



# エントロピーの概念と環境問題

## Entropy and Environmental Problem

中山 繁 樹\*

Shigeki Nakayama

エントロピーの概念は、工業社会が追い求めてきた方向づけのアンチテーゼとしての側面をもっているようで、たいへん重要な概念であるように思われる。そうであるとすれば、今日の環境問題はエントロピーの概念を抜きにして解決できないのではなからうか。これまでと同じ方向で環境問題を解決しようとする、それが環境問題の原因になりかねないからである。

熱量 (Q) と絶対温度 (T) の比で定義される熱力学状態関数エントロピー (S), すなわち  $Q/T$  を導入したのはクラウジウスである。その後、ボルツマンが統計力学による解釈を与えその概念を拡張し、シャノンが情報理論に適用してさらに拡張した。前二者と三者は対象がことなるので、同じ土俵で考えるには疑問が残るが、共通した概念をもっている。

孤立系における不可逆過程は系のエントロピーを増大させる。高温から低温への熱の流れや、物の拡散のような自発的な変化は、すべてエントロピーが発生するともいえる。これがエントロピー増大の法則といわれるものである。

地球系は我々の時間尺度の範囲内で事実上定常状態としてさしかえない。しかし、平衡状態にあるのではなく、温度分布が存在し、物質は不均一に分布している非平衡状態が保たれている。ところが、非平衡状態の孤立系は、絶対零度以上の温度では時間の尺度は別にして、不可逆的に平衡状態に向かい、温度や物質の分布はやがて均一になる。もし地球系が平衡状態になれば、今日とまったく異なった環境になり、そこでは、もはや生命は存在しえないであろう。

地球系が非平衡状態を保って、活きた状態を維持できているのは、地球系における様々な活動である不可逆過程で発生するエントロピーを宇宙へ廃棄し続けているからであると考えられる。エントロピーが溜まり続け

るといことは、やがて平衡状態になってしまうことである。エントロピーの概念と環境問題がここで結びつく。

我々の産業活動が不可逆過程であるのは明らかであり、結果として必然的にエントロピーが発生する。産業活動を地球系内で続けるためには、この発生するエントロピーを環境である地球系に廃棄しなければならない。このなかで、地球系の非平衡状態を維持するためには、人為的に発生されたエントロピーを地球系外である宇宙へ放出できなければならない。

地球系は太陽から低エントロピーである高温の熱エネルギーを吸収し、それを変換して同量の高エントロピーである低温の熱エネルギーを宇宙に放射している。地球系の成分物質は凝集力や重力により地球系から系外に事実上出ることはない。地球系の非平衡状態は、太陽から宇宙への熱エネルギーの流れに乗って差し引き分のエントロピーを宇宙に廃棄していることによるのである。物質の拡散によるエントロピーの宇宙へ廃棄ではない。このように考えると、産業活動で発生するエントロピーの廃棄は、物の拡散によるのではなく、熱エントロピーであるべきである。物の拡散が許される例外は水である。水は熱機関ともいえる地球系の作業物質であるからである。余談であるが水の役割は限りなく大きい。

前置きがずいぶん長くなってしまったが、以下で、環境技術としてのリサイクルについて少し考えてみたい。限られた物質資源のなかで活動を持続するためには物質の循環回路がなければならないことは多くの認めるところである。問題は、循環回路を回すためにもエントロピーの廃棄が必要であることである。紙面がないので筆者の考えている結論だけをいうと、物質の拡散を無くした熱プロセスによるサーマルリサイクルが最も重要であろうということである。このような熱プロセスの開発こそが最も望まれると思うが、いかなものであろうか。

\*三菱電機(株)新環境事業推進プロジェクトグループ参事  
〒100 東京都千代田区丸の内2-2-3