NAIST-IS-MT9651045

修士論文

共有型ネットワーク情報収集システムに関する研究

黒田 直志

1998 年 2 月 13 日

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科 情報処理学専攻

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に
修士 (工学) 授与の要件として提出した修士論文である。

黒田 直志

指導教官： 西田 豊明 教授
伊藤 実 教授
武田 英明 助教授

共有型ネットワーク情報収集システムに関する研究*

黒田 直志

内容梗概

近年のインターネット上での情報氾濫への対策として、オントロジーを用いたネットワーク情報収集・抽出システム IICA が提案されている。ただ、従来のシステムでは他者の作成したオントロジーを参照できないため、見落しや誤りに気付かないなど、オントロジー構築における負担を増加させている。

本研究では、オントロジー構築を支援することを目的に、ネットワーク情報収集・抽出システムにおけるオントロジーの共有化を提案する。最初に、オントロジーの共有実験を行った。その結果、オントロジーの共有化を行うことにより、各自が作成しているオントロジーの内容の見落しや誤りなどが解消されるなど、オントロジー構築の支援となることがわかった。この結果を基に、IICA において利用するオントロジーの共有を可能にするオントロジー共有型 IICA システムを試作した。このシステムでは、オントロジーサーバを用意しており、サーバ上でのオントロジーを管理や、他者が作成したオントロジーの参照などが行える。本システムを用いることによって、オントロジー構築の支援が行える。

キーワード

インターネット, 情報抽出, オントロジー, WWW, 共有

---

*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報処理学専攻 修士論文, NAIST-IS-MT9651045, 1998年2月13日.

Studies on the Ontology-Shared System of Collecting Information from the Internet*

Tadashi Kuroda

Abstract

We have been proposed IICA (Intelligent Information Collector and Analyzer) system, which gathers and extracts information from the Internet using ontologies. But,in the usual IICA system, users can't refer to classes or slots created by another person. So users have many difficulties of making ontology.

In this paper, we propose ontology sharing in the Internet Information collecting and extracting system. At first, we made an experiment of ontology sharing. The result indicated that ommision and errors in the ontology are disappeared by sharing the ontology among many people. Based on this result, we manufactured the Ontology Shared IICA system for trial. This system has an ontology server, which manages ontology, and users can refer to classes or slots created by another person. This system supports ontology making.

Keywords:

the Internet, information extract, ontology, WWW, sharing

*Master's Thesis, Department of Information Processing, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT9651045, February 13, 1998.

目次

図 目 次

表 目 次

第 1 章

序章

本章では、本研究の背景や研究方針などについて述べる。

1.1 はじめに

ここ数年の間に、インターネットは爆発的に普及した。「誰でも簡単にインターネットに接続できる」ことを宣伝文句にしたオペレーティングシステム (OS) の登場がインターネットブームを呼び、このブームに乗り遅れまいとするインターネット接続業者 (以下、プロバイダ) がサービス競争を行うことによって、利用者がより手軽にインターネット上のサービスを利用することができるようになったことは、普及の原因の一つとして考えられる。また、企業などがネットワークの整備に力を入れてきており、重要な事項を電子メールなどを利用して連絡する企業も出てきたことにより、インターネット上のサービスを利用できる能力が人々に求められるようになってきている点も見逃せない。このように、普及の原因には様々なことが考えられるが、大きな原因の一つとして、WWW (World Wide Web) の存在を挙げることができる。個人、あるいは企業などの組織が世界に向けて比較的手軽に情報発信ができることから、 WWW を利用した情報発信を行う個人や企業が増加しており、発信された情報を積極的に活用しようという個人や企業も増加してきている。最近、新聞、テレビをはじめとするマスコミなどが、「インターネット = WWW 」といった誤解を与えかねないような報道を行っている印象を受けるが、この事実は、 WWW がインターネットの普及に大きく貢献していることの一つの表れとも考えることができるのではないだろうか。このように、様々な原因が考えられるが、インターネットが普及したことによって、インターネット上で公開される情報の量は急激に増加し、その種類も多岐に及ぶ

ようになった。このことにより、人々はインターネットを通して多種多様な情報を得ることが可能になった。

しかし、インターネットの普及があまりにも急激だったため、インターネットが抱えた問題点もいくつか指摘されるようになった。問題点の一つとして、情報氾濫の問題を挙げることができる。インターネット上で公開されている情報があまりにも多すぎるため、利用者が本当に必要としている情報を探し出し、取り出すという作業が非常に困難なものになってしまっている。また、必要な情報を得ることができたとしても、それまでにはかなりの時間と労力を要することになってしまう。そのため、自動的にインターネット上の情報を収集、分類してユーザに提供できるようなシステムの開発が求められてきた。

1.2 研究の背景

情報氾濫の問題を解決する方法の一つとして、あるシステムを構築する際のプリミティブとなる基本概念や語彙体系であるオントロジーを用いて情報を自動的に収集、抽出する方法が提案されている [1]。抽出したい情報の概念体系を記述することにより、オントロジーを用いた情報抽出が可能になる。しかし、現在概念体系の記述は個人による手作業で行われており、大変な手間と時間を要するうえに、構築の際の間違いや見落しの可能性もある。また、情報資源の有効利用という点から考えても非効率的である。特にオントロジー構築の手間の問題に関しては、以前より指摘されており、これを解決する方法として、オントロジー構築の自動化、あるいはオントロジー構築の支援を行うシステムなどが提案されているが、いずれもまだ問題の解決までには至っていない。

1.3 関連研究

1.3.1 情報検索

WWW が作る情報空間 (以下、 WWW 情報空間) の大きな特徴としては、以下のようなことがらが挙げられる。

1. 基本的に情報の発信が自由に行えるため、情報管理を一元的に行うことは現実的に不可能である。
2. 情報空間はネットワークを通じて世界に広がっており、情報空間内に存在している情報の量も膨大である。
3. 情報の新規作成、追加、修正、削除などが頻繁に行われている。

これらのことから、 WWW 情報空間において情報検索を行うことは、例えば蔵書検索のような静的で、かつ基本的には一元管理されている情報空間における情報検索とは異なり、検索の対象になる情報のデータベースを動的に作成しておかなければならない。現在、 WWW 情報空間における情報検索の有力な手法としてはサーチエンジンがあるが、サーチエンジンにおけるデータベースの作成方法には大きく分けて二種類ある [2]。情報発信者が、サーチエンジンに自分の発信している情報を登録する方法と、ロボットと呼ばれるソフトウェアが自動的に情報を収集しておく方法がある。 Yahoo[3] では、主に前者の方法で収集された情報をカテゴリごとに分類しており、ユーザは求めている情報のカテゴリをたどっていくことによって情報を得ることができる。一方、 goo[4] などのサーチエンジンでは、主に後者の方法で情報を収集しており、ユーザは求めている情報のキーワードを入力して検索することにより、情報を得ることができる。しかし、特に後者の方法では、単にキーワードのパターンマッチングによって情報を検出しているため、ユーザが必要としている情報以外の情報も多く提示してしまうことがある。また、いずれの方法を利用した場合でも、ユーザに提示されるのはユーザが必要としている情報が存在している URL アドレスなので、必要な情報を得るためには、それらのページを見に行くという作業を繰り返さなければならない。

1.3.2 情報抽出

文章中から必要な情報を抽出する研究は様々な分野で行われている。ネットニュースのダイジェスト生成システム [5] では、 fj.meetings というニュースグループの会議告知記事から、タイトル、開催期日、開催場所、論文締切などを、文書のスタイル情報や言語パターンなどを利用して抽出する。抄録作成システム

[7] では、技術論文や社説を対象にした抄録の自動生成を、文のまとまりや文間の修辞構造を利用した重みづけを利用して行っている。ContactFinder Agent[8] では、科学技術関連の電子掲示板に書きこまれた質問に対して、質問された分野の専門家を紹介する。このシステムでは、質問の内容や、ある書きこみを行った人物の専門分野を特定するために、繰り返し用いられているフレーズや、アイテムのリストなどといった視覚的に特徴のある単語やフレーズを抽出している。

IICA システム [1] は、WWW からの情報収集・分類・抽出を行う。ユーザからのキーワード入力に応じて、ユーザの依頼と関連のある項目を推論し、必要と思われる情報を収集し、それをオントロジーに結びつけて分類する。さらにオントロジーに記述されている情報抽出ルールに基づいて情報抽出を行い、その結果を統合化してユーザに提示する。

日本語で書かれた文章に対してこれらの情報抽出作業を行う際に必要となってくるのが、単語の切れ目を認識させる作業である。日本語の文章は単語の切れ目が明確でないため、形態素解析などを用いて、単語ごとに分割しておく必要がある。この際に、自然言語処理や文章理解などの作業は必要なく、分割された単語の中から必要な情報を含んでいると思われる単語 (あるいは単語群) を抽出することができれば十分である。

1.3.3 オントロジー獲得に関する研究

IICA を利用する際に、ユーザは欲しい情報に関連するオントロジーをシステムに与えておく必要があるが、オントロジーの記述は非常に手間がかかる仕事であった。そこで、オントロジーの獲得に関する様々な研究が行われてきた。白神 [10] は、概念の特徴ベクトルを基に類似度を計算し、ある閾値を超える類似度を持つ二つの概念に関係を与える方法や、リンク情報から概念体系を生成する方法などで、オントロジー獲得を試みている。しかし、類似度を利用した方法では、それぞれの概念ごとの閾値の与え方などについて考慮の余地が残されており、リンク情報を用いる方法では、情報作成者の意図を反映することができるものの、概念間の関係がどのようになっているかという点までは明確にできなかった。また、大杉 [9] は、情報量を用いて、概念に関連のある単語を抽出し、それらを用

いることによって情報の再分類が可能であることを証明した。しかし、抽出された単語と概念との関連づけについては触れられていない。

また、IICA 関連以外のオントロジー獲得に関する研究としては、松尾ら [12] による科学技術文からのオントロジー自動作成がある。これは、オントロジーを語彙の順序集合として考え、有限順序集合として考えたうえで、語彙の類似性を位相数学の開集合に規定した場合の数学的性質からオントロジーの形式化を行っている。しかし、類似した概念の集まりを開集合と仮定し、全ての開集合が観測されたと仮定しているため、まだ実用には耐えられないものと考えられる。

1.4 本研究のアプローチ

第 1.2 節で挙げた問題点を解決するために、本研究では、オントロジーの構築を複数の人間で共同で行い、一人にかかる負担を減らす、という方法を試みる。また、これを支援するために、IICA においてオントロジーを共有できるシステムを作成する。

1.5 本研究の成果

本研究では、オントロジーの共有化に関する実験を行い、適切な共有化の方法を提示した。また、ここで提示した方法を基にして、Designers Amplifier のオントロジーエディタを利用したオントロジー共有型 IICA システムを作成した。オントロジーの共有化を行うことにより、オントロジー構築の際に問題となっていた内容の間違いや見落しといった問題を解消でき、オントロジー構築の支援となることがわかった。

1.6 本論文の構成

本論文では、以下の通り構成される。

- 第 2 章では、IICA システムについての説明を行う。

- 第 3 章では、オントロジーの共有化に関する実験について説明し、その結果を基に考察すると共に、オントロジー共有化の適切な方法を提示する。
- 第 4 章では、オントロジー共有型 IICA システムについて述べる。
- 第 5 章では、オントロジー共有型 IICA システムを作成したことの意義や、Design Amplifier から見た IICA の役割などについての考察を行う。
- 第 6 章では、結論と今後の課題について述べる。

第 2 章

オントロジーを用いたネットワーク情報収集・分類システム

本章では、 WWW 上の情報をオントロジーを用いて自動的に収集・分類するシステムである IICA[1] についての説明を行う。

2.1 IICA について

岩爪ら [1] は、インターネット上の情報を、特定の対象領域に関するオントロジーを用いて自動的に収集、分類、統合化して、ユーザに提示する IICA (Intelligent Information Collector and Analyzer) システムを提案している。このシステムは、次のような過程をたどってユーザに情報を提示する。

1. 情報収集 : ユーザからのキーワード入力に応じて、 WWW 上の情報を自動的に検索、収集する。この時、オントロジーを用いてユーザからの依頼と関連のある項目を推論し、必要と思われる情報を収集する。

2. 情報分類 : 収集した情報群をオントロジーに結びつけることにより、体系的に分類、整理する。

3. 内容抽出 : オントロジーのクラスごとに定義された、キーワードなどに注目したルールによって、該当する記述部分を自動的に抽出する。

4. 統合化 : 抽出した記述部分を統合化し、その結果をユーザに提示する。

この図を図 2.1 に示す。また、大杉 [9] は、 IICA の情報収集部分にサーチエンジンを取り入れ、その機能を情報収集、情報抽出部分に特化した IICA2 システムを提案している。 IICA2 の情報抽出処理の流れを、図 2.2 に示す。

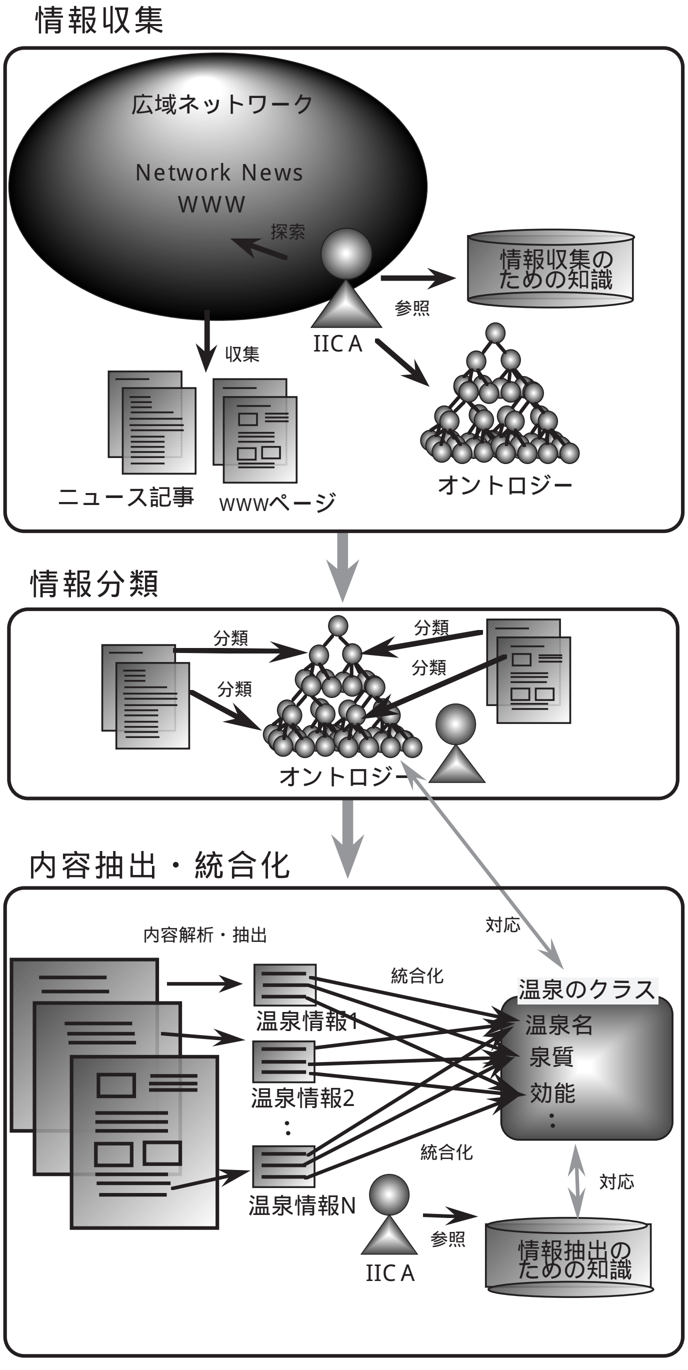

図 2.1 IICA の情報抽出処理の流れ

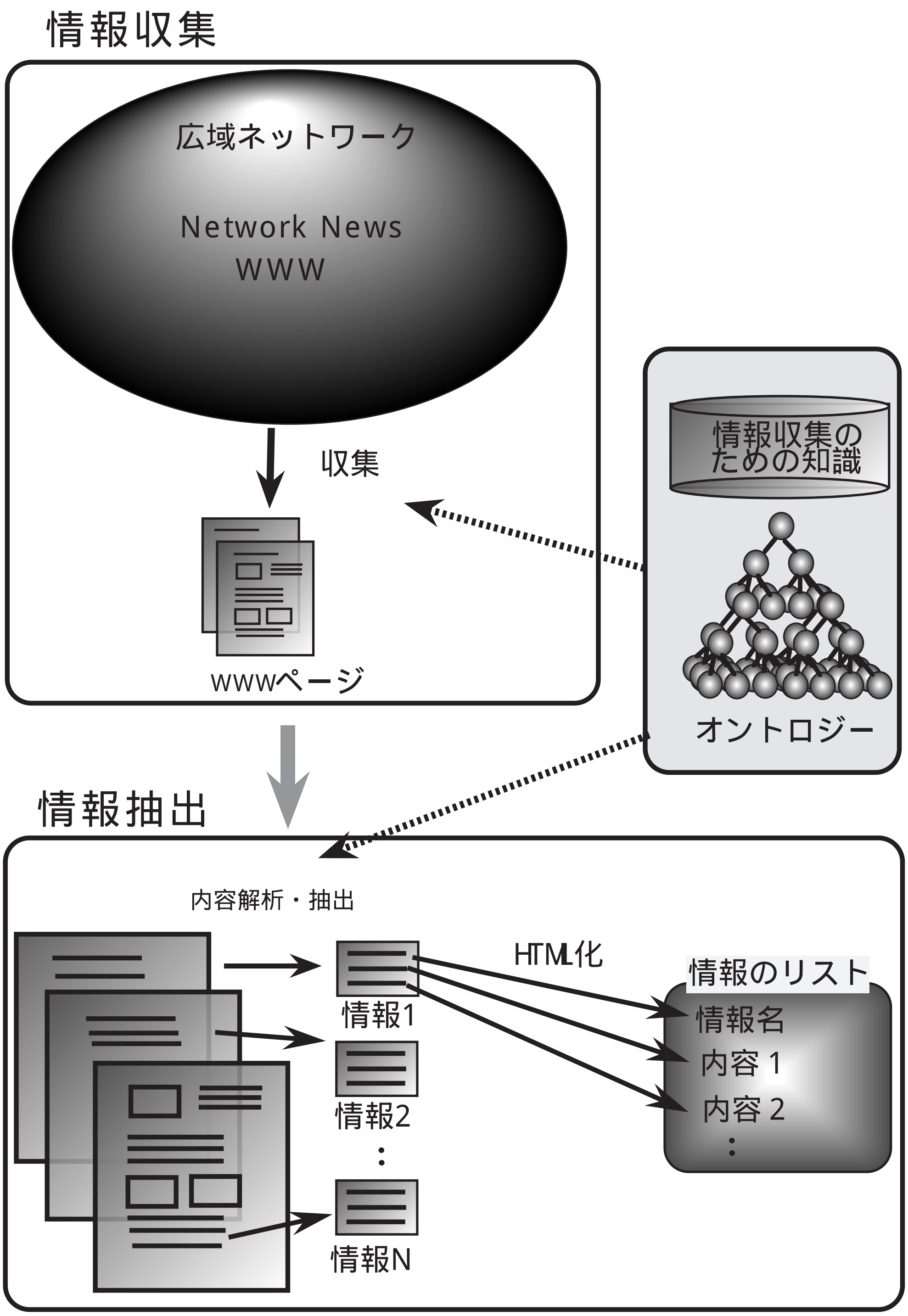

図 2.2 IICA2 の情報抽出処理の流れ

IICA2 システムの情報収集の流れは次のようになる。

1. ユーザからのキーワード入力に応じてオントロジーを参照し、サーチエンジンに送る検索キーワードを決める。
2. 検索キーワードをサーチエンジンに送り、検索結果を受け取る。
3. サーチエンジンの検索結果に示されている Web ページを収集する。

サーチエンジンで使用する検索キーワードを決定する際には、第 2.2 節で説明している概念の構成要素のうち、必要としている情報を含んでいる Web ページの中に必ず含まれているであろうと思われている構成要素を選ぶようにする。これは、 WWW 上からキーワードのみを用いて情報を検索するというサーチエンジンの性質上、 Web ページの特性を考えてキーワードを選んだ方が、概念の構成要素のうち、その概念に対する重要性が高いものをキーワードとして選ぶよりも、検索された情報の精度は良くなるだろうという考えに基づいている。また、検索キーワードのうちの一つは概念名を使用している。

2.2 IICA におけるオントロジー

元来、オントロジーとは哲学用語で、「存在に関する体系的な説明」あるいは「存在論」という意味で用いられている。人工知能の世界では、オントロジーは「知識の表現において基礎となりうる対象世界の概念化の記述」、あるいは「人工知能システムを構築する際のプリミティブとして用いられる基本概念や語彙の体系」という意味で用いられている。

人工知能において、知識を用いて問題を解くシステムとして知識ベースを利用するエキスパートシステムが研究されてきた。専門家が持っている知識をルールの形で知識ベースに蓄えておき、ある問題を解く時にそれらの知識を推論エンジンが解釈実行するシステムである。この知識ベースを導入することにより、ある限られた範囲において、専門家並みの仕事ができるシステムが作れるようになった。その一方で、知識ベースはシステムが知識獲得を行うのが難しく、ある問題を解くのに利用した知識を別の所で再利用することが困難である、といった問題

点が指摘されてきた。これらの問題に対処することを念頭においてオントロジーの研究が行われるようになった。

IICA において、オントロジーはユーザが求めている情報に関する概念や、それに関連のある概念の実データの形で記述されている。一般的にオントロジーというと、概念間に様々なものが考えられるが、 IICA におけるオントロジーでは上位・下位関係のみについて記述している。

IICA のオントロジーは、概念とそれに属するいくつかの要素、それに概念間の上位・下位関係が記述されている。この例を図 2.3 に示す。また、ある概念と、それに属する要素の間にはいくつかの重要な関係があり、それらは、表 2.1 に示した述語を用いて記述されている。

表 2.1 概念の構成要素を表現する述語

述語 (x は構成要素または別の概念)	述語の意味
`(has-one x)`	概念は要素 x を 0 個または 1 個保有する
`(has-some x)`	概念は要素 x を 0 個以上保有する
`(has-at-least x)`	概念は要素 x を少くとも 1 個は保有する
`(is-a x)`	概念は別の概念 x の下位概念である (概念 x は別途定義されている)

また、概念に属する要素が WWW 上でどのような表現で出てくるのか、という記述が別に必要になる。 IICA は、要素に関する記述を参照して、実際の WWW 上の文書とのパターンマッチングを行うことによって、それぞれの概念の要素を取り出す。要素に関する記述の例を図 2.4 に示す。また、要素の特徴を記述するための述語を表 2.2 に、表現に関する記述パターンを表 2.3 に示す。

但し、表 2.2 における x と y は、述語、単語のパターン、構成要素のうちいずれかを指している。

```
(DEFINE-PCLASS
  (プリンター
    ((HAS-AT-LEAST 価格)
     (HAS-SOME 対応機種)
     (HAS-ONE ランニングコスト)
     (HAS-ONE 解像度)
     (HAS-ONE 印字方式)
     (HAS-SOME 用紙サイズ)
     (IS-A 周辺機器))))
```

概念「プリンター」は、

- 少くとも一つの「価格」という要素と、
- 0 個以上の「対応機種」という要素と、
- 0 個または 1 個の「ランニングコスト」という要素と、
- 1 個の「解像度」という要素と、
- 0 個または 1 個の「印字方式」という要素と、
- 0 個以上の「用紙サイズ」という要素を持つ、
- 概念「周辺機器」の下位概念である。

図 2.3 IICA におけるオントロジーの例

```
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU (LIST CPU種類 CPUパワー)))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU種類
     (OR "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＰｅｎｔｉｕｍＰｒｏ"
         "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ" "ＭＭＸ Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＡＭＤ-Ｋ６"
         "ｉ３８６" "ｉ４８６" "ＡＭＤ-Ｋ５" "５ｘ８６"
         "６ｘ８６" "ＰｏｗｅｒＰＣ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPUパワー (LIST 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (解像度 (OR (LIST 数字 "ｄｐｉ") (LIST 数字 "ｘ" 数字 "ｄｐｉ"))))
(DEFINE-CONCEPT (ランニングコスト
                 (OR (LIST 数字 "枚／円")
                     (IS 価格 WITH ("ランニングコスト"))
                     (LIST "一枚あたり" 価格))))
(DEFINE-CONCEPT
    (対応機種
        (OR "ＤＯＳ／Ｖ" "ＰＣ－９８" "ＰＣ９８" "Ｍａｃ"
            "Ｍａｃｈｉｎｔｏｓｈ" "Ｗｉｎｄｏｗｓ" "Ｗｉｎ９５"
            "ＷｉｎＮＴ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (印字方式
        (OR "インクジェット" "レーザー" "ドットインパクト"
            "マイクロドライ" "マッハジェット")))
(DEFINE-CONCEPT
    (用紙サイズ
        (OR "Ａ４" "Ｂ４" "Ｂ５" "Ａ３" "はがき" "ハガキ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
              "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT
    (価格
        (OR
         (LIST 数字 (OR "円" "ドル"))
         (LIST (OR "￥" "＄") 数字))))
```

図 2.4 要素に関する記述の例

表 2.2 要素の特徴を記述するための述語

述語	述語の意味
(or x y)	x あるいは y が文中に存在する
(and x y)	x と y の両方が同じ文中に存在する
(list x y)	文中で、x の直後に y が出現する
(is x with (y))	y が存在する文中に x が存在する

ここで重要なのは、要素を記述する際に、単語のパターンだけではなく、別の要素に関する記述も利用することができる、ということである。例えば、図 2.4 を例にとってみると、同じ一文の中に、「CPU 種類」の構成要素の次に「CPU パワー」の構成要素が存在する時に、それらを「CPU」の構成要素として抽出する。また、「CPU 種類」は、Pentium,Pentium Pro などのうち、いずれか一つにマッチし、「CPU パワー」は「数字」MHz にマッチする。このような記述を可能にしておくことにより、似た表現を持つ要素に対するオントロジー記述の手間を多少軽減することができる。

表 2.3 表現に関する記述のパターン

表現のパターン	意味
"<価格>"	「価格」に exact match
"価格"	「価格」に partial match
"+価格>"	「~価格」という単語に match
"<価格+"	「価格~」という単語に match
"*"	任意の単語に match
">漢字<"	漢字を含んでいる単語に match
">カナ<"	カタカナを含んでいる単語に match
">かな<"	ひらがなを含んでいる単語に match
">記号<"	記号を含んでいる単語に match
">ローマ字<"	アルファベットを含んでいる単語に match
">数字<"	数字を含んでいる単語に match
"*名詞*"	品詞が「名詞」である単語に match (他の品詞でも可)
"$普通名詞$"	品詞の格が「普通名詞」である単語に match (他の品詞の格でも可)
"?食品名?"	あらかじめ用意されている「食品名」をラベルに持つ 単語群の中のどれかの単語と partial match

2.3 HTML の基本処理

IICA の情報収集、抽出作業の対象となっているのは、 HTML で記述されている Web ページである。そこで、 HTML 文書に対する基本処理を、1) 文単位への分割、2) 単語単位への分割、の二段階に分けて行っている [14]。

まず、文単位への分割であるが、表 2.4に示したルールに基づいて行われる。HTML にはタグが用いられており、このタグで区切られた部分ごとによって、記述されている内容が変わることがある。例えば、表 2.4 に示した (3) のルールについて考えると、<UL>~</UL>で囲まれた部分はリストになっており、リストの各項目の先頭には<LI>というタグがついている。リスト形式で書かれている文章の場合、項目ごとに書かれている内容が違っているだろうという判断のもとに、項目が変わるところを文の切れ目としている。つまり、分割された文がただ一つの内容を含むようにしている。このように処理することにより、一つ一つの文がどのような内容なのかがはっきりとわかる。そのため、欲しい情報が記述されている文にのみ注目すれば、情報の抽出が容易に行えるのである。表 2.4 に示したルールに基づいた、文への分割例を図 2.5 に示す。

表 2.4 文単位への分割のルール

(1)	「<Hn>~</Hn>」のパターンで記述してあれば、 それを一つの文と判断 (n = 1 or 2 or 3)
(2)	「<DT>~</DL>」、「<DT>~<DT>」、「<DT>~<P>」、 「<DT>~<DL>」、「<DT>~<UL>」のパターンで記述してあれば、 それを一つの文と判断
(3)	「<LI>~</UL>」、「<LI>~<LI>」、「<LI>~<P>」、 「<LI>~<DL>」、「<LI>~<UL>」のパターンで記述してあれば、 それを一つの文と判断
(4)	その他のタグについては、文とみなさず無視
(5)	その他の場合は、通常のように「。」を文の区切りとする

```
<HTML>
<HEAD><TITLE>レーザープリンタ＜ＪＸ－９６８５＞</TITLE></HEAD>
<BODY BGCOLOR="#ffffff">
<CENTER>
<a name="top">
</a>
<a name="top">
<IMG SRC="/sc/image/header/hed.gif">
</a><br><br>
<table cellpadding=0 cellspacing=0 border=0 width=462><tr><td align="right">１９９７年４月７日<br>シャープ株式
会社</td></tr></table><br>

<table border=2 width=465><tr><td align="center">両面印刷機能を標準装備
<h2>レーザープリンタ＜ＪＸ－９６８５＞を新発売</h2>

ネットワーク環境に幅広く対応</td></tr></table><p>

<table cellpadding=0 cellspacing=0 border=0><tr><td><IMG SRC="970407-1.gif"></td><td>　　　</td><td valign="
top">
<table border=2>
<tr><td align="center">品　　名</td><td>レーザープリンタ</td></tr>
<tr><td align="center">形　　名</td><td>ＪＸ－９６８５</td></tr>
<tr><td align="center">標準価格</td><td>１６０，０００円（税別）</td></tr>
<tr><td align="center">発　　売</td><td>１９９７年４月２１日</td></tr>
<tr><td align="center">月　　産</td><td>１，０００台</td></tr></table></td></tr></table></center><p>

　シャープは、両面印刷機能を標準装備した、高速・高画質のネットワーク対応レーザープリンタ＜ＪＸ－９
６８５＞を新発売いたします。<br>
　ネットワーク上での大量枚数印刷にも対応できるように、２段給紙カセットや１２，０００枚の大容量現像
カートリッジも標準装備しました。<p><br>

（途中省略）
<BR>
<ADDRESS>
<A HREF=mailto:webmaster@sharp.co.jp>webmaster@sharp.co.jp</A>
</ADDRESS>

</BODY>
</HTML>
```

<H2>～</H2>を
一つの文と判断

タグが絡んでいない場合
句点が文の区切り

http://www.sharp.co.jp/sc/gaiyou/news/970407.htmより

図 2.5 HTML 文書の文への分割例

次に、文に分割されたものをさらに単語ごとに分割する。その際に、本研究では、まず茶筅 [11] を用いて形態素解析を行っている。形態素解析を用いて単語ごとに分割することにより、表 2.3 に示したルールを用いた情報抽出が行える。しかし、茶筅によって形態素解析された結果をそのまま利用したのでは、ユーザが期待した結果が得られないことが考えられる。例えば、CD-ROM ドライブに関する製品情報を掲載している Web ページに「１２倍速」という表現があった場合、これを茶筅で形態素解析を行うと、「１」、「２」、「倍速」という三つの単語に分割する。ところが、このまま情報抽出処理を行ってしまっては、ユーザが求めているであろうと思われる、「１２倍速」という情報を正確にユーザに示すことができない。そこで、表 2.5に示したルールに従って単語の連結を行う。こうすることによって、人間が意図しているものとほぼ同じ形で、単語分割ができるようにしている。

表 2.5 単語連結のルール

	単語連結の条件
(1)	数字が隣接している
(2)	数字の直後に単位が出現する
(3)	固有名詞または普通名詞が隣接している

2.4 IICA による情報抽出と考察

2.4.1 IICA による情報抽出の例

IICA2 システム [9] を本研究用に改良したものを用いて、実際に WWW 上から、図 2.3 と図 2.4 に示した概念や構成要素に関する記述を含んでいるオントロジーを利用してパソコンの製品情報を抽出した結果を図 2.6に示す。

2.4.2 IICA についての考察

第 2.4.1 節の例を見る限り、比較的簡単なパターンを用いているにも関わらず、高い精度で情報抽出ができていると言える。その一方で、 IICA においては情報抽出を行うにあたって、オントロジーに記述されている概念の構成要素を基にしていることから、どうしても次のような問題点が発生してしまう。

1. 一つの Web ページ上に、ある概念に属するある特定の構成要素のパターンにマッチするものが二つ以上存在する場合、抽出される情報の精度が落ちる。

2. 一つの Web ページ上に、ある特定の概念に関する情報が二つ以上存在する場合、抽出される情報の精度が落ちる。

3. 一つの Web ページ上に、複数の似た概念に関する情報が複数存在している場合、抽出される情報の精度が落ちる。

4. 本来ならば、ある概念の構成要素になるべきものが、記述方法が異なりマッチしないために、構成要素として抽出されない。

それぞれを第 2.4.1 節の例をとって説明する。1 については、プリンタの製品情報が記載されている Web ページに、複数の価格 (本体価格とオプションの付属品の価格、付属ソフトの種類によって価格が変わるケースなど) が表示されている場合、 IICA はどの価格がどの製品のものなのか、といったことまでは分析していないため、「価格」にマッチするものを全て返す。そのため、どれがプリンタの価格なのかは人間が推測する必要がある。2 については、例えば、プリンタ A に関する製品情報とプリンタ B に関する製品情報が同一の Web ページ上に記載されていた場合、どちらの製品に関する情報なのかが判断できない。3 については、例えば、 PD ドライブの製品情報と MO ドライブの製品情報が同一の Web ページに記載されていた場合、その構成要素が非常によく似ているため、どちらの製品に関する情報なのか判断するのが難しい。この三種類の問題点に対処するためには、抽出した情報がどの概念に属するものなのか、といったことを調べるための構造解析などが必要になってくるように思われる。しかし、収集してきた

全ての Web ページ上の文章に対して構造解析を行うのは手間がかかりすぎることが予想され、現実的ではないものと思われる。ただ、例えばテーブル機能を用いて複数のパソコンの製品情報を記載している場合など、HTML の特徴を利用しているケースについては、それらの特徴を生かした処理を行うことにより、抽出された情報と概念とを結びつけることは可能であろうと思われる。

一方、 4 については、文字情報を用いずに、画像や音声といった非文字情報のみで情報を記載している場合には対処できないが、「価格」ではなく「値段」と記されている場合など、表現の方法の差異が原因で情報抽出が行えない場合には、概念の記述パターンなどを書き直すことによって抽出が可能になる。しかし、WWW には多くの個人や企業などが情報を発信できるので、その表現方法も非常に雑多なものになることが予想される。また、WWW 上の情報は頻繁に修正、更新、削除といったことが行われているため、概念に関連する情報を常にできるだけ高い精度で抽出しようとすると、頻繁にオントロジーを書き直す必要がある。ところが、ある概念に関する情報を調べて、その概念に関連する重要な情報を抽出できるようにオントロジーを書き直す、といった作業を頻繁に行うのはあまりにも手間がかかりすぎる。やはりオントロジーの構築、保守を一人で行うのはかなり負担のかかる作業だと考えられる。

また、 IICA2 および、その改良システム特有の問題点として、サーチエンジンを使用しているという性質からくる問題点もいくつか見受けられた。例えば、サーチエンジン側が使用しているデータベースが古いためか、サーチエンジンが返した検索結果に基づいて Web ページを収集しようとした時に既にそこには情報が存在していない、というケースも度々あった。WWW 情報空間の「情報が頻繁に生成、修正、更新、削除されている」という性質上、このような状況を完全に回避するのはほぼ不可能に近いものと思われる。サーチエンジンは入力されたキーワードを含む Web ページを収集するだけのシステムであり、 Web ページの内容については考慮していない。そのため、サーチエンジンに送るキーワードの選び方によっては、必要な情報を含んでいる Web ページをほとんど収集できない事態が起こりうる。実際、周辺機器の CD-ROM ドライブに関する情報を抽出しようとして、サーチエンジン (今回は goo[4]) に「CD-ROM」と「価格」の二

つのキーワードを送るように設定して IICA2 を起動したところ、CD-ROM ドライブを内蔵するパソコンの製品情報が多く収集された。情報抽出の精度をより上げようとするなら、サーチエンジンに送るキーワードを適切に選ぶ必要がある。

(途中省略)

```
<tr><td align="center">標準価格</td><td>１６０，０００円(税別) </td></tr>
```

(途中省略)

```
<center><table border=2>
<tr><td align="center">品　　名</td><td>レーザープリンタ</td></tr>
<tr><td align="center">形　　名</td><td>ＪＸ－９６８５</td></tr>
<tr><td align="center">タイプ</td><td>デスクトップタイプ</td></tr>
<tr><td align="center">印刷方式</td><td>電子写真方式</td></tr>
<tr><td align="center">光学系</td><td>半導体レーザーダイオード</td></tr>
<tr><td align="center">定着方式</td><td>ヒートローラー方式</td></tr>
<tr><td align="center">ＣＰＵ</td><td>Ａｍ２９２４０（２０ＭＨｚ）</td></tr>
<tr><td align="center">印刷速度</td><td>最高１２枚／分（Ａ４／レター、片面印刷時）<br>
４枚（８頁）／分（Ａ４／レター、両面印刷時）</td></tr>
<tr><td align="center">印刷解像度</td><td>基本６００ｄｐｉ（１２００ｄｐｉ相当）</td></
tr>
<tr><td align="center">給紙方式</td><td>カセット給紙５００枚（２５０枚＋２５０枚）</td>
</tr>
<tr><td align="center">排紙方式</td><td>フェースダウントレイ２５０枚</td></tr>
<tr><td align="center">用紙サイズ</td><td>Ａ４、Ｂ５、Ａ５、レター、リーガル、フォリ
オ、官製はがき、封筒（長形３号）</td></tr>
<tr><td align="center">用紙種類</td><td>普通紙（推奨シャープＰＰＣ用紙）、ＯＨＰシー
ト、ラベル紙、官製はがき、封筒</td></tr>
<tr><td align="center">ページ記述言語</td><td>ＳＰＤＬ<sup><font size=-2>※７</font></
sup>、ＥＳＣ／Ｐスーパー、ＥＳＣ／Ｐ<sup><font size=-2>※８</font></sup></td></tr>
<tr><td align="center">対応パソコン</td><td>ＤＯＳ／Ｖパソコンまたは互換機<br>ＮＥＣ
ＰＣ－９８０１，９８２１シリーズ</td></tr>
```

(以下省略)

http://www.sharp.co.jp/sc/gaiyou/news/970407.htmより

価格: １６０，０００円
印字方式:　レーザー
印刷速度: １２枚／分
解像度:　600dpi, 1200dpi
用紙サイズ:　Ａ４, Ａ４, Ａ４, Ｂ５, Ａ５,
　　はがき, はがき
対応機種:　ＤＯＳ／Ｖ, ＰＣ－９８０１

図 2.6 IICA2 による情報抽出の例

第 3 章

オントロジー共有化に関する実験

本研究では、オントロジー構築の手間の軽減と、作成されたオントロジーにおける間違いや見落しなどの減少を実現するための方法として、オントロジーを共有することを提案している。そこで、オントロジーを共有することによる効果を検証するための実験を行った。本章では、実験の内容や結果、および結果から考察される事項などについて記す。

3.1 実験の概要

奈良先端科学技術大学院大学 (以下、本学) の情報科学研究科知能情報処理学講座 (以下、本講座) の学生を対象に、以下のような方法でパソコン製品に関連するオントロジーの共有に関する実験を行った。なお、被験者は五名で、その内訳は、本講座博士前期課程二年の学生一名と、本講座博士前期課程一年の学生四名となっている。

1. 被験者に、「パソコンやその周辺機器などのパソコン製品を買おうとしてWWW 上から情報を収集する際に、どのような情報が欲しいか」という質問を行い、予め用意したオントロジーの核に付加する形で返答してもらう。なお、オントロジーの核の概略は、図 3.1 に示す通りである。図 3.1 において、四角で囲まれているものが概念を、概念の右、あるいは下にリスト形式で表示しているものがその概念を構成する要素をそれぞれ示している。また、概念どうしが線で結ばれている場合、その二つの概念には上位・下位関係が存在し、下側にあるものは、上側にあるものの下位概念であることを示している。これ以降に示している、実験の結果及び筆者が作成したオントロジーの概略図についても同様の形式で表現している。

2. 次に、被験者に第一段階で他者が作成したオントロジーを見せて、自分が作成したオントロジーに対して追加、変更などを行ってもらう。この際に、他の全ての被験者が作成したオントロジーの他に、筆者が実験前に予め作成しておいたオントロジーも見せ、参考にしてもらった。なお、筆者が予め作成したオントロジーの概略を図 3.2 に示す。なお、オントロジーの詳細については、付録を参照のこと。

オントロジー作成にあたっては、概念ならびにその構成要素、上位・下位関係だけではなく、構成要素の記述パターンについても考慮してもらっている。概念構成要素の記述パターンまで考えてもらったのは、被験者がどのような情報を必要としているかをより明確にする目的と、同じ概念、あるいは同じ概念構成要素に対する表記方法が被験者によって異なるかどうかを見るためである。

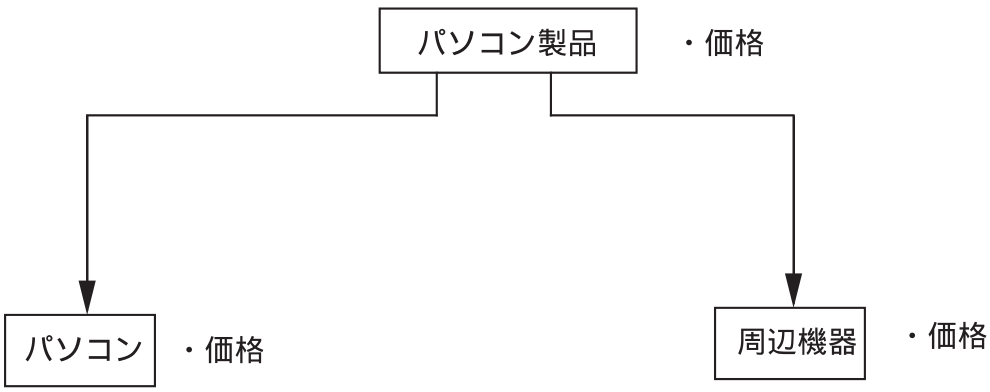

図 3.1 オントロジーの核

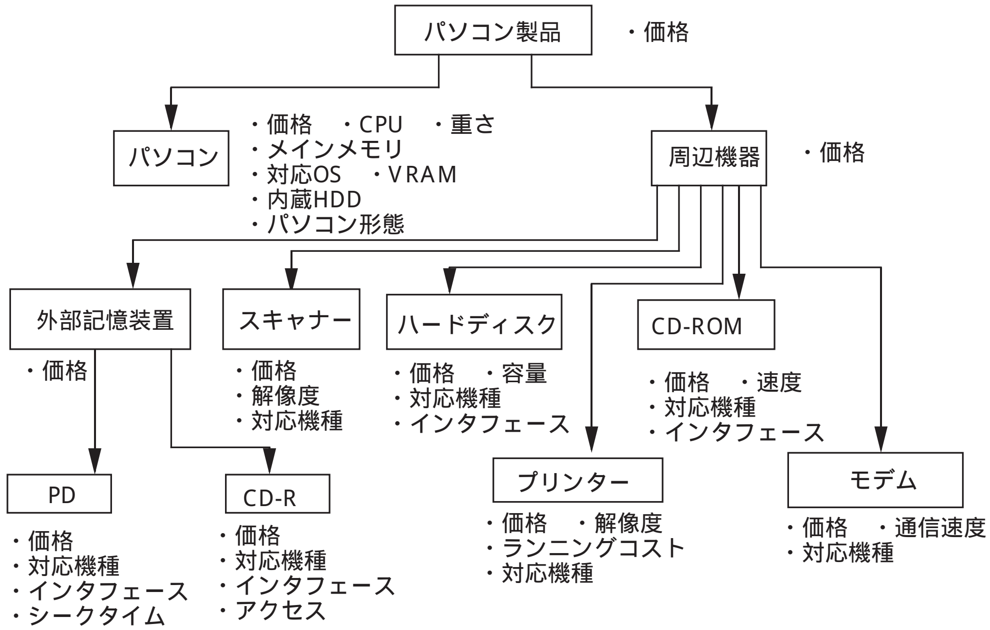

図 3.2　筆者が作成したオントロジーの概略

3.2　実験の結果

以下に、実験結果を載せる。なお、図 3.3 は被験者 1 にオントロジーの核のみを見せてから作成してもらった結果、図 3.4 は被験者 1 に他の人のオントロジーを見せてから修正してもらった結果である。また、図 3.5 は被験者 2 が作成したオントロジー、図 3.6 は被験者 3 にオントロジーの核のみを見せた場合、図 3.7 は被験者 3 に他の人のオントロジーを見せた場合、図 3.8 は被験者 4 にオントロジーの核のみを見せた場合、図 3.9 は被験者 4 に他の人のオントロジーを見せた場合、図 3.10 は被験者 5 にオントロジーの核のみを見せた場合、図 3.11 は被験者 5 に他の人のオントロジーを見せた場合をそれぞれ示している。なお、いずれもオントロジーの概略のみを載せる。オントロジーの詳細については付録を参照のこと。

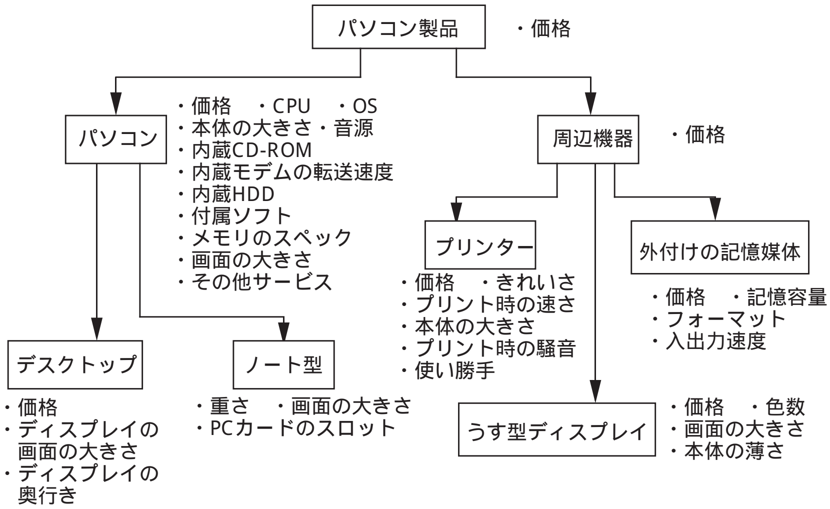

図 3.3 被験者 1 のオントロジー（修正前）

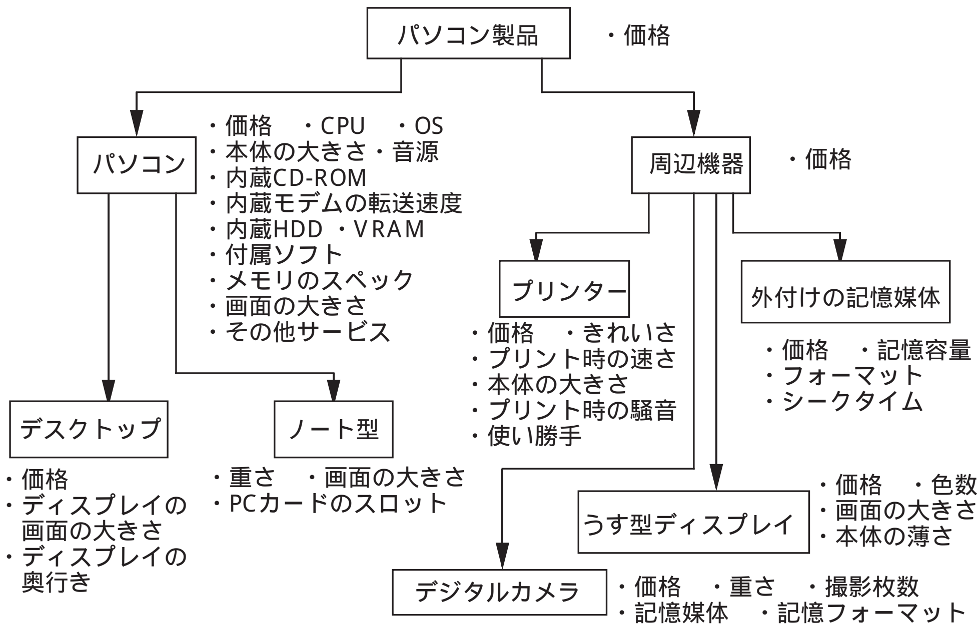

図 3.4 被験者 1 のオントロジー（修正後）

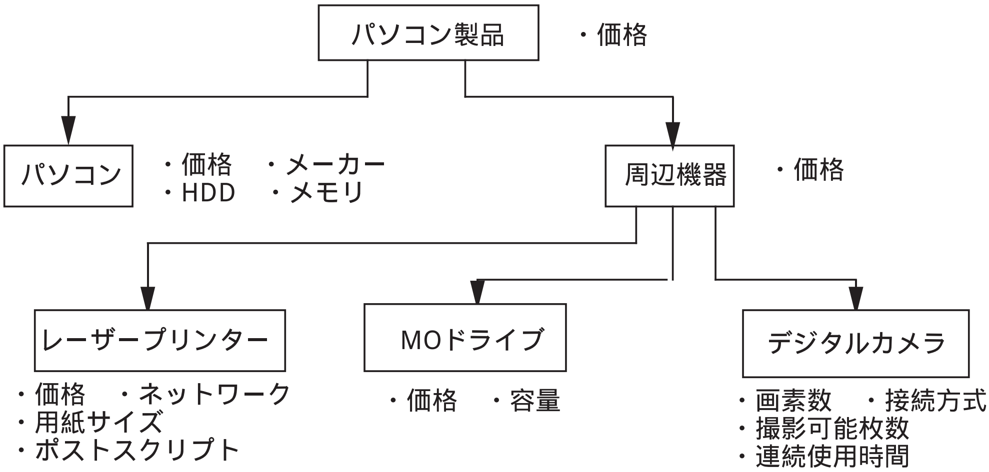

図 3.5　被験者２のオントロジー（修正前、修正後）

3.3　実験結果からの考察

本節では、第 3.2 節で得た実験結果についての考察を行う。それにあたり、表記上での混乱を避けるために、本論文上での表記方法を次のように統一する。

- 概念名は、『概念』のように二重鈎括弧でくくる。
- 構成要素名は、[構成要素] のように表記する。
- 構成要素の記述パターンは、〈パターン〉のように表記する。

また、『概念１』という概念に属する [構成要素Ａ] という構成要素については、『概念１』の [構成要素Ａ] という形で表記する。

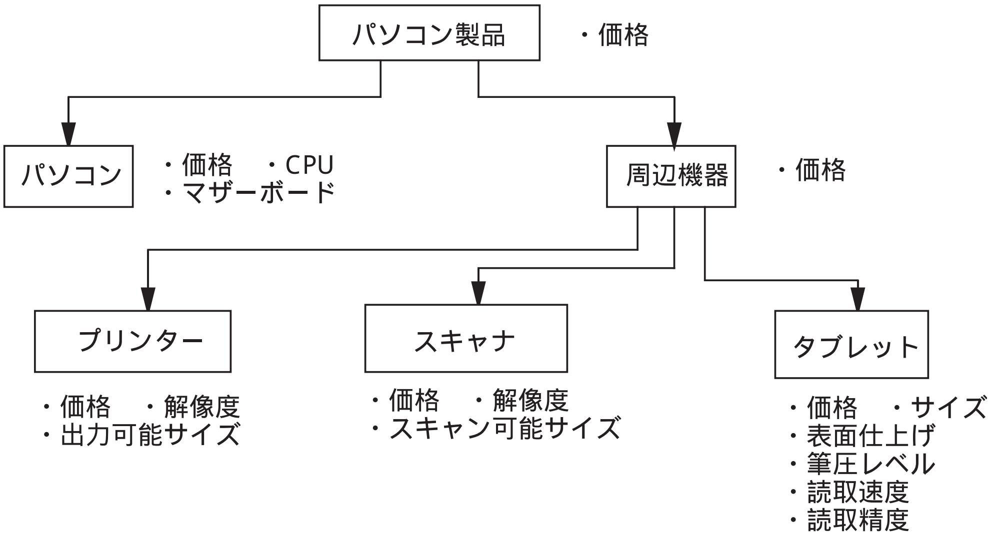

図 3.6　被験者 3 のオントロジー（修正前）

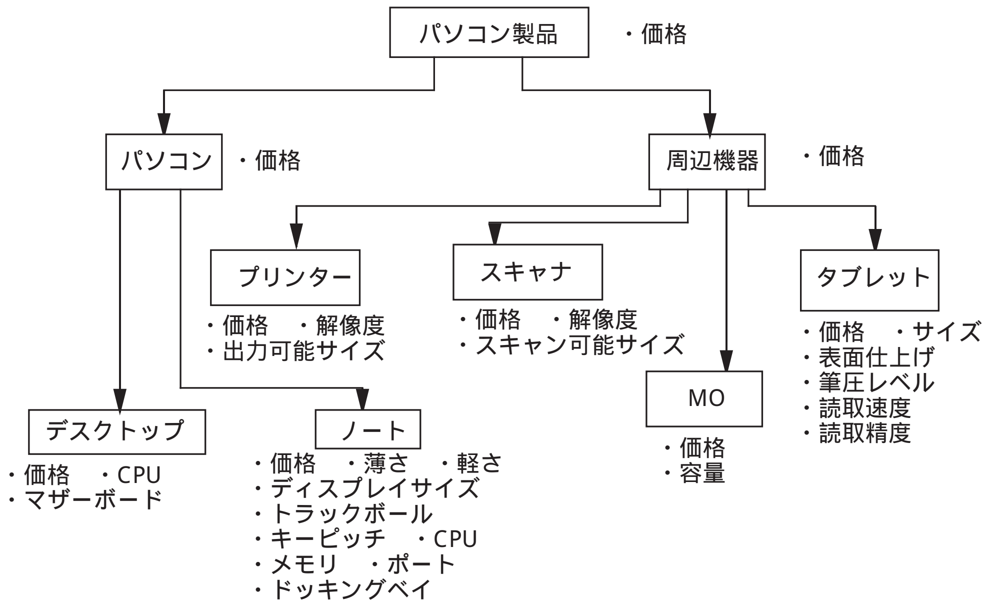

図 3.7　被験者 3 のオントロジー（修正後）

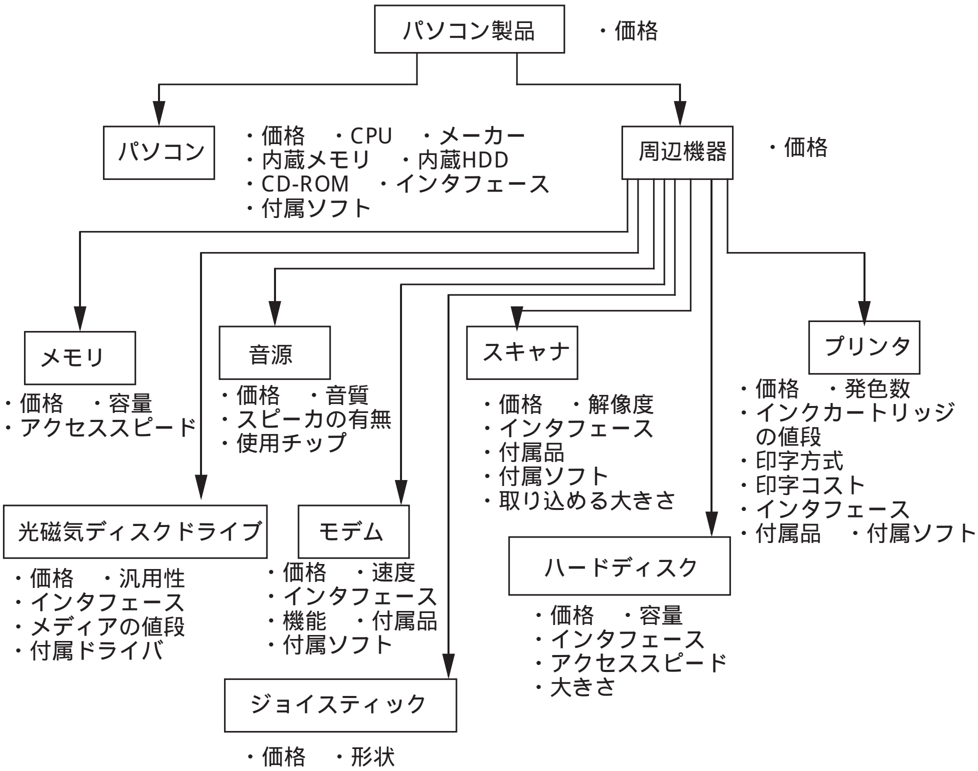

図 3.8　被験者 4 のオントロジー（修正前）

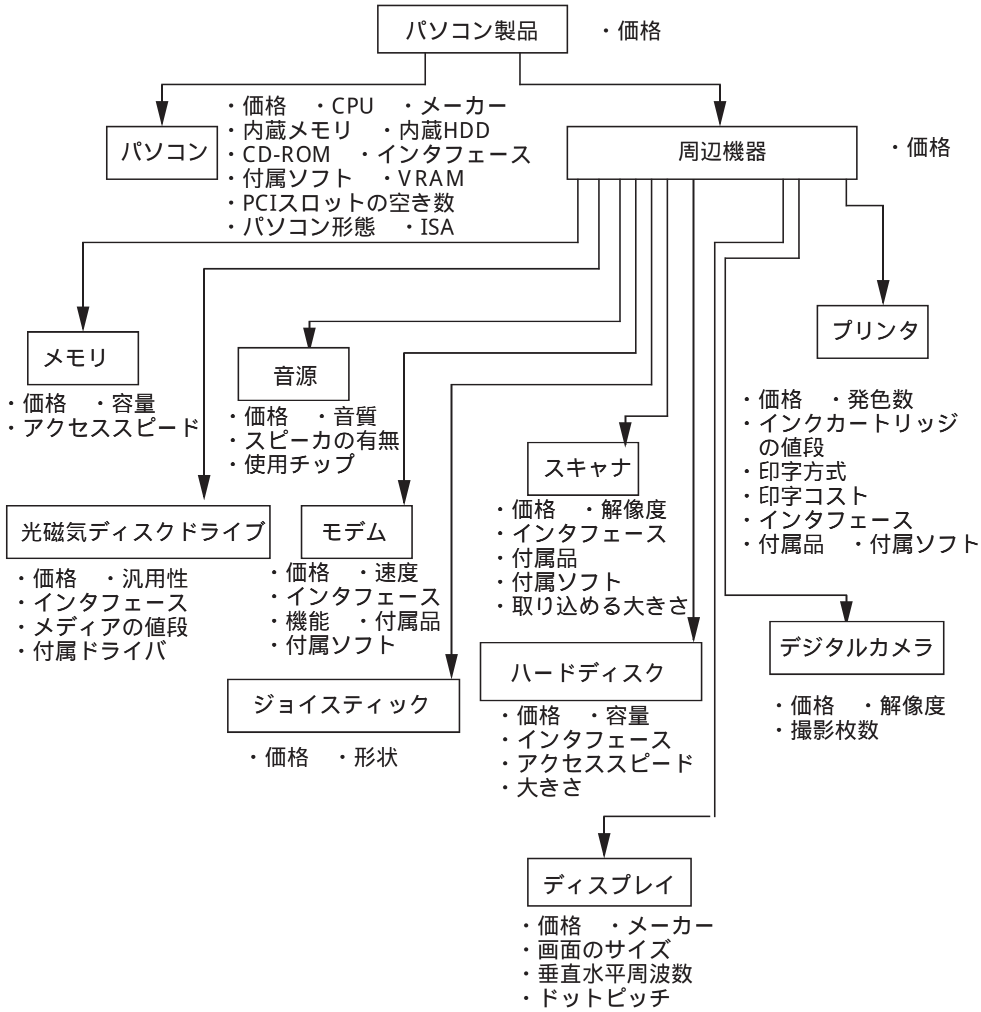

図 3.9　被験者4のオントロジー（修正後）

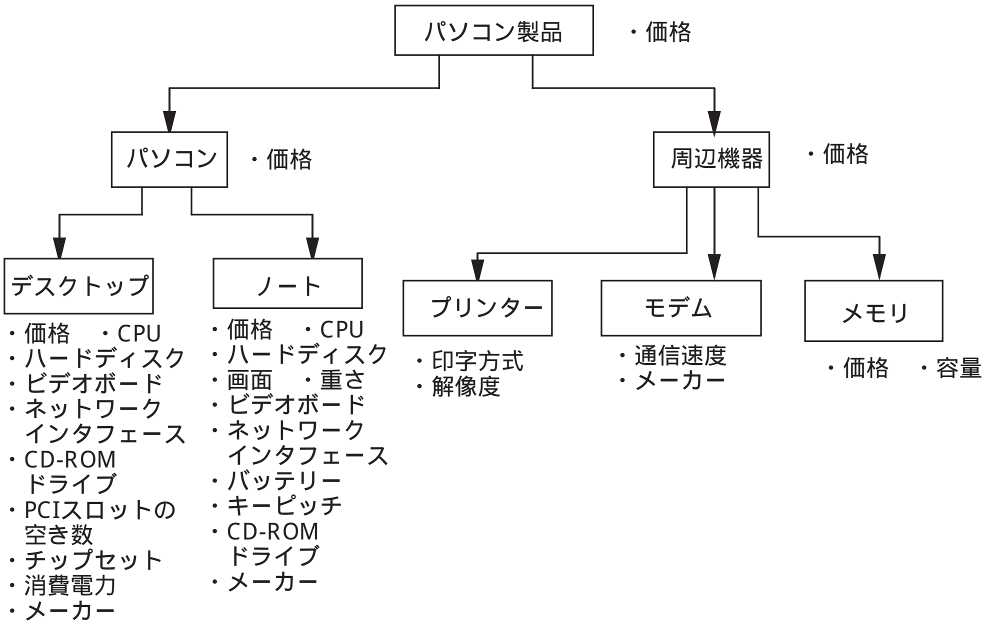

図 3.10　被験者 5 のオントロジー（修正前）

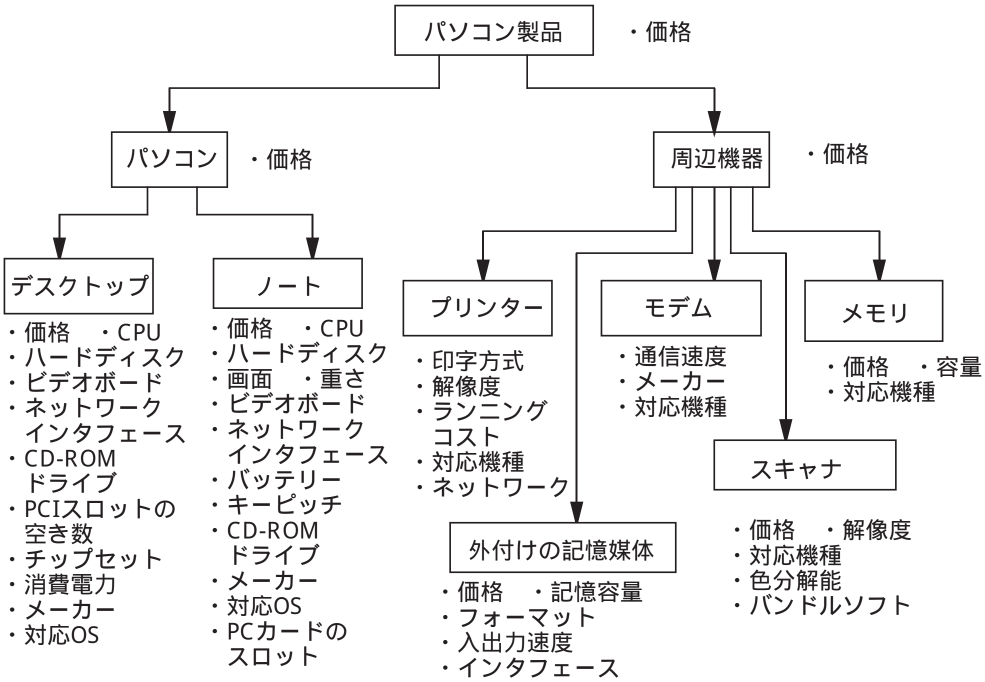

図 3.11 被験者５のオントロジー（修正後）

3.3.1 核から作成したオントロジーについて

まず、オントロジーの核のみを見せてから被験者にオントロジーを作成してもらったところ、被験者ごとに特徴が顕れた。以下に、各被験者、および筆者が作成したオントロジーの特徴をまとめる。なお、筆者が作成したオントロジーに関しては、概略を図 3.2 に示している。

被験者１ ［プリント時の騒音］や『プリンター』の［使い勝手］といった、文字情報では正確に表現することが困難な構成要素が含まれている。また、それぞれの機器の大きさを重要視していることがわかる。

被験者２ 全体的に、必要としている情報の量が少ない。また、『パソコン』の［メーカー］の記述パターンとして、〈"Ａｐｐｌｅ"〉と〈"ＵＭＡＸ"〉しか書いていないなど、必要としている情報に偏りが見られる。

被験者３ 『スキャナ』や『タブレット』といった画像関係でよく用いられる周辺機器を重視している。また、パソコン本体に関しては、被験者３本人が「パソコンは自分で組むことを考えている」と言っていることを反映してか、[CPU]と[マザーボード]以外の情報を必要としていない。

被験者４ 他の被験者と比べると、周辺機器に関するオントロジーの量が多い。また、パソコン本体や周辺機器などに付いてくる[付属品]や[付属ソフト]を重視している。

被験者５ 『デスクトップ』や『ノート』といった、パソコン本体に関する概念に属する構成要素量が多くなっている。

筆者 『周辺機器』の下位概念の量は多いが、それらの概念の構成要素は少ない。また、周辺機器の[対応機種]を重視している。

また、概念名や構成要素名、構成要素の記述パターンなどの表現にも、作成者ごとに違いが見られた。例えば、

- 「『プリンター』の[きれいさ]」(被験者１)と「『プリンタ』の[解像度]」(被験者３)
- [CPU パワー](筆者)と[クロック数](被験者６)

のように、概念名や構成要素名の表現が異なっているが記述パターンから同一のものを指していると思われるケースがいくつか見られた。筆者が『パソコン』の[パソコン形態]として〈"デスクトップ"〉や〈"ノート"〉を定義しているのに対し、被験者６は『パソコン』の下位概念として『デスクトップ』や『ノート』を定義しているなど、オントロジーの構造についても、作成者ごとに違いが見られた。

これらのことから考えると、オントロジーは作成者ごとに異なった特徴を持っており、それぞれ作成者の概念に対する知識や考え方を反映しているといえる。つまり、一人でオントロジーを作成した場合、作成されたオントロジーはただ一人の作成者が持っている概念に対する知識(あるいは作成者が参照することので

きる知識) や考え方の影響を大きく受ける。そのため、作成者が知識として持っていない (あるいは参照できない) 事柄についてはオントロジーに反映されないし、知識としては持っているがその知識は不必要なものだ、と作成者が判断した事柄についてもオントロジーに反映されない可能性が高い。

3.3.2 他人のオントロジーを参照した結果について

各被験者が、他人の作成したオントロジーを見て自分の作成したオントロジーに加えた追加、修正の詳細を以下にまとめる。

被験者 1 ：

- 筆者のオントロジーを見て
  - 『パソコン』に [VRAM] を追加
  - 『周辺機器』の下位概念として『デジタルカメラ』を追加
    (構成要素は、[価格]、[重さ]、[撮影枚数]、[記憶媒体]、[記憶フォーマット])
  - 『外付けの記憶媒体』の [入出力速度] を [シークタイム] に変更

被験者 2 ：

何も追加せず

被験者 3 ：

- 被験者 1 のオントロジーを見て
  - 『パソコン』の下位概念として『デスクトップ』と『ノート』を追加
  - 元の『パソコン』の構成要素は『デスクトップ』に移動
  - 『ノート』には以下の構成要素を追加
    [ディスプレイサイズ]、[薄さ]、[軽さ]、[トラックボール]、[キーピッチ]、[CPU]、[メモリ]、[ポート]、[ドッキングベイ]
- 被験者 2 のオントロジーを見て

– 『周辺機器』に『MO』を追加

被験者 4 ：

- 筆者のオントロジーを見て
  - 『パソコン』に［ VRAM ］を追加
  - 『パソコン』に［ パソコン形態 ］を追加
  - 『周辺機器』の下位概念として『デジタルカメラ』を追加
    (構成要素は［ 価格 ］、［ 撮影枚数 ］、［ 解像度 ］)
- 被験者 1 のオントロジーを見て
  - (うす型ディスプレイを見て)
    『周辺機器』に『ディスプレイ』を追加
    (［ 価格 ］、［ メーカー ］、［ 画面のサイズ ］、［ 垂直水平周波数 ］、［ ドットピッチ ］)
- 被験者 5 のオントロジーを見て
  - 『パソコン』に［ PCI スロットの空き数 ］を追加
  - (『パソコン』の［ PCI スロットの空き数 ］を見て)
    『パソコン』に［ ISA ］を追加

被験者 5 ：

- 筆者のオントロジーを見て
  - 『デスクトップ』と『ノート』に［ 対応 OS ］を追加
  - 『周辺機器』に『スキャナ』を追加
    (［ 価格 ］、［ 対応機種 ］、［ 解像度 ］、［ 色分解能 ］、［ バンドルソフト ］)
  - 『プリンター』に、［ ランニングコスト ］と［ 対応機種 ］を追加
  - ［ 対応機種 ］という構成要素は、『周辺機器』の下位概念全てに追加

- 被験者１のオントロジーを見て
  - 『ノート』に、[PC カードのスロット] を追加
  - 『周辺機器』に『外付けの記憶媒体』を追加
    ([価格]、[フォーマット]、[記憶容量]、[入出力速度]、[インタフェース])
- 被験者２のオントロジーを見て
  - (レーザープリンターを見て)
    『プリンター』の [印字方式] に、〈"レーザー"〉を追加
    『プリンター』に [ネットワーク] を追加
    (〈"ＴＣＰ／ＩＰ"〉、〈"ＡｐｐｌｅＴａｌｋ"〉、〈"マイクロソフトネットワーク"〉)

この結果から、いくつかの興味深いことがわかる。

第一に、五人の被験者のうち四人までが、他の人が作成したオントロジーを参考にして、自分が作成したオントロジーに、追加修正を加えている。また、被験者３は、他人の作成したオントロジーを見て、自分が作成したオントロジーの構造をつくり直している。数人の被験者に他人が作成したオントロジーを見せた時に、驚いたり感心したりして、自分のオントロジーに追加修正を加えていた。

第二に、数人の被験者が、他の人が作成したオントロジーを見た時に、自分のオントロジーにない部分をそのままの形で取り入れるだけではなく、そこから連想できる概念や要素なども自分のオントロジーに追加していた。例えば、被験者４は、被験者６のオントロジーを見た時に、『パソコン』の [PCI スロットの空き数] をそのまま自分のオントロジーに追加すると同時に [PCI スロットの空き数] から [ISA] を連想し、[ISA] をも自分のオントロジーに追加している。その他にも、数人の被験者が、自分のオントロジーには無かった概念を取り入れる時に、参照元に記述してある概念の構成要素をそのまま取り入れるだけでなく、さらにいくつかの構成要素を自分のオントロジーに追加していた。

ここまで述べてきた二つの効果から考えると、他人が作成したオントロジーを見ることを可能にしておくことによって、一人でオントロジーを作成した場合に

生ずる内容的な見落しを解消することができるものと考えられる。その上、互いにオントロジーを参照しあうことにより、徐々に互いのオントロジーが充実していくことが期待できるので、一人で作成する時に比べると作成の手間は多少軽減できるのではないかと考えられる。また、実験中に、被験者 4 は筆者が作成したオントロジーの記述の誤りを指摘した。このように、オントロジー作成の際に生じる記述の誤りについても、互いに参照することによって指摘、あるいは解消できることが期待できる。さらには、問題点の指摘などからオントロジーの作成者どうしの情報交換が行われるようになれば、互いのオントロジーの背景にある考え方をより深く理解したり、協調してオントロジー作成を行ったりといったことが可能になることが期待できる。

その一方で、被験者 2 は、他人の作成したオントロジーを見たものの、そこで得た情報を自分のオントロジーに追加しようとしなかった。その他の被験者にしても他人が作成したオントロジーの内容のうち、自分のオントロジーに含まれていない内容を全て追加したわけではなく、その中で自分に必要であろうと思われるものだけを追加していた。例えば、被験者 3 は、被験者 4 が [付属品] や [付属ソフト] を重視していることに気がついたが、「付属品や付属ソフトは普通付いているべきものなので、このような情報は必要がない」と言って自分のオントロジーには追加しなかった。このことは、自分にとって必要がない情報は収集しない、あるいは収集したくない、という意志の現れであると考えられる。これらのことを考慮に入れると、ある人物が記述した概念に対して、別の人物が内容を変更できるようなシステムにしてしまうのは問題があると考えられる。なぜなら、自分が記述しておいた概念が勝手に書きかえられており、その結果ユーザが期待していない情報まで抽出したり、期待していた情報が抽出されなかったりした場合、ユーザにストレスを与えてしまう危険性があり、またセキュリティ上の問題も発生するものと考えられるからである。そこで、共有化の方法としては、概念などに対して、その作成者を明確にしておき、作成者以外の人物はそれらの概念を参照することはできるが書きかえることができないようなシステムにしておくのが望ましい。その上で、 IICA を用いて情報抽出を行う際には自分が作成した部分を取り出すようにしておけばいいものと考えられる。

3.3.3 実験全体を通しての考察

ある人物がオントロジーを作成した時、作成されたオントロジーは、作成者の知識や考え方の影響を強く受ける。そのため、情報抽出のためのオントロジーを作成しようとした場合、抽出したい概念に関する知識 (あるいは情報) をある程度持っておく必要がある。今回の実験では、全ての被験者がパソコン関連製品に関するある一定レベル以上の知識を持っていたため、それぞれの被験者が自らの知識や考え方に基づいたオントロジーを作成することができた。しかし、情報抽出を行いたい概念に対する知識が不足している場合、オントロジーの構築は困難であろう。このように、一人でのオントロジー構築が難しい場合にも、オントロジーを共有化することによって、オントロジー構築の支援ができる。これらのことを考えると、オントロジーの共有化を実現することによって、オントロジー構築の支援となることがわかる。

第 4 章

オントロジー共有型 IICA システム

本章では、第 2 章、第 3 章で議論した内容を基に作成したオントロジー共有型 IICA システム (以下、本システム) についての説明を行う。

4.1 オントロジー共有化の方針

第 3.3.2 節で議論してきたことを基にして、オントロジー共有化の方針を次のように定める。

- 概念のクラスの作成者を明確にする。
- 他者が作成した概念などを参照できるようにする。
- 自らが作成した概念などは書きかえ可能にするが、他者が作成した概念などに対する書きかえは行えないようにする。

この方針を実現するために、本研究においては、オントロジーサーバを用意することを考えた。オントロジーサーバでオントロジーを管理し、ユーザはオントロジーサーバ上にあるオントロジーに対して編集を行う。また、サーバ上に存在する、他者が作成した概念などについても参照できるようにする。

本研究では、オントロジーサーバおよびオントロジー編集部分に、鷹合ら [15] が作成した設計者支援環境 Designers Amplifier (DA) のオントロジーサーバおよびオントロジーエディタを利用した。つまり、IICA を起動する際に Designers Amplifier のオントロジーサーバで管理されているオントロジーを呼び出して利用できるシステムを試作した。以下、Designers Amplifier の概要を第 4.2 節で、本研究で試作したシステムの概要を第 4.3 節でそれぞれ述べる。

4.2 Designers Amplifier

本節では、Designers Anplifier について述べる。

4.2.1 Designers Amplifier の概要

Designers Amplifier は、設計対象に関するオントロジーを用いて設計知識を扱い、設計者を支援していく計算機環境として提案されている。元来、設計行為は技術者による高度な知的生産行為であり、設計行為は設計を達成するための知識に支えられている。設計者が持っていた、あるいは入手した知識は、設計の過程において組織化され拡張されていく。複数人による協調設計は、この組織化された知識を他の設計者と共有することによって可能となる。Designers Amplifier は設計における情報の組織化・構造化を支援するシステムであり、以下のような支援を目指している。

1. 複数設計者間のコミュニケーションを支援する。特に複数の設計者でオントロジーを共有することによって設計対象の知識の深い共有を目指している。
2. 対象に関する知識を様々の方法で収集する。
3. 設計メモや議事録など、設計に関する断片的な情報をオントロジーを用いて組織化し再利用可能にする。

4.2.2 Designers Amplifier におけるオントロジー

Designers Amplifier では、次のような目的でオントロジーが利用されている。

1. メディアレベルで表現された情報を組織化する
2. 設計者の持つ概念を明確に定義し整理する
3. 設計者間でオントロジーを共有し複数設計者間での概念の理解を促進する
4. オントロジー上の概念間の関係を用いた検索などの知的な処理

Designers Amplifier では、これらの機能を実現できるオントロジーとしてフレームに基づくオントロジー [16] を用いている。オントロジーの構成は次のようになっている。

- Class: 一般の概念を記述する。Class は名前、表現 (expression)、属性 (Slot) を持つ。
- Super-Sub Class 関係: Class 間の継承関係を表す。
- 接続関係: Class 間で何らかの関係があることを示す。

それぞれの Class には、その Class を作成した User が明記されている。オントロジーを参照する際に、自分が作成した Class についてはその内容を変更することができるが、それ以外の Class に対しての内容の変更は行えない。この点で、Designers Amplifier におけるオントロジー共有の方法は本研究で提示したオントロジー共有の適切な方法と合致している。

また、Designers Amplifier で用いられているオントロジーはドメインオントロジー [17] であり、タスクオントロジーではない。

4.3 オントロジー共有型 IICA システム

4.3.1 システムの概要

本節では、本研究で作成したオントロジー共有型 IICA システムの概要についての説明を行う。システムは、情報収集部分とオントロジー編集部分の二つの部分から構成されている。図 4.1 に本システムの構成図を示す。

オントロジー編集部は Designers Amplifier のオントロジーエディタであり、ここでは各ユーザが情報抽出を行いたい概念に関するオントロジーを記述する。なお、オントロジーエディタにおけるオントロジー記述方法の詳細については、第 4.3.2 節で説明する。

情報収集部分には、大杉 [9] が作成した IICA2 を本研究用に改良したものを用いている。ユーザが情報抽出を行いたい概念をキーワードとして入力すると、システムはオントロジーを参照してサーチエンジンに送るキーワードを決定し、そ

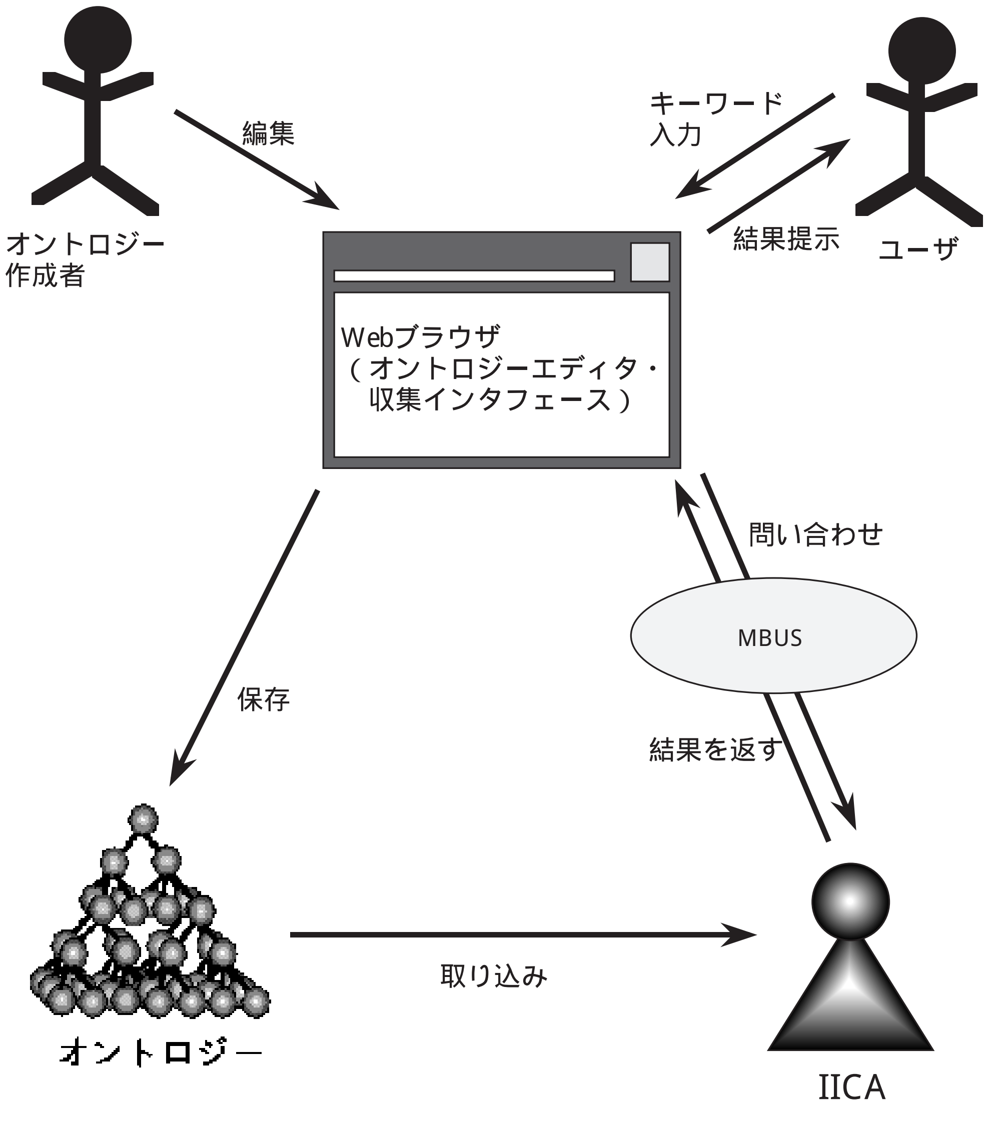

図 4.1 システムの構成図

れを実際にサーチエンジンに送る。そしてサーチエンジンの検索結果に表示されている Web ページを収集し、情報の抽出を行う。また、情報抽出に用いるオントロジーについては、キーワード入力を受けた際に Designers Amplifier のオントロジーエディタで作成したオントロジーを取りこむようにしている。

また、ユーザのキーワード入力は Web ブラウザから行えるようにしている。Web ブラウザと 情報収集部分は互いに通信できるようになっており、ユーザが Web ブラウザに入力したキーワードはそのまま情報収集部分に送られる。情報収集部分は情報抽出した結果を出力している HTML ファイルの名前を Web ブラウザに送り、 Web ブラウザはその受け取った HTML ファイルの内容をユーザに提示する。なお、 Web ブラウザと情報収集部分との通信にはイリノイ大学で開発された MBUS (Message BUS) を利用している。

本システムの情報抽出処理の流れは次のようになる。

1. ユーザからのキーワード入力を受けた Web ブラウザは、受け取ったキーワードを情報収集部分に送る。

2. Web ブラウザからキーワードを受け取った情報収集部分は、その時点でのオントロジーを取り込み、オントロジーを利用した情報収集・抽出を行う。情報収集・抽出の結果を HTML ファイルの形式で出力し、 Web ブラウザには結果を出力した HTML ファイルの名前を送る。

3. 情報収集部分から HTML ファイル名を受け取った Web ブラウザは、HTML ファイルの内容を結果としてユーザに提示する。

なお、本システムを利用した結果の例を図 4.2 に示す。

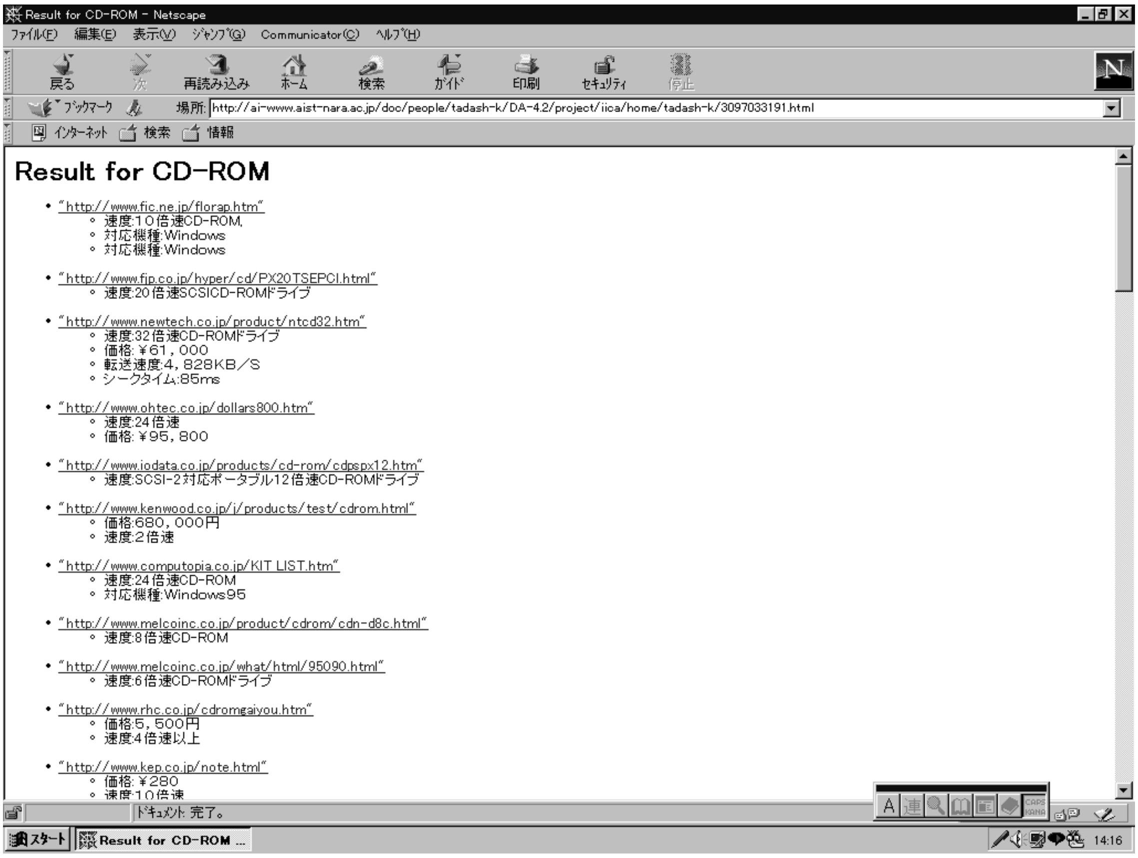

図 4.2 本システムの利用結果の例

4.3.2 システムにおけるオントロジーの記述

本システムでは、Designers Amplifier のオントロジーエディタを利用している。しかし、Designers Amplifier におけるオントロジーの記述方法と、 IICA におけるオントロジーの記述方法は異なったものである。そこで、本システムを利用する際のオントロジーの記述方法について以下で説明する。なお、本システムにおけるオントロジーの記述例を図 4.3 に示す。なお、IICA 、 Designers Amplifier におけるオントロジーの説明については、それぞれ第 2.2 節、第 4.2.2 節を参照のこと。

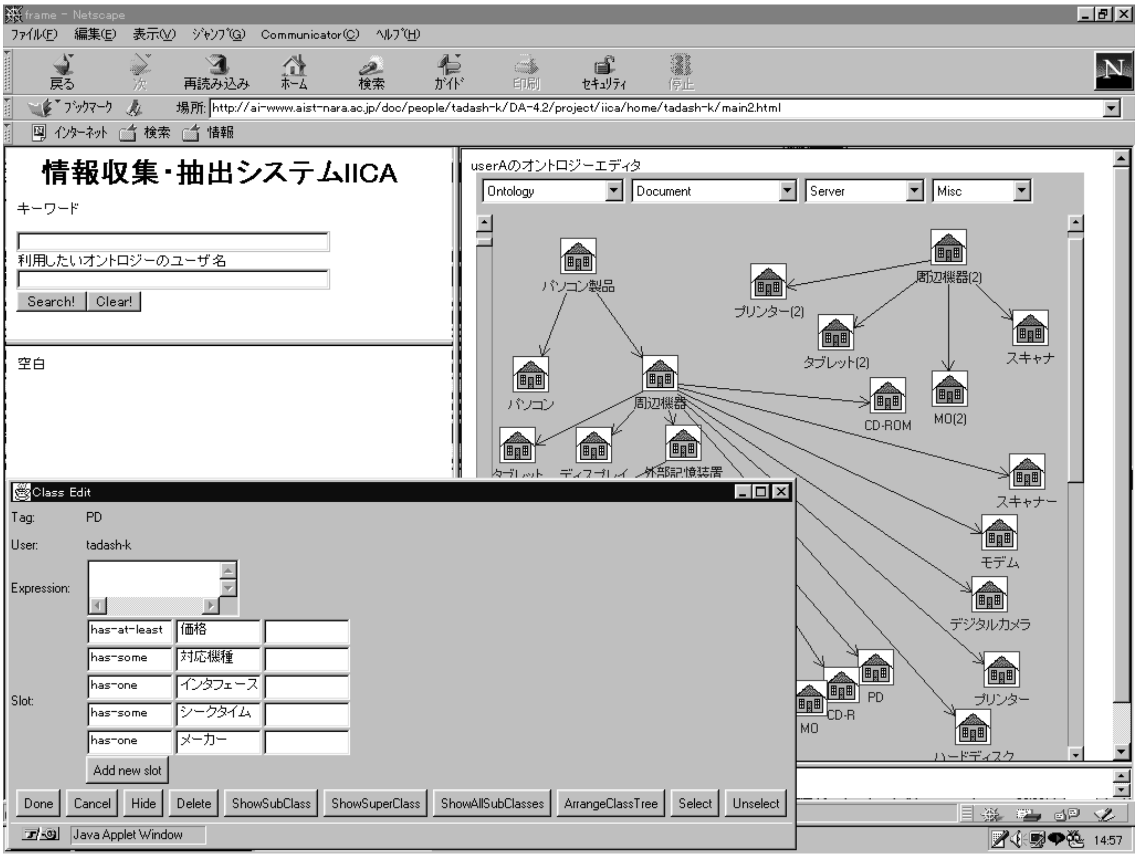

図 4.3 本システムにおけるオントロジー記述の例

概念の記述に関しては、Designers Amplifier のオントロジーにおけるスロットを利用する。 IICA における一つの概念を、Designers Amplifier のオントロジーの一つの Class に対応させる。 IICA における一つの構成要素を、その概念に対応している Class のスロットの一つに対応させる。なお、スロットの一つ目には `has-one` などの関係を、二つ目には構成要素の名前を入れておき、三つ目は空白にしておく。また、二つの概念間の `is-a` 関係については、Designers Amplifier における Super-Sub 関係を用いる。この関係は、オントロジーエディタ上では、矢印で表され、矢印の根元にある概念は、矢印の先にある概念の上位概念であり、矢印の先にある概念を包含していることを意味している。

要素の記述に関しては、Designers Amplifier のオントロジーにおける「表現」を利用する。IICA において記述パターンを示している一つの要素を Designers Amplifier における一つの Class に対応させ、その記述パターンを「表現」部分に記述する。

4.4 システムにおけるオントロジーの共有

第 4.2.2 節で述べたように、Designers Amplifier におけるオントロジーは、各 Class ごとに User が存在する。本システムでは、この仕組みをそのまま取り入れている。ユーザが、オントロジーエディタを用いてオントロジーを参照すると、オントロジーのうち、自分で作成した概念、あるいは要素についてはやや明るい色で、他者が作成した概念、あるいは要素についてはやや暗い色でそれぞれ表示される。ここで、各ユーザはやや明るい色で表示されている部分、すなわち、自分で作成した概念や要素についてのみ編集を行うことができる。また、他者が作成した概念や要素については、その詳細や作成者名を見ることができる。自分で作成した概念や要素と、他者が作成した概念や要素とを視覚的に区別することができるので、ユーザは自らが作成した概念などを容易に見付けることが可能である。また、概念どうしの上位・下位関係が視覚的に表現されている。

本システムは、第 4.1 に示している適切な共有化の方法を満たした形でのオントロジー共有がなされており、オントロジー構築の際の内容の誤りや見落しなどを解消できるなど、オントロジー構築の支援となる。このことにより、本システムを用いての情報収集・抽出の精度が向上することが期待できる。また、視覚的にオントロジーの構築が行えるので、オントロジー構築の際の誤り、特に概念間の関係づけの誤りを減らすことができるだけでなく、自分や他者が作成した概念の、概念どうしの関係を容易に理解することができる。

インターネットなどの情報ネットワーク上での情報検索において、従来はサーチエンジンなどのキーワードを用いた単純検索が行われていた。しかし、このような単純な検索では本当に必要としている情報にたどりつくのに時間と手間がかかってしまうケースが多々見られた。オントロジーを用いた情報検索を行うことによってこのような問題の解決が可能となったが、個人が持っている知識には限

界があるため、検索に利用できる知識がどうしても不十分なものとなってしまう。本システムでは、他人が作成したオントロジーを参照できるようにしているため、他者が持っている知識を容易に取り込むことが可能となる。また、他人が作成したオントロジーを利用した情報検索・抽出が行えるため、同一の概念に関する、複数のオントロジーによる情報抽出結果の比較などが行える。これらのことにより、本システムを利用することで、情報検索に利用する知識が質、量ともに向上することが期待でき、その結果、情報検索や抽出がよりスムースに行えることが期待できる。

第 5 章

本システムに関する考察

本章では、第 4 章で説明したオントロジー共有型 IICA システムに関連することがらについての考察を行う。

5.1 オントロジーの統合化について

第 3.3.1 節で述べたように、同じ概念に関するオントロジーを複数の人が作成した場合、同じ概念、あるいは同じ要素に対する表現方法が作成者によって異なるケースが起こりうる。このような場合、同じ概念、あるいは同じ要素と思われるような表現に関しては、その表現方法を統一化させることも考えられる。

現在、分散的に開発されたオントロジーを統合して利用する枠組みの研究が各方面で行われている。伊藤ら [13] は、語彙の対応関係を自動的に求める方法として、「事例に基づくフレームマッピング」(以下、EBFM) という手法を提案している。 WWW 上に実在するデータを用いて EBFM の評価を行った結果、非常に高い適合率が得られたとしている。オブジェクトの属性とその表現方法との関係によっては、再現率については結果があまり良くない場合もあるとしているが、この問題点が解決されれば、オントロジー統合化の有効な手法になるものと考えられる。

但し、伊藤らはオントロジー統合の自動化を目指しているが、第 3.3.2 節で述べたように、オントロジーの作成者は他者が作成したオントロジーの一部を受け入れたケースは見られたが、他者が作成したオントロジーを全て受け入れたケースは見られなかったことから考えると、自動的にオントロジーを統合化しても、統合化されたオントロジーがそのまま受け入れられるとは考えにくい。むしろ、統合化の手法を用いることにより、表現の似た概念を作成者に提示し、提示した概

念を受け入れるかどうかをオントロジー作成者に委ねるような支援システムの方が有効であるように思われる。また、統合化を行ったとしても、統合化されたオントロジーを強制的に利用させるのではなく、統合化されたオントロジーをユーザに提示することによってユーザ個人のオントロジー構築を支援するようなシステムにすることが望ましい。

本システムでは、オントロジーの統合化を行う機能は組み込まれていない。だが、オントロジーの作成者が他者のオントロジーを参照できるようにすることで、ユーザ自身がオントロジーを行える環境を整えている。だが、実際にユーザがオントロジーを統合するには、他者の作成したオントロジーをいちいち参照する必要があり、オントロジー統合化の支援ができているとは言えない状態にある。今後は統合化を支援するシステムも組み込んでいく必要があるだろう。

5.2 オントロジーエディタについて

オントロジー構築という作業は、そのオントロジーの記述方式によっては非常に難解な作業となるうえ、構築しているオントロジーが大規模なものになると、クラスどうしの関連づけなどでのミスも多くなりがちである。概念間の関係を明確に表示できるようなオントロジーエディタの存在は、オントロジー構築を強力に支援する。

本研究においては、Designers Amplifier のオントロジーエディタを利用している。その他のオントロジーエディタに関する研究としては、Ontolingua Server[19] が知られている。Ontolingua Server の特徴として、以下のことが挙げられている。

- 同時に複数のユーザが利用できる。
- セッションごと、あるいはグループごとにオントロジーが管理されている
- グループによる編集が可能
- 自分が以前作成したオントロジーや他者のオントロジーなどとの比較が可能
- KIF,Epikit などといった様々なオントロジー記述言語への変換が可能

このように、Ontolingua Server はオントロジーエディタとしてはかなり強力な機能を備えている。しかし、Ontolingua Server の対象となっているのは、Ontolingua という論理的なオントロジーであり、共有には向かない。一方で、本システムで使用しているオントロジーは、弱い構造を用いており、理解するのが比較的容易なため、共有に向いている。

5.3 サーチエンジンとの関連

第 2.4.2 節で述べたように、本システムのベースとなっている IICA2 システムではサーチエンジンを利用している。サーチエンジンを利用することによって、目的の情報が存在していると思われる Web ページのデータベースを構築する手間を省くことができる。しかし、サーチエンジンに送るキーワードの選定の方法によっては必要としている情報を含んでいる Web ページがうまく選ばれない可能性がある。そこで、目的としている情報をうまく収集できるようなキーワードの選定方法について考える必要がある。

キーワード選定の有力な方法としては、情報量を用いた単語抽出 [6],[9] を用いることが考えられる。この手法では、目的の概念に関する Web ページに共通して存在する重要な単語を情報量 [18] を用いて選んでいるが、その結果得られた単語を用いての情報の再分類が可能であった。このことから、この手法を用いて得られた単語は目的の概念に関する Web ページを収集する際に大いに役立つものと考えられる。

但し、この手法においては、ある概念に対する各単語の情報量を計算した結果、情報価値が高い単語を順に 20 個選んでそれらを再分類に利用しているが、現在のサーチエンジンでは、キーワードとして入力できる単語は高々数個である。そのため、この手法を用いるにあたっては、情報分類の際に用いる単語の量を減らした時の有効性について検証する必要がある。

5.4 Designers Amplifier における IICA の役割

本研究では、 Designers Amplifier のオントロジーエディタを利用することで、IICA におけるオントロジーの共有化を実現している。そこで、本節では、Designers Amplifier における IICA の役割について論じ、その利点などについての議論を行う。

本システムは、Designers Amplifier が通信の際に利用している MBUS を利用して Web ブラウザと情報収集部分の通信を行っている。これを Designers Amplifier の立場に立って見ると、本システムは、Designers Amplifier における一つの機能である、という見方もできる。

Designers Amplifier では、現在のところそれぞれの設計者の場に存在している設計文書を対象にしている。その一方で、設計者は設計に必要となる、ありとあらゆる知識を、経験や本、あるいはネットワークなどを利用して収集し、それらの中から役に立ちそうなものを利用する。本システムは Designers Amplifier を利用している設計者に対し、設計に必要な情報の収集作業を支援する。

第 6 章

結論

本章では本研究の結論、および今後の課題について述べる。

6.1 結論

本研究では、ネットワーク情報収集・抽出システムにおけるオントロジーの共有化を目指し、オントロジー共有化に関する実験を行った。その結果、オントロジーの共有化が、オントロジーの作成の際に問題となっていたオントロジーの内容の偏りや間違いといった問題点を解決するのに有効であり、さらにはオントロジー構築の手間が軽減できることが期待できることを示した。これらのことから、オントロジーの共有化に対する適切な手法を提案した。

また、ここで提案した手法を用いてオントロジー共有型 IICA システムを作成した。オントロジーの編集部分には Designers Amplifier のオントロジーエディタを用いて実現した。このシステムの実現により、今まで IICA において利用するオントロジー構築の際に問題となっていた内容の誤りや見落としなどを解消することができるなど、オントロジー構築の支援となる。

6.2 今後の課題

本研究で作成したシステムでは、オントロジーを編集する際に、概念と構成要素の関係を考慮する必要があり、また構成要素の記述パターンに関しては、オントロジー作成者が直接入力する必要がある。しかし、本システムにおけるオントロジーの記述方法についての知識がある場合には特に大きな問題にはならないものと思われるが、オントロジーの記述方法についての知識がない場合などには、オントロジー作成者に苦痛を与える可能性がある。そのため、オントロジーの記

述という作業を支援するシステムを提供する必要がある。

現在のシステムにおける HTML の特徴を利用した処理としては、表 2.4 に示したような、タグを用いた文単位への分割が挙げられるが、それ以外のタグについては利用していない。しかし、例えば Table タグのように、情報抽出の際に利用可能であろうと思われるタグを使用している Web ページの量が多くなってきている。また、タイトル表示タグや、リストのアイテムを表示するタグなどのように、 Web ページの内容を特徴づけている可能性が高いタグもいくつか存在する。そこで、これらのような、情報抽出に有効に働くであろうと思われるタグについての処理を行うことが必要になる。

6.3 今後の展望

6.3.1 オントロジー構築の協調作業化に向けて

オントロジーの共有化を行うことにより、個人が作成しているオントロジーの偏りなどが解消できる。しかし、元々オントロジーは作成者が持っている知識や考え方の影響を受けているため、オントロジー作成者の考え方などを理解することによって、そのオントロジーに対する理解が深まるものと考えられる。また、単に他人が作成したオントロジーを参照するだけではなく、お互いに情報交換を行いながら協調してオントロジーを構築していくことによって、よりオントロジーが充実したものになることが期待できる。オントロジー作成者どうしが情報交換を行う場を設けることなどによって、オントロジー構築の協調作業化が促進されることが期待される。

6.3.2 オントロジー構築の自動支援に向けて

オントロジー構築の手間を軽減する手法の一つとして、オントロジーを自動構築する方法、あるいは個人によるオントロジー構築を計算機が支援する方法が考えられる。実際に、オントロジーの自動構築に関して様々な研究が行われているが、現在のところ、オントロジー自動構築の適切な方法は見出されていない。オントロジーの共有化を行うことにより、他人のオントロジーを参照することが可

能になるので、オントロジー構築の手間は多少軽減されることが期待できるが、オントロジーの構築を自動的に支援するシステムが確立すれば、構築の手間はより軽減されるだろう。オントロジーの共有化、あるいは協調構築を通じて、オントロジーの構築を自動的に支援できる手法が見出されることを期待したい。

謝辞

主指導教官である西田豊明教授には、本研究を行う機会を与えて下さいました。また、研究を行うにあたっては、研究内容のみならず、研究態度や研究生活の面においても非常に有益な助言を数多くいただきました。ここに深く感謝いたします。

伊藤実教授には、お忙しい中、本研究の副指導教官となっていただきました。ここに深く感謝いたします。

武田英明助教授には、本研究の研究方針や研究内容などに関する有益な助言を数多くいただきました。また、常に研究が遅れがちな筆者に対して、常に叱咤激励して下さいました。ここに深く感謝いたします。

沢田篤史助手 (現在、京都大学計算機センター助教授)、上野敦志助手、久米出助手には、研究会などを通じて貴重な意見をいただきました。ここに深く感謝いたします。

知能情報処理学講座のみなさんには、研究生活を送るにあたり、様々な面からの協力をいただきましたことを感謝いたします。本講座博士後期課程の岩爪道昭さん、鷹合基行さんには、本研究の内容に関する有益な助言を数多くいただきましたことを感謝いたします。本講座博士後期課程の前田晴美さんには、論文作成において有益な助言をいただきましたことを感謝いたします。本講座博士前期課程の下倉雅行君、内田恵久君、片山顕正君、望月恒治君、高橋徹君、瀧隆太君には、実験に協力して下さいましたことを感謝いたします。小布施文代秘書には、事務手続きの面で協力して下さいましたことを感謝いたします。

最後になりましたが、研究生活を送っている間も常に暖かく接して下さり、時には筆者の気分転換につきあって下さった友人のみなさんに感謝します。また、気弱になりがちな筆者を常に励まし続け、支えて下さった両親、兄、妹、祖父母、親戚のみなさんに感謝いたします。

参考文献

[1] 岩爪 道昭, 白神 謙吾, 畑谷 和右, 武田 英明, 西田 豊明. オントロジーに基づく広域ネットワークからの情報収集・分類・統合化. 情報処理学会論文誌, 第38巻, pp.606–615, 1997.

[2] 林 良彦, 菊井 玄一郎, 鷲崎 誠司. WWW 情報検索サービスの技術展開. 人工知能学会研究会 (第 2 回), pp.5–10, 1996.

[3] http://www.yahoo.com/

[4] http://www.goo.ne.jp/

[5] 佐藤 円, 佐藤 理史, 篠田 陽一. 電子ニュースのダイジェスト自動生成. 情報処理学会誌, Vol.36, No.10, pp.2371-2379, 1995.

[6] 黒田 直志, 大杉 英一, 岩爪 道昭, 武田 英明, 西田 豊明. ネットワークの情報を利用した概念獲得支援. 人工知能学会全国大会 (第 11 回) 論文集, pp.555-558, 1997.

[7] 住田 一男, 知野 哲朗, 小野 顕司. 文書構造解析に基づく自動抄録生成と検索提示機能としての評価. 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J78-D-II, No.3, pp.511–519, 1995.

[8] Bruce Krulwich, Chad Burkey. The ContactFinder agent: Answering bulletin board questions with referrals. Proc. of the 13th National Conference on Artificial Intelligence and the 8th Innovate Applications of Artificial Intelligence Conference (AAAI-96), Vol.1, pp.10-15, 1996.

[9] 大杉 英一. ネットワークからの情報抽出によるオントロジー獲得支援. 修士論文, 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, 1997.

[10] 白神 謙吾. インターネットにおける情報分類とオントロジー獲得. 修士論文, 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, 1996.

[11] 松本 裕治, 北内 啓, 山下 達雄, 今一 修, 今村 友明. 日本語形態素解析システム「茶筅」version 1.0 使用説明書. NAIST Technical Report, NAIST-IS-TR97007, 1997.

[12] 松尾 文碩, 柴田 誠, 竹田 正幸. 科学技術用語オントロジーの自動作成. 情報学基礎, 38-3, pp. 17–24, 1995.

[13] 伊藤 史朗, 上田 隆也, 池田 裕治. 分散情報源に対する情報エージェントのための事例に基づくフレームマッピング. 電子情報通信学会シンポジウム論文集「ソフトウェアエージェントとその応用」, 1997.

[14] 畑谷 和右. ヒューリスティックスを用いた WWW からの情報抽出. 修士論文, 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, 1996.

[15] 鷹合 基行, 武田 英明, 西田 豊明. 協調設計作業を実現するための設計者支援環境. 電子情報通信学会論文誌 (印刷中), 1998.

[16] T. R. Gruber. Ontoligua: A mechanism to support portable ontologies. Technical Report KSL 91-66, Stanford University, Knowledge Systems Laboratory, 1992.

[17] 溝口 理一郎, 池田 満. オントロジー工学序説 -内容指向研究の基盤技術と理論の確立を目指して-. 人工知能学会誌, Vol.12, No.4, pp.559-569, 1997.

[18] Michael Pazzani, Jack Muramatsu, Daniel Billsus. Syskill & Webert: Identifying web sites. Proc. of the 13th National Conference on Artificial Intelligence and the 8th Innovate Applications of Artificial Intelligence Conference (AAAI-96), Vol.1, pp.54-61, 1996.

[19] Adam Farquhar, Richard Fikes, James Rice. The Ontolingua server: a Tool for Collaborative Ontology Construction. Technical Report KSL 96-26,Stanford University, Knowledge Systems Laboratory 1996.

付録

A. 実験で作成されたオントロジーの詳細

第 3 章で説明した実験において、被験者が作成したオントロジーの詳細、および実験に先立って筆者が作成したオントロジーを以下に示す。

筆者が作成したオントロジー

```
(DEFINE-CONCEPT (VRAM (IS 容量 WITH (OR "VRAM" "ビデオ RAM"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (パソコン形態
        (OR "デスクトップ" "ノート" "ミニノート" "サブノート" "タワー")))
(DEFINE-CONCEPT
    (対応 OS (OR "Ｗｉｎｄｏｗｓ９５" "ＷｉｎｄｏｗｓＮＴ４．０"
                "ＷｉｎｄｏｗｓＮＴ３．１" "ＭａｃＯＳ"
                "Ｓｏｌａｒｉｓ" "ＳｕｎＯＳ" "ＯＳ／２")))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵 HDD (IS 容量 WITH (OR "HDD" "ハードディスク"))))
(DEFINE-CONCEPT (メインメモリ (IS 容量 WITH ("メモリ"))))
(DEFINE-CONCEPT (CPU パワー (AND 数字 (OR "ｋＨｚ" "ＭＨｚ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU 種類 (OR "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＰｅｎｔｉｕｍＰｒｏ"
                 "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ" "ＭＭＸ" "ＡＭＤ-Ｋ６"
                 "ｉ３８６" "ｉ４８６" "ＡＭＤ-Ｋ５" "５ｘ８６"
                 "６ｘ８６" "ＰｏｗｅｒＰＣ")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPU 種類 CPU パワー)))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE メインメモリ)
         (HAS-ONE 内蔵 HDD) (HAS-SOME 対応 OS) (HAS-ONE パソコン形態)
         (HAS-ONE 重さ) (HAS-ONE VRAM) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT (アクセス (AND 数字 (OR "ｍｓ" "ｍｓｅｃ"))))
(DEFINE-PCLASS
    (CD-R ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種)
           (HAS-ONE インタフェース) (HAS-SOME アクセス)
           (IS-A 外部記憶装置))))
(DEFINE-CONCEPT (シークタイム (AND 数字 (OR "ｍｓ" "ｍｓｅｃ"))))
(DEFINE-PCLASS
```

```
    (PD ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種)
         (HAS-ONE インタフェース) (HAS-SOME シークタイム)
         (IS-A 外部記憶装置))))
(DEFINE-PCLASS
    (外部記憶装置
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT
    (容量 (AND 数字
              (OR "ＫＢ" "Ｋｂ" "ｋｂ" "ＭＢ" "Ｍｂ" "ＧＢ" "Ｇｂ"))))
(DEFINE-PCLASS
    (ハードディスク
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種) (HAS-ONE 容量)
         (HAS-ONE インタフェース) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (スキャナー
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種) (HAS-ONE 解像度)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT
    (解像度 (OR (AND 数字 "ｄｐｉ") (AND 数字 "ｘ" 数字 "ｄｐｉ"))))
(DEFINE-CONCEPT (ランニングコスト
                (OR (AND 数字 "枚／円") (AND "ランニングコスト" 価格)
                    (LIST "一枚あたり" 価格))))
(DEFINE-CONCEPT
    (通信速度 (AND 数字 (OR "ｂｐｓ" "ｋｂｐｓ" "Ｋｂｐｓ" "Ｍｂｐｓ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (速度 (AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT
    (インタフェース
        (OR "ＳＣＳＩ" "ＳＣＳＩ−２" "ＳＣＳＩ−３" "ＩＤＥ"
            "Ｅ−ＩＤＥ" "ＡＴＡＰＩ")))
(DEFINE-CONCEPT (撮影枚数 (AND 数字 (OR "Ｍ" "ＭＢ" "Ｍｂ" "枚"))))
(DEFINE-CONCEPT (重さ (AND 数字 (OR "ｇ" "Ｇ" "ｋｇ" "ＫＧ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (対応機種
        (OR "ＤＯＳ／Ｖ" "ＰＣ−９８" "ＰＣ９８" "Ｍａｃ"
            "Ｍａｃｈｉｎｔｏｓｈ" "Ｗｉｎｄｏｗｓ" "Ｗｉｎ９５"
            "ＷｉｎＮＴ")))
(DEFINE-PCLASS
    (デジタルカメラ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 重さ) (HAS-ONE 撮影枚数)
```

```
        (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (モデム ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 通信速度) (HAS-SOME 対応機種)
            (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (CD-ROM ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST 速度)
            (HAS-SOME 対応機種) (HAS-ONE インタフェース)
            (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンター
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種)
         (HAS-ONE ランニングコスト) (HAS-ONE 解像度) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
             "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
             "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-AT-LEAST 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-AT-LEAST 価格))))
```

被験者１が作成したオントロジー (オントロジーの核のみを見せた場合)

```
(DEFINE-CONCEPT (きれいさ (AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT (プリント方式 (OR "インクジェット" "レーザー")))
(DEFINE-CONCEPT (入出力の速度 ( AND))
(DEFINE-CONCEPT (記憶容量 (AND 数字 "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (フォーマット (OR "ＭＯ" "ＰＤ" "Ｚｉｐ" "ＤＶＤ-ＲＡＭ")))
(DEFINE-CONCEPT (色数 (AND 数字 "色")))
(DEFINE-CONCEPT (本体の薄さ (IS 長さ WITH ("薄さ"))))
(DEFINE-CONCEPT (重さ (AND 数字 (OR "ｇ" "ｋｇ"))))
(DEFINE-CONCEPT (メモリのスペック (AND 数字 "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT (付属ソフト (OR "Ｗｏｒｄ" "Ｅｘｃｅｌ")))
(DEFINE-CONCEPT (OS (OR "Ｗｉｎｄｏｗｓ" "Ｍａｃ")))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 "ＧＢ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (内蔵 HDD (IS 容量 WITH (OR "ＨＤＤ" "ハードディスク"))))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵モデムの転送速度 (AND 数字 "ｋｂｐｓ")))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵 CD-ROM (AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT (本体の大きさ (AND "たて" 長さ "横" 長さ "高さ" 長さ)))
(DEFINE-CONCEPT (長さ (AND 数字 (OR "ｃｍ" "ｍ" "ｍｍ"))))
```

```
(DEFINE-CONCEPT (ディスプレイの奥行き (IS 長さ WITH ("奥行"))))
(DEFINE-CONCEPT (ディスプレイの画面の大きさ (IS 画面の大きさ)))
(DEFINE-CONCEPT (画面の大きさ (AND 数字 "ｉｎｃｈ")))
(DEFINE-CONCEPT (クロック数 (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPUの種類 (OR "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ" "ｉ４８６")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPUの種類 クロック数)))
(DEFINE-PCLASS
    (ノート型
        ((HAS-ONE 重さ) (HAS-ONE PCカードのスロット)
         (HAS-ONE 画面の大きさ) (IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
    (デスクトップ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE ディスプレイの画面の大きさ)
         (HAS-ONE ディスプレイの奥行き) (IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンター
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE プリント方式) (HAS-ONE きれいさ)
         (HAS-ONE プリントの速さ) (HAS-ONE 本体の大きさ)
         (HAS-ONE プリント時の騒音) (HAS-SOME 使い勝手)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (外付けの記憶媒体
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE フォーマット) (HAS-ONE 記憶容量)
         (HAS-ONE 入出力速度) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (うす型ディスプレイ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 画面の大きさ)
         (HAS-ONE 本体の薄さ) (HAS-ONE 色数) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE 本体の大きさ)
         (HAS-ONE 内蔵CD-ROM) (HAS-ONE 内蔵モデムの転送速度)
         (HAS-ONE 内蔵HDD) (HAS-ONE 音源) (HAS-ONE OS)
         (HAS-SOME 付属ソフト) (HAS-ONE メモリのスペック)
         (HAS-ONE 画面の大きさ) (HAS-SOME その他サービス)
         (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
```

```
            "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者 1 が作成したオントロジー (他者のオントロジーを見せた後)

```
(DEFINE-CONCEPT (シークタイム (AND 数字 (OR "ｍｓ" "ｍｓｅｃ"))))
(DEFINE-CONCEPT (記憶フォーマット (OR "ｊｐｅｇ" "ＪＰＥＧ")))
(DEFINE-CONCEPT (記憶媒体 (OR "フロッピーディスク" "ＰＣカード")))
(DEFINE-CONCEPT (撮影枚数 (AND 数字 (OR "Ｍ" "ＭＢ" "Ｍｂ" "枚"))))
(DEFINE-PCLASS
   (デジタルカメラ
      ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 重さ) (HAS-ONE 撮影枚数)
       (HAS-ONE 記憶媒体) (HAS-ONE 記憶フォーマット) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (VRAM (IS 容量 WITH "ＶＲＡＭ")))
(DEFINE-CONCEPT (きれいさ (AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT (プリント方式 (OR "インクジェット" "レーザー")))
(DEFINE-CONCEPT (入出力の速度 ( AND))
(DEFINE-CONCEPT (記憶容量 (AND 数字 "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT
   (フォーマット (OR "ＭＯ" "ＰＤ" "Ｚｉｐ" "ＤＶＤ-ＲＡＭ")))
(DEFINE-CONCEPT (色数 (AND 数字 "色")))
(DEFINE-CONCEPT (本体の薄さ (IS 長さ WITH ("薄さ"))))
(DEFINE-CONCEPT (重さ (AND 数字 (OR "ｇ" "ｋｇ"))))
(DEFINE-CONCEPT (メモリのスペック (AND 数字 "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT (付属ソフト (OR "Ｗｏｒｄ" "Ｅｘｃｅｌ")))
(DEFINE-CONCEPT (OS (OR "Ｗｉｎｄｏｗｓ" "Ｍａｃ")))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 "ＧＢ" "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT
   (内蔵 HDD (IS 容量 WITH (OR "ＨＤＤ" "ハードディスク"))))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵モデムの転送速度 (AND 数字 "ｋｂｐｓ")))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵 CD-ROM (AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT (本体の大きさ (AND "たて" 長さ "横" 長さ "高さ" 長さ)))
(DEFINE-CONCEPT (長さ (AND 数字 (OR "ｃｍ" "m" "mm"))))
(DEFINE-CONCEPT (ディスプレイの奥行き (IS 長さ WITH ("奥行"))))
(DEFINE-CONCEPT (ディスプレイの画面の大きさ (IS 画面の大きさ)))
(DEFINE-CONCEPT (画面の大きさ (AND 数字 "ｉｎｃｈ")))
(DEFINE-CONCEPT (クロック数 (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
   (CPU の種類 (OR "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ" "ｉ４８６")))
```

```
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPUの種類 クロック数)))
(DEFINE-PCLASS
    (ノート型
        ((HAS-ONE 重さ)(HAS-ONE PCカードのスロット)
         (HAS-ONE 画面の大きさ)(IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
    (デスクトップ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE ディスプレイの画面の大きさ)
         (HAS-ONE ディスプレイの奥行き)(IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンター
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE プリント方式)(HAS-ONE きれいさ)
         (HAS-ONE プリントの速さ)(HAS-ONE 本体の大きさ)
         (HAS-ONE プリント時の騒音)(HAS-SOME 使い勝手)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (外付けの記憶媒体
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE フォーマット)(HAS-ONE 記憶容量)
         (HAS-ONE シークタイム)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (うす型ディスプレイ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE 画面の大きさ)
         (HAS-ONE 本体の薄さ)(HAS-ONE 色数)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE CPU)(HAS-ONE 本体の大きさ)
         (HAS-ONE 内蔵CD-ROM)(HAS-ONE 内蔵モデムの転送速度)
         (HAS-ONE 内蔵HDD)(HAS-ONE 音源)(HAS-ONE OS)
         (HAS-SOME 付属ソフト)(HAS-ONE メモリのスペック)
         (HAS-ONE 画面の大きさ)(HAS-SOME その他サービス)
         (HAS-ONE VRAM)(IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "1" "2" "3" "4" "5" "6" "7" "8" "9" "0" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
              "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "¥" "ドル" "$"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格)(IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者2が作成したオントロジー

```
(DEFINE-CONCEPT (連続使用時間 (AND 数字 "時間")))
(DEFINE-CONCEPT (接続方式 (OR "シリアル" "スマートカード")))
(DEFINE-CONCEPT (撮影可能枚数 (AND 数字 "枚")))
(DEFINE-CONCEPT (画素数 (AND 数字 (OR "ピクセル" "ｐｉｘｅｌ"))))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 (OR "ＭＢ" "ＧＢ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (ポストスクリプト (OR "レベル１" "レベル２" "レベル３")))
(DEFINE-CONCEPT (用紙サイズ (IS "Ａ４")))
(DEFINE-CONCEPT
    (ネットワーク (OR "ＴＣＰ／ＩＰ" "ＡｐｐｌｅＴａｌｋ")))
(DEFINE-CONCEPT (メーカー (OR "Ａｐｐｌｅ" "アップル" "ＵＭＡＸ")))
(DEFINE-CONCEPT (HDD容量 (AND 数字 "ＧＢ")))
(DEFINE-CONCEPT (HDD (IS HDD容量 WITH (OR "ハードディスク" "HDD"))))
(DEFINE-CONCEPT (メモリ容量 (AND 数字 "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT (メモリ (IS メモリ容量 WITH ("メモリ"))))
(DEFINE-PCLASS
    (デジタルカメラ
        ((HAS-AT-LEAST 画素数) (HAS-AT-LEAST 撮影可能枚数)
         (HAS-ONE 接続方式) (HAS-AT-LEAST 連続使用時間)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (MOドライブ
        ((HAS-AT-LEAST 容量) (HAS-AT-LEAST 価格) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (レーザープリンター
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST ネットワーク)
         (HAS-SOME 用紙サイズ) (HAS-AT-LEAST ポストスクリプト)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE メーカー) (HAS-ONE HDD)
         (HAS-ONE メモリ) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
              "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者３が作成したオントロジー (オントロジーの核のみを見せた時)

```
(DEFINE-CONCEPT (サイズ (IS "Ａ４")))
(DEFINE-CONCEPT (スキャン可能サイズ (IS サイズ)))
(DEFINE-CONCEPT (出力可能サイズ (IS サイズ)))
(DEFINE-CONCEPT (解像度 (AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT (読取精度 (AND (OR "＋−" "±") 数字 "ｍｍ")))
(DEFINE-CONCEPT (読取速度 (AND 数字 "ポイント／秒")))
(DEFINE-CONCEPT (筆圧レベル (AND 数字 "レベル")))
(DEFINE-CONCEPT (表面仕上げ (IS "透明オーバーレイシート")))
(DEFINE-CONCEPT
    (マザーボード (OR "ＧＩＧＡＢＹＴＥ" "ＡＳＵＳＴｅｃ")))
(DEFINE-CONCEPT (クロック (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU メーカー (OR "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＡＭＤ−Ｋ６" "６ｘ８６")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPU メーカー クロック)))
(DEFINE-PCLASS
    (スキャナ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST 解像度)
         (HAS-ONE スキャン可能サイズ) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンタ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST 解像度)
         (HAS-ONE 出力可能サイズ) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (タブレット
        ((HAS-AT-LEAST サイズ) (HAS-ONE 表面仕上げ) (HAS-AT-LEAST 価格)
         (HAS-ONE 筆圧レベル) (HAS-ONE 読取速度) (HAS-ONE 読取精度)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE マザーボード)
         (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
              "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
```

```
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者３が作成したオントロジー (他者のオントロジーを見せた後)

```
(DEFINE-CONCEPT
   (ドッキングベイ (OR "ドッキングベイ" "ドッキングステーション")))
(DEFINE-CONCEPT
   (ポート (OR "シリアル" "プリンタポート" "PCカードスロット"
               "モデム")))
(DEFINE-CONCEPT (メモリ (IS 容量 WITH ("メモリ"))))
(DEFINE-CONCEPT (キーピッチ (AND 数字 (OR "ｃｍ" "ｍｍ"))))
(DEFINE-CONCEPT (トラックボール (IS "トラックボール")))
(DEFINE-CONCEPT (軽さ (AND 数字 (OR "ｇ" "ｋｇ"))))
(DEFINE-CONCEPT (薄さ (AND 数字 "ｃｍ")))
(DEFINE-CONCEPT (ディスプレイサイズ (AND 数字 "インチ")))
(DEFINE-PCLASS
   (ノート ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE ディスプレイサイズ)
           (HAS-ONE 薄さ) (HAS-ONE 軽さ) (HAS-ONE トラックボール)
           (HAS-ONE キーピッチ) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE メモリ)
           (HAS-ONE ポート) (HAS-ONE ドッキングベイ) (IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
   (デスクトップ
       ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST CPU) (HAS-ONE マザーボード)
        (IS-A パソコン))))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 (OR "ＭＢ" "ＧＢ"))))
(DEFINE-PCLASS
   (MO ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 容量) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (サイズ (IS "Ａ４")))
(DEFINE-CONCEPT (スキャン可能サイズ (IS サイズ)))
(DEFINE-CONCEPT (出力可能サイズ (IS サイズ)))
(DEFINE-CONCEPT (解像度 (AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT (読取精度 (AND (OR "＋－" "±") 数字 "ｍｍ")))
(DEFINE-CONCEPT (読取速度 (AND 数字 "ポイント／秒")))
(DEFINE-CONCEPT (筆圧レベル (AND 数字 "レベル")))
(DEFINE-CONCEPT (表面仕上げ (IS "透明オーバーレイシート")))
(DEFINE-CONCEPT
   (マザーボード (OR "ＧＩＧＡＢＹＴＥ" "ＡＳＵＳＴｅｃ")))
(DEFINE-CONCEPT (クロック (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
   (CPUメーカー (OR "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＡＭＤ－Ｋ６" "６ｘ８６")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPUメーカー クロック)))
```

```
(DEFINE-PCLASS
    (スキャナ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST 解像度)
         (HAS-ONE スキャン可能サイズ) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンタ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST 解像度)
         (HAS-ONE 出力可能サイズ) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (タブレット
        ((HAS-AT-LEAST サイズ) (HAS-ONE 表面仕上げ) (HAS-AT-LEAST 価格)
         (HAS-ONE 筆圧レベル) (HAS-ONE 読取速度) (HAS-ONE 読取精度)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン ((HAS-AT-LEAST 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
            "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
            "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者４が作成したオントロジー (オントロジーの核のみを見せた場合)

```
(DEFINE-CONCEPT (形状 (OR "ジョイパッド" "ジョイスティック")))
(DEFINE-CONCEPT (取り込める大きさ (OR "Ｂ５" "Ａ４" "Ｂ４" "Ａ３")))
(DEFINE-CONCEPT
    (付属品 (OR "モジュラーケーブル" "ＲＳ－２３２Ｃケーブル"
              "ＲＳ－４２２ケーブル" "プリンタケーブル"
              "インクカートリッジ" "接続ケーブル")))
(DEFINE-CONCEPT (解像度 (AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (印字コスト (OR (AND 数字 "円／枚") (AND 数字 "枚／カートリッジ"))))
(DEFINE-CONCEPT (発色数 (AND 数字 "色")))
(DEFINE-CONCEPT
    (インクカートリッジの値段 (IS 価格 WITH ("カートリッジ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (印字方式
        (OR "熱転写" "インクジェット" "バブルジェット" "レーザー"
            "昇華" "マイクロドライ" "ドットインパクト")))
(DEFINE-CONCEPT (スピーカの有無 (IS "スピーカ")))
```

```
(DEFINE-CONCEPT
    (付属ソフト
        (OR "Word" "Excel" "一太郎" "Lotus 1-2-3"
            OS)))
(DEFINE-CONCEPT (速度 (AND 数字 "bps")))
(DEFINE-CONCEPT
    (OS (OR "Windows95" "WindowsNT" "MacOS"
            "OS/2" "OS-9" "Human68k")))
(DEFINE-CONCEPT (アクセススピード (AND 数字 (OR "ns" "ms"))))
(DEFINE-CONCEPT (付属ドライバ (IS "ドライバソフト")))
(DEFINE-CONCEPT (メディアの値段 (IS 価格 WITH ("メディア"))))
(DEFINE-CONCEPT (CD-ROM 速度 (AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT
    (インタフェース
        (OR "SCSI" "SCSI-2" "IDE" "RS-232C"
            "RS-422" "パラレル" "シリアル")))
(DEFINE-CONCEPT (CD-ROM (AND インタフェース CD-ROM 速度)))
(DEFINE-CONCEPT
    (内蔵 HDD (IS 容量 WITH (OR "HDD" "ハードディスク"))))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵メモリ (IS 容量 WITH ("メモリ"))))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 "MB" "GB")))
(DEFINE-CONCEPT
    (メーカー
        (OR "HP" "DEC" "TOSHIBA" "東芝" "HITACHI"
            "日立" "SHARP" "Fujitsu" "富士通" "SONY"
            "Apple" "PIONEER" "MITSUBISHI" "三菱"
            "Panasonic" "EPSON" "NEC" "GATEWAY"
            "DELL" "BELL" "COMPAQ" "akia"
            "CANON" "iiyama" "NANAO")))
(DEFINE-CONCEPT (クロック (AND 数字 "MHz")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU の種類
        (OR "68040" "68030" "68000" "PowerPC"
            "Pentium" "MMX Pentium"
            "PentiumII" "Pentium Pro" "i486"
            "i386" "i286")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPU の種類 クロック)))
(DEFINE-PCLASS
    (スキャナ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-AT-LEAST 解像度)
```

```
         (HAS-AT-LEAST インタフェース)(HAS-SOME 付属品)
         (HAS-SOME 付属ソフト)(HAS-AT-LEAST 取り込める大きさ)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (ジョイスティック
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 形状)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンタ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 印字方式)
         (HAS-AT-LEAST インクカートリッジの値段)(HAS-AT-LEAST 発色数)
         (HAS-ONE 印字コスト)(HAS-SOME 付属品)(HAS-SOME 付属ソフト)
         (HAS-ONE インタフェース)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (音源((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 音質)
           (HAS-AT-LEAST スピーカの有無)(HAS-ONE 使用チップ)
           (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (モデム((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 速度)
             (HAS-ONE インタフェース)(HAS-AT-LEAST 機能)
             (HAS-SOME 付属ソフト)(HAS-SOME 付属品)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (ハードディスク
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST インタフェース)
         (HAS-AT-LEAST 容量)(HAS-ONE アクセススピード)
         (HAS-ONE 大きさ)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (メモリ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE アクセススピード)
             (HAS-ONE 容量)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (光磁気ディスクドライブ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST インタフェース)
         (HAS-AT-LEAST メディアの値段)(HAS-AT-LEAST 付属ドライバ)
         (HAS-SOME 汎用性)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE CPU)(HAS-ONE メーカー)
         (HAS-ONE 内蔵メモリ)(HAS-ONE 内蔵HDD)(HAS-ONE CD-ROM)
         (HAS-ONE インタフェース)(HAS-SOME 付属ソフト)
         (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
```

```
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
              "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者４のオントロジー (他者のオントロジーを見せた後)

```
(DEFINE-CONCEPT (ISA (AND "ＩＳＡ" "ｘ" 数字)))
(DEFINE-CONCEPT (PCI スロットの空き数 (AND "ＰＣＩ" "ｘ" 数字)))
(DEFINE-CONCEPT (ドットピッチ (AND 数字 "ｍｍ")))
(DEFINE-CONCEPT (垂直水平周波数 (AND 数字 (OR "Ｈｚ" "ｋＨｚ"))))
(DEFINE-CONCEPT (画面サイズ (AND 数字 "インチ")))
(DEFINE-PCLASS
    (ディスプレイ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE メーカー) (HAS-ONE 画面サイズ)
         (HAS-ONE 垂直水平周波数) (HAS-ONE ドットピッチ)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (撮影枚数 (AND 数字 "枚")))
(DEFINE-PCLASS
    (デジタルカメラ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 撮影枚数) (HAS-ONE 解像度)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (パソコン形態 (OR "デスクトップ" "ノート" "タワー")))
(DEFINE-CONCEPT (VRAM (IS 容量 WITH ("ＶＲＡＭ"))))
(DEFINE-CONCEPT (形状 (OR "ジョイパッド" "ジョイスティック")))
(DEFINE-CONCEPT (取り込める大きさ (OR "Ｂ５" "Ａ４" "Ｂ４" "Ａ３")))
(DEFINE-CONCEPT
    (付属品 (OR "モジュラーケーブル" "ＲＳ−２３２Ｃケーブル"
                "ＲＳ−４２２ケーブル" "プリンタケーブル"
                "インクカートリッジ" "接続ケーブル")))
(DEFINE-CONCEPT (解像度 (AND 数字 (OR "ｄｐｉ" "ピクセル"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (印字コスト (OR (AND 数字 "円／枚") (AND 数字 "枚／カートリッジ"))))
(DEFINE-CONCEPT (発色数 (AND 数字 "色")))
(DEFINE-CONCEPT
    (インクカートリッジの値段 (IS 価格 WITH ("カートリッジ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (印字方式
        (OR "熱転写" "インクジェット" "バブルジェット" "レーザー"
```

```
            "昇華" "マイクロドライ" "ドットインパクト")))
(DEFINE-CONCEPT (スピーカの有無 (IS "スピーカ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (付属ソフト
        (OR "Ｗｏｒｄ" "Ｅｘｃｅｌ" "一太郎" "Ｌｏｔｕｓ　１-２-３"
            OS)))
(DEFINE-CONCEPT (速度 (AND 数字 "ｂｐｓ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (OS (OR "Ｗｉｎｄｏｗｓ９５" "ＷｉｎｄｏｗｓＮＴ" "ＭａｃＯＳ"
            "ＯＳ／２" "ＯＳ-９" "Ｈｕｍａｎ６８ｋ")))
(DEFINE-CONCEPT (アクセススピード (AND 数字 (OR "ｎｓ" "ｍｓ"))))
(DEFINE-CONCEPT (付属ドライバ (IS "ドライバソフト")))
(DEFINE-CONCEPT (メディアの値段 (IS 価格 WITH ("メディア"))))
(DEFINE-CONCEPT (CD-ROM 速度 (AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT
    (インタフェース
        (OR "ＳＣＳＩ" "ＳＣＳＩ-２" "ＩＤＥ" "ＲＳ-２３２Ｃ"
            "ＲＳ-４２２" "パラレル" "シリアル")))
(DEFINE-CONCEPT (CD-ROM (AND インタフェース CD-ROM 速度)))
(DEFINE-CONCEPT
    (内蔵 HDD (IS 容量 WITH (OR "ＨＤＤ" "ハードディスク"))))
(DEFINE-CONCEPT (内蔵メモリ (IS 容量 WITH ("メモリ"))))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 "ＭＢ" "ＧＢ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (メーカー
        (OR "ＨＰ" "ＤＥＣ" "ＴＯＳＨＩＢＡ" "東芝" "ＨＩＴＡＣＨＩ"
            "日立" "ＳＨＡＲＰ" "Ｆｕｊｉｔｓｕ" "富士通" "ＳＯＮＹ"
            "Ａｐｐｌｅ" "ＰＩＯＮＥＥＲ" "ＭＩＴＳＵＢＩＳＨＩ" "三菱"
            "Ｐａｎａｓｏｎｉｃ" "ＥＰＳＯＮ" "ＮＥＣ" "ＧＡＴＥＷＡＹ"
            "ＤＥＬＬ" "ＢＥＬＬ" "ＣＯＭＰＡＱ" "ａｋｉａ"
            "ＣＡＮＯＮ" "ｉｉｙａｍａ" "ＮＡＮＡＯ")))
(DEFINE-CONCEPT (クロック (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU の種類
        (OR "６８０４０" "６８０３０" "６８０００" "ＰｏｗｅｒＰＣ"
            "Ｐｅｎｔｉｕｍ" "ＭＭＸ　Ｐｅｎｔｉｕｍ"
            "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ" "Ｐｅｎｔｉｕｍ　Ｐｒｏ" "ｉ４８６"
            "ｉ３８６" "ｉ２８６")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPU の種類 クロック)))
(DEFINE-PCLASS
```

```
    (スキャナ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 解像度)
         (HAS-AT-LEAST インタフェース)(HAS-SOME 付属品)
         (HAS-SOME 付属ソフト)(HAS-AT-LEAST 取り込める大きさ)
         (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (ジョイスティック
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 形状)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンタ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 印字方式)
         (HAS-AT-LEAST インクカートリッジの値段)(HAS-AT-LEAST 発色数)
         (HAS-ONE 印字コスト)(HAS-SOME 付属品)(HAS-SOME 付属ソフト)
         (HAS-ONE インタフェース)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (音源((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 音質)
          (HAS-AT-LEAST スピーカの有無)(HAS-ONE 使用チップ)
          (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (モデム((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST 速度)
            (HAS-ONE インタフェース)(HAS-AT-LEAST 機能)
            (HAS-SOME 付属ソフト)(HAS-SOME 付属品)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (ハードディスク
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST インタフェース)
         (HAS-AT-LEAST 容量)(HAS-ONE アクセススピード)
         (HAS-ONE 大きさ)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (メモリ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE アクセススピード)
            (HAS-ONE 容量)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (光磁気ディスクドライブ
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-AT-LEAST インタフェース)
         (HAS-AT-LEAST メディアの値段)(HAS-AT-LEAST 付属ドライバ)
         (HAS-SOME 汎用性)(IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (パソコン
        ((HAS-AT-LEAST 価格)(HAS-ONE CPU)(HAS-ONE メーカー)
         (HAS-ONE 内蔵メモリ)(HAS-ONE 内蔵HDD)(HAS-ONE CD-ROM)
         (HAS-ONE インタフェース)(HAS-SOME 付属ソフト)(HAS-ONE VRAM)
```

```
    (HAS-ONE パソコン形態）(HAS-ONE PCI スロットの空き数）
    (HAS-ONE ISA）(IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
  (数字（OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
         "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
         "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT（価格（AND 数字（OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS（周辺機器（(HAS-ONE 価格)（IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS（パソコン製品（(HAS-ONE 価格))))
```

被験者５が作成したオントロジー (オントロジーの核のみを見せた場合)

```
(DEFINE-CONCEPT（解像度（AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT（印字方式（OR "インクジェット" "マイクロドライ")))
(DEFINE-PCLASS
  (プリンター（(HAS-ONE 印字方式)（HAS-ONE 解像度)（IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT（通信速度（AND 数字 "ｋｂｐｓ")))
(DEFINE-PCLASS
  (モデム（(HAS-ONE 通信速度)（HAS-ONE メーカー)（IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
  (メモリ（(HAS-AT-LEAST 価格)（HAS-ONE 容量)（IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT（入力系統（AND 数字 "系統")))
(DEFINE-CONCEPT
  (メーカー
    (OR "Ａｐｐｌｅ" "ａｋｉａ" "ＮＥＣ" "ＳＯＮＹ" "ＩＢＭ"
      "Ｆｕｊｉｔｓｕ" "富士通" "ＮＡＮＡＯ" "サン電子"
      "ＲＯＢＯＴＩＣＳ")))
(DEFINE-PCLASS
  (モニタ（(HAS-AT-LEAST 価格)（HAS-ONE 画面のサイズ)
        (HAS-ONE 表示領域)（HAS-ONE メーカー)（HAS-ONE 入力系統)
        (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT（消費電力（AND 数字（OR "ｗ" "Ｗ"))))
(DEFINE-CONCEPT（チップセット（IS "４４０ＴＸ")))
(DEFINE-CONCEPT（PCI スロットの空き数（AND "ＰＣＩ" "ｘ" 数字)))
(DEFINE-CONCEPT（キーピッチ（AND 数字 "ｍｍ")))
(DEFINE-CONCEPT（CD-ROM ドライブ（AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT（バッテリー（AND 数字 "時間")))
(DEFINE-CONCEPT（重さ（AND 数字 "ｋｇ")))
(DEFINE-CONCEPT（ネットワークインタフェース（IS "１０ＢＡＳＥ-Ｔ")))
(DEFINE-CONCEPT（表示方式（IS "ＴＦＴ")))
(DEFINE-CONCEPT（VRAM（AND 数字 "ＭＢ")))
```

```
(DEFINE-CONCEPT (チップ (IS "不明")))
(DEFINE-CONCEPT (ビデオボード (AND チップ VRAM)))
(DEFINE-CONCEPT (表示領域 (AND 数字 "ｘ" 数字 "ドット")))
(DEFINE-CONCEPT (画面のサイズ (AND 数字 (OR "インチ" "ｉｎｃｈ"))))
(DEFINE-CONCEPT (画面 (AND 画面のサイズ 表示領域 表示方式)))
(DEFINE-PCLASS
    (ノート ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE ハードディスク)
             (HAS-ONE 画面) (HAS-ONE ビデオボード)
             (HAS-ONE ネットワークインタフェース) (HAS-ONE 重さ)
             (HAS-ONE バッテリー) (HAS-ONE CD-ROMドライブ)
             (HAS-ONE キーピッチ) (HAS-ONE メーカー) (IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
    (デスクトップ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE ハードディスク)
         (HAS-ONE ビデオボード) (HAS-ONE ネットワークインタフェース)
         (HAS-ONE CD-ROMドライブ) (HAS-ONE PCIスロットの空き数)
         (HAS-ONE チップセット) (HAS-ONE 消費電力) (HAS-ONE メーカー)
         (IS-A パソコン))))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 (OR "ＭＢ" "ＧＢ"))))
(DEFINE-CONCEPT (インタフェース (OR "ＳＣＳＩ" "ＩＤＥ")))
(DEFINE-CONCEPT (ハードディスク (AND インタフェース 容量)))
(DEFINE-CONCEPT (クロック数 (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU種類 (OR "ＰｏｗｅｒＰＣ７５０" "ＰｏｗｅｒＰＣ６０４ｅ"
                 "ＡＭＤ-Ｋ６" "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPU種類 クロック数)))
(DEFINE-PCLASS (パソコン ((HAS-AT-LEAST 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
             "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
             "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```

被験者5が作成したオントロジー(他者のオントロジーを見せた後)

```
(DEFINE-CONCEPT
    (ネットワーク
        (OR "ＴＣＰ／ＩＰ" "ＡｐｐｌｅＴａｌｋ"
            "マイクロソフトネットワーク")))
```

```
(DEFINE-CONCEPT (記憶容量 (AND 数字 (OR "ＭＢ" "ＧＢ"))))
(DEFINE-CONCEPT
    (フォーマット (OR "ＭＯ" "ＰＤ" "Ｚｉｐ" "ＤＶＤ-ＲＡＭ")))
(DEFINE-PCLASS
    (外付けの記憶媒体
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE フォーマット) (HAS-ONE 記憶容量)
         (HAS-ONE 入出力速度) (HAS-ONE インタフェース) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT
    (対応機種
        (OR "ＤＯＳ／Ｖ" "ＰＣ-９８" "ＰＣ９８" "Ｍａｃ"
            "Ｍａｃｈｉｎｔｏｓｈ" "Ｗｉｎｄｏｗｓ" "Ｗｉｎ９５"
            "ＷｉｎＮＴ")))
(DEFINE-CONCEPT (ランニングコスト (AND 数字 "円／枚")))
(DEFINE-CONCEPT (バンドルソフト (IS "ＯＣＲソフト")))
(DEFINE-CONCEPT (色分解能 (OR "ＲＧＢ８ｂｉｔ" "ＲＧＢ１０ｂｉｔ")))
(DEFINE-PCLASS
    (スキャナ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-SOME 対応機種) (HAS-ONE 解像度)
         (HAS-ONE 色分解能) (HAS-SOME バンドルソフト) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT
    (対応OS (OR "Ｗｉｎｄｏｗｓ９５" "ＷｉｎｄｏｗｓＮＴ４．０"
               "ＷｉｎｄｏｗｓＮＴ３．５" "ＭａｃＯＳ"
               "Ｓｏｌａｒｉｓ" "ＳｕｎＯＳ" "ＯＳ／２"
               "ＦｒｅｅＢＳＤ" "ＬｉＮＵＸ" "ＭＫＬｉＮＵＸ"
               "ＢｅＯＳ")))
(DEFINE-CONCEPT (解像度 (AND 数字 "ｄｐｉ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (印字方式 (OR "インクジェット" "マイクロドライ" "レーザー")))
(DEFINE-PCLASS
    (プリンター
        ((HAS-ONE 印字方式) (HAS-ONE 解像度) (HAS-ONE ランニングコスト)
         (HAS-SOME 対応機種) (HAS-ONE ネットワーク) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (通信速度 (AND 数字 "ｋｂｐｓ")))
(DEFINE-PCLASS
    (モデム ((HAS-ONE 通信速度) (HAS-ONE メーカー) (HAS-SOME 対応機種)
            (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-PCLASS
    (メモリ ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 容量) (HAS-SOME 対応機種)
            (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (入力系統 (AND 数字 "系統")))
```

```
(DEFINE-CONCEPT
    (メーカー
        (OR "Ａｐｐｌｅ" "ａｋｉａ" "ＮＥＣ" "ＳＯＮＹ" "ＩＢＭ"
            "Ｆｕｊｉｔｓｕ" "富士通" "ＮＡＮＡＯ" "サン電子"
            "ＲＯＢＯＴＩＣＳ")))
(DEFINE-PCLASS
    (モニタ ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE 画面のサイズ)
             (HAS-ONE 表示領域) (HAS-ONE メーカー) (HAS-ONE 入力系統)
             (HAS-SOME 対応機種) (IS-A 周辺機器))))
(DEFINE-CONCEPT (消費電力 (AND 数字 (OR "ｗ" "Ｗ"))))
(DEFINE-CONCEPT (チップセット (IS "４４０ＴＸ")))
(DEFINE-CONCEPT (PCIスロットの空き数 (AND "ＰＣＩ" "ｘ" 数字)))
(DEFINE-CONCEPT (キーピッチ (AND 数字 "ｍｍ")))
(DEFINE-CONCEPT (CD-ROMドライブ (AND 数字 "倍速")))
(DEFINE-CONCEPT (バッテリー (AND 数字 "時間")))
(DEFINE-CONCEPT (重さ (AND 数字 "ｋｇ")))
(DEFINE-CONCEPT (ネットワークインタフェース (IS "１０ＢＡＳＥ-Ｔ")))
(DEFINE-CONCEPT (表示方式 (IS "ＴＦＴ")))
(DEFINE-CONCEPT (VRAM (AND 数字 "ＭＢ")))
(DEFINE-CONCEPT (チップ (IS "不明")))
(DEFINE-CONCEPT (ビデオボード (AND チップ VRAM)))
(DEFINE-CONCEPT (表示領域 (AND 数字 "ｘ" 数字 "ドット")))
(DEFINE-CONCEPT (画面のサイズ (AND 数字 (OR "インチ" "ｉｎｃｈ"))))
(DEFINE-CONCEPT (画面 (AND 画面のサイズ 表示領域 表示方式)))
(DEFINE-PCLASS
    (ノート ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE ハードディスク)
             (HAS-ONE 画面) (HAS-ONE ビデオボード)
             (HAS-ONE ネットワークインタフェース) (HAS-ONE 重さ)
             (HAS-ONE バッテリー) (HAS-ONE CD-ROMドライブ)
             (HAS-ONE キーピッチ) (HAS-ONE メーカー) (HAS-ONE 対応OS)
             (HAS-SOME PCカードのスロット) (IS-A パソコン))))
(DEFINE-PCLASS
    (デスクトップ
        ((HAS-AT-LEAST 価格) (HAS-ONE CPU) (HAS-ONE ハードディスク)
         (HAS-ONE ビデオボード) (HAS-ONE ネットワークインタフェース)
         (HAS-ONE CD-ROMドライブ) (HAS-ONE PCIスロットの空き数)
         (HAS-ONE チップセット) (HAS-ONE 消費電力) (HAS-ONE メーカー)
         (HAS-ONE 対応OS) (IS-A パソコン))))
(DEFINE-CONCEPT (容量 (AND 数字 (OR "ＭＢ" "ＧＢ"))))
(DEFINE-CONCEPT (インタフェース (OR "ＳＣＳＩ" "ＩＤＥ" "シリアル")))
```

```
(DEFINE-CONCEPT (ハードディスク (AND インタフェース 容量)))
(DEFINE-CONCEPT (クロック数 (AND 数字 "ＭＨｚ")))
(DEFINE-CONCEPT
    (CPU 種類 (OR "ＰｏｗｅｒＰＣ７５０" "ＰｏｗｅｒＰＣ６０４ｅ"
                 "ＡＭＤ−Ｋ６" "ＰｅｎｔｉｕｍＩＩ")))
(DEFINE-CONCEPT (CPU (AND CPU 種類 クロック数)))
(DEFINE-PCLASS (パソコン ((HAS-AT-LEAST 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-CONCEPT
    (数字 (OR "１" "２" "３" "４" "５" "６" "７" "８" "９" "０" "一"
              "二" "三" "四" "五" "六" "七" "八" "九" "十" "百" "千"
              "万" "億" "兆")))
(DEFINE-CONCEPT (価格 (AND 数字 (OR "円" "￥" "ドル" "＄"))))
(DEFINE-PCLASS (周辺機器 ((HAS-ONE 価格) (IS-A パソコン製品))))
(DEFINE-PCLASS (パソコン製品 ((HAS-ONE 価格))))
```