

Am線源, Cf線源を利用したアルファリコイルトラックの形成実験

中島大輝*・横山明彦*・山田記大*・長谷部徳子*・飯沼勇人**・高宮幸一**

Experiments on the formation of alpha recoil tracks
using Am and Cf radiation sources

Taiki Nakashima*, Akihiko Yokoyama*, Norihiro Yamada*, Noriko Hasebe*,
Yuto Iinuma** and Koichi Takamiya**

** 金沢大学, Kanazawa University

** 京都大学, Kyoto University

1. はじめに

アルファリコイルトラック (ART) は, ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th およびその娘核種がアルファ壊変した際に残った原子核がその反動で動いたときにできる損傷のことである。ウランとトリウムの壊変定数が既知の場合, 鉱物内のART数とウラン・トリウム濃度を測定することで鉱物の年代を算出することができる。実際に金雲母や黒雲母では算出された年代と既知年代はほぼ一致していることが確認されている (Gogen and Wagner, 2000)。人工的にARTを形成することができれば適切なエッチング条件の検討, 鉱物表面の性質, 熱履歴調査のための加熱時の特性など様々な研究に応用することができるが, この分野の研究はあまり進んでいない (Hashimoto et al., 1980; Glasmacher et al., 2003)。

本研究では ^{241}Am と ^{252}Cf のアルファ線源を用いて人工的なARTの形成手法を確立することを目的とした。手法の確立により, 雲母以外の様々な鉱物におけるARTの形状や特性の理解を深めることができ, 地球年代学のさらなる発展に貢献できると考えられる。

2. 実験

人工的にARTを作成するためには, 重元素を100keV程度の低エネルギーで鉱物表面に照射する必要がある。本研究ではアルファ壊変を行う放射性元素を用い, アルファ壊変によって動いた原子核が鉱物の方へ移動することによるARTの形成を試みる。本研究では, ^{241}Am 線源 (300Bq) と ^{252}Cf 線源 (約100Bqと1kBq) の3種類を使用した。 ^{252}Cf の約100Bqの線源は, 1kBqの線源の蓋に ^{252}Cf が付着していたのでそれを線源として利用したものである。照射実験は京都大学複合原子力科学研究所で行った。様々な照射時間で試料表面の状態変化を観察した (表1)。今回は照射試料として白雲母を用いた。白雲母は劈開面を観察することにより, ノイズや研磨の影響を考慮する必要がなく, エッチングによりARTを大きくすることができるため, 顕微鏡で容易にARTを観察することができる (Gogen and Wagner, 2000)。

3. 結果と考察

3.1. ^{241}Am 線源の照射

各照射時間における試料表面の画像を図1に示す。画像を比較すると照射時間の増加に伴ってART数が増加している。しかし, 2日以降の

照射は形成されたARTが重複することにより計数がうまくできなかった。そのため、ImageJを用いて画像を二値化しARTに対応するピクセル数を比較した（図2）。図2より照射時間の増加と共にピクセル数も増加傾向であることが分かる。傾きの減少はARTの重複によるものであると考えられる。正確な計数結果を得るためにはARTの重複が起こらない半日が限界であるため、今後は照射時間を減らして観察を行っていく必要がある。

3.2. ²⁵²Cf線源の照射

1kBqの線源で照射した結果を図3に、約100Bqの線源で照射した結果を図4に示す。図3より、試料表面にはARTとFTの両方が形成されていることが分かる。しかし、5-10分の短時間照射でも形成されたART数が多く、照射時間によるARTの増減を比較することができなかった。1kBqより弱い線源である約100Bqの線源で照射した結果（図4）、赤丸で囲った5つの部分にFTが密集しており、均質な線源ではないことが確認できた。不均質な線源である理由として、1kBqの²⁵²Cfが自発核分裂を起こすことにより放射性元素がランダムな方向へ飛

ばされるためであると考えられる。以上のことから、²⁵²Cf線源を用いる際は1kBqより弱く均質な線源を用いることが望ましいと言える。しかし、²⁵²CfはARTだけでなくFTも形成することを考慮すると自発核分裂を行わないアメリカシウム線源を用いての照射が好ましい。

文献

K. Goegn and G.A. Wagner, 2000, Alpha-recoil track dating of Quaternary volcanics. *Chemical Geology*, 166, 127-137

T. Hashimoto, H. Sugiyama and T. Sotobayashi, 1980, Alpha-recoil track formation on muscovite and measurement of recoil-range using ²⁵²Cf-sources. *Nuclear Tracks*, 4, 263-269

U.A. Glasmacher, M. Lang, S. Klemme, B. Monie, L. Barbero, R. Neumann, and G.A. Wagner, 2003, Alpha-recoil tracks in natural dark mica: Dating geological samples by optical and scanning force microscopy. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 209, 351-356

表1. 使用した線源と照射時間の種類

使用した線源	アメリカシウム(Am)	カリホルニウム(Cf)
放射能	300Bq	1kBq 100Bq
照射期間	半日 2日 4日 1週間	5分 10分 1時間
エッチング	32℃CHF 2時間	32℃CHF 5分(FT)と2時間(ART)

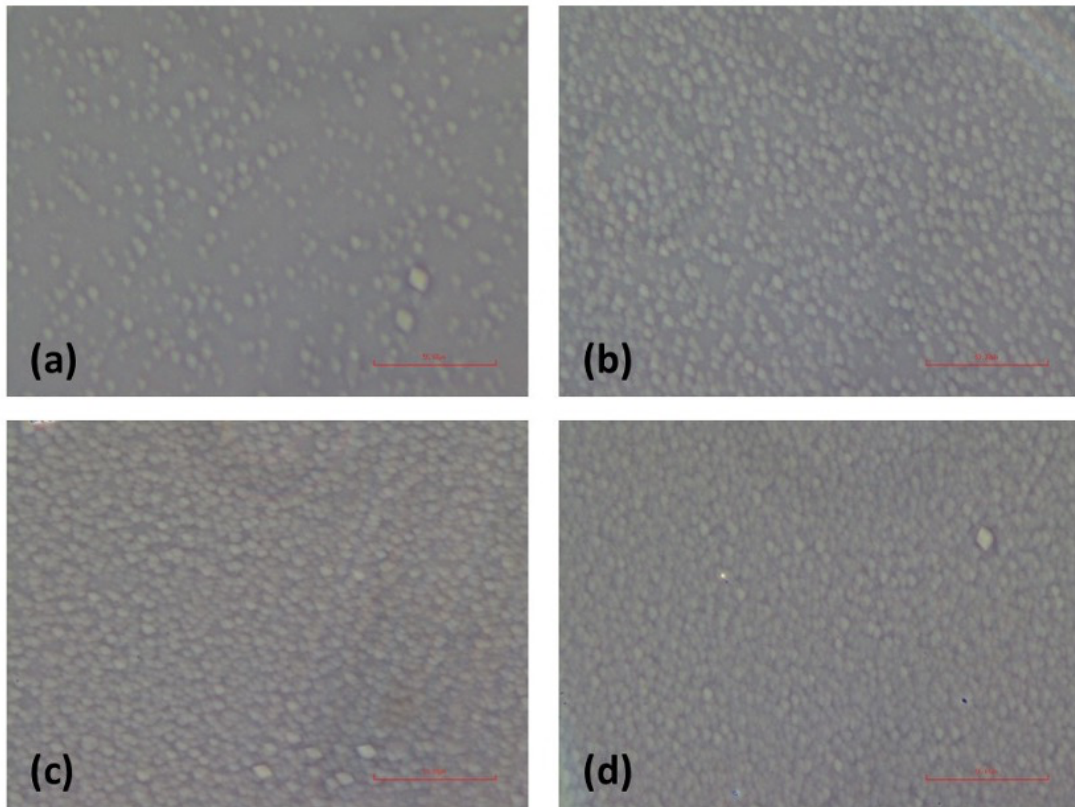


図1. 各照射時間における試料表面の観察結果.
(a)半日照射：(b)2日照射：(c)4日照射：(d)1週間照射

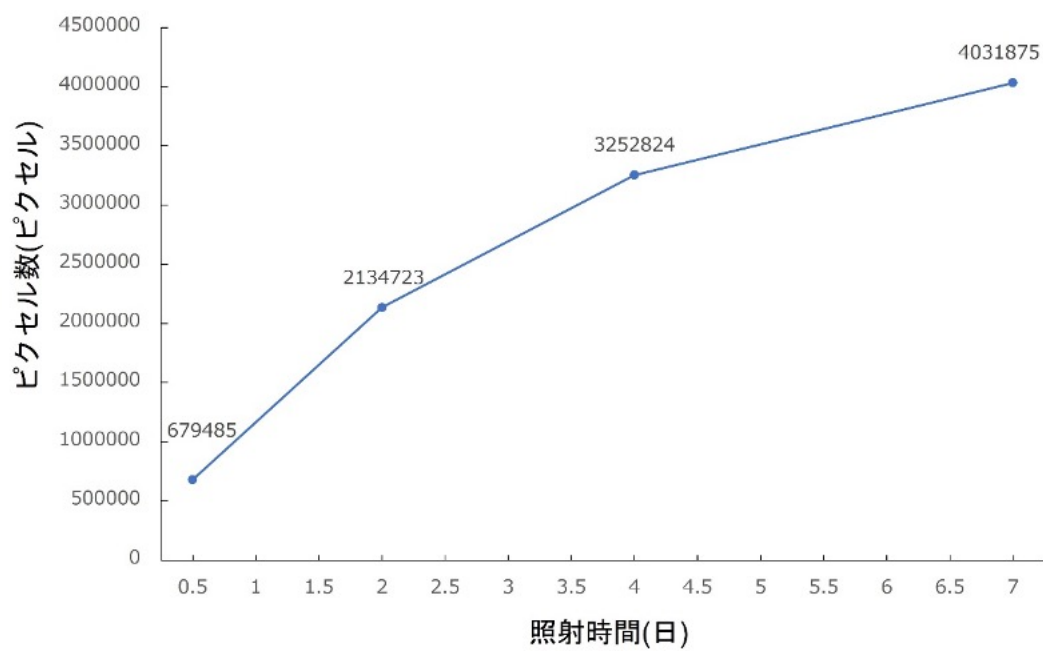


図2. ^{241}Am 線源の照射時間とピクセル数.

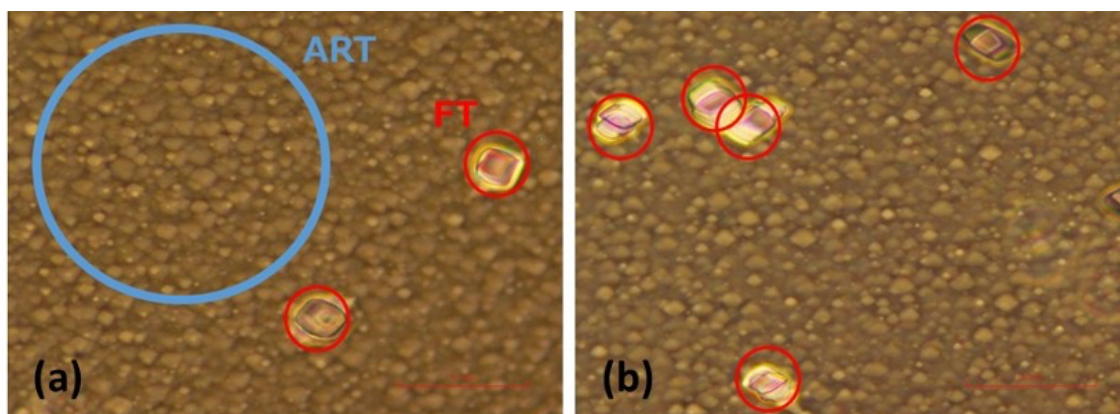


図3. ^{252}Cf 線源(1kBq)の照射結果.
(a)5分照射：(b)10分照射

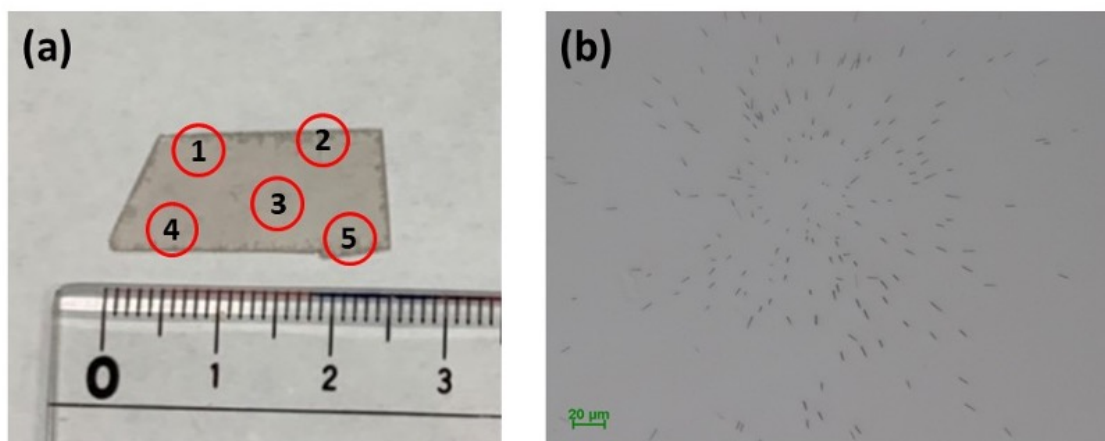


図4. ^{252}Cf 線源(100Bq)の照射結果.
(a)100Bq照射後のFT密集エリア：(b)エリア3の拡大図