



大阪科学・大学記者クラブ 御中

(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2022年10月18日

大阪公立大学

～メスバウアー分光法による新たな発見～
**単斜輝石の鉄イオンのメスバウアーピーク比は
鉄の量ではなくカルシウムの量に依存！**

<ポイント>

◇メスバウアー分光法^{*1}を用いて単斜輝石の鉄イオンの状態を調査。

◇単斜輝石の結晶における **M1 席^{*2}** を占める鉄イオンのメスバウアーピーク比^{*3} を表す値は、鉄の含有量とは無関係に一定で、カルシウム固溶量によって変化することが明らかに。

<概要>

輝石は化学組成が(Ca, Mg, Fe)SiO₃ と表現されるように、カルシウム・マグネシウム・鉄などを含む主要珪酸塩鉱物で、多くの岩石に含まれています。その物性を明らかにすることは、輝石の高い存在量から、岩石鉱物研究において大きな意義があると考えられています。また、鉱物の構成原子が各々どのような状態であるかを調べることは、その物質を理解するためには必要不可欠です。中でも岩石鉱物に普遍的に存在する鉄の価数 (Fe²⁺ と Fe³⁺) とその量比は、鉱物生成時の地下での環境や、鉱物生成後の地表での履歴を知るという理由で、極めて重要な情報です。

大阪公立大学大学院 理学研究科の篠田 圭司教授らの研究グループは、カルシウムを豊富に含む輝石の一種、単斜輝石の鉄イオンの状態を、薄片結晶を使ったメスバウアー分光法を用いて調べました。研究の結果、カルシウム含有量が50%程度の単斜輝石の結晶においては、M1 席というポジションにある鉄イオンのメスバウアーピーク比を決めるテンソル値 (3×3の行列で表される物性値) が、鉄の含有量とは無関係に一定で、カルシウム固溶量によって変化することが明らかになりました。

本研究成果により、主要造岩鉱物である単斜輝石の物性の一つが明らかになりました。今後、鉱物薄片を用いたメスバウアー分光法によって、鉄の詳しい分析が進むと期待できます。

本研究成果は、2022年10月18日、「Journal of Mineralogical and Petrological Science」にオンライン掲載されました。

研究を始める前は、鉄の固溶成分が変われば、メスバウアーピーク比を決めるテンソル成分も変化すると予想していました。しかし、実際は鉄ではなくカルシウムの量に依存してテンソル成分は変化するという結果が意外でした。



篠田 圭司教授

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Journal of Mineralogical and Petrological Science

【論文名】 Compositional dependence of intensity and electric field gradient tensors for Fe²⁺ at the M1 site in Ca-rich pyroxene by single crystal Mössbauer spectroscopy

【著者】 Daiki Fukuyama, Keiji SHINODA, Daigo Takagi, Yasuhiro Kobayashi

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.2465/jmps.220506>

<研究の背景>

今まで、輝石のM1席を占めるFe²⁺のメスバウアースペクトル比を決めるテンソル値は、特定の固溶成分においては明らかになっていましたが、輝石固溶体全体で、テンソル各成分がどう変化するかは不明でした。固溶成分が変化した時、テンソル成分がどのように変化するかが分かれば、どのような成分の輝石をメスバウアースペクトル測定しても、信頼のおける解析が可能になります。

<研究の内容>

本研究では、輝石の結晶軸に対してどの方向からガンマ線が入射しているのかを正確に定めることが最も重要となります。同じ結晶でも、薄片の向きによって吸収ピークの値が大きく変化するからです。そのため、輝石のX線回折実験を数多く行い、結晶方位を正確に決めた輝石の薄片を多数製作しました。

メスバウアー分光法を用いて制作した薄片結晶の鉄イオンの状態を調べたところ、カルシウム含有量が50%程度の単斜輝石の結晶において、M1席にある鉄イオンのメスバウアーピーク比を決めるテンソル値が、鉄の含有量とは無関係に一定で、カルシウム固溶量によって変化することが明らかになりました。

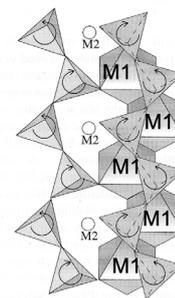
<期待される効果・今後の展開>

地球科学の分野では、輝石の物性解明は大きな課題であり、本研究によってその一つが明らかとなりました。鉱物薄片を用いたメスバウアー分光法で鉄の詳しい分析を行っている研究者にとっては、実用的なデータとなります。今回、カルシウムに富む単斜輝石のM1席については明らかにできましたが、M2席の同様のテンソル量については、明快な答えには至りませんでした。今後はM2席の強度テンソルを明らかにすべく、継続的に本課題に取り組みます。

<用語解説>

※1 メスバウアー分光法：放射性同位体⁵⁷Coが⁵⁷Feに放射壊変する際に発生する14.4keVのガンマ線を用いた分光法。放射性同位体線源を速度約±10mm/sの範囲で往復運動させることにより、光速度のガンマ線にドップラー効果が働き、14.4keVのガンマ線は非常に狭いエネルギー幅を持つことになる。この非常に狭いエネルギー幅内に鉄イオンの価数や占有する石の違いにより形の違う吸収スペクトルが現れる。吸収スペクトルの違いにより鉱物中の鉄イオンの状態を知ることができる。

※2 M1席：主要な珪酸塩鉱物中で鉄イオンは、酸素イオン6~8個に囲まれた位置に存在する。このような位置を、M席（MはMetalの頭文字）という。輝石の結晶構造中には2種類のM席があり、それぞれM1席、M2席と呼ばれる。図は輝石の結晶構造の模式図。



※3 メスバウアーピーク比：輝石の結晶構造中の鉄イオンによりガンマ線が吸収される。そのメスバウアー吸収スペクトルは、1対の吸収ピーク（2本の吸収ピークとなる。2本の吸収ピークの総強度を分母に取り、高速度側のドップラー速度の吸収ピークの強度を分子にとった値を、メスバウアーピーク比と定義する。

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院 理学研究科
教授：篠田 圭司（しのだ けいじ）
TEL：06-6605-3173
E-mail：shinodakeiji@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：國田（くにだ）
TEL：06-6605-3411
E-mail：koho-list@ml.omu.ac.jp