先】

設備・装置の利用に関するお問い合わせは、電話、またはメールで下記までご連絡ください。

研究支援部・研究協力グループ: TEL (052) 809-1723  
: e-Mail [research@toyota-ti.ac.jp](mailto:research@toyota-ti.ac.jp)

# 研究・教育設備の運用と共同活用体制について

本学は、「加工・形成」関連の研究設備と「計測・解析」関連の研究設備を多く有していますが、それらの設備を学内・学外の方々に有効に活用してもらうために、下図に示した体制を設けています。




まず、「加工・形成」関連の設備群は、「大学管理共用(創造性開発工房)」、「共同利用クリーンルーム」、「各研究室」に設置され、管理・運用されています。特に、「創造性開発工房」には、主に金属材料を成形・加工するための機械群が整備され、本学独自の「ものづくり」教育や研究用機器の製作などに活用されています。また、「共同利用クリーンルーム」には、半導体材料や素子の形成や加工のための一連の設備が設置され、全国の大学の中でも極めて稀有で優れた施設として位置付けられ、最先端研究の推進に活かされています。次に「計測・解析」関連設備は、個々の研究室が管理・活用する装置に加え、全学的に利用頻度の高い装置は共用計測設備として管理・活用されています。

設備の多くは、学外の研究者・技術者も利用できる環境を整備しており、「文部科学省のマテリアル先端リサーチインフラ事業\*」や「自主事業」の枠組みを通じて、これまでも多くの大学や企業等における研究や技術の推進に役立っています。

これらの設備群は、研究の推進に留まらず、学部や大学院の学生の実験・実習にも活用しており、学生達の実践力の涵養とともに、装置の仕組みや材料特性の理解の深化に活用されています。

以上のように、本学は研究・教育設備の共同活用を進め、設備利用の効率化を図るだけでなく、学内外の研究者間の学際協力や相互啓発を促すことにより、優れた成果の達成を目指しています。また、研究現場と教育現場を近づけることで、学生の実験・実習や「ものづくり」教育の高度化を図ることも努めています。

こうした趣旨をご理解いただき、皆様方の積極的な利用を期待しています。

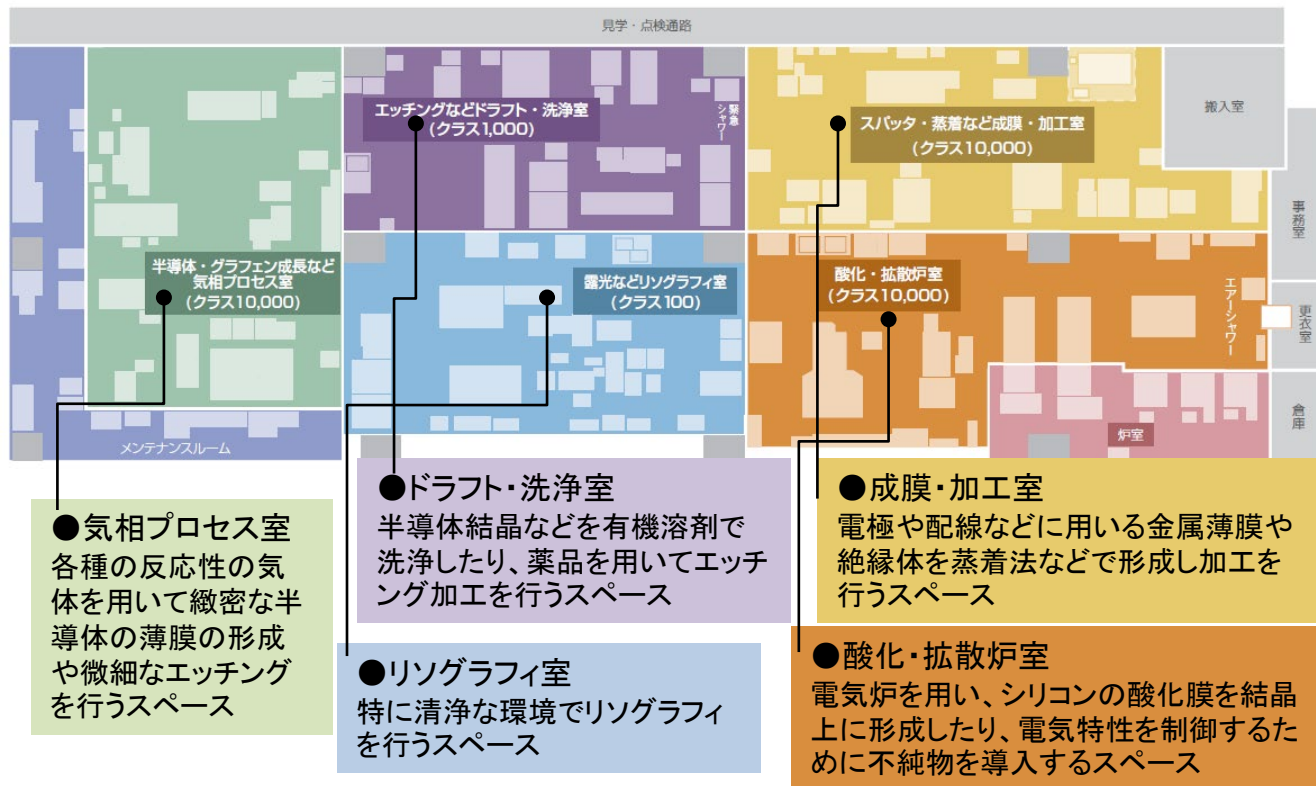
※全国25研究機関が保有する研究設備を一般の研究者が広く利用できるように作られた全国的研究支援制度です。マテリアル先端リサーチインフラでは、装置共用によって得られた高品質なデータを利用者の許可を得た上で収集し、データ中核拠点へ蓄積します。本冊子中でロゴマーク  を付けた装置は、この枠組みで登録されています。

## ●共同利用クリーンルーム

国内の大学において  
最大級の規模を誇る「クリーンルーム」。

ここは、半導体プロセスおよびその微細加工技術を応用した、  
広範囲な実践的教育と研究のための施設です。

クリーンルーム内 設備配置図



## ●半導体プロセス実習・講習会(企業・学校関係者対象の有料企画)

本学では開かれた大学として地域社会・産業界に貢献出来る取り組みとして、半導体技術全般の知識を習得するための技術実習・講習会を定期的を開催しています。



- ・2日間コース…講義2回、実習1回: 40,000円
- ・1日コース …講義1回、実習1回: 30,000円
- ・講義のみ(1日 or 2日)…講義: 10,000円

\* 開催時期、応募方法などは本学HPをご確認ください。

【お問い合わせ先】  
豊田工業大学 クリーンルーム

TEL: 052(809)1729

Mail: research@toyota-ti.ac.jp



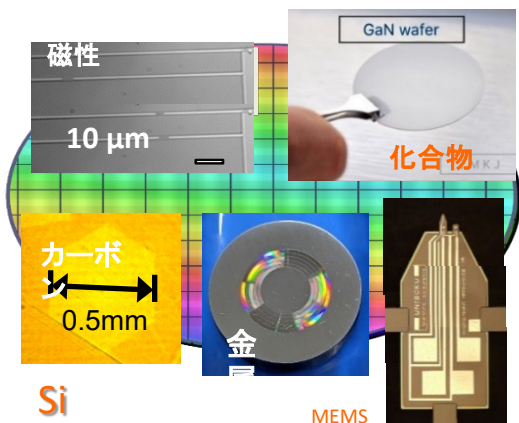
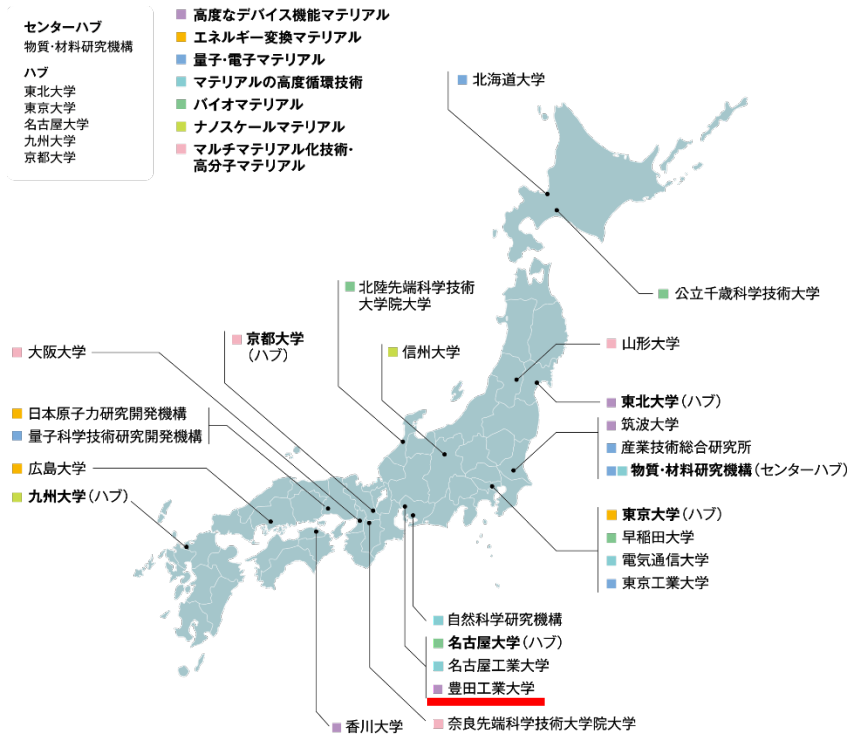
わが国のマテリアル革新力の一層の強化を目指して、2021年度から10年間の文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ(ARIM)事業が始まりました。最先端装置の共有、専門技術者による技術支援に加え、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを収集します。ここで言うマテリアルデータは、材料特性だけでなく、加工特性のデータを含みます。国としては、データを第三者が利活用しやすいよう構造化して整備し、データ駆動型の研究開発を加速します。事業に採択された25機関は、重要技術領域7つに分かれ、各領域でハブアンドースポーク体制を取ります。

本学は高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル領域(ハブ機関:東北大学)に、スポーク機関として筑波大学、香川大学と共に採択されました。皆様の研究開発のパートナーとして貢献してまいります。

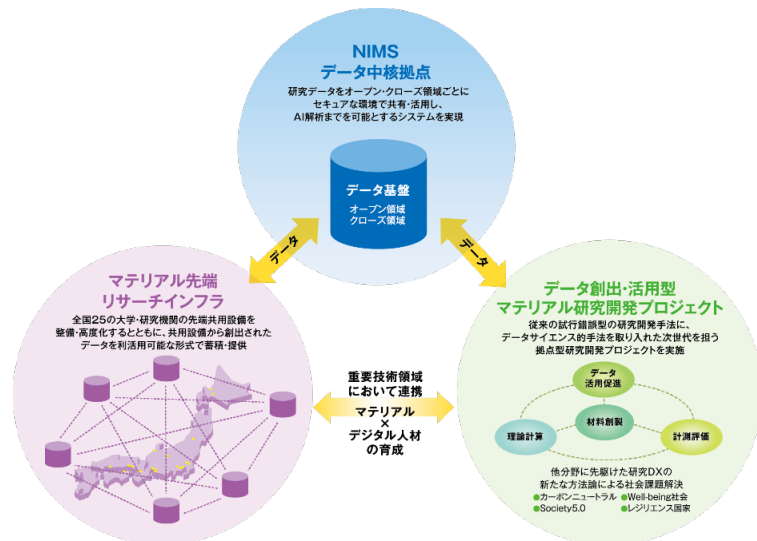
●これまでの実績、現状

Siに加え各種の機能材料をHybrid化した微細構造素子や素材形成技術で実績。  
年間支援 約50件のうち、学外8割(企業4割、他大学等4割)。

マテリアル先端リサーチインフラの推進体制(全25法人)



●マテリアルDXプラットフォームの全体イメージ



【お問い合わせ先】  
豊田工業大学  
ARIM事務局  
TEL 052(809)1723  
e-Mail [arim\\_office@toyota-ti.ac.jp](mailto:arim_office@toyota-ti.ac.jp)  
Web <https://arim.toyota-ti.ac.jp/>

# 1. 研究設備・装置一覧

## — 装置一覧の項目説明 —

### ■装置名

装置の機能を表す、一般的装置名を記しています。

### ■詳細情報

【ページ数あり】

→本冊子の「2. 研究設備・装置の概要」に詳細を掲載しています。

【ページ数なし】 詳細はありません。

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他特記事項	ARIM登録装置	利用条件	研究室(担当者)	詳細情報(ページ)
切削	NC旋盤	チャックサイズ：8インチ 主軸回転数：3500rpm			要受講	創造性開発工房	—
切削	3次元プロッタ (切削造形)		実習専用			創造性開発工房	—
切削	切削RPマシン	コンピュータ制御の小型切削機			要相談	設計工学 (小林正和)	有
切削	小型NCフライス盤	ストローク：X=350/Y=250/Z=400 主軸回転数：100~8000rpm			要受講	創造性開発工房	—

### ■ARIM登録装置

【○】がついている施設設備については、マテリアルリサーチインフラ事業 (ARIM) の支援を受けることができます。

### ■その他条件

【要受講】 事前講習を受講いただきます。

【要相談】 使用に関する付加的条件があります。

【経験者】 使用経験のある方限定です。

【経験者(要受講)】 使用経験のある方も事前講習を受講いただきます。

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-1. 機械加工・研磨・5D成形など

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	研究室 (担当者)	詳細情報 (ページ)
切削	NC旋盤	チャックサイズ：8インチ 主軸回転数：3500rpm			要受講	創造性開発工房	—
切削	3次元プロッタ (切削造形)		実習専用			創造性開発工房	—
切削	切削RPマシン	コンピュータ制御の小型切削機			要相談	設計工学 (小林正和)	22
切削	小型NCフライス盤	ストローク：X=350/Y=250/Z=400 主軸 回転数：100~8000rpm			要受講	創造性開発工房	—
切削	卓上精密ボール盤					創造性開発工房	—
切削	立型フライス盤	ストローク：X=710/Y=280/Z=400 主軸 回転数：60~1800rpm			要受講	創造性開発工房	—
切削	汎用旋盤	芯間：800mm 主軸回転数：2000rpm			要受講	創造性開発工房	—
切削	プリント基板加工機					創造性開発工房	—
切削	ミニ旋盤	加工範囲：φ70×250 主軸回転数：100~2000rpm				創造性開発工房	—
切削	レーザ加工機		実習専用			創造性開発工房	—
切断	ダイシング装置	φ6”以下	材質・形状 制約あり	○	要受講	NTCクリーンルーム	22
切断	高速切断機	金属の切断に使用 砥石径=φ405 主軸回転数=2260rpm				創造性開発工房	—
切断	試料切断機	マルトー Micro cutter MC-201N ダイヤモンドカッター 最高回転数 300 rpm 速度調整可 ギア送りまたはバランスウエイト方式			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	23
切削	立型マシニングセンター					創造性開発工房	—
研磨	ブルーピング装置	ボール研磨	不純物拡散深さ 測定		要受講	NTCクリーンルーム	23
研磨	研磨装置	シリコン 等	表面研磨専用		要受講	NTCクリーンルーム	23
研磨	万能研削盤				要受講	創造性開発工房	—
研磨	平面研削盤				要受講	創造性開発工房	—
研磨	クロスセクションポリッシャ					情報記録工学 (栗野博之)	—
形成	真空成形機	樹脂の薄板成型 (加工サイズ：W300xB300xH100mm程度)	型と材料は 利用者が準備する		要相談	固体力学 (下田昌利)	24
形成	積層造型機	STLデータからの3次元形状の造形	STLは利用者が 準備する		要相談	固体力学 (下田昌利)	24
形成	3次元プリンタ(積層造形)	STL形式の3Dデータで成形可能、材料はABS	実習・演習専用			創造性開発工房	—
形成	横型電気式射出成形機		実習専用			創造性開発工房	—
形成	3次元測定器					固体力学 (下田昌利、椎原良典)	—
形成	20トンプレス		実習・演習用			創造性開発工房	—
放電加工	油ワイヤ放電加工機	各軸移動量(X・Y)：300×200 使用ワイヤ径：φ0.04~φ0.2			要受講	創造性開発工房	—
放電加工	形彫放電加工機				要受講	創造性開発工房	—
溶接	アーク溶接機				経験者限	創造性開発工房	—
化学材料合成 バイオ調整	分析天秤	200 g以下、0.01 mg単位			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—

その他	油圧プレス	Riken MD2-150 1軸プレス 静水圧での加圧も可能			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	25
-----	-------	-----------------------------------	--	--	-----	-------------------	----

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
薄膜/ナノ 調整加工	Deep Reactive Ion Etching 装置	デポジションとエッチングのサイクルを繰り返しながら、側壁保護をしつつシリコンを垂直に掘り進める (Boschプロセス)。	金属剥き出しサンプル、金のように揮発性が低い金属が含まれている場合は導入禁止	○	要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	26
薄膜/ナノ 調整加工	Reactive Ion Etching 装置 (非Boschプロセス)	シリコン、SiO <sub>2</sub> 、石英ガラスのエッチング	シリコン専用	○	要受講	NTCクリーンルーム	26
薄膜/ナノ 調整加工	ドライエッチング装置	塩素系ガスを用いてGaN系結晶の精密なエッチング加工が可能	共同研究で利用可能		経験者限	電子デバイス (岩田直高)	27
薄膜/ナノ 調整加工	UVオゾンクリーナー	付着有機物の洗浄			要相談	表面科学 (吉村雅満)	—
薄膜/ナノ 調整加工	UVオゾン洗浄装置	オゾン分解処理機能付			要相談	柳瀬明久 特任准教授	27
薄膜/ナノ 調整加工	イオン注入装置	150keV	有毒ガス使用 P <sup>+</sup> , B <sup>+</sup>		要受講	NTCクリーンルーム	28
薄膜/ナノ 調整加工	イオンミリング装置	Arイオンで表面を物理的に削る装置。導入してよいサンプルに対する制限は緩い。最大3インチサイズ。	利用後、効果報告要	○		マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	28
薄膜/ナノ 調整加工	スピンコーター		10mm□~5" φ		要受講	NTCクリーンルーム	29
薄膜/ナノ 調整加工	スピンコーター	最大4000 rpm、プログラム可能			要相談	柳瀬明久 特任准教授	29
薄膜/ナノ 調整加工	スピンコーター	MIKASA 1H-D7			要相談	岡本正巳 特任准教授	—
薄膜/ナノ 調整加工	スピンコーター	プログラマブル、 小サンプル (φ5mm) も可			要相談	表面科学 (吉村雅満)	—
薄膜/ナノ 調整加工	スピンコーター (含 真空ポンプ)	回転数: 20~8,000 rpm 回転精度: ±1 rpm 最大基板サイズ75×75 mm	ミカサ製		要相談	機能セラミクス (荒川修一)	—
薄膜/ナノ 調整加工	マスクアライナー装置 (キャノン)	最小寸法精度 5 μm	紫外線露光 g線		要受講	NTCクリーンルーム	30
薄膜/ナノ 調整加工	マスクアライナー装置 (ズース)	最小寸法精度 0.75 μm	紫外線露光 g, i線	○	要受講	NTCクリーンルーム	30
薄膜/ナノ 調整加工	マスクレス露光装置	パターン転写可能な最小線幅は2 μm程度 (xやy軸に沿った直線であれば1.6 μm程度)。データ分解能は0.122 μm程度 (2 μm程度の線幅を2.1 μm程度に太く設計可能)。		○	要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	31
薄膜/ナノ 調整加工	レジスト処理 (アッシング) 装置	有機物除去による表面クリーニング。 最大4インチウエハまで可能。	利用後、効果報告要	○	要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	31
薄膜/ナノ 調整加工	真空蒸着装置				要受講	半導体 (小島信晃)	—
薄膜/ナノ 調整加工	電子ビーム蒸着装置				要受講	半導体 (小島信晃)	—
薄膜/ナノ 調整加工	エピタキシャル 膜転写装置				要受講	半導体 (小島信晃)	—
真空成膜	4源蒸着装置	金属蒸着用	利用後、効果報告要		要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	32
真空成膜	電子ビーム (金属) 蒸着装置	10-3 Pa	Al, Ti, Ni, Fe等 Au蒸着不可		要受講	NTCクリーンルーム	32
真空成膜	電子ビーム描画装置	最小寸法精度20nm	ワーク寸法4" φ フィールド寸法 500 μm□	○	経験者 (要受講)	NTCクリーンルーム	33
真空成膜	多機能薄膜作製装置	超高真空仕様でマグネトロンスパッタ3台 (3元、4元、5元)を真空でつないで基板を任意の場所に搬送可能な製膜機。	基板サイズ 20mm角以内	○	要相談	情報記録工学 (栗野博之)	33
真空成膜	抵抗加熱蒸着装置	10-3 Pa	アルミニウム 専用		要受講	NTCクリーンルーム	34
真空成膜	スパッタ (金属、絶縁体) 蒸 着装置	500WのRF電源、平行平板型 保有ターゲット: Ti, Al, Cr, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiN, Si	逆スパッタ、 3インチウエハ4枚 まで成膜可	○	要受講	NTCクリーンルーム	34
真空成膜	特殊改良型付着装置					情報記録工学 (栗野博之)	—



真空成膜	高周波マグネトロンスパッタ装置	アルバック VTR-150M/SRF (SCOTT-C3) 3種のターゲットの相互切り替え機能 (同時スパッタ不可) ターボ分子ポンプによる高真空排気	薄膜試料の作製		要相談	エレクトロ材料 (竹内恒博)	35
真空成膜	薄膜試料用マグネトロンスパッタ装置					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
真空成膜	ナノ構造半導体形成装置	Nソースを有するGaN系用だが、立上げが必要	老朽化、 要修理校正		経験者限	電子デバイス (岩田直高)	—
真空成膜	複合CVD装置	主にアモルファスSiを成長。2x4cm角10枚の基板	危険なSiH4ガスを使うので教員が居合わせる事。		要相談	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	—
真空成膜	プラズマ処理装置	DLC膜成膜可能 ウエハ最大3インチ	利用後、効果報告要		要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	35
真空成膜	分子線エピタキシー装置	エイコー社 MBE	AlInGaAs系		要相談	量子界面物性 (神谷格)	36
真空成膜	分子線エピタキシー装置	EIKO社製人工超格子薄膜の作製	薄膜試料の作製 現在Si, Ge, Auのみ		要相談	エレクトロ材料 (竹内恒博)	36
真空成膜	分子線エピタキシー装置	アイリン真空・AV-8115-R ロードロックチャンバー、Kセル×4、 膜厚計、RHEEDを備えている。	薄膜試料の作製		要相談	エレクトロ材料 (松波雅治)	37
真空成膜	分子線エピタキシー装置	Sbセルを有する国内では希少な III-V族半導体成長装置			経験者限	電子デバイス (岩田直高)	—
真空成膜	分子線エピタキシーおよび パルスレーザー蒸着装置	EIKO社製 人工超格子薄膜の作製 Ag, Cu, S, Se, Te, Biの蒸着源 RHEED付 き532eV, 266eVのNd YAGパルスレーザー	薄膜試料の作製		要相談	エレクトロ材料 (竹内恒博)	37
真空成膜	カーボン用プラズマ 成膜装置	カーボン材料 (CNT) 成長			要相談	表面科学 (吉村雅満)	38
真空成膜	原子層堆積装置	Al2O3, SiO2, SiN, Ga2O3, MgO, ZnO, GaN, AlN などの薄膜形成が可能		○	要相談	電子デバイス (岩田直高)	38
微細加工	超微細レーザ加工装置					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
微細加工	ワイヤーボンダー				要受講	半導体 (小島信晃)	—
形状計測	集束イオンビーム 加工観察装置					情報記録工学 (栗野博之)	—
その他	気相フッ酸エッチング装置	フッ酸蒸気を窒素キャリアガスによって、テフロンチャンバー内に導入し、液滴が発生しない ドライ条件でシリコン酸化膜をエッチングする。	自作 (シリコンMEMS の犠牲層SiO2エッチ ング用) φ3インチまで		要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	39
その他	光機能導波路素子 作製装置					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—

### 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
炉	四角円型浮遊帯域熔融装置	クリスタルシステム・FZ-T-4000-H-I-N-S 到達可能温度：約1800℃ 成長可能長さ：10cm 育成雰囲気を選択可能：酸素・アルゴンなど			要相談	エレクトロ材料 (竹内恒博)	40
炉	真空アーク溶解装置	日新技研不活性ガス：アルゴン			要相談	エレクトロ材料 (竹内恒博)	40
炉	F C V D 装置加熱炉					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
炉	エレマ電気炉および電源	(600℃~1200℃)			要相談	熱エレクトロ工学 (武野計二、 高野孝義)	—
炉	シリコンウェハ熱処理装置	ホットプレート式の熱処理が可能			経験者 (要受講)	電子デバイス (岩田直高)	—
炉	シリコン専用の各種熱処理 (酸化・拡散)装置一式 <横型拡散炉>	max. 1100℃	シリコン専用	○	要受講	NTCクリーンルーム	41
炉	シリコン専用の各種熱処理 (酸化・拡散)装置一式 <縦型拡散炉>	max. 1100℃	シリコン専用	○	要受講	NTCクリーンルーム	41
炉	スリーゾーン炉	アサヒ理化製作所 ARF3シリーズ 全長450mmの炉内温度を3カ所独立に温度制御可能 使用温度領域：室温から1150℃ 内径27mm (常設) の石英管内に被加熱物を設置	単結晶育成、 試料熱処理		要相談	エレクトロ材料 (竹内恒博)	42

炉	パワーコントローラー		オザワ科学製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	プログラム管状電気炉	温度：常用1100℃焼成プログラム設定可	アズワン製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	ボックス炉	温度範囲：1600℃まで 大気雰囲気のみ 焼成プログラム設定可	光洋リンド バーグ製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	卓上マッフル炉	温度：常用1100℃ 大気雰囲気のみ 内寸：W250×D280×H180 mm	デンケン製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	マッフル炉		実習・演習用			創造性 開発工房	—
炉	マッフル炉	温度：常用1100℃ 大気雰囲気のみ 内寸：W200×D250×H145 mm	いすゞ製		要相談	機能セミックス (荒川修一)	—
炉	マッフル炉	日陶科学(株) NHK-170型 温度プログラム8ステップ 使用温度領域：室温から1250℃ 炉内寸法 170x170x150 mm	試料熱処理用		要相談	イリギ-材料 (竹内恒博)	42
炉	温度勾配器					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
炉	開閉式管状炉	温度範囲：1200℃まで コントローラー無し(本体のみ)	いすゞ製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	開閉式管状炉 (パワーコントローラー付)	温度範囲：900℃まで焼成プログラム設定可	いすゞ製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	光散乱測定用高温炉					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
炉	送風定温恒温器	温度範囲：室温+10～260℃ 強制送風循環 内寸：W300×D300×H300 mm	ヤマト科学製			機能セミックス (荒川修一)	—
炉	雰囲気可変高温電気炉					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
炉	遊星型ボールミル	フリッチュ・ジャパン株式会社 / P-7, P-6試料最大挿入量：20ml ガス置換/真空雰囲気で粉碎可能	試料粉碎, メカニカル アロイング		要相談	イリギ-材料 (竹内恒博)	43
炉	高温真空管状炉	メーカー・型式：山田電機株式会社VTSSF-730-P 最高温度：1700度 常用温度：1600度 外部接続ポート：高真空用・ガスフロー用 炉内寸法：φ85×300 mm	単結晶育成, 試料熱処理		要相談	イリギ-材料 (松波雅治)	43
炉	真空蒸着装置および電源	ガラスベルジャーφ400×400H (油回転ポンプ+油拡散ポンプ)			要相談	熱イリギ-工学 (武野計二、 高野孝義)	—
炉	リン拡散炉				要受講	半導体 (大下祥雄)	—
炉	ポロンドライブイン炉				要受講	半導体 (大下祥雄)	—
熱処理	高周波誘導加熱装置	セキスイメディカル電子(株) MU-1700D 放射温度計付き(500～2000℃) コイル内径 45mm 長さ 50 mm 程度 石英管内径 34mm 程度	試料の溶融		要相談	イリギ-材料 (竹内恒博)	44
成長	放電プラズマ焼結装置	エスエスアロイ CSP-KIT-02121 エスエスアロイ CSP-VI-10 最大プレス力：2.0t/10t 電源容量・最大出力：500A 2機	試料のパルス 通電焼結		要相談	イリギ-材料 (竹内恒博)	44
成長	ブリッジマン法単結晶炉	縦型管状炉(常用1500℃) 変則的なブリッジマン法による 単結晶作製が可能	橋本理化製		要相談	機能セミックス (荒川修一)	—
成長	単結晶育成装置					光機能物質 (大石泰丈、 鈴木健伸)	—
遠心機	遠心分離器	コクサン H-36α ローター：RF-121スイング・ 金属バケットMT-104 最高回転数 6000 rpm			要相談	イリギ-材料 (竹内恒博)	45
遠心機	遠心機	最大回転数5000 rpm			要相談	柳瀬明久 特任准教授	—
乾燥機	真空乾燥器 (含 真空ポンプ)	温度範囲：40～240℃ 圧力範囲：101～0.1 kPa 内寸：W200×D250×H200 mm	ヤマト科学製		要相談	機能セミックス (荒川修一)	—
乾燥機	真空定温乾燥器					柳瀬明久 特任准教授	—
ポンプ	小型ターボ分子ポンプ排気装置					柳瀬明久 特任准教授	—
化学材料合成 バイオ調整	ベンチフード+ワイドフリー 中央実験台(電気工事含む)	移動不可			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	ドラフトチャンバー(含排気 工事)	移動不可			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—

化学材料合成 バイオ調整	フレークアイスメーカー				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	排水規制対策システム	エバポレータ			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	フラッシュ自動精製システム	シリカカラム (カラムは使い捨て)			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	ロータリーエバポレータ	エバポレータ			要相談	高分子化学 (小門憲太)	45
化学材料合成 バイオ調整	リサイクル分取HPLC	分取HPLC (溶媒はクロホのみ)			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	微量高速冷却遠心機		1.5mL, 15mLチューブ		要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	有機溶媒濃縮回収システム	高沸点溶媒に使用可 (20mLサンプル管のみ)			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	ベルト駆動型油回転真空ポンプ				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	分析天秤 (イオナイザ含む)	200 g以下、0.01 mg単位			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	マイクロウェーブ合成装置 (コンプレッサー含む)				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	ベルト駆動型油回転真空ポンプ				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	M i l l i - D I キット	イオン交換水 20m			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	耐食キャビネット				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	高速エバポレーションシステム				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	真空定温乾燥機				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	独立作動チューブポンプ				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	リフラックス専用冷水循環装置	12°Cで使用			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	超音波洗浄機				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	スターラー付アルミブロック 低温槽 (アルミバスセット含む)				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	定温恒温乾燥器	常時80°Cで使用			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	スタチーフジャンクル	移動不可			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
化学材料合成 バイオ調整	冷却トラップ	ろ過用			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
その他	先端フォトニクス材料製造装置					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
その他	高圧マイクロリアクター	内容積：200 ml 最高使用圧力：20 MPa 最高使用温度：200°C	オーエムラボ テック製			機能セミックス (荒川修一)	—

## 1-4. その他

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
ドラフト	洗浄ドラフト一式	酸・アルカリ・有機洗浄、ウェットエッチング	シリコン用と化合物用あり	○	要受講	NTCクリーンルーム	46
その他	真空グローブボックス	日新技研(株) NEV-GB1型 Arガス・大気導入ポートあり	不活性ガス中での試料のハンドリング		要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	46
その他	冷却粉砕器	Spex CertiPrep			要相談	岡本正巳 特任准教授	—
その他	上皿電子天秤	最大荷重 210 g 最小表示 0.1 mg	メトラー製			機能セラミックス (荒川修一)	—
その他	超高真空摩擦試験機	設計型				機械創成 (古谷克司)	—
その他	超音波洗浄器		柴田科学製			機能セラミックス (荒川修一)	—
その他	超純水製造装置		メルク (日本ミリポア) 製			機能セラミックス (荒川修一)	—

## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
電子線	走査型電子顕微鏡					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
電子線	走査電子顕微鏡	EDX付			要相談	表面科学 (吉村雅満)	—
電子線	低真空分析走査電子顕微鏡	ショットキーエミッション型、低真空観察可、 2次電子像、反射電子像観察可			要相談	材料プロセス (奥宮正洋)	—
光	金属顕微鏡	測長機能付き接眼×10、対物×100			要受講	NTCクリーンルーム	47
光	顕微鏡型レーザドップラシフト振動計	面外振動の分布をサブpm変位分解能で振動解析	利用後、効果報告要		要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	47
光	工業顕微鏡	微分干渉ありCCDカメラあり				柳瀬明久 特任准教授	48
光	デジタルマイクロスコープ	キーエンス製VHX-900F				機械創成 (古谷克司)	—
光	デジタルマイクロスコープ	1μm程度の構造まで観察できる光学顕微鏡	利用後、効果報告要	○	要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	48
光	デジタルマイクロスコープ (コントローラー)					固体力学 (下田昌利、 椎原良典)	—
光	偏光顕微鏡 (青色レーザー照射可能)	試料の磁区像を観察 対物50倍(WD10mm)、 対物100倍(油浸) 光源水銀灯	垂直外部磁界 最大1T	○	要相談	情報記録工学 (粟野博之)	49
光	偏光顕微鏡用加熱装置	リンカム			要相談	岡本正巳 特任准教授	—
光	高分子多成分系形態観察装置 (偏光)	ニコンPhoto-2POL			要相談	岡本正巳 特任准教授	—
針	超高真空トンネル顕微鏡	温度可変、XPS付			要相談	表面科学 (吉村雅満)	49
針	原子間力顕微鏡	CCDカメラ付			要相談	表面科学 (吉村雅満)	—
針	リアルサーフェスビュー 顕微鏡	日本電子製JSM-6480LV				機械創成 (古谷克司)	—
針	卓上式原子間力顕微鏡	SSI NanoNavi Nanocute 検出方式：自己検知方式 ダイナミックモードによる非接触測定 光学顕微鏡による試料直上からの同時観察			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	50



針	磁気力顕微鏡(Modified Frequency Modulation)、原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscope)					情報記録工学(栗野博之)	—
針	走査型プローブ顕微鏡	最小寸法精度： 数nm A F M, D F M p A 測定可能	ナノ物性測定用		要受講	NTCクルーム	50
針	走査型プローブ顕微鏡	AFM/STM測定絶縁性サンプルの観察可		○	要相談	表面科学(吉村雅満)	51
針	走査型プローブ顕微鏡(AFM)	日立 SPI-4000 真空、導電計測可能、温度可変 120-600K	絶縁・導電試料		要相談	量子界面物性(神谷裕)	51
針	表面形状測定器(段差計)	触針段差計、材料は不問φ4インチ程度	先端曲率半径5mm、	○	要受講	マイクロロニクス(佐々木実)	52
針	原子間力顕微鏡システム(デモ機)				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	3Dレーザースキャナ	3次元形状の測定			要相談	設計工学(小林正和)	52
形状計測	顕微鏡画像高速取得システム(偏光)				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	偏光顕微鏡	カメラ、ベレックコンベンセイタと共に使用可能			要相談	高分子化学(小門憲太)	53
形状計測	顕微鏡用デジタルカメラ				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	顕微鏡用デジタルカメラ	実体顕微鏡と合わせて使用			要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	実体顕微鏡				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	顕微鏡画像高速取得システム(カラ)				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	顕微鏡画像高速取得システム(パン)				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
形状計測	顕微鏡画像高速取得システム(対物)				要相談	高分子化学(小門憲太)	—
構造解析	高分子材料解析システム	分子量測定			要相談	高分子化学(小門憲太)	—
表面分析	コンフォーカル顕微鏡				要受講	半導体(小島信晃)	—
表面分析	電解放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)(電子線描画ステージ機能付属)	JEOL製 F E S E M (6500) S E M 観察可能。 東京テクノロジー製 E B 描画装置を付加。電子線描画も可能。	基板サイズ20mm角以内	○	要相談	情報記録工学(栗野博之)	53
表面分析	非接触3次元表面形状・粗さ測定装置	光学顕微鏡に近い装置で垂直分解能0.1nm	利用後、効果報告要	○	要受講	マイクロロニクス(佐々木実)	54
物性測定	ベレックコンベンセーター(中古)	偏光顕微鏡と合わせて使用			要相談	高分子化学(小門憲太)	—

## 2-2. 構造解析

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
構造解析	高分子材料解析システム	分子量測定			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
X線	IP読取機能一体型ラウエカメラ	TRY-SE TRY-IPXRIGAKU RAD-II (線源W)			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	55
X線	多目的X線回折装置	Bulker D8 ADVANCE 回転ステージ・コンパクトクレドールステージ 多種多用の目的に応じたスリット 1次元検出器			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	55
X線	ビルドアップ型多機能X線回折装置	18kW, Cuターゲット, 試料水平型ゴニオメーター, クロスビームオプティクス, 小角測定ユニット, 多目的測定アタッチメント装備			要相談	材料プロセス (奥宮正洋)	—
X線	薄膜材料結晶性解析 X線回折装置	X線源: CuK $\alpha$ 、4結晶モノクロ、 高輝度X線ミラー、半導体アレイ型 X線検出器付属			要受講	半導体 (小島信晃)	—
X線	粉末X線回折	Cu管球、モノクロ付き				光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	54
X線	高温X線小角散乱 測定装置					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
電子線	エネルギー分散型X線元素 分析装置(EDS) & 結晶方位解析システム(EBSP)	低真空分析走査電子顕微鏡 (SU-6600 日立製) に装着して、元素分析や結晶方位解析が可能			要相談	材料プロセス (奥宮正洋)	—

## 2-3. 光学物性計測・分光分析

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
紫外可視 吸収分光測定	FTIR分光光度計				要相談	岡本正巳 特任准教授	—
紫外可視 吸収分光測定	可視-紫外-赤外分光光度計	200-3300 nmの光吸収/拡散反射測定				光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	56
紫外可視 吸収分光測定	紫外・可視分光光度計	200-3000nmの吸収測定			要相談	フロンティア材料 (齋藤和也)	—
紫外可視 吸収分光測定	紫外・可視・ 近赤外分光光度計	透過率・反射率測定、 波長範囲190~2500nm、 積分球付属			要受講	半導体 (小島信晃)	56
紫外可視 吸収分光測定	紫外可視近赤外分光光度計	基板やミラー等の絶対反射率を 測定することが出来る。			要相談	レーザー科学 (藤貴夫、 工藤哲弘)	—
紫外可視 吸収分光測定	紫外可視近赤外分光光度計 (絶対反射率測定ユニット)	基板やミラー等の絶対反射率を 測定することが出来る。			要相談	レーザー科学 (藤貴夫、 工藤哲弘)	—
紫外可視 吸収分光測定	高温真空紫外分光装置					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
紫外可視 吸収分光測定	フーリエ変換型赤外分光光度計				要受講	半導体 (小島信晃)	—
紫外可視 吸収分光測定	フーリエ変換型赤外分光光度計	赤外分光測定			要相談	フロンティア材料 (齋藤和也)	—
紫外可視 吸収分光測定	フーリエ変換型赤外分光光度計	200-4000 cm <sup>-1</sup> の光吸収/反射測定				光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
紫外可視 吸収分光測定	フーリエ変換型赤外分光光度計	測定領域: 500-5000 cm <sup>-1</sup>			要相談	レーザー科学 (藤貴夫、 工藤哲弘)	—
紫外可視 吸収分光測定	紫外可視分光光度計	試料室の温度制御可能			要相談	高分子化学 (小門憲太)	57
赤外吸収 分光測定	フーリエ変換赤外分光光度計	ATR測定、固体透過測定			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
赤外吸収 分光測定	赤外用偏光キット	Perkin Elmer社赤外顕微イメージングシステム 用アクセサリ			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
ラマン 分光測定	フォトルミネッセンス・ ラマン測定装置	励起レーザー(波長405, 532nm)、 検出器(高感度CCD検出器、InGaAs検出器)			要受講	半導体 (小島信晃)	57
ラマン 分光測定	ラマン分光装置	レーザー(532nm, 632nm, 784nm)		○	要相談	表面科学 (吉村雅満)	58

ラマン分光測定	レーザーラマン分光光度計用冷却加熱装置					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
ラマン分光測定	高出力レーザーラマン分光装置					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
ラマン分光測定	顕微レーザーラマン				要相談	高分子化学 (小門憲太)	58
蛍光・発光分析	可視蛍光分光光度計	200-900nmの励起/蛍光スペクトル測定				光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	59
蛍光・発光分析	可視・近赤外分光装置	研究室組み上げ 350-2000nmの蛍光測定			要相談	量子界面物性 (神谷格)	59
蛍光・発光分析	蛍光分光装置	200-900nmの蛍光測定			要相談	フロンティア材料 (齋藤和也)	—
蛍光・発光分析	絶対PL量子収率測定装置	浜ホト C0020-20G 250-950nm計測			要相談	量子界面物性 (神谷格)	60
蛍光・発光分析	蛍光光度分光装置	日立 F-7000 300-750nm計測	汎用、操作容易		要相談	量子界面物性 (神谷格)	60
蛍光・発光分析	紫外可視吸光分光光度計	Agilent 8453 190-1100nm計測	汎用、操作容易		要相談	量子界面物性 (神谷格)	—
蛍光・発光分析	拡張型絶対PL量子収率測定装置				要受講	半導体 (大下祥雄)	—
蛍光・発光分析	分光蛍光光度計	日立ハイテック/ロジック製 測定波長範囲 (励起、蛍光側共) : 200~900 nm	日立ハイテクノロジー製		要相談	機能セミコン (荒川修一)	—
励起光源	LD励起YV04固体レーザー	波長532nm 出力50mW			要相談	熱工学 (武野計二)	—
励起光源	Nd:YAGパルスレーザーシステム					柳瀬明久 特任准教授	—
励起光源	Nd:YAGレーザー	4倍高調波 (266nm)	スペクトラフィジックス社		要相談	流体工学 (半田太郎)	—
励起光源	スーパーコンティニューム光源					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	PIV用ダブルパルスレーザー	波長532nm 出力30mW	Litron Lasers社		要相談	流体工学 (半田太郎)	—
励起光源	中赤外短パルスレーザーシステム					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	高出力短パルスレーザー光源					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	超短パルス光源	t<80ns, E>60mJ/pulse			要相談	熱工学 (武野計二)	—
励起光源	超短光パルス光源					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	シュリーレン用光源	パルス幅最短10ns 最大発光繰り返し速度1MHz	Cavitar社		要相談	流体工学 (半田太郎)	—
励起光源	ファイバーレーザー					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	レーザー光高速変調装置					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	高出力クリーンレーザー					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
励起光源	X線/紫外線光電子分光装置	アルバック・ファイ株式会社 / PHI 5600 ESCA 光源: Al K $\alpha$ (1486.6 eV), Mg K $\alpha$ (1253.6 eV), He I a (21.2 eV)			要相談	材料 (竹内恒博)	61
励起光源	X線光電子分光装置	マッピング、高温			要相談	表面科学 (吉村雅満)	—
励起光源	超高分解能角度分解光電子分光装置	MB Scientific AB, MBS A1 SYS V 光源: He I, He II, Xe, 6eV CW Laser			要相談	材料 (竹内恒博)	61
光検出器	光スペクトラムアナライザ					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
光検出器	光雑音測定装置					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
光検出器	光分散アナライザ					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—
光検出器	短波長帯光スペクトラムアナライザ					光機能物質 (大石泰丈、鈴木健伸)	—

光検出器	超高分解能 スペクトロメーター					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
構造解析	エリブソメータ	He-Neレーザー	光透過性薄膜 膜厚測定	○	要受講	NTCクリーンルーム	62
構造解析	旋光計	比旋光度の測定			要相談	触媒有機化学 (本山幸弘)	—
構造解析	光干渉式膜厚計	光学顕微鏡で観察してほぼ点に見える位置の膜 厚を測定可能	シリコン上の酸化 膜、フォトレジス トの膜厚測定など のレシビあり		要受講	マイクロロピクス (佐々木実) NTCクリーンルーム	62
物性測定	分光感度測定装置				要受講	半導体 (小島信晃)	—
形状計測	顕微鏡画像高速取得システム (パソ)				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
その他	シンセサイズド・ スィーパー					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
その他	プリフォームアナライザ					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
その他	フレイム原子吸光装置				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
その他	光学測定用4K冷凍機 システム					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
その他	量子効率測定装置					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—

## 2-4. 電気・磁気・熱物性計測

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
物性測定	I C T S測定装置				要受講	半導体 (小島信晃)	—
物性測定	LCRメータ		光洋電子工業			機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	Zハイテスタ	測定周波数：42 Hz～5 MHz	日電電機製			機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	LFインピーダンス アナライザ	測定周波数：5 Hz～13 MHz	横河ヒューレット パッカード製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	TMRヘッドを用いた 磁気イメージング装置	センサーサイズ30nm角、磁気ヘッドサイズ50nm角、 XYステージ (X: 1nmステップ、y 5nmステップ) で磁気イメージング可能。 試料磁気パターンからの漏えい 磁界絶対値分布測定可能。	基板サイズ50mm 角以内の表面凹凸 10nm以下の 平坦試料			情報記録工学 (栗野博之)	—
物性測定	インピーダンス アナライザ	測定周波数：20 Hz～20 MHzDCバイアス：0～±40 V	キーサイ・ トテクノロジー製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	インピーダンスアナライザ	デバイスのインピーダンス測定およびや 材料物性の周波数特性の評価が可能	要修理校正、 譲渡可		要相談	電子デバイス (岩田直高)	—
物性測定	エポキシダイボンダー	ウエスト・ボンド社 7200CR 0.15mmの極小チップやΦ0.015mmの ワイヤーをハンドリング			要相談	ICパキ-材料 (竹内恒博)	—
物性測定	カーブ・トレーサー	アナログ的な電圧掃引による電流測定が可能、 工学実験でも使用			要受講	電子デバイス (岩田直高)	—
物性測定	カーループトレーサー	波長690nmでの磁気光学カー効果で ヒステリシス測定可能 最大印加磁界1.5 T	試料表面鏡面		要相談	情報記録工学 (栗野博之)	—
物性測定	高温電子物性測定装置	測定温度域：室温～700℃ 真空度：ロータリーポンプによる排気	電気抵抗、 熱起電力の測定		要相談	ICパキ-材料 (竹内恒博)	63
物性測定	交番磁界勾配型磁力計 (Alternating Gradient Field Magnetometer)	磁化測定感度 $10^{-7}$ emu Co 1 原子層の磁化がぎり ぎり測定可能 最大印加磁界 2 T	試料サイズ 3mm x 3mmの 磁性薄膜			情報記録工学 (栗野博之)	—
物性測定	高抵抗率計	測定範囲： $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^{12} \Omega$	三菱油化製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	コンスタント パワーサプライ		アズワン製			機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	シート抵抗測定器	シート抵抗：1mΩ/□～5MΩ/□	小片～6インチ ウェハ		要受講	NTCクリーンルーム	63
物性測定	磁気光学効果測定装置	測定波長300nm～800nm、最大磁界 2 T、 極磁気光学Kerr回転角、Kerr楕円率、 反射率同時測定可能	基板サイズ10mm角 以内の鏡面試料	○	要相談	情報記録工学 (栗野博之)	64



物性測定	室温ゼーベック係数評価装置	自作装置 温度差3~20 K 低インピーダンス試料のみ測定可能			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	64
物性測定	試料振動型磁力計 (Vibrating Sample Magnetometer)	磁化測定感度 $10^{-4}$ emu 最大印加磁界1.5 T	試料サイズ 10mm x 10mm 角内			情報記録工学 (栗野博之)	—
物性測定	低温精密物性測定装置	Quantum Design PPMS9 サーマルトランスポートオプション、 比熱オプション、VSMオプション を備えている。			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	65
物性測定	低抵抗率計	測定範囲 : $1 \times 10^{-2} \sim 1.99 \times 10^7 \Omega$	三菱油化製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	デジタルオシロスコープ	周波数 : 1GHz、チャンネル : 4 最高サンプリング : 5GSa/s 最大レコード長 : 4M			要相談	電子デバイス (岩田直高)	—
物性測定	デジタルマルチメータ	直流電圧測定分解能 : 10 nV 抵抗測定分解能 : $1 \mu \Omega$	アドバンテスト製			機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	デジタルマルチメータ	直流電圧範囲 : 200 mV~1 kV 抵抗範囲 : 200 $\Omega$ ~200 M $\Omega$ 温度測定	アドバンテスト製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	デジタル温度計	温度測定分解能 : 0.1 $^{\circ}$ C 直流電圧測定分解能 : $1 \mu$ V 抵抗測定分解能 : 10 m $\Omega$	アドバンテスト製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	デバイス特性測定 システム	ウエハ状態で幅広い電氣的特性の 評価が高精度で可能			経験者 (要受講)	電子デバイス (岩田直高)	—
物性測定	半導体パラメータ測定装置	アジレント4156Cおよび最大で $\pm 200$ Vの電圧を印 加できる高電圧オプション付き	利用後、効果報告 要		要受講	マイクロエレクトロニクス (佐々木実)	65
物性測定	プログラム電源	直流電圧 : 0~ $\pm 11.999$ V 直流電流 : 0~119.99 mA	アドバンテスト製			機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	ベクトルシグナル アナライザ					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
物性測定	ホール係数測定装置	Van der Pauw法、DC&AC磁場での測定可、 温度 : 4.2~400K			要受講	半導体 (小島信晃)	66
物性測定	ホール効果測定装置	温度 : 室温、77K磁場 : ~1T			要受講	電子デバイス (岩田直高)	66
物性測定	マイクロプローバー 室温電気抵抗測定装置	自作装置直流電流 (ADCMT6144) : 0.001 mA ~ 220 mA 電圧計 (6.5桁マルチメータ) : 0.0001 mV ~ 1000 V			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	67
物性測定	マイクロ波光源および 信号検出装置					フロンティア材料 (齋藤和也)	—
物性測定	ライフタイム測定装置	QSS-u-pCD(ライフタイム測定) Ultimate-SPV (ウエハ厚4倍までの拡散長測定)			要受講	半導体 (大下祥雄)	67
物性測定	広帯域オシロスコープ					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
物性測定	高感度光子計測装置					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
物性測定	電圧源内臓ピコアンメータ	電流測定範囲 : 2 nA~20 mA 抵抗範囲 : 200 $\mu$ V~505 V 分解能 : 1 nA	ケースレーインズ ツルメント製		要相談	機能セラミックス (荒川修一)	—
物性測定	電気化学アナライザ				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—

## 2-5. 化学的性質および量子物性計測

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
元素分析	全自動元素分析装置	炭素、水素、窒素の定量分析			要相談	触媒有機化学 (本山幸弘)	68
元素分析	マイクロ波プラズマ原子 発光分光分析装置 (MP-AES)	微量元素の定量分析	(要)電波法届出		要相談	触媒有機化学 (本山幸弘)	68
熱分析	熱重量示差熱分析計 (TG-DTA)	温度範囲 : 1000°Cまで流通ガス : He	Shimazu製		要相談	熱工機-工学 (武野計二)	69
熱分析	レーザーフラッシュ 熱伝導度測定装置	NETZSCH LFA 457 測定温度範囲: -125°C~1100°C 対応する試料の形状: 直径 6, 8, 10, 12.7, 25.4 mm, (もしくは 6, 8, 10 mm角) 厚さ 0.1 ~ 6.0 mm	-125°C~1100°Cの 温度範囲で 非接触測定が 可能		要相談	工機-材料 (竹内恒博)	69
熱分析	高温型示差走査熱量計					機能セミックス (荒川修一)	—
熱分析	黒体炉	高温固体表面のふく射物性の計測 (800°C~1200°C)	高温域比較黒 体炉仕様		要相談	熱工機-工学 (武野計二、 高野孝義)	—
熱分析	差動型示差熱天秤	Rigaku TG8121 測定温度域: 室温~1100°C 最大測定試料量: 1g 測定雰囲気: 大気、不活性ガス、真空			要相談	工機-材料 (竹内恒博)	70
熱分析	断熱熱量計	改良燃研式熱量計液体・ 固体試料の発熱量計測			要相談	熱工機-工学 (武野計二、 高野孝義)	—
熱分析	熱拡散率測定装置	固体材料の熱拡散率の計測 (室温~1000°C)	ステップ加熱法		要相談	熱工機-工学 (武野計二、 高野孝義)	—
熱分析	熱重量測定装置	加熱過程における熱分解の様子の追跡 (5~ 1200°C)			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
熱分析	示差走査熱量計 (電気冷凍 機)	低温-90°Cから500°Cまで可能			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
熱分析	熱重量測定装置 (オートサンダー機 構)				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
熱分析	熱機械分析装置	試料の熱膨張測定用 (-150~1000°C)			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
質量分析	ガスクロマトグラフ 質量分析計(GCMS)	カラム : MICROPACKED ST キャリアガス : He, CH4	Shimazu製		要相談	熱工機-工学 (武野計二)	70
化学材料合成 バイオ調整	示差走査熱量計				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
構造解析	SEC一式 送液ユニット	クロロホルム、DMF (1mM LiBr) のみ			要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
形状計測	顕微鏡画像高速取得システム (対物)				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
ESR, NMR	核磁気共鳴装置 (NMR)	溶液・固体測定			要相談	触媒有機化学 (本山幸弘)	71

## 2-6. その他

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
光検出	高速ゲート付ICCDカメラ	イメージインテンシファイア最短5nsゲート	浜松ホトニクス社		要相談	流体力学 (半田太郎)	—
光検出	高速度カメラ	最高撮影速度160,000fps	Photron製カラー		要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	—
光検出	高速度カメラ	最高撮影速度30,000fps	Nac製モノクロ		要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	—
光検出	赤外線サーモグラフィー	解像度：55 $\mu$ m, 30f/s	日本7 $\theta$ オニクス製		要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	—
熱分析	高感度示差操作熱量計	Rigaku DSC8231 測定温度範囲：室温～750 $^{\circ}$ C 最大測定レンジ： $\pm$ 100 mW 測定雰囲気：大気、不活性ガス			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	72
熱分析	サーモリフレクタンス 法熱拡散率測定装置	ピコサーム nano-TR ポンプレーザー：パルス幅1ns, 波長1550nm, ビーム径100 $\mu$ m プローブレーザー：パルス幅連続, 波長785nm, ビーム径50 $\mu$ m	熱拡散率測定 -100 $^{\circ}$ C～300 $^{\circ}$ Cの 測定可能		要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	72
熱分析	示差走査熱量計	1500 $^{\circ}$ CまでのDSC			経験者限	光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
熱分析	示差熱天秤	1500 $^{\circ}$ CまでのTG, DTA同時測定			経験者限	光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
熱分析	超音波バルサー/レーザー	オリンパス 5072PR 35MHzまでの広帯域スパイク波	音速の決定 縦波、横波の発生		要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	73
熱分析	熱機械分析装置	1500 $^{\circ}$ CまでのTMA測定			経験者限	光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	73
形状計測	表面粗さ測定機		実習・演習用			創造性開発工房	—
形状	真密度評価： 真密度評価装置	Microtrac BELガス置換法			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	—
形状	変位振動測定装置	ツインマーージャパン製Model 100H				機械創成 (古谷克司)	—
表面形状	屈折率膜厚測定装置					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
物性測定	微小強度評価試験機マイクロ オートグラフ				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
物性測定	ダイナミック超微小硬度計				要相談	高分子化学 (小門憲太)	—
その他	分析天秤	メトラートレド XS205 最大秤量：81g/ 220g 最小表示：0.01mg/ 0.1mg			要相談	エネルギー材料 (竹内恒博)	74
その他	小型加振機システム	加振力：489.3N、振幅：25.4mm 上限周波数：6.5KHz			要相談	設計工学 (小林正和)	74
その他	触力覚デバイス					固体力学 (下田昌利、 椎原良典)	—

### Ⅲ. 複合機能・特殊機能装置

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
現象可視化 ・測定	高速シュリーレン装置	衝撃波、火炎観察			要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	75
現象可視化 ・測定	2次元PIV計測システム	速度分布（ベクトル）計測			要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	75
現象可視化 ・測定	高速度ビデオカメラ	フォトロン製FASTCAM mini AX50 2,000fps: 1024×1024画素, 170,000fps: 128×16画素 モノクロ12bit, メモリ: 8GB シャッター1.05μs Fマウント210mm相当ズームレンズ, Cマウント			要相談	機械創成 (古谷克司)	76
その他	構造・材料試験設備					固体力学 (下田昌利、 椎原良典)	—
その他	外骨型パワーアシスト ロボット（下肢）					制御システム (川西通裕)	—
その他	モーションキャプチャ					制御システム (川西通裕)	—
その他	直立4足歩行パワー アシストロボット					制御システム (川西通裕)	—

### Ⅳ. 計算機およびソフトウェア（物性解析・設計・制御用）

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
ソフト	ANSYSソフト（および計算機）	構造解析と数値流体力学CFD（永久ライセンス）	利用後、操作報告 要		要相談	マイクロメトロクス (佐々木実)	—
計算機	並列演算クラスター サーバ					光機能物質 (大石泰文、 鈴木健伸)	—
その他	モーションキャプチャ	Optitrack Flex13 (1.3MP, 120fps) x 16台			要相談	知能情報メディア (浮田宗伯)	—

### Ⅴ. 物理化学分析

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
物性測定	減圧環境における熱物性計測	真空チャンバー、面圧変化、加熱/冷却			要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	77
物性測定	高精度温度センサー較正装置	温度コントローラ、白金標準温度計	チノ一製		要相談	熱エネルギー工学 (武野計二)	77
その他	電子比重計				要相談	岡本正巳 特任准教授	—

### Ⅵ. 化学分析

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
その他	クラスタ計算機					制御システム (川西通裕)	—



## VII. ライフサイエンス

分類	装置名	主要な機能や仕様	その他 特記事項	ARIM 登録装置	利用 条件	担当者 研究室名	詳細情報 (ページ)
化学材料合成 ・バイオ調整	CO2 インキュベーター SCA-165DS				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	Co2インキュベーター マルチガスタイプ				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	DNA/RNA分析用マイクロチップ 電気泳動装置 SHIMADZU MultiNA				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	ゼータサイザー Malvern ZS				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	全自動元素分析装置				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	超微量分光光度計				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	テーブルトップ遠心機 KUBOTA 4000				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	バイオクリーンベンチ Astec AH 130				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	プレート専用遠心機 KUBOTA Platespin II				要相談	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	フローサイトメーター Thermo Fisher Scientific Attune Nx1				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	マイクロプレートリーダー Thermo Fisher Scientific Multiskan GO				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	リアルタイム PCRシステム				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	蛍光顕微鏡 Thermo Fisher Scientific EVOS FL auto オンステージCO2 インキュベーター				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	超遠心機				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	低温インキュベーター FMU-1331				要相談	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	凍結乾燥機 FDU-2200				要相談	岡本正巳 特任准教授	—
化学材料合成 ・バイオ調整	培養倒立顕微鏡 ECLIPSE TS100				経験者限	岡本正巳 特任准教授	—
その他	脳波測定器	脳波の測定同時測定チャンネル数：2			要相談	設計工学 (小林正和)	78
その他	全頭測定型functional NIRS装置	脳のそれほど深くない部分における 各部の血液量変化を測定 全頭測定可能 同時測定チャンネル数：17			要相談	設計工学 (小林正和)	78
その他	パワーマックスV3コネク	脚のパワーを測定することができる				健康体力 (吉村真美)	—
その他	マルチジャンプテストII	マットの上でジャンプすることで 跳躍高、滞空時間等が測定できる				健康体力 (吉村真美)	—
その他	ワイヤレス光電管	ゲート間のスプリントタイムを 測定することができる				健康体力 (吉村真美)	—

# 2. 研究設備・装置の概要

## —機能・仕様・利用方法等—

掲載した研究設備・装置のリスト及び記載ページにつきましては、  
「1. 研究設備・装置一覧」(p.5 ~p.20 )をご参照ください。

ロゴマーク



を付した装置をご利用の際は、

マテリアルリサーチインフラ (ARIM) 事業の支援が受けられます。

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-1. 機械加工・研磨・5D成形など

### 切削RPマシン

### 3D Milling Machine



キーワード	切削加工
特長	コンピュータ制御の小型切削機
機能・仕様	メーカー・型式 : Roland MDX-540 テーブルサイズ : 550mm × 420mm
利用方法	・条件付きで利用可、要相談 ・CADデータ(STLファイル)を直接読み込み、加工が可能 ・加工可能な材料: 木材、樹脂
使用例	■ 木材や樹脂の切削加工
責任者 (連絡先)	設計工学研究室 小林正和 准教授 e-mail : kobayashi@toyota-ti.ac.jp

### ダイシング装置

### Dicing Saw



キーワード	ダイシング ダイヤモンドブレード カット 切断
特長	・6インチまでのウェハを1mm□~にダイシング可能 (板厚は2mm程度以下) ・ウェハ材質 シリコン、ガラス、サファイア、GaN等
機能・仕様	メーカー・型式: 岡本工作機械製作所・ADM-6D 6インチテーブル(切断範囲: ~150mm) 回転数: 400-40000rpm
利用方法	・6インチ用フラットリングにカットする試料をダイシングテープで固定・貼付け、高速回転するダイシングブレード(外周刃)により、水をかけながらダイシング ・カットした試料の取り外しは、紫外線照射して、粘着性を落として行う
使用例	熱酸化した3インチSiウェハを10mm□にダイシング 10mm□の試料片を1mm□にダイシング サファイア基板を5mm□にダイシング
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail : clean_room@toyota-ti.ac.jp



# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-1. 機械加工・研磨・5D成形など

### 試料切断機

### Low Speed Sample Cutter



キーワード	ダイヤモンドブレード カット 切断
特長	マイクロメーターステージによるスライスが可能
機能・仕様	メーカー・型式：(株)マルトー Micro cutter MC-201N ダイヤモンドカッター 最高回転数 300 rpm 速度調整可能 試料送りはギア送りまたはバランスウエイト方式
利用方法	・2-3cm大程度の材料をステージに樹脂(アドフィックス等)で固定し使用 ・冷媒(精製水等)を必ず用いること
使用例	■アーク溶解後のインゴットのスライス ■アルミナ等の切断
責任者(連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

### 研磨装置、グルーピング装置

### Polishing Machine, Groover



キーワード	研磨 ポリッシュ ラッピング グルーピング 拡散深さ
特長	研磨装置：試料表面・断面の研磨 グルーピング装置：拡散深さ測定のためのボウル研磨
機能・仕様	メーカー・型式 研磨装置：ビューラー社・METASERV 2000 グルーピング装置：SIGNATONE・Model1100
利用方法	・研磨装置 研磨紙やバフによる試料表面研磨および薄肉化 ・グルーピング装置 拡散深さを測定するためのお椀状の窪みを、円板状の研磨具により、試料表面に形成
使用例	■研磨装置 試料表面の鏡面研磨や試料片の薄肉化 ■グルーピング装置 グルーピング装置で試料表面近傍にお椀状の窪みを形成した後、p層とn層を観察しやすいようにステインエッチングで色の濃淡差を付け、金属顕微鏡などの表面画像で計測した値によりp-n接合深さを算出
責任者(連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

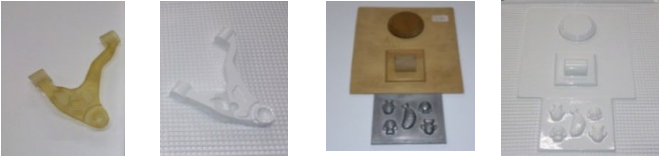
# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-1. 機械加工・研磨・5D成形など

### 真空成形機

### Vacuum Forming Machine



キーワード	樹脂 (PVC, ポリカ、ABS、PET等) の薄板成形
特長	樹脂性の薄板材料 (2mm程度まで) の成形 (試作)
機能・仕様	フォーミング480 300mm * 300mmの成形
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材料持参</li> <li>・簡単な講習後、依頼者による成形</li> </ul>
使用例	<p>■PETの成形例</p>  <p style="text-align: center;">型                  成形品                  型                  成形品</p>
責任者 (連絡先)	固体力学研究室 下田昌利 教授 e-mail: shimoda@toyota-ti.ac.jp

### 積層造型機

### Layered Manufacturing Machine



キーワード	STL、ABS樹脂、Rapid Prototyping、積層造形
特長	STLデータからの3次元造形 (試作)
機能・仕様	メーカー・型式 : Dimension製BST1200es ABS樹脂による造形
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材料費必要 (大きさによるが、1から10万円程度)</li> <li>・エラーのないSTLデータを準備して頂き、当方担当者がエラーのないことを確認後、設定を行い、造形開始</li> </ul>
使用例	<p>■造形例</p>  <p style="text-align: center;">造形用STLデータ                  造形品</p>
責任者 (連絡先)	固体力学研究室 下田昌利 教授 e-mail: shimoda@toyota-ti.ac.jp




# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-1. 機械加工・研磨・5D成形など

### 油圧プレス

### Oil Hydraulic Press



キーワード	プレス機、静水圧
特長	1軸加圧、静水圧加圧が可能
機能・仕様	メーカー・型式：Riken MD2-150 10tまで加圧可能
利用方法	粉末試料を1軸加圧ではダイスに、静水圧加圧では細長い風船等に詰め、圧粉
使用例	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 円板状圧粉体の作製(1軸加圧)</li><li>■ 細長いロッド状圧粉体の作製(静水圧プレス)</li></ul> 
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp



## 2020竣工 新キャンパス

←株式会社豊田中央研究所の跡地及び諸施設を活用し、1981年に開学した。

2014年よりリニューアル工事に掛かり、2020年度に完成した。「次世代国際産業リーダー」と、「選択・集中した分野で世界トップの研究成果」を生む、実学を重視した未来型理工系キャンパスをコンセプトとしている。

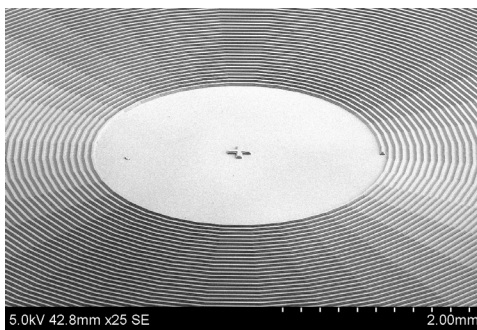


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### Deep Reactive Ion Etching装置 (Boschプロセス)

### Deep Reactive Ion Etcher



渦巻状の溝

キーワード	Siの垂直エッチング、サイクルエッチング
特長	デポジションとエッチングのサイクルを繰り返しながら、側壁保護をしつつシリコンを垂直に掘り進める(Boschプロセス)。
機能・仕様	メーカー・型式 : 住友精密工業 Multiplex-ASE-SRE-SE φ3(or 4) インチ シリコン用(金属剥き出しサンプル、金のように揮発性が低い金属は含まれているだけで導入禁止)
利用方法	・サンプル固定は、メカニカルクランプ方式なので、薄いウェハの場合は、保持用の貼り付けウェハを利用する。 ・オリジナルなレシピを導入するには要相談。垂直性を重視して、デポジションを多くする際には、真空ポンプにダメージを与える粉が発生し難いよう検討。また、プラテンパワーは僅か5W増やすだけで、サンプルへのイオン衝撃が増えてマスク材の選択比を下げるので、注意が必要。
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Silicon on Insulatorウェハを加工した断熱性の高い低消費電力型マイクロヒータ</li> <li>■ 光ファイバ用アライメントガイド</li> <li>■ ガスおよび液体用マイクロ流路</li> <li>■ 超伝導材料埋め込み用多段溝</li> </ul>
責任者(連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp

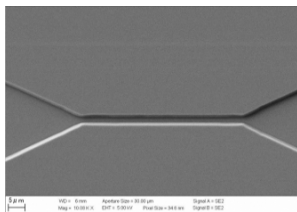


### Reactive Ion Etching 装置(非Boschプロセス)

### Reactive Ion Etcher



Si基板に形成したマイクロ流路中心部(幅2μm、深さ0.5μm)



キーワード	リアクティブイオンエッチング ドライエッチング 異方性エッチング
特長	・シリコン、SiO <sub>2</sub> 、石英ガラスのエッチング ・フォトリソグラフィと組み合わせると、任意形状のエッチングが可能(深さ方向に対しては、マスク材と基板材料エッチングの選択比を考慮する必要がある)
機能・仕様	メーカー・型式 : RIE-10NR (SAMCO製) 最大基板サイズ : φ6inch ウェハ 反応ガス : CF <sub>4</sub> , SF <sub>6</sub> , CHF <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> 基板冷却 : 水冷
利用方法	・必要に応じてマスク材を選定して、パターニングを実施しておく ・プログラムによる自動実行、あるいは手動実行可能 ・使用前にはO <sub>2</sub> アッシングを実施して、常にクリーンな状態で装置を使用すること
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ この装置は、反応性ガス(SF<sub>6</sub>, CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>)を高周波電界中で活性化し、これにより生じたラジカルイオンをエッチング用粒子として使用して材料表面を削るもの</li> <li>■ 基板に高周波電圧を印加する方式により、加速されたイオンが基板に対して垂直方向に入射してエッチングを進めるのでパターンの微細化に有効</li> <li>■ φ6インチウェハまで対応が可能</li> </ul>
責任者(連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### ドライエッチング装置

### Dry Etching Equipment



キーワード	ドライエッチング 塩素( $\text{Cl}_2$ )ガス 三塩化ホウ素( $\text{BCl}_3$ )ガス 窒化ガリウム(GaN)
特長	塩素系ガスを用いてGaN系結晶の精密なエッチング加工が可能
機能・仕様	メーカー・型式 : サムコ(株)・RIE-101iPH 誘導結合方式(Inductively Coupled Plasma)を採用したドライエッチング装置、ロードロック室付き
利用方法	要受講
使用例	■ GaNデバイスの素子分離 ■ GaN高電子移動度トランジスタの精密加工
責任者 (連絡先)	電子デバイス研究室 岩田直高 教授 e-mail : iwata@toyota-ti.ac.jp

### UVオゾン洗浄装置

### UV Ozone Cleaner



キーワード	基板洗浄 紫外線 オゾン ドライクリーニング
特長	基板上有機汚染物質を紫外線とオゾンの作用により除去
機能・仕様	・メーカー・型式 : フィルジェン(株)製 UV253H ・光源 低圧水銀ランプ(185 nm、254 nm) ・オゾン分解処理機能付、加熱機構なし
利用方法	紫外線照射時間 5分間程度、オゾン排気時間 10分間程度が標準
使用例	■ $\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板のドライクリーニング ■ $\text{SrTiO}_3$ 基板のドライクリーニング
責任者 (連絡先)	柳瀬明久 特任准教授 e-mail : ayanase@toyota-ti.ac.jp



# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### イオン注入装置

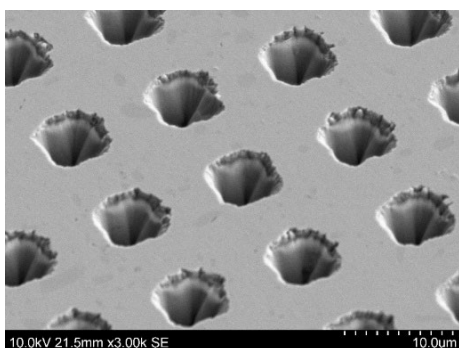
### Ion Implantater



キーワード	加速電圧 ドーズ量 イオン種 打ち込み深さ
特長	イオン化した原子あるいは分子を高電圧で加速して物質に当てることにより、加速電圧に応じた深さまでイオンを侵入させることが可能。また、イオンの数を計測しながら打ち込むことができ、不純物濃厚分布の精密な制御が可能。熱拡散法とともにイオン導入法として極めて重要な技術である。
機能・仕様	加速電圧: 最大200kV イオン打ち込み: 数十~100 $\mu$ A 可能打ち込みイオン種およびイオン電流: P <sup>+</sup> , B <sup>+</sup> 中電流
利用方法	事前にフォトリソグラフィなどでパターンを形成し、ウェハ内の任意の場所にPN接合を形成する。特にLSIの高集積化に伴って重要性が増している。
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェハに打ち込まれるイオンの数を数えながら打ち込み、導入量を正確に制御する。</li> <li>・ウェハ全面でむらなくイオンを打ち込む。</li> <li>・加速電圧でイオンの打ち込み深さを調整する。特に浅いPN接合の形成に有効。</li> <li>・シリコンの表面に形成されている薄い酸化膜を通して、その内部にイオンを打ち込むなど。</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

### イオンミリング装置

### Ion milling



幅7.5  $\mu$ m, 深さ6.7 $\mu$ mの穴アレイを加工した工具鋼SKD11

キーワード	膜加工・エッチング、プラズマエッチング
特長	材料制限は少ない。 100nm前後の薄膜のエッチングに適する。
機能・仕様	<p>メーカー・型式: 日立ハイテクフィールディング 加工材料: 一般的な金属 加工領域: <math>\phi</math>3"の範囲がユニフォミティー様 加工速度の目安: 加速電圧: 500V、減速電圧: -200V、電流: 60mA(実働時59mA)、入射角: 15° (実働時13-15°) Alスパッタ膜のミリングレート: 5.7-6.25nm/min 加速電圧: 500V、減速電圧: -200V、電流: 60mA、入射角: 5°、合成石英ブランクマスク(クリーンサアフェイス技術社)のミリングレート: 10.75nm/min</p>
利用方法	要相談。 操作方法は教えます。
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 蒸着金属(磁性材料など)のパターン状エッチング</li> <li>■ 工具鋼SKD11のエッチング</li> <li>■ 表面分析用の加工変質層を除去する前処理</li> </ul>
責任者 (連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp

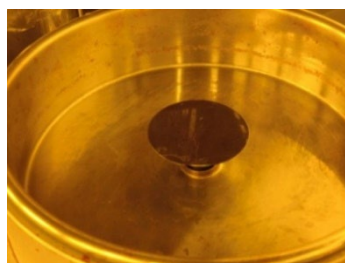
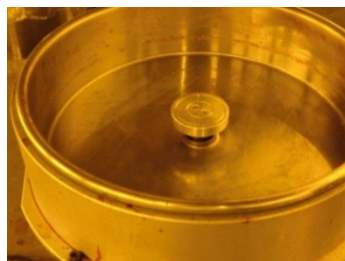
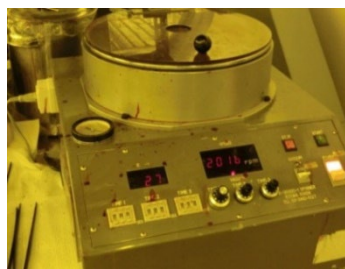


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### スピナー

### Spin Coater



キーワード	レジスト塗布 レジスト膜厚 ポジレジスト ネガレジスト
特長	試料表面上にフォトリソグランドをスピコートし、均一な薄膜を形成
機能・仕様	メーカー・型式 : 共和理研・K-359SD-1 SPINNER 回転数 : 200-6000rpm ステップ : プログラマブル3ステップ 試料サイズ : 約10mm~約150mm□
利用方法	試料サイズに適したステージをセットし、その上に試料を載せ、レジストなどを塗布後、試料を回転し、均一で薄い膜を形成
使用例	約10mm□~150mm□の試料表面にフォトリソグランドやPBF等の塗布拡散液の薄膜層を形成する
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail : clean_room@toyota-ti.ac.jp

### スピナー

### Spin Coater



キーワード	スピナーティング 高分子薄膜
特長	高分子薄膜などの作製
機能・仕様	・メーカー・型式 : (株)アクティブ製 ACT-300A II ・回転速度 : 30~5000 rpm ・プログラム可能、安全カバー付 ・アルミ製試料台(真空チャック外径φ9とφ50)
利用方法	・平坦な基板上に高分子溶液などを塗布し、高速回転させて遠心力によって薄膜化する ・ドラフトチェンバー内に設置しているため、有機溶媒の排気が可能
使用例	■基板上へのポリスチレン薄膜の作製 ■基板上へのシリカ粒子単層構造の作製
責任者 (連絡先)	柳瀬明久 特任准教授 e-mail : ayanase@toyota-ti.ac.jp

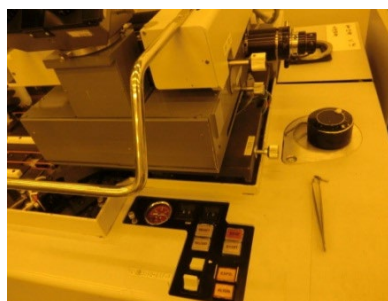


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### マスクアライナー装置(キャノン)

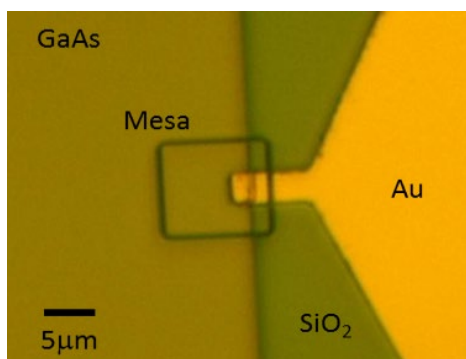
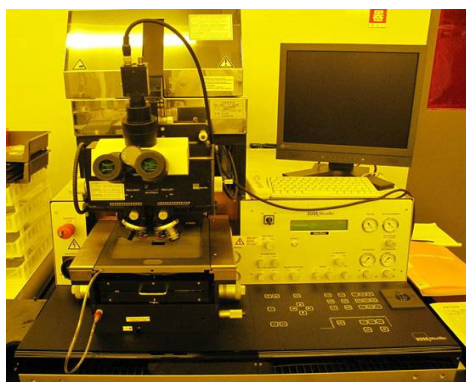
### Mask Aligner



キーワード	i線 g線 h線 露光 マスク合わせ 解像度フォトリソ
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用者が使用する多様な寸法の基板に対応可能 (MAX3<sup>φ</sup>)</li> <li>・また、本アライナーで製作した基板上の位置決めパターンを利用して、電子ビーム露光装置による微細パターンと組み合わせることも可能</li> <li>・そのことにより、パターン全体の描画時間の短縮や、各種パターン要素の組み合わせによる効率的な研究を進めることも可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式:キャノン・PLA-501F プロキシミティ露光、コンタクト露光可能、多重露光可能
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェハ厚は最大1mm程度まで可能</li> <li>・ポジレジスト、ネガレジスト対応可能</li> </ul>
使用例	<p>i線、h線、g線を用いた露光装置です マスク寸法は4"×102mm□、基板寸法は3"<sup>φ</sup>専用 露光最小線幅は2μm、位置決め精度は2μmです 研究用に下記仕様を所有しています。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①マスク寸法102mm□、基板寸法3"用アライナー</li> <li>②プロキシミティギャップ量可変(0~48μm)</li> <li>③多重露光60秒×任意回数</li> </ol>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

### マスクアライナー装置(ズース)

### Mask Aliner



キーワード	フォトリソグラフィ マスクアライナ 露光
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フォトリソグラフィによる微細加工</li> <li>・エッチングや金属電極形成のためのレジストパターンニング</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式:ズースマイクロテック社製 解像度:0.75μm アライメント精度:±0.5μm
利用方法	要受講
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ホール素子(メサエッチング、電極蒸着)</li> <li>■光検出素子(メサエッチング、電極・絶縁膜蒸着)</li> <li>■MEMSの各種プロセス</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



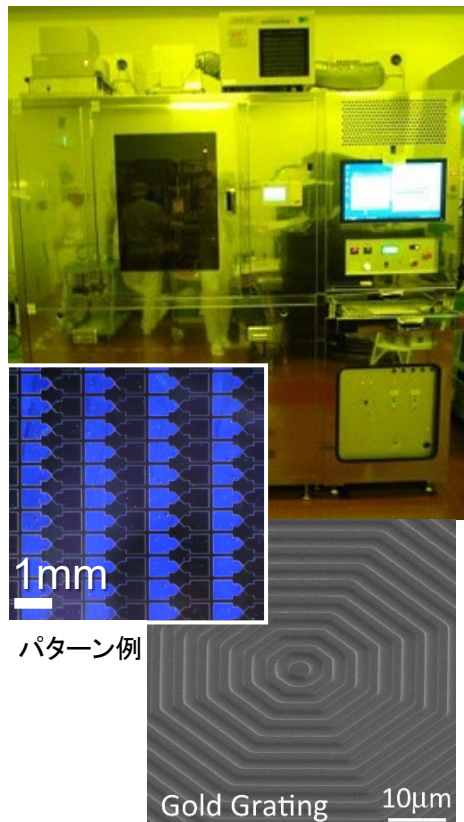
光検出素子

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### マスクレス露光装置

### Maskless Lithography System

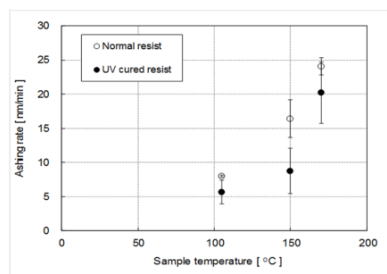
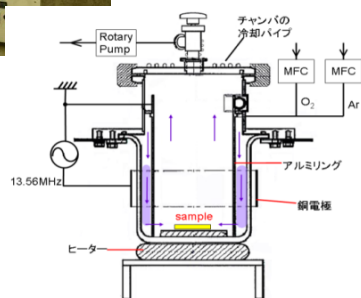


キーワード	マスクレス、デジタルマイクロミラー、ポイントアレイ
特長	パターン転写可能な最小線幅は2μm程度(xやy軸に沿った直線であれば1.6μm程度)で、データ分解能は0.122μm程度です(2μm程度の線幅を2.1μm程度に太く設計可能)。
機能・仕様	メーカー・型式：(株)大日本科研 MX-1204 φ4インチにポジ型フォトレジストに、2μm幅のラインアンドスペースを全面(外周3mm除く)に描いたときに、描画時間が30分程度。露光パターン幅のバラツキが100nm(1σ)以下
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埃が精密xyステージにかむと故障します。サンプルの清浄度向上が必要。</li> <li>・パターンニング1回のみであれば、マスク代を節約してデジタルデータにて微細パターンを形成が可能。</li> <li>・2回目以降のパターンニングにおける、アライメントもマスクレスで可能ですが、習熟度が必要で10μm弱の位置ずれが残ることがあるので、急ぐときは本装置でガラスマスクを作ってアライナを利用することを勧める。このとき表裏の関係が生じるため、データのミラーリングの必要性は確認した方がよい。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Crのナノギャップ電極(パターンニング2回が必要)</li> <li>■金格子</li> </ul>
責任者(連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

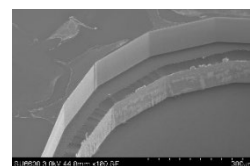


### レジスト処理(アッシング)装置

### Plasma Asher



キーワード	アッシング 有機物除去
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機物除去による表面クリーニング</li> <li>・最大4インチウエハまで入る</li> </ul>
機能・仕様	ある程度の温度制御をしながらの有機物除去 サンプルに紫外線が照射され難いバレル型
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウエハをチャンバ内に置いて酸素プラズマを照射する</li> <li>・例えばPDMS膜を密着貼り付けする前の表面クリーニング</li> <li>・CF<sub>4</sub>ガスによるデポ膜成長やSiのプラズマエッチング</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■微細加工プロセス中における僅かに残ったレジスト残差の除去</li> <li>■ガラス転移温度前後の温度制御を利用した選択的なレジスト除去</li> </ul> <p>クリーンルームにあるDeep RIEとの組合せでは、レジスト材料のみで多段の構造が製作できる。(研究室独自の技術)</p>
責任者(連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp

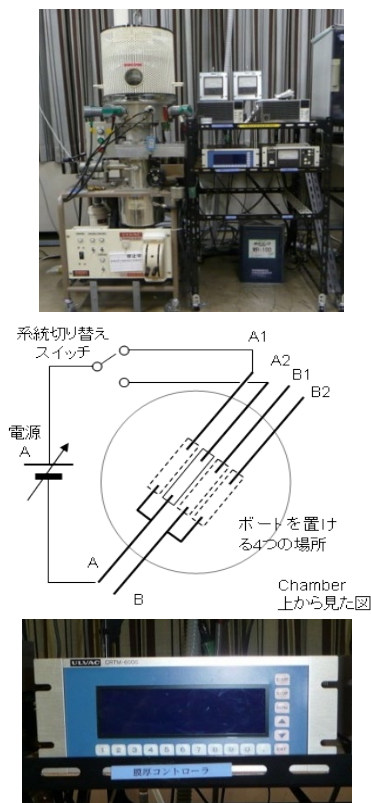


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 4源蒸着装置

### 4-Source Thermal Evaporation Machine



キーワード	蒸着 4源 Ar雰囲気での微粒子蒸着
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較的低温で蒸気圧が上がる金属類(Al, Cu, Cr, Auなど)の蒸着</li> <li>・斜め蒸着にも対応</li> <li>・目安となる膜厚コントローラ付き</li> </ul>
機能・仕様	10 <sup>-3</sup> Pa程度にディフュージョンポンプにて真空引きし蒸着。同時に2種の蒸着源を加熱可能。
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェハをチャンバ内に置いて金属を蒸着</li> <li>・ウェハを斜め置きして、特定壁面に金属を蒸着</li> <li>・蒸着時にArガスで高圧にし、AlやCuのナノ粒子を蒸着</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alなどの全面蒸着、斜め蒸着</li> <li>■ 表面プラズモンを励起するためのAu付き格子の製作</li> <li>■ 反射防止Cu膜の蒸着</li> </ul>
責任者(連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp

### 電子ビーム(金属)蒸着装置

### Electron-beam (Metal) Evaporation System



キーワード	蒸着 真空蒸着 EB 電子ビーム加熱 アルミニウム
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Al, Ti, Cr, Feなどの金属膜以外に、SiO<sub>2</sub>などの絶縁物も成膜可能(但し、Au成膜は不可)</li> <li>・多層膜成膜(4層まで可能:例えば、Ti/Niの2層膜を同一真空中で形成可能)</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式: ULVAC・EBS-10A 4層まで成膜可能 電圧: -10KVMAX, 電流: 1AMAX
利用方法	坩堝内に成膜材料である純金属粒などを入れ、チャンパー内の真空度を10 <sup>-3</sup> Pa以下にし、電子ビームにより加熱・蒸発させ、対象基板に薄膜を堆積形成
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Si基板のサンプルを半田付けできるように、裏面のSiにTi: 約0.2 μm, Ni: 約0.5 μmを真空中で連続成膜</li> <li>■ 電極用にAL膜: 0.5 μmを成膜</li> </ul>
責任者(連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

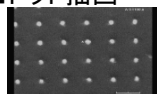
## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 電子ビーム描画装置

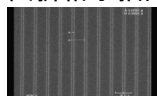
### Electron-Beam Drawer



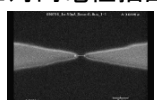
#### ■ドット描画



#### ■回折格子描画



#### ■対向電極描画

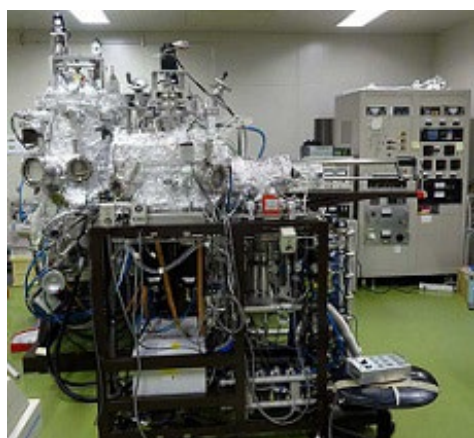


キーワード	電子線描画 ナノ細線 ナノドット つなぎ精度
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・WINDOWS上で取り扱い可能なCADソフトで希望のパターンを設計可能</li> <li>・電子線描画用レジストに、数十nm～数μm程度までの、任意のパターンを描画可能</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式：CABL8200(クレストック製)                  電子銃：TFE(ZrO/W)エミッタ熱電界放射型電子銃                  最小スポット直径：ガウス分布ビーム直径3nm                  描画可能な最小線幅：20nm                  走査方式：ベクター走査、ラスタ走査                  走査領域：最大□1mm                  つなぎ合わせ描画領域：最大□100mm、つなぎ合わせ精度：20nm以下、重ね合わせ精度：20nm以下                  試料寸法：最大□4インチ×4.6mm(高さ)</p>
利用方法	<p>細く絞った電子線を基板表面に照射して微細な加工を施す。その分解能は電子線のビーム径に依存する。電子線をスポット照射させる加工方法である為、加工時間は微細かつ加工領域が大きくなるほど長くなる。試料は最大4インチ基板までセット可能。加工面積は一辺が50μm～1mmの正方形で、描画方式により若干異なるが画素数を4000～60000ドットの範囲内から選択可能。</p>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



### 多機能薄膜作製装置

### Thin Film Fabrication System with Sputtering and/or EB Evaporation



#### 本装置の外観写真

手前がスパッタ室で、その奥がロードロック室。

左奥が電子ビーム蒸着室(RHEED付)で、スパッタ室と電子ビーム蒸着室への基板搬送は真空を破らずに行うことができる。

キーワード	マグネトロンスパッタ、電子ビーム蒸着
特長	超高真空薄膜作製
機能・仕様	<p>メーカー・型式：アルバック製 BC2925(特注装置)                  超高真空仕様。RF2元、DC2元、ターゲット2インチφと電子ビーム蒸着5元を用いた複合試料作製が可能で、真空を破らずにどちらにも基板を搬送することができる。主にスピントロニクス用実験試料作製に用いている。</p> <p>ロードロック室には5種類の基板を収納するマガジンラックがあり、1回の仕込みで5種類の試料を作成できる。</p> <p>また、基板ホルダーには4枚まで基板をセットできるので、最大同一条件の試料を4つ同時に作成することが可能。</p> <p>スパッタ用ターゲットサイズは2インチであるが、基板は公転するだけの仕様なので製膜された試料の比較的均一な膜厚の確保できる範囲は20mm丸以内である。このため基板サイズは20mm角以内が望ましい。</p> <p>使用できるスパッタガスはArとXe。</p>
利用方法	要受講、共同研究が望ましい
使用例	■Si基板、プラスチック基板、ガラス基板上への成膜
責任者 (連絡先)	情報記録工学研究室 栗野博之 教授 e-mail: awano@toyota-ti.ac.jp



# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 抵抗加熱蒸着装置

### Thermal Evaporator



キーワード	蒸着 アルミニウム 薄膜 抵抗加熱 タングステンボート
特長	・Siウエハ上や、Siウエハを酸化した酸化膜上などにアルミニウム薄膜を堆積形成
機能・仕様	メーカー・型式 : ULVAC・EBS-10A 主にアルミニウム薄膜(膜厚: <math>< 1.0 \mu\text{m}</math>)の成膜 Siウエハ(3インチ): 9枚、同時成膜可能(max.9枚/バッチ)
利用方法	洗浄済みのSiウエハを専用ホルダーに装着し、タングステンボート上に純アルミニウム材(ペレット、ワイヤなど)を載せ、真空度: <math>< 2 \times 10^{-3}\text{Pa}</math>の状態、タングステンボートを抵抗加熱し、アルミニウムを蒸発させ、成膜(基板加熱しての成膜不可)
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 専用ホルダーに、3インチSiウエハを9枚装着でき、一回の操作で、同じ膜厚の試料を、一度に9枚作製可能</li> <li>■ 抵抗加熱の電流により成膜速度を制御し、時間により膜厚を調整</li> <li>■ 電極用アルミニウム薄膜の形成</li> </ul>
責任者(連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

### スパッタ(金属、絶縁体)蒸着装置

### Sputtering (Metal/Insulator) Deposition System



キーワード	マグネトロンスパッタ 平行平板 3インチ 逆スパッタ
特長	スパッタリング現象を利用して電子デバイス用薄膜などの機能性材料薄膜を成膜する。3インチマグネロンカソードを3式装備しており、3種類の材料まで成膜が可能。500WのRF電源を装備しているので絶縁物の成膜も可能。4枚まで成膜が可能。
機能・仕様	メーカー・型式 : 芝浦エレテックCFS-4ES 平行平板型、ターゲット現有 (Ti, Al, Cr, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiN, Si)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 試料台にウエハをセットし、真空排気を行なう。反応ガス (Ar, O<sub>2</sub>) を流し、RF電源を印加する。反射波は手動で調整する</li> <li>・ 点火しプラズマ発生させ、膜厚調整は成膜時間で行なう</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Al電極膜、Cr電極膜</li> <li>■ 絶縁膜</li> </ul>
責任者(連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



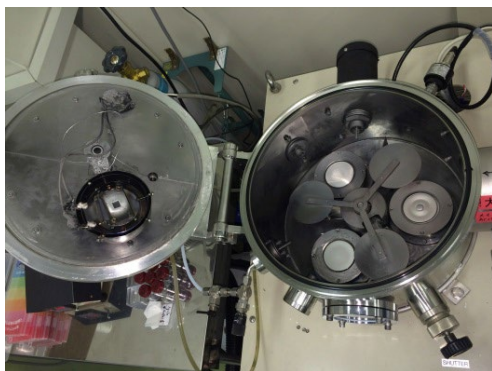
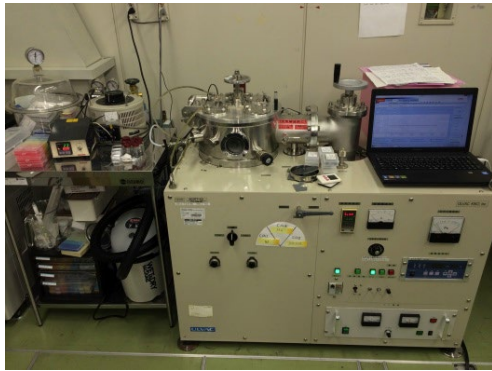


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 高周波マグネトロンスパッタ装置

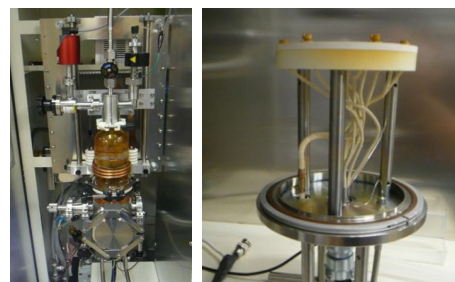
### RF Magnetron Sputtering



キーワード	高周波マグネトロンスパッタ 薄膜試料作成
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スパッターターゲットを3つまで設置でき、多層膜を作成可能</li> <li>・基板温度を最高950°Cまで安定的に制御可能</li> <li>・スパッタガスとしてArを使用</li> <li>・絶縁性薄膜も作製可能</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : アルバック VTR-150M/SRF (SCOTT-C3)</p> <p>3種のターゲットの相互切り替え機能(同時スパッタ不可)</p> <p>ターボ分子ポンプによる高真空排気</p> <p>スパッタガス: Ar</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的材料からなる合金あるいは焼結ターゲット (φ2inch×t3)要持参。</li> <li>・□10mmの基板要持参。より大きなサイズの基板の使用も可能だが、蒸着範囲は□10mmに制限されます。</li> <li>・薄膜試料作成は装置管理者指導の下、共同研究として行う。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 薄膜熱電材料の作製</li> <li>■ 多層膜試料の作製</li> </ul>
責任者 (連絡先)	<p>エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授</p> <p>e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp</p>

### プラズマ処理装置

### Plasma Processing Equipment



キーワード	Diamond Like Carbon成膜
特長	プラズマ照射による表面処理
機能・仕様	10 <sup>-3</sup> Pa程度にターボ分子ポンプにて真空引きし、プラズマCVDの原理によりDiamond Like Carbonを成膜する。
利用方法	要相談
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SiウエハなどにDiamond Like Carbonを成膜する</li> </ul>
責任者 (連絡先)	<p>マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授</p> <p>e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp</p>

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 分子線エピタキシー装置

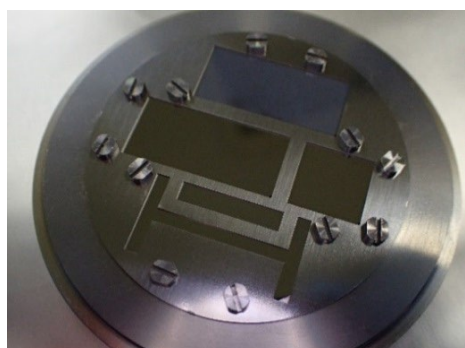
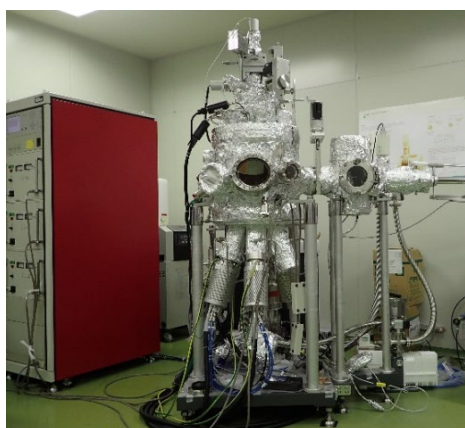
### Molecular Beam Epitaxy (MBE)



キーワード	量子構造、AlInGaAs
特長	固体ソースの分子線エピタキシー(MBE)装置 Al, In, Ga, As, Si, Be(K-cell)と、As(Valved cracker cell) 超高真空一貫装置の一部
機能・仕様	メーカー・型式 : エイコー社製 AlInGaAs, Si, Be-dopng, GaAs系
利用方法	・III-V, IV族基板をサンプルホルダーに取付け成長槽に導入 ・MBE経験者には当方が補助し、利用者自ら結晶成長 ・MBE未経験者は依頼により成長も可 (何れも相談の上)
使用例	■ AlGaAs/GaAs系の量子井戸 ■ InGaAs系の量子ドット、量子井戸 ■ 歪格子系太陽電池
責任者 (連絡先)	量子界面物性研究室 神谷格 教授 e-mail: kamiya@toyota-ti.ac.jp

### 分子線エピタキシー装置

### Molecular-Beam Epitaxy System



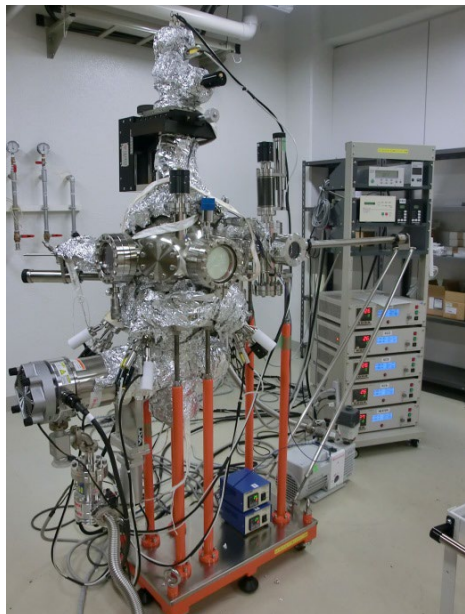
キーワード	薄膜作製, 超格子作製
特長	・Si, Ge, Auの各原料を搭載したEBガン3基を有する ・膜厚コントローラと自動シャッターを搭載しており、プログラムで設定した超格子構造を自動的に成膜可能 (1nm以下の膜厚制御を実現)
機能・仕様	メーカー・型式 : EIKO MBE (成膜室)到達圧力 $10^{-8}$ Pa, 基板寸法 2インチ (EBガン)印加電圧 ~8 kV, 0.5 A
利用方法	・2インチ以下の基板をホルダに取り付け、ロードロックチャンバー経由でメインチャンバーに輸送 ・EBガンもしくはKセルで各原料を加熱 ・成膜レートはコントローラを用いて手動で調整、各層で目標膜厚に達すると自動でシャッターが閉じ、成膜が終了 ・基本的に、代行あるいは共同研究でのみ提供。
使用例	■ Si/Ge/Au系超格子薄膜(各層1nm以下)の成膜
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 分子線エピタキシー装置

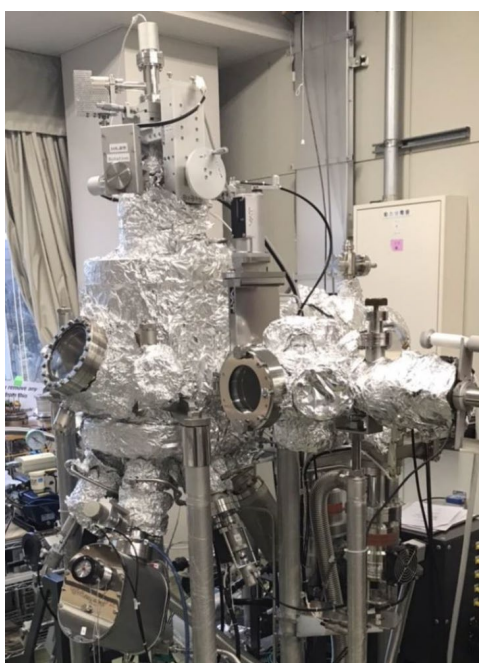
### Molecular-Beam Epitaxy System



キーワード	エピタキシャル薄膜, in-situ光電子分光
特長	<ul style="list-style-type: none"><li>・金属間化合物のエピタキシャル薄膜の作製</li><li>・4つのKセルによる同時蒸着が可能</li><li>・光電子分光装置とin situで接続可能</li></ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : アイリン真空・AV-8115-R ロードロックチャンバー, Kセル×4, 膜厚計, RHEEDを備えている
利用方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・Kセルに原料を仕込んだ後, ベーキングしてから使用可能.</li><li>・ガス導入ラインは備えていない</li></ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 金属間化合物のエピタキシャル薄膜・超格子試料の作製</li><li>■ 角度分解光電子分光測定用試料の作製</li></ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 松波雅治 准教授 e-mail : matunami@toyota-ti.ac.jp

### 分子線エピタキシーおよびパルスレーザー蒸着装置

### Molecular-Beam Epitaxy & Pulse Laser Deposition System



キーワード	エピタキシャル薄膜, カルコゲン化合物対応
特長	<ul style="list-style-type: none"><li>・Ag, Cu, S, Se, Te, BiのKセルによる同時蒸着が可能</li><li>・532eV, 266eVのNd YAGパルスレーザーによるレーザー蒸着(カルコゲン化合物や酸化物にも対応)</li><li>・基板の冷却加熱可能</li></ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : EIKO MBE (成膜室)到達圧力 $10^{-8}$ Pa, 基板寸法 2インチ
利用方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・2インチ以下の基板をホルダに取り付け, ロードロックチャンバー経由でメインチャンバーに輸送</li><li>・Kセルで各原料を加熱あるいはレーザーでターゲットを蒸発させる。</li><li>・代行あるいは共同研究でのみ提供.</li></ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ag, Cuカルコゲナイド化合物薄膜の作製</li></ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail : t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp



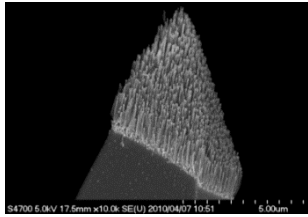
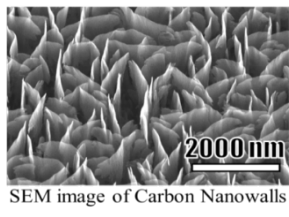
# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### カーボン用プラズマ成膜装置

### Plasma Enhanced CVD Equipment



キーワード	カーボンナノチューブ カーボンナノウォール SPM探針
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配向ナノカーボン(CNT、CNWなど)の成長 (使用例下右図)</li> <li>・シリコンナノロッドの作製</li> <li>・プローブ顕微鏡用高性能CNT探針の作製(使用例下左図)</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : アルバックCN-CVD</p> <p>多チャンネル温度測定、リモートプラズマ(改造)</p> <p>カーボンソースはメタンガス使用</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クリーンルームに設置</li> <li>協力研究(本学ARIMとして申請いただく)</li> <li>・要相談</li> </ul>
使用例	  <p>SEM image of Carbon Nanowalls</p>
責任者 (連絡先)	<p>表面科学研究室 吉村雅満 教授</p> <p>e-mail : yoshi@toyota-ti.ac.jp</p>

### 原子層堆積装置

### Atomic Layer Deposition Apparatus



キーワード	原子層 堆積 薄膜 表面保護膜
特長	<p><math>Al_2O_3</math>, <math>SiO_2</math>, <math>SiN</math>, <math>Ga_2O_3</math>, <math>MgO</math>, <math>ZnO</math>, <math>GaN</math>, <math>AlN</math>などの薄膜形成が可能</p> <p>オゾンまたはプラズマの酸化方式の選択が可能</p>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : Ultratech/Cambridge Nano Tech・Fiji F200</p> <p>小片から8インチ径までの基板に対して成膜が可能</p>
利用方法	要受講
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AlGaN/GaNヘテロ接合トランジスタの表面保護膜形成</li> <li>■ 太陽電池の表面保護膜形成</li> </ul>
責任者 (連絡先)	<p>電子デバイス研究室 岩田直高 教授</p> <p>e-mail : iwata@toyota-ti.ac.jp</p>

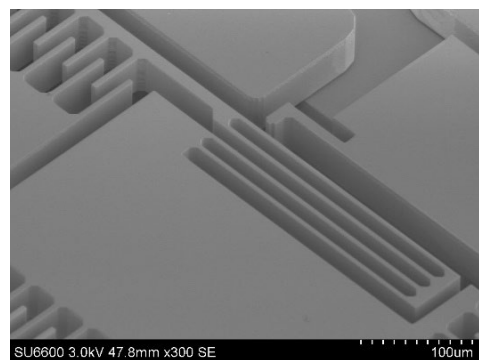


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-2. マイクロ・ナノ構造形成用プロセス

### 気相フッ酸エッチング装置

### Vapor HF Etcher



静電駆動型の振動子

キーワード	シリコン酸化膜、ドライリリース、犠牲層エッチング
特長	フッ酸の蒸気を窒素キャリアガスによって、テフロンチャンパー内に導入し、液滴が発生しないドライ条件でシリコン酸化膜をエッチングする。
機能・仕様	自作(シリコンMEMSの犠牲層SiO <sub>2</sub> エッチング用途) φ3インチまで
利用方法	・薄いフッ酸蒸気を利用するので、エッチング速度は低い。アスペクト比にもよるが、14時間かけて10μmのアンダーエッチングが入る条件例がある。 ・結晶シリコンや多結晶シリコンは、本エッチングをかけても安定に残るが、アモルファス膜やフォトレジスト等は通り抜けて下地のエッチングが進む。
使用例	■ Silicon on InsulatorウエハをDeep RIEで加工した構造による、基板から浮いたマイクロアクチュエータ
責任者(連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp



### 創造性開発性工房 (Eiji工房)



愛称Eiji工房。優れた実習工場を設け、活用することの大切さを説いた、本学創設者初代理事長豊田英二氏の精神を引き継いでいる。



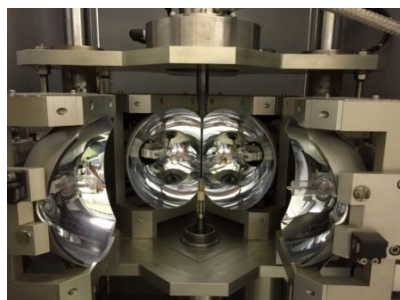


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

### 四楕円型浮遊帯域溶融装置

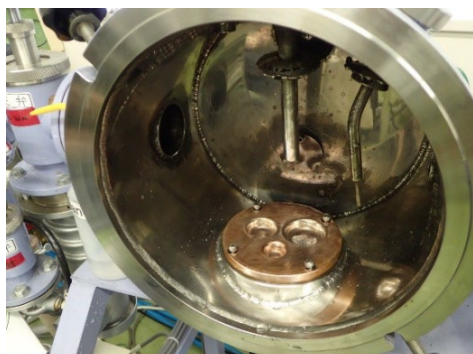
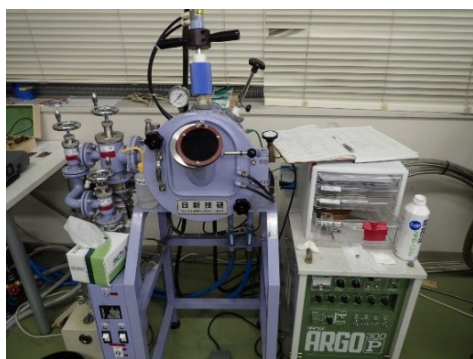
### Floating Zone Furnace



キーワード	単結晶育成、FZ
特長	4つのハロゲンランプの光を1点に集光し、試料の一部を溶融させる。るつぼ等とは非接触で単結晶を育成できる。
機能・仕様	メーカー・型式：クリスタルシステム・FZ-T-4000-H-I-N-S 到達可能温度：約1800℃ 成長可能長さ：10cm 育成雰囲気を選択可能：酸素・アルゴンなど
利用方法	・直径5-7 mm程の棒状の粉末圧粉体を原料とする ・代行あるいは共同研究用として提供
使用例	■超伝導体の単結晶試料作製
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

### 真空アーク溶解装置

### Arc Furnace



キーワード	高融点金属材料の作製
特長	・真空排気後、不活性ガス置換を行い、水冷ハース上でアーク放電により試料を溶解する ・高融点金属の溶融を実現
機能・仕様	メーカー：日新技研 真空系：ロータリーポンプ、油拡散ポンプ 不活性ガス：アルゴン
利用方法	・試料を水冷ハース上に設置し、真空排気後、不活性ガスで置換する ・電極を手動で操作し、試料を溶融 ・試料は、高温で金属伝導を示す必要がある。
使用例	■MnSi系熱電材料母相試料の作製 ■揮発性元素を不活性ガス中で金属容器内に封管する際の溶接作業
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

### シリコン専用の各種熱処理(酸化・拡散)装置一式<縦型拡散炉>

#### Vertical Diffusion Furnace



キーワード	酸化 パイロジェニック ドライ ウェット ドライブイン
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シリコンウェハΦ4インチ以下、および異形状ウェハの酸化雰囲気中での酸化</li> <li>・不純物をデポジットした後のシリコンウェハの、ドライブインおよび熱処理</li> </ul>
機能・仕様	使用ガス: N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> (パイロジェニック酸化可能) 連続最高使用温度: 1100°C ポートエレベータ昇降方式
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・装置に投入するシリコンウェハは、RCA洗浄等所定の薬品にてクリーニングおよびドライ処理をしておくこと</li> <li>・投入する試料に金属、あるいは有機物が付着した状態で、拡散炉に投入しないこと</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■この装置は、シリコンウェハ表面の酸化膜形成などの熱処理に用いられる</li> <li>■縦型の熱処理炉で、試料室内部はドライまたはウェットな大気雰囲気中にもしくは、不活性ガス(窒素)雰囲気中に制御可能。</li> <li>■熱処理温度は1100°Cまで加熱することができます。また、縦置き石英ポートを利用すれば4インチウェハを一度に25枚まで熱処理可能</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



### シリコン専用の各種熱処理(酸化・拡散)装置一式<横型拡散炉>

#### Horizontal Diffusion Furnace



キーワード	拡散炉 熱酸化 不純物拡散 シンター
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Siウェハの高温(≤1150°C)での熱酸化</li> <li>・不純物拡散処理(磷、ボロン等)</li> <li>・アルミ膜等のシンタリング処理</li> </ul>
機能・仕様	対象基板: Siウェハ(≤3インチ) 酸化、拡散温度: ≤1150°C
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洗浄後の清浄なSiウェハなどを専用石英ポートに装着し、その石英ポートを850°C以上に加熱された石英チューブに挿入し、酸素(O<sub>2</sub>)を導入し基板であるSiを熱酸化し、酸化膜を形成</li> <li>・予め磷、ボロン等の不純物をデポジットしたSi基板を加熱し、不純物を熱拡散する</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ドライ酸化 酸化膜厚: 0.2 μm形成 1000°C × 200min、O<sub>2</sub>: 4.0L/min</li> <li>■リン拡散 = n層形成 拡散深さ: 2 μm形成 1000°C × 40min、N<sub>2</sub>: 4.0L/min</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

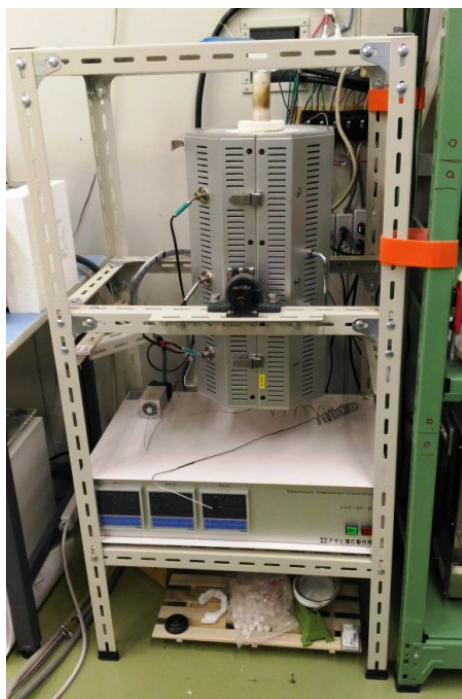


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

### スリーゾーン炉

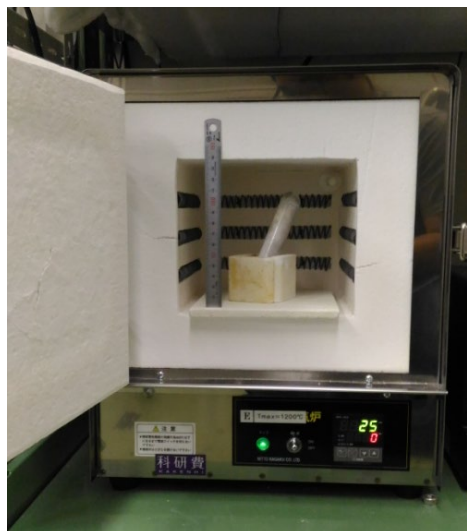
### 3 Zone Tube Furnace



キーワード	高温炉, 無機試料作製, 熱処理, 焼結
特長	<ul style="list-style-type: none"><li>・無機材料等の熱処理, 試料作製が可能</li><li>・温度勾配を付けた試料成長が可能</li><li>・炉の角度は水平から垂直まで無段階に調節可能</li></ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : (株)アサヒ理化製作所 ARF3シリーズ 全長450mmの炉内温度を3カ所独立に温度制御可能 使用温度領域: 室温から1150°C 内径27mm(常設)の石英管内に被加熱物を設置
利用方法	目的組成に秤量した元素, またSbなど石英管を侵す場合はアルミナのるつぼに入れたものを石英管に封入し炉内へ置く
使用例	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 無機材料多結晶体の作製</li><li>■ フラックス法による単結晶体の作製 など</li></ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

### マッフル炉

### Muffle Furnace



キーワード	高温炉, 熱処理, 焼結
特長	電熱線により炉内を高温に維持できる. 無機材料の育成や, セラミックの吸着水分等の除去
機能・仕様	メーカー・型式 : 日陶科学(株) NHK-170型 温度プログラム8ステップ 使用温度領域: 室温から1250°C 炉内寸法 170x170x150 mm
利用方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・試料は炉内を汚染しない, 電熱線を傷めないものとする</li><li>・ガス置換は石英管等に封入</li></ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 石英封管試料の熱処理</li><li>■ 酸化物試料の焼結・熱処理</li><li>■ セラミックの水分・有機物を除去</li></ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

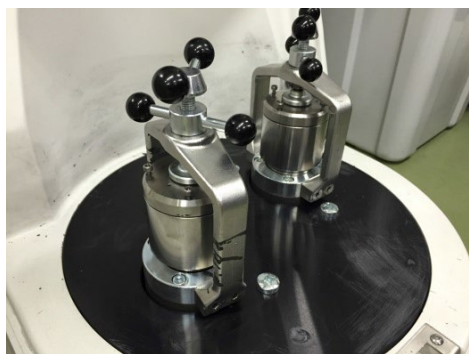


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

### 遊星型ボールミル

### High Energy Planetary Ball Mill



キーワード	メカニカルグラインディング メカニカルアロイング
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遊星式粉碎方法により、短時間での粉碎が可能</li> <li>・湿式粉碎も可能</li> <li>・デジタル表示による簡便な操作</li> <li>・ミルポット内を不活性ガスで置換することが可能</li> <li>・N<sub>2</sub>雰囲気下グローブボックス内での粉碎も可能</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : フリッチュ・ジャパン(株) / P-7, P-6, プレミアムラインP7</p> <p>試料最大挿入量 : 20ml</p> <p>ガス置換/真空雰囲気での粉碎可能</p> <p>容器・ボールはステンレス製・メノウ製がある。</p> <p>最終粒度 乾式 : d<sub>50</sub> &lt; 20μm、湿式 d<sub>50</sub> &lt; 1μm</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的に応じて容器/ボールの素材および大きさを選ぶ必要がある。ステンレス・メノウ製以外は現在未所持。</li> <li>・装置管理者の指示のもと使用すること。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■メカニカルアロイング</li> <li>■アモルファス粉末の作製</li> </ul>
責任者 (連絡先)	<p>エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授</p> <p>e-mail : t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp</p>

### 高温真空管状炉

### High temperature vacuum furnace



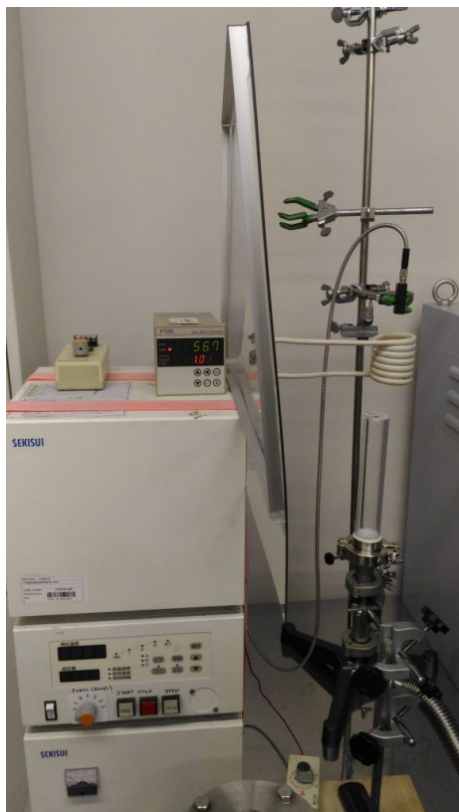
キーワード	高温炉・真空雰囲気・ガス雰囲気・無機材料合成
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1500度以上の温度で真空およびガス雰囲気下での試料合成および熱処理が可能</li> <li>・様々な安全装置により高温でも安全に利用可能</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : 山田電機株式会社 VTSSF-730-P</p> <p>最高温度 : 1700度 常用温度 : 1600度</p> <p>温度制御方式 : プログラム温度調節計によるPID制御</p> <p>安全装置 : 漏電ブレーカー・過昇温防止・バーンアウト・断水警報回路・過昇防止温度計</p> <p>真空ゴム保護機能 : 冷却水による炉心管接続部冷却</p> <p>外部接続ポート : 高真空用・ガスフロー用</p> <p>炉内寸法 : Φ85x300 mm</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アルゴンガスフロー雰囲気下で原料を入れたるつぼを配置し、高温からゆっくり冷やすことで単結晶合成を行う。</li> <li>・真空雰囲気下で焼結体を乗せたアルミナポートを配置し、高温熱処理を行う。</li> <li>・試料合成は装置管理者の指導の下行う。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■希土類ホウ素化合物の単結晶合成</li> <li>■希土類ホウ素化合物焼結体の熱処理 など</li> </ul>
責任者 (連絡先)	<p>エネルギー材料研究室 松波雅治 准教授</p> <p>e-mail : matunami@toyota-ti.ac.jp</p>

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

### 高周波誘導加熱装置

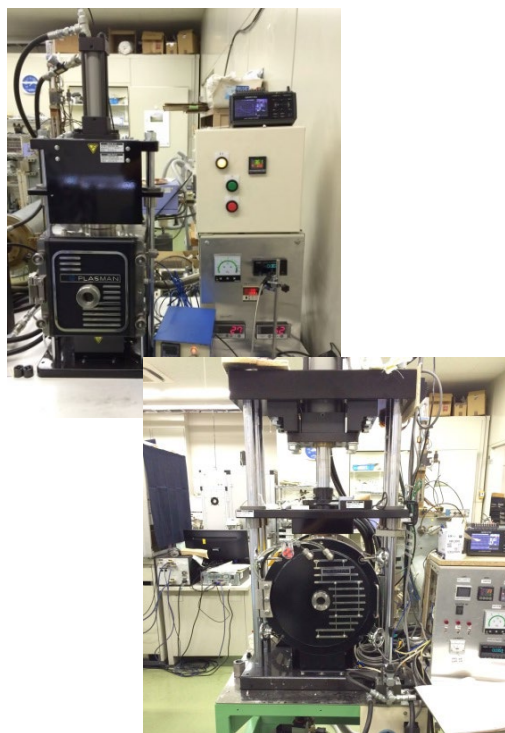
### Induction Furnace



キーワード	高温炉, 熔融, 試料作製
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水冷された銅管コイルの内側に金属を配置することで加熱・ロータリー・ディフュージョンポンプによる真空排気およびArガス導入が可能</li> <li>・金属材料でないものを加熱する場合は発熱体としてカーボン・タンタル等のるつぼを用いる</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : セクスイメディカル電子(株) MU-1700D 出力調整スイッチによる7段階調整 放射温度計付き(500~2000°C) コイル内径 45mm 長さ 50 mm 程度 石英管内径 34mm 程度</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気圧の低い金属元素の場合は適切なセラミックるつぼ内で熔融させる</li> <li>・金属でない場合は別途発熱体となるるつぼ(例えば、カーボン製のるつぼ)を用意する必要がある</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 金属・半導体元素を熔融させ試料作製</li> <li>■ タンタル金属るつぼを発熱体とした試料作製</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

### 放電プラズマ焼結装置

### Spark Plasma Sintering



キーワード	ペレット状試料の作製 パルス通電焼結
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ホットプレス焼結に比べて急速昇温が可能であり、粒成長を抑制して緻密焼結体を作成可能</li> <li>・小焼結装置では50MPa、大焼結装置では400MPaまでの加圧が可能</li> <li>・油拡散ポンプによる高真空排気</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : 小装置/ エスエスアロイ CSP-KIT-02121 大装置/ エスエスアロイ CSP-VI-10 最大プレス力: 2.0t/10t 電源容量・最大出力: 500A 2機</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的試料の粉末をご用意ください</li> <li>・焼結体作成に要求される圧力により、グラファイト製あるいは超硬製のダイ/パンチを選ぶ必要がある</li> <li>・試料作成は装置管理者指導の下、共同研究として行う</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 粉体から緻密なペレット状試料を作成</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

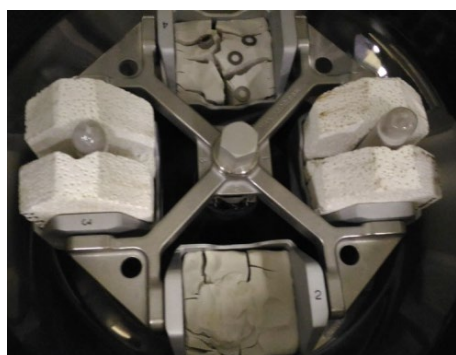


# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-3. 化学合成・加熱処理・真空処理など

### 遠心分離器

### Centrifugal Separator



キーワード	遠心分離
特長	フラックス法により育成した単結晶試料と熔融金属を高温下で分離するために用いている
機能・仕様	メーカー・型式：(株)コクサン H-36α ローター：RF-121スイング・金属バケットMT-104 最高回転数 6000 rpm
利用方法	・金属バスケットおよび容器サイズに合うホルダが必要となる ・4つのバスケットを同じ重量にして用いる ・フラックス法においては、あらかじめタンタルメッシュなど、熔融金属と試料を分離する機構をつけた石英管について、500°C程度に加熱した状態で用いる
使用例	■ 熔融金属と単結晶試料の分離
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

### ロータリーエバポレータ

### Evaporator



キーワード	有機合成、溶媒留去
特長	・減圧下で試料を加熱しながら溶媒を留去。 ・ダイヤフラムポンプにて10 hPa程度まで減圧可能。 ・水浴にて50°C程度まで加熱可能。
機能・仕様	メーカー、型式：EYELA, NVC-2200, N-1200B, NVP-1000V
利用方法	ナスフラスコ(29/42)に入れた溶液を装置にセット。減圧および加熱により、溶媒を留去。
使用例	■ 有機合成反応後の溶媒留去 ■ 溶液中から溶質の析出
責任者 (連絡先)	高分子化学研究室(小門憲太 教授、阿南静佳 助教) e-mail: kokado@toyota-ti.ac.jp, anan@toyota-ti.ac.jp

# I. 試料の形成・加工・処理のための装置

## 1-4. その他

### 洗浄ドラフトー式

### Clean Draft Chamber



キーワード	酸洗浄、アルカリ洗浄、有機洗浄、ウェットエッチング
特長	化合物用とシリコンその他用それぞれに酸・アルカリと有機洗浄が可能。廃液は有機溶剤はポリタンクに回収するが、酸・アルカリ液はドラフトの廃棄口から産廃用タンクに流す事ができる。リンス液はドラフトのスノコに流し、洗浄排水タンクにて回収する(中和凝集沈殿の後、下水に放流)。
機能・仕様	シリコン専用および化合物半導体専用のドラフト群 小型～太陽電池156mm角基板等
利用方法	・ドラフト内でビーカー等に薬剤を用意し、洗浄やエッチングを行なう ・酸・アルカリ洗浄用無機ドラフトでは洗浄・エッチング後に超純水によるリンスで仕上げる。有機ドラフトは超純水の仕上げはないので、アルコール仕上げを行なう
使用例	■アンモニア過水 (APM) 洗浄 ■塩酸過水 (HPM) 洗浄 ■希フッ酸 (DHF) 洗浄 ■硫酸過水 (SPM) 洗浄 ■FPM cleaning各種ウェットエッチング 等
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



### 真空グローブボックス

### Glove Box



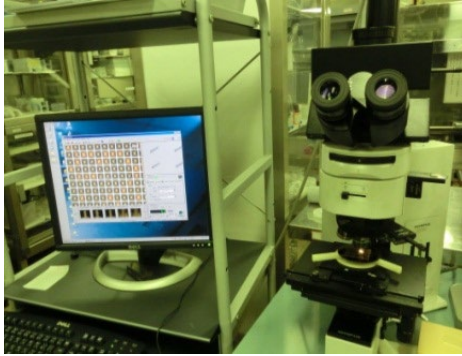
キーワード	不活性雰囲気下での作業
特長	油回転ポンプ、油拡散ポンプの併用により $10^{-3}$ Pa台程度まで真空排気できる。 チャンバー内に100V電源を有し、リユーターなどを使用可能
機能・仕様	メーカー・型式：日新技研(株) NEV-GB1型 Arガス・大気導入ポートあり ただし内部ガスの水分・酸素除去フィルタ等は有していない
利用方法	真空中に排気したのちArガスを大気圧まで入れて用いる
使用例	■水分や酸素を嫌う試料の取り扱い
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 金属顕微鏡

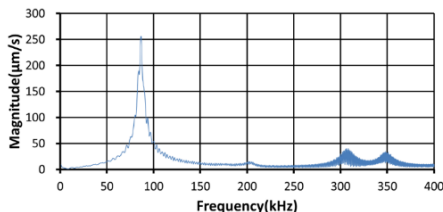
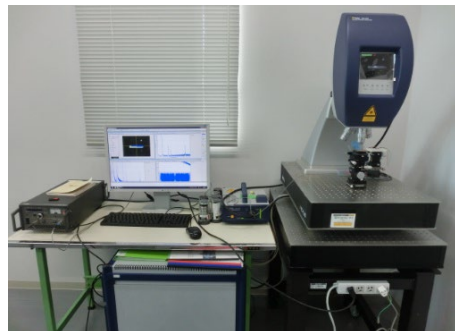
#### Metallographic Microscope



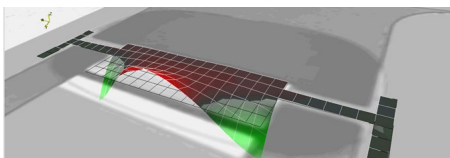
キーワード	偏光 倍率 対物レンズ 接眼レンズ デジタル画像
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マイクロ観察1</li> <li>・観察画像の電子データ保管</li> <li>・2点間距離測定など</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : オリンパス・BX60 (画像解析ソフト: ニコン・ACT-1) など 接眼レンズ: 倍率10倍 対物レンズ: 倍率~100倍
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ステージに試料を載せ、顕微鏡観察</li> <li>・画像解析ソフトにより、画像のPCへの取込み、寸法計測も可能</li> <li>・斜め観察可能</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 試料表面形状確認(画像保存)および寸法測定</li> <li>■ 凹凸表面観察</li> </ul>
責任者(連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

#### 顕微鏡型レーザドップラーシフト振動計

#### Micro System Analyzer



共振ピーク4つを含む周波数応答の例



ねじり振動子の3次振動モード

キーワード	レーザドップラーシフト 振動計 振動モード
特長	光学顕微鏡観察するサンプルの面外方向振動分布を測定できる装置(面内方向には非対応) Poly-tec社 マイクロシステムアナライザMSA-500-M
機能・仕様	垂直分解能 0.1nm 測定可能な最大周波数 1MHz 速度分解能 (rms) <math>1\mu\text{m/s}</math> 変位分解能の目安 $1\text{pm}/\sqrt{\text{Hz}}$
利用方法	サンプルの駆動は、振動計システムの出力に合わせて行えるように準備が必要である。 光学顕微鏡で平面サンプルを観察し、測定したい点を設定する。装置はレーザスポットを指定された位置に順に照射して、個々の点の応答を測定する。 全体の平均的な周波数応答の中から、共振ピークを指定すると、その周波数に対する振動モードが出力される。
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ マイクロアクチュエータの周波数応答測定</li> <li>■ マイクロアクチュエータの振動モード測定(動画出力)</li> <li>■ 対象物特定点の変位測定</li> </ul>
責任者(連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp



## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 工業用顕微鏡

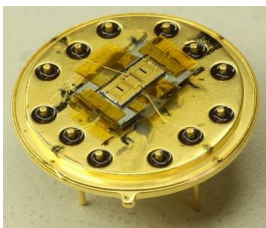
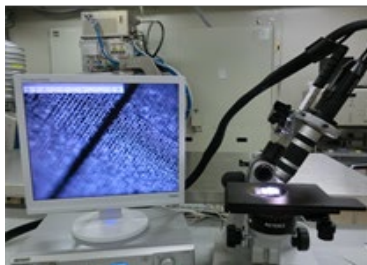
#### Industrial Microscope



キーワード	光学顕微鏡 微分干渉
特長	反射型の明視野／暗視野／微分干渉観察に加えて、透過型の暗視野／微分干渉観察にも対応
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカー・型式 (株)ニコン製 ECLIPSE LV100D</li> <li>・落射明視野、落射暗視野、落射微分干渉</li> <li>・光源: ハロゲンランプ(反射照明、透過照明)</li> <li>・CCDカメラ(レイマーWRAYCAM-NF500)が付属</li> </ul>
利用方法	通常の光学顕微鏡として使用
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■レジストパターンの形状の検査</li> <li>■微粒子生成挙動の確認</li> </ul>
責任者 (連絡先)	柳瀬明久 特任准教授 e-mail: ayanase@toyota-ti.ac.jp

#### デジタルマイクロスコープ

#### Digital Microscope



キーワード	キーエンス社 VHX-600 VH-5500 VHX-200
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1 <math>\mu</math>m程度の構造まで観察できる光学顕微鏡</li> <li>・Z軸方向に移動させながら各画素の焦点位置を合成した3D像形成</li> <li>・焦点があっているかどうかを判断しつつ、デジタルインジケータを利用したZ軸方向の計測(精度2-3 <math>\mu</math>m、簡易で素早く測定可能)</li> </ul>
機能・仕様	顕微鏡ステージを利用した微細形状観察 フリーアングル観察システムを利用した斜め立体観察 画像はUSBメモリにて取得できる
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・VHX-600、VH-5500(CR設置)、VHX-600が上位グレード</li> <li>・協力研究(本学ARIMとして申請いただく)</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■TO-8缶にSiデバイスを乗せた状態を、目視(ルーペ観察)に近い感覚で高分解能像観察(左下図)</li> <li>■PDMS膜に大気圧プラズマを日本地図状に照射した痕跡観察(右図)</li> <li>■画像計測、ソフトウェアによるコントラスト処理も可能</li> </ul>
責任者 (連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



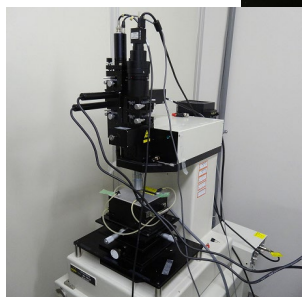
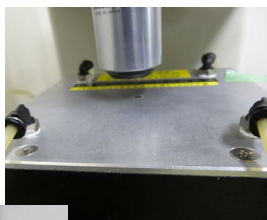


## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 偏光顕微鏡(青色レーザー照射可) Polarized Optical Microscope with Blue LD


試料ステージと  
対物レンズ



レーザー付  
偏光顕微鏡



システム全体図

キーワード	磁区観察 磁気イメージング 微小磁区記録 レーザー
特長	試料の磁区像を観察できる。また、外部磁界を最大1Tまで印加しながら磁区観察できる。磁気コントラストは観察光に対して試料の磁化容易軸が垂直である場合に最も高く観察できる。したがって、磁化容易軸が面内の試料の場合には観察が難しくなる。また、青色レーザー照射機能を有しており、局所的な加熱が可能であり、微小磁区も記録できる。
機能・仕様	光源: 水銀ランプ 対物レンズ50倍(試料レンズ間距離は約1cm)、100倍(この場合油浸なので試料はオイルに浸され、レンズ試料間距離は1mm以下となる。) 青色レーザー(波長400nm, スポット径0.9 μm, 試料表面最大パワー13mW)
利用方法	講習を受ければ観察可能、共同研究が望ましい
使用例	<p>■ミニディスク(MD)の磁区観察結果。これにレーザー照射で新しい磁区を形成可能。音楽データはこのように記録されている。トラックピッチ1.4 μm</p>
責任者 (連絡先)	<p>情報記録工学研究室 粟野博之 教授 e-mail: awano@toyota-ti.ac.jp</p> 

#### 超高真空トンネル顕微鏡

#### Ultrahigh Vacuum Tunneling Microscope



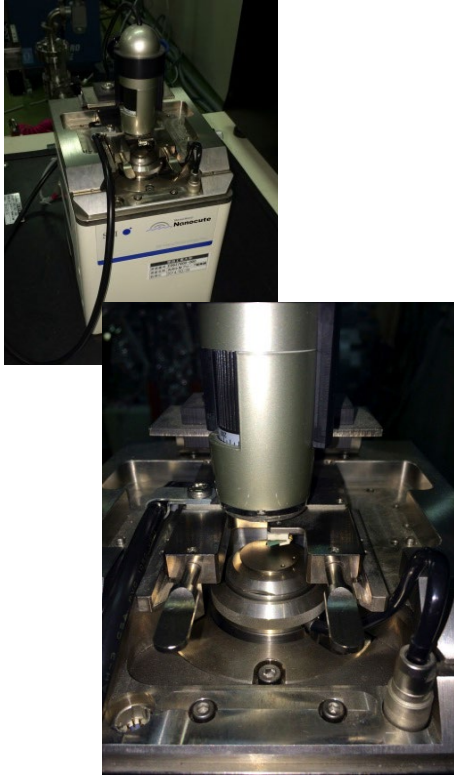
キーワード	超高真空 STM
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・金属、半導体表面などの原子分子観察</li> <li>・温度可変測定(30K~900K)</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式: 日本電子 JSTM-4500XV 真空蒸着、試料加熱、スパッタ、ガス導入可能
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・協力研究(本学ナノテクプラットフォームとして申請いただく)</li> <li>・要相談</li> </ul>
使用例	<p>■シリコン表面の観察例</p>
責任者 (連絡先)	<p>表面科学研究室 吉村雅満 教授 e-mail: yoshi@toyota-ti.ac.jp</p>

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 卓上式原子間力顕微鏡

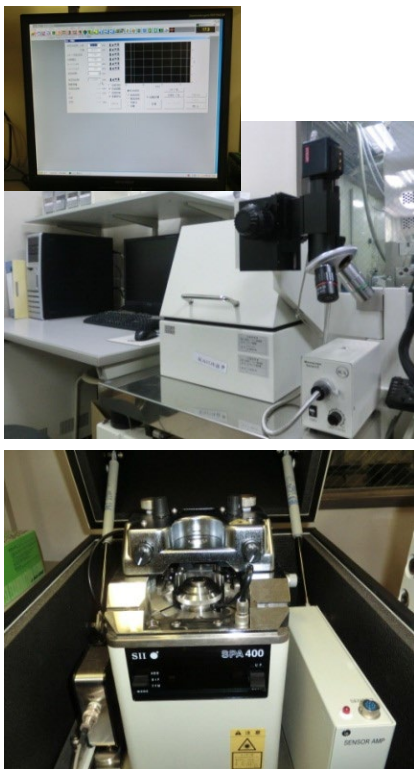
#### Atomic Force Microscope



キーワード	表面構造 表面粗さ測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子間力による表面形状のイメージング</li> <li>表面の粗さ測定</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : SSIナノテクノロジー NanoNavi Nanocute 検出方式 : 自己検知方式 ダイナミックモードによる非接触測定 光学顕微鏡による試料直上からの同時観察 アプリケーション上でのナビゲートシステムによる簡易操作
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定試料は固形材料に限る</li> <li>測定は装置管理者指導の下行う</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 薄膜試料の表面モルフォロジー観察</li> <li>■ 表面粗さの測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail : t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### 走査型プローブ顕微鏡

#### Scanning Probe Microscope



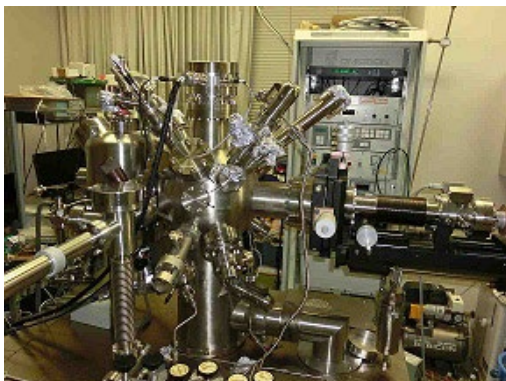
キーワード	SPM AFM STM 原子間力顕微鏡
特長	光の波長に依存する光学顕微鏡に比べて空間分解能が非常に高く、表面を観察する際、微少な電流(トンネル電流)を利用する走査型トンネル顕微鏡(STM)、原子間力を利用する原子間力顕微鏡(AFM,DFM)、磁気特性等、各種測定が可能である。
機能・仕様	メーカー・型式 : SPA400(SEIKO SII) 水平走査エリア : 20~200 μm (スキヤナ選択) 垂直 : 1nm程度~20 μm程度 (パラメータ選択)
利用方法	測定項目 形状 : 表面粗さ、粒子解析、ピッチ計測、段差計測 機械物性 : 粘弾性、摩擦力、吸着力、硬度 電気特性 : リーク電流、導電性、分極特性、誘電率、表面電位 磁気特性 : 磁気力、磁気、磁束 光学特性 : 光記録 加工 : リソグラフィ、プローブ陽極酸化
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 量子ドット観察</li> <li>■ マイカ表面観察</li> <li>■ シリコン表面観察</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail : clean_room@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 走査型プローブ顕微鏡

#### Scanning Probe Microscope

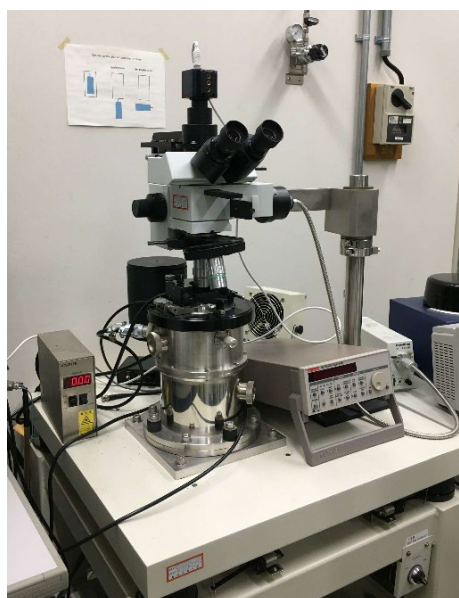


キーワード	表面構造・物性観察 超高真空 低温 高温
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・AFM/STM測定</li> <li>・絶縁性サンプルの観察可</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : オミクロン VT-AFM(超高真空) 金属、半導体表面などの原子分子STM, AFM観察 真空蒸着、スパッタ、ガス導入可能 温度可変測定(30K~900K)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面科学研究室内に設置</li> <li>・協力研究(本学ナノテクプラットフォームとして申請いただく)</li> <li>・要相談</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■酸化物表面の原子配列</li> <li>■水素と表面との反応観察</li> </ul>
責任者 (連絡先)	表面科学研究室 吉村雅満 教授 e-mail: yoshi@toyota-ti.ac.jp



#### 走査プローブ顕微鏡装置

#### Scanning Probe Microscopy (SPM)



キーワード	SPM、原子間力顕微鏡 (AFM)
特長	コンタクト・ノンコンタクトモード測定 導電性プローブ利用可 大気・高真空中測定 温度可変 120-600K
機能・仕様	日立ハイテクノロ (何れも相談の上) ジーズ SPI-4000 環境制御型
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用者自身で測定可</li> <li>・未経験者は依頼により補助 (何れも相談の上)</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■InGaAs系の量子ドット、量子井戸形状・電流計測</li> <li>■太陽電池断面観察</li> <li>■コロイダル量子ドット導電性計測</li> </ul>
責任者 (連絡先)	量子界面物性研究室 神谷格 教授 e-mail: kamiya@toyota-ti.ac.jp



## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 表面形状測定器(段差計)

#### Surface Profiler



キーワード	段差測定、微細加工のプロセスモニタ
特長	狙った位置の表面形状を測定することで、微細加工のプロセスがどれだけ進んだか、成膜量やエッチング量を求めるのに適した装置。
機能・仕様	メーカー・型式：KLA-Tencor社 アルファーステップ IQZ 触針段差計、材料は不問 φ4インチ程度
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プローブを狙った位置に下して面内x方向に走査する操作と、データにレベルリングをかけて段差を求める操作の2つによって利用。</li> <li>・プローブと一体の、高額なセンサが壊れるため、プローブ走査中にサンプルのマニュアルxyステージ等で動かすこと、高速走査、100μm以上の大きな段差測定は禁止です。大きな段差は、デジタル顕微鏡の焦点判断を利用した計測で求める。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■酸化膜エッチング量の測定</li> <li>■レジスト膜の目減り量測定(標準的な、先端曲率半径5μm、チップ頂角60°の針を使用)</li> </ul>
責任者 (連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



#### 3Dレーザースキャナ

#### 3D Laser Scanner



キーワード	3次元形状測定
特長	物体の3次元形状を測定
機能・仕様	メーカー・型式：Roland LPX-1200 最大スキャン領域：幅130mm, 高さ200mm(平面スキャン), 直径130mm, 高さ200mm(回転スキャン) 解像度：最小0.1mm
利用方法	条件付きで利用可、要相談
使用例	■物体の3次元形状を測定
責任者 (連絡先)	設計工学研究室 小林正和 准教授 e-mail: kobayashi@toyota-ti.ac.jp



## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 偏光顕微鏡

#### Polarizer Optical Microscope

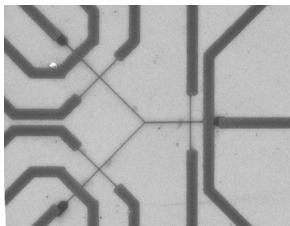



キーワード	クロスニコル観察、複屈折、温度変化
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・透過、反射測定可能。</li> <li>・画像の撮影、タイムラプス観察、試料の大きさ解析も可能。</li> <li>・リタデーション(複屈折)の定量可能。</li> <li>・加熱—冷却しながら観察可能。</li> </ul>
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカー、型式:ニコン、ECLIPSE LV100N POL/ニチカ 0301-302/リンカム、10083L</li> <li>・リタデーション測定範囲:0~1800 nm</li> <li>・温度範囲:-100-420℃</li> </ul>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スライドガラスに載せた試料を回転台もしくは回転台上の加熱—冷却ステージ上に載せて観察。</li> <li>・専用カメラと専用ソフトを用いて撮影と解析。</li> <li>・ペレックコンペンセイタ使用時は546nmのフィルターを利用。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 結晶・高分子・液晶などの試料の形状および分子配向性の観察。</li> <li>■ サーモトロピック液晶の相転移の観察</li> </ul>
責任者 (連絡先)	高分子化学研究室 (小門憲太 教授、阿南静佳 助教) e-mail: kokado@toyota-ti.ac.jp, anan@toyota-ti.ac.jp

#### 電解放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)(電子ビーム描画機能付属)

#### FE-SEM with Electron Beam Lithography System



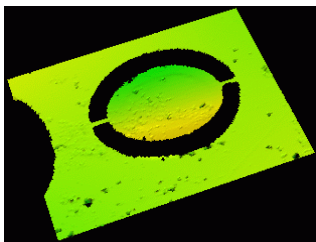
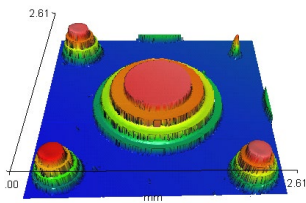
キーワード	電解放出型SEM, 電子線描画装置
特長	JEOL製FE-SEM(6500)としても利用できるが、これに東京テクノロジー製電子線描画装置を導入しており、任意形状の微細加工用電子線描画を行うことが可能。
機能・仕様	メーカー・型式: 日本電子FESEM JSM6500Fに東京テクノロジーのBEAM DRAWを付加した電子線描画装置 最小描画線幅50nm
利用方法	講習を受ければ観察可能、共同研究が望ましい
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 描画例</li> </ul> 右図描画例に示すように複雑な形状も作成可能。ただし、複雑な形状の場合には経験を積む必要がある。パターン入力情報に従って自動露光が可能。ただし、露光エリアは100ミクロン角以内が望ましい。 
責任者 (連絡先)	情報記録工学研究室 栗野博之 教授 e-mail: awano@toyota-ti.ac.jp 

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-1. 顕微鏡観察

#### 非接触3次元表面形状・粗さ測定機

#### 3D Surface Profile Measuring Device



キーワード	白色光干渉計 フィルム測定 動的測定
特長	様々な微細形状を高い確度で測定できる光学顕微鏡レベルの装置
機能・仕様	垂直分解能0.1nm 水平分解能は対物レンズの種類で異なる
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微細加工した形状の構造評価</li> <li>・表面粗さ測定</li> <li>・アクチュエータの動き測定</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Si材料による微細形状評価(基本プログラム)</li> <li>■ 透明なSiO<sub>2</sub>膜の表面形状評価(フィルムオプション)</li> <li>■ マイクロアクチュエータの変位分布(D-MEMSオプション)</li> </ul>
責任者 (連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp



## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-2. 構造解析

#### 粉末X線回折

#### Powder X-ray Diffraction



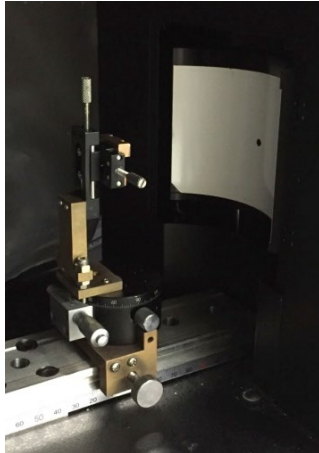
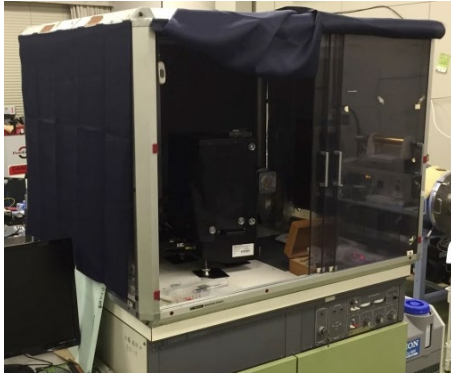
キーワード	粉末X線回折
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数十mg程度の少量の粉末試料の結晶相の同定が可能</li> <li>・フィルムバッチの着用在義務付けられていないので、簡単に測定が可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : XRD-6100(島津製作所) 性能:【X線】Cu-K $\alpha$ 【2 $\theta$ 測定領域】0°~163°
利用方法	300-400メッシュ程度に粉砕した少量の粉末試料をガラス試料板に装着して測定
使用例	■ セラミックス焼結体の結晶相
責任者 (連絡先)	光機能物質研究室 大石泰丈 教授 e-mail: ohishi@toyota-ti.ac.jp

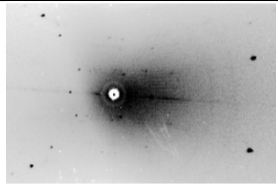
## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-2. 構造解析

#### IP読取機能一体型ラウエカメラ

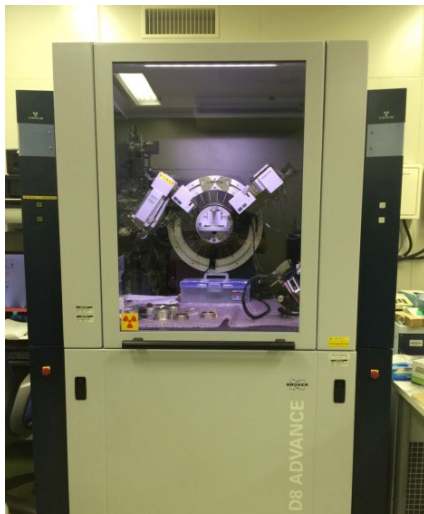
#### X-ray Laue Camera



キーワード	背面ラウエ、X線、結晶方位
特長	5～10分でラウエ写真を自動撮影可能(背面ラウエのみ)
機能・仕様	ラウエカメラ メーカー・型式：TRY-SE TRY-IPX X線発生装置 メーカー・型式：Rigaku RAD-C 線源：W
利用方法	・単結晶もしくは薄膜が望ましい ・測定は、基本的に、代行あるいは共同研究として行う
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 単結晶・薄膜の結晶方位の決定</li> <li>■ 測定例</li> </ul> 
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### 多目的X線回折装置

#### X-ray Diffraction



キーワード	粉末X線回折 X線反射率測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1次元検出器の搭載により、X線検出効率が非常に高い</li> <li>・回転ステージ、コンパクトクレードルステージを切り替えることにより、粉末・単結晶のX線回折測定、極点図測定のほか、X線反射率測定にも対応可能</li> <li>・スリットや光学系の切り替えが容易で、特別な技術を必要としない</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式：Bulker D8 ADVANCE 回転ステージ・コンパクトクレードルステージ 多種多用の目的に応じたスリット 1次元検出器
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粉末ならば分量を問わず、固形材料であれば3mm程度の高さまでならば測定に対応可能</li> <li>・測定は代行あるいは共同で実施</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 粉末試料の高分解能X線回折測定</li> <li>■ 単結晶の極点図測定</li> <li>■ 薄膜試料に対するすれすれ入射角X線回折測定</li> <li>■ 薄膜試料のX線反射率測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

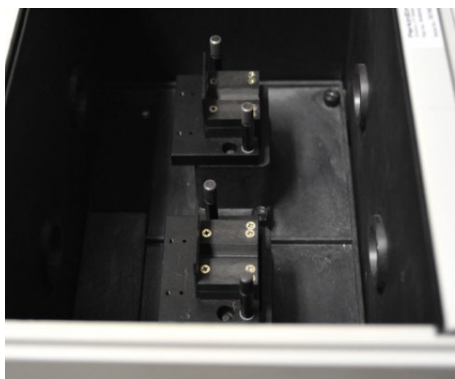


## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

#### 可視-紫外-赤外-分光光度計

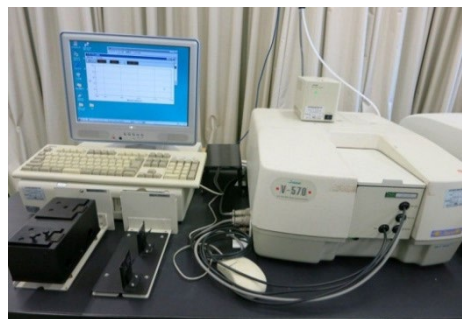
#### UV-Vis-NIR Spectrometer



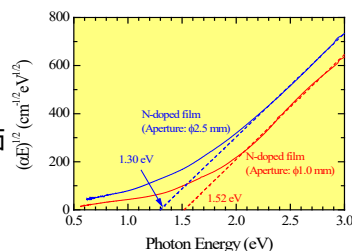
キーワード	紫外-可視-近赤外, 吸収, 透過
特長	紫外-可視-近赤外光の透過率の測定が可能
機能・仕様	メーカー・型式 : Lambda1050(パーキネルマー) 性能:【測定波長範囲】175-3300nm
利用方法	・ 1cmφの薄板試料について透過率の測定が可能
使用例	■ ガラス試料の紫外透過率測定 ■ 希土類添加ガラスの吸収係数測定
責任者 (連絡先)	光機能物質研究室 大石泰丈 教授 e-mail: ohishi@toyota-ti.ac.jp

#### 紫外・可視・近赤外分光光度計

#### Ultraviolet-Visible-Near IR Spectrophotometer



キーワード	光吸収 透過率・反射率 スペクトル
特長	固体試料の光吸収スペクトル測定、反射スペクトル測定
機能・仕様	メーカー・型式 : 日本分光製V-570 性能: 波長範囲190~2500nm、積分球付属、測定温度可変 (4.2~500K)
利用方法	・ 要受講 ・ 要予約
使用例	<p>■ 固体試料の光吸収スペクトル測定、反射スペクトル測定</p> <p>■ 半導体のバンドギャップ・エネルギーの評価 (右図: アモルファスカーボン膜のバンドギャップ・エネルギーの評価)</p>
責任者 (連絡先)	半導体研究室 小島信晃 講師 e-mail: nkojima@toyota-ti.ac.jp





## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

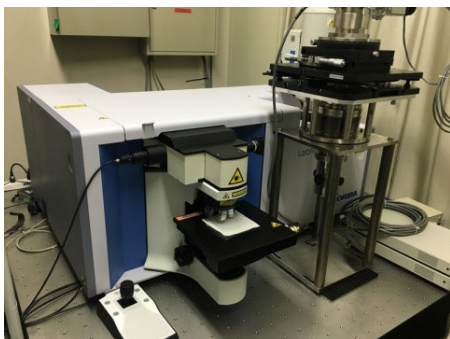
#### 紫外可視分光光度計

#### UV-vis spectrometer

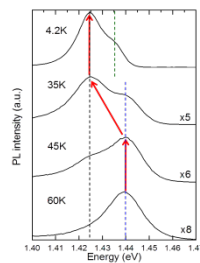


キーワード	紫外可視分光、透過率、反射率、温度変化
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・溶液試料の透過率、固体試料の反射率測定可能。</li> <li>・溶液試料の透過率測定の場合、温度変化ユニットあり。</li> </ul>
機能・仕様	メーカー、型式：日本分光、V-770 測定波長範囲：190～2700 nm 測定温度範囲：0～100℃（水冷ペルチェセル、±1℃）
利用方法	溶液試料の場合：ベースライン（溶媒のみ）測定後、測定試料を石英セルに入れ透過率測定。 固体試料の場合：標準白板を測定後、試料室内に試料を固定して反射測定。
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 検量線法による濃度測定</li> <li>■ 有機分子の吸収スペクトル測定</li> <li>■ 透過率測定による溶液の濁度測定</li> </ul>
責任者（連絡先）	高分子化学研究室 小門憲太 教授、阿南静佳 助教 e-mail: kokado@toyota-ti.ac.jp, anan@toyota-ti.ac.jp

#### フォトルミネッセンス・ラマン測定装置 Photoluminescence & Raman Spectroscopy



キーワード	発光材料 発光再結合 ラマン散乱 フォノン 欠陥評価
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発光材料の発光スペクトル評価</li> <li>・化合物半導体のバンドギャップ・エネルギーの評価</li> <li>・半導体の欠陥・不純物評価</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式：堀場製作所・LabRAM HR Evolution VIS-NIR 性能：励起レーザ2台（波長405nm、出力100mW）（波長532nm、出力50mW）、検出器2台（高感度CCD検出器：対応波長200～1050nm）（InGaAs検出器：対応波長850～1550nm）、測定温度：4.2～300K、空間マッピング測定も可能
利用方法	・要受講 ・要予約
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発光材料の発光スペクトル評価</li> <li>■ 発光ピークのエネルギー値から、混晶組成比の決定</li> <li>■ 発光ピークの強度、半値幅から、結晶性の評価</li> <li>■ 欠陥・不純物評価 （右図：GaAsN化合物半導体において低温で観測される発光準位）</li> </ul>
責任者（連絡先）	半導体研究室 小島信晃 講師 e-mail: nkojima@toyota-ti.ac.jp



## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

#### 顕微レーザーラマン

#### Laser Raman Microscope



キーワード	ラマン分光、顕微測定、偏光測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2Dマッピング、1Dライン解析、z-スキャン可能。</li> <li>・入射レーザーの偏光/非偏光の切り替え、および検出器側に偏光子を導入可能。</li> <li>・加熱—冷却ステージと合わせて利用することで、試料の温度調節可能。</li> </ul>
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカー、型式: ThermoFischerScientific、DXR3/ リンカム社、10083L</li> <li>・レーザー波長: 532 nm/ レーザーサイズ: 約1<math>\mu</math>m/ 6000~90 <math>\text{cm}^{-1}</math></li> <li>・オートステージ、回転ステージ交換可。</li> <li>・対物レンズ: x10, x50, x50, x100</li> <li>・温度範囲: -100-420<math>^{\circ}</math>C</li> </ul>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スライドガラスに載せた試料をステージもしくはステージ上の加熱—冷却ステージ上に載せて任意の場所を測定。</li> <li>・マッピング、一定時間ごとの測定など自動測定可。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 微小な結晶、高分子などのラマンスペクトル測定。</li> <li>■ 各領域における反応の進行の確認。</li> </ul>
責任者 (連絡先)	高分子化学研究室(小門憲太 教授、阿南静佳 助教) e-mail: kokado@toyota-ti.ac.jp, anan@toyota-ti.ac.jp

#### ラマン分光装置

#### Laser Raman Spectrophotometer



キーワード	ラマン分光、マッピング、分子構造、歪み測定
特長	高速マッピング、探針増強ラマン測定(TERS)
機能・仕様	メーカー・型式: レニシヨー inVia Reflex, マッピング可能(最少100nmステップ)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・協力研究(本学ナノテクプラットフォームとして申請いただく)</li> <li>・要相談</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グラフェン、ナノチューブの構造解析</li> <li>■ 半導体歪み測定</li> <li>■ 表面増強ラマン</li> </ul>
責任者 (連絡先)	表面科学研究室 吉村雅満 教授 e-mail: yoshi@toyota-ti.ac.jp



## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

#### 可視蛍光分光光度計

#### Fluorescence Spectrometer



キーワード	紫外光, 可視光, 励起スペクトル, 蛍光スペクトル
特長	紫外可視域での蛍光および励起スペクトルの測定が可能
機能・仕様	メーカー・型式 : LS-55(パーキンエルマー) 性能:【励起波長域】200-800nm 【蛍光波長域】200-900nm 【波長精度】1nm
利用方法	・粉末または板状の試料を試料ホルダーの装着して測定 ・偏光測定も可能
使用例	■ 蛍光体の励起・蛍光スペクトルの測定
責任者 (連絡先)	光機能物質研究室 大石泰文 教授 e-mail: ohishi@toyota-ti.ac.jp

#### 可視・近赤外分光装置

#### Photoluminescence (PL)



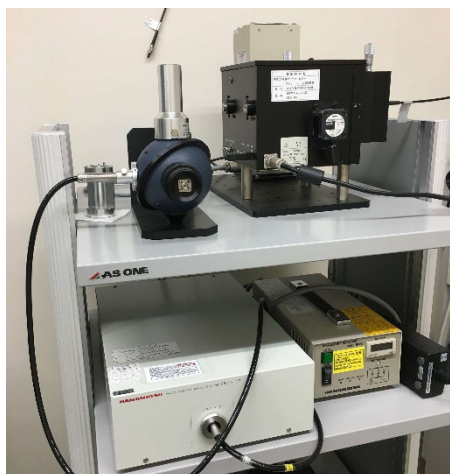
キーワード	可視・近赤外蛍光分光
特長	可視(～350nm)～近赤外(～2μm)の分光
機能・仕様	光源: Spectra Physics CWグリーンレーザー Spectra Physics Ti:sapphire (700～900nm) 検出器: Si CCD, InGaAs Diode Array (800～2000nm)
利用方法	・クライオスタット(4K-300C)板状試料貼付 (大きさは約 5x5-30x30 mm <sup>2</sup> ) ・経験者には当方が補助し、利用者自ら計測 ・未経験者は依頼により計測も可 (何れも相談の上)
使用例	■ AlGaAs/GaAs系の量子井戸 ■ InGaAs系の量子ドット、量子井戸 ■ 歪格子系太陽電池
責任者 (連絡先)	量子界面物性研究室 神谷格 教授 e-mail: kamiya@toyota-ti.ac.jp

## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

#### 絶対PL量子収率測定装置

#### Absolute Quantum Efficiency PL Spectrometer



キーワード	紫外・可視蛍光絶対量子収率測定
特長	250-950nm の蛍光分光・絶対量子収率測定
機能・仕様	メーカー・型式 : 浜ホト社製 9920-02G 粉末・固体・液体試料 固体は77K測定も可
利用方法	・経験者には当方が補助し、利用者自ら計測 ・未経験者は依頼により成長も可 (何れも相談の上)
使用例	■コロイダル量子ドット量子収率測定
責任者 (連絡先)	量子界面物性研究室 神谷格 教授 e-mail: kamiya@toyota-ti.ac.jp

#### 蛍光光度分光装置

#### Fluorescence Spectrometer



キーワード	汎用蛍光(ルミネセンス)分光装置
特長	蛍光・励起分光(同時自動スキャン可) 測定範囲 300-750nm ・試料は液体・固体(粉末 or 板状) ・板状固体試料は液体窒素冷却可
機能・仕様	メーカー・型式 : 日立ハイテクノロジーズ F-7000 Xeランプ励起、Photomultiplier検知
利用方法	・利用者自身で測定可 ・未経験者は依頼により補助 (何れも相談の上)
使用例	■コロイダル量子ドット蛍光観察 ■粉末試料蛍光観察
責任者 (連絡先)	量子界面物性研究室 神谷格 教授 e-mail: kamiya@toyota-ti.ac.jp

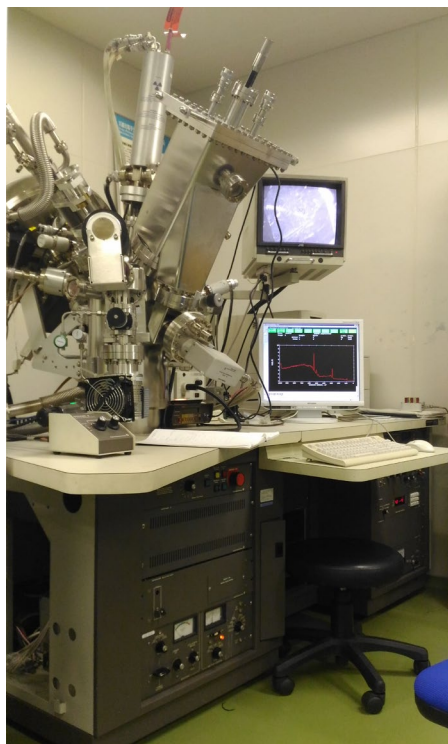


## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

#### X線/紫外線光電子分光装置

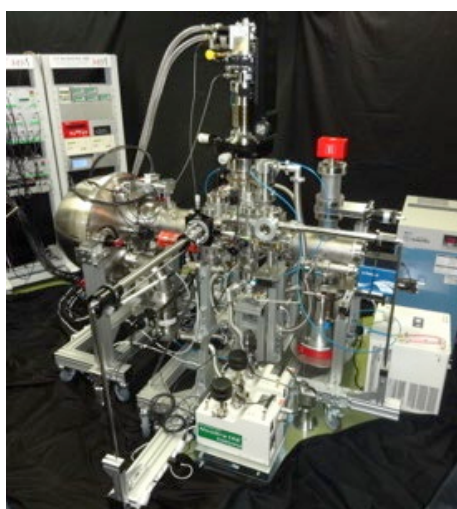
#### X-ray/UV Photoemission Spectroscopy



キーワード	化学結合状態分析、状態密度測定、
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・X線光源2種(モノクロ・コンベンショナル)に加え、VUV光源搭載</li> <li>・試料表面(~2 nm)を構成する元素の組成、化学結合状態を分析可能</li> <li>・フェルミエネルギー近傍の状態密度の測定が可能</li> <li>・イオン銃により、絶縁体も測定可能</li> <li>・スパッタ銃により、深さ方向のプロファイリングも可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : アルバック・ファイ株式会社 / PHI 5600 ESCA 光源 : X線ターゲット: Al(1486.6 eV), Mg(1253.6 eV) UV光源: He I $\alpha$ (21.2 eV)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガスを放出しないバルク試料のみ測定可能</li> <li>・測定は、基本的に、代行あるいは共同研究として提供する</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 単結晶/多結晶試料(バルク・薄膜)の電子状態密度の測定</li> <li>■ 試料表面の結合状態の分析</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### 超高分解能角度分解光電子分光

#### High Resolution Angle Resolved Photoemission Spectroscopy



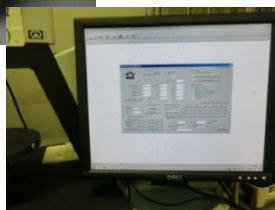
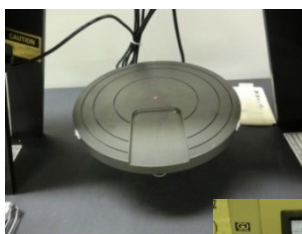
キーワード	電子構造測定(運動量, エネルギー, 量子状態の寿命)
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー分解能 1meV</li> <li>・4種類の励起光(Xe, He I <math>\alpha</math>, He II, 6eV CW レーザー)</li> <li>・10~300Kの測定温度範囲</li> <li>・等エネルギーマッピング</li> <li>・エネルギーと運動量の分散関係の測定</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : MB Scientific AB, MBS A1 SYS V
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単結晶試料が望ましい</li> <li>・ガスを放出しない試料のみ測定可能</li> <li>・真空チェンバー内で、清浄表面を作製可能</li> <li>・測定は、基本的に、代行あるいは共同研究として提供</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 超伝導体のエネルギーギャップの決定</li> <li>■ 重い電子系における電子状態の解明</li> <li>■ 熱電材料の電子構造測定と、測定した電子構造を用いた電子物性の定量評価</li> <li>■ 近藤半導体の電子状態の温度依存性の解明</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-3. 光学物性計測・分光分析

#### エリプソメータ

#### Ellipsometer

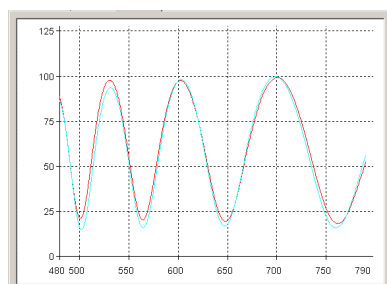


キーワード	膜厚測定 光透過性薄膜 屈折率 楕円偏光 HeNeレーザー
特長	・非接触、非破壊で、試料表面上の薄膜の厚さ、屈折率、吸収係数を測定可能
機能・仕様	メーカー・型式：GAERTNER・LSE型ストークス偏光解析装置 光源：632.8nm HeNeレーザー ビーム径：1mm 測定ステージ：～300mm対応 精度：膜厚±0.1nm、屈折率±0.002
利用方法	測定ステージ上に試料を置き、試料表面の平衡、高さを調整し、SiO <sub>2</sub> やSiNなどの膜厚、屈折率、吸収係数を測定。多層膜も測定可能
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Siウエハに形成した熱酸化膜やPECVD-SiN膜の膜厚および屈折率を測定</li> <li>■ GaAs基板に形成したGaAsN/GaAs多層膜の膜厚および屈折率を測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp



#### 光干渉式膜厚計

#### Spectroscopic Reflectometer



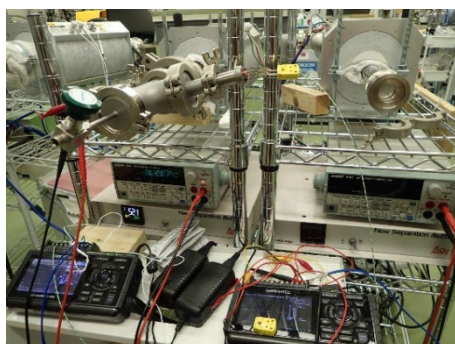
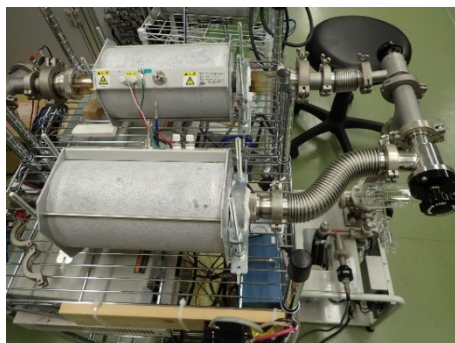
キーワード	膜厚測定、微細加工のプロセスモニタ
特長	光学顕微鏡で観察してほぼ点に見える位置の膜厚を測定できる。例えば、微細形状を持つサンプルの特定の位置の膜厚を測定することができる。微細加工のプロセスがどれだけ進んだか、成膜量やエッチング量を求めるのに適する。
機能・仕様	メーカー・型式：SCREEN ラムダエース VM-1200 よく利用されるレシピは、シリコン上の酸化膜の膜厚測定、フォトリソの膜厚測定であるが、標準的な材料測定のレシピは揃っている。光学的な非接触計測装置である。
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Φ4インチ程度までのウエハが測定可能。</li> <li>・対物レンズがx10, x20, x50を選んで計測。</li> <li>・波長に対する光干渉パターンから膜厚を導出するが、計測値と理論値を観て、精度と確度を確認すると良い。</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ パターニングした酸化膜をマスク材に利用する場合、膜厚がプロセス中で減少する程度を測定し、毎回変化するエッチング速度を確認して、適切な処理量を見定める。</li> </ul>
責任者 (連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木実 教授 e-mail: mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp

## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-4. 電気物性・磁気物性計測

#### 高温電子物性測定装置

#### High Temp. Physical Properties Measurement System



キーワード	高温物性 電気抵抗率 ゼーベック係数
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環状炉内部に測定用プローブを導入することで、真空中での物性測定が可能</li> <li>・バルクおよび薄膜試料に対応</li> </ul>
機能・仕様	測定温度域: 室温～700℃ 真空度: ローターポンプによる排気
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定用プローブの試料ステージに試料を設置</li> <li>・電圧端子, 電流端子, 熱電対等を試料に接続</li> <li>・環状炉内部に導入, 真空引き後, 温度調整しつつ測定</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■4端子電気抵抗率測定, ゼーベック係数測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### シート抵抗測定器

#### Sheet Resistance Meter



キーワード	比抵抗 四探針 シート抵抗
特長	不純物拡散層および金属薄膜抵抗測定
機能・仕様	メーカー・型式 : エヌピイエス社Σ-5+ 測定対象: 260mm幅のステージに載れば測定可能 シート抵抗: 1.000mΩ/□～5000.0KΩ/□を約1sで測定
利用方法	ステージに小片～6インチのウェハを設置し、手動で測定
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■リン拡散で形成したn層のシート抵抗を測定し、比抵抗、純物濃度を算出</li> </ul>
責任者 (連絡先)	NTCクリーンルーム e-mail: clean_room@toyota-ti.ac.jp

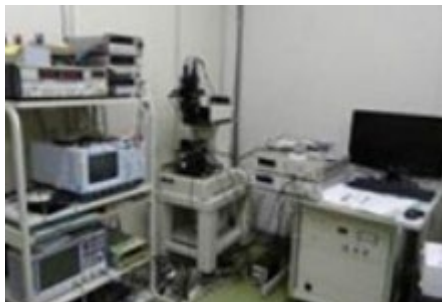


## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-4. 電気物性・磁気物性計測

#### 磁気光学効果測定装置

#### Magneto-optic effect measurement equipment

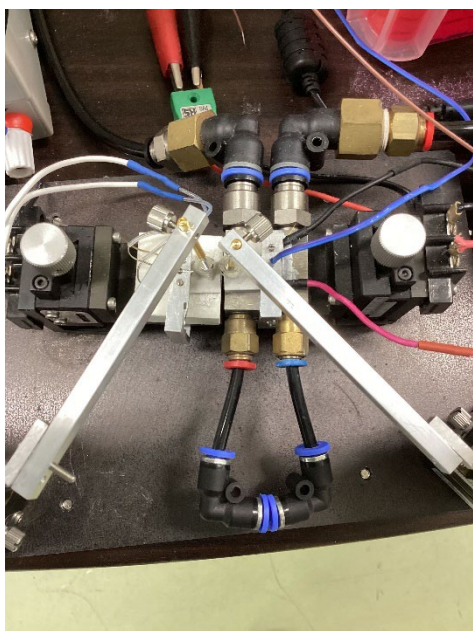


キーワード	光学顕微鏡
特長	波長に対するスピン分極による磁気光学効果を調べる。 Up spin と down spin の差を計測。 基板サイズ10mm角以内の鏡面材料
機能・仕様	メーカー・型式 : 豊田マックス 印加磁界 最大±2 T 試料温度 室温～250度、室温～-77度 測定感度 10 <sup>-3</sup> 度 波長範囲 260nm～800nm
利用方法	講習を受ければ観察可能、共同研究が望ましい
使用例	<p>■鏡面磁気媒体上の磁気イメージの観察 (試料表面は鏡面である必要があり、表面だけの磁気イメージを観察することが可能)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外部磁界を印加した時の磁気イメージ変化の観察及び試料任意個所における磁気ヒステリシス測定</li> <li>2. 試料ステージ温度を変えたときの磁気イメージの観察</li> <li>3. 試料の任意個所にレーザ照射した後の磁気イメージ観察</li> </ol>
責任者 (連絡先)	情報記録工学研究室 栗野博之 教授 e-mail: awano@toyota-ti.ac.jp



#### 室温ゼーベック測定装置

#### Room Temperature Seebeck Measurement System



キーワード	室温ゼーベック係数測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペルチェ素子とヒーターにまたがるように試料を置き、温度勾配を発生させる。試料上に熱電対を置き、電圧・温度を測定することにより、室温におけるゼーベック係数を測定することが可能</li> <li>・長さ1cm～2cmの試料の測定が可能</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : 自作装置 データロガー: GRAPHTEC midi LOGGER GL240, 電圧分解能: 0.001mV～20 mV 熱電対: T型 パワーサプライ: 出力電圧0～30V, 出力電流0～6A 温度0℃～50℃</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・横長の試料を用意(表面がなるべく平らであることが望ましい)</li> <li>・試料に端子を押し当て、温度差・電圧の測定を行う</li> <li>・測定は装置管理者の指導の下行う</li> </ul>
使用例	<p>■バルク材料の室温ゼーベック係数測定</p>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp



## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-4. 電気物性・磁気物性計測

#### 低温精密物性測定装置

#### Physical Properties Measurement System

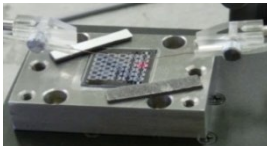
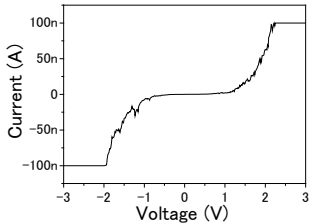


キーワード	低温物性測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2~400Kの温度領域, -9~9Tの磁場を印可可能</li> <li>・上記の条件下で, 電気伝導度(AC, DC), ホール係数, 磁気抵抗効果, ホール係数, ゼーベック係数, 磁化, 比熱, 熱伝導度を測定することが可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Quantum Design PPMS9 サーマルトランスポートオプション, 比熱オプション, VSMオプションを備えている。
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数百<math>\mu\text{m}</math>~数cmの大きさを有する様々な形状の材料に対して上記測定を行うことができる</li> <li>・基本的に, 代行あるいは共同研究として提供する</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■熱電材料の性能評価</li> <li>■超電導材料の臨界温度の決定</li> <li>■強相関電子系材料の電子物性・磁気物性測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### 半導体パラメータ測定装置

#### Semiconductor Parameter Analyser



キーワード	アジレント4156C
特長	半導体パラメータに相当する電流、電圧特性の測定
機能・仕様	最大で $\pm 200\text{V}$ の電圧を印加できる高電圧オプション41501B付き 電流レンジ $\pm 10\text{pA}$ で測定分解能 $1\text{fA}$ 電流レンジ $\pm 100\text{mA}$ で測定分解能 $100\text{nA}$
利用方法	フロントパネルから直接操作のみならず、ネットワークのクロスケーブルを介してのパソコンからの操作も可能
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■直列接続したマイクロ太陽電池のI-V特性測定</li> <li>■ナノギャップ電極間に配置した、CNT/ナノ粒子/CNTの接合を越えて流れたトンネル電流の測定</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
責任者 (連絡先)	マイクロメカトロニクス研究室 佐々木 実 教授 e-mail: kumagai.shinya@toyota-ti.ac.jp

## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-4. 電気物性・磁気物性計測

#### ホール係数測定装置

#### Hall Measurement System



キーワード	半導体材料 伝導型 キャリア濃度 移動度
特長	半導体材料の伝導型(n型・p型)、キャリア濃度、移動度と、その温度依存性の測定
機能・仕様	メーカー・型式：東陽テクニカ製Resitest8320 性能：Van der Pauw法、DC&AC磁場での測定可、ホール測定電圧感度： $10^{-8}$ V、抵抗測定範囲： $0.01 \sim 10^{12} \Omega$ （電極端子間）、試料印加電流：5pA～100mA（電圧リミット100V）、最大磁場：0.79T、測定温度：4.2～400K
利用方法	・要受講 ・要予約
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■半導体材料の伝導型（n型・p型）の判定</li> <li>■半導体材料のキャリア濃度と、その温度依存性の測定</li> <li>■半導体材料の移動度と、その温度依存性の測定（右図：GaAsN化合物半導体の移動度の温度依存性の解析）</li> </ul>
責任者（連絡先）	半導体研究室 小島信晃 講師 e-mail: nkojima@toyota-ti.ac.jp

#### ホール効果測定装置

#### Hall Effect Measurement Device



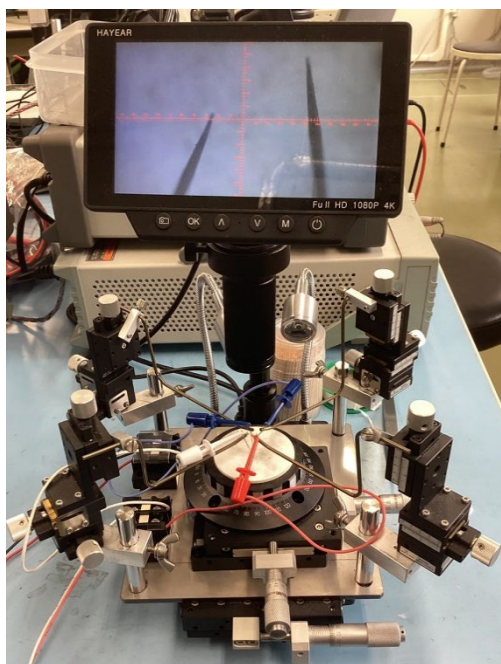
キーワード	ホール効果 移動度 キャリア濃度 磁場
特長	・ホール効果による各種半導体物性の測定 ・クライオスタットを用いた77Kにおける磁場印加環境下での電気伝導測定
機能・仕様	温度：室温、77K 磁場：～1T ソースメータ、デジタルマルチメータ、LCRメータ、キャパシタンスブリッジなど
利用方法	要受講
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■高電子移動度トランジスタの電子の移動度と濃度の測定</li> <li>■不純物をドーピングした半導体ウエハのキャリアの移動度と濃度の測定</li> <li>■カーボンナノチューブやグラフェンの電気伝導などの測定</li> </ul>
責任者（連絡先）	電子デバイス研究室 岩田直高 教授 e-mail: iwata@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-4. 電気物性・磁気物性計測

#### マイクロプローバー(室温電気抵抗測定装置)

#### Micro Prober (Room Temperature Electrical Resistance Measurement System)



キーワード	室温電気抵抗測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独立して動く4本の端子用いて容易に直流4端子法による電気抵抗測定を行える</li> <li>・金属バルク・薄膜両方の測定を行える</li> <li>・カメラとマイクロメーターを用いて試料サイズを<math>0.1 \mu\text{m}</math>オーダーで測定可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : 自作装置 直流電流: $0.001 \text{ mA} \sim 220 \text{ mA}$ 電圧計: $0.0001 \text{ mV} \sim 1000 \text{ V}$
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試料をステージに置き、カメラで確認しながら端子を試料に押し当てる</li> <li>・直流電流の値を変えながら電圧計で値を読み取る</li> <li>・マイクロメーターとカメラで端子間距離と試料サイズを測定する</li> <li>・測定は装置管理者の指導の下行う</li> </ul>
使用例	■室温でのバルク・薄膜の電気抵抗測定
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### ライフタイム測定装置

#### Carrier Lifetime Measurement System



キーワード	半導体 少数キャリア寿命 拡散長 マッピング
特長	半導体材料の少数キャリア寿命、拡散長のマッピング測定
機能・仕様	メーカー・型式 : SEMILAB-SDI社 PV-2000A QSS-u-pCD(Injection level毎のライフタイム測定) Ultimate-SPV (ウェハ厚4倍までの拡散長測定) ALID (高速光劣化測定) 非接触CV測定 など
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・要受講</li> <li>・要予約</li> </ul>
使用例	■ Si基板における少数キャリア寿命の空間分布測定 ■ 半導体プロセスによる少数キャリア寿命劣化の評価
責任者 (連絡先)	半導体研究室 大下祥雄 教授 e-mail: y_ohshita@toyota-ti.ac.jp



## II. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-5. 科学的性質および量子物性計測

#### 全自動元素分析装置

#### Elemental Analysis



キーワード	有機元素分析 元素の定量
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機化合物中のC, H, N, Sの定量が可能</li> <li>・CHN分析とCHNS分析の切り替えが容易</li> <li>・オートサンプラー装備</li> <li>・専用電子天秤装備</li> <li>・全自動測定可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Perkin Elmer社製・2400II 仕用 : 静的燃焼, フロントクロマトグラフィー, TCD検出
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CHNS分析では, S用燃焼管への交換が必要</li> <li>・要受講(電子天秤も含む)</li> <li>・要予約</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■有機化合物の元素分析</li> <li>■金属錯体の元素分析</li> <li>■炭素担体等に含まれる元素(C, H, N, S)の定性・定量分析</li> </ul>
責任者 (連絡先)	触媒有機化学研究室 本山幸弘 教授 e-mail : motoyama@toyota-ti.ac.jp

#### マイクロ波プラズマ原子発光分光分析装置

#### Microwave induced Plasma Atomic Emission Spectrometry (MP-AES)



キーワード	原子スペクトル分析法 微量金属の定量 マイクロ波プラズマ
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水溶液中の微量金属元素 (ppbレベル) の定量が可能</li> <li>・自動測定可能</li> <li>・可燃性ガスが不要</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Agilent社製・4200 MP-AES 仕用 : 光学系 ツェルニターナ型, 焦点距離 600 mm, 波長範囲 178-900 nm, 検出器 CCD 半導体検出器
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用するガラス器具, サンプル調整, 検量線用金属標準液等は, 原則として利用者が用意</li> <li>・要受講</li> <li>・要予約</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■有機化合物中の金属残存量の定量</li> <li>■不均一触媒中の金属担持量の測定</li> <li>■土壌中の微量金属量の定量</li> </ul>
責任者 (連絡先)	触媒有機化学研究室 本山幸弘 教授 e-mail : motoyama@toyota-ti.ac.jp



## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-5. 科学的性質および量子物性計測

#### 熱重量示差熱分析計

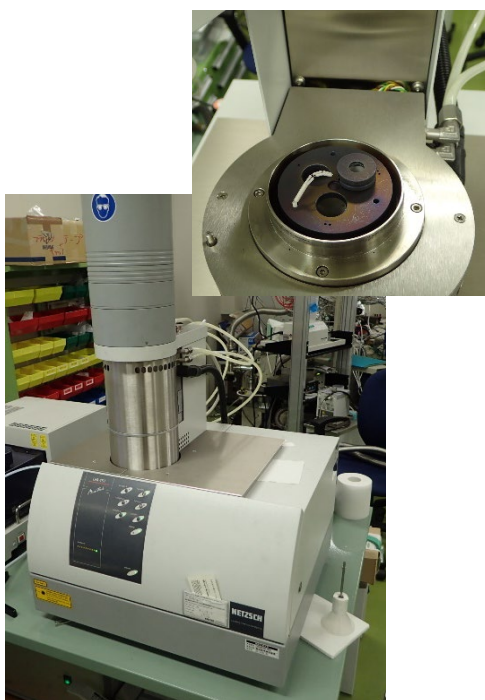
#### Thermogravimetry -differential Thermal Analyzer



キーワード	TG DTA 熱分解 GCMS
特長	試料及び基準物質の温度を一定のプログラムによって変化させながら、その試料と基準物質との温度差及び重量変化を温度の関数として測定する方法
機能・仕様	メーカー・型式 : DTG-60 (SHIMADZU) 測定温度 : 1000°Cまで 試料容器 : Pt, アルミ GCMSとの連結が可能
利用方法	・試料容器は試料の種類と測定温度に適したものを使用 ・GCMSと同時に使用することで熱分解ガスの測定が可能
使用例	■ 熱分解に伴う重量変化の測定 ■ 水分蒸発に伴う吸熱の測定
責任者 (連絡先)	熱エネルギー工学研究室 武野計二 教授 e-mail: takeno@toyota-ti.ac.jp

#### レーザーフラッシュ熱伝導度測定装置

#### Laser Flash Thermal Conductivity Measurement



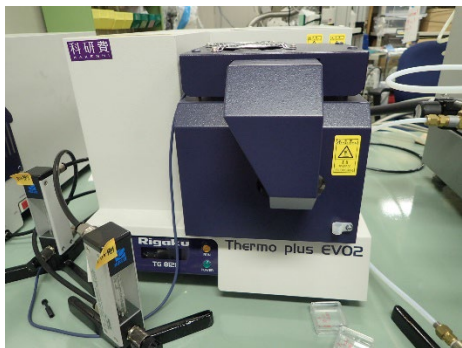
キーワード	熱伝導率 熱拡散率
特長	・-125°C~1100°Cの温度範囲で非接触測定が可能 ・試料ホルダー、加熱炉及び赤外線検知器が垂直方向に配置されており、試料のセットが簡単で、測定精度も高い
機能・仕様	メーカー・型式 : NETZSCH LFA 457 測定温度範囲 : -125°C~1100°C 対応する試料の形状: 直径 6, 8, 10, 12.7, 25.4 mm, (もしくは□ 6, 8, 10 mm) 厚さ 0.1 ~ 6.0 mm
利用方法	リファレンスと被測定試料をそれぞれ試料容器にセットし、測定
使用例	■ バルク試料の熱拡散率測定, 熱伝導率測定
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-5. 科学的性質および量子物性計測

#### 差動型示差熱天秤

#### Thermal Gravimetric, Differential Thermal Analyses



キーワード	熱重量分析
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機物, 無機物の重量変化を温度または時間の関数として測定</li> <li>・炉体が小さく, 強制冷却ファンユニットを有するため, 冷却時間が短く, 測定サイクルが早い</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Rigaku TG8121 測定温度域: 室温~1100℃ 最大測定試料量: 1g 測定雰囲気: 大気, 不活性ガス, 真空
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リファレンスと被測定試料をそれぞれ試料容器に充填し, 測定</li> <li>・試料容器は測定温度範囲や試料との反応性を考慮して選 択する</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■分解, 酸化, 結晶化, 融解温度等の測定</li> <li>■試料の熱安定性試験</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t.takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### ガスクロマトグラフ質量分析計

#### Gas Chromatography-Mass Spectrometry



キーワード	TG-DTA ガスクロマトグラフ 質量分析計
特長	気化しやすい化合物をカラム内で分離し, 高真空下で適当な方法でイオン化しそのイオンを電磁的に分離して検出を行う。
機能・仕様	メーカー・型式 : GCMS-QP2010 ultra キャリアガス : ヘリウム 性能 : オープン最高温度: 450℃ カラム : MICROPACKED-ST オプション : ガスサンプリング(1mL)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試料は気体または気化しやすいもの</li> <li>・定量分析を行う場合には検量線を作成する必要がある ※使用しているカラムはCO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>の分析に適している。それ以外のガスの分析に関しては要相談</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■未知の混合物の定性分析</li> <li>■TG-DTAと接続することで熱分解ガスの分析が可能</li> </ul>
責任者 (連絡先)	熱エネルギー工学研究室 武野計二 教授 e-mail: takeno@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

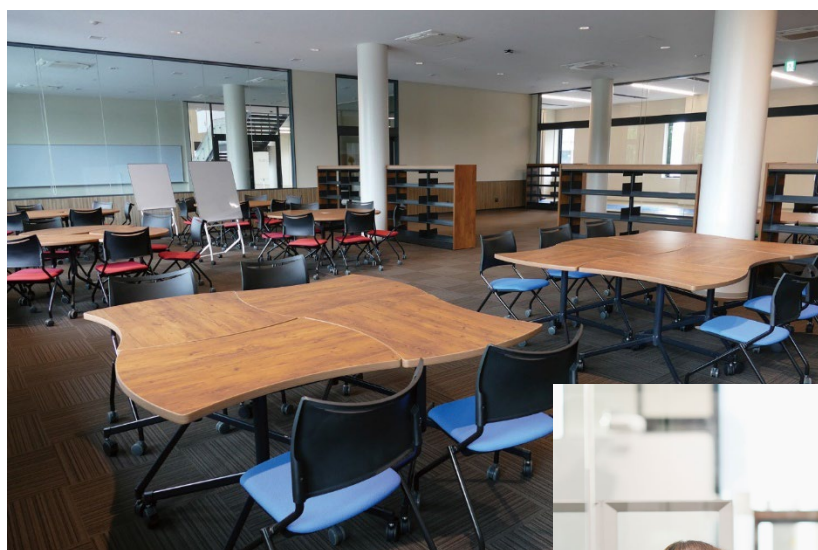
### 2-5. 科学的性質および量子物性計測

#### 核磁気共鳴装置(NMR)

#### Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer



キーワード	核磁気共鳴 構造解析 有機化合物 無機化合物
特長	<ul style="list-style-type: none"><li>・有機・無機化合物の構造情報が取得可能</li><li>・温度可変, DOSY法, ROSY法等により混合物や固体状態の構造解析や反応過程の追跡が可能</li><li>・軽溶媒の使用が可能(D化溶媒不要)</li><li>・自動測定可能</li></ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : JEOL社製・JMN-ECZ400R FT-NMR 仕用 : プロトン共鳴周波数400 MHz, 磁場9.39 T, 温度可変 (-130~200 °C), S/N比 >500(溶液測定)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・試料管及び測定溶媒は原則として利用者が用意</li><li>・要受講</li><li>・要予約</li></ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"><li>■ <math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math> 核を中心としたスペクトル測定, および相関NMR分光法等による有機化合物の構造解析ならびに反応追跡</li><li>■ 粘土鉱物中に存在するAl, Siの配位構造の決定 (<math>^{27}\text{Al}</math>, <math>^{29}\text{Si}</math> 測定)</li></ul>
責任者 (連絡先)	触媒有機化学研究室  本山幸弘 教授(溶液NMR担当) e-mail : motoyama@toyota-ti.ac.jp 機能セラミックス研究室 荒川修一 講師(固体NMR担当) e-mail : arakawa@toyota-ti.ac.jp



## ラーニング コモンズ

自学自習を目的とした開放型次週スペース。学生間の交流機会が自然と増え相互に刺激しながら学べるよう設計しています。



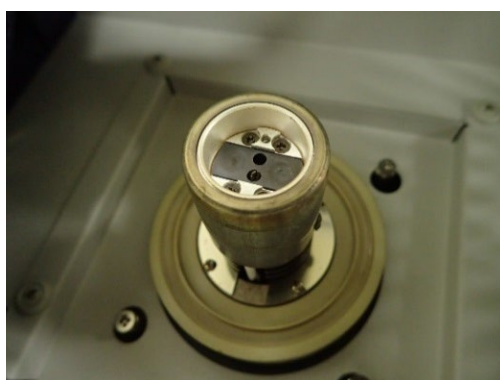
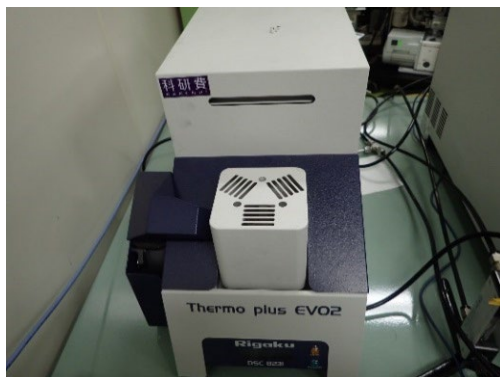


## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-6. その他

#### 高感度示差操作熱量計

#### Differential Scanning Calorimetry



キーワード	示差熱分析 比熱測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機物, 無機物の転移や反応・比熱を温度または時間の関数として精度良く測定</li> <li>・炉体が小さく, 強制冷却ファンユニットを有するため, 冷却時間が短く, 測定サイクルが早い</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Rigaku DSC8231 測定温度範囲: 室温~750°C 最大測定レンジ: ±100 mW 測定雰囲気: 大気, 不活性ガス
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・10数mg程度の粉末状試料を使用</li> <li>・比熱測定においては, 参照試料(アルミナ)の測定と, 予想される比熱に応じた量の粉末が必要</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■物質の相転移温度の特定および比熱測定</li> <li>■潜熱の定量評価</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### サーモリフレクタンス法熱拡散率測定装置

#### Thermoreflectance Method



キーワード	薄膜熱拡散率測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サーモリフレクタンス信号の時系列測定によるピコ秒オーダーの熱拡散時間測定(室温下)</li> <li>・表面加熱-表面測温(FF)測定と裏面加熱-表面測温(RF)測定の選択が可能</li> <li>・金属薄膜ならば100nm-1μm, セラミックや有機薄膜ならば数十nmの膜厚から測定可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : ピコサーム pico-TR ポンプレーザー: パルス幅1ns, 波長1550nm, ビーム径45μm プローブレーザー: パルス幅連続, 波長785nm, ビーム径25μm 試料の加熱・冷却可能(150K~600K?)
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・FF法の場合は試料層の最表面に100nmのMo膜を蒸着。</li> <li>・RF法の場合は石英基板もしくは光学研磨基板を使用し, 試料層の最表面および基板-試料間に100nmのMo層を蒸着。</li> <li>・測定は装置管理者の指導の下行う</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■薄膜熱電材料の面直方向の熱伝導率測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp



## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-6. その他

#### 超音波パルサー/レシーバー

#### Ultrasonic Pulser/Receivers



キーワード	音速測定 機械的特性評価
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・35MHzまでの周波数帯域のスパイクパルスによる高周波試験が可能</li> <li>・パルス伝播時間および減衰の解析を行うことで、物質の機械的物性の評価が可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : オリンパス 5072PR 35MHzまでの広帯域スパイク波 本体パネルによる簡便なパラメータ設定
利用方法	測定は装置管理者の指導の下行う
使用例	■焼結ペレットの音速測定
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### 熱機械分析装置(TG-DTA,DSC,TMA)

#### Thermal Analysis



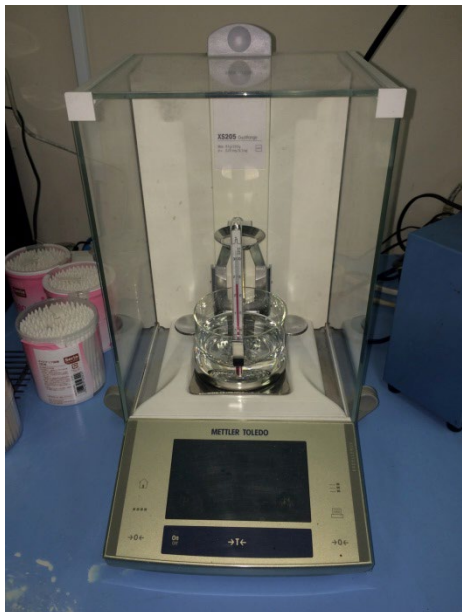
キーワード	示差熱-熱重量同時測定(TG-DTA), 示差走査熱量測定(DSC), 熱機械分析(TMA)
特長	酸化温度, 熱分解温度, 脱水温度, ガラス転移温度, 結晶化温度, 融解温度, 比熱, 熱膨張率, 熱収縮率, 軟化点などの各種の熱物性を測定可能.
機能・仕様	メーカー・型式 : DTA8120,DSC8270,TMA8310(リガク) 性能:【温度範囲】室温-1700°C(TG-DTA), 室温-1500°C(DSC), 室温-600°C(TMA) 【蛍光波長域】200-900nm 【波長精度】1nm
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・TG-DTAおよびDSCは10mg程度の粉碎試料を用いて測定</li> <li>・TMAはφ3mm書ける</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ガラス試料のガラス転移温度, 結晶化温度, 融点の測定</li> <li>■熱膨張係数の測定</li> </ul>
責任者 (連絡先)	光機能物質研究室 大石泰丈 教授 e-mail: ohishi@toyota-ti.ac.jp

## Ⅱ. 形状観察・構造解析・物性計測のための装置

### 2-6. その他

#### 分析天秤

#### Electronic Analytical Scale



キーワード	電子天秤 アルキメデス式密度測定
特長	<ul style="list-style-type: none"><li>・最小表示0.01mgまでの質量を測定可能</li><li>・置換液(純水・純エタノール等)を使用したアルキメデス法による密度測定</li><li>・タッチスクリーンによる直感的な操作</li></ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : メトラートレド XS205 最大秤量 : 81g/ 220g 最小表示 : 0.01mg/ 0.1mg 内蔵アプリケーションによる密度測定ナビゲーション機能
利用方法	測定は装置管理者の指導の下行う
使用例	■ 焼結ペレット等バルク材料の密度測定
責任者 (連絡先)	エネルギー材料研究室 竹内恒博 教授 e-mail: t_takeuchi@toyota-ti.ac.jp

#### 小型加振機システム

#### Compact Shaker System

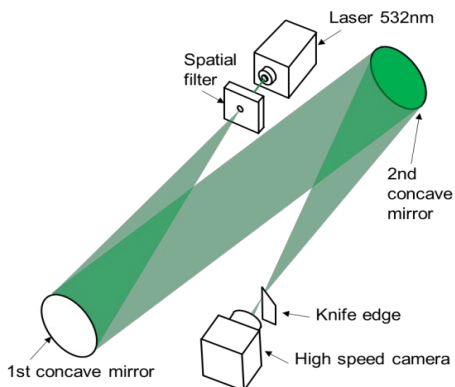


キーワード	加振機, 振動実験
特長	デスクトップサイズの加振機
機能・仕様	メーカー・型式 : Labworks LW140.141-110 加振力 : 489.3N 振幅 : 25.4mm 上限周波数 : 6.5KHz
利用方法	条件付きで利用可、要相談
使用例	■ 各種振動実験
責任者 (連絡先)	設計工学研究室 小林正和 准教授 e-mail: kobayashi@toyota-ti.ac.jp

# Ⅲ. 複合機能・特殊機能装置

## 高速シュリーレン装置

## High Speed Schlieren Imaging Device



光学系模式図

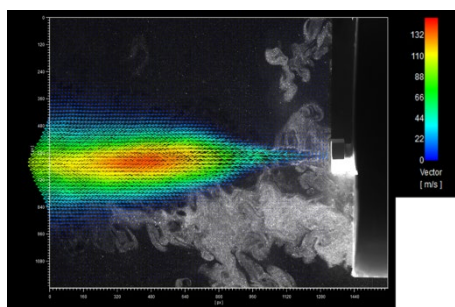
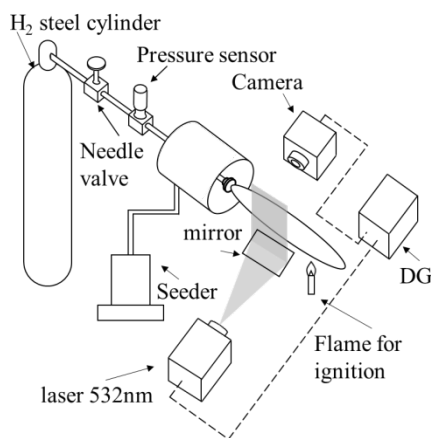


ナイフエッジ, カメラ, 凹面鏡

キーワード	可視化 光屈折 レーザ 密度勾配
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザ光源、凹面鏡で作られる平行光が通過する空間に、屈折率が異なる部分が存在するとそれが明暗となって観察・コンパクトな高速度カメラを用いて、撮影部(ナイフエッジ、レンズおよび高速度カメラ)が一体化しているため光学調整が比較的容易</li> </ul>
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光源: LD励起YVO<sub>4</sub>固体レーザ G50(カトウ光研) 波長532nm 出力50mW, キセノンランプ</li> <li>・高速度カメラ: FASTCAM Mini UX 50(Photron) 最高撮影速度160,000fps</li> <li>・凹面鏡: φ150mm 焦点距離1500mm, 凸レンズ: φ150mm</li> </ul>
利用方法	・光学系の設定後、平行光部分に観察対象を設置し高速度カメラを用いて撮影。
使用例	■ 下図はノズル(右端)から噴出された水素不足膨張噴流。
責任者(連絡先)	熱エネルギー工学研究室 武野計二 教授 e-mail: takeno@toyota-ti.ac.jp

## 2次元PIV計測システム

## Two Dimensional Particle Image Velocimetry System



Contour of velocity magnitude.

キーワード	速度計測 PIV 速度ベクトル レーザ
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流れ場に微粒子を混合・追従させ、シートレーザを<math>\Delta t</math>間隔で2回照射する。その散乱光の2次元的な動きを解析して、速度ベクトルを求める。</li> <li>・<math>\Delta t</math>を下記仕様程度に短く取り、シード粒子径を<math>1\mu\text{m}</math>以下とすることで、数100m/sの流れ場の解析が可能。</li> </ul>
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光源: ND YAG 2nd 532nm 固体レーザ(日本レーザー製) 波長532nm 出力50mW</li> <li>パルス幅: 10ns 出力: 70mJ/pulse</li> <li>・ダブル露光度カメラ: 2352×1768ピクセル 21f/s</li> <li>・シーディング装置 SiO<sub>2</sub> 0.9~1.4<math>\mu\text{m}</math></li> <li>・PIV制御, 解析ソフト</li> </ul>
利用方法	・左図のように光学系の設定後、平行光部分に観察対象を設置し、レーザーとカメラを同期させて2枚の散乱光の画像を得る。これを解析して速度ベクトルを得る。
使用例	■ 左図はノズル(右端)から噴出された水素不足膨張噴流火炎(d=0.5mm, P=10MPa)の中心軸断面での流れベクトル計測結果例。
責任者(連絡先)	熱エネルギー工学研究室 武野計二 教授 e-mail: takeno@toyota-ti.ac.jp



### Ⅲ. 複合機能・特殊機能装置

#### 高速度ビデオカメラ

#### High Speed Video Camera



キーワード	高速現象, 動画
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オシロスコープ(横河電機製DL750)で取得する波形との同期も可能</li> <li>・フレームレートを高くしても、従来品のように横長にならない</li> <li>・本体は小型軽量</li> </ul>
機能・仕様	<p>メーカー・型式 : フォトロン製FASTCAM mini AX50                  2,000fps: 1024×1024画素, 170,000fps: 128×16画素.                  モノクロ12bit, メモリ: 8GB                  シャッター1.05 μs                  Fマウント210mm相当ズームレンズ, Cマウント</p>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定条件を制御用パソコンから設定</li> <li>・マニュアル操作または外部信号との同期で撮影開始タイミングを設定可能</li> <li>・微小物体を拡大する場合には焦点深度に要注意</li> <li>・要相談</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■機械の挙動観察</li> <li>■切削加工等の観察</li> </ul>
責任者 (連絡先)	機械創成研究室 古谷克司 教授 e-mail: furutani@toyota-ti.ac.jp



#### 豊田式 木製人力織機

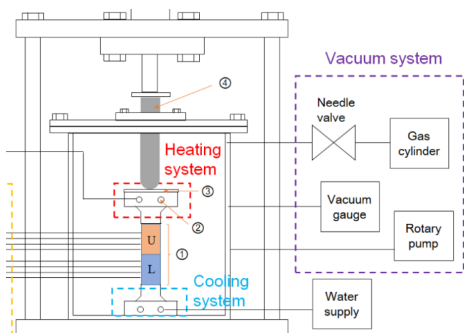
豊田佐吉翁が1891年に初めて特許を取得した実機をもとに、トヨタ自動車が忠実に復元。授業でも学生に機織り体験を行います。



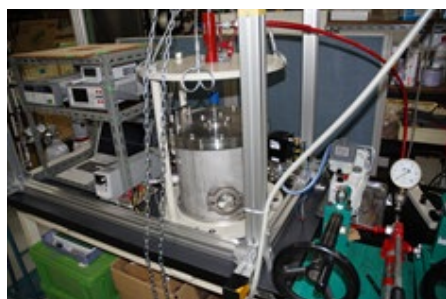
## V. 物理化学分析

### 減圧環境での熱物性計測

### Thermal Property Measurement at Reduced Pressure



容器周辺模式図

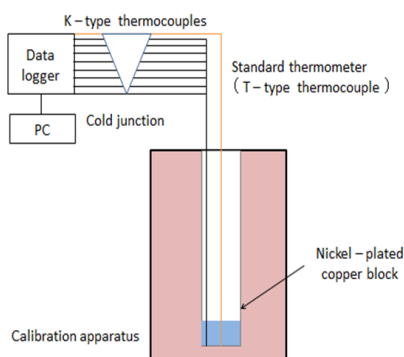


装置外観

キーワード	接触熱抵抗 真空 雰囲気組成 面圧
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・減圧環境,加圧環境での試料の熱的物性(接触熱抵抗,熱伝導率)を測定</li> <li>・窒素および空気の比率で雰囲気組成,雰囲気圧力の調整が可能</li> <li>・外部の油圧ポンプにより,外部から試料に対する負荷圧力の調整が可能</li> </ul>
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロータリーポンプ::エドワーズ(株) E2M1.5, 排気量30 [L/min] (60Hz)</li> <li>・真空チャンバ:真空度 数Pa(中真空)~</li> <li>・油圧シリンダ:理研機器(株) MS05-100, 最大出力 50 [kN]</li> </ul>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試料を容器に入れ,ロータリーポンプで真空引きを行った後,ニードルバルブの開閉にて雰囲気圧力および気体種を調整.</li> <li>・雰囲気圧力調整の上,油圧ポンプによる接触面圧調整</li> <li>※試料については要相談</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 金属の接触面での,接触熱抵抗の測定</li> <li>■ 試料の熱伝導度の測定</li> <li>■ 試料内温度分布の計測</li> </ul>
責任者 (連絡先)	熱エネルギー工学研究室 武野計二 教授 e-mail: takeno@toyota-ti.ac.jp

### 高精度温度センサー校正装置

### Temperature Sensor Calibration Device



校正装置模式図



装置外観

キーワード	温度センサー 校正 熱電対
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較校正法による温度校正</li> <li>・設定温度-30~150°Cで校正可能</li> </ul>
機能・仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・校正装置:KT-H504(チノー製) 温度安定性±0.01°C(30 min), 水平温度分布±0.01°C, 制御方式 Z制御, 設定温度範囲-30~155°C(23°C下), 対象温度計 抵抗温度計・熱電対(保護管径6.4 mm以下, 長さ195 mm以上)</li> <li>・白金標準温度計:Pt100(ネツシン製)</li> </ul>
利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・校正装置のシリコンオイルで満たしたニッケルメッキ銅均熱ブロックに,白金標準温度計および校正対象を挿入し,各設定温度にて測定・記録</li> <li>・昇降温時間は約10~30 min, 安定時間はその後10 min以降</li> </ul>
使用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 熱電対, 抵抗測温体, サーミスタなど温度計測素子8本の同時校正(30~120°C)</li> </ul>
責任者 (連絡先)	熱エネルギー工学研究室 武野計二 教授 e-mail: takeno@toyota-ti.ac.jp

## 脳波測定器

## Electroencephalogram machine



キーワード	脳波測定, EEG, Electroencephalogram
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小型で持ち運び可能な脳波測定器</li> <li>・バッテリー駆動が可能</li> <li>・PCレスでの測定が可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Futek BrainProFM-939 測定チャンネル数: 2
利用方法	条件付きで利用可、要相談
使用例	■脳波測定によるリラックス/緊張, 快/不快などの被験者の精神状態の評価
責任者 (連絡先)	設計工学研究室 小林正和 准教授 e-mail: kobayashi@toyota-ti.ac.jp

## 全頭測定型functional NIRS装置

## Functional NIRS machine



キーワード	Functional NIRS, 脳機能測定
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・脳のそれほど深くない部分における各部の血液量変化を測定することで, 脳の各部位の活動状態を評価可能</li> <li>・センサーパレットの交換により, 測定部位の変更が可能</li> <li>・小型で持ち運びが可能</li> <li>・バッテリー駆動が可能</li> <li>・PCレスでの測定が可能</li> </ul>
機能・仕様	メーカー・型式 : Spectratech OEG-17APD 測定チャンネル数: 17
利用方法	・条件付きで利用可、要相談
使用例	■脳機能測定によるメンタルワークロードの評価
責任者 (連絡先)	設計工学研究室 小林正和 准教授 e-mail: kobayashi@toyota-ti.ac.jp





〒468-8511 名古屋市天白区久方二丁目12番地1  
TEL : 052-809-1723 e-Mail : research@toyota-ti.ac.jp

製作年 2024年 3月1日

下記URL・QRコードより最新版をご覧ください。

<https://www.toyota-ti.ac.jp/>



設備装置