

# 知識共生プロジェクト

## - ネットワーク情報の自律的生態系を目指して -

武田英明、本位田真一、村田剛志、市瀬龍太郎

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 目次

- 知識共生とは
  - 背景と目的
  - 知識共有revisited
  - 方法と課題
  - 対象とする知識
- 研究課題
  - 知識の静的関係
  - 知識の動的関係
  - 知識の自律的形成
- Vision
- まとめ

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 知識共生プロジェクト

- 問題意識
  - 情報氾濫－情報公開だけの技術が発展
  - 情報を公開・利用する全体の技術が未発展
- 目標
  - 新しい情報流通のモデルの構築
- 基本仮説
  - 情報源を知識源とみる
  - 情報ネットワークとは知識と知識が共生する空間

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

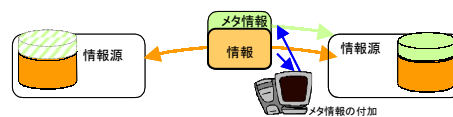
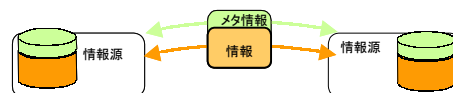
## 情報流通から知識流通へ

- 情報流通
  - 情報の受け渡し



- メタ情報（メタデータ）の受け渡し

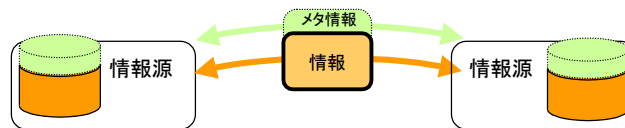
- ◆ Dublin Core
- ◆ XML
- ◆ Semantic Web



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 情報流通から知識流通へ

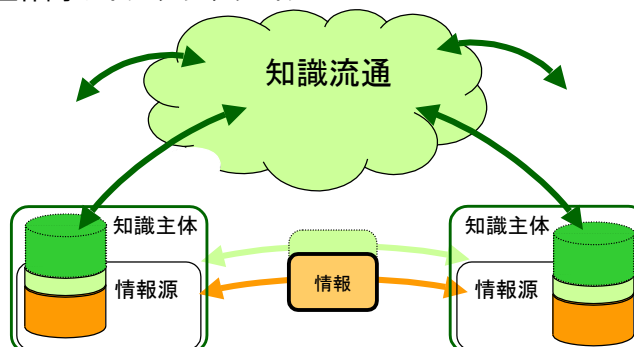
- メタ情報の受け渡しの限界...意味の記述
  - メタ情報の多様性
    - ◆ 定型的なフォーマットの限界
  - メタ情報の動的性
    - ◆ 送り手や受け手の状況によって変わってくる
- 情報の「意味」は利用者やその環境を前提にしないとわからない



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 情報流通 / 知識流通

- 知識流通
  - メタ情報の生成的流通
    - ◆ 関係的メタ情報の生成
    - ◆ 状況的メタ情報の生成
    - ◆ ...
  - 情報源を知識主体(knowledgeable entity)としてみる
  - 知識主体間のインタラクション



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 技術的背景と課題

- 技術的背景
  - オントロジー
  - エージェント
  - 機械学習
- 技術的課題
  - オントロジー統合
  - 知識エージェント
  - コミュニティモデル

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## COE:シンビオティック情報システムの概念形成と実現技術の研究

- 平成12年度～平成16年度（5年間）
- 現在の参加プログラム
  - 人間／機械共存系のための適応型OS開発（丸山 勝巳）
  - 高速通信ネットワークを用いた3次元シンビオティック情報システムと没入型システムの統合による仮想現実システムの実現（計 宇生）
  - 共生型知能ロボットの為の高次ヒューマンインタフェースに関する研究（上野 晴樹）
  - ネットワーク分散知識システムのための知識共生モデルの構築に関する研究（武田 英明）
  - WWW利用教育における教師支援環境の研究（井上 智雄）
  - Symbiotic Information Engine : BT kernel（Frederic Andres）
  - テキストデータから得た多次元特徴量の解析に関する基礎的検討（佐藤 真一）
  - 人と情報システムとのシンビオシスのための情報検索および情報活用支援に関する研究（安達 淳）

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

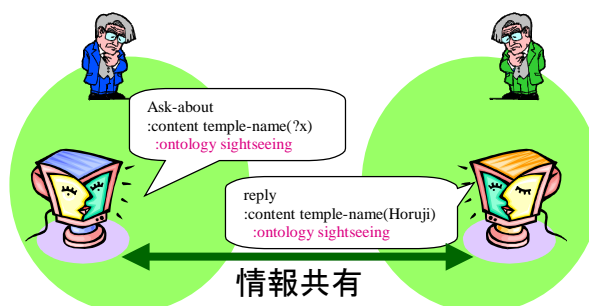
## 知識共有revisited

- DARPA Knowledge Sharing Effortにはじまる知識共有研究
- 計算機による知識共有はできたのか？
- Yes and No ...
  - 知識の共有は結果として可能であったが、システムの効果ではない

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

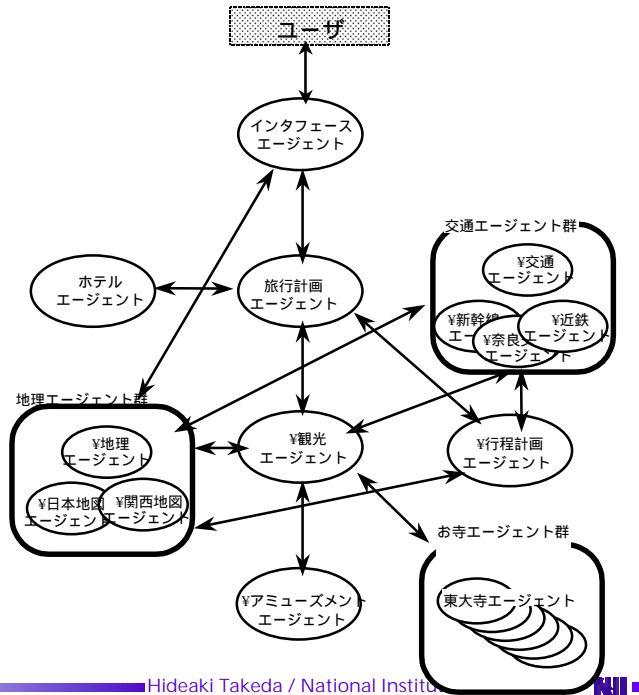
## 知識共有revisited

- 情報交換を可能にするにはオントロジーが必要



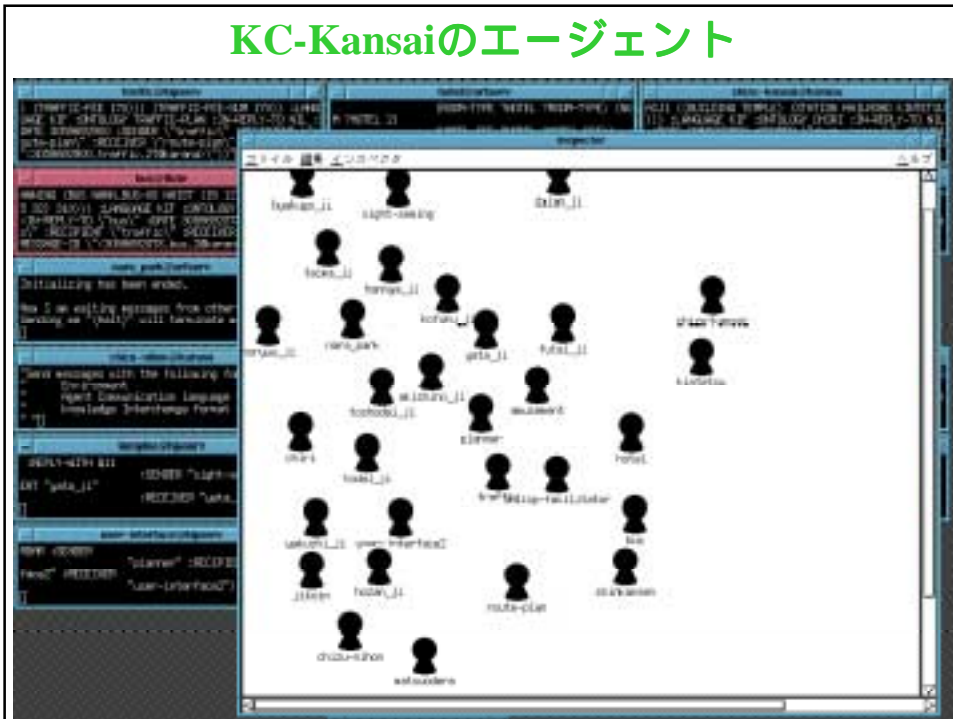
Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

# KC-Kansai



Hideaki Takeda / National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

# KC-Kansaiのエージェント



## オントロジー記述言語Ontolingua

「(文献の)著者」

```
(define-class AUTHOR (?author)
  "An author is a person who writes things.
  An author must have created at least one document.
  In this ontology, an author is known by his or her real name."
  :def (and (person ?author)
            (= (value-cardinality ?author author.name) 1)
            (value-type ?author author.name biblio-name)
            (>= (value-cardinality ?author author.documents) 1)
            (<=> (author.name ?author ?name)
                (person.name ?author ?name))))
```


?authorが著者であるとは、?authorがpersonであり、関係author.nameで規定される、ちょうど1つの対象が存在し、それはクラスbiblio-nameのインスタンスでなければならず、author.documentsで関係づけられる少なくとも1つの対象が存在し、author.nameという関係とperson.nameという関係が同値であることである。

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## OILの例

```
ontology-container
  title "African animals"
  creator "Ian Horrocks"
  subject "animal, food, vegetarians"
  description "A didactic example ontology describing African animals"
  description.release "1.01"
  publisher "I. Horrocks"
  type "ontology"
  format "pseudo-xml"
  format "pdf"
  identifier "http://www.cs.vu.nl/~dieter/oil/TR/oil.pdf"
  source "http://www.africa.com/nature/animals.html"
  language "OIL"
  language "en-uk"
  relation.hasPart "http://www.ontosRus.com/animals/jungle.onto"
```

```
ontology-definitions
slot-def eats
  inverse is-eaten-by
slot-def has-part
  inverse is-part-of
  properties transitive
class-def animal
class-def plant
  subclass-of NOT animal
class-def tree
  subclass-of plant
class-def branch
  slot-constraint is-part-of
  has-value tree
class-def leaf
  slot-constraint is-part-of
  has-value branch
class-def defined carnivore
  subclass-of animal
  slot-constraint eats
  value-type animal
class-def defined herbivore
  subclass-of animal
  slot-constraint eats
  value-type plant OR
  (slot-constraint is-part-of
   has-value plant)
class-def herbivore
  subclass-of NOT carnivore
class-def giraffe
  subclass-of animal
  slot-constraint eats
  value-type leaf
class-def lion
  subclass-of animal
  slot-constraint eats
  value-type herbivore
class-def tasty-plant
  subclass-of plant
  slot-constraint eaten-by
  value-type herbivore
```

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## OIL by RDFS

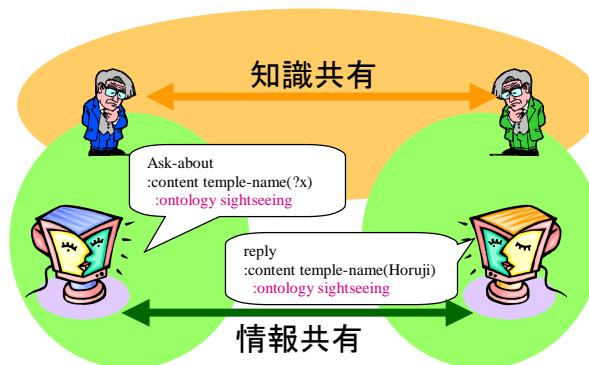
```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#"
  xmlns:oil="http://www.ontoknowledge.org/oil/rdfschema"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:dq="http://purl.org/dc/qualifiers/1.1/"
  xmlns:ont2="http://www.semanticweb.org/oil/ontology-example">
  <rdf:Description about="">
    <dc:Title>"African Animals"</dc:Title>
    <dc:Creator>"Ian Horrocks"</dc:Creator>
    <dc:subject>"animal, food, vegetarians"</dc:subject>
    <dc:Description>"A didactic example ontology describing African animals"</dc:Description>
    <dcq:description.release>"1.01"</dcq:description.release>
    <dc:publisher>"I. Horrocks"</dc:publisher>
    <dc:type>"ontology"</dc:type>
    <dc:format>"oil"</dc:format>
    <dc:format>"pdf"</dc:format>
    <dc:identifier>
      "http://www.cs.vu.nl/~dieter/oil/TR/oil.pdf"</dc:identifier>
    <dc:source>
      "http://www.africa.com/nature/animals.html"</dc:source>
    <dc:language>"OIL"</dc:language>
    <dc:language>"en-uk"</dc:language>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description
    xmlns:sylogism="http://old.greece/sylogism">
    <rdf:type
      resource="http://www.ontoknowledge.org/oil/rdfschema#RuleBase"/>
    <sylogism:premise>if it rains, you get wet</sylogism:premise>
    <sylogism:fact>it rains</sylogism:fact>
    <sylogism:conclusion>you get wet</sylogism:conclusion>
  </rdf:Description>
```

```
<rdf:Property rdf:ID="eats">
  <oil:inverseRelationOf rdf:resource="#is-eaten-by"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="is-eaten-by">
  <oil:inverseRelationOf rdf:resource="#is-part-of"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="is-part-of">
  <rdfs:Class rdf:ID="animal"/>
  <rdfs:Class rdf:ID="plant"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <oil:NOT>
      <oil:hasOperand rdf:resource="#animal"/>
    </oil:NOT>
  </rdfs:subClassOf>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:ID="tree">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#plant"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:ID="branch">
  <oil:hasSlotConstraint>
    <oil:hasProperty rdf:resource="#is-part-of"/>
    <oil:hasClass rdf:resource="#tree"/>
  </oil:has-value>
  <oil:hasSlotConstraint>
    <rdfs:Class>
      <rdfs:Class rdf:ID="leaf">
        <oil:hasSlotConstraint>
          <oil:has-value>
            <oil:hasProperty rdf:resource="#is-part-of"/>
            <oil:hasClass rdf:resource="#branch"/>
          </oil:has-value>
        </oil:hasSlotConstraint>
      </rdfs:Class>
      <rdfs:Class rdf:ID="carnivore">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#animal"/>
        <oil:hasSlotConstraint>
          <oil:valueType>
            <oil:hasProperty rdf:resource="#eats"/>
            <oil:hasClass rdf:resource="#animal"/>
          </oil:valueType>
        </oil:hasSlotConstraint>
      </rdfs:Class>
```

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

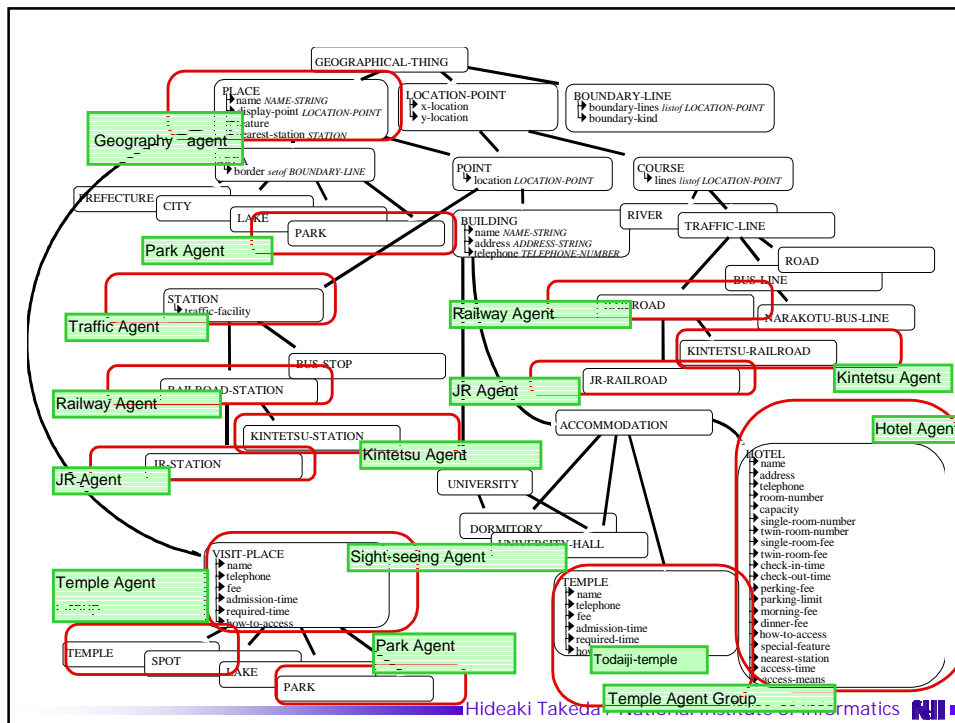
## 知識共有 revisited

- 情報交換を可能にするにはオントロジーが必要
- オントロジーを共有するには設計者の合意が必要
- オントロジーが合意できたということは実は知識が共有できているということ
- だから先の情報共有は知識共有でもありうる



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 






## 知識共有 revisited

### ● 知識って???

- 情報：“意味”をもったデータ
- 知識：情報を処理・解釈する元、すなわち意味づけをおこなう元。知識が情報処理の文脈にあるときは、知識はデータの一部であるので、情報を解釈するための元となるデータ。


ここで重要なのは知識とはそれを用いる主体や目的ということが前提になるということ

## 知識共有revisited

- 何が問題なのか
    - 知識を共有するプロセスへのコミット
- 
- 知識を統一する（そのためのフォーマットやコンテンツの提供）(DARPA KSE ~ DAML)

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

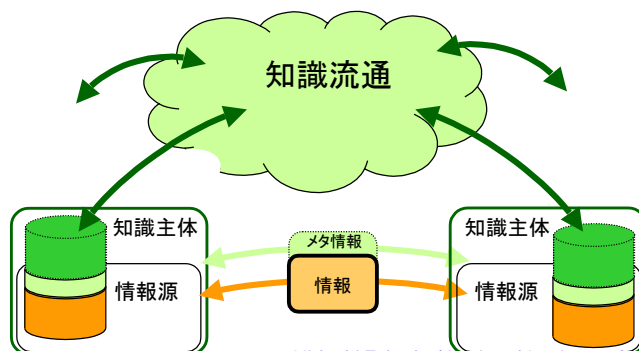
## 知識共有revisited

- 何が問題なのか
    - 知識には主体や目的を前提であるならば
      - ◆ 知識の多様性を積極的に認めること
- 
- 知識間のインタラクションによって知識共有を実現する
  - × 知識を統一する（そのためのフォーマットやコンテンツの提供）

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 知識共生

- 知識共生による創造的情報流通
  - 知識同士のインタラクションによって新しい意味を発見的に付加しながら行う情報流通



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 具体的な研究課題

- 知識主体の静的関係の構築  
*与えられた知識間の関係構築に関する問題*
- 知識主体の動的関係の構築  
*未知の知識間関係を発見し、利用していくプロセスに関する問題*
- 知識主体の自律的形成  
*人間や知識集合が内包する構造の発見*

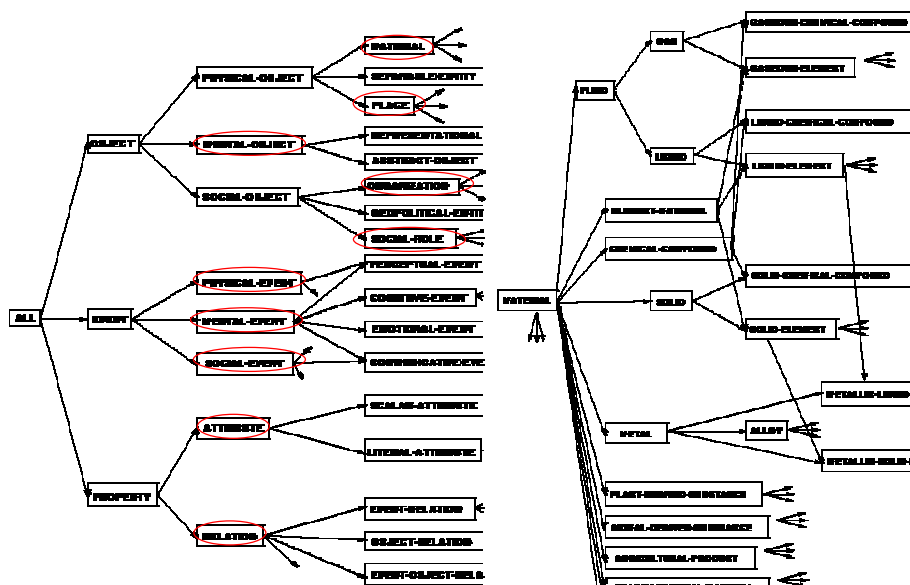
Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 対象とする知識

- 当面のターゲットの知識
  - ◆ Cf. ネットワーク型, フレーム(クラス)型, ルール型
- 階層的表現
  - ◆ オントロジー
  - ◆ インターネットディレクトリ
  - ◆ フォルダー
  - ◆ ブックマーク
  - ◆ 分類
    - 図書分類
    - 商品分類
    - カタログ
- 人間のもっとも原始的な知識
- “分類という思想” 池田清彦

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## Mikrokosmos



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 複数の分類体系（JICFS分類体系）

2407	調理用品	
240701	鍋・釜類	両手鍋、片手鍋、蒸し器、天ぷら鍋、すきやき鍋、土鍋、鍋蓋、キャセロール、圧力鍋、 ※炊飯器は電気炊飯器(468505)、電子ジャー(463510)、 ※電気鍋はその他電熱調理器(468597)にて収録
240703	やかん類	やかん、ケトル、ティーポット、コーヒーポット、ドリッパー、コーヒーサーバー、 ※電気ポット、酒かん器はその他電熱調理器(468597)にて収録
240705	フライパン類	フライパン、玉子焼、目玉焼、中華鍋、胡麻煎りフライパン、いため鍋フライパン用の蓋、北京ナベ、グリルパン
240707	調理器物	串類、杓子、泡立器、ターナー、まな板、包丁、スライサー、レモン絞り、押し型、抜き型、 すりこぎ、茶こし、ごますり器(手動のもの)、落し蓋、魚焼き、餅焼き用網、料理用バサミ、 しゃもじ、ボール、ざる、フライ返し、鏝削り器、果物ナイフ、お玉、寿司巻すたれ、せいら、 寿司桶、氷削り器(手動のもの)、手動のコーヒーマル、蒸しネット、おろし金、 計量スプーン・カップ、ピーラー
240709	製菓用品	ケーキメイト、マドレーヌ型、コムベラ、ヌリ刷毛、粉ふるい、敷紙、ケーキ用麺棒、 パイ皿、ハレットナイフ、ケーキ用ろうそく、ケーキBOX
240797	その他調理器具	バーベキューグリル、うす・きね、チーズフォンデュ、タコ焼器、お好み焼器、 はかり(料理用)、ジンギスカンナベ、鯛焼き器、 ※電気コンロはその他電熱調理器(463597)にて収録
240799	調理器具不明	

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 複数の分類体系（日本標準商品分類）

772	料理用具	772131	かま
7721	金属製料理用具	7721311	羽がま
77211	鉄 ステンレス製料理用具(ほうろう鉄器製品を除く。)	7721312	圧力がま
772111	かま	7721319	その他のがま
7721111	羽がま	7721321	両手なべ
7721112	圧力がま	7721322	片手なべ
7721119	その他のかま	7721329	その他のなべ
7721121	両手なべ(中華なべを除く。)	772132	なべ
7721122	片手なべ	772133	湯沸かし
7721123	中華なべ	772134	飯むし及びせいろ
7721124	すき焼きなべ	772135	フライパン
7721125	圧力なべ	772136	卵焼き器
7721129	その他のなべ	772137	コップ類(91914)
772112	なべ	772138	飯ごう
772113	湯沸かし(鉄びんを含む。)	772139	その他のアルミニウム製料理用具
772114	飯むし及びせいろ	77219	その他の金属製料理用具
772115	フライパン	7722	ガラス製料理用具
772116	卵焼き器	77221	コーヒーマル(サイホン式)
772117	コーヒーマル(バーコレータ)	77222	耐熱ガラスなべ
772118	網	77223	すのこ
772119	その他の鉄 ステンレス製料理用具(ほうろう鉄器製品を除く。)	77229	その他のガラス製料理用具
77212	ほうろう鉄器製料理用具	7723	陶磁器料理用具
772121	なべ(蒸し器を含む)	77231	かま
772122	湯沸かし	77232	なべ
772123	フライパン	77233	どびん類
772129	その他のほうろう鉄器製料理用具	77239	その他の陶磁器製料理用具
77213	アルミニウム製料理用具	7724	木竹製料理用具
		77241	せいろ
		77249	その他の木竹製料理用具
		7729	その他の料理用具

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## インターネットディレクトリ



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 対象とする知識

### ～ 階層的知識 ～

- 階層的知識の普遍性

- 博物学

- ◆ 広く物についての情報を収集・記録し、それを分類・整理し、さらに場合によっては個別に関して明らかにされたそうした事実を説明し、そこに通底する理論や法則性までさぐっていかうとする学問を、「博物学」という名称で一括してとらえることにしたい。(上巻pp.4)
- ◆ 博物学は、このように、人間が身のまわりに見出すありとあらゆる事物を関心の対象とする知の体系...(上巻pp.5)
- ◆ 博物学の基礎であり骨格である事物の命名と分類、すなわち世界の分節化は、おそらく、人間とその社会の維持・存続と直結する部分に対してもっと早く、かつもっとも細密におこなわれ、そこからやがて次第に周辺世界へと拡大・拡張されていったのに違いない。(上巻pp.5)
- ◆ このような意味で、博物学はもともと人間の精神活動の基本的な一分野を形成しており...(上巻pp.5)
- ◆ このように、一般性に裏打ちされた個、普遍性の筋道の通った多様こそ、じつは、単なる個、漠然とした多様にはるかに増して興味深く、私たちの知的好奇心をそそってやまない個であり、多様である。(下巻pp.625)

西村三郎, 文明のなかの博物学, 紀伊国屋書店, 1999

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 対象とする知識 ～階層的知識～

### ● 階層的知識の多様性

#### ■ “分類という思想” 池田清彦


- ◆ 「分類に使う形質という分類基準はどんなものでも人間の認知によって選ばれたものである。だからどんな分類基準を使っても、すでにして人間が選んだ以上、それを使う分類がア・プリオリに客観的であることはいい。」 pp.89
- ◆ 「人間の認知パターンから自由である限り、すべての対象は同じ位似ている。…。このことを厳密に証明したのは渡辺慧で、アヒルと白鳥の間の類似度も、二羽の白鳥の間の類似度も同じことから、これを「みにくいアヒルの子の定理」という…。」 pp.92
- ◆ 「…。人間の認知パターンから独立した客観的な性質をことごとく選んで、それらを等価とみなす限り、そもそも分類という営為は成立しないのである。逆に言えば、分類することは重要な基準を選ぶこと自体なのだ。ア・プリオリに重要な基準などはない。従って分類することは世界観の表明であり、思想の構築なのである。」 pp.94

参考:

池田清彦, 分類という思想, 新潮選書

林哲也, 分類とは何か, 本を語る会, 06/22(第15回), 1995.

[http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/hon\\_kataru/katudou/015.html](http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/hon_kataru/katudou/015.html)

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 具体的な研究課題

### ● 知識主体の静的関係の構築

*与えられた知識間の関係構築に関する問題*

- 統合型関係
- 相互依存型関係
- 合意形成型関係

### ● 知識主体の動的関係の構築

*未知の知識間の関係を発見し, 利用していくプロセスに関する問題*

- 知識の相互利用
- 知識の仲介
- 知識主体の動的編成

### ● 知識主体の自律的形成

*人間や知識集合が内包する構造の発見*

- 知識集合内の構造の発見
- 知識集合間の構造の発見
- 個人間の関係における構造の発見
- 個人の集団間の関係における構造の発見

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 静的関係

### 与えられた知識間の関係構築に関する問題

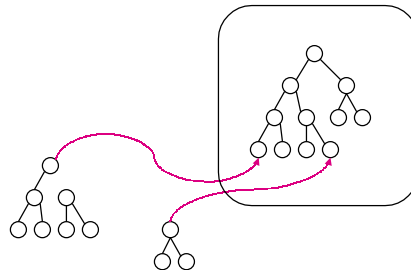
- 統合型関係
  - 複数の知識が矛盾なく結びつく状況のとき可能
- 相互依存型関係
  - お互いに矛盾がない部分を利用する
- 合意形成型関係
  - 矛盾する知識を互いに修正したり追加することで合意を得る

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 静的関係

### 与えられた知識間の関係構築に関する問題

- 統合型関係
  - 複数の知識が矛盾なく結びつく状況のとき可能
  - あるいは矛盾があるときはどれかを選択することで無矛盾性を保つ
  - このような状態はある種の理想状態であり、現実的な状態ではない
  - 多くの知識統合、オントロジー統合はこのレベル
    - ◆ 複数の知識のうちどれかが基準となり、あわせていく場合が多い。



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

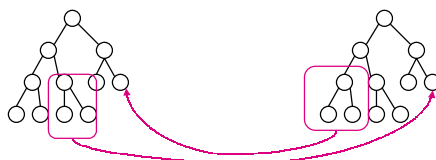


## 静的関係

### 与えられた知識間の関係構築に関する問題

- 相互依存型関係
  - お互いに矛盾がない部分を利用する
  - 矛盾は解消されないが、避けることができる
  - 複数の知識のうち、どれかが基準となるのではなく、どれもが基準となりうる。ある知識から見て、ほかの知識の内容で利用可能な部分は利用する。
  - 複数の知識全体が無矛盾であることは保証できない
  - オントロジーも本質的にこのような性質をもつと思われる

#### 階層構造のAlignment

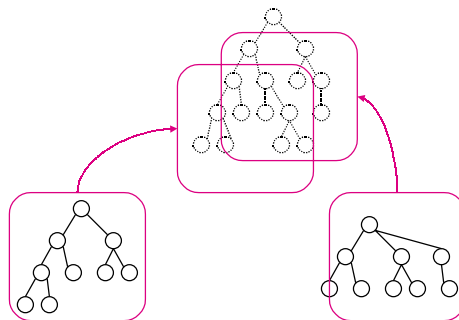


Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 静的関係

### 与えられた知識間の関係構築に関する問題

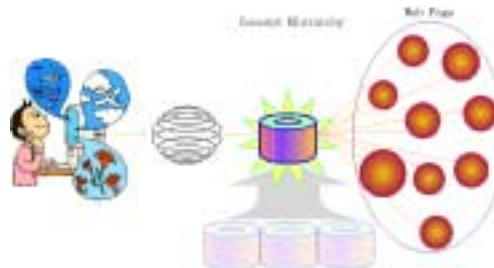
- 合意形成型関係
  - 矛盾する知識を互いに修正したり追加することで合意を得る
  - あるいは新しい要素（概念）を発見することによって解消
  - このレベルにおいて複数の知識が矛盾を解消
  - どのように合意を形成するかが鍵となる。
    - ◆ 議論するというのもひとつの方法？



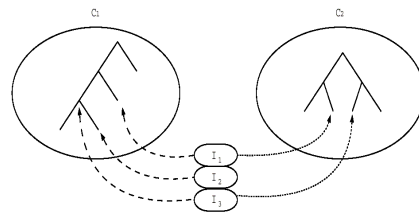
Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 階層構造のAlignment

- インターネットディレクトリを“統合”



- どちらかにあわせるのではなく、自分がない部分をとってあてはめる。
  - マッピングvs. 統合



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## インターネットディレクトリ

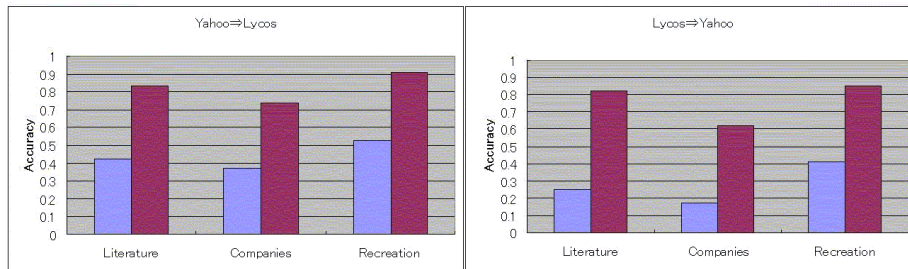


Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 階層構造のAlignment

Statistics on Experimental Data

	Yahoo!		LYCOS		Shared Link
	Category	Link	Category	Link	
Literature	493	3192	186	1119	468
Companies	7554	58609	413	5904	3992
Recreation	3164	19609	709	4941	1939



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 動的関係

### 相互の知識を発見し，利用するプロセス

- 知識の相互利用
  - 分散する知識を適切に発見して利用する方法  
*自律的プランニングモバイルエージェント*
- 知識の仲介
  - 分散する知識を必要に応じて変換・変形しながら，発見・利用する方法
- 知識主体の動的編成
  - 知識を必要に応じて組替える

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## “ Plangent ”

- プランニングモバイルエージェントの一実現
  - <http://www2.toshiba.co.jp/plangent/>
  - プランニング + モバイル
  - メタコントローラによるプラン生成/実行の制御
  - 宣言的な知識記述によるプログラミングモデル
  - 実行時の動的な最プランニング 例外的状況への対応
  - プログラマによるエージェント制御性を重視
  - 実アプリケーションでの評価

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## Plangentにおける困難さ

- プログラミングモデル
  - 局所性を意識したプログラミング
    - ◆ プログラマは位置を意識する必要がある  
(例: リソース/知識検索のための移動など)  
プログラマにとって位置透過でない, コストの増大
  - メタレベル動作の不足
    - ◆ プログラマがメタレベル動作を定義するケースが多い  
(例: リソース/知識検索, 例外的状況時の動作定義など)  
アプリケーションレベルの知識記述だけに集中できない
- 動作モデル
  - 知識の局所性に対するの動作が不十分
    - ◆ 分散配置された知識の自律検索動作

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

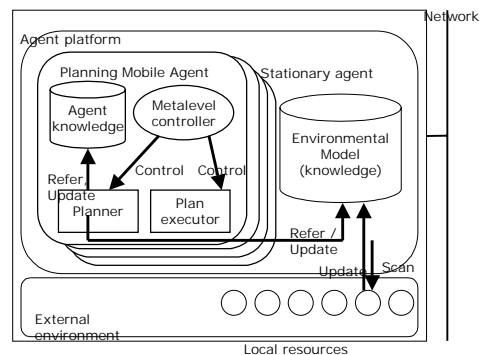
## 自律的プランニングモバイルエージェント

- プランニングモバイルエージェントの理想形
  - エージェントの自律性を高める
    - ◆ Plangentと異なるアプローチ
- メタレベル動作の充実
  - プログラミング（知識定義）の負担低減
  - 位置透過なプログラミングモデルの実現
  - 実行時の例外的状況への自律的対応

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 内部アーキテクチャ（２）

- プランニングモバイルエージェント
  - 実行の主体
  - メタレベルコントローラ
    - ◆ 各種メタレベル動作の実現
  - プランナ
  - プランエグゼキュータ
  - 知識ベース
- ステーションリーエージェント
  - モバイルエージェントの実行環境
  - リソースへのアクセス環境の提供
  - 知識のメンテナンス，モバイルエージェントへの提供



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## メタレベル移動の導入

- プログラマに対して二つの位置透過性を提供
  - ベースレベルの位置透過性（アプリケーションレベル移動）
    - ◆ プラン実行のための移動
    - ◆ プランニング時に移動コマンドを自動的に挿入
  - メタレベルの位置透過性（メタレベル移動）
    - ◆ プランニングのための移動
    - ◆ 必要な知識を獲得するための自律的な移動
  - リソース/知識の位置に関する知識はステーションナリエージェントが管理・提供する

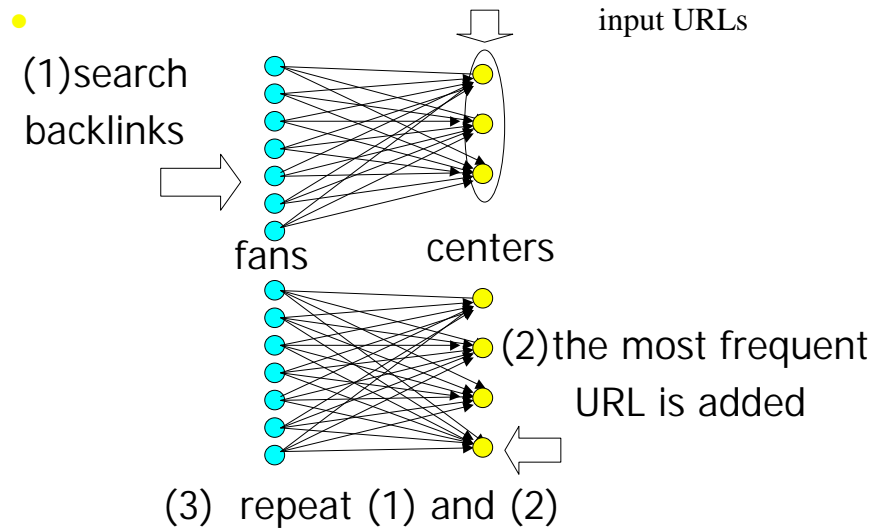
Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 知識の自律的形成

- 人間や知識集合が内包する構造の発見
  - 集合としての知識を対象
  - 集合に隠された構造を発見する
- 知識集合に対して
  - 知識集合内の構造の発見
    - ◆ Webコミュニティの発見
  - 知識集合間の構造の発見
- 人の知識に対して
  - 個人間の関係における構造の発見
    - ◆ Bookmarkからの人の関係の発見
  - 個人の集団間の関係における構造の発見

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## Webコミュニティの発見



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## Webコミュニティの構造

- Finance: star graph whose centers are stock markets([www.amex.com](http://www.amex.com), [www.nyse.com](http://www.nyse.com))



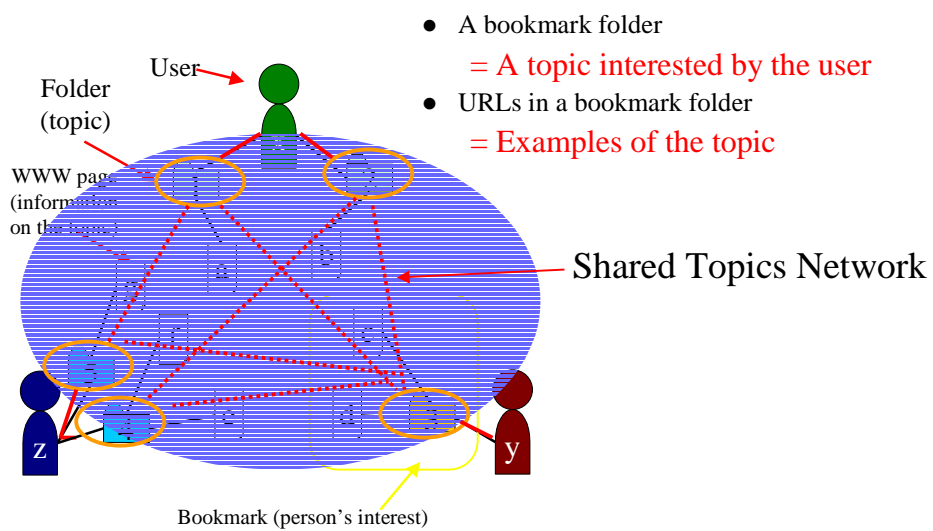
## Webコミュニティの構造

- Car: two groups (car makers and car dealers)



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 人のネットワークの発見

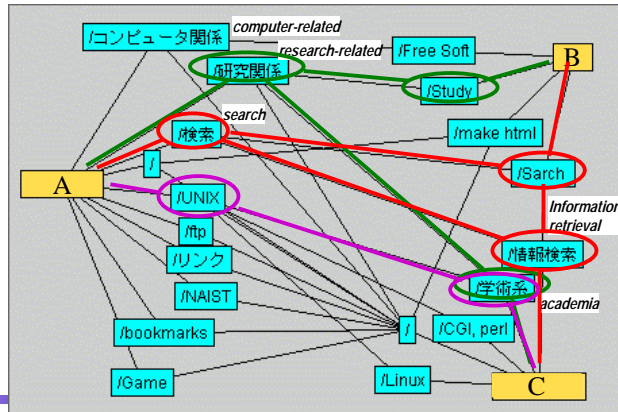


Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 



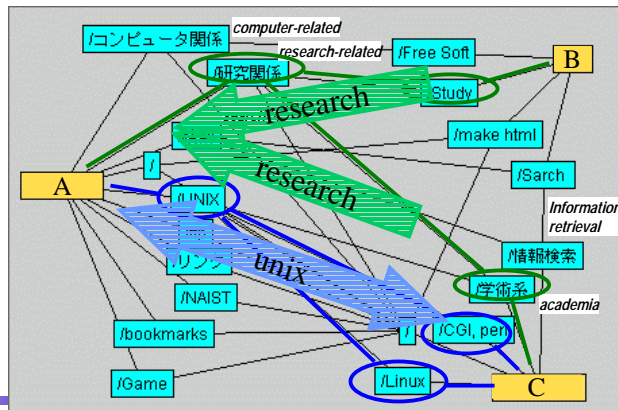
## トピック関係の発見

- 共通性のある関係の発見
  - (search, IR), (academia, research-related)
  - 表現の違いを吸収
- コミュニティ特有の関係の発見
  - (Unix, academia)
  - そのコミュニティの特徴を表現



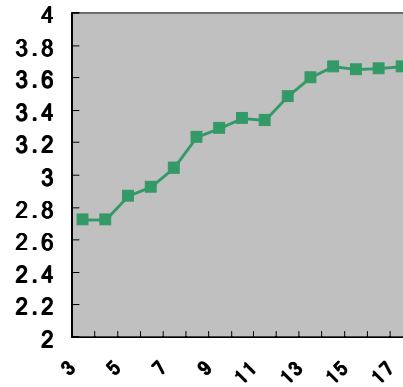
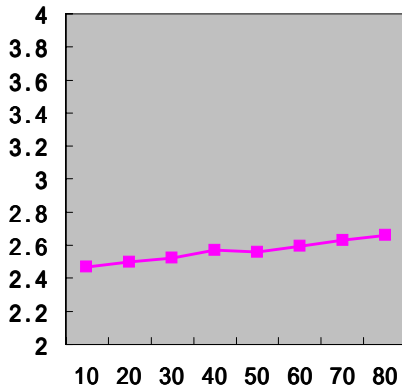
## 人の関係の発見

- 私たちに共通の話題は?
- 誰がこの話題をよく知っているの?



## 実験結果

- フォルダ推薦の有効性



ページ推薦の評価

フォルダ推薦の評価

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics



## 実験結果 ( 1 )

- システムが求めた値との相関値

	連絡したい	会いたい
推薦ページ数	0.42	0.30
平均ページ関連度	-0.13	-0.19
推薦フォルダ数	0.45	0.30
平均フォルダ関連度	0.38	0.30

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics



## 実験結果 ( 2 )

### ■被験者の他の評価値との相関値

	連絡したい	会いたい
平均ページ評価	0.29	0.40
平均フォルダ評価 1	0.28	0.32
平均フォルダ評価 2	0.09	0.20

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 人のつながりを測る ( 1 )

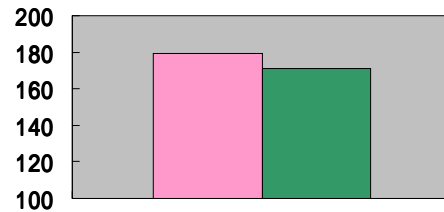
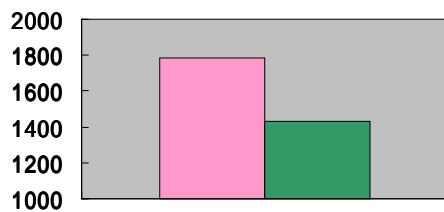
- 人のつながりを測る場合システムが算出した値と被験者の評価値では違いがある
  - システムが求めた値よりも、被験者の評価値の方が「会いたい」との相関が高い

→ システムで自動的に計算できる、人のつながりの指標はないだろうか

## 人のつながりを測る（2）

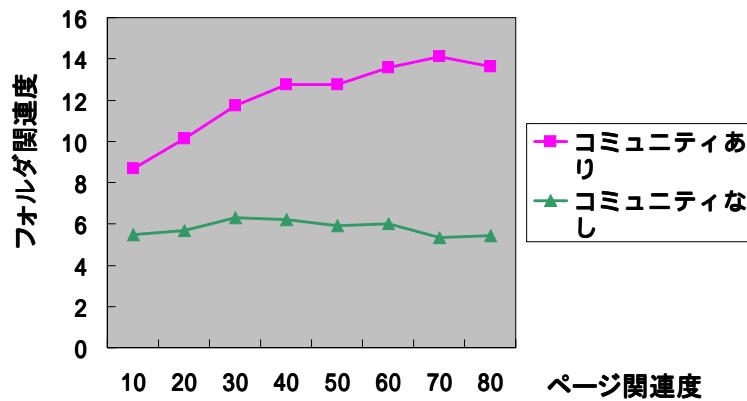
- ページ推薦数とフォルダ推薦数

	推薦ページ数	推薦フォルダ数
コミュニティあり	1783	179
コミュニティなし	1433	171



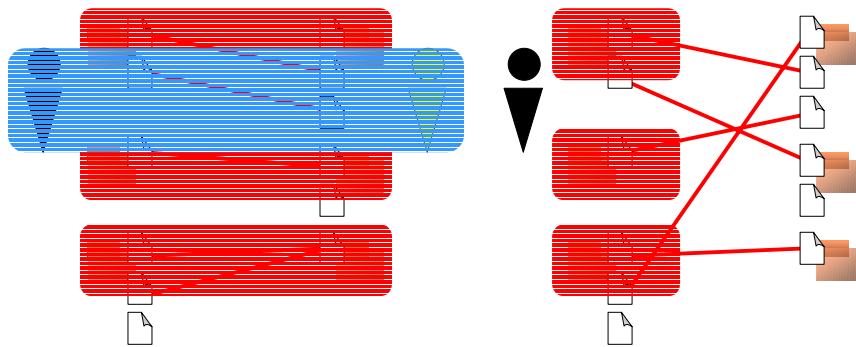
## 人のつながりを測る（3）

- ページ関連度とフォルダ関連度



## 人のつながりを測る ( 4 )

- 人のつながりは情報の分類に現れる



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## カテゴライズ近似度 ( 1 )

- 人の類似性を測る手法として、共有情報の量ではなく、情報を分類する観点の類似性を用いる。

$$\text{カテゴライズ近似度} = \frac{\text{平均フォルダ関連度} \times \text{推薦フォルダ数}}{\text{推薦ページ数}}$$

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## カテゴリ近似度 ( 2 )

- 相関値は他のどのパラメータよりも高くかつ、「会いたい」との相関が高い

	連絡したい	会いたい
カテゴリ近似度	0.49	0.55

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

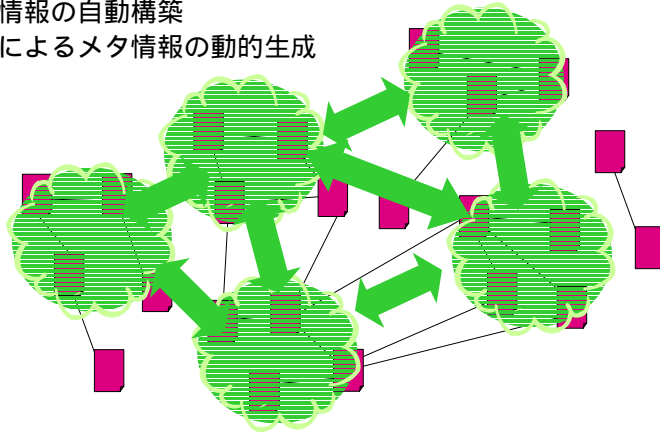
## Vision

- どんな世界が構築されたうれしいのか
  - 知識ネットワーク
  - 知識レベルの人間間ネットワーク
  - “ 議論する家電 ”

Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 知識ネットワーク

- 知識ネットワークover情報ネットワーク
  - 自律的情報提供単位によるネットワーク
    - ◆ 情報単位の自動構成
    - ◆ メタ情報の自動構築
    - ◆ 交渉によるメタ情報の動的生成

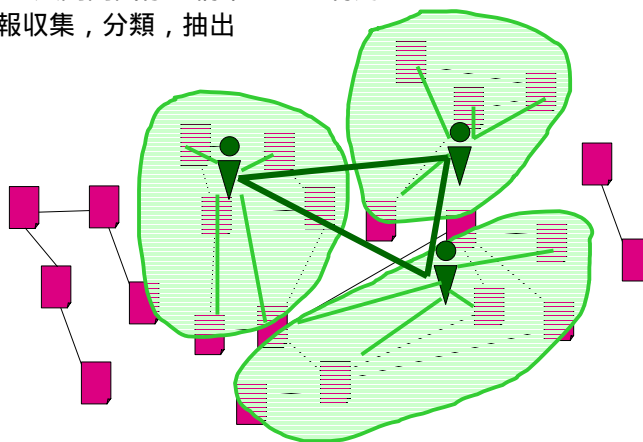


Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## Computer-mediated Human Network

### 知識レベルの人間間ネットワーク

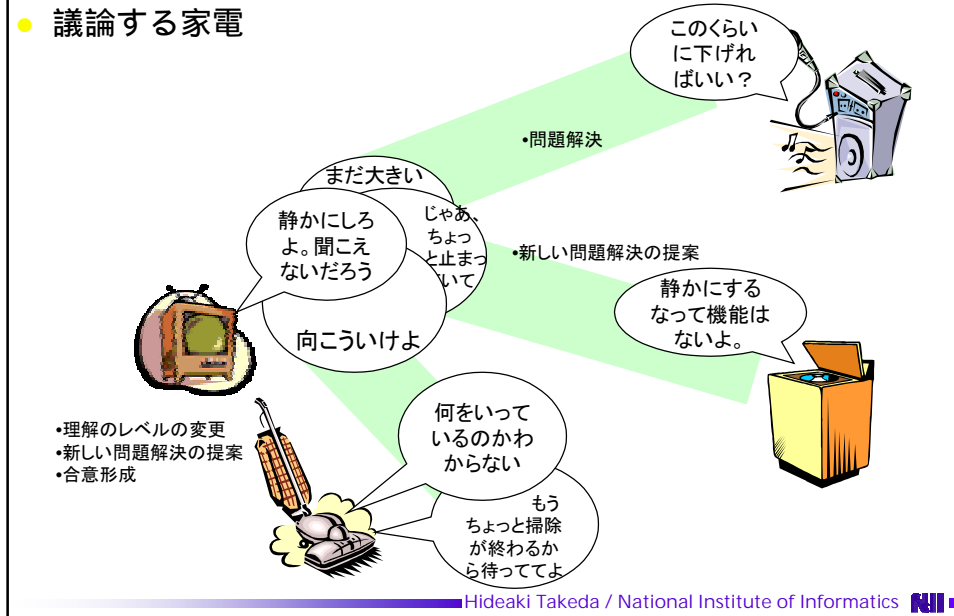
- 人間の活動を取り込んだ情報ネットワーク
  - 人間もネットワークのノード
- 知識レベルでの人間間関係の構築とその利用
  - 協調的情報収集, 分類, 抽出



Hideaki Takeda / National Institute of Informatics 

## 知識家電？

### ● 議論する家電



## まとめ

### ● 知識共生

- 目的：メタ情報の生成的流通
- アプローチ：
  - ◆ 知識同士のインタラクションによって新しい意味を発見的に付加しながら行う情報流通
  - ◆ 知識主体
- 研究方法：
  - ◆ 静的関係の構築：与えられた知識間の関係構築に関する問題
  - ◆ 知識主体の動的関係の構築：未知の知識間の関係を発見し、利用していくプロセスに関する問題
  - ◆ 知識主体の自律的形成：人間や知識集合が内包する構造の発見
- Vision
  - ◆ 知識ネットワーク
  - ◆ Computer-mediated Human Network
  - ◆ “議論する家電”