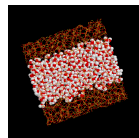


「拡大IRT研究会シリーズ ー3号炉の将来計画を視野に入れてー」
日時:2009年8月4日(火)13:00 ー8月8日(土)15:00

制限空間の水のダイナミクス

吉田亨次 伊藤華苗 山口敏男
(福岡大)

高原周一 橋高茂治(岡山理大)
M.-C. Bellissent-Funel (LLB)
P. Fouquet (ILL)



多孔性シリカ材料MCM-41に
閉じ込められた水

ナノ流体

- ナノスケール(数nm)の細孔に閉じ込められた水の性質はバルクと異なっている。
- 2 nm 以下では氷の均一核生成は起こらない
- タンパク質分子などの生体分子の表面水と性質が似ている
- 水の液-液転移(第2臨界点の存在)との関連

多孔質ガラス パイコール(コーニング社)

- (1)細孔径を数nm~約10 μ mの間で制御可能であり、シャープな細孔分布を持つ多孔体が得られる。
- (2)骨格が酸化物からなるため耐熱性に優れ、種々の有機溶媒や酸の影響を受けず微生物にも侵されない。
- (3)機械的強度に優れ、反応容器内での寸法安定性が高い。
- (4)表面修飾が容易である。

無機多孔質材料は分離膜や触媒担体など多方面に応用
酵素・微生物等の固定化担体としてバイオテクノロジーへの応用

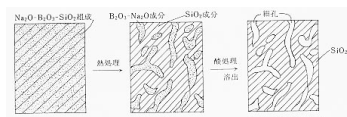
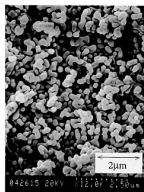
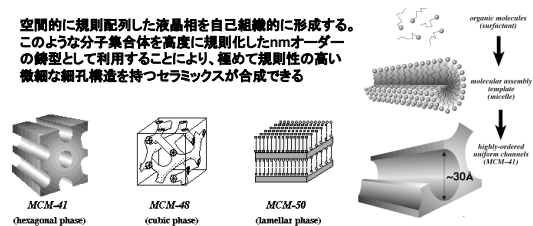


図1 多孔質ガラスの作成方法

ミセル形成多孔質シリカガラス

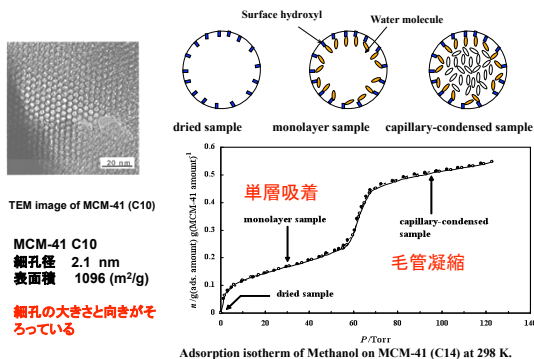
MCM-41 (Mobil Composition of Matter)
1992年 Mobile社が発表

空間的に規則配列した液晶相を自己組織的に形成する。
このような分子集合体を高度に規則化したnmオーダーの構造として利用することにより、極めて規則性の高い微細な細孔構造を持つセラミックスが合成できる



FSM (folded sheet mesoporous materials) やSBAも規則性メソ多孔体の一種

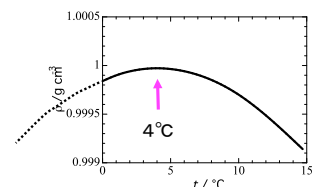
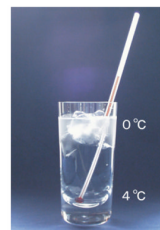
ミセル形成多孔質シリカガラス MCM-41



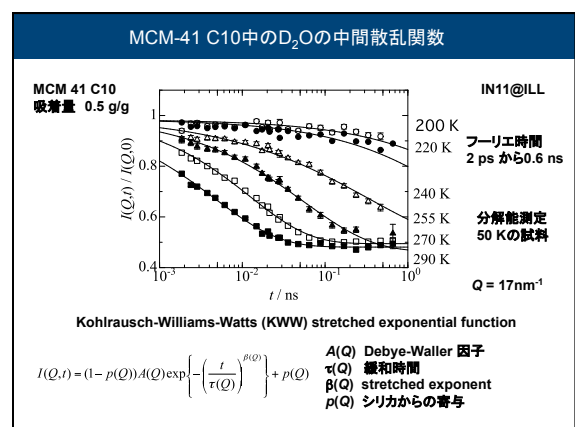
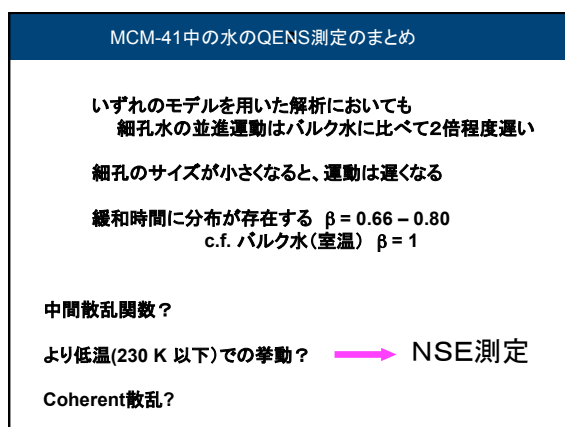
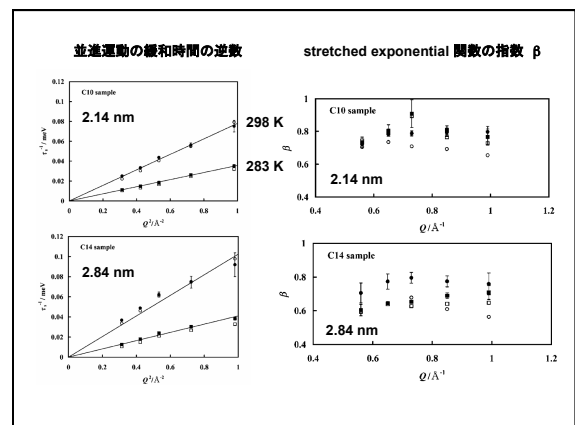
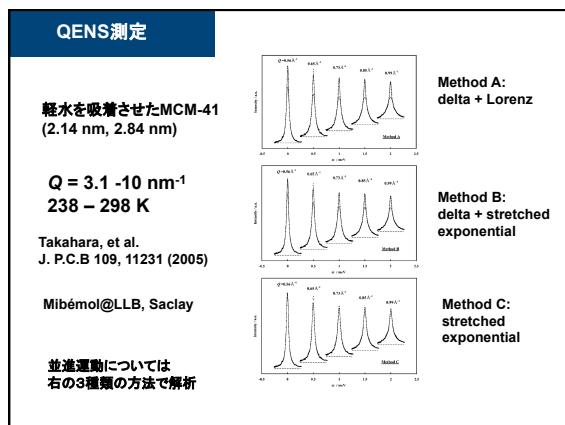
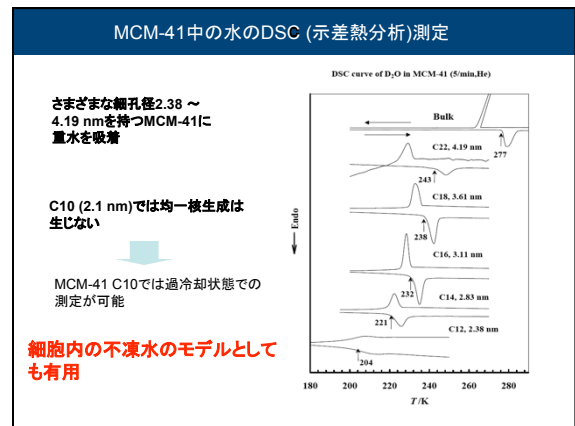
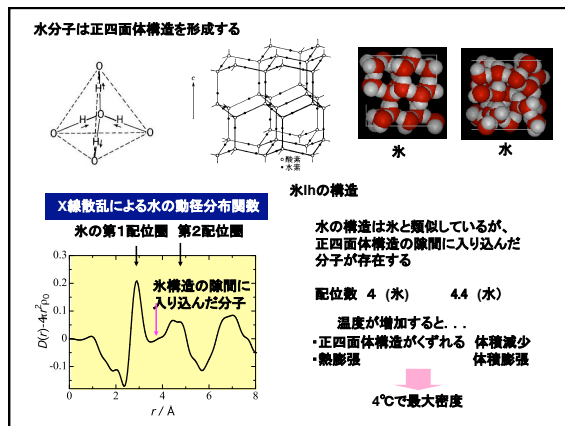
水の異常性

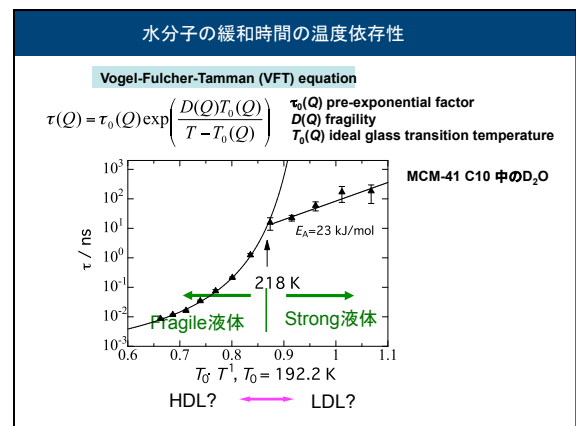
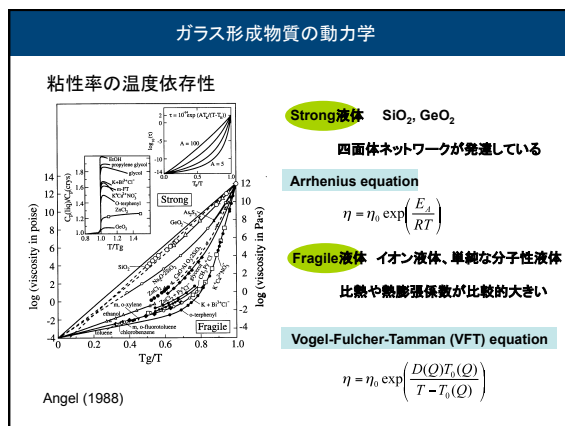
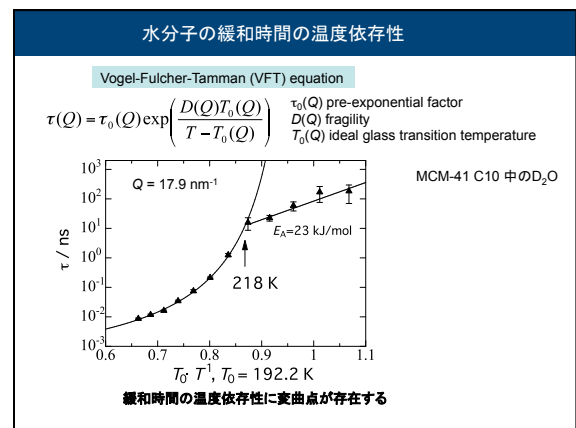
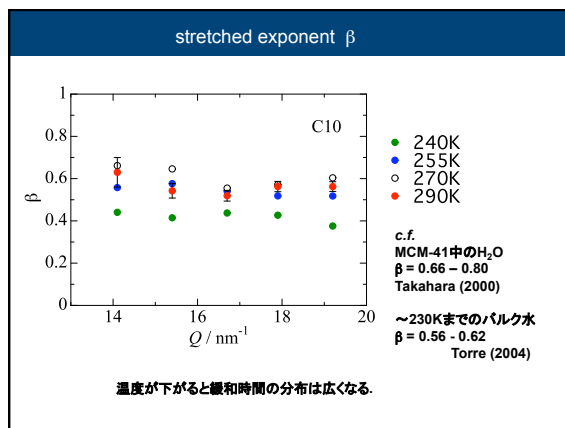
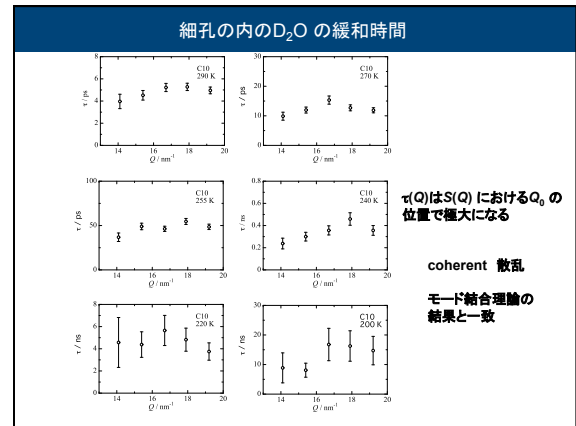
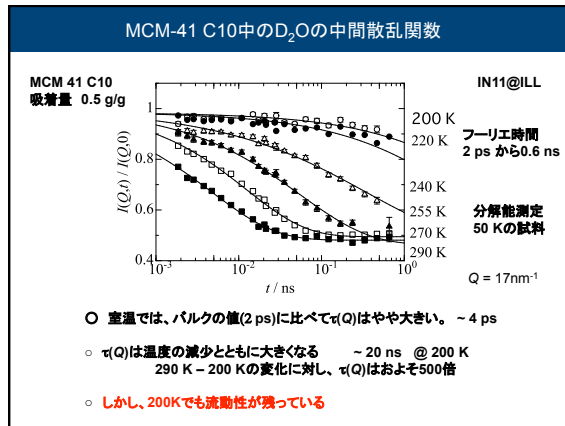
- ・ 4°Cで最大密度
- ・ 46°Cで等温圧縮率が極小

1barにおける密度の温度依存性
(Kell, 1967)



過冷却状態では？





細孔水のNSE測定のもつめ
☞ ミセル形成多孔性シリカ材料MCM-41に水を閉じ込めることにより、安定な過冷却状態を達成することができた ☞ 細孔中の水のダイナミクスは室温ではバルクよりやや遅いが、温度の低下とともに急速に遅くなる。 ☞ ~230 K 以上における水分子の緩和時間はVFT式に従う (fragile 液体). HDL ??? ☞ ~230 K 以下における水分子の緩和時間はArrhenius 式に従う (strong 液体). LDL ??? ☞ 単層吸着の水はStrong液体 (220 K前後で活性化エネルギーが変化)

今後の展開
試料 ☞ 細孔表面を修飾 (疎水性表面) ☞ 硬い壁(シリカ、カーボンナノチューブ)と 柔らかい壁(デキストランゲル)の比較 ☞ 水以外(アルコール、非プロトン性溶媒など)を吸着 装置 Q 範囲 $S(Q)$の第1ピーク(17nm^{-1})をカバー ☞ GHzダイナミクス フーリエ時間 10 ns程度 ☞ THzダイナミクス エネルギー範囲 数meV (水のフォノン励起)