

表面科学基礎講座

表面・界面分析概論、真空技術基礎

京都大学 有賀 哲也

1. はじめに
2. 真空技術 — 表面界面分析の基礎として
3. 表面・界面分析手法の概要
 - 3.1. 種々の表面・界面分析手法
 - 3.2. 表面・界面分析に必要な基礎知識
 - 3.2.1. 分析プローブとしての電子、イオン、光
 - 3.2.1. 電子と固体の相互作用と分析応用
 - 3.2.3. イオンと固体の相互作用と分析応用
 - 3.2.4. 光と固体の相互作用と分析応用

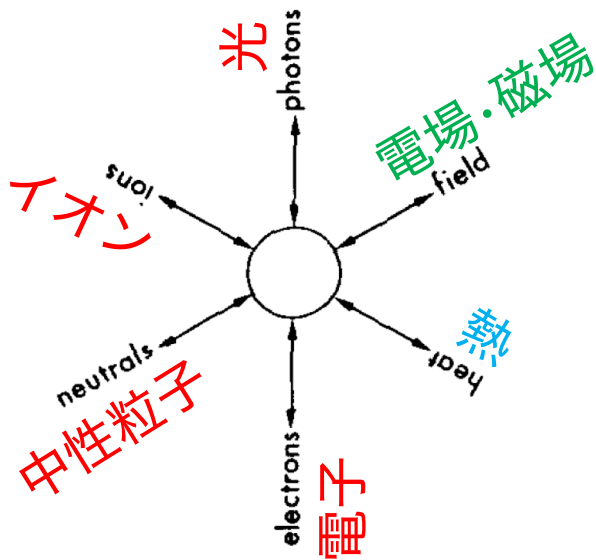
真空の圧力範囲と名称 (JIS Z8126-1)

圧力範囲	名称	英語名称
$10^5 \text{ Pa} \sim 10^2 \text{ Pa}$	低(粗い)真空	low (rough) vacuum
$10^2 \text{ Pa} \sim 10^{-1} \text{ Pa}$	中真空	medium vacuum
$10^{-1} \text{ Pa} \sim 10^{-5} \text{ Pa}$	高真空	high vacuum (HV)
$10^{-5} \text{ Pa} \sim 10^{-9} \text{ Pa}$	超高真空	ultra-high vacuum (UHV)
$10^{-9} \text{ Pa} \sim$	極高真空	extremely-high vacuum (XHV)

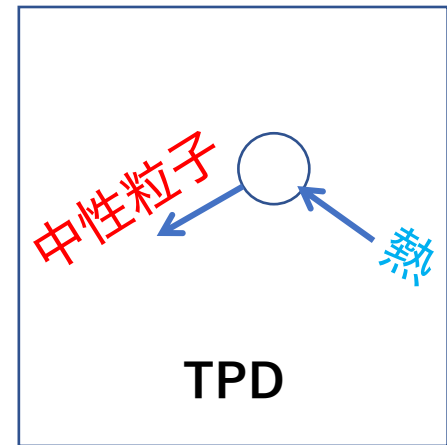
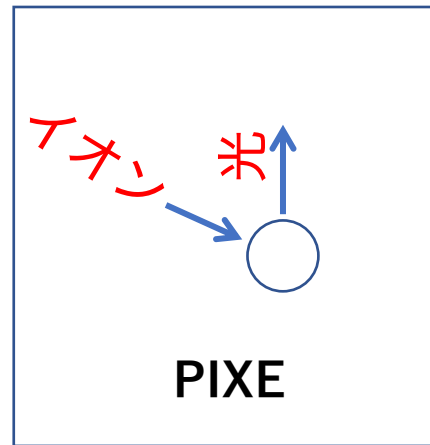
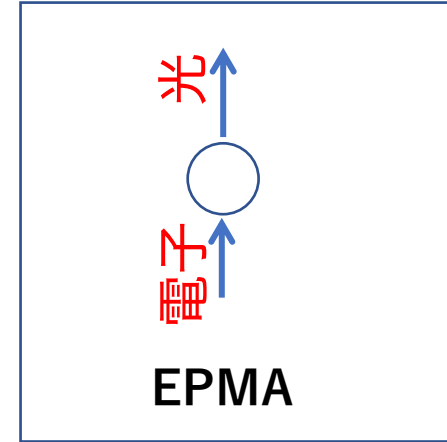
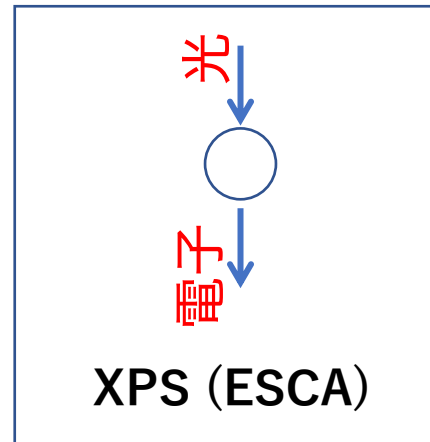
1 気圧 = $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$

月面 : $10^{-7} \sim 10^{-10} \text{ Pa}$ (UHV~XHV)

表面分析：表面のなにをどのように測るか



Propst diagram (1976)



3. 表面・界面分析手法の概要

3.1 種々の表面・界面分析手法: 入射プローブと信号の種類による分析法の分類

刺激	応答	電磁波(光、X線)	電子	イオン・中性粒子	探針	熱
電磁波(光、X線)		赤外分光法 (IRAS、ATR、SEIRA) ラマン分光法 (MOLE、SERS) 和周波発生法(SFG、SHG) エネルギー分散X線分光法(EDX) 蛍光X線分光法 (XRFs) 蛍光X線ホログラフィー (XFH) 全反射蛍光X線分析(TRXF) 波長分散X線分光法(WDX) 表面X線回折法 (SXRD、CTR) X線トポグラフ(XRT) X線散漫散乱法(XDS) 拡張X線吸収端微細構造解析法(EXAFS) レーザーマイクロプローブ発光分光分析法(LMA) Kerr(効果)顕微鏡	紫外光電子分光法(UPS) 角度分解紫外光電子分光法 (ARUPS) X線光電子分光法(XPS、ESCA) 角度分解X線光電子分光法(ARXPS) 光電子顕微鏡(PEEM) X線吸収微細構造法(XAFS) X線吸収端近傍構造法(XANES) 表面一拡張X線吸収端微細構造解析法(SEXAFS) X線磁気円二色性(XMCD) X線磁気線二色性(XMLD) 光電子回折・ホログラフィー(PED/PEH) 内部転換電子メスハウアー分光法(CEMS)	レーザーマイクロプローブ質量分析法(LAMMA) マトリックスアシステッドレーザー励起イオン化法(MALDI) 光刺激脱離法(PSD)		
電子		電子(X線)プローブマイクロアナリシス (EPMA、XMA) 分析電子顕微鏡(AEM) エネルギー分散X線分光法(EDX) RHEED全反射蛍光X線分光(RHEED-TRAXS) 波長分散X線分光法(WDX) 軟X線出現電圧スペクトル法(SXAPS) カソードルミネセンス法(GL)	電子顕微鏡(TEM、STEM、SEM) 低エネルギー電子顕微鏡(LEEM) 反射電子顕微鏡(REM、SREM) 電子線励起電流法(EBIC) 電子線後方散乱回折法(EBSD) 電子回折法(RHEED、MEED、LEED) オージェ電子分光法(AES) 走査型オージェ電子顕微鏡(SAM) オージェ電子ホログラフィー(AEH) 電子エネルギー損失分光法(EELS、HREELS) オージェ電子出現電圧スペクトル法(AEAPS) 弾性散乱電子消滅分光法(DAPS)	電子刺激脱離法(ESD)		
イオン・中性粒子		エネルギー分散X線分光法(EDX) 波長分散X線分光法(WDX) グロー放電スペクトル法(GDS) 粒子線衝撃光放射分析法(SCANIIR) 粒子線励起X線分光法(PIXE)	イオン中性化スペクトル法(INS) ベニング電子分光法(PIES)	イオン散乱分光法(ISS、CAICISS) 中エネルギーイオン散乱法(MEIS) 2次イオン質量分析法(SIMS) イオンマイクロプローブ質量分析法(IMMA(IMA)) レーザーフォード後方散乱分光法(RBS)		
探針		近接場光学顕微鏡(NSOM、SNOM、NOM)	電界放出電子顕微鏡(FEM) 走査型トンネル顕微鏡(STM)	電界イオン顕微鏡(FIM) アトムプローブ電界イオン顕微鏡(APFIM、3D-AP)	原子間力顕微鏡(AFM) 走査型キャパシタンス顕微鏡(SCM) 電気力顕微鏡(EFM) 走査型ケルビン力顕微鏡(KFM) 走査型マクスウェル応力顕微鏡(SMM) 磁気力顕微鏡(MFM)	
熱エネルギー				昇温脱離法(TPD、TDS)		

光音響分光法(PAS)