

34) 水と各種機能性材料との親和性評価

Evaluation of Affinity Between Water and Various Functional Materials

(株) 三井化学分析センター ○金城孝博

Mitsui Chemical Analysis & Consulting Service, Inc., 580-32, Nagaura, Sodegaura, Chiba 299-0265, Japan

【概要】

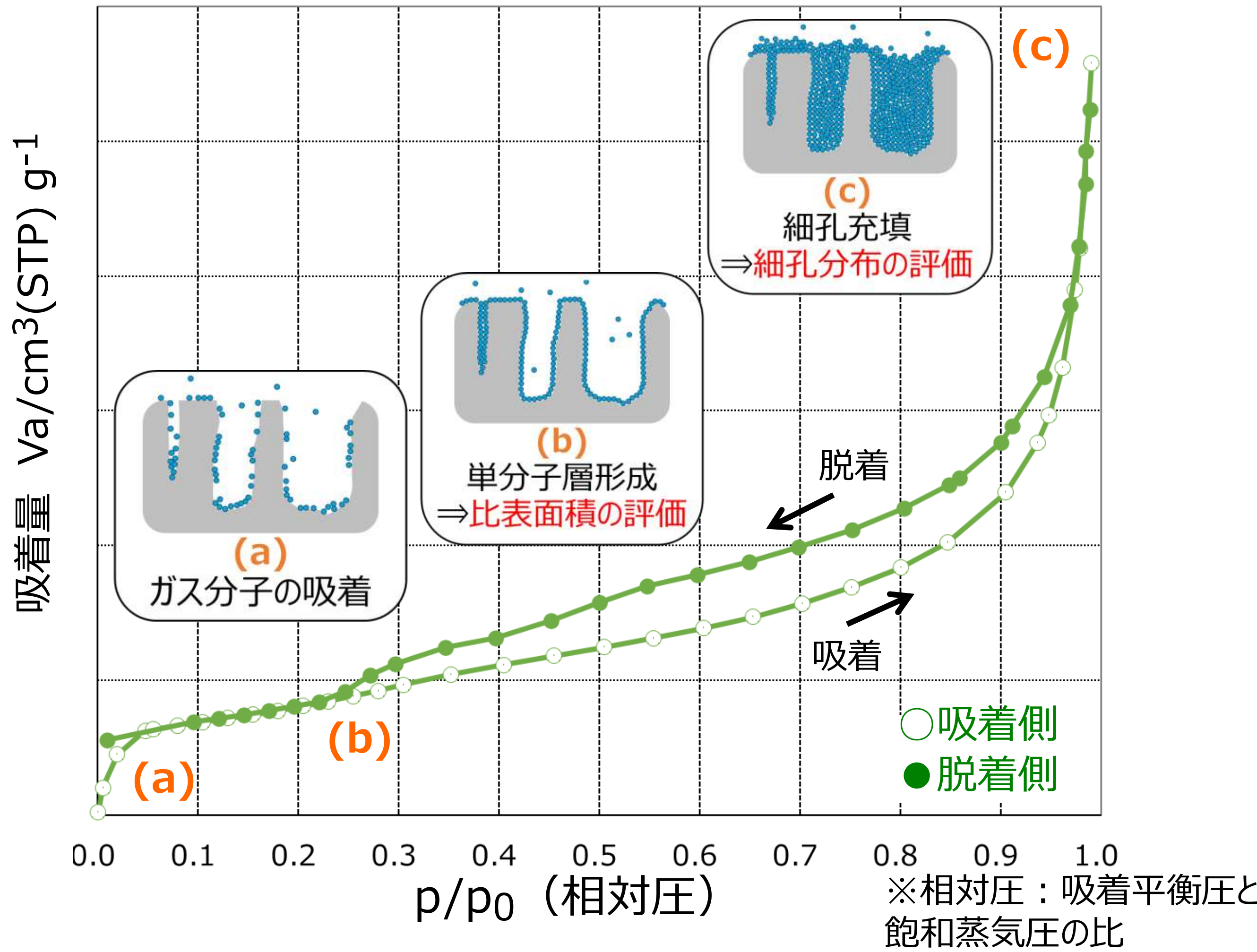
水と材料表面との親和性（親水性）評価として、一般的には、接触角測定、化学力顕微鏡[1]などが挙げられるが、これらの手法では、粉末や繊維状材料は評価が難しいケースがある。今回、各種材料（不織布、シリカ粉体など）と水との親和性を評価するため、水蒸気と窒素ガス・クリプトンガスの吸着測定をそれぞれ実施した。また、等量微分吸着熱、昇温脱離法、パルスNMRといった評価法も組み合わせて、解析を行った。

[1] 生井勝康, 塗装工学, 52(10), p.324-336 (2017) .

【ガス・水蒸気吸脱着測定とは】

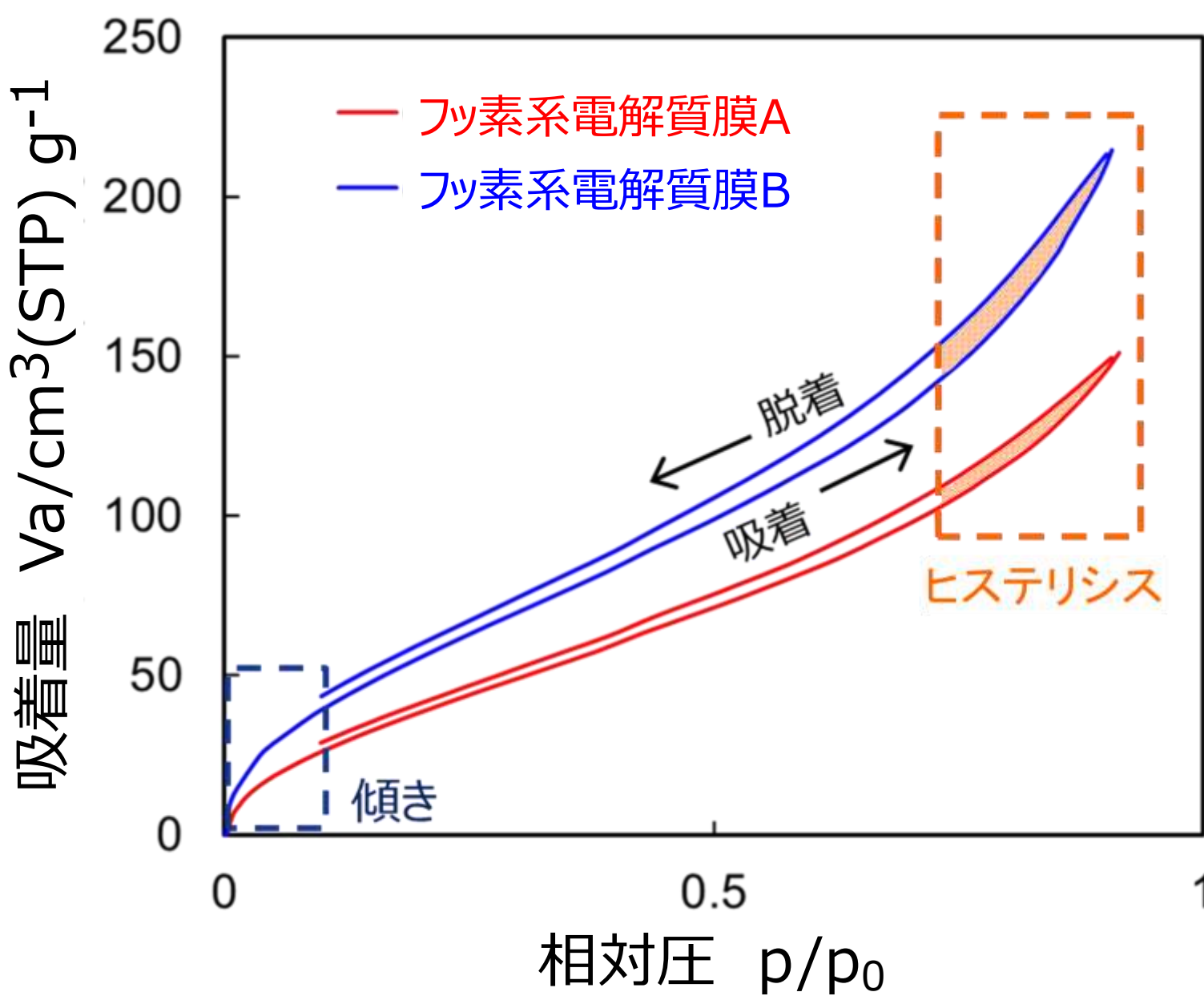
ガス・水蒸気吸着脱着測定とは、試料表面にガスや水蒸気を吸着させ、その吸着量から比表面積や細孔分布を評価する方法。

（例）窒素ガスでの吸脱着等温線の一部



【水蒸気吸脱着測定から分かること】

① 低相対圧部での傾きとヒステリシス



- 低相対圧部での傾き
⇒ 水との化学的な相互作用に起因
- 吸脱着等温線のヒステリシス
⇒ 水が脱離しにくい構造、または、化学的な相互作用に起因

フッ素系電解質膜Bの方が、低相対圧領域での水蒸気吸着量の傾きと吸脱着のヒステリシスが大きいことから、水との親和性が高いことが推測できる。

② 親水疎水性評価（親水性の度合い）

窒素ガス、水蒸気を用いて吸着測定を行い、それぞれの測定で求めたBET理論で求めた比表面積の比をとることで、材料の親水性の度合いを評価できる。

$$A_{\text{BET}(\text{H}_2\text{O})}/A_{\text{BET}(\text{N}_2)} = \frac{(\text{水蒸気吸着 比表面積})}{(\text{窒素吸着 比表面積})}$$

$A_{\text{BET}(\text{H}_2\text{O})}/A_{\text{BET}(\text{N}_2)}$ の値が大きいくほど親水性が高い。

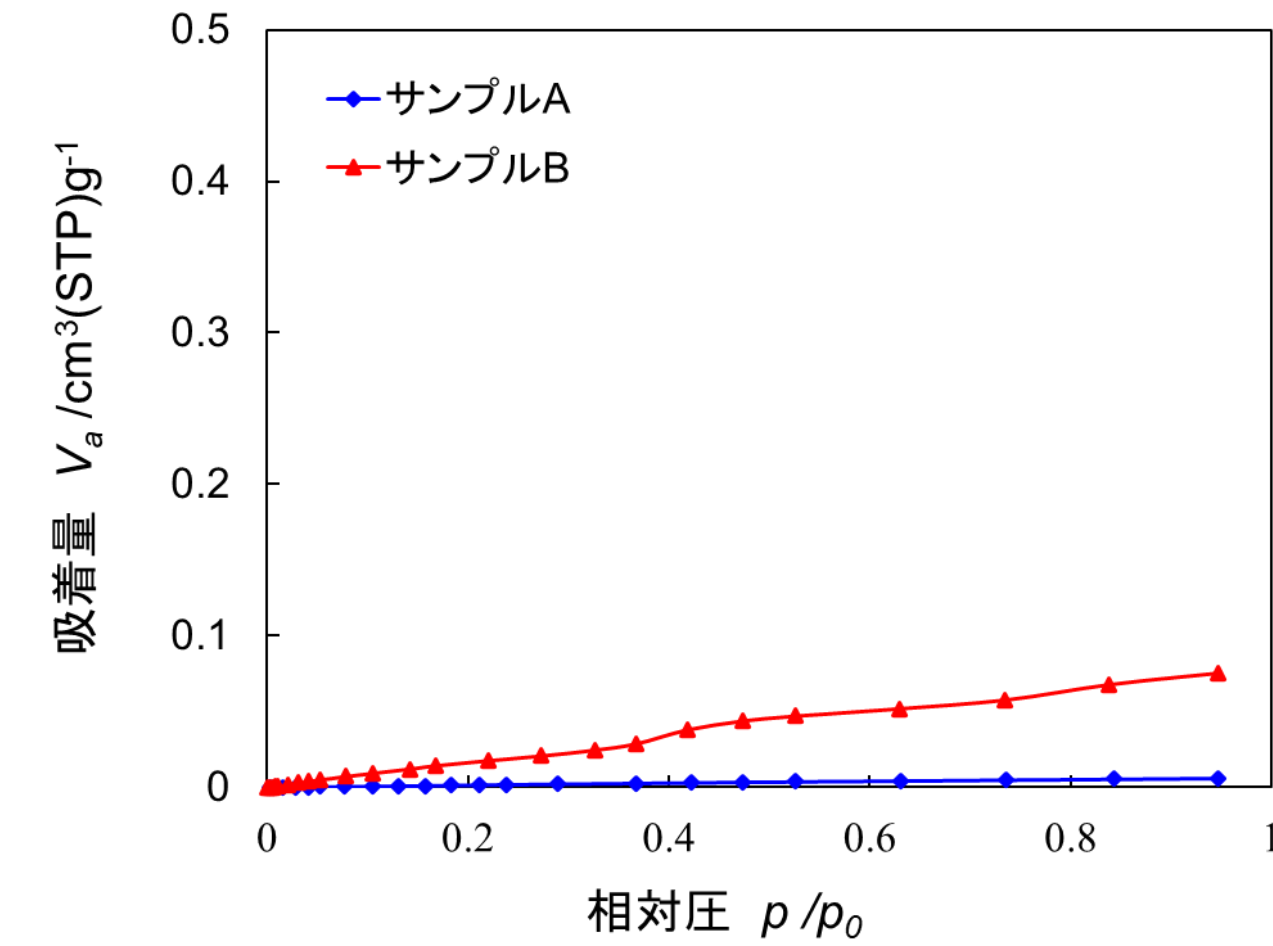
【事例① 不織布と水との親和性評価】

◆市販オムツ2種類の不織布部分（サンプルA、サンプルB）を用いて、水との親和性を評価した。

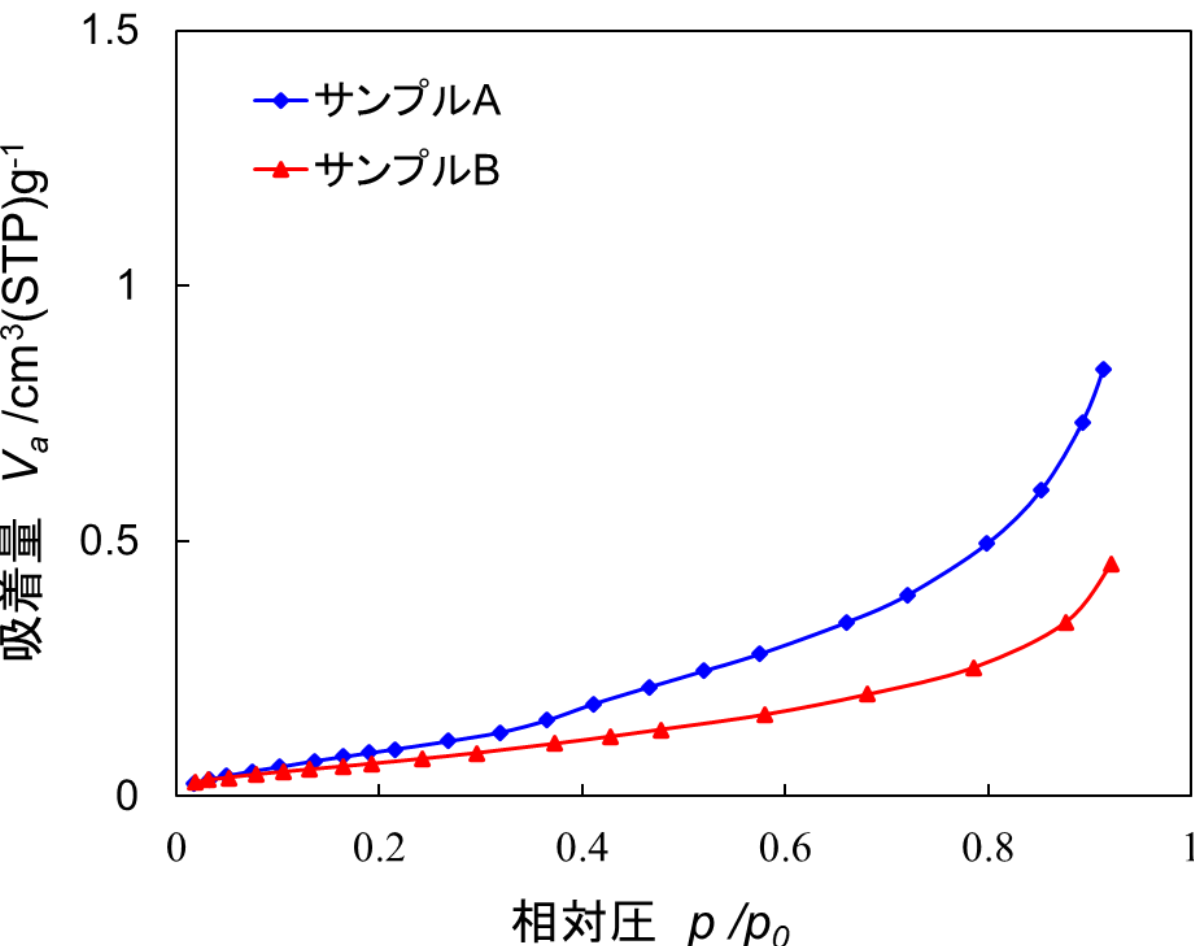
クリプトンガス・水蒸気吸着測定による親水疎水性評価

※低比表面積で、N₂での測定が難しかったため、Krガスを用いた。

クリプトン吸着等温線



水蒸気吸着等温線

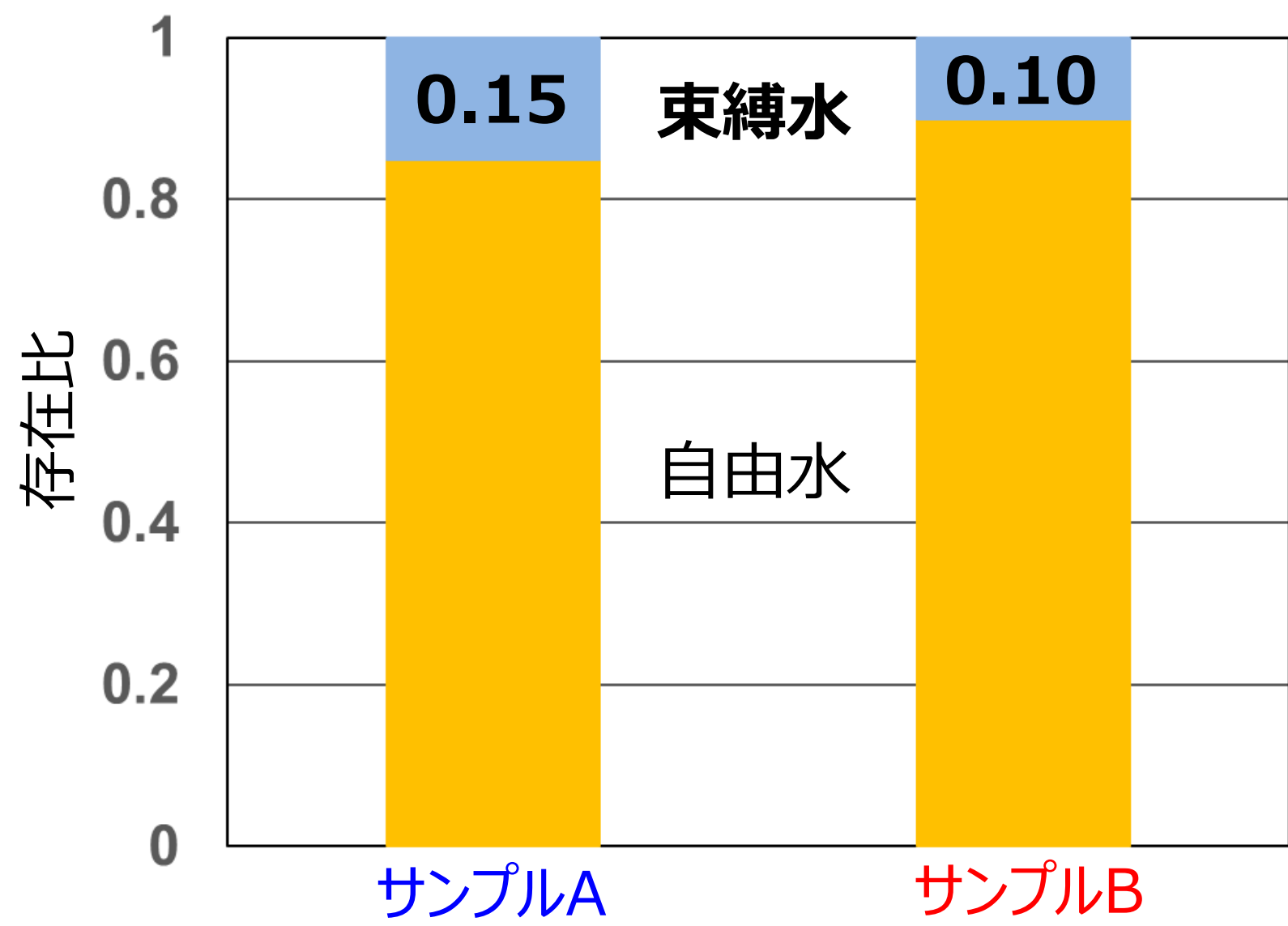


	水蒸気での比表面積 $A_{\text{BET}(\text{H}_2\text{O})}$	Krでの比表面積 $A_{\text{BET}(\text{Kr})}$	親水性の度合い $A_{\text{BET}(\text{H}_2\text{O})}/A_{\text{BET}(\text{Kr})}$
サンプルA	0.33	0.017	19.8
サンプルB	0.18	0.14	1.25

- ▶ Kr吸着測定で求めた比表面積は、サンプルBの方が大きい。
- ▶ 一方で、水蒸気吸着測定での比表面積は、サンプルAの方が大きくなっており、親水性の度合いも高くなっていることが分かった。

パルスNMR測定

水に浸漬させたサンプルで、パルスNMR測定を実施し、自由水（試料に拘束されていない水）と束縛水（試料に拘束された水）の割合を求め、水との親和性を評価した。



- ▶ サンプルAの方が、束縛水の割合が高く、サンプルBよりも水との親和性が高くなっていると考えられる。
⇒ 化学的な相互作用により、水との親和性が高くなっていると推測

【事例② シリカ粉体と水との親和性評価】

◆親水性の異なる市販の表面修飾シリカ（AEROSIL 200、AEROSIL RX300、AEROSIL TT600）を用いて、水との親和性を評価した。

親水性の度合い

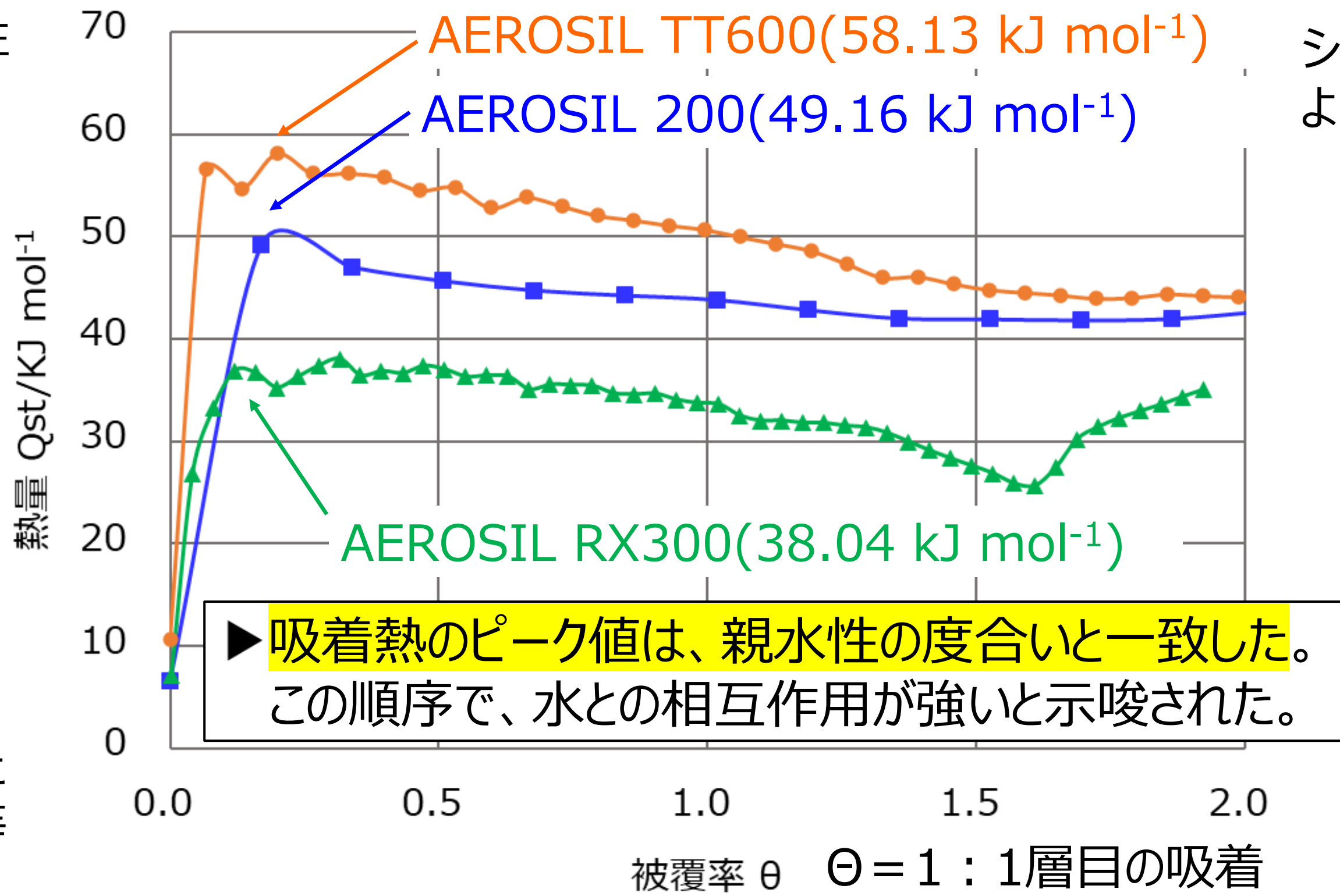
※N₂ガス、および、水蒸気吸着等温線を取得し、親水性の度合いを求めた。

試料名	親水性の度合い $A_{\text{BET}(\text{H}_2\text{O})}/A_{\text{BET}(\text{N}_2)}$
AEROSIL 200	0.202
AEROSIL RX300	0.043
AEROSIL TT600	0.849

- ▶ TT600 > 200 > RX300の順で、親水性が高いことが示唆された。

- 続いて、異なる2条件以上の吸着温度で得られた吸着等温線からシリカ表面に吸着した吸着熱（等量微分吸着熱）を評価した。

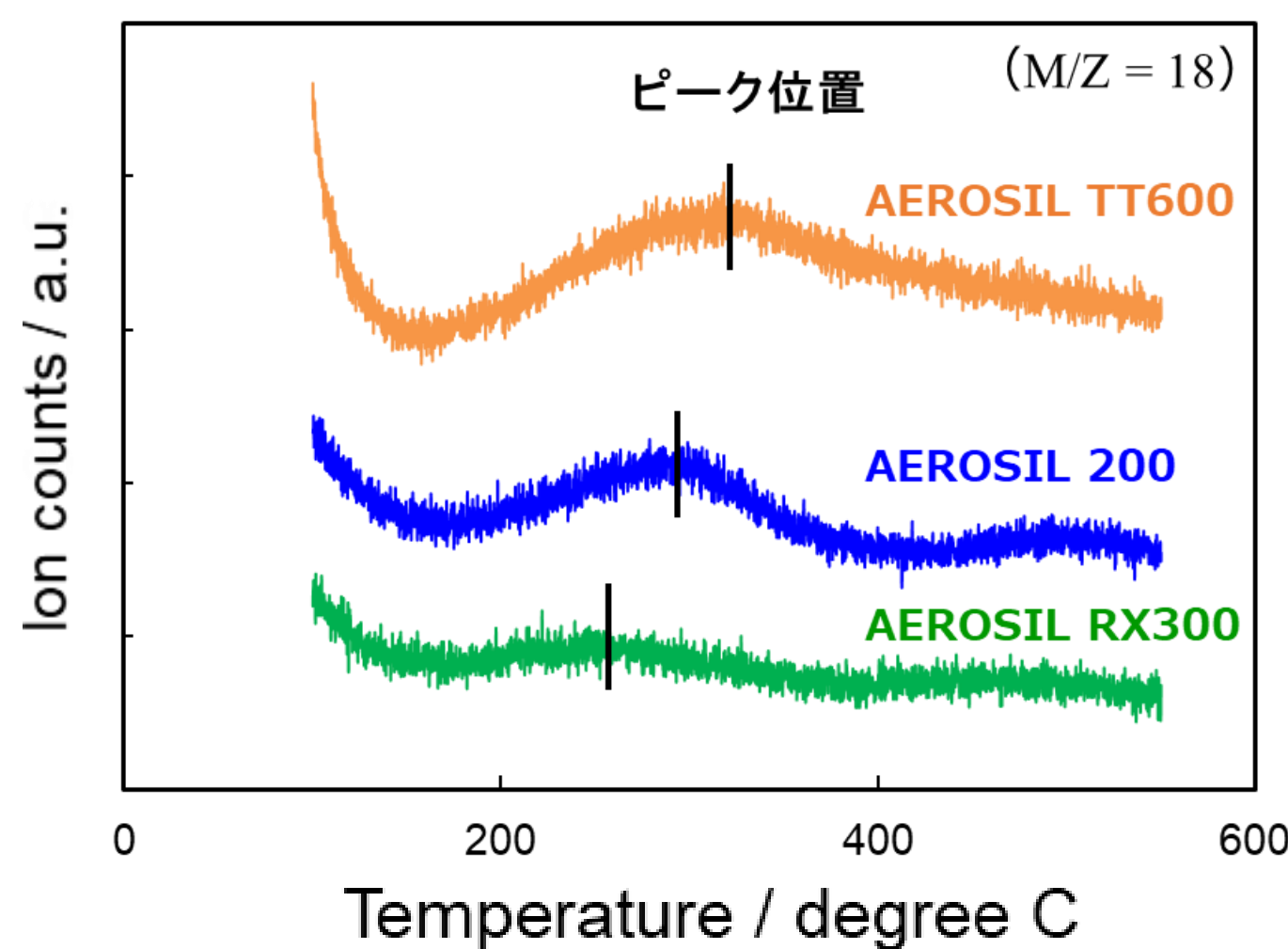
等量微分吸着熱解析



- ▶ 吸着熱のピーク値は、親水性の度合いと一致した。この順序で、水との相互作用が強いと示唆された。

昇温脱離法

シリカ粉体を加熱したときに脱離する水を質量分析計により測定し、水との相互作用を評価した。



- ▶ 親水性の度合いが高いシリカほど、高温側に脱離ピークがシフトしており、シリカと強く相互作用した水の存在が示唆された。

各種材料と水との親和性はガス・水蒸気吸脱着測定と等量微分吸着熱、昇温脱離法、パルスNMRなどを組み合わせて総合的に解析できる。