

ネットワークモデルを用いた地域物質・エネルギーフローの解析

豊橋技術科学大学大学院 学生員 ○安井邦洋 正会員 後藤尚弘 正会員 藤江幸一

1. 緒言

循環型社会形成推進基本法の制定やエコタウンの構築等、循環型社会への移行が様々な方面で求められている。しかしながら、廃棄物をリサイクルする単なる「循環型」であるだけで持続可能な社会システムと言えるだろうか。一般的に、物質の再資源化には外部からの資源（エネルギーも含む）投入が不可欠であり、再資源化促進と、省資源社会の実現はトレードオフの関係にある。そのため、いかに『循環型』を徹底しても再資源化に莫大な資源消費を伴うようであれば持続可能な社会システムであるとは言えない。持続可能な型社会システムを構築するためには、地域全体の資源消費を大きく変動させることなく『循環型』と『省資源型』のバランスを取るかという点が非常に重要であると言える。

本研究では地域における物質・エネルギー・水のフローを複合したシステムをネットワークモデルで構築し、そこに循環システムを導入した場合のシステム全体の挙動を推計し、持続可能な物質・エネルギー・水のフローシステムを提案することを目的とする。

2. 研究構成

2-1. 地域内における各物質発生量の把握

本研究では対象地域の現状の物質フローをベースに、資源生産性の高い物質フローを提案するシステムを設計する。まず、産業連関表から推定した愛知県の物質フロー¹⁾を元に、愛知県産業廃棄物実態調査より値を補完しながら各種産業廃棄物の発生量の推定を行った。本モデルは各産業に投入される物質を原材料種別に分けているが、廃棄物の再資源化において、投入される廃棄物種は原材料種と1対1の関係を持つものと仮定している。

また、エネルギーフローについても産業連関表を元に日本全体におけるエネルギーフローを推定した研究事例²⁾を元に、産業規模の補正をかけることで愛知県のエネルギーフローを推計した。

2-2. 地域物質・エネルギーフローの最適化手法の開発

Fig1 に地域物質・エネルギーを記述するネットワークモデルの概要を示す。地域をいくつかのコンパートメントに分類し、それらの間を物質、エネルギー、水が移動するとし、このフローをモデル化した。物質・エネルギー・水のフローを別個にモデル化し、後にこれらのモデルを統合して最適化する。最適化計算時には CO₂ 排出量を目的関数として、これを最小にするものを最適解とした。最適化計算は GAMS 言語を用いて実行した。統合化の際に物質および水のフローがエネルギーフローにより生産活動を制限されるという制約条件を用いている。

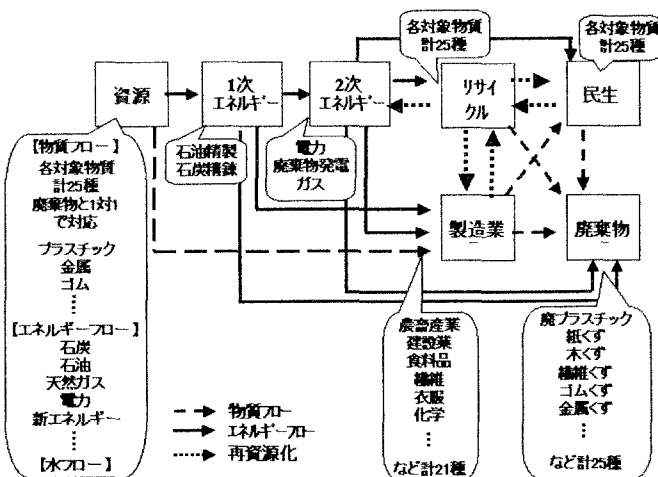


Fig1 ネットワークモデル概要

Key Words: 最適化, 物質・エネルギーフロー, ネットワークモデル, 循環型社会

連絡先: 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 TEL:0532-44-6923, FAX:0532-44-6914

目的関数

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} c_{ij} \rightarrow \min$$

α_{ij} : ij 間の移動量 [t]
 c_{ij} : 環境負荷原単位
 【t・CO₂/t・移動量】

2-3. 再資源化によるモデルへの波及効果評価手法の構築

本ネットワークモデルにおける再資源化コンパートメントは、再資源化技術データベース³⁾との連携を志向している。同データベースのデータは新聞、雑誌、学術論文等の公開情報と再資源化事業者へのアンケートによって蓄積されている。データベースを参照することによって、再資源化技術の選択の際して、どの技術が直接的・間接的に環境負荷削減に最も効果的であるのか提案することができる。

また、本モデルでは定常状態において再資源化技術を他の技術に代替させたときに、各種パラメーターの違いが及ぼす影響をネットワークへの波及効果を考慮している。(Fig2)

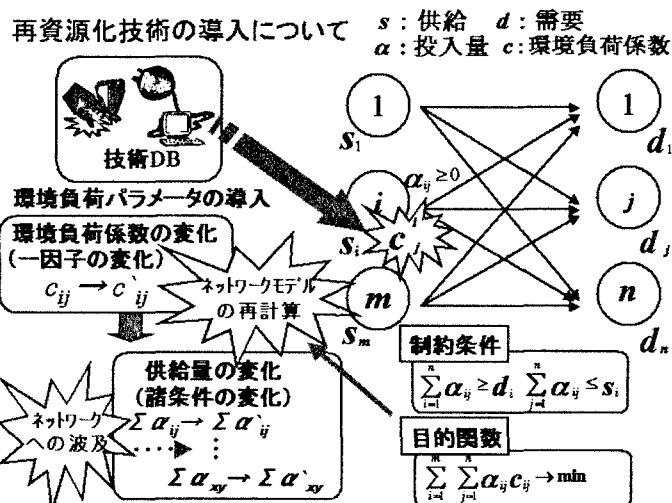


Fig2 再資源化によるモデルへの波及効果

2-4. 地域循環ネットワークモデルの対象地域への適用と評価

構築したネットワークモデルを用いて、対象地域における地域物質・エネルギーフローの評価を行う。対象地域は、愛知県とした。このとき、それぞれ独立してモデル化を行っていたエネルギー・物質・水の各フローを統合して複合システム全体での最適化を可能とする。この際、物質・水のフローをエネルギーフローからの熱供給の制約下に置くことで、それぞれのフローをリンクさせる。また、上記 2-3 のツールを組み込むことで、再資源化技術選択による複合システムへの波及効果を直接的・間接的に評価することが可能である。

3. 試算例

計算の第1歩として資源2種類、製造業3種類で計算を行った。

リサイクル率を変動させて、環境負荷量（炭酸ガス排出量等その他の環境負荷物質を統合した指標）、最終処分量の変化を推計した。

Fig.3 によるとリサイクル率が増加すると、最終処分量が減るが、それに伴って環境負荷量が増大するのがわかる。これは予測された挙動を示すことから本モデルで基本的な物質エネルギーフローは推計できることが示唆される。

4. まとめ

地域の物質・エネルギーフローを記述するモデルは、循環型社会設計を支援するツールと泣く可能性があるといえる。今後は愛知県の実際のデータを入れて計算をする予定である。

参考文献

- 1) 後藤尚弘 他:「地域ゼロエミッションを目指した愛知県物質フローの解析」環境科学会誌 第14巻 第2号
- 2) 本藤祐樹 他:「産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析」電力中央研究所報告書 Y97017
- 3) 科学技術交流財団:地域結集型共同研究事業「循環型環境都市構築のための基盤技術の開発」2001年報告書

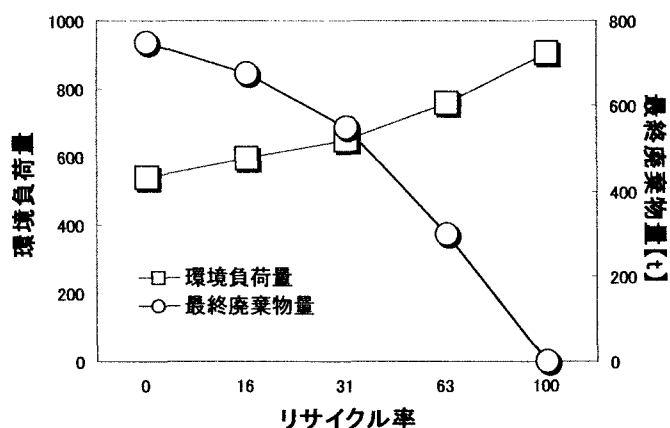


Fig3 リサイクル率による環境負荷と最終処分量