

# 地域社会での自然資源活用の知的プラットフォームの実装 に向けたオントロジーシステムの開発

Development of Ontology System towards Implementing a Knowledge Platform for  
Utilizing Natural Resources in a Regional Community

熊澤輝一<sup>1</sup> 松井孝典<sup>2</sup> 木村道德<sup>3</sup>

Terukazu Kumazawa<sup>1</sup>, Takanori Matsui<sup>2</sup>, and Michinori Kimura<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所

<sup>1</sup> Research Institute for Humanity and Nature, National Institutes for Humanities

<sup>2</sup> 大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

<sup>2</sup> Division of Sustainable Energy and Environmental Engineering, Graduate school of Engineering,  
Osaka University

<sup>3</sup> 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

<sup>3</sup> Center for Low Carbon Society Strategy, Japan Science and Technology Agency

## Abstract:

In the research field of sustainable use of ecosystem services and biodiversity conservation, there is a real need for establishing integrated platform of universal scientific and local traditional knowledge for ecosystem management. Against this background, this study works on developing an ontology based intelligent information system. In this paper, a case study of *quercus* decaying problem was conducted, and perspectives of ontology application to GIS system and of regional instance matching concept were shown.

## 1. はじめに

エネルギー利用、景観・生態系保全、エコツーリズム実践など様々な側面から、各地で自然資源の活用方法が検討され、実践されている。この中で経験的に生産された「知」は、実践者間での共有は果たされていると目されるものの、他の事例での適用に向けて導入を試みる際には困難を伴う。たとえば、成功事例であっても気候・生物群集などの自然的特性や産業・民生構造などの社会的特性の違いにより、直接的に参考にしにくいと見られる場合が考えられる。地域にとっての最良の実施計画の立案を支援するにあたり、知識の移転を強く志向したアプリケーションの開発が必要である。本グループでは、この方向に沿った知的プラットフォームの開発を開始した。移転を検討する知識のどこからが共通で再利用可能で、どこからが独自かを峻別するために思考し議論する媒体として、オントロジーが期待される。

これまで、異なる種類のデータベース間の統合利用、オントロジー自身を活用したリスク・コミュニケーションといった目的に沿って様々なオントロジ

ーが開発されている。「地層処分リスク・コミュニケーションにおけるオントロジー」(鈴木(2007))「SWEET(NASA)オントロジー」などである。特に、SWEETは、地球科学に関するデータや情報を記述し、データや情報の共有や利用を容易にするためのオントロジーで、地球科学のセマンテックフレームワークの為にNASAにより開発され、地球分野、物理過程、データなどの16分野のオントロジーから構成されている。また地理情報学分野では、長井ら(2006)が意味ネットワークを構築した後に構造を帰納的に明らかにしようとした。また人文科学系のデータベースとの連携を志したSieber et al.(2011)がある。

本研究では、地域自然の持続可能性に関わる特定の問題に着目し、ヘヴィウェイトなオントロジーを組み込むことに着目する。また自然-社会系において社会が自然に働きかける際に伴う人間の一連の行為を蓄積した「行為のデータベース」として作成し、オントロジーと連結する点に特徴がある。今回は、第一段階として、特にオントロジーの構築方針を示しながら、地域社会での自然資源活用を促進するための構築すべき知識基盤の全体像の提示を試みる。

## 2. ナラ枯れをケースとした知的プラットフォームの参照モデル構築

### 2. 1. 自然-社会系の基本要素

自然資源の管理は、一般的な特性と地域の自然的社会的特性との峻別が難しく、他地域で行われている自然資源利用の先進的な取り組みを導入しようと、参考として扱うことに留まりがちである。海外などの事例、一見関連のなさそうな事例、誤解を招きそうな突飛な事例といった他事例のどの知識を再利用し、どの知識を独自に構築すべきかを明らかにすることで、これらの事例を議論の対象から排除することなく、より望ましい知識生産と行動立案を行うことが目標となる。Ostrom(2007)は、地域の持続可能な社会生態系 (social-ecological systems: SESs) を記述するためのフレームワークを提示している。これに対して、本開発では、特定の問題解決を支援すること、技術を含む人間の行為に焦点を当てた点、時間的な方向を持っている点に違いがある。本開発では、自然-社会系の基本要素が表1に集約されるものとして、開発を進める。

具体的には、次節で述べるナラ枯れの問題の対策を対象に地域社会に適合した森林管理の技術・制度 (木材利用を促進する技術、仕組み) を議論するための情報プラットフォームを作る。たとえば、樹種が異なる取り組みでも採否を議論できるようにする。

表1 自然-社会系の基本要素

<p><b>【概念】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 個々の概念の定義</li> </ul> <p><b>【構造】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生態系の仕組みとパターン             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 空間の要素、連関、パターン。</li> <li>- 生物の行動</li> <li>&lt;生物から人間社会への働きかけ&gt;</li> </ul> </li> <li>・ 社会の仕組みとパターン             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 人間の行為                 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 暮らし</li> <li>➢ 技術 (一対策) の仕組みとパターン</li> <li>➢ 施策</li> </ul> </li> <li>&lt;人から自然への働きかけ&gt;</li> </ul> </li> </ul>
--

### 2. 2. ケース：ナラ枯れ問題の概要

1980年代末以降、日本各地でナラ類やシイ・カシ類の樹木の大量枯死が発生している (森林総研(2010))。この大量枯死の特徴は、樹幹にカシノナガキクイムシ (カシナガ) という甲虫の多量の穿孔をとともうことである。「ナラ枯れ」とは、「カシノ

ナガキクイムシが病原菌を伝播することによって起こる、樹木の伝染病の流行」のことである。ナラ枯れの被害面積は2005年の約2,000haをピークとしてその後やや減少したものの、現在も1,000haを越える水準にあり、発生地域は拡大傾向にある。

ナラ枯れは比較的高齢で大径の樹木が多い広葉樹二次林 (旧薪炭林など) で発生することが多く、特にミズナラが優占する森林で被害が激甚となりやすい。また比較的低標高の森林での被害報告が多く、被害発生と気候条件、地形、斜面方位、土壌環境などとの関係については明確なことがわかっていない。

### 2. 3. 参照モデル構築

「ナラ枯れ問題」は、地域の持続可能性に関する問題である。それゆえ、問題-解決の基本枠組みは、先行する成果であるサステナビリティ・サイエンス (持続可能性科学, 以下SS) を対象とした知的プラットフォームの参照モデルと同型とすることができる。よって、本参照モデルはKumazawa et al.(2009a)に基づくものとする。参照モデル構築にあたり、本知的プラットフォームで扱う問題の種類を特定した結果を表2に示す。参照モデルを図1に示す。本プラットフォームは、Layer3から4に相当する「オントロジー・マッチング」による「情報の利用」と「地域特性の明確化」により、解決への取り組みを支援することができる。

表2 知的プラットフォームで扱う問題の種類

問いの方向	項目
①順問題 問題解決に必要な情報の探索と利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調べるべき情報は何か?</li> <li>・ どの情報を利用してよいか?</li> </ul>
②逆問題 問題理解に寄与する概念・構造の逆引き	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 対象とする自然資源活用の問題とは、どのようなものか?</li> <li>・ 応用例) 何の項目をアセスメントすればよいか?</li> </ul>

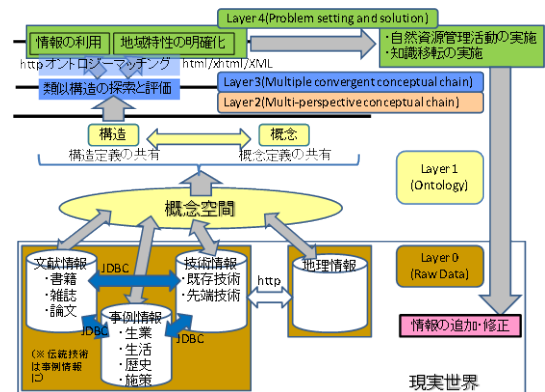


図1 知的プラットフォームの参照モデル

### 3. オントロジーの試作

#### 3. 1. 「ナラ枯れ」の仮定義

SS オントロジーを基礎に構築を進めている。SS オントロジーは、持続可能性に関する問題全般、対策全般を広く対象として、SS 分野を俯瞰する場合の議論に耐えられる粒度での概念定義を行った (Kumazawa et al.(2009b))。なおオントロジーエディタには「法造」を用いた (古崎ら (2002))。

SS オントロジーは、「ゴール」「問題」「対策」「評価」「共通世界」の5つを最上位とする基本構造を持つ。このオントロジーの中で「ナラ枯れ」は、図2左に示すように、is-a 階層を「問題」→「プリミティブな問題」→「変化問題」→「物(資源・システム以外)の劣化・破壊問題」→「生物(生命)の劣化・減少」→「ナラ枯れ」の階層に位置付けられる。「生物(生命)の劣化・減少」で使用している部分概念と属性概念を用いて、「ナラ枯れ」を仮定義した結果を図2右に示す。

#### 3. 2. オントロジー構築の方針

構築の対象となる範囲は、表3の4点である。ただし、本プラットフォームは、自然-社会系の相互作用を議論の対象としているので、オントロジーも最初は分散開発を志向せず、相互作用を織り込んだ一つのオントロジーを構築する方針をとる。

次に、オントロジーの全体構造のイメージを図3に示す。本来は、個々の概念にスロットを付与しながら順に定義していくべきだが、全体像を俯瞰するために、今回は is-a 階層のイメージを示す。

表3 構築の対象範囲

①地域の持続可能性に関する一般的な概念
②ナラ枯れ問題を説明する詳細な概念
③自然資源活用に関連する新しい取り組み(技術・制度)
④地域固有と目される物、行為 ⇒インスタンス化

「間伐」の下位概念に「吉野式間伐」と「鋸谷(おがや)式」間伐がある。前者は、商品価値を高める方法であり、後者は雪の荷重に耐える方法である。どちらを選択するかは、地形条件、利用目的により異なる。このような地域の特性に依存する概念をインスタンスとするか、オントロジーとして概念に組み込むか、議論をしていく必要がある。

### 4. 概念空間で議論することに期待される効用-GIS との連携の例

今後の課題としては、まずオントロジーの構築に付いて、地域のケースごとの特性を超えて共有可能な「コア知識」および地域に依存する特性の抽出を行い、これらをオントロジー言語で実装する。

概念空間では、文献・資料やフィールド調査から抽出された語彙に基づく概念に加え、地理情報を形成する幾何学的構造を定義するための概念を扱うことができる。たとえば、形状、位置関係などである。これらをオントロジー開発環境上で統合することができれば、ナラ枯れ発生の空間パターンの把握、要因の探索等を支援することができる。統合物は図4にインスタンスモデルとして記述される。

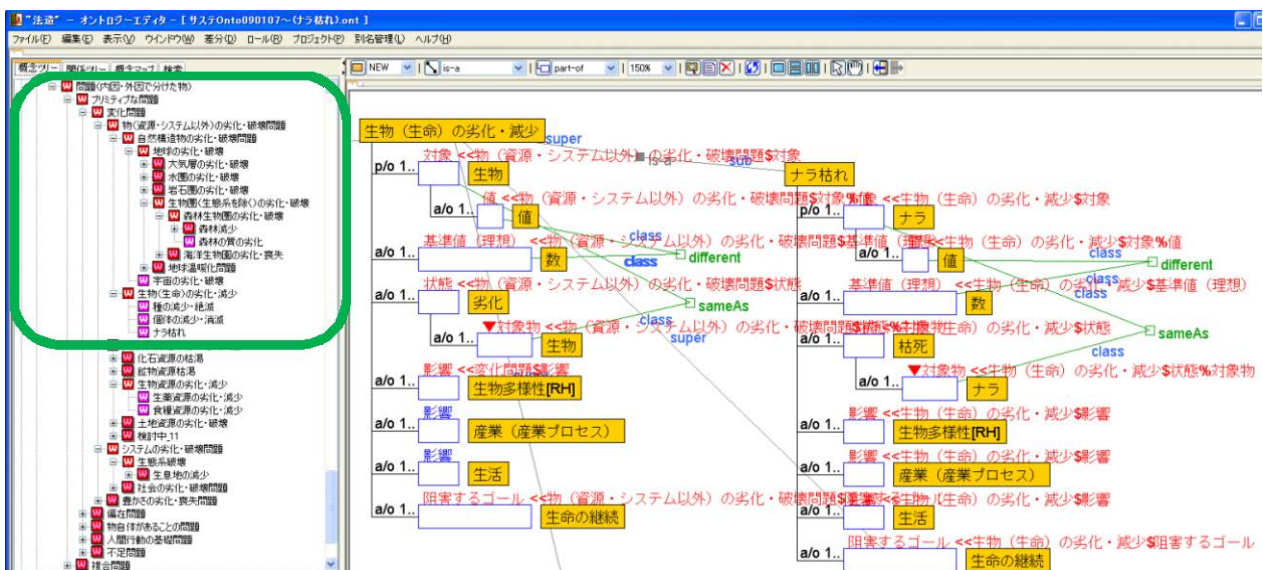


図2 SS オントロジーに基づいた「ナラ枯れ」の仮定義



図3 : is-a 階層のイメージ

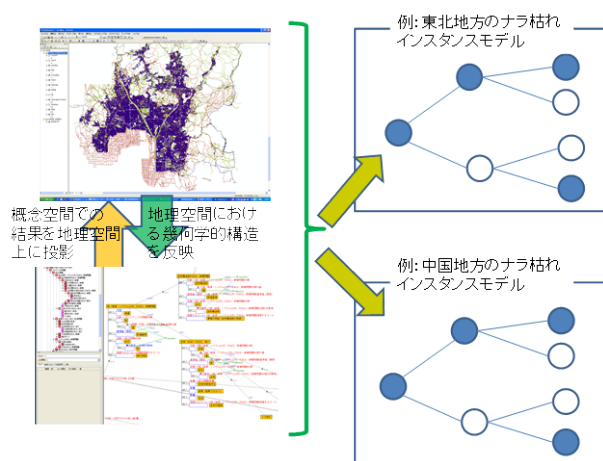


図4 概念空間（オントロジー）と実時空間（地図・時間軸）との連携例

## 5. 今後の方針

・まずは、ナラ枯れ問題と対策をベースにオントロジーを構築する。また、ナラ枯れの問題が一過性の問題なのか、将来世代においても継続する問題なのかについては、今後も検証が必要な状況にある。この点や自然観に基づく目標像を反映した自然資源活用のゴール概念を定義していく。

・行為の辞書を作成するために、フィールドワークを通じてより詳細な行為情報を抽出、定義を行う。  
・地理情報を形成する幾何学的概念をオントロジー上に記述する。

オントロジー構築と平行して XML による Web 上での運用に向けた実装、JDBC によるデータベース及び GIS との連携のための実装を進める。

## 謝辞

SS オントロジー開発の研究主体であった大阪大学サステイナビリティ・サイエンス研究機構「知の構造化 WS」(主査: 溝口理一郎教授) (2006-2010) のメンバーに感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 鈴木維一郎, 坂本愛, 福井弘道: 地層処分リスク・コミュニケーションにおけるオントロジーの構築と活用事例, 環境情報科学 Vo.1.3, No.4, pp.9-17, (2005)
- [2] <http://sweet.jpl.nasa.gov/>
- [3] 長井正彦, 立塚滋充, 柴崎亮介: オントロジーを利用した地球環境情報の共有, 日本写真測量学会学術講演会発表論文集, pp.221-224, (2006)
- [4] Sieber E.R., Wellen C.C., and Jin Y.: Spatial cyberinfrastructures, ontologies, and the humanities, PNAS, Vol.108, No.14. 5504-5509, (2011)
- [5] Ostrom E.: A diagnostic approach for going beyond panaceas, PNAS, Vol.104, No.39.15181-15187, (2007)
- [6] 独立行政法人森林総合研究所関西支所 (2010) 『ナラ枯れの被害をどう減らすかー里山林を守るためにー』, p.2
- [7] Kumazawa T., Saito O., Kozaki K., Matsui T. and Mizoguchi R.: Toward knowledge structuring of sustainability science based on ontology engineering, Sustainability Science, Vol.4, No.1.99-116, (2009a)
- [8] Kumazawa T., Kozaki K., Matsui T., Saito O., Ohta M., Hara K., Uwasu M., Yamaguchi Y., Yamamoto Y., and Mizoguchi R.: Development of Ontology on Sustainability Science Focusing on Building a Resource-circulating Society in Asia, 6th International Symposium on “Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing” (EcoDesign2009), CD, (2009b)
- [9] 古崎晃司, 来村徳信, 池田満, 溝口理一郎: 「ロール」および「関係」に関する基礎的考察に基づくオントロジー記述環境の開発, 人口知能学会論文誌, Vol.17, No.3 B, 196-208, (2002)
- [10] <http://taiji.exblog.jp/3769538/>