

災害廃棄物処理対策の評価と訓練のためのエキスパートシステムの試作

岡山大学 学生会員 ○福山 智輝
岡山大学 正会員 藤原 健史

1. はじめに

日本ではたびたび地震による大災害が発生しており、今後も南海地震等による災害発生が予測されている。東日本大震災当時は災害廃棄物対策が不十分であったことが都市の復旧・復興までに長い時間を要した原因のひとつと考えられる。そういった過去の経験をもとに災害発生直後から災害廃棄物への対応を取ることができるような災害への備えが重要視されるようになった。現在、自治体は災害廃棄物対策マニュアルの整備に取り組み、さらに地域ブロックごとの災害廃棄物処理訓練が行われ始めている。しかし、対策マニュアルに従って正確に勝つ反復して訓練しようとする、紙ベースだけでは対処行動の検索に時間がかかり、実施には限界がある。そのため訓練や被災時の自治体職員の意思決定を補助するシステムがあることが望ましい。そこで本研究では災害廃棄物処理対策の評価や訓練に使用することを目的として、まず災害廃棄物対策行動のルールベースを追加・改良し、それをもとに意思決定を伴いながら対策行動の時間遷移をシミュレートできるエキスパートシステムを試作した。

2. 方法

エキスパートシステムの構成部分である、対策行動に関するルールベース、意思決定機能を作成する。

(1) 「if-then 形式」ルールベース

本研究では、災害廃棄物対策協議会中国ブロックの図上訓練に使用された災害廃棄物処理の大手順を基に、「どのような条件」で「各対処行動を発動するのか」という行動原理を明らかにして、対処行動の手順を if-then 形式のルールで表現することにした。すなわち、if 部には対処行動等の事象が発動するために必要な事実を記述し、then 部には条件が満たされることで発動する事象を記述する。このように知識をルール化し、蓄積したものをルールベースと呼ぶ(図 1)。

if	関係	状態	Then	行動
災害廃棄物総括者の決定	>=	完了	災害廃棄物各担当者の決定	発動
			市役所内部の連絡手段の確保	行政開始
			&市保有処理施設等との連絡手段の確保	行政開始
			&発動: 外部との連絡手段の確保	発動
if	関係	状態	Then	行動
発動: 外部との連絡手段の確保	>=	完了	同一県内市町村との連絡手段の確保	行政開始
			協定締結自治体との連絡手段の確保	行政開始
			協定締結団体・事業者等との連絡手段の確保	行政開始

図 1 ルールベースの一部

(2) 前向き推論

ルールベースを先頭からスキャンし、if 部の事実に関する条件が全て満たされていると、then 部の行動を発動する機能を「前向き推論」と呼び、全ての行動が完了すると対策が終了する。本研究では、ルールベースに従い、発災から仮置場への運搬開始までの災害対策シミュレーションを行う。

(3) 対処行動の発動から完了まで

対処行動には発生から完了までの行動達成期間が存在し、それを人数やトラック台数などの要素を考慮して「標準工程日数(人数×車などの資源数×日数 or 時間数)」と表現することにする。「住民への暫定置場の広報」を例とすると、広報が開始される時点での担当職員数で標準工程日数を割ると、住民への暫定置場の広報にかかる期間が求められる。本研究では各対処行動における標準工程日数は協議会の大手順¹⁾を参考におおまかに設定した。しかし、過去の事例から仮定の値を類推している部分もあり、今後ヒアリングを行うなどの必要がある。

キーワード 災害廃棄物対策、ルールベース、エキスパートシステム、災害対策シミュレーション

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学院環境生命科学研究科 藤原研究室

T E L 090-7877-4517

(4)意思決定機能

災害対策シミュレーションを行っていく中で、「発災時点での担当者の在・不在」や「災害廃棄物の処理方法」など、状況や判断によってその後の対処行動の流れが変化する場合も想定して、シミュレーション中に操作者に判断を尋ねる「意思決定表示」という機能を設計した(図 2)。意思決定表示では単数または複数の状況・判断を操作者が選択し、その判断によって対処行動の所要時間を変更することや、ルールを分岐させることが可能となった。図 2 の意思決定例の場合は、「総括者が発災時から担当可能か・総括者が不在であるか」の選択を操作者が判断することで総括者の決定における所要時間が変更し、その時間に合わせて後の対処行動が発動されていく(図 3、図 4)。

「災害廃棄物総括者の決定」としてどれを選びますか

☒ 選択1

災害廃棄物総括者は担当可能

☐ 選択2

災害廃棄物総括者が不在

OK

図 2 意思決定の例

	11日				
Facts	12時	13時	14時	15時	
地震・津波の発災	■				
発動:フェーズ1		□	■		
発動:フェーズ1-1			■		
災害廃棄物総括者の決定				□	■
災害廃棄物各担当者の決定					■
市役所内部の連絡手段の確保					■
市保有処理施設等との連絡手段の確保					■

図 3 発災時に総括者が担当可能

	11日				
Facts	12時	13時	14時	15時	17時
地震・津波の発災	■				
発動:フェーズ1		□	■		
発動:フェーズ1-1			■		
災害廃棄物総括者の決定				□	■
災害廃棄物各担当者の決定					■
市役所内部の連絡手段の確保					■
市保有処理施設等との連絡手段の確保					■

図 4 発災時に総括者が不在

3. シミュレーション

本研究では一次・二次仮置場への運搬が開始される時点までの対処行動を if-then 形式で 143 個のルールを作成し、その中に状況に応じた訓練者の判断を求めるルールを 4 つ設けた。

結果は右に示す(図 5)。

		3月		2011年 4月	
		29日	30日	31日	2日 4日
#	Facts				
133	収集運搬ルートを立案	■			
134	運搬ルート(道路)沿いに住民が出した土砂等が入っている土嚢袋の取り除き	■			
135	収集運搬を事業者1に要請		■		
136	[県]依頼:収集運搬の協力		■		
137	収集ルートをふまえて、収集業者1に収集の指示			■	
138	報告:フェーズ2-4				■
139	報告:仮設トイレの調査				■
140	一次仮置場の受入開始				■
141	一次仮置場から搬入・搬出状況の確認開始				■

図 5 シミュレーションの結果

4. 結果

本研究では、災害廃棄物の対処行動について発動条件などの行動原理を明らかにし、if-then 形式のルールに書き換えることでルールベースを作成し、意思決定機能などを加えてエキスパートシステムを構築し、災害対策シミュレーションを行った。その結果、市町村における一次仮置場の運搬開始までの対処行動の流れを作成することができ、さらに本システムを災害廃棄物処理分野で使用するものの有用性として以下のことが明らかとなった。

- ・全体の対処行動の流れと期間がわかる
- ・ルールを改善することで効率的な処理対応を検討
- ・自治体の職員が個人で任意の時間で反復的な手順の学習ができる

今後は、仮置場への運搬ルートや仮置場・処理処分施設の容量、トラック台数等の資源数の変動などをモデル化することで、より発展的なエキスパートシステムの構築を行っていく予定である。

謝辞 オブザーバとして参加させていただきました環境省中国四国地方事務所及び災害廃棄物対策協議会中国ブロックの皆様には謝意を表します。

参考文献

1) 環境省中国四国地方環境事務所, 平成 27 年度大規模災害における中国四国ブロックでの広域的な災害廃棄物対策に関する調査検討業務報告書(平成 28 年 3 月)

2) 情報処理学会, 知識工学, オーム社(昭和 62 年 5 月)

3) 環境省東北地方環境事務所, 東日本大震災により発生した被災 3 県(岩手県・宮城県・福島県)における災害廃棄物等の処理記録(平成 26 年 9 月)