

先端計測・分析機器の現在の性能

(参考資料2)

機 器 名	性 能	装 置 概 要
透過型電子顕微鏡 (TEM)	空間分解能 : 0.1nm ~ 10nm 感度 (検出下限) : 原子 1 個 エネルギー分解能 : 0.1eV ~ 1eV	試料を透過した電子線を電磁レンズで拡大する。
走査型電子顕微鏡 (SEM)	空間分解能 : 1.5nm ~ 4 nm	試料表面を電子線で二次元方向に走査し、発生する二次電子を検出して拡大像を得る。
エネルギー分散型X線分析装置 (EDX)	空間分解能 : 0.1 μm ~ 10 μm 感度 (検出下限) : 0.3 ~ 1 % エネルギー分解能 : 15eV ~ 138eV	照射した電子線によって励起した特定X線からナノメータ領域の元素分析をする。電子顕微鏡に装備される。
集束イオンビーム発生装置 (FIB)	像分解能 : 5 nm 最大ビーム電流 : 20nA 最大ビーム電流密度 : 20A/cm ²	電子線の代わりにイオン照射し、二次電子や二次イオンを検出して表面画像を得たり、エッチング加工や薄膜形成を行う。
レーザー顕微鏡	水平分解能 : 0.15 μm ~ 0.3 μm 垂直分解能 : 0.5 μm 走査速度 : 1/30秒 (高速スキャン)	生物用と工業用に分類される。生物用は主に蛍光観察で、低速スキャンと高速スキャンの2タイプがある。
走査型プローブ顕微鏡 (SPM)	走査範囲 : 500nm ~ 250 μm 垂直分解能 : 0.3nm	探針 (プローブ) を走査することにより、物体表面の三次元情報を原子レベルの分解能で観察・評価する。
電子線マイクロアナライザ (EPMA)	空間分解能 : 6nm ~ 10nm 感度 (検出下限) : 0.1 % エネルギー分解能 : 0.1eV	電子線を物質表面に照射し、発生する特定X線を分析して物質の定性分析を行う。
オージェ電子分光分析装置 (AES)	空間分解能 : 数10nm ~ 1 μm 感度 (検出下限) : 0.1 % エネルギー分解能 : 数eV	電子線を試料表面に照射し、発生するオージェ電子のエネルギーを分析して表面を構成する元素の同定、定量を行う。
X線光電子分光分析装置 (ESCA)	空間分解能 : 10 μm ~ 数mm 感度 (検出下限) : 0.1 % エネルギー分解能 : 0.3eV ~ 0.8eV	X線を試料表面に照射し、発生する光電子の運動エネルギーを測定することにより、表面を構成している元素の同定や原子分子の結合状態に関する情報を得る。
二次イオン質量分析装置 (SIMS)	空間分解能 : 200nm ~ 700nm 感度 (検出下限) : 1ppm ~ 1 % 質量分解能 : 25,000	イオンビームを試料表面に照射し、放出される二次イオンを質量分析することにより、試料表面の元素の定性・質量分析を行う。
X線回折装置 (XD)	X線発生装置 : 2kW ~ 18kW 最小送り角度 : 1/1000 ° 2 測角範囲 : -7 ~ 162 °	試料に一定波長のX線を照射したときに生じる回折X線の回折角および強度を測定し、物質の同定や結晶の構造の決定を行う。
波長分散型蛍光X線分析装置 (WDXRF)	感度 (検出限界) : 0.1ppm ~ 1 ppm エネルギー分解能 : 0.3 ~ 0.6 % 試料量 : 数10 μg以上	X線を物質に照射したときに発生する蛍光X線の波長や強度を測定することにより元素の種類や含有量を分析する。
エネルギー分散型蛍光X線分析装置 (EDXRF)	感度 (検出限界) : 1 ppm 空間分解能 : 0.1 μm ~ 10 μm	波長分散型は分光結晶を用いて波長を分離する。エネルギー分散型は半導体検出器で検出する。

先端計測・分析機器の現在の性能

機 器 名	性 能	装 置 概 要
核磁気共鳴装置 (NMR)	共鳴周波数 : 920MHz 磁場強度 : 21.6 T	磁場の中に試料を置き、ラジオ波を照射したときに共鳴して発生するシグナルを検出することにより、試料の構造を分析する。
紫外・可視分光光度計 (UV/VIS)	測光正確さ : 0.0003Abs 測光レンジ : ~ 8 Abs 波長正確さ : ±0.1nm	分光光度計は比較的感度が高く、測定結果の再現性も良く、走査も簡単のため定量分析に用いられる。
マイクロプレートリーダー	蛍光検出感度 : 1 0 ⁻¹¹ W/cm ²	測定モードには吸光、蛍光、発光、その他(以上単光)と複数モードのマルチがある。
フーリエ変換赤外分光光度計 (FT IR)	波数分解能 : 0.005 ~ 0.5cm ⁻¹ S / N比 : 50000:1 ~ 30000:1	物質の赤外線を照射し、波数に対する吸収スペクトルから物質の化学的部分構造に関する情報が得られる。
原子吸光分析装置	感度 : 0.01 µg/L 再現性 : 3 ~ 5 %RSD スループット : 20 ~ 60秒 / 1 測定	炎の中に導入された金属塩類は原子状の蒸気となり固有の波長の光を吸収する。この吸収量から元素を定量する。
ICP発光分光分析装置 (ICP AES)	検出限界 : 1ppb ~ 40ppb	高温アルゴンプラズマ中に液体試料を霧化して導入すると熱エネルギーにより励起され、発光する。このスペクトルにより元素の濃度を求める。
ICP質量分析装置 (ICP MS)	検出限界 : 1 ng/L以下 ダイナミックレンジ : 1 ng/L ~ 1 µg/L	ICP部で生成したイオンを質量分析計(大部は4重極型)を用いて元素を分析する。
ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC MS)	検出限界 : ppm ~ ppb, ppt 測定質量範囲 : 数百DA、10,000DA 分解能 : 1000 ~ 100,000	GCで多成分系の試料を成分ごとに分離し、MSで定性する。4重極形は整数マス測定、二重収束形はミリマス測定が可能。
液体クロマトグラフ質量分析計 (LC/MS)	検出限界 : 1 ng ~ 1 pg 測定質量範囲 : 数百DA、10,000DA 分解能 : 1000 ~ 100,000	熱不安定、不揮発性の物質を科学修飾なしに分離、定性が可能になるが、LCとMS間のインターフェース(イオン化部)が重要。
飛行時間型質量分析計 (TOF/MS)	質量数範囲 : ~ 300kDa 分解能 : 15000 質量数精度 : 0.002% 感度 : 5 fmole	イオン源で発生した試料分子イオンが検出器まで到着する時間で質量を測定する。イオン化法としてMALDI法が多く使われる。
DNA増幅装置	処理能力 : 24 ~ 96本	PCR法(熱変性、アニーリング、DNAポリメラーゼによる複製を25 ~ 35回反復)により、目的のDNAを100万倍に増幅する。
DNAシーケンサ (キャピラリータイプ)	キャピラリー数 : 96 ~ 384本 操作時間 : 40分/1測定	蛍光標識されたDNA断片を電気泳動させ長さに応じて分離し、レーザー光で蛍光を検出し、塩基配列を解析す