



2014年4月2日

国立大学法人 山口大学  
国立大学法人 東京大学  
国立大学法人 愛媛大学

## レアアースを主成分に持つ二種類の新鉱物を発見

### 概要

山口大学大学院理工学研究科の永嶋真理子准教授、東京大学物性研究所の浜根大輔技術職員、愛媛大学大学院理工学研究科の皆川鉄雄教授と富田宣光（博士前期課程）、稲葉幸郎（鉱物研究家）らのグループが共同で、レアアースのランタンを主成分に持つ二種類の新鉱物を三重県伊勢市矢持町の山中から発見しました。発見された新鉱物は「ランタンフェリ赤坂石 / Ferriakasakaite-(La)」と「ランタンフェリアンドロス石 / Ferriandrosite-(La)」で、前者は著名な鉱物学者である赤坂正秀（島根大学教授）にちなみ命名されました。これらは国際鉱物学連合(International Mineralogical Association)\*<sup>1</sup> の新鉱物・命名・分類委員会(Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification)\*<sup>2</sup>により新種として2014年2月3日に承認されました。

### 背景

レアアースは高度な産業技術を支える重要な元素ですが、自然界における分布やどのような鉱物に含まれるのか、また、鉱物の結晶構造のどの部分に存在するのかなどには未だに不明な点が多く残っています。その謎を明らかにするために永嶋准教授らの研究チームは国内外での野外調査と鉱物学的な検討を続けています。その研究ターゲットの一つが日本の秩父帯という地質です。秩父帯はかつての海洋底堆積物が弱い変成を受けたのちに今は地表に上がってきた地質（付加体）で、近年話題となっている南鳥島近海の海底で発見されたレアアース・レアメタルを含む泥の数億年後の姿に相当します。2013年に山口大学理工学研究科の永嶋准教授らによって「ランタンバナジウム褐簾石 / Vanadoallanite-(La)」, さらに東京大学物性研究所の濱根技術職員らによって「伊勢鉱 / Iseite」というレアアースやレアメタルを含む新種の鉱物が秩父帯から発見されたことを契機として、さらなるレアアース・レアメタル鉱物の探索を続けていました。

### 内容

三重県伊勢市矢持町の山中は秩父帯に属する地質で、小規模な鉄マンガン鉱床が存在しています。この鉄マンガン鉱床を詳細に調べたところ、レアアース鉱物を2種類発見

しました。新たに発見した2種の鉱物について化学組成と結晶構造を詳細に調べたところ、どちらも新種であることが判明し、その内容を国際鉱物学連合の新鉱物・命名・分類委員会へ申請しました。審査を経て新鉱物であることが正式に承認され「ランタンフェリ赤坂石 / Ferriakasaite-(La)」(IMA No. 2013-126)および「ランタンフェリアンドロス石 / Ferriandrosite-(La)」(IMA No. 2013-127)と命名されました。前者は緑簾石族鉱物の結晶化学の解明へ大きく貢献してきた、島根大学の赤坂正秀教授にちなんで命名されました。

今回の発見を含め、この鉄マンガン鉱床から見出された新鉱物は計4種となりました(表1)。いずれもこれまで他地域からの報告はなく、伊勢市矢持町の鉄マンガン鉱床がこれらの鉱物の世界唯一の産地であるといえます。

表1. 三重県伊勢市から発見されたレアアース・レアメタルを主成分とする新鉱物一覧

和名	学名	化学式
今回新たに発見されたもの(2種)		
ランタンフェリ赤坂石	Ferriakasaite-(La)	$\text{CaLaFe}^{3+}\text{AlMn}^{2+}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$
ランタンフェリアンドロス石	Ferriandrosite-(La)	$\text{Mn}^{2+}\text{LaFe}^{3+}\text{AlMn}^{2+}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$
既報(2種)		
ランタンバナジウム褐簾石	Vanadoallanite-(La)	$\text{CaLaV}^{3+}\text{AlFe}^{2+}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$
伊勢鉱	Iseite	$\text{Mn}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$

以下に今回新たに発見した2種の新鉱物の特徴を示します。

今回発見したランタンフェリ赤坂石とランタンフェリアンドロス石は、2013年に同じ場所で見出された新鉱物「ランタンバナジウム褐簾石」の近縁種で、いずれも緑簾石グループの化学組成と結晶構造を持ちます。いずれの種も写真1にみられるような褐色～黒色の柱状結晶で産するため、外見からは区別することができませんが、含まれる元素の種類によってその鉱物名は変化します。

緑簾石グループは非常に複雑な化学組成と結晶構造を持つことが知られています。ランタンフェリ赤坂石・ランタンフェリアンドロス石の結晶構造図を図1に示します。結晶構造は「単位格子」と呼ばれる最小ユニットが3次元的に繰り返すことで形成されますが(図1中の黒枠が単位格子を示す)、緑簾石グループはその単位格子の中に8種類の陽イオンが分布する場所(=席)があり、そのうち5種類(緑簾石グループでは、A1, A2, M1, M2, M3席と呼ばれる)で、それぞれの大きさや特徴に合わせて多様な種類の元素が分布します。主にこの5つの席に卓越する陽イオンの種類と組み合わせによって鉱物名が決定されます。今回発見した2種類の新鉱物はレアアースであるランタンを主成分とし、M1, M2, M3席にそれぞれ鉄・アルミニウム・マンガンを持つという点が共通しますが、

A1 席に Ca が多く入る種と Mn が多く入る種がみられました(表 2)。このような元素の組み合わせが緑簾石グループに存在することを証明した例は本研究が世界初ということで、両者は新種の鉱物として承認され、前者を「ランタンフェリ赤坂石」、後者を「ランタンフェリアンドロス石」と命名しました。



写真 1 ランタンフェリ赤坂石/ランタンフェリアンドロス石(黒褐色結晶)の顕微鏡写真 (FOV = 1mm) どちらも黒色長柱状結晶で産するため、外観からは両者を区別できないが、元素の種類が異なっている。

表 2. 伊勢市から発見された緑簾石グループに含まれる元素と位置の関係

鉱物名	結晶構造内の場所(=席)					
	A1	A2	M1	M2	M3	
ランタンフェリ赤坂石	Ca	La	Fe <sup>3+</sup>	Al		Mn <sup>2+</sup>
ランタンフェリアンドロス石	Mn <sup>2+</sup>	La	Fe <sup>3+</sup>	Al		Mn <sup>2+</sup>
ランタンバナジウム褐簾石	Ca	La	V <sup>3+</sup>	Al		Fe <sup>2+</sup>

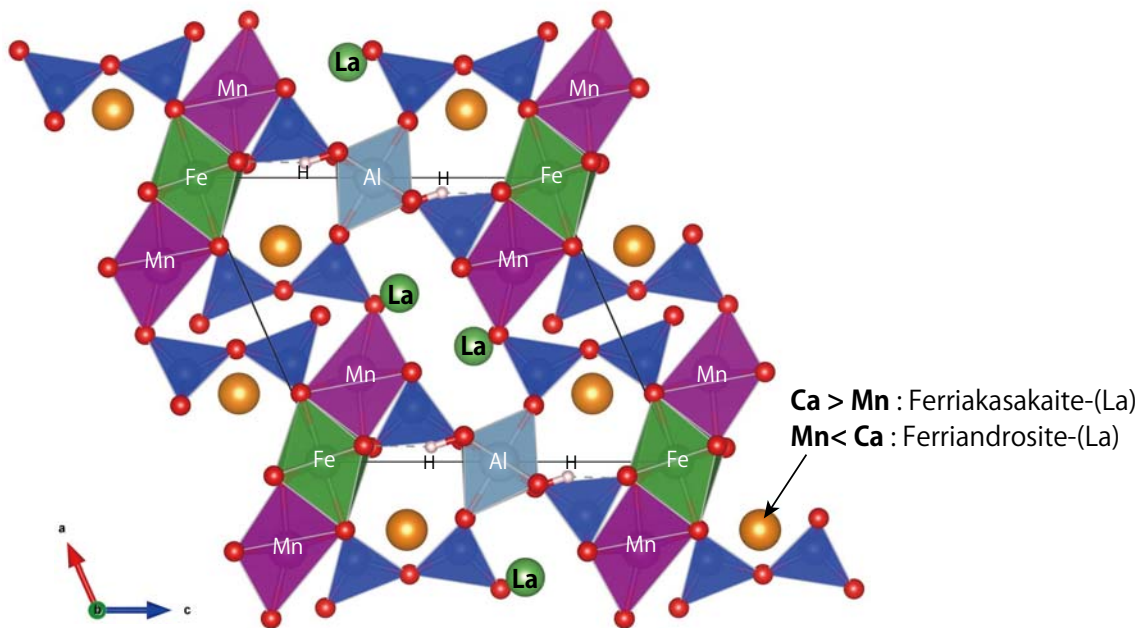


図1 ランタンフェリ赤坂石・ランタンフェリアンドロス石の結晶構造図  
 オレンジの球の位置にくる元素の種類が、Ca の場合はランタンフェリ赤坂石、  
 Mn の場合はランタンフェリアンドロス石となる。(VESTA3 で作成 : Momma  
 & Izumi 2011)

### まとめと今後の展開

今回のランタンフェリ赤坂石・ランタンフェリアンドロス石の発見によって、伊勢市山中の鉄マンガン鉱床からは合計4種ものレアアース・レアメタルを主成分とする新鉱物が見いだされたこととなります。次世代の資源供給源として注目されている海洋底の泥、その数億年後の姿に相当するものがこの鉄マンガン鉱床であり、発見してきた新鉱物は過去と未来をつなぐ情報を持っているはずです。今後は生成条件などの詳細を明らかにしていきたいと考えています。

### 問い合わせ先

山口大学大学院理工学研究科

永畷 真理子

Tel&Fax: 083-933-5746

E-mail: nagashim@yamaguchi-u.ac.jp

東京大学物性研究所

浜根大輔

Tel&Fax: 04-7136-3463

E-mail: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

愛媛大学大学院理工学研究科

皆川鉄雄

Tel: 089-927-9650

E-mail: minagawa@sci.ehime-u.ac.jp

### 用語解説

\*<sup>1</sup> 国際鉱物学連合(International Mineralogical Association: IMA): 38 カ国の鉱物学関連学会の合同により組織される鉱物学における唯一の国際連合。鉱物に関する取り決めに一手に担っている。

\*<sup>2</sup> 新鉱物・命名・分類委員会(Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification: CNMNC): 国際鉱物学連合の中にある委員会の一つで、新種の鉱物の審査と承認を行う重要な委員会。新種の鉱物を確立するにはこの委員会の厳しい審査をパスする必要がある。