

エネルギー履歴の概念を用いた動力プラントのライフサイクル持続性評価

80121967 齋藤 淳一郎 指導教員 長島 昭

1. 背景および目的

地球サミットにおけるリオ宣言をはじめ、現在では「持続可能な発展」という概念が地球環境政策の基本的な目標として世界共通に認識されるようになってきている。しかし「持続可能な発展」に向けた政策の目標設定や達成度評価を行うためのツールは未整備の状態であり、その開発が求められてきている。

これに関して現在までに行われてきた研究としては、環境を考慮した新たなマクロ経済指標の開発、環境と経済の間の入出力関係を貨幣単位で網羅的に勘定する「環境経済統合勘定システム」の開発などが挙げられる。また、エネルギー消費のライフサイクル・アセスメント（以下 LCEA）も環境と経済の間の入出力関係を表す一つの手法だと言うことができる。しかしこれらの手法で用いられる貨幣やエネルギーといった単位は、自然資源や環境サービスの価値を適当に表現しているとは言い難い。そこで環境と経済を共通に表現できる価値体系を用いれば、環境と経済の間の入出力関係を明らかにすることができる。

本研究では、環境と経済を共通の価値体系で表現し、その価値体系を用いた持続性評価の手法を提案することを第一の目的とした。また、その手法を用いて各種動力プラントの評価を行い、各プラントの持続性を定量的に明らかにすることを第二の目的とした。

2. エネルギー履歴の概念

環境と経済を共通に表現する価値体系として、エネルギー履歴（以下エマージェー）を用いる。エマージェーは、環境工学者 H.T.Odum が考案した概念で「ある製品、サービスをつくるのに直接、間接に消費される有効エネルギーの総量。単位は emjoule（エムジュール）である。」と定義されている。異なった種類のエネルギーを同時に計算する場合には、全てのエネルギーの起源である太陽エネルギーの 1[J]を共通の基本単位として用い、その単位は「solar emjoule (sej)」になる。これにより、製品やサービスの価値は太陽エマージェー、つまりそれをつくるために直接、間接に消費した太陽エネルギーの総量によって測ることができる。エマージェーで表現された値は、インベントリ範囲を究極まで深くとった時の LCEA の結果だと言うことができる。

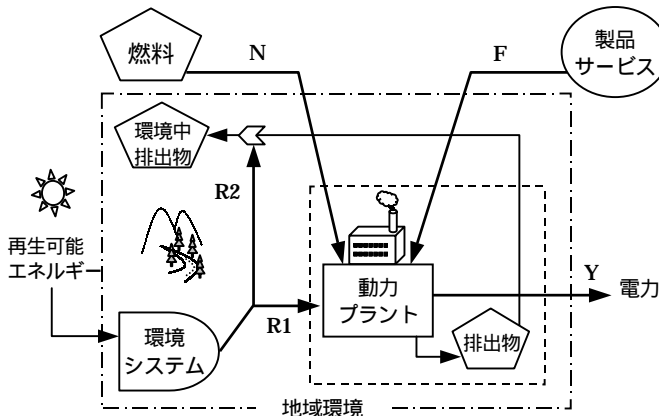


Fig.1 動力プラントのエマージェーフロー図

3. ライフサイクル持続性評価手法

動力プラントの持続性評価は エマージェーフロー図の作成、各エマージェーフローの定量化、指標の導出、という手順で行った。本研究では、Fig.1 で示したようなエマージェーフローを考慮した。Fig.1 で、F は経済からプラントへの投入、Y はプラントからの産出、N は再生不可能資源の投入、R1 は火力プラントにおいては冷却水や酸素の環境サービス、自然エネルギープラントでは動力源となる自然エネルギー、R2 はプラントから排出される汚染物質を希釈するための環境サービスを表している。各エマージェーフローの定量化あたっては、まずフローがどのような素材、エネルギーで構成されるのかを考慮し、それぞれのライフサイクルにわたっての物量の推計を行う。そして推計された物量にそれぞれの素材、エネルギーのエマージェー原単位をかけることで定量化を行った。

4. 指標の導出

定量化されたエマージェーフローを基に、(1)、(2)、(3)式に従って、経済寄与指標 EYR、環境負荷指標 ELR、および持続性指標 SI を導出した。EYR は経済性を、ELR は再生不可能資源の利用率を、SI は EYR と ELR の比を表した指標である。

$$EYR = Y / (F + R2) \quad (1)$$

$$ELR = (F + N + R2) / R1 \quad (2)$$

$$SI = EYR / ELR \quad (3)$$

5. 動力プラントの持続性

各動力プラントの持続性指標 SI の算出結果を Fig.2 に示した。太陽光を除いた自然エネルギープラントが、化石燃料プラントよりも高い持続性指標を示した。特に、単位出力当たりの素材・燃料消費量が少なく再生可能資源の利用率が高い地熱プラントが最も高い値を示した。一方、経済から投入される製品・サービスに大きく依存した発電を行っている太陽光プラントは最も低い持続性指標を示した。

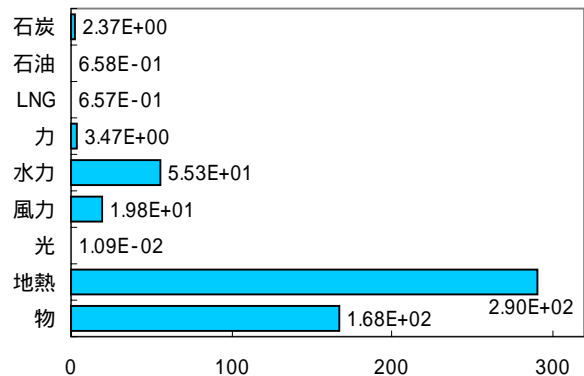


Fig.2 動力プラントの持続性指標 SI

持続性指標 SI では、発電により多くの再生可能資源を用い、より多くの電力を産出するシステムが持続的であると評価される。しかし温暖化影響因子や汚染物質の人的被害、原子力の安全性など考慮されていない要素も多く、持続的な社会に向けた政策ではそれらも含めた総合的な評価が必要となる。