

# Semantic Web の現状と動向

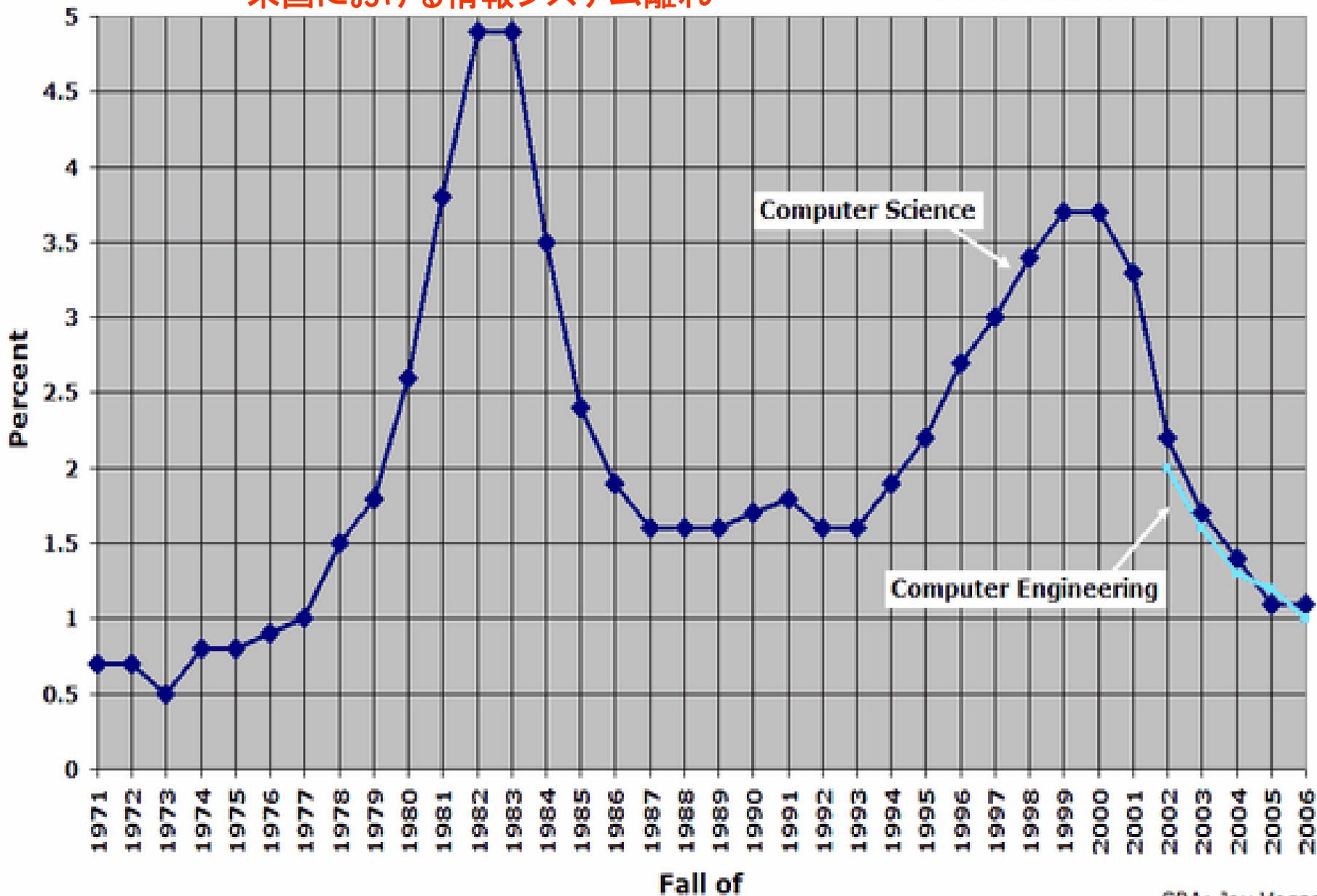
山口 高平

(慶應義塾大学 理工学部)

# CS and CE listed as probable majors among incoming freshmen

米国における情報システム離れ

Source: HERI at UCLA



# My Personal History

- 工学博士：大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻  
論文名：述語論理型処理システムの高速度に関する研究  
(1984年3月24日)
- 定理証明, エキスパートシステム, オントロジー,  
セマンティックWeb, データマイニング
- 人工知能学会：理事(2004-2006), 副編集委員長(2006-),  
知識ベースシステム研究会委員長(1998-2000), セマン  
ティックウェブとオントロジー研究会委員長(2004-2006)
- 電子情報通信学会：知能ソフトウェア工学研究会委員長  
(2006-)
- 情報処理学会：人工知能研究会運営委員(1991-1995), ソフ  
トウェア工学研究会運営委員(1999-2003), 情報システムと  
社会環境研究会運営委員(2004-)

# 今日の内容

- WWWからセマンティックWebへ
- エキスパートシステムからセマンティックWebへ
- セマンティックWebを開発するとは？
- (セマンティックWeb開発支援ツールの紹介)
- (行政におけるオントロジーの利用例)
- **Semantic Web** の時代は本当にやってくる！？

# WWWから

Web に一致する日本語のページ  
約 5,880,000 件

# セマンティックWebへ

セマンティックWeb に一致する日  
本語のページ 約 684,000

# セマンティックWebのアスペクト

Web+人工知能

Web+人工知能(知識工学)

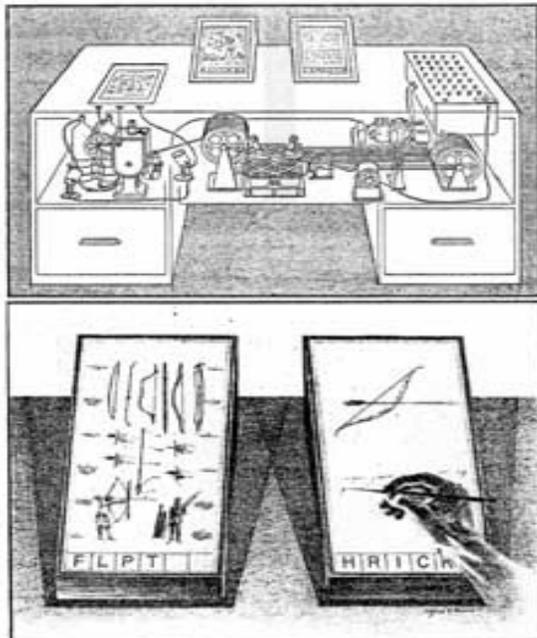
Web+人工知能

データベース,  
情報システム

# MEMEX (メメックス)

MEMory Extension

ヴァネバー・ブッシュのハイパーメディア

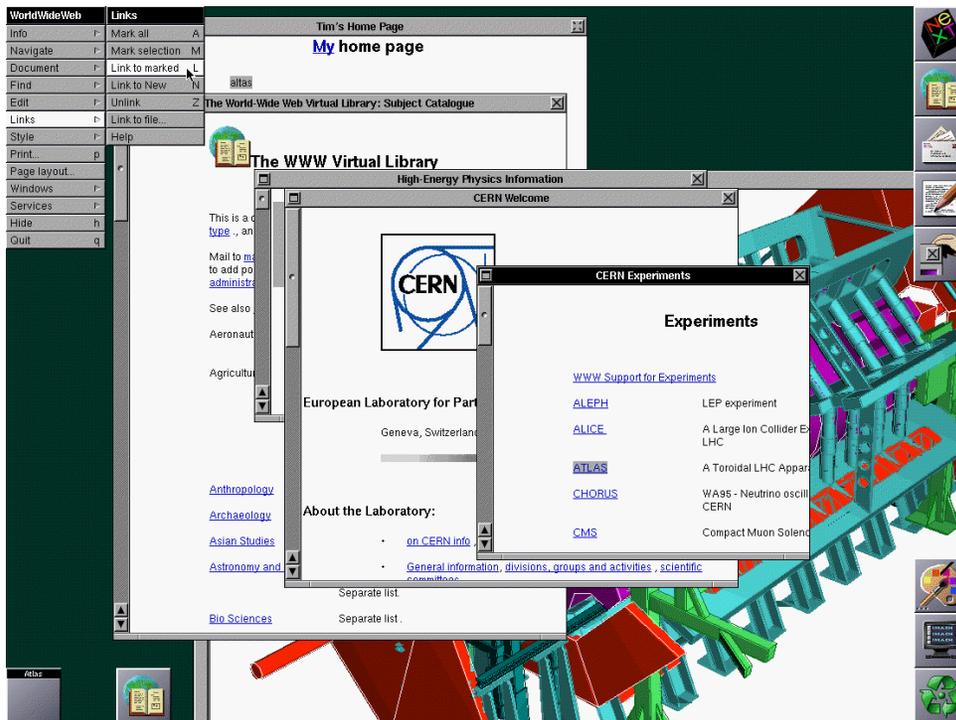


「メメックスとは、人間がそのすべての蔵書、記録、通信を収納しておく装置で、素早く柔軟に参照できるように機械化されている。これは、いわば所有者の個人的な記憶の詳細かつ大がかりな補遺のようなものといえる。メメックスは一種の机であり、離れたところからも操作できるが、基本的にはユーザーがそこで作業する家具といえる。机の上には傾けた透明のスクリーンがあり、いつでも読めるようにここにデータが投影される。キーボードと一群のボタンやレバーもある。以上の点を除けば外見上は普通の机に見えるだろう。」

(1945. 7) コンピュータの無い時代に発表  
50年後 インターネットが普及し始める

# 世界最初のWWWブラウザ (1990年クリスマス)

Tim Berners Lee: Information Management: A Proposal (1989)  
I wrote in 1990 the first GUI browser, and called it "*WorldWideWeb*".  
It ran on the NeXT computer.  
<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/FAQ.html#browser>



ハイパーテキストの概念を  
ネットワーク上で展開。

CERN(欧州原子力研究所)  
における文書の流通

他のコンピューターにアクセスして  
他人の文書を見ることが出来る。  
さらに、ハイパーリンクを使って、  
また別の文書にも移動できる

WWWを使ってWWWを見る！

[http://www.w3.org/History/1994/WWW/Journals/CACM/screensnap2\\_24c.gif](http://www.w3.org/History/1994/WWW/Journals/CACM/screensnap2_24c.gif)

# TBLの当初のWeb構想

**Information Management: A Proposal** (1989) by Tim Berners-Lee

<http://www.w3.org/History/1989/proposal-msw.html>

数千人が働く, 人々が入れ替わる, 組織は常に変化, 情報欠落が起こっている

Where is this module used?

Who wrote this code? Where does he work?

What documents exist about that concept?

Which laboratories are included in that project?

Which systems depend on this device?

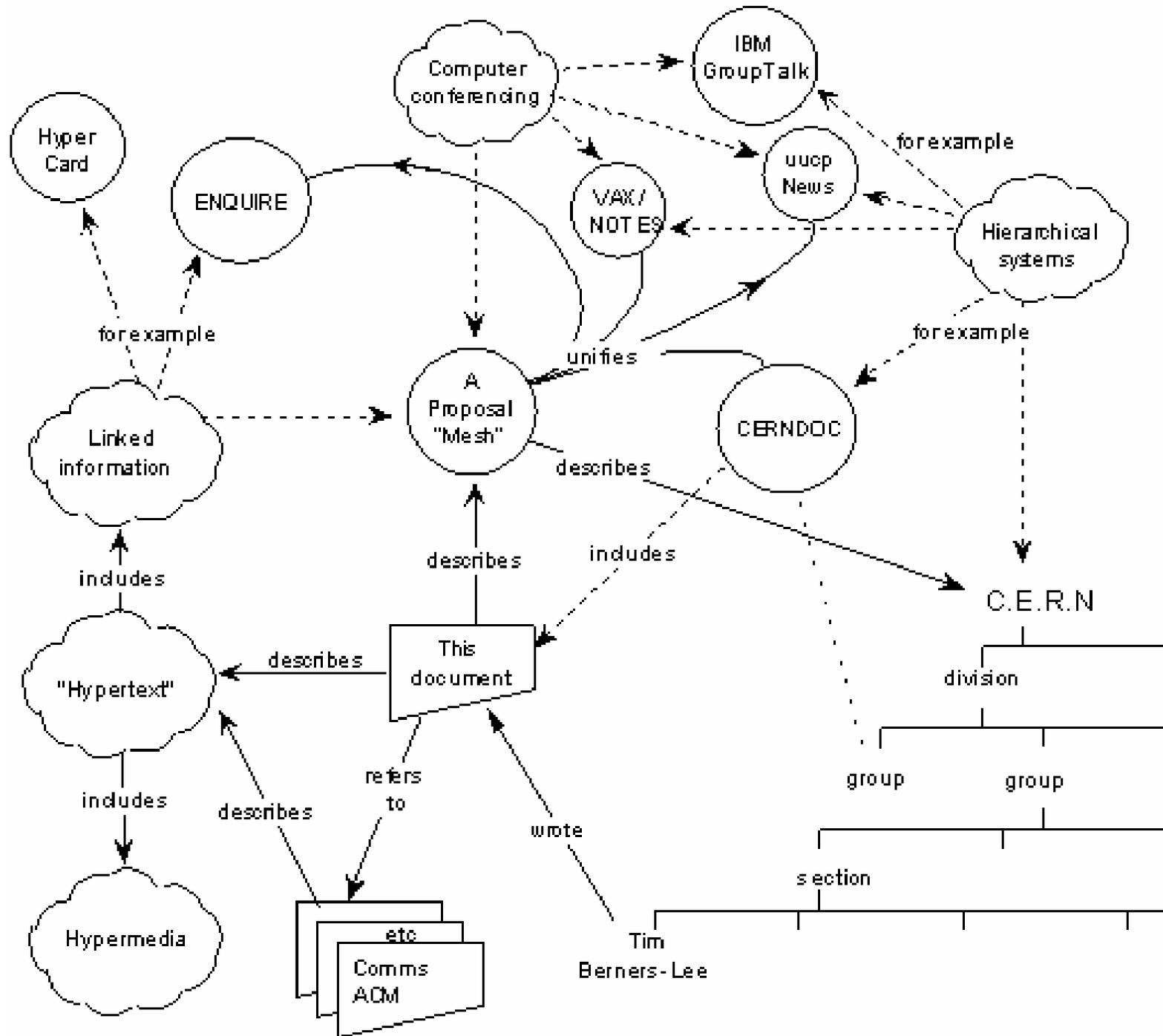
What documents refer to this one?

Hypertextによる情報の管理を提案

一つの文書で巨大な組織のすべてのことを書くことは不可能

組織は階層的で木構造だが、情報は階層的には管理しにくい

キーワードでの検索では探しにくい



# TBL 1<sup>st</sup> Proposal

## Information Management: A Proposal (1989)

- リンクにタイプがあった
  - depends on
  - is part of
  - made
  - refers to
  - uses
  - is an example of
- データ自動解析を行いたかった
  - 人の居ないdivisionやドキュメントのないソフトウェアの検索
  - メーリングリストの自動生成
  - 実際の組織の構造を導き出す

# TBL 2nd Proposal (2001)

Tim Berners Lee, James Hendler, Ora Lassila: The Semantic Web,  
<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&sc=I10032>

- Semantic Web

- Webを正しいHypertextシステムにする
- リンクにタイプがある
- データ間の関係を書く
- 文書だけでなくデータを取り扱う

- 自動的な解析を行うことができる

- 推論可能にする

# “The **Semantic Web** will globalize **KR**, just as the **WWW** globalized **hypertext**”



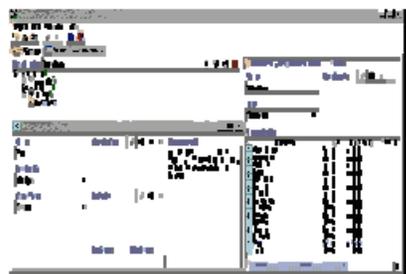
**WWW**が登場する以前、**ハイパーテキスト**は一部の「理想家」だけが熱心に取り組んでいる特殊な道具でした。

知識表現や機械に理解可能な知識というコンセプトの現在も、とてもよく似た状況と言えそうです。

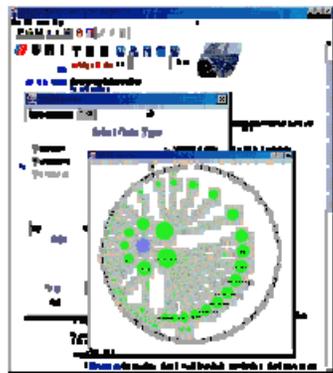
「絶対の真実、全ての物事を網羅する知識、あらゆる可能性といった中央集約型のコンセプト」から離れて、限られた知識で何ができるかというところからスタートすることで、**知識表現**における**WWW**、すなわち**セマンティック・ウェブ**への未知が開けてくるというのです。

By TBL

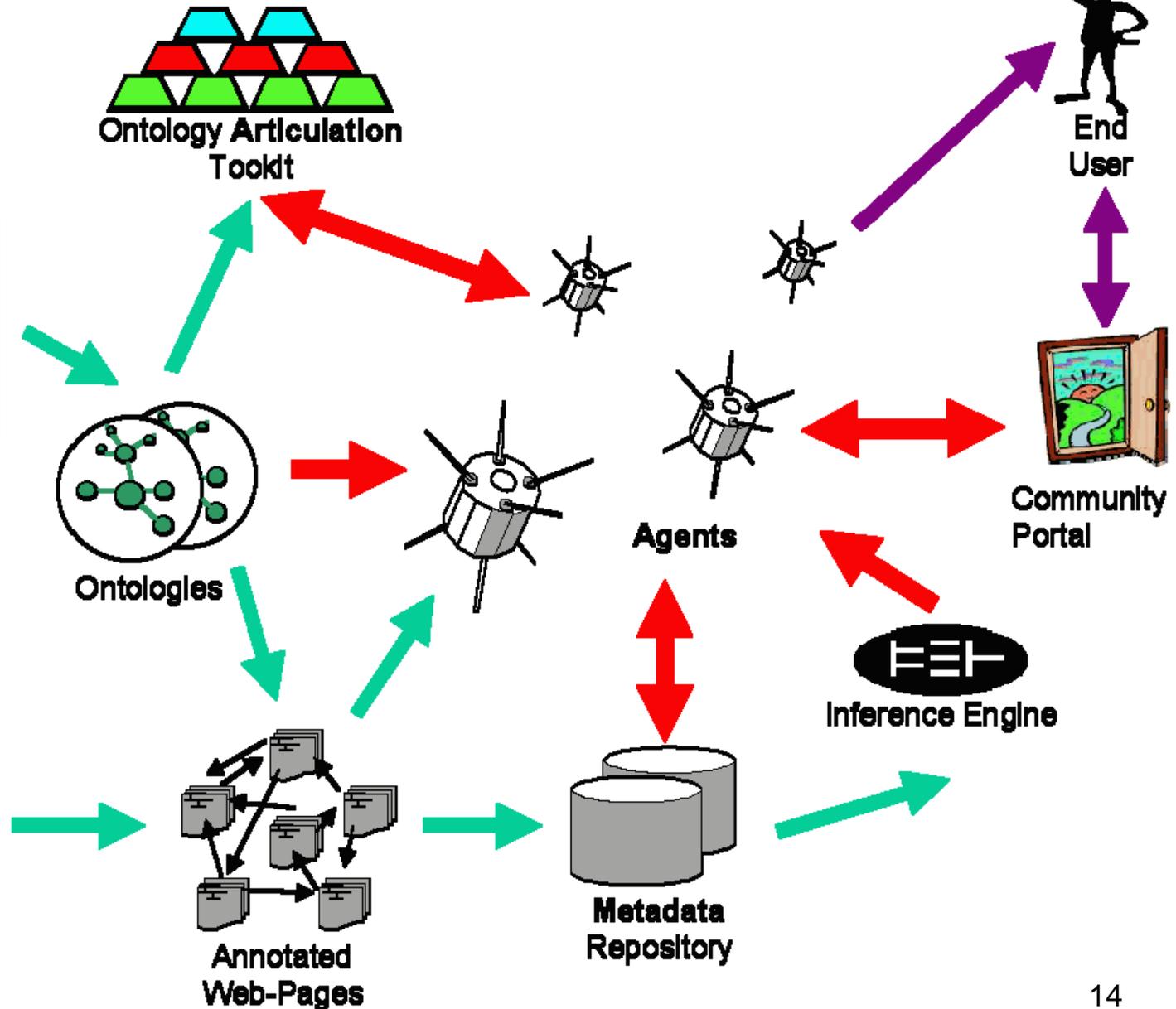
# Big Picture for Semantic Web (2001)



Ontology Construction Tool



Web-Page Annotation Tool



# セマンティックWebが実現した世界(1)

電話が鳴ったとき、エンターテインメントシステムはビートルズの「We Can Work It Out」を大音量で再生していた。

Peteが電話に出ると、ボリューム設定ができる他のローカル機器すべてにその電話機がメッセージを送信し、自動的に音量を下げた。

電話の相手は妹のLucyで、病院からの連絡だった。「ママは専門医のところへ行って、物理療法のための診察を受けなくてはならないの。週に2回程度ね。私はエージェントにアポイントを取ってもらおうつもりよ」と彼女は話した。Peteは即座に、車での送迎は自分が請け負うと申し出た。

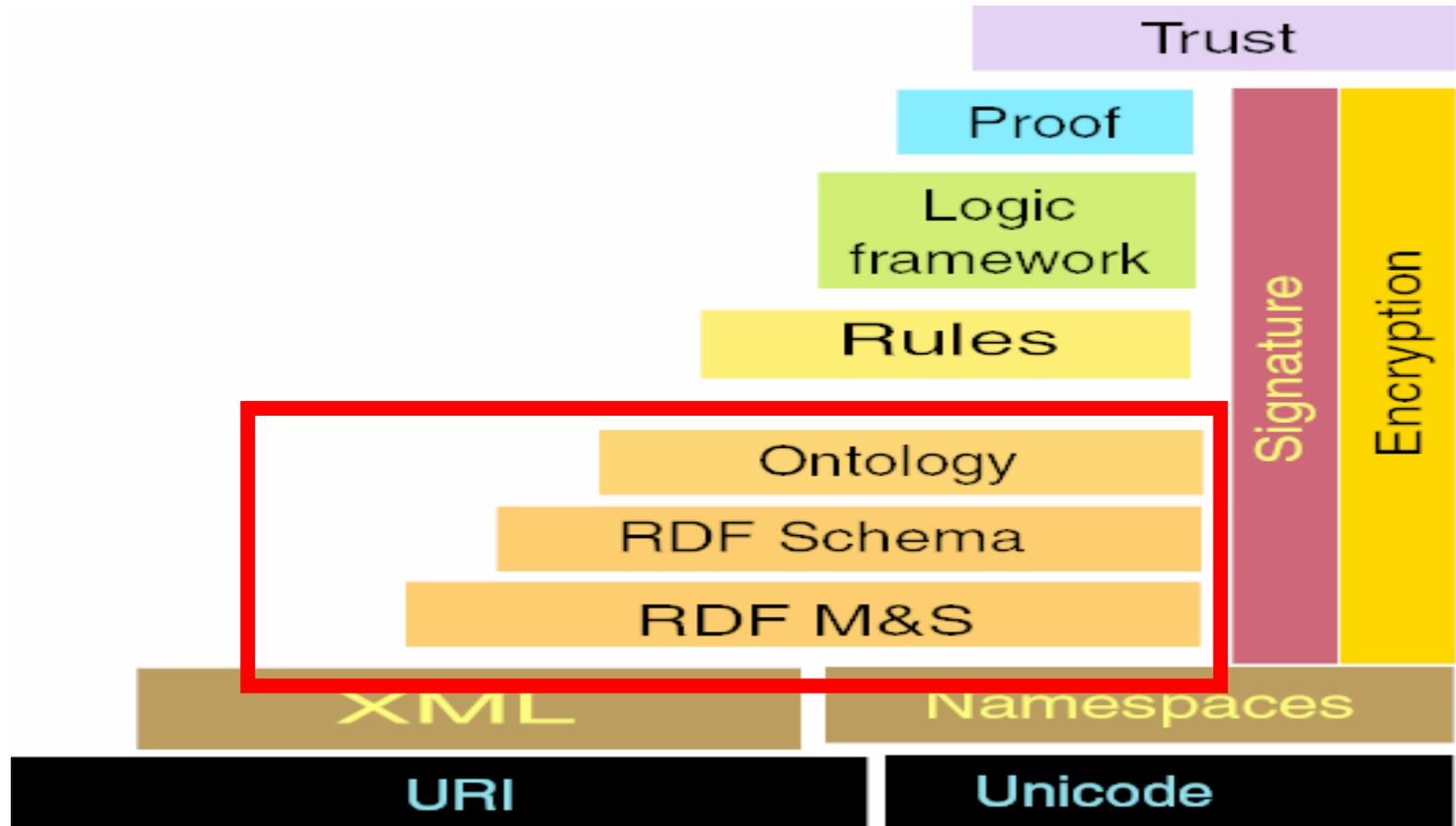
## セマンティックWebが実現した世界(2)

この後、セマンティックウェブのエージェント群が、PeteやLucyや他のエージェント群と協力しながら物理療法士を選定し、母親のための一連のアポイントを設定していく。

私たちのエージェントは、ママに処方された治療法についての情報を医師エージェントから即座に入手し、その提供者の複数のリストを調べ、ママの自宅から半径20マイル以内で、信頼できる評価サービスにおいて「きわめて良い」または「とても良い」という評価を得ている、加入済みの保険のプランでカバーできるところをチェックした。

次には、アポイント設定が可能な日時（各提供者のウェブサイトを通じてエージェントが配信している）と、PeteやLucyの多忙なスケジュールとを突き合わせて、実際に設定可能なアポイント日時を探し始めた。

# Semantic Web Stack



Enabling Standards & Technologies – Layer Cake

(<http://www.w3.org/2002/Talks/04-sweb/slide12-0.html>)<sup>17</sup>

エキスパートシステムから  
知識モデリング,  
セマンティックWebへ

# ESの開発事例

## (米国3000, 欧州1000, 日本1000)

| ドメイン／国 | 米国の開発事例  | 日本の開発事例                             |
|--------|--|-------------------------------------|
| 計算機    | R1->XCON(DEC)YES/MVS(IBM)  | LSI設計. . .                          |
| 鉄鋼     |  | 高炉異常診断, 生産計画<br>(新日鉄, NKK, 神鋼. . .) |
| 建設     |  | ビル設備異常診断                            |
| 電力・ガス  | 原子炉異常診断(EPRI...)   | 変電所運転支援, 作業停電計画<br>(東電, 関電. . .)    |
| 石油・化学  | DENDRAL(Stanford Univ.)  | プラント運転支援, 生産計画(出光. . .)             |
| 機械・機器  | CATS(機関車故障診断, GE)<br>ACE(電話線保守, ATT),<br>COMPASS(交換機故障診断, GTE)         | レンズ設計(キヤノン)<br>油圧回路設計(カヤバ工業)        |
| ビジネス   | Planpower(資産運用, APEX)<br>ExperTax(節税計画, Cooper)                        | 資産運用(銀行)クレジット審査(生保)<br>相場分析(証券)     |
| その他    | DipmeterAdviser(石油発掘支援, Schlumberger) MYCIN<br>(感染症診断, Stanford Univ.) |                                     |

# Expert Systems

## in Working Knowledge

How Organizations Manage What They Know  
by Thomas H. Davenport & Laurence Prusak (1998)

- Technical systems in narrow domain knowledge
- not been supplanted as knowledge providers
- difficult to maintain or add knowledge (rules)  
(Authorizer's Assistant ES for credit authorization → 知識が安定, still used in AMEX  
XCON → 知識が変化, DEC stopped using it)  
80年代開発されたESの2/3が使用停止
- 知識獲得・維持: 多大のコストがかかる
- 脆弱性: 問題が少し変わると対処不可能

# 知識モデリング

知識のメンテナンス ×

ESが動かなくなる

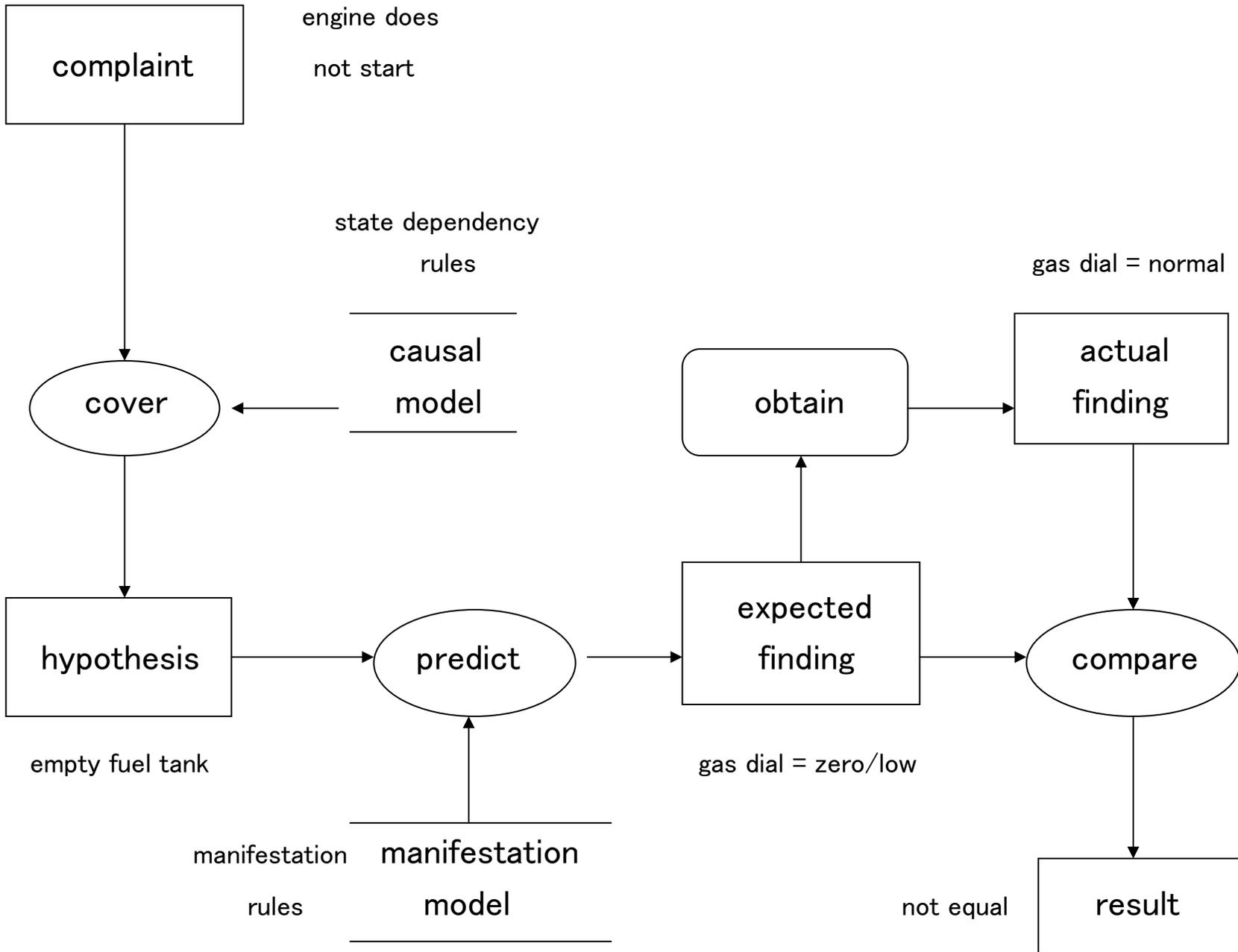
専門家主導でKBを開発 ×

システム開発者主導でKBを開発

→PSM & Ontologies (90年代前半)

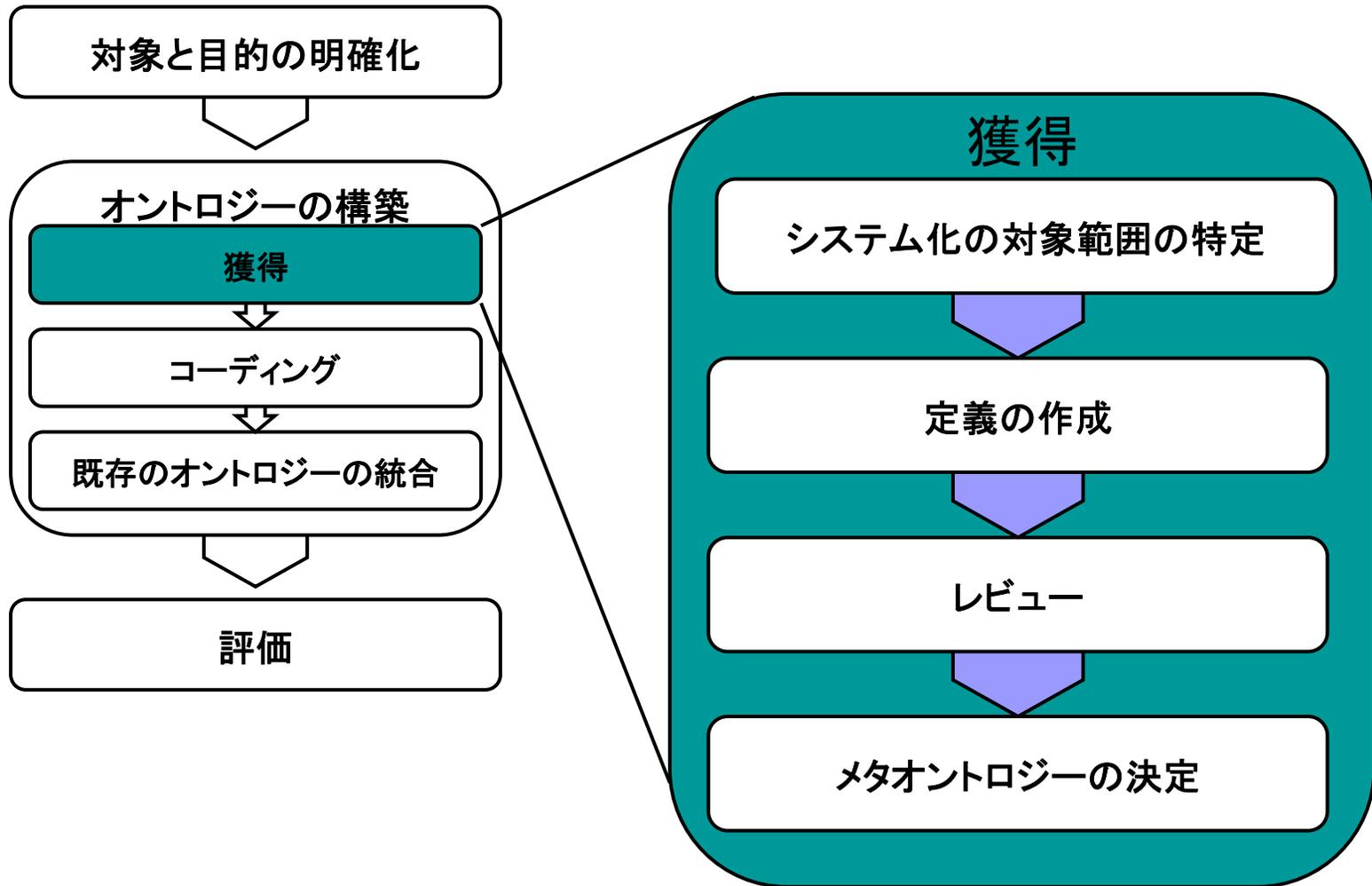
2000年代前半にはSemanticWebと

関連して発展



# オントロジー開発法論

Mike Uschold and Michael Gruninger:  
Principles, Methods and Applications,  
AAAI96 Tutorial Syllabus (1996)



# General Ontology

- **WordNet** (プリンストン大学で開発. 名詞が約10万語. IS-A, HAS-Aが定義. フリー)  
<http://www.cogsci.princeton.edu/cgi-bin/webwn>
- **CYC** (米国MCCで開発)
- **EDR** (日本電子化辞書)

# WordNet

- <http://wordnet.princeton.edu/>
- 最新版 : ver.3.0 for Unix-like system
  - Windows版はver.2.1
- 約11万7千のsynset(同義語の集合)
- 約15万語(名詞, 動詞, 形容詞, 副詞)
- synset間には, 品詞ごとにいくつかの関係が定義されている

Search Word: product

Redisplay Overview

Searches for product: Noun

Senses:

6 senses of product

Sense 1

merchandise, wares, **product** -- (commodities offered for sale; "good business depends on having good merchandise"; "that store offers a variety of products")

- => commodity, trade goods, goods -- (articles of commerce)
- => artifact, artefact -- (a man-made object taken as a whole)
  - => object, physical object -- (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow; "it was full of rackets, balls and other objects")
  - => entity -- (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))
- => whole, whole thing, unit -- (an assemblage of parts that is regarded as a single entity; "how big is that part compared to the whole?"; "the team is a unit")
- => object, physical object -- (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow; "it was full of rackets, balls and other objects")
  - => entity -- (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))

Sense 2

**product**, production -- (an artifact that has been created by someone or some process; "they improve their product every year"; "they export most of their agricultural production")

- => creation -- (an artifact that has been brought into existence by someone)
- => artifact, artefact -- (a man-made object taken as a whole)
  - => object, physical object -- (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow; "it was full of rackets, balls and other objects")
  - => entity -- (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))
- => whole, whole thing, unit -- (an assemblage of parts that is regarded as a single entity; "how big is that part compared to the whole?"; "the team is a unit")
- => object, physical object -- (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow; "it was full of rackets, balls and other objects")
  - => entity -- (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))

Sense 3

**product** -- (a consequence of someone's efforts or of a particular set of circumstances; "skill is the product of hours of practice"; "his reaction was the product of hunger and fatigue")

- => consequence, effect, outcome, result, event, issue, upshot -- (a phenomenon that follows and is caused by some previous phenomenon; "the magnetic effect was greater when the rod was lengthwise"; "his decision had depressing consequences for business"; "he acted very wise after the event")
- => phenomenon -- (any state or process known through the senses rather than by intuition or reasoning)

Sense 4

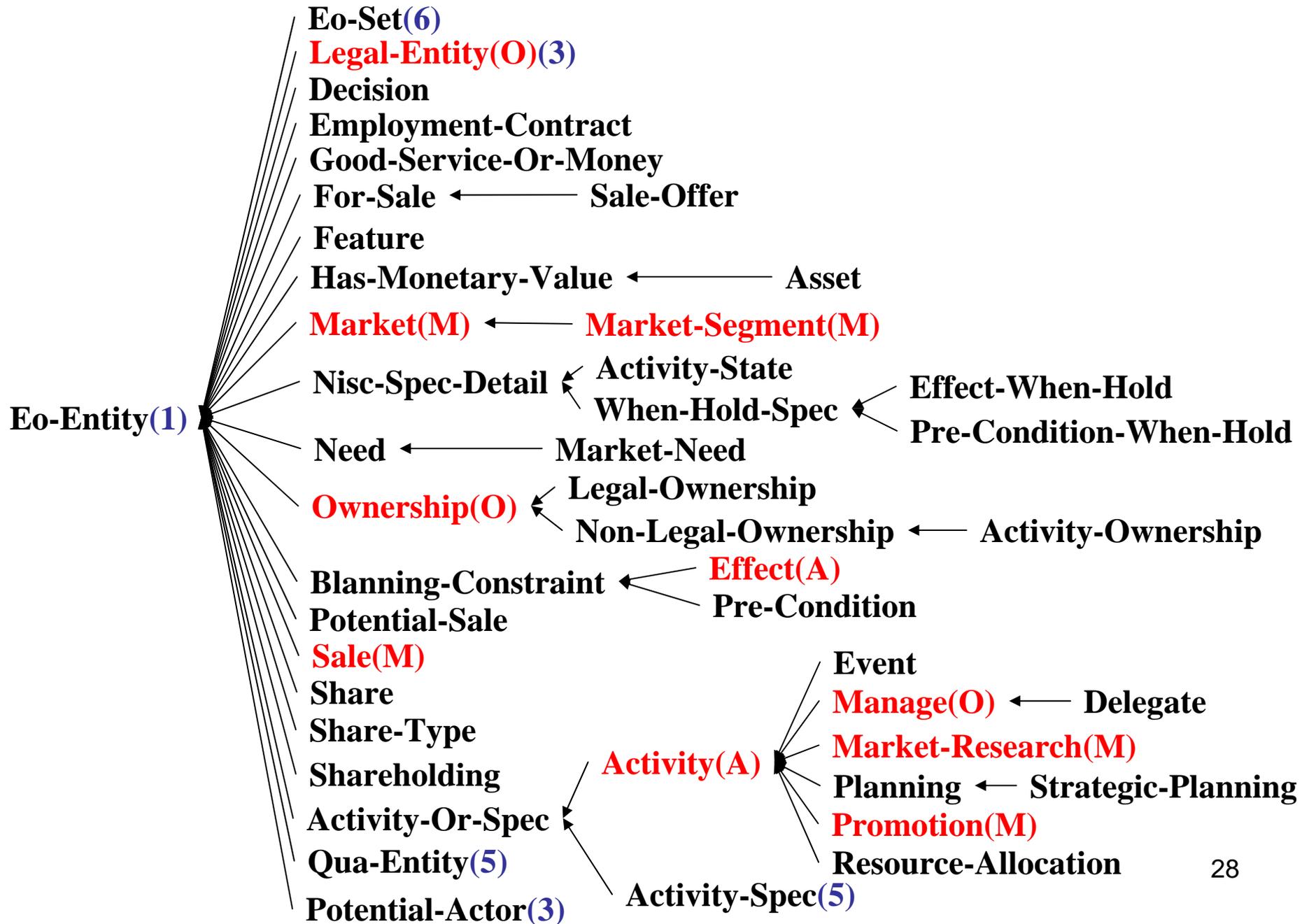
**product** -- (a chemical substance formed as a result of a chemical reaction; "a product of lime and nitric acid")

- => chemical -- (produced by or used in a reaction involving changes in atoms or molecules)
- => material, stuff -- (the tangible substance that goes into the makeup of a physical object; "coal is a hard black material"; "wheat is the stuff they use to make bread")
- => substance, matter -- (that which has mass and occupies space; "an atom is the smallest indivisible unit of matter")

# Cyc

- 世界最大の知識ベース
  - 2007年現在, 約20万概念の定義, 100万以上の宣言を記述
- マイクロ理論 (microtheories)
  - 部分世界の内部だけで整合性を保持
- OpenCyc
  - Cycのオープンソース版
  - <http://opencyc.org/>
  - 試用版:
    - <http://www.yamaguti.comp.ae.keio.ac.jp:3602/cgi-bin/cyccgi/cg?cb-start>

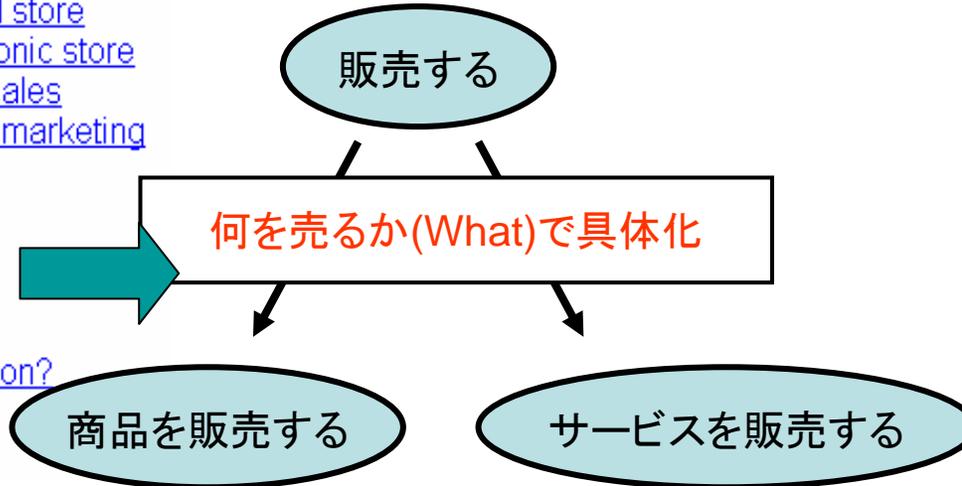
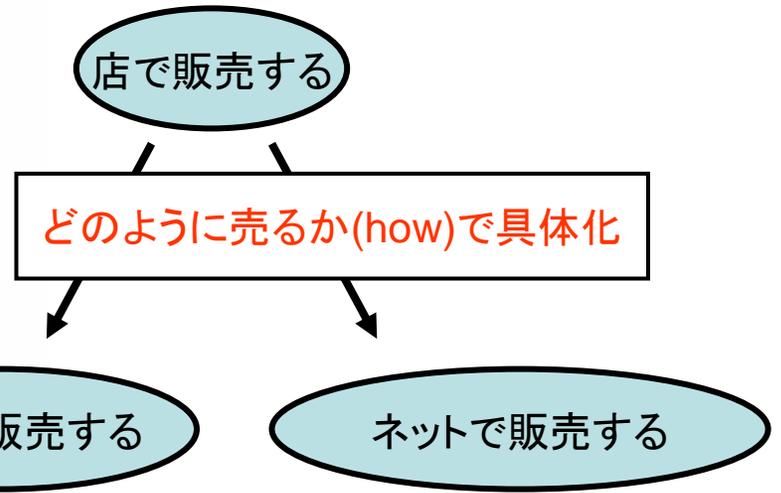
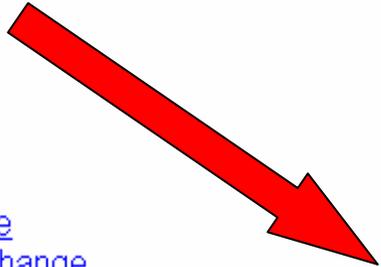
# Eo-Entityのサブクラス



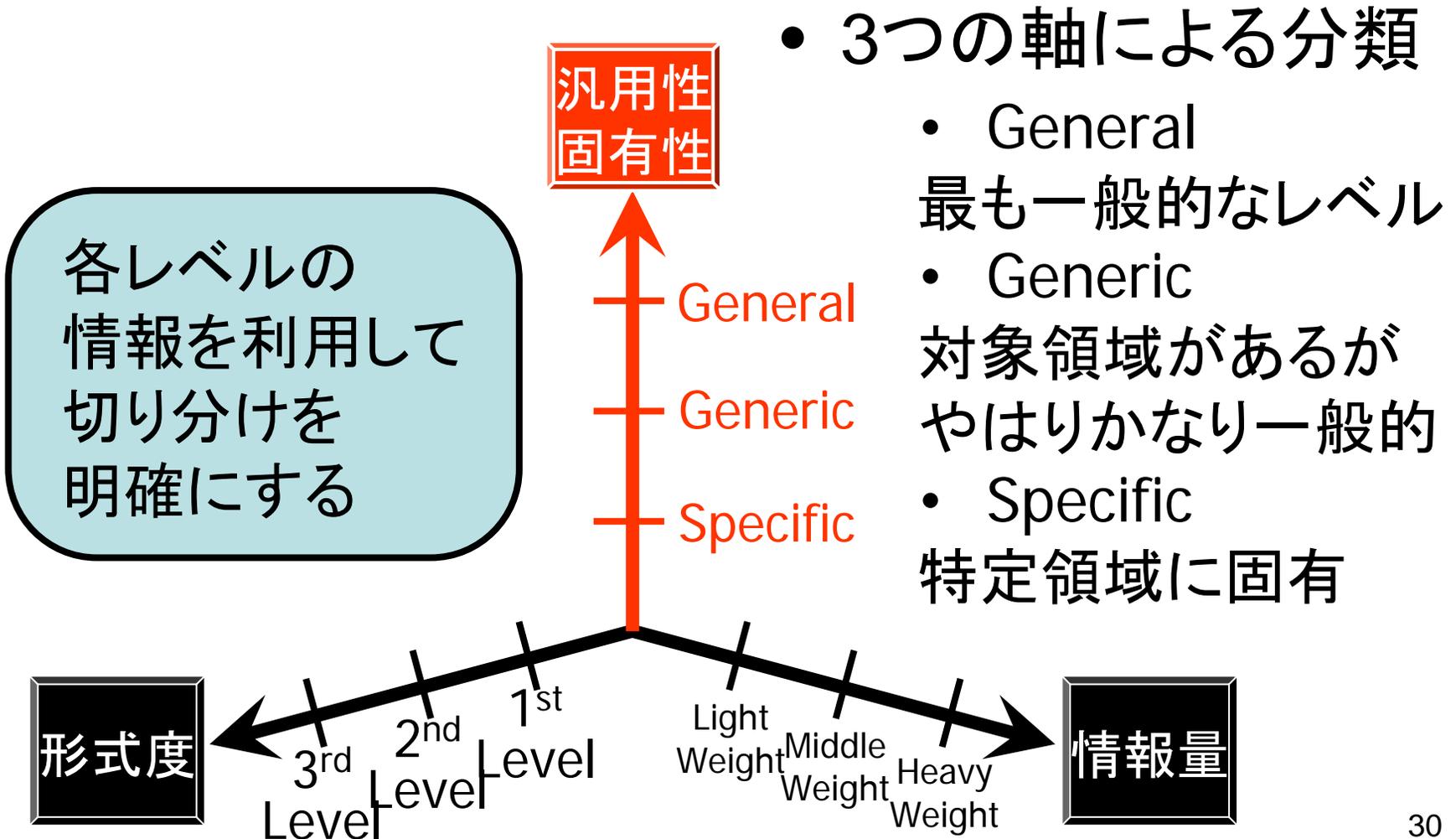
# ビジネスプロセスオントロジー Process Handbook (MIT)

## Modifyを体系化

- ☐ [Create](#)
- ☐ **Modify**
  - ☐ [Modify how?](#)
    - ☐ [Improve](#)
    - ☐ [Prepare](#)
    - ☐ [Process](#)
    - ☐ [Move](#)
  - [Rotate](#)
  - ☐ [Exchange](#)
    - ☐ [Exchange - views](#)
    - ☐ [Exchange how?](#)
      - ☐ [Barter](#)
      - ☐ [Buy](#)
      - ☐ [Sell](#)
  - ☐ [Sell how?](#)
    - ☐ [Sell via store](#)
      - [Sell via physical store](#)
      - ☐ [Sell via electronic store](#)
    - [Sell via face-to-face sales](#)
    - ☐ [Sell via other direct marketing](#)
  - ☐ [Sell what?](#)
    - ☐ [Sell process](#)
    - ☐ [Sell service](#)
    - [Sell product](#)
  - ☐ [Sell to whom?](#)
  - ☐ [Sell with what customization?](#)
  - ☐ [Sell via what channel?](#)
  - ☐ [Sell - views](#)



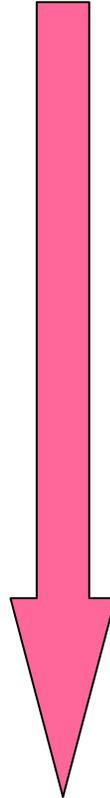
# オントロジーの分類



# 知識工学とセマンティックWebにおける オントロジーの研究開発

## 知識工学

- 90-: 概念化の明示的仕様  
(Tom Gruber オントロジーの定義)  
オントロジー記述言語  
(Ontolingua)  
知識交換言語(KIF)  
Generic Ontology  
CYC, WordNet, EDR...  
PSM  
Task Ontology  
オントロジー構築方法論  
....

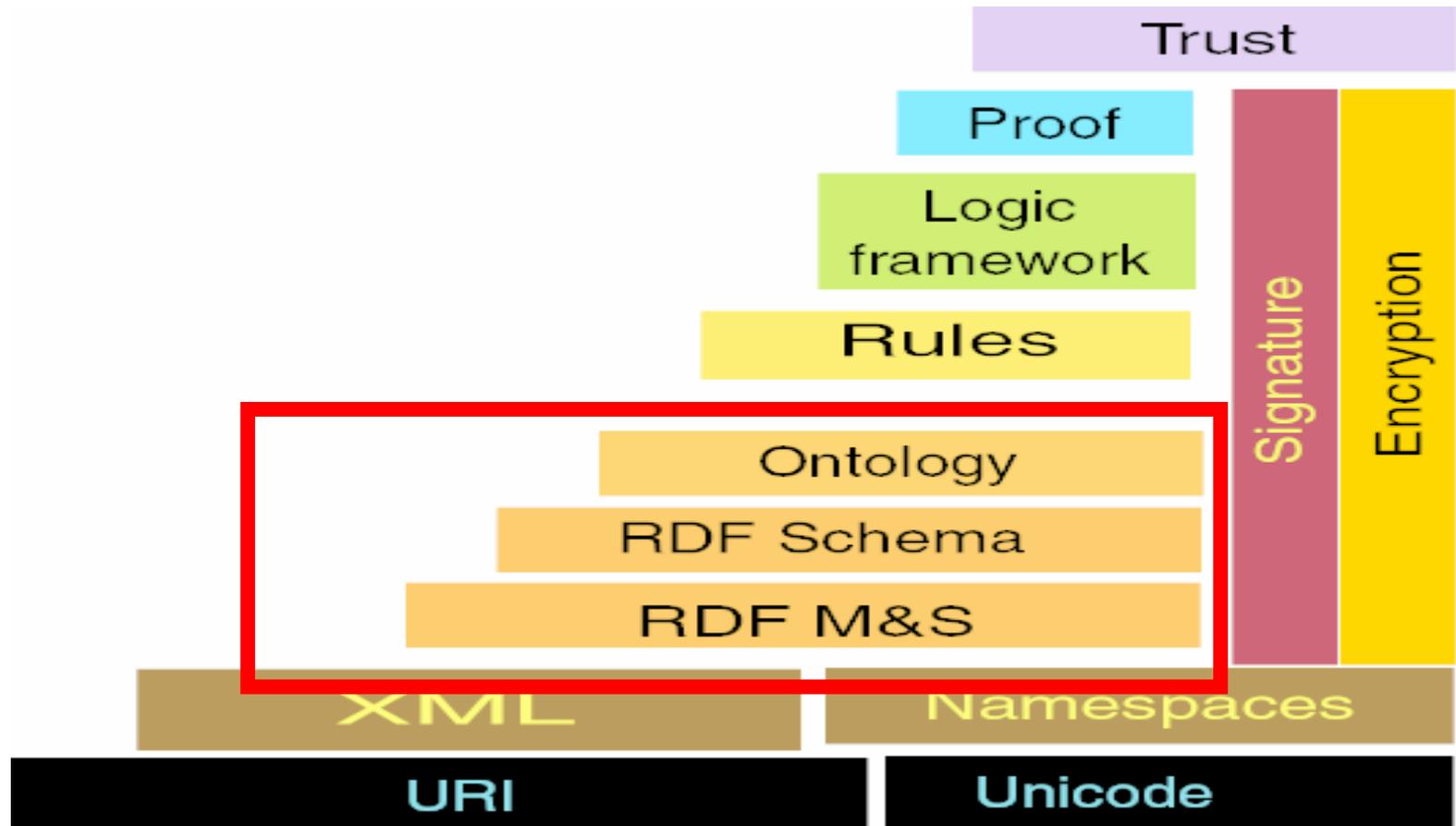


## セマンティックWeb

- 95-97: XML as arbitrary structures
- 97-98: RDF
- 98-99: RDFS
- 00-01: DAML+OIL
- 2004.2.10: OWL
- Rule 仕様検討中

# セマンティックWebを 開発するとは？

# Semantic Web Stack



Enabling Standards & Technologies – Layer Cake

(<http://www.w3.org/2002/Talks/04-sweb/slide12-0.html>)<sup>33</sup>

# RDF基本データモデル



主語

リソース

A君

述語(動詞)

プロパティ

設計する

目的語

リソース

情報システムユースケース

役職, スキル, ...

入力, 参照, 出力, ツール,

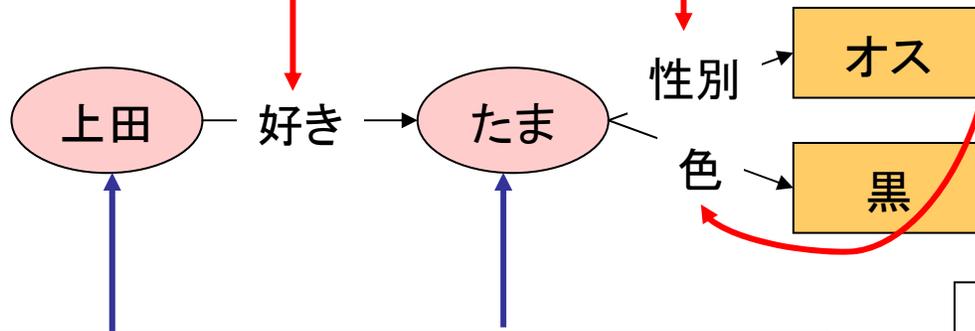
システム仕様, US仕様...

今は放置. あとで飛んだURI先で定義すればいい.

段階的開発を可能にしている. IDがURIになっていることがSWの本質

# RDFS (スキーマ)

好き, 性別, 色などのプロパティ(述語)は,  
どのように定義するのか?



上田リソース, たまリソースは,  
どのようなカテゴリに属するのか?  
→ 上田リソースは, 人間クラスに属する  
→ たまリソースは, 猫クラスに属する

- クラスの定義方法は?
- リソースがクラスに属することを  
表明方法は?

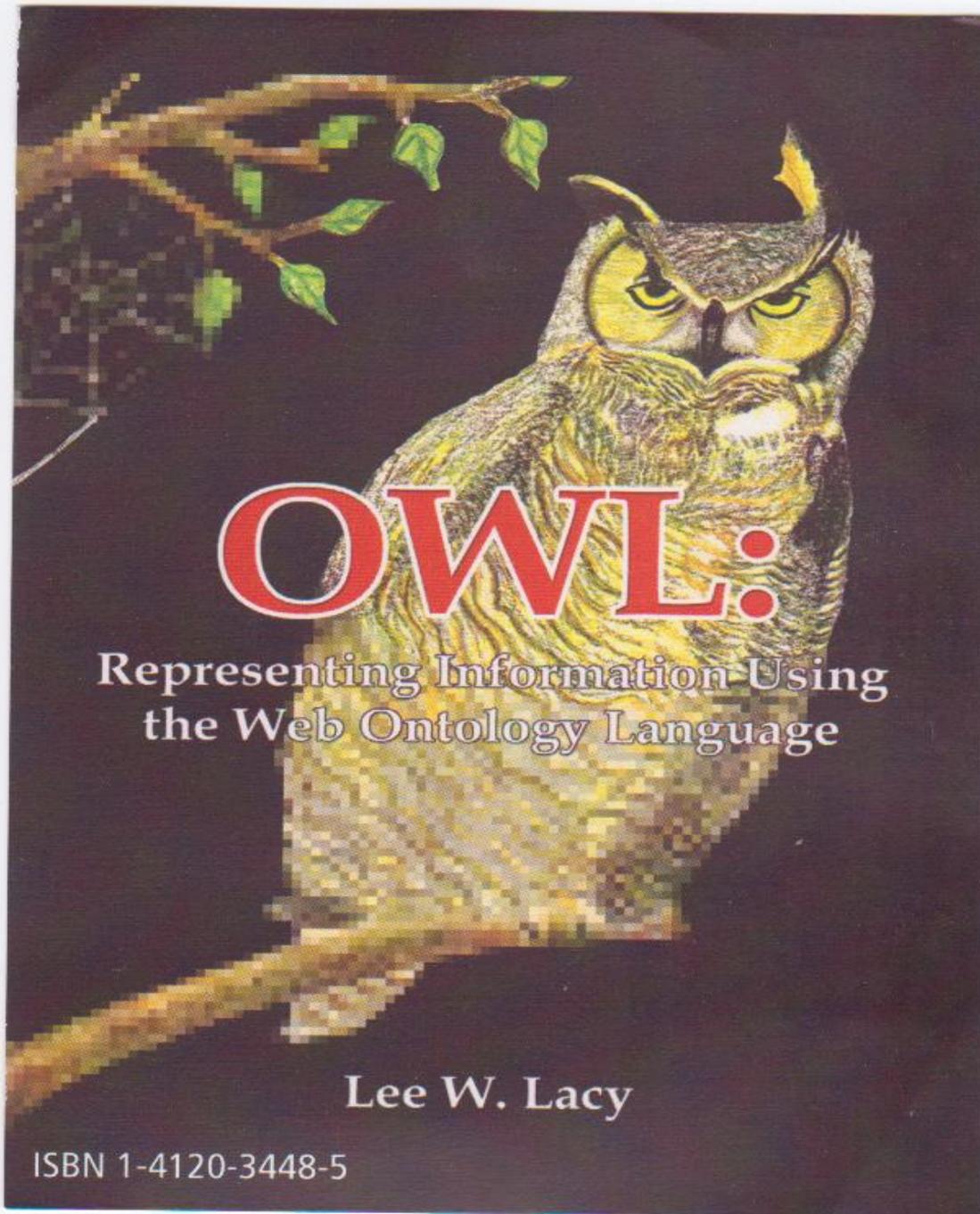
プロパティやリソースの  
カテゴリを定義するための  
基本的なメカニズムを提供

# *Web Ontology Language*

*2004年2月10日に仕様確定*

WOL→DB操作言語があったので、

**OWL** と命名



# OWL:

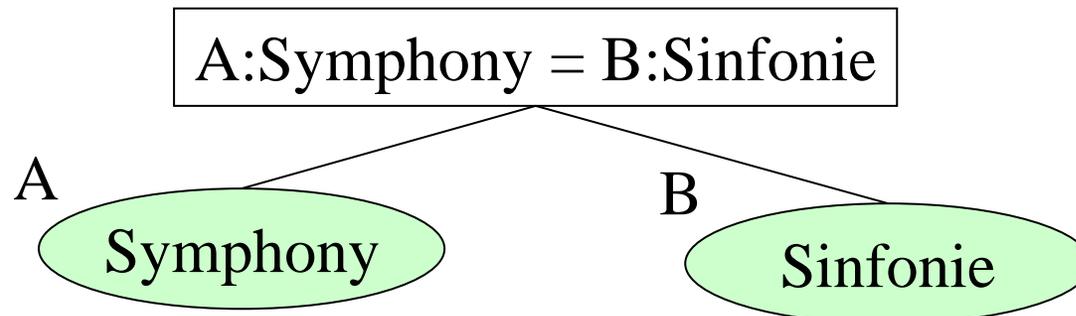
Representing Information Using  
the Web Ontology Language

Lee W. Lacy

ISBN 1-4120-3448-5

# OWL 2004年2月

- RDFとRDFSを基礎として, Webに存在するものごとの分類体系(クラス)やその関係, さらにはそれを推論していくためのルールを定義するオントロジー言語
- 中央集約でない語彙のネットワーク
  - Webでは各地で独自の語彙定義が行われる
  - これらを変更することなく, 統合・発展させるメカニズム
  - 継承関係、相互関係などに基づく簡単な推論
  - OWL-Lite, OWL-DL, OWL-Full



# What Is “Ontology Engineering”?

Ontology Engineering: Defining terms in the domain and relations among them

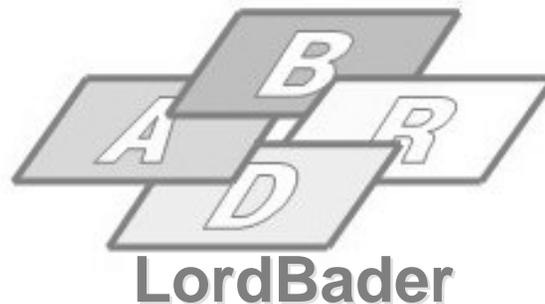
- Defining **concepts** in the domain (classes)
- Arranging the concepts in a **hierarchy** (subclass-superclass hierarchy)
- Defining which **attributes and properties** (slots) classes can have and **constraints** on their values
- Defining **individuals** and filling in slot values

# セマンティックWeb 開発支援ツールの紹介

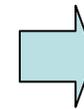
# MMM Project

<http://mmm.semanticweb.org/>

- Realizing a total environment of Meta-Model Management (MMM) for the Semantic Web



Meta-level BPM for Web Services



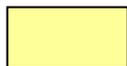
Interactive  
Semantic  
Web Service  
with  
Ontologies

# Graphical Editor: MR<sup>3</sup>

The screenshot displays the MR3 graphical editor interface, which is divided into several functional areas:

- Class Editor:** A window showing a class hierarchy. `cc:Work` is the base class, with subclasses including `cc:License`, `cc:Permission`, `cc:Requirement` (highlighted with a dashed border), `cc:Agent`, and `cc:Prohibition`. `cc:Requirement` inherits from `rdfs:Resource`.
- Property Editor:** A window showing a property hierarchy. `mr3:Property` is the base class, with subclasses including `dc:description`, `dc:title`, `dc:source`, `cc:prohibits`, `dc:rights`, `cc:derivativeWork`, and `cc:license`.
- RDF Editor:** A window showing an instance of `cc:Reproduction` with two instances of `dc:title` ("reproduction") and `dc:description` ("making multiple copies").
- Attribute Dialog:** A dialog box for editing RDFS Class Attributes. It shows the "Base" tab with "Resource Type" set to `http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class`. The "Prefix" is `cc` and the "ID" is `Requirement`. The "NameSpace" is `http://web.resource.org/cc/`. Buttons for "Apply(A)", "Reset(S)", and "Cancel(C)" are visible.
- Namespace Table:** A table at the bottom of the interface listing available namespaces and their URIs.

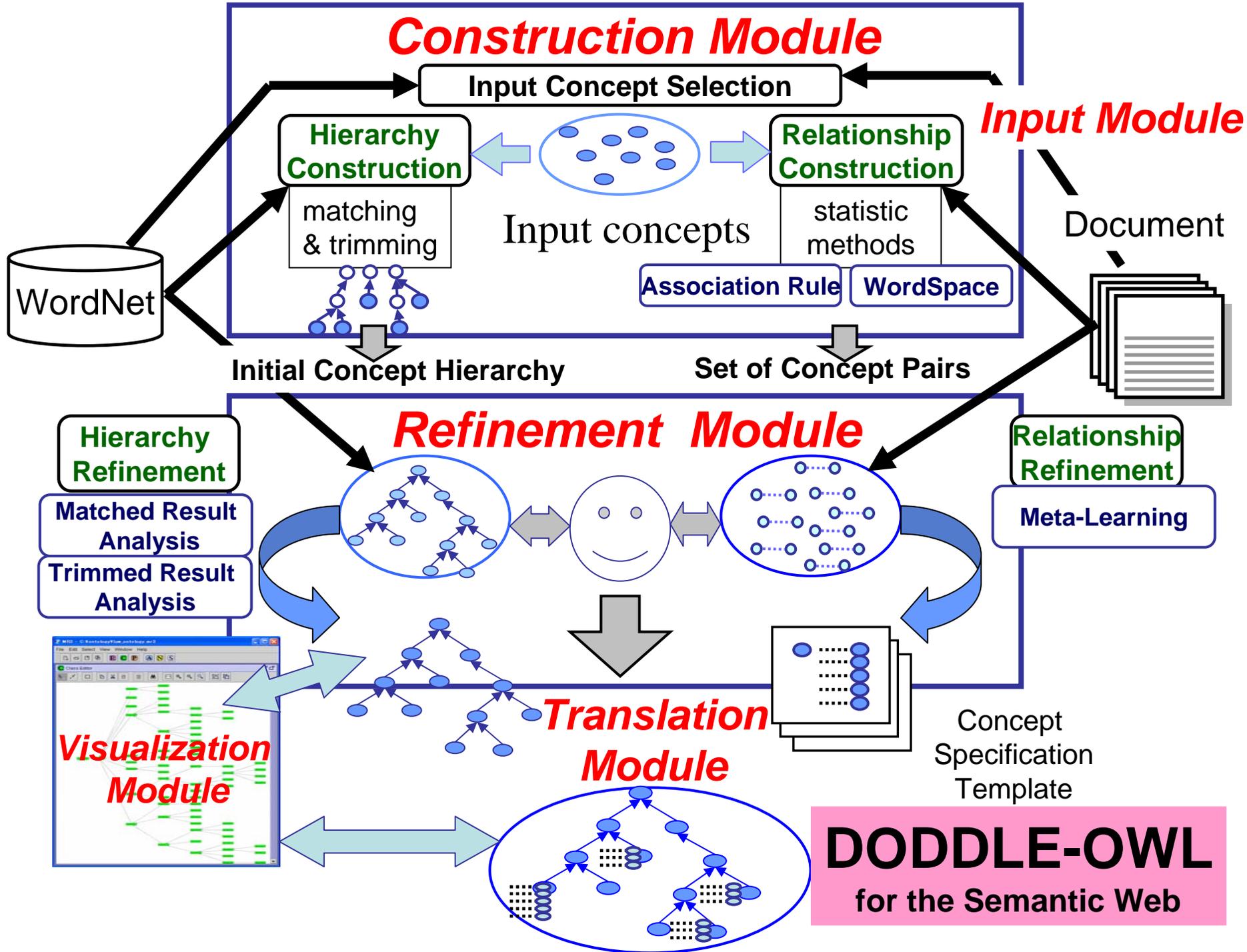
| available                           | Prefix | URI   |
|-------------------------------------|--------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | mr3    | http://mmm.semanticweb.org/mr3#             |
| <input checked="" type="checkbox"/> | rdf    | http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns# |
| <input checked="" type="checkbox"/> | rdfs   | http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | owl    | http://www.w3.org/2002/07/owl#              |
| <input checked="" type="checkbox"/> | cc     | http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#       |



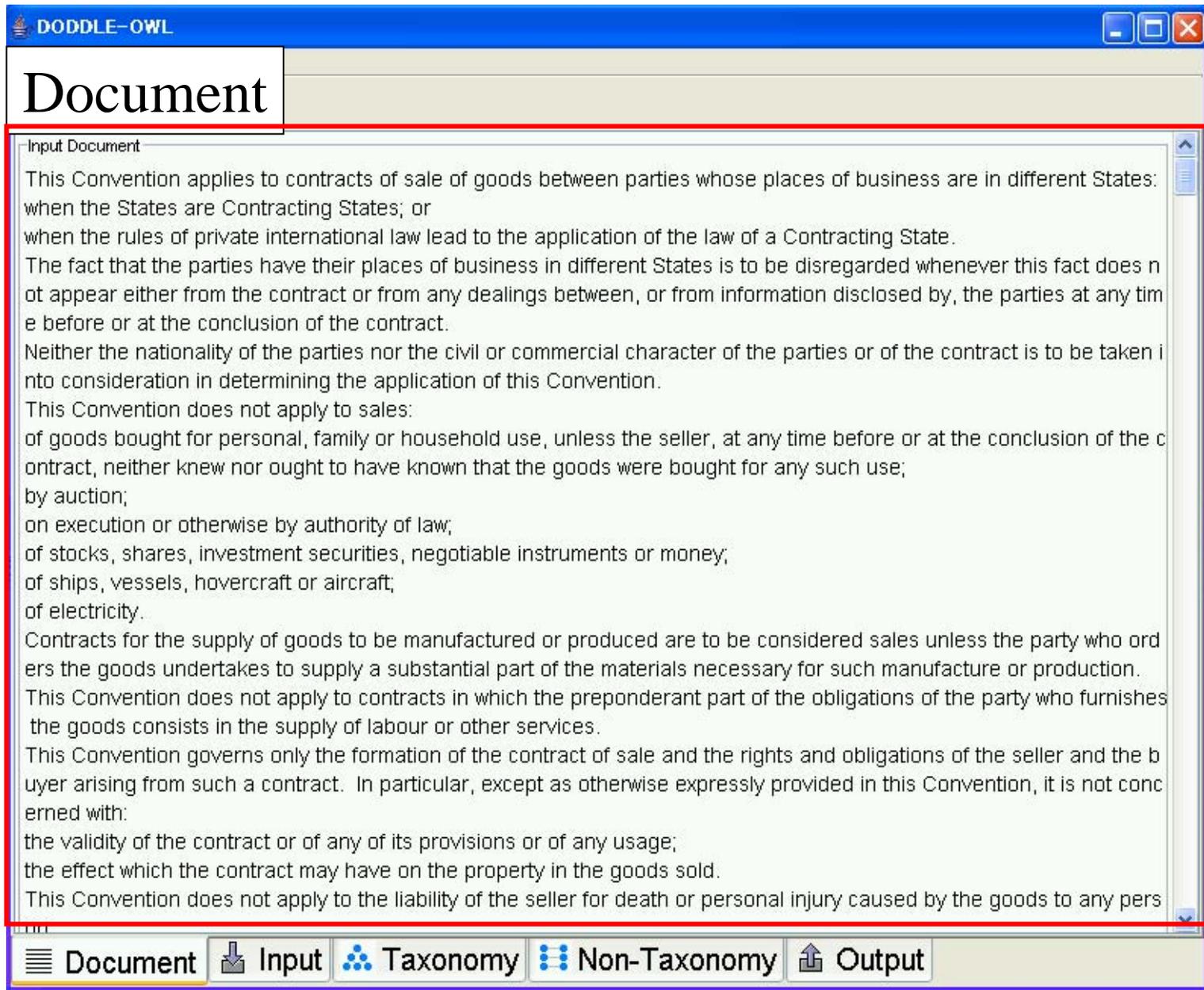
Editor Windows



Sub Windows



# Case Study for Constructing Legal Ontologies



The screenshot shows a software window titled "DODDLE-OWL" with a "Document" tab selected. The main content area displays the text of a legal convention. At the bottom, there is a navigation bar with buttons for "Document", "Input", "Taxonomy", "Non-Taxonomy", and "Output".

**Document**

Input Document

This Convention applies to contracts of sale of goods between parties whose places of business are in different States: when the States are Contracting States; or when the rules of private international law lead to the application of the law of a Contracting State.

The fact that the parties have their places of business in different States is to be disregarded whenever this fact does not appear either from the contract or from any dealings between, or from information disclosed by, the parties at any time before or at the conclusion of the contract.

Neither the nationality of the parties nor the civil or commercial character of the parties or of the contract is to be taken into consideration in determining the application of this Convention.

This Convention does not apply to sales:

- of goods bought for personal, family or household use, unless the seller, at any time before or at the conclusion of the contract, neither knew nor ought to have known that the goods were bought for any such use;
- by auction;
- on execution or otherwise by authority of law;
- of stocks, shares, investment securities, negotiable instruments or money;
- of ships, vessels, hovercraft or aircraft;
- of electricity.

Contracts for the supply of goods to be manufactured or produced are to be considered sales unless the party who orders the goods undertakes to supply a substantial part of the materials necessary for such manufacture or production.

This Convention does not apply to contracts in which the preponderant part of the obligations of the party who furnishes the goods consists in the supply of labour or other services.

This Convention governs only the formation of the contract of sale and the rights and obligations of the seller and the buyer arising from such a contract. In particular, except as otherwise expressly provided in this Convention, it is not concerned with:

- the validity of the contract or of any of its provisions or of any usage;
- the effect which the contract may have on the property in the goods sold.

This Convention does not apply to the liability of the seller for death or personal injury caused by the goods to any person.

Document Input Taxonomy Non-Taxonomy Output

# Input Module

The screenshot shows the DODDLE-OWL application window. The title bar reads "DODDLE-OWL" and the menu bar has "File" and "Help". The main window is titled "List of noun terms from a document" and contains a table with 16 rows. A red box highlights the table. Below the table are buttons: "30", "Get Input Concepts", "Add Concept", "Delete Concept", and "Set Input Concepts". Below that is a section titled "WordNet Concepts" with a red box highlighting two entries. At the bottom are icons for "Document", "Input", "Taxonomy", "Non-Taxonomy", and "Output".

| Rank | Term       | Count | Score    | Definition  |
|------|------------|-------|----------|---|
| 1    | goods      | 138   | 2965274  | articles of commerce  |
| 2    | contract   | 136   | 6118498  | a binding agreement between two or more persons that is enforceable by law                          |
| 5    | party      | 99    | 7753857  | a group of people gathered together for pleasure; "she joined the party after dinner"               |
| 6    | time       | 82    | 23548    | the continuum of experience in which events pass from the future through the present to the ...     |
| 7    | may        | 75    | 11878890 | thorny Eurasian shrub of small tree having dense clusters of white to scarlet flowers followe...    |
| 8    | convention | 70    | 4579984  | orthodoxy as a consequence of being conventional  |
| 9    | article    | 53    | 5996049  | a separate section of a legal document (as a statute or contract or will)                           |
| 10   | state      | 44    | 24568    | the way something is with respect to its main attributes; "the current state of knowledge"; "th...  |
| 11   | place      | 39    | 13155976 | proper or appropriate position or location; "a woman's place is no longer in the kitchen"           |
| 12   | price      | 39    | 12547516 | cost of bribing someone; "they say that every politician has a price"                               |
| 13   | period     | 35    | 14257468 | an amount of time; "a time period of 30 years"; "hastened the period of time of his recovery"; "... |
| 14   | must       | 35    | 8777376  | a necessary or essential thing; "seat belts are an absolute must"                                   |
| 15   | doe        | 35    | 1807370  | mature female of mammals of which the male is called 'buck'   |
| 16   | essence    | 35    | 4244670  | the state of being essential and essential; "the essence of the matter is the nature of the matter" |

WordNet Concepts

----466382---- value: 1  
Words:contract, contract\_bridge,  
About:  
a variety of bridge in which the bidder receives points toward game only for the number of tricks he bid

----6118498---- value: 1  
Words:contract,  
About:  
a binding agreement between two or more persons that is enforceable by law

We can see noun terms that come up sorted frequently in an open document

When a noun term has two or more meanings, we also see what the noun terms mean using a term definition from WordNet.

# Construction & Refinement Modules for Hierarchy

The screenshot shows the DODDLE-OWL application window. On the left is a 'Taxonomy' tree with nodes like 'object 16236', 'organism 3226', 'doe 1807370', 'may 11878890', 'goods 2965274', 'must 8777376', 'abstraction 20486', 'time 23548', 'communication 28764', 'writing 5967883', 'article 5996049', 'contract 6118498', 'period 14257468', 'convention 4579984', 'state 24568', 'obligation 13666117', 'place 13155976', 'acceptance 13141678', 'party 7753857', and 'price 12547516'. The 'doe' node is highlighted. In the center, a text box contains 'A user can decide which part should be refined.' with a yellow arrow pointing to the 'doe' node. Below the taxonomy, there are two analysis windows: 'Matched Result Analysis (MRA)' and 'Trimmed Result Analysis (TRA)'. The MRA window lists 'MRA Result 1' through 'MRA Result 6'. The TRA window lists 'doe\_1807370', 'may\_11878890', 'contract\_6118498', 'article\_5996049', 'contract\_6118498', 'convention\_4579984', 'party\_7753857', and 'price\_12547516'. A yellow arrow points from the 'doe\_1807370' entry in the TRA window to a text box that says 'indicates some groups of concepts in the taxonomy.' At the bottom, there are tabs for 'Document', 'Input', 'Taxonomy', 'Non-Taxonomy', and 'Output', with 'Taxonomy' selected.

indicates some groups of concepts in the taxonomy.

# Construction & Refinement Modules for Relationships

WordSpace parameter

Association Rule parameter

Significant Related Concept Pairs

price\_12547516

| Concept          | WordSpaceValue     |
|------------------|--------------------|
| goods_2965274    | 0.8583731401286886 |
| contract_6118498 | 0.8271882590880275 |
| must_8777376     | 0.8057596177998629 |
| may_11878890     | 0.7943805674502156 |
| party_7753857    | 0.7856152736426182 |
| time_23548       | 0.7685248246594166 |

Non-taxonomic relationships

| IsMetal Property         | Domain         | Relation     | Range         |
|--------------------------|----------------|--------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | price_12547516 | non-TAXONOMY | goods_2965274 |

Setting parameters used in WordSpace and Association Rule

A user selects correct pairs from the generated candidates and defines non-taxonomic relationships.

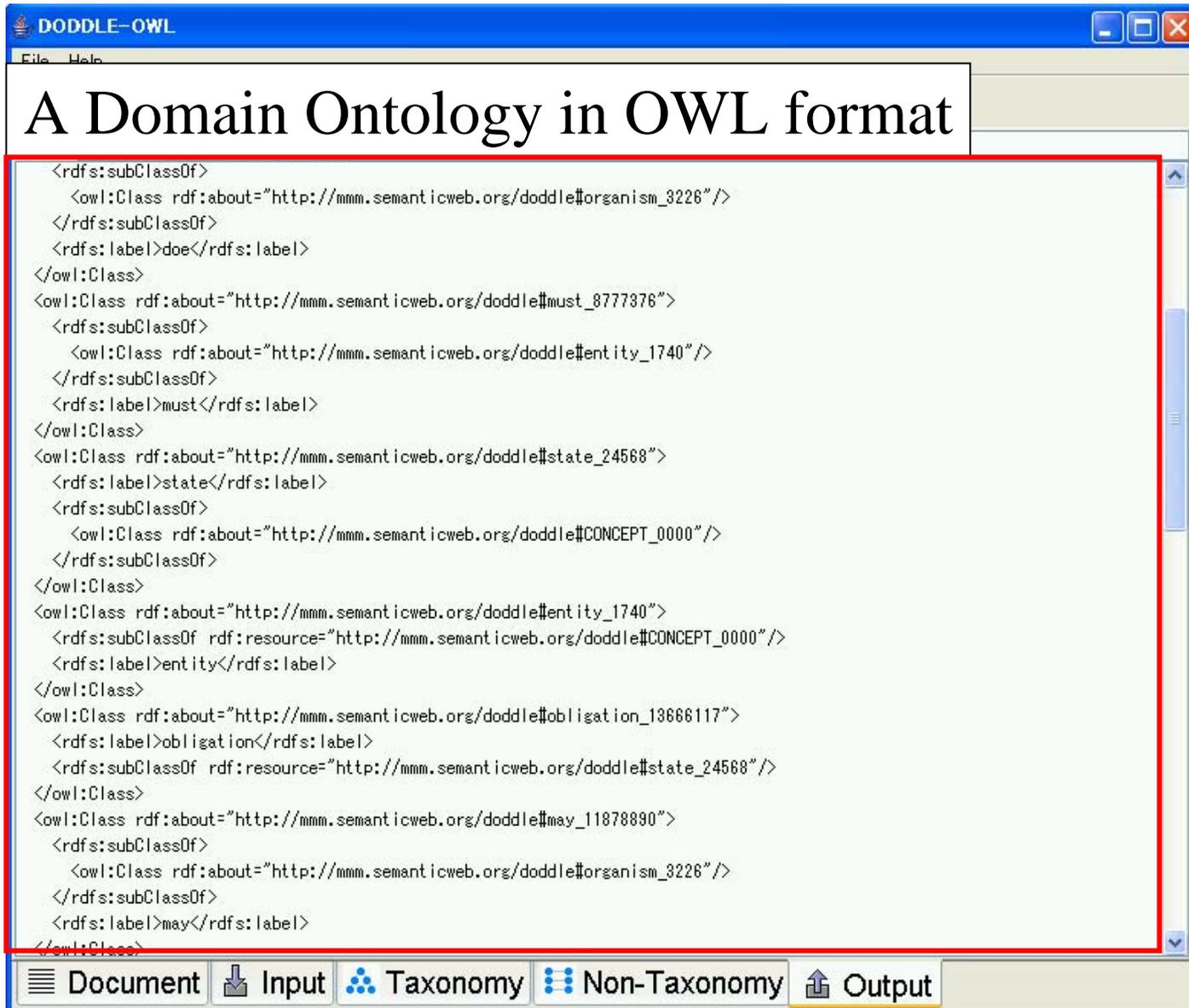
# Visualization Module

The screenshot displays the MR3 software interface. The top window is titled "DODDLE-OWL" and contains a "Taxonomy" panel on the left with a hierarchical tree structure. The "Concept Explanation" panel on the right shows details for "article, clause," including an "About" section and a "Trimmed Count" of 1. Below this is the "Concept Drift Management" section, which includes "Matched Result Analysis (MRA)" and "Trimmed Result Analysis (TRA)" tables. A yellow arrow points from the "TRA" table to the "Visualization Module" window below. The "Visualization Module" window shows a hierarchical diagram of concepts, starting with "Resource" at the root, branching into "CONCEPT\_0000", which further branches into various specific concepts like "time\_23548", "convention\_4579984", "communication\_28764", "writing\_5967883", "article\_5996049", "contract\_6118498", "period\_14257468", "must\_8777376", "goods\_2965274", "doe\_1807370", "may\_11878890", "entity\_1740", "object\_16236", "organism\_3226", "state\_24568", "obligation\_13666117", "price\_12547516", "party\_7753857", and "place\_13155976".

The display of concept drift management in Visualization Module.

Visualization Module

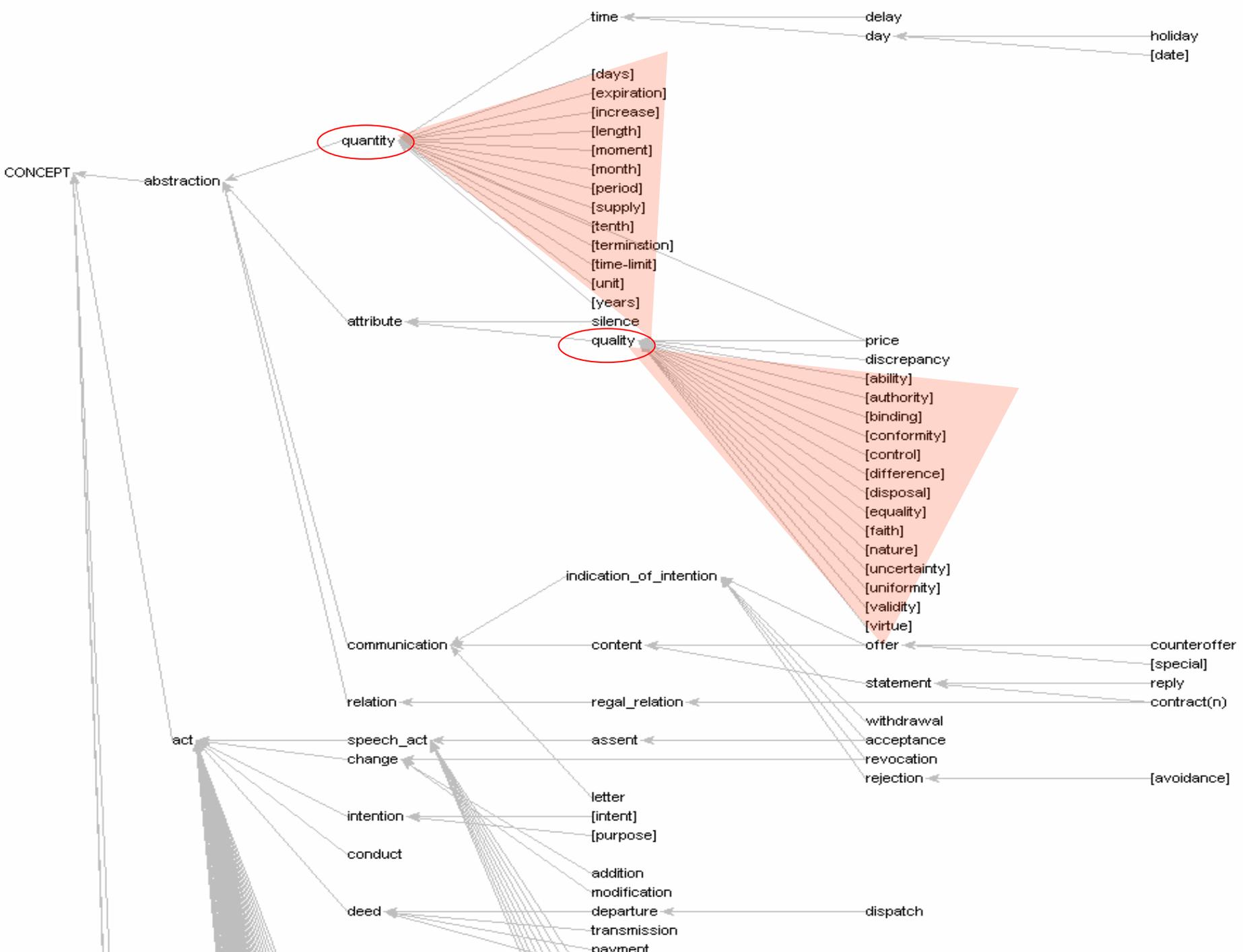
# Translation Module



The screenshot shows the DODDLE-OWL application window. The title bar reads "DODDLE-OWL". Below the title bar is a menu bar with "File" and "Help". The main content area has a title "A Domain Ontology in OWL format" and displays the following XML code:

```
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#organism_3226"/>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:label>doe</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#must_8777376">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#entity_1740"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:label>must</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#state_24568">
  <rdfs:label>state</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#CONCEPT_0000"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#entity_1740">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#CONCEPT_0000"/>
  <rdfs:label>entity</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#obligation_13666117">
  <rdfs:label>obligation</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#state_24568"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#may_11878890">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:about="http://mmm.semanticweb.org/doddlle#organism_3226"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:label>may</rdfs:label>
</owl:Class>
```

At the bottom of the window is a toolbar with the following buttons: Document, Input, Taxonomy, Non-Taxonomy, and Output.



# 行政における オントロジーの利用例

法律オントロジー  
担当:星井



法令

制約

法律や組織の変更を業務・システムに反映することが困難

申請書



申請者



慣例

役所職員



許可者

許可

業務オントロジー  
担当:近藤



システム

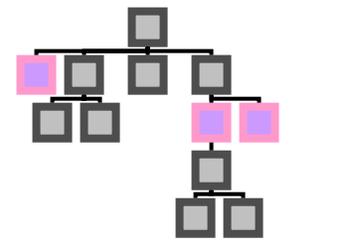


システム開発者<sub>2</sub>

職員とシステム開発者の  
コミュニケーションが困難



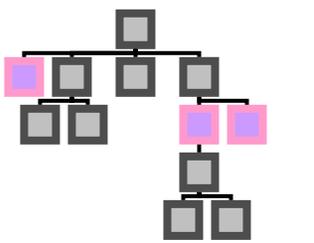
システム



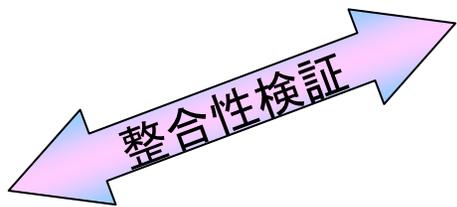
システムプロセスオントロジー



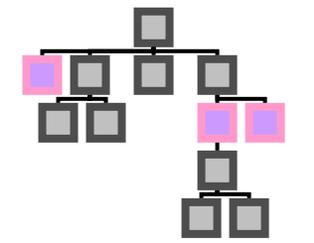
展開



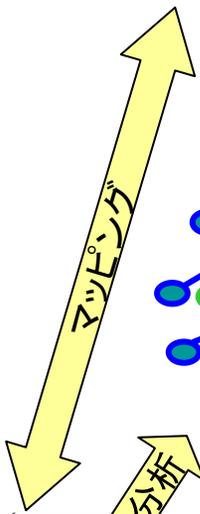
法律タスクオントロジー



整合性検証



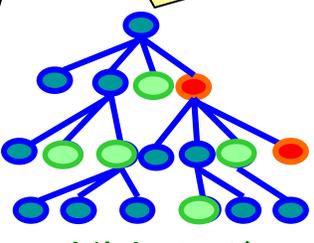
業務タスクオントロジー



マッピング



利用



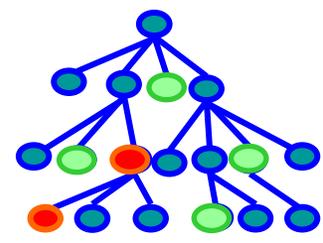
法律オントロジー



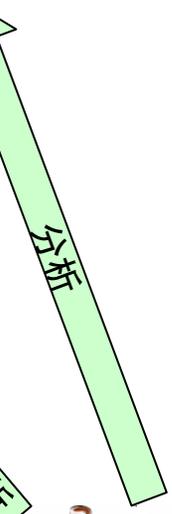
対応関係



利用



業務オントロジー



分析



実業務



依存



法律

# 業務分析

## ● 利用した資料

- 申請書や届出書といった提出に用いる書類……67枚
- 簡単な業務フローや注意事項などが書かれている業務マニュアル類……79枚
- 医療法、施行規則……165ページ、7万5千文字

診療所開設届出書

(届出先) 年 月 日

住所 届出書 氏名 電話番号

診療所を開設しましたので、医療法第8条の規定により、次のとおり届け出ます。

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 名称                                   | 電報     |
| 開設年月日                                | 年 月 日  |
| 管理者 氏名                               |        |
| 診療科目                                 |        |
| 開設者が別に病院(診療所)を開設、管理、兼設している場合         | 名称 所在地 |
| 開設者が同時に2以上の病院(診療所)を開設しようとする場合        | 名称 所在地 |
| 従業員(定員) 医師・歯科医師 名 薬剤師 名 看護師 名 その他 名  |        |
| 診療に従事する医師・歯科医師の氏名、担当診療科名、診療時間及び診療日   |        |
| 氏名 科名 診療日・時間                         |        |
| 氏名 科名 診療日・時間                         |        |
| 氏名 科名 診療日・時間                         |        |
| 勤務する薬剤師氏名                            |        |
| 敷地の面積 ㎡ 敷地の平面図 別添                    |        |
| 建物の構造概況 造 階建の 階(号数) 診療所面積 ㎡          |        |
| 建物の平面図は 別添                           |        |
| 歯科医業を行う診療所で、歯科技工室を面積 ㎡ 照明器具数 個       |        |
| 設けようとする場合は、その構造設備の概況 換気装置数 個 集塵装置数 個 |        |
| 病室がある場合は病床数 床                        |        |

[留意事項] 1. 申請書に提出する書類は、医療法第8条の規定により、次のとおり届け出ます。  
 2. 申請書に提出する書類は、医療法第8条の規定により、次のとおり届け出ます。  
 3. 敷地の面積、造、階建の階(号数)は、敷地の平面図に示す面積を基礎とする。  
 4. 照明器具数、換気装置数、集塵装置数は、申請書に提出する書類に記載する。  
 5. 病室がある場合は、病室の構造設備の概況、換気装置数、集塵装置数を併せて記載する。  
 6. 図面は縮尺を明記し、必要に応じて図面が理解できるようにする。

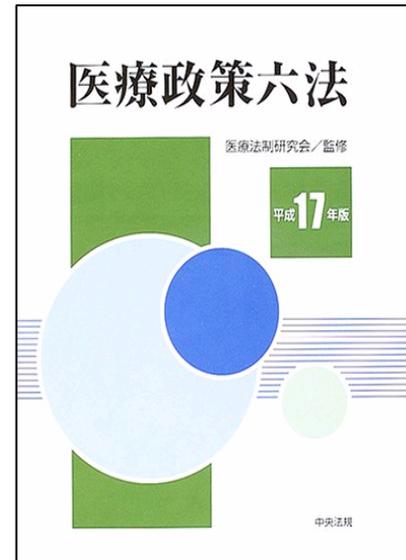
病院

開設手続きの流れ

| 申請者                          | 福祉保健センター               | 衛生所          |
|------------------------------|------------------------|--------------|
| 事前相談<br>計画変更が可能な段階で相談に来てもらう。 | 可能な限り同席する。             |              |
| 開設許可申請<br>建設工事に入る前に申請        | 書類審査後、交付               | 審査<br>台帳作成   |
| (工事着手)                       | 交付                     | 許可書発行        |
| 構造設備使用許可申請                   | 書類審査後、交付<br>可能な限り同席する。 | 現場調査<br>台帳記入 |
| 開設症                          | 交付                     | 許可書発行        |
|                              | 書類審査後、交付               | 審査<br>台帳記入   |

構造設備変更手続きの流れ

| 申請者                          | 福祉保健センター               | 衛生所          |
|------------------------------|------------------------|--------------|
| 事前相談<br>計画変更が可能な段階で相談に来てもらう。 | 可能な限り同席する。             |              |
| 変更許可申請<br>建設工事に入る前に申請        | 書類審査後、交付               | 審査<br>台帳作成   |
| (工事着手)                       | 交付                     | 許可書発行        |
| 構造設備使用許可申請                   | 書類審査後、交付<br>可能な限り同席する。 | 現場調査<br>台帳記入 |
|                              | 交付                     | 許可書発行        |



# 申請書入力項目の抽出

第〇号様式(第4条第1項)

病院(診療所・助産所)構造設備使用許可申請書

年 月 日

(申請先)

住 所  
届出者  
氏 名

(法人の場合は、主たる事務所の  
所在地、名称及び代表者の氏名)

電 話

病院(診療所・助産所)の構造設備の使用の許可を受けたいので、医療法第27条の規定  
により、次のとおり申請します。

|                      |  |
|----------------------|--|
| 名 称                  | 電話   |
| 開 設 場 所              |  |
| 許可(届出)年月日及び<br>許可番号  | 開設届出書 年 月 日<br>開設届出事項変更届出書 年 月 日<br>開設許可 年 月 日 第 号<br>開設許可事項変更許可 年 月 日 第 号 |
| 使用許可申請をする<br>構造設備の概要 |  |
| 使用開始の予定年月日           | 年 月 日  |

(A4)

名 称

電 話

開設場所

## 表形式にまとめ、SQL入カタイプ付与

病院(診療所・助産所)構造設備使用許可申請書

|                  |      |      |
|------------------|------|------|
| 申請日              | Date | 年月日  |
| 住所               | Text | 住所   |
| 氏名               | Text | 人名   |
| 電話               | Text | 電話番号 |
| 名称               | Text | 施設名称 |
| 電話               | Text | 電話番号 |
| 開設場所             | Text | 住所   |
| 年月日              | Date | 年月日  |
| 年月日              | Date | 年月日  |
| 年月日              | Date | 年月日  |
| 第~号              | Int  | 許可番号 |
| 年月日              | Date | 年月日  |
| 第~号              | Int  | 許可番号 |
| 使用許可申請をする構造設備の概要 | Text | 文書   |
| 使用開始の予定年月日       | Date | 年月日  |

55

# 入力項目(属性)の分類

| 病院(診療所・助産所)構造設備使用許可申請書 |      |      |
|------------------------|------|------|
| 申請日                    | Date | 年月日  |
| 住所                     | Text | 住所   |
| 氏名                     | Text | 人名   |
| 電話                     | Text | 電話番号 |
| 名称                     | Text | 施設名称 |
| 電話                     | Text | 電話番号 |
| 開設場所                   | Text | 住所   |
| 年月日                    | Date | 年月日  |
| 年月日                    | Date | 年月日  |
| 年月日                    | Date | 年月日  |
| 第～号                    | Int  | 許可番号 |
| 年月日                    | Date | 年月日  |
| 第～号                    | Int  | 許可番号 |
| 使用許可申請をする構造設備の概要       | Text | 文書   |
| 使用開始の予定年月日             | Date | 年月日  |

申請者

病院

開設の許可

構造設備

# 入力項目間のhas-a関係の構築

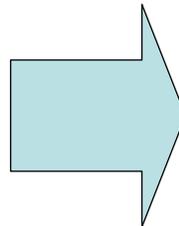


| 病院  |    |        |
|-----|----|--------|
| 名称  |    |        |
| 所在地 |    |        |
| 電話  |    |        |
| 管理者 |    |        |
| ↳   | 氏名 |        |
| ↳   | 住所 |        |
| ↳   | 電話 |        |
| 診療科 |    |        |
| ↳   | 名称 |        |
| 従事者 |    |        |
| ↳   | 医師 |        |
| ↳   | ↳  | 氏名     |
| ↳   | ↳  | 診療日・時間 |
| ↳   | ↳  | 診療科目   |

# ルールとエンティティの分離

|           |       |
|-----------|-------|
| 個人開設者     |       |
| 氏名        |       |
| 住所        |       |
| 電話        |       |
| 医師免許      |       |
|           | 免許番号  |
|           | 交付年月日 |
| 臨床研修終了登録証 |       |
|           | 免許番号  |
|           | 交付年月日 |

|        |       |
|--------|-------|
| 医師     |       |
| 氏名     |       |
| 担当診療科  |       |
| 診療日・時間 |       |
| 医師免許   |       |
|        | 免許番号  |
|        | 交付年月日 |



実体

|    |  |
|----|--|
| 個人 |  |
| 氏名 |  |
| 住所 |  |
| 電話 |  |

ルール

|        |       |
|--------|-------|
| 医師     |       |
| 担当診療科  |       |
| 担当日・時間 |       |
| 医師免許   |       |
|        | 免許番号  |
|        | 交付年月日 |

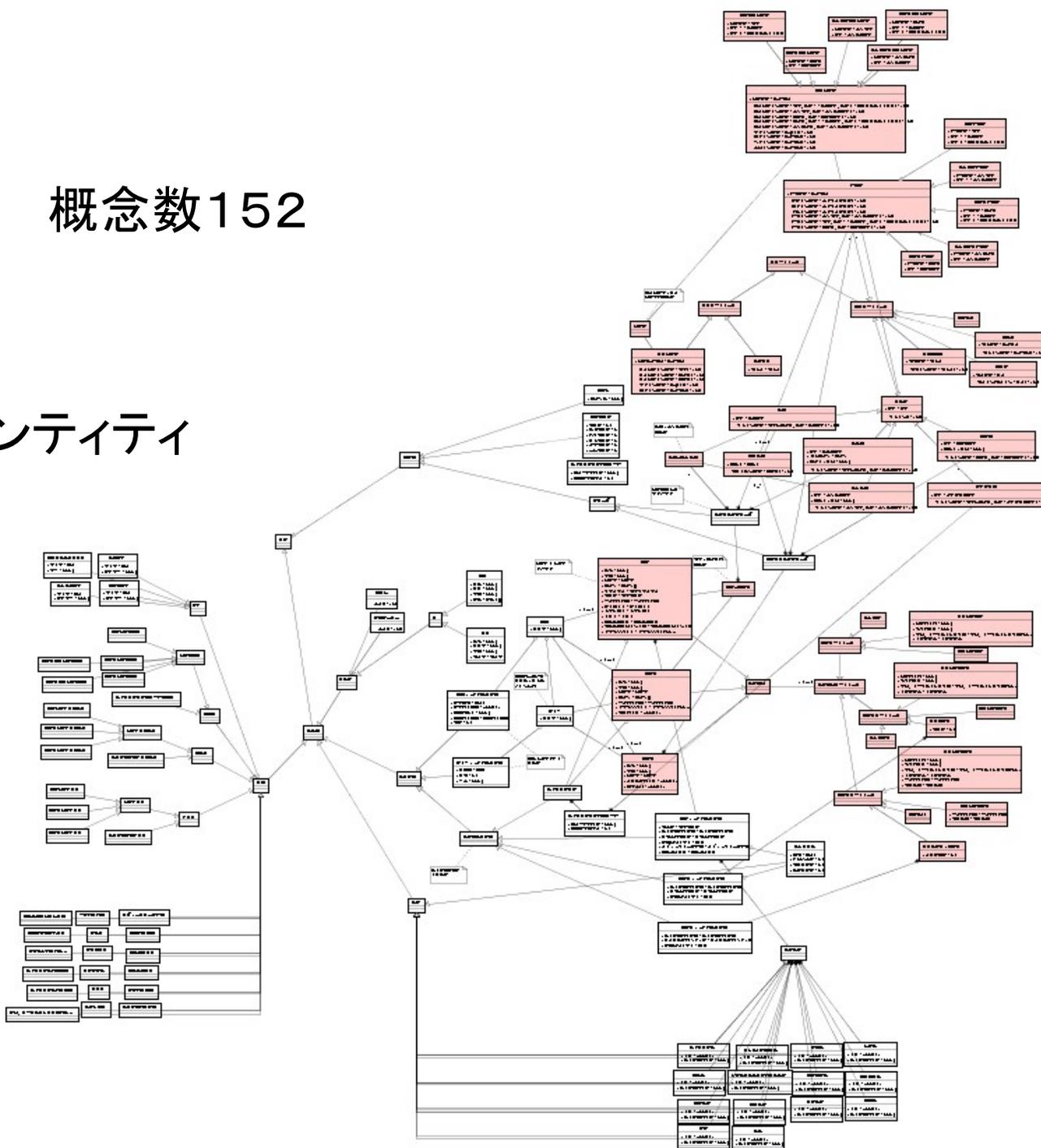
ルール

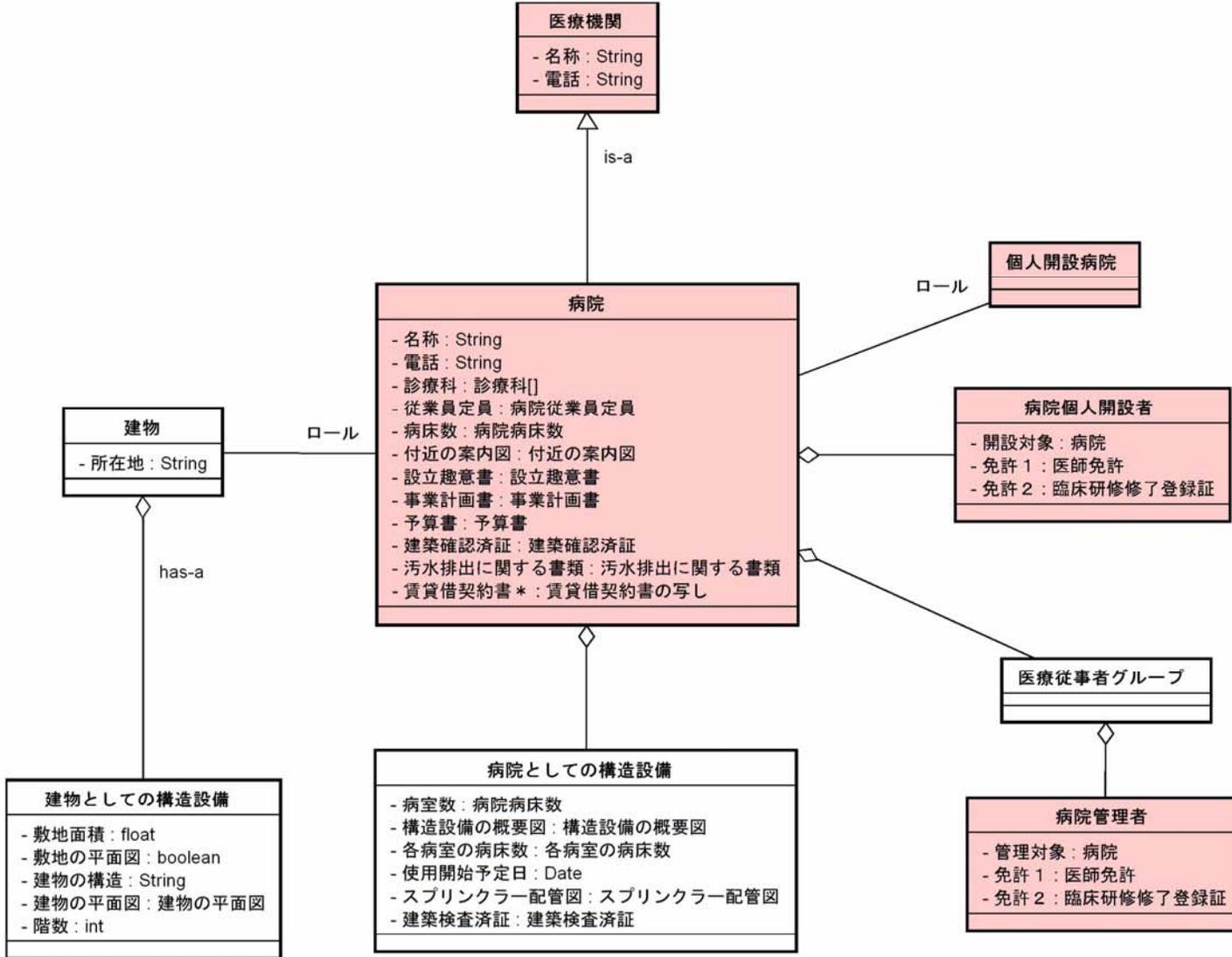
|           |       |
|-----------|-------|
| 個人開設者     |       |
| 医師免許      |       |
|           | 免許番号  |
|           | 交付年月日 |
| 臨床研修終了登録証 |       |
|           | 免許番号  |
|           | 交付年月日 |

# 概念数152

ルール

# エンティティ



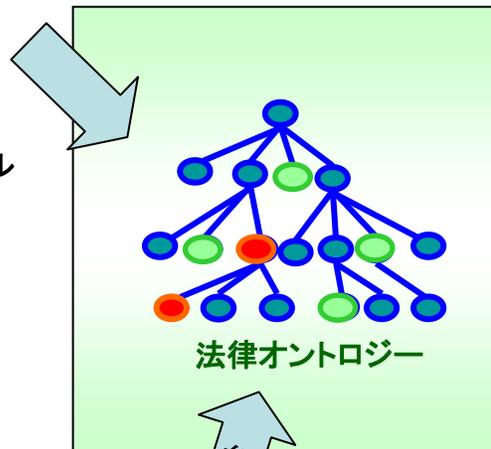


# Webプロセス上で オントロジーの統合



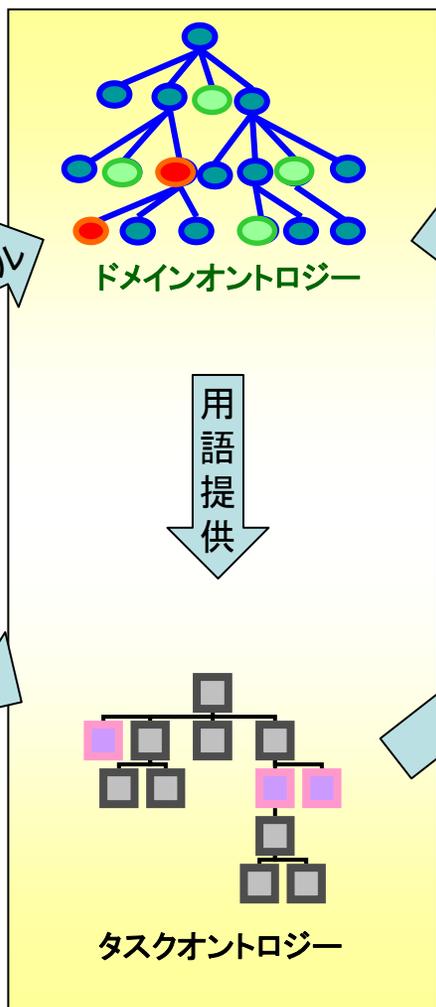
法律・ビジネスルール

法規モデル



法律オントロジー

参照



ドメインオントロジー

用語提供

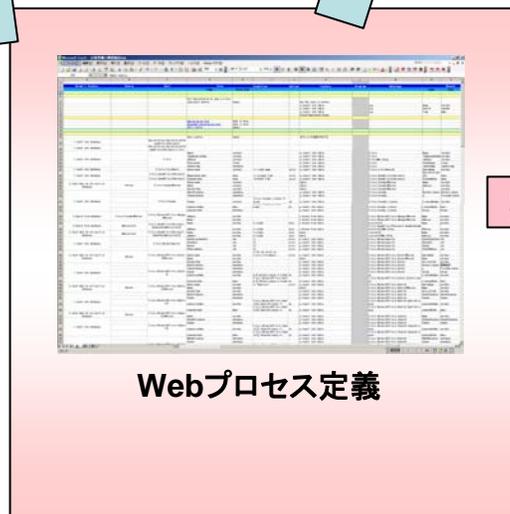
タスクオントロジー

ビジネスモデル

静的モデル

動的モデル

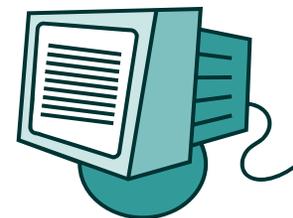
業務  
マニュアル  
など



Webプロセス定義

アプリケーション設計

実装



Webアプリケーション



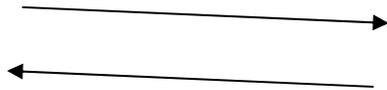
法令



申請書



申請者

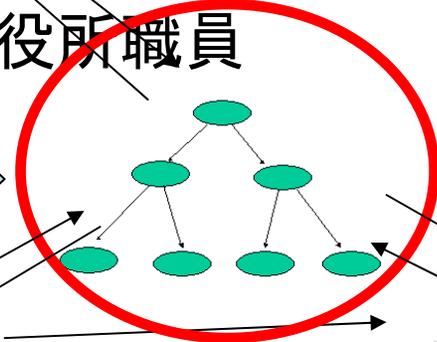
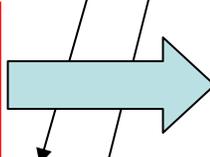


役所職員

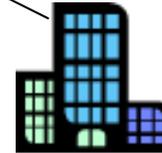


許可者

許可



システム



システム開発者<sub>2</sub>

**本システムの効用**  
オントロジーは異質な情報断片を繋ぐ接着剤(のり)で、その結果、断片的な情報群が組織化されると共に、人々の間にも有機的連携が生じ、組織力も高まる

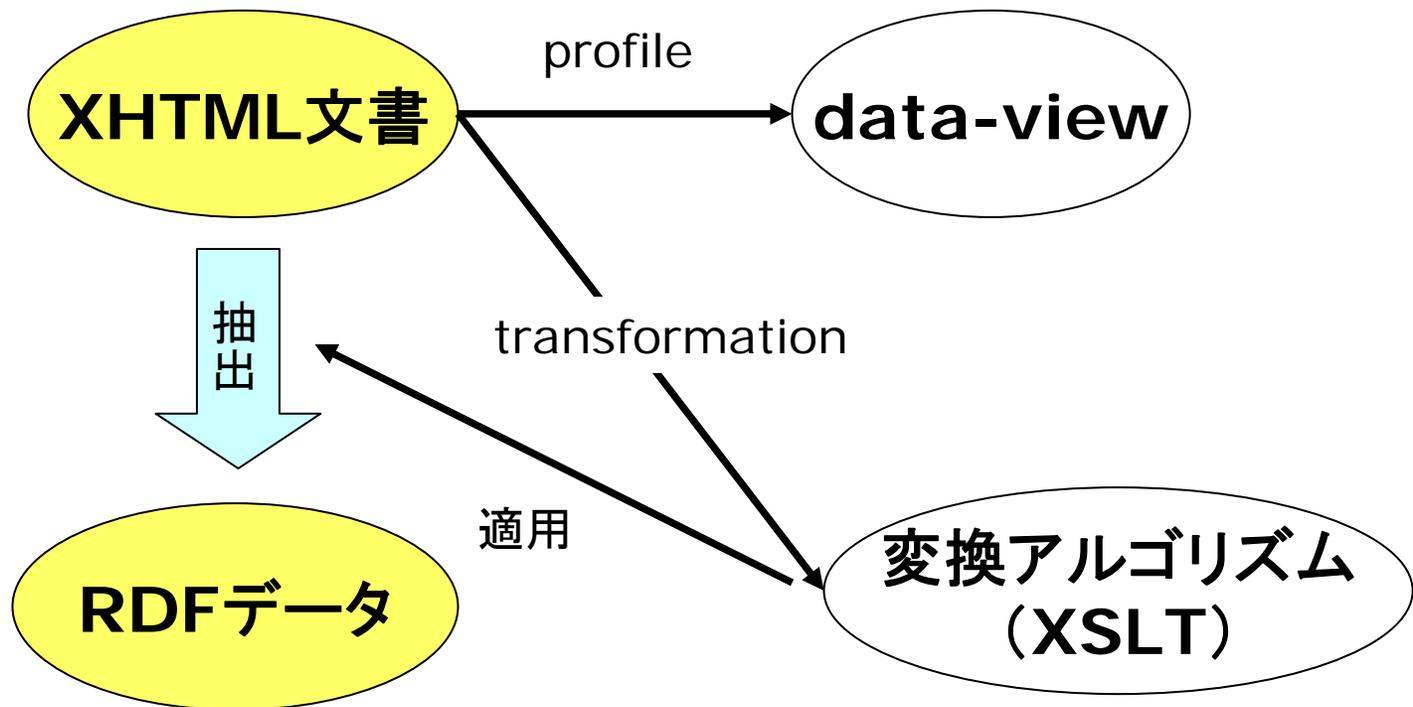
**Semantic Web の時代は  
本当にやってくる！？**

# Semantic Webへの疑問

- RDF はツールを使って最初から作るのか？
- 既存WebページからRDFへ自動変換？
- RDFS, OWLはどこにあるの？
- RDFS, OWLは使えるのか？
- キラーアプリは？
- . . . . .

# GRDDL

Gleaning Resource Descriptions from Dialects of Languages



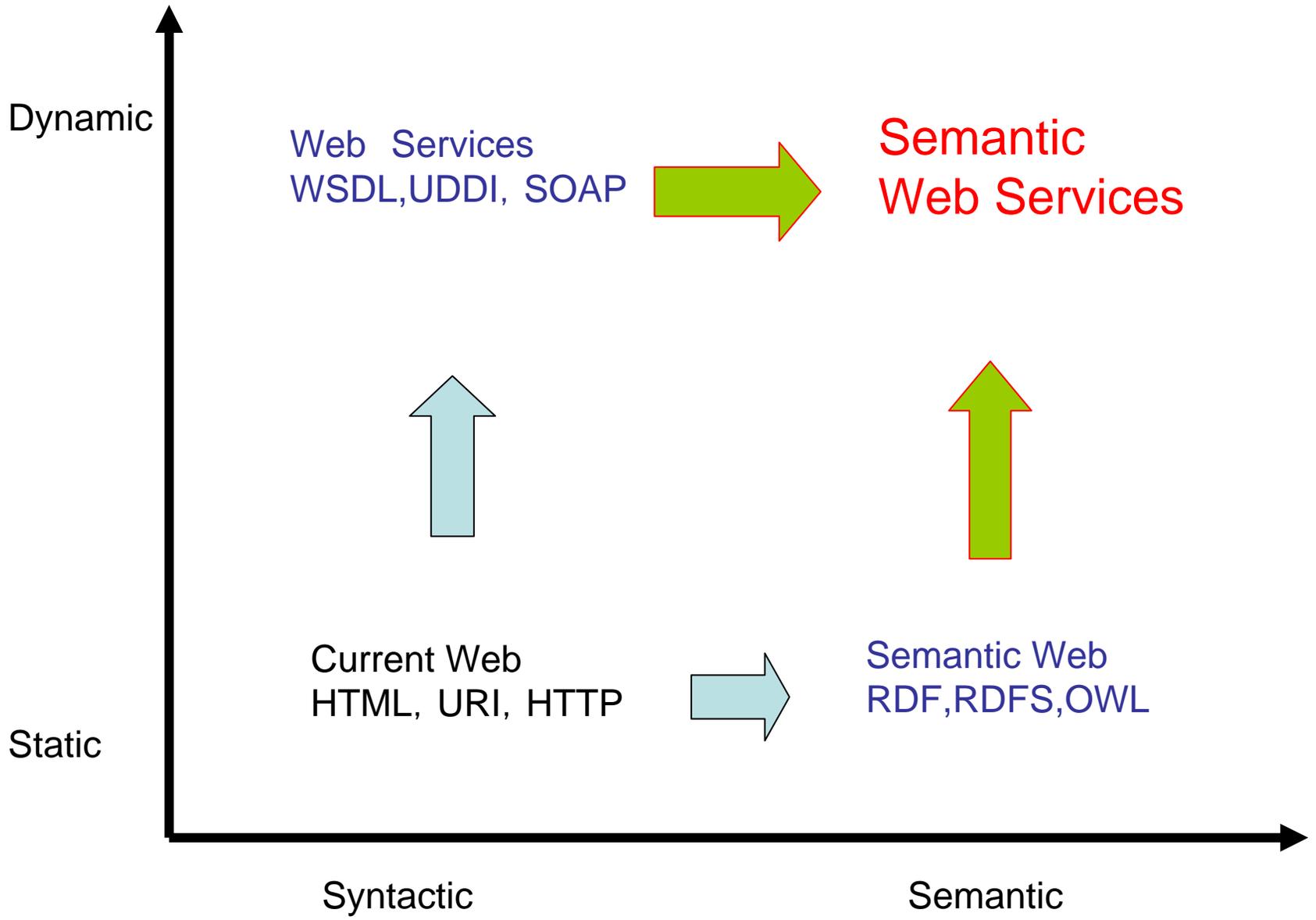
# オントロジー検索エンジン



ontology [document](#) [term](#) [more >>](#)

Swoogle Search

Searching over 10,000 ontologies



# デビッドワインバーグの批判(2002)

私が危惧するのは、セマンティックウェブがSGMLと同じ末路をたどるのではないか—それも基本的に同じ理由で、ということである。メタデータの正規化が真に機能するのは、高い報酬が得られ、管理権限が一か所に集約されており、ユーザに規範を遵守させやすいような、限定的なアプリケーションにおいてである。言い換えれば、ウェブにおいてはいまうまく機能しない、ということだ。

David Weinberge: The Semantic Argument Web,  
64.28.79.69/read/swiftkick/colum.html?ArticleID=421

# 米国と欧州のSWプロジェクト動向

## 米国(2001~, DARPA+民間)

### DAML-S→OWL-S

DAMLプロジェクトの一環として開始

### SWSO/FLOWS(Semantic Web Service Ontolog

/First-order Logic Ontology for Web Servicesw):

SWSIで開始. PSL(Process Specification Language)を基盤にしてワークフローの仕様化を論理体系として記述. 推論向き. 一般的過ぎ.

### WSDL-S

ジョージア大学+IBM. WSDLの要素からセマンティックな記述にアクセス

## 欧州(2004~, European Commission 6th Framework, アイルランド政府)

### WSMO

DERI(ゴールウェイ, インスブルック)設立.

SDK(SEKT,DIP,KnowledgeWeb)クラスタの下で

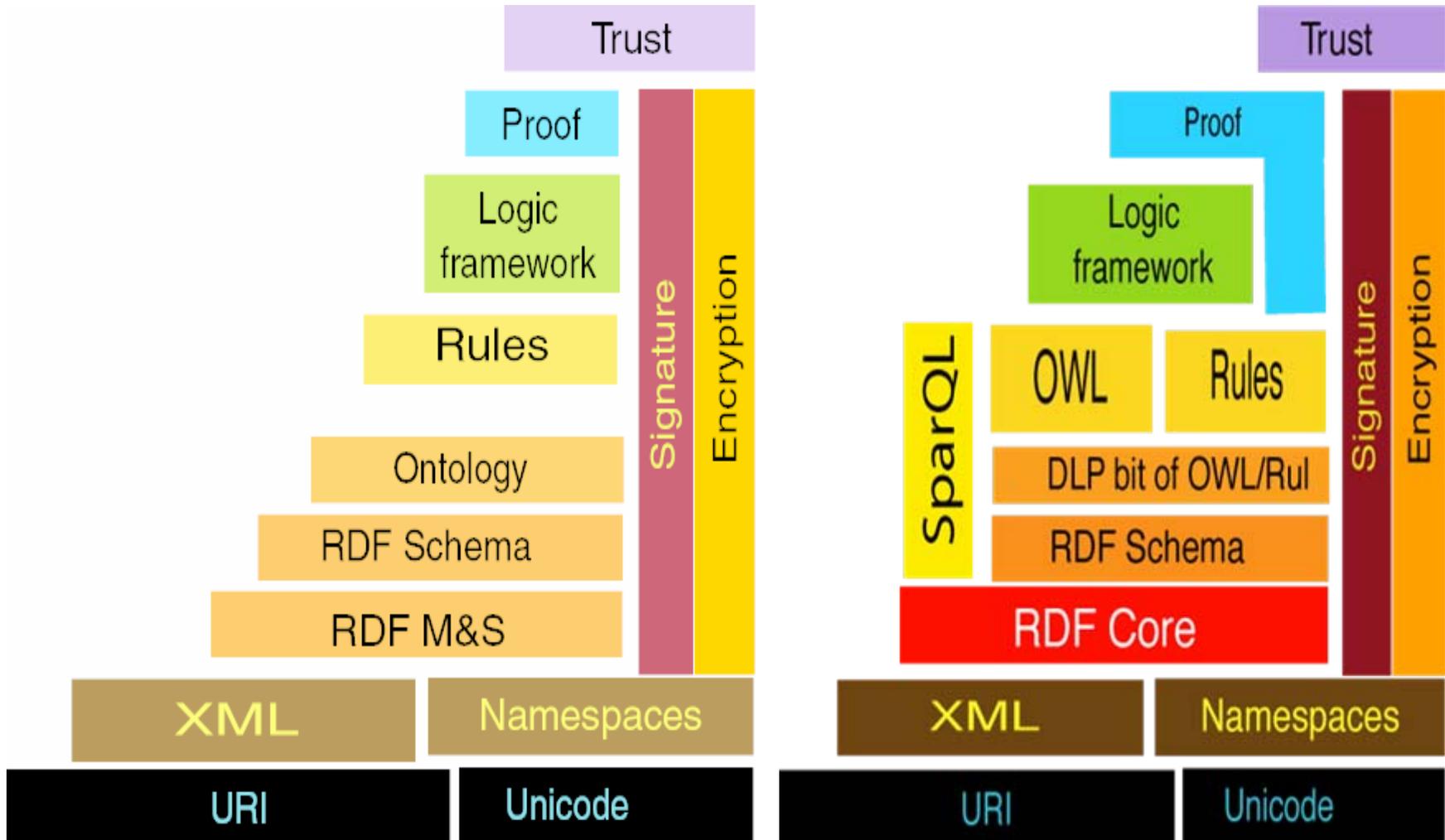
<http://www.wsmo.org/index.html>

# Semantic Web Stack

2001



2005



User Interface & applications

Trust

Proof

Unifying Logic

Query:  
SPARQL

ontology:  
OWL

Rules:  
RIF

RDF-S

Data interchange: RDF

XML

URI

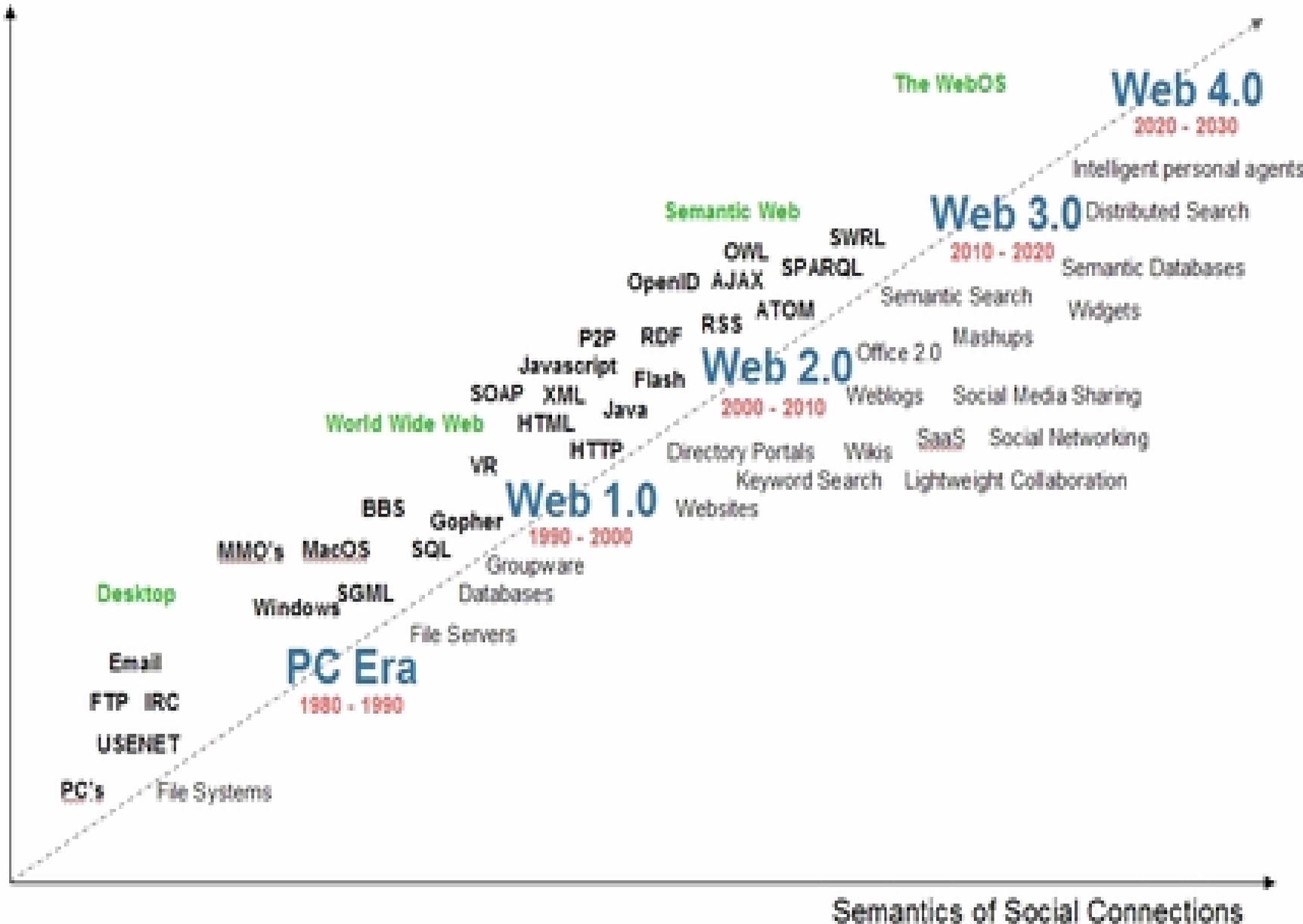
Unicode

Crypto

# 誰のため、何のための Semantic Web

- **End Users**
  - > Make SW **Easier** with good **authoring tools** !  
Coarse grain size concepts
- **Professional Users**
  - > Make SW **Smarter** with good heavy **ontologies**  
Fine grain size concepts
- **Business Users**
  - > Make SW **Interoperable** for agents (components)  
with **advanced Web Services**  
Fine grain size of concepts & processes

Semantics of Information Connections



# Web ARM

SemanticWeb2.0  
ユーザ+エージェント  
2025- ?

Semantci Web  
エージェント  
2015- ?

Web2.0  
ユーザ  
2005-

Web 1.0  
組織  
1995-