

(17) 災害廃棄物処理計画・処理実行計画の 作成支援を目的としたオントロジーの開発

矢吹 信喜¹・有賀 貴志²・中野 正樹³・
酒井 崇之⁴・大塚 義一⁵・岩下 将也⁶

¹フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

²正会員 株式会社コンポート 代表取締役 (〒191-0011 東京都日野市日野本町 3-8-3)

E-mail: t.aruga@conport.jp

³フェロー会員 名古屋大学教授 大学院工学研究科 土木工学専攻
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: nakano@civil.nagoya-u.ac.jp

⁴正会員 名古屋大学助教 大学院工学研究科 土木工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: t-sakai@civil.nagoya-u.ac.jp

⁵正会員 株式会社奥村組 営業本部 (〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1)

E-mail: yoshikazu.otsuka@okumuragumi.jp

⁶正会員 株式会社奥村組 技術研究所 (〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387)

E-mail: masaya.iwashita@okumuragumi.jp

災害廃棄物の処理実行計画は発災後至急策定しなければならないが、多くの時間を要するなどの課題が山積している。そこで本研究グループでは、AI等を活用し実効性のある処理実行計画の策定に資する自動作成支援システムの開発を実施している。本論はその一環として、災害廃棄物の処理実行計画書等の関連文書で使用される各種用語を洗い出し、語彙、概念、意味の機能的な知識の体系化を行うために、これらの用語の概念、属性、関係などを表現するオントロジー (Ontology) を構築したので報告するものである。

Key Words: *ontology, disaster waste, processing plan, action program, artificial intelligence*

1. はじめに

2019年10月の台風19号(令和元年東日本台風)による豪雨災害で発生した災害廃棄物は2020年8月時点の被災自治体からの報告で167万トン、2020年7月豪雨では同年10月27日時点で56万トンに上り、処理期間は1年半から2年以上に及ぶ。各地方自治体では災害に備えた災害廃棄物処理計画の策定に取り組んでいるものの、市区町村では整備が遅れている。また、近年の激甚化する災害時には、処理実行計画の策定に多くの時間を要し、初動対応が遅れる、処理業務が円滑に進まないなどの課題が山積している。そこで、本研究グループでは2020年度からAI等のICTを活用し、平時・発災後において実効性のある災害廃棄物処理計画・処理実行計画の策定

に資する自動作成支援システムの開発を目指し研究を行っている。その中の一つにおいては、被災自治体が策定した処理計画、処理実行計画を比較分析し、計画書作成に必要な項目を整理・抽出し、計画書テンプレートを作成する研究を実施している。我々はその一環として、災害廃棄物の処理実行計画書等に現われる各種用語を洗い出し、これらの用語の概念、属性、関係などを分析し表現するために、AIの一分野であるオントロジー (Ontology) を構築することとした。

2. オントロジー

元来、オントロジーは哲学の存在論を意味しているが、

AI では人やコンピュータと知識を共有し活用するために、言葉、その意味、それらの関係性を明確な仕様として定義することである。例えば、「パソコン」という言葉は特定のパソコン機器ではなく、パソコンと呼ばれるモノの一般化した総称であるので、クラスと呼ぶ。クラスは属性を持つことができ、「パソコンのモニターサイズは 14 インチである」のような場合、モニターサイズは属性で 14 インチは属性値である。属性の関係は **attribute-of (a/o)** の関係で表す。次に、「パソコンは電気製品である」のような上位概念と下位概念の関係は、「A is a B」のように **is-a** の関係で表す。電気製品は上位なのでスーパークラス、パソコンは下位なのでサブクラスと呼び、汎化あるいは特化の関係という。上位のクラスの属性は下位のクラスに継承される。「バッテリーはパソコンの一部である」のような全体と部分の関係は、「A is part of B」のように **part-of (p/o)** の関係で表し、集約あるいはコンポジションの関係と呼ぶ。また、土木関係では「軽トラ」（軽トラック）のような略語が多く用いられるが、これらが同意語であることが明確化される。

オントロジーは土木分野でも、BIM/CIM の 3次元プロダクトモデル IFC (Industry Foundation Classes) の開発段階において利用されている⁹⁾。本研究では、災害廃棄物の処理という一つのドメインを対象にオントロジーを構築し、処理実行計画書の作成支援に資することを目的とする。

3. 災害廃棄物処理に関するオントロジー

本研究では、地方自治体の災害廃棄物の処理実行計画書や作成手引き、環境省の関係書類などを収集し、用いられている各種用語や内容を吟味し、大きく 1) 廃棄物、

2) 場所、3) 作業、4) その他の 4つの概念にクラス分けし、**is-a**, **part-of**, **attribute-of**, 同意語、時間軸の後先の関係などを用いて、オントロジーを構築した。構築に当たっては、「法造」²⁾なるソフトウェアを用いた。構築したオントロジーは非常に大きなネットワークで、全体図を図-1に示す。図中で赤丸で囲まれた線分が集中してハブのようになっている箇所には、「Any」というオントロジー全体ネットワークの根 (root) があり、根から放射状に基本となる複数のクラスに **is-a** の関係でつながる。Any につながるクラスは、1) 廃棄物、および廃棄物に関連するクラスとして、災害、品目、有害物、材質、状態、2) 場所、および場所に関連するクラスとして、候補地、土地種別、域内外、3) 作業、および作業に関連するクラスとして、行為主体、使用道具、4) その他として、法律、補助金、設備、体制、規模の計 18 個である。

「廃棄物」クラスのサブクラスとして「一般廃棄物」と「産業廃棄物」があり、「一般廃棄物」のサブクラスの一つとして「災害時に発生した廃棄物」がある。このクラスには図-2に示すように、属性 (a/o) として「role」が付いており、属性値として入力できるのは「災害」クラスにつながる「豪雨」、「津波」、「噴火」などのクラスのみとなる。「災害時に発生した廃棄物」のサブクラスに「災害廃棄物」があり、さらにその下に「混合物」(図-3)、「選別品」(図-4)、「有害廃棄物類」(図-5)などのクラスがつながる。「選別品」には属性として「材質」が、「有害廃棄物類」には「有害物」が付いている。「品目」クラスのサブクラスには「ピアノ」、「消火器」、「自動車」等数多くの品目がつながる。オントロジーでは、同意語、類語、方言などを関連付けておくことは重要である。「石綿」と「アスベスト」、「PCB」と「ポリ塩化ビフェニル」などは、同意語である(図-6)。

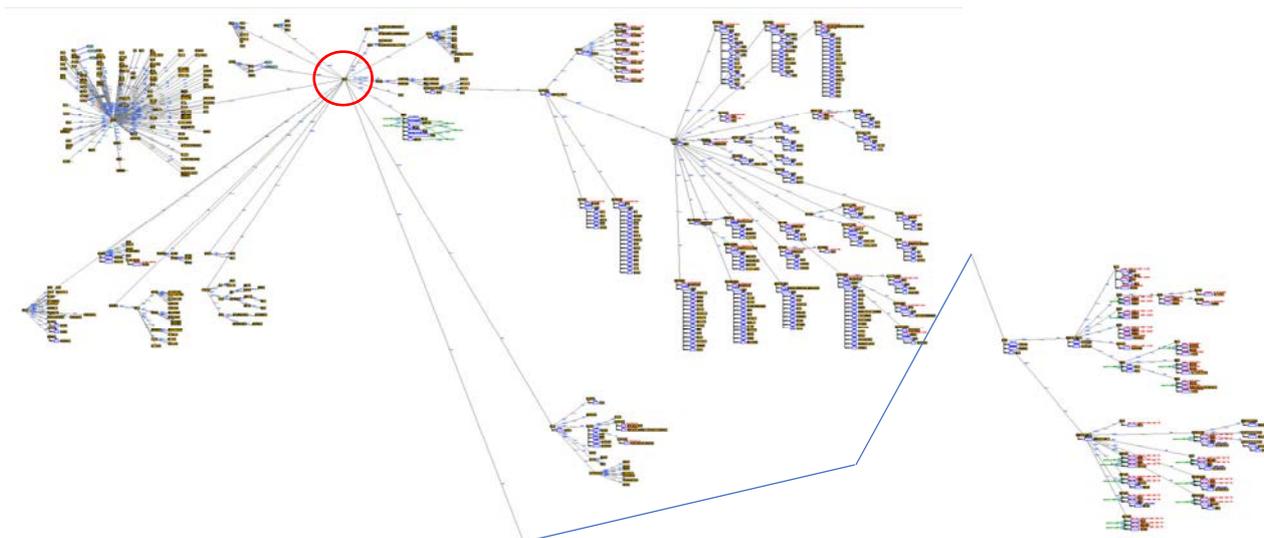
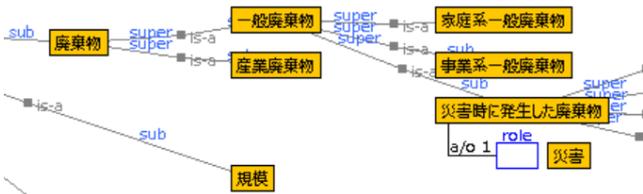
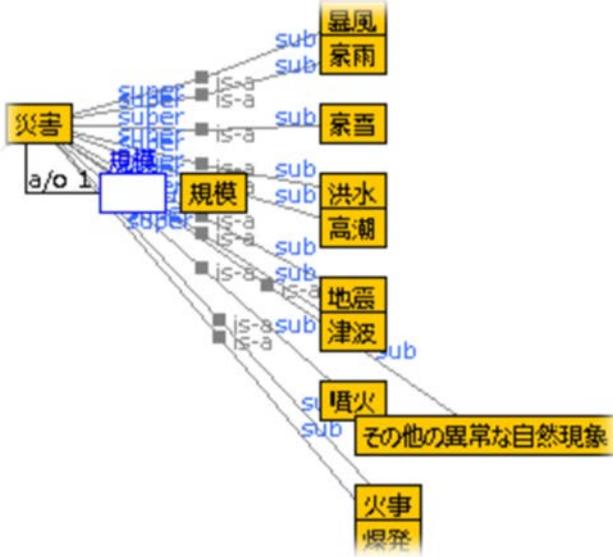


図-1 災害廃棄物処理計画・処理実行計画書オントロジーの全体図



(a) 「廃棄物」クラスのサブクラスの一部



(b) 「災害」クラスのサブクラス

図2 「廃棄物」クラスのサブクラスとその属性

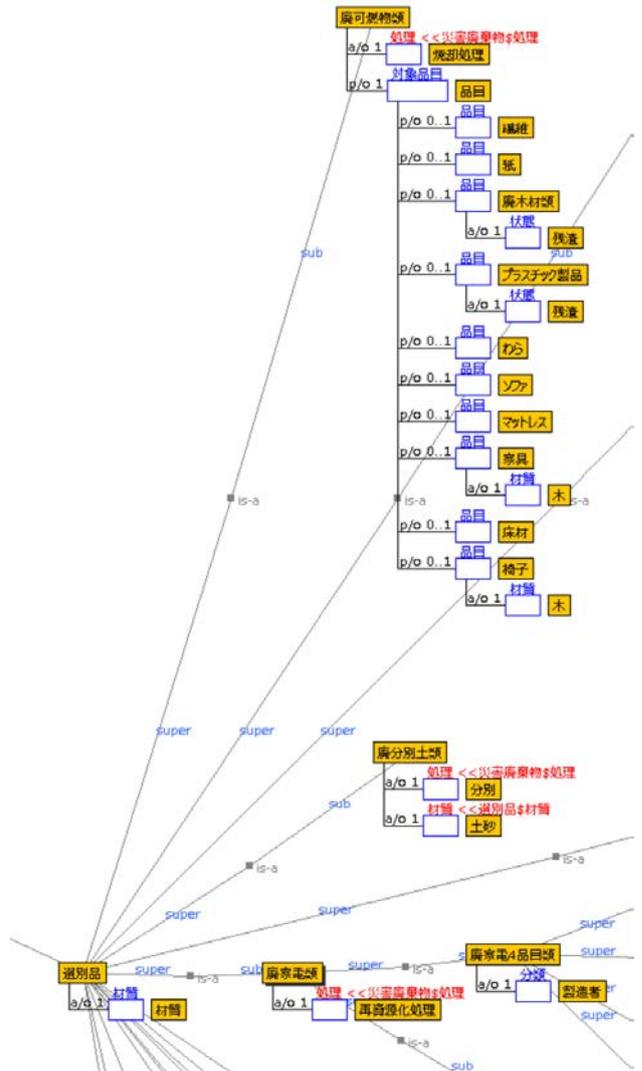


図4 「災害時に発生した廃棄物」のサブクラス「災害廃棄物」の下の「選別品」クラスのサブクラス（一部のみ）

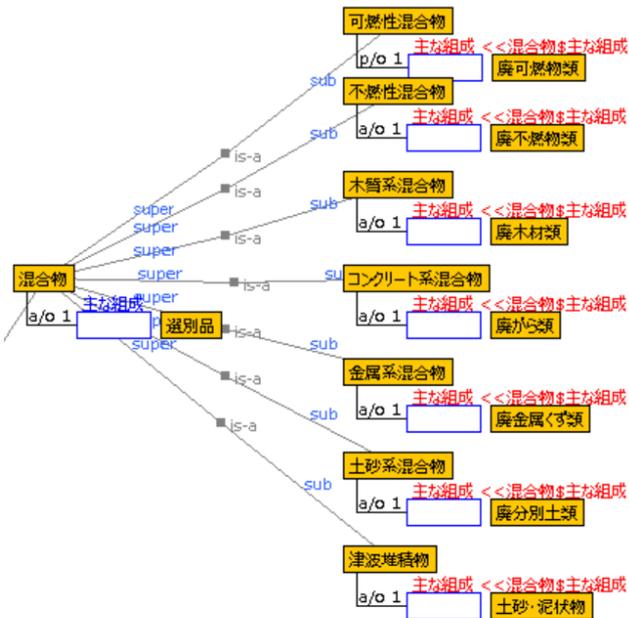


図3 「災害時に発生した廃棄物」のサブクラス「災害廃棄物」のさらにその下の「混合物」クラスのサブクラス

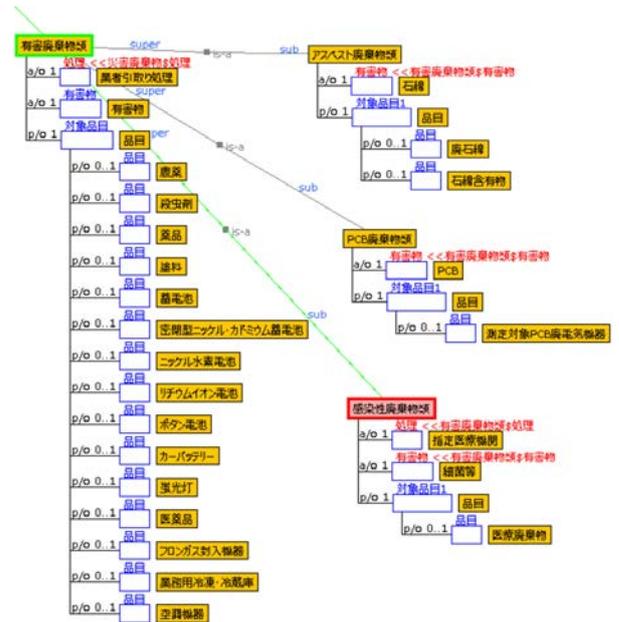


図5 「災害時に発生した廃棄物」のサブクラス「災害廃棄物」のさらにその下の「有害廃棄物類」クラスのサブクラス

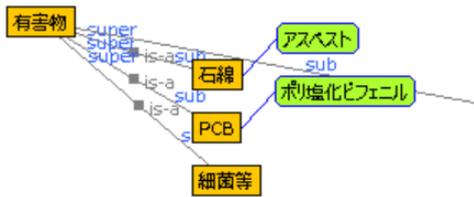


図-6 同意語を表した例。緑色にハッチングされた用語はリンクされているクラス名の同意語である。

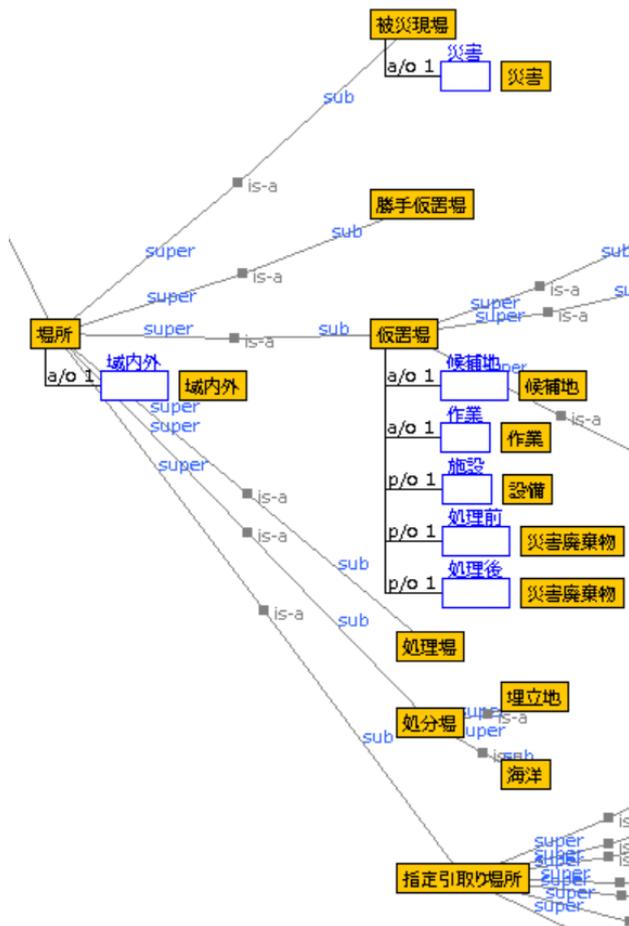


図-7 「場所」クラスのサブクラスと属性

「場所」クラスの属性には、図-7に示すように、「域内外」があり、属性値は「域内」と「域外」の2つである。「場所」のサブクラス「仮置場」とは別に「勝手仮置場」を設けた。仮置場が整備される前に、混合状態の廃棄物が道路や空き地に集積されることで、処理作業の妨げとなり、初動対応の大きな課題の一つであることから設定している。「仮置場」のサブクラスとして「集積所」、「一次仮置場」、「二次仮置場」を設けた。「仮置場」の属性として「候補地」、「作業」がある。また、

「仮置場」には、構成する要素として「施設」、「処理前（の廃棄物）」、「処理後（の廃棄物）」がある。「候補地」には属性「土地種別」、「土壤汚染」がある。「作業」クラスには「行為主体」、「使用道具」、「場所」を属性として定義した。「作業」クラスのサブクラスである「複合作業（造語）」クラスには p/o として「部分行為」を持たせ、取り得るクラスは「個別作業（造語）」とした。例えば、「複合作業」のサブクラスの一つである「焼却処理」は「焼却」、「搬出」、「最終処分」を p/o として持ち、それらには時間前後関係を持たせるようにした。

その他の基本クラスとしては、「法律」、「補助金」、「設備」、「体制」、「規模」を設けたが、詳細は現在検討中である。

構築したオントロジーにより、災害廃棄物にどのような種類があり、どのようなプロセスで処理されていくのかを明確に示すことができ、処理計画・処理実行計画のテンプレートを作成する上で役立つと考えられる。

4. 結論

本研究では、災害廃棄物の処理計画・処理実行計画のテンプレートを作成する研究の一環として、用いられている各種用語からオントロジーを構築した。現在、構築したオントロジーを修正・拡張しながら細密化し、漏れや重複などをチェックしつつ、テンプレート作成に応用している。

また、今後は、既存の災害廃棄物処理計画・処理実行計画や各種作成要領などの構文解析や計画書の自動作成などの自然言語処理に構築したオントロジーを応用する研究を行っていきたいと考えている。

謝辞：本研究は独立行政法人環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20201004）により実施した。また、岩手県環境生活部資源循環推進課の佐々木秀幸氏から多大なる協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 矢吹信喜：CIM 入門，pp. 73-93，理工図書，2016。
- 2) 法造 - オントロジーエディタ， Available at <http://www.hozo.jp/index_jp.html>， (Accessed: 16th February 2021)