

# Web メニューデザインの形式的方法—情報アーキテクチャへの形式概念解析の応用

## Formal Method for Web-Menu Design : An Application to Formal Concept Analysis to Information Architecture

長田 博泰

It is essential for the design and construction of websites to categorize and organize a set of web documents. This paper proposes a new approach using Formal Concept Analysis (FCA), which categorize and organize the contents using the relationships between documents and their properties. The methodology enables to assist in the design and automatic generation of a navigation hierarchy for the contents. We illustrate how multi-layered menu models can be devised and automatically generated by FCA.

### 1 はじめに

Web デザインといえば、視覚的なデザインを想像しがちであるが、本稿の主題は情報の構造化、組織化であってビジュアルデザインではない。この紛らわしさを避けるため、ここでは前者を Web ページデザイン、後者を Web サイトデザインと区別し、両者を同時に指す場合 Web デザインと称することにする。

Web デザインで肝要なことは情報の構造化、組織化であるにもかかわらず、この点がないがしろにされている。とくに日本ではその傾向が強いように思われる。それには理由がないわけではない。Web を利用すれば情報発信することは大して難しいことではなく、誰でも比較的容易にコンテンツ<sup>注1)</sup>を作成し、世界に向かって情報発信することができる。特別の方法を意識する必要もないので、結果的に適切なスタイルが確立して来なかったと考えられる。しかし、Web が普及し Web 上に蓄積された情報量が膨大になるにつれ、ようやく何らかの方法が必要だと認識されるようになってきた。例えば、米国保健福祉省の使いやすく有用な Web サイト開発向けガイド[[www.usability.gov](http://www.usability.gov)]には、サイト開発方法論（計画・分析・デザイン・テスト&改善）および 400 数十個の具体的なガイドラインを明示した“Research-Based Web Design & Usability Guidelines”が掲載されているのもそのひとつの現れである。とくに上記サイトの「デザイン」には「情報アーキテクチャを定義せよ」というページが設けられている。これは Web サイトデザインにとってコンテンツの構造化、組織化の必要性・重要性が改めて認識され、Rosenfeld&Morville (1998) によって流布した“情報アーキテクチャ”が“mission-critical”な分野へ変化したことを意味している。

大量の情報を掲載、発信する Web サイトでは、使いやすさを考慮し、コンテンツの構造化を欠くことはできない。Web サイトのコンテンツをカテゴリーに分類し、これらを階層的にナビゲーション<sup>注2)</sup>が行えるよう構造化して提示する場合が少なくない。一例として [www.asahi.com](http://www.asahi.com) のトップページ（ホームページ）を取上げてみよう。ページの最上段のナビ

ゲーションバーには以下のカテゴリーがある。

ホーム|社会|スポーツ|ビジネス|暮らし|政治|国際|・・・|マイタウン|天気|交通

その一つ、例えばスポーツをクリックするとさらにつぎのようなサブカテゴリーが表示される。

トップ|野球|サッカー|ゴルフ|ラグビー|相撲|レーシング|ウインター|米プロ|・・・

これらのカテゴリーもそれぞれさらにサブカテゴリーに分かれている。例えば、野球ではつぎのドロップダウンメニューが表示される。

プロ野球|大リーグ|アマ野球|高校野球|プロ野球速報

Webサイトの階層的メニュー方式のナビゲーションインタフェースのレイアウトは、サイトデザイナーの経験と直感にもっぱら依存する仕事である。内容が相互に複雑に結合されている場合、Webサイトに掲載したいコンテンツを提示するためにデザイナーは適当な階層化とラベルづけに関し何らかの判断と決断を強いられる。この点を具体的に説明しよう。例えば、生物に関するWebサイトを設計しているとして、クジラやイルカをどのように整理するのが適当であろうか。一つは動物分類学に従いこれらを哺乳類に分類し、そのサブカテゴリー（例えば、鯨目）として{クジラ、イルカ}を立てることである。しかし素人の視点からはこのような分類よりも水生動物のようなカテゴリーを用意し、その中のサブカテゴリーの一つの中に{クジラ、イルカ}が現れる方がわかりやすいといえる。この場合、どちらか一つの選択をするというよりも、哺乳類からでも水生動物からでも{クジライルカ}に到達できることが望ましいであろう。これを図示すれば図1 aの束構造になる。しかし、木構造ではノードを複数の枝から結合することは許されないから、これを階層化した木構造にするにはリンクを張るなどの対症的な扱いが必要になる。Webデザイナーはこのような作業を行って、メニュー階層を木構造化しなければならない。しかし、これはとても原理的・体系的方法とはいえない。

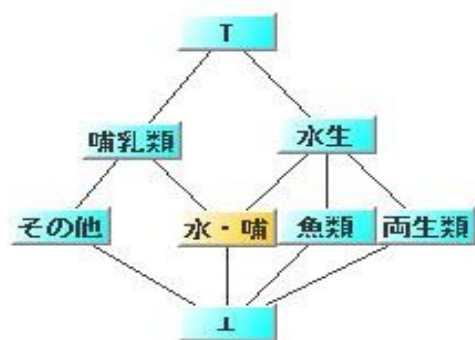


図1 a 束構造

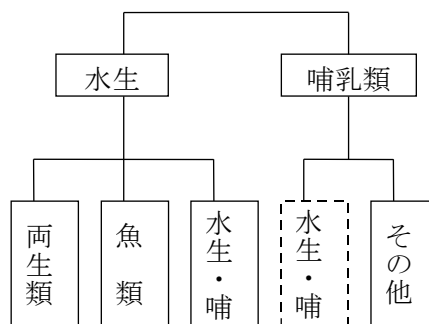


図1 b 木構造

Webメニューのデザイン、とくにトップページのナビゲーションメニューの設計には以上のような判断と作業が恒につきまとい、人手で階層化を行うことになる。この判断には各項目の関連を把握する適切な専門的知識ばかりでなく、サイトの目的に応じてカテゴリーを導入するなど柔軟かつ主観的判断も必要である。これらの一連の手順は個人の技量と

経験のなせる技とみなされ、自動化に適さないものと思われるのが現状である。結果としてその品質管理も行われず、中には使い勝手の悪いWebサイトも少なくないように思われる。

先に引用した“Research-Based Web Design & Usability Guidelines”の第9章“Headings, Titles, and Labels”で「多数のユーザーはWebサイト上の情報を読むより、はるかに多くの時間を見出し、タイトル、ラベルのスキミングに費やす」ことを指摘している。したがって、見出し、タイトル、ラベルの重要性を考慮するなら、情報の構造化組織化、ラベリングの工程を自動化し、その品質を一定に保つ技術の開発は意義のある研究課題である。

この方向に沿いQuo-Qiang Zang (2001, 2004)らは形式概念解析を用いてメニューデザインを行う方法を提案している。本稿も基本的に同じアプローチを採用しているが、概念的処理を避けて通れないドキュメントコンテンツのカテゴリ化（ドキュメントの属性集合の選択）に対しても形式概念解析を適用し、一層自動化の方向を追求している。その結果、経験と直感に基づくWebメニューデザインに代わって、木構造よりも柔軟な束構造に基づいたメニューの自動的設計が可能になる。

以下、2節では本稿で用いる基本的考え方と用語を示すために、形式概念解析を簡潔に述べる。3節では、形式概念解析の基礎になるドキュメントの属性を選択・決定するためにも、形式概念解析を利用できることを示すとともに、ドキュメントコンテキストの形式概念解析によって得られた概念束からメニューデザインを構成する一連の手順を、例を交えながら説明する。4節では、この方法をモルトウイスキーに関するWebサイトのデザインに適用し、その有効性を例証する。

## 2 形式概念解析

形式概念解析 (Formal Concept Analysis, 以下FCAと略す) は、1980年代半ばにWilleらが開拓した、記号/カテゴリカルデータを順序関係に基づいて数学的に解析する方法である。FCAの基本的考え方はガロア結合とよばれる代数的関係を基に属性あるいは対象をクラスタリングし、概念束とよばれる半順序集合を構成することである。クラスタリングは属性あるいは対象のどの集合が概念と呼ばれる一様なまとまりであるかを決定する。概念とは外延と内包を統一する哲学的基準である。概念の外延は概念に属する対象からなる集合である。他方、概念の内包は概念に属するすべての対象が共有する属性の集合である。本節ではFCAの必要最小限の事項を説明する。詳細はGanter & Wille[1999]を参照されたい。

R		属 性			
		胎生	卵生	飛ぶ	一飛ぶ
対 象	ヒト	x			x
	コウモリ	x		x	
	ワシ		x	x	
	ニワトリ		x		x

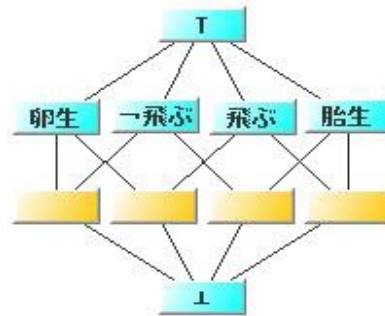


図2 コンテキストテーブルと束図

図2の簡単な例を取り上げる。関係表の第1行を属性，左端の列を対象という。表の中の“x”は行の先頭の対象と列の先頭の属性の間に関係が成立していることを表す。例えば“ヒト”は“胎生”であり，“飛ばない（一飛ぶ）”ことを示す。

束図のノードは概念であり，属性あるいは対象の特別な種類の部分集合である。例えば集合{卵生}は概念である。なぜなら，この表から“卵生”である対象は，集合{ワシ，ニワトリ}であり，逆に{ワシ，ニワトリ}に共通するすべての属性集合は{卵生}であるからである。一般に，概念XはXのすべての性質をもつすべての対象が共有する属性と一致するような属性集合によって与えられる，すなわちXはその外延の内包と一致する。しかし，{胎生，飛ぶ，一飛ぶ}は概念ではない，なぜならその外延から内包を求めると，異なる集合{卵生，胎生，飛ぶ，一飛ぶ}になるからである。概念の集合が決まると，集合の包含関係によって概念を順序づけることができ，その関係を図2の右側のHasse図として描くことができる。

以上をやや形式的に説明しよう。FCAでは形式文脈  $(O, A, R)$  を考える，ここで  $O$  は対象（例えばドキュメント）の集合である， $A$  は属性（例えば，カテゴリー，キー）の集合そして  $R$  は  $O$  と  $A$  の間の2項関係であり，形式文脈はしばしば表（クロス表）で表現される。FCAはこの低レベルのクラス分けを高レベルの束構造に体系的に変換し，概念階層を図示化する。

図2の例では

$$O = \{\text{ヒト}, \text{コウモリ}, \text{ワシ}, \text{ニワトリ}\}$$

$$A = \{\text{胎生}, \text{卵生}, \text{飛ぶ}, \text{一飛ぶ}\}$$

である。表中の“x”は，行の先頭の対象と列の先頭の属性間に関係が成立していることを示す。例えば表は“コウモリ”が“胎生”かつ“飛ぶ”ことを示す。表を読み取って，2項関係をつぎのように表現することができる。

$$R = \{(\text{ヒト}, \text{胎生}), (\text{ヒト}, \text{一飛ぶ}), (\text{コウモリ}, \text{胎生}), (\text{コウモリ}, \text{飛ぶ}), \\ (\text{ワシ}, \text{卵生}), (\text{ワシ}, \text{飛ぶ}), (\text{ニワトリ}, \text{卵生}), (\text{ニワトリ}, \text{一飛ぶ})\}$$

コンテキスト  $(O, A, R)$  に関し，任意の  $X \subseteq O$ ， $Y \subseteq A$  に対し，内包，外延をそれぞれつぎのように定義する。

$$(X)' = \{a \mid \forall x \in X, (x, a) \in R\} \quad (\text{内包})$$

$$(Y)' = \{o \mid \forall y \in Y, (o, y) \in R\} \quad (\text{外延})$$

概念とは、 $X$ の内包が $Y$ であり $Y$ の外延が $X$ であるような対 $(X, Y)$ である、すなわち $(X, Y)$ が概念である  $\Leftrightarrow (X)'=Y$ かつ $(Y)'=X$

コンテキスト $(O, A, R)$ に関し、対 $(\cdot)'$ 、 $(\cdot)'$ はガロア結合である、すなわち任意の $X \subseteq O$ 、 $Y \subseteq A$ に対し

$$(X)' \supseteq Y \Leftrightarrow X \subseteq (Y)'$$

対 $(U, V)$ 、 $(X, Y)$ の順序関係を以下のように定義する。

$$(U, V) \leq (X, Y) \Leftrightarrow U \subseteq X \text{ かつ } V \subseteq Y$$

$(O, A, R)$ の概念集合はこの順序関係に関し完備束<sup>注3)</sup>になる。

### 3 メニューデザインの方法

前節で述べた形式概念解析をWebサイトデザインに適用するには、対象と属性が必要である。Webサイトデザインでは、ドキュメントの集合を対象、各ドキュメントに付す何らかの特徴づけを属性とみなし、ドキュメントと属性の関係を示すクロス表（とくにドキュメントコンテキストと呼ぶことにする）を作成する。次いでこのドキュメントコンテキストを形式概念解析し、概念束を生成する。概念束の概念数は一般に非常に多くなるので、トップから数段の深さまでの概念を取り出し、複数の属性から規定される概念に改めて適当なラベルを付す。このラベリングがWebサイト利用者にとって重要な情報となることに留意し、作業を進める必要がある。ラベル付けが完了すれば、ラベリングされた概念を階層化し、HTML言語等で記述すればよい。以上のWebメニューデザインの手順を整理すればつぎのようになる：

1. ドキュメントコンテンツから属性集合 $A$ を選択する。必要なら属性集合を選択するためにドキュメントコンテンツに形式概念解析を適用し、属性集合を決定する。
2. 選択したドキュメントの属性集合 $A$ とWebドキュメントからドキュメントコンテキスト $(O, A, R)$ を作成する。
3. FCAツールを用いて $(O, A, R)$ から概念束 $L$ を生成する。
4. 概念束のトップから数段階の深さまでのノード（概念）をとりだす。
5. 取り出したノードの内容を表す適切なラベルを付す。
6. 選択したノードからメニュー項目に対応するラベルおよびメニューとサブメニューの内容に対応するエッジをもったメニュー構造を引き出す。

以下、各手順を明確かつ具体的に提示するために大学/学部/学科に関するWebサイトの構築を例として説明する。

#### 3.1 属性集合の決定

既に指摘したように、対象は構造化したいWebドキュメントである。問題は属性集合のと

り方である。ドキュメントの属性集合は、サイトの目的とユーザニーズの考察から概念的に構成するのが望ましいと考えられるが、これを行う万能の方法はない。

Rosenfeld&Morville (1998, 24) はユーザー、コンテンツ、コンテキストの三つ巴の関係を強調している(図3参照)。コンテキストは「ビジネスゴール、財源、政治、文化、テクノロジー、資源、制約」などであり、ユーザーは「顧客、タスク、ニーズ、情報探索行動」などである。したがって、コンテンツの属性選択にあたってはコンテンツ対象を示すキーワードに加えて、ユーザーの有する特性、ニーズ・情報探索行動時の特性等に注目する必要がある。しかし、この視点はコンテンツとそれに対する対象の関係の捉え方が表層的であり、両者の関係を深く内在的に捉えられないように思われる。例えばコンテキストとして文化的背景をとりあげると、それは内容に関する社会的タブーあるいは法的扱いの相違などへの配慮の必要性を示唆するものであるが、コンテンツとユーザーの基本的関係を規定するものではない。

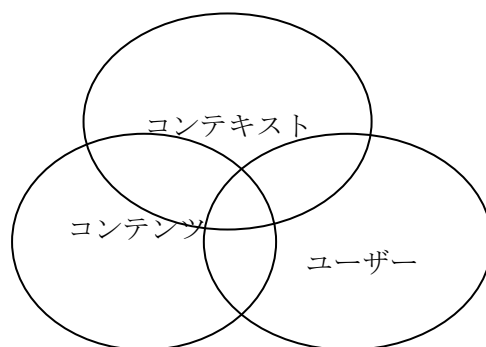


図3 ドキュメントコンテキストの属性分類

ドキュメントコンテキストの属性を捉える方法としてパースの存在の普遍的カテゴリー—一次性(firstness)・二次性(secondness)・三次性(thirdness)に基づく視点を提案する。なお、以下の所論ではパースの他、小笠原喜康(2001, 89-99)を参考にした。

「一次性」とは、「自立的で他のいかなるものにもかかわらずに、ただそれだけであるような在り方」(8:328, 以下、パース引用の慣例に従いその著作集の巻号と節番号のみを記す)であり、質的可能性や直接性として存在している状態であり、「必ず現実化するというものではなくて、それら自身では単に有りうる可能性(may-bes)でしかない」ようなものであるという(1:304)。例えば、ある物体の有する「赤さ」は一次性である。なぜなら、「赤さ」は光にあたれば赤くみえる可能性を有しているが、光にあたらず、なおかつ赤色を感知する機器や「眼」があつてはじめて現実化するからである。Web コンテンツでいえば、その内容等の特徴づける属性であり、例えば、テーマ等がこれにあたる。

「二次性」とは、「何か他の何ものひとつにはかかわっているものの、それ以上にさらに他のものにかかわらないような、ただそれだけであるような在り方」(8:328)である、二項的關係の相である。二次性とは、抵抗に対して努力があり、作用があつて反作用があり、

不自由があって自由があるような関係であり、世界がこの二項的關係によって存立することになる。ドキュメントコンテキストでいえば、このコンテンツを必要とする他者、つまり利用者であり、あるいは同じようなコンテンツを有する他のサイトの存在である。ユーザニーズや二つのサイトの比較によってさらに属性を分類することが可能である。

「三次性」とは、「その何か他のものと、さらにそれ以上の他のものとを互いに関係づけさせるような働きをする、ただそれだけであるような在り方である」(8:328)。「三次性とは、一次性が全ての現象の基底にあってそれ自体では姿を現さない質であり、二次性が他とかかわる対抗的現象であるのに対し、その個々の現象を関連づける法則のようなものであるそれはあるいはまた、理性による現象の結び付けであり、そういった意味で媒介するという観念でもある」(1:337)。ここではWebコンテンツと利用者の関係を規定するような属性であり、例えば、利用者がコンテンツを「楽しみ」、「売り買い」し、「知る」ことなどである。この視点から関係をとらえることによってコンテンツの目的、内容、構成等が一層洗練されるはずである。

以上の三つの視点からの属性のうち、コンテンツにかかわる属性は必須であり、残りの二つはサイトの目的に応じて明示的に示すか否かを選択すべきであろう。コンテンツの種類も少なく一様な属性であれば、その属性を選択することは比較的容易である。

しかしコンテンツが大量かつ多様であれば、属性の選択を人手で行うのは手間のかかる作業である。その場合ドキュメントの内容を表すキーワード等を拾い集め、これを属性とみなしたコンテキストテーブルを構成する。例えば、ドキュメントの内容がニュースレター/教職員/研究施設/研究施設ニュース/学部ニュース/研究分野/研究センター・グループ/研究員採用/シラバス/学部プログラム/大学院プログラム/学部入学/大学院入学/教員採用からなるものとする。この内容からキーワード「ニュース」、「教職員」、「研究」、「施設」、「学部」等を取り出し、これを属性とする表1のようなドキュメントコンテキストを作る

このように作成した表1の属性数はドキュメントを特徴づけるには一般に多過ぎるので、この表に対して形式概念解析を適用する。結果として図4の概念束図を得る。

ドキュメント	ニ ド ー ス	教 職 員	研 究	施 設	研 エ リ ア	研 セ ン タ ー ・ グ ル ー プ	採 用	シ ラ バ ス	学 部	大 学 院	教 育	入 学
ニュースレター	x											
教職員		x										
研究施設			x	x								
研究施設ニュース	x		x	x								
学部ニュース	x								x			
研究分野			x		x							
研究センター・グループ			x			x						
研究員採用			x			x	x					
シラバス								x				
学部教育									x		x	
大学院教育										x	x	
学部入学									x			x
大学院入学										x		x
教員採用		x					x					

図4のトップノード直下のノードには9個の属性名が出現している。これらのノードをさらに選択し、あるいは一層適切なラベリングをすれば、トップノード直下のノードの全部／一部をドキュメント分類の属性集合として採用することができる。

以上の手順はドキュメントコンテキストの属性集合の選択あるいは決定に手間取りそうな場合に形式概念解析が極めて有効なことを示唆している。

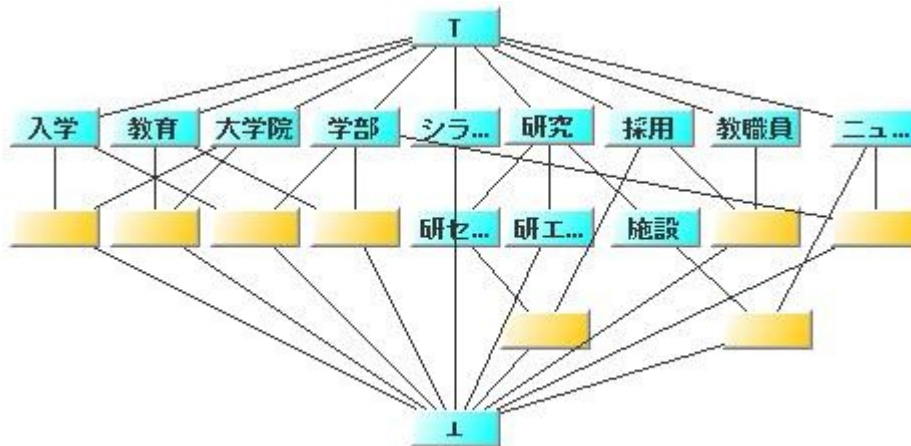


図4 ドキュメント属性集合の選択

### 3.2 ドキュメントコンテキストの構成

上の手順もしくは人手で選択した属性集合に対象と属性の関係を記入して表2のようなドキュメントコンテキストを完成する。ここでは、入学、採用をひとつの属性とした。



ドキュメント	教職員	研究	施設	教育	ニュース	大学院教育	学部教育	入学・採用
ニュースレター	X	X			X	X	X	
教職員	X							
研究施設			X					
研究施設ニュース			X		X			
学部ニュース	X				X			X
研究分野		X						
研究センター・グループ		X	X					
研究員採用	X	X						
シラバス	X			X		X	X	
学部教育				X			X	
大学院教育				X		X		
学部入学							X	X
大学院入学						X		X
教員採用	X							X

### 3.3 概念束の生成

概念の生成および概念図の描画には開発中のFCA ツールを用いた。概念の計算にはGanterのNext-Closure アルゴリズム<sup>注4)</sup>を採用した。概念束の描画にはレイアウトに改良の余地を残しているが、人手で編集可能になっている。

表2に対しFCAを適用して得られた概念束を図5に示す。概念束のノード数は23個しかなく、比較的ノード数の少ない概念束である。なお、概念束は煩雑さを避けるため図5には複数個の属性からなる概念にはその属性を示していない。

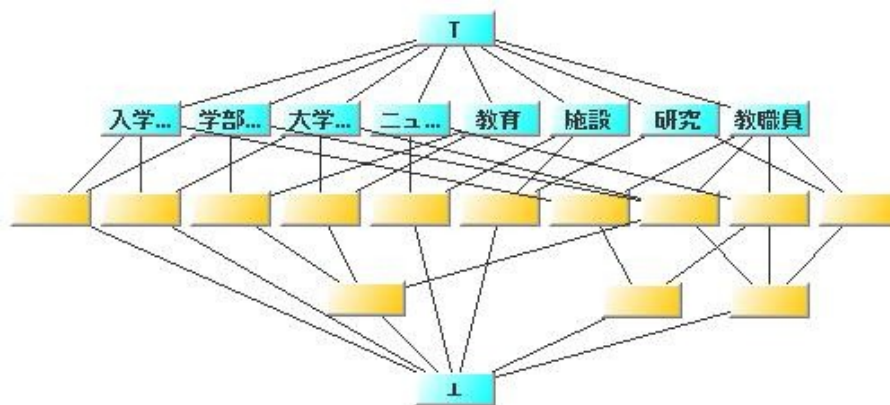


図5 表2の概念束

### 3.4 上位レベルのノードを取り出す

前節で得られた束のトップノードから深さ3~5程度まで取り出すと、上位レベルの概念の有向グラフが得られる。このグラフに含まれる概念がメニュー項目のベースになり、グ

ラフ構造からメニュー構造を決定する。この例ではノードも少なく、深さも3なので最上位と最下位のノードを除くすべてのノードを選択することにする。

束構造では一般にノード数が巨大になるので、一つのメニュー表現に対して束の上位3～5レベルにだけ注目するのが实际的である。ヒューマンインタフェースの観点からも、利用者に深さが数段以上もあるメニューのナビゲーションを強いるのは適当ではない。

ドキュメント構造をナビゲートしているとき、束構造中の位置を見逃さず、各深さのメニュー項目を再構成することが可能である。これはいくつかのサブメニュー選択後に別なHTMLページに行くことに相当する。

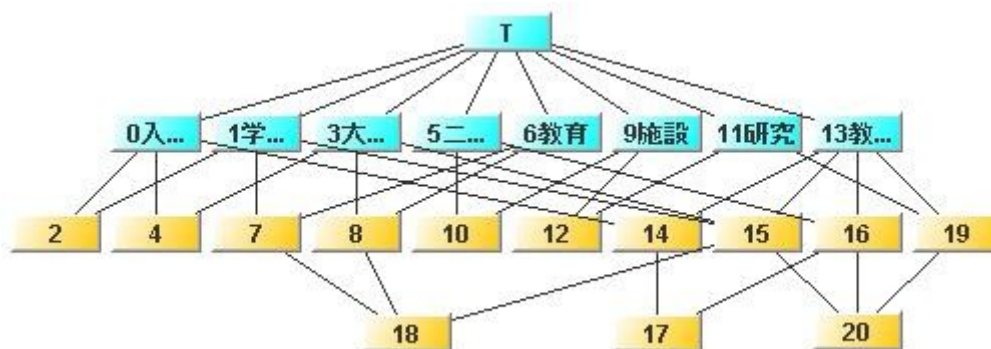


図6 選択したノード

ここで注意すべきことは、選ばれた最下位のノードに、これより下位の選ばれなかったすべてのノードが含まれるようドキュメントを追加しておく必要がある。そうしなければ選ばれなかった概念に含まれるドキュメントがどのメニュー項目にも出現せず、ドキュメントを探せなくなるからである。

### 3.5 概念のラベリング

利用者が素早く理解可能なメニュー項目を作るには、引き出された各概念に概念の対象と属性を具体的に表現する簡潔なテキストラベルを割り振る必要がある。しかし、概念の対象数が一個の場合には、対象名を用い、複数個の場合には属性の組合せることによってラベリングを自動生成することが可能である。属性を組み合わせるためラベルが長く分かり難い場合も起こりうるが、その場合人手で修正すればよく、メニュー手順の自動化にはラベリングも自動生成するのが適当である。

図6のすべての概念の内包と外延を示すとともに、ラベリング結果を以下に掲げるとともに結果の概念束を図7に示す。

ノード番号：内包：外延：ラベリング

0：{入学・採用}：{学部ニュース，学部入学，大学院入学，教員採用}：入学・採用

1：{学部教育}：{ニュースレター，シラバス，学部教育，学部入学}：学部教育

2：{学部教育，入学・採用}：{学部入学}：学部入学

- 3 : {大学院教育} : {ニュースレター, シラバス, 大学院教育, 大学院入学} : 大学院教育
- 4 : {大学院教育, 入学・採用} : {大学院入学} : 大学院入学
- 5 : {ニュース} : {ニュースレター, 研究施設ニュース, 学部ニュース} : ニュース
- 6 : {教育} : {シラバス, 学部教育, 大学院教育} : 教育
- 7 : {教育, 学部教育} : {シラバス, 学部教育} : 学部カリキュラム
- 8 : {教育, 大学院教育} : {シラバス, 大学院教育} : 大学院カリキュラム
- 9 : {施設} : {研究施設, 研究施設ニュース, 研究センター・グループ} : 施設
- 10 : {施設, ニュース} : {研究施設ニュース} : 研究施設ニュース
- 11 : {研究} : {ニュースレター, 研究分野, 研究センター・グループ, 研究員採用} : 研究
- 12 : {研究, 施設} : {研究員採用} : 研究員採用
- 13 : {教職員} : {ニュースレター, 教職員, 学部ニュース, 研究員採用, シラバス, 教員採用} : 教職員
- 14 : {教職員, 入学・採用} : {学部ニュース, 教員採用} : 教員採用・ニュース
- 15 : {教職員, 大学院教育, 学部教育} : {ニュースレター, シラバス} : シラバス・ニュース
- 16 : {教職員, ニュース} : {ニュースレター, 学部ニュース} : スタッフニュース
- 17 : {教職員, ニュース, 入学・採用} : {学部ニュース} : 学部ニュース
- 18 : {教職員, 教育, 大学院教育, 学部教育} : {シラバス} : シラバス
- 19 : {教職員, 研究} : {ニュースレター, 研究員採用} : 研究員採用・ニュース
- 20 : {教職員, 研究, ニュース, 大学院教育, 学部教育} : {ニュースレター} : ニュースレター

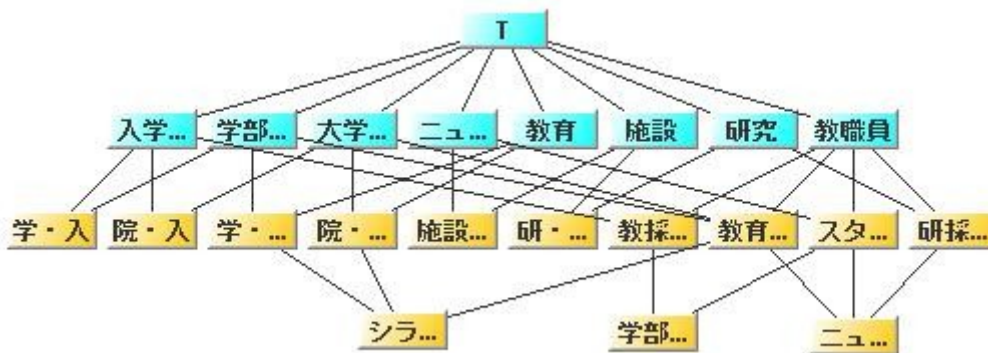


図7 ラベリング結果

### 3.6 メニュー階層の組み立て

図5からナビゲーションを組み立てる手順はつぎのとおりである。すなわち、図7の深さ1の概念がナビゲーションメニューの第1レベルであり、深さ1からつながる深さ2の概念が第2レベル、つまりサブメニューである。以下同様である。結局、図7から表3の階層メニューを生成することができる。

表3 メニュー構成

レベル1	レベル2	レベル3
入学・採用	学部入学	
	大学院入学	
	教員採用	
学部教育		学部ニュース
	学部カリキュラム	
		シラバス
大学院教育	学部入学	
	大学院カリキュラム	
		シラバス
ニュース	研究施設ニュース	
	学部ニュース	
		ニュースレター 学部ニュース
施設	研究施設	
	研究施設ニュース	
教育	学部カリキュラム	
	大学院カリキュラム	
	シラバス	
研究	研究分野	
	研究センター・グループ	
	研究員採用	
	ニュースレター	
教職員	教員採用ニュース	
		学部ニュース 教員採用
	教育ニュース	
		ニュースレター シラバス
	スタッフニュース	
		ニュースレター 学部ニュース
	研究員採用ニュース	
		研究員採用 ニュースレター

## 4 適用例

上述の方法を実際的な例に適用し、その有効性を示すとともに、具体的適用に伴う技術的な問題点を検討しよう。ここでは、趣味のWebサイト構築を目的としてモルトウイスキーに関するトップページのメニューデザインをとりあげる。サイトコンテンツとして「モルトウイスキー大全」（土屋守，1995，以下「大全」という）を想定し、モルトウイスキーについて全く知らない人あるいはもっと深く知りたい人を対象とする。

### 4.1 ドキュメントコンテキストの構成

ここで強調したいことは方法が（半）自動的であること、つまり、あれこれ悩むことなく機械的に適用できることなので、「大全」の目次から次の手順でドキュメントコンテキストを作成する。目次中の最下位レベルの節タイトルをコンテキスト表の対象として書き込む（表4第1列参照）。対象として採用した節のタイトル中のキーワードおよび上位の節/章タイトル名を属性として表の第1行に記入する。云うまでもなく、キーワードにはいわゆるストップワードや一般的な語を除く。「大全」特有なことであるが、各銘柄の生産地が重要な情報として本文中で明示されているので6つの生産地（アイラ、アイランズ、ハイランド、スペイサイド、キャンベルタウン、ローランド）を属性として追加するのが適当である（表4第1行参照）。こうしてできたドキュメントコンテキストと概念束図がそれぞれ、表4、図8である。ただし、取り上げられている113銘柄のモルトウイスキーのうち表には12種だけしか掲げていない。

表4 「大全」目次のドキュメントコンテキスト

MaltWhiskyGuide	キ	モ	イ	ブ	生	蒸	飲	コ	売	ス	ゲ	銘	ア	ア	ハ	ス	ン	キ	ロ	
	ルト	ルト	ス	レン	産	留	み	ラム	上	コ	ール	柄	イ	イ	イ	ペ	キ	ン	ラ	
	ウ	ウ	キ	デ	地	所	方		ベ	ミ	語		ラ	ラ	ラ	イ	ベ	ル	ン	
	イ	イ	ビ	ド	区				ス	ト			ン	ン	ン	ド	ル	タ	ド	
	ス	ス	ド	ウ	分				ト	ト			ド	ド	ド	ド	ウ	ウ	ウ	
モルトウイスキーのできるまで	x																			
生産地区分について	x				x															
蒸留所関係地図	x					x														
モルトウイスキーのおいしい飲み方	x						x													
用語解説	x		x																	
参考文献	x																			
TPOによる飲み分け	x						x													
モルトマスターのための練習問題集	x																			
ウイスキーと料理								x												
ウイスキーとジョーク								x												
ウイスキーオークション								x												
バーンズサパー								x												
樽の種類								x												
会員制モルト愛好会								x												
ブレンデッドウイスキー売上ベスト1.			x					x	x											
モルトウイスキー売上ベスト1.	x							x	x											
スコットランドという国								x		x										
ゲール語ことはじめ								x			x									
アバフェルディ												x			x					
アベラワー												x				x				
アルタナベーン												x					x			
アードベッグ												x	x							
アードモア												x			x					
オーヘントツシャン												x								x
ブラッドノック												x								x
ポウモア												x	x							
アイルオブジュラ												x		x						
ハイランドパーク												x		x						
グレンフィディック												x					x			
オスロスク												x					x			
グレンスコシア												x							x	

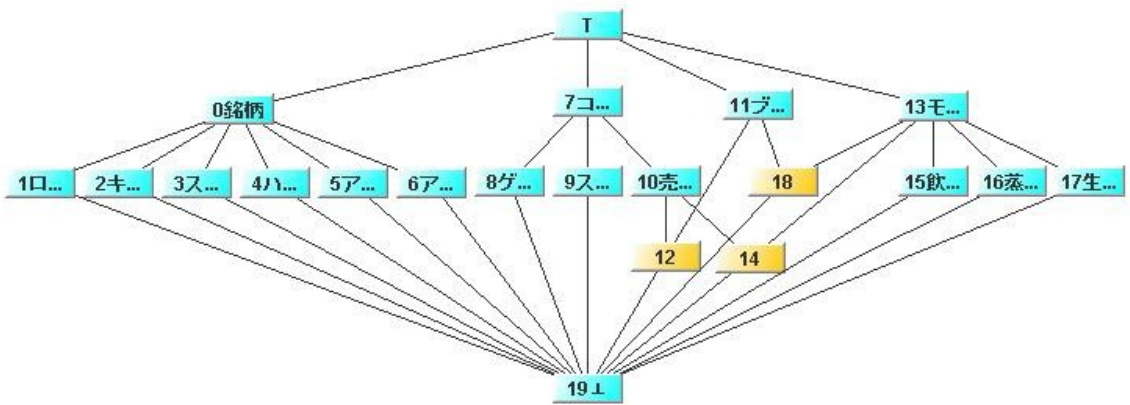


図8 表4 の概念束

図8から構成されるサイト構造がサイト目的、すなわちモルトウイスキーの初心者興味・関心を喚起する情報を提供しているか否かを考えてみると、細かい点はさておき、つぎの3つの問題があることに気づく。1) 直接関係のない「ブレンドウイスキー」がトップレベルに出現する。2) モルトウイスキーの楽しみ方を強調したいとすれば、「15 飲み方」等を含めた「楽しみ方」のようなラベルのメニューをトップレベルにもってくるのが適当であろう。3) モルトウイスキーでは生産地が重要な情報であるが、この構造では生産地別のナビゲーションしかできないメニュー構造である。

1) の解決は容易である。すなわち、この情報はさして重要ではないので属性欄から削除し、同時に「モルトウイスキー売上ベスト10」から属性「モルトウイスキー」を除いておく方がブレンドウイスキーとの対称性を保つことができる。2) については属性「飲み方」を「楽しみ方」に変更し、属性「モルトウイスキー」と2つの対象「モルトウイスキーのおいしい飲み方」、「TPOによる飲み分け」の関係を除けばよい。

3) を解決するには、表4「銘柄」を「生産地別銘柄一覧」に代えると同時に、属性「銘柄一覧」追加し、この属性を有するすべての銘柄を対象として用意することである。また、対象としてのウイスキー銘柄をつぎのように分類すると表作成およびFCAが容易になる。「生産地別銘柄」属性をもつ対象をアイラ銘柄・アイランズ銘柄・ハイランド銘柄・スペイサイド銘柄・キャンベルタウン銘柄・ローランド銘柄の6個に分類するだけでよい。また属性「銘柄一覧」の対象として全銘柄を立てるだけでよい。銘柄をこのように扱えばWebサイト実装に関わるデータベースとの関連も理解しやすくなる。

以上の1) から3) の修正を行ったドキュメントコンテキストを表5に示す。この表から得られた概念束が図9である。図9からわかるようにトップレベルのメニュー項目が5個と少なく、サブメニューの深さも2段階であるから、ナビゲーションも容易であろうと想像される。

表5 表4を修正したドキュメントコンテキスト																
MaltWhiskyGuide	キ モ ル ト ウ イ ス	生 産 地	蒸 留 所	楽 し み 方	コ ラ ム	売 上 ベ ス ト 1	ス コ ッ ト ラ ン ド	ゲ ー ル 語	生 産 地 別 銘 柄	ア イ ラ	ア イ ラ ン ズ	ハ イ ラ ン ド	ス ペ イ サ イ ド	ン キ ャ ン ベ ル タ ウ	ロ ー ラ ン ド	銘 柄 一 覧
モルトウイスキーのできるまで	x															
生産地区分について	x	x														
蒸留所関係地図	x		x													
モルトウイスキーのおいしい飲み方				x												
用語解説	x															
参考文献	x															
TPOによる飲み分け				x												
モルトマスターのための練習問題集	x															
ウイスキーと料理					x											
ウイスキーとジョーク					x											
ウイスキーオークション					x											
バーズサパー					x											
樽の種類					x											
会員制モルト愛好会					x											
ブレンデッドウイスキー売上ベスト1					x	x										
モルトウイスキー売上ベスト1					x	x										
スコットランドという国					x		x									
ゲール語ことばはじめ					x			x								
アイラ銘柄									x	x						
アイランズ銘柄									x		x					
ハイランド銘柄									x			x				
スペイサイド銘柄									x				x			
キャンベルタウン銘柄									x					x		
ローランド銘柄									x						x	
全銘柄																x

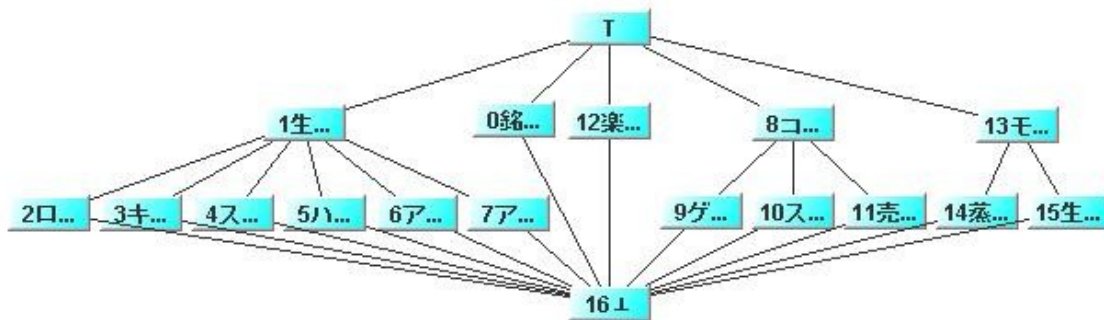


図9 表5の概念束

#### 4.2 概念束からメニューの構成

図9のノードからナビゲーションメニューを作成するために概念束の内包、外延および各ノード（概念）に人手で修正したラベリング結果を示す。



ノード番号：内包：外延：ラベリング

- 0：{銘柄一覧}：{全銘柄}：銘柄一覧
- 1：{生産地別銘柄}：{アイラ銘柄，アイランズ銘柄，ハイランド銘柄，スペイサイド銘柄，キャンベルタウン銘柄，ローランド銘柄}：生産地別一覧
- 2：{生産地別銘柄，ローランド}：{ローランド銘柄}：ローランド
- 3：{生産地別銘柄，キャンベルタウン}：{キャンベルタウン銘柄}：キャンベルタウン
- 4：{生産地別銘柄，スペイサイド}：{スペイサイド銘柄}：スペイサイド
- 5：{生産地別銘柄，ハイランド}：{ハイランド銘柄}：ハイランド
- 6：{生産地別銘柄，アイランズ}：{アイランズ銘柄}：アイランズ
- 7：{生産地別銘柄，アイラ}：{アイラ銘柄}：アイラ
- 8：{コラム}：{8 ウイスキーと料理，ウイスキーとジョーク，ウイスキーオークション，バーンズサブー，樽の種類，会員制モルト愛好会，ブレンデッドウイスキー売上ベスト10，モルトウイスキー売上ベスト10，スコットランドという国，ゲール語ことはじめ}：コラム
- 9：{コラム，ゲール語}：{ゲール語ことはじめ}：ゲール語
- 10：{コラム，スコットランド}：{スコットランドという国}：スコットランド
- 11：{コラム，売上ベスト10}：{ブレンデッドウイスキー売上ベスト10，モルトウイスキー売上ベスト10}：売上ベスト10
- 12：{楽しみ方}：{モルトウイスキーのおいしい飲み方，TPOによる飲み分け}：楽しみ方
- 13：{モルトウイスキー}：{モルトウイスキーのできるまで，生産地区分について，蒸留所関係地図，用語解説，参考文献，モルトマスターのための練習問題集}：モルトウイスキー？
- 14：{モルトウイスキー，蒸留所}：{蒸留所関係地図}：蒸留所地図
- 15：{モルトウイスキー，生産地}：{生産地}：モルトウイスキー生産地

表6 「モルトウイスキー」メニュー構成

レベル1	レベル2	レベル3
モルトウイスキー？		
	モルトウイスキーのできるまで	
	生産地区分	
		生産地区分について
	蒸留所地図	
		蒸留所関係地図
	用語解説	
	参考文献	
	モルトマスターのための練習問題集	
楽しみ方		
	モルトウイスキーのおいしい飲み方	
	TPOによる飲み分け	
銘柄一覧		
生産地別銘柄		
	アイラ	
	アイランズ	
	ハイランド	
	スペイサイド	
	キャンベルタウン	
	ローランド	
コラム		
	ウイスキーと料理	
	ウイスキーとジョーク	
	ウイスキーオークション	
	バーンズサパー	
	樽の種類	
	会員制モルト愛好会	
	ウイスキー売上ベスト1.	
		ブレンデッドウイスキー売上ベスト1.
		モルトウイスキー売上ベスト1.
	スコットランド	
		スコットランドという国
	ゲール語	
		ゲール語ことはじめ

表6のメニュー階層を図10に示す標準的ナビゲーションメニューとして実現してみよう[Rosenfeld&Morville, 2002]。図10のグローバル/ローカル/コンテキストナビゲーションはそれぞれつぎの機能を有する。グローバルナビゲーションとは、サイトの全頁に表示され、ユーザーがサイト階層内のどこにいても重要な領域や機能を直接アクセスできるメニューである。ローカルナビゲーションとは、一つの階層に含まれるページの一覧を示しユーザーが現在いる領域を探索するために有益な情報を示す。コンテキストナビゲーションとは、ページの内容を提示するとともに、関連情報を提供する。

表6のレベル1を例えば、タブ形式のグローバルナビゲーションとして実現し、カーソルがどれか一つのタブにあるとき、その項目（レベル2の項目）をプルダウンメニューで

示し、クリックされたときレベル2の項目をローカルナビゲーションにリストで表示すればよい。ローカルナビゲーションの各項目についても同様な方法、すなわちカーソルの置かれた項目をリスト/プルダウンメニューで展開し、クリックされたときリストとして表示する。ローカルナビゲーションからレベル3の項目がクリックされたコンテンツを表示する。

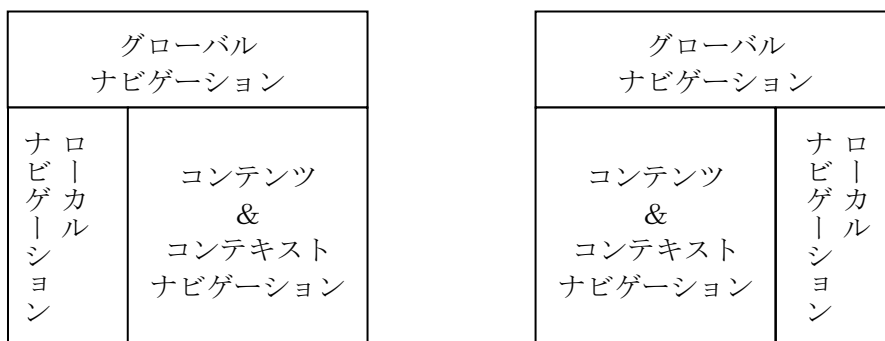


図10 埋め込み型ナビゲーション

取り上げた例はコンテンツ量も少なく、またその構造も目次の形で与えられたものであるが、上述の方法は掲載したい項目のタイトルさえ与えられればドキュメントコンテキストを構成できることをとくに強調しておきたい。ドキュメントコンテキストができればFCAによって概念束を描くことができ、Hasse図によってコンテンツの構造が視覚的にとらえられ、メニュー階層が浮かび上がってくる。構造・階層に不満・問題が残っていれば、ドキュメントコンテキストの修正とFCAの適用を繰り返しながら、コンテンツの構造化・組織化、つまりメニュー階層を洗練してゆくことができる。

## 5 結論

Web上に蓄積された情報量が膨大になるにつれ、その探索を行うWebサイトの使い勝手に関心が向けられ、昨今Webユーザビリティが強調されるようになってきた。しかし、これらは方法論・ガイドラインに留まるものが多い。その品質も個人の経験と技量に負うところが大きく、品質管理できるような技術も方法論も展開されていないのが現状である。

本研究ではWebサイトデザインの上で最も肝要な情報の構造化、組織化を(半)自動的に処理するため形式概念解析を用いる方法を提案した。これは以下の特徴を有する。

- 1) 数学的原理に基づくWebメニューデザインの方法である。
- 2) メニューの構造がFCAから自動的に生成される。
- 3) メニューの構造は木構造より一般的な束構造である。
- 4) 形式的自動的方法なので、サイトの改良等を容易に行うことができる。
- 5) 自動的に作成される束構造からサイト構造が生成できるので、サイト構造の比較を容易に行うことができる。

試作中の FCA ツールを用い実例の形式概念解析結果を示し、方法の有効性を例示したが、形式概念解析結果から Web メニューの XHTML&CSS&JavaScript 記述を自動的に生成するツールの開発は今後の課題である。

## 注

- 1) サイトを構成する「材料」をコンテンツという習慣があるのでこの用語を用いる。材料には、ドキュメント(文書)、アプリケーション、サービス、メタデータなど、利用者がサイト上で使用したり見つけたりするものが含まれる。
- 2) Web 上の情報探索行動は、ふさわしいものを探す既知情報探索、2, 3の適したものを見つける探求探索、すべてのものを探索する全数探索の三つに分類することができる。これら三つの探索、既知探索、探求的探索、全数探索を厳密ではないがそれぞれ質問、ナビゲーション・ブラウジング、クエリー(検索)と呼んでいるようである。

- 3) 順序集合  $L$  において、任意の二元  $a, b$  に対

して  $\{a, b\}$  の上限および下限がいつも  $L$  の中に存在するとき、 $L$  を束 (Lattice) という。順序集合  $L$  の空でない任意の部分集合  $A$  に対してその上限  $\sup A$  および下限  $\inf A$  が存在するとき、 $L$  を完備束という。ここで、 $A (\subseteq L)$  の上限 (最小上界)  $\sup A$  とはつぎの条件をみたす要素である：

$$(1) a \in A \Rightarrow a \leq \sup A$$

$$(2) (a \leq A \Rightarrow a \leq x) \Rightarrow \sup A \leq x$$

$\sup A$  と双対的に、すなわち上の二つの条件の  $\leq$  を  $\geq$  に置き換えて、 $A$  の下限 (最大下界)  $\inf A$  が定義される。

- 4) Ganter のアルゴリズムは与えられた有限個の概念の包含関係に関し上位のすべての隣接概念を見つける。最小要素 (ボトム要素) から出発し、上方のすべての概念を見つけ、列挙してゆき、その結果、異なる概念間の順序を表す包含関係の対の集合を見出すことができる。具体的にいえば、 $(X, Y)$  をコンテキスト  $(O, A, R)$  の概念とする、ただし  $X \subseteq O, Y \subseteq A$  である。 $(X, Y)$  がトップ要素でないならば、すべての可能な上位の隣接概念を含む集合は、一つの対象だけを付加してえられるものをすべて集めて得られる：

$$S = \{((X \cup \{x\})', (X \cup \{x\})') \mid x \in (A \setminus X)\}$$

しかし、 $S$  のすべての要素は概念であり、 $X$  にひとつの対象を付加して得られるけれども、必ずしも上位隣接概念ではない。 $S$  の要素  $((X \cup \{x\})', (X \cup \{x\})')$  が、 $((X \cup \{x\})' \setminus X)$  の任意の  $a$  に対し、 $(X \cup \{x\})' = (X \cup \{a\})'$  であるときに限って  $(X, Y)$  の上位隣接概念である。これは  $((X \cup \{x\})', (X \cup \{x\})')$  と  $(X, Y)$  の間に他の概念がないことを意味する、すなわち  $((X \cup \{x\})' \setminus X)$  の任意の他の要素を付加しても同じ集合になる。概念の上位隣接概念を計算する時間計算量は  $(|O| \times |A|)$  である。

## 謝辞

草稿に忌憚のない意見を述べ、コメントをして下さいました田中一先生および千葉正喜札幌学院大学教授に感謝申し上げます。二人の匿名の査読者から適切かつ有益な示唆とコメントを頂き、これに沿って加筆修正を行いました。もとより一切の責任は著者にあるが記して謝意を表します。

## 参考文献

- Ganter, B. and R. Wille (1999) : *Formal Concept Analysis*, Springer  
小笠原喜康 (2001) : Peirce 記号論による visual 記号の概念再構成とその教育的意義  
筑波大学学位論文  
Peirce, C. S. (1985) : パース著作集 1(現象学), 勁草書房, pp. 42-49  
Rosenfeld, L. & Morville, P. (1998=1998) : Information Architecture for the World Wide Web  
(=篠原稔和監訳, 情報アーキテクチャ入門 : ウェブサイトとイントラネットの報整理術, オライリージャパン)  
(2002=2003) : Information Architecture for the World Wide Web Second Edition  
(=篠原稔和監訳, Web 情報アーキテクチャ, オライリージャパン)  
(2006) : Information Architecture for the World Wide Web Second Edition, O' REILLY  
土屋守 (1995) : モルトウイスキー大全, 小学館  
GQ Zang, et al. (2004) : CAWN: Concept Analysis as a Formal Method for Web-Menu Design  
(2005) : Concept Analysis as a Formal Method for Menu Design  
Research-Based Web Design & Usability Guidelines:  
<http://www.useability.gov/design/define.html>