

いろいろな鉱物とその分類

「一家に1枚 鉱物-地球と宇宙の宝物-」ポスターには、全部で43種類の鉱物が掲載されています。鉱物は自然界で人の手によらずに生成される無機物で、決まった化学組成をもつ結晶であることが普通です(例外もあります)。何が鉱物であるかは、研究者が勝手に決めるわけではありません。「国際鉱物学連合」という研究組織が、新種の発見を認めたり、種類の定義を見直すなど、整理の仕事を行っています。国際鉱物学連合が認める鉱物の数は、2012年には4,600種を超えています。

動物や植物など自然界にある物の1つとして、鉱物にも系統分類があります。鉱物の分類は、化学組成にもとづいています。分類体系は、大まかには化学組成の単純なものから複雑なものに向かうようになっています。「一家に1枚 鉱物-地球と宇宙の宝物-」ポスターでは、「いろいろな鉱物」というコーナーで、系統分類を4つのカテゴリーに区分しています。

カテゴリー1：元素鉱物

単純な化学組成から複雑な組成に向かう系統分類法でいちばん単純な鉱物とは、周期表にある元素1種類が結合して鉱物になったもので、**元素鉱物**といえます。地表付近には酸素や水がたくさんありますが、これらはともに多くの元素と反応する性質が強く、このため元素鉱物として地表にいる私たちの目にとまる種類はそれほど多くありません。金、白金、ダイヤモンド、石墨などが代表的な鉱物です。

カテゴリー2：硫化鉱物など

元素鉱物より化学的に少し複雑なのが、金属元素と何か別の1種類の元素が結合した単純な化合物です。これらは金属元素と結びついた相手の元素の種類によって分類されます。金属元素と硫黄が結びついた**硫化鉱物**、フッ素や塩素が結びついた**ハロゲン化鉱物**、酸素と結びついた**酸化鉱物**が、このカテゴリーを構成します。金属元素の陽イオンと、酸素と水素が各1個ずつからなる水酸化物イオンとが結びついた鉱物も、一般には酸化鉱物に含めます。

カテゴリー3：炭酸塩鉱物など

このカテゴリーは、炭素や硫黄などと酸素が結びついたマイナスの電荷をもつ原子団が、金属元素と結びついた化合物で、やや複雑な成り立ちをもつ鉱物たちです。これらは、化学の用語で「酸素酸塩」と表現されるものです。例えば**炭酸塩鉱物**では、1個の炭素と3個の酸素が結びついた「炭酸イオン」が、金属元素と結合する相手になります。酸素酸塩である鉱物は分類上の区分が多く、炭酸塩鉱物に加え、硫酸イオンを含む**硫酸塩鉱物**、ホウ酸イオンを含む**ホウ酸塩鉱物**、リン酸イオンを含む**リン酸塩鉱物**のほかに、**ヒ酸塩鉱物**、**タングステン酸塩鉱物**、**バナジン酸塩鉱物**などがあります。酸素酸塩には酸素が含まれ、地表近くの酸素に富む化学的環境でできる鉱物が多いことが特徴です。

カテゴリー4：ケイ酸塩鉱物

ケイ酸塩鉱物も酸素酸塩であるという見方もできますが、しかしケイ酸塩鉱物は地球の体積の大きな部分を占める「岩石」を構成すること、鉱物種の数飛びぬけて多いことから、特別に分けて取り扱うことが普通です。ケイ酸塩鉱物では、1個のケイ素の周りを4個の酸素が正四面体の形に取り囲んだ「SiO₄四面体」が、結晶構造の基本単位として重要になります。数多くあるケイ酸塩鉱物は、SiO₄四面体が単独で金属イオンと結びつくものから始まり、何個かが連なって(重合して)より複雑な構造をもつ鉱物へと、複雑さに応じて分類されます。なおSiO₄四面体だけで結びつき合うと、化学組成はSiO₂(ケイ酸)で鉱物としては石英となります。

ポスターに掲載された 各鉱物の特徴

カテゴリー1：元素鉱物

自然金：Au 立方晶系。軟らかくて重く（比重は15~19.3）、酸に溶けない。たたくと破壊することなく薄い箔（金箔）をつくることができる（展性・延性）。金は銀と合金をなすこともあり、エレクトラムと呼ばれる。熱水鉱床 #1 で石英といっしょに産出することが多い。砂金は熱水鉱床でつくられた金が、風化などにより分離されたもので、流水の働きによって集まることもある。

ダイヤモンド：C 立方晶系。最も硬い鉱物。典型的な八面体結晶はトランプのダイヤの原型。本来は無色透明であるが、微量成分として含まれる窒素やホウ素によって着色する。多くのダイヤモンドはマントルでつくられるが、同じ炭素でも温度圧力の低い地殻では石墨になる。これを同質異像 #2 の関係にあるという。キンバレー岩 #3 に含まれることが多い。最近、日本の四国の火山岩脈からも微細なダイヤモンドが発見されている。

自然硫黄：S 斜方晶系。黄色でろうのような光沢がある。約 115℃で溶けると赤褐色の液体になり、燃えると青い炎を上げる。自然硫黄には微量のセレン (Se) を含むものがある。火山地帯では、噴気孔での昇華物として産する。また温泉水にも含まれる。

自然銅：Cu 立方晶系。樹枝状の結晶集合体をなす。金属としては軟らかく、薄い箔や長い線状になる性質（展性・延性）を有する。二次鉱物 #4 として銅鉱床に付随して産する。酸化しやすく黒ずんだり、緑色のくじゃく石などに変質している場合も多い。

カテゴリー2：硫化鉱物など

硫化鉱物

閃亜鉛鉱：ZnS 立方晶系。樹脂状の光沢を示し、純粋なものは無色透明であるが、鉄を含むと黒くなる。熱水鉱床 #1 中に産し、しばしば方鉛鉱や黄銅鉱などとともに産する。亜鉛鉱石の主要な鉱物である。

輝安鉱：Sb₂S₃ (Sb：アンチモン) 斜方晶系。軟らかく、柱状や針状の結晶集合体となり、熱水鉱床 #1 に産する。アンチモン資源の主要な鉱物である。

黄鉄鉱：FeS₂ 立方晶系。立方体の結晶が特徴的で、五角十二面体や八面体などの形もある。金と紛らわしい黄金色をしているが、粉末の色は黒ずむので見分けがつく。火成岩 #5、堆積岩、変成岩 #6、熱水鉱床 #1 中に広く産する。

黄銅鉱：CuFeS₂ 正方晶系。四面体形の結晶が特徴。金と間違えやすい色だが、空気中でしだいに虹色のさびを生じることや、粉末にすると緑を帯びて黒ずむので、区別できる。熱水鉱床 #1 やスカルン鉱床 #7 によく見られる。

トロイライト：FeS 六方晶系。鉄と硫黄の比がほぼ 1：1 で単磁硫鉄鉱ともいう。空気中では不安定で、すみやかに酸化する。隕石にはしばしば含まれるが、地球上での産出は珍しい。鉄と硫黄の比がほぼ 1：1 である近縁の鉱物「磁硫鉄鉱」は、地球でも広く産出する。

ハロゲン化鉱物

蛍石：CaF₂ (F：フッ素) 立方晶系。明瞭なへき開 #8 があり、きれいな正八面体に割れる。本来、無色透明であるが黄、緑、紫、ピンクなど各種の色を示す。また加熱すると発光し、紫外線にあたると蛍光性を示す。熱水鉱床 #1、スカルン鉱床 #7、火成岩 #5 にしばしば含まれる。

酸化鉱物

コランダム（鋼玉・こうぎょく）：Al₂O₃ 三方晶系。透明な宝石質のもので、微量のクロムにより濃い赤色を示すものをルビー、それ以外のものをサファイアと呼ぶ。花こう岩のペグマタイト #9、高温でできた変成岩 #6 などに産する。研磨剤、耐火材料、宝石などに利用される。人工的に合成されたものは、サファイアガラスとして時計の窓に、合成ルビーは固体レーザーに利用される。

オパール（たんぱく石）：SiO₂·nH₂O 鉱物としては珍しい非晶質の物質である。宝石質のオパールは、非晶質で球状のケイ酸粒子が整然と並んでいるため、光の回折現象により美しいきらめき（遊色効果）を示す。火山岩や堆積岩中に沈殿したものや花こう岩のペグマタイト #9 での産出が知られる。日本でも遊色を示すオパールがまれに産する。

石英：SiO₂ 三方晶系。六角柱を基本とした整った結晶の外形が現れているものを水晶と呼ぶ。微量元素の混入、結晶構造のわずかな変化、他の鉱物を包みこむことなどにより、さまざまな色合いを呈する。紫色のものは、紫水晶として宝石に利用される。水晶は、溶液中で自由に成長したものである。地球表層で最も普通に見られる鉱物の1つで、多くの岩石の主要な構成鉱物となっている。大きな水晶は花こう岩のペグマタイト #9 のすきま(晶洞)に産出する。人工的につくられた結晶は水晶発振時計や携帯電話に利用される。

クロム鉄鉱：FeCr₂O₄ 立方晶系。結晶は正八面体をなすことが多い。わずかに磁力がある。産出のほとんどは塊状で、超苦鉄質岩 #10 中に見られるのが普通である。クロムの資源となる。

磁鉄鉱 (マグネタイト)：Fe₃O₄ 立方晶系。結晶の形は正八面体をなし、光沢のある黒色で、いわゆる黒さびと同じものである。最も特徴的な性質は強力な磁力である。走磁性菌と呼ばれる特殊な細菌においては、磁鉄鉱と同じ物質を細胞内にもつものがあり、地磁気を感じて移動する。火山岩の副成分鉱物として存在し、その風化により砂鉄として海岸などに堆積する。また、花こう岩や変成岩 #6 においても見られる。鉄鉱石の主要鉱物の1つである。

スズ石：SnO₂ 正方晶系。結晶は四角柱状で両端が錐状になっているものが多い。花こう岩の近傍、熱水鉱床 #1、スカルン鉱床 #7 などに産する。比重が大きく(約7)、また分解しにくいので、花こう岩の風化により砂鉄として濃集する。

ギブス石(ギブサイト)：Al(OH)₃ 単斜晶系。粉状、土状、放射状集合体として見られる。アルミニウムの鉱石であるボーキサイトの主構成鉱物である。熱帯地域における火成岩 #5 や堆積岩の風化により、移動性の乏しいギブス石が残留、濃集して鉱床を形成する。

金紅石(ルチル)：TiO₂(Ti：チタン) 正方晶系。金紅石の細かい針状結晶が宝石質のコランダム内に包有されると、研磨したときに反射光が六条の星のように見えるため、スタールビー、スターサファイアなどと呼ばれる。ルチル入り水晶は、金紅石の針状結晶の晶出後に、それを包むように水晶が成長したものである。変成岩 #6 やろう石 #11 鉱床に産する。

カテゴリー3：炭酸塩鉱物など

炭酸塩鉱物

方解石：CaCO₃ 三方晶系。菱面体、犬牙状、板状などさまざまな結晶形を示す。完全なへき開 #8 があり、菱面体に割れる。高い透明度の方解石では、その下に置いた字が二重に見える複屈折という性質が観察できる。希塩酸をかけると二酸化炭素を発泡して溶ける。さまざまな岩石中に産する。セメントなどの原料となる石灰岩や、それが熱により変成した大理石(結晶質石灰岩)も方解石が集まった岩石である。

らん銅鉱：Cu₃(CO₃)₂(OH)₂ 単斜晶系。複雑な形の板状や柱状の結晶形で、レンズ状、球状などの集合体を示すことがある。銅鉱床の酸化帯に二次鉱物 #4 として普通に産する。青い宝石や絵の具となるが、変質すると緑色のくじゃく石に変化することがある。

くじゃく石 (マラカイト)：Cu₂(CO₃)(OH)₂ 単斜晶系。針状や長柱状などの結晶形のほか、鍾乳状、ぶどう状などの集合体をなし、その断面は縞状の模様を呈することがある。銅鉱床の酸化帯に二次鉱物 #4 として普通に産する。硬度は低いが、美しい縞模様を示すものは宝石となる。粉末にして緑色の顔料(絵の具)に用いられる。

あられ石：CaCO₃ 斜方晶系。方解石とは同質異像 #2 の関係にある。あられ石は針状、板状、柱状の結晶を示すほか、さんご状、球状などの形の集合体となる。低温高圧で生成した変成岩 #6 や変質した超苦鉄質岩 #10 に産するほか、玄武岩などの火山岩中の穴を満たして産する。

バストネス石：(Ce,Ln)(CO₃)F (Ce：セリウム、Ln：ランタン) 六方晶系。六角板状、六角柱状の形をなす。ほぼすべての希土類元素 #12 を含むが、含有率によってセリウムのほかに、ランタン、ネオジウム、イットリウム種が知られている。アルカリ岩 #13 に関係するスカルン鉱床 #7 や変質帯、アルカリ岩質のペグマタイト #9、カーボナタイト #14 などに産する。セリウムは 1803 年にこの鉱物から発見された。希土類元素の資源として採掘されている。

リン酸塩鉱物

リン灰ウラン石：Ca(UO₂)₂(PO₄)₂・10-12H₂O 正方晶系。レモン黄色の正方板状の形をなす。板と平行な方向に明瞭なへき開 #8 があり、紫外線により鮮緑色の蛍光を発する。ウランを含む鉱物の分解によって生成し、花こう岩およびその風化による砂れきが流水により集まってできた漂流砂鉄床などで見られる。ウラン核燃料の原料の1つ。

リン灰石：Ca₅(PO₄)₃(F,Cl,OH) 六方晶系。六角柱状～六角板状の形をなす。火成岩 #5 を構成する造岩鉱物の1つとして産し、また、スカルン鉱床 #7、花こう岩のペグマタイト #9 などに産する。組成の中で元素の入れ替えによって多くの種類のリン灰石グループが存在する。なお、生物の骨や歯をつくる物質は、リン灰石のうちOH(水酸化物イオン)を多く含むもので、ハイドロキシアパタイト(水酸リン灰石)；Ca₅(PO₄)₃(OH)という。

トルコ石：CuAl₆(PO₄)₄(OH)₈・4H₂O 三斜晶系。通常は超微細な結晶の集合体からなる淡青色の塊状で、まれに細かな菱形の輪郭をもつ自形 #15 結晶がある。銅、アルミニウム、リンに豊富な環境における変質作用によりもたらされた熱水 #16 が、岩石の割れ目などにこの鉱物を生成する。火成岩 #5 の変質帯、ろう石 #11 鉱床などに見られる。青色の美しいものは宝飾品として扱われるが、多孔質のためさまざまな人工的な処理が施されることが多い。

ホウ酸塩鉱物

逸見石 (へんみいし)：Ca₂Cu[B(OH)₄]₂(OH)₄ 三斜晶系。濃青色の板状結晶で、直方体を斜めに押しつぶしたような形をなす。世界で初めて岡山県で発見され、逸見吉之助、逸見千代子の鉱物学者父子にちなんで命名された。数種のホウ酸塩鉱物を含む結晶質石灰岩から産出した。

硫酸塩鉱物

せっこう (石こう)：CaSO₄・2H₂O 単斜晶系。透明で長く伸びた菱形をなすほか、細かな結晶が集合した塊状のもの(雪花石こう)、繊維状の集合(繊維石こう)としても産する。火山地帯、蒸発岩 #17 などに産する。耐火材料の石こうボードに利用される。

バナジウム酸塩鉱物

バナジウム鉛鉱(褐鉛鉱)：Pb₅(VO₄)₃Cl 六方晶系。自形 #15 結晶は六角形の柱状あるいは厚い板状をなす。比重が約 6.9 と高く、手に持つとずっしり重く感じる。リン灰石の仲間、リン灰石のカルシウム、リン、フッ素がそれぞれ鉛、バナジウム、塩素に置き換わったと考えればよい。乾燥地域では鉛や亜鉛鉱床の二次鉱物 #4 として大規模に産する例があり、バナジウムの資源となる。花こう岩のペグマタイト #9 やスカルン鉱床 #7 からも産する。

タングステン酸塩鉱物

灰重石 (かいじゅうせき)：CaWO₄ 正方晶系。四角両錐状の形をなす。強い蛍光性を持ち、紫外線をあてると青白い蛍光を発する。この性質を利用し、採掘の際には紫外線を使って石英や方解石との区別をする。スカルン鉱床 #7、熱水鉱床 #1、花こう岩などに産する。タングステンの原料になるほか、蛍光物質であるためレントゲン撮影にも利用された。

カテゴリー4：ケイ酸塩鉱物

ざくろ石(ガーネット)：(例：鉄ばんざくろ石)

$\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ 立方晶系。さまざまな化学組成の種類が存在するが、鉄やマグネシウムが主成分の系列と、カルシウムが主成分の系列に大別される。和名の「ばん」はアルミニウムを意味し、アルミニウムが鉄など他の元素で置き換えられた種もある。美しいものは宝石となる。変成岩 #6 やケイ酸分の多い火成岩 #5 に含まれる。

ベリル(緑柱石・りょくちゅうせき)： $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (Be:ベリリウム) 六方晶系。六角柱状～厚板状の形をなし、美しいものは宝石になる。多くは淡緑色で、微量元素の混入によりさまざまな色合いを呈する。濃緑色をエメラルド、淡青色をアクアマリンと呼ぶほか、黄色(ヘリオドール)、桃色(モルガナイト)、無色(ゴシェナイト)などのベリルが知られる。花こう岩のペグマタイト #9、高温の変成岩 #6 などに産する。ベリリウムの資源となる。

角閃石：(例：透閃石) $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ 単斜晶系あるいは斜方晶系。角閃石は鉱物のグループ名で、カルシウムとマグネシウムの位置に入る元素の組み合わせにより多様な種類があり、「〇〇閃石」という名前がつけられる。角閃石の多くは緑黒色～黒色であるが、無色、褐色などさまざまな色を呈する。変成岩 #6 や火成岩 #5 の主要構成鉱物である。化学組成は輝石とよく似ているが、水酸化物イオンやフッ化物イオン、塩化物イオンを含むことで異なる。

トパーズ(黄玉・おうぎょく)： $\text{Al}_2\text{SiO}_4\text{F}_2$ 斜方晶系。熱水 #16 から自由に成長すると柱状の形をなす。青色や橙黄色の透明で、美しい結晶は宝石になる。高温の熱水変質を受けた変質岩で見られるほか、花こう岩のペグマタイト #9 のすきま中に形成される。

普通輝石：(Ca,Na)(Mg,Fe,Al,Ti)(Si,Al)₂O₆ 単斜晶系。色は暗緑色～暗褐色。輝石グループの原子の並びは、ケイ素と酸素がつくる鎖状構造が骨格をなし、それをカルシウムやマグネシウム、鉄などが結びつけている。このグループに属する鉱物には「〇〇輝石」という名前がつけられる。普通輝石は火成岩 #5 や変成岩 #6 に広く産する。

リチア輝石： $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ (Li:リチウム) 単斜晶系。輝石グループの一種。多くは無色透明であるが、桃色や紫色を呈する宝石質のものはクンツァイト、黄緑色や緑色のものはヒデナイトと呼ばれる。花こう岩のペグマタイト #9 から産する。

スコレス沸石： $\text{CaAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}\cdot 3(\text{H}_2\text{O})$ 単斜晶系、三斜晶系。沸石グループに属する鉱物の1つで、白色透明な板状結晶として産する。沸石グループは、結晶中に入り自由な水分子を含むことが特徴で、「〇〇沸石」と呼ばれる。沸石グループの鉱物の多くは、成長する面によって結晶の基本構造が違っており、さまざまな基本構造が1つの結晶にまじっている。比較的温度の低い熱水 #16 と火山岩が反応することにより生成され、変質した火山岩中より産する。

束沸石： $\text{Na}_3\text{Ca}_3\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}\cdot 30(\text{H}_2\text{O})$ あるいは $\text{NaCa}_4\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}\cdot 30(\text{H}_2\text{O})$ 沸石グループの一種。結晶系の異なる単斜晶系、斜方晶系、三斜晶系が知られている。白色透明で、結晶系の違いは結晶の成長の仕方の違いと関連する。沸石の主成分はケイ素とアルミニウムと酸素であるが、比較的大きなすきまを結晶構造中にもち、ここに水分子やさまざまなイオンが入り出す。これを利用してイオン交換 #18 材料や分子ふるい #19 などに利用される。玄武岩などの火山岩のすきまやペグマタイト #9 の最後の晶出鉱物として産する。

かんらん石(オリビン)：(Mg,Fe)₂SiO₄ 斜方晶系。鉄とマグネシウムの量比は鉱物の形成条件によって異なり、天然ではさまざまな量比のものが産出する。このような性質を固溶体 #20 という。宝石質のペリドットはマグネシウムに富み、鉱物種としては苦土かんらん石に分類される。マンガンやカルシウムを含む他のかんらん石グループの鉱物もある。普通に見られる造岩鉱物の1つで、玄武岩などケイ酸の少ないマグマ(苦鉄質マグマ)からできる火成岩 #5 の主要構成鉱物として、また、スカルン鉱床 #7 などに産する。

斜長石(曹長石・灰長石)： $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 三斜晶系。白色。斜長石はナトリウムに富む曹長石($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)とカルシウムに富む灰長石($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)との間の固溶体 #20 で、天然ではナトリウムとカルシウムの比率がさまざまなものが産出する。地表付近で最も多い鉱物であり、ほとんどの岩石に含まれる。

正長石(カリ長石)： KAlSi_3O_8 単斜晶系。色は白色のものが多い。同じ化学組成をもつものに、サニディン(はり長石)と微斜長石があるが、これらとは同質異像 #2 の関係にある。サニディンは高温条件で、微斜長石は低温条件で生成し、正長石はこれらの間の温度で形成される。大きな結晶は花こう岩のペグマタイト #9 から産する。斜長石とは固溶体 #20 の関係にある。

カオリナイト： $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 三斜晶系。大きな結晶にはならない鉱物の1つで、白色の塊として産出する。火山岩と熱水 #16 が反応した熱水変質帯と呼ばれる部分に産する。粘土は粘土鉱物の集合体で、磁器の材料として用いられる。

白雲母： $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ 単斜晶系。無色から淡緑色、淡黄色を示し、へき開 #8 が完全で、薄くはがすことができるのが特徴である。細かい白雲母の結晶は絹雲母とも呼ばれ、古くからおしろいとして用いられてきた。花こう岩や変成岩 #6 中に産する。また流紋岩やデイサイトなどケイ酸に富む火山岩に熱水 #16 が作用することでも生成される。

#1 熱水鉱床：地下であたためられた高温の水溶液(熱水)により、資源となる有用な鉱物が集積したもの。

#2 同質異像：同じ化学組成で、結晶系の異なる鉱物同士の関係のこと。鉱物がつくられたときの物理的条件の違いによって異なる鉱物になる。

#3 キンバレー岩：もともと南アフリカのキンバレーで見られたダイヤモンドを含む特殊な火成岩に名づけられた。マグマが上部マントルから一気に地表まで噴出したものと考えられている。

#4 二次鉱物：最初にできた鉱物に新たな作用が加わり、別の鉱物が生成されること。

#5 火成岩：マグマが冷えて固まってできた岩石のこと。地表付近で急激に冷却され火山岩(玄武岩など)ができ、地下深部で徐冷されて深成岩(花こう岩など)ができる。

#6 変成岩：堆積岩など地球の表面付近の岩石が、プレートの動きで地球深部に引き込まれたり、マグマの熱を受けるなどして高圧・高温状態にさらされ、性質が変わった岩石。片麻岩、結晶質石灰岩などがこの例である。

#7 スカルン鉱床：主に石灰岩にマグマが貫入し、その接触部分にできた特徴的な鉱物の集合体からなる鉱床のこと。

#8 へき開：鉱物の結晶面(1つ、あるいは複数の)に平行に割れる性質のこと。

#9 ペグマタイト：マグマが地下深部で冷えて固まる際に、すきまなどに大きな鉱物の集合体が生じたもの。

#10 超苦鉄質岩：ケイ酸に乏しく、鉄やマグネシウムに富む岩石。マントルは超苦鉄質岩から構成される。

#11 ろう石：ろうのように半透明で軟らかい石のことで、葉ろう石という鉱物を主体とした鉱物の集合体である。

#12 希土類元素：レアアースとも呼ばれる化学的な性質が似ているセリウムなど 17 元素の総称。レアメタル(政府が定めた希少な金属)にも指定されている。

#13 アルカリ岩：ナトリウムやカリウムを多く含む火成岩のこと。多くの場合、ケイ酸に乏しい。

#14 カーボナタイト：おもに方解石など炭酸塩鉱物からできている特殊な火成岩。

#15 自形：溶液中や岩石のすきまに他の鉱物に邪魔されず自由に成長した、その鉱物の本来の形態。

#16 熱水：熱水鉱床をつくりだす水。岩石の中を循環してさまざまな金属元素を溶かしこんでいる。

#17 蒸発岩：主に塩湖が干上がって、水中に溶けていた物質が析出してできた堆積岩の一種。

#18 イオン交換：溶液に含まれるイオンを取り込み、代わりに自らのもつ別種のイオンを放出することで、イオン種の入れ替えを行うこと。

#19 分子ふるい：決まった大きさ(分子量)の分子を通すがそれより大きな分子は通さない、大きさの決まった「穴」のような構造をもつ物質。何種類かの分子がまじりあった混合物から特定の物質をえり分ける際に、大きさの決まった「穴」のような構造をふるい分けに使うことができることから名づけられた。

#20 固溶体：結晶構造が同じで、含まれる金属元素の量比が異なる鉱物同士の関係のこと。ほとんどの造岩鉱物は固溶体の性質をもつ。

いろいろな鉱物をつくりだす地球

地球内部の鉱物科学

私たちの星「地球」は、多くの種類の鉱物からできています。鉱物は隕石、月、遠くの天体など、宇宙にも普遍的に存在することがわかってきました。

地球の最も外側にある薄い「地殻」、とくに陸の地殻は、私たち人類の生活の場であると同時に、鉱物や岩石を利用する目的もあって、詳しく調べられ多くの事柄がわかっています。地殻のすぐ下の上部マントルも、玄武岩の仲間や、ダイヤモンドを運ぶキンバレー岩という特殊な火成岩をつくるマグマが、通り道である上部マントルの岩石を取りこんでくることから、地殻ほど詳しくないまでも直接に物質を手にして調べることができます。一方、直接的に構成物質が得られないマントル深部や核の鉱物科学は、現在の地球科学の先端領域にあたる研究対象になっています。

地球内部の層構造

地球は半径が約 6400km もあり、直接、人間の手で探索できる部分は科学の進んだ現在でもごく限られています。しかし地球が浅いところから地殻、マントル、核という性質の違う 3 層からなることは、地震波の観測から 20 世紀の前半にはわかっていました。異なる物質の境界では、地震波の速度が不連続に変化することが知られており、境界を不連続面と呼んでいます。

最も外側の地殻は、大陸で厚さ 30 ~ 60km、太平洋など大きな海の下では 5 ~ 6km と、極端に厚さが違います。地殻は花こう岩、あるいは玄武岩の化学組成にあたる火成岩や変成岩からおもにできています。マントルは、境界面であるモホロビッチ不連続面(モホ面)から地下約 2900km におよぶ広大な領域を占め、主にかんらん石の集合体である「かんらん岩」からできています。マントルと核の間にも明瞭な不連続面(グーテンベルグ不連続面)があります。核は、鉄とニッケルの合金、つまり金属からできていると考えられ、地球が磁場をもつ原因になっています。このように地殻、マントルそして核の境界は、化学組成の違う物質同士が接する「物質境界」にあたります。

さらに世界中に地震観測網が整備されるようになったことに加え、地球の数百~数千 km の深さに相当する環境を実験室でつくりだせるようになって、かんらん岩の化学組成をもつと考えられる分厚いマントルの中にも、いくつかの層構造があることがわかってきました。この層構造、具体的には、深さ約 410km にある上部マントルと遷移層の境界、同じく約 660km にある遷移層と下部マントルの境界、そして深さ約 2600 ~ 2700km にある下部マントルと D'層との境界は、かんらん石が地球深部の高温・高圧状態で不安定になり、別の結晶構造の鉱物に変化したり、いくつかの鉱物に分解する部分にあたります。つまり、マントルの中の層構造と、おのおのの境界面は物質の状態が変化する面(専門的には「相境界」という)なのです。

また核も、融けた(つまり液体の)鉄ニッケル合金である外核と、固体金属である内核に分かれることが 20 世紀前半にはわかっており、この境界も相境界にあたります。なお外核と内核の境界面を発見したのはイング・レーマンさんという女性科学者で、その名を採って境界面を「レーマン不連続面」と呼ぶことがあります。

多種多様な鉱物がつくられる背景

鉱物科学をはじめとする固体地球科学の研究から、地殻や上部マントルでは、火山の源であるマグマの発生と活動が重要であることがわかっています。マグマが地表に噴出すれば、火山の活動となって私たちの生活に影響を及ぼします。一方、地下の比較的浅い部分でマグマが冷え固まる際に、周りの岩層を満たした地下水を熱して「熱水」をつくります。熱水は岩層の中を循環しながら、岩層から多くの金属元素を溶かし出し、それが冷却して析出するといういろいろな種類の「金属鉱床」をつくりだします。金属鉱床は、私たちの生活を支える資源としての鉱物が濃集する場所で、それらを利用することで人類は生活を豊かに発展させてきました。

上部マントルが生み出す玄武岩マグマがひっそりと大量にわき出る場所が、広い海の中の大山脈「海嶺」です。海嶺では新しい海底(つまり海洋地殻)が絶えることなくつくりだされています。新しくできた玄武岩質の海洋地殻は、先にできていた海洋地殻を横に押しやり、海底はどんどん新しいものに置き換えられていきます。古い海洋地殻は、大陸と海の境である海溝で地球の中に沈み込んでいきます。このときに海溝近くに堆積した砂・泥などもいっしょに地球深くに持ち込まれ、運搬役の沈み込む海洋地殻ともども地中の高温と高圧状態にさらされて、姿かたちを変え、「変成岩」となります。

このように地殻や上部マントルでは、マグマの発生、特に玄武岩マグマによる新しい海洋地殻の生産、古い海洋地殻の沈み込みと堆積物のリサイクルが絶えることなく続いています。この一連の活動が、大山脈の形成や大陸の再配置など、地球表層の形を変える原動力になっています。一連の活動は、地球表層をおおう硬い岩板(プレート)の運動ととらえることもできるため、「プレート・テクトニクス」と呼ばれています。こういった地球表層の活動が、多種多様な鉱物がつくりだされる背景となっているのです。