

## 科学研究費助成事業(科学研究費補助金)研究成果報告書

平成24年5月18日現在

機関番号：14401  
 研究種目：若手研究(A)  
 研究期間：2008～2011  
 課題番号：20680009  
 研究課題名(和文) オントロジー工学に基づく知識の多次元的構造化アプリケーション開発プラットフォーム  
 研究課題名(英文) Application Platform for Multi-Dimension Knowledge Structuring based on Ontological Engineering  
 研究代表者  
 古崎 晃司(KOZAKI KOUJI)  
 大阪大学・産業科学研究所・准教授  
 研究者番号：00362624

研究成果の概要(和文)：本研究では、様々な領域の専門知識を計算機で処理可能な形で体系的に整理した概念体系(オントロジー)を用いた「知識システム開発のための基盤ソフトウェア(開発プラットフォーム)」を開発した。本プラットフォームを用いることで、利用者の興味や関心に応じた様々な観点から知識を体系化するシステムの開発を容易に行うことができる。その結果、オントロジーを利用した知識の構造化が促進され、多量の情報が流通する昨今における「知識」の有効活用への貢献が期待される。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have developed an application platform for knowledge systems based on ontologies which is systematized terminology of conceptual knowledge. It enables the users to develop systems which systematize knowledge from a variety of viewpoints according to interest of the users. As the result, knowledge structuring based on ontologies is promoted and it could contribute to effective use of flood of knowledge.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2009年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2010年度	3,200,000	960,000	4,160,000
2011年度	2,300,000	690,000	2,990,000
総計	10,800,000	3,240,000	14,040,000

研究代表者の専門分野：オントロジー工学

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：オントロジー、知識の体系化、知識の構造化、知識管理、視点管理、多次元的構造化、ルール概念

## 1. 研究開始当初の背景

多種多様な情報が電子化され流通するようになった近年において、情報から有用な「知識」を構造化することの重要性が指摘され、バイオ、医療、設計、材料など様々な領域で知識の構造化に関する研究が行われている。オントロジー工学は構造化した知識を体系的に利用する基盤技術として注目され、

ゲノム、医療など多くの分野で大規模なオントロジーが構築されている。

しかし、各領域の専門家は「知識を適切に構造化して利用するための基盤技術としてオントロジー工学に強い期待を持っている反面、オントロジーをどう使えば望む効果が得られるかが分からない」というジレンマが存在する。その原因として、

- ・オントロジーを利用したアプリケーションを開発するにはオントロジーに関する専門知識が必要となり、システムの試作から効果の確認・検証まで長期間を要する。
- ・オントロジー研究者と領域の専門家の考え方には「オントロジー工学ではその領域において本質的と思われる知識を一般性のある形で体系化することを目指すのに対し、領域の専門家は自分が専門とする分野に固有な視点で知識を捉えようとする傾向にある」というギャップが存在する。

という2つの問題点が考えられる。これらの問題を解決することができれば、領域の専門家にとってオントロジーはより強力な思考支援ツールとなることが期待され、知識システムの高度化に貢献するものと思われる。

## 2. 研究の目的

前項で述べた問題を解決するために、

- ・オントロジーの非専門家であっても、オントロジーに基づいた知識の構造化システムの開発を低コストで容易に行える共通プラットフォーム（ソフトウェアモジュール群）の提供
- ・領域の専門家の必要に応じた複数の視点から知識を構造化することにより、オントロジーと専門化のギャップを適切に埋めることができる知識の多次元構造化手法の実現

を目指した『オントロジー工学に基づく多次元的構造化アプリケーション開発プラットフォーム』の開発を本研究の目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 知識の構造化アプリケーション開発プラットフォームの基本設計

先行研究の成果であるオントロジーに基づくコンテンツ管理システムを機能レベル単位でライブラリ化し、領域独立の共通モジュール群として再構成する。この作業を通して、本プラットフォームの基本構成および、各モジュール間を連携させるインターフェースなどの基本仕様を明確にする。

### (2) 知識の多次元的構造化手法の開発

従来研究で開発した、ロール概念理論に基づき視点独立の一般概念とコンテキスト依存のロール概念を峻別する手法を応用し、専門家の“視点”をオントロジーの理論的側面から考察し、知識の多次元的構造化の基本的な手法を開発する。具体的には、ロール概念を介した概念参照関係をトレースすることでオントロジーから知識構造を抽出し、専門家の視点を「起点となる一般概念」と「注目するロール概念」を多次元的に組み合わせることで明示化することで、その視点に基づき

抽出した知識を構造化することを検討する。この“視点”を明示化して適切に管理することが、「オントロジーとして体系化された一般性が高い知識」と「領域の専門家が注目する分野依存の知識」のギャップを埋める、最も重要な考察課題となる。

### (3) 多次元的構造化アプリケーション開発プラットフォームの開発

(2)の成果に基づき、構造化した知識を複数の視点から提示できる「知識の多次元的構造化システム」を試作し、領域の専門家からの意見をj得てシステムの有効性の検証と洗練を行う。洗練したシステムは(1)で明らかにした仕様に沿って各モジュール化する。

これらのモジュールを用いて「知識の多次元的構造化アプリケーション開発プラットフォーム」を開発し、Web サイト上でプラットフォームを公開する

## 4. 研究成果

### (1) 知識の構造化アプリケーション開発プラットフォームの基本設計

従来研究の成果を機能レベル単位の共通モジュール群として再構成した。その作業を通して、本プラットフォームの基本構成および、モジュール間のインターフェースや連携方法、利用するソフトウェア技術など、プラットフォームの全体仕様を設計した。

その結果、プラットフォームのモジュール群は、図1に示すように3つの基本モジュールおよび、次項(3)で述べる知識の多次元構造化モジュールから構成とした。

### 知識の構造化アプリケーション開発プラットフォーム

#### 知識の多次元構造化モジュール

- ・オントロジー探索モジュール
- ・is-a階層動的生成モジュール

#### 基本モジュール

- ・概念インデックス管理モジュール
- ・検索クエリー応答モジュール
- ・概念定義表示モジュール

図1 プラットフォームの全体構成

### (2) 知識の多次元的構造化手法の開発

オントロジーに基づく知識の多次元的構造化手法として、以下に述べる2つの手法を開発し、プラットフォームの知識の多次元構造化モジュールとして実装した。2つの手法に共通する考え方として、同一のオントロジーから、ユーザ（主に領域の専門家を想定）が関心に応じて必要な概念間の関係を抽出し、ユーザに理解しやすい形で可視化することにより、「オントロジーの一般性」と「専

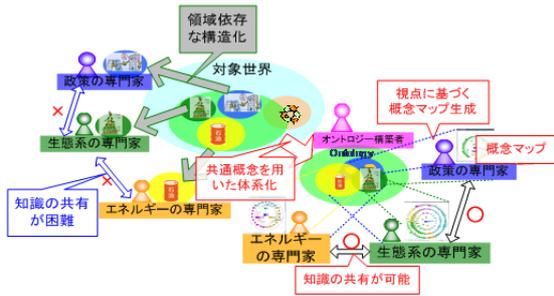


図2 オントロジー探索による領域俯瞰

「専門家の関心のある領域依存性」のギャップを埋めることができる点にある。以下、本研究で開発した2つの手法について述べる。

### ①オントロジー探索による領域俯瞰

図2にオントロジー探索による領域俯瞰の概要を示す。対象世界の捉え方は専門領域によって異なるため、複数の領域を横断した知識の共有は困難である。そこで、対象世界に現れる概念を一般性の高い共通概念として体系化することにより知識の構造化が必要とされる。しかし、研究背景で述べたように、オントロジーによる一般性の高い形で体系化された知識は、自身が興味のある領域に注目した専門家の理解とギャップが生じる。そこで、本研究では、1つのオントロジーで定義された概念間の関係を、専門家の注目した視点に応じて探索し、専門家にとって理解しやすい概念マップとして可視化する手法と、それを実装したオントロジー探索モジュールを開発した。

さらに本システムを、バイオ燃料開発を中心とした環境工学領域の知識の構造化に適用した。その効果を環境分野の専門家を被験者とした評価実験を通して確認した結果、「領域に依存した知識をオントロジーとして一般化された形で体系化し、本システムを用いて利用者の視点に応じて多次的に提示することで、入力時に意識していなかった想定外の知識を気づかせるなど、領域知識の理解や発想を刺激する」といった効果が確認された。

### ②視点に基づく is-a 階層の動的生成

オントロジーにおける is-a 関係は概念定義の中核をなす最も重要な関係であり、その対象世界に現れる概念の本質的な性質を「どう理解したか」の結果が is-a 階層に現れる。よって、オントロジーの理論的な立場からは、概念の本質的な性質に基づき組織化された多重継承を含まない単一の is-a 階層の構築が推奨される。一方、現実世界の対象領域においては、立場や考え方の違いによって多様な観点から概念が捉えられることが多い。そのため、多重継承を用いない単一の is-a 階層で表現しようとすると、いくつかの観点を

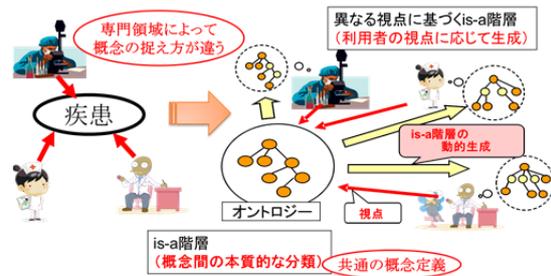


図3 視点に応じた is-a 階層の動的生成

捨象し新たな観点を導入せざるを得ない。

そこで本研究では、対象世界に現れる概念の本質的な性質を捉えた単一継承による is-a 階層から、利用者の視点に応じた is-a 階層を動的に生成する枠組みと、それを実装した is-a 階層動的生成モジュールを開発した。本枠組みにより、オントロジーにおいて明らかにすべき概念の本質的な性質を明示化した is-a 階層と、対象領域における利用者にとって理解しやすい個々の視点に応じた is-a 階層を適切に使い分けることが可能となる。

さらに本システムを、医療分野における疾患オントロジーの構築に適用した。疾患は、その原因、症状、異常箇所、環境要因など、さまざまな観点から捉えられる。そのため、従来は理論的な一貫性が保証された疾患オントロジーを構築することが難しいと思われていた。そこで1つの観点到固定した本質的な分類に基づいて is-a 階層を構築し、その他の観点による is-a 階層は、前述の手法を用いることで利用者の視点に応じて動的に生成することとした(図3)。この手法は疾患オントロジー構築に携わった臨床医ら有用であるとの評価を受けており、今後、「多様な観点から捉えられる概念の適切な is-a 階層」の構築を可能とする新しいオントロジー構築手法になることが期待される。

### (3) 知識の多次的構造化アプリケーション開発プラットフォームの開発

前項(2)で述べた知識の多次元構造化モジュールを、前項(1)で述べた基本設計に基づいて統合することで「知識の多次的構造化アプリケーション開発プラットフォーム」を開発した。プラットフォームの実装には、Java および先行研究で開発したオントロジー処理用の Java ライブラリ「法造コア」を用いた。本プラットフォームは、クライアントアプリケーション開発のための Java ライブラリと、Web サービス開発のための Servlet の2種類の形式でホームページにソフトウェアとして公開した。

また、知識の多次的構造化システムの開発事例として、オントロジーを Web ブラウザ上で閲覧し、利用者の視点に応じて(2)で述

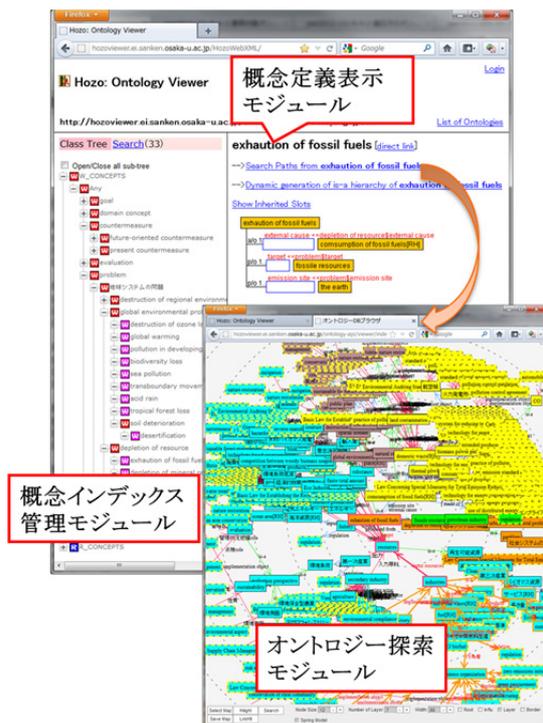


図 4 知識の多次元構造化システムの Web サービス画面

べた 2 つの手法を用いて構造化した知識を可視化する Web サービスを開発し、ホームページ上に公開した (図 4)。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① 古崎晃司、日原圭佑、溝口理一郎、視点に基づく is-a 階層の動的生成、人工知能学会論文誌 Vol. 27 No. 3、pp. 235-244、2012、査読有  
<http://dx.doi.org/10.1527/tjsai.27.235>
- ② 太田衛、古崎晃司、溝口理一郎、実践的なオントロジー開発に向けたオントロジー構築・利用環境「法造」の拡張-理論編-、人工知能学会論文誌 Vol. 26 No. 2、pp. 387-402、2011、査読有  
<http://dx.doi.org/10.1527/tjsai.26.387>
- ③ 太田衛、古崎晃司、溝口理一郎、実践的なオントロジー開発に向けたオントロジー構築・利用環境「法造」の拡張-実践編-、人工知能学会論文誌 Vol. 26 No. 2、pp. 403-418、2011、査読有  
<http://dx.doi.org/10.1527/tjsai.26.403>
- ④ Terukazu Kumazawa、Osamu Saito、Kouji Kozaki、Takanori Matsui、Riichiro

Mizoguchi、Toward Knowledge Structuring of Sustainability Science Based on Ontology Engineering、Sustainability Science、Vol. 4 No. 1、pp. 99-116、2009、査読有  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11625-009-0076-2>

[学会発表] (計 3 4 件)

- ① Kouji Kozaki、Dynamic Is-a Hierarchy Generation System Based on User's Viewpoint、Joint International Semantic Technology Conference (JIST2011)、Dec. 5 2011、Hangzhou、China  
<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/kozaki/JIST2011kozaki.pdf>
- ② 古崎晃司、オントロジーの構築と利用、第 21 回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会、2011 年 11 月 7 日、大阪大学中之島センター (大阪府) (招待講演)
- ③ Kouji Kozaki、Understanding an Ontology through Divergent Exploration、8th Extended Semantic Web Conference (ESWC2011)、May 30 2011、Heraklion、Greece  
<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/kozaki/eswc2011kozaki.pdf>
- ④ Kouji Kozaki、Understanding Semantic Web Applications、The 3rd Asian Semantic Web Conference (ASWC 2008)、February 4 2009、Bangkok、Thailand  
<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/kozaki/ASWC2008kozaki.pdf>

[図書] (計 3 件)

- ① 古崎晃司、溝口理一郎、シーエムシー出版、次世代バイオミメティクス研究の最前線-生物多様性に学ぶ- (5 章 4 節)、2011、pp. 334-339

[その他]

研究成果公開用ホームページ

<http://www.hozo.jp/>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

古崎 晃司 (KOZAKI KOUJI)

大阪大学・産業科学研究所・准教授

研究者番号：00362624

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし