

## 地球閉鎖生態系および宇宙閉鎖生態系のエネルギー課題

## Energy issues for global closed ecosystem and space closed ecosystem

# 玉浦 裕 [1]

# Yutaka Tamaura[1]

[1] 東工大・炭素循環エネルギー研究センター

[1] Research Center for Carbon Recycling and Energy, Tokyo Insit. of Technology

地球生態系の生産物である食料資源に依存する人の生命活動は太陽エネルギーを源としており、この閉鎖系システムは宇宙閉鎖系生態系の生命維持システムとの類似性があるが、人類の生活産業活動のエネルギー源は化石燃料であり、宇宙閉鎖系の生命維持システムとは別ものである。しかし、この人類の生活産業のエネルギー利用システムを生命維持のエネルギー利用システムと区別し、2種類のエネルギーシステム(生命維持、生活産業)に分類すると、月面基地での宇宙開発活動のための太陽電池をベースとする電力利用システムに相当する。また月面基地活動でのエネルギーの蓄積や燃料電池利用を考えると、太陽エネルギーからの水素エネルギー利用システムの有効性が期待される。さらに、集光太陽エネルギーを利用し、月面で岩石から酸素と還元金属を回収し、これを月面宇宙開発活動のエネルギーシステムとして利用することが、地球の現在の化石エネルギーによる生活産業活動のエネルギー利用システムに相当するものとして期待される。

一方、地球温暖化の課題や化石資源の枯渇という将来的な課題を解決する必要から、産業状の人類のエネルギー利用も含めた全体的な人類の太陽エネルギー利用システム開発が求められている。太陽電池、太陽熱利用、風力発電、バイオマス等の再生可能エネルギーの開発は重要な課題となっている。地球のこのような太陽エネルギー利用システムを構築するには、化石燃料が利用できる間に、徐々に太陽エネルギー設備を大規模に設置して行く必要がある。また、これらの再生可能エネルギー開発と普及においては、一次エネルギーのセキュリティ、多様化などとの関連も重要となる。我々は地球の閉鎖系における人類の最終的な太陽エネルギー利用システムへとソフトランディングするための橋渡しのエネルギー産業技術として、ソーラーハイブリッド燃料生産技術と集光太陽熱による金属酸化物(反応性セラミックス)からの酸素と還元体金属の回収技術(水分解による水素生産技術でもある)を開発しているが、これら技術の最終的なシステムは太陽エネルギーと水を用いて水素を生産し、地球閉鎖系での人類のエネルギー利用システムを目指しているものである。この技術は月面での宇宙閉鎖系システムでの宇宙開発活動のための太陽エネルギー利用システムとして利用可能である。

天然ガスや石炭は水との吸熱反応によりCOとH<sub>2</sub>のガス(合成ガス)に転換でき((1)(2)式)、この反応に必要なエンタルピーとして太陽エネルギーを注入する。

$$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2 \quad 225 \text{ kJ(1000K)} \quad (1) \text{ solar energy process(天然ガス)}$$
$$\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2 \quad 136 \text{ kJ(1000K)} \quad (2) \text{ solar energy process(石炭)}$$

これらの合成ガスから生産されるソーラーメタノール・DMEは太陽熱エネルギーによる燃料のアップグレードが図られているので、タンカー輸送により海外のサンベルトの豊富な太陽エネルギーを地球規模で搬送できる。(1)、(2)式に、太陽エネルギーによる水の分解反応を組み込むことができる。この場合、太陽熱化学プロセス(酸化物を用いる2段階水分解反応)は集光太陽熱を利用する熱化学プロセスであり、水電解設備が不要であり、その分コスト的に有利な方式として期待される。集光太陽熱利用の二段階水分解プロセスはEU、米国で実際の集光設備を利用して50kW-500kW級で開発中であり、わが国では東工大でロータリー式二段階水分解反応炉2kWが開発中である(文部科学省科学研究費基盤A)(図1)。また(3-1-1)および(3-2)のプロセスはいずれも集光設備を用いるが、ビームダウン型集光システムが技術的、経済的にもっとも可能性がある。これについては東工大で開発中の技術に基づくスペイン SNER社とのフィージビリティ研究が行われ、100MW(集光熱)のビームダウン式の集光システムで発電コストが試算されている。

東工大で開発中のロータリー式太陽反応炉は連続的に繰り返して酸化と還元過程を行わせることができるように酸素放出反応室と水素発生反応室を持つデュアル反応室とし、反応性セラミックスを回転させて各反応室を交互に移動するようにしてある(図1)。Ni,Mn-フェライトを用いた二段階水分解反応をロータリー式太陽反応炉において進行させた結果水素発生反応室の推定反応温度が800℃では明瞭な酸素放出が見られ、水素発生反応室の推定反応温度800℃で水を分解し、元の(酸化型)Ni,Mn-フェライトが再生された。このタイプの連続反応炉では、酸素と水素を同時に得ることができるとともに、少量の反応性セラミックスを用いて連続的に水素を生産することができ、集光太陽熱によるソーラー水素生産技術の実用化が期待できる。

