

## 液中動作 FM-AFM を用いた 局所水和構造と表面構造/電荷の相関に関する研究(2)

A study on relationship between local hydration structure  
and surface structure/charge using liquid-FM-AFM(2)

京大工<sup>1</sup>, 京大白眉セ<sup>2</sup> ○(PC)梅田健一<sup>1</sup>, 小林圭<sup>1,2</sup>, 山田啓文<sup>1</sup>

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.<sup>1</sup>, The Hakubi Center for Adv. Res., Kyoto Univ.<sup>2</sup>



○K. Umeda<sup>1</sup>, K. Kobayashi<sup>1,2</sup>, H. Yamada<sup>1</sup>

E-mail: [umeda.k@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp](mailto:umeda.k@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp)

われわれは液中動作の周波数変調検出方式 AFM (FM-AFM) の高感度化に成功し、これまでに様々な試料を対象として、原子・分子スケールで局所水和構造および表面電荷密度の計測を行ってきた[1]。前回の講演では、層状珪酸塩鉱物の一種である Clinochlore と呼ばれる、劈開することで正に帯電した Hydrotalcite (Hy) 領域と負に帯電した Phlogopite (Ph) 領域を同一面内に有する鉱物を用いて、局所水和構造と表面構造・電荷との相関の議論を行った。水和構造が原子周期に追従するようにして形成することは明らかとなったが、表面電荷との相関に関してはまだ十分な知見が得られていない。本講演では、Clinochlore 表面、mica と同じ表面構造で二倍量の表面電荷密度をもつ Clintonite 表面を対象に FM-AFM を用いた原子レベル局所水和構造評価を行い、局所水和構造と表面構造・電荷との相関を比較・議論する。

図 1(a)に、100 mM KCl 水溶液中で観察を行った Clinochlore の 2 次元周波数シフトマップ像を示す。図の中央付近にステップがあり、ステップ左側の Ph 領域および右側の Hy 領域の両方において、原子周期に追従するような局所水和構造が観察された。図 1(b)に、100 mM KCl 水溶液中で観察を行った Clintonite の 2 次元周波数シフトマップ像を示す。こちらでも同様に原子周期に追従する

ような局所水和構造が観察された。図 1(c)に、Sader 法により周波数シフトからフォースに変換した後、電気二重層力による指数関数成分を差し引いたフォースカーブを示す。このように試料表面から 0.5 nm 以上の距離では 3 種の表面で得られたカーブはおおよそ一致することが分かった。一方、0.5 nm 以下の距離において、Clintonite 表面ではゆるやかに斥力の立ち上がりが見られるのに対し、Ph 領域ではほとんど立ち上がりは見られず、Hy 領域では、大きく引力がはたらいた後に、試料表面で急激に斥力が立ち上がっていることが分かった。このように表面電位の極性だけでなく絶対値によっても得られるフォースカーブが異なるということから、負に帯電した探針と試料表面に働く静電気力が溶媒和力による振動的な力に重畳したものであると考えられる。

[1] 梅田ほか, 2014 年春季第 61 回, 19p-D5-1.

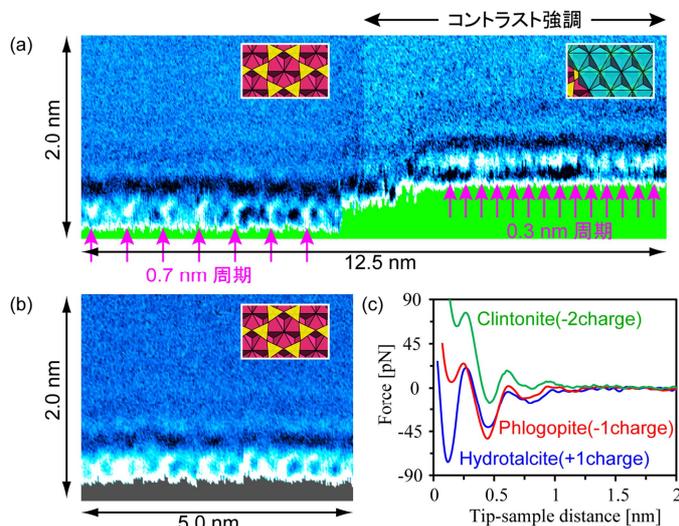


図 1: (a) Clinochlore 表面および (b) Clintonite 表面における 2 次元周波数シフトマップ像。(a)において破線の左半分が Ph 領域で、右半分が Hy 領域である。挿入図は表面の結晶構造の模式図であり、黄色、青色、赤色の領域はそれぞれ負電荷をもつ  $\text{SiO}_4$  四面体、正電荷をもつ  $\text{Mg}_3\text{Al}(\text{OH})_8$  八面体、中性の  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  八面体を示す。(c) それぞれの表面上において得られたフォースカーブ。