

原子間力顕微鏡(AFM)を使用したジルコンのFT年代測定 大石新之介*・長谷部徳子**

Dating method of zircon by Atomic Force Microscope (AFM) Shinnosuke Ohishi* and Noriko Hasebe**

* 金沢大学自然科学研究科, Grad. School of Natural Sci. and Tec., Kanazawa Univ.

** 金沢大学環日本海域環境研究センター, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ.

はじめに

FT年代測定法は, FTの密度が高くなるにつれFT同士の重なり合いが激しくなり計数が困難になるため, 現在行われている光学顕微鏡を用いたFT法では, 必要なエッチング時間と分解能の限界により, 測定できる密度がある程度制限される. 原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope: AFM) はナノオーダーの高い分解能を有し, より高密度のFTを計数することができる可能性を秘めている (例えば, 横山, 2009). AFMを使用することでエッチング時間の短縮を図り, より高密度のFTをもつ鉱物の年代測定方法を吟味する.

実験①【AFMでFTを観察する方法】

手順: (1) $1\mu\text{m}$ と $0.125\mu\text{m}$ のダイヤモンドペーストまで研磨したものと, さらにそれらにコロイダルシリカで研磨した試料を用意し, 表面を観察. (2) トラック密度が約 $4\times 10^6\text{cm}^{-2}$ の試料を20時間エッチングし, 光学顕微鏡とAFMで観察. (3) 同密度の試料を段階エッチングし, 毎時間光学顕微鏡とAFMで観察. (4) トラック密度が約 $11\times 10^6\text{cm}^{-2}$ の試料を8時間エッチングし, 光学顕微鏡とAFMで観察.

結果: (1) AFM画像を得る必須事項として, 試料の静電気の除去と, 約 $30\mu\text{m}$ 四方の平らな面が必要であることがわかった. また, より細かい研磨剤を使用し, 一定方向に研磨することが大切であることがわかった. 利用したAFMでは取得した画像にノイズが生じていたが, 画像処理を行うことで対処できた. (2) 光学顕微鏡によって得た画像との対比により, AFMでトラックの形状を確認できた. (3) トラックの形状を観察するとエッチング時間の増加に伴いトラックが拡大し, その伸長率は初期の

トラックの大きさが小さいほど高い傾向があることがわかった. また光学顕微鏡ではエッチングが不十分なため見るができなかったトラックが, AFM画像では同時間のエッチングで既に観察することができた(図1). (4) 光学顕微鏡ではトラックの重なりにより区別ができない部分も, AFMでは一つ一つ区別することができた.

これらにより, 高密度FTの年代測定ができる可能性が示された.

実験②【FT年代の算出】

手順: トラック密度が約 $10\times 10^6\text{cm}^{-2}$ の試料を6~8時間エッチングし, AFMで $15\mu\text{m}$ 四方の画像をとり, 画像の中心 $10\mu\text{m}$ 四方からトラック密度を計算. LA-ICP-MSを使用し, ウラン濃度を求め, 年代値を算出した.

結果: 表1に年代を求めた試料のデータをまとめ, 図2に光学顕微鏡で求められたFT年代と今回求めた年代をプロットした結果を載せる.

まとめ

年代測定はできたが, トラックの識別に不安が残る. 測定粒子数が少なく統計的に扱うことができないが, AFMでは古い年代を求める傾向があるかもしれない. その理由としてトラックの測定位置を確認するためにある程度高密度のFTを持つ粒子でないと年代測定が行えないことが影響している可能性がある.

文献

横山明彦 (2009). 重粒子線検出のための原子間力顕微鏡によるトラック観察, フィッション・トラックニュースレター, 第22号, 76-81

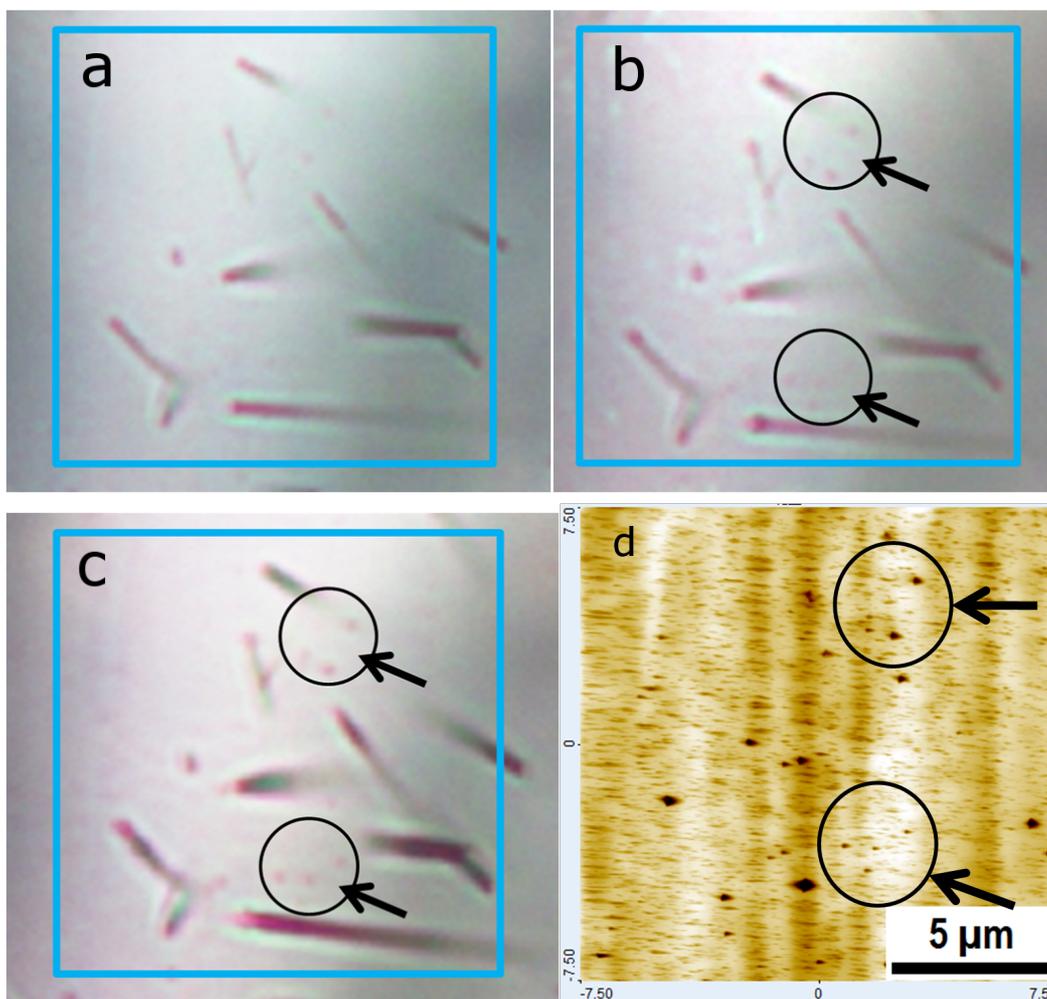


図1. (a),(b),(c)は顕微鏡写真, (d)はAFM画像, エッチング時間はそれぞれ(a),(d)が10時間, (b)は13時間, (c)は16時間.

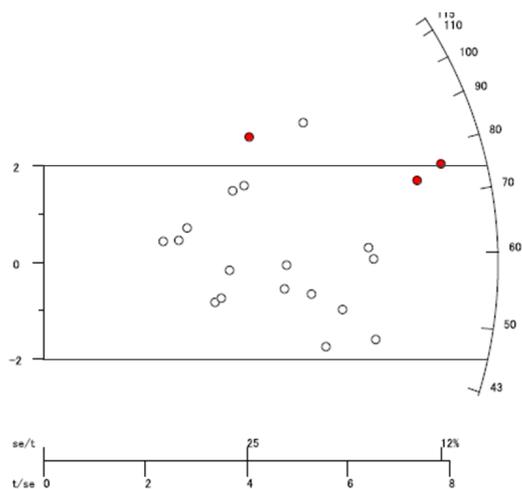


図2. 測定結果のラディアルプロット(白丸：光学顕微鏡, 赤丸：AFM).

表1. 測定結果(originalは光学顕微鏡によって求められたもの)

	238U(ppm)	error	N_s	Area (10^{-6}cm^2)	ρ_s ($10^6/\text{cm}^2$)	T(Ma)	sigma
original (17 grains)			1654		9.96	58.9	3.4
l2	349.94	6.52	55	4	13.8	73.7	10.0
m4	335.43	13.95	68	5	13.7	76.0	9.7
n6	231.92	48.06	56	4	13.9	111.6	27.5