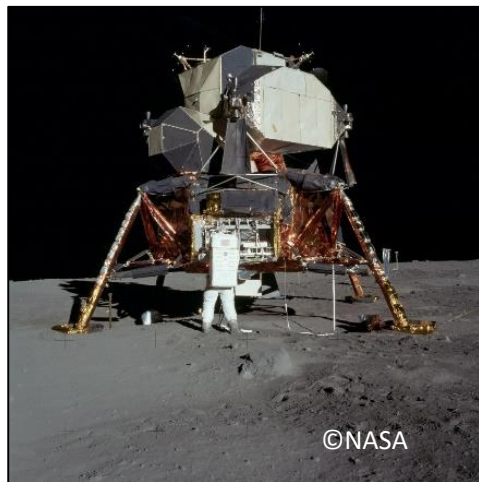


## 月面資源開発

1969年アポロ11号が月面着陸を果たし、人類は初めて月に降り立ちました。着陸船から出て月面に一歩踏み出した時にアームストロング船長は「これは一人の人間にとっては小さな一歩だが、人類にとっては偉大な飛躍である」という言葉を残しました。みなさんも聞いたことがあるかもしれません。

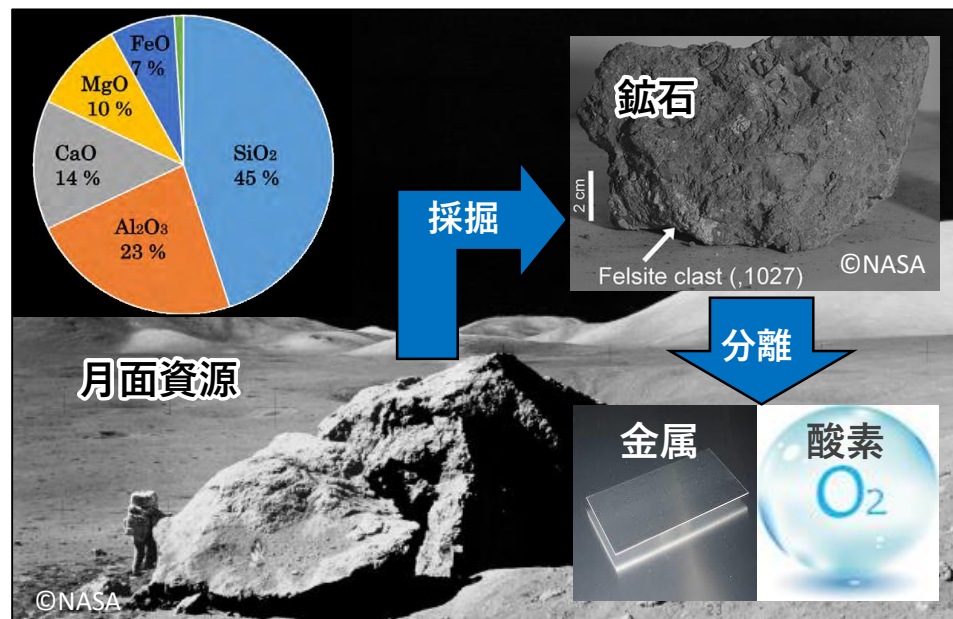


しかし、月面基地建設の材料や人が生きるために必要な酸素を地球から月に持っていくのはコストや時間的にも難しいです。そこで提案されているのが**月面資源開発**です。地質調査から月と地球の鉱石が似ているとわかっており、地球と同じように、月でも鉱石の採掘および還元など資源開発を行うことで、月面基地を作るための金属や人が呼吸するための酸素を確保することが可能です。

また、鉱石に含まれる**アルミナ（酸化アルミニウム）の還元で得られるアルミニウム**は月面での活用が期待されています。地上でも用いられるような高い比強度を持ち、低温での機械特性にも優れるため、夜には $-170^{\circ}\text{C}$ にもなる月面での建築資材として非常に有用です。



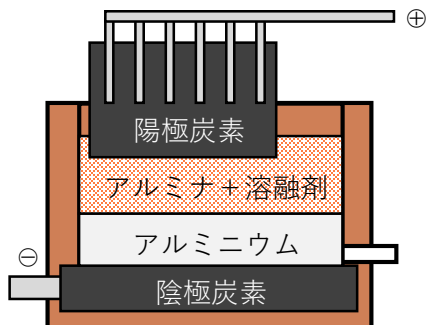
それから50年経ち、現在、NASAやJAXAなどにより**有人月面基地建設**が計画されています。これまで月面滞在といえば着陸船から外に数時間出るくらいでしたが、今後は人類が長期間滞在できる拠点を月面に建設しようという計画です。月面基地が建設されれば、地球から観るより鮮明な天体の観測や月面の詳細な探索が可能となったり、他の惑星への探査拠点にもなります。



### <ホール・エルー法（電解製錬法）>

地上におけるアルミナ還元（アルミニウム製錬）には**ホール・エルー法**が用いられています。溶融剤でアルミナを溶かし、溶融アルミナに電圧を印加することでアルミニウムに還元する手法です。電極には還元剤である炭素が用いられ、アルミナから酸素を奪い二酸化炭素となることで還元反応を促進します。この手法は大規模化も容易く、アルミニウム製錬手法として実用化に至りました。

しかしこの方法では月面において採掘できない炭素が大量に必要なため、地球からの輸送が不可欠です。よってホールエルー法は月面資源開発には不向きであり、**炭素を用いない新たなアルミナ還元手法**が必要です。



### <レーザー還元法>

還元剤を用いない手法として、**レーザー加熱による還元**も研究されています。固体は加熱すると液体、気体となり、さらに高温の気体になると原子の状態にまでバラバラになります。そこで、アルミナをレーザーで加熱しアルミニウム原子と酸素原子にまで分解、そのまま冷却することでアルミニウムと酸素を生成することができます。太陽エネルギーで発振するレーザーだけで還元できるので月面での利用に適しています。

これまでの実験で、高温蒸気であるアブレーションルーム中にアルミニウム原子や酸素原子が確認されており、**原子にまで分解**されることが確認されました。アルミ回収効率向上が課題となっています。



### <不溶性電極を用いた電解製錬法>

炭素電極を用いず電極消費ゼロの電解製錬手法が研究されています。**不溶性電極**という電解製錬時に“溶けない”（消費されない）電極を用いる手法です。不溶性電極の代表的な材質としてプラチナなどの貴金属やチタン、銅、鉄などの合金があります。

アルミナの還元には成功していますが、電解製錬時の電極消費をゼロにできておらず、完全な不溶性電極はまだ実現されていません。

参考

ホール・エルー法（日本軽金属株式会社）  
<https://www.nikkeikin.co.jp/pages/hpa/product/>  
不溶性電極（田中貴金属）

<https://tanaka-preciousmetals.com/jp/about/technology/technology03/>  
レーザー還元概要（東京大学小紫・小泉研究室）

<http://www.al.t.u-tokyo.ac.jp/cw/index.html>