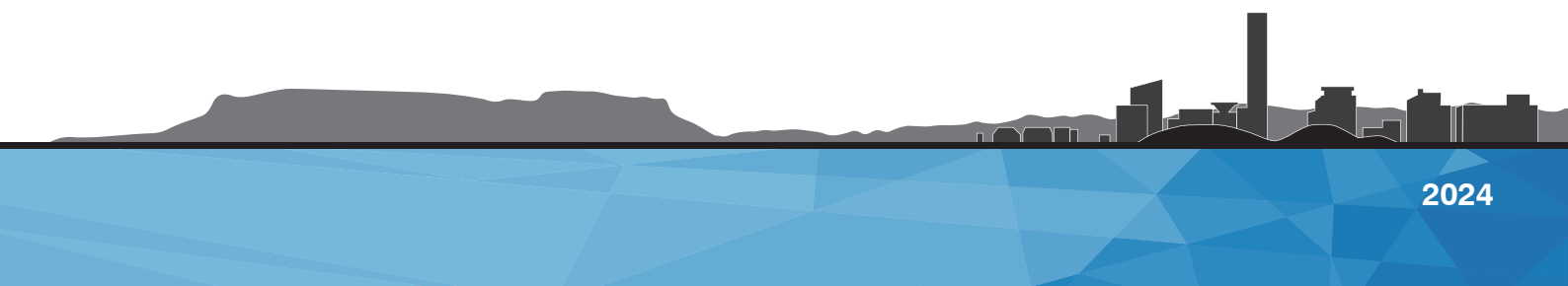


ARIM  
KAGAWA

香川大学マテリアル先端リサーチインフラ事業

Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in JAPAN



# 四国で唯一のナノテク研究支援機関として、

香川大学微細構造デバイス統合研究センターは文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業を通じて、高度デバイスをはじめとする広義のマテリアル研究開発を支援します。



## 設備・機器の共用化から、 データ利活用を含む新たな共用化に向けて

香川大学では、文部科学省のナノテクノロジープラットフォーム事業（平成 24 年度から令和 3 年度までの 10 年間）に四国で唯一の機関として参画し、研究設備インフラの構築、その高度化に取り組んできました。この事業期間の産学官の利用件数の総数は、359 件にも及び、年々、関西圏・関東圏へと支援エリアも拡大し、更に最近では、お陰様でこれまでの支援の経験・実績により、大企業の技術代行の利用にも対応できる機関となってきました。

令和 3 年度からは、その後続のマテリアル先端リサーチインフラ (ARIM) 事業に採択され、研究設備インフラの運用に加えて、そこから創出されるマテリアルデータの収集・蓄積～利活用が可能な研究データインフラを整備し、産学官のマテリアル研究開発を先導する新たな研究インフラ・プラットフォームの構築に向けて、全国の 25 機関と連携して進めています。その中で、香川大学は、重点技術分野「高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル」の一翼を担うため、東北大学(ハブ機関)と筑波大学(スポーク機関)、豊田工業大学(スポーク機関)と連携して取り組んでいます。

上記のハブ・スポークから成る連携機関では、機能材料を含む幅広いマテリアルに対応する共用設備群の最先端化を含む発展を進めるとともに、最適な材料・構造・プロセスの組み合わせ検討に役立つマテリアルデータを収集し、利活用できる環境を構築して、最先端の MEMS やパワーエレクトロニクスを含む高度なデバイスによるデータ駆動型研究開発の推進に貢献して参ります。

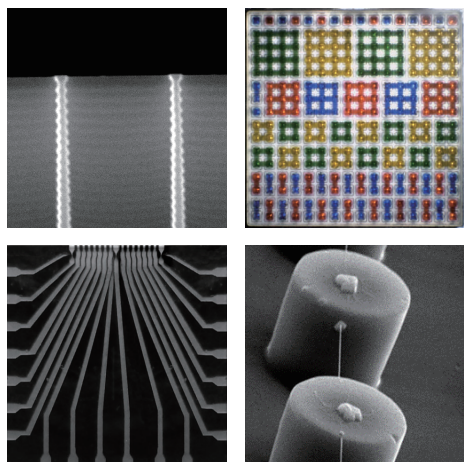
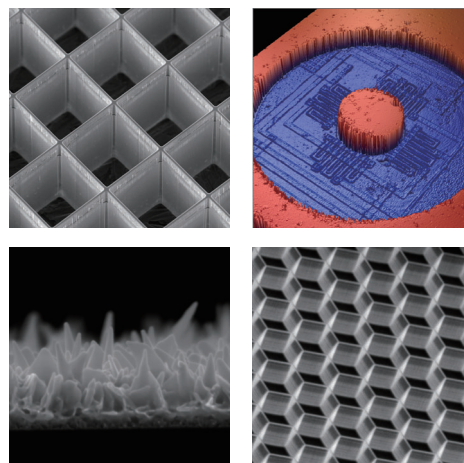
業務主任者 寺尾京平  
微細構造デバイス統合研究センター 副センター長

# マテリアル研究開発を先導

微細加工技術を利用した独自のデバイス研究開発を推進しています。微細加工・評価装置群、経験豊富な研究支援スタッフ、蓄積されたノウハウが本事業の高度な技術支援を支えます。

## 香川大学が強みとする「微細構造デバイス」研究

本学微細構造デバイス統合研究センターは、微細加工技術（マイクロ・ナノマシン技術と称する）を基盤とした微細構造デバイスに関する研究を、異なる学術分野間の協力により推進するとともに産学官の共同研究を実施し、創出した微細構造デバイスの実用化に取り組んでいます。また、併せて将来に向けた光・バイオ・センシング分野等への応用など新しい研究展開を図っています。



具体的な研究活動は、半導体集積回路等の製作に用いるマイクロ・ナノマシン技術を基盤的技術として、今後大きな発展が予想される各種応用分野で活用できる高機能微細構造デバイスを創出するものです。

これらの活動により「地域に根ざし、世界に発信する」という理念のもとに、香川大学を世界のマイクロ・ナノマシン研究拠点の一つとし、地域の活性化に貢献するとともに、優れた人材育成の場を提供することを目指しています。

### 微細構造デバイス統合研究センターの研究分野

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), Lab on a Chip, MicroTAS, Micro/Nanomachine, Micro/Nanofluidics, Micro/Nanofabrication, 微細加工技術, 高度デバイス, 医工連携, 薬工連携, 触覚デバイス, バイオデバイス



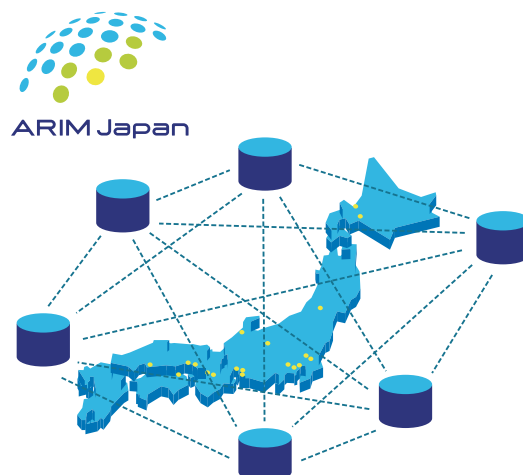
微細構造デバイス統合研究センター  
kagawa-u.ac.jp/kenkyu/Device





最先端装置の共用、高度専門技術者による技術支援を提供します。

マテリアル先端リサーチインフラでは、前身の「ナノテクノロジープラットフォーム」で提供してきた、最先端設備の共用と高度な技術支援を基盤としてさらに発展させるとともに、装置供用によって得られる高品質なデータを利用者の許可を得たうえで、利活用可能な形式で構造化し蓄積します。蓄積されたデータは利用者自身のデータ整理や解析に利用いただくとともに、グループで共有したり、広く公開・共有することで、データサイエンスを取り入れた、データ活用型プロジェクトの推進に貢献することを目指します。



香川大学は7つの技術領域の一つ「高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル」にスポーク機関として参画しています。多種多様な材料・構造・プロセスから成る高度なデバイスは、例えばIoT普及のために必須であり、新しい価値と産業の創出につながります。ハブ・スポーク機関の特徴を有機的に結び付けて、機能材料を含む幅広いマテリアルに対応する共用設備群に発展させるとともに、最適な材料・構造・プロセスの組み合わせ検討に役立つマテリアルデータを収集し利活用できる環境を構築し、最先端のMEMSやパワーエレクトロニクスなど、高度なデバイスのデータ駆動型研究開発に貢献します。本事業機関は以下の支援を提供します。

## 支援内容

### 技術相談 | 専門技術でアドバイス

技術的な問題解決に向けて、各ハブ・スポーク機関の技術スタッフが様々な問題に応じます。



### 機器利用 | 利用者自身で操作

機器は利用者自身が操作し、実験します。データ解析や考察も利用者が行います。



### 技術補助 | 補助スタッフが補助

利用者は操作方法などについて、技術スタッフの補助を受けながら機器を使用します。



### 技術代行 | 利用者に代わり操作

依頼に基づきハブ・スポーク機関の技術スタッフが実験・測定・評価・解析を行います。



### 共同研究 | 利用者とハブ・スポーク機関が共同で実施

データの解析や学術的な議論を含めて、利用者とハブ・スポーク機関とが共同で行います。

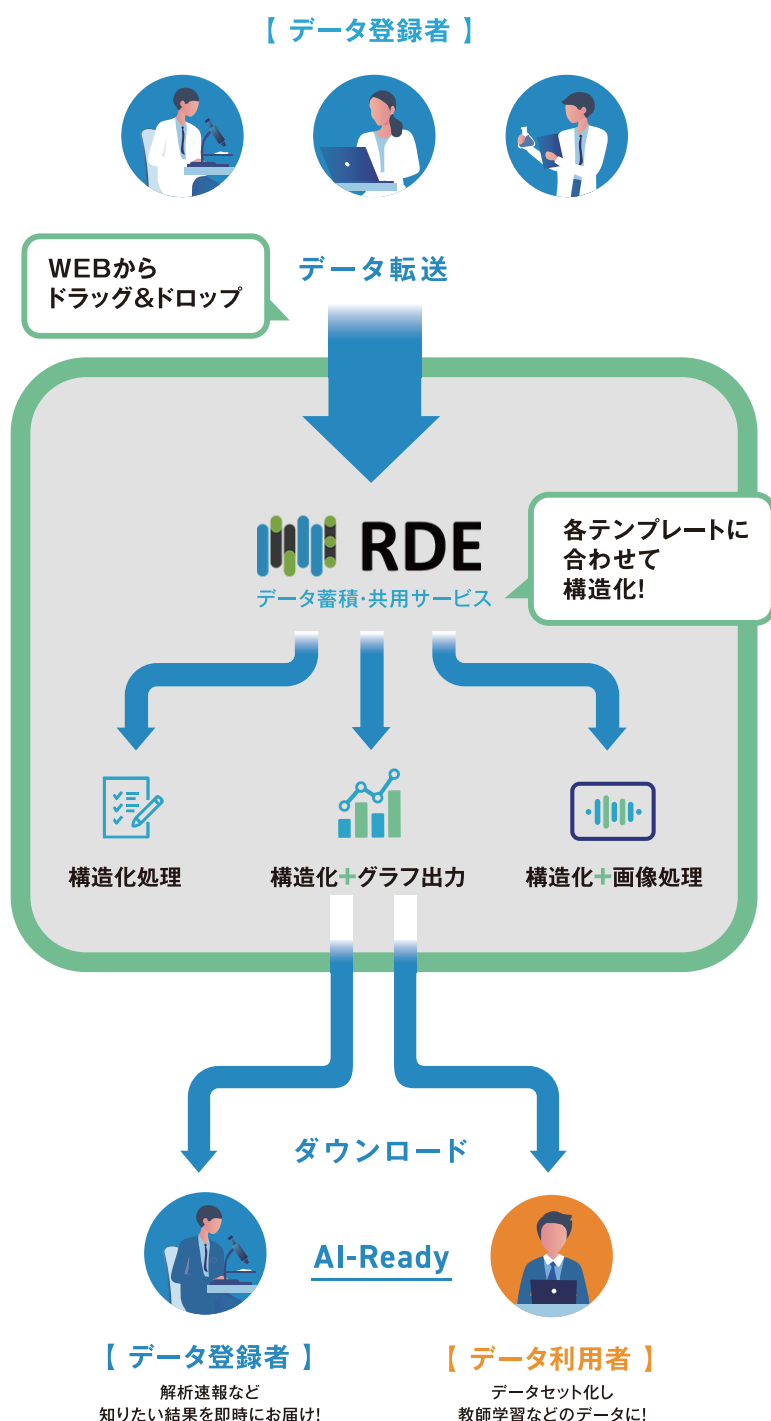


### データ利用 | 蓄積したデータの利活用

蓄積したデータはデータベースとして用いる他、新たな情報を導き出す利活用が可能です。



全国 25 の大学・研究機関の先端共用設備から創出されたデータを蓄積・提供します。



## RDE

設備共用に伴って創出されるマテリアルデータのうち、利用者の承諾が得られたものについて、物質・材料研究機構 (NIMS) のシステム (Research Data Express: RDE) へ、可視化した形で蓄積していきます。装置からの生データを登録すると自動的にデータ駆動型のマテリアル研究に適した形に構造化してクラウドに蓄積できることを特徴としています。

本 RDE を活用し、全国 25 機関の共用装置からのデータを機器利用者の同意があったデータに限り、第三者に使いやすい形で構造化・蓄積しています。また、一定の非共用 (close) の期間の後に、第三者へデータ共用を行っています。

## データ利用

申請登録をすることで、事業内共有されているデータを、閲覧・ダウンロードすることができ、データ駆動型研究に活用いただけます。AI に使いやすいデータでダウンロードし、編集加工して成果物を作成することができます。利用条件やライセンス等はデータ提供ポータルサイトから確認ください。



## 利用方法 How to Use

はじめに利用相談を実施し、利用申請書を提出いただき、審査後、承認が得られましたら利用を開始していただきます。利用後は報告書を提出していただきます。

### 装置利用の流れ

1

#### 利用相談



希望する試料が実験・測定可能かどうか、技術スタッフにお問い合わせください。



2

#### 利用申請



申請書をダウンロードし、ご記入の上、事務局までお送りください。



3

#### 設備利用



審査承認後、申請書の内容に基づいてご利用いただけます。

4

#### お支払い



ご利用に応じて利用料金をお支払いいただきます。基本、3か月ごとに請求いたします。



5

#### 報告書提出



終了後、利用報告書をご記入・ご提出いただきます。



利用要項と申請書様式はこちらを確認ください。

### 装置利用に関して

利用課題の申請にあたって、「成果公開」／「成果非公開」と、装置を利用して得られたデータについて「データ提供あり」／「データ提供なし」を選択いただけます。成果公開の利用では年度末に A4 で 1 枚程度の報告書を提出いただきますが、研究内容そのものではなく、加工や観察の実験条件に関する内容で、支障のない範囲で結構です。データ提供ありの利用は装置データを RDE システムに登録いただきます。成果公開とデータ提供ありでの利用は割引料金が適用されます。提供データの種類や性質を考慮して判断することになると思いますので、まずはご相談ください。本事業の推進のため、成果公開・データ提供ありでのご利用にご協力いただければ幸いです。



「成果公開」・「データ提供あり」でのご利用にご協力ください。

装置予約と利用後の実績から利用時間を決定し、3 か月ごとに請求を行います。予約と利用実績は、学内の方はブラウザから Web 予約実績管理システムに入力いただきます。学外の方はスタッフがアレンジしますのでご連絡ください。利用実績のない予約についても利用したものとして扱いますので、適切な予約と実績報告にご協力をお願いします。

利用者の承諾に基づき、利用データを登録し可視化した形で蓄積していきます。

## RDEへのデータ登録



RDEに登録するため、利用者の方には DICE (NIMS が提供するデータ基盤) アカウントを取得いただきます。その後、データを RDE で転送すると構造化が行われます。登録データの形式は装置毎に設定されていますが、加工プロセスに関わる利用については本学では全て FDL (Fabrication Data Log) と呼ばれるファイルに使用条件を入力して登録していただく方式としています。非共用期間 (データ登録者のみがアクセスでき第三者はアクセスできない状態) の後、広域シェアされます。

本学データエンジニアがデータ登録をサポートします。



## FDL | Fabrication Data Log



Access	RDE 入力項目 必須		デュアルイオンビームスパッタ装置形式	研究データベース
	ID	環境		
ID, date, environment / ID, 作業日, 環境	Date ID	Date ID		
	Date yyyy/mm/dd	作業日		2023/08/09
	Time hours	作業時間		
	Temperature	室温		
Substrate / 基板	Humidity	湿度		
	Material	材料		Si
	Size	大きさ		4inch φ
	Thickness	厚さ		300
Equipment / 装置	Material/top surface	基板表面の主な材料		Si
	Quantity	数量		2
	Equipment	装置		D-01 Dual ion beam sputtering system, Hashino-tech, IOW-IBS
	Equipment (ASIM No.)	装置 (ASIM No.)		GA-004
Deposition layer / 成膜 / 層目	Stage heating	基板ステージ加熱		
	Back pressure	排気圧		
	Reverse sputtering	逆スパッタ		
	Deposited material	成膜材料		Cr
	Target film thickness	成膜膜厚		
	Gas	ガス種		Ar
	Gas flow rate	ガス流量		70
	Gas pressure	ガス圧力		
	RF power	RF 出力		30
	Process time	プロセス時間		400
	ビーム電圧			52
	加速電圧			200

加工プロセスは、装置条件や結果を FDL ファイルに入力いただきます。Excel ファイルであり装置使用ごとに列を追加します。指定項目を入力すればデータ登録に必要な項目が揃います。データ登録されない自由記載可能なコメント列を作成できますので、研究チーム内で加工プロセスのラボノートとして共有し研究室データベースに保管いただくことを推奨しています。

### 研究チーム内で加工プロセス共有・蓄積

過去データも散逸せず統一フォーマットでデータ管理できます。



加工プロセス用のラボノートとしても活用いただけます。

## 装置 Equipments

描画—加工—評価の一連の微細加工工程をカバーする装置群を利用いただけます。

### 描画装置



#### 電子線描画装置

エリオニクス社製 ELS-7500EX

max 6 inch  
最小線幅10 nm  
つなぎ精度40 nm

GA-001



#### マスクレス露光装置

大日本科研社製 MX-1204型

max 6 inch  
最小線幅1  $\mu\text{m}$ 程度  
アライメント精度0.15  $\mu\text{m}$ 以下

GA-002

### 加工装置



#### デュアルイオンビームスパッタ装置

ハシノテック社製 10W-IBS

基板ホルダ 4 inchまで 回転機能付  
ターゲット Si,  $\text{SiO}_2$ , Ti, Al, Cr 等  
基板温度 室温 $\sim$ 700  $^{\circ}\text{C}$

GA-004



#### マグネトロンスパッタリング装置 ※

芝浦メカトロニクス社製 CFS-4EP-LL

基板ホルダ  $\phi$ 220mm 回転機能付  
出力500WのRFまたはDC電源  
ターゲット Al, Al-Si, Cr,  $\text{SiO}_2$



#### 酸化 / 拡散炉 ※

dSI社製 VESTA-2100

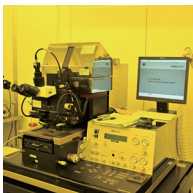
max 4 inch  
max 1200 $^{\circ}\text{C}$



#### 真空蒸着装置

ULVAC社製 VPC-1100

試料台 2.5 inch  
成膜実績 Au, Ti, Cr, Al  
膜厚 1 nm $\sim$

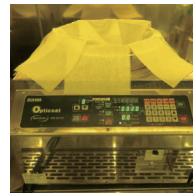


#### 両面マスクアライナ装置 ※

ズース・マイクロテック社製 MA6/BA6

max 6 inch角マスク, 6 inchウエハ  
解像力 2 $\mu\text{m}$  L/S  
アライメント精度1.5 $\mu\text{m}$ 以下

GA-007

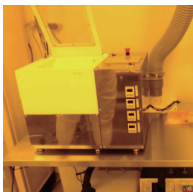


#### スピンコーター

ミカサ社製 MS-B150

max  $\phi$ 154 mm  
回転数 300 – 7000 rpm

GA-003

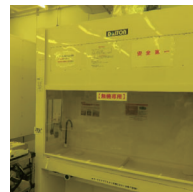


#### ウェハスピン現像装置

滝沢産業社製 AD-1200

スプレースイングアーム式  
max  $\phi$ 100 mm  
現像・リンス 各2系統 有機溶媒可

GA-015



#### ドラフトチャンバ（有機/無機）※

DALTON社製 ECD-1500BEW1-T/BCD-1-1600BEW

超純水供給  
0.2 $\sim$ 0.5 m/s 風速可変



#### シリコン深堀エッチング装置 ※

SPPテクノロジーズ社製 MUC-21 ASE Pegasus

max 4 inch  
使用ガス  $\text{C}_4\text{F}_8$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{O}_2$ , Ar



#### イオンシャワー装置

エリオニクス社製 EIS-200ER

max 4 inch 回転機能付  
イオン化ガスAr, Xe,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ 等  
加速電圧30V $\sim$ 3000V連続可変



#### 反応性イオンエッチング装置 ※

サムコ社製 RIE-10NR

max 8 inch  
13.56 MHz, 最大300 W  
使用ガス  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{O}_2$



#### 低圧プラズマ装置

ディエナー社製 Femto

チャンバー 幅83 mm $\times$ 奥行255 mm  
13.56 MHz, 最大200 W  
使用ガス  $\text{O}_2$

GA-013





### ダイシングマシン

DISCO社製 DAD3220

切削範囲 幅 6インチ 厚さ 1mm程度まで  
切削精度 5  $\mu$ m程度  
切削速度 0.1 - 500 mm/s

GA-010

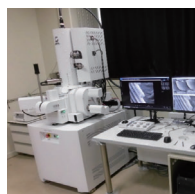


### ワイヤーボンダ

WEST・BOND社製 Model 7KE

ワイヤ材質 Al, Au  
ワイヤサイズ  $\phi$ 30 $\mu$ m  
ボンドツール3種類

## 評価装置

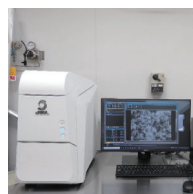


### ショットキー電界放出形 走査電子顕微鏡 (E D S 付)

J E O L 社製 JSM-IT800SHL

倍率 10X ~ 2,000,000X  
加速電圧 0.01 ~ 30 kV

GA-013



### 卓上型走査電子顕微鏡

J E O L 社製 JCM-7000

加速電圧 5,10,15 kV 3段切替  
倍率 10X~10,000X  
試料ホルダ 80mm $\phi$  × 7mmH

GA-013

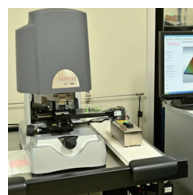


### 白色干渉搭載レーザ顕微鏡

キーエンス社製 VK-X3100

最大試料 318 mm (X, Y), 170 mm (Z)  
測定範囲 ~7 mm (Z)  
表示分解能 0.1 nm

GA-014



### 白色干渉式非接触三次元形状測定器

ブルカー・エイエックスエス社製 NT91001A-in motion

試料台 6 inch  
分解能 0.1  $\mu$ m (X, Y), 0.1 - 1 nm (Z)  
動的評価機能 11 Hz - 2.4 GHz

GA-007

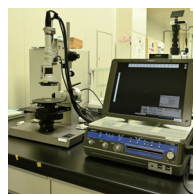


### レーザー式非接触三次元形状測定器

三鷹光器社製 NH-3N

レーザープローブ方式  
範囲 150 mm x 150 mm x 10 mm (X, Y, Z)  
分解能 0.1 $\mu$ m x 0.1 $\mu$ m x 0.01 $\mu$ m (X, Y, Z)

GA-008

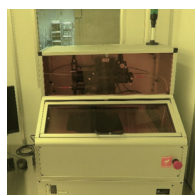


### デジタルマイクロスコープ

ハイルックス社製 KH-7700

倍率 ~400倍  
アングル撮影・3次元プロファイル取得

GA-009



### 光干渉式膜厚測定装置

シータメトリシス社製 FR-Scanner-AIO-Mic-XY200

最大 200 mm x 200 mm  
測定範囲 10 nm - 80  $\mu$ m (10X, SiO<sub>2</sub>)  
測定波長 380 - 1020 nm

GA-016

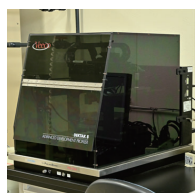


### エリプソメータ

溝尻光学工業所製 DHA-XA/M8

~12 inch ウェハ  
最小分解能 0.1 nm  
He-Neレーザー (632.8 nm)

GA-012

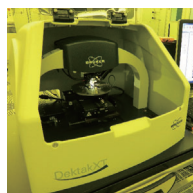


### 触針式表面形状測定器

アルバック社製 Dektak8

最大 径 210 mm  
測定長さ 50  $\mu$ m - 50 mm  
垂直分解能 最小 0.1 nm (6.5  $\mu$ m レンジ)

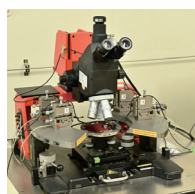
GA-005



### 触針式表面形状測定器 ※

ブルカー・エイエックスエス社製 DektakXT

最大 径 200 mm 高さ 50 mm  
高さ測定範囲 1 mm  
垂直分解能 最小 0.1 nm (6.5  $\mu$ m レンジ)

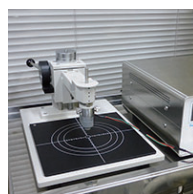


### ウェハプローバ

カール・ズース社製 PM5

対応基板 直径 1インチ ~ 150 mm

GA-011



### 4探針型薄膜抵抗率計

エヌピーエス社製 KS-TC-40-SB-VR

直流 4 探針法  
測定範囲 1m $\Omega$ ・cm ~ 500k $\Omega$ ・cm,  
1m $\Omega$  ~ 500k $\Omega$ , 1m $\Omega$ /□ ~ 500k $\Omega$ /□

※が付く装置は香川県が保有する装置であり、使用条件が異なりますので、お問い合わせ下さい。

### 装置リスト | 説明

kagawa-u.ac.jp/arim/equipmentlist/



### 利用料金表

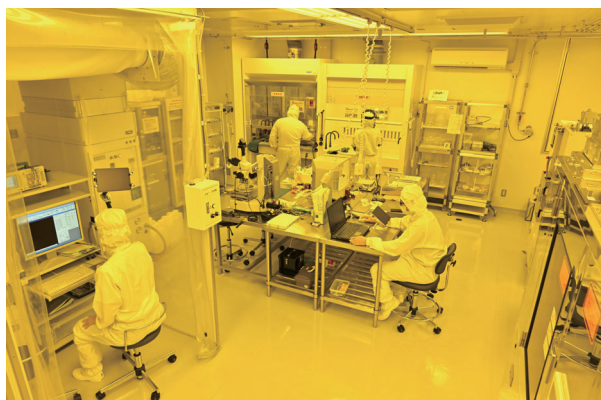
kagawa-u.ac.jp/arim/price/



## 施設 | アクセス Facilities and Access

二拠点にクリーンルームが整備され、遠隔でつながることでシームレスな支援を実現しています。

### 香川大学創造工学部総合研究棟



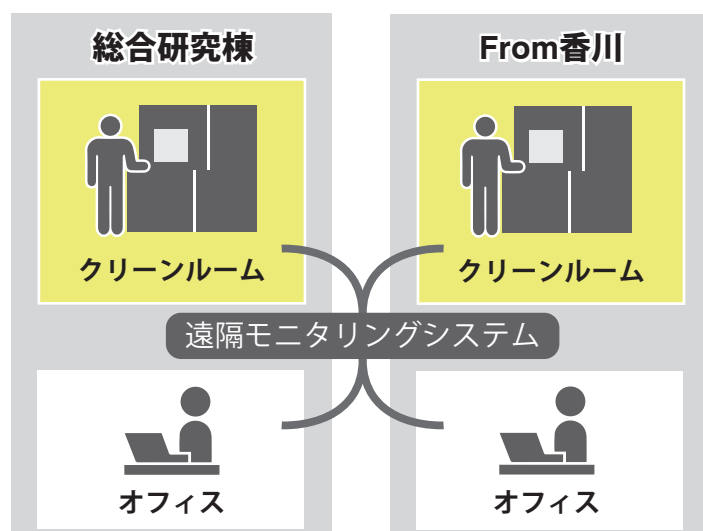
- イエロールーム (Class10,000)
- クリーンルーム
- 分析測定室
- 加工室 (兼オフィススペース)

### 香川県科学技術研究センター(FROM香川)



- イエロールーム (Class1,000)
- クリーンルーム
- 測定室
- オフィスルーム
- ミーティングスペース

### 拠点間遠隔支援



オフィスから各拠点の装置の使用状況をリアルタイムに遠隔で動画により確認できます。



## 開室時間

以下を原則とします。

平日 9時～17時 開室

土曜日・日曜日・祝日・年末年始・夏季一斉休業期間 閉室

装置や施設がメンテナンス等で利用できない場合はメールでお知らせします。



### 高松駅から

- ・ことでん（琴平線）「高松築港」－「伏石駅」  
ことでんバス「伏石駅サンメッセ」乗車
- ・ことでんバス「高松駅」⑧番乗り場  
川島線・西植田線
- ・タクシー 約30分 3,500円程度

### 高松空港から

- ・タクシー 約25分 3,500円程度
- ・空港リムジンバス「空港通り一宮」下車  
ことでん（琴平線）「空港通り駅」－「伏石駅」  
ことでんバス「伏石駅サンメッセ」乗車

### 高速道路から

自家用車利用

高松中央IC（高松自動車道）から約5分

高速バス利用

- ・伏石駅停留所で下車し、ことでんバス利用
- ・高松中央IC停留所で下車し、徒歩約30分

総合研究棟6階 加工室

〒761-0396

香川県高松市林町2217-20

087-864-2596

FROM香川 メカトロ研究室

〒761-0301

香川県高松市林町2217-16

087-887-1873

国立大学法人 香川大学 微細構造デバイス統合研究センター  
先端リサーチ連携推進室

〒761-0301 香川県高松市林町 2217-16  
materialsri-c@kagawa-u.ac.jp 087-887-1873

