

最終処分場適地選定エキスパートシステムの開発に関する研究
—システムの考え方と構築方法—

DEVELOPMENT OF AN EXPERT SYSTEM FOR LANDFILL SITE SELECTION
— THE CONCEPTS AND METHODOLOGY OF THE EXPERT SYSTEM

萬 久光*・島岡 隆行**・花嶋 正孝**・岡本 敏之**・古賀 憲一***
Hisamitsu YOROZU*, Takayuki SHIMAOKA**, Masataka HANASIMA**,
Toshiyuki OKAMOTO**, Kenichi KOGA***

(全文審査の上、受理。1994年 7 月 25 日)

ABSTRACT ; In this report, the concepts and methodology of an expert system developed for landfill site selection are presented. The use of the developed system has two important advantages; the first is a remarkable reduction in time and expense, and the second is the involvement of the inhabitants which will lead to the so-called 'agreement formation'. For the agreement formation, the inhabitants must be allowed to participate in the planning and they should receive all the information necessary for the decision process. In order to solve these problems, the developed expert system has been designed to have two main functions, i.e., (1) the system is simple enough so that the inhabitants, who are not a specialist or an expert, are able to use, and (2) the system is able to provide adequate information concerning suitability and impacts of various alternatives that the administration and the inhabitants are discussing. Based on these concepts, a flow diagram of the system is designed and a concrete construction method is examined. Data collection is carried out to construct a database and a knowledge base. At present, the database of some sites has been constructed and the developed system can be applied to evaluate the suitability of some landfill sites.

KEYWORDS ; expert system, landfill site, solid waste treatment, agreement formation of inhabitants

1. はじめに

廃棄物の発生量は年々増加し、それに伴い種々の問題が生じている。特に、最終処分場の確保が急務の課題となっている。しかし、最終処分場に対する住民合意形成の問題などにより、最終処分場の用地を確保することが極めて困難となる場合も少なくない。また、最終処分場の適地選定作業は広範囲の知識を必要とし、作業も長期間かかるため、自治体だけによる適地選定作業は難しく、大学（学識経験者）やコンサルタント（技術者）に作業を依頼し、その結果に基づいて事業を進めたり、時には適地選定作業を十分に行わず、適地選定理由を明確にしないまま事業を進める場合も見受けられる。

本研究では、人工知能の分野で開発された「エキスパートシステム」の概念^{1)~3)}を利用し、作業時間の短縮、経費の削減に加え、住民の合意形成を支援するシステム構築を考えた最終処分場適地選定エキスパートシステムの開発を行うことを最終目的とし、本報告では、システム全体の考え方と構築の方法について示している。

* (有)環境空間クリエイト Environment Space Create Co., Ltd. **福岡大学工学部土木工学科 Dept. of Civil Engineering, Fukuoka Univ. ***佐賀大学理工学部建設工学科 Dept. of Civil Engineering, Saga Univ.

2. エキスパートシステムについて

エキスパートシステムは、専門家でなければ解決できない問題を専門家にかかわって解決するシステムである。本システムでは、一つの分野の専門知識のみではなく、多分野の専門知識を必要とするため、これらの知識を統合する形で構築する必要がある。

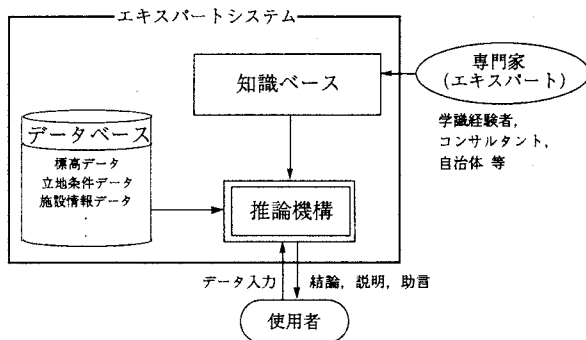
本システムは、図－1に示すように、①知識ベース、②推論機構、③データベースの3要素から構成されている。各要素の役割を以下に示す。

①知識ベース：学識経験者等の専門家の知識や

経験を保管するところであり、「もし～ならば～である。」というプロダクションルール型により、事象間の関係が断片的に整理、保管されている。

②推論機構：知識ベース内の知識や外部から与えられたデータを利用して、専門的な判断・推論を進める手段であり、本システムでは「大創玄」をベースとする。

③データベース：全体の作業を進めていく上で必要となるデータを管理するところであり、状況に応じて知識ベースや推論機構で利用される。



図－1 エキスパートシステムの概念図

3. システムの特徴と構築の考え方

本システムを構築する場合の問題点としては、以下の2点が考えられる。

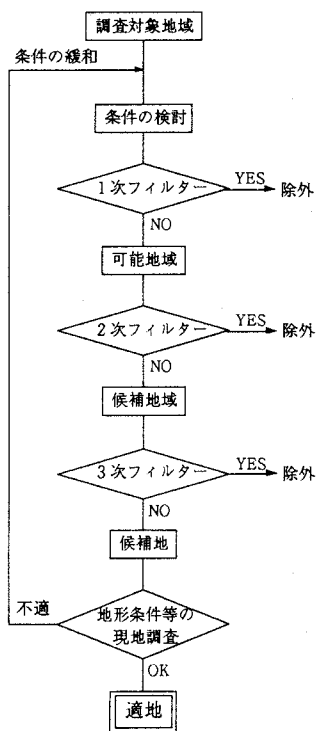
①最終処分場の適地選定作業を行う上での問題点

②住民の合意形成に係わる問題点

適地選定作業は、一般的に図－2のような手順で行われている。第3次フィルターをかけた時点で残った地域が少ない場合には、第1次から第3次フィルターの中で比較的問題にならないと思われる項目をフィルター条件から除外し、再度行うことになる。これらの具体的な作業は、フィルターとなる項目の条件に一致する領域を塗りつぶし、重ね合わせることになるが、フィルターの項目が多いこともあって、比較的時間を要する作業となる。その他の方法として、最初に対象地域全体から埋立容量の条件を満足する候補地を全て選出し、各候補地の立地条件を調べることにより、候補地を絞り込む方法も考えられるが、最初の段階での作業に技術と時間を要する。いずれの方法にしてもかなりの時間と経費を必要とするため、本システムを構築する場合には、時間の短縮と経費の削減が必須条件となる。

さらに、最終処分場建設における現状の問題点を考えると、適地選定作業がよりスムーズに行えることはもちろんであるが、本システムが最終処分場建設計画の全般にわたり利用可能となるためには、住民の合意形成を考慮したものであることが必要である。

住民の合意形成については、最終処分場の建設反対に対する理由として、①施設に対する嫌悪感、②施設による公害や地域環境悪化への心配、③飲用水源の汚染に対する心配、④最終処分場の必要性や選定理由の不明確さ、⑤手続き等の不備からくる行政不信、等いろいろなケースが挙げられ、さらには個人的感情や政治的な要因までもが建設の合意に影響することもある。これらの内容を本システムで考慮する場合、定量的に評価するのは困難である。住民の合意形成上で有効な方法として、古市⁴⁾は、①住民の参加（特



図－2 適地選定のフロー

に、計画段階からの参加)、②適切な情報の伝達を挙げており、また原科ら⁷⁾は、日頃からの住民との情報の伝達による教育や学習が合意形成上重要であると考えている。

本システムにおいても、住民の合意形成を支援するためには、これらの方法が有効であると考えている。すなわち、本システムでは、以下の条件を有することが必要と考える。

- ①住民参加が可能である。
- ②最終処分場の選定理由を明確にできる。
- ③適切な情報伝達の場合となり、教育や学習のための機能を有する。

また、本システムの中で住民参加ができるためには、以下のような機能が必要と考える。

- ④行政、住民、技術者等のそれぞれの立場からの適地選定が可能である。
- ⑤行政と住民との協議の中で、本システムが専門家(学識経験者、技術者等)の役割を担える。

4. システムの構築

4. 1 システムの概要

前項で述べた考え方をもとに作成した、最終処分場適地選定エキスパートシステムのフローを図-3に示す。また、本システムの考え方(特徴)とその具体的な導入方法を表-1に示す。本システムの全体的な流れは、大きく「最終処分場の必要性を検討する段階」、「地形図から候補地を選出する段階」及び「最終処分場の適地を選定する段階」の3段階から構成されている。各々の段階は、いずれも「データベース」、「知識ベース」及び「使用者との対話」を行う部分を有しており、全体を通して作業できることはもちろんであるが、各段階を単独でも利用できる。また、各段階において、行政、住民、技術者等のいずれもが利用できるようにする。

本システムでは、最終処分場の適地選定をその作業だけを考えるのではなく、跡地利用等も含めた計画段階から考えることにより、最終処分場の必要性や最終処分場の選定理由をより明確にでき、住民参加等についてもより早い段階から行えるようになる。適地選定作業についても、行政や技術者が利用できることはもちろん、住民が住民の立場で利用できるようにすることにより住民参加が可能となる。また、処理・処分の問題点、最終処分場の必要性、適地の選定理由、住民合意形成上の問題点等の住民が知りたい情報を、対話形式で利用可能とすることにより、本システムが適切な情報の伝達手段となり、同時に日頃から情報伝達を利用することで、教育や学習の機能が期待できる。

4. 2 データベース及び知識ベースの構築方法と収集

データベース及び知識ベースの構築については、現在、「地形図上からの候補地の選出」と「適地の選定」の段階を中心に、データや知識の収集を行っている。

(1) 必要性の検討の段階

この段階では、「発生量、処理・処分量の実績」については、各自治体のデータを収集し、『発生量の将来予測』を行う上の基礎データとする。『処理・処分方法』、『跡地利用方法』、『施設の情報』等については、現状において得られるデータをできる限り多く収集し、『発生量の将来予測』で得られた結果とともに、『廃棄物処理の基本方針』、『処理・処分方法』、『最終処分場の必要性』及び『最終処分場の規模』等を検討する基礎データとする。

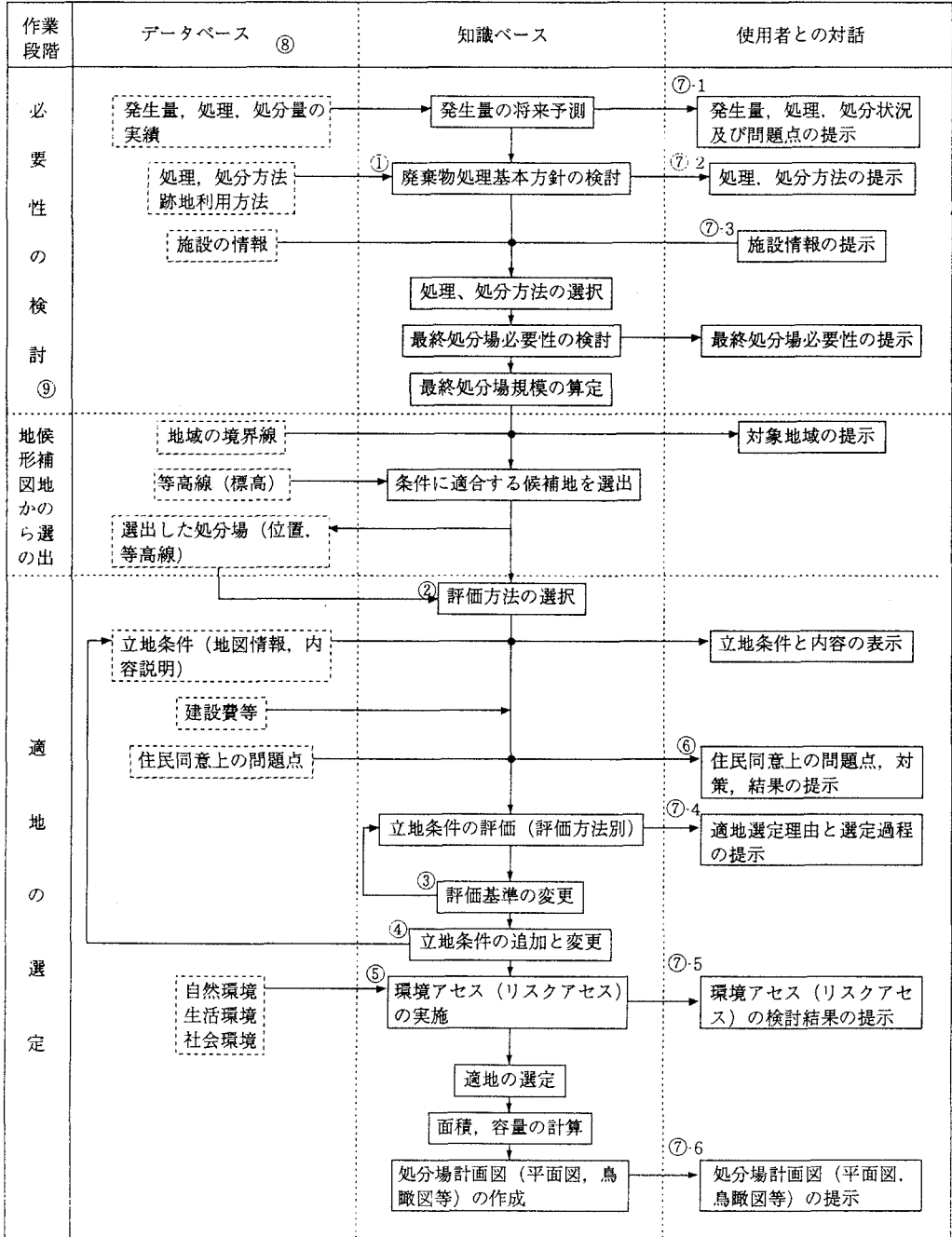
(2) 地形図上からの候補地選出の段階

この段階では、対象地域を限定するための「地域の境界線」と『条件に適合する候補地を選出』するための「標高(等高線)」のデータが必要である。標高や等高線の情報は、国土地理院から発行されている2万5千分の1の地形図が一般的であるが、これらの情報からデータベースを構築するには膨大な時間を要するため、本システムでは国土地理院の数値地図情報⁸⁾(標高データ)を用いる。また、用途に応じて加工し、埋

立面積・容量の計算、計画図（平面図、鳥瞰図等）の作成を可能にすることにより、計画者側の時間の短縮や経費の削減が行える。

（３）適地の選定の段階

この段階で必要となる土地利用状況、土地利用に関する法的規制状況、防災・保全等の規制状況、自然公園、地質等の「立地条件」については、５万分の１の地図等で提供されているのが一般的であるが、「標高



※図中の番号は、表-1の具体的な方法の項に示す番号に相当する。

図-3 最終処分場適地選定エキスパートシステムのフロー

(等高線)」デー

タ同様、これらの情報からデータベースを構築するには時間を要する。そのため、本システムでも、国土地理院の数値地図情報を中心に収集する。現在、土地利用、文化財、防災、地形・地質、自然公園等の立地条件について

は、数値地図情報を用いたデータベース化が可能となっている。

これらの「立地条件」と「建設費等の単価」をもとに『立地条件の評価』を行うことになるが、評価方法（オーバーレイ法、スコア法、マトリックス法、チェックリスト法等）を選択でき、評価方法別の評価が可能である。現在、図-4に示す62のルールからなる『立地条件評価』のための知識ベースを構築している。各ルールは、図-5に示すような形で整理されている。これらのルールを用い、スコア法によるほぼ現実的な評価が行えるようになっており、評価結果の一例を表-2に示す。

「住民同意上の問題点等」に関するデータについては、文献による収集に加え、自治体への聞き取り調査による収集を行っている。現在までに2つの自治体（組合）への聞き取り調査を行っている。この2つの組合は、住民の合意形成が行えず建設を断念した組合と、住民の合意形成を行えた上で建設し、現在新たな処分場の建設問題に直面している組合である。住民の合意が得られなかった組合については、候補地の選定が政治的な要因で決定され、地元交渉の地区は16行政区にも及んでいた。また、各行政区間には市長選挙等をめぐる政治的な利害関係があるなど、政治的影響が強い組合であった。後者の組合は、候補地選定のための作業を組合独自で行い、地元交渉においても政治的なからみは全くなかった。交渉には6年を要し、最初の4年間は聞く耳

表-1 エキスパートシステムの特徴と導入方法

エキスパートシステムの特徴		具体的な方法
1) 住民参加が可能である。	4) 行政、住民、技術者等のそれぞれの立場からの適地選定が可能である。	① 跡地利用、周辺施設整備について計画できる。 ② 評価方法を選択できる。 ③ 決定者（対話者）の判断基準に応じた評価ができる。 ④ 立地条件の追加、変更ができる。 ⑤ 環境アセスメントのための調査内容の計画、影響予測、評価ができる。 ⑥ 最終処分場の計画段階から利用できる。
	5) 行政と住民との協議の中で、専門家（学識経験者、技術者）の役割を担える。	⑥ 住民同意上の問題点とその対応策を提供できる。 ⑦ 住民が知りたい情報を提供できる。 1. 処理・処分の現状・将来 2. 処理・処分方法の検討 3. 施設の情報（過去、現在、将来） 4. 適地の選定理由及び選定の過程 5. 環境アセス（リスクアセス）の検討結果の提示 6. 計画施設の内容
2) 最終処分場の選定理由を明確にできる。		⑤ 環境アセスメントのための調査内容の計画、影響予測、評価ができる。 ⑦ 住民が知りたい情報を提供できる（⑦1～6）。
3) 適切な情報伝達場となり、教育機能や学習機能を有する。		⑦ 住民が知りたい情報を提供できる（⑦1～6）。 ⑧ データベースを単独で使用できる。

ルールベース

	ルール数
1. 法的規制状況	
Ⅰ. 自然公園	4
Ⅱ. 自然環境保全	3
Ⅲ. 文化財保護	4
2. 土地利用状況	
Ⅰ. 土地利用基本計画	7
Ⅱ. 土地利用	11
3.	
Ⅰ. 防災	5
4. 水環境	
Ⅰ. 飲用水源	8
Ⅱ. 河川・水路	4
5. 民家及び集落等	
Ⅰ. 位置、距離、件数	5
6. 搬入条件	
Ⅰ. 主要アクセス道路までの状況	8
Ⅱ. 取付け道路の整備状況	3
合計	62

図-4 技術的评价に関する知識ベース

ルール番号2

もし 1) 候補地は「国立公園」と重複している

ならば 1) 建設には「国の許可」が必要である
2) 法的規制状況は2点である

ルール番号42

もし 1) 水源の位置は「下流」である

かつ 2) 水源までの距離は「 $\leq 5\text{km}$ 」である

かつ 3) 水源の種類は「表流水」である

ならば 1) 水環境は3点である

図-5 プロダクションルール

をもたなかった住民が、広報活動や地元住民との勉強会等の日頃の活動を通して合意し、現在では行政区自から新しい土地を提供するまでに至っている。これらの聞き取り調査結果と文献等で得られる住民合意形成上の問題点を、聞き取り調査で得られたような異なるケースごとに整理し、対話形式で利用できるようにする。

表-2 スコア法による評価結果

評価項目	候補地A	候補地B
評価・1.1	国立公園	———
評価・1.2	国指定特別鳥獣保護区	———
評価・1.3	国指定史跡名勝天然記念物	埋蔵文化包蔵地
評価・2.1	保有林	農用地
評価・2.2	森林（雑木林）	果樹園（整備あり）
評価・4.1	水源の位置は上流	水源の位置は下流
		水源までの距離は＞5 km
評価・4.2	河川の水量は多い	河川の水量は少ない
評価・5.1	民家の位置は開口部	民家の位置は横方向
	民家までの距離は＞2 km	民家までの距離は＞5 km
評価・6.1	主要アクセス道路までの距離は＞2 km	主要アクセス道路までの距離は＞2 km
	道路の拡幅は不必要	道路の拡幅は必要であるが建設は容易
評価・6.2	取付け道路の整備は容易	取付け道路の整備は困難
評価結果	10ポイント	8ポイント

本システムでは、使用者（行政、住民、技術者等）が表示された評価結果や「住民同意上の問題点」等を見ながら、使用者の立場から『評価基準の変更』や『立地条件の追加と変更』ができる。以上の評価に加え、「自然環境、生活環境、社会環境」に基づいた『環境アセスメントやリスクアセスメント』の結果から、適地の選定を行うことになる。選定された候補地については、標高データを加工したもののから面積・容量の詳細な計算を行い、最終処分場の計画図（平面図、鳥瞰図等）を作成する。

5. おわりに

本報では、最終処分場適地選定のためのエキスパートシステムの開発を目的として、システム全体の考え方とその構築方法について示した。現在、立地条件及び住民の合意形成上の問題点に関するデータ、立地条件評価のための知識の収集を行っており、①スコア法等による立地条件の評価、②数値地図情報を用いた一部の立地条件のデータベース化、が可能となっている。しかし現時点において、①スコア法以外の評価方法の検討、②数値地図情報である標高データの加工方法、③数値地図情報で入手できない立地条件のデータベース化、等解決しなければならない問題点が残されている。今後は、これらの問題点を解決するとともに、「必要性の検討」等の部分の構築を行い、全体を充実させるための幅広い分野からデータの収集を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 上野 晴樹、小山 照夫：エキスパートシステム、オーム社、1988
- 2) 甲斐沼美紀子：環境管理のためのファジィ・エキスパート・システム、日本ファジィ学会誌、Vol2、No.2、pp.43～52、1989
- 3) 上野 晴樹：知識工学入門、オーム社、1991
- 4) 古市徹：最終処分場立地計画における環境リスクと合意形成、日本リスク研究学会誌、4(1)、pp.46～54、1992
- 5) 廃棄物学会研究委員会廃棄物計画部会：平成4年度廃棄物計画部会研究活動報告－廃棄物計画論の確立をめざして(2)－、1993
- 6) 古市徹、菅しのぶ：廃棄物処理施設の計画と住民合意、都市清掃、第47号、pp.49～53、1994
- 7) 原科幸彦：環境アセスメント、(財)放送大学教育振興会、1994
- 8) 建設省国土地理院監修：数値地図ユーザーズガイド、(財)日本地図センター発行、1992