

強い異方性を持つ試料からの古地磁気強度推定の統計分布：斜長石中の離溶磁鉄鉱の例

臼井 洋一 [1]

[1] 海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス

Distribution of paleointensity estimates from highly anisotropic materials, with special reference to exsolved magnetite

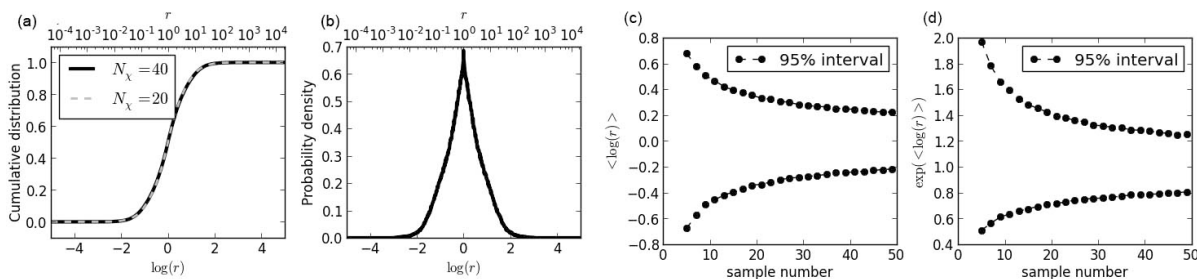
Yoichi Usui[1]

[1] IFREE, JAMSTEC

<https://sites.google.com/site/yoichiusui2/>

Remanence anisotropy prevents paleointensity determination from materials such as exsolved magnetite in silicate. Although an anisotropy correction is theoretically possible, inevitable experimental error may make it impractical for highly anisotropic materials. In this study, we investigate an alternative approach of measuring large number of samples to cancel out the effect of anisotropy. This would be effective when the remanence anisotropy of each sample is oriented randomly relative to both the ancient and laboratory magnetic field. It is expected that the mean of the logarithmic of the estimate from individual specimen provide an unbiased paleointensity estimate. To show the feasibility of such an approach, we combine the measurements of remanence anisotropy, the numerical simulations of paleointensity estimations, and laboratory simulation experiments. We measure the anisotropy of anhysteretic remanent magnetization (ARM) of 80 plagioclase crystals hosting exsolved magnetite obtained from a gabbro in the Oman ophiolite and a granitoid in the Paleoproterozoic Mt. Edgar complex. Rock magnetic experiments indicate that those plagioclase samples are dominated by single-domain magnetite. In particular, the ratio of the thermoremanence susceptibility to the ARM susceptibility is close to 1, in agreement with a recent study of single-domain Fe-Ni particles in dusty olivine. The median of the corrected anisotropy degree is ca. 6, indicating that the anisotropy correction may not be effective. We conduct numerical simulations using the measured ARM anisotropy to examine the expected distribution of paleointensity estimates. The results predict that the 95 % confidence interval of the mean of the logarithmic would be ca. 20 % of the true paleointensity when 50 specimens are averaged. The results of laboratory simulations of paleointensity experiments agree well with the results of numerical simulations. The paleointensity estimation using the mean of the logarithmic can be employed simultaneously with the conventional anisotropy correction to provide robust paleointensity estimates from highly anisotropic materials.

強い残留磁化異方性は離溶磁鉄鉱などからの古地磁気強度推定の障壁となっている。テンソル計算による異方性補正は理論的には可能だが、実験ノイズの影響により、極端に異方性の強い試料に対しては効果的でない。本発表では、多数のサンプルを測ることにより異方性の影響を相殺するというアプローチについて検討する。このアプローチは試料の異方性の向きが外部磁場の方向に対してランダムであるときに有効で、具体的には個々の試料からの古地磁気強度推定値の対数を平均すると、真の古地磁気強度の不偏推定が得られるはずである。実行可能性を検討するために、残留磁化異方性の測定、古地磁気強度推定の数値シミュレーションと、模擬的な古地磁気強度推定実験を行った。実験にはオマーンオフィオライトの斑レイ岩と古始生代の Mt. Edgar 複合岩体の花崗岩から得られた、離溶磁鉄鉱を含む斜長石を用いた。岩石磁気的測定から、これらの斜長石は主に単磁区磁鉄鉱を含む。特に、熱残留磁化獲得効率の非履歴性残留磁化 (ARM) 獲得効率に対する比はおよそ 1 であり、同じく単磁区粒子から成るダスティーオリピンの結果と似ている。まず、斜長石 80 粒子について ARM の異方性を測定した。異方性強度 (P_j) の中央値はおよそ 6 であり、テンソル計算による異方性補正は効果的でないと考えられる。次に、測定された異方性を用い、古地磁気強度推定値の統計分布を数値的にシミュレートした。その結果、50 個の粒子を測定した場合、古地磁気強度推定値の対数の平均は、95% の信頼度で真の古地磁気強度の 20% の範囲に入ることがわかった。最後に、模擬的な古地磁気強度実験を行ったところ、この数値シミュレーションの結果と整合的であった。古地磁気強度推定値の対数の平均を取る方法はテンソル計算による異方性補正と同時に進行ことができ、強い異方性を持つ試料からロバストな古地磁気強度推定を与える。



Results of numerical paleointensity simulations. From left, cumulative distribution (a) and probability density (b) of the paleointensity estimates relative to the true value, 95% confidence interval of the mean of the logarithmic of the paleointensity estimates (c), and its exponential (d)