

広域地域における一般廃棄物処理システム整備計画に関するモデル分析

立命館大学 正会員 春名 攻
立命館大学 正会員 ○立花 潤三
立命館大学大学院 学生員 大友 智

1. はじめに

現在、我が国においては、環境問題や資源保全への意識の高まりを背景とし、最終処分場の確保難等の問題解決への対応も含めて、一般廃棄物処理システムの見直しが進められており、安全で合理的かつ効率的な一般廃棄物処理システムの整備が強く求められている。

このような状況のもと、本研究では一般廃棄物処理システム整備計画の基本計画段階における計画モデルの開発と実証的モデル分析を通して、今後の一般廃棄物処理システム整備のあり方に関する検討を行うこととした。

2. 計画モデルの概要

本研究で構築した計画モデルの概要を図-1に示す。本計画モデルは大きく分けて「一般廃棄物排出量推計

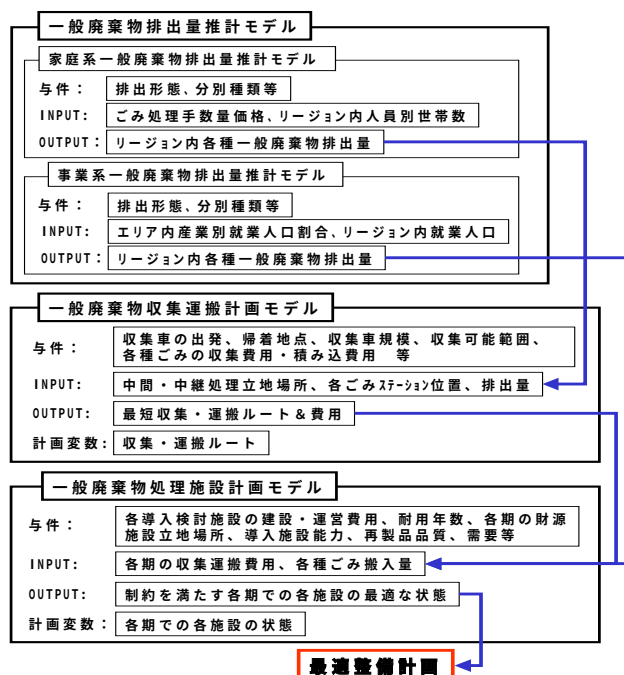


図-1 各モデルのフロー図

モデル」、「一般廃棄物収集・運搬計画モデル」、そして「一般廃棄物処理施設整備計画モデル」の3つのモデルで構成される。「一般廃棄物排出量推計モデル」で求められた各集積所における一般廃棄物排出量が「一般廃棄物収集・運搬計画モデル」に、「一般廃棄物収集・運搬計画モデル」で求められた最適収集・運搬費用が「一般廃棄物処理施設整備計画モデル」へと INPUT される仕組みとなっている。次項より各モデルの説明を進めていく事とする。

3. 一般廃棄物排出量推計モデルの概要

一般廃棄物排出量推計モデルは、家庭系一般廃棄物と事業系一般廃棄物の排出量推計モデルから成り、いずれのモデルも重回帰分析を用いて各ゴミの排出量原単位を推計することとした。

家庭系一般廃棄物排出量推計モデルでは、排出量原単位 (t/世帯・年) は重回帰分析の結果主に、各世帯別人口、分別数、排出に際する費用負担制度の有無、などが説明変数として選択される結果となった。

また、事業系一般廃棄物排出量推計モデルでは、排出量原単位 (t/就業人口・年) は産業中分類における就業人口割合で説明されると仮定し、任意の地域内において各期各産業の就業人口割合および就業人口を入力することで排出量を求めることとした。

4. 一般廃棄物収集・運搬計画モデルの概要

本モデルの簡単な定式化を図-3に示す。

本モデルは、一般廃棄物の収集対象地をゾーン分割し、各ゾーン内において最適な収集・運搬ルート、及び収集・運搬コストを求め、対象地全体における最小収集・運搬コストを算出するモデルである。その際、モデルの与件条件は、収集車基地の場所、収集車の積荷（各一般廃棄物）が積載限界量を超えた場合にそ

キーワード：リサイクル、一般廃棄物処理、数理計画モデル

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)

の積荷を搬入する施設（各種中間処理施設）の場所と施設の種類、施設の処理能力限界量、各収集ステーションの数、位置、そこから排出される各一般廃棄物排出量、単位距離あたりの収集運搬費用、収集車の平均速度、収集車の積載限界量である。

目的関数

$$\sum_{i,j} c_{ij} \cdot \delta_{ij} \rightarrow \min \quad (i \neq j)$$

制約条件

$$\sum_{i \neq i'} \delta_{ij} = 1 \quad \sum_{j \neq j'} \delta_{ij} = 1 \quad i' \neq j' : \text{中継施設もしくは中間処理施設}$$

$$\sum_{i \in I_z'} w_i \leq b' \quad \sum_{i \in I_z} w_i^k \leq b_k$$

$$u_i - u_j + n \delta_{ij} \leq n - 1 \quad i, j = 0, 1, \dots, n \quad (i < j)$$

C_{ij} : ゾーン内station i から j までの収集運搬コスト

δ_{ij} : ルート ij を選択する時1、しない時0のクロネッカーデルタ

w_i : station i でのごみ排出量 (t/日) w_i^k : 施設 k に搬入されるごみ量 (t/日)

b' : 車両積載限界量 (t/台) b_k : 施設 k の限界処理量 (t/日)

u_i : 収集車がstation i に到着する際、始点から数えて t 番目にあるとき、 $u_i = t$ となる補助変数

n : ゾーン内のstationの総数

図－2 一般廃棄物収集運搬計画モデルの定式化

5．一般廃棄物処理施設整備計画モデルの概要

一般廃棄物処理施設整備計画モデルは、各導入検討施設の建設費用、運営・管理費用、耐用年数、各施設立地場所、各施設での処理による生成物および一般廃棄物量の減量率、各施設が処理可能な一般廃棄物の種類を与件条件とし、制約条件として各期の財源や最終埋立量、目的関数を計画年次内でのトータル収支の最小化とした時の、各期における一般廃棄物処理施設の

目的関数

$$V(T) \rightarrow \min$$

状態方程式

$$P(t) = p(s(t)) + P(t-1)$$
$$V(t) = V(t-1) + v(s(t))$$

境界条件

$$P(0) = 0 \quad P(T) : \text{FREE}$$
$$V(0) = 0 \quad V(T) \leq 0 \quad (: \text{NOT FREE})$$
$$s(0) = \{0, 1, 0, \dots, 0\} \quad (: \text{NOT FREE})$$

定義

$V(t)$: t 期までの一般廃棄物処理にかかるトータル費用

$v(s(t))$: t 期における一般廃棄物処理にかかるトータル費用

$P(t)$: t 期までの最終ゴミ埋立量

$p(s(t))$: t 期における最終ゴミ埋立量

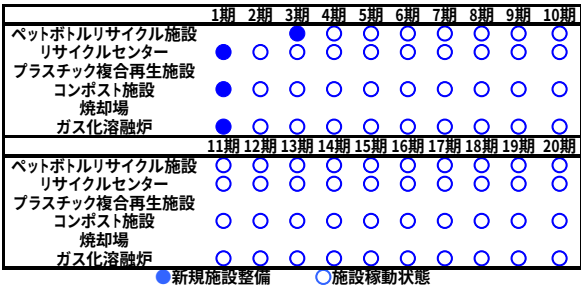
$s(t)$: t 期における一般廃棄物処理施設の整備状況

図－3 一般廃棄物処理施設整備計画モデルの定式化

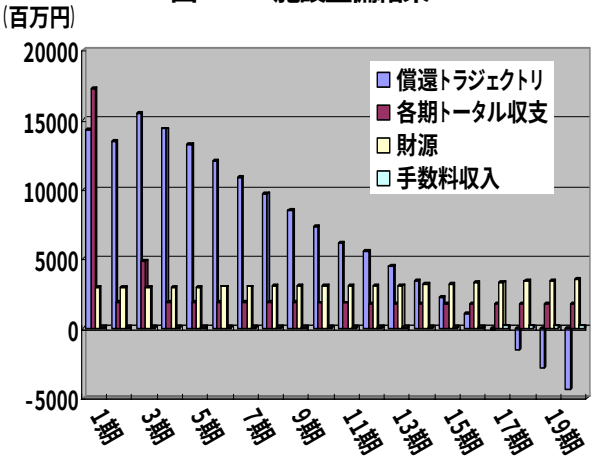
整備施設種類と整備時期を決定する制御数学モデルである。システムの整備、運営における各期の収入としては、財源及び各リサイクル材の売却利益、処理手数量収入等があり、支出としては施設の運営費用と処理費用、施設の建設費用、施設立地状況に対応した各一般廃棄物収集運搬コスト等がある。本モデルの簡単な定式化を図－3に示す。

6．モデル分析結果

滋賀県湖南地域を対象地としたモデル分析の結果一例を図－4図－5に示す。これは本研究における最適整備計画を示す施設整備時期・施設稼動状況およびシステムの収支に関するトラジェクトリを表している。



図－4 施設整備結果



図－5 償還の経緯

7．おわりに

本研究では、一般廃棄物処理システム整備計画において、総合的で合理的な処理システムを目指した数理計画モデルを構築した。そして現実レベルでのモデル分析により、一般廃棄物処理システムの合理的・効率的構築のための方法論を提案することができたと考える。なお、各モデルで行った定式化及び実証分析に関しては紙面の都合上一部割愛し、発表時に述べることにする。