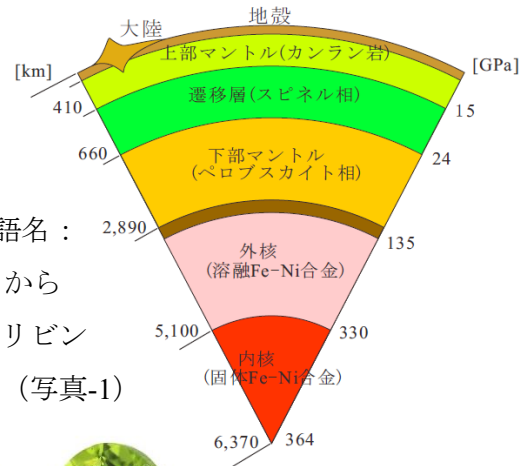


## 「パワーストーン (5) オリビン」

圓山 裕

地球を構成する鉱物と関連付けてパワーストーンを紹介してきましたが、改めて地球の内部構造(図-1)を見てみます。地殻と大陸(厚さ5~60km)は、花崗岩や玄武岩など比重の軽い鉱物で構成されており、その下を占める上部マントル(深さ~410km)の上に浮いている状態です。その上部マントルを構成する鉱物がカンラン岩です。

(図-1：地球の内部構造、  
参照 <https://staff.aist.go.jp/>)



カンラン岩はカンラン石(橄欖石、 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ 、英語名: Olivin)と輝石( $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3\text{-AlO}_3$ 、英語名: Pyroxene)から構成されています。今回ご紹介するパワーストーンはオリビンと輝石です。オリーブ色の美しいオリビンはペリドット(写真-1)と呼ばれる8月の誕生石です。

(写真-1：ペリドット、  
<https://item.rakuten.co.jp/>)



ところで、JAXAの惑星探査機「はやぶさ」が2010年6月に小惑星イトカワから持ち帰った微粒子は、オリビンや輝石、斜長石、コンドライト隕石などの鉱物で構成されていました。これらの鉱物の組み合わせは、地球上の岩石には無く、隕石特有のものです。約46億年前の太陽系誕生の初期に生成された鉱物と考えられています(URL: <https://www.jaxa.jp/>)。また、昨年(2021年)の12月6日に帰還した「はやぶさ-2」が小惑星リュウグウで採取した鉱物(5.4g以上)も回収されました。その鉱物試料の分析によると、炭素を含む有機物や含水鉱物の特徴を示す炭素質コンドライト隕石と発表されています(毎日新聞、2021年4月27日)。

私は宇宙飛来の鉄、つまり隕鉄にも興味があるのですが、皆さんはパラサイト隕鉄(Pallasite; 写真-2)をご存じでしょうか。隕鉄(鉄ニッケル合金)の中にオリビンの粒が分散している(私は豆大福を思い浮かべます)希少な隕石です。パラサイトは、元々は惑星のマントルと金属核の境界付近にあった物質で、その小惑星が破壊した後に豆大福の状態のまま固体となって地球に飛来したものと考えられています。パラサイト隕鉄の奇妙な美しさにロマンを感じるのは私だけではない様で、ネット上ではアクセサリーとしても売られています。

(写真-2：パラサイト隕鉄の研磨された切片、  
白色の地がFe-Ni合金、緑色の粒がオリビン)



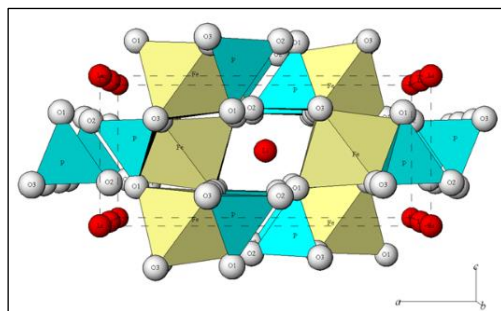
<http://www.meteoritemarket.com/>

オリビンや輝石など地球を構成する鉱物は、太陽系 46 億年の過程で原始地球に降り注いだ惑星の破片や隕石などと考えられます。そのオリビン型構造を有するリン酸化合物がリチウムイオン電池の正極材に採用されています。2019 年のノーベル化学賞を受賞した Goodenough 教授（吉野彰氏、Whittingham 氏と共同受賞）が、1980 年にオリビン型構造からリチウム・バッテリーを着想しており、それが受賞理由になっています。リン酸鉄リチウム（ $\text{LiFePO}_4$ ）のオリビン構造（図-2）では、4 面体( $\text{PO}_4$ )と 8 面体( $\text{FeO}_6$ )のユニットの間隙を占める Li イオンの自由度（動き易さ）が大きいので、正電荷が移動し易い特徴が明らかです。恐らく、その構造の特徴から Goodenough 教授はバッテリーとしての可能性を着想したと想像されます。私は Goodenough 教授の名前を磁性物理の研究者として知っていましたが、40 年前に彼が Li バッテリーを提案していた事を知りませんでした。確かに名前の通りに、慧眼の持ち主だと思います。

（図-2：オリビン型構造のリン酸鉄リチウム、赤丸が Li-イオン，黄色が 8 面体，水色が 4 面体ユニット）

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

引用：「結晶構造ギャラリー」<https://staff.aist.go.jp/>



リン酸鉄リチウムを正極材とする Li イオン電池が採用されたのは 1997 年でした。現在では、ハイブリッドカーや電気自動車などの蓄電池として、また携帯電話やスマートフォン、ノート PC やタブレット端末などの電子機器のバッテリーとして不可欠の材料です（写真-3）。太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギーの活用を担保する技術としても、蓄電池の開発が不可欠です。温室効果ガスの削減については、 $\text{CO}_2$  の排出抑制と共に蓄電池の普及と改良も必要です。技術的には効率の良い充電・放電、安全性と経済性の確立も重要と思われれます。オリビン構造のパワーに期待したいものです。

（写真-3：携帯電話の Li イオン電池）



太陽系創成期のもうひとつの鉱物である輝石は、オリビンと共に地殻の主要な岩石（カンラン岩や玄武岩、安山岩や花崗岩などの火成岩、蛇紋岩や大理石などの変成岩）を構成しています。その中でも緑色のヒスイ輝石（Jadeite、翡翠、写真-4）は希少なパワーストーンです。2016 年 9 月に日本鉱物科学会は翡翠を「国石」に認定しています。

（写真-4：ヒスイ原石）



翡翠の産出地として新潟県糸魚川が有名です。硬質の翡翠（硬玉）は先史時代の石器（勾玉）や武器の材料として広く交易され、国内の多くの遺跡から出土しています。外国でも、中国の各王朝で高貴な玉器や装飾品として珍重され、台湾・台北市の国立故宫博物院にある「翠玉白菜」

が特に有名です。また、中南米のオルメカ文化では翡翠の仮面も知られています。

この様に、太陽系誕生の最初期に生成されたオリビンとヒスイ輝石が、古代から現代までの文明と文化を支える材料として、そのパワーを発揮し続けていることに感銘を受けます。

(2021年9月25日)