

## 特集

## エクセルギーとエネルギー有効利用

—文部省重点領域研究「エクセルギー」班  
(平成6～9年度)の成果から—

## まえがき

## Foreword

吉田 邦 夫\*

Kunio Yoshida

本特集は、文部省科学研究費(重点領域研究費)により「エクセルギー再生産の学理(通称エクセルギー)」の題の下に実施されたグループ研究から代表的な成果を紹介するものである。科学研究費によるエネルギー研究の歴史は、編集委員会便りに吉田英生先生のまとめがあるので参照されたい。

地球環境の破壊は、化石エネルギーの多消費によって生じていると言ってもよい。われわれはエネルギーの絶対消費量の低減および地球環境との適合性を最重要とするエネルギー技術の開発を必要としている。

エクセルギーは、その系が大気環境と平衡になるまでに為し得る最大仕事と定義され、次式で与えられる。

$$E = H - H_0 - T_0(S - S_0) \quad (1)$$

ここでH, Sはエンタルピーとエントロピーで、温度 $T_0$ の大気環境下での値を下付きの0で示す。

エネルギーの総量は保存されるが、エクセルギーは使用に伴い減少していく。その物質のもつエネルギーに対するエクセルギーの割合は、その物質の有するエネルギーの質を示す。これをエクセルギー率 $\eta$ と呼ぶことにすると、次式となる。

$$\eta = 1 - T_0(S - S_0) / (H - H_0) \quad (2)$$

エクセルギー研究の先駆者Rantは、気体燃料の $\eta$ を0.95で近似できるとした。熱力学データに基づき、メタンやメタノールで $\eta$ を求めて見ると確かに0.92以上となる。この中で水素は、しかし、0.83に留まる。一方、燃料を燃焼して得られる燃焼ガスを甘く2000°Cもあるとしても $\eta$ は0.70である。燃料をエネルギーとして使用するには、燃焼という変換プロセスは不可欠である。メタンなど炭化水素を使用する限り、 $0.92 - 0.70 = 0.22$ から22%以上のエクセルギー損失を生じる。一方、水素を燃料とすれば、この損失は13%にまで減少できる。

このように、化石燃料を直接燃焼するのではなく、水素に改質してから使用すれば、亜硫酸ガスや炭酸ガスも発生しないクリーンなエネルギーシステムとなるばかりでなく、エクセルギー損を大きく減少できる省エネルギーシステムともなる。この観点から、約60名の研究者が4つの班を組んで4年間の研究が実施された。(i)炭化水素系燃料からのエクセルギー抽出(ii)CO<sub>2</sub>フリー燃焼の基礎学理(iii)水素生産によるエクセルギー増進と再生産(iv)熱とエネルギーのエクセルギー低損失変換の4班である。

エクセルギー増進にいたるプロセスは目次の論文(2)(3)(5)(6)(7)などで見て欲しい。水から水素を製造する熱化学分解プロセスとして、UT-3サイクルを取り上げ、サイクルの最適運転システムを検討するとともに、工業化にとって重要な高温での分離膜と耐食材料の開発研究が進められた。また得られる水素の利用法としてエンジンやタービンの研究が実施された。その成果が論文(4)(8)(9)(10)などに示されている。

エネルギーに関する研究は他省庁でも実施されている。そこに見られる大型研究と異なり、大学の研究は長期的視野に立った先導的研究であるべきであると考える。本研究全体の成果は成果報告書として英文で刊行される。毎年開催してきた研究会で、エクセルギーの計算手法、エクセルギーから見た望ましいプロセスはどのようなものかが論じられてきた。その結果は「エクセルギー工学：理論と実際」として共立出版社より出版される。これらの刊行物の内容を見て頂き、果して上述した研究の性格に相応しい成果が得られたか否かについて諸方面の忌憚のない批判を得たいと考えている。

\*東京大学名誉教授・日本インドネシア科学技術フォーラム  
常任委員

〒104-0033 東京都中央区新川1-3-7 第2六甲ビル