

# 文部科学省先端研究基盤共用促進事業 (新たな共用システム導入支援プログラム)

## 長崎大学大学院工学研究科 「先端物質科学研究ユニット」

### 共用機器紹介 ～カテゴリー別～

Vol.1



## Index

### 主な用途別カテゴリー

■ 合成

P2 - P7

■ 形態観察

P8- P16

■ 分光機器

P17 - P23

■ 構造・組成等分析

P24 - P37

■ 物性測定

P39 - P43

# 目次

## 主な用途別カテゴリ

### ■ 合成

- P2 小型高周波誘導加熱システム
- P3 マイクロ波反応加速システム
- P4 ガス循環精製装置付グローブボックス
- P5 超音波反応装置一式
- P6 窓付超臨界 CO<sub>2</sub>装置
- P7 グローブボックス

### ■ 形態観察

- P8 走査型プローブ顕微鏡
- P9 キャリースコープ(簡易 SEM)
- P10 液中電気化学測定 TEM ホルダ
- P11 電解放出形走査電子顕微鏡
- P12 走査型電子顕微鏡
- P13 プローブステーション
- P14 スパッタリング装置
- P15 走査プローブ顕微鏡
- P16 卓上微細塗布装置

### ■ 分光機器

- P17 ポータブルレーザラマン分光光度計
- P18 FT-IR 分光光度計(遠赤外拡張付)
- P19 分光蛍光光度計
- P20 FT-IR 分光光度計一式(特殊機能付き)
- P21 紫外可視反射散乱分光システム
- P22 円二色性分散計
- P23 分光光度計

### ■ 構造・組成等分析

- P24 高精度細孔構造解析システム
- P25 高温蒸気吸着量測定装置
- P26 オンラインガス分析計
- P27 乾式自動密度計
- P28 EQCM 装置
- P29 エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置
- P30 反射率・膜厚測定装置
- P31 自動比表面積/細孔分布測定装置
- P32 キャピラリー電気泳動装置
- P33 Micro GC
- P34 ゲル浸透カラムクロマトグラフィー
- P35 示差走査熱量測定/熱重量測定装置
- P36 全自動タンパク質一次構造分析装置
- P37 示差走査熱量計

### ■ 物性測定

- P38 動的粘弾性測定装置
- P39 テンシロン万能試験機
- P40 振動試料型磁力計(超伝導)
- P41 パルス B-H カーブトレーサ
- P42 マグネットアナライザ
- P43 B-H アナライザ

## ■ 合成

機器名：小型高周波誘導加熱システム  
Small high-frequency induction heating system  
( (株) 美和製作所)

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

高周波を利用した局所集中加熱による急速加熱反応炉です。加熱効率が非常に高く 1500 °C まで急速に加熱することが可能であり、温度安定性にも優れています。熱電対及び放射温度計による温度フィードバックを行うことで高精度に温度調整を行うことができます。加熱部の保温性を高めることで不活性ガス流通下において最高 2500 °C までの加熱が達成できます。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 1000 °C 以上においても安定な温度制御が可能です。
- 2) 通常は 1500 °C までの使用となります。それ以上の温度の場合は調整が必要となりますので、管理者へご相談下さい。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 金属触媒を担持したカーボン材料のグラファイト化やカーボンナノチューブの多層化 (最高 1800 °C) を実施した実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

## ■ 合成

機器名 : マイクロ波反応加速システム

CEM MARS 5

Microwave reaction accelerating system

CEM MARS 5

(CEM Corporation 製)

管理研究室: 応用物理化学研究室

管理場所: 総合教育研究棟 8F 806



### 1. 機器の特徴

マイクロ波を用いた加熱により、材料の昇華・溶解・加水分解・乾燥に使用することができます。フルパワーで 1200 W, 周波数 23450 MHz にて処理することが可能です。また、プログラムによって加熱処理を制御することができます。

### 2. 合成・測定・分析等例

1) 50ml~100ml の容器に試料（液体のみ）を入れて、処理することができます。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 水熱合成によるナノ粒子合成を行った実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

1) <https://cris.vub.be/files/31542982/MARS5.pdf>

## ■ 合成

機器名：ガス循環精製装置付グローブボックス  
Glove box with gas circulation purification equipment  
( (株) 美和製作所)

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

ガス循環精製装置に接続されており、酸素・水分濃度ともに 1ppm 以下の環境で作業を行うことが可能です。内部に天秤 (0.1 mg スケール) を設置してあるため、グローブボックス内で秤量することができます。ボックスの内圧調整はタッチパネルによって容易に行うことが可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) Ar 雰囲気下における二次電池・キャパシターの測定セルの組み立て、解体作業を行うことが可能です。
- 2) 専用セルの持ち込みにより、XPS・XRD・TEM 測定などの大気非暴露による試料測定準備が可能です。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) XPS の大気遮断式試料可搬容器 ( (株) 島津製作所) や TEM ホルダーをグローブボックス内へ導入し、大気非暴露状態にて測定準備を実施した実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <http://www.miwass.co.jp/products/purge-type-glove-box/>

## ■ 合成

機器名：超音波反応装置一式  
Ultrasonic reactor set  
(新科産業(有))

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 806



### 1. 機器の特徴

液体中に超音波を照射することによりキャビテーションと呼ばれる気泡の発生・圧縮・崩壊過程がおこり、数千度、数千気圧の高温の反応場が形成されます。この超音波エネルギーを利用して、化学反応の促進、新化合物の合成・分散・乳化及び抽出など処理を行う装置です。照射形式は大量処理に適した容器内部照射型であり、棒状超音波振動子（放射体）から 360 度方向に超音波エネルギーを放射するため、より均一の反応場が得られます。照射時間・出力モードの設定・出力の調整を容易に行えます。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 照射時間・休止時間の設定が可能です。
- 2) 不活性ガスをバブリングしながら超音波を照射することが可能です。
- 3) 200mL, 300mL, 400mL の反応容器を利用するため、微量の液体を処理する場合は管理者へご相談下さい。
- 4) 長時間利用の際は冷却機構が必要となりますので、管理者へご相談下さい。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 液相からナノ粒子やポリマーを作製した実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <http://www.shinka-sangyo.co.jp/SR-JP.html>



## ■ 合成

機器名：窓付超臨界 CO<sub>2</sub>装置  
Window with supercritical CO<sub>2</sub> equipment  
(米国マイクロメリテックス社製)

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

液化 CO<sub>2</sub> を超臨界流体としたバッチ方式の試験研究用のシステムです。抽出容器は両窓式であり超臨界抽出状態を目視することができます。また、使用している窓は透過率の高いサファイアガラスのため、分光器の設置により幅広い波長領域の光照射及び吸光測定が可能です (300 nm - 3 μm)。

### 2. 適用・応用範囲

本装置は、液化 CO<sub>2</sub> を超臨界流体としたバッチ方式の試験研究用のシステムで、いちばんの特徴として観察窓付のため、これから超臨界実験を始められるユーザーでも、光照射等の応用研究にも使い易いよう設計されております。

### 3. 合成・測定・分析等例

1) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

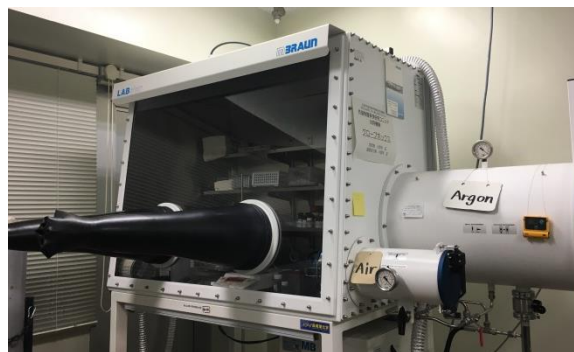
### 4. 参考文献

1) <http://www.taiatsu.co.jp/products/use/critical.htm>

## ■ 合成

機器名：グローブボックス  
(Glovebox)

管理研究室：有機生命化学研究室  
管理場所：有機生命化学実験室 7



### 1. 機器の特徴

アルゴンガスボンベと連結されており、アルゴンガス雰囲気下での実験操作を行うことができます。ボックス内部の水分濃度および酸素濃度はいずれも **0.5 ppm** 以下に抑えられています。ボックス内部には電子天秤とホットプレートスターラーを設置しており、秤量および加熱攪拌ができます。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 禁水性試薬、不安定試薬の保管、秤量
- 2) アルゴンガス雰囲気下での **NMR** 測定用サンプル等の調製

### 3. 合成・測定・分析等例

禁水性の自然発火性試薬を保管し、必要な時に必要な量だけ取り出して使用する。水分や酸素に不安定なために空気中で保管できない試薬を保管し、必要な時に必要な量だけ取り出して使用する。

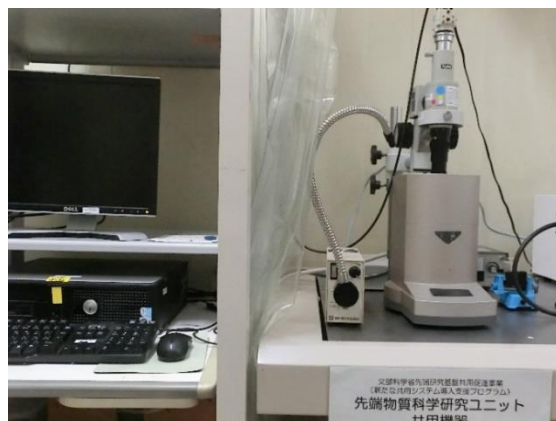
水分あるいは酸素に不安定なサンプルの **NMR** 測定を行う際、グローブボックス内でサンプルの調製を行うことで水分や酸素へのばく露を極力防ぐ。



## ■ 形態観察

機器名：走査型プローブ顕微鏡  
Scanning probe microscopy  
SPM-9600  
(株) 島津製作所 製)

管理研究室: 応用物理化学研究室  
管理場所: 総合教育研究棟 8F 805



### 1. 機器の特徴

走査型プローブ顕微鏡 (SPM) は、試料表面を微小な探針で操作することによって三次元形状・粘性弾性像・磁気像・摩擦像・電流像・電位像などを高倍率で観察することができます。本装置は、原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope : AFM) を基本動作とし、試料表面に非常に小さなカンチレバー (カンチレバー) を近づけて、試料表面とカンチレバーとの間に働く力 (原子間力) を検出することによって試料表面の形状を観察します。観察モードはコンタクトモード・ノンコンタクトモード・位相モードを選択することが可能です。モードを切り替えることで形状像に加え試料表面の物性の違いを画像化する事が出来ます。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 本装置は、走査型電子顕微鏡 (SEM) のような高真空を必要とせず、大気中での観察が可能です。
- 2) フラットな工業材料, マイカ等のフラットな面上に分散された試料, 蒸着膜等の観察が可能です。
- 3) 以下に挙げる材料の観察が可能です。
  - 金属, 半導体, セラミックス, ガラスなどの工業材
  - 液晶, 高分子, 樹脂, 結晶, 触媒, LB 膜などの観察
  - 生体膜, 微生物, 細菌, 細胞, タンパク質, DNA など生体試料
  - 潤滑膜, 摩耗表面, 腐食面, 破断面

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) カーボンナノチューブをアルコールに超音波分散し Si 基板に滴下後, 自然乾燥させ, カーボンナノチューブの形態観察を行った実績があります。
- 2) Si 基板上にスパッタリング成膜した金の粒径・膜厚測定の実績があります。
- 3) 個々の測定には, 専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

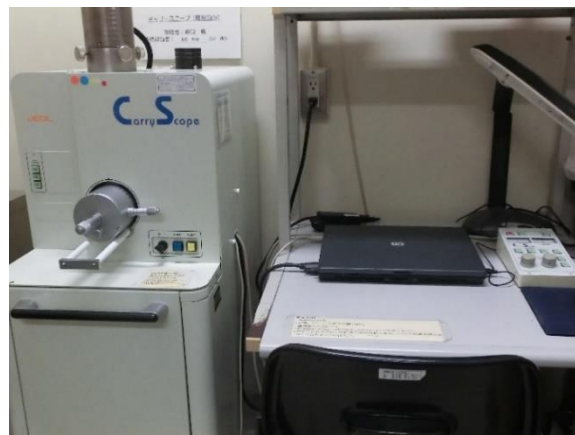
### 4. 参考文献

- 1) 走査型プローブ顕微鏡 SPM-9600 取扱説明書
- 2) <https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/em/spm/>
- 3) [https://www.an.shimadzu.co.jp/surface/spm/sol/spm/pdf/app\\_p004.pdf](https://www.an.shimadzu.co.jp/surface/spm/sol/spm/pdf/app_p004.pdf)

## ■ 形態観察

機器名：キャリースコープ（簡易 SEM）  
Carry scope (Simple SEM)  
（日本電子（株））

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 805



### 1. 機器の特徴

SEM 固有の観察条件の設定が簡素化されているため、光学顕微鏡並みの手軽さで光学顕微鏡では得られない SEM の深い被写界深度と高分解能データを取得することが可能です。倍率を 35～75,000 倍まで変更可能で、分解能は 20nm となっています。SEM の制御はノート PC とコントロール BOX で行い、取得した画像データは付属のソフトウェアにて測長などの解析が可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) FE-SEM と比較して容易に試料観察を行うことが可能です。
- 2) 観察面が露出しており、高真空・電子線ビーム照射に強い導電性材料であれば観察が可能です。
- 3) 非導電性の試料については、金蒸着などで導電性を付与すれば測定可能となりますので、管理者へご相談下さい。

### 3. 合成・測定・分析等例

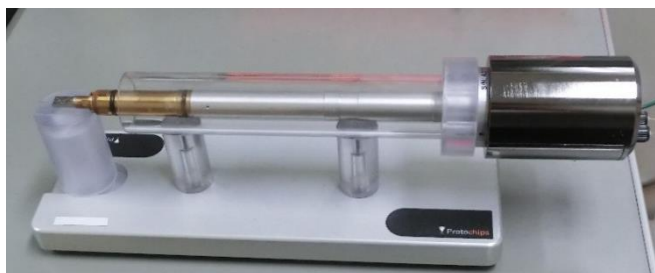
- 1) 炭素材料中の直径 40 nm 程度までの孔を観察した実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.jeol.co.jp/applications/detail/887.html>

## ■ 形態観察

機器名：液中電気化学測定 TEM ホルダ  
In-situ TEM liquid  
electrochemical microscopy cell  
(Protochips)



管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：工学部 1 号館 電子顕微鏡室

### 1. 機器の特徴

液中の試料を TEM 及び STEM にて観察するためのホルダーとなります。液体の存在により、通常の TEM 及び STEM 観察よりも分解能が低下しますが、ホルダーに設置するチップ ( $\text{SiN}_x$  膜を窓剤として使用) を選択することで液厚を 50 – 500 nm に調整が可能です。また、Pt 電極の付いたチップを用いることで、付属のポテンショスタットに接続して電気化学測定下における TEM 及び STEM 像観察が可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) チップの選択により液体は閉鎖系と流通系に対応可能です。
- 2) 電気化学測定を行う場合は、共用機器（本冊子 P.16）の卓上微細塗布装置を用いてチップ上への試料固定を行います。
- 3) 液体の代わりにガス流通を行いたい場合は調整が必要となりますので、管理者へご相談下さい。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 液中に分散したナノ粒子の観察を行った実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.jeol.co.jp/products/detail/Poseidon.html>
- 2) <https://www.protochips.com/products/poseidon-select/>

## 形態観察

機器名：電界放出形走査電子顕微鏡  
**Field emission scanning electron microscope  
with elemental analysis**  
(日本電子製：JSM-7500F)

管理研究室：機能材料化学研究室  
管理場所：共同研究交流センター実験室 (13)



### 1. 機器の特徴

- ・ 2次電子・反射電子による微細構造観察
- ・ 数 nm レベルの分解能
- ・ エネルギー分散型 X線分光器による元素分析

### 2. 適用・応用範囲

- ・ 真空中で測定するので、真空中安定でガス放出がない固体であれば測定が可能である。粉体でも、テープで固定して測定できる。
- ・ サンプルの性質として、導電性が高いものほど観察しやすい。ただし、導電性が無いものでも、装置の非導電性物質に効果的な GB モードの使用やサンプルに金蒸着を行うことで観察できる。
- ・ また、オプションの検出器を使用することで、元素組成の違いを確認できる「組成像」や表面の凹凸を確認できる「凹凸像」の観察もできる。
- ・ 元素分析では、観察範囲内の点や線、面で測定が行え、表面元素の種類や量、分布状態の調査ができる。

### 3. 測定対象

- ・ 無機材料：微小球状粒子、炭素繊維、金属固体表面、加工面など
  - ・ 有機材料：生体材料、毛髪、花粉など
- ✓ サンプルの設置を工夫することで、断面の観察や元素組成分析なども可能です。
- ✓ 微小な腐食面の違いを画像と元素分布測定の情報を重ねて表示するといったこともできます。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.jeol.co.jp/products/detail/JSM-7500F.html>
- 2) [https://www.jeol.co.jp/words/semterms/sem-a\\_z.pdf](https://www.jeol.co.jp/words/semterms/sem-a_z.pdf)
- 3) <https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/em/sem/>

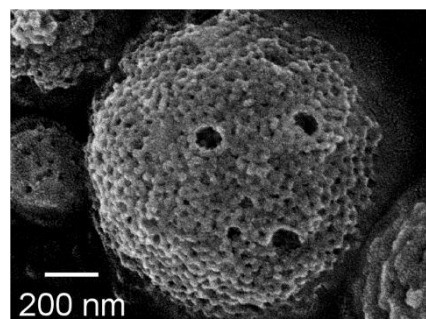


図 多孔質酸化物粒子の SEM 写真(撮影例)

## 形態観察

機器名：走査型電子顕微鏡  
Scanning electron microscope  
(日本電子製：JCM-5700)

管理研究室：機能材料化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 7 階  
特性評価室 713

### 1. 機器の特徴

- ・ 2次電子によるミクロンオーダーの試料表面観察
- ・ 反射電子による組成コントラストの高いミクロンオーダーの試料表面観察

### 2. 適用・応用範囲

ミクロンオーダーの微細構造を、比較的容易に観察することができる。真空中で測定するので、真空中安定でガス放出がない固体（導電性を付与すること）であれば測定が可能である。粉体でも、テープで固定して測定できる。

### 3. 測定対象

- ・ 様々な形状（ブロック、プレート、粉末など）のセラミックス、炭素、金属材料
- ・ 真空中でも形状変化がなく（あるいは、変化しても問題がなく）ガスを発生しない有機物・ポリマー

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/em/sem/>
- 2) <https://www.jeol.co.jp/science/sem.html>
- 3) <https://www.jeol.co.jp/words/semterms/>
- 4) [http://www.jve.co.jp/jp/p\\_jeol/cscope-3.htm](http://www.jve.co.jp/jp/p_jeol/cscope-3.htm)
- 5) [https://www.jeol.co.jp/products/list\\_sem.html](https://www.jeol.co.jp/products/list_sem.html)

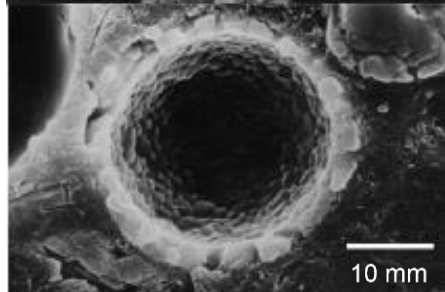
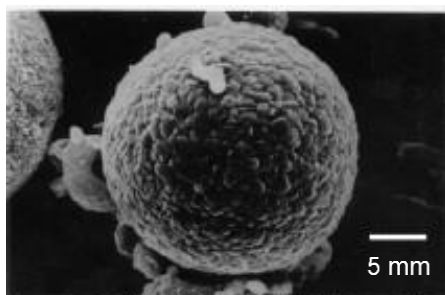
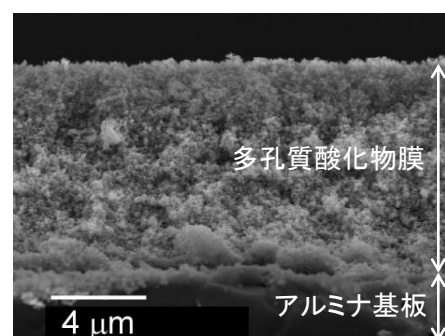


図 (a) 多孔質酸化物膜および(b) 中空粒子の SEM 写真 (撮影例)



## 形態観察

機器名 : プロブステーション  
Scanning Probe Microscopic System

管理研究室: 動的分子化学研究室  
管理場所: 総合教育研究棟 810



### 1. 機器の特徴

(株) 日立ハイテクサイエンス[Hitachi High-Tech Science Co.]・セイコーインスツルメンツ[Seiko Instrument Inc.]製 (SPA-400 スキャナ装備)、測定モード: AFM, DFM, KFM [Equipped with SPA-400 Scanner, Available modes include AFM, DFM, and KFM]

原子間力顕微鏡 (AFM) 像を得るのが基本測定です。通常のコントラクトモード測定やタッピング (ダイナミックフォース) モード測定 (DFM) も可能です。AFM では、カンチレバーの先端に取り付けられた原子レベルで尖った短針 (プローブ) を試料表面ギリギリに接触させた状態で二次元掃引します。これにより、例えば 100 nm 四方の凸凹のマッピングを約 0.5 nm の高低差精度で検出し、イメージングします。更に、表面形状と表面電位を同時にイメージ化できるケルビン力顕微鏡 (KFM) 測定も可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) ナノメートル (nm) レベルの二次元解像度が、大気中で、前処理を必要とせず得られます。高配向グラファイトのベール面や、研磨 ITO 表面、結晶性の金蒸着膜など平滑性の高い基板を用いることで、より解像度の高い像が得られます。ただし、対象がこれらに限定される訳ではありません。
- 2) 得られるイメージは、二次元マップに、プローブで得たシグナルを第 3 の軸とした三次元像に相当します。つまり、シグナルの等高線で描いた地図に相当します。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 具体的な計測例を、(株) 日立ハイテクサイエンスがホームページ等に掲載しています。次の URL を参照して下さい。  
[https://www.hitachi-hightech.com/jp/science/products/microscopes/afm/appli\\_mode.html#01](https://www.hitachi-hightech.com/jp/science/products/microscopes/afm/appli_mode.html#01)
- 2) 化学修飾した ITO 表面に自発的に付着した金のナノ粒子 (直径 11 nm) がどのように分布するかを明らかにしました[参考文献 1]。
- 3) 粘着テープの粘着面のミクロンレベルでの画像化に成功しました[参考文献 2]。

### 4. 参考文献

(1) T. Sagara, N. Kato, N. Nakashima, *J. Phys. Chem. B* **106**, 1205 (2002). (2) N. Fukui, R. Kojima, H. Murakami, *Reports of Graduate School of Engineering, Nagasaki University*, **2012**, 42, 48.



## 形態観察

機器名：スパッタリング装置  
(三元同時マグネトロンスパッタ装置)  
Magnetron sputtering system.

管理研究室：ナノ材料界面設計学  
管理場所：共同研究交流センター  
総合教育研究棟 6F-601 号室



### 1. 機器の特徴

耐熱性のある基材上に、金属およびセラミックスでできたターゲットの成分が蒸着できます。ターゲットの成分のみでなく、この成分を気相中の窒素もしくは酸素と反応させる反応性スパッタを組み合わせることで、さまざまな組成の金属やセラミックスの混相・複合層を蒸着できます。

- ・ワンバッチで三種類のターゲットが同時に使用可能
- ・基材部の回転で成分が混合している混相蒸着が可能
- ・120度のステップ角で配置されているターゲット上で逐次的に蒸着させることにより、複合層が蒸着可能
- ・アルゴンプラズマに窒素もしくは酸素が導入可能であり、金属ターゲット材を用いた反応性スパッタによる金属窒化物・金属酸化物の蒸着が可能

### 2. 適用・応用範囲

ターゲットは、円形で2インチ(5 mm)φもしくは5インチ(10 mm)φに対応可能です。基材上への蒸着量は、印加電力(最大500 W)、チャンバー内のアルゴン圧(減圧下、数 Pa)および蒸着時間で調整します。基材は熱的安定性を有する(200°C程度の加熱でガスの放出がない)ものに制限されます。基材上の蒸着量には一定の分布(バラツキ)が発生します。基材の寸法は、厚みが10 mm以下、ターゲットの直径以下に制限されます。くし形電極等のパターンニングは、本装置単独ではできません。研究室で所有のターゲット材(B, C, Fe, Co, La および SiO<sub>2</sub>)を貸し出すことができます。上述以外のターゲット材に関しては、ご相談ください。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 光学素子用基材へのフィルターコーティング
- 2) 耐熱性樹脂基材への導電性膜のコーティング
- 3) ポリイミドテープ等のマスキングを利用することによる各種電極の作製
- 4) 基材中への拡散源の予備蒸着

## ■ 形態観察

機器名：走査プローブ顕微鏡  
Scanning Probe Microscope

管理研究室：中野・柳井研究室  
管理場所：工学部2号館2F E-204

### 1. 機器の特徴

試料表面を微小な探針で走査することにより  
三次元形状を高倍率で観察する装置。



### 2. 適用・応用範囲

- ・薄帯状試料や膜状試料（ $\phi$  20 mm 以下）
- ・表面平滑性が高い試料
- ・観察範囲は最大 20  $\mu$ m 角

### 3. 合成・測定・分析等例

- ・表面凹凸観察

## ■ 形態観察

機器名：卓上微細塗布装置  
Tabletop fine coating apparatus  
( NTN(株) )

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 805



### 1. 機器の特徴

ナノ粒子分散液や粘度材料（粘度数：数  $\text{mPa}\cdot\text{s}$  -  $100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ）を数  $10$  - 数  $100 \mu\text{m}$  の微細サイズにて安定して塗布することが可能です。任意のポイント、線形、四角形などの塗布パターンを選択することができます。また、塗布スピード、塗布針の接触時間、1カ所の塗布回数なども容易に設定することができます。塗布位置や塗布状態は CCD カメラにて確認ができ、画像ファイルとして出力されます。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 塗布針のサイズによって打点サイズを変更することが可能です（容器・塗布針はご準備下さい）。
- 2) 位置情報・塗布条件を保存できるため、同じ基盤に対しての塗布が容易に行えます。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 数  $10 \mu\text{m}$  の電極上へのナノ粒子の担持、MEMS チップへのペースト塗布を実施した実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) [https://www.ntn.co.jp/japan/products/review/pdf/NTN\\_TR83\\_P098.pdf](https://www.ntn.co.jp/japan/products/review/pdf/NTN_TR83_P098.pdf)

## ■ 分光機器

機器名 : ポータブルレーザーラマン分光光度計  
Portable laser Raman spectrophotometer  
(日本分光 (株))

管理研究室: 応用物理化学研究室  
管理場所: 総合教育研究棟 8F 803



### 1. 機器の特徴

中心波長は 532 nm を利用しており、スペクトル連結機能により  $4000\text{ cm}^{-1}$  までの測定が可能です。CCD カメラを見ながら xyz 方向へのレーザーの集光位置調整ができます。スペクトル解析は付属のソフトウェアを用いて容易に行うことができ、テキストファイルにて出力することが可能です。

### 2. 適用・応用範囲

1) 粉末・ペレット状・液体の測定が可能です。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 炭素材料の G/D 比の決定, Si (結晶・アモルファス・ナノ粒子)の同定を行うことが可能です。
- 2) 個々の測定には, 専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

## ■ 分光機器

機器名：FT-IR 分光光度計（遠赤外拡張付）  
 (Fourier transform infrared spectrometer)

管理研究室：錯体化学研究室  
 管理場所：工学部 1 号館 2 階 錯体化学測定室



### 1. 機器の特徴

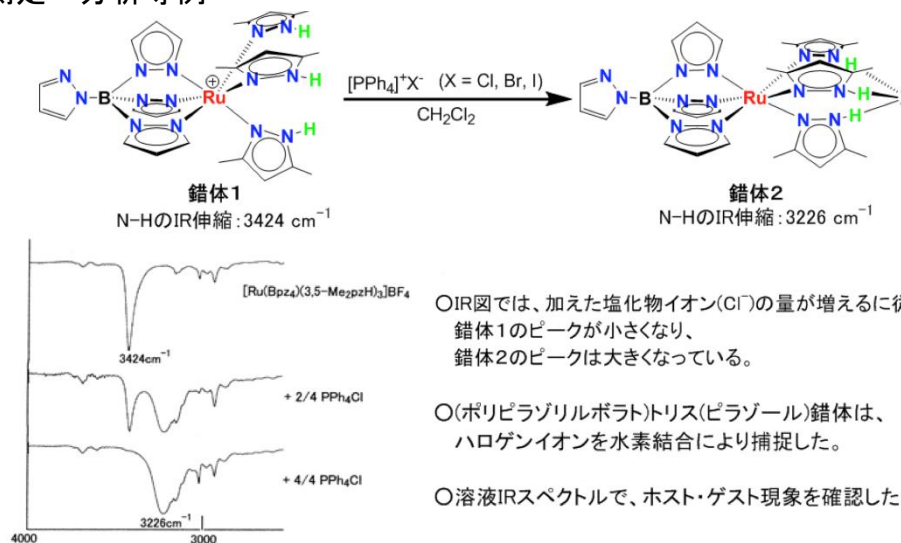
様々な方法で調製したサンプルの透過または反射スペクトルを測定することで、サンプルの赤外吸収スペクトル（IR スペクトル）を測定する。本装置には遠赤外領域まで測定可能な拡張ユニットが接続されているため、幅広い波長領域でスペクトルを測定できる。

### 2. 適用・応用範囲

・化学構造に関する分析・反応追跡

分子を構成する原子間では、結合部分が伸縮運動を起こしている。その伸縮振動のエネルギーは赤外光と同程度のエネルギーであるため、分子は振動エネルギーに対応する赤外光を吸収することができる。吸収される振動エネルギー（赤外光の波長）は、物質の化学構造によって異なるため、物質に吸収された赤外光を測定すれば、測定したサンプルの化学構造や状態に関する情報を得ることができる。しかし、赤外光を吸収できる振動には、「双極子モーメントの変化を伴うもの」という制限があるため、化合物によってはラマン分光法の方が適している場合がある。

### 3. 合成・測定・分析等例<sup>1)</sup>



### 4. 参考文献

1) M. Onishi, M. Yamaguchi, S. Kumagae, H. Kawano, Y. Arikawa, *Inorg. Chim. Acta*, **2006**, 359, 990–997.



## ■ 分光機器

機器名：分光蛍光光度計  
(Fluoroluminescence spectrometer)

管理研究室：錯体化学研究室  
管理場所：工学部1号館2階 錯体化学測定室



### 1. 機器の特徴

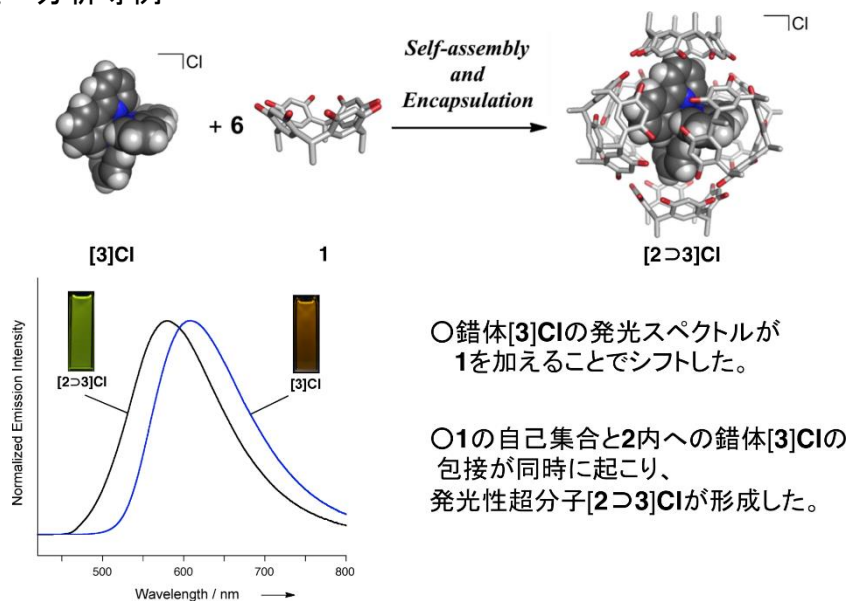
固体もしくは溶液中のサンプルに特定の波長の励起光を照射し、得られる発光強度を測定する。また、検出する発光波長を固定し、励起光を走査することで励起スペクトルを得ることができる。本装置には、低温測定ユニットが取り付け可能であり、液体窒素温度 (77 K) でのスペクトル測定にも対応している。

### 2. 適用・応用範囲

- 各種スペクトルの測定および蛍光物質の定量分析

本装置は主に、発光性物質の発光・励起スペクトルの測定に用いる。時に、固体サンプルでもサンプルの状態（結晶状態・アモルファス状態）によって、また溶液サンプルでもどの溶媒を用いたかによって、スペクトルが大きく変化する場合がある。それを解析することで、発光性分子の発光過程や励起状態について明らかにできる。また蛍光光度法は、発光性物質のみを測定対象とするため、吸光光度法に比べて1000倍以上高感度な分析手法である。あらかじめ検量線を作成しておくことで、定量分析も可能である。

### 3. 合成・測定・分析等例<sup>1)</sup>



### 4. 参考文献

- 1) S. Horiuchi, H. Tanaka, E. Sakuda, Y. Arikawa, K. Umakoshi, *Chem, Eur. J.*, **2016**, *22*, 17533–17537.



## ■ 分光機器

機器名 : FT-IR 分光光度計一式  
(特殊機能付き)  
FT-IR Spectro-photometry  
(Specialized System)

管理研究室: 動的分子化学研究室  
管理場所: 総合教育研究棟 814



### 1. 機器の特徴

ジャスコサポート[JASCO Support Co., Ltd.]製、外部反射測定ユニット付き (高感度反射測定機能、Si プリズムによる表面増強反射測定機能) [Equipped with External Optics for Sensitive Reflection Mode, SNIFTIRS Reflection Method Availability]

マイケルソン干渉計を、真空チャンバーまたは完全窒素ガス雰囲気で駆動できるフーリエ変換赤外吸収分光光度計です。その高感度測定能に加えて、特製の外部反射光子系を備えていることが特徴です。そこでは、三つの入射角 (50, 60, 70 度) を選べることで、外部反射だけでなく内部反射モードを配置できること、高感度な MCT 半導体ディテクターを搭載していることなどに加え、金薄膜を蒸着した半円筒形 Si プリズムを用いた表面増強反射測定ができます。例えば電極系では、差分型規格化反射スペクトル (SNIFTIRS) が測定可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 一般の IR 吸収測定 (KBr 錠剤、液膜その他) が可能です。0.01Abs が十分測定できます。
- 2) 全光路に亘って、真空にすることと、窒素雰囲気にすることが可能で、雰囲気の水<sub>2</sub>O や CO<sub>2</sub> の影響のない測定ができます。
- 3) 金 (Au) の表面に吸着した分子のスペクトル測定が可能です (ただし、現在は調整しながらの試測定になります)。その際、金を電極として水中に入れ、内部反射モードで、電極電位の関数としての分光測定ができます。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) メソポーラスシリカのミクロレベルなスペクトル測定を、企業との共同研究で実施した実績があります (2008 年ごろ)。
- 2) 金単結晶電極表面に吸着した一酸化炭素分子やビオロゲン分子を把えました。
- 3) 多岐に亘る個々の特殊測定に、本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- (1) 「ATR 配置表面増強赤外分光 (ATR-SEIRAS) を用いた電極表面の測り方」、内田太郎、大澤雅俊、*Review of Polarography*、**62**, 93 (2016)。(2) 「In situ 赤外分光測定法の実例 2: 電位差測定法」北村房男、*Review of Polarography*、**55**, 100 (2009)。(3) 「In situ 赤外分光測定法の実例 (1) 光学調整のコツ」北村房男、*Review of Polarography*、**54**, 31 (2008)。

## ■ 分光機器

機器名 : 紫外可視反射散乱分光システム  
UV-visible Reflectance and  
Scattering Spectrophotometric System

管理研究室: 動的分子化学研究室  
管理場所: 総合教育研究棟 814



### 1. 機器の特徴

リソー応用光学[Ritu Oyo Kougaku Co., Ltd.]製、冷却型 CCD 及び PM ディテクター装備、波長掃引範囲 350-900 nm、電位変調測定可[On-demand Equipped with Cooled CCD and PM Detector; Wavelength Range from 350 nm to 900 nm, Modulation Method Availability]

基本的な測定は、固体表面に定常単色光（紫外～可視）を照射し、周期的な固体表面の状態変化に同期した反射率の変化をロック・イン増幅して検出するものです。溶液中の電極などが対象で、最高で 50 万分の 1 程度の変化率も観測できます。光学配置は透過型にすることもでき、また、レーリー散乱などの測定もできます。入射光の偏光や入射角も可変です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 電極表面上で参加還元している分子のスペクトル変化や反応の速度、反応機構の分析。
- 2) 光学定数の変化を伴う充電過程の半定量的検出（二重層充電、金属ナノ粒子の充放電、分子組織の可逆的变化など）。
- 3) 表面吸着分子の配向とその変化の測定。
- 4) 上記諸過程の電位依存性の測定、ac インピーダンスと組み合わせた周波数領域の解析。
- 5) ファラデー過程と非ファラデー過程の分別や、同時に起こる二つ以上の反応の区別。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 表面修飾した金電極上に固定化したヘム蛋白質分子の配向を正確に決定しました (*J. Phys. Chem. B*, **110**, 16550 (2006))。このことは、バイオ燃料電池などの界面構造の分子レベル解析に、本機器が強力な手段となることを示しています。
- 2) 非常に速い吸着分子と電極間の電子移動速度定数を測定することに多くの系で成功しています。[参考文献 1～3]

### 4. 参考文献

- (1) “Advances in Electrochemical Science and Engineering”, Volume 9: “In situ Spectroscopic and Diffraction Methods”, Eds. C. Alkire, D. M. Kolb, J. Lipkowski, P. N. Ross, Wiley-VCH Verlag, GmbH, Weinheim, “UV-visible Reflectance Spectroscopy of Thin Organic Films at Electrode Surface”, Takamasa Sagara, pp. 47-95 (2006). (2) 「電気化学：測定と解析のてびき：分光学的手法との同時測定(1) 紫外・可視分光法」、相樂隆正、永谷広久、*Electrochemistry*, **74**, 512 (2006). (3) 「電位変調反射分光法」（解説・測定法）、相樂隆正、*Electrochemistry*, **69**, 289 (2001).

## ■ 分光機器

機器名：円二色性分散計  
Circular Dichroism Spectrometer

管理研究室：生体分子化学研究室  
管理場所：工学部1号館3F  
生体分子化学実験室3-1



### 1. 機器の特徴

直線偏光は、右円偏光と左円偏光の合成されたものとみなすことができる。ある種の物質は左右円偏光に対する屈折率が異なり光学活性を示す。その結果、タンパク質の解析においては遠紫外部(200-250 nm)ではタンパク質の二次構造に関する情報を得ることができ、近紫外部(250-320 nm)では芳香環をもつ側鎖の環境を知ることができる。

### 2. 適用・応用範囲

#### 1) タンパク質の二次構造の解析

タンパク質の二次構造は円偏光二色性スペクトル測定において特徴的なスペクトルを示す。典型的なパターンでは、 $\alpha$ ヘリックスは222, 208 nmに負、191-193 nmに正の極大を示す。 $\beta$ 構造は216-218 nmに負、195-200 nmに正の極大を示す。不規則構造は195-200 nmに負の極大を示す。タンパク質の二次構造含量の推定は付属のアプリケーションによって行うことができる。

#### 2) タンパク質の三次構造（芳香環をもつアミノ酸の環境変化）解析

近紫外部測定では芳香環をもつアミノ酸の環境変化を調べることができるため、タンパク質の立体構造形成について解析するとき用いることができる。

#### 3) 有機化合物の絶対構造解析

光学活性をもつ物質の円偏光二色性スペクトルの符号は、鏡像異性体同士で逆になる。そのため、円偏光二色性スペクトル測定は、光学活性物質の絶対立体配置を調べるために経験的または非経験的に用いられる。

### 3. 合成・測定・分析等例

#### 1) バイオ医薬品の品質評価<sup>1)</sup>

### 4. 参考文献

#### 1) <https://www.jasco.co.jp/jpn/technique/applicationdata/CD/200-CD-0033.html>

## ■ 分光機器

機器名：分光光度計  
(UV-Vis spectrophotometer)

管理研究室：錯体化学研究室  
管理場所：工学部 1号館 1F  
共同研究交流センター工学分室 NMR 室



### 1. 機器の特徴

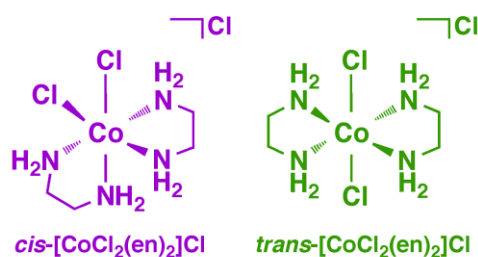
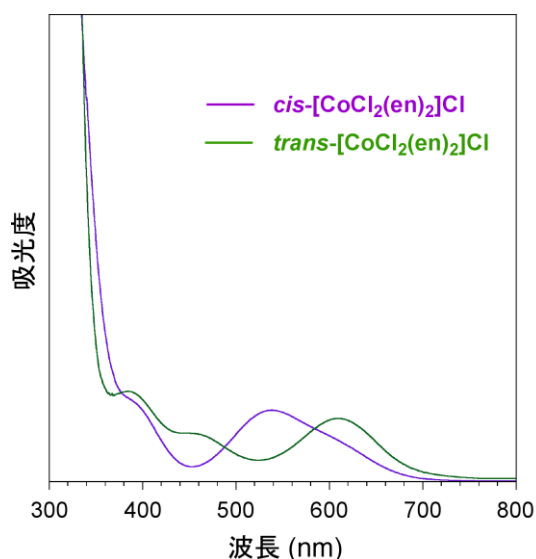
溶液サンプルの吸収スペクトルを測定できる。測定可能な波長域は可視領域（380-780 nm）と紫外領域（200-380 nm）で、溶液試料における定量分析や光の波長ごとの吸光度をプロットした吸収スペクトルを取得できる。

### 2. 適用・応用範囲

・化学構造に関する分析・反応追跡

色を持つ化合物は、その補色に対応する光の波長を吸収している。例えば、ある化合物が青色の光を吸収している場合、我々の目にはその化合物が黄色に見える。本測定装置によって、その化合物が実際どのような波長の光を吸収しているかを表すスペクトルを得ることができる。特に、化合物の種類によってはその構造骨格特有の色を持っている場合があるため、吸収スペクトルから測定した化合物の構造を推定できる場合がある。また、モル吸光係数（物質固有の光の吸収の大きさ）がわかっている化合物の場合、試料の濃度を定量することもできる。

### 3. 合成・測定・分析等例<sup>1)</sup>



金属イオン・配位子が同じでも、  
構造によって異なるスペクトルが観測された。

### 4. 参考文献

1) "Inorg. Synth.", Vol. II, p.222-223,



## ■ 構造・組成等分析

機器名：高精度細孔構造解析システム  
High precision pore structure  
Analysis system  
(マイクロトラック・ベル (株) )

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

ミクロ孔（細孔径 < 2 nm）の評価に必要な極低相対圧 ( $p/p_0 = \sim 10^{-8}$ ) 領域からの  $N_2$  吸着等温線測定 @ 77 K が可能です。種々のガス吸着測定を全自動で2検体同時に測定することができます。付属の解析ソフトウェアを利用することで、試料の比表面積・細孔容積・細孔径分布を決定することができ、吸着等温線及び各解析データは excel ファイルで出力が可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1)  $N_2$ ,  $CO_2$ , Ar 以外のガス吸着測定を行うことが可能です。それ以外のガス吸着測定を行う場合はガスラインを接続する必要がありますので、管理者へご相談下さい。
- 2) 液体窒素及び水恒温槽におけるガス吸着測定が可能です。付属のクライオスタットを利用することで 30K からの測定が可能です。調整が必要となりますので管理者へご相談下さい。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 多孔性カーボン電極材料の細孔径分布を決定し、電気二重層形成と細孔構造の関係を明らかにしています。
- 2) ナノ粒子を担持した多孔体中における担持状態（細孔に存在しているか、外表面に存在しているか）を明らかにしています。
- 3) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.microtrac-bel.com/product/surface/index.html>
- 2) K. Urita, C. Urita, K. Fujita, K. Horio, M. Yoshida, I. Moriguchi, *Nanoscale*, **9**, 15643-15649, (2017).

## ■ 構造・組成等分析

機器名：高温蒸気吸着量測定装置  
Temperature steam adsorption  
measuring apparatus  
(マイクロトラック・ベル (株) )

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

室温・大気圧で液体状態にある蒸気圧の低い吸着質のガス吸着を全自動で精密に測定することができます。また、付属の解析ソフトウェアを利用することで、試料の比表面積・細孔容積・細孔径分布を決定することができ、吸着等温線及び各解析データは excel ファイルで出力が可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 水蒸気・有機蒸気の吸着測定を行うことができます。
- 2) 恒温槽の設定を 120 °C まで設定可能であり、80 °C までの蒸気吸着測定が可能です。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 異なる温度にて水蒸気吸着を行い吸着熱の決定を行うことができます。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.microtrac-bel.com/product/surface/index.html>



## ■ 構造・組成等分析

機器名：オンラインガス分析計

Online gas analyzer

(マイクロトラック・ベル (株) 製)

管理研究室：応用物理化学研究室

管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

質量分離部に安定分析に有効な四重極型質量分析計を用いています。また、配管に吸着しやすいアンモニアガスのようなガス分析においても定量性よく測定することができます。スニファリングチューブを熱重量測定装置 (TG) へつなげることで、TG 測定中の脱離ガスの測定が可能です。また、ガス導入量が 1.0 cc/min と少量であるために微量ガスが発生する他の反応装置などにおいてもチューブを流路へ接続することで容易に同様の測定が可能です。データの解析は付属のデータ解析ソフトにより行うことができ、テキストへの出力にも対応しています。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) スニファリングチューブを 80 °C に加熱しているため、無機・有機蒸気の質量分析が可能です。(80 °C において固体となる物質がある場合は、配管が閉塞してしまうため使用できませんが、チューブを高温仕様にすることで 150 °C まで対応可能です。)
- 2) 質量数は 1 ~ 200 まで検出可能です。
- 3) 質量数は指定もしくは範囲の設定が可能です。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 熱重量測定 (TG) や加熱反応装置に接続し、脱離ガスの測定を行った実績があります。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.microtrac-bel.com/product/catalyst/entry372.html>

## ■ 構造・組成等分析

機器名：乾式自動密度計  
Dry automatic density meter  
(株)島津製作所

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

試料周囲を不活性ガス（主にヘリウム）で置換し試料の体積を求める乾式法を採用しています。乾式法を用いることにより、湿式法では測定困難な粉粒体試料の測定が可能であり、液体やスラリーの測定も行うことができます。

### 2. 適用・応用範囲

1) 粒子や多孔体の密度測定

### 3. 合成・測定・分析等例

1) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

## ■ 構造・組成等分析

機器名：EQCM 装置  
EQCM equipment  
(Gamry 製)

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 805



### 1. 機器の特徴

水晶振動子を電極とした電気化学水晶振動子マイクロバランス装置です。1 - 10 MHz の周波数範囲に対応可能であり、周波数分解能は 0.02 Hz となります。水晶振動子上のマイクログラムからナノグラムオーダーの微少な重量変化を検出することができ、電気化学測定と組み合わせることで電気化学反応中に起こる電極上の重量変化を同時にデータサンプリングすることができます。データの解析は付属のデータ解析ソフトにより容易に行うことが可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) ポテンショスタットによりサイクリックボルタンメトリーを測定しながら、電極上の重量変化を追跡することができます。
- 2) 電解液は水系及び非水系共に利用できます。
- 3) 数  $\mu\text{L}$  の分散液を金電極（水晶振動子）に滴下して測定を行うため、試料量は極微量で測定ができます。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 電気化学反応時における電極表面の重量変化を追跡することが可能であり、例えば、EDLC の多孔性カーボン電極表面へのアニオン及びカチオンの二重層形成過程の知見を得ることができます（参考文献 2）。
- 2) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.bas.co.jp/1733.html#defaultTab11>
- 2) W. Y. Tsai, P. L. Taberna, P. Simon, *J. Am. Chem. Soc.*, **136** 8722 (2014).

## ■ 構造・組成等分析

機器名：エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置  
Energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer  
( (株) 島津製作所)

管理研究室：応用物理化学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 8F 801



### 1. 機器の特徴

試料に X 線を照射し二次的に発生する蛍光 X 線を測定することにより、非破壊で迅速に試料の多元素を同時に測定することが可能です。前処理不要で液体・粉末・固体試料中の元素分析を容易に行うことができます。分析可能な元素は C - U の定性分析が可能であり、Al 以上の元素については定量分析が可能です。付属のソフトウェアを用いることで、スペクトルから組成の決定ができます。また、スペクトルはテキストファイルとして出力が可能です。

### 2. 適用・応用範囲

- 1)  $\phi 25\text{mm}$  の測定面が必要となります。
- 2) 液体に対しては大気下、粉末や固体試料に対しては大気下及び真空下において測定が可能です。
- 3) 硫黄を含む試料の定量分析は、窓剤に用いるシートに硫黄が含まれることから管理者へご相談下さい。

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) TG や元素分析 (CNH) の測定結果と比較することで、金属ナノ粒子を含んだカーボン材料中の担持量を決定することができます。
- 2) 重元素からできた化合物の組成比を決定しています。
- 3) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。

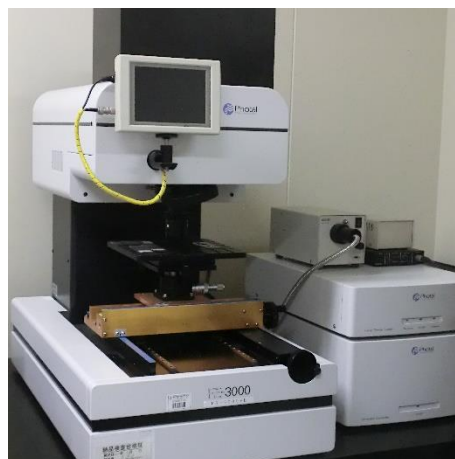
## ■ 構造・組成等分析

機器名：反射率・膜厚測定装置

Reflectance and film thickness measuring apparatus  
(大塚電子(株))

管理研究室：応用物理化学研究室

管理場所：総合教育研究棟 8F 803



### 1. 機器の特徴

紫外から近赤外域までの幅広い波長範囲での光干渉法を利用することにより、非破壊・非接触、かつ高速・高精度で膜厚測定が可能です。光干渉法は、分光光度計を利用した光学系によって得られた反射率を用いて光学的膜厚を求める方法です。最大 5 層の膜厚測定に加え、光学定数 (n: 屈折率、k: 消衰係数) などの膜質評価もおこなえます。LCD モニターにサンプル画像と測定光取り込み部位を同時に表示することにより、正確な測定スポットの確認ができます。反射率のスペクトルから、ピークバレイ法、非線形最小二乗法 (最小二乗法)、周波数解析法 (FFT 解析法) 等を用いて膜厚解析を行います。

### 2. 適用・応用範囲

多様な膜厚測定に対応しています。

- 1) サンプルサイズ：最大 200mm×200mm×7(厚さ)mm
- 2) 測定スポットサイズ：φ8μm (レンズ：×25 使用)
- 3) 膜厚測定範囲：1nm～40μm
- 4) 測定可能な層数の数：5 層

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) ガラス基板上薄膜の膜厚測定を行った実績があります。
- 2) Si 半導体の膜厚・膜質解析が可能です。
- 3) 個々の測定には、専門職員及び本研究室の教員または院生が対応します。



## ■ 構造・組成等分析

機器名：自動比表面積／細孔分布測定装置  
**Automatic specific surface area and porosity Analyzer** (マイクロメリティックス (島津製作所) 製 : **Tristar3000**)

管理研究室：機能材料化学研究室  
 管理場所：総合教育研究棟 7階 院生研究室 714

### 1. 機器の特徴

- ・ 窒素吸脱着を利用した「吸着・脱着等温線」「BET法による比表面積」「細孔容積」「BJH法によるメソポアの細孔分布」の測定が可能
- ・ 3ポートで独立に同時測定が可能

### 2. 装置の仕様

- ・ 比表面積の測定範囲：0.01 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> 以上 (試料により若干異なる。)
- ・ メソポア測定範囲：約 1-100 nm
- ・ 圧力測定範囲：0-132.9 kPa (分解能：6.65 Pa 以下)
- ・ マニホールド温度測定：精度 ±0.25°C, 分解能 0.1°C 以下
- ・ 液体窒素液面制御：等温ジャケット方式 (約 30時間の持続が可能)

### 3. 測定対象

各種セラミックス材料 (主に粉末), 炭素材料

### 4. 参考文献

- 1) <https://www.an.shimadzu.co.jp/powder/lecture/middle/m02.htm>
- 2) <https://www.an.shimadzu.co.jp/powder/lecture/practice/p02/index.htm>
- 3) <https://www.an.shimadzu.co.jp/powder/products/02trista/index.htm>
- 4) <https://www.micromeritics.com/Product-Showcase/TriStar-II-Series.aspx>

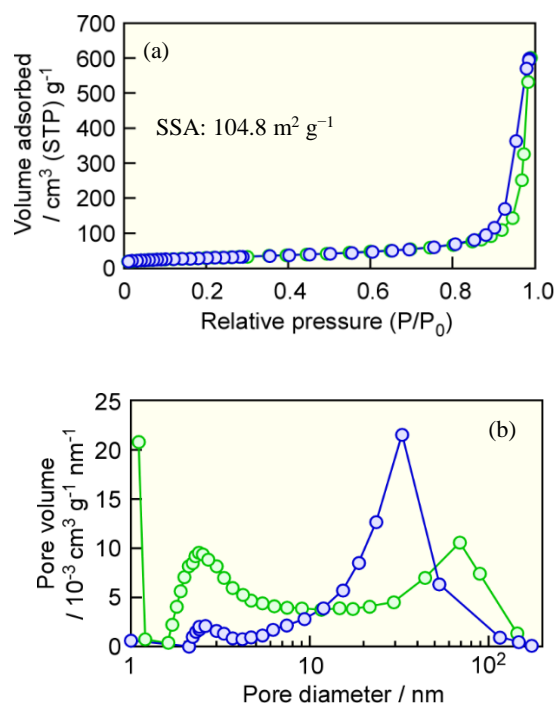


図 パラジウム担持カーボンブラックの (a) 窒素吸脱着曲線と (b) BJH 法により求めた細孔分布 (SSA: 比表面積)

## ■ 構造・組成等分析

機器名：キャピラリー電気泳動装置  
(Capillary electrophoresis)

管理研究室：錯体化学研究室  
管理場所：工学部1号館2階 錯体化学測定室



### 1. 機器の特徴

内径 100  $\mu\text{m}$  以下のキャピラリー管を用い、その内部で電気泳動を起こすことでサンプルを分離し、各成分の同定が行える。また、あらかじめ検量線を作成することで定量も行うことができる。微量サンプル(数  $\mu\text{L}$ ～)から測定可能であり、陰・陽イオン、アミノ酸、有機酸を ppm オーダーで検出可能である。

### 2. 適用・応用範囲

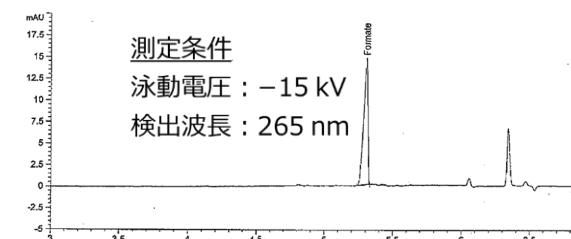
水溶液中のイオン性陽イオンや陰イオンなどの異なる成分を、一台の装置で分析が可能である。泳動液を変化させることで、最適条件を決めることができ、微量サンプルの短時間・高分解能な分析が可能。

1) 陽イオン・無機陰イオン分析 2) アミン類分析 3) 有機酸分析

### 3. 合成・測定・分析等例

・二酸化炭素光還元反応における有機酸の検出

近年、無尽蔵ともいえる太陽光エネルギーを使って、水と二酸化炭素から水素や有機物を生成する、いわゆる人工光合成の技術が注目されるようになってきている。その中でも二酸化炭素光還元反応は、利用する電子の数によって多くの還元種を与える。特に、二電子還元反応は一酸化炭素とギ酸を与えるため、本装置を利用して液相の分析および定量を行うことで、ギ酸の生成量を定量することができる。また、利用する触媒によってはギ酸だけでなく、炭酸イオン、シュウ酸等を生成する可能性もある。本システムでは、泳動液を適切に選択することにより、これらの有機酸を前処理することなく導入し同時検出・定量が可能である。



### 4. 参考文献

<https://www.otsukael.jp/product/detail/productid/81>

1) Photoreduction Reaction of  $\text{CO}_2$  Using Transition Metal Complexes Having Arylborane Units  
43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018)  
(Nagasaki Univ)○E. Sakuda, Y. Hommura, H. Yoshida, S. Horiuchi, Y. Arikawa, K. Umakoshi

## ■ 構造・組成等分析

機器名 : Micro GC  
(Micro gas chromatography)

管理研究室 : 錯体化学研究室  
管理場所 : 工学部 1号館 2階 錯体化学測定室



### 1. 機器の特徴

様々な気化した小分子を移動度の差によって分離し、検出・同定する。あらかじめ検量線を作成することで、定量も可能である。ppm オーダーの高感度分析が可能であり、かつキャリアガスも Ar、He の 2 系統があるため、高速同時分析が可能である。検出器は熱伝導度検出器 (TCD) を用いているため、水素も測定可能。

### 2. 適用・応用範囲

セプタムを装着した密閉反応系のガスを直接装置へ導入し、検出することが可能である。また、導入口を変更すれば、シリンジを用いて手動の打ち込みも可能。

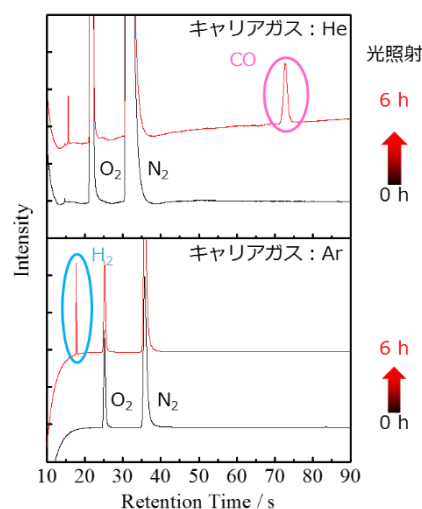
1) 密閉系のガス同時分析 2) 環境測定

### 3. 合成・測定・分析等例

・触媒反応系の生成ガス分析

様々な触媒反応において生成するガスは多様であり、また、このガスの定量は触媒活性を評価する上で非常に重要なファクターである。一例として、二酸化炭素光還元反応において生成した、密閉系のガスを減圧により 2 系統のキャリアガス(Ar, He)を用いて装置へ導入し、分析を行った。その結果、一酸化炭素と水素が検出され、二酸化炭素が一酸化炭素へと二電子還元されていることが明らかとなった。また、これらは検量線から定量可能であり、その触媒回転数を求めることも可能である。また、酸素や窒素も検出できることから、水の光触媒分解反応にも利用可能である。

カラム : モレキュラーシーブ カラム温度 : 80 °C  
キャリアガス流速 : 0.2~4.0 mL / min



### 4. 参考文献

[https://www.gls.co.jp/product/gc\\_devices/micro\\_gc/00924.html#/](https://www.gls.co.jp/product/gc_devices/micro_gc/00924.html#/)

1) Photoreduction Reaction of CO<sub>2</sub> Using Transition Metal Complexes Having Arylborane Units  
43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018)  
(Nagasaki Univ)○E. Sakuda, Y. Hommura, H. Yoshida, S. Horiuchi, Y. Arikawa, K. Umakoshi

## ■ 構造・組成等分析

機器名：ゲル浸透カラムクロマトグラフィー  
(GPC)

管理研究室：高分子材料学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 7F 703



### 1. 機器の特徴

ポリマー等の高分子化合物の分子量ならびにその分布の測定が行える。

### 2. 適用・応用範囲

1) 重クロロホルムに溶解する化合物の分子量測定が可能。(ポリスチレン換算で 500～2,000,000 の分子量)

### 3. 合成・測定・分析等例

約 1 mg/ml 濃度の重クロロホルム溶液で測定する。完全に溶解しないサンプルでは測定は難しい。

### 4. 参考文献

- 1) 高分子学会編「基礎高分子科学」、東京化学同人
- 2) <https://www.an.shimadzu.co.jp/hplc/prominence/gpc.htm>

## ■ 構造・組成等分析

機器名：示差走査熱量測定/熱重量測定装置  
(DSC/TGA)

管理研究室：高分子材料学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 7F 703



### 1. 機器の特徴

有機・無機材料の熱的物性の測定が可能な装置である。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) ポリマー、セラミックならびに金属材料の融点の分析
- 2) ガラス転移温度の測定
- 3) 有機物の分解温度の測定

### 3. 合成・測定・分析等例

- 1) 数 mg の試料で各種熱的物性（融点、ガラス転移温度および分解温度）の測定が可能である。
- 2) 雰囲気ガスを交換することで空気下や窒素下での測定が可能である。

### 4. 参考文献

- 1) 高分子学会編「基礎高分子科学」、東京化学同人
- 2) <https://www.an.shimadzu.co.jp/ta/dsc60p.htm>



## ■ 構造・組成等分析

機器名：全自動タンパク質一次構造分析装置  
Protein Sequencer

管理研究室：生体分子化学研究室  
管理場所：工学部 1号館 3 F  
生体分子化学実験室 3-1



### 1. 機器の特徴

プロテインシーケンサーはエドマン分解により、タンパク質やペプチドのアミノ酸配列をN末端から全自動で決定することができる。サンプルとしては、溶液状態のタンパク質・ペプチドや、SDS-PAGE後にPVDF等の膜に転写したものをを用いることができる。

### 2. 適用・応用範囲

1) タンパク質やペプチドのアミノ酸配列をN末端側から決定する。数十 pmol 以上のサンプル量が望ましい。通常、N-末端から 20～30 残基程度の分析が可能。

### 3. 合成・測定・分析等例

タンパク質やペプチドのアミノ酸配列の分析

### 4. 参考文献

1) <https://www.an.shimadzu.co.jp/bio/ppsq/index.htm>

## ■ 構造・組成等分析

機器名：示差走査熱量計  
Differential Scanning Calorimetry

管理研究室：中野・柳井研究室  
管理場所：工学部 2号館 1F E-117



### 1. 機器の特徴

試料の結晶化，キュリー点，酸化安定性，熱変性，硬化，熱履歴，ガラス転移等の分析に利用。

### 2. 適用・応用範囲

- ・アモルファス試料の結晶化温度の測定

### 3. 合成・測定・分析等例

- ・粉体もしくは膜状試料で数十 mg 程度
- ・酸化しやすいものは測定困難

### その他：

- ・現在メンテナンス中

## ■ 物性測定

機器名：動的粘弾性測定装置  
(DMA)

管理研究室：高分子材料学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 7F 703



### 1. 機器の特徴

高分子・有機材料の動力学物性の測定が行える。

### 2. 適用・応用範囲

- 1) 高分子材料中の主鎖・側鎖の緩和運動が計測できる。
- 2) 高分子材料中の結晶部の緩和運動が測定できる。

### 3. 合成・測定・分析等例

液体窒素を使うことで-100～250℃までの測定が可能となる。試料はフィルム形状のものが望ましい。

### 4. 参考文献

- 1) 高分子学会編「基礎高分子科学」、東京化学同人
- 2) <https://www.hitachi-hightech.com/hhs/products/tech/ana/thermal/descriptions/dma.html>

## ■ 物性測定

機器名：テンシロン万能試験機  
(Tensile testing machine)

管理研究室：高分子材料学研究室  
管理場所：総合教育研究棟 7F 703



### 1. 機器の特徴

各種材料の引っ張り特性を中心とした力学物性の測定が行える。

### 2. 適用・応用範囲

1) 各種材料の引っ張り強度 (5～1 kN) 分析

### 3. 合成・測定・分析等例

測定温度は室温であり、材料の種類は問わないが形状は固体のものに限定される。

### 4. 参考文献

- 1) 高分子学会編「基礎高分子科学」、東京化学同人
- 2) [https://www.aandd.co.jp/adhome/products/test/rtf\\_rtg.html](https://www.aandd.co.jp/adhome/products/test/rtf_rtg.html)

## ■ 物性測定

機器名：振動試料型磁力計（超伝導）  
Vibrating sample magnetometer with superconducting magnets

管理研究室：中野・柳井研究室  
管理場所：工学部 2号館 1F E-117



### 1. 機器の特徴

磁性材料の磁気特性を測定する装置。電磁石式の振動試料型磁力計（VSM）では磁気飽和させることができないような、大きな印加磁界を必要とする永久磁石材料のヒステリシスループ（M-H 曲線）の測定が可能。

### 2. 適用・応用範囲

- ・高保磁力永久磁石（目安としては $\mu_0 H_{cj} > 1.5 \text{ T}$ ）のヒステリシスループ測定
- ・測定可能な試料は粉体もしくは膜状など。大きな試料は測定困難。円柱なら $\phi 10\text{mm}$ 以下。数 mm 角程度まで。
- ・最大印加磁界 $\mu_0 H$ は 7 T ( $H = 70 \text{ kOe} = 5.6 \text{ MA/m}$ )

### 3. 合成・測定・分析等例

- ・測定可能な物理量は保磁力、飽和磁化など（ヒステリシスループから読み取れるもの）

### その他：

- ・装置の立ち上げに時間を有するため、1週間前までを目処に利用申請が必要。
- ・磁化の定量的な評価には試料と同形状の Ni が必要（数種類の Ni は研究室でもっていますので、その形に試料を加工頂くか、試料と同形状の Ni を準備いただく必要有）
- ・磁化の値は emu で得られるため、磁化 (A/m) や磁気分極 (T) への単位換算には試料の体積が必要になります

### 4. 参考文献

- 1) 玉川製作所の Web ページ：<http://www.tamakawa.co.jp/vsm/vsm.html>



## ■ 物性測定

機器名 : パルス B-H カーブトレーサ  
Pulse B-H Curve Tracer

管理研究室 : 中野・柳井研究室  
管理場所 : 工学部 2 号館 1F E-117



### 1. 機器の特徴

磁性材料の磁気特性を測定する装置。電磁石式の振動試料型磁力計（VSM）では磁気飽和させることができないような、大きな印加磁界を必要とする材料のヒステリシスループ（M-H 曲線）の測定が可能。試料にパルス状の磁界を印加するため、数秒で測定が終了する点が特徴。ただし、短時間で磁界を掃引するため、試料にうず電流が流れ、測定結果にはうず電流の影響が重畳している。

### 2. 適用・応用範囲

- ・高保磁力永久磁石 ( $\mu_0 H_cj > 1.5 \text{ T}$ ) のヒステリシスループ測定
- ・電気抵抗率の高い材料向き
- ・測定可能な試料は粉体もしくは膜状など。大きな試料は測定困難。  $\phi 10\text{mm}$  以下。
- ・最大印加磁界  $\mu_0 H$  は  $8 \text{ T}$  ( $H = 80 \text{ kOe} = 6.4 \text{ MA/m}$ )

### 3. 合成・測定・分析等例

- ・測定可能な物理量は保磁力、飽和磁化など（ヒステリシスループから読み取れるもの）

その他

- ・電気抵抗率の低い材料ではうず電流の影響を強く受けるので測定には不向きです。

### 4. 参考文献

- 1) 日本電磁測器の Web ページ : [https://www.j-ndk.co.jp/product/jikisokutei/bh\\_curve\\_tracer.html](https://www.j-ndk.co.jp/product/jikisokutei/bh_curve_tracer.html)

## ■ 物性測定

機器名：マグネットアナライザ  
Digital flux meter

管理研究室：中野・柳井研究室  
管理場所：工学部2号館1F E-117



### 1. 機器の特徴

磁石の磁束量を、自動走査し測定する装置。この装置の上に、検出コイルとリニアモータがあり、検出コイル内を一定の速度で磁石を移動させ、その際に鎖交した磁束量をカウントする装置。

### 2. 適用・応用範囲

- ・  $\phi$  10mm 以下の永久磁石

### 3. 合成・測定・分析等例

- ・ 磁石の熱減磁の測定など

### その他

- ・ 現在メンテナンス中

## ■ 物性測定

機器名 : B-H アナライザ  
BH analyzer

管理研究室 : 中野・柳井研究室  
管理場所 : 工学部 2 号館 2F E-204



### 1. 機器の特徴

10 MHz までの磁気特性を測定する装置。コア状または薄带状（薄膜）試料が測定でき、磁気損失、透磁率、及びヒステリシスループを測定することが可能。

### 2. 適用・応用範囲

- ・ 軟磁性材料全般
- ・ 10Hz- 10 MHz までのヒステリシスループ
- ・ 小型単板磁気測定装置（IWATSU, SY-956）に入る大きさの短冊試料
- ・ リング状試料はあらかじめ巻線を施しておく必要有

### 3. 合成・測定・分析等例

- ・ 交流ヒステリシスループ
- ・ 測定可能な物理量は保磁力、飽和磁束密度など（ヒステリシスループから読み取れるもの）

### その他

- ・ 励磁周波数が高い領域では、電力アンプの性能限界により、測定が難しいことがあります
- ・ 試料に空隙がある場合は空隙補償が必要です
- ・ 測定結果はフラッシュメモリに記録可能です

### 4. 参考文献

- 1) IWATSU の Web ページ : <https://www.iti.iwatsu.co.jp/ja/products/sy/index.html>

