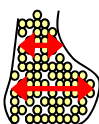
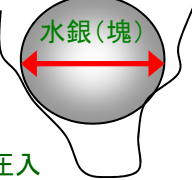
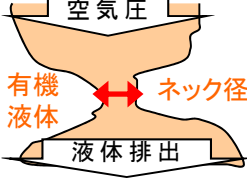
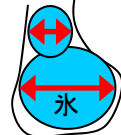

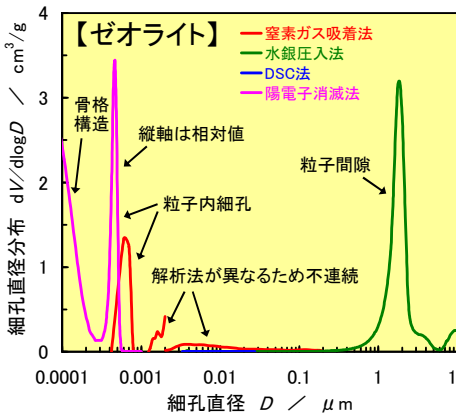


細孔・凹凸を捉える ～表面物性測定～

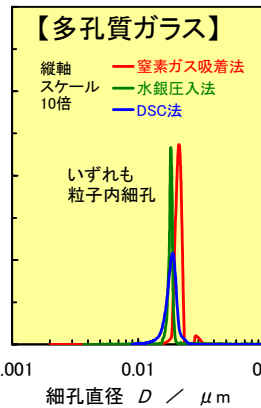
細孔径分布、比表面積、水蒸気吸着測定では、試料表面や細孔の状態に応じて測定手法を選択する必要がある。複数の手法を適切に組み合わせることによって、測定目的に合致した結果を得ることができる。

細孔径分布測定 TEM、SEM、AFM、小角X線散乱法等と相互補完的に活用することが肝要

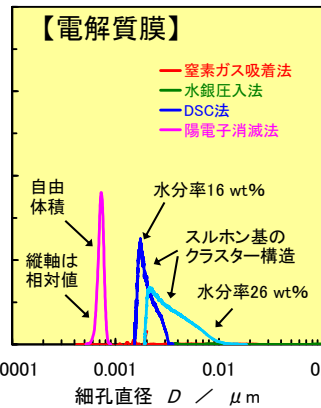
手法	窒素ガス吸着法	水銀圧入法	パーンプロメトリー	DSC法	陽電子消滅法
細孔直径	約0.4 ~ 200 nm	約4 nm~400 μm	約0.2~200 μm	約2~200 nm	約0.2~5 nm
細孔形状	貫通・半貫通	貫通・半貫通	貫通	貫通・半貫通	原則は独立
制約	絶乾	絶乾	フィルム状	含水・湿潤	絶乾・膜状
細孔のイメージ特徴 ↔は細孔直径	窒素分子  毛管凝縮	水銀(塊)  圧入	空気圧 有機液体 ネック径 液体排出 	氷  水の融点低下	陽電子  陽電子寿命
細孔容積	○	○	×	○	×
主な測定対象	活性炭、ゼオライト シリカゲル	電極、セパレータ シリカゲル	カーボンペーパー セパレータ、濾過膜	電解質膜 吸水材料	高分子 Low-k膜、金属



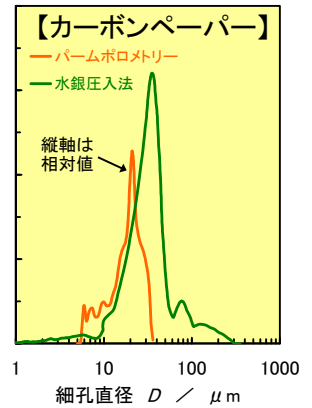
ゼオライトや活性炭の粒子内細孔は小さいため、窒素ガス吸着法が必須。粒子間隙には水銀圧入法、骨格構造(原子間隙)には陽電子消滅法。



細孔径が絶乾・含水に大きく依存しない無機物では、各手法の結果がほぼ一致。



含水状態のみで細孔やクラスターを生ずる材料には、DSC法が必須。自由体積は陽電子消滅法。



流体透過性を支配するネック径には、パーンプロメトリーが必要。空隙率には水銀圧入法。

比表面積測定 細孔形状を仮定しないため高精度

水蒸気吸着測定 速度解析も一部可

手法	窒素ガス吸着法	クリプトンガス吸着法	COパルス法
測定目的	BET法比表面積 (数m ² /g以上)	BET法比表面積 (数m ² /g以下) 窒素ガス比 約100倍高感度	金属の有効比表面積
様式	物理吸着	物理吸着	化学吸着
主な測定対象	活性炭 ゼオライト シリカゲル	グラファイト 微量・無孔試料 基板上的の薄膜	担持金属 (Pt, Pd等)

手法	定容量法	重量法
原理	圧力変化	重量変化
雰囲気	水蒸気のみ	水蒸気+空気
温度	5~100℃	25~80℃
湿度	相対圧 0~1	20~80%RH (温度依存性あり)
特長	平衡到達が迅速	実環境下