

# 関係性に基づく対話的情報構造化手法 についての研究

後藤孝行

博士(情報学)

総合研究大学院大学  
複合科学研究科  
情報学専攻

平成 23 年度  
(2011)

本論文は総合研究大学院大学複合科学研究科情報学専攻に  
博士(情報学)授与の要件として提出した博士論文である。

審査委員:

武田 英明(主査)

相原 健郎

大向 一輝

北本 朝展

角 康之           はこだて未来大学

(主査以外はアルファベット順)

# Studies on Relation-based Interactive Information Organizing Method

Takayuki Goto

DOCTOR OF  
PHILOSOPHY

Department of Informatics,  
School of Multidisciplinary Sciences,  
The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI)

2011

A dissertation submitted to the Department of Informatics,  
School of Multidisciplinary Sciences, The Graduate University for  
Advanced Studies (SOKENDAI) in partial fulfillment of the  
requirements for the degree of Doctor of Philosophy

Advisory Committee:

Hideaki Takeda (Chair)

Kenro Aihara

Ikki Ohmukai

Asanobu Kitamoto

Yasuyuki Sumi                      Future University Hakodate

(Alphabetical order of last name except chair)

# 論文概要

本論文では、ユーザが情報利用過程の中で、有益なメタデータの発見、記述できる新たな情報構造化コンセプトを提案し、これを実現するシステムを構築した。

情報にメタデータが付与されていると、その情報がどのような情報なのかを理解する手がかりになり、また、同じメタデータが付与された情報を探すことで関連する情報を得ることができる。キーワード検索システムが主流になっている現在においても、このように多様なメタデータが検索技術を補完する形で情報理解や関連情報発見に役立っている。しかし、近年メタデータはより多様化し、また膨大になってきたことでメタデータ利用がさらに複雑になり、またすべての情報に対して均質にメタデータが付与されていないことから、メタデータによる探索の対象外となる情報も多く存在している。

そこで、本研究では、利用者が情報利用過程の中で、有益なメタデータの選択、記述、を行えるようにする「関係性に基づく対話的情報構造化」という新たな情報構造化手法を提案する。関係性に基づく対話的情報構造化は、「状況性」、「対話性」、「関係性」の三つコンセプトからなる。すなわち、ユーザの問題解決過程という状況において、情報システムと対話しながら、情報同士の関係を記述することで情報を構造化する。これによって、情報利用目的を反映した構造化を継続的に行うことができ、情報発見の支援に役立つ。本コンセプトを反映させた具体的な手法として、多様なメタデータを用いて発見的に情報探索が行える「探索的メタデータ検索」、またメタデータの共通性のない情報同士でも関係づけることができる「グルーピングによる情報構造化手法」、「リンクによる情報構造化手法」を提案する。

探索的メタデータ検索は、多様な検索視点で試行錯誤しながら情報を探し出す対話的な情報探索行為をメタデータ検索において実現する。探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現して、検索クエリ作成の支援をおこなう。さらに、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくする。本研究では、これを実現する検索インタフェース「DashSearch」を開発して、デスクトップ検索、論文検索、RDF 検索に応用した。評価実験等を行った結果、メタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消して、対話的な情報探索行為を支援できることを確認した。

グルーピングによる情報構造化手法は、問題解決のために集めた情報をアドホックにグループ化していくことで言語を用いない柔軟な構造化を実現する。本研究では、このグルーピングを最適に行うことができるブックマークインタフェース Comame を試

作した。Comame は、配置することでブックマークができる「作業空間」上にウェブページを自由に配置しながら「グループ化」することでブックマークと同時にウェブページの構造化が行える。また、探索過程の中でブックマークを蓄積しながら構造化することで、情報探索目的を反映した構造化が行える。そして、「グループ検索」によって、選択、または閲覧中のウェブページが含まれる過去に作成したグループを探し出すことができ、ブックマーク情報の再利用性を高めることができる。システムを運用した結果、探索目的を反映した限定されたブックマークのつながりや、一般的なタグではつながらないような視点でのブックマークのつながりが記述されていることを確認した。

リンクによる情報構造化手法は、写真間にリンクという単純な関係性を示すメタデータを記述することで、リンクの特性を利用した写真閲覧・管理・共有を実現する。写真同士がリンク付けされていると、場所、時間といった軸をとびこえて、写真を閲覧することができる。そして、同じ被写体同士をリンク付けることで、写真を細かく分類することができる。また、タグ情報を取り込むことでタグの入力補助を実現する。さらに、他のユーザの写真へリンク付けすることで写真を媒介とした情報共有が行える。本研究ではこの構造化手法を、写真閲覧、撮影、共有の中でリンク付与作業を緩やかに統合することで実現する「RefleCam」という新しいカメラアプリケーションを試作した。システムを運用した結果、同じ被写体・テーマの写真をリンクしていくことで同じイベントの中でも細分化された構造や、他人との写真とリンクしたことで関連写真が自然と増える閲覧体験が実現できていることを確認した。

最後に、関係に基づく対話的情報構造化の特徴や課題を整理し、今後の展望を示す。

# Abstract

In this thesis, we propose interactive information organizing based on relationship, a novel concept for information organizing with which a user can explore or describe useful metadata in the process of information use. We have built the systems based on the concept.

When the metadata is attached to the information, the metadata gives a clue to understand the information and provides relevant information by searching for the same metadata. Although the keyword search is still the mainstream for searching now, various metadata is useful for information understanding and information discovery. The use of metadata has become more complex since the amount and variety of metadata are rapidly increasing. The situation is now messy since some information is attached with metadata and the other now.

The proposed concept "Interactive organizing based on relationship" is to explore or describe useful metadata in the process of information use. It has the following three features: "Situatedness", "Interactivity", and "Relationship". The interactive organizing based on relationship organizes information with structural metadata representing relationship between information objects which are currently used through interaction between users and systems. It allows users to continuously organize information that reflects their purpose so that it is useful to discover information with their purpose. We propose the following three methods that realize the concept: "Exploratory Metadata Search" which can explorative search with various metadata, "Organizing based on grouping" and "Organizing based on linking" which allow users to relate the information.

Exploratory Metadata Search realizes interactive information retrieval that enables trial-and-error search from various viewpoints in metadata search. Explorative Metadata Search provides visual objects that help users compose various queries using direct manipulation and faceted search. It also provides Search Workspace that enables users to operate various visual objects freely and to compose queries through a try-and-error approach. We develop three applications based on the above concept, i.e., applications for desktop search, paper search and rdf search. We verify the effectiveness of our concept and applications through evaluation and discussion.

Organizing by grouping achieves flexible information organizing without linguistic expression, rather with grouping collected information ad hoc. We developed a pro-

---

totype of bookmark organizing system called Comame which enables this grouping optimally. With Comame users can bookmark and organize web pages simultaneously by grouping web pages with free arrangement on the workspace. They can group bookmarks in searching so that grouping can reflect the search purpose. They can also find the created groups by selecting or browsing web page. It can thus increase reusability of bookmarks. Through the experimental use of the system, we confirmed that the created groups reflected the search purpose well and that some of them were different and difficult to make by tagging systems.

Organizing by linking achieves picture browsing, management and sharing by linking pictures. We developed a prototype of a novel digital camera to achieve this organizing, RefleCam, which integrates capturing, browsing and linking functions smoothly. Linking pictures is performed just after taking pictures so that linking is expected to reflect the situation when users take pictures. By following links they can browse pictures differently from timeline and place. Links is used in various ways, e.g., links can be used to classify pictures by objects in pictures. Tag recommendation can be enabled in cooperation with tagging systems by sharing tags in group. It can be used to share pictures by linking to other user's pictures. Through the experimental use of the system, we found that the links contributed organizing pictures such as those for the same objects and those for similar topics. We confirmed that it realized new but natural browsing experience.

Finally, we summarize features of Interactive organizing based on relationship, and discuss its future possibilities.

# 目次

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
1.1 本研究の背景	2
1.2 本研究の目的	3
1.3 本論文の構成	3
<b>第2章 背景と関連領域</b>	<b>7</b>
2.1 はじめに	8
2.2 情報構造化	8
2.2.1 カテゴリ化に利用される知識	8
2.2.2 分類学	9
2.2.3 メタデータ	10
2.2.4 フォークソノミ	11
2.2.5 発想技法	11
2.2.6 ネットワークによる知識表現	12
2.3 情報探索	16
2.3.1 情報要求	16
2.3.2 探索タスク	16
2.3.3 探索プロセスのモデル	17
2.3.4 情報検索システム	18
2.3.5 メタデータ検索	19
2.3.6 ファセット検索	20
2.4 探索的検索	20
2.4.1 探索プロセスのモデル	21
2.4.2 探索的検索支援	22
2.4.3 意味形成	22
2.5 まとめ	22
<b>第3章 関係性に基づく対話的情報構造化</b>	<b>23</b>
3.1 はじめに	24
3.2 探索的検索行為の支援	24
3.2.1 検索から探索的検索へ	24

目次	目次
3.2.2 探索的検索のための情報構造化 . . . . .	25
3.3 関係性に基づく対話的情報構造化の提案 . . . . .	27
3.3.1 関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプト . . . . .	28
3.3.2 探索的メタデータ検索 . . . . .	29
3.3.3 グルーピングによる情報構造化手法 . . . . .	29
3.4 リンクによる情報構造化手法 . . . . .	30
3.5 まとめ . . . . .	31
<b>第4章 探索的メタデータ検索</b>	<b>33</b>
4.1 はじめに . . . . .	34
4.2 メタデータ検索と関連研究 . . . . .	35
4.3 探索的メタデータ検索 . . . . .	36
4.3.1 視覚的オブジェクト . . . . .	36
4.3.2 検索作業空間 . . . . .	39
4.4 Desktop DashSearch . . . . .	40
4.4.1 システム概要 . . . . .	40
4.4.2 実装 . . . . .	43
4.4.3 実験概要 . . . . .	43
4.4.4 実験結果 . . . . .	45
4.5 CiNii DashSearch . . . . .	46
4.5.1 システム概要 . . . . .	46
4.5.2 実装 . . . . .	50
4.5.3 議論 . . . . .	50
4.6 DashSearch for Linked Data . . . . .	52
4.6.1 システム概要 . . . . .	53
4.7 考察 . . . . .	53
4.8 おわりに . . . . .	54
<b>第5章 グルーピングによる情報構造化手法</b>	<b>57</b>
5.1 はじめに . . . . .	58
5.2 Comame のコンセプト . . . . .	59
5.2.1 現在の興味の俯瞰 . . . . .	59
5.2.2 グルーピングによる柔軟な構造化 . . . . .	59
5.3 Comame の機能 . . . . .	61
5.3.1 ワークスペースでの分類 . . . . .	61
5.3.2 グルーピング機能 . . . . .	63
5.3.3 グループ検索 . . . . .	64
5.3.4 実装 . . . . .	66
5.4 運用経験 . . . . .	66
5.4.1 ネットワークの比較 . . . . .	67
5.4.2 考察 . . . . .	69

目次	目次
5.5 議論 . . . . .	72
5.5.1 関連研究 . . . . .	72
5.5.2 グループによる構造化 . . . . .	73
5.6 まとめ . . . . .	73
<b>第6章 リンクによる情報構造化手法</b>	<b>75</b>
6.1 はじめに . . . . .	76
6.2 リンクの効果 . . . . .	76
6.2.1 閲覧 . . . . .	76
6.2.2 管理 . . . . .	77
6.2.3 共有 . . . . .	78
6.3 RefleCam のコンセプト . . . . .	80
6.4 RefleCam の機能 . . . . .	80
6.4.1 フォトリンク . . . . .	81
6.4.2 フォトブラウジング . . . . .	83
6.4.3 フォトフィルタリング . . . . .	84
6.5 実装 . . . . .	85
6.6 運用経験 . . . . .	86
6.7 議論 . . . . .	88
6.7.1 関連研究 . . . . .	88
6.7.2 メタデータとしてのリンク情報 . . . . .	89
6.8 結論 . . . . .	89
<b>第7章 考察と展望</b>	<b>91</b>
7.1 本研究のアプローチについての考察 . . . . .	92
7.1.1 タスクに埋め込まれた構造化 . . . . .	92
7.1.2 制約のデザイン . . . . .	93
7.1.3 関係付け (リンケージ) . . . . .	93
7.2 今後の展望 . . . . .	94
7.3 まとめ . . . . .	95
<b>第8章 結論</b>	<b>97</b>
8.1 本研究の成果 . . . . .	98
8.2 本論文の総括と結論 . . . . .	100
<b>付録 A 評価実験アンケート・システム説明書</b>	<b>112</b>

# 目次

1.1	本論文の構成	5
2.1	カテゴリとタクソンの関係 [三中 09]	9
2.2	元素の周期表の一部	10
2.3	フォークソノミ	12
2.4	意味ネットワーク [人工 05]	13
2.5	活性化拡散モデルに基づく意味ネットワーク	13
2.6	トピック, 関連, 出現の関係 ([内藤 06] を基に作成)	14
2.7	Semantic Web のアーキテクチャ [Berners-Lee 06]	15
2.8	ベリー摘みモデル	18
2.9	情報検索のモデル	19
2.10	検索活動 ([Marchionini 06] を基に作成)	20
2.11	検索の繰り返しと探索的検索の違い ([White 09] を基に作成)	21
3.1	従来の対話モデルと探索対象がはっきりしない場合の対話モデル	25
3.2	探索的検索支援の特徴とその関係	26
3.3	階層的な情報構造とメタデータが作り出すネットワーク型の情報構造	27
3.4	関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプト	28
3.5	探索的メタデータ検索	29
3.6	グルーピングによる情報構造化手法	30
3.7	リンクによる情報構造化手法	31
4.1	視覚的オブジェクトによる検索式の作成	37
4.2	視覚的オブジェクトによるファセット検索	38
4.3	関連情報の検索	39
4.4	複数の検索結果に共通するメタデータの表示	40
4.5	Desktop DashSearch	41
4.6	カレンダーウィジェット	42
4.7	詳細情報表示ウィジェット	42
4.8	タスク達成速度の比較	46
4.9	CiNii DashSearch	47
4.10	メタデータウィジェットの配置	49
4.11	条件の切り替え	51

4.12	複数検索の組み合わせ	52
4.13	LinkedData DashSearch	53
5.1	構造化の流れ	60
5.2	Comame インタフェース	62
5.3	グループの保存	62
5.4	グループの作成	63
5.5	Bubble Clusters によるグループ表示	63
5.6	LensBar によるグループ検索の結果表示	64
5.7	ウェブページの再利用	65
5.8	選択ページからのグループ検索	65
5.9	システム構成図	66
5.10	グループとタグで作られたネットワーク	67
5.11	タグによるネットワーク	68
5.12	グループによるネットワーク	68
5.13	ネットワークを構成するタグ (タグのみ)	70
5.14	ネットワークを構成するタグ (タグ, グループ共通)	70
5.15	共通するタグが存在しないグループ	71
5.16	グループの再構成	72
6.1	リンクによる閲覧効果	77
6.2	リンクによる細かな写真管理	77
6.3	リンクによるタグ共有	78
6.4	リンクによる写真共有	79
6.5	RefleCam のコンセプト	80
6.6	RefleCam インタフェース	81
6.7	リンク付け	82
6.8	定番写真へのリンク付け	82
6.9	関連写真の閲覧	83
6.10	閲覧サイズの調整	84
6.11	フィルタリング	85
6.12	RefleCam システム	86
6.13	RefleCam によって作られた写真ネットワーク	87
6.14	同じ被写体のつながりと同じテーマのつながり	88

# 表 目 次

4.1	アンケート結果 . . . . .	45
5.1	運用結果 . . . . .	67
5.2	エッジの総数と, 共通タグ数 . . . . .	69
6.1	グループを構成する写真枚数 . . . . .	86

# 第 1 章

## 序論

### 概要

本章では本研究の背景と目的, 本論文の構成について述べる.

## 1.1 本研究の背景

インターネットは全世界に普及し、ますます電子化された情報は増加の一途を辿っている。インターネット上のユニーク URL 数は 2008 年には 1 兆を超え、一日に数十億のペースで増え続けており [Alpert 08]、情報探索は、コンピュータの黎明期からのテーマにもかかわらず今もってなお多くの研究者が取り組み、また多くの研究費が投じられている重要テーマであり続けている。

そして近年、この情報探索は情報についての情報であるメタデータのような構造化情報の増加とともに大きく進歩しつつある。例えば、Wiki や Blog などのコンテンツ管理システム (CMS) は、作成日、作成者、タイトル、タグなど記述されたコンテンツに関するメタデータをともなつて情報を流通させており、また、delicious<sup>1</sup> を代表とするソーシャルブックマークは、ユーザが有益な情報を見つけ出しタグを付けることで、多くのユーザが参加する情報構造化を可能にした。さらに、小型情報端末の普及によりあらゆる場所で高度な情報利用が行えるようになったことで、位置情報などのセンサ情報に基づいた情報構造化も行われるようになった。このように、メタデータの増加によって、コンテンツを対象にした検索だけでなく、メタデータを対象にした多面的な情報検索が可能になり、膨大な情報からよりの確に情報探索が行えるようになりつつある。そして、情報にメタデータが付与されていることで、その情報がどのような情報なのかを理解する手がかりになり、また、同じメタデータが付与された情報を探ることで関連する情報を得ることができる。キーワード検索システムが主流になっている現在においても、このように多様なメタデータが検索技術を補完する形で情報理解や関連情報発見に役立っている。さらに、情報探索だけでなくメタデータが付与されていることで、性質の異なる情報を共通メタデータによって組み合わせ、新たな情報利用を生み出すマッシュアップも盛んに行われるようになった。

しかし、上記のように情報にメタデータが付与されてきたことで多様な情報利用が可能になった一方、付与されるメタデータがより多様化、膨大化してきたことによってメタデータ利用が複雑になってきた。また膨大なメタデータが付与された情報が存在するのとは対照的に、すべての情報に対して均質にメタデータが付与されていないことから、まったくメタデータの付いていない情報も存在し、それら情報はメタデータによる検索の対象外になっている。つまり、現在のメタデータ利用は、その難易度と不均質なメタデータ付与状況から、メタデータの多様な情報利用という性質の恩恵をうけるユーザや、その対象となる情報が限定されているといえる。

メタデータによる多様な情報利用を促進するためには、よりメタデータを簡単に利用できる環境の構築、それと同時にユーザ自らがほとんど負担なくメタデータを付与し情報を構造化していくような、新たな情報構造化手法を考えていく必要がある。

---

<sup>1</sup><http://www.delicious.com/>

## 1.2 本研究の目的

本研究の目的は以下のようにまとめられる。

### 本研究の目的

1. ユーザによる柔軟な情報構造化を実現するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」の提案
2. 提案コンセプトを実現する構造化手法の提案
3. 提案手法に基づくシステムの設計と構築
4. 提案システムの運用と評価

本研究ではまず、本研究の背景となる関連領域を俯瞰して、問題背景を整理する。そして、本研究が取り組む課題を明確にし、ユーザによる柔軟な情報構造化を実現するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」を提案する。そして、関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプトを実現するための、三つの具体的な構造化手法を提案する。さらに、その手法に基づくシステムを設計、構築して、運用、評価を行う。

## 1.3 本論文の構成

図 1.1 に本論文の構成を示す。

### 第2章 背景と関連領域

第2章では、本研究の背景となる関連領域について外観する。情報構造化、情報探索、そして、この二つの視点をまたがる探索的検索の三つの視点で本研究に関わる主要な研究・技術について述べる。

### 第3章 関係性に基づく対話的情報構造化の提案

第3章では、ユーザによる多様なメタデータの構造化を実現する「関係性に基づく対話的情報構造化」を提案する。まず、問題背景を整理し、本研究が取り組む課題について述べる。次に、関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプトを提案し、本研究のアプローチについて述べる。

### 第4章 探索的メタデータ検索

第4章では、多様な検索視点で試行錯誤しながら情報を探し出す「探索的メタデータ検索」について述べる。近年、コンテンツマネジメントシステムの普及などによってメタデータが付与された情報がウェブ上にも多く存在するようになり、メタデータ

検索の重要性は高まっている。メタデータ検索は情報を多様な視点から効率よく検索を行うことができる。しかし、検索クエリ利用の複雑さから初心者が使いこなすには難しく、また何度も検索行為を繰り返す対話的な検索行為には向いていない。本研究では、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現することで検索クエリ作成の支援し、また、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで多様な視点による情報探索を試行しやすくする「探索的メタデータ検索」を提案する。この手法を実現する検索インタフェース「DashSearch」を開発して、デスクトップ検索、論文検索、RDF検索に応用する。そして、システムの評価・運用を行い、探索的メタデータ検索の有用性を確認する。

## 第5章 グルーピングによる情報構造化手法

第5章では、問題解決のために集めた情報をアドホックにグループ化していくことで言語を用いずに柔軟な構造化を実現する「グルーピングによる情報構造化手法」について述べる。日々進歩する情報収集の効率化とは対照的に取得した情報の再利用は非効率である。効率を高めるには、取得情報の継続的な情報構造化とその利用環境が重要である。本研究では、「グルーピングによる情報構造化手法」とそれを実現するブックマークインタフェース「Comame」を提案する。Comameは、配置することでブックマークができる「作業空間」上にウェブページを自由に配置しながら「グループ化」することでブックマークと同時にウェブページの構造化が行える。また、探索過程の中でブックマークを蓄積しながら構造化することで、情報探索目的を反映した構造化が行える。そして、「グループ検索」によって、選択、または閲覧中のウェブページが含まれる過去に作成したグループを探し出すことができ、ブックマーク情報の再利用性を高めることができる。システムを運用して探索目的を反映した限定されたブックマークのつながりや、一般的なタグではつながらないような視点でのブックマークのつながりが記述されていることを確認する。

## 第6章 リンクによる情報構造化手法

第6章では、リンクの特性を利用した写真閲覧・管理・共有を実現する「リンクによる情報構造化手法」について述べる。日常的に撮影し蓄積される膨大な写真を死蔵させずに、どのように活用（閲覧・管理・共有）するかが課題になっている。そこで本研究では写真利用の中で、写真間にリンクという単純な関係性を示すメタデータを記述することで、写真閲覧・管理・共有を実現する「リンクによる情報構造化手法」を提案する。写真同士がリンク付けされていると、場所、時間といった軸をとびこえて、写真を閲覧することができる。そして、同じ被写体同士をリンク付けることで、写真を細かく分類することができ、また、タグ情報を取り込むことでタグの入力補助を実現する。さらに、他のユーザの写真へリンク付けすることで写真を媒介とした情報共有が行える。そして、この構造化手法を実現する「RefleCam」という新しいカメラアプリケーションを試作する。RefleCamは、写真閲覧、撮影、共有の中で、リンク付与

作業を緩やかに統合する。

## 第7章 考察と展望

第7章では、関係性に基づく対話的情報構造化に関する考察と展望について述べる。

## 第8章 結論

第8章では、本研究の成果についてまとめ、本論文を総括する。

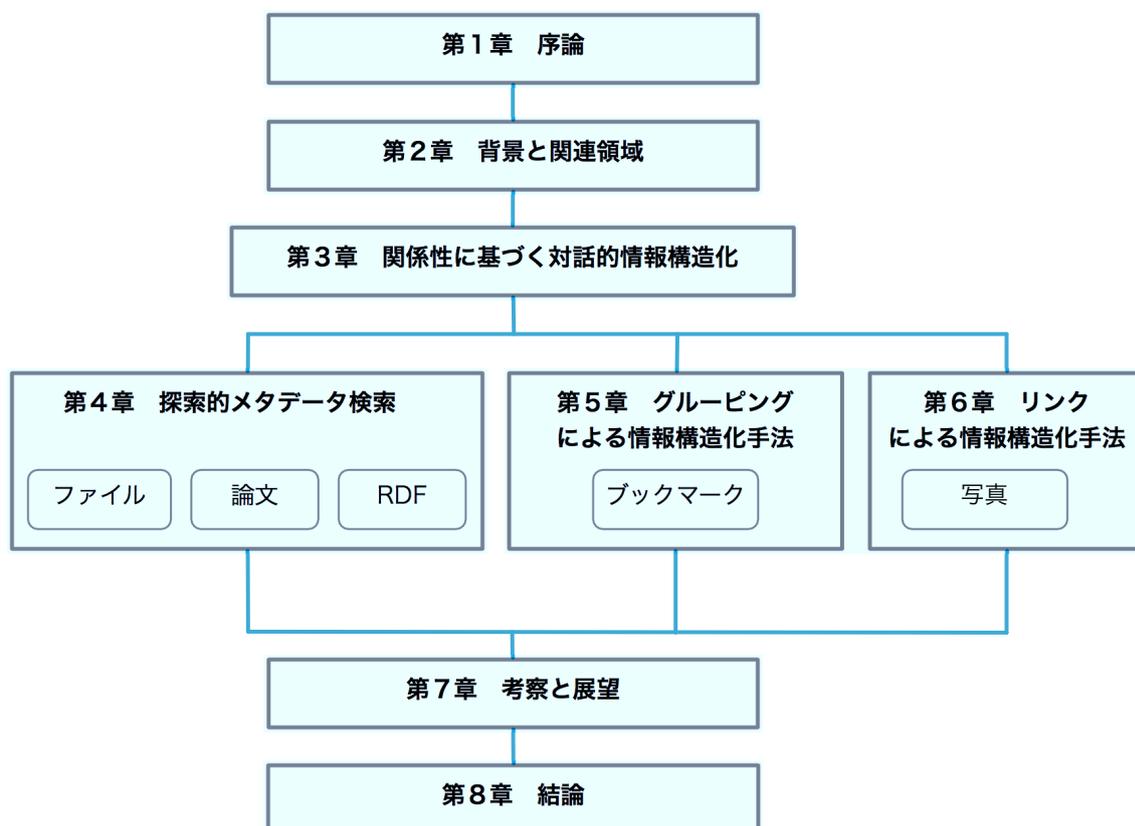


図 1.1: 本論文の構成



## 第 2 章

### 背景と関連領域

#### 概要

本章では本研究の背景と関連領域について述べる。

## 2.1 はじめに

情報をどのように蓄積して利用していくかは、古代から存在している問題 [中尾 90, 久我 07] であり、情報検索はコンピュータの黎明期から研究開発を牽引する基本的なアプリケーションである [Marchionini 06]。そして、近年、CMS(Content Management System) などのツールの発展、ライフログなどの新たな情報利用スタイルなどによって個人による情報作成、発信が盛んになり、この問題はますます重要に、そして複雑になっている。本研究は、この問題を、情報検索、知識工学、認知心理学、分類学、発想技法、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) などの分野における知見をもとに取り組む。

本章では、情報構造化、情報探索、そして、この二つの視点をまたがる探索的検索の三つの視点で本研究に関わる主要な関連領域を俯瞰する。

## 2.2 情報構造化

### 2.2.1 カテゴリ化に利用される知識

人間の認知モデルの一つとしてカテゴリ化 (categorization) が存在する。カテゴリ化とは複数の事物、事象を等価なものとしてまとめることで、これによって各事物、事象に対し個別的な対応を行う必要性がなくなり、認知的負荷が軽減され、情報処理が効率化される [森 95]。等価なものとしてまとめられた集合は、カテゴリ (category) と呼ばれる。カテゴリ化の機能によって、我々は事物事象にたいして、分類や同定を行うことができる。カテゴリ化は、カテゴリに対応する知識に基づいて行われ、その知識のことを概念 (concept) <sup>1</sup> と呼ぶ。

概念の研究は古くから行われており、多くのモデルが提案されているが、概念構造の考え方は大きくわけて定義的特性理論、プロトタイプ理論、理論ベースの概念理論、三つに整理される [森 95]。

**定義的特性理論** カテゴリを定義する特性 (定義的特性) が存在し、その特性の集合によって特徴づけられる。定義的特性の有無によって、カテゴリに属する事例と属さない事例とは明確な境界が存在する。逆に同じカテゴリに属する事例は、等価なものとして表象されると仮定されている。

**プロトタイプ理論** 同一カテゴリに属する事例すべてが、そのカテゴリの等価な代表となっているわけではなく、もっとも典型的な事例であるプロトタイプを中心に、そのまわりに家族的類似性 (family resemblance) に従ってカテゴリが形成される。家族的類似性とは、ある事例が同一カテゴリ内の他の事例に共通する特性があっても、その特性は、他の同一カテゴリ内の事例とは共通するとは限らないよ

<sup>1</sup>概念は最も広義には認知過程全般に介在する内的表現の要素という意味をもつが、カテゴリとの関係においては、一般的に、内包 (所属事例に共通する性質) によって定義する場合に「概念」、外延 (所属事例そのものの集合) によって定義する場合に「カテゴリ」と使い分けることが多い [人工 05]。

うな性質のことである。例えば、ゲームというカテゴリには、サッカー、野球、カードゲームなどが含まれるが、個々の比較において共通する特性が存在しても、それらすべてに共通する特性は存在しない。

**理論ベースの概念理論** 世界に関して人が持つ理論 (theory) によってカテゴリが形成される。また特に、特定の分脈下で用いるために自然と作られるカテゴリのことをアドホックカテゴリ (ad hoc category) [Barsalou 83] と呼び、例えば、「海外旅行に持って行くもの」や、「非常時に必要なもの」といったカテゴリなどが考えられる。

## 2.2.2 分類学

### 分類の単位と基準

分類体系を構成する単位には、種や族、科などの分類群が存在し、これらをタクソン (taxon, 複数は taxa) という [中尾 90, 三中 09]。また、階層上、同格のタクソンをパラレルタクソン、それ以外をノンパラレルタクソンと呼ばれる。カテゴリはタクソンによって構成される (図 2.1)。分類するために必要な、標準、基準といったものをクライテリオン (criterion, 複数は criteria) という。クライテリオンが最初から決まっている分類のことを演繹的分類とよび、それに対して、どの性質に注目しクライテリオンをどのようにすれば適切な分類ができるかを対象を観察しながら行う分類を帰納的分類とよぶ [緑川 96]。

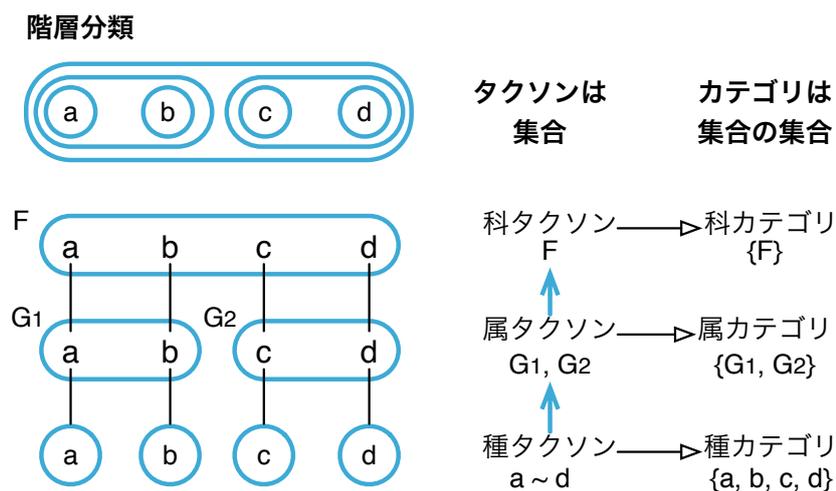


図 2.1: カテゴリとタクソンの関係 [三中 09]

### 分類のタイプ

人間が頭脳の力によって行うタイプの分類は、類型分類、規格分類、系譜分類、動的分類の4種類に分けることができる [中尾 90].

**類型分類** あらゆる事象観念をイメージ的にとらえて、クライテリオンを自由に変更して適当数に自由に分離分類する方式.

**規格分類** 数量,あるいは,属性(男,女といった,ほとんどの場合に明確に区別できるクライテリオン)によって分類する方式.

**系譜分類** 目に見えて区別できるとか,現在異なっていると,あるいは同じであるといった事象とは関係なく,過去の系譜,因縁がどうであったかが分類の唯一のクライテリオンとなる方式.

**動的分類** 従来のヒエラルキ・システムの配列とは異なった類縁関係を認めて,それを考慮した分類.

動的分類は,他の3つの分類のような具体的な分類方式ではなく,多面的な分類表現を実現しようとする概念的なアイデアである.具体的には,元素の周期表のような族と周期の二つの分類によって,元素が分類されているものがあげられる(図2.2).動的分類は,複数の分類体系を利用することで,分類対象を複数の視点で管理することができる.図書館分類において複数の視点で本を管理するコロソ分類法がある [Ranganathan].

族 \ 周期	1	2
1	1 H	
2	3 Li	4 Be

図 2.2: 元素の周期表の一部

### 2.2.3 メタデータ

メタデータは,文字通りデータに関するデータのこと,多様な専門家コミュニティで広く使われている一方,一意に定義されていない用語でもある.メタデータは,人が情報を整理する限り存在する構造であり,その特徴を Gilliland は, Content, Context, Structure という三つに分類した [Baca 08].

**Content** 情報資源に含まれる要素や、情報資源に関する特徴

**Context** 誰が、何を、なぜ、どこで、どのように、といった情報作成に関連する側面を示す特徴

**Structure** 個々の情報資源内、または情報資源間を関係づける特徴

これら特徴から、情報資源に関する特徴だけでなく、どの情報と情報を一緒に利用したといったユーザの情報利用履歴や、Web ページに含まれるリンク構造などもメタデータとして捉えることができる。

### メタデータの付与支援

人手でメタデータを付与するのは大きな負担である。タグ付けについての議論 [Golder 06]

この問題を解決するのに、ユーザのメタデータ付与行為を支援する方法、コミュニケーションや情報作成の中でメタデータが自動的にまたはユーザが意識せずに自然と付けられる方法、の大きく分けて二つのアプローチがとられてきた。ユーザのメタデータ付与行為を支援する方法として、直接操作 (Direct Manipulation) [Shneiderman 83] を用いるなどをして付与操作を支援する方法 [Shneiderman 00]、付与するメタデータを推薦する方法 [Sigurbjörnsson 08] などがある。自動的に、または自然と付与される方法として、情報作成・利用時のセンサ情報やユーザの行動そのものをメタデータとして付与する方法 [Patel 04, 土方 01, Watanabe 07a]、情報作成・利用時に埋め込まれる、説明文やユーザ情報、コメントなどを付与する方法 [Lieberman 01, Sumi 08, Watanabe 07a] などがある。

## 2.2.4 フォークソノミ

フォークソノミ (folksonomy) とは、フォーク (folks) とタクソノミ (taxonomy) を合成させた造語であり、ウェブ上の情報に対して、ユーザがタグを付けることで、検索や分類を行う方法である。代表的なものに、ソーシャルブックマークサービスの delicious<sup>2</sup> や、はてなブックマーク<sup>3</sup>、写真共有サービスの Flickr<sup>4</sup> などがある。複数のユーザが情報に対して自由にタグを付け、それを共有していくことで、どれくらいのユーザがタグを付けたのか、誰がどんなタグを付けたかが分かる。また、図 2.3 のように情報同士を結びつけるようなリンク構造が得られ、このリンクをたどっていくことで、話題についてより多くの情報やその背後にいるユーザたちを発見できる [Morville 06]。このような集団で作りに上げる知識的な構造化は集合知 [Surowiecki 06] の一つともいえる。

<sup>2</sup><http://www.delicious.com/>

<sup>3</sup><http://b.hatena.ne.jp/>

<sup>4</sup><http://www.flickr.com/>

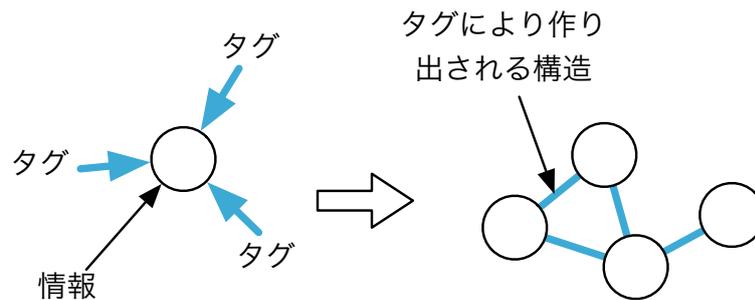


図 2.3: フォークソノミ

### 2.2.5 発想技法

発想技法は、人の思考を支援することを目的とした研究で、多種多様な方法が提案されている [鷺田 03]。例えば、川喜多が発案した KJ 法 [川喜田 67] は、整理されていない考えをカードに記入し、そのカードを関係のあるもの同士を近くに配置していくことでだんだんと思いを明確化していく。このような発想技法を支援していくシステム [角 01, 相原 15] の多くは、情報を俯瞰する中で、情報オブジェクトの操作という要素を備えており、この機能によって、ユーザの行為や思考の結果などを認知しやすくしている。よって、これらシステムは、メタ認知 [中島 06] を支援するシステムともいえる。

### 2.2.6 ネットワークによる知識表現

知識構造を表現する方法は、階層構造だけでなく、ネットワーク構造を用いたものも多く存在する。

#### 意味ネットワーク

意味ネットワークは、節点 (node) と弧 (arc, 枝, link と呼ぶこともある) から構成されるネットワークによって知識を表現する [人工 05]。節点は通常、対象領域の概念 (concept) あるいは実態を表し、弧はそれらの間の関係を表す。例えば、「カナリアは鳥である」、「ペンギンは鳥である」、「鳥は羽をもつ」という三つの事実は、図 2.4 のように表すことができる。このネットワークでは、カナリア、ペンギン、鳥、羽をそれぞれ節点として表現し、「X は Y である」という関係を is-a というラベルをつけた弧で、また、「X は Y を (部分として) もつ」という関係を has-part という弧で表現している。

意味ネットワークのモデルには、先の例のように体系的に概念間を表したものの以外にも提案されている [森 95]。Collins ら [Collins 75] の活性化拡散モデルでは、意味的に関連する概念同士が弧で結ばれ、意味的関連性に基づくネットワークを構成する (図 2.5)。概念間の結びつきは、意味的関連性が強いほど密接なものになる。また、このモデルは、活性化の拡散という考え方を取り入れており、ある概念が処理されたときは、

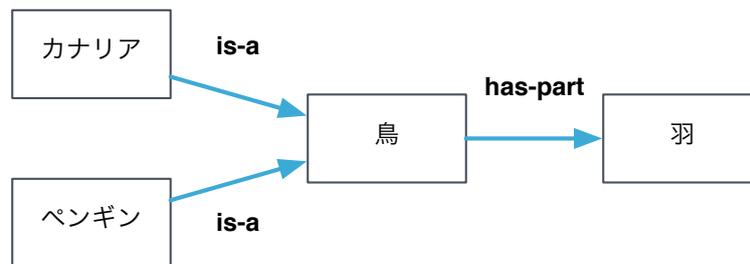


図 2.4: 意味ネットワーク [人工 05]

その概念自身が活性化されるだけでなく、その概念と結びついた意味的に関連のある概念に対しても活性化が広がっていく。

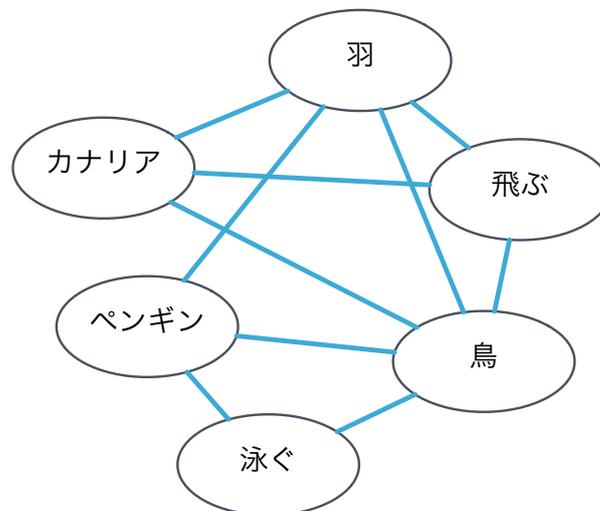


図 2.5: 活性化拡散モデルに基づく意味ネットワーク

意味ネットワークは、人間にとって直感的でわかりやすい表現であり、関連する概念に関する知識が節からたどれるという点は知識検索においても有利である。しかし、一方、単なるデータ構造にすぎず、それが何を表しているかは、そのネットワークを解釈する手続きに完全に依存する [人工 05]。

### Topic Map

トピックマップは、利用者のもつ概念体系に合わせて情報を分類、整理するための国際規格であり、情報の”見つけやすさ”の実現に重点を置いている知識表現である [内藤 06]。そして、トピックマップは、コンピュータネットワーク上の情報層（情報リソースの集まり）とは独立した上位層（知識層）に位置づけられ、情報リソースがも

つ主題（概念）と主題間の関係を情報リソースとは独立にコンピュータ上でモデル化する。主題に関連する情報リソースに対しては、リンクを張ることにより関係を明示する。そして、情報を意味的に組織化し、管理、検索、ナビゲートを可能にする。

トピックマップは、以下の3種類の主要な構成要素からなる。図2.6にトピック、関連、出現の関係を示す。

**トピック (Topic)** 問題領域でのキーとなる主題群を表現

**関連 (Association)** 主題間の関係を表現

**出現 (Occurrence)** 主題に関連する情報リソースへのリンク

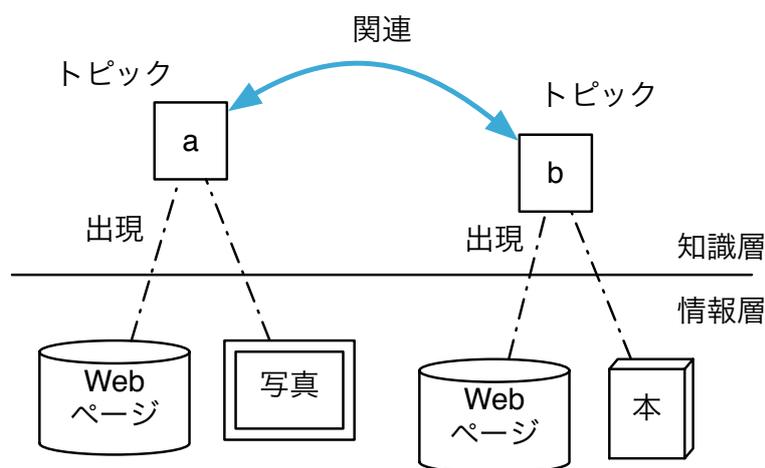


図 2.6: トピック, 関連, 出現の関係 ([内藤 06] を基に作成)

## Semantic Web

Semantic Web は、Web の情報を構造化することで、機械的に行動な処理を実現することを目的とした試みである [Berners-Lee 01]。Semantic Web は、基礎的な技術から順番に規定し、上位技術を実現するというアプローチをとっている。図 2.7 が表すように、URI や Unicode, XML を基礎として、RDF (Resource Description Framework) によるリソースに関するメタデータや、OWL (Web Ontology Language) によるオントロジ [古崎 06, AIDOS 05] などの記述を積み重ねた上、推論、証明をおこなうことで、信頼を導いている。

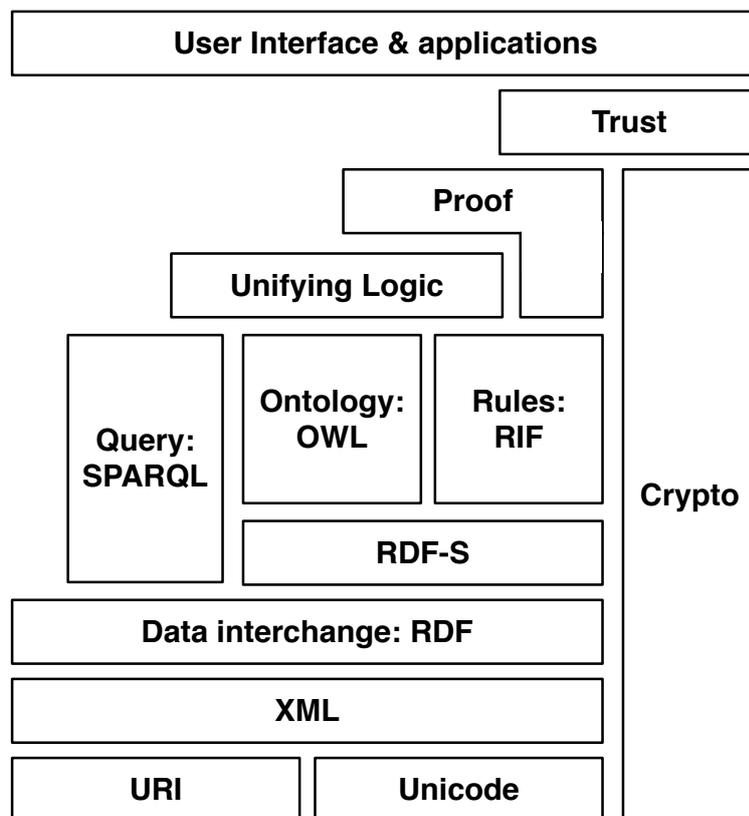


図 2.7: Semantic Web のアーキテクチャ[Berners-Lee 06]

## 2.3 情報探索

### 2.3.1 情報要求

情報を探す動機となるようなユーザの状態は、情報要求 (information need) という概念で説明されている [徳永 99]。情報要求とは、ユーザがある目的を達成するために現在持っている知識では不十分であると感じている状態である。そして、この情報要求は、情報を探すプロセスの中で変化する [三輪 03]。Taylor は、図書館の利用者が、自分の知識の不足に気づいてから、図書館員に質問を発するまでの情報要求の変化を4段階に分類した [Taylor 68]。

**第一段階 心奥のニーズ (visceral need)** 必要な知識が不足していることを漠然と感じているものの、どんな知識が欠けているのか、そのギャップを埋めるためにはどんな情報を探したらよいのかは、全くわからない状態。

**第二段階 意識したニーズ** 人にはうまく説明できないが不足している知識の領域は把握できている状態。頭の中で推論したり、周囲の人々に漠然とした問いを投げかけることを通じて、求めるべき情報は何かを徐々にはっきりさせることができる。

**第三段階 具体化されたニーズ** 欠けた知識が明確に定義され、論理的な質問を発することが可能な状態。

**第四段階 妥協したニーズ** 質問する相手の知識構造や理解力を想定し、相手が答えられるように質問できる状態。

この情報要求を動機として我々は必要な情報をみつけようとしており、この行為をコンピュータを利用して支援しようとするのが情報検索システムである。

### 2.3.2 探索タスク

効果的な情報検索のためにはユーザの探索タスクを理解する必要があり [Ingwersen 92]、その特徴と探索行為に与える影響を解明することが近年の Web 研究において重要な研究トピックの一つになっている [高久 10]。

目的をもった探索タスクには、ある程度の知識をユーザが既に持っている具体的な事物を対象に探す場合と主題があたえられてそれに関する情報を探し求める場合とに大きく二つに分けられる [Matthews 83, Marchionini 89]。具体的な事物を対象に探す場合とは、例えば、言葉の意味について調べる、ある電化製品の仕様を調べるというような場合で、これを既知事項検索 (known-item search task, closed task) という。また、主題に関する情報を探し求める場合とは、例えば、おいしいご飯が食べられるところを探す、ある技術の関連論文を探すといった場合で、これを主題検索 (subject search task, open task) という。既知事項検索は、再現率、適合率ともに主題検索より高く、一方、主題検索は、探索時間、閲覧ページ数、リンクをたどる回数が既知事項検索よ

りも多く、問題解決に時間を要することが報告されている [Kim 02]. また、Google の登場によって既知事項検索の検索難易度は下がったのに対して、主題検索は、まだ難易度は高く、検索を達成させるためには、領域知識（検索対象に関する知識）獲得の重要性が指摘されている [中島 05]. 高久らは、大学院生、学部生の探索行動をブラウザログ等の情報を包括的に用いて調査を行った結果、レポートを書くための情報収集タスクにおいて、レポートや論文執筆の経験の差が検索行為に現れていることを報告している [高久 10].

### 2.3.3 探索プロセスのモデル

情報探索の複雑な認知プロセスを解明するため、長年にわたり数多くの理論モデルが提案されてきた [Hearst 11]. 情報探索プロセスの説明にはインタラクションサイクルというものがあり、(1) 情報要求の特定、(2) クエリ指定の行為、(2) 検索結果の精査、(4) クエリ修正が含まれ、ユーザが満足するまでこのサイクルが繰り返される [Sutcliffe 98]. Sutcliffe と Ennis らは、このモデルを精緻化し、問題の特定、情報要求の明確化、クエリ作成、検索結果の評価、という4つの主要行為をもつサイクルとして形式化した。Shneiderman らも、クエリ作成、行為（クエリの実行）、検索結果のレビュー、クエリ改善、という4つの主要ステップをもつフレームワークを提案している [Shneiderman 97].

上記の標準的モデルは、ユーザの情報要求は静的であり、すべての文書がオリジナルの情報要求を満たすまで、クエリの精緻化を継続するという仮説に立っている [Hearst 11]. しかし、情報探索プロセスに関する観測的研究で得られた発見は、検索者が検索システムとのインタラクションを行うにつれて、その情報要求そのものが変化するというものであった。Bates によって提案された情報探索のベリー摘みモデルは、検索プロセスの中で学習が進むにつれ、情報要求とクエリが連続的に変化し、また、情報要求は一度で得られた文章集合で満たされるわけではなく、連続した選択とその過程で得られる断片的情報によって満たされていることを示した [Bates 89]. また、Kuhlthau は、タスク定義、トピック選択、漠然とした情報探し、フォーカス形成、除法収集、情報探し終了、の6段階で構成された感情変化を伴うモデルを提案した [Kuhlthau 88]. これら情報要求の変化を伴うモデルが示すように、情報を探すプロセスは、外から見える情報行為だけでなく、情報要求や知識や思考や感情といった外からは見えにくい要素を総動員して進められる行為である [三輪 03].

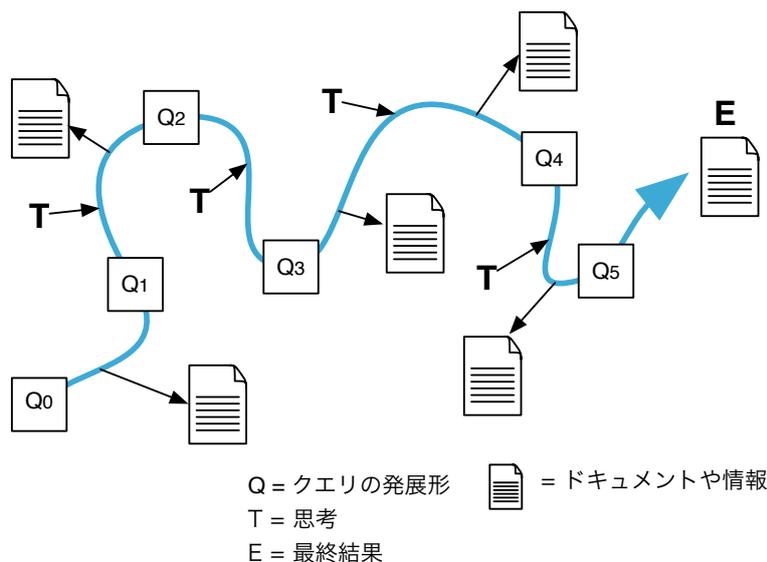


図 2.8: ペーリー摘みモデル

### 2.3.4 情報検索システム

情報検索 (information retrieval) の定義は、広義にはユーザの持つ問題 (情報要求) を解決できる情報を見つけ出すことであるが、人間の認知過程を工学的に定式化することが難しいことから、多くの場合、情報検索とは、ユーザの検索質問 (query) に適合する文書 (document) を文書集合 (document collection) の中からみつけだすことを指す [徳永 99].

情報検索システムのモデルは、図 2.9 のように表すことができ、検索質問を短期的、あるいは動的、文書集合を長期的あるいは静的なものとしてとらえる情報検索を、アドホック検索と呼ぶことがある。これに対して、検索質問を長期的なものとしてとらえ、次々に新しい情報が入力されてくるたびに、ユーザの情報要求を満たすものだけを取り出すものを情報フィルタリングと呼ぶ。情報フィルタリングの場合、検索質問のことをユーザ・プロファイル、次々と新しく入力されてくる情報のことを情報ストリームと呼ぶ [北 02].

情報検索においては、文書の内容を文書中に含まれる単語の集合で近似させるという手法がよくとられる。しかし、文書に含まれている単語すべてが一律に文書の内容と関連しているわけではないため、文書の内容を特徴付ける索引語 (indexing term) を抽出することが重要となる [北 02]. この抽出する処理を索引付け (indexing) と呼び、人手による索引付け (manual indexing) と自動索引 (automatic indexing) の二つに分けることができる。人手による索引付けは、人間が文書を見て、重要と思われる単語を抜き出す方法である、これは文書に対するメタデータ付与と捉えることができる。自動索引では、特徴 (索引語) の抽出と重み付けなどの最適化処理が行われる。特徴の抽出

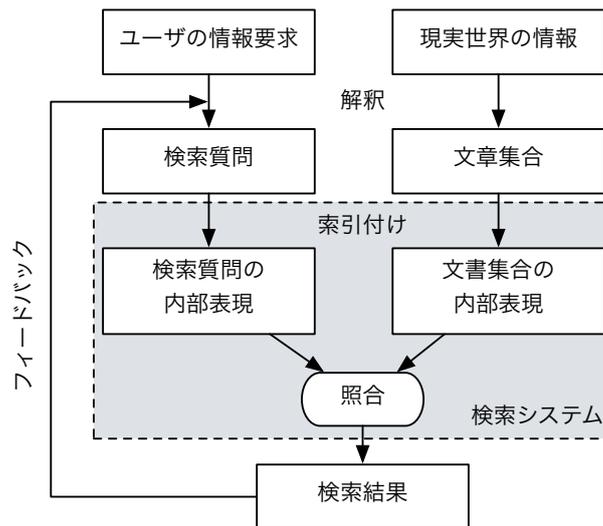


図 2.9: 情報検索のモデル

には、形態素解析 (morphological analysis) を利用する方法や、KeyGraph によるキーワード抽出などがあり、単語以外では N グラム・インデキシング (N-gram indexing) が代表的である [北 02]。また、画像検索においては、色やテクスチャ、形状などが特徴として利用されている [Veltkamp 00]。

### 2.3.5 メタデータ検索

メタデータを利用することで、ユーザの情報要求をより具体的に表現、また多様な属性を検索対象とすることで、多面的な検索が可能になる。Cutrell らの phlat [Cutrell 06] は検索結果に含まれるメタデータを提示することで簡単に検索条件に追加し検索結果を絞り込むことができる。視覚的なオブジェクトを組み合わせることで柔軟な検索クエリ作成を支援する研究として、Tsuda らの IconicBrowser [Tsuda 90] は異なる機能を持つアイコンを組み合わせることで多様な検索クエリを生成を行う。ダイナミッククエリ [Shneiderman 94] では、検索クエリをスライダーなどのウィジェットによって調整する。クエリを変化させると、視覚的に表現された検索結果もそれに伴い変化するため、検索結果を閲覧しながらクエリを調節できる。

メタデータ検索は、Context の特徴を持つメタデータを利用することで、ある情報にアクセスしたときに一緒に作成した情報を探すとといった、間接的な情報探索が可能のため情報再発見の研究において多く利用されている [Capra 05, 西本 06]。そして、メタデータは検索だけでなく、利用履歴やリンク構造などの構造的なメタデータは、情報推薦で利用されている協調フィルタリング [福原 98, Resnick 94] や、Web ページの評価アルゴリズム [Page 98] などで利用されている。

### 2.3.6 ファセット検索

ファセット検索とは、階層的に選択可能なメタデータの候補を表示して検索をナビゲートする手法であり、メタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消することができる。現在では音楽プレーヤの選曲など他分野でも広く用いられており、様々な研究がなされている [Hearst 00, Hearst 06, schraefel 06, Wilson 08b, Wilson 08a]。ファセット検索の利点はメタデータの構造を理解しなくても、情報を絞り込むことができる点にある。

柔軟性を高めたファセット検索システムの研究として、schraefel らの mSpace[schraefel 06] は直接操作によって検索条件を入れ替えることができるファセット検索を実現している。属性を表すパネルを入れ替えることで、検索の視点を変化させることができる。さらに、mSpace を拡張する Backward Highlighting[Wilson 08a] は、検索結果のコンテンツを選択すると、そのコンテンツが持つ属性値を属性を表すパネルへ反映することができ、多様な検索視点をユーザに提供する。

## 2.4 探索的検索

Marchionini[Marchionini 06] は、検索活動の性質を、「参照 (Lookup)」、「学習 (Learn)」、「調査 (Investigate)」の三つに分けて議論した (図 2.10)。そして、学習、調査の二つに関わる検索を探索的検索 (exploratory search) と定義した。

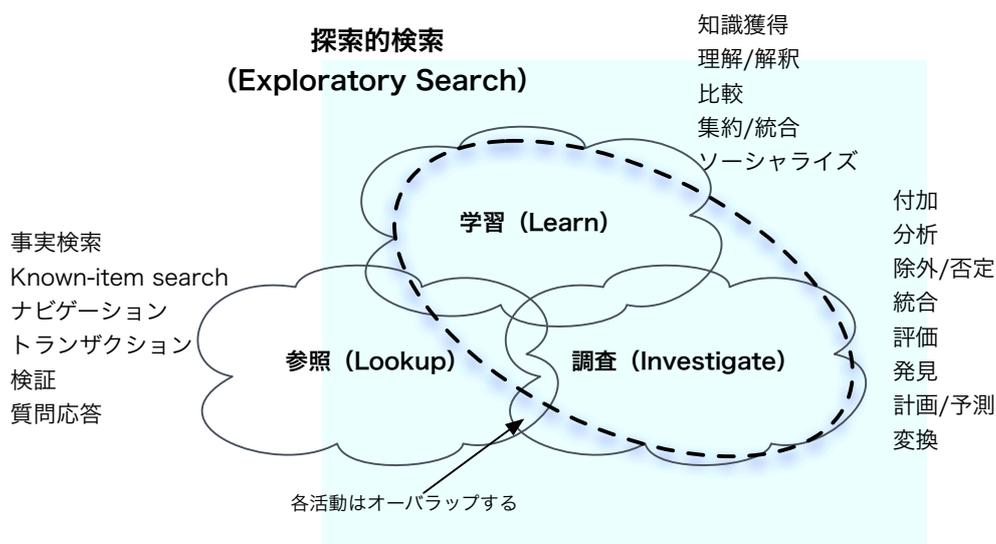


図 2.10: 検索活動 ([Marchionini 06] を基に作成)

## 2.4.1 探索プロセスのモデル

探索的検索では、探索的閲覧 (Exploratory Browsing) と、絞り込み検索 (Focused Searching) の異なるモデルが出現する [White 09]. 探索的閲覧とは、検索空間を広げる方向をもつモデルで、絞り込み検索とは、検索空間を絞り込む方向をもつモデルである。探索的検索では、図 2.11 の右の図が示すように、探索的閲覧によって、検索空間を遷移しつつ、途中絞り込み検索によって検索結果を絞り込み、また探索的閲覧によって検索空間を遷移するといった行為が確認できる。

対照的に従来の情報検索が想定する検索の繰り返し (Iterative Search) では、検索目標は一定で、そこにむかって、検索結果をしぼりこんでいく (図 2.11 左)。

検索の繰り返し (Iterative Search)

探索的検索 (Exploratory Search)

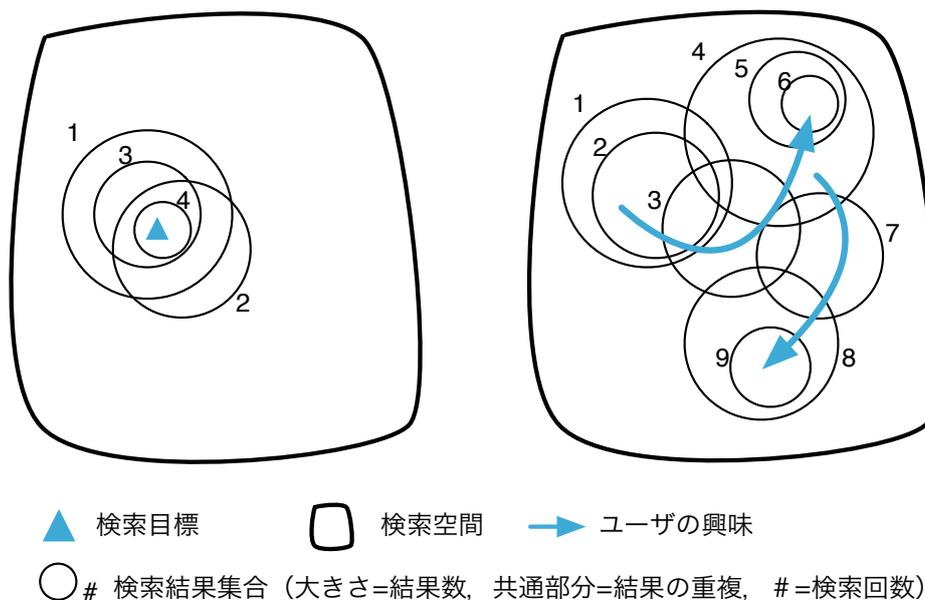


図 2.11: 検索の繰り返しと探索的検索の違い ([White 09] を基に作成)

### 2.4.2 探索的検索支援

探索的検索システムは、明確な情報要求を対象としている従来の検索システムとは異なる設計を行う必要がある。White と Roth は、探索的検索行為を支援するためのシステムに必要な八つの特徴を提案している [White 09].

1. 効率のよいクエリ作成・修正の支援：リアルタイムで検索結果を確認しながら、クエリ調整が行える
2. 多面的なメタデータ検索の提供：ファセットおよびメタデータの選択によって、探索とフィルタリングが行える
3. コンテキストの活用：ユーザに関する情報、状況、現在の探索的検索のタスクの情報を活用する
4. 洞察や意志決定支援のための視覚化の提供：仮説生成とトレンド発見を支援するためのカスタマイズ可能な視覚表現を提供する
5. 学習と理解の支援：ユーザの現在の知識・技能レベルに応じた情報を提示することで、ユーザの知識・技能の獲得を支援。
6. 協調作業の促進：タスクの分割および知識の共有を支援し、同期・非同期の協調作業を促進させる。
7. 履歴・作業空間・進捗状況の提示：探索状況を示し、また操作や状態をすばやく元に戻すことができる。
8. タスク管理の支援：複数のセッションや複数人による探索的検索のシナリオを支援し、探索タスクの共有、検索、保存を可能にする。

### 2.4.3 意味形成

意味形成とは、大量の情報の中で概念表象を形式化していくプロセスである [Hearst 11]. つまり、検索行為だけでなく検索結果を分析し情報を統合していくという解釈行為も含めた、探索行為全体のプロセスともいえる。この意味形成の支援、つまり探索プロセス全体を支援する手法として、検索クエリの保存と再利用をおこなう作業空間を提供する手法 [Hendry 97, Cousins 97] や、情報探索プロセスにおいて情報のスクラップをグループ化する手法がある [Wright 06].

## 2.5 まとめ

本章では、本研究に関わる関連領域を、情報構造化、情報探索、そして、この二つの視点をまたがる探索的検索の三つの視点で俯瞰した。

## 第 3 章

# 関係性に基づく対話的情報構造化

### 概要

本章では本研究の問題背景を整理し、本研究が取り組む課題を明確にする。そして、本研究が提案する「関係性に基づく対話的情報構造化」のコンセプトについて述べ、その具体的手法である「探索的メタデータ検索」、「グルーピングによる情報構造化手法」、「リンクによる情報構造化手法」について説明する。

## 3.1 はじめに

本研究の目的は、メタデータによる多様な情報利用の促進であり、これを実現させるためメタデータをより簡単に利用できる環境の構築、それと同時にユーザ自らがほとんど負担なくメタデータを付与し情報を構造化していくような、新たな情報構造化手法の提案である。本研究では、特に情報利用行為の一つである探索的検索行為に着目し、この行為の中でメタデータをより簡単に利用できる環境の構築とユーザにほとんど負担のないメタデータ付与環境の構築の実現を目指す。これには、人の行動やその状況を深く知り、目的達成を阻害している要因を見つける必要がある。幸いにも情報探索時のユーザ行動の調査は、古くから多くの研究者が取り組んでおり、そして多くの知見が得られている。本章では、探索的検索行為を支援する上での問題背景を整理し、本研究が取り組む課題を明確にする。そして、その課題を解決するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」を提案し、その具体的手法である「探索的メタデータ検索」、「グルーピングによる情報構造化手法」、「リンクによる情報構造化手法」について述べる。

## 3.2 探索的検索行為の支援

### 3.2.1 検索から探索的検索へ

Google の登場以降、既知事項検索のような、検索したい対象が明確なただ一つの情報を探す検索行為は、情報検索初心者でも効率良く検索できるようになった [中島 05]。例えば、「スマートフォンという言葉の意味」を調べる場合、Google 検索において「スマートフォン」と入力すると、検索結果の上位 5 件<sup>1</sup> に、スマートフォンについての解説記事や、実際のスマートフォンの製品情報が含まれており、ユーザはすぐに情報要求を満たすことができる。しかし、一方で、主題検索においては、検索結果が妥当かどうかを判断したり、探し方を検索対象に応じた工夫をする必要があったりと、検索対象にたいする領域知識によって検索効率が大きくかわり、また一度検索するだけでは、必要な情報がすべて得られるとは限らないことから、現在においても、初心者にとって難しい検索課題となっている。例えば、「スマートフォンの楽しみ方」を調べる場合、スマートフォン自体が何かという理解と、またスマートフォンでなにができるかといった知識が必要で、また楽しみ方は多様で、一度の検索だけでは調べきれないものである。

ユーザとシステムとの相互作用の関係から上記の検索行為を考えると、前者は情報検索システム概念モデルそのものであり、HCI の典型的なモデルである、行為の 7 段階モデル [Norman 88] で示すことができる (図 3.1-a)。このモデルでは、ユーザとシステムの間には、ユーザが意図した行為と実際に達成された行為との乖離を表す実行の淵 (gulf of execution) と、期待した結果と達成された結果との隔たりを表す評価の淵 (gulf of evaluation) が存在し、この淵をどのように狭めるかが課題となる。従来の検索システムでは、対話によって、この淵を狭くすることが想定されているが、これに

<sup>1</sup>2011 年 7 月 21 日現在

### 3. 関係性に基づく対話的情報構造化

### 3.2 探索的検索行為の支援

は、ユーザの情報要求が曖昧だとしても、その問題や興味の対象が一定である必要がある。しかし、主題検索のように探索対処がはっきりしない場合は、検索を繰り返す中で、その問題や興味の対象自体が変化する場合があります、典型的な HCI のモデルではユーザの行為をうまく表現できない (図 3.1-b)。このため、人とコンピュータとの相互作用だけでなく、人と情報との相互作用 (HII: Human Information Interaction)<sup>2</sup> にも注意を向ける必要がある。Marchionini は、探索行為の活動を「参照」、「学習」、「調査」に分類し、この学習と、調査にあたる検索行為を探索的検索 (exploratory search) と定義し、この行為を支援する情報システムの重要性を述べた [Marchionini 06]。

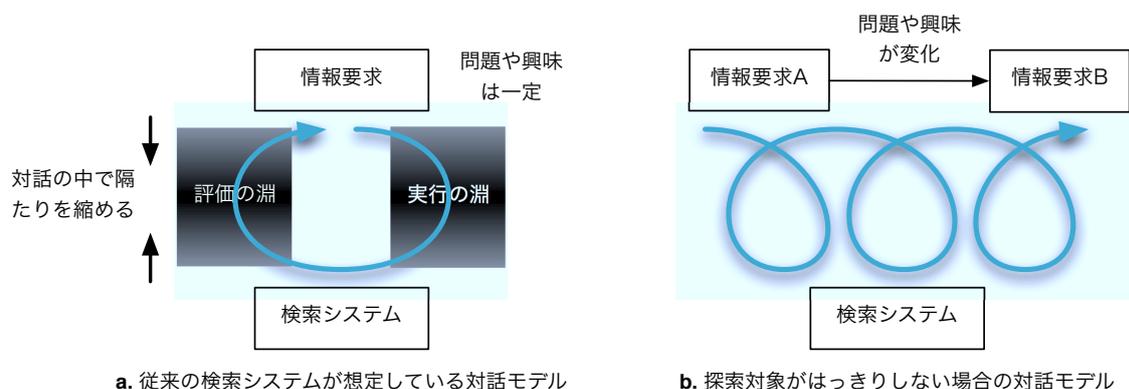


図 3.1: 従来の対話モデルと探索対象がはっきりしない場合の対話モデル

### 3.2.2 探索的検索のための情報構造化

White らは、探索的検索を支援するためのシステムに必要な八つの特徴を提案した [White 09]。この特徴は、図 3.2 のように、ユーザの行動の認識、多面的な検索視点の提供、検索の効率化という三つの視点でマッピングできる。つまり、多様な視点からの検索行為を効率よく繰り返すことができ、またその行為をユーザが俯瞰できることが、探索的検索を支援することにつながると言える。これを実現するためには、システムとのインタラクションだけでなく、関連する情報の取得や取得する情報の理解が重要であり、そのための情報構造化が必要である。

関連情報取得と取得する情報の理解を支援する構造に、階層的な情報構造がある (図 3.3-a)。これは、情報を区分するのにどのような概念が利用され、またその関係が階層的に表現されていることで、情報がどのようなものなのかを理解しながら、関連する情報を探ることができる。ただし、ウェブのような膨大な情報に対して、階層的な概念構造による知識表現を適用するには膨大な手間がかかり、また、多様な情報要求に対応するには、一元的な知識表現だけでは対応するのは難しい。

<sup>2</sup>WWW4 Conference(1995) において Nahum Gershon によって提案された [Lucas 00]。

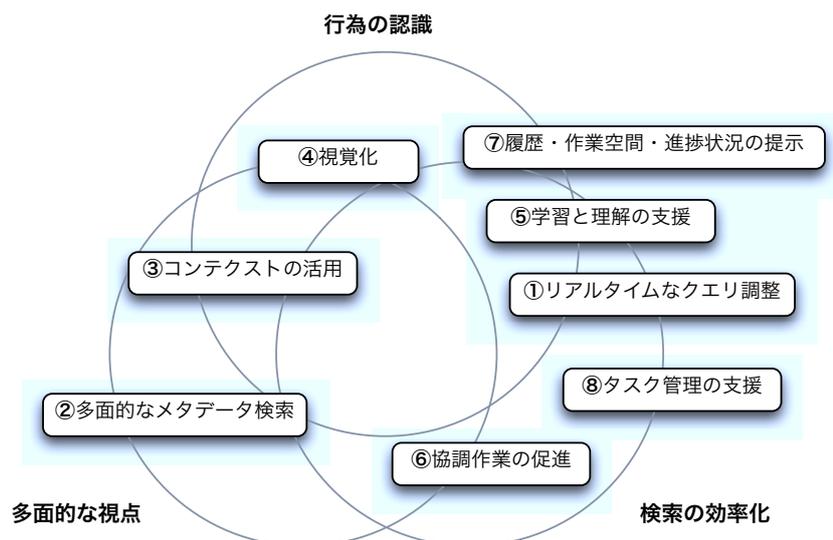


図 3.2: 探索的検索支援の特徴とその関係

他方、現在、情報には多種多様なメタデータが付与されるようになってきた。例えば、blog などのコンテンツマネジメントシステムの普及によって、作成されたコンテンツにはメタデータ（タイトル、著者、日付情報など）が埋め込まれるようになった。また、delicious を代表とするソーシャルブックマークによって、多くのユーザがメタデータ（タグ）付与行為を行い、メタデータを共有するようになった。さらに、小型情報端末の普及によって、あらゆる場所で高度な情報利用が行えるようになった結果、利用状況を表すような多様なメタデータ（位置情報などのセンサ情報）が付与された情報が流通しはじめている。このようなメタデータが蓄積されるようになった結果、メタデータが作り出すネットワーク型の膨大な情報構造が構築されつつある（図 3.3-b）。このような構造は、関連情報の発見や、情報理解の足かがりになり、探索的検索を支援することに役立つ。しかし、このネットワークを構成するメタデータ間の関係は等価であり、この関係が膨大になると、どの情報がユーザの情報要求を満たす関係情報なのか選択が困難になり、また多様すぎる関係は情報がどのように位置づけられるのかを不明確にし、情報理解の支援になりにくい。そもそも、情報間関係は、ユーザの状況によって変化する可能性があり、例えば、豚という動物を食材とみるか、ペットとみるかによって、関連する情報は大きく変わる。他方、近年、多種多様なメタデータの組み合わせるマッシュアップが行われ、ユーザに新たな情報発見の視点を提示している。公開されているありふれた情報が、異なる性質の情報と組み合わせることで意外な発見が導かれることは、情報の見方の重要性を示すものであり、この見方を共有することは探索的検索の大きな支援となる。しかし、このメタデータの関係を発見し関連付けるのは、ほとんどの場合、サービス提供者が行っており、サービス提供者によるメタデータの関係付けは、必ずしも情報利用者にとって十分ではない。

メタデータによって単に情報同士がつながるだけでなく、その関係をより構造化し

### 3. 関係性に基づく対話的情報構造化 3.3 関係性に基づく対話的情報構造化の提案

ていく必要があり、多様な観点による情報利用を促進するためには、ユーザ自らが、情報探索目的に応じて個々に存在している多様なメタデータの中から関係性を発見し構造化していくような、新たな情報構造化手法を考えていく必要がある。

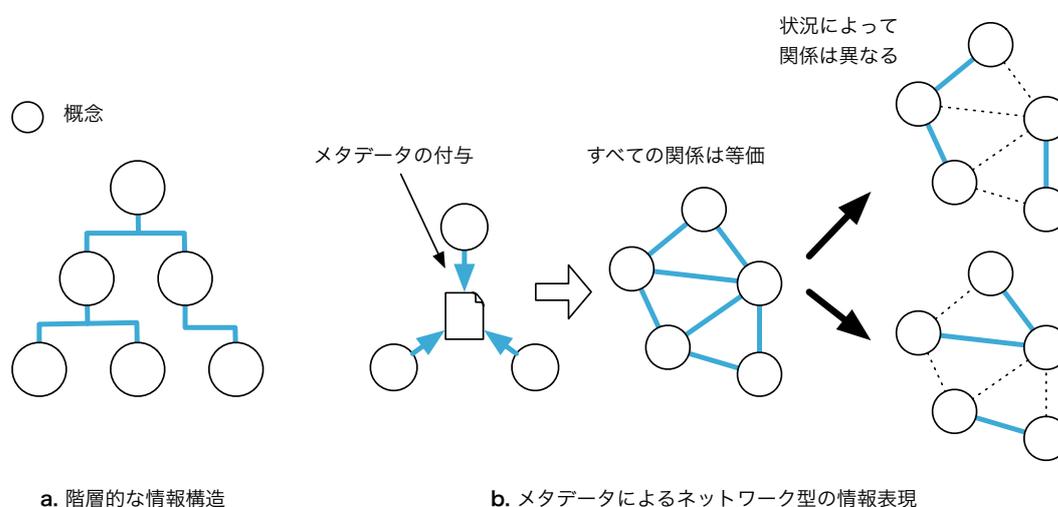


図 3.3: 階層的な情報構造とメタデータが作り出すネットワーク型の情報構造

### 3.3 関係性に基づく対話的情報構造化の提案

ユーザ自身が、情報探索目的に応じて、個々に存在している多様なメタデータの中から関係性を発見し構造化していくためには、情報探索をおこなっている状況において、また、対話的に柔軟に構造化させることが重要である。

特定のメタデータ同士が関係付けられるのは、そこになんらかの意図が存在しているからであり、この意図は、状況によって大きく変化する場合がある。例えば、旅行に必要なものといったとき、行く場所や、目的によって、関係するものは異なってくる。このような、関係の状況依存性は、アドホックカテゴリによって説明できる。つまり、探索過程での構造化は、問題解決のための思考を引き出しやすく、そこでの構造化は、目的を達成させるための有益な関係である可能性が高い。ただし、多様である状況依存的な関係を考えたとき、その関係を表すメタデータが存在しない可能性が当然ある。このため、メタデータだけでなく、情報同士も関係付けできる必要がある。探索状況の中での関係は、問題を解決するための有益な関係であるため、それを記録することは重要であり、情報同士の関係は、概念化、つまりメタデータ付与の手助けになる。情報同士の共通する特徴から、その関係を概念化する手法は、帰納的分類として知られている [緑川 96]。

次に、情報要求が曖昧なとき、メタデータの関係がすぐにわかるとは限らない。構造化過程の試行錯誤の中から、発見的に関係が見つかる場合もある。このため、柔軟

3. 関係性に基づく対話的情報構造化 3.3 関係性に基づく対話的情報構造化の提案  
 に関係を分割したり再構成したりすることで新たな関係を発見するといった、対話的な構造化が行える必要がある。

本研究は、上記の情報探索過程における構造化、対話的で柔軟な構造化の二つの課題に対して、ユーザによる多様なメタデータの構造化を実現するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」を提案する。

### 3.3.1 関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプト

本研究のコンセプトは以下のようにまとめられる。

コンセプトまとめ

1. 状況性
2. 対話性
3. 関係性

状況性とは、ユーザが情報システムを利用し、情報要求を満たそうとしている状況のことである。対話性とは、情報システムとの対話の中で、情報構造化を行うことである。関係性とは、メタデータ同士、あるいは情報（リソース）同士を関係付けることである。つまり、関係性に基づく対話的情報構造化とは、「ユーザの問題解決過程という状況」において、「情報システムと対話」しながら、「情報同士の関係」を記述する構造化である（図3.4）。なお本節以降の図（図3.4,3.5,3.6,3.7）における青い線は、ユーザが付与するつながりを示し、黒い線は、青い線が付与された結果つながる関係を示している。

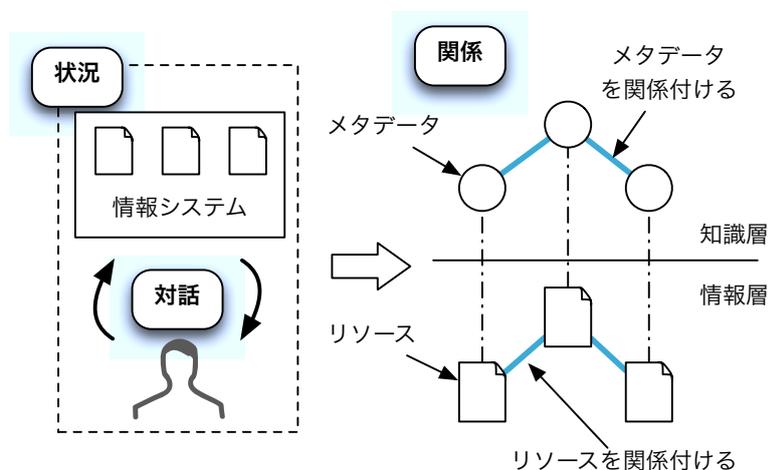


図 3.4: 関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプト

このコンセプトを「探索的メタデータ検索」、「グルーピングによる情報構造化手

3. 関係性に基づく対話的情報構造化 3.3 関係性に基づく対話的情報構造化の提案方法」,「リンクによる情報構造化手法」の3つの異なる構造化方法で実現する。

### 3.3.2 探索的メタデータ検索

探索的メタデータ検索は、メタデータ利用の中でメタデータ間の関係を記述する情報構造化手法である(図3.5)。ユーザが探索の中で、有益なメタデータ間の関係を見つけそれを記録する。また、属性、属性値とより構造化されているメタデータにおいては、属性値だけでなく、属性同士の関係も記述できる。

有益な関係記述を実現するには、多様なメタデータを自在に組み合わせることが必要である。探索的メタデータ検索は、視覚的オブジェクトを利用することで、情報の関係性を視覚化して分析的にメタデータを用いる。これによって、発見的な情報探索を可能して、有益なメタデータ間の関係記述を実現する。

本研究では、探索的メタデータ検索に基づいたメタデータ検索インタフェース「Dash-Search」を試作する。また、提案手法が、多様なメタデータに対応できるかを検索するため、ローカルデスクトップ上のファイルに付与されているメタデータ、論文に付与されているメタデータ、RDFと三つの異なるメタデータを用いた。

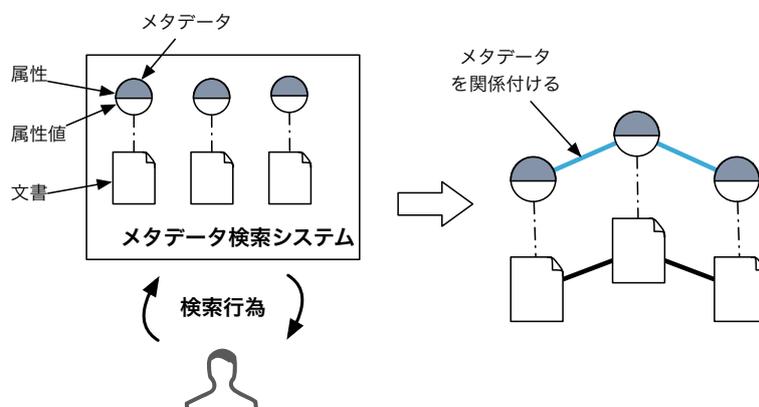


図 3.5: 探索的メタデータ検索

### 3.3.3 グループングによる情報構造化手法

グループングによる情報構造化は、リソースを集めながら分類することで、リソース間の関係を記述する構造化手法である(図3.6)。リソースにメタデータが付与されていると、リソース間の関係性から、メタデータ同士の関係を導き出せる。また、リソース間の関係をユーザが付けられることで、リソース間をつなげる概念を言語化できなくても、関係付けを行うことができる。

本研究では、グループングによる情報構造化手法に基づくブックマークインタフェース「Comame」を試作する。Comameは、探索プロセスにおいてブックマークを集めた

がら緩やかに分類し、また分類することでユーザ自身の情報要求の具体化を支援する。

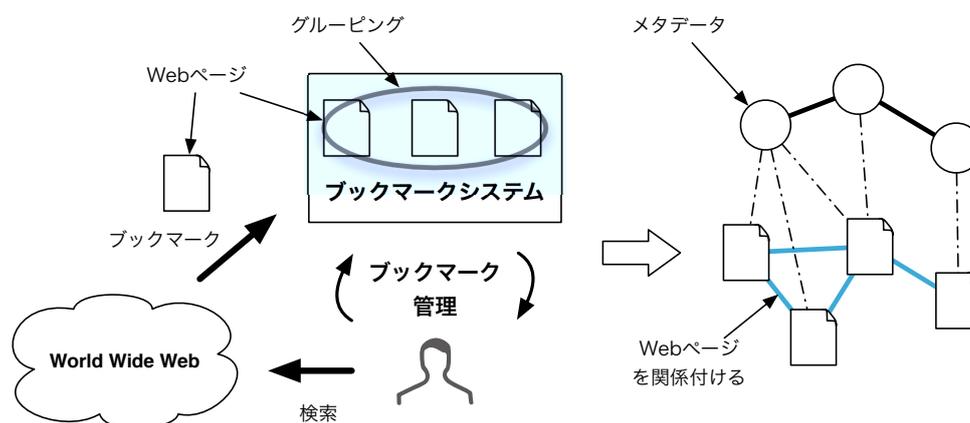


図 3.6: グルーピングによる情報構造化手法

### 3.4 リンクによる情報構造化手法

リンクによる情報構造化は、リソース同士をリンク付けすることによって、リソース間の関係を記述する構造化する手法である（図3.7）。グルーピングによる情報構造化手法と同様に、リソースにメタデータが付与されていると、リソース間の関係性から、メタデータ同士の関係を導くことができ、また、リソース間の関係をユーザが付けられることで、リソース間をつなげる概念を言語化できなくても、関係付けを行うことができる。ただし、グルーピングによる構造化手法とは異なり、分類行為を伴わないため、より多くの情報利用行為の中に埋め込むことができる。

本研究では、リンクによる情報構造化手法に基づくカメラインタフェース「RefleCam」を試作する。RefleCamは、写真撮影、閲覧、共有の中にリンク付けを統合することで、継続的な写真間の関係付けを実現する。また、単純なリンク付け行為により、モバイル環境においても構造化行為が行える。

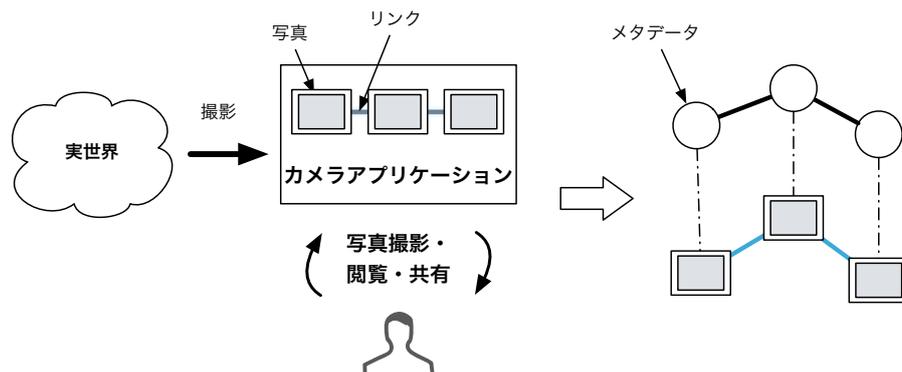


図 3.7: リンクによる情報構造化手法

### 3.5 まとめ

本章では本研究の問題背景を整理し、本研究が取り組む課題を明確にした。そして、その課題を解決するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」を提案し、その具体的手法である「探索的メタデータ検索」、「グルーピングによる情報構造化手法」、「リンクによる情報構造化手法」について述べた。



## 第 4 章

# 探索的メタデータ検索

### 概要

多様な検索視点を提供するメタデータ検索は、検索クエリ利用の複雑さから対話的な情報探索行為を難しくしている。そこで本研究では多様な検索視点で試行錯誤しながら情報を探し出す「探索的メタデータ検索 (Explorative Metadata Search)」を提案する。探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現して、検索クエリ作成の支援をおこなう。さらに、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくする。そして、これを実現する検索インタフェース DashSearch を開発して、デスクトップ検索、論文検索、RDF 検索に応用した。評価実験等を行った結果、DashSearch は、メタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消して、対話的な情報探索行為を支援できることを確認した。

## 4.1 はじめに

近年、コンテンツマネジメントシステム (CMS) の普及などによってメタデータが付与された情報がウェブ上にも多く存在するようになり、メタデータ検索の重要性は高まっている。メタデータ検索の利点は情報を多様な視点から効率よく検索できる点にある。例えば蔵書検索であれば、著者名、タイトル、出版日付などで絞り込み検索を行うことができる。また、Eコマースサイトにおける商品検索や蔵書検索、デスクトップにおけるファイル検索などでも広く利用されている。

このように広く用いられているメタデータ検索であるが、以下に示すような問題点がある。まず、メタデータ検索に用いるクエリは属性+属性値という構造を持つため、自ずとクエリが複雑になってしまう。また、絞り込み効果が強すぎて検索結果が0件であるクエリを作成してしまうことがしばしば起こる。結果的に、検索対象の知識が十分ではない人々にとっては、適切な検索クエリの構築が困難になる。さらに、こうした要因からメタデータ検索では条件を変えて何度も検索することが難しい。一般的な検索エンジンでは目的のファイルなどが見つからなかった場合、キーワードを追加/変更して容易に再検索を行えるが、メタデータ検索ではクエリの構築が困難である上に検索結果が得られないことも多く、クエリを再構築するヒントすら得られない状況が起こりやすい。

また、ユーザは探索的な検索行為の中では、検索クエリを変化させ検索対象を広げたり、逆に検索対象を絞り込んだりといったことを繰り返しながら情報要求を具体化させ目的の情報を得ている。この検索行為においてメタデータを用いると、より明確な関係性 (同じ属性値) に基づいて検索対象を広げたり、より明確なクエリ (属性+属性値) によって検索対象を絞り込むことができる。例えば、気に入った曲から新たな曲を探そうとするとき、気に入った曲と同じアーティストの曲を見つけ、さらにそのアーティストがよく作成するジャンルの曲を見つける。そして、そこから他のアーティスト名で曲を絞り込んでいく。このように、メタデータを用いて、自分の興味を広げていき、そこから情報を絞り込むことができる。しかし、このようなメタデータ検索を行うには、複数あるメタデータから適切なものを入力する必要がある、また何度も検索行為が必要である。以上のことから、一般に普及したメタデータ検索であるが、その効果を十分に発揮できるのは検索対象に精通した熟練者のみであり、初心者は使いこなせていないのが現状である。

そこで本研究では多様な検索視点で試行錯誤しながら情報を探し出す「探索的メタデータ検索 (Explorative Metadata Search)」を提案する。探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現して、検索クエリ作成の支援を行う。さらに、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくする。そして、これを実現する検索インタフェース DashSearch を開発した。

## 4.2 メタデータ検索と関連研究

メタデータ検索において繰り返し検索行為をすることは、検索クエリの構築の複雑さから、検索初心者にとって難しい行為である。これは単に検索クエリ構築が難しいということだけではなく、ユーザの情報要求を満たす上でも大きな問題になる。なぜなら、ユーザの情報探索過程はシステムとの対話的な性質をもっており、ユーザは検索システムの結果や得られた文章に影響をうけることで検索クエリや情報要求を発展させ、情報探索を繰り返すことで情報要求を満たしている [Bates 89]。しかし、第1章で述べたようにメタデータ検索では検索行為の繰り返しが行いにくいいため、こうした対話的な探索行為を通して情報要求を満たすことが困難である。我々は、メタデータ検索における検索クエリ利用の複雑さを解消して、多様なメタデータを駆使して検索を自由に行えることができれば、ユーザに情報探索のための新たな視点を与え、情報要求の具体化や発展に繋げることができ、対話的な情報探索行為を支援することができると考えた。

次に、本研究に関連する研究領域として、「ファセット検索システム」、「柔軟なメタデータ検索システム」、「対話的な検索システム」を紹介し、本研究の位置づけを整理する。

ファセット検索とは、階層的に選択可能なメタデータの候補を表示して検索をナビゲートする手法であり、メタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消することができる。図書館情報学の分野において古くから知られている手法であるが [Ranganathan]、現在では音楽プレーヤの選曲など他分野でも広く用いられており、様々な研究がなされている [Hearst 00, Hearst 06, schraefel 06, Wilson 08b, Wilson 08a]。ファセット検索の利点はメタデータの構造を理解しなくても、情報を絞り込むことができる点にある。しかし、一般的なファセット検索は情報を絞り込む方向へナビゲートするため、検索の視点を変え検索対象を広げるといったことは行いにくい。探索的な検索行為では、情報を絞り込むだけでなく検索視点を変えて、検索対象を広げることも必要である。

柔軟性を高めたファセット検索システムの研究として、schraefelらの mSpace[schraefel 06] は直接操作によって検索条件を入れ替えることができるファセット検索を実現している。属性を表すパネルを入れ替えることで、検索の視点を変化させることができる。さらに、mSpaceを拡張する Backward Highlighting[Wilson 08a] は、検索結果のコンテンツを選択すると、そのコンテンツが持つ属性値を属性を表すパネルへ反映することができる。多様な検索視点をユーザに提供する。また、ファセット検索によらず柔軟なメタデータ検索を実現する研究として、ダイナミッククエリ [Shneiderman 94] では、検索クエリをスライダーなどのウィジェットによって調整する。クエリを変化させると、視覚的に表現された検索結果もそれに伴い変化するため、検索結果を閲覧しながらクエリを調節できる。Cutrellらの phlat[Cutrell 06] は検索結果に含まれるメタデータを提示することで簡単に検索条件に追加し検索結果を絞り込むことができる。視覚的なオブジェクトを組み合わせることで柔軟な検索クエリ作成を支援する研究として、Tsudaらの IconicBrowser[Tsuda 90] は異なる機能を持つアイコンを組み合わせることで多様な検索クエリを生成を行う。Youngらの filter/flow モデル [Young 93]、Hansakiらの

FindFlow[Hansaki 06]は、検索条件となるフィルターを表す視覚的なオブジェクトを組み合わせながら、順次検索結果を絞り込んでいく。一方で、対話的な情報探索においては、新しい検索結果をもとに、以前の検索結果を再評価したり、検索クエリを修正したりすることも重要である。こうした検索行為の支援には、複数の検索タスク間を行き来したり、検索タスク間で検索クエリを共有するといった情報探索過程における操作が必要だが、従来研究では対応が困難であった。

情報探索過程に視点を置いた対話的な検索システムにHendryらのSketchTrieve[Hendry 97]やCousinsらのDLITE[Cousins 97]などがある。これらのシステムでは、検索条件/結果を視覚的なオブジェクトとして表現し、視覚的な空間に自由に配置する。ユーザは、検索条件を表すオブジェクトと検索結果を表示するオブジェクトを線で繋げることで検索を行う。また、検索条件オブジェクトは作業空間に保持することができ、別の検索にも利用できる。しかしこれらの研究では、メタデータ検索の簡易化までは主眼においておらず、ファセット検索が行えるものは存在しなかった。

我々が提案する探索的メタデータ検索は、SketchTrieveやDLITEのアイデアである視覚的なオブジェクトを用いてメタデータ検索における検索クエリ利用の複雑さを解消するものである。

## 4.3 探索的メタデータ検索

我々が提案する探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現し、さらに視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくする。以下、「視覚的オブジェクト」と「検索作業空間」について、詳しく説明する。

### 4.3.1 視覚的オブジェクト

メタデータを表示するオブジェクト（以下、メタデータオブジェクト）と情報検索サービスの検索結果を表示するオブジェクト（以下、サービスオブジェクト）の2種類の視覚的オブジェクトを用いて、「直接操作による検索式の作成」、「ファセット検索」を実現する。

#### 直接操作による検索式の作成

属性値を選択したメタデータオブジェクトを接触させて組み合わせることで、検索条件の論理積を表しクエリを構成する。サービスオブジェクトからメタデータオブジェクトを離すとクエリからその条件を削除することができる(図4.1)。離れたメタデータオブジェクトをサービスオブジェクトに再び接触させると、検索条件を元に戻すことができる。このように、検索式の作成を直接操作[Shneiderman 83]によって行えることで検索条件の追加/削除が容易にでき、複雑な検索式をすばやく作成することができる。

また、検索条件を視覚的オブジェクトにしたことで、単に文字列で表現するだけでなく、メタデータの性質に合わせた表現がやりやすくなる。例えば、日付情報をリスト形式ではなく、カレンダー形式で表示するなどが考えられる。

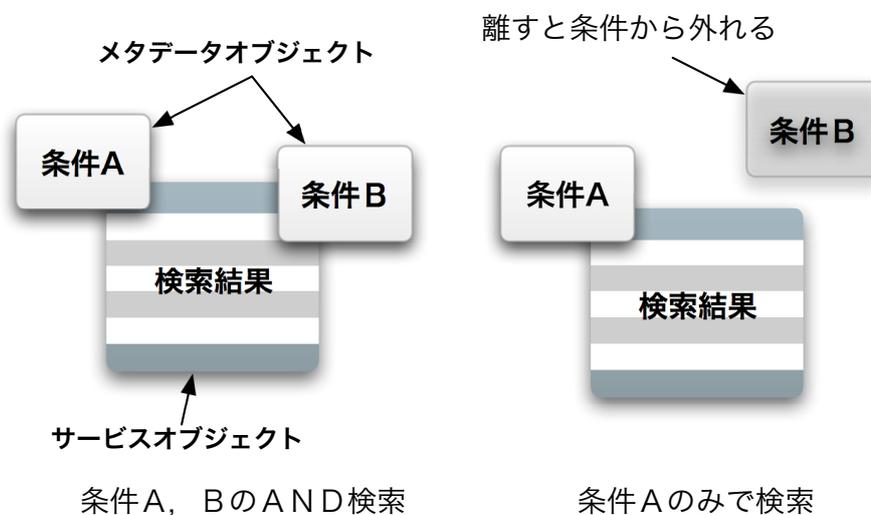


図 4.1: 視覚的オブジェクトによる検索式の作成

## ファセット検索

メタデータオブジェクトは、検索結果に接触させることで検索結果に含まれる指定した属性の値をリスト表示する。これによってどのような値でメタデータ検索が行えるのかがわかる。そして、このメタデータオブジェクトを組み合わせることによってファセット検索を実現することができる。例えば音楽ファイルを検索した結果を表示したサービスオブジェクトに属性 genre を指定したメタデータオブジェクトを接触させると、メタデータオブジェクトに検索結果にふくまれるジャンル一覧が表示される(図 4.2-a)。リストの項目には該当する検索結果数も表示され、どのような属性値が検索結果に多く含まれているかわかるようになっている。さらに属性 artist を指定したメタデータオブジェクトを接触させると、アーティスト一覧も同時に表示することができる(図 4.2-b)。次に、この属性値のリストの項目 Electronic を選択することで、ジャンル Electronic で検索結果を絞り込みが行える。ここで、メタデータオブジェクトを複数接触させていると、他のメタデータオブジェクトが表示している属性値も絞り込む。図 4.2-c では、検索結果に含まれる artist 一覧がジャンル electronic で絞り込んである。ファセット検索を実現することで、次に選択可能なメタデータを階層的に表示することができ、検索結果の絞り込みをナビゲートできる。

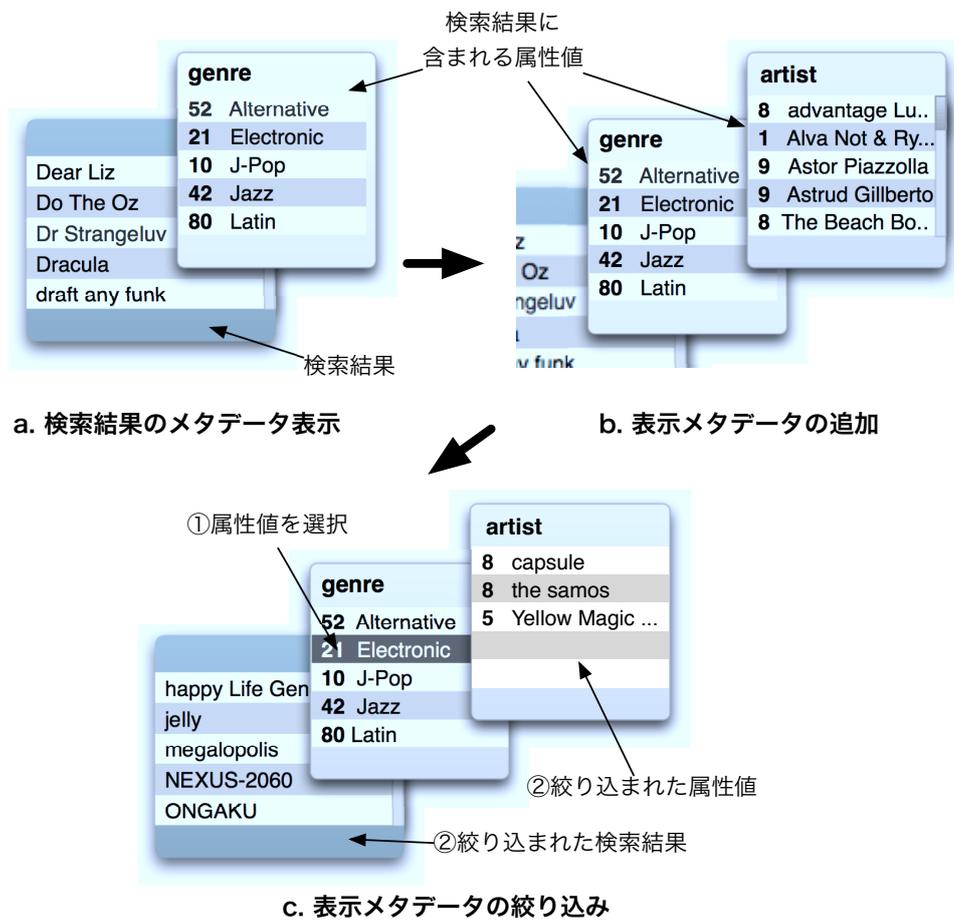


図 4.2: 視覚的オブジェクトによるファセット検索

## 4.3.2 検索作業空間

視覚的オブジェクトを複数配置できる検索作業空間を用意することで、単なる検索以上のより多様な情報探索行為が行える。例えば、音楽ファイルを検索したサービスオブジェクトの検索結果の中から曲を選択すると、選択した曲のメタデータが接触しているメタデータオブジェクトに反映される(図4.3-a)。次に、図4.3-bに示すように、この状態でそのメタデータオブジェクトを他の検索サービス、例えばジャンルについて詳しい解説を蓄積したデータベースを検索できるサービスなどに接触させることでその曲に関連する情報を調べるといった、メタデータを媒介とした関連検索を実現する。

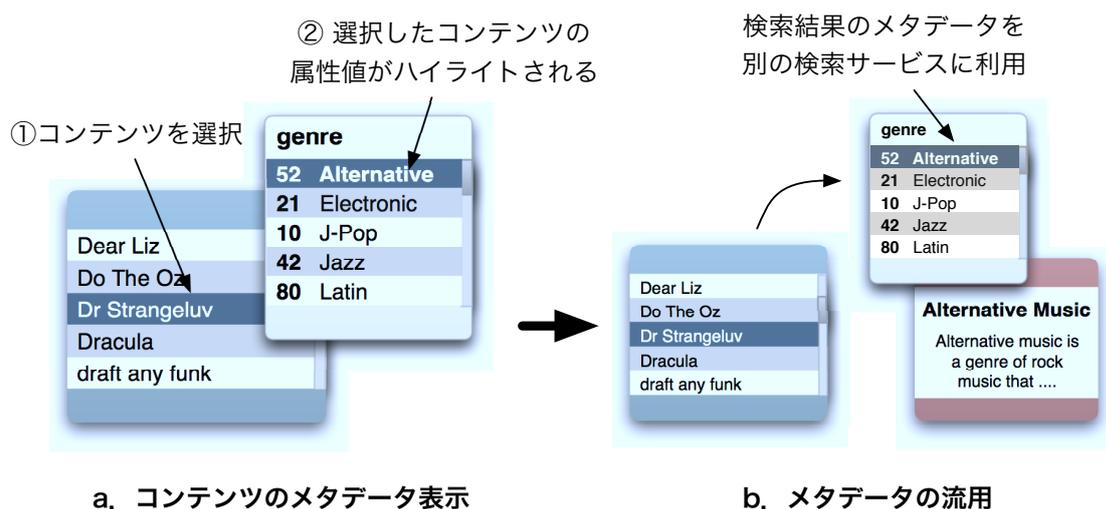


図 4.3: 関連情報の検索

また、図4.4に示すように、サービスオブジェクトAで「Jazz」、サービスオブジェクトBで「J-Pop」とジャンル検索した結果に、メタデータオブジェクト（アーティストを指定）を二つのサービスオブジェクト両方に接触させるように配置すると、Jazz, J-Popで検索した結果に共通するアーティストを見つけることができる。これにより、この二つのジャンルにおいて活躍しているアーティストを捜し出すことができ、自分の興味に近いキーパーソンを見つけ、そのアーティストを通じてより自分の興味ある情報を探ることができる。このように、複数の検索結果集合の共通するメタデータを調べることで、検索結果の特徴を調べながら探索するという分析的な検索もできる。

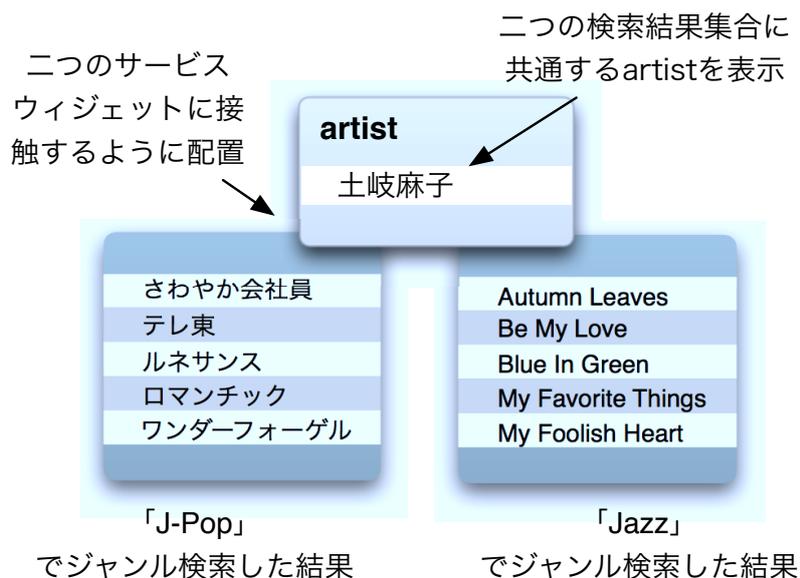


図 4.4: 複数の検索結果に共通するメタデータの表示

## 4.4 Desktop DashSearch

### 4.4.1 システム概要

デスクトップ検索においてファイルタイプ、作成日などのメタデータは目的のファイルを探す上で有用である。また、デスクトップ検索における検索対象は、ほとんどの場合、過去に利用したファイルである。メタデータ検索を用いれば、探したいファイルの名前／保存先などを思い出せなくても、ファイルを利用していたときの状況さえ覚えていれば、探し出せる可能性がある。例えば、一緒に利用していたファイルを知っていると、そのファイルの作成日などから、目的のファイルを間接的に見つけることができる。我々の提案する探索的メタデータ検索では、このようなデスクトップにおける間接的な情報検索を効果的に支援することができる。

そこで、我々は、探索的メタデータ検索をデスクトップ上で実現する「Desktop DashSearch」を開発した。Desktop DashSearchは、Mac OS 10.4以降に標準搭載されるデスクトップウィジェットプラットフォーム「Dashboard」上で実装した。デスクトップウィジェットとは、デスクトップから即時アクセスが可能な常駐型の簡易アプリケーションでカレンダー、時計などがある。Desktop DashSearchは、Dashboard上で動作することで、ウィジェットが持つ即時アクセスという性質を採り入れつつ、メタデータのリッチな表現／高度な操作を行える。

サービスオブジェクトとして、デスクトップ検索ウィジェットを作成した。メタデータオブジェクトとして、汎用的なメタデータウィジェット、日付情報の表現、操作に特

化したカレンダーウィジェット、ファイルに付与されているメタデータ一覧を確認できる詳細情報表示ウィジェットを作成した(図4.5).



図 4.5: Desktop DashSearch

デスクトップ検索ウィジェットは、Mac OS X のデスクトップ検索システムである「Spotlight」をコントロールし、ファイル検索が行える。メタデータウィジェットは、選択した属性の属性値をリスト表示する。カレンダーウィジェットでは、カレンダー上で日付の選択を行ったり、ファイルに付与されている日付情報を表示することができる(図4.6)。詳細情報表示ウィジェットは、デスクトップにおいて選択しているファイルのメタデータ一覧を表示することができる。さらに、表示されているメタデータを選択することで、検索条件として直接利用できる(図4.7)。



図 4.6: カレンダーウィジェット

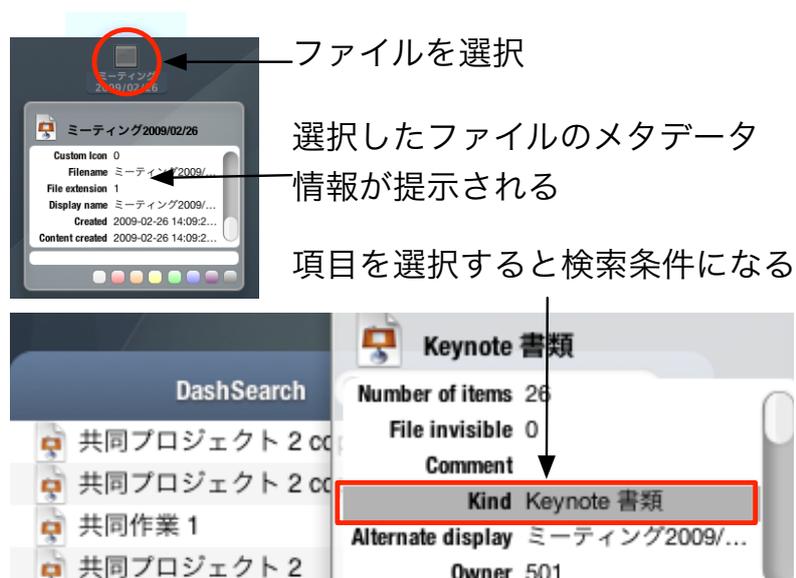


図 4.7: 詳細情報表示ウィジェット

### 4.4.2 実装

Desktop DashSearchの実装について述べる。Dashboard上で複数のウィジェットを連携させるために、ウィジェットに組み込む「プラグイン」とウィジェットの管理を行う「サーバー」を実装した。このプラグインとサーバーがプロセス間通信することでウィジェット同士が連携して動作する。プラグインは、ウィジェットの座標とサイズを随時サーバーに送信する。サーバーでは、これらの座標／サイズを元にして接触判定を行い、接触したウィジェット同士の通信を仲介する。開発言語として、サーバーとプラグインにはObjective-Cを、ウィジェットにはJavaScriptを用いた。

### 4.4.3 実験概要

DashSearchがメタデータにおける検索クエリの複雑さを解消して、対話的な情報探索を支援することができるかを検証するため「検索行為の繰り返し」、「関連情報の検索」という観点から従来システムと比較する。比較対象の従来システムには、MacOSXに標準で搭載されるメタデータ検索インタフェースを用いた。このインタフェースは、ポップアップメニューで属性を指定し、キーワード入力で属性値を指定することができる。これは、メタデータ検索において標準的なインタフェースで、ユーザがもっとも使い慣れているものである。本論文では、この標準的なメタデータ検索を基準として、提案システムの有用性や受け入れやすさにどのくらい差が出るかを調べることにした。また、評価実験の前に、同一の実験タスク（検索条件は異なる）を各システムにおいて、システムの操作とタスクの理解のため一通り行ってもらった。そして、メタデータの設定しやすさを評価するためアンケートによる調査も行った。各タスクにおいて従来システムと比較しどちらが使いやすいか、どちらが便利かの相対評価を5段階のアンケートで答えてもらった。実験環境として、MacBookPro Core2Duo 2.33GHz、画面解像度1280\*800を用いた。被験者は16名(男性9名、女性7名、年齢22~35歳)である。タスク1, 2, 3をそれぞれ一回ずつ行ってもらった。次に、実験タスクの詳細について述べる。

#### 検索行為の繰り返し

前述したように、メタデータ検索における検索クエリ構築の複雑さが、検索行為の繰り返しを困難にしていると考えられる。そこで、タスク1では、検索を繰り返す行為の達成速度を従来システムと比較することで、DashSearchの性能を定量的に評価する。検索行為の速度が速ければ、検索行為の手間が少ないと推測されるため、検索クエリ構築の複雑さが解消されていると考える。なお、各検索で利用するキーワード、著者名、ファイルの種類を固定し、条件を入れ替え試行錯誤している状況を想定した。

**タスク 1: タスク 1:メタデータ検索の繰り返し**

「キーワード+著者名」、「キーワード+ファイルの種類」、「キーワード+著者名+ファイルの種類」という検索条件を用いた検索を順に行うよう被験者に指示し、各検索結果の数をすべて答えるまでの時間を測定する。なお、各検索で利用するキーワード、著者名、ファイルの種類は同一である。

**関連情報の検索**

対話的な情報探索を支援するには、メタデータ検索における検索クエリ構築の複雑さの解消に加えて、複数の検索タスク間を行き来したり、検索タスク間で検索クエリを共有することが必要と考える。そこで、タスク 2 では、検索結果に含まれるファイルの関連ファイルを検索し、従来システムと比較した達成速度を計測することで、関連情報の検索行為を定量的に評価する。このタスクは、ファイル検索を行い見つけたファイルと同じ種類のファイルを探そうとする検索を想定したものである。

**タスク 2: 検索した結果を再利用した検索**

検索結果に含まれるファイルの関連ファイルの検索を効率的に行えるかを確認する。まず、被験者は指定するキーワードで検索を行い、検索結果に含まれる特定のファイルを見つける。次に、そのファイルに付与されたメタデータを確認する。さらに、新たに指定するキーワードと、確認したメタデータを用いて再度検索し、検索結果の数を回答する。これらのプロセスを達成するまでの時間を測定する。

Desktop DashSearch は、Dashboard 上で実装することでデスクトップからの即時アクセスやメタデータのリッチな表現/高度な操作を取り入れた対話的な情報探索を実現する。例えば、詳細情報表示ウィジェットは、デスクトップ上のファイルを選択し Dashboard を起動するとファイルに付与されているメタデータを調べることができる。そして、このウィジェットをメタデータオブジェクトとして利用することで、ファイルの詳細情報の確認から関連情報の検索へ直接操作によって移ることができる。タスク 3 では、このようなウィジェットを併用した検索行為を評価する。このタスクは、デスクトップ上に存在しているファイルと同じ種類のファイルを探そうとする検索を想定している。Desktop DashSearch は詳細情報表示ウィジェットを利用しこの検索を行う。

#### タスク 3: 選択したファイルに関する検索

デスクトップ上のファイルの関連ファイルを探す検索が効率的に行えるかを確認する。まず、被験者はデスクトップ上のファイルを選択し、その中のメタデータを確認する。さらに、そのメタデータを用いてファイルを検索し、検索結果の数を回答する。これらのプロセスを達成するまでの時間を測定する。

#### 4.4.4 実験結果

各実験のタスク達成速度を箱ひげ図で表したものを図 4.8 に、アンケート結果を表 4.1 に示す。タスク 1, 2 では従来システムに対し中央値で約 2 割、タスク 3 では従来システムに対し中央値で約 5 割の速度が改善された。t 検定を行った結果、各実験すべてにおいて有意差 ( $p < 0.01$ ) があつた。さらに、表 4.1 で示すアンケート結果から各タスクにおいて従来システムより便利・簡単と感じた人が半数以上いた。また、検索タスクの妥当性を確認するためアンケートを行った結果、検索タスク 2 のような検索結果からの関連検索をしたいと思つたことがあると答えた人は 16 人中 9 人、検索タスク 3 のような選択したファイルから関連検索をしたいと思つたことがあると答えた人は、16 人中 11 人であつた。

DashSearch では、メタデータの確認と検索が同じ作業空間で行え、複数の検索タスクで容易に検索条件を共有できるため、「ウィンドウの切り替え」や「メタデータのコピー&ペースト」などの操作が不要なことから、検索速度が大幅に速くなつたと考えられる。

以上の結果により、この実験において DashSearch は、検索速度が従来システムに比べ向上しており、ユーザの満足度も高いことが確認された。したがつて、DashSearch はメタデータを使った検索クエリを使いやすくすることが期待でき、よつて対話的な情報探索行為の支援に貢献できると考える。

表 4.1: アンケート結果

		-2	-1	0	+1	+2
タスク 1	便利	0	0	4	8	4
	簡単	0	2	1	8	5
タスク 2	便利	0	0	4	7	5
	簡単	0	2	1	8	5
タスク 3	便利	0	0	1	8	7
	簡単	0	0	1	4	11

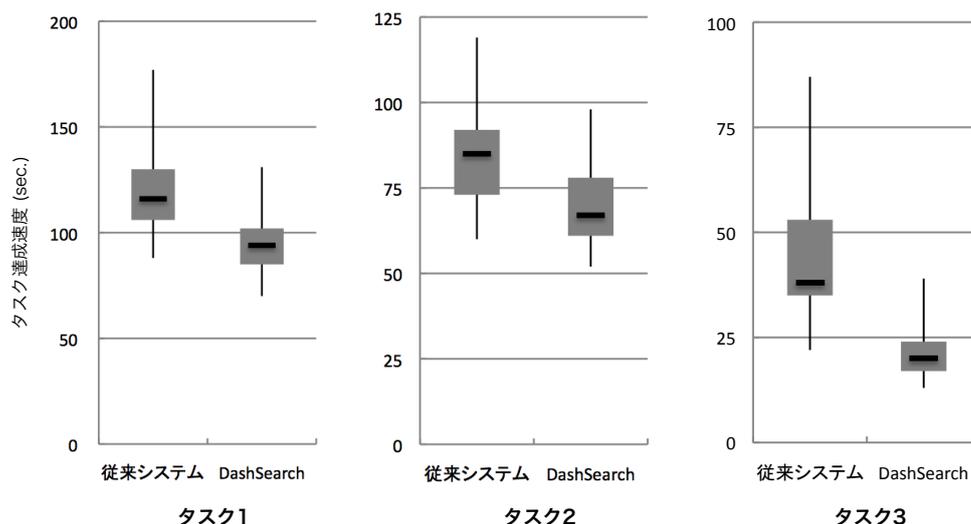


図 4.8: タスク達成速度の比較

## 4.5 CiNii DashSearch

### 4.5.1 システム概要

論文検索において、初めて調べる分野ではどのような学会を対象に探したらいいのか、誰が最もその分野で活発的に活動している人か、そして、どのような論文を読んだらいいのかわからないといったことは珍しくない。このとき、検索結果のメタデータを利用すれば、検索したキーワードにもっとも関係する学会／人などの情報を読み取ることができる。よって、これらのメタデータを活用できれば、情報要求を満たす論文を探しやすいと思われる。しかし、前述したように、複雑なクエリを必要とするメタデータ検索を積極的に使うのは難しい。そこで、メタデータ検索を積極的に活用できるよう DashSearch を論文検索に応用した。論文検索のデータベースとして、CiNii<sup>1</sup> を利用した。

サービスオブジェクトとして、CiNii 検索ウィジェット、メタデータオブジェクトとして、選択した属性の属性値をリスト表示するメタデータウィジェットを作成した(図 4.9)。まず、ツールバーに登録してあるアイコンをフィールドに移動させることでウィジェットが出現する。CiNii 検索ウィジェットは、CiNii が持つ論文情報をキーワードによって検索することができる。検索結果に含まれる論文を選択すると、選択した論文の情報がフィールドに表示される。メタデータウィジェットは、CiNii 検索ウィジェットに接触させることで、検索結果に含まれるメタデータを表示することができる。さらに、表示された属性値を選択することで、メタデータの絞り込み検索を行える。

<sup>1</sup><http://ci.nii.ac.jp/>

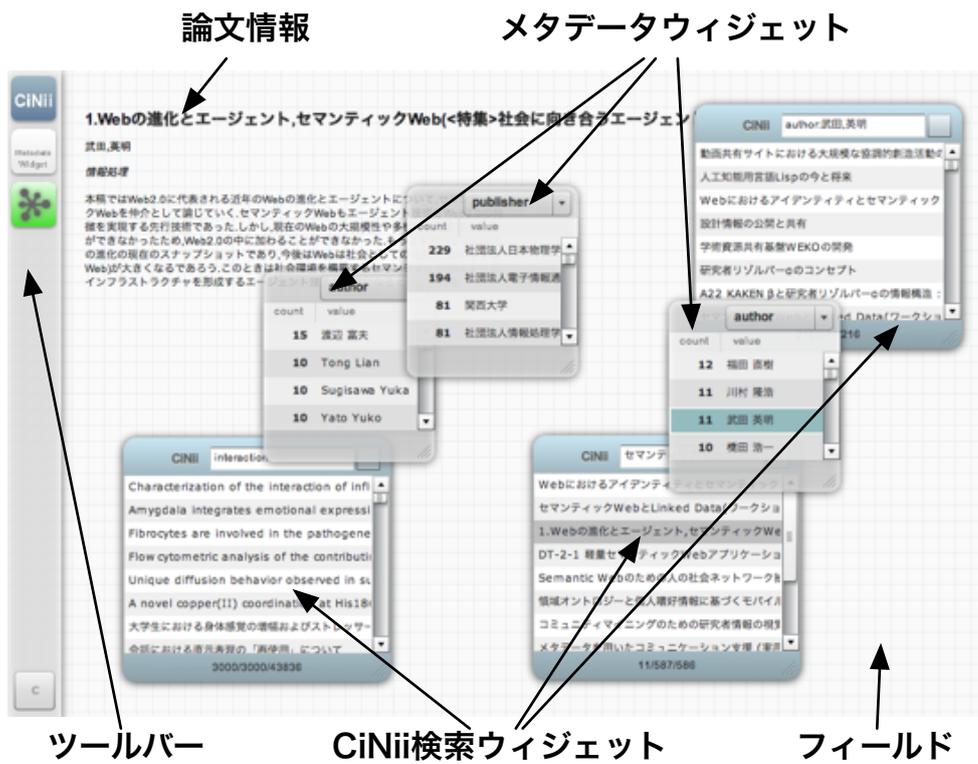


図 4.9: CiNii DashSearch

DashSearch を論文検索に応用するにあたって、メタデータの絞り込みの関係が視覚的にわかるように工夫した。デスクトップ検索においては、ユーザが属性値を選択したオブジェクトが、他の属性値を選択していないオブジェクトの属性値を絞り込むという単純な仕組みでファセット検索を実現していた。絞り込みのステップ数が小さいと思われるデスクトップ検索では、この単純な仕組みのほうが操作も簡単で利用しやすいが、検索対象のコンテンツ数の多い論文検索の場合、より多くのメタデータオブジェクトを組み合わせる可能性があり、絞り込みの順序関係が明示されないと表示されている属性リストの由来が不明確になる。そこで、重なったウィジェットの上下関係という視覚的特徴を利用して順序関係を表現した。下のメタデータウィジェットは、上のメタデータウィジェットを絞り込むことができるが、上のメタデータウィジェットは下のメタデータウィジェットを絞り込むことはできないようにし、絞り込みの方向を明確化した。上下関係の操作は、接触させる方向によって決めることができ、右から接触させると上になり、左から接触させると下になるというルールを適用した。多くのファセット検索において左から右へ絞り込む形式を採用しているため、絞り込みを増やすには右から追加するのが自然と考えた。これにより、メタデータウィジェットをドラッグしながら自在に任意の階層に配置できるようになる (図 4.10)。

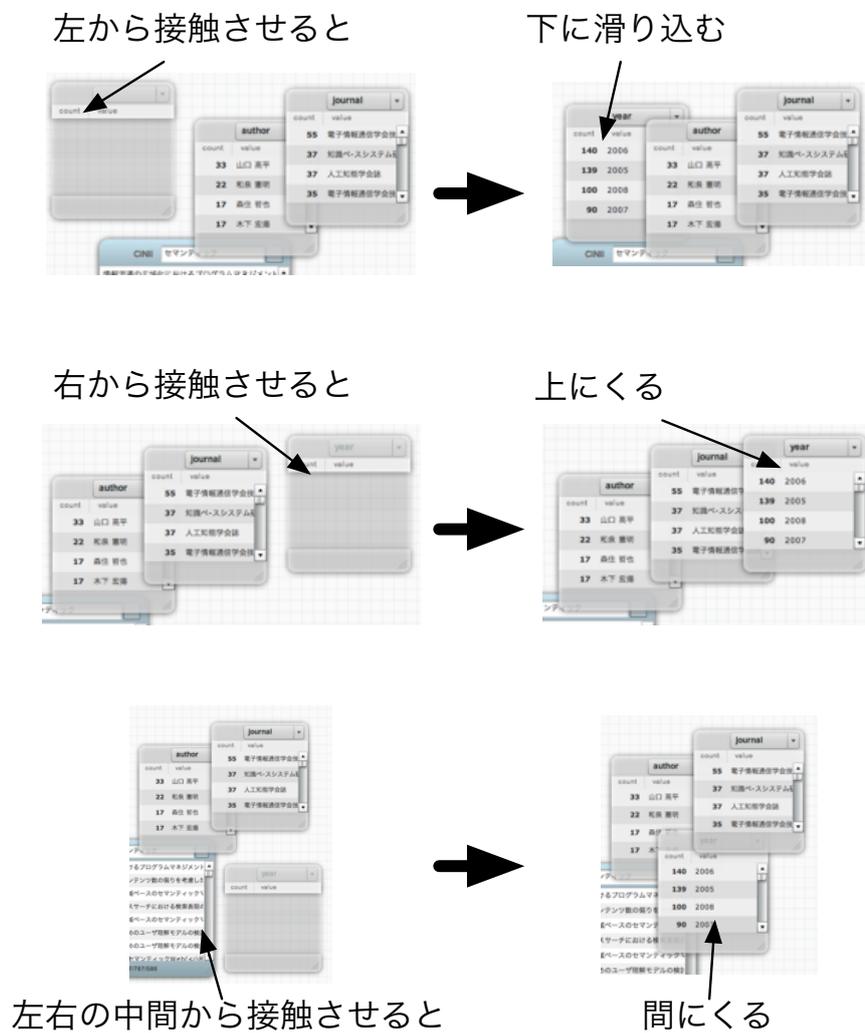


図 4.10: メタデータウィジェットの配置

### 4.5.2 実装

論文情報の取得には CiNii API<sup>2</sup> を利用した。CiNii DashSearch の実装には Adobe Flash(ActionScript3.0) を用いた。また、検索結果を取得する際の負荷を考慮して、現段階では検索結果を最大 3000 件までに制限している。このため、検索結果、属性値の数などは、CiNii が出力する値とは異なる場合がある。しかし、ユーザにとっては、数千件の検索結果を閲覧するのは非常に困難なため、一般的な検索条件においては、十分有益だと考える。

### 4.5.3 議論

論文検索においては、メタデータの構造はデスクトップ検索に比べ単純であるが、大量のメタデータから適切な検索結果を得るためには、複雑なクエリーが必要となることが多い。DashSearch ではこのような複雑なクエリーをウィジェットの組み合わせという形で容易に作るができる。以下にその例を示し、DashSearch の有効性を議論する。

#### 複数の条件を相互に変更しながらの絞り込み検索

DashSearch では複数のメタデータ属性値の件数を確認しながら必要な情報にたどりつく検索ができる。例えば、あるキーワードに、どんな分野で、どのような研究者が関わっているかを知りたいとする。CiNii 検索ウィジェットでキーワード検索した結果に対して、二つのメタデータウィジェットを順に重ね合わせて、それぞれ author (著者)、journal (雑誌) 属性を選択する。すると、それぞれ属性値の多い順に表示される。ここで著者ごとの件数に注目して一人の著者を選択すれば、その著者が発表している雑誌のみが 2 番目のメタデータウィジェットに表示される (図 4.11-a)。これによって主要な著者がどんな雑誌を中心に活動しているかわかる。そして、ウィジェットの階層順序を逆にすると雑誌から著者を絞り込むことができる (図 4.11-b)。階層的に提示されるメタデータの属性値によって検索結果の性質を確認することは一般的なファセット検索でも可能であるが、DashSearch はファセットを直接操作で柔軟に入れ替えることができる点で、検索結果をより多面的に確認することができる。

#### 複数検索の組み合わせ

CiNii 検索ウィジェットを複数用意し、メタデータウィジェットでつなぐことで、通常の Web 検索やファセット検索では不可能な検索クエリを実現することもできる。例えば、二つのキーワードに関係する著者を捜したいとき、通常の AND 検索では一つの論文に両方のキーワードが含まれている場合のみしか検索できないので、二つのキーワードに関する別々の研究を行っている著者は探せない。DashSearch では二つの CiNii 検索ウィジェットでそれぞれのキーワードで検索を行い、メタデータウィジェットをそ

<sup>2</sup><http://ci.nii.ac.jp/info/ja/if.opensearch.html>

author	
count	value
24	山口 高平
15	和泉 憲明
12	福田 直樹
10	武田 英明

journal	
count	value
13	電子情報通信学会技術研究報告
3	知識ベースシステム研究会
3	人工知能学会誌
2	電子情報通信学会技術研究報告

CiNii セマンティックWeb author:山口,高平  
ジーを用いたHTMLからのRDFデータ抽出

a. 指定著者の雑誌の提示



配置の入れ替え

journal	
count	value
36	電子情報通信学会技術研究報告
31	知識ベースシステム研究会
15	電子情報通信学会技術研究報告
15	人工知能学会誌

author	
count	value
13	山口 高平
7	福田 直樹
6	和泉 憲明
3	古宮 誠一

CiNii セマンティックWeb journal:電子情報通信  
オントロジーを用いたHTMLからのRDFデータ抽出

b. 指定雑誌の著者の提示

図 4.11: 条件の切り替え

の両方にまたがる位置に配置した上で、author（著者）項目を選択すれば、各キーワードを含む論文のどちらも書いている著者を列挙することができる。同様な方法は、複数のキーワードを指定してそのキーワードが使われている論文が含まれている雑誌を探すときにも使える。例えば、図 4.12 では 3 つキーワード（「Web」、「意味」、「ロボット」）が使われている論文が含まれる雑誌を検索した例である。

このような検索は、自分があまり詳しくない分野を調査したり、論文の投稿先の学会を探したりすることに利用できると思う。ファセット検索において、絞り込みの中で検索結果の傾向を知ることができることは知られていたが [Wilson 08b], DashSearch のように、汎用的な論文データベースを用いて、複数の検索結果をもとに GUI 上の直接操作で情報の性質を探れるような検索手法は存在しなかった。

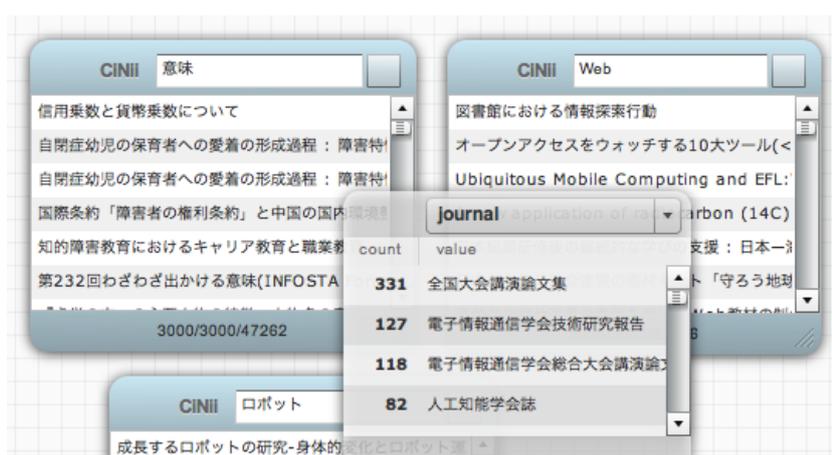


図 4.12: 複数検索の組み合わせ

## 4.6 DashSearch for Linked Data

Linked Data とは、Web を使って異なる情報源のデータを意味の付いたリンクを使って結びつけることである。技術的に言えば、機械的処理可能で、意味が明示的に定義されていて、外部のデータリンクとリンクし、リンクされる形で公開された Web 上のデータのことである [Bizer 09].

Web の API を用いれば、Web 上の異なる情報源の内容を組み合わせた強力なアプリケーションを作成できるが、開発者は、前もって与えられた固定されたデータセットだけを使わなければならないだけでなく、データモデルが複雑で、アクセス方法もさまざまであるデータセットを扱うためには、新たな開発手法を模索しなくてはならなかった。つまり、Web サービスごとに API に依存したクエリを発行したり、パースしたりすることが必要があった。

Linked Data を利用することで、Sparql という SQL ライクな検索クエリでデータを検索できるようになり、RDF 形式の多様なデータが同じ作法で得られるようになる。

これによって、Web をグローバルな共通のデータ基盤とし、制限のない情報源の上で標準的なアクセス機構により動作するアプリケーションが可能になる。つまり、マッシュアップのコストが格段に低下し、あらたな情報利用の可能性が期待できる。

本システムでは、この Linked Data を用いて、膨大な構造化された情報である Linked Data の性質を利用した、探索的メタデータ検索を実現し、発見的に情報探索を実現する。

#### 4.6.1 システム概要

論文データベースのように属性、属性値によって情報検索ができるようにするのが目的。ただし、Linked Data は先に示したように、リンク構造によって記述されている。これを、メタデータ検索するには、属性、属性値という形に変換する必要がある、この形でデータが取得できるように Sparql クエリを内部で作成している。データには、科研費データベース<sup>3</sup>のデータを RDF 化したものを利用した。

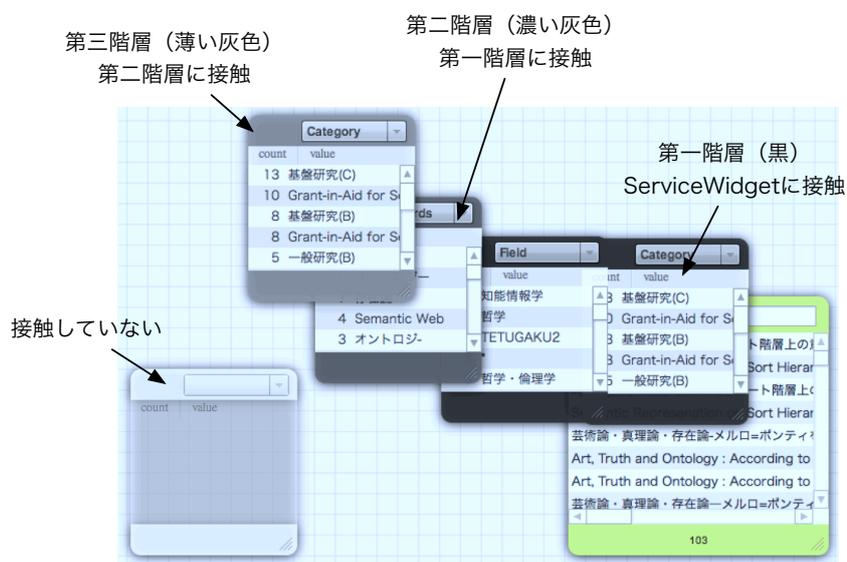


図 4.13: LinkedData DashSearch

## 4.7 考察

本研究では、Desktop DashSearch と CiNii DashSearch の実装と評価／議論を通して、「探索的メタデータ検索」の有効性を示した。4.4 節では、自在な組み合わせを容易にして、メタデータの検索クエリ利用の複雑さを解消した。また、素早い関連情報検索を実現したことで、対話的な情報探索行為を支援できることを示した。4.5 節では、

<sup>3</sup><http://kaken.nii.ac.jp/>

従来のメタデータ検索では行いにくい大規模で複雑なメタデータ検索が容易にできることを示した。

我々が提案する探索的メタデータ検索は、自在に検索条件を入れ替えることのできる対話的な情報探索行為を実現したことで、一見関連がなさそうな検索条件でもそれを試す行為が気軽に行えるようになり、これを繰り返すことで意外な発見に繋げることができると考えている。探索的メタデータ検索では、検索条件を検索作業空間に配置できることで、検索に利用していない検索条件を保持することができる。これによって元の検索クエリの状態に容易に戻すことができる。4.4.3節のタスク1において、利用した検索条件を消さないことですぐ検索条件を元に戻せるようになっていた。このように、探索的メタデータは、素早く検索を試すことができることと、すぐに元に戻すことができることで、検索行為の気軽さを実現する。

そして、探索的メタデータ検索は、多様なキーワードに共通するメタデータなど、様々な視点で、メタデータの集計情報をみていくことで、自分の関心ある領域の概要を知ることができる。すなわち、メタデータの集計情報を様々な視点で閲覧していくことで、情報要求を満たすことができる。例えば、4.5.3節の例で示した3つのキーワードが使われている論文が含まれている雑誌を探す検索行為においては、論文そのものを探すのではなくメタデータを探そうとしており、メタデータを閲覧することで情報要求を満たしている。

以上のように、探索的メタデータは、検索試行の気軽さ、メタデータの集計情報閲覧といった、新たなメタデータ検索利用によって情報空間を自在に探索しその空間の性質を知ることができ、ユーザは情報要求を具体化し発展させる対話的な情報探索が行える。

## 4.8 おわりに

我々は、「検索クエリの複雑さから対話的な情報探索が難しい」というメタデータ検索の問題を解決する「探索的メタデータ検索」というコンセプトを提案した。

探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現して、検索クエリ作成を支援をする。さらに、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくした。そして、これを実現する検索インタフェース DashSearch を開発して、デスクトップ検索へ応用する「Desktop DashSearch」、論文検索に応用する「CiNii DashSearch」、RDF に応用した「DashSearch for Linked Data」を実装した。

Desktop DashSearch の評価を通して、DashSearch は従来のメタデータ検索と比較して、検索クエリの複雑さが解消され、対話的なメタデータ探索を容易にすることが確認された。また、CiNii DashSearch の議論と利用例を通して、DashSearch では従来のメタデータ検索では行いにくい大規模で複雑なメタデータ検索が容易にできることを示した。これらの結果から、DashSearch はメタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消して、対話的な情報探索行為を支援できると考える。

探索的メタデータ検索によって、検索試行の気軽さ、メタデータの集計情報閲覧ができた。我々は、このような新たなメタデータ検索利用によってユーザは情報空間を自在に探索しその空間の性質を知り、情報要求を具体化し発展させる対話的な情報探索が行えると考えている。今後は、様々な検索サービスをオブジェクト化し、分野を横断したり遷移していくようなメタデータ探索を実現していきたいと考えている。



## 第 5 章

# グルーピングによる情報構造化手法

### 概要

日々進歩する情報収集の効率化とは対照的に取得した情報の再利用は非効率である。効率を高めるには、取得情報の継続的な情報構造化とその利用環境が重要である。そこで我々は、問題解決のために集めた情報をアドホックにグループ化していくことで言語を用いずに柔軟な構造化を実現する「グルーピングによる情報構造化手法」を提案する。そして、このグルーピングを最適に行うことができるブックマークインタフェース Comame を試作した。Comame は、配置することでブックマークができる「作業空間」上にウェブページを自由に配置しながら「グループ化」することでブックマークと同時にウェブページの構造化が行える。また、探索過程の中でブックマークを蓄積しながら構造化することで、情報探索目的を反映した構造化が行える。そして、「グループ検索」によって、選択、または閲覧中のウェブページが含まれる過去に作成したグループを探し出すことができ、ブックマーク情報の再利用性を高めることができる。システムを運用した結果、探索目的を反映した限定されたブックマークのつながりや、一般的なタグではつながらないような視点でのブックマークのつながりが記述されていることを確認した。

## 5.1 はじめに

我々は日々Web から歴大な情報を取得しており、それはRSS リーダなどの情報収集ツールの普及も伴って加速度的に増えている。しかし、情報収集の効率化とは対照的に取得した情報の再利用においては途端に非効率な状況に遭遇する。例えば、ブックマークが増えすぎると目的のウェブページをすぐ見つけることができず結局検索し直したり、ようやく欲しい情報が見つかったと思ったら実はブックマークしていたページだったり。このように、ブックマークの増加と共にブックマーク再利用が難しくなり、結果過去に行った探索行為を何度も繰り返している。

再利用性を高めるにはなんらかの情報構造化が必要だが、一般的なブックマーク管理である階層構造による構造化はどの階層にウェブページが当てはまるのかを考える必要があり整理する対象が増えると急激に難しくなる。ソーシャルブックマークの普及とともに利用されつつあるタグはウェブページを複数の視点で分類可能な反面、多義語、同義語などの表記揺れを避けたり、タグ付け対象を表現する言葉の抽象度を合わせたりすることに考慮しつつタグ付けをする必要がある [Golder 06]。またウェブページを表す適切なタグをすぐ思いつくとは限らない上、過去の分類方針に基づいて一貫性のあるタグ付けを行う必要がある、これを正しく継続するのは容易ではなくブックマークする気軽さを損なわせている。

そして、問題解決における情報検索において、その問題解決に利用した必要な情報という視点での構造化は、過去の探索経験を再現する上で有益な構造化である。しかし、情報探索行為のモデルの一つベリー摘みモデル (berry picking model) [Bates 89] は情報探索過程において取得した情報に影響を受け情報要求を変化させながら探索を行っていることを示しており、これは情報探索が進むにつれ問題解決に必要な情報という視点での構造化も変化することを示唆する。つまり、問題解決時においての情報構造化行為を行う必要があるが、多くのタグ付けシステムは、ブックマークしたときにタグ付けを要求する。このため、ブックマーク時に現在の状況を表す適切なタグを付けることが難しい。もちろんブックマーク時にタグ付けせずにあとからタグを付けることも可能だが、蓄積されているブックマークにタグ付けをしていくのは内容を確認する必要もあってユーザ負荷の高い作業になる。

そこで、本研究では階層構造のように高度な分類ではなく、またタグのように言語に頼らない「グルーピングによる情報構造化手法」を提案し、このグルーピングを最適に行うことができるブックマークインタフェース Comame (Context MARKing Metadata Editor) を試作した。Comame は、直接操作によって作業空間上にウェブページを自由に配置することでブックマークと同時にウェブページ同士のグループ化ができ、また、選択したウェブページが含まれる過去に作成したグループを提示することができる。これら機能によってブックマーク情報の再利用性を高めることができる。

## 5.2 Comame のコンセプト

Comame は、ブックマークを再利用しやすくすることで、情報取得効率を目指したブックマークシステムである。Comame の基本コンセプトは以下の2点にまとめることができる。

### Comame のコンセプト

1. 現在の興味の俯瞰
2. グルーピングによる柔軟な構造化

### 5.2.1 現在の興味の俯瞰

我々はブックマーク構造化のための作業空間を用意して作業空間に配置した複数のブックマークしたウェブページを俯瞰することで、ユーザのページ間の関係性を把握し易くする。これによってユーザは蓄積されていく作業空間上のページを見ながら柔軟に分類し情報要求を明確にしていくことができる。また、作業空間に配置したウェブページだけを対象としたアドホックな構造化によって、過去の分類基準を意識させることなく、ウェブページ間の関係を記述できる。

### 5.2.2 グルーピングによる柔軟な構造化

情報探索が進むにつれユーザの情報要求は具体化され、同時に、ブックマークした情報にたいする解釈も変化する。その結果、問題解決時の構造化は、当初行っていた構造化とは異なる可能性があり、情報探索過程における情報構造化には柔軟性が重要である。Comame は、直接操作を用いて可逆的な操作ができるグルーピングによる構造化によって、変化する情報要求にも対応することができる。

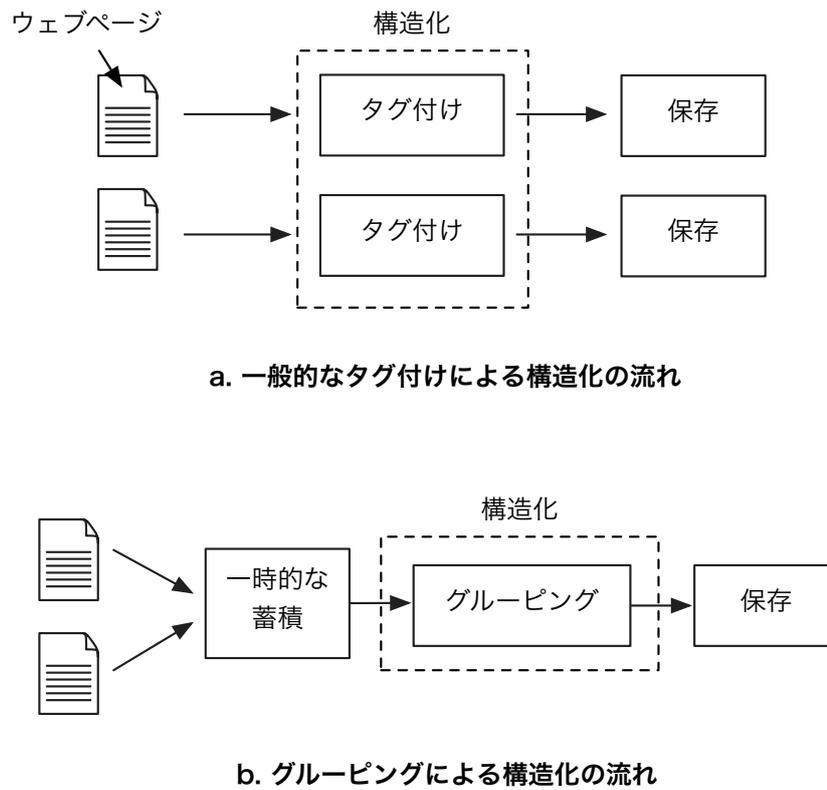


図 5.1: 構造化の流れ

## 5.3 Comame の機能

Comame は、「ワークスペースでの分類」、「グルーピング機能」、「グループ検索」という三つの機能をブラウザと統合することで、情報探索プロセスのなかで、構造化するとともに、蓄積したブックマーク情報を再利用することができる。

### 5.3.1 ワークスペースでの分類

Comame はブラウザのツールバーに登録されたボタンを押すとブラウザにオーバーレイする形でワークスペースが現れる (図 5.2)。また、右上の隅に現在表示しているウェブページのサムネイルが表示される。このサムネイルをワークスペースへ移動させることでウェブページをブックマークすることができる。このワークスペースに移動したサムネイル (以降オブジェクト) は、マウスで自由に作業空間上に配置することができる。また、作業空間上に配置しているオブジェクトはウェブページへのショートカットにもなり、オブジェクトをクリックすることでブラウザで表示するウェブページを切り替えることができる。これによって、タブの開きすぎによるウェブページへのアクセスし難さを解消できる。半透明のオブジェクトはタブとして開かれていないウェブページを示し、ダブルクリックでページを開くことができる。ワークスペース上のオブジェクトが不要になったらワークスペースの外へオブジェクトを移動させると消すことができる。画面上部へ移動させた場合、消えたオブジェクトはワークスペースの左端に表示されているブックマークリストに登録される。ブックマークリストは時間軸で並べられており、オブジェクトがグループ化されている場合は横にならべて表示される。リストにはウェブページのファビコンが表示されており、マウスをオーバーレイするとページタイトルが表示される。

ワークスペース上に現在利用しているウェブページだけを表示させておくことで、現在利用しているウェブページのみを対象にした分類を行うことができ、過去の分類基準を意識せずに現在の情報要求に基づく分類が行える。

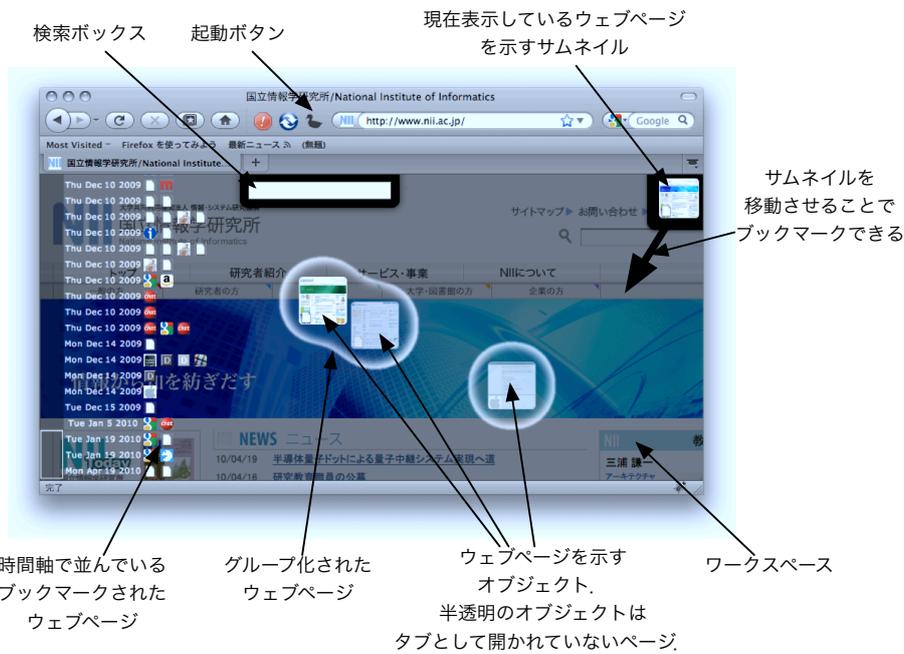


図 5.2: Comame インタフェース

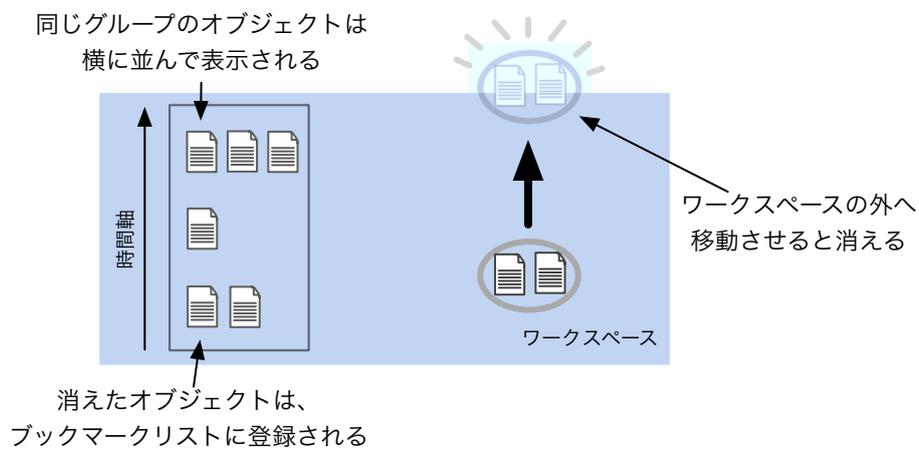


図 5.3: グループの保存

### 5.3.2 グルーピング機能

Comame はオブジェクト同士を近づけることでウェブページのグループ化を行える (図 5.4)。また、グループの視覚効果に Bubble Clusters[Watanabe 07b] を採用することで、フォルダのような階層的表現を使わずにグループの結合、分離を示すことができ、より柔軟なグルーピングが可能になっている。

オブジェクト同士を一定距離近づけると、ウェブページのまわりに表示されているバブルがつながりグループ化されていることを示す (図 5.5)。グループ化されているオブジェクトをドラッグすることで、グループから分離することができる。バブルをドラッグすると、グループ単位での移動ができる。

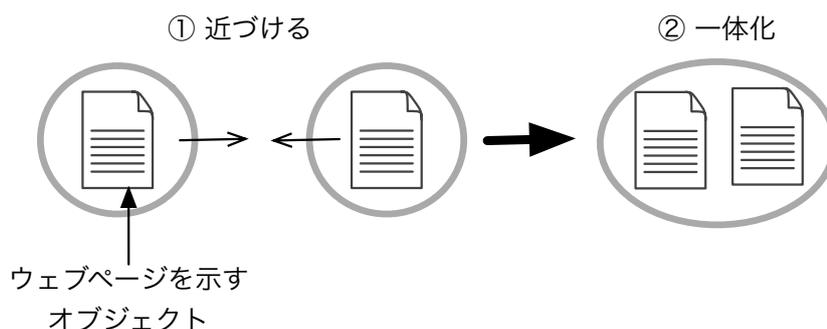


図 5.4: グループの作成

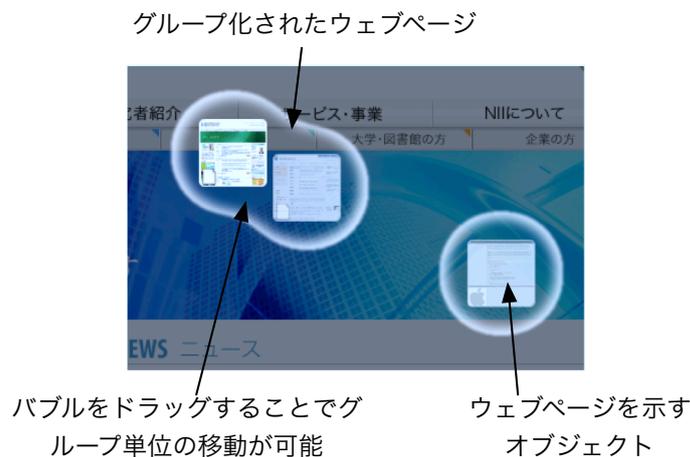


図 5.5: Bubble Clusters によるグループ表示

### 5.3.3 グループ検索

Comame では、作成したグループを探すのにキーワード検索を用いる。グループ化していることで、入力したキーワードが目的のウェブページに存在しなくても、グループしている他のウェブページに存在していれば検索することができ、再現率の向上が期待できる。

作成されたグループの中から目的のウェブページを効率良く探すために、リスト上に該当箇所がハイライトされる LensBar[Masui 98] を実装している。Comame のグルーピングの特性上、複数のグループに同じページが含まれるため、単純に検索しただけでは同じようなグループが複数提示され、目的のグループがどれなのかを判別しにくくなる。LensBar を実装したことで時間軸において検索結果を視覚的に把握することができる。これによって、複数の検索結果の中から時間を手がかりに目的のグループを探すことができる(図 5.6)。また、検索結果はリストに表示されているファビコンをワークスペース側へドラッグすることで再び配置することができる(図 5.7)。

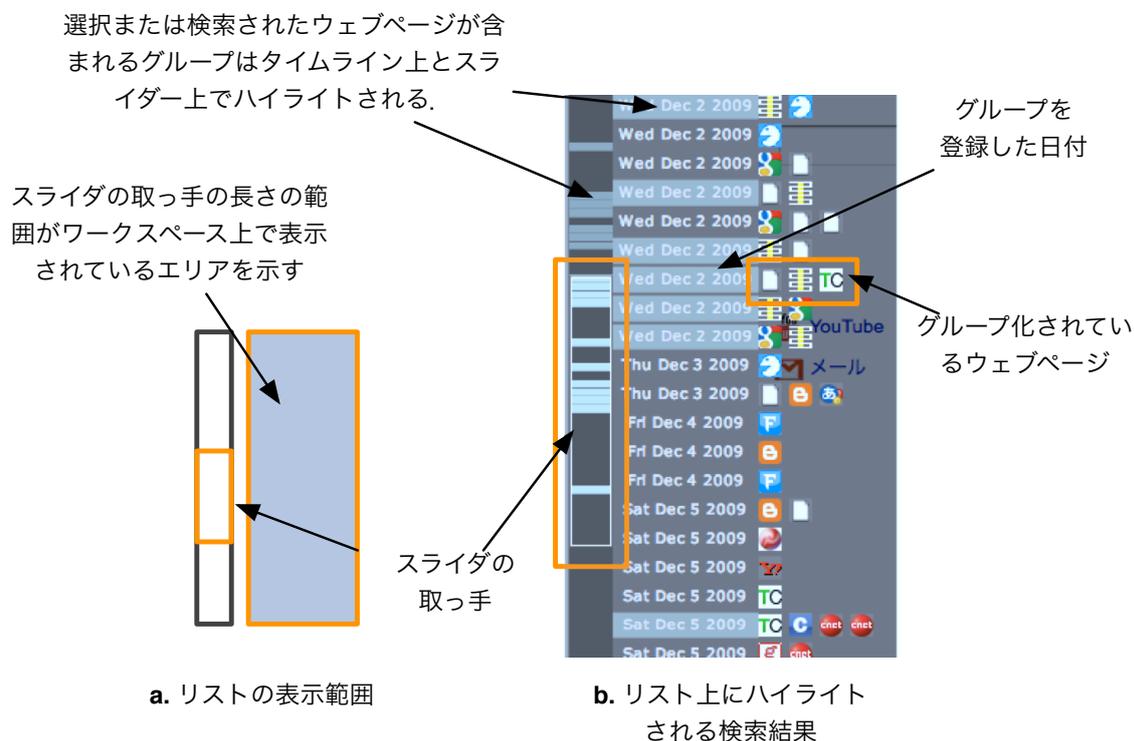


図 5.6: LensBar によるグループ検索の結果表示



タイムラインからワークスペース側へドラッグするとワークスペースに戻せる

図 5.7: ウェブページの再利用

Comame の作業空間上のオブジェクトを選択すると、そのオブジェクトが示すウェブページが過去につくったグループに含まれていると、リスト上に該当グループがハイライトされる。また、Comame を起動したときも現在閲覧しているウェブページが含まれるグループがハイライトされ、閲覧しているウェブページに関する過去のウェブページをすぐを知ることができる (図 5.8)。これにより現在見ているページがいつ利用されたのか、また所属しているグループをみることで、どういう目的のときに利用したのかを知ることができ、過去に利用したウェブページを効果的に再利用することができる。

Comame はオブジェクトの選択や、閲覧中のウェブページから、過去に一緒に利用したウェブページをすぐに見つけることができることで、過去の探索経験を有効に利用することができる。

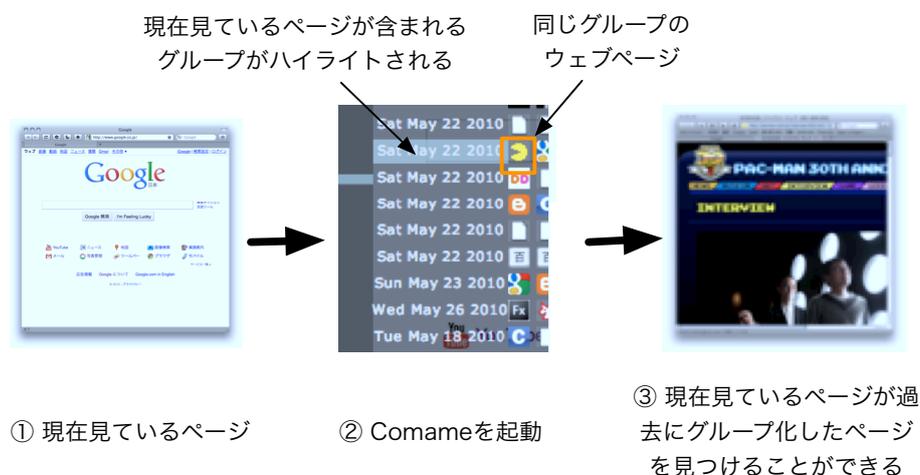


図 5.8: 選択ページからのグループ検索

### 5.3.4 実装

Comame は、ブラウザと一体化させるため、Firefox のプラグインとして実装した。プラグインの開発は、ブラウザの制御部分に Javascript, XUL, グルーピングの作業画面には Flash(ActionScript) 利用した。

Comame 自体の、グルーピングや、検索といった、インタフェース部分を、Flash によっておこなった。過去のページをふたたびブラウザで表示させるといった、ブラウザへの情報送信や、ブラウザの状態取得を、ブラウザ制御部分でおこなっている。

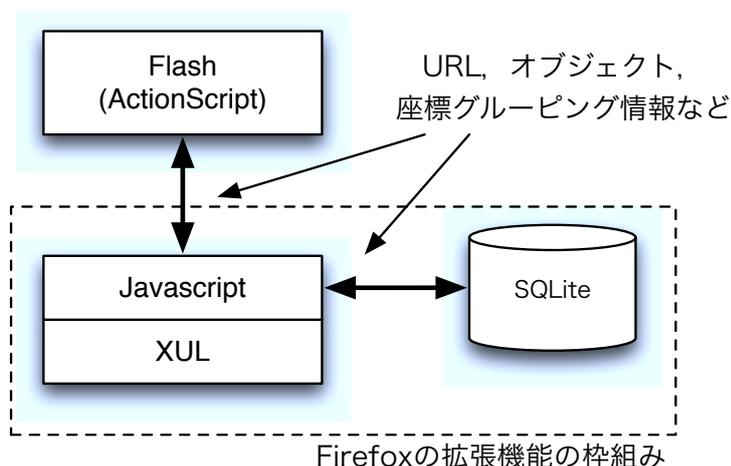


図 5.9: システム構成図

## 5.4 運用経験

著者自身が約一ヶ月運用したことで得られたデータを利用して、提案システムで作られたグループがどのような性質を持つかを議論する。

提案システムで作られたグループの性質を調査するため、ソーシャルブックマークで用いられているタグと比較した。作られたグループによって構成されたネットワークとタグによって構成されるネットワーク (図 5.10) では、どのような違いがあるのか、また、共通性があるのか、共通性がある場合は、どのようなタグによるエッジなのかを調査する。

グループとタグを比較するため、タグが付いているウェブページにおいて、そのタグでネットワークを構成しているか、もしくはグループによってネットワークを構成しているものを調査対象にする。また、比較のため客観的なタグ付けを行うため、delicious<sup>1</sup> で提供されているタグ推薦機能を利用した。タグ推薦機能は、タグ付けの対象となるウェブページの URL を送るとどのようなタグを付けたら良いのか提示してくれ

<sup>1</sup><http://www.delicious.com/>

るサービスである。この推薦機能で提示されたタグすべてをブックマークしたページに付与した。

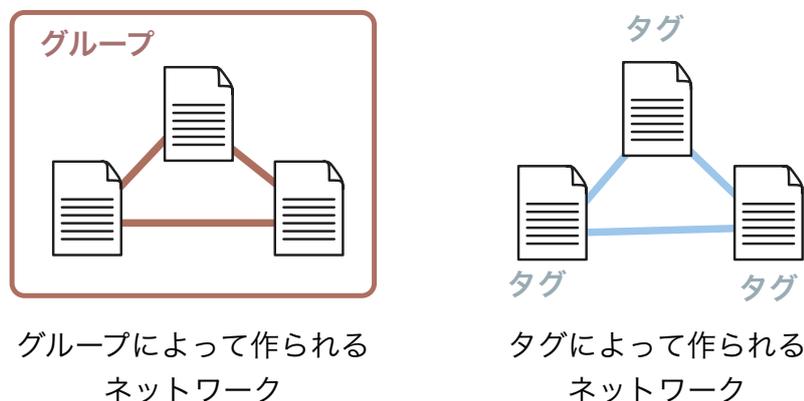


図 5.10: グループとタグで作られたネットワーク

#### 5.4.1 ネットワークの比較

システムを運用した結果、ブックマークした URL は 187 件、そのうち、グループ化した URL は 172 件、タグが付与されている URL は 73 件あった。また、作成されたグループは 63 グループあった。付与されていたタグの種類は 156 種類、ネットワークを構成するタグは 54 種類あった (表 5.1)。

表 5.1: 運用結果

ブックマークした URL	187 件
グループ化した URL	172 件
タグが付与されている URL	73 件
作成したグループ	63 グループ
付与されていたタグ	156 種類
ネットワークに寄与するタグ	54 種類

タグ、グループ両方のネットワークを構成するウェブページ (以下ノードと表記) のみでネットワークを構成すると、ノードは 52、エッジは 188 あった。その中で、タグで構成されるネットワークと、グループで構成されるネットワークを比較すると、タグで構成されるネットワークは、ノードがすべてつながるようなネットワークが作られており (図 5.11)、反対にグループで構成するネットワークは、グループ同士がほとんどつながらないため、独立したネットワークになっている (図 5.12)。

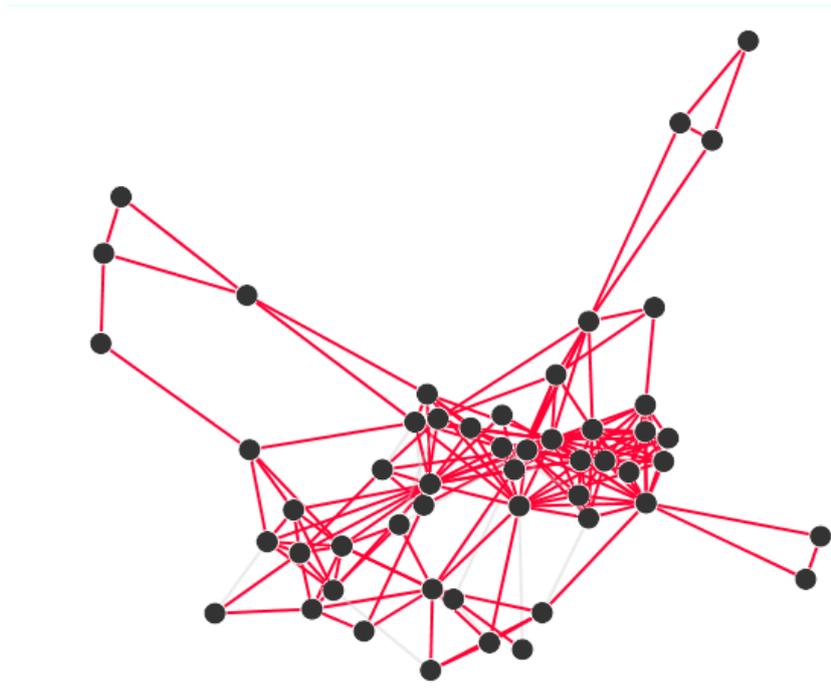


図 5.11: タグによるネットワーク

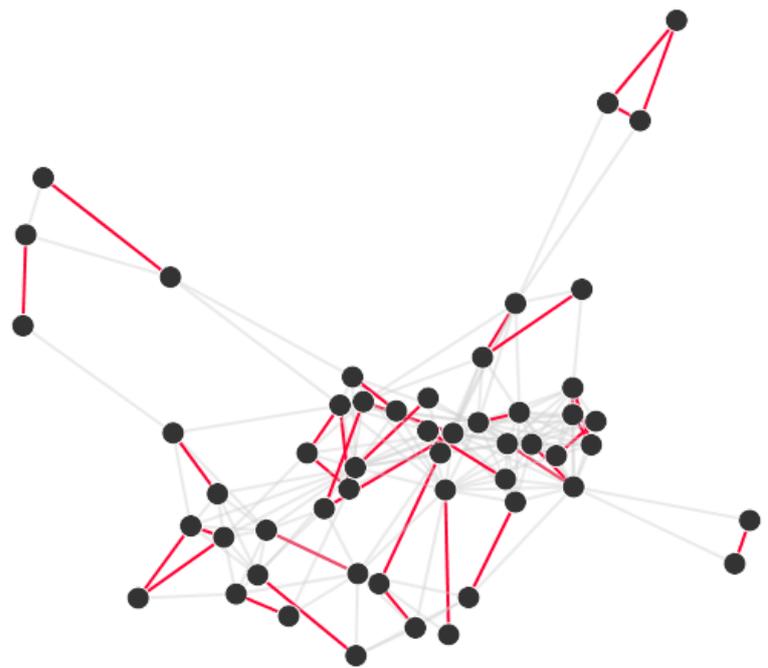


図 5.12: グループによるネットワーク

## エッジの特徴

次に、エッジの特徴をノードに付与されたタグから類推する。まず、エッジを構成するタグの種類は、タグのみで構成されるエッジ、タグ、グループ共通のエッジ、ともに大きな違いはなかったが、共通するタグの数において、特徴的な違いがあった（図 5.13, 5.14）。タグのみで構成されるエッジにおいて、二つのノードに共通するタグが全 142 のエッジ中、共通数 2 つのエッジが 10 だけであるのに対して、グループ、タグ共通のエッジにおいては、全 25 のエッジ中、共通数 2 のエッジが 4、共通数 3 のエッジが 4、共通数 4 のエッジが 1 と、ノード間の共通するタグが多く確認できた（表 5.2）。このことから、タグがウェブページの主題を表していると仮定すると、グループで関係づけられたウェブページは、タグだけで関係づけられたウェブページより、内容が非常に近いと推測できる。

表 5.2: エッジの総数と、共通タグ数

エッジの種類	エッジの総数	共通タグ数			
		1	2	3	4
タグのみ	152	142	10	0	0
グループ、タグ共通	25	16	4	4	1
グループのみ	11				

次に、グループのみのエッジの特徴について述べる。グループのみのエッジにおいては、タグの共通性がないため、タグの共通数からエッジの特徴を調べることはできない。そこで、エッジを構成するノードに付与されたタグの特徴から類推する。図 5.15 は、グループのみで構成されたネットワークの一部である。グループ A のタグをみると、タグの共通性はないものの、Web ページを作る上での素材という点で共通しているのが確認できる。グループ B では、Flash を代表とする Web のリッチアプリケーションの技術で、グループ化されているのが確認できる。HTML5 は Flash 技術の代用技術で、また photoshop は、写真が絵の加工に関する技術で、リッチアプリケーション技術と非常に関連性が高い。グループ C は、ウェブページの内容自体は、大きく異なっているが、テーマとして、ウェブデザインという内容で関連していた。グループ D は、ウェブページの内容自体は全く異なっていたが、著者が興味をもったという点で、関係していた。このように、グループのみのエッジは、個々のウェブページの内容の類似性ではなく、より抽象的な概念で関係付けられていた。このため、グループ D のように、あとから確認するとき、すぐには関係性がわからないものが存在していた。

### 5.4.2 考察

タグは、自動的にタグを付与できる URL は半分以下であり、ページ間をつなぐタグは 156 種類中 54 と、1/3 しか他のウェブページと共通するタグが存在しなかった。このことから、他人まかせのタグ付けでは、構造化できないページが半分以上存在し、共通性がないことから、関連するページを取り出せず、自分のブックマークの管理には

<b>adobe+flash</b>	flash (4)	search (2)
algorithm	generator	<b>social+twitter</b>
<b>algorithm+program</b>	<b>generator+webservice</b>	<b>social+web2.0</b>
api	google (19)	software (8)
apple	<b>google+search</b>	study
blog (2)	graph	techonology (2)
<b>blog+business</b>	idea	tips
business (11)	ipad (2)	tool
<b>business+life</b>	iphone (37)	tools
<b>business+lifehack</b>	java (2)	visualization (4)
column	library	web (18)
css (2)	lifehack	web2.0
<b>css+design</b>	marketing (2)	webservice (4)
design (5)	mindmap	
facebook	photo	
	rss	

図 5.13: ネットワークを構成するタグ (タグのみ)

algorithm	<b>ipad+iphone+software</b>
<b>browser+development+iphone+web</b>	iphone (4)
<b>browser+iphone+web (2)</b>	lifehack
business	marketing
flash	math
gae (2)	<b>news+techology</b>
<b>gae+java</b>	<b>social+visualization</b>
google	web2.0
<b>graph+network</b>	sebservice
<b>graph+software+visualization</b>	

図 5.14: ネットワークを構成するタグ (タグ, グループ共通)

## グループA

- a1  api, css, font, google, web
- a2  素材, free, image, material, photo

## グループB

- b1  curation, information, ipad, media, web
- b2  column, design, inspiration, usability, webdesign

## グループC

- c1  canvas, css, design, html5, javascript
- c2  action, photo, photoshop, tips, まとめ
- c3  adobe, air, flash, software, tool

## グループD

- d1  business, life, money, ネタ
- d2  design

図 5.15: 共通するタグが存在しないグループ

不十分だと考える。よってタグを利用したブックマーク管理を行うには、ユーザ自身が積極的にタグを付与していく必要がある。

タグの共通性から、グルーピングでつけられた関係は、主題の類似性が高いことが確認された。一方で、内容の類似性は低い、抽象的な関係も存在する。このような関係が作られる理由として、利便性向上のため、利便性向上のためのショットカットとして、同じイベントを表すグループが作られることがあり、そのグループが大きくなると、選択しづらくなるため、ウェブページを整理し、その結果より内容の近いグループが作成されたというものがあつた。例えば、JSAI2010 関連の情報の探索において、ホテル、交通、会場、JSAIのHPが同じグループとして作ら、ページが増えてくると、ホテル、交通、会場といった現地情報と、JSAIのページを分けた（図5.16）。

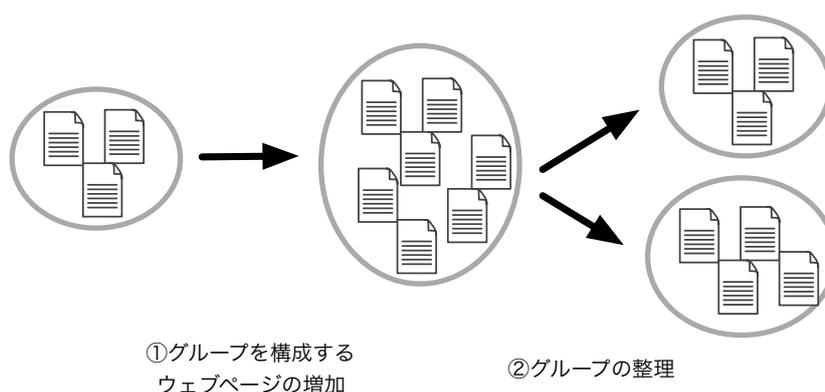


図 5.16: グループの再構成

## 5.5 議論

### 5.5.1 関連研究

ユーザの情報の再利用は大きなテーマであることから、多くの研究が行われている [Capra 05, 土方 01] ウェブページの内容や閲覧状況を記録し、それをもとに情報を提示する手法 [土方 01] で用いている、ウェブページの内容や同時に閲覧していたという時間情報では、内容が大きく異なる同じ目的で利用していたウェブページや複数のタスクを同時におこなっている場合など利用方法によっては正しく構造化することができない。

本研究のようなグループ化を利用した研究には、情報検索システムと統合し、検索結果をグループ化する手法 [Cousins 97, Wright 06] と、空間に情報を配置しグループ化に特化した手法がある [Robertson 98, Abel 07]。本研究では、前者と同じく検索と構造化が一体となることを目指している。ただし、それら研究が分析を目的としているのに対して、本研究では、記録情報の再利用ということに主眼を置き、また Web の情

報資源を対象に構造化する。また、本研究は関連研究とは異なり、グルーピングの再構成において柔軟性のある表現、操作を実現している。

### 5.5.2 グループによる構造化

Comame は、探索中の構造化において、変化する情報要求に対応するため、柔軟に構造を変更できるグループという手法をとった。グループは、階層性がないため再構成しやすく、また、言語を使わないことで、入力が必要ないことでも再構成がやりやすい。そして、このグループ関係だけでも、問題解決につかった情報集合という、あとから役に立つ構造化が行える。しかし、その反面、タグのような、過去のタスクとの関係付けが行いにくく、全体的な構造化には不向きである。また、同じグループが大きくなったときに、グループをさらに分類することで、グループ間の関係性が失われてしまう。そして、ラベルがないことから、どのようなグループだったのかを、ページ内容から類推する必要がある。このため、同じ時間区間で作られたという時間による構造化や、タグなどによる構造化を補助的に利用する必要がある。

## 5.6 まとめ

本研究では、問題解決のために集めた情報をアドホックにグループ化していくことで言語を用いずに柔軟な構造化を実現する「グルーピングによる情報構造化手法」を提案して、これを実現するシステム Coame を試作した。Comame は作業空間上にウェブページを自由に配置することでブックマークと同時にウェブページ同士のグループ化を行う。これにより、現在の情報探索目的を反映した分類が可能になった。探索目的を反映したグループを蓄積することで、検索に該当するウェブページだけでなく、同じ探索目的で利用した他のウェブページを見つけることができ、有効に情報を再利用することができた。



## 第 6 章

# リンクによる情報構造化手法

### 概要

日常的に撮影し蓄積される膨大な写真を死蔵させずに、どのように活用（閲覧・管理・共有）するかが課題になっている。そこで本研究では写真利用の中で、写真間にリンクという単純な関係性を示すメタデータを記述することで、リンクの特性を利用した写真閲覧・管理・共有を実現する「リンクによる情報構造化手法」を提案する。写真同士がリンク付けされていると、場所、時間といった軸をとびこえて、写真を閲覧することができる。そして、同じ被写体同士をリンク付けることで、写真を細かく分類することができ、また、タグ情報を取り込むことでタグの入力補助を実現する。さらに、他のユーザの写真へリンク付けすることで写真を媒介とした情報共有が行える。そして、この構造化手法を実現する、写真閲覧、撮影、共有の中でリンク付与作業を緩やかに統合した「RefleCam」という新しいカメラアプリケーションを試作した。システムを運用した結果、同じ被写体・テーマの写真をリンクしていくことで、同じイベントの中でも細分化された構造や、他人との写真とリンクしたことで関連写真が自然と増える閲覧体験が実現できていることを確認した。

## 6.1 はじめに

近年、カメラ付き携帯電話の普及に伴い日常的に写真撮影を行うようになったことで、一般ユーザが多くの写真を蓄積・共有するようになった。これに伴い、これら膨大な写真を死蔵させずに楽しんだり体験の記録として活用したりするには、どのように閲覧・管理・共有していくのが大きな課題になっている。現在多くの写真管理ソフトウェアにおいて時間、場所など、写真に自動的に付与される属性情報を基本に写真を管理し、閲覧時においては時間軸をシーケンシャルにたどるような閲覧が主になされている。

内容に基づく写真利用を行うには、写真の特徴を抽出したり被写体を認識したりといったコンテンツ分析 [Veltkamp 00] を行うか、または、写真内容に関するメタデータを付与する必要がある。近年では顔認識によって人を軸にした閲覧も普及し始めている（例えば、iPhoto<sup>1</sup>）が、多くの場合内容に基づく閲覧を行うにはメタデータとしてタグの付与が求められ、その手間から内容に基づく閲覧はあまり行われていない。

そこで、我々は、タグとは異なるリンクという関係だけを示す構造的なメタデータをユーザが付与することで、写真内容に基づく閲覧・管理・共有を実現する「リンクに基づく情報構造化」を提案し、このリンクをユーザに負荷なく継続的に付与させるため、写真撮影、閲覧、共有の中でリンク付与行為を緩やかに統合した「RefleCam(Reflect+Camera)」という新しいカメラを試作した。RefleCamは、撮影直後の写真、閲覧中に選択した写真といったユーザの注目している写真の属性に基づく複数のフィルタリング条件を自由に組み合わせて、自分／共有の写真を絞り込み、多様な視点で写真を閲覧することができる。そして、閲覧中の写真の中でフィルタリングに利用した写真に関係するものがあれば、リンク付けによってそれら写真同士の関係を保存することができ、これによってユーザは写真の内容に基づく写真閲覧・管理・共有が可能になる。RefleCamは、注目している写真の属性を基に多様な視点で写真を閲覧したり、写真共有を行った過程でリンクが付与できるため、ユーザに負担をあまり意識させずにリンク付けを行うことができる。

## 6.2 リンクの効果

我々は、Webにおいて広く使われているリンク構造を個人の写真閲覧・管理・共有にも応用することで、新しい写真利用体験を実現する。本節では、写真に対してリンクを用いた構造化を行ったときの効果について述べる。

### 6.2.1 閲覧

写真閲覧は場所、時間といった自動的に付与されるメタデータの集合単位で閲覧することが多い。写真同士がリンクにより関係づけられていると、このメタデータ集合を横断することができ、時間を飛び越えるような閲覧が行える（図6.1）。これによっ

<sup>1</sup><http://www.apple.com/ilife/iphoto/>

て、リンクしている写真を媒介に過去のイベントの写真に切り替わるような、時間をただシーケンシャルにたどるだけの従来のスライドショーとは異なる表現が可能になる。

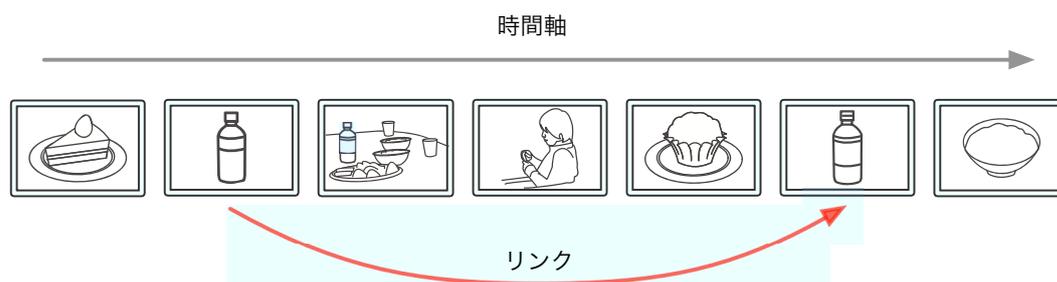


図 6.1: リンクによる閲覧効果

### 6.2.2 管理

リンクを利用すると、時間、場所といった自動的に付与されるメタデータに基づく集合の中で、関連する写真だけを取り出すことができ、同様に、異なる集合（例えば、日付の違う写真集合）においても可能である（図 6.2）。そして、人、楽器、食事など概念を示すような代表的な写真へリンクすることで、大まかな概念による分類が行える。また、同じ被写体同士をリンク付けしていくことで、後からその被写体だけを取り出すこともできる。同じ被写体を様々な角度から撮影すると全く異なる写真になるため、自動的に同じ被写体を取り出すのは難しい課題である。

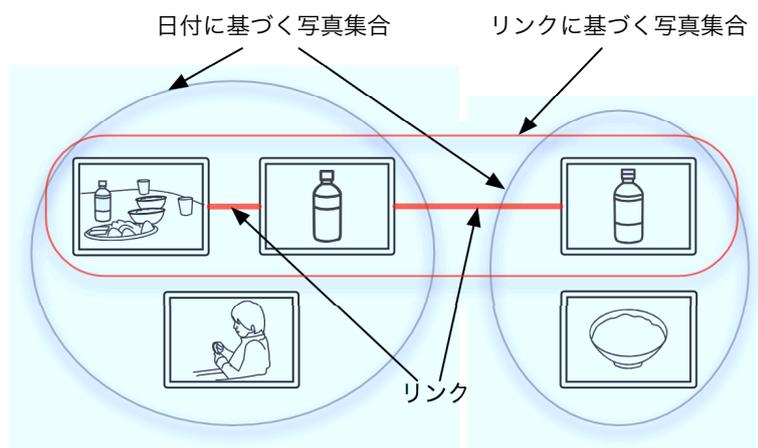


図 6.2: リンクによる細かな写真管理

写真にタグを付けていくのは手間がかかるため、どのように継続的にタグ付けをおこなっていくかは大きな課題である。リンクを使うと、リンク付けられた写真同士でタグ情報を共有することができるため、タグ入力の手間を軽減することができる。写真に対するタグの推薦は数多くの研究で行われていることであるが、リンクの場合、お

互いの写真へ影響を与えることができ、また、リンク付けしたときにタグがついてなくても、後から反映させることもできる (図 6.3)。

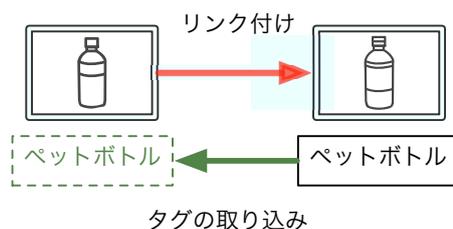


図 6.3: リンクによるタグ共有

以上のように、リンクによって関連写真だけを取り出せ、またリンクによるタグの共有が行われることでタグ入力の手間が軽減が実現する。これにより、従来自動的に付与されるメタデータによる大まかな分類が主流だった写真管理において、写真の内容を反映した管理が行えるようになる。

### 6.2.3 共有

従来、写真情報は、写真をメールなどのツールをつかって直接送りつけたり、写真のアップロード先の通知などを繰り返すなかで、広まっていった。つまり、人を媒介とした情報伝搬によって写真共有がおこなわれていた (図 6.4-a)。それに対してリンクは、写真同士のリンク付けがおこなわれた結果、写真のネットワークが構築され、これをたどることで知らない人の関連写真が取得可能になる (図 6.4-b)。つまり、写真を媒介とした情報伝搬が可能になり、より写真内容に関連のある写真共有が実現する。

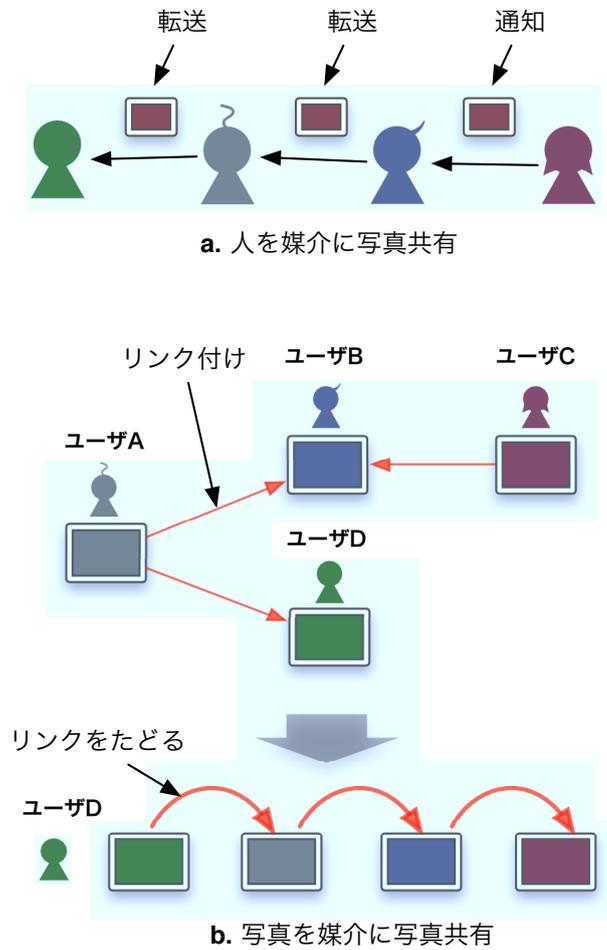


図 6.4: リンクによる写真共有

### 6.3 RefleCam のコンセプト

リンクとタグとの大きな違いとして、リンクには付ける側と付けられる側の二つのリソースが存在することである。タグの場合、一つの写真だけで注目すればよく、ユーザの操作として、写真の閲覧とその選択、そこでのタグ入力が必要である。それに対してリンクは、写真の閲覧とその選択を二つのリソースに対して行う必要がある。つまり、リンク付けは、タグ入力が必要ない反面、写真の閲覧と選択において操作が複雑になる。よって、この閲覧と選択において、ユーザに負担をあまり意識させないことが継続的なリンク付けにつながる。

そこで、RefleCam では、撮影直後や、閲覧時の注目写真といった、すでに写真を選択している状況において、リンク付けの対象となる写真を提示し、その写真のクリックという単純な操作だけでリンク付けを行う (図 6.5)。これにより、閲覧と選択の負荷を軽減する。また、写真共有の行為がリンク付けになることで、ユーザにリンク付けの手間を意識させないようにする。

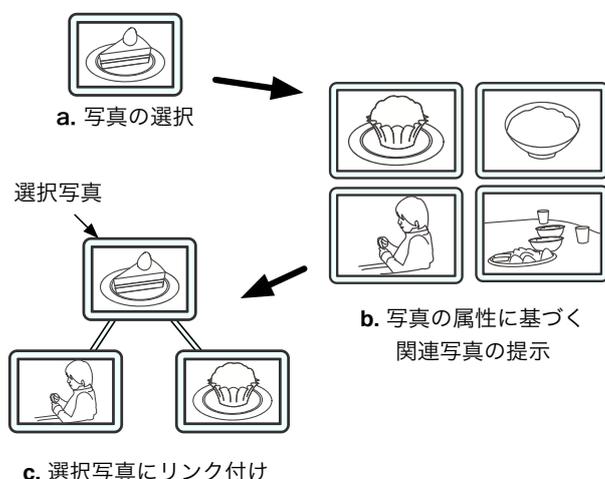


図 6.5: RefleCam のコンセプト

### 6.4 RefleCam の機能

RefleCam は、撮影、閲覧の中で選択された写真同士を「フォトリック」機能でリンク付けを行うことができる。そして、リンク構造を利用した「フォトブラウジング」で関連する写真を次々に閲覧できる。また、「フォトフィルタリング」によって、選択した写真をもとに条件を設定し、条件に合う写真だけを閲覧することもできる。これを、スマートフォン上で実現している (図 6.6)。本節では各機能について詳しく述べる。



図 6.6: RefleCam インタフェース

### 6.4.1 フォトリンク

閲覧中の写真の中で撮影した写真に関係するものがあれば、リンク付けによってそれら写真同士の関係（リンクメタデータ）を保存することができる。リンク付けを行うには、リンクエリアを表示させ、タイムライン上に表示されている写真をクリックする(図6.7)。クリックした写真はリンクエリアへ移動しリンクされていることを示す。リンクした写真をリンクエリアから外へ出すとリンクを消すことができる。リンクエリアは、撮影直後に自動的に表示されるので、撮影後にワンクリックで関連付けが可能である。

RefleCam は複数のユーザ間で写真を共有することができる。そして、他のユーザの写真にもリンク付けが可能で、リンク付けられた写真は、関連写真として相手に通知される。また、タグが付与されている写真へリンク付けすると、写真に付与されているタグを取り込むことができる。これらの仕組みは美しい写真やメタデータが正しく付与されているような写真に対して大きな利点になる。すなわち、タグなどのメタデータを積極的に付け公開すると、よりリンク付けの対象となりやすくなるので、多くのユーザの反応を得たり、関連する写真を取得したりすることに繋がる。

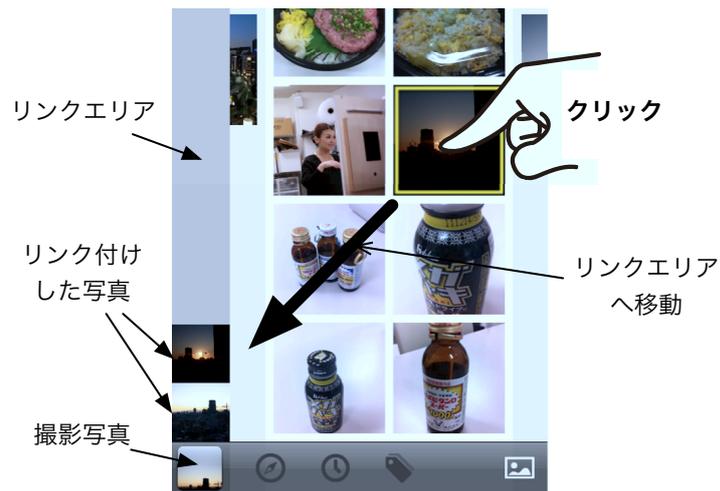


図 6.7: リンク付け

RefleCam はリンク付けを行っているときもリンクを辿ることができ、リンクした写真がリンクしている写真もリンク付けの対象にすることができる(図6.8)。またリンクを辿った先の写真はリンク付けられた数によってソートされている。RefleCam はタイムラインベースで写真閲覧をおこなうため、古い写真へ関係づけるにはタイムラインを遡る必要があり、自然とリンク付けは新しい写真が対象となる。このリンクを辿りながらリンク付けができることで、古い写真へのリンクが行いやすくなるのと同時に、いままでリンクした定番の写真へリンクが集中しやすくなり、リンクで構成されるネットワークによる写真コレクションの大まかな分類を期待している。

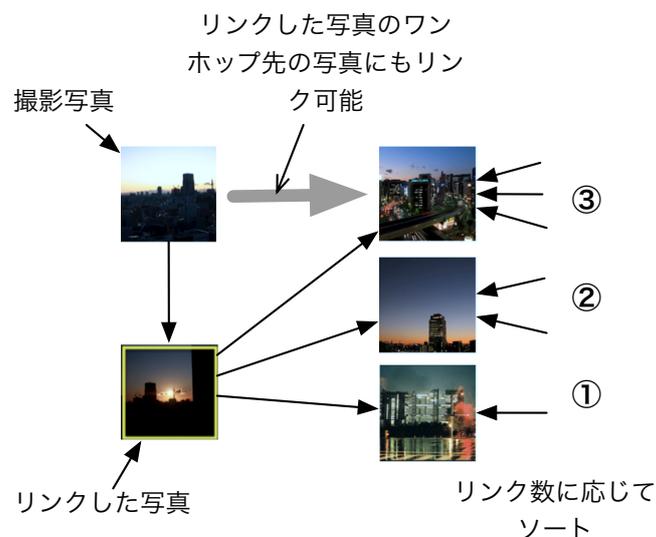


図 6.8: 定番写真へのリンク付け

### 6.4.2 フォトブラウジング

リンクメタデータを記録することで、ユーザは関係に基づく写真閲覧が可能になる。RefleCam では、タイムラインで表示されている写真の両端に見切れる形で、選択した写真がリンクした写真、選択した写真にリンクしている写真が表示されている。この見切れている部分をクリックすると、画面がスライドし、リンクしている写真を閲覧できる。リンクしている写真においても、同様の操作が行えることでリンクを辿ることができ、次々に関連する写真を閲覧することができる (図 6.9)。

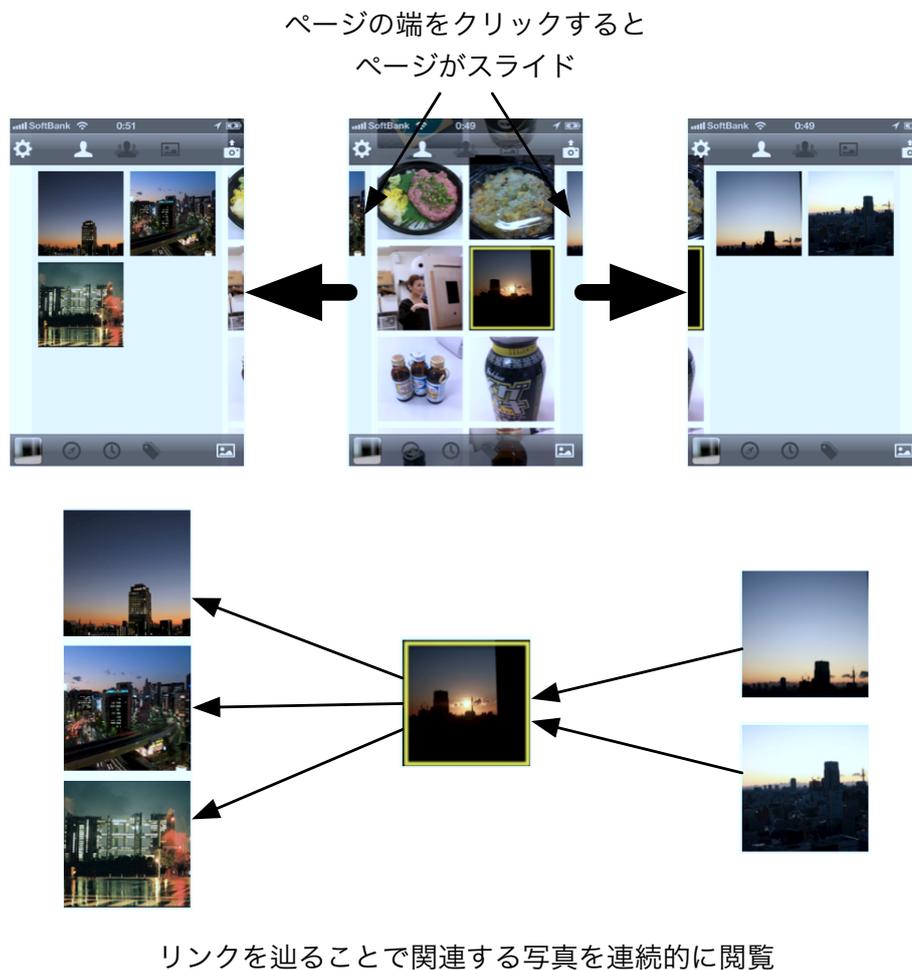


図 6.9: 関連写真の閲覧

RefleCam は、ズーミングスライダによって閲覧写真のサイズを調整することができる (図 6.10)。これによって、写真コレクションを俯瞰することができる。



図 6.10: 閲覧サイズの調整

### 6.4.3 フォトフィルタリング

RefleCam は、撮影直後の写真、閲覧中に選択した写真といったユーザの注目している写真の属性に基づく写真コレクションのフィルタリングが行える (図 6.11)。複数のフィルタ条件を自由に組み合わせて、所有する写真をフィルタリングすることで、多様な視点で写真を閲覧することができる。写真を選択したあと、フィルタボタンを押すと、選択してある写真に応じたフィルタ条件が生成される。例えば、「位置」ボタンの場合、選択している写真に付与されている位置の近接状況をもとにフィルタがかけられる。複数のボタンを押すと、各ボタンの条件を AND によって組み合わせた条件式になる。ボタンはトグルになっており、条件の ON/OFF を切り替えるようになっている。そして、フィルタは、写真自体を消すのではなく、明度によってフィルタリング効果を現している。これによって、条件に合う写真がコレクションの中でどのくらいあるのか、またいつ頃の写真なのかというのが理解しやすくなる。

現在のところ用意しているフィルタリング条件は、(1) 位置、(2) 時間、(3) タグ、の 3 種類となる。位置による条件は、選択すると近い位置という視点で写真を閲覧する。RefleCam では、撮影直後の写真は選択状態になるため、撮影した直後に同じ場所の写真を気軽に見ることもできる。時間による条件は、近い時間という視点で写真を閲覧する。位置による条件と組み合わせて、同じような撮影状況の写真を閲覧することができる。タグによる条件は、写真にタグが付いている場合、そのタグで写真コレクションをフィルタリングする<sup>2</sup>。選択した写真にタグが付いていない場合は、なんらかのタグが付いているものだけが表示される。

本機能のような query-by-example 検索は、古くから数多く研究が行われており [Zloof 75]、近年のスマートフォンの普及によってモバイル環境においても実用化が加速している

<sup>2</sup>複数のタグが付いている場合は、いずれかのタグが一致した写真が表示される。

(例えば, Google Goggles<sup>3</sup>). 本研究では, 自分の写真コレクションの閲覧視点を切り替えるために利用するだけでなく, 関連写真へのリンク付け支援にもなっている.



図 6.11: フィルタリング

## 6.5 実装

RefleCam は, カメラアプリケーションと, 写真共有サーバから構成されている (図 6.12). カメラアプリケーションは, iPhone 上で実装し, 写真撮影, 閲覧, リンク付けが行える. 写真と作られたリンクメタデータは, Google App Engine<sup>4</sup> 上で実装された写真共有サーバに蓄積されていく.

現在のところ写真共有サーバ内の公開写真は少ないため, 位置情報のフィルタリング条件が指定されたときだけ, 既存の写真共有サービス (Flickr<sup>5</sup>) で公開されている写真を取得し, その写真に対してリンク付けできるようにしている. これによって, 公開されている写真に付与されているタグを自分の写真に取り込むことができる.

<sup>3</sup><http://www.google.com/mobile/goggles/>

<sup>4</sup><http://code.google.com/intl/en/appengine/>

<sup>5</sup><http://www.flickr.com/>

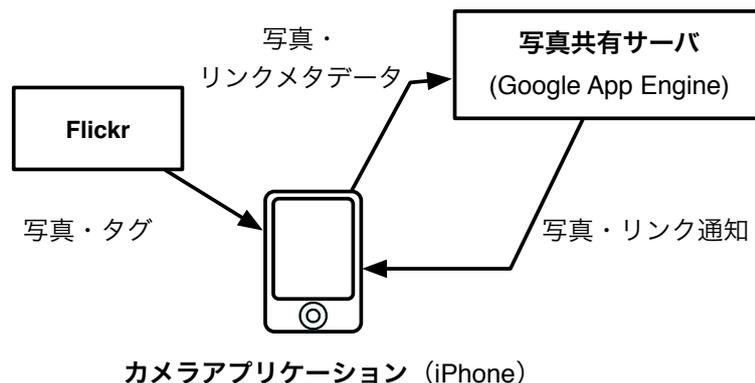


図 6.12: RefleCam システム

## 6.6 運用経験

RefleCam を運用しその有効性を検証するため、インタラクショナル 2011 の会場にて、会場内のインタラクティブ発表の記録を行った。記録は 2 名で行い、また、撮影した写真はお互いにすべて閲覧できるようにした。

運用した結果、二人で 169 枚の写真が撮られ、それに対して 132 のリンクが付けられた (図 6.13)。そして、リンクによるグループ (リンクによってつながった写真集合) が 30 グループ作られた。一方、リンクが付けられていない写真が 32 枚あった。リンクによる作られたグループの傾向として、写真 2 枚で構成される小さなグループが 15 グループと数多く作られていた (表 6.1)。その一方で、42 枚で構成されるような突出した大きなグループが作られていた。この大きなグループが形成される大きな理由として、ノイズ、関連する人という大きく二つの要因があった。ノイズとは、後から見直しても関係が分からないリンクをさす。その生成される要因として、RefleCam のリンク機能を試すときに、とりあえずたまたま選びやすかった関係のない写真を他の写真につなげてそのままにしていたというもの、またクリックだけでリンク付けができるためおそらく操作ミスでつながってしまったものがある。関連する人とは、友人、同じ大学などの関連する人をさし、これら関連する人同士がリンク付けられることで、違う発表の写真グループがつながっていた。

表 6.1: グループを構成する写真枚数

グループ構成枚数	2	3	4	5	6	7	14	42
グループ数	15	7	3	1	1	1	1	1

リンクをつけた結果、展示研究を人に紹介するとき、関係するものをリンクをたどりながら説明できた。同じイベントの中でも細分化された情報構造化を行うことで、後

からその被写体・テーマだけを閲覧できることを確認した (図 6.14)。また、他人の写真にリンクし相手の閲覧に自分の写真が反映させることで、関連写真が自然と増える閲覧体験を実現した。これによって、単純に写真を共有する以上の体験を提供できると考える。

一方、運用した結果、課題も明らかになった。閲覧時に時間を深く辿るには手間がかかり、あまり時間をさかのぼってリンク付けはあまり行われなかった。これによって、リンクが付与されていない写真が多くできたと考えられる。



図 6.13: RefleCam によって作られた写真ネットワーク

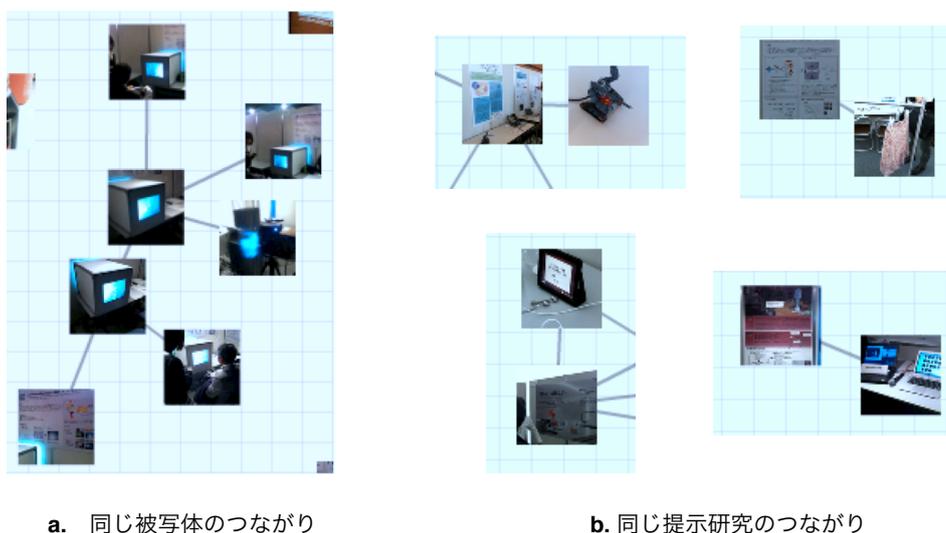


図 6.14: 同じ被写体のつながりと同じテーマのつながり

## 6.7 議論

### 6.7.1 関連研究

リンク構造は Web の特徴の一つであり、リンク付けは様々な形でおこなわれてきた。HTML では、用語や、参考にしたページを引用する形でリンクアンカを記述することで行われている。ブログで用いられるトラックバックは、記事の作成時に、関連する記事の公開 URL にたいして、Ping を打つことで、リンクを付与する。田中らは、写真同士をリンクさせ、擬似的に 3次元空間に配置することで、空間の中を次々と移動するように写真を閲覧するシステムを提案している [Tanaka 02]。本研究は、撮影、閲覧、共有の中でリンクを付けることができる。

撮影者によって付与されたメタデータは、自動的にメタデータが付与された写真に比べ撮影者の判断を反映した情報探索が可能な一方、人手でメタデータを付与するのは大きな負担である。この問題を解決するのに、メタデータ付与を支援する方法、コミュニケーションやコンテンツ作成の中でメタデータが自然と付けられる方法、の大きく分けて二つのアプローチがとられてきた。例えば、メタデータ付与の支援システムとして、Shneiderman ら [Shneiderman 00] はあらかじめデータベースに登録した人名等のラベルを、写真上へ Drag&Drop しメタデータを付与するシステムを提案している。また、Sigurbjörnsson ら [Sigurbjörnsson 08] のようなタグ推薦システムなどもある。コミュニケーションやコンテンツ作成の中で自然にメタデータが付けられる方法として、Lieberman ら [Lieberman 01] は、撮影した写真をメールに添付して送るという行為を利用し、メール本文の写真の説明を写真のメタデータとして付与を行っている。Sumi らの Photochat [Sumi 08] は撮影した写真にコメント記述や他の写真の埋め込みなどのコンテンツ作成のなかでメタデータが記述される。Watanabe ら [Watanabe 07a] は撮

影者の注目部分を矢印で指し示した写真を作成することができるカメラを提案している。RefleCamのフィルタリングによる多様な視点からの閲覧は、関連写真の提示によるリンク付けの支援という側面をもつ。また、写真共有はリンクを付けていくことで行われる。つまり、我々は、メタデータ付与支援、メタデータが自然と付けられる仕組み、という上記の二つの手法を組み合わせたメタデータ付与アプローチをとる。

### 6.7.2 メタデータとしてのリンク情報

リンク付けは、広く利用されているが、ユーザが日常的に付けるメタデータとしてはあまり利用されていなかった。基本的にコンテンツ作成時にリンク付けがおこなわれていた。その理由として、先に述べたように、リソースの選択が必要という点があった。本研究では、写真撮影時、閲覧時につけるというアプローチをとった。これができるのは、スマートフォンによって撮影、閲覧、共有行為を一体化できる環境になったからである。そして、モバイルでは、より単純な方法が好まれるため、リンクは有益だと考える。

リンクメタデータは、タグなどの写真自体の属性を表すメタデータにくらべ構造化が限定的である。しかし、写真への適切なタグがすぐ思いつかなかったり、モバイル環境では文字入力がかたくなかったりと、メタデータ付与は継続性に難がある。リンクメタデータは、クリックだけでおこなえ、また相対的な判断がおこなえるため継続しやすいと考える。そして、本研究ではフォトタグ機能によって、タグ付きの写真からタグを取り込むことでリンクの欠点のある程度補う。このように、限定的であっても継続的にユーザの判断が入ったメタデータ付与が行われると、より表現豊かなスライドショーの実現など、写真閲覧体験を向上させることができると考える。また、リンクだけではあまり多くの情報を表現できなくても、多様なメタデータがセンサで付与されるようになると、関係付けられた写真に含まれるメタデータの共通性から、写真間の関係の意味を導き出すことも期待できる。

## 6.8 結論

日常的に撮影し蓄積される膨大な写真をどのように活用するかという課題に対して、我々は写真利用の中で、写真間にリンクという関係性を示すメタデータを記述することでリンクの特性を利用した写真活用を実現する「リンクによる情報構造化手法」を提案した。そして、この構造化手法を実現する、写真閲覧、撮影、共有の中でリンク付与作業を緩やかに統合した「RefleCam」という新しいカメラアプリケーションを試作した。RefleCamは、ユーザの注目している写真の属性に基づくフィルタリングによって、所有する写真を多様な視点で閲覧できる。さらに、写真同士の関係性を示すリンクメタデータの付与をこの閲覧や写真共有の過程に組み込むことで、人手による継続的なメタデータ付与を実現した。システムを運用した結果、同じ被写体・テーマの写真をリンクしていくことで、同じイベントの中でも細分化された構造や、他人との写真とリンクしたことで関連写真が自然と増える閲覧体験が実現できていることを確認した。



# 第 7 章

## 考察と展望

### 概要

本章では本論文の考察と展望について述べる。

## 7.1 本研究のアプローチについての考察

本研究では、ユーザによる多様なメタデータの構造化を実現するコンセプト、関係性に基づく対話的情報構造化を提案した。そして、このコンセプトを反映する、探索的メタデータ検索、グルーピングによる情報構造化手法、リンクによる情報構造化手法、という三つの具体的な構造化手法を考案した。そして、これを実現するシステムとして、DashSearch, Comame, RefleCam という三つのユーザ・インタフェースを構築した。

関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプト、「状況性」、「対話性」、「関係性」は、それぞれ、状況的課題（いつどこでメタデータを付与するか）と、対話的課題（どのようにメタデータを付与するか）と、構造的課題（なにでメタデータを付与するか）の設計課題を示しており、本研究のアプローチの特徴は、以下のように整理することができる。

### 本研究のアプローチの特徴

1. タスクに埋め込まれた構造化
2. 制約のデザイン
3. 関係付け（リンケージ）

### 7.1.1 タスクに埋め込まれた構造化

情報の解釈には様々な視点が存在する。また、情報解釈には、状況の依存性が指摘されており [深田 08]、情報を利用している過程での構造化と、後から構造化するのでは、異なる構造を持つ可能性がある。つまり、情報利用行為（タスク）と独立に構造化を行うとき、時間を空けてしまうと、構造化される背景知識は、問題解決時の意志と一致するとは限らない。よって、問題解決という動機に裏付けられた構造化を期待するとき、タスクの中で構造化が行われることが望ましく、さらに、蓄積した情報をまとめて構造化するのではなく利用の中で随時構造化することが継続的な構造化につながる [梅棹 69]。

本研究では、人がメタデータを付けるうえで、メタデータ付与につながる行動の動機が存在する状況を見つけ、その中にメタデータ付与の仕組みを埋め込んだ。DashSearchでは、メタデータ検索利用というなかで構造化をおこなった。Comameでは、ブックマークの管理とブックマークの再利用のなかで構造化をおこなった。RefleCamでは、写真撮影、閲覧、共有のなかで構造化をおこなった。

構造化を組み込んだアプリケーションを設計する上で、ユーザの習慣を知ることが重要となる。本研究では、情報探索プロセスの研究報告 [Bates 89]、意味形成の知見 [Hearst 11] が役だった。

### 7.1.2 制約のデザイン

道具を使う以上、思考になんらかの制約が生じるため、どのような道具で考えを記述するかで、考えやすさというのは大きく異なる。例えば、直筆で字を書きながら考えるときに比べ、キーボードを入力しながら考えるときは、思いつくまま断片的に考えを入力でき、それを再編集できることで、より自由度のある書き方とそれに伴う思考がやりやすい。つまり、道具の特徴によって、発想を制約したり、逆に発想の広がりを助けたりと、発想の方向性をゆるやかにコントロールすることができる。そして、情報構造化においても、その構造化をおこなうシステムの設計によって構造化される特徴が変わるため、どのようにユーザの行為を制約し、よりよい構造を記述、そして継続させていくかが重要である。

DashSearch と Comame では、情報探索プロセスにおいて情報を分類し俯瞰する環境を提供することで、関心ある情報の関係を視覚化できる。これによって、ユーザは自分の興味、関心を具体化させ、このことが効率のよい検索行為につながり、同時に問題解決に有益な構造化を実現する。

さらに、Comame において、問題意識に即した構造化を継続しておこなっていくため、グルーピングをおこなう作業空間を限定した。問題意識の中で作られた構造は、情報を解釈している観点を表しており、また、ユーザは、状況に応じて複数の問題意識を持つため、すべての情報を一つの体系の当てはめるような構造化が難しい。作業空間を限定することで、対象とする情報を制限し、状況に即した構造を矛盾なく記述することができる。

RefleCam では、リンクを辿りながらリンク付けができることで、古い写真へのリンクが行いやすくなるのと同時に、いままでリンクした定番の写真へリンクが集中しやすくなり、リンクで構成されるネットワークによる写真コレクションの大まかな分類を期待している。一方、タイムライン上で写真を閲覧、共有をおこなっていることで、時間関係が近い写真にはリンクが付けやすいが、時間をさかのぼる必要がある写真へはリンクが付きにくい。このとき、どこまでも時間をさかのぼること許しているため、リンクが可能なのにリンクしづらいという状況を生じさせており、制約のデザインが不十分であった。思い切ってリンクできる対象を限定したほうが、より心地よい操作を生むかもしれない。

### 7.1.3 関係付け（リンケージ）

7.1.1 節で述べたように、タスクの中で情報構造化行為を行うことが必要である。このとき構造化行為に求められるのは、タスクを妨げないことと、曖昧で変化するユーザ解釈に柔軟に対応できること、である。

例えば、携帯電話などの小型情報端末の普及によって、様々な状況での情報利用が行われるようになったが、多くの小型情報端末は文字入力インタフェースという点では PC と比べて劣っており、そのため文字入力を要求するような構造化は、ユーザにとって大きな負担となる。また、言語を用いると情報の意味を規定して構造の変化に対応しにくくなる。つまり問題意識が曖昧な場合、言語的アプローチで構造化するこ

とが難しいと言える。

本研究では、情報同士の関係のみで構造を記述することで柔軟な変更が可能になり、変化する情報要求にも対応できる。そして、情報利用時の構造化を行う際に、関係を示す概念の言語化を保留できるということは大きな利点となる。

DashSearch では実際に関係付けした情報を記録するまでには至っていないが、メタデータの利用の記録を保存することで、この関係付けが可能だと考える。Comame では、グルーピングによって、RefleCam では、リンクによって構造化をおこなった。

また、リンクは、情報同士の比較を伴う行為である。帰納分類が示すように、概念が明確でないとき、比較ができることで、概念化が容易になると考える。特にグルーピングは、抽象的な概念を顕在化させる。

近年、モバイル環境でも広い画面で多くの情報を提示できるようになっている。また、タッチスクリーンによって、画面上のオブジェクトを自由に操作できるようになった。これらによって、視覚的に表された情報同士を関係付けることが容易になった。リンク付け操作は、今後スマートフォン上での有益な構造化手法になると考えている。

## 7.2 今後の展望

情報を活用するため古代より様々な分類体系が提案されてきた [中尾 90, 荒俣 92, 荒俣 04, 久我 07]。それは、人々が事物をどのように認識しそれをどういうふうに分けてきたかという歴史である。そして分類体系をみると、体系づけをおこなった人の考えや時代ごとの世界観を知ることができる。池田は、分類することは世界観の表明であり、思想の構築であると述べている [池田 92]。また、わかるためには分けることが必要だとアリストテレスが述べたように [緑川 96]、分けることは物事を理解する手段であると言われている。そして、「わかる」とはその分類体系がわかることということであり、「わかり合う」とは相互に相手の分類の仕方がわかり合うということである [坂本 06]。つまり情報の構造化は、情報アクセスの効率化だけでなく、ユーザが情報を認識している観点そして思考の表現でもあり、相手の情報構造化を理解することは、相手の考えを理解することとに等しいといえる。

我々の提案する情報構造化手法で作らした関係性は、ユーザが自らが直面した問題の中で作り上げてきた知識構造である。そして、提案手法によってより多くのユーザが自らの知識構造を表現できるようになると期待できる。また、このようにして作りだされた知識構造は同じものは一つとしてなく、無数にあることとなる。しかしそれは互いにまったく異なるというわけではない。部分的に共通するところや、相補的關係にあるものが大多数であると思われる。これは我々が知識を共有しようと、ほぼ本能的に欲していることからわかる。今後は、提案手法によりユーザが作りだした関係性をどのように共有し活用するかという点について研究を進めていきたいと考えている。そして、同じ考えのユーザを見つけたり、異なる考えのユーザでもその考えを理解する支援をしたりといった、考えの相互理解に繋がるような研究に展開していければと考えている。

## 7.3 まとめ

本章では、考察と展望について述べた。まず、本研究の特徴について、タスクに埋め込まれた構造化、制約のデザイン、関係づけ（リンケージ）という三つの視点から整理し、考察した。また、関係性に基づく対話的情報構造化の展望として、ユーザによる構造化の意味とそれが生み出す可能性について述べた。



# 第 8 章

## 結論

### 概要

本章では本論文を総括する。

## 8.1 本研究の成果

本研究では、ユーザによる多様なメタデータの構造化を実現するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」を提案した。そして、そのコンセプトを実現するための三つの具体的な構造化手法を提案して、その手法に基づくシステムを設計、構築、運用、評価して、その有効性を検証した。

本研究の成果は以下のようにまとめられる。

1. ユーザによる多様なメタデータの構造化を実現するコンセプト「関係性に基づく対話的情報構造化」の提案

多面的な視点からの情報発見を情報利用者へ提示するために、多種多様なメタデータの中から有益な関係を見つけ情報利用者によるメタデータ同士の関係を記述するコンセプト、関係性に基づく対話的情報構造化を提案した。

関係性に基づく対話的情報構造化は、「状況性」、「対話性」、「関係性」の三つのコンセプトから成る。状況性とは、ユーザが情報システムを利用し、情報要求を満たそうとしている状況のことである。対話性とは、情報システムとの対話の中で、情報構造化を行うことである。関係性とは、メタデータ同士、あるいはリソース同士を関係付けることである。つまり、関係性に基づく対話的構造化とは、「ユーザの問題解決過程という状況」において、「情報システムと対話」しながら、「情報同士の関係」を記述する構造化である。

2. 提案コンセプトを実現する構造化手法の提案

関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプトを反映する、「探索的メタデータ検索」、「グルーピングによる情報構造化手法」、「リンクによる情報構造化手法」という三つの具体的な構造化手法を提案した。

**探索的メタデータ検索** 探索的メタデータ検索は、メタデータ利用の中でメタデータ間の関係を記述する構造化手法である。ユーザが探索の中で、有益なメタデータ間の関係を見つけそれを記録する。また、属性、属性値とより構造化されているメタデータにおいては、属性値だけでなく、属性同士の関係も記述できる。有益な関係記述を実現するには、多様なメタデータを自在に組み合わせることが必要である。探索的メタデータ検索は、視覚的オブジェクトを利用することで、情報の関係性を視覚化して分析的にメタデータを用いる。これによって、発見的な情報探索を可能して、有益なメタデータ間の関係記述を実現する。

**グルーピングによる情報構造化手法** グルーピングによる情報構造化は、リソースを集めながら分類することで、リソース間の関係を記述する構造化手法である。リソースにメタデータが付与されていると、リソース間の関係性から、メタデータ同士の関係を導き出せる。また、リソース間の関係をユーザが付けられることで、リソース間をつなげる概念を言語化できなくても、関係付けを行うことができる。

**リンクによる情報構造化手法** リンクによる情報構造化は、リソース同士をリンク付けすることによって、リソース間の関係を記述する構造化する手法である。グルーピングによる構造化手法と同様に、リソースにメタデータが付与されていると、リソース間の関係性から、メタデータ同士の関係を導くことができ、また、リソース間の関係をユーザが付けられることで、リソース間をつなげる概念を言語化できなくても、関係付けを行うことができる。ただし、グルーピングによる構造化手法とは異なり、分類行為を伴わないため、より多くの情報利用行為の中に埋め込むことができる。

### 3. 提案手法に基づくシステムの設計と構築

提案した三つの具体的な構造化手法に基づきシステムを設計、構築した。

**DashSearch** 探索的メタデータ検索では、多様な検索視点で試行錯誤しながら情報を探し出す対話的な情報探索行為をメタデータ検索において実現することを提案した。探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現して、検索クエリ作成の支援をおこなう。さらに、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくする。本研究では、これを実現する検索インタフェース「DashSearch」を開発して、デスクトップ検索、論文検索、RDF検索に応用した。評価実験等を行った結果、メタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消して、対話的な情報探索行為を支援できることを確認した。

**Comame** グルーピングによる情報構造化では、問題解決のために集めた情報をアドホックにグループ化していくことで言語を用いずに柔軟な構造化を提案した。そして、このグルーピングを最適に行うことができるブックマークインタフェース Comame を試作した。Comame は、配置することでブックマークができる「作業空間」上にウェブページを自由に配置しながら「グループ化」することでブックマークと同時にウェブページの構造化が行える。また、探索過程の中でブックマークを蓄積しながら構造化することで、情報探索目的を反映した構造化が行える。そして、「グループ検索」によって、選択、または閲覧中のウェブページが含まれる過去に作成したグループを探し出すことができ、ブックマーク情報の再利用性を高めることができる。システムを運用した結果、探索目的を反映した限定されたブックマークのつながりや、一般的なタグではつながらないような視点でのブックマークのつながりが記述されていることを確認した。

**RefleCam** リンクによる情報構造化では、写真間にリンクという単純な関係性を示すメタデータを記述することで、リンクの特性を利用した写真閲覧・管理・共有を提案した。写真同士がリンク付けされていると、場所、時間といった軸をとびこえて、写真を閲覧することができる。そして、同じ被写体同士をリンク付けることで、写真を細かく分類することができ、また、タグ

情報を取り込むことでタグの入力補助を実現する。さらに、他のユーザの写真へリンク付けすることで写真を媒介とした情報共有が行える。そして、この構造化手法を実現する、写真閲覧、撮影、共有の中でリンク付与作業を緩やかに統合した「RefleCam」という新しいカメラアプリケーションを試作した。システムを運用した結果、同じ被写体・テーマの写真をクリックしていくことで、同じイベントの中でも細分化された構造や、他人との写真とリンクしたことで関連写真が自然と増える閲覧体験が実現できていることを確認した。

#### 4. 提案システムの運用と評価

コンセプトにもとづく、システムを構築し、デスクトップファイル、論文、RDF、ブックマーク、写真と多様なメディアに応用し、関係性に基づく対話的情報構造化のさまざまな応用例を示した。また、構築したシステムの評価や運用経験を通して、本研究で提案した関係性に基づく対話的情報構造化のコンセプトの有効性を確認した。

## 8.2 本論文の総括と結論

情報にメタデータが付与されていることで、その情報がどのような情報なのかを理解する手がかりになり、また、同じメタデータが付与された情報を探すことで関連する情報を得ることができる。キーワード検索システムが主流になっている現在においても、このように多様なメタデータが検索技術を補完する形で情報理解や関連情報発見に役立っている。

しかし、情報にメタデータが付与されてきたことで多様な情報利用が可能になった一方、付与されるメタデータがより多様化、膨大化してきたことによってメタデータ利用が複雑になってきた。また膨大なメタデータが付与された情報が存在するのは対照的に、すべての情報に対して均質にメタデータが付与されていないことから、まったくメタデータの付いていない情報も存在し、それら情報はメタデータによる検索の対象外になっている。つまり、現在のメタデータ利用は、その難易度と不均質なメタデータ付与状況から、メタデータの多様な情報利用という性質の恩恵をうけるユーザや、その対象となる情報が限定されているといえる。メタデータによる多様な情報利用を促進するためには、よりメタデータを簡単に利用できる環境の構築、それと同時にユーザ自らがほとんど負担なくメタデータを付与し情報を構造化していくような、新たな情報構造化手法を考えていく必要がある。

そこで、本研究では、利用者が情報利用過程の中で、有益なメタデータの選択、関係付け、追加、を行えるようにする「関係性に基づく対話的構造化」という新たな情報構造化手法を提案した。関係性に基づく対話的構造化は、「状況性」、「対話性」、「関係性」の三つコンセプトからなる。すなわち、ユーザの問題解決過程という状況において、情報システムと対話しながら、情報同士の関係を記述することで情報を構造化する。これによって、情報利用目的を反映した構造化を継続的に行うことができ、情

報発見の支援に役立つ。本コンセプトを反映させた具体的な手法として、多様なメタデータを用いて発見的に情報探索が行える「探索的メタデータ検索」、またメタデータの共通性のない情報同士でも関係づけることができる「グルーピングによる情報構造化手法」、「リンクによる情報構造化手法」を提案した。

探索的メタデータ検索では、多様な検索視点で試行錯誤しながら情報を探し出す対話的な情報探索行為をメタデータ検索において実現することを提案した。探索的メタデータ検索は、「視覚的オブジェクト」を用いることで直接操作による検索式やファセット検索を実現して、検索クエリ作成の支援をおこなう。さらに、視覚的オブジェクトを自由に組み合わせることのできる「検索作業空間」を提供することで、多様な視点による情報探索を試行しやすくする。これらを実現する検索インタフェース「DashSearch」を開発して、デスクトップ検索、論文検索、RDF検索に応用した。評価実験等を行った結果、メタデータにおける検索クエリ利用の複雑さを解消して、対話的な情報探索行為を支援できることを確認した。

グルーピングによる情報構造化手法では、問題解決のために集めた情報をアドホックにグループ化していくことで言語を用いずに柔軟な構造化を提案した。そして、このグルーピングを最適に行うことができるブックマークインタフェース Comame を試作した。Comame は、配置することでブックマークができる「作業空間」上にウェブページを自由に配置しながら「グループ化」することでブックマークと同時にウェブページの構造化が行える。また、探索過程の中でブックマークを蓄積しながら構造化することで、報探索目的を反映した構造化が行える。そして、「グループ検索」によって、選択、または閲覧中のウェブページが含まれる過去に作成したグループを探し出すことができ、ブックマーク情報の再利用性を高めることができる。システムを運用した結果、探索目的を反映した限定されたブックマークのつながりや、一般的なタグではつながらないような視点でのブックマークのつながりが記述されていることを確認した。

リンクによる情報構造化手法では、写真間にリンクという単純な関係性を示すメタデータを記述することで、リンクの特性を利用した写真閲覧・管理・共有を提案した。写真同士がリンク付けされていると、場所、時間といった軸をとびこえて、写真を閲覧することができる。そして、同じ被写体同士をリンク付けることで、写真を細かく分類することができる。また、タグ情報を取り込むことでタグの入力補助を実現する。さらに、他のユーザの写真へリンク付けすることで写真を媒介とした情報共有が行える。この構造化手法を、写真閲覧、撮影、共有の中でリンク付与作業を緩やかに統合することで実現する「ReffeCam」という新しいカメラアプリケーションを試作した。システムを運用した結果、同じ被写体・テーマの写真をリンクしていくことで、同じイベントの中でも細分化された構造や、他人との写真とリンクしたことで関連写真が自然と増える閲覧体験が実現できていることを確認した。

最後に、関係に基づく対話的情報構造化の特徴や課題を整理して今後の展望を示した。

多くのユーザが情報を発信し、その情報にたいして人は反応し、その反応を発信することができる時代である。知の体系化においても、一部の人間が発信し、それを消

費するという構図から、多くの人間が、それぞれの観点、各自に、概念の表象とカテゴリ化を任せて、各自の概念にもとづいて、知識を体系化する時代となるべきだろう。そのためには、より多くの人が容易に知識を体系化しそれを表現可能になる必要がある。Surowiecki は集合知が成立する条件として、多様性、独立性、分散性、集約を上げている [Surowiecki 06]。多様性、独立性の無い集合知は衆愚となりうる [Keim 11]。我々の提案する関係性に基づく対話的情報構造化は、多様性、独立性を確保するための有用なアプローチであると考え。本研究は HCI の観点から個人による知の体系化を支える構造化手法の設計指針を示したものである。本稿が知の体系化の新時代実現の一助となれば幸いである。

# 謝辞

本研究は、多くの方々のご指導、ご助力のもとに遂行することができました。

総合研究大学院大学入学からご指導を頂いた主任指導教員の国立情報学研究所 武田英明教授に深く感謝致します。また、指導教員の国立情報学研究所 大向一輝准教授、そして、修士課程での指導教員であった慶應義塾大学 安村通晃教授に感謝致します。武田先生には、博士論文完成に必要以上に時間をかけてしまい大変ご迷惑をおかけしました。また、ご多忙にもかかわらず気軽に議論に応じていただき、そして丁寧なご指導をしていただきました。こうして論文を完成させることができたのも、ひとえに武田先生の人徳によるものです。本当にありがとうございました。大向一輝准教授には、多くのアドバイスを頂きました。ありがとうございました。また、安村通晃教授には、修了してからも多くのご助力を頂きました。ありがとうございました。

本博士論文の審査委員をご快諾いただいた、国立情報学研究所 相原健郎准教授、北本朝展准教授、はこだて未来大学 角康之教授に感謝致します。相原健郎准教授、北本朝展准教授、そして、はるばる北海道から来ていただいた角康之教授には、多くの有益なご意見をいただきました。ご助言いただいたことは、これからの研究にも反映させていきたいと思えます。ありがとうございました。

研究を進めるにあたり多くのご助力いただいた、諸先輩方、KasM グループの皆様には感謝致します。特に、産業技術総合研究所 濱崎雅弘博士には、気さくに議論に応じていただき、また研究全般にわたって多くのご助言、ご指導していただきました。本当にありがとうございました。そして、お茶の水女子大学 塚田浩二助教には、多くのご助言を頂いただけでなく、論文指導もしていただきました。本当に勉強になりました。ありがとうございました。KasM グループの新旧メンバ、福原知宏博士、鈴木聡博士、小出誠二博士、荒木次郎氏、丹英之氏、深見嘉明氏、松岡有希博士、松村冬子博士、亀田堯宙氏には、多くのご支援をいただきました。また、新旧の研究室秘書、澤田幸氏、遠藤知子氏、西機直美氏には大変お世話になりました。ありがとうございました。

冒頭にも述べましたとおり、本研究は多くの方々のご助力によって成すことができました。ここに記したのはその一部であり、お名前を記すことのできなかつた多くのみなさまに感謝致します。

最後に、これまで私を支えてくださった家族に感謝致します。本当にありがとうございました。

# 本研究に関する発表

## 論文誌

1. 後藤 孝行, 濱崎 雅弘, 武田 英明, 塚田 浩二, 安村 通晃, 視覚的オブジェクトを用いた探索的メタデータ検索, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 4, 1504-1514 (Apr. 2011)

## 国際会議

1. Takayuki Goto, Hideaki Takeda, Michiaki Yasumura, Dash Search: Desktop Widget based Desktop Search for Metadata Exploitation, Adjunct Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 37-38, 2008.

## その他

1. DashSearch: ウィジェットを利用したデスクトップ検索インタフェース情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2007(68), 65-70, 2007-07-06
2. 後藤孝行, 武田英明: 仮想フォルダによるセマンティックデスクトップの実現, 人工知能学会全国大会 (第 22 回) 論文集, No. 3I2-01,
3. 後藤孝行, 武田英明: DashSearch: テストトップウィジェットを用いたメタデータの多面的検索, インタラクション 2009 論文集, 155-156, 2009
4. 後藤孝行, 武田英明: Comame: グルーピングによるコンテキストメタデータの記録, 第 17 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2009) 予稿集, 日本ソフトウェア科学会 インタラクティブシステムとソフトウェア研究会, 2009.
5. 後藤孝行, 武田英明: グルーピングによる情報構造化手法の提案, 人工知能学会全国大会 (第 24 回) 論文集, No. 2G2-OS9-5, 長崎 (2010), 人工知能学会.

- 
6. 後藤孝行, 塚田 浩二, 濱崎 雅弘, 武田 英明 : RefleCam: 撮影／閲覧／リンク付けを一体化させたデジタルカメラ, インタラクション 2011 論文集, 2011

## 参考文献

- [Abel 07] Abel, F., Frank, M., Henze, N., Krause, D., Plappert, D., and Siehndel, P.: GroupMe! - Where Semantic Web meets Web 2.0, in *Int. Semantic Web Conference (ISWC 2007)* (2007)
- [AIDOS 05] AIDOS, ed.: オントロジ技術入門, 東京電気大学出版局 (2005)
- [Alpert 08] Alpert, J. and Hajaj, N.: We knew the web was big, <http://googleblog.blogspot.com/2008/07/we-knew-web-was-big.html> (2008)
- [Baca 08] Baca, M. ed.: *Introduction to Metadata Online Edition, Version 3.0*, Getty Publications (2008), [http://www.getty.edu/research/publications/electronic\\_publications/intrometadata/index.html](http://www.getty.edu/research/publications/electronic_publications/intrometadata/index.html)
- [Barsalou 83] Barsalou, L.: Ad hoc categories, *Memory and Cognition*, Vol. 11, pp. 211–227 (1983)
- [Bates 89] Bates, M. J.: The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface, *Online Review*, Vol. 13, No. 5, pp. 407–424 (1989)
- [Berners-Lee 01] Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O.: The Semantic Web, *Scientific American*, Vol. 284, No. 5, pp. 34–43 (2001)
- [Berners-Lee 06] Berners-Lee, T.: Artificial Intelligence and the Semantic Web, <http://www.w3.org/2006/Talks/0718-aaai-tbl/> (2006)
- [Berners-Lee 10] Berners-Lee, T.: オープンデータとマッシュアップで変わる世界, [http://www.aoky.net/articles/tim\\_berniers\\_lee/the\\_year\\_open\\_data\\_went\\_worldwide.htm](http://www.aoky.net/articles/tim_berniers_lee/the_year_open_data_went_worldwide.htm) (2010)
- [Bizer 09] Bizer, C., Heath, T., and Berners-lee, T.: Linked Data - The Story So Far, *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, Vol. 5, pp. 1–22 (2009)
- [Capra 05] Capra, R. G., III and Pérez-Quiñones, M. A.: Using Web Search Engines to Find and Refind Information, *Computer*, Vol. 38, pp. 36–42 (2005)

- [Collins 75] Collins, A. M. and Loftus, E. F.: A spreading-activation theory of semantic processing., *Psychological Review*, Vol. 82, No. 6, pp. 407–428 (1975)
- [Cousins 97] Cousins, S. B., Paepcke, A., Winograd, T., Bier, E. A., and Pier, K.: The digital library integrated task environment (DLITE), in *Proc. the second ACM international conference on Digital libraries*, pp. 142–151 (1997)
- [Cutrell 06] Cutrell, E., Robbins, D. C., Dumais, S. T., and Sarin, R.: Fast, flexible filtering with Phlat - Personal search and organization made easy, in *Proc. of CHI'06*, pp. 261–270 (2006)
- [Golder 06] Golder, S. and Huberman, B. A.: The Structure of Collaborative Tagging Systems, *Journal of Information Science*, Vol. 32, No. 2, pp. 198–208 (2006)
- [Hansaki 06] Hansaki, T., Shizuki, B., Misue, K., and Tanaka, J.: FindFlow: visual interface for information search based on intermediate results, in *APVis '06: Proceedings of the 2006 Asia-Pacific Symposium on Information Visualisation*, pp. 147–152, Darlinghurst, Australia, Australia (2006), Australian Computer Society, Inc.
- [Hearst 00] Hearst, M. A.: Next Generation Web Search: Setting Our Sites, *IEEE Data Engineering Bulletin*, Vol. 23, No. 3, pp. 38–48 (2000)
- [Hearst 06] Hearst, M. A.: Clustering versus faceted categories for information exploration, *Commun. ACM*, Vol. 49, No. 4, pp. 59–61 (2006)
- [Hearst 11] Hearst, M. A.: 情報検索のためのユーザインタフェース, 共立出版株式会社 (2011), 角谷和俊, 田中克己 (監訳), (原書:Search User Interfaces )
- [Hendry 97] Hendry, D. G. and Harper, D. J.: An informal information-seeking environment, *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, Vol. 48, No. 11, pp. 1036–1048 (1997)
- [Ingwersen 92] Ingwersen, P.: *Information retrieval interaction*, Taylor Graham Publishing, London, UK, UK (1992)
- [Keim 11] Keim, B.: Sharing Information Corrupts Wisdom of Crowds, <http://www.wired.com/wiredscience/2011/05/wisdom-of-crowds-decline/> (2011)
- [Kim 02] Kim, K.-S. and Allen, B.: Cognitive and task influences on Web searching behavior, *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, Vol. 53, pp. 109–119 (2002)
- [Kuhlthau 88] Kuhlthau, C. C.: *Seeking Meaning: A Process Approach to Library and Information Services*, Ablex, Norwood, NJ (1988)
- [Lieberman 01] Lieberman, H., Rosenzweig, E., and Singh, P.: Aria: An Agent For Annotating And Retrieving Images, *IEEE Computer*, Vol. 34, No. 7, pp. 57–61 (2001)

- [Lucas 00] Lucas, P.: Pervasive information access and the rise of human-information interaction, in *CHI '00 extended abstracts on Human factors in computing systems*, CHI EA '00, pp. 202–202, New York, NY, USA (2000), ACM
- [Marchionini 89] Marchionini, G.: Information-seeking strategies of novices using a full-text electronic encyclopedia, *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, Vol. 40, pp. 54–66 (1989)
- [Marchionini 06] Marchionini, G.: Exploratory search: from finding to understanding, *Communications of the ACM*, Vol. 49, pp. 41–46 (2006)
- [Masui 98] Masui, T.: LensBar - Visualization for Browsing and Filtering Large Lists of Data, in *Proceedings of the 1998 IEEE Symposium on Information Visualization*, pp. 113–120, Washington, DC, USA (1998), IEEE Computer Society
- [Matthews 83] Matthews, J. R., Lawrence, G. S., and Ferguson, D.: *Using Online Catalogs: A Nationwide Survey*, Neal-Schuman Publishers, Inc., New York, NY, USA (1983)
- [Morville 06] Morville, P.: アンビエント・ファインダビリティ, O'REILLY (2006), 浅野紀予 (訳), (原書: Ambient Findability)
- [Norman 88] Norman, D. A.: *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books, New York (1988)
- [Page 98] Page, L., Brin, S., Motwani, R., and Winograd, T.: The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web, in *Proceedings of the 7th International World Wide Web Conference* (1998)
- [Patel 04] Patel, S. N. and Abowd, G. D.: The ContextCam: Automated Point of Capture Video Annotation, in *In Proceedings of the 6th International Conference on Ubiquitous Computing*, pp. 301–318, Springer (2004)
- [Ranganathan] Ranganathan, S. R.: Colon classification, <http://www.iskoi.org/doc/colon.htm>
- [Resnick 94] Resnick, P., Iacovou, N., Suchak, M., Bergstrom, P., and Riedl, J.: GroupLens: an open architecture for collaborative filtering of netnews, in *Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work*, CSCW '94, pp. 175–186, New York, NY, USA (1994), ACM
- [Robertson 98] Robertson, G., Czerwinski, M., Larson, K., Robbins, D., Thiel, D., and Dantzich, van M.: Data Mountain: using spatial memory for document management, in *Proceedings of UIST*, pp. 153–162 (1998)

- [schraefel 06] schraefel, m. c., Wilson, M., Russell, A., and Smith, D. A.: mSpace: improving information access to multimedia domains with multimodal exploratory search, *Communication of the ACM*, Vol. 49, No. 4, pp. 47–49 (2006)
- [Shneiderman 83] Shneiderman, B.: Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages, *Computer*, Vol. 16, pp. 57–69 (1983)
- [Shneiderman 94] Shneiderman, B.: Dynamic Queries for Visual Information Seeking, *IEEE Software*, Vol. 11, No. 6, pp. 70–77 (1994)
- [Shneiderman 97] Shneiderman, B., Byrd, D., and Croft, W. B.: Clarifying Search: A User-Interface Framework for Text Searches (1997), <http://www.dlib.org/dlib/january97/retrieval/01shneiderman.html>
- [Shneiderman 00] Shneiderman, B. and Kang, H.: Direct Annotation: A Drag-and-Drop Strategy for Labeling Photos, in *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation*, pp. 88–95 (2000)
- [Sigurbjörnsson 08] Sigurbjörnsson, B. and Zwol, van R.: Flickr tag recommendation based on collective knowledge, in *WWW '08: Proceeding of the 17th international conference on World Wide Web*, pp. 327–336, ACM (2008)
- [Sumi 08] Sumi, Y., Ito, J., and Nishida, T.: Photochat: communication support system based on sharing photos and notes, in *CHI '08 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 3237–3242, ACM (2008)
- [Surowiecki 06] Surowiecki, J.: 「みんなの意見」は案外正しい, 角川書店 (2006), 小高尚子 (訳), (原書: The Wisdom of Crowds)
- [Sutcliffe 98] Sutcliffe, A. and Ennis, M.: Towards a cognitive theory of information retrieval, *Interacting with Computers*, Vol. 10, pp. 321–351 (1998)
- [Tanaka 02] Tanaka, H., Arikawa, M., and Shibasaki, R.: Pseudo-3D photo collage, in *SIGGRAPH '02: ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications*, pp. 317–317, New York, NY, USA (2002), ACM
- [Taylor 68] Taylor, R. S.: Question-Negotiation and Information Seeking in Libraries, *College and Research Libraries*, Vol. 28, No. 29, pp. 178–194 (1968)
- [Tsuda 90] Tsuda, K., Yoshitaka, A., Hirakawa, M., Tanaka, M., and Ichikawa, T.: IconicBrowser: An iconic retrieval system for object-oriented databases, *J. Vis. Lang. Comput.*, Vol. 1, No. 1, pp. 59–76 (1990)
- [Veltkamp 00] Veltkamp, R. C. and Tanase, M.: Content-Based Image Retrieval Systems: A Survey, Technical Report UU-CS-2000-34, Department of Computing Science, Utrecht University (2000)

- [Watanabe 07a] Watanabe, K., Tsukada, K., and Yasumura, M.: WillCam: a digital camera visualizing users. interest, in *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 2747–2752, ACM (2007)
- [Watanabe 07b] Watanabe, N., Washida, M., and Igarashi, T.: Bubble Clusters: An Interface for Manipulating Spatial Aggregation of Graphical Objects, in *ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 173–182 (2007)
- [White 09] White, R. and Roth, R.: *Exploratory Search: Beyond the Query-Response Paradigm*, Morgan & Claypool Publishers (2009)
- [Wilson 08a] Wilson, M. L., André, P., and schraefel, m. c.: Backward highlighting: enhancing faceted search, in *Proc. UIST'08*, pp. 235–238 (2008)
- [Wilson 08b] Wilson, M. L. and schraefel, m. c.: A longitudinal study of exploratory and keyword search, in *Proc. JCDL'08. ACM*, pp. 52–56 (2008)
- [Wright 06] Wright, W., Schroh, D., Proulx, P., Skaburskis, A., and Cort, B.: The Sandbox for analysis: concepts and methods, in *CHI '06: Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pp. 801–810 (2006)
- [Young 93] Young, D. and Shneiderman, B.: A graphical filter/flow representation of Boolean queries: a prototype implementation and evaluation, *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, Vol. 44, No. 6, pp. 327–339 (1993)
- [Zloof 75] Zloof, M. M.: Query-by-example: the invocation and definition of tables and forms, in *Proceedings of the 1st International Conference on Very Large Data Bases, VLDB '75*, pp. 1–24, New York, NY, USA (1975), ACM
- [相原 15] 相原 健郎, 堀 浩一: 記憶の想起に基づく創造性支援;特集;次世代インタラクシヨンのための情報技術, 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 6, pp. 1377–1386 (2001-06-15)
- [荒俣 92] 荒俣 宏: 目玉と脳の大冒険, 筑摩書房 (1992)
- [荒俣 04] 荒俣 宏: 想像力の地球旅行, 角川書店 (2004)
- [池田 92] 池田 清彦: 分類という思想, 新潮社 (1992)
- [梅棹 69] 梅棹 忠夫: 知的生産の技術, 岩波書店 (1969)
- [川喜田 67] 川喜田 二郎: 発想法, 中央公論新社 (1967)
- [北 02] 北 研二, 津田 和彦, 獅々堀 正幹: 情報検索アルゴリズム, 共立出版株式会社 (2002)

- [久我 07] 久我 勝利：知の分類史, 中央公論新社 (2007)
- [古崎 06] 古崎 晃司, 來村 徳信, 笹島 宗彦, 溝口 理一郎：オントロジー構築入門, オーム社 (2006)
- [坂本 06] 坂本 賢三：「分ける」こと「わかる」こと, 講談社 (2006)
- [人工 05] 人工知能学会 (編)：人工知能学事典, 共立出版 (2005)
- [角 01] 角 康之, 堀 浩一, 大須賀 節雄：テキストオブジェクトを空間配置することによる思考支援システム, 人工知能学会誌, Vol. 9, No. 1, pp. 139-147 (1994-01-01)
- [徳永 99] 徳永 健伸：情報検索と言語処理, 東京大学出版会 (1999)
- [内藤 06] 内藤 求 (編)：トピックマップ入門, 東京電気大学出版局 (2006)
- [中尾 90] 中尾 佐助：分類の発想, 朝日新聞社 (1990)
- [中島 06] 中島 義明：情報処理心理学, サイエンス社 (2006)
- [深田 08] 深田 智, 仲本 康一郎：概念化と意味の世界, 研究社 (2008)
- [福原 98] 福原 知宏：協調フィルタリングに関する研究動向 (1998)
- [緑川 96] 緑川 信之：本を分類する, 勁草書房 (1996)
- [三中 09] 三中 信宏：分類思考の世界, 講談社 (2009)
- [三輪 03] 三輪 眞木子：情報検索のスキル, 中央公論新社 (2003)
- [森 95] 森 敏明, 井上 毅, 松井 孝雄：グラフィック 認知心理学, サイエンス社 (1995)
- [鷺田 03] 鷺田 小弥太：分かる使える思考法事典, すばる舎 (2003)
- [高久 10] 高久 雅生, 江草 由佳, 寺井 仁, 齋藤 ひとみ, 三輪 眞木子, 神門 典子：タスク種別とユーザ特性の違いが Web 情報探索行動に与える影響：眼球運動データおよび閲覧行動ログを用いた分析, 情報知識学会誌, Vol. 20, No. 3, pp. 249-276 (2010)
- [西本 06] 西本 一平, 戸田 真志：Web リソースを対象としたプロセス想起型リファインディング支援, インターネットコンファレンス論文集, pp. 85-94 (2006)
- [中島 05] 中島 悠, 土方 嘉徳, 西田 正吾：検索経験と領域知識の WWW 情報検索行動に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp. 309-319 (2005)
- [土方 01] 土方 嘉徳：情報推薦・情報フィルタリングのためのユーザプロファイリング技術, 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 365-372 (2004-05-01)

## 付録 A

### 評価実験アンケート・システム説明書

アンケート 1

年齢  男 ・ 女 No.

被験者の属性を知るため、いくつかの質問に教えてください。

- 一番よく使うOSは何ですか？ 該当するものにチェックを入れてください。

Windows XP

Windows Vista

Mac OS X

Linux

その他

- Mac OS Xを使ったことはありますか？

ある  ない

- デスクトップ検索を使ったことがありますか？

ある  ない

あると答えた方は以下枠の中の質問に教えてください。

何を使ったことがありますか？（複数回答可）

Windows Vista のデスクトップ検索

Mac OS XのSpotlight

Google Desktop Search

その他

デスクトップ検索はどの程度使いますか？

よく使う  たまに使う  あまり使わない

メタデータを利用する機能を使ったことがありますか？

よく使う  たまに使う  あまり使わない  まったく使ったことがない

使うとお答えした方にききます。

どの様な目的のときに、どの様に使いますか？

メタデータ検索とは：検索対象となる情報に付与されている情報を対象にした検索で、例えば、著者、日付、種類などの属性を指定して検索することです。詳細検索と表示されていることがあります。

■ 評価実験1が終わって

システム1(スマートフォルダ)、システム2 (DashSearch) についてお聞きます

○どちらが便利でしたか？

システム1 |-----|-----|-----|-----| システム2

○どちらが簡単でしたか？

システム1 |-----|-----|-----|-----| システム2

理由

■ 評価実験2の1が終わって

システム1、システム2についてお聞きします

○どちらが便利でしたか？

システム1 |-----| システム2

○どちらが簡単でしたか？

システム1 |-----| システム2

理由

評価実験2の1のように、検索した結果に関連するファイルをさがしたいと思ったことはありますか？

ある ない

■ 評価実験2の2が終わって

システム1、システム2についてお聞きします

○どちらが便利でしたか？

システム1 |-----| システム2

○どちらが簡単でしたか？

システム1 |-----| システム2

理由

評価実験2の2のように、選択したファイルに関するファイルを探したいと思ったことはありますか？

ある ない

■ 評価実験3が終わって

システム1、システム2についてお聞きします

○どちらが便利でしたか？

システム1 |—————|—————|—————|—————| システム2

○どちらが簡単でしたか？

システム1 |—————|—————|—————|—————| システム2

理由

評価実験3のように、ファイルを分析的に検索したことはありますか？

ある ない

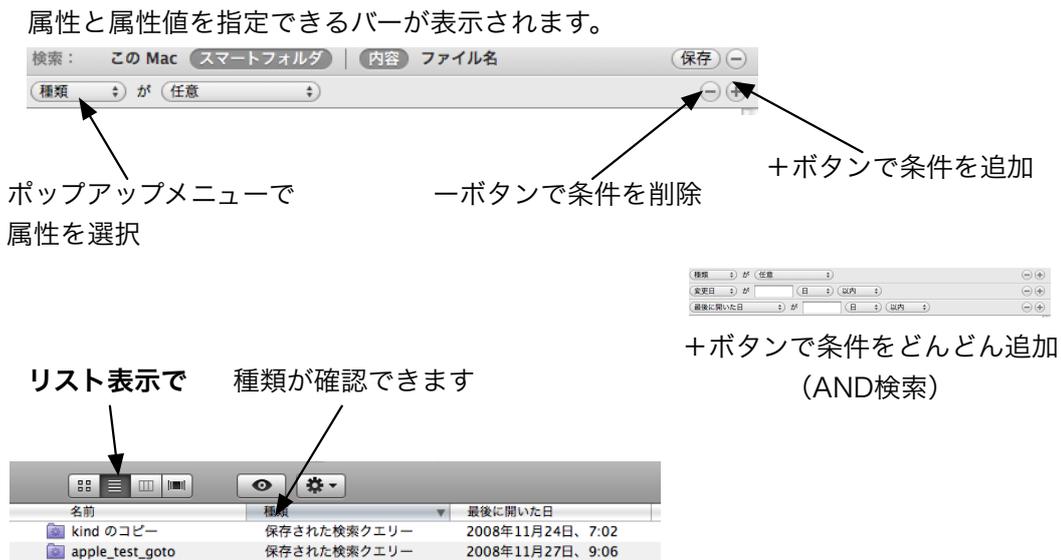
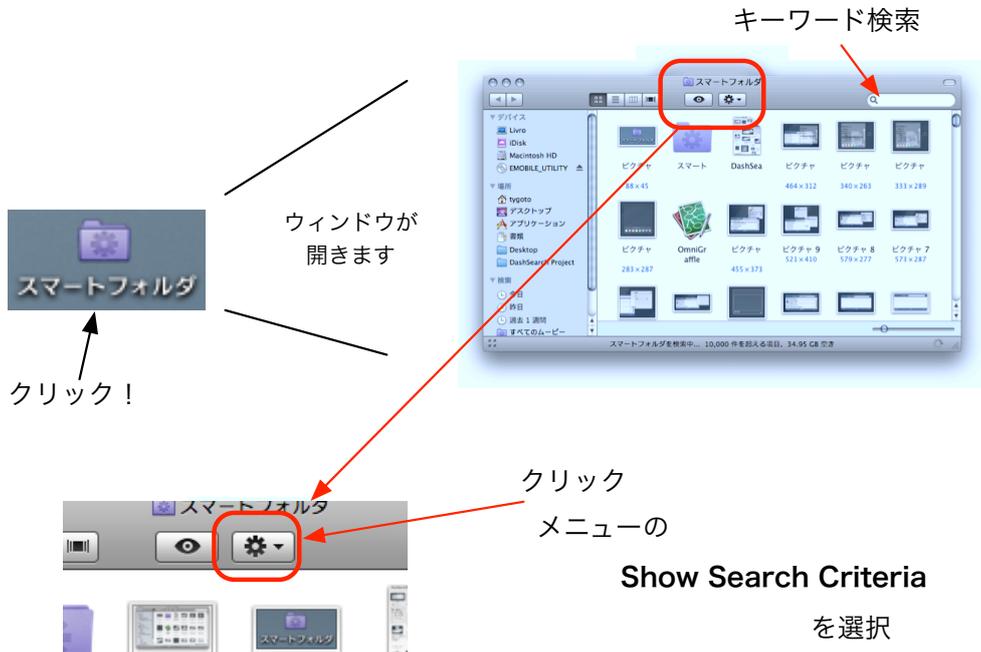
評価実験3のような検索が簡単にできるとしたら、自分の所有するファイルでも行いたいとおもいますか？

ある ない

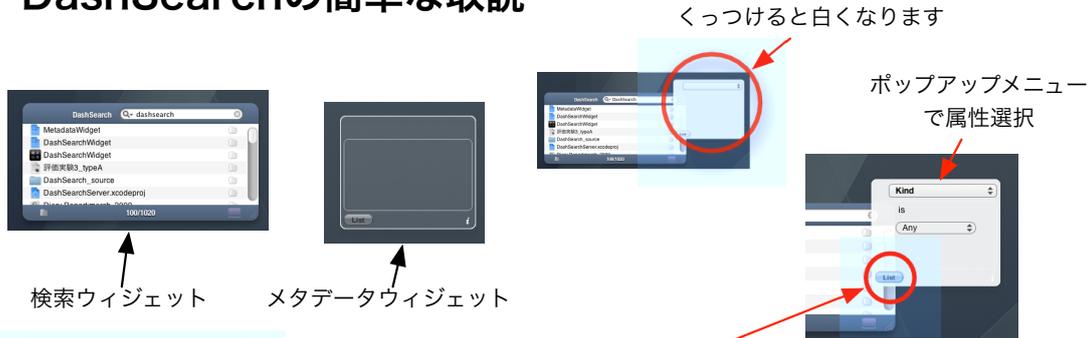
■ 最後に何かコメントがあればよろしくお願いします。

実験おつかれさまでした。ご協力ありがとうございました。

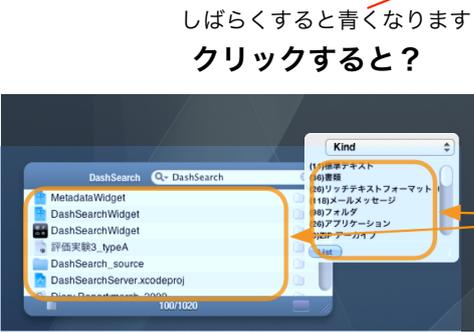
## Smart Folderの簡単な取説



# DashSearchの簡単な取説



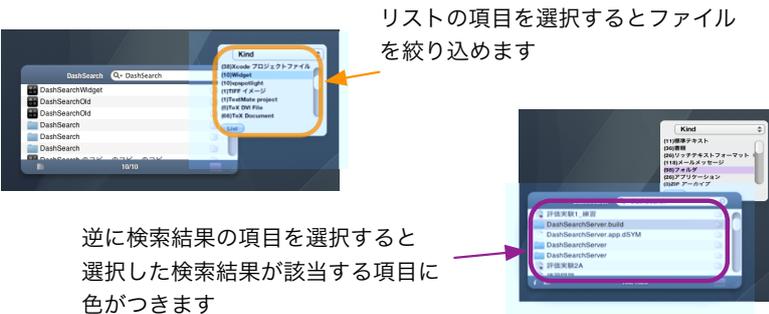
**属性、属性値って？**  
 属性は情報の種類みたいなもの、属性値は、情報の実際の値みたいなものとおもっていただければと。



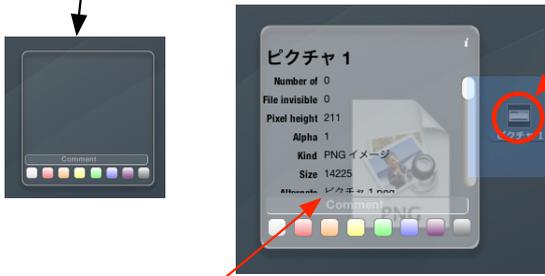
検索ウィジェットに表示されている検索結果の属性値を表示します  
 例えばファイルの種類を表す属性kindを選択すると、検索結果に含まれているファイルの種類一覧をみることができます。



重ねることで検索条件を追加できます。  
 (AND検索)



インフォメーションウィジェット



ファイルに付与されている属性と属性値を表示します

ファイルを選択すると？

