

一般廃棄物処理問題の総合的検討をめざした処理システム計画モデルの開発研究

立命館大学	正会員	春名	攻
立命館大学 大学院(博)	学生員	○立花	潤三
日本 IBM(株)	正会員	瀬川	喜臣
立命館大学 大学院	学生員	橋本	拓磨
立命館大学 大学院	学生員	山本	康史

1. はじめに

リサイクルというキーワードのもと廃棄物処理の目的が拡大されてきた近年、資源保全、地球環境等の問題に対する活動や研究はますます活発化し、それらの問題を構成する大きな要因である廃棄物処理問題も大きくクローズアップされるようになってきた。また、我が国においては最終処分場の確保難という切迫した問題も加わり、廃棄物処理体制は未曾有の変革の時期に突入している。このような中、より良い廃棄物処理システムの検討を行うためには廃棄物処理問題を生産→消費→排出→処理(リサイクル)の各段階すべてを捉え、さらに政策面、経済面および産業面にまで視野を入れた幅広い範囲での総合的な検討が必要である。このような背景のもと、本研究では、廃棄物処理・リサイクルに関わる各主体(公共・住民・産業)間お

よび処理システムとの関連構造を把握したうえで、それらを考慮した総合的な処理システム設計を合理的かつ合目的に決定するための制御数学理論を用いた数理計画モデルの構築を行うこととした。

2. 関連主体の関係構造に関する検討

システムモデルの同定に際して、まずそのシステムに関連する要素をすべて抽出しそれらの関連を正確に把握することが必要である。そこでまず、ごみ処理関連主体を、処理システムの運営管理を行う自治体、製品を消費しごみを排出する一般消費者、資源ごみを回収しリサイクルを行うリサイクル関連産業、そして製品を一般的な製品を作り出す一般産業の4つに大きく分け、その各主体の役割と主体間の関係を明確にした。その概要図を図-1に示す。

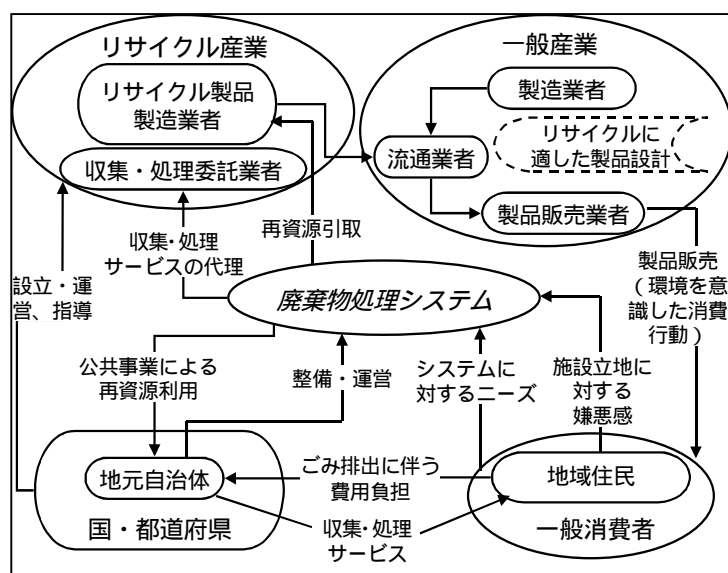


図-1 各主体間の関係概要図

3. 一般廃棄物処理システム計画モデルの検討

ここでは、2で行った各主体間の関係、を考慮しつつ、一般廃棄物処理システム計画モデルの定式化を行った。それを簡略化したものを図-2に示す。式(1)は本モデルの目的関数である計画期間(T)におけるトータルシステム収支の最大化を示している。そのシステム収支の内容については図-3に示す。式(2)~(4)までは、それぞれシステム収支、埋立処分量、施設の整備状況に関する状態方程式を示しており、(5)~(7)はそれぞれトータルシステム収支、トータル埋立処分量、施設整備状況の初期設定である。また本モデルの計画変数は、各期において施設を建設するか建設しないかを表す変数である。

キーワード：リサイクル、一般廃棄物処理システム計画モデル

連絡先：〒525-0058 滋賀県草津市野路東 1-1-1 (TEL 077-561-2736, FAX 077-561-2667)

$$\begin{aligned}
 & \text{obj} : M_{s\&t}(T) \Rightarrow \max \quad (1) \\
 & \text{sub .to.} \\
 & M_{s\&t}(t) = M_{s\&t}(t-1) + M_{\text{sys}}(t) \quad (2) \\
 & W_{l\&t}(t) = W_{l\&t}(t-1) + W_l(t) \quad (3) \\
 & C_{\text{ins}}^j(t) = C_{\text{ins}}^j(t-1) \\
 & \quad + T_{\text{end}}^j(t) \cdot N_{\text{com}}^j(t) - C_{\text{exp}}^j(t) \quad (4) \\
 & M_{s\&t}(0) = 0 \quad (5) \\
 & W_{l\&t}(0) = 0 \quad (6) \\
 & C_{\text{ins}}^j(0) = {}_0C_{\text{ins}}^j \quad \text{for all } j \quad (7)
 \end{aligned}$$

定義

$M_{s\&t}(t)$: トータルシステム収支
 $M_{\text{sys}}(t)$: t期のシステム収支
 $W_{l\&t}(t)$: トータル埋立処分量
 $W_l(t)$: t期の埋立処分量
 $C_{\text{ins}}^j(t)$: 施設の整備状況
 $T_{\text{end}}^j(t)$: 施設耐久年数
 $N_{\text{com}}^j(t)$: 施設整備必要性(0, 1)
 ${}_0C_{\text{ins}}^j$: 施設整備の初期状態

図 - 2 一般廃棄物処理システム計画モデルの定式化

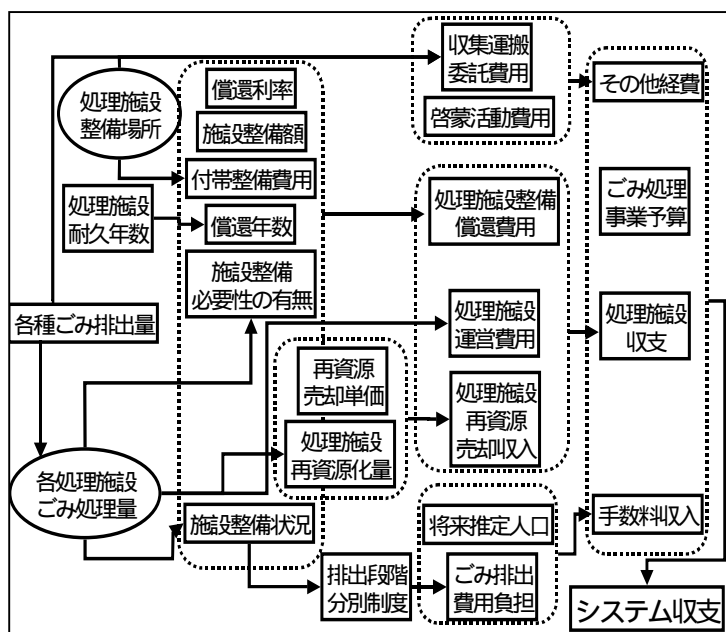


図 - 3 各期におけるシステム収支の概要図

4. 一般廃棄物処理システム計画モデルの解法に関する検討

本モデルの解法としては、離散型最大原理を用いており図 - 2の定式化の(2)(3)(4)の状態方程式からハミルトニアンを導出すると下記式(8)のようになる。ここで、 ψ は本モデルの計画変数である各期、各施設の整備状況である。

$$\begin{aligned}
 H(t) = & \lambda_1(t) \cdot (M_{s\&t}(t-1) + M_{\text{sys}}(t, \psi)) \\
 & + \lambda_2(t) \cdot (W_{l\&t}(t-1) + W_{\text{las}}(t, \psi)) \\
 & + \lambda_3(t) \cdot (C_{\text{ins}}(t-1) + N_{\text{com}}(t, \psi)) \quad (8)
 \end{aligned}$$

また、補助変数に関する関係式が下記(9)(10)(11)のように成り立ち、終端条件とから下記(12)のようにハミルトニアンが導出される。

$$\lambda_1(t-1) = \frac{\partial H(t)}{\partial M_{s\&t}(t-1)} = \lambda_1(t) \quad (9)$$

$$\lambda_2(t-1) = \frac{\partial H(t)}{\partial W_{l\&t}(t-1)} = \lambda_2(t) \quad (10)$$

$$\lambda_3(t-1) = \frac{\partial H(t)}{\partial C_{\text{ins}}(t-1)} = \lambda_3(t) \quad (11)$$

$$\begin{aligned}
 H(t) = & M_{s\&t}(t-1) + M_{\text{sys}}(t, \psi) \\
 & + k(W_{l\&t}(t-1) + W_{\text{las}}(t, \psi)) \quad (12)
 \end{aligned}$$

この(12)式のkを各制約条件を満たすように修正しながら、各期ハミルトニアンを最大化することにより最適化が得られることとなる。

5. おわりに

本研究では、一般廃棄物処理システム計画問題に関して、総合的で合理的な検討を可能とするため、廃棄物処理・リサイクルに関わる各主体(公共・住民・産業)を総合的に捉えた一般廃棄物処理システム計画モデルを開発し、現実レベルでのモデル分析を行うことにより、地域にとって必要な廃棄物処理システムの効果的・効率的構築のための方法論の提案を行った。なお、滋賀県草津市を対象とした実証分析に関しては紙面の都合上割愛し発表時に述べることとする。