

## 2025 年度 共同利用研究に供する装置の紹介

## 1. 作製支援グループ

装置責任者：加藤 秀実

## 1-1 極微細加工用電子描画・エッチング装置

副責任者：関 剛斎 担当者：山崎 匠 設置場所：2号館 211号室

磁性体等のサブミクロンスケールの微細加工を行う装置です。50 kV の熱電子放出型電子銃を備えており、100 nm 程度までの微小構造を形成することができます。大面積加工を行う場合、フォトマスクアライナーによるフォトリソグラフィをすることも可能ですので、電子線描画装置との組み合わせによって、効率的なデバイス作製が行うことができます。エッチング装置は2次イオン質量分析機を備えているのでミリング深さの検出が可能です。

メーカー名・型番：エリオニクス・ELS-7500 平成 15 年取得



## 1-2 多元系反応スパッタ装置

副責任者：関 剛斎 担当者：佐々木 知子 設置場所：2号館 111号室

イオンビームスパッタ法によって、基板が Ar プラズマの影響を受けることなく、薄膜・多層膜を作製可能です。イオンソースはスパッタ用に 3 台、Ar ミリング用に 1 台を備えています。装着可能なスパッタターゲットは 6 枚です。

メーカー名・型番：株式会社東栄科学産業・3000HC 平成 1 年取得



## 1-3 高速反射電子回折装置

副責任者：関 剛斎 担当者：伊藤 啓太 設置場所：2号館 111号室

金属系のエピタキシャル薄膜・人工格子の成長と反射高速電子線回折による構造評価を行う装置です。30 kV の電子銃と約 150 mm のスクリーンにより回折像を得て、画像取込・解析システムにより解析処理を行います。

平成 9 年取得



## 1-4 複合イオンビーム成膜装置

副責任者：関 剛斎 担当者：佐々木 知子 設置場所：2号館 104号室

マグネトロンスパッタリング法によって薄膜・多層膜・4元までの合金を作製可能です。装着可能なスパッタターゲットは 4 枚です。また、基板の表面処理や膜の表面改質用として、ECR イオン源を有しています。更にフリーマン型イオン源により薄膜および試料へのイオン注入やダイナミックミキシングが可能であり、その加速電圧は最大 50 kV です。

メーカー名・型番：アルバック・MB98 平成 11 年取得



### 1-5 多段制御化学気相析出装置

副責任者：梅津 理恵 担当者：佐々木 知子 設置場所：2号館 111号室

電子サイクロトロン共鳴（ECR）プラズマを用いた化学気相析出法による薄膜の作製装置です。高密度、高イオン化率プラズマを用いることによって、高い成膜速度、優れた段差被覆性、また薄膜の低温合成などの特長を有します。

メーカー名・型番：住友金属工業株式会社・ES-037 昭和 63 年取得



### 1-6 熱間加工再現試験機

副責任者：加藤 秀実 担当者：山中 謙太 設置場所：2号館 B06A号室

富士電波工機株式会社製の熱間加工再現試験機（THERMECMASTOR-Z）。様々な条件における熱処理、高温引張・圧縮変形、粉末焼結及び材料相変態測定等を行うことができる装置です。

メーカー名・型番：富士電波工機・Thermecmastor-Z 平成 21 年取得



### 1-7 放電プラズマ焼結装置 SPS-1050

副責任者：加藤 秀実 担当者：原田 晃一 設置場所：2号館 B01号室

導電性のダイスに充填した粉末原料に上下方向より圧力を加えながら直流パルスの大電流を流して固化成形材を作製する装置です。自己発熱、急速昇温焼結法であるため、粒成長を抑制した微細組織の焼結体を得られる特長を持っています。

メーカー名・型番：住友石炭鉱業株式会社  
放電プラズマ焼結機・DR.SINTER Model SPS-1050  
平成 4 年取得



### 1-8 放電プラズマ焼結装置 SPS-3.20 Mark IV

副責任者：加藤 秀実 担当者：原田 晃一 設置場所：2号館 B04号室

導電性のダイスに充填した粉末原料に上下方向より圧力を加えながら直流パルスの大電流を流して固化成形材を作製する装置です。自己発熱、急速昇温焼結法であるため、粒成長を抑制した微細組織の焼結体を得られる特長を持っています。最大電流 8000 A、最大荷重 20 t まで加えられるために大型試料も作製できます。

メーカー名・型番：SPS シンテックス株式会社  
住石放電プラズマ焼結機・  
DR.SINTER Model SPS-3.20 Mark IV 平成 17 年取得



### 1-9 電子ビーム溶解装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：菅原 孝昌 設置場所：2号館 B05 号室

高真空 ( $10^{-4}$  Pa 台) 下で、主に高融点材料の電子ビーム溶解を水冷銅ハース (最大  $\phi 100 \times t 10$  mm) 上で行う装置です。

メーカー名・型番：日本電子 平成 7 年取得



### 1-10 高圧ガス噴霧装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：佐藤 充孝 設置場所：3号館 307 号室

大気または不活性雰囲気中で、高圧ガスにより合金溶湯を粉碎、急冷粉末を作製することができます。噴霧後、粉末試料はサイクロンにより大気隔離可能な試料室に集積しますので、チタン、ジルコニウム系合金のような易酸化性粉末の製造においても安全に取り扱えるよう設計されています。

メーカー名・型番：真壁技研・RQP1 令和 4 年取得



### 1-11 高周波溶解式傾角鑄造装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：梅津 理恵 設置場所：3号館 307 号室

不活性ガス雰囲気中で高周波誘導加熱により溶融した金属を、鑄型に傾注することにより母合金を作製することができます。溶解量は鉄換算で約 70 g 程度で、最適なルツボ材質を選択することで、最高温度 1500 °C 程度まで到達可能です。

メーカー名・型番：真壁技研・VF-HMF100 平成 19 年取得



### 1-12 単ロール液体急冷装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：梅津 理恵 設置場所：2号館 B06A 号室

真空や不活性ガス等の制御された雰囲気において金属および合金の超急冷を行う装置。石英ノズルを用いて溶解を行うため合金の融点は 1200 °C 以下のものに限られます。また、本装置を用いて簡便な銅鑄型鑄造を行う事も可能です。

メーカー名・型番：日新技研・NEV-A04 平成 11 年取得



### 1-13 液相凝固制御装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：戸澤 慎一郎 設置場所：2号館 B04号室

高温下において、その場観察を行いながら融液の温度環境を制御し、金属、半導体、酸化物、フッ化物等の単結晶を回転引き上げ法（チョクラルスキー法）や垂直ブリッジマン法で作製するために用います。高周波加熱および抵抗加熱の何れかを選択でき、雰囲気は可変です。

メーカー名・型番：セレック・89026 平成2年取得



### 1-14 抵抗加熱単結晶作製装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：戸澤 慎一郎 設置場所：技術棟Ⅱ105号室

水平磁場（Max 0.4 T）を印加しながら単結晶を回転引き上げ法（チョクラルスキー法）や垂直ブリッジマン法で作製することが可能です。2ゾーン型カーボンヒーターを用いる抵抗加熱方式で融液の温度環境を制御し、金属、半導体等の単結晶を各種の雰囲気下で作製します。

メーカー名・型番：セレック 平成1年取得

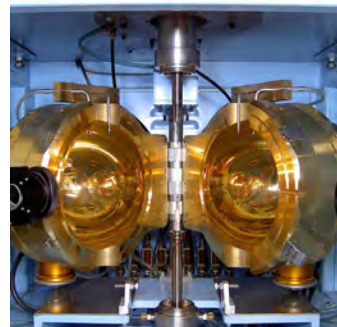


### 1-15 光学式浮遊帯域溶融炉

副責任者：加藤 秀実 担当者：菅原 孝昌 設置場所：3号館 208号室

ハロゲンランプ（2灯）により赤外線を発生させ、それをミラーで集光して原料棒を加熱し、帯域溶融法により単結晶を作製する場合に用います。各種の雰囲気下で酸化物、金属、合金、金属間化合物などの単結晶の作製が可能です。反応容器を必要としないので、化学的に高純度の単結晶が得られる点が長所です。

メーカー名・型番：アスカル・FZ-SS35WV 平成1年取得



### 1-16 電子ビーム式浮遊帯域溶融装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：菅原 孝昌 設置場所：3号館 208号室

電子ビームを熱源として、帯域溶融法で単結晶の作製を行う場合に用います。高真空中で3000℃超まで加熱できる能力をもち、高融点金属の純化および単結晶作製に適します。

メーカー名・型番：日本電子・JEBS-3B 昭和49年取得



### 1-17 高周波加熱単結晶作製装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：菅原 孝昌 設置場所：3号館 208号室

各種の雰囲気下で、高周波加熱により単結晶を作製する場合に用います。るつぼを使用する回転引き上げ法（チョクラルスキー法）、るつぼ移動型の垂直ブリッジマン法、るつぼなしの帯域溶融法の中から希望の手法を選択し、酸化物、金属、合金、金属間化合物等の単結晶の作製を行います。

メーカー名・型番：国際電機・DP-20MP 昭和56年取得



### 1-18 真空高温炉

副責任者：加藤 秀実 担当者：野村 明子 設置場所：3号館 208号室

作製した結晶試料に対して高真空中で高温の熱処理を施す装置です。試料の組成の均質化や結晶性の向上が図れます。タングステンメッシュヒーターを用いているため、1900℃まで昇温が可能であり、高融点物質の熱処理も行えます。

メーカー名・型番：日本真空・FHW-50-特型 昭和46年取得



### 1-19 高周波溶解炉

副責任者：加藤 秀実 担当者：菅原 孝昌 設置場所：2号館 B08号室

本装置は、鉄換算で1kgの容量まで高周波溶解でき、拡散ポンプによる真空引きが可能です。溶解は不活性ガスまたは真空雰囲気下で、各種るつぼを用いて行い、るつぼを傾注し鑄型へ鑄造します。

金属ガラス、合金などの母合金作製や原料金属の予備溶解など、研究の推進に貢献できる装置です。

メーカー名・型番：大亜真空・VMF-1-11 平成16年取得

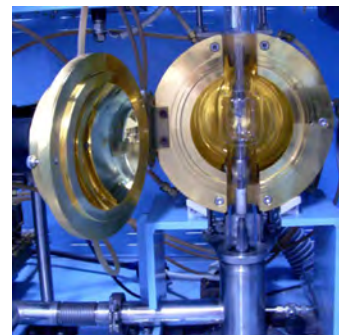


### 1-20 超高温浮遊溶融型複合セラミックス作製装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：菅原 孝昌 設置場所：2号館 B08号室

楕円面反射鏡の一つの焦点にキセノンランプを設け、他方の焦点に集光させることにより試料を2000℃以上に加熱できる装置です。るつぼを使用せずに試料を溶融できることから、単結晶の育成や高融点セラミックスの合成に広く応用されています。

メーカー名・型番：FZ-20065XHVG・アスカル 平成10年取得



**1-21 小型真空アーク溶解装置**

副責任者：加藤 秀実 担当者：野村 明子 設置場所：3号館 203号室

Ar 雰囲気中、アーク放電により高温を瞬間的に発生でき、その状態（直流 20 V × 100～300 A 常用）を維持することにより、目的とする試料（多結晶体）を短時間で作製できます。主に純金属や合金の溶製に用い、酸化物等の溶製も物質によっては可能です。高融点金属の溶解に威力を発揮し、反応性の比較的強い金属、加熱時における蒸気圧が比較的高い金属の溶解にも対応できます。作製可能試料サイズ：[ボタン状] 最大φ30 mm×10 mm、[棒状] φ8-10 mm×90 mmL

メーカー名・型番：大亜真空・ACM-01 昭和 61 年取得

**1-22 大型真空アーク溶解装置**

副責任者：加藤 秀実 担当者：野村 明子 設置場所：3号館 203号室

「1-21 小型真空アーク溶解装置」の大型版です。排気にはターボ分子ポンプを使用しています。常用出力が 300 A までの小型真空アーク溶解装置に比べ、600 A まで出力を上げることができ、Ar 雰囲気中、高融点金属の最大φ50 mm×10 mm のボタン状試料の作製が可能です。（電極棒；2%酸化セリウム入りタングステン）

メーカー名・型番：大亜真空・ACM-S14TMP-M 令和 2 年取得

**1-23 横型帯域溶融アーク炉**

副責任者：加藤 秀実 担当者：野村 明子 設置場所：3号館 203号室

基本的に 1-21 に示されるような汎用型の真空アーク溶解装置の性能を具備しています。細長く作られたハース部分を 5～60 mm/h の速度で自動送りすることが可能なため、試料の大結晶粒化を達成する手段や長い棒状試料を得るための溶融成型手段として用いることができる点が特徴です。作製可能試料サイズ：[棒状] φ10 mm × 最大 290 mmL

メーカー名・型番：大亜真空・ACM-S-6 昭和 60 年取得

**1-24 高温反応焼結炉**

副責任者：加藤 秀実 担当者：野村 明子 設置場所：3号館 116号室

ケイ化モリブデンヒーターを使用しており、対象物を空気中で最高温度 1600 °C まで加熱することが可能です。反応焼結法による複合酸化物の合成、各種の化合物の緻密な焼結体を作製する場合など広範な用途に対応できます。

メーカー名・型番：NECCO・850-M-120×120、平成 10 年取得



## 2. 評価支援グループ

装置責任者：加藤 秀実

<p><b>2-1 磁気特性評価システム</b></p> <p>副責任者：関 剛斎 担当者：伊藤 啓太 設置場所：2号館 107号室</p> <p>磁性材料（主に薄膜）の磁気特性を評価する装置です。最大磁場2テスラにおいて、磁化の測定を行うことができます。装置の構成上、試料形状・サイズに制限がありますが、磁場中で試料を回転することも可能です。</p> <p>メーカー名・型番：玉川製作所・TM-VSM2614HGC-KIT型 平成26年取得</p>	
<p><b>2-2 微小部 X線回折装置</b></p> <p>副責任者：加藤 秀実 担当者：村上 義弘 設置場所：2号館 103号室</p> <p>微小 X線集光素子 CBO-f を用いて細く絞った X線によって、小さな試料や析出粒子などの微小領域の測定ができる X線回折装置です。</p> <p>メーカー名・型番：リガク・UltimaIV/MAJ 平成21年取得</p>	
<p><b>2-3 試料水平式エックス線回折装置</b></p> <p>副責任者：加藤 秀実 担当者：村上 義弘 設置場所：2号館 103号室</p> <p>本装置は高速検出器（D/teX Ultra）を有しており、シンチレーションカウンタ（SC）に比べて最大で100倍の強度を得ることが可能であり、高速測定や微量成分の測定に期待できます。</p> <p>メーカー名・型番：リガク・UltimaIV/SG 平成24年取得</p>	
<p><b>2-4 X線光電子分光分析装置（XPS）</b></p> <p>副責任者：加藤 秀実 担当者：大村 和世 設置場所：2号館 106号室</p> <p>物質にエックス線を照射した時に発生する光電子のエネルギーと強度分布を測定することによって試料の組成を分析する装置です。ピークエネルギー位置の変化により化学状態分析も行えます。光電子の脱出深さが非常に小さいため、表面から数 nm の深さの分析ができ、イオンエッチングの併用により深さ方向分析も可能です。また、試料移送容器を使用することにより、制御雰囲気下で調整した試料を大気暴露せずに分析を行うことができます。</p> <p>メーカー名・型番：島津製作所・KRATOS AXIS-Ultra DLD 平成21年取得</p>	

## 2-5 電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM)

副責任者：加藤 秀実 担当者：成田 一生 設置場所：2号館 217号室

FE 電子銃を使用するため高分解能観察が可能で、観察モードの切り替えにより試料前処理を行わずに絶縁物を観察可能などの特長を有しています。  
 なお、二次電子像分解能は 1 nm です。

メーカー名・型番：日本電子・JSM-7500F 平成 21 年取得



## 2-6 フィールドエミッション電子プローブマイクロアナライザー (FE-EPMA)

副責任者：加藤 秀実 担当者：成田 一生 設置場所：2号館 106号室

FE 電子銃を使用するため分析プローブ径が小さい、波長分散型 X 線分光器により高精度の組成分析が可能で、結晶方位解析装置により集合組織・粒界構造の評価が可能などの特長を有しています。

なお、分析最小プローブ径は 40 nm\*、分析可能元素は 5B~92U、二次電子像分解能は 3 nm です。(\*ただし、電子の試料内での拡散は考慮していません。)

メーカー名・型番：日本電子・JXA-8530F 平成 21 年取得



## 2-7 走査電子顕微鏡 (W-SEM)

副責任者：加藤 秀実 担当者：成田 一生 設置場所：2号館 107号室

タンガステンフィラメント熱電子銃の走査電子顕微鏡で、金属材料、無機材料などの二次電子像 (SEI)、反射電子像 (BSE) を観察できます。

最大搭載可能試料サイズ 200 mm 径、最大試料厚さ 80 mm という特長を有しており大きな試料も搭載できます。

また、EDX による X 線分析を行うことも可能です。

メーカー名・型番：日立ハイテク・S-3400N 平成 20 年取得

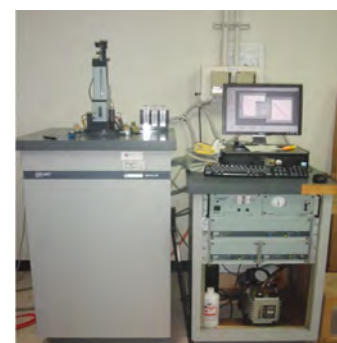


## 2-8 超伝導量子干渉計 (SQUID)

副責任者：梅津 理恵 担当者：梅津 理恵 設置場所：2号館 107号室

高感度の超伝導磁気センサで、印加磁場 (0-5 T) の範囲、低温 (4 K) から室温 (300 K) 程度までの温度領域で微小な磁化を検出することが可能です。また、磁化の弱い薄膜やナノ粒子等の磁化も測定することができます。測定には、液体ヘリウムと液体窒素を定常的に供給する必要があります。

メーカー名・型番：カンタムデザイン・MPMS-5S 平成 9 年取得





## 2-9 示差走査熱量測定装置 (DSC)

副責任者：加藤 秀実 担当者：和田 武 設置場所：3号館 301号室

温度プログラムが忠実に再現でき、到達最低温度が極低温域に達し、且、最大制御冷却速度が金属ガラスのガラス形成臨界冷却速度を越える高性能示差走査型熱量計です。測定範囲は-170℃～750℃、ダブルファーネスを採用したシステムは 750℃/min の超高速スキャンが可能です。また、吸熱・発熱量を直接測定するため、感度が温度に依存せず、温度及び熱量の正確度、再現性に非常に優れています。

メーカー名・型番：Perkin Elmer 社・DSC8500 平成 22 年取得



## 2-10 汎用型熱分析測定システム (DTA,DSC,TMA)

副責任者：梅津 理恵 担当者：梅津 理恵 設置場所：2号館 215号室

物質の温度を一定に変化させながら基準物質との温度差 (DTA)、基準物質との熱流差 (DSC)、寸法変化 (TMA) を検出することにより、それらの変化を温度の関数として測定します。DTA や DSC 測定の際に使用するパンはアルミ製、白金製、アルミナ製など、測定する温度域や物質の性質により使い分けま。使用可能温度域は、室温～1300℃ (DTA)、室温～1200℃ (DSC)、-150℃～500℃ (DSC、冷却ユニット使用時)、室温～1500℃ (TMA)。大気、もしくはアルゴンガス雰囲気中にて測定することができます。

メーカー名・型番：SHI セイコーインスツル、EXSTAR 6000 シリーズ、TMA/SS 6200、TG/DTA 6300、DSC 6200 6300 平成 19 年取得



## 2-11 高輝度 X 線粉末構造解析装置

副責任者：梅津 理恵 担当者：谷口 貴紀 設置場所：2号館 103号室

本装置は回転対陰極型高輝度 X 線発生装置から発生する高強度の X 線を利用する、小角散乱法および粉末回折法に対応する装置です。散乱角が数度以下の X 線散乱強度の測定をする小角散乱法では、微粒子の粒子の形状や粒子径分布などを解析できます。また本システムの粉末回折法は、高輝度線源、受光モノクロメータとシンチレーションカウンタとを組み合わせることで微量な物質の同定および格子定数の精密化も行えます。オプションとしてミラー集光する平行ビーム光学系を利用する薄膜の構造解析も可能です。

メーカー名・型番：リガク・UltraX18VB3-450 令和 2 年取得



## 2-12 温度可変磁化測定装置 (VSM)

副責任者：梅津 理恵 担当者：梅津 理恵 設置場所：2号館 B05号室

バルク、粉末、薄膜試料などの磁化の値を測定します。電磁石マグネットによる印可磁場の最大値は 1.5 T、磁化のレンジは  $10^{-3} \sim 10^2$  emu です。測定可能な温度域は 77 K ~ 500 K (低温制御用液体窒素デュア使用時)、室温 ~ 1200 K (高温制御用ヒーター使用時) となります。任意の温度での磁化曲線や、定磁場下での熱磁化曲線の測定を通じて、磁化の温度変化や自発磁化、キュリー温度、ネール温度等を調べることができます。電磁石マグネットを用いた歪ゲージによる磁歪測定も可能です。

メーカー名・型番：東英工業・VSM-5 平成7年取得



## 2-13 背面反射デジタル CCD ラウエカメラ

副責任者：梅津 理恵 担当者：梅津 理恵 設置場所：2号館 110号室

1) X線発生装置、2) 背面反射ラウエ法光学系、3) 試料ステージ、4) 冷却 CCD デジタルカメラ、5) PC、6) 方位解析ソフトウェア、より構成されています。1) は最大不可 3kW で、X線管球として W ターゲットを使用しており、また、3) として、三協エンジニアリング社製放電加工機と共通のゴニオメーターを使用することが可能です。得られた回折パターンは CCD カメラによりデジタル化されるため、すぐさま PC 上で回折像を確認することが出来、立方晶系であれば、6) を用いて方位を解析することが可能です。

メーカー名・型番：リガク・RASCO-IIBLA 平成26年取得



## 2-14 熱電特性評価装置

副責任者：梅津 理恵 担当者：梅津 理恵 設置場所：3号館 308号室

ゼーベック係数は定常直流法、電気抵抗は直流四端子法により、室温 ~ 1000 °C の温度範囲にて低圧ヘリウムガス雰囲気中にて測定可能です。測定に要する試料は長さ 5 ~ 20 mm の角柱、および円柱のブロック試料となります。各設定温度にて熱電能 (ゼーベック係数) と電気抵抗率を同時に測定するだけでなく、電気抵抗率のみを温度を変化させながら連続測定することも可能です。

メーカー名・型番：アドバンス理工・ZEM-3 平成27年取得



## 2-15 レーザーフラッシュ法熱定数測定装置

副責任者：梅津 理恵 担当者：梅津 理恵 設置場所：3号館 308号室

本装置では、金属、セラミックス、ガラス、カーボン、プラスチックなど固体物質の熱的特性 (熱拡散率, 比熱容量, 熱伝導率) を精度良く測定することができます。定常法による測定と比較して測定が容易であり、データの信頼性も高いことから熱伝導率を求める最も有力な方法とされています。

メーカー名・型番：アドバンス理工・TC-7000S 令和2年取得



## 2-16 静的粒子画像分析装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：遠藤 嵩英 設置場所：3号館 307号室

この装置は粉末粒子の寸法や形状を静的画像解析により正確に評価します。撮像光学系は透過もしくは落射モードから選択でき、サンプル分散から計測までを自動で測定することができます。サンプル分散条件を最適化することにより数万～数十万個の粒子を1つずつ計測し、二値化した像および対応する特性を記録します。対象物質としては金属・セラミクス・有機物など多くの種類の粉末試料に対応します。

メーカー名・型番：マルバーンパナリティカル・Morphologi4 令和3年取得



## 2-17 平面・断面イオンミリング装置

副責任者：加藤 秀実 担当者：佐藤 充孝 設置場所：3号館 207号室

本装置では、試料にアルゴンイオンを照射したときに生じるスパッタリング現象を利用して試料表面を研磨することができます。平面ミリングモードでは、研磨加工した観察試料の表面被覆層、細かなキズ、歪の除去が可能です。断面ミリングモードでは、収束アルゴンイオンビーム加工により、組織観察に有用な健全な断面が得られます。走査型電子顕微鏡（SEM）観察や後方散乱電子回折（EBSD）測定などの前処理として利用すれば、非常に高品位な画像データを得ることができます。

メーカー名・型番：日立ハイテク・IM4000PLUS 令和4年取得



## 2-18 微小ビッカース硬度計

副責任者：加藤 秀実 担当者：佐藤 充孝 設置場所：3号館 207号室

ビッカース硬度計は、ダイヤモンド製のピラミッド形圧子を試験片に押し付け、荷重と圧痕の対角線の長さを測定することで材料の硬さを求めます。金属材料や無機材料をはじめ、表面硬化材や被膜、溶接材の断面等の硬さ分布の測定などに用いられます。

メーカー名・型番：(株)島津製作所・HMV-2ADW 令和6年取得

