

負球面収差イメージングによる ゼオライト細孔内ポテンシャルの解析

利用者：^aファインセラミックスセンター，^b京都大学 吉田 要^a，佐々木優吉^a，倉田博基^b
研究支援者：京都大学 倉田博基

【研究目的】

ゼオライトは複雑な構造を有しているうえ、電子線照射で損傷を受けやすいため、高分解能電子顕微鏡法においても原子カラムを直接観察するに至ってはいなかった。一方で近年、透過型電子顕微鏡の空間分解能は収差補正技術の進展により飛躍的に向上していることから、本研究では球面収差補正電子顕微鏡によるゼオライト観察の高分解能化を試み、その有用性について検証を行なった。

【成 果】

NaA型ゼオライトおよびCs吸着NaA型ゼオライトにおいて正球面収差（PCSI）条件および負球面収差（NCSI）条件で高分解能観察を行ったところ、これまでの観察では得られなかった原子スケールに近い像を得ることができた。またCs吸着型では骨格構造に加えてカウンターカチオンのCs⁺が両光学条件下で明瞭に観察された。特にNCSI条件においてはCsカチオンがよりシャープに結像されているほか、軽元素であるNaカチオンまでも観察されており、精密な構造解析にはNCSI条件での観察が有効であることが示された[1,2]。

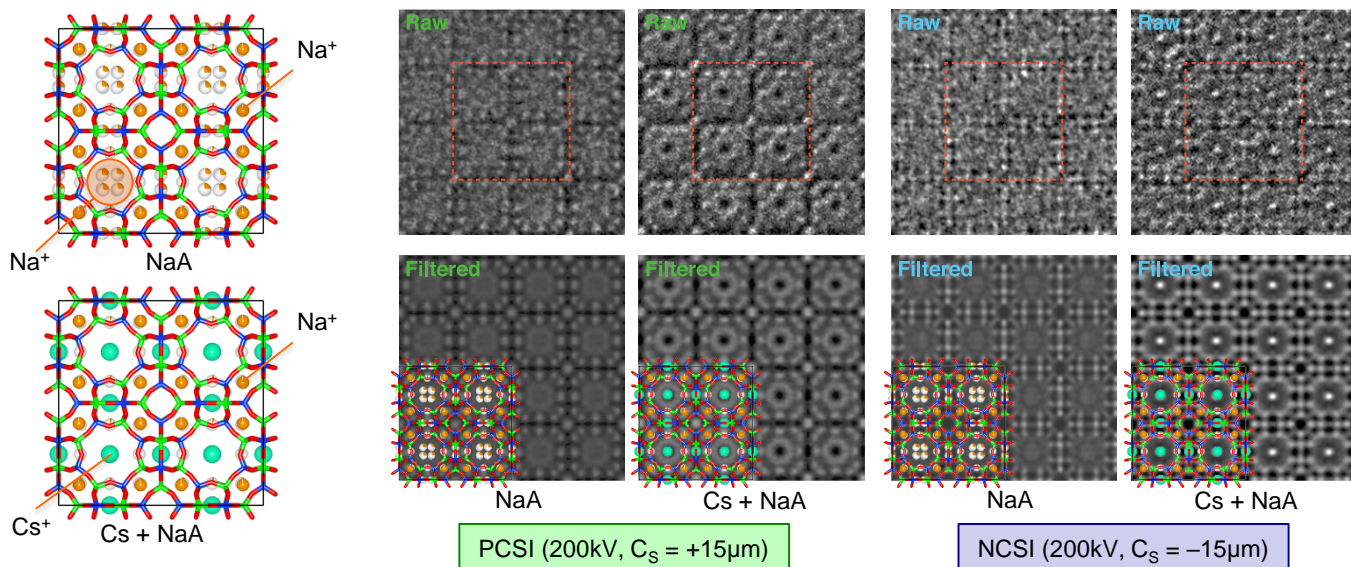


Fig.1 A型ゼオライトの構造モデル
立方晶 a=2.4555 nm [3]

Fig.2 NaAゼオライトおよびCs吸着NaAゼオライトの収差補正TEM像

【支援実施機関からのコメント】

ゼオライトは無機物質でありながら電子線損傷を受けやすい材料で、高分解能観察が困難であった。利用者は球面収差補正透過電子顕微鏡を利用し、その結像条件を詳細に検討すると同時に、電子線損傷を極力小さくする手法を適用しながら、ゼオライト骨格のポテンシャル分布を撮影することに成功した。支援者とは最適な結像条件を得るための理論的な議論を行った。その成果を基に、利用者は研究をさらに発展させ、ゼオライトの細孔内に吸着されたCsイオンの観察にも成功し高い評価を受けている。一連の成果は、共用装置の特性を遺憾無く発揮した高度な利用と言える。

【参考文献等】

- [1] K. Yoshida et al., *Scientific Reports* **3**, 2457 (2013)
[2] 吉田要ら, *顕微鏡* **49**, 138-141 (2014)
[3] J.J. Pluth and J.V. Smith, *J. Am. Chem. Soc.* **102**, 4704-4708 (1980)